编号：HYHJ-017-HP-2025

旅大16-3油田至旅大10-1油田输气项目
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：2025年12月

编号：HYHJ-017-HP-2025

旅大16-3油田至旅大10-1油田输气项目
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：2025 年 12 月

打印编号：1764142409000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	c6e277
建设项目名称	旅大16-3油田至旅大10-1油田输气项目
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）	阎洪涛
主要负责人（签字）	刘小刚
直接负责的主管人员（签字）	孙红栋、原佳申
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
李云婷	2014035110350000003510110414	BH006056	李云婷

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张海娟	回顾性环境影响评价、环境保护对策措施	BH008714	张海娟
冯婧	区域自然环境概况、海洋生态环境现状调查与评价	BH074194	冯婧
李雪飞	概述、总则、环境影响评价结论及建议	BH013710	李雪飞
段勇	海洋工程的环境可行性、环境管理与监测计划	BH021746	段勇

李云婷	建设项目概况、工程分析	BH006056	李云婷
赵继纯	海洋生态环境风险评价	BH009380	赵继纯
陈袁袁	清洁生产与总量控制、环境保护的技术经济合理性	BH008767	陈袁袁
杨一鸣	海洋生态环境影响预测与评价	BH030279	杨一鸣

目 录

概 述

一、工程项目特点

旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目位于渤海辽东湾海域，西北距绥中 36-1 陆上终端约[redacted]，南距旅大 21-2 油田[redacted]，北距旅大 10-1 油田[redacted]，区域水深约为[redacted]，本项目最近距辽宁省绥中县岸线[redacted]。

旅大 16-3 油田于 2020 年投产，现有设施主要包括 1 座中心平台 LD16-3CEPA、1 座井口平台 LD16-3WHPB 及平台间管缆。LD16-3CEPA 平台处理本油田自产气（包括旅大 16-3 油田、旅大 21-2 油田和旅大 29-1 油田），分离后的伴生气经压缩机增压后，一部分用于本平台透平使用，一部分伴生气与处理后的原油汇合一并通过混输海管外输至 LD10-1PAPD 进行分离，分离出的部分高压气经栈桥输至 LD10-1CEP 平台，经处理后外输至旅大 4-2 油田区域，进入供气管网使用与外销。

旅大 16-3 油田开发效果较好，2035 年以前天然气产量大，受混输海管限制，区域产气无法有效利用，造成资源浪费和环境影响，并且受旅大 10-1 油田气处理系统能力限制，也无法处理超出[redacted]以上的多余气量，影响产能释放。2036 年起旅大 16-3 油田区域将缺气（透平发电需求），同时后续新建项目也将受缺气制约，需要外部油田反供气。

为了解决此问题，本次将在 LD16-3CEPA 和 LD10-1WHPC 平台之间新建 1 条输气海管，将旅大 16-3 油田天然气输送至旅大 10-1 油田区域，最终输送至两个陆岸终端，并对相关 4 个现有平台进行适应性改造，项目计划建设内容如下：

（1）海底输气管道：新建 1 条管径[redacted]，由 LD16-3CEPA 至 LD10-1WHPC 的[redacted]的海底输气管道。

（2）对 4 个现有平台 LD16-3CEPA、LD10-1WHPC、LD10-1WHPA 和 LD10-1CEP 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》等的规定，受中海石油（中国）有限公司天津分公司的委托，海油环境科技（北京）有限公司承担了本项目的环境影响评价工作，并依据有关法规、导则的要求完成了《旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目环境影响报告书》的编制工作。

二、环境影响评价工作过程

受中海石油（中国）有限公司天津分公司的委托（附件 1），海油环境科技（北京）有限公司承担并完成“旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目”的环境影响评价工作。

本项目新建 1 条[redacted]的海底输气管道，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 版），项目属于“五十四、海洋工程，150 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，挖沟埋设单条管道长度[redacted]公里及以上或涉及环境敏感区的油气集输管道、电光缆工程”，应该编制环境影响报告书。

环评单位收到环评任务委托 7 个工作日内，建设单位在“东北新闻网”网站上开展了旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目公众参与第一次公示。环评单位同时开展了资料收集、相关法规和标准等与本项目有关文件的研究工作。收集的资料主要包括工程资料、相关法规和标准文件、已批复的依托设施相关环评文件等。

通过对旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目的工程资料分析、环境敏感目标和环境保护目标筛选等工作，本次评价确定了项目环境影响评价的评价内容、评价重点、评价工作等级和评价范围，并对本项目国土空间规划及相关规划符合性进行了分析。

本项目引用[redacted]在工程周围海域开展的秋季海洋环境质量现状调查与评价资料，以及[redacted]开展的春季渔业资源调查与评价资料。根据本项目工程分析和环境现状调查与评价结果，本次评价开展了环境影响预测与评价工作。

结合工程分析以及环境影响预测与评价结果，本次评价开展了本项目清洁生产与总量控制分析、环境保护对策措施、环境风险评价、环境管理与环境监测以及环境经济损益分析等专题研究。根据各专题研究结果，完成《旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目环境影响报告书》的编制。

三、关注的主要环境问题

本项目在正常作业情况下，关注的主要环境问题是施工期海底管道挖沟产生的悬浮物对项目所在敏感目标及周围海域海洋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、渔业资源的潜在影响。

四、主要评价结论

本项目为常规石油、天然气勘探与开采，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。

本项目位于《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》规划范围之外，距生态保护红线最近距离约[redacted]，项目建设与其不冲突。

本项目从设计和施工方案上采取了一系列污染防治、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。本项目周围海域除部分调查站位海洋生物质量中砷出现超标现象以外，海水水质、沉积物等满足相应的标准要求。本项目在建设过程中产生的主要污染物为海管挖沟产生的悬浮物，对环境的影响属于短期性、一次性、可恢复性影响。生产运行过程中所产生的主要污染物为海底管道少量防腐所用牺牲阳极锌离子释放，对周边海域环境影响较小。

本项目的建设对海洋生态环境和渔业资源会产生一定影响和损害，需采取有效的保护措施。本项目存在一定的溢油风险，需采取切实可行的溢油应急防范对策措施。

评价认为，正常运行情况下，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、风险防范措施和溢油应急计划的前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设可行。

1 总则

1.1 报告书编制依据

1.1.1 法律依据

- 《中华人民共和国环境保护法》（全国人民代表大会常务委员会，2014.4.24 修订，2015.1.1 起施行）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（全国人民代表大会常务委员会，2018 年 12.29 修正）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（全国人民代表大会常务委员会，2023.10.24 修订，2024.1.1 起施行）；
- 《中华人民共和国水污染防治法》（全国人民代表大会常务委员会，2017.6.27.修正，2018.1.1 起施行）；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（全国人民代表大会常务委员会，2020.4.29 修订，2020.9.1 起施行）；
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（全国人民代表大会常务委员会，2012.2.29 修正，2012.7.1 起施行）；
- 《中华人民共和国渔业法》（全国人民代表大会常务委员会，2013.12.28.修正，2013.12.28 起施行）；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》（全国人民代表大会常务委员会，2021.4.29 修订，2021.9.1 起施行）。

1.1.2 行政法规和部门规章

- 《建设项目环境保护管理条例》（国务院，2017.7.16 修订，2017.10.1 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，2018.3.19 修订，2018.3.19 起施行）；
- 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（国务院，2018.3.19 修订，2018.3.19 起施行）；
- 《中国水生生物资源养护行动纲要》（国务院，2006.2.14）；

- 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院，2017.10.7 修订，2017.10.7 起施行）；
- 《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，1983.12.29 发布，1983.12.29 起施行）；
- 《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，2016.1.5 修正，2016.1.8 起施行）；
- 《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，2022.5.10）；
- 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部，2021.1.1 起施行）；
- 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部，2018.7.16 发布，2019.1.1 施行）；
- 《国家危险废物名录（2025 年版）》（生态环境部 国家发展和改革委员会 公安部 交通运输部 国家卫生健康委员会，2025.1.1 起施行）；
- 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，发展改革委，2024.2.1 起施行）；
- 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环境保护部，2012.7.3）；
- 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通运输部，2017.5.23 施行）；
- 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11.30）；
- 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》（交通运输部，2021.9.1 起施行）；
- 《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（生态环境部，2019.12.13）。

1.1.3 技术导则与规范

- 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
- 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）；

- 《海洋监测规范》（GB17378-2007）；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- 《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）*。

（*注：由于行业适用性，部分采用）

1.1.4 其他依据

- 《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）；
- 《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》；
- 《辽宁省海洋主体功能区规划》（辽政发〔2017〕36 号）；
- 《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2024〕49 号）；
- 《辽宁省生态环境厅关于发布<辽宁省生态环境分区管控方案（2023 年版）>的函》（辽环发〔2024〕29 号）；
- 《“十四五”海洋生态环境保护规划》（环海洋〔2022〕4 号）；
- 《“十四五”现代能源体系规划》。

1.1.5 基础资料

- 环评委托书（见附件 1）；
- 建设单位提供的关于本项目的工程资料。

1.2 环境影响因素识别与评价因子筛选

1. 环境影响因素识别

本项目位于《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》规划的范围外，项目周边的海洋生态环境保护目标主要是油田所在海域附近的鱼类三场一通道。本项目在正常作业情况下，关注的主要环境问题是施工期管道挖沟产生的悬浮物对项目所在敏感目标及周围海域海洋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、渔业资源的潜在影响。本项目环评的评价时段不包括服务期满后（服务期满后，履行弃置或拆除的相关环保手续，待油田整体弃置时统一考虑整体处置方案）。

2. 评价因子筛选

根据本项目环境影响的主要特征，结合项目周边环境功能要求、海洋生态环境保护目标，参照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 A.1 筛选本项目环境影响评价因子，包括施工期管沟开挖产生的悬浮物对海水水质及海洋生态生物资源的影响；风险事故情况下，油气泄漏事故对工程设施周围海域的海洋生态敏感目标、海洋生态环境的影响。环境影响评价因子筛选具体详见下表。

表 1.2-1 环境影响评价因子筛选一览表

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">环境影响要素</th><th colspan="2">评价因子</th><th rowspan="2">工程内容及影响方式 [1]</th><th rowspan="2">影响性质 [2] 及影响时段 [3]</th></tr>
<tr><th>环境现状评价因子</th><th>影响预测因子/评价因子</th></tr>
<tr><td colspan="2">海水水质</td><td>pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物、挥发性酚</td><td>SS</td><td>SS：管沟开挖，直接影响</td><td>施工期：短期影响</td></tr>
<tr><td colspan="2">海洋沉积物</td><td>有机碳、硫化物、汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油类</td><td>——</td><td>管沟开挖，直接影响</td><td>施工期：短期影响</td></tr>
<tr><td rowspan="4">海洋生态</td><td>初级生产力</td><td>叶绿素 a</td><td rowspan="3">生物资源损失</td><td rowspan="3">管沟开挖悬浮物，直接影响</td><td rowspan="4">施工期：短期影响</td></tr>
<tr><td>浮游植物、浮游动物、底栖生物、游泳生物（含鱼卵仔稚鱼）</td><td>种类组成、生物量、密度（丰度）、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性指数等</td></tr>
<tr><td>重要水生生物“三场一通道”</td><td>分布范围、生产力</td></tr>
<tr><td>海洋生物质量</td><td>总汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油烃</td><td>——</td><td>——</td></tr>
<tr><td colspan="2">环境风险</td><td>——</td><td>石油类</td><td>溢油：直接影响</td><td>施工期：短期影响</td></tr>
</table>

注 1：影响方式可分为直接、间接、累积生态影响。

注 2：影响性质包括长期和短期、可逆和不可逆。

注 3：影响时段包括施工期、生产运行期。

1.3 评价等级与评价范围

1.3.1 评价等级

1.海洋生态环境

旅大 16-3 油田及旅大 10-1 油田位于渤海辽东湾海域，项目距岸最近距离约[redacted]。本项目新建 1 条约[redacted]的海底输气管道，属于海洋油气开发工程，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），其海洋生态环境影响类型主要包括挖沟埋设管缆总长度。经识别，项目部分管道位于一般敏感区内，不涉及占用重要敏感区。根据导则表 1，挖沟埋设管缆总长度小于[redacted]，海洋生态环境影响评价等级为 3 级，确定本项评价等级为 3 级，详见下表。

表 1.3-1　建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表

影响类型 \ 评价等级	1	2	3	本项目等级
挖沟埋设管缆总长度 L（km）[c]	L≥100	60 ≤ L<100	**L<60**	3
本项目评价等级	/	/	/	3

[c]：挖沟埋设管缆总长度以挖沟累积长度计。

3. 环境风险

根据 8.1.1 节，本项目运营期 Q<1，根据《建设项目环境风险评价技术导则》，环境风险潜势为I，环境风险评价为简单分析；施工阶段危险物质数量与临界量的比值 Q=34.8，根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.1，项目施工阶段行业及生产工艺 M 为“其他”，分值为 5（M4）；根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.2，判定危险物质及工艺系统危险性 P 分级为 P4。本项目施工阶段船舶碰撞油类泄漏的位置位于鱼类“三场一通道”，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 G2，属于一般敏感区，环境敏感程度判定为 E2，结合危险物质及工艺系统危险性 P 分（P4），根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 2，最终判定项目环境风险潜势为II，根据表 1 评价工作等级为三级。

表 1.3-2　环境风险评价等级

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

[a]是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

1.3.2 评价范围

1. 海洋生态环境

本项目评价等级为 3 级，项目所在海域水动力条件较好，确定本次评价范围为：以项目改造平台外缘线为起点，沿主潮流和垂直主潮流方向各外扩 5km，管道穿越一般敏感区（三场一通道），故以线路中心线向两侧和两端外延 2km，面

积约 366km² 的海域。评价范围能够覆盖受影响区域，并能满足环境影响评价和预测的需求，满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）的要求。评价范围情况详见下图。

图 1.3-1 评价范围示意图

2. 环境风险

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）相关要求："海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围"，本项目风险评价等级为三级评价，因此，本项目风险评价范围确定为与本项目的生态环境影响评价范围一致。

1.4 评价时段

项目距岸最近距离约 [redacted]，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 2，项目位于其他海域，项目评价等级为 3 级，评价时段可选择任何一季，本项目环境质量现状评价时段选择秋季，渔业资源现状评价选择春季。

1.5 评价标准

1.5.1 环境质量标准

本项目位于各功能区划定范围之外，本次评价海域水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相关标准（各调查站位不在功能区范围内，无执行标准要求，本次评价从一类开始评价至符合的标准为止），海洋沉积物质量评价应执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的相关标准，海洋生物质量评价执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的相关标准，GB18421 中没涉及的项目采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 中相应标准。具体标准见下表。

各调查站位与功能区位置关系、执行标准及评价标准情况，详见 5.3.3.2 节、5.4.3.2 节及 5.5.1.2 节。

表 1.5-1 环境质量标准一览表

项目	采用标准	适用对象
海水水质	海水水质标准（GB3097-1997）	海水水质现状评价、环境影响评价

沉积物	海洋沉积物质量标准（GB18668-2002）	海洋沉积物质量评价
海洋生物质量	海洋生物质量（GB18421-2001）	海洋生物质量评价（双壳类）
	《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C	软体动物（非双壳类）、鱼类、甲壳类

1.5.2 污染物排放标准

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），本项目所在海域属于一级海域；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），本项目所在海域属于一级海区。

本项目施工期产生的主要污染物有：海底管道施工中产生的悬浮物、施工作业生产垃圾（施工过程中产生的边角料等）、生活垃圾、生活污水、船舶机舱含油污水等；本项目运营期产生的污染物有：海底管道牺牲阳极锌释放。

本项目所在海域属于渤海辽东湾海域，工程生产建设过程中产生的污染物排放标准执行情况见下表。

表 1.5-2 污染物排放标准一览表

污染物		采用标准	等级	标准值	适用对象
生活污水（平台）		《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	平台改造期间生活污水、生活垃圾及生产垃圾
生产/生活垃圾			一级	禁止排放或弃置入海	
船舶机舱含油污水		《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	船舶污染物的排放
船舶垃圾	塑料制品及其他垃圾	《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）		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				2012 年 1 月 1 日以前安装生活污水处理装置的船舶执行：BOD_5≤50mg/L、SS≤150mg/L、耐热大肠菌群≤2500 个/L； 2012 年 1 月 1 日及以后安装的生活污水处理装置的船舶执行：BOD_5≤25mg/L、SS≤35mg/L、耐热大肠菌群≤1000 个/L、COD_{Cr}≤125mg/L、PH6~8.5、总氯（总余氯）<0.5mg/L	
船舶大气		《船舶大气污染物	/	应使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船	船舶

污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
生活污水（平台）	《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	平台改造期间生活污水、生活垃圾及生产垃圾
生产/生活垃圾		一级	禁止排放或弃置入海	
污染物	排放控制区实施方案》		用燃油	

1.6 海洋生态环境保护目标

海洋生态环境保护目标是评价范围内所有海洋生态敏感区及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等。

经识别，本项目不占用产卵场，部分管道位于小黄鱼、黄姑鱼、鳀、中国明对虾、叫姑鱼的索饵场和中国毛虾越冬场中，距最近的小黄鱼产卵场约[redacted]，距离最近的辽宁大连斑海豹国家级自然保护区约[redacted]，距离生态保护红线最近距离约[redacted]。

项目评价范围内主要为一般敏感区（渔业“三场一通道”），无重要敏感区。

本项目周边环境敏感目标见下表及下图，渔业三场一通道相关见 4.2.2.2 节。

表 1.6-1 主要海洋生态环境保护目标

评价范围	类型	名称	[redacted]	主要保护对象与保护期
评价范围内	渔业“三场一通道”（一般敏感区）	黄姑鱼索饵场、洄游通道	[redacted]	黄姑鱼及其生境：索饵期 7-9 月
		鳀索饵场	[redacted]	鳀及其生境：产卵期 4-6 月，产卵盛期 6 月
		中国毛虾越冬场	[redacted]	中国对虾及其生境：越冬期 1~2 月
		中国明对虾索饵场	[redacted]	中国明对虾及其生境：索饵期 7 月~11 月
		小黄鱼索饵场、洄游通道	[redacted]	小黄鱼及其生境：产卵盛期为 5 月中旬-5 月底
		叫姑鱼索饵场、洄游通道	[redacted]	叫姑鱼及其生境：产卵盛期 6 月

图 1.6-1 本项目与环境保护目标位置关系示意图（保护区）

图 1.6-2 本项目与环境保护目标位置关系示意图（生态红线）

2 建设项目概况

2.1 建设项目概况

2.1.1 项目名称与建设性质

项目名称：旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目

项目性质：新建

建设地点：渤海辽东湾海域

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

预计投产日期：2026 年10月

项目投资：[redacted]万元

环保投资：[redacted]万元

2.1.2 地理位置

旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目位于渤海辽东湾海域，东经[redacted]，北纬[redacted]，西北距绥中36-1陆上终端约[redacted]，南距旅大 21-2 油田[redacted]，北距旅大 10-1 油田[redacted]，区域水深约为[redacted]，本项目最近距辽宁省绥中县岸边[redacted]。

本项目新建及依托工程坐标见下表，地理位置图见下图。

表 2.1-1 本项目新建/改造工程坐标

工程性质	工程名称	[redacted]	
新建海底管道	LD16-3CEPA 至 LD10-1WHPC 海底输气管道	[redacted]	[redacted]
改造平台	LD16-3CEPA	[redacted]	[redacted]
	LD10-1WHPC	[redacted]	[redacted]
	LD10-1WHPA	[redacted]	[redacted]
	LD10-1CEP	[redacted]	[redacted]

图 2.1-1 项目地理位置图

2.1.3 项目总体方案

LD16-3CEPA 处理本油田自产气（包括旅大 16-3 油田、旅大 21-2 油田和旅

大 29-1 油田），分离后的伴生气经压缩机增压后，一部分用于本平台透平使用，一部分伴生气与处理后的原油汇合一并通过 LD16-3CEPA 至 LD10-1PAPD 混输海管外输至 LD10-1PAPD，经旋流分离器和管式气液旋流分离器分离后，分离出的部分高压气，经栈桥输至 LD10-1CEP，经燃料气高压压缩机、燃料气冷却器和低温脱水撬处理后，外输至旅大 4-2 油田区域，进入供气管网使用与外销。

旅大 16-3 油田开发效果较好，2035 年以前天然气产量大，受混输海管限制，区域产气无法有效利用，造成资源浪费和环境影响，并且受旅大 10-1 油田气处理系统能力限制，也无法处理超出[redacted]以上的多余气量，影响产能释放。2036 年旅大 16-3 油田区域将缺气（透平发电需求），同时后续新建项目也将受缺气制约，需要外部油田反供气。

为了解决此问题，本次将在 LD16-3CEPA 和 LD10-1WHPC 之间新建输气海管，将旅大 16-3 油田天然气输送至旅大 10-1 油田区域，最终输送至两个陆岸终端，并对相关 4 个现有平台进行适应性改造。

项目计划建设内容如下：

- 海底输气管道：新建 1 条管径[redacted]，由 LD16-3CEPA 至 LD10-1WHPC 的[redacted]的海底输气管道。
- 对 4 个现有平台 LD16-3CEPA、LD10-1WHPC、LD10-1WHPA 和 LD10-1CEP 进行适应性改造。

2.1.4 已建工程概况

旅大 16-3 油田位于渤海辽东湾海域，东经[redacted]，北纬[redacted]，西北距绥中 36-1 陆上终端约[redacted]，南距旅大 21-2 油田[redacted]，北距旅大 10-1 油田[redacted]，区域水深约为[redacted]。油田于 2020 年投产。旅大 16-3 油田包括 1 座中心平台 LD16-3CEPA、1 座井口平台 LD16-3WHPB 及平台间管缆，详细情况详见 6.1.1 节。

旅大 10-1 油田位于渤海辽东湾海域，东经[redacted]，北纬[redacted]，东北距绥中 36-1 油田中心平台约[redacted]，西北距辽宁省葫芦岛市岸线约[redacted]，距绥中 36-1 油田陆上终端约[redacted]。旅大 10-1 油田于 2005 年 1 月投产，包含 5 座平台（分别为 LD10-1CEP、LD10-1WHPA、LD10-1WHPC、LD10-1PAPD、LD10-1WHPE（待建）及平台间管缆，详细情况详见 6.1.2 节。

2.1.5 油田基础工程数据

2.1.5.1 油田开发数据

根据生产指标预测，旅大 16-3 油田（含旅大 21-2、29-1 油田）最大日产油[redacted]（2027 年），最大日产气[redacted]（2029 年）。

表 2.1-2 旅大 16-3 油田开发指标预测表

[redacted]

表 2.1-3 旅大 16-3 油田（含旅大 21-2、29-1 油田）开发指标预测表

[redacted]

[redacted]

表 2.1-4 辽东作业公司区域油田产气指标预测表

[redacted]

[redacted]

2.1.5.2 原油物性

LD16-3CEPA 混合原油物性数据如下：

表 2.1-5 原油物性表

[redacted]

2.1.5.3 天然气组份

表 2.1-6 天然气组分表

[redacted]

2.1.6 工程组成

本项目计划在 LD16-3CEPA 和 LD10-1WHPC 平台之间新建 1 条海底输气管道，并对 LD16-3CEPA、LD10-1WHPC、LD10-1WHPA 和 LD10-1CEP 等 4 个现有平台进行适应性改造。

2.1.6.1 新建海底管道

项目新建 1 条 LD16-3CEPA 至 LD10-1WHPC 海底输气管道，将旅大 16-3 油田天然气输送至旅大 10-1 油田区域，最终输送至两个陆岸终端。

（1）海底管道参数

新建 LD16-3CEPA 至 LD10-1WHPC 海底输气管道设计寿命为 25 年，管道

长度约 [redacted]，结构形式为单层管，具体参数如下。

表 2.1-7　海底管道参数

管线名称	[redacted]
管径	[redacted]
管长	[redacted]
设计压力	[redacted]
反向输气压力	[redacted]
设计温度	[redacted]
腐蚀裕量	[redacted]
设计寿命	[redacted]
内管尺寸	[redacted]
配重层厚度	[redacted]
配重层密度	[redacted]

输气海管截面示意图如下：

图 2.1-2　单层管结构示意图

（2）管道输气量

海管 2026-2035 年由 LD16-3CEPA 输气至 LD10-1WHPC，2035 至 2050 年反向输干气，最大输气量 [redacted]，输气量预测如下：

表 2.1-8　新建海底输气管道输气量预测表

[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]

（3）管道路由设计

新建海底输气管道南端为 LD16-3CEPA 已建平台，北端为 LD10-1WHPC 已建平台。拟建海底管道两端平台之间存在走向一致的已建管缆 LD16-3CEPA 至旅大 10-1PAPD 混输管道。本着“集约用海”的原则，根据拟建海底管道周边已有管缆走向、平台避让区及平台方位情况，考虑在 LD16-3CEPA 平台附近已有混输管道的东侧为平台避让区，为保障新建管道的安全，在已建管道西侧 20m 平行设计线路。拟建海底管道全长约 [redacted]，除登陆平台附近设置膨胀弯拐点外，其余线路为 LD16-3CEPA 平台至 LD10-1 WHPC 平台的直线，无其他比选方案。其方案具体如下：

1）拟建海底管道自 LD16-3CEPA 平台西南侧 A1 桩腿出发，与已建混输管道平行向西北方向铺设，拟建输气管道 P1 至 P2 段与已有管道的设计间距最小距离约为 [redacted]，避开平台北侧避让区后与已建管道平行向东北铺设，已建管道与拟建海底管道 P2 至 TP1 段设计间距 [redacted]；

2）拟建海底管道避开平台避让区后在 P2 拐点向北与已建混输管道平行铺设至 LD10-1WHPC 平台附近拐点 TP1，拟建海底管道 P2 至 TP1 段与已有管道的设计间距为 [redacted]；

3）拐点 TP1 后设弧形管段（曲率半径 [redacted]）至 TP2，继而向东北方向避开平台避让区，通过膨胀弯连接至 LD10-1WHPC 平台 B2 桩腿，其中 TP2 距离 LD10-1WHPC 西南方向的平台避让区边界 [redacted]。

4）拟建 LD16-3CEPA 至 LD10-1WHPC 海底输气管道长约 [redacted]，与已有管缆产生 1 处跨越，跨越点位于 LD10-1WHPC 平台避让区南侧，跨越管缆为 LD16-3CEPA 至旅大 10-1PAPD 混输海底管道。

跨越点位于拟建海底输气管道 TP1 至 TP2 的弧形段与已建混输管道的交点处。拟建管道弧形段是以距离平台避让区边界 [redacted] 处为端点 TP2，弧形半径为 [redacted] 保证输气海管的结构安全，以平行段的延长线和 TP2 至 P3 的延长线为弧形段的切线，弧形段与平行段的交点为 TP1。

表 2.1-9　输气管道关键点坐标表

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]

图 2.1-3 拟建海底管道平面布置图

图 2.1-4 LD16-3CEPA 周边管缆平面布置图

图 2.1-5 LD10-1WHPC 周边管缆平面布置图

图 2.1-6 交越点示意图

（4）设计埋深

新建输气管道全程埋设，设计埋深[redacted]。

（5）跨越情况

新建海底输气管道与 LD16-3CEPA 至 LD10-1PAPD 混输海管产生 1 处跨越。为避让现有结构和钻井避让区，并考虑平台承载因素，在 LD10-1 附近新建海管和已建海管登陆平台位置分别为西侧和东侧，在 LD16-3CEPA 侧新建海管登陆平台位置分别为东侧和西侧；导致新旧海管存在一处无法避免的交越。

（6）海管防腐设计

本项目新建海底管道设计年限为 25 年。海底管道外管的外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法。新建海底管道为单层不保温配重管，设计温度 50℃，采用 3LPE 涂层系统，总厚度应不小于[redacted]。立管潮飞溅区采用抗冲击性能好、耐紫外线、耐磨性能好的氯丁橡胶，总厚度不小于[redacted]。海底管道采用手镯式牺牲阳极保护法。

2.1.6.2 现有平台改造

1. LD16-3CEPA 改造

LD16-3CEPA 是一座 8 腿中心平台，本次适应性改造主要为工艺系统、电气及仪控系统等改造，具体内容如下：

（1）上层甲板

上层甲板南侧 1 轴西侧新增[redacted]甲板布置甲醇注入撬，2 轴东侧新增[redacted]甲板布置低温脱水撬。

（2）中层甲板

中层甲板南侧 2 轴东侧新增 [redacted] 甲板布置制冷机组。

（3）下层甲板

下层甲板南侧井口区东侧新增 [redacted] 甲板布置清管球收发球筒。

图 2.1-7 上层甲板改造布置图

图 2.1-8 中层甲板改造布置图

图 2.1-9 下层甲板改造布置图

2. LD10-1WHPC 改造

LD10-1WHPC 是一座 4 腿井口平台，本次进行工艺系统、仪控系统改造：工作甲板北侧新增 [redacted] 甲板布置清管球收发球筒；新增流程管线，将外输气转至 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 的气海管入口；在新增甲板及设备等区域增加可燃气探测器、火焰探测器。

图 2.1-10 工作甲板改造布置图

3. LD10-1WHPA 改造

本平台仅新增一部分输气管线，将从 LD10-1WHPC 登陆的天然气输送至 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 的海底输气管道入口，不涉及其他改造工作内容：来自 LD16-3CEPA 平台的外输气，在 LD10-1WHPC 登陆后，经栈桥途经 LD10-1WHPA，再转至 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 的气海管入口。管线大致走向见下图。

图 2.1-11 平台输气管线大致路线示意图

4. LD10-1CEP 改造

本次仅在 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 的气海管入口增加三通接入点，引入来自 LD16-3CEPA 输送的天然气，输至 LD4-2WHPB。同时利用已有补气流程，将来自 LD16-3CEPA 的干气，补充给 LD10-1CEP 的燃气透平。

2.2 油田开发过程及生产工艺

2.2.1 海上建设阶段

海上建设阶段的施工作业内容主要包括海底管道铺设和依托设施的相关改造等。

2.2.1.1 海底管道铺设

本项目拟建 1 条海底输气管道，拟采用 HYSY202 或同等能力铺管船铺设。

（1）挖沟和埋设

管道全程埋设，均采用后挖沟，自然回填，埋设管道顶部距海床表面为 [redacted]

新建海底输气管道埋设示意图见下图。

图 2.2-1 新建海底输气管道埋设示意图

（2）立管和膨胀弯的安装布置

LD16-3CEPA 及 LD10-1WHPC 侧立管均为后安装，LD16-3CEPA 输气海管登陆 A1 桩腿，使用预留管卡基座；LD10-1WHPC 侧输气海管登陆 B2 桩腿，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、膨胀弯及清管试压采用 HYSY295 或同等能力船舶，新增立管需要增加立管保护架。

（3）海底管道跨越施工

新建海底输气管道与 LD16-3CEPA 至 LD10-1PAPD 混输海管产生 1 处跨越。

新建管道与已建管道跨越点处理方式：在原有管道上方放置水泥垫块（至少 30cm 高），在其上方铺设新建海管，新建海管上方再铺设水泥压块进行防护。跨越点处理拟使用 HYSY295 或同等能力船舶。

图 2.2-2 海底管道交越处理示意图

2.2.1.2 平台改造施工方案

LD16-3CEPA 及 LD10-1WHPC 改造主要进行工艺系统、电气及仪控系统等改造，涉及外扩甲板，新增设备及管线等，主要涉及结构改造，结构梁陆地预制，利用拖轮运输至海上施工区域，海上焊接组对。充分利用平台吊机并辅助工装进

行施工改造。平台改造不涉环保设施变化。

2.2.1.3 主要施工船舶与施工人员、施工天数

本项目海上施工主要设备及施工进度安排见下表。

表 2.2-1 工程海上建设阶段作业内容、施工船舶及作业人员

施工阶段		船类别	船舶数量(艘)	施工人数(人)	施工天数(d)
海管铺设		铺管船	1	90	117
		拖轮	2		
		浮吊船（德赢）	1		
		拖轮	1		
平台改造（涉及用船）	LD16-3-CEPA	浮吊船（德赢）	1	30	7
		拖轮	1		
	LD10-1WHPC	浮吊船（德赢）	1	28	5
		拖轮	1		
平台改造（不涉及用船）		-	-	60	150

2.2.1.4 施工进度计划安排

本项目主要施工阶段初步施工进度安排见下表，本项目预计于[redacted]月投产。

表 2.2-2 施工计划表

项目	计划开始	预计完成
海底管道铺设(立管安装、海管铺设、海管后挖沟、膨胀弯安装、清管试压、海管后保护等)	[redacted]	[redacted]
现有平台改造	[redacted]	[redacted]
投产	[redacted]	

2.2.2 海上生产阶段

本项目海底输气管道投产后油田工艺流程为：LD16-3CEPA 平台处理本油田自产气（包括旅大 16-3 油田、旅大 21-2 油田和旅大 29-1 油田），分离后的伴生气经压缩机增压后，一部分用于本平台透平使用，剩余部分伴生气通过新建海管外输至 LD10-1PAPD，经栈桥输至 LD10-1CEP，经燃料气高压压缩机、燃料气冷却器和低温脱水撬处理后，外输至旅大 4-2 油田区域，继而进入供气管网使用与外销。2036 年起旅大 16-3 油田区域将缺气（透平发电需求），同时后续新建项目也将受缺气制约，需要旅大 10-6 油田提供气反输旅大 16-3 油田。工艺流程图如下：

图 2.2-3 正向输气阶段总体工艺系统流程图
图 2.2-4 反向输气阶段总体工艺系统流程图

2.3 依托设施能力校核

2.3.1 依托设施概况

本项目物流依托设施概况详见下表。

表 2.3-1 本项目依托设施概况

依托设施		依托功能	是否投产
平台	LD16-3CEPA	气处理	已投产
	LD10-1WHPC	越站	已投产
	LD10-1CEP	越站	已投产
	LD10-1WHPA	越站	已投产
	JZ25-1CEP/CEPF	加压输送	已投产
输气管道	LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 海底输气管道	气输送	已投产
	LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 海底输气管道		
	SZ36-1WHPM 至水下三通（WYE）输气海管		
	水下三通（WYE）至 JZ25-1S CEP 海底输气管道		

2.3.1.1 海底管道校核

本项目依托的 4 条海底管道校核情况见下表：

表 2.3-2 依托海底管道校核

根据计算结果，本项目实施后 4 条依托海底管道依托可行。校核报告见附件 6。

2.3.1.2 处理能力校核

1. LD16-3CEPA

2026 年至 2035 年，旅大 16-3 区域富裕天然气需外输，最大外输气量为[redacted]（2029 年）；2036 年起气量不足，需外部补气，最大补气量为[redacted]（2050 年）。

LD16-3CEPA 设置有 3 套天然气压缩机机组，单套处理能力为[redacted]，2 用 1 备，项目投产后，外输压缩最大量为[redacted]（2029 年），满足区域气量的处理需求。

2. JZ25-1CEP/CEPF

JZ25-1CEP/CEPF 接收锦州 25-1 南油田、金县 1-1 油田、锦州 25-1 油田（不含 WHPA 平台）、绥中 36-2 油田和锦州 31-1 油田的产气，以及绥中 36-1 油田输送过来的富裕气量。总处理气量最大为[redacted]（2026 年），小于其高压压缩机的设计能力（[redacted]）和三甘醇的设计能力（[redacted]），满足依托需求。

2.3.1.3 终端校核

JZ25-1CEP/CEPF 处理后的干气，优先保证[redacted]的气量输往营口天然气终端（设计处理量为[redacted]）；剩余干气输至 JZ25-1CEP 平台，与其富裕气汇合后输至锦州 20-2 油田：一部分补充给锦州 20-2 油田和锦州 9-3 油田消耗，剩余部分全部输至锦州 20-2 天然气终端厂。

去往锦州 20-2 天然气终端厂的最大气量为[redacted]，小于其设计能力（[redacted]），满足依托需求。

2.3.1.4 区域气平衡

旅大 16-3 油田、旅大 10-1 油田产气主要供本油田平台燃气透平使用，剩余部分经旅大 4-2 油田外输最终进入区域输气网。旅大 16-3 油田、旅大 10-1 油田产气不足的年份，主要由旅大 10-6 油田富余气补充。区域气平衡情况详见下表。

表 2.3-3 本项目投产后区域气平衡　　单位：$10^4m^3/d$

[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：表中 4+6+9=5+7+8+10。

2.3.2 海上依托设施寿命校核

本项目的依托工程均未到达设计年限，工程到达设计年限前，建设单位会提前 1~2 年开展其延寿评估工作，保障设施安全运行。

表 2.3- 4 本项目依托设施寿命

依托设施		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	到期后措施
平台	LD16-3CEPA	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	延寿评估
	LD10-1WHPC	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	LD10-1CEP	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	LD10-1WHPA	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	JZ25-1CEP/CEPF	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
输气管道	LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 海底输气管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 海底输气管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	SZ36-1WHPM 至水下三通（WYE）输气海管	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
	水下三通（WYE）至 JZ25-1SCEP 海底输气管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	

3 工程分析

3.1 工程各阶段污染环节与环境影响分析

3.1.1 海上建设阶段产污环节分析

海上施工阶段的作业内容包括海底管道铺设、依托平台的适应性改造等。

本阶段主要污染物包括机舱含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾、悬浮物。主要污染因子为悬浮物及 COD。

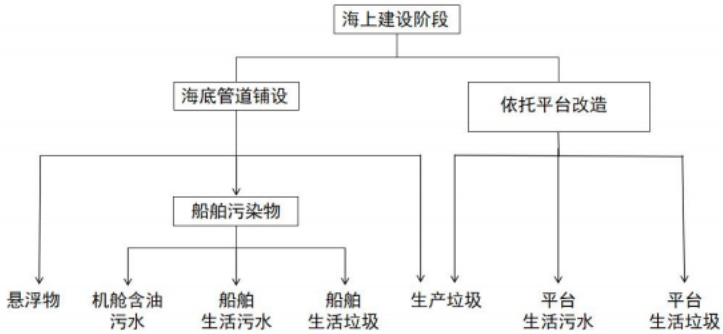


图 3.1-1 海上建设阶段产污环节图

3.1.2 生产建设阶段产污环节分析

在油田生产阶段，海底管道仅有少量防腐所用牺牲阳极锌离子释放，不产生其他污染物。生产阶段产排污环节见下图。平台改造后不新增污染物的产生和排放。

图 3.1-2 生产阶段产污环节图

3.2 工程各阶段污染源强核算

3.2.1 海上建设阶段污染源强核算

3.2.1.1 海底管道挖沟搅起的悬浮物

项目新建 1 条[redacted]的海底输气管道，管道全程埋设，采用后挖沟，自然回填，埋设管道顶部距海床[redacted]，起沙率按 15%计算。根据以下悬浮物计算公式：

挖沟截面积＝（上底＋下底）/2×挖沟深度；

每天搅动海底泥沙量＝挖沟截面积（m^2）×每天挖沟长度（m）；

搅动海底泥沙总量＝挖沟截面积（m^2）×海管长度（m）；

悬浮物源强＝每天搅动海底泥沙量（m^3）×泥沙干容重（$1.2g/cm^3$）×起沙率（15%）/86400(s)

本项目海底输气管道产生的悬浮物量约为[redacted]。

表 3.2-1 海底管道挖沟源强

类别	长度（km）	挖深（m）	挖沟速度（m/d）	悬浮物产生量（m^3）	源强（kg/s）
全程	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

3.2.1.2 施工人员生活污水、生活垃圾及船舶含油污水

海上建设阶段施工人员产生生活污水、生活垃圾、船舶机舱含油污水等。根据工程作业期和参与作业的船舶数量，估算作业期污染物的源强。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，其中食品废弃物按每人 1kg/d 计算，机舱含油污水按每船每日 $0.5m^3$ 计算，海上建设阶段船舶污染物产生量详见下表。

表 3.2-2 施工人员及船舶污染物

施工类别		船类别	船舶数量(艘)	施工人数(人)	施工天数(d)	生活污水（m^3）	生活垃圾（t）	船舶食品废弃物（t）	机舱含油污水（m^3）
海管铺设		铺管船	1	90	117	3685.5	15.8	10.5	292.5
		拖轮	2						
		浮吊船（德赢）	1						
		拖轮	1						
平台改造（涉	LD16-3-CEPA	浮吊船（德赢）	1	30	7	73.5	0.3	0.2	7.0
		拖轮	1						

及用船）	LD10-1WHPC	浮吊船（德赢）	1	28	5	49.0	0.2		5.0
		拖轮	1						
平台改造（不涉及用船）		-	-	60	150	6300.0	13.5	0	0
合计		-	-	-	-	6958.0	29.8	10.7	304.5

船舶机舱含油污水铅封后运回陆地交有资质单位处理。

船舶生活污水及生活垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求，平台施工人员产生的生活污水及生活垃圾按《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中相关要求处理处置。

3.2.1.3 其他污染物

（1）生产垃圾

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。根据以往类似工程项目的统计数据推算，本项目海底管道铺设及依托平台适应性改造产生的一般工业固体废物共约 60t，危险废物约 3t。

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危险废物经分类收集后，运至陆上处理，其中危险废物交由有资质单位进行处理。

表 3.2-3 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）	危险废物产生量（t）
海底管道铺设	10	1
平台改造	50	2
合计	60	3

（2）海管清管试压水

新建海管投产前会进行清管试压。试压水不添加药物，主要污染物为少量悬浮物，排水量约为 1700m³，清管试压水就近排放。

（3）噪声

项目主要施工内容为平台改造及海管铺设，主要的工作船只噪声不会超过 60~100dB(A)，由于在海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

（4）大气污染

本项目的大气污染主要是施工过程的施工机械和船舶产生的废气，对工程周边的大气环境影响较小，并且施工期间排放的大气污染物随工程的结束而结束。

施工船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168 号）》的要求，其中海船进入排放控制区

应使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油。

3.2.1.4 海上建设阶段污染物汇总

表 3.2-4 海上建设阶段污染物汇总

污染物	污染物的产生量	污染物的排放量	排放速率	主要污染因子	排放/处理方式
海管铺设悬浮物	[redacted]	[redacted]	[redacted]	SS	连续排放
生活污水	6958.0m³	6958.0m³	/	COD	经船用/平台生活污水处理装置处理达标后排海
海管清管试压水	1700m³	1700m³	/	悬浮物	排海
生活垃圾	13.5t	<10.7t (船舶食品废弃物)	/	食品废弃物、食品包装等	船舶食品废弃物按相关要求处理处置/排海，其他生活垃圾运回陆地处理
船舶含油污水	304.5m³	0m³	/	石油类	铅封，运回陆上交有资质单位进行处理
固体废物	一般工业固废：60t	0 t	/	废弃边角料、包装材料等	分类收集、运回陆上进行处理
	危险废物:3t	0t	/	油棉纱等含油废物、废漆桶等	分类收集、运回陆上交有资质单位处理

3.2.2 生产阶段污染源强核算

本项目生产阶段产生的污染物是海底管道防腐牺牲阳极锌离子释放。

本项目新建海底管道外防腐采用手镯式铝基牺牲阳极。即在常规的 Al－Zn－In 系阳极中添加 Mg、Ga 等合金元素。铝基牺牲阳极除铝外，重金属主要成分为锌，锌含量为 5%。

牺牲阳级用量详见下表。海底管道设计寿命均为 25 年，考虑到阳极使用寿命的裕量，锌以离子形态每年自然释放到海水中的量不超过 27.95kg。

表 3.2-5 牺牲阳极用量及释放到海水中的锌含量

名称	牺牲阳极结构形式	阳极块单重（kg）	数量（块）	牺牲阳极块重量（kg）	释放锌总量（kg）	每年释放到海水中的锌（kg/a）
新建海底管道	手镯式铝基牺牲阳极	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

4 区域自然环境概况

本节资料主要引自《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目海域使用论证报告书》（[redacted]）及《旅大 21-2/旅大 16-3 区域开发项目环境影响报告书》（2018 年，[redacted]）等相关资料。

4.1 海域自然环境现状

旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目位于辽东湾海域，东经[redacted]，北纬[redacted]，西北距绥中 36-1 陆上终端约[redacted]，南距旅大 21-2 油田[redacted]，北距旅大 10-1 油田[redacted]，区域水深约为[redacted]。

4.1.1 气候气象概况

4.1.1.1 风况

（1）旅大 16-3 油田

根据多年的风速资料分析得到，旅大 16-3 油田所在海域夏季多为偏 SW 向风，春秋季节多为偏 S 向或偏 N 向风，冬季多为偏 NE 向风，在每年的 4～5 月和 8～9 月份是季风的转换季节，其风向多变。

工程海域的主风向为西南偏南（SSW）和东北偏北（NNE），频率分别为 10.9%和 9.2%。年最大风速为 20.1m/s，出现的方向为 NE。

表 4.1-1 旅大 16-3 油田海域风向统计表(年)

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

图 4.1-1 旅大 16-3 油田所在海域风玫瑰图（年）

（2）旅大 10-1 油田

根据多年的风速资料分析得到，旅大 10-1 油田所在海域夏季多为 SW 向风，春秋季节多为偏 S 向或偏 N 向风，冬季多为偏 N 向风。本项目所在海域主风向为 SSW 和 NNE，频率为 27.1%。年最大风速为 22.36m/s，出现的方向为 N。全

年风向统计见表 4.1-2，风速玫瑰图见图 4.1-2。

表 4.1-2　旅大 10-1 油田海域风速-风向统计表(年)

[redacted]								
[redacted]								
[redacted]								
[redacted]								
[redacted]								
[redacted]								
[redacted]								
[redacted]								

图 4.1-2　旅大 10-1 油田所在海域风玫瑰图（年）

4.1.1.2　气温

综合该区域的海上观测资料和周边油气田开发的设计资料，本项目所在辽东湾海域海面气温受海洋影响较大，秋、冬季气温较周围陆地高，春、夏季本海域气温较周围陆地低。本项目所在海域最高气温为 37.8℃，最低气温为-18.0℃。

4.1.1.3　降水和湿度

（1）旅大 16-3 油田

该海域年降水主要集中在 7、8 月，占年总降水量的一半以上。冬季降水稀少，多为降雪，2 月最少。工程海域最大日降雨量约 161mm，最大小时降雨量约 35mm。该海域最大空气湿度为 95%，最小空气湿度为 46%。

（2）旅大 10-1 油田

综合该区域的海上观测资料和周边油气田开发的设计资料，该海域年平均降水量约 684mm，最大日降雨量约 164mm，最大小时降雨量约 49mm。该海域最大空气湿度为 100%，最小空气湿度约 40%。

4.1.2　水文特征

4.1.2.1　潮汐和潮流

（1）旅大 16-3 油田

旅大 16-3 油田所在的渤海北部海域，平均潮差相对比较小，最大潮差约[redacted]。该海域海域的潮汐类型属于不正规半日潮；该海域潮流性质为不规则半日潮流，运动形式为往复流，涨潮流流速大于落潮流流速，表层余流大于底层余流。工程海域的表层主流向为 SSW 和 NNE。

图 4.1-3　旅大 16-3 油田所在海域表层流玫瑰图（年）

（2）旅大 10-1 油田

旅大 10-1 油田所在海域的潮流性质属半日潮流，调查海域各站层潮流运动形式以往复流为主。海流流向相对集中，流向相对集中的方向主要包括SW~WSW以及 NE~ENE 向，涨潮流多在偏 NE 向区间，而落潮流多在偏 SW 向区间。

4.1.3 主要海洋自然灾害

4.1.3.1 海冰

冬季辽东湾出现的冰情，是本海区水文环境中一个重要的海洋现象。在气候偏暖年份，冰情尚不十分严重，对航行和海上生产的危害不算太大；但在某些“冷冬”年份，冰情却相当严重，沿海浅水区域堆积着厚冰，海面被海冰覆盖，致使航道封冻，交通中断。辽东湾沿岸一般初冰出现于 11 月中下旬，而于次年 3 月中下旬冰情终止。除长兴岛外，辽东湾沿岸的结冰期一般达 105~120 天。长兴岛以北至盖平角一带，1 月上旬至 2 月下旬出现固定冰，宽度[redacted]左右，冰厚[redacted]，盖平角至小凌河口一带，冰情严重，为辽东湾沿岸冰情最重地区；固定冰期出现于 12 月初至次年 2 月底，冰期长达三个月之久；沿岸封冰宽度为[redacted]，厚度为[redacted]。小凌河口至秦皇岛一带，1 月和 2 月有固定冰，宽度为[redacted]至[redacted]，冰厚[redacted]。辽东湾的流冰冰界，一般距岸[redacted]，距湾顶有时可达[redacted]左右，冰厚[redacted]，流冰速度达 0.4~0.8 节。历史资料表明，1936、1947，1957，1969 和 1977 年属于辽东湾历史上最严重冰情年。在这几年冬季，整个辽东湾几乎均被冰雪覆盖，湾内冰厚普遍达[redacted]。

结合近年海冰观测记录和参考《中国海海冰条件及应用规定》（Q/HSn3000-2002），本项目所在海区年均有效冰期平均为 1 天，初冰期平均 1 天，盛冰期平均 1 天，融冰期平均 0 天。

该海区多年初冰日主要出现在 1 月上旬，严重冰日最早出现在 1 月下旬，融冰日最晚出现在 3 月上旬，终冰日平均出现在 2 月中旬。海冰漂移方向多为 SW，漂流速度多在 0.5m/s，最大 1.4m/s 左右。

4.1.3.2 风暴潮

风暴潮是发生在近岸的一种严重海洋灾害，它是由强风或气压骤变等强烈的天气系统对海面作用导致水位急剧升降的现象，又称风暴增水，常给沿海一带带

来危害。在渤海，风暴潮主要在渤海湾、莱州湾发育，发生于春秋季。辽东湾风暴潮较少。

渤海海域由风暴所引起的增减水是十分显著的。总的来看，夏半年比较小，冬半年较大，这主要是由于冬、夏半年气象条件不同所致。夏半年只有在台风作用下才会出现大的增水。但台风影响渤海的情况不多，一般 3-5 年才会出现一次。冬半年主要是寒潮的影响，由于每年渤海都有若干次强寒潮出现，故该海域在冬半年增减水较夏半年频繁、幅度大，该海域增水的幅度一般在[redacted]，减水的幅度一般为[redacted]。

4.1.3.3 波浪

波浪分为风浪和涌浪，风浪是在风的直接作用下而形成的，涌浪是由外海或邻近海域传入的波浪。渤海属半封闭式海域，外海的波浪不易传入，涌浪主要是大风停后辽东湾或渤海南部海域的波浪传播至此。该海域的波浪是以风浪为主，风浪的成长与风速、风区、风时、水深有密切关系。在一定范围内，波高随风速、风区、风时、水深的增加而增大，否则波高则变小。

（1）旅大 16-3 油田

旅大 16-3 油田所在海域以风浪为主，主浪向为 SW 和 NNE。

图 4.1-4 旅大 16-3 油田所在海域浪玫瑰图（年）

（2）旅大 10-1 油田

旅大 10-1 油田所在海域海域波浪多以风浪为主，常浪向为 SSW 和 NNE，强浪向为 NE 和 NNE 向。

图 4.1-5　旅大 10-1 油田所在海域浪玫瑰图（年）

4.1.3.4 地震

工程区域内强地震活动的空间分布是不均匀的，集群性特征较强，主要表现在 2 个部位：第一是 1975 年海城 7.3 级地震及其余震形成的震群；第二是渤海海域内 7 级以上地震频度较高，区域内发生了 2 次 7 级以上的大地震，1888 年 6 月 13 日渤海 7.5 级地震、1597 年 10 月 6 日渤海 7 级地震。

区域内共记录 Ms≥4.7 级的地震 38 次，其中 Ms4.7～4.9 级地震 9 次、Ms5.0～5.9 级地震 22 次、Ms6.0～6.9 级地震 4 次、Ms7.0～7.9 级地震 3 次。最大地震为

1888 年渤海 7.5 级地震。

工程区域所在的辽东湾地震活动性较弱。区域内历史中强地震活动的空间分布表现为集群分布和北西向条带的特点，现代中小地震的分布特征与历史中强震有较好的一致性，表明现代地震具有继承性特征。近场区范围内记录的最大地震等级为 6.0~6.9 级，仅 1 次。现代小地震活动频次低，强度弱。场地地震危险性主要来自中远场的强震影响。工程区域所受的历史地震影响较弱。

4.1.4 地形地貌与地质特征

[redacted]

4.2 环境敏感目标

海洋生态环境保护目标是评价范围内所有海洋生态敏感区及其他需要保护的物种、种群、生物群落及生态空间等。其中海洋生态敏感区分为重要敏感区和一般敏感区。

经识别，本项目新建管道距离重要敏感区较远，其中距离最近的辽宁大连斑海豹国家级自然保护区约 [redacted]，距离生态保护红线最近距离约 [redacted]。对于一般敏感区，本项目不占用产卵场，部分管道位于小黄鱼、黄姑鱼、鳀、中国明对虾、叫姑鱼的索饵场和中国毛虾越冬场中，距最近的小黄鱼产卵场约 [redacted]。

本项目周边环境敏感目标见下表。

表 4.2-1　主要环境敏感目标

评价范围	类型	名称	[redacted]		主要保护对象与保护期
			[redacted]	[redacted]	
评价范围内	渔业“三场一通道”（一般敏感区）	黄姑鱼索饵场、洄游通道	[redacted]		黄姑鱼及其生境：索饵期 7-9 月
		鲱索饵场	[redacted]		鲱及其生境：产卵期 4-6 月，产卵盛期 6 月
		中国毛虾越冬场	[redacted]		中国对虾及其生境：越冬期 1~2 月
		中国明对虾索饵场	[redacted]		中国明对虾及其生境：索饵期 7 月~11 月
		小黄鱼索饵场、洄游通道	[redacted]		小黄鱼及其生境：产卵盛期为 5 月中旬-5 月底
		叫姑鱼索饵场、洄游通道	[redacted]		叫姑鱼及其生境：产卵盛期 6 月
评价范围外	生态保护红线区域（重要敏感区）		[redacted]	[redacted]	生态保护红线内生境
	自然保护区（重要敏感区）	辽宁大连斑海豹国家级自然保护区	[redacted]	[redacted]	斑海豹及其生境
		河北昌黎黄金海岸国家级自然保护区	[redacted]	[redacted]	岸自然景观及所在海区生态环境和资源
		辽宁辽河口国家级自然保护区	[redacted]	[redacted]	丹顶鹤、黑嘴鸥等多种珍稀水禽和河口湿地生态系统
	渔业“三场一通道”（一般敏感区）	蓝点马鲛产卵场	[redacted]	[redacted]	蓝点马鲛及其生境：产卵期为 5 月中旬~6 月上旬
		小黄鱼产卵场	[redacted]	[redacted]	小黄鱼及其生境：产卵盛期为 5 月中旬-5 月底
		银鲳产卵场	[redacted]	[redacted]	银鲳及其生境：产卵期为 5 月上旬至 7 月下旬，产卵盛期为 6 月
		白姑鱼产卵场	[redacted]	[redacted]	白姑鱼及其生境：产卵期为 5 月至 6 月上旬，产卵盛期为 6 月
	水产种质资源保护区（一般敏感区）	秦皇岛海域国家级水产资源保护区	[redacted]	[redacted]	褐牙鲆、红鳍东方鲀、刺参
		山海关海域国家级水产资源保护区	[redacted]	[redacted]	石鲽、魁蚶、褐牙鲆、蓝点鲅、玉筋鱼、小黄鱼、鲱、口虾蛄、三疣梭子蟹、魁蚶、短蛸和日本枪乌贼等物种

评价范围	类型	名称	[redacted]		主要保护对象与保护期
			[redacted]	[redacted]	
		滦河口水产种质资源保护区	[redacted]	[redacted]	重要水产种质资源及其栖息繁衍生境
		辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区辽东湾保护区	[redacted]	[redacted]	小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等主要经济鱼类及三疣梭子蟹。
	海洋公园（重要敏感区）	觉华岛国家级海洋公园	[redacted]	[redacted]	磨盘山天桥贝壳滩、龙脖子与怪石崖海蚀地貌、龙头古城遗址、八角琉璃井与大碑阁碑石历史遗迹、菲律宾蛤仔种质资源
		辽宁绥中碣石国家级海洋公园	[redacted]	[redacted]	岩礁生态系统、原生沙质海岸和岛礁景观和海洋生物多样性
		大连仙浴湾国家级海洋公园	[redacted]	[redacted]	湿地、海岛、沙滩及周围海域的生态系统及生物多样性
	海洋特别保护区（重要敏感区）	锦州大笔架山国家级海洋特别保护区	[redacted]	[redacted]	大笔架山天桥陆连堤、动力环境及生态环境
		滦河口海洋特别保护区	[redacted]	[redacted]	保护河口湿地、潟湖-沙坝生态系统、自然砂质岸滩
	海水养殖区		[redacted]	[redacted]	渔业资源、海产品

图 4.2-1　本项目与海洋生态敏感区位置关系示意图

图 4.2-2　本项目与周边生态保护红线关系示意图

4.2.1 国家级自然保护区

本项目周边的国家级自然保护区主要有辽宁大连斑海豹国家级自然保护区，距离本项目最近距离约[redacted]，具体见图 4.2-3。

大连斑海豹国家级自然保护区位于渤海辽东湾，行政区域属辽宁省大连市管辖，1992 年经大连市人民政府批准建立省级自然保护区，1997 年经国务院批准晋升为国家级自然保护区，2002 年被列入《国际重要湿地名录》。2011 年 7 月，大连市人民政府最新发布了《大连斑海豹国家级自然保护区管理办法》，自 2011 年 9 月 1 日开始实施。2017 年 8 月辽宁大连斑海豹国家级自然保护区进行了调整，调整后的自然保护区总面积 561975 公顷，其中核心区面积 279690 公顷，缓冲区面积 209400 公顷，实验区面积 72885 公顷。保护区位于辽宁省大连市西部海域，范围在东经 120°50′—121°55′50″，北纬 38°55′—40°05′之间。主要保护对象为斑海豹及其生态环境。

图 4.2-3 本项目与大连斑海豹自然保护区位置关系示意图

4.2.2 生态保护红线

根据《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》，本次论证工程位于辽宁省“三区三线”范围之外：项目不占用农业空间，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。新建管道距离最近的生态红线区[redacted]。详见图 4.2-2。

4.2.3 国家级海洋特别保护区

本项目周边的国家级海洋特别保护区主要有锦州大笔架山国家级海洋特别保护区和滦河口海洋特别保护区，距离本项目最近距离为滦河口海洋特别保护区，约[redacted]。

锦州大笔架山国家级海洋特别保护区位于锦州市南，西濒葫芦岛市，是 2009 年 12 月 29 日经国家海洋局批准建立的海洋特别保护区，兼具生态系统与景观保护、特殊地理条件及开发利用功能。保护区位于辽宁省锦州市南沿海，地理坐标介于北纬 40°46′~40°50′、东经 121°02′~121°06′之间，以大笔架山岛屿为核心，总面积 3741.91 公顷，其中，重点保护区 942.61 公顷，生态与资源恢复区 908.58 公顷，适度利用区 1298.78 公顷。主要保护对象为河口生态系统。

4.2.4 国家级水产种质资源保护区

本项目周边的国家级水产种质资源保护区主要有辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区辽东湾保护区、昌黎海域国家级水产种质资源保护区、山海关海域国家级水产种质资源保护区等，距离本项目最近的为辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区辽东湾保护区，最近距离约[redacted]。

辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区建立于 2007 年 12 月（中华人民共和国农业部公告第 947 号）。辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区总面积为 23219km²，其中核心区面积为 9625km²，实验区总面积为 13594km²。核心区特别保护期为 4 月 25 日~6 月 15 日。保护区位于渤海的辽东湾、渤海湾和莱州湾三湾内，范围在东经 117°35′~122°20′，北纬 37°03′~41°00′之间。其中辽东湾保护区的主要保护对象和具体范围如下：

辽东湾保护区面积为 9935km²，其中核心区面积为 1755km²，实验区面积为 8180km²。核心区是由 4 个拐点顺次连线围成的海域，拐点坐标分别为（121°15′E，40°45′N；121°45′E，40°45′N；122°00′E，40°30′N；121°00′E，40°30′N）。实验区是由 7 个拐点顺次连线与北面的海岸线（即大潮平均高潮痕迹线）所围的海域，拐点坐标分别为（120°30′15″E,40°15′45″N；120°40′00″E，40°10′00″N；120°55′00″E，40°10′00″N；121°00′00″E，40°20′00″N；121°45′00″E，40°20′00″N；121°20′00″E，39°55′00″N；121°57′37″E，40°06′40″N）。

海岸线西起绥中县和兴城市的交界点六股河入海口，向东北经葫芦岛连山河入海口、锦州的大笔山为折点，向东经大凌河入海口、大鱼沟，双台子河口为拐点，向东南经二界沟、辽河口、东至大清河口，向西南经大望海寨、鲅鱼圈、仙人岛，南至营口市和大连市交界点浮渡河入海口。

主要保护对象有小黄鱼、蓝点马鲛、银鲳等主要经济鱼类及三疣梭子蟹。栖息的其他物种包括中国明对虾、黄鲫、青鳞沙丁鱼、鲚、凤鲚、鳓、鳀、赤鼻棱鳀、玉筋鱼、黄姑鱼、白姑鱼、叫姑鱼、棘头梅童、鮟、花鲈、鳙鱼、鳙、斑鰶、鲅鳙、半滑舌鳎、银鱼、文蛤、毛蚶、脊尾白虾、脉红螺等。

图 4.2-4 本项目与水产种质资源保护区位置关系示意图

4.2.5 重要渔业水域

本项目“三场一通道”信息引用黄渤海区渔业资源调查与区划（农业部渔业局编，海洋出版社，1990）中相关内容和《旅大 16-3 到 10-1 油田新建海底输气

管道项目渔业资源现状春季调查》。

1. 白姑鱼

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

图 4.2-5 白姑鱼洄游分布图

2. 蓝点马鲛

蓝点马鲛属鲅科，是从黄东海洄游到渤海的重要大型经济鱼类。每年 3 月鱼群便开始陆续游离越冬场向北生殖洄游，一般 4 月下旬进入渤海的莱州湾、辽东湾、渤海湾及滦河口诸产卵场，渤海诸渔场的鱼群 5 月上旬至 6 月下旬为产卵期，产卵盛期为 5 月下旬-6 月中旬。鱼卵为浮性卵，并在附近海域分散索饵。7 月渔获物出现当年幼鱼，密集中心在渤海中部，8 月由于幼鱼大量出现，蓝点马鲛的数量大大增加，几乎整个海区均有分布，特别辽东湾南部和莱州湾数量更多。9 月分布面开始缩小，主要集中在辽东湾南部和莱州湾，10 月随水温下降，分布区逐渐移向渤海中部，11 月大部分个体游出渤海。[redacted]

图 4.2-6 蓝点马鲛洄游分布图

3. 银鲳

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

图 4.2-7 银鲳洄游分布图

4. 中国明对虾

中国明对虾又称东方对虾，属节肢动物门，甲壳纲，十足目，对虾科，对虾属。是我国分布最广的对虾类，中国明对虾属广温、广盐性、一年生暖水性大型洄游虾类。

渤海湾中国明对虾每年秋末冬初，便开始越冬洄游，到黄海东南部深海区越冬；翌年春北上，形成产卵洄游。4 月下旬开始产卵，怀卵量 30-100 万粒，雌虾产卵后大部分死亡。卵经过数次变态成为仔虾，仔虾约 18 天经过数十次蜕皮后，变成幼虾，于 6～7 月份在河口附近摄食成长。5 个月后，即可长成 12cm 以上的成虾，9 月份开始向渤海中部及黄海北部洄游，形成秋收渔汛。其渔期在 5 月中旬至 10 月下旬。中国明对虾产卵期为 4 月下旬-6 月初，产卵盛期为 5 月中旬。[redacted]

图 4.2-8　中国明对虾洄游分布图

5. 中国毛虾

中国毛虾在世界上分布范围较窄，仅分布于渤海和我国、朝鲜的黄海沿岸，以及我国东海、南海沿岸，其它海域尚未发现。中国毛虾是一种生长迅速、生命周期短、繁殖力强、世代更新快、游泳能力弱的小型虾类，在生态习性上属于浮游动物类群。中国毛虾在莱州湾小型经济虾类资源中占有重要地位，常成群栖息于河口、港湾以及岛屿周围，水深不超过 20 米的泥沙底质浅海。

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

图 4.2-9　中国毛虾洄游分布图

6. 鳀

渤海几乎全年都有鳀分布，近年来调查资料表明，从春到冬调查海区始终都有鳀的渔获。鳀于 5 月份大量出现在渤海，渔获量最高，产卵盛期为 6 月。6～7 月渔获量有较大下降，9、10 月明显减少，11 月又有所上升，12 月基本消失，主要产卵期为 5 月中下旬~8 月初，产卵盛期为 6 月。[redacted]

图 4.2-10 鳀洄游分布图

7. 黄姑鱼

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

图 4.2-11 黄姑鱼洄游分布图

8. 小黄鱼

小黄鱼隶属石鲈形目、石首鱼科、黄鱼属。暖温性底层鱼类，分布于渤海、黄海、东海，是我国最重要的海洋渔业经济种类之一。小黄鱼体形较小，体长 16～25 厘米、体重 200～300 克、背侧黄褐色，腹侧金黄色。小黄鱼的鳞片较大而稀少，尾柄较短，臀鳍第二鳍棘小于眼径，颌部具 6 个小孔；小黄鱼上、下唇等长、口闭时较尖。随栖息环境、季节以及体长的变化较大，且 109mm 是其发生食性转换的一个关键的临界体长。小黄鱼一般食性较杂，主要以鱼虾为食。

黄渤海小黄鱼主要产卵期为 5～6 月，由南向北略为推迟，产卵场一般都分布在河口区和受入海径流影响较大的沿海区，底质为泥砂质、砂泥质或软泥质，产卵场的主要范围一般都分布在低盐水与高盐水混合区的偏高温区。小黄鱼昼夜产卵，主要产卵时间在 17～22 时，以 19 时左右为产卵高峰，小黄鱼产卵场的底层适温为 11～14℃。渤海和黄海中北部产卵场小黄鱼卵径为 1.30～1.60mm，黄海南部为 1.28～1.65mm。卵子孵化时间随水温的变化而不同，通常为 63～90 小时。渤海小黄鱼目测性腺发育 5 月中旬 76%的雌性个体已达到 V 期，6 月中旬 61%的个体已产卵完毕。[redacted]

图 4.2-12 小黄鱼洄游分布图

9. 叫姑鱼

属石首鱼科，地方名小白鱼、叫姑子等，为洄游性的底层鱼类。越冬期为 12 月至翌年 2 月份，2 月下旬开始北上生殖洄游，当 3 月下旬至 4 月初，当渤海海峡水温增至 4.0～4.5℃时，叫姑鱼大体沿 38°N 线向西移动入渤海。入渤海后又分为南北两路，主群进入莱州湾、渤海湾各河口产卵场，北路进入辽东湾各河口区产卵。8 月下旬鱼群逐渐向深水移动，分布很广；9 月上旬鱼群向渤海中部趋集；9 月下旬主群可达渤海海峡附近，11 月下旬黄海北部各渔场的鱼群在烟威外海与渤海外泛的鱼群汇合，自西向东集结在 38°线附近海域，12 月鱼群密集于烟威东部海区作短暂停留后，于 12 月中旬进入石岛东南外海的越冬场。评价区水域均有产卵场、索饵场和洄游通道分布，其产卵期为 5 月下旬～7 月上旬，产卵盛期为 6 月。[redacted]

图 4.2- 13　叫姑鱼洄游分布图

4.2.6　斑海豹洄游及分布

项目位于渤海湾辽东湾，周边斑海豹洄游及分布情况引用《绥中 36-1/旅大 5-2 油田二次调整及岸电应用工程项目对生态保护红线影响专题论证报告》内容。

（1）斑海豹群体迁移

辽东湾斑海豹的洄游原因是为了生殖和觅食，每年 11 月份以后，斑海豹穿越渤海海峡，陆续进入渤海的辽东湾。一部分直接由老铁山水道通过；一部分经庙岛的跎矶水道，并在该处稍事停留，而后北上。12 月份在老铁山水面经常发现成兽向北游去。冰融化后，当年生幼兽分散在渤海各湾觅食育肥，部分成兽在辽东湾北部双台子河口栖息换毛；另有部分成兽在大连金普湾的虎平岛礁滩栖息换毛；山东省庙岛群岛北长山的双礁、马枪石、海豹礁在 3 月初即发现有成兽上岸，而后逐渐增多。以 3 月下旬至 4 月中旬数量最多，经常观察到数十头，乃至百头的成体斑海豹在河岸泥滩或岛屿周围的岩礁上栖息，5 月下旬逐渐减少，几乎全部游出渤海（王丕烈，1985，1988，1993）。但值得注意的是，在辽东湾双台子河口附近 7~8 月份仍发现有个别斑海豹滞留未去，在大连市旅顺口区的双岛或小黑石发现有 2~3 头长年留守的斑海豹，在庙岛群岛的挡浪岛及车由岛也发现有 2~3 头长年留守的斑海豹。根据这一情况，可以说明渤海还有极少部分斑海豹是长年生活在周围水域的。

根据每年 3~5 月份在辽宁省黄海岸的普兰店市、庄河市及东港市沿岸以及山

东省烟台市、威海市沿岸都发现有当年生斑海豹的（出现情况）分析，斑海豹游出渤海后，一部分经辽宁沿岸而后沿朝鲜西海岸南下到达白翎岛，一部分成兽由庙岛群岛经黄海北部深水域直接游向白翎岛。另一部分幼兽沿山东省沿岸南下。至于 5 月份以后在青岛近海、江苏的连云港、佘山洋、长江口的崇明岛，浙江、福建、南至广东省汕头市、阳江市沿岸都曾捕到当年生幼兽，这一情况并不说明渤海斑海豹的洄游路线走向可到达南海水域，可能受沿岸海流的影响，当年生斑海豹偶尔漂流到东海及南海水域。但关于当年生幼兽和未成年斑海豹在冬季是否也定期游回繁殖场冰区越冬问题尚须进一步研究。

目前对渤海斑海豹群体的迁移规律了解不多。根据韩国研究者提供的资料，2003 年 10 月在白翎岛捕捉 3 头斑海豹，挂带 60g 重的超小型卫星定位仪放回海中。2004 年 6 月只有 1 头回归白翎岛，另两头失踪，可能是小型卫星定位仪脱落。根据卫星定位仪跟踪，发现斑海豹沿着朝鲜西海岸移动到大连附近。首次用卫星定位跟踪确认了斑海豹的洄游路径是往返于渤海辽东湾和韩国白翎岛。白翎岛栖息的斑海豹目前只发现有 400 头左右，还难完全确认白翎岛就是渤海斑海豹的洄游终点站。

图 4.2- 14　斑海豹洄游路线示意图

2008 年辽宁省海洋水产科学研究院与韩国鲸豚类研究所联合进行了辽东湾斑海豹卫星标记跟踪实验，11 头斑海豹被安装卫星标记，分别于盘锦、大连和庙岛放归大海。发现被标记斑海豹在辽东湾的活动范围十分广泛（见下图），斑海豹在辽东湾内的洄游并不是按照固定的通道进行（无传统意义的洄游通道），离开渤海时则分别经过辽宁旅顺老铁山和山东庙岛水道。中国沿海斑海豹的洄游路线和方式，还在调查研究中。

图 4.2- 15　2020 年部分放归斑海豹活动轨迹示意图

将 2019-2021 年度使用的 27 个发射器的有效位置信号进行叠加，卫星跟踪结果表明尽管斑海豹在渤海内的活动范围很大，它们可能出现于渤海的任何海域，本项目周边海域为斑海豹的活动分布海域之一。

图 4.2- 16　2019~2021 年放归斑海豹的出现位置叠加图

（2）斑海豹主要栖息地

根据斑海豹栖息地的自然条件，黄渤海的斑海豹上岸点可以归为三种类型：

1）河口一段开阔的泥沙滩或泥沙岗河岸，向河水或海水的方向有较小的斜度，有利于斑海豹的爬行，在大潮或满潮时大部分会被海水淹没，双台子河口属于这一种类型；

2）海岛周围的岛礁，无论大潮还是小潮，大部分礁石通常露出水面，如山东庙岛周围的岛礁属于此类型；

3）海里的浅石滩，只在低潮或枯潮时部分露出水面，如大连的虎平岛（或称胡平岛）。斑海豹的栖息地都位于比较偏僻的水域。

按照斑海豹的分布规律对斑海豹的栖息分布特点进行划分，辽东湾斑海豹的主要栖息地包括斑海豹繁殖地、大连斑海豹国家级自然保护区范围内的大连虎平岛上岸点和大连蚂蚁岛上岸点，盘锦辽河口上岸点。其他水域为次级分布区，斑海豹每年 12 月初经渤海海峡进入渤海内湾，北上抵达辽东湾北部冰区进行繁殖。从 12 月初到辽东湾初冰（12 月底左右）期间，在辽东湾沿岸和岛屿目前尚没有发现斑海豹的上岸处（点），推测斑海豹主要是在海水中活动。由于调查海水中斑海豹非常困难，此期间斑海豹在辽东湾及项目评价水域的分布模式、数量无法得到明确的结论。

4.2.7 养殖区

本项目周围海域有葫芦岛市和大连市的养殖区，与项目距离较远，项目与周边养殖区最近距离约 [redacted]。

图 4.2- 17 本项目周边海域养殖区分布示意图

5 海洋生态环境现状调查与评价

表 5-1 调查资料来源一览表

调查项目		引用报告全称	调查单位	调查时段	调查站位（个）	本次引用站位（个）
水文动力		旅大 16-3 油田 S-6、S-6Sa 井区开发项目海洋环境现状秋季调查报告	[redacted]	2023 年 11 月	[redacted]	[redacted]
地形地貌		旅大 21-2/16-3 油田区域开发工程场地详细勘察（第 3 册 工程物探报告书）	[redacted]	2017 年 11 月	[redacted]	[redacted]
水质		旅大 16-3 油田 S-6、S-6Sa 井区开发项目海洋环境现状秋季调查报告	[redacted]	2023 年 10 月	[redacted]	[redacted]
沉积物					[redacted]	[redacted]
生物生态	叶绿素 a 及初级生产力				[redacted]	[redacted]
	浮游植物、浮游动物、底栖生物				[redacted]	[redacted]
	生物质量			2023 年 11 月	[redacted]	[redacted]
渔业资源		旅大 16-3 到 10-1 油田新建海底输气管道项目渔业资源现状春季调查	[redacted]	2023 年 6 月	[redacted]	[redacted]

5.1 水文动力环境现状调查与评价

5.1.1 观测时间与观测方法

观测方式：站位同步周日连续观测，观测时间间隔为 1h。

观测仪器：使用声学多普勒海流剖面仪、电磁海流计与压力式水位计。

观测日期：2023 年 11 月 14 日至 11 月 15 日（农历十月初二至初三，大潮期）。

站点布设：共布设海洋水文动力调查站位 6 个。

表 5.1-1 调查站位与调查项目一览表

站位	北纬	东经	观测设备	分层	调查项目
A28	[redacted]	[redacted]	声学多普勒海流剖面仪 电磁海流计 压力式水位计	三层	海流、潮位
A32	[redacted]	[redacted]			海流
A56	[redacted]	[redacted]			海流
A58	[redacted]	[redacted]			海流
A67	[redacted]	[redacted]			海流
A69	[redacted]	[redacted]			海流、潮位

图 5.1-1 海流观测站位布设

5.1.2 流速流向分布

根据大潮期各站实测数据，作各个站位各层次海流的矢量图，如图 5.1-2~图 5.1-4，各观测站位流速流向过程曲线见图 5.1-5~图 5.1-10。

图 5.1-2 表层海流矢量图

图 5.1-3 中层海流矢量图

图 5.1-4 底层海流矢量图

图 5.1-5 A28 号站流速流向过程曲线

图 5.1-6 A32 号站流速流向过程曲线

图 5.1-7 A56 号站流速流向过程曲线

图 5.1-8 A58 号站流速流向过程曲线

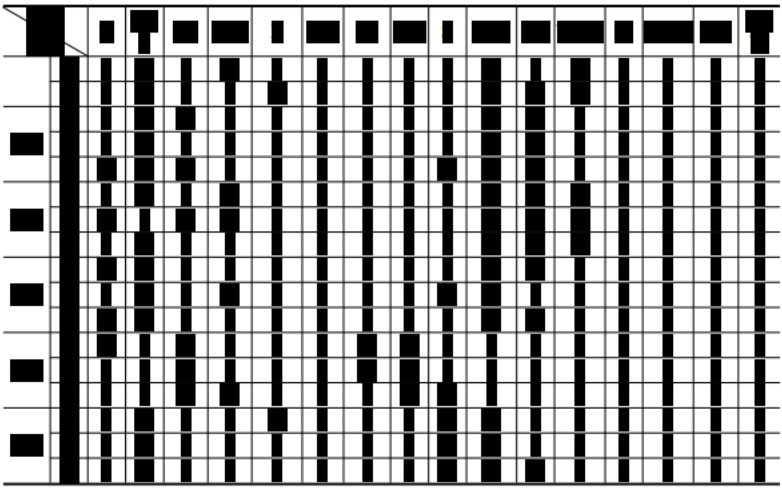
图 5.1-9 A67 号站流速流向过程曲线

图 5.1-10 A69 号站流速流向过程曲线

5.1.2.1 流向频率

根据大潮期各站海流实测资料，对流向频率进行统计，统计结果见下表，可以看出：整体上各站流向分布于 NNE~NE 向与 SE~SW 向。

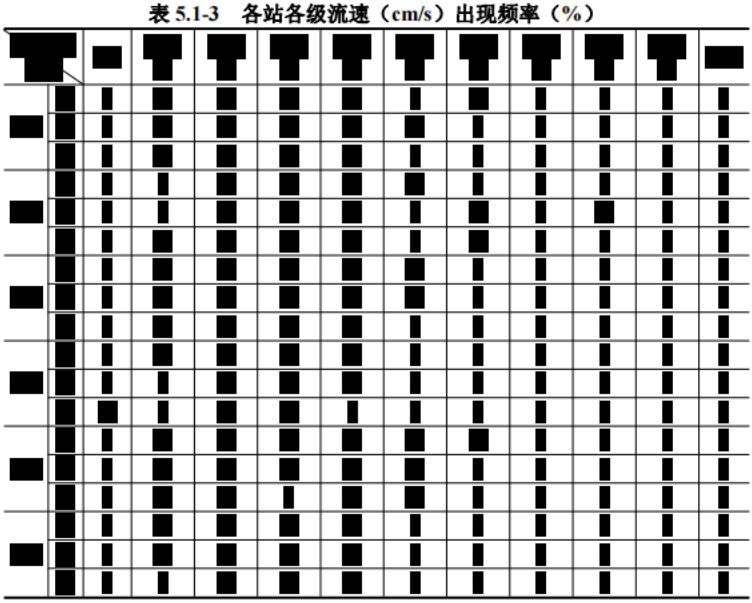
表 5.1-2 各向海流出现频率（%）



5.1.2.2 流速频率

下表为各站层、各级流速出现频率，由表中可以看出，各站层流速区间分布各有不同，只有调查区域中部的 A32 站与东部的 A67 站出现 90cm/s 以上流速。

表 5.1-3 各站各级流速（cm/s）出现频率（%）



5.1.3 平均流速和最大流速

平均流速和最大流速分布见下表，从表中可以看出：总体上各站涨落潮期间平均流速均由表层向底层依次减小，涨潮流大于落潮流，实测最大落潮流流速为 82.7cm/s、对应流向为 201.2°，最大涨潮流流速为 96.6cm/s、对应流向为 22.5°，均出现于 A32 站表层。

表 5.1-4　实测平均流速和最大流速及对应流向（单位：cm/s，°）

[redacted]

5.1.4 潮流的准调和分析

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。

5.1.4.1 潮流性质

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：

$$0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \le 0.5$$ 为规则半日潮流

$$0.5 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \le 2.0$$ 为不规则半日潮流

$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \le 4.0$$ 为不规则日潮流

$$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}}$$ 为规则日潮流

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。由下表可以看出，观测期间本海区潮流性质属不规则半日潮流。

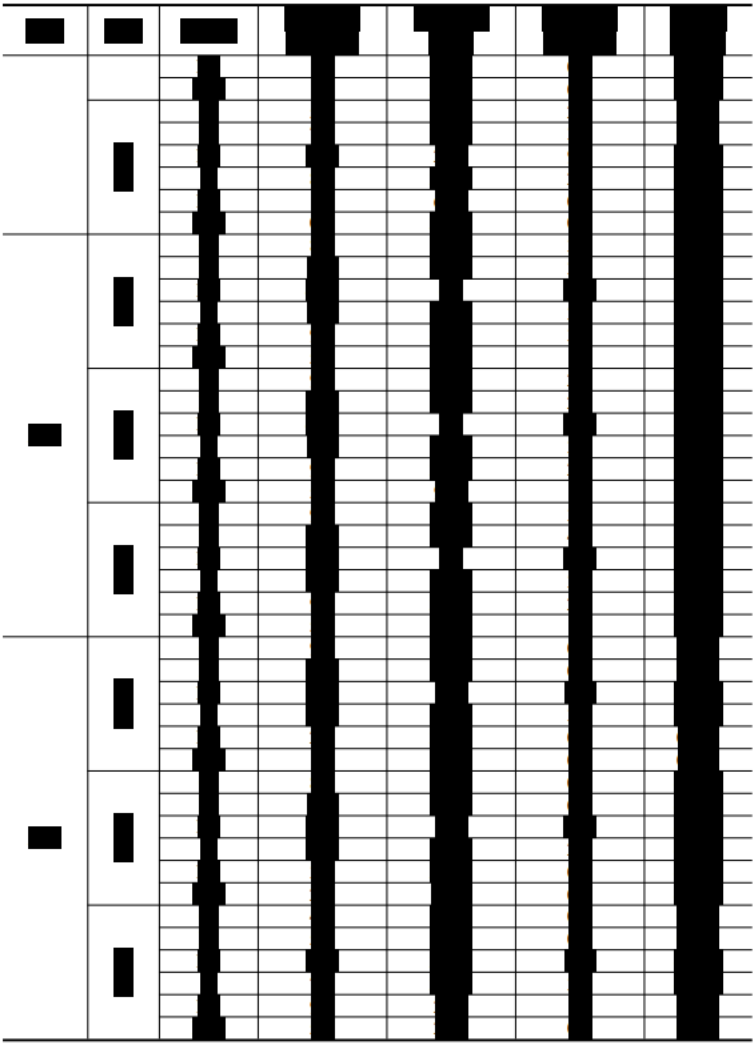
表 5.1-5　潮流性质分析结果

5.1.4.2　潮流的运动形式

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

根据计算结果及实测海流矢量图（图 5.1-2~图 5.1-4）可以看出，各站潮流均以往复运动为主。

表 5.1-6　各主要分潮的椭圆要素



5.1.5 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 5.1-7 及图 5.1-11 可以看出，观测期间本海区各站余流流速以 A67 各层最大，A69 底层次之，其余各站余流流速均较小，余流方向较为分散。

表 5.1-7　余流计算结果（单位：cm/s，°）

[redacted]

图 5.1-11　各站、层余流矢量图（表层：绿色，中层：蓝色，底层：红色）

5.1.6 小结

1、本海区海流以潮流为主，潮流性质属不规则半日潮流；潮流运动形式以往复运动为主；海流流向分布于 NNE~NE 向与 SE~SW 向；

2、从潮流的垂直分布情况看：总体上各站涨落潮期间平均流速均由表层向底层依次减小，涨潮流大于落潮流，实测最大落潮流流速为 82.7cm/s、对应流向为 201.2°，最大涨潮流流速为 96.6cm/s、对应流向为 22.5°，均出现于 A32 站表层；

3、观测期间本海区各站余流流速以 A67 各层最大，A69 底层次之，其余各站余流流速均较小，余流方向较为分散。

5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

本项目采用的地形地貌调查资料来源于[redacted]编制的《旅大 21-2/16-3 油田区域开发工程场地详细勘察（第 3 册 工程物探报告书）》（2017 年 11 月）。

5.2.1 地形地貌特征

1. 水深

调查区域内的海底比较平坦，水深变化较小，水深在[redacted]之间变化，调查区域内的水深整体由西南向东北逐渐变深。

2. 区域地貌特征

调查区域内，海底地貌资料色度显示基本均匀，结合水深资料知，海底比较

平坦。

调查期间，调查区域内发现[redacted]，以及拖痕和渔业活动痕迹。

已建平台区域位于调查路由的东北端，自西向东分别为 LD10-1WHPC 平台、LD10-1WHPA 平台、LD10-1CEP 中心平台，已建平台在地貌资料上的特征见图 5.2-1。

调查区域内发现在[redacted]，由北向南依次命名为桩腿坑 1 至 37。桩腿坑呈近圆形，桩腿坑在地貌资料上的形态特征见图 5.2-1 和图 5.2-2。其中路由中心线通过[redacted]在海底管道施工过程中需要密切关注。

在已建平台东北侧发现[redacted]，由西向东依次为 LD10-1CEP 至陆地终端输油管道、LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 输油管道、LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 水管，在近平台处可见管道上覆水泥压块，管道形态见图 5.2-3。预定路由区域不通过海底管道，对海底管道铺设没有不利影响。

在已建平台东北侧发现海底电缆 1 条，为 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 海底电缆。预定路由区域不通过海底管道，对海底管道铺设没有不利影响。

除上述地貌特征外，在调查区内未发现其他对管道铺设具有潜在灾害影响的地貌

图 5.2-1　地貌记录-1

图 5.2-2 地貌记录-2

图 5.2-3　管道形态

3. 浅层地质

通过对地层剖面资料和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，对该段路由浅部地层沉积进行了划分和分析。

LD16-3CEPA 至 LD10-1WHPC 路由调查区共划分为 A 层、B 层和 C 层共 3 层，浅层地质剖面如图 5.2-4~图 5.2-6 所示。

- **A 层**

位于海底与 R1 界面之间的地层。由浅地层剖面资料可知，A 层覆盖整个调查区，主要发育平行于海底的近水平层理，地层反射连续性较好。

A 层厚度在[redacted]之间变化，在整个路由调查区域内，由北向南逐渐变厚。

由地质钻孔分层资料可知，A 层的物质成分主要为[redacted]。

- **B 层**

在 A 层之下至反射界面 R2 之间。由地层剖面资料可知，B 层厚度在路由调查区域内呈不规则变化，在 KP29.2 位置以北缺失，地层反射能量强，发育大量交错层理和斜层理。地层特征表现为多期次的海进-海退，并发育多期次埋藏古河道。

A+B 层的厚度在[redacted]之间变化。

由地质钻孔分层资料可知，[redacted]

- **C 层**

在 B 层之下至反射界面 R3 之间。由地层剖面资料可知，C 层在调查区域北部地层连续性较好，以水平、近水平反射结构为主；南部由于上覆地层的侵蚀作用，以空白反射、杂乱反射为主。此外，C 层内发育有一定数量的埋藏古河道。

A+B+C 层的厚度在[redacted]之间变化。

由地质钻孔分层资料可知，C 层的物质成分主要为[redacted]

图 5.2-4　LD16-3 CEPA 至 LD10-1WHPC 路由剖面记录-1

LD10-1WHPC

图 5.2-5　LD16-3 CEPA 至 LD10-1WHPC 路由剖面记录-2

LD10-1WHPC

图 5.2-6　LD16-3 CEPA 至 LD10-1WHPC 路由剖面记录-3

4. 埋藏古河道

根据浅地层剖面资料可知，在路由调查区域内存在 24 条埋藏古河道，由南向北依次命名为 C1 至 C24。其中 C22 和 C24 顶部埋深在海底以[redacted]之内，可能对管道铺设造成影响，在施工过程中请密切关注。

5. 硬质底层

根据浅地层剖面资料可知，在路由调查区域内存在硬质地层 1 处。

硬质地层位于调查区北部，介于[redacted]，其下部地层存在空白反射，根据钻孔资料可知，该硬质地层的[redacted]，在管道挖沟铺设过程中，建议予以关注。

5.2.2 冲淤条件

造成海床滑移的可能因素有地震、海底侵蚀，异常波浪流作用等。土体可能发生滑移应具备以下条件：

- 地形条件：必须有一定的坡度；
- 土质特性：[redacted]；
- 水动力条件：如地震、波浪和底流的作用。

本项目位于渤海辽东湾南部海域，预选路由区海底地形平坦，工程区水深自南向北逐渐变深，水深在[redacted]之间变化，管道路由区表层土质以黏土质粉砂为主，整体变化趋势较平缓。《旅大 21-2/16-3 油田区域开发项目海底电缆管道路由调查、勘测报告》（中海油田服务股份有限公司，2018 年）的结论表明：根据单波束水深资料、浅剖资料和地貌资料，工程区内海底地形比较稳定，海底坡度变化不大，没有明显的凸起和凹陷，表层沉积基本是一致的。根据地质取样资料，工程区海底浅层沉积以[redacted]。通过搜集了该海域不同年份水深调查资料，水深没有明显差异，说明该区域冲淤环境相对稳定，没有明显冲淤发生。根据工程地质调查资料，工程区域海底表层土质一般为[redacted]；综合水深调查资料、水动力环境资料和海底土质性质可以初步判断工程区域海底发生冲淤的可能性很小。

5.3 海水水质现状调查及评价

本项目采用的海水水质现状调查资料来源于[redacted]编制的《旅大 16-3 油田 S-6、S-6Sa 井区开发项目海洋环境质量现状秋季调查报告》（2024 年 3 月）中的调查资料。

5.3.1 调查概况

5.3.1.1 调查时间

2023 年 10~11 月在本项目监测海域范围内进行海水水质、沉积物、生物生态和生物质量监测调查。

5.3.1.2 调查站位

引用环境现状调查围绕旅大 16-3/10-1 油田附近海域进行，共设置 81 个环境现状调查站位（A1～A81），断面间距约 7.5km，站点间距约 4~7.5km。本次引用评价范围内共计 20 个站位，大于 2 个，符合《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409—2025）中三级评价要求。

图 5.3- 1a 海洋环境现状调查站位图

图 5.3-1b 海洋环境现状调查站位图（评价范围内）

表 5.3-1 海洋环境现状调查站位表

序号	站位	[redacted]	[redacted]	调查项目
1	A13	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
2	A14	[redacted]	[redacted]	海水
3	A16	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
4	A26	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
5	A27	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
6	A29	[redacted]	[redacted]	海水
7	A36	[redacted]	[redacted]	海水
8	A41	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
9	A42	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
10	A43	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
11	A45	[redacted]	[redacted]	海水
12	A46	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
13	A48	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
14	A52	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
15	A53	[redacted]	[redacted]	海水
16	A54	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
17	A66	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量
18	A67	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量、水文动力
19	A80	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量

序号	站位	[redacted]	[redacted]	调查项目
20	A81	[redacted]	[redacted]	海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量

5.3.1.3 调查因子

调查内容包括海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量和海洋水文动力调查。

（1）海水：水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐、无机氮（铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐）、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、总铬、汞、铜、铅、镉、锌、砷、镍，其中石油类只调查表层。

（2）海洋沉积物：汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳、pH 及粒度分析。

（3）海洋生物生态：叶绿素 a（并据此估算初级生产力）；浮游植物的种类组成和数量分布，浮游动物、大型底栖生物的种类组成、生物量及密度分布等。

（4）生物质量：调查站位与海洋生物生态调查站位一致，从各站选取鱼类、贝类、甲壳类等代表性种类，冷冻保存，带回实验室进行分析，分析项目包括总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷和石油烃等。

5.3.1.4 调查方法

本项目所有样品的采集、贮存、运输、分析全过程均严格按照《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/T147-2013）等有关要求执行。

（1）海水

水质调查项目除石油类只取表层水样外，其余调查项目均水深小于等于 10m 深时，采集表层样品；水深大于 10m 小于等于 50m 深时，采集表层和底层样品；水深大于 50m 时，采集表层和 50m 层样品。

（2）海洋沉积物

①硫化物：取约 30g 沉积物置于 125mL 磨口广口瓶，充氮气后塞紧磨口塞保存；

②汞、石油类、有机碳：取约 500g 沉积物置于 500mL 磨口广口瓶中，塞紧磨口塞保存；

③粒度、铜、铅、锌、镉、铬、砷：取 500g-600g 湿样于洁净的聚乙烯袋中；

④pH：现场测定。

（3）海洋生物生态

现场采样按照《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）的要求进行。调查方法：

①叶绿素 a：采样方法参照海水，使用采水器采集水样并量取水样 2L，加 3mL 碳酸镁悬浮液（10g/L），用玻璃纤维滤膜或 0.45μm 的纤维素酯微孔滤膜过滤，过滤负压不超过 50kPa，过滤后的滤膜用 90%（体积比）丙酮提取叶绿素，应用分光光度法测定；

②海水透明度：用透明度盘进行观测。透明度盘为直径 30cm，底部系有重锤，上部系有绳索的水质或金属质白色圆盘。绳索上有以米为单位的长度标记；透明度盘的绳索标记使用前进行校正，确保标记清晰、完整，新绳索事先进行缩水处理，透明度盘保持洁白。观测在主甲板的背阳光处进行。观测时将透明度盘铅直放入水中，沉到刚好看不见的深度后，再慢慢提升到白色圆盘隐约可见时读取绳索在水面的标记数值，即为该次观测的透明度。有波浪时，分别读取绳索在波峰和波谷处的数值标记，读到一位小数，重复 2~3 次，取其平均值作为该次观测的透明度值。若倾角超过 10°，则进行深度订正，当绳索倾角过大时，盘下的铅锤适当加重；

③浮游植物：采用浅水III型浮游生物网自底至表层作垂直拖网进行采集，样品加入 5%甲醛海水溶液（体积比 5%）固定后带回实验室分析鉴定。

④浮游动物：采用浅水 I 型浮游生物网从底层至表层垂直拖曳采集，样品加入 5%甲醛海水溶液（体积比 5%）固定后带回实验室分析鉴定。

⑤大型底栖生物：用蚌式采泥器进行采集，每站采样面积均为 0.2m^2。底栖生物样品用 5%的甲醛海水溶液固定保存后带回实验室称重、计数、分析和鉴定。

按照《海洋监测规范第 7 部分：近海污染生态调查和生物监测》（GB17378.7-2007）中规定的方法对叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物进行分析鉴定。

（4）生物质量

生物质量采样根据《海洋生物生态调查技术规程》（国家海洋局 908 专项办公室，2006 年）的相关要求，拖网时在距离标准站位位置（2~4）nmile 时放网，经 1h 拖网后正好到达标准站位位置或附近，若在此站位所获取的样品重量达到

1.5kg 左右，则标记此站位为生物体质量检测站位，若样品重量远小于 1.5kg，则继续向下一个站位按上述方法拖网。样品运输和保存按照《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）中的要求执行。

5.3.1.5 分析方法及检出限

调查中水质、沉积物和生物样品的分析均按照《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/T147-2013）中的规定进行。其中沉积物粒度和有机碳分析方法采用 GB/T12763.8-2007 中的分析方法。水质、沉积物和生物调查项目的分析方法及检出限见下表所示。

表 5.3-2 水质、沉积物和生物调查项目的分析方法及检出限

介质	监测项目		分析方法	检出限
水质	pH		pH 计法	-
	水温		温盐深仪（CTD）法	-
	盐度			-
	溶解氧		碘量法	-
	悬浮物		重量法	-
	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	0.2μg/L
	无机氮	硝酸盐	锌镉还原法	0.7μg/L
		亚硝酸盐	盐酸萘乙二胺分光光度法	0.3μg/L
		铵盐	次溴酸盐氧化法	0.4μg/L
	挥发性酚		4-氨基安替比林分光光度法	1.1μg/L
	砷		电感耦合等离子体质谱仪法	0.5μg/L
	铜		电感耦合等离子体质谱仪法	0.2μg/L
	铅		电感耦合等离子体质谱仪法	0.03μg/L
	锌		电感耦合等离子体质谱仪法	3.1μg/L
	镉		电感耦合等离子体质谱仪法	0.01μg/L
	汞		原子荧光法	0.007μg/L
	总铬		电感耦合等离子体质谱仪法	0.4μg/L
	镍		电感耦合等离子体质谱仪法	0.23μg/L
	硫化物		亚甲基蓝分光光度法	0.2μg/L
沉积物	有机碳		重铬酸钾氧化—还原容量法	-
	硫化物		碘量法	4×10^{-6}
	石油类		紫外分光光度法	3×10^{-6}
	铜		无火焰原子吸收分光光度法	0.5×10^{-6}
	铅		无火焰原子吸收分光光度法	1×10^{-6}
	锌		火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}
	镉		无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10^{-6}
	汞		原子荧光法	0.002×10^{-6}
	铬		无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
	砷		原子荧光法	0.06×10^{-6}
	粒度		激光粒度仪	

介质	监测项目	分析方法	检出限
海洋生态	叶绿素 a	分光光度计法	-
	浮游植物	镜下鉴定法	-
	浮游动物	镜下鉴定法	-
	底栖生物	镜下鉴定法	-
生物质量	铜	电感耦合等离子体质谱法	0.08×10^{-6}
	铅	电感耦合等离子体质谱法	0.03×10^{-6}
	镉	电感耦合等离子体质谱法	0.03×10^{-6}
	锌	电感耦合等离子体质谱法	1.66×10^{-6}
	铬	电感耦合等离子体质谱法	0.30×10^{-6}
	总汞	原子荧光法	0.002×10^{-6}
	砷	电感耦合等离子体质谱法	0.10×10^{-6}
	石油烃	荧光分光光度法	0.2×10^{-6}

5.3.2 调查结果

低于检出限的测量结果报“未检出”，“/”表示未要求监测项目。

表 5.3-3　常规水质调查结果（1）

项目 站号	深度（m）	层次	温度（℃）	盐度	pH	化学需氧量 mg/L	溶解氧 mg/L	悬浮物 mg/L	石油类 μg/L	活性磷酸盐 μg/L	亚硝酸盐μg/L	硝酸盐 μg/L	氨盐 μg/L	生化需氧量 mg/L
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

项目 站号	深度（m）	层次	温度（℃）	盐度	pH	化学需氧量 mg/L	溶解氧 mg/L	悬浮物 mg/L	石油类 μg/L	活性磷酸盐 μg/L	亚硝酸盐μg/L	硝酸盐 μg/L	氨盐 μg/L	生化需氧量 mg/L
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表 5.3-4 常规水质调查结果（2）

项目 站号	深度（m）	层次	挥发性酚	硫化物	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	镍
			μg/L									
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

项目 站号	深度（m）	层次	挥发性酚	硫化物	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	镍
			μg/L									
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

项目 站号	深度（m）	层次	挥发性酚	硫化物	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	镍
			μg/L									
	[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.3.3 水环境质量现状评价

5.3.3.1 评价因子筛选

选取水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮（铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐）、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、生化需氧量、总铬、汞、铜、铅、镉、锌、砷、镍等调查因子进行评价。

5.3.3.2 评价标准

本项目海洋环境质量现状调查站位（含本次引用评价范围内站位）均在《辽宁省国土空间总体规划（2021-2035 年）》和辽宁省生态保护红线范围外，无执行标准要求。

评价标准依据《海水水质标准》（GB3097-1997）从一类开始评价至符合的标准为止。

图 5.3-2 引用调查站位与辽宁省生态保护红线位置叠置图

各评价因子的标准值见下表。

表 5.3-5 海水水质标准值（单位：mg/L）

项目	pH	溶解氧	化学需氧量	无机氮	活性磷酸盐	石油类	铜	铅
一类	7.8～8.5	>6	≤2	≤0.20	≤0.015	≤0.05	≤0.005	≤0.001
二类	7.8～8.5	>5	≤3	≤0.30	≤0.030	≤0.05	≤0.010	≤0.005
三类	6.8～8.8	>4	≤4	≤0.40	≤0.030	≤0.30	≤0.050	≤0.010
四类	6.8～8.8	>3	≤5	≤0.50	≤0.045	≤0.50	≤0.050	≤0.050
项目	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发性酚	硫化物	镍
一类	≤0.020	≤0.001	≤0.05	≤0.00005	≤0.020	≤0.005	≤0.020	≤0.005
二类	≤0.050	≤0005	≤0.10	≤0.0002	≤0.030	≤0005	≤0.050	≤0.010
三类	≤0.10	≤0010	≤0.20	≤0.0002	≤0.050	≤0010	≤0.100	≤0.020
四类	≤0.50	≤0.010	≤0.50	≤0.0005	≤0.050	≤0.050	≤0.250	≤0.050

5.3.3.3 评价方法

水质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（随着浓度增加而水质变差的水质因子）

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

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

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

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

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）DO

$$S_{DO,j}=DO_s/DO_j,\ DO_j\leqslant DO_f$$

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

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

S——实用盐度符号，量纲为 1；

T——水温，℃。

5.3.3.4 评价结果

本次共进行 81 个海水水质站位调查，本项目引用 20 个站位，对 pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬、镍等项目进行分析评价。

评价结果显示，评价范围内所有站位海水各调查因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准。

表 5.3-6　标准指数统计表（一类标准）

层次	pH	化学需氧量	溶解氧	石油类	活性磷酸盐	无机氮	生化需氧量	挥发性酚	硫化物	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	镍
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.4 海洋沉积物现状调查及评价

本项目采用的沉积物现状调查资料来源于[redacted]编制的《旅大 16-3 油田 S-6、S-6Sa 井区开发项目海洋环境质量现状秋季调查报告》（2024 年 3 月）中的调查资料。

5.4.1 沉积物组成及其类型

海洋沉积物类型以黏土质粉砂为主，评价范围内调查站位海洋沉积物粒度分析结果见下表所示。

图 5.4-1 本项目选取站位沉积物类型分布图

表 5.4-1　沉积物粒度分析成果表

[redacted]	[redacted]	[redacted]					[redacted]				[redacted]			[redacted]				[redacted]				[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：样品定名为谢帕德定名

5.4.2 沉积物中各污染物测定结果

引用评价范围内 15 个调查站位沉积物中 pH、石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷的现状调查分析结果详见下表所示。

表 5.4-2 沉积物实测结果统计表

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.4.3 沉积物质量现状评价

5.4.3.1 评价因子

沉积物质量现状评价因子为：有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷 10 项作为评价因子。

5.4.3.2 评价标准

按《海洋沉积物质量》中的第一类进行评价，各评价因子标准值见下表所示。

表 5.4-3 沉积物质量评价标准

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

5.4.3.3 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 项污染物的标准指数

C_i——i 项污染物的实测含量

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。

5.4.3.4 评价结果

评价范围内 15 个调查站位按照海洋沉积物质量一类标准进行评价，结果监测要素全部符合沉积物一类评价标准，具体见下表所示。

表 5.4-4　沉积物各项评价因子标准指数统计表

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.4.3.5　小结

评价范围内调查沉积物类型以黏土质粉砂为主，质量评价因子包括有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷，各项监测指标均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）第一类海洋沉积物质量标准，沉积物质量状况良好。

5.5　海洋生态环境现状调查及评价

本项目采用的海洋生物生态现状调查资料来源于[redacted]编制的《旅大 16-3 油田 S-6、S-6Sa 井区开发项目海洋环境质量现状秋季调查报告》（2024 年 3 月）中的调查资料。本次引用评价范围内 15 个站位的调查结果进行评价。

5.5.1 评价因子及方法

5.5.1.1 评价因子

生物生态现状评价因子为：叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、大型底栖生物。

生物质量评价因子为：镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃。

5.5.1.2 评价标准

软体动物（双壳类）生物质量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001），其他海洋生物质量评价标准参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C。

生物质量评价执行标准见下表所示。

表 5.5-1 海洋生物质量评价标准（鲜重：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	0.05	15
软体动物（非双壳类）	100	10	250	5.5	/	1	0.3	20
甲壳类	100	2	150	2.0	/	1	0.2	20
鱼类	20	2	40	0.6	/	1	0.3	20

5.5.1.3 评价方法

（1）初级生产力

由于叶绿素 a 是主要色素体，因此，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：

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

式中：P 为每日现场的初级生产力，单位：mgC/(m^2·d)，P_s 为表层水中浮游植物的潜在生产力，单位：mgC/(m^3·h)，E 为真光层的深度，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/m^3，Q 为同化系数，单位：

mgC/(mgChl-a·h)。

本次调查中白昼时间按调查区域 2023 年 10 月中下旬 11h 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

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：

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

式中：H'——种类多样性指数

S——样品中的种类总数

Pi——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 $\log_2 S$，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

⑤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

（3）生物质量

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：Pi—某污染因子的污染指数，即单因子污染指数；

Ci—某污染因子的实测浓度；

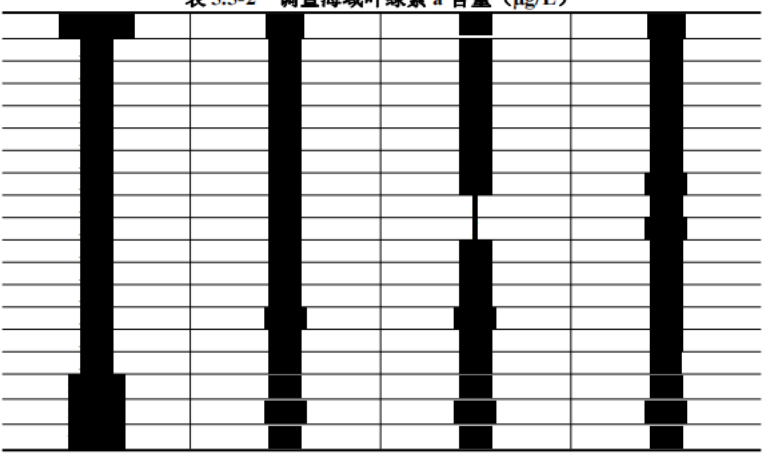
Cio—某污染因子的评价标准；

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

5.5.2 叶绿素 a 与初级生产力

2023 年秋季，评价范围内海域表层叶绿素 a 变化范围（0.943～1.89）μg/L，均值为 1.52μg/L；中层叶绿素 a 变化范围（0.884～1.64）μg/L，均值为 1.30μg/L；底层叶绿素 a 变化范围（0.884～1.76）μg/L，均值为 1.26μg/L。各调查站位叶绿素 a 含量较低。

表 5.5-2　调查海域叶绿素 a 含量（μg/L）



注："/"表示水深不足，未取水样

根据公示估算得到 2023 年秋季评价范围内海域的初级生产力为（115.14～230.77）mgC/(m^2·d)，均值为 186.01mgC/(m^2·d)，海区初级生产力为一般水平。

表 5.5-3　调查海域初级生产力含量

[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]

5.5.3 浮游植物

5.5.3.1 种类组成

2023 年秋季，评价范围内海域共获得浮游植物 3 门 56 种。其中，硅藻门 39 种，占总种类数的 69.6%；甲藻门 16 种，占 28.6%；金藻门 1 种。优势种为 6 种（Y≥0.02），分别为具齿原甲藻（*Prorocentrumdentatum*）、粗根管藻（*Rhizosoleniarobusta*）、星脐圆筛藻（*Coscinodiscusasteromphalus*）、辐射圆筛藻（*Coscinodiscusradiatus*）、一种圆筛藻（*Coscinodiscus* sp.）和一种角毛藻（*Chaetoceros* sp.）。

表 5.5-4　浮游植物种名录

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]

5.5.3.2 数量分布

调查海区浮游植物细胞密度变化范围在(1.4138~38.352)×10^4cells/m^3之间，平均值为 14.422×10^4cells/m^3。

表 5.5-5 调查海域浮游植物细胞密度和种类数

[redacted]

5.5.3.3 群落多样性水平

本次调查浮游植物群落的丰富度指数变化范围（0.41~1.99），均值为 1.24；均匀度变化范围（0.40~0.93），均值为 0.69；多样性指数变化范围（1.65~3.47），均值为 2.59；优势度变化范围（0.42~0.85），均值为 0.61。

表 5.5-6 调查海域浮游植物群落特征

[redacted]

[redacted]

5.5.4 浮游动物

5.5.4.1 种类组成

2023 年秋调查海域共发现浮游动物 29 种，其中浮游幼体、幼虫和仔鱼 7 种。成体中，节肢动物桡足类 10 种，占成体总种数的 45.5%；端足类 4 种，占成体总种数的 18.2%；涟虫类 2 种，占成体总种数的 9.1%；原生动物、毛颚动物、刺胞动物、枝角类、被囊类和介形类动物各 1 种（见浮游动物种名录）。浮游动物群落共发现优势种 5 种（Y≥0.02），分别为中华哲水蚤（*Calanus sinicus*）、强壮箭虫（*Sagitta crassa*）、软拟海樽（*Dolioletta gegenbauri*）、太平洋纺锤水蚤（*Acartia pacifica*）和大西洋五角水母（*Muggiaea atlantica*）。

表 5.5-7 调查海域浮游动物个体密度和生物量

[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.5.4.2 个体密度及生物量分布

2023 年秋季，调查海区浮游动物湿重生物量的变化范围在（14.23~445.71）mg/m³之间，均值为 87.99mg/m³。浮游动物个体密度在（9.1~265.2）ind./m³之间，均值为 85.0ind./m³。

表 5.5-8 调查海域浮游动物个体密度和生物量

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.5.4.3 群落多样性水平

本次调查浮游动物群落的丰富度指数变化范围（1.23~3.63），均值为 2.20；均匀度变化范围（0.30~0.80），均值为 0.57；多样性指数变化范围（1.09~2.64），

均值为 1.82；优势度变化范围（0.62~0.95），均值为 0.80。

表 5.5-9　调查海域浮游动物群落特征

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.5.5 底栖生物

5.5.5.1　种类组成

2023 年秋季评价范围内海域共发现大型底栖生物 69 种，隶属于环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、刺胞动物、纽形动物和脊索动物。其中环节动物共发现 41 种；节肢动物共发现 14 种；软体动物共发现 9 种；脊索动物发现 2 种；棘皮动物、刺胞动物、纽形动物各发现 1 种。环节动物的多毛类是构成该区大型底栖生物种类的主要类群。

表 5.5-10 底栖生物种名录

[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]

5.5.5.2 栖息密度和生物量分布

2023 年秋季，评价范围内底栖生物湿重生物量变化范围在（1.72~75.71）g/m^2 之间，平均为 14.52g/m^2，栖息密度变化范围在（80~670）ind./m^2 之间，平均密度为 193ind./m^2。

表 5.5-11 调查海域底栖生物生物量和栖息密度

[redacted]

[redacted]

5.5.5.3 群落多样性水平

2023 年秋季，评价范围内底栖生物群落的丰富度指数变化范围为（1.17~5.53），均值为 2.58；均匀度变化范围为（0.65~0.96），均值为 0.86；多样性指数变化范围为（2.15~4.15），均值为 3.24；优势度变化范围（0.32~0.74），均值为 0.45。

表 5.5-12 调查海域底栖生物群落特征

[redacted]

根据《近岸海域生物多样性评价技术指南》（HY/T215-2017），2023 年秋季评价范围内海域海洋生物多样性综合指数（MBI）得分为 49.39，对应海洋生

物多样性等级为“一般”，调查期间调查海域海洋生物物种较少，物种分布不均匀，局部地区或个别生物群落的物种多样性较高，但生物多样性总体水平一般。

5.5.6 生物质量

5.5.6.1 主要污染物质的含量状况

2023 年秋季，评价范围内 15 个调查站位生物质量检测结果见下表 ，低于检出限的测量结果报“未检出”。

表 5.5-13　生物质量调查结果

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]							
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]							
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

5.5.6.2 生物质量评价结果

2023 年秋季评价范围内 15 个调查站位共采集到 8 种生物共计 22 个样品，分别属于软体动物（双壳类）、软体动物（非双壳类）、甲壳类和鱼类。本次调查海域生物体质量评价结果见下表。对于未检出的参数，按照海洋监测规范 GB17378.6-2007 第 2 部分：数据处理和分析质量控制的要求进行计算：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，未检出部分可分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计计算。分析结果表明：

（1）软体动物（双壳类）生物质量评价因子铜、铅、锌、镉、铬、总汞、砷和石油烃含量均可达到《海洋生物质量》（GB18421-2001）第一类标准值。

（2）软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子除砷外，铜、铅、锌、镉、总汞和石油烃含量均可达到参考《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录 C 的标准值。

表 5.5-14 生物质量污染指数表

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	/	[redacted]	/	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	/	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	/	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

注：“/”代表缺乏评价标准，未对其进行评价；计算结果不足 0.01 的记为<0.01。

5.6 渔业资源现状调查与评价

5.6.1 调查概况

5.6.1.1 调查范围

本报告中引用的渔业资源调查数据主要来源于 2023 年 6 月（春季）[redacted]在本海区项目周边海域进行的渔业资源调查资料。

本次共设计 19 个调查站位，根据《海洋调查规范》（GB/T12673.6-2007）中鱼类浮游生物调查方法，站位间距约 8-17km。

图 5.6-1 站位分布示意图

表 5.6-1 调查站位经纬度

序号	[redacted]				调查项目
	[redacted]		[redacted]		
1	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
2	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
3	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
4	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
5	[redacted]		[redacted]		渔业资源
6	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
7	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
8	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
9	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
10	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
11	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
12	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
13	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
14	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
15	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
16	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
17	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
18	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼、渔业资源
19	[redacted]		[redacted]		鱼卵仔稚鱼
[redacted]					

5.6.1.2 调查时间

[redacted]

5.6.1.3 调查内容

依据《海洋监测规范》（GB17378-2007）、《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）等，对项目附近海域渔业资源、渔业生产现状进行现场调查、实地踏勘和资料分

析。

（1）鱼卵、仔稚鱼种类组成、数量分布、优势种；

（2）渔获物种类（鱼类、甲壳类、头足类）组成、资源密度（重量、尾数）、重要性指数值（IRI）、优势种组成、物种多样性分析（丰度、均匀度、优势度、多样性指数）、重要生物资源的生态特征（体长、体重、幼体比例）及各类群的幼体比例，并给出分析结论；其中甲壳类分别给出虾和蟹的相关调查结果及分析结论。

5.6.1.4 调查方法

（1）鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔鱼调查根据《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》（GB12763.6-2007）的有关要求执行。定量样品采集使用浅水 I 型浮游生物网（口径 50cm，长 145cm）自底至表垂直取样，定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm）表层水平拖网 10min，拖网速度 2kn。采集的样品经 5%甲醛海水溶液固定保存后，在实验室进行样品分类鉴定和计数。

（2）渔业资源

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

游泳动物：渔业资源调查采用单船底拖网，网具为单船有翼单囊拖网，扫海宽度 10m，囊网网目 2cm。每站拖曳 1h，拖速控制在 3nm/h，拖速均匀。渔获物在 20kg 以下的全部取样，渔获物在 20kg 以上的随机取 20kg 样品，样品冰鲜保存，回实验室进行鉴定分析和生物学测定，每种鱼取 50ind.，进行生物学测定。

5.6.2 评价方法

5.6.2.1 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./m^3）；

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（m^3）。

5.6.2.2 渔业资源密度

拖网资源密度的估算采用扫海面积法（唐启升，2006）。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），本报告设定拖网网具鱼类和其它类尾数、重量逃逸率均为 0.5-0.7。渔业资源密度以各站拖网渔获量（重量、尾数）和拖网扫海面积来估算，计算式为：

$$\rho_i = C_i / a_i q$$

式中：

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

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

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

q—网具捕获率（可捕系数，＝1－逃逸率），取 0.3-0.5。

5.6.2.3 多样性指数

丰富度（d）、均匀度（J'）和物种多样性 Shannon-Weaver（H'）指数计算公式如下：

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

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

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

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

5.6.2.4 相对重要性指数

为了确定各种游泳动物在整个群落中的重要性，采用 Pinkas（1971 年）提出的相对重要性指标（IRI）来衡量游泳动物在不同海区、不同季节的地位。其优点是即考虑了捕获物的尾数和重量，也考虑了它们出现的频率。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 为某一种类出现的站次数占调查总站次数的百分比。

一般情况下，IRI 值大于 1000 的种类为优势种，*IRI* 值在 100～1000 之间为重要种，*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。

5.6.3 鱼卵、仔稚鱼

5.6.3.1 种类组成

本航次调查，共采集到鱼卵仔稚鱼 8 种，隶属于 4 目 8 科，其中鲱科 1 种，鳀科 1 种，鱼鳚科 1 种，石首鱼科 1 种，鲭科 1 种，牙鲆科 1 种，鲉科 1 种，平鲉科 1 种。共采集到鱼卵 7 种，隶属于 4 目 7 科；共采集到仔稚鱼 2 种，隶属于 2 目 2 科。

表 5.6-2 调查海域鱼卵、仔稚鱼种类组成

种名	拉丁文	分类		生态类型	
		目	科	鱼卵	仔稚鱼
斑鰶	*Clupanodon punctatus*	鲱形目	鲱科	√	
鳀	*Engraulis japonicus*	鲱形目	鳀科	√	√
绯鳚	*Callionymus beniteguri*	鲈形目	鱼鳚科	√	
皮氏叫姑鱼	*Johnius belangerii*	鲈形目	石首鱼科	√	
蓝点马鲛	*Scomberomorus niphonius*	鲈形目	鲭科	√	
褐牙鲆	*Paralichthys olivaceus*	鲽形目	牙鲆科	√	
鲉	*Platycephalus indicus*	鲉形目	鲉科	√	
许氏平鲉	*Sebastes schlegelii*	鲉形目	平鲉科		√
合计	-	4	8	7	2

5.6.3.2 数量分布和资源密度

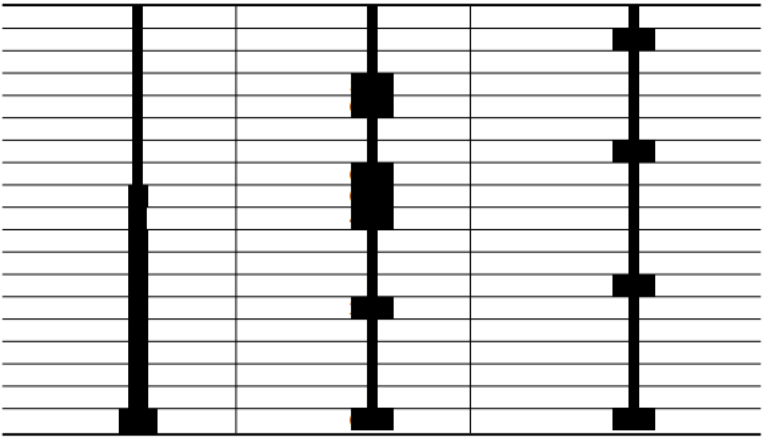
根据《海洋调查规范》（GB/T 12763—2007），鱼卵、仔稚鱼密度根据垂直采样结果计算。

本次调查，共调查 19 个站位，其中 18 个站位进行了鱼卵、仔稚鱼的收集工作，垂直拖网 9 个站位捕获鱼卵或仔稚鱼出现，出现频率为 50.00%。其中 6 个站位捕获鱼卵，出现频率为 33.33%；仔稚鱼 3 个站位采集到，出现频率为 16.67%。

[redacted]

表 5.6-3 春季航次鱼卵、仔稚鱼密度分布

[redacted]



5.6.3.3 优势种

调查海区鱼卵仔稚鱼种类的优势度采用以下公式计算：

$$Y = n_i/N \times f_i$$

式中：n_i—第 i 种的数量

f_i—该种在各站出现的频率

N—群落中所有种的数量

当 Y≥0.02 时，判定为调查海区的优势种。

经计算：鳀（Y=0.777）为鱼卵优势种；鳀（Y=0.266）为仔稚鱼优势种。

5.6.4 鱼类资源状况

5.6.4.1 种类组成

本次调查共捕获鱼类 33 种，隶属于 7 目，20 科，30 属；其中虾虎鱼科种数最多，为 5 种，占鱼类总种数的 15.15%；其次为鳀科和石首鱼科，为 4 种，分别占 12.12%；舌鳎科，锦鳚科，狮子鱼科分别为 2 种，占 6.06%；具体见下表，本次调查未发现濒危海洋生物。

表 5.6-4 鱼类种名录

序号	中文名	拉丁文	目	科	属
1	黄鲛鳍	*Lophius litulon*	鲛鳍目	鲛鳍科	黄鲛鳍属
2	半滑舌鳎	*Cynoglossus semilaevis*	鲽形目	舌鳎科	舌鳎属
3	短吻红舌鳎	*Cynoglossus joyeri*	鲽形目	舌鳎科	舌鳎属
4	褐牙鲆	*Paralichthys olivaceus*	鲽形目	牙鲆科	牙鲆属

5	斑鰶	*Clupanodon punctatus*	鲱形目	鲱科	斑鰶属
6	黄鲫	*Setipinna taty*	鲱形目	鳀科	黄鲫属
7	赤鼻棱鳀	*Thrissa kammalensis*	鲱形目	鳀科	棱鳀属
8	中颌棱鳀	*Thrissa mystax*	鲱形目	鳀科	棱鳀属
9	鳀	*Engraulis japonicus*	鲱形目	鳀科	鳀属
10	安氏新银鱼	*Neosalanx anderssoni*	鲑形目	银鱼科	新银鱼属
11	银鲳	*Pampus argenteus*	鲈形目	鲳科	鲳属
12	小带鱼	*Eupleurogrammus muticus*	鲈形目	带鱼科	小带鱼属
13	方氏云鳚	*Enedrias fangi*	鲈形目	锦鳚科	云鳚属
14	縫鳚	*Azuma emmnion*	鲈形目	锦鳚科	縫鳚属
15	长绵鳚	*Zoarces elongatus*	鲈形目	绵鳚科	长绵鳚属
16	花鲈	*Lateolabrax maculatus*	鲈形目	鮨科	花鲈属
17	日本鲭	*Scomber japonicus*	鲈形目	鲭科	鲭属
18	白姑鱼	*Pennahia argentata*	鲈形目	石首鱼科	白姑鱼属
19	棘头梅童鱼	*Collichthys niveatus*	鲈形目	石首鱼科	梅童鱼属
20	皮氏叫姑鱼	*Johnius belengerii*	鲈形目	石首鱼科	叫姑鱼属
21	小黄鱼	*Larimichthys polyactis*	鲈形目	石首鱼科	黄鱼属
22	六丝钝尾虾虎鱼	*Amblychaeturichthys hexanema*	鲈形目	虾虎鱼科	钝尾虾虎鱼属
23	矛尾虾虎鱼	*Chaeturichthys stigmatias*	鲈形目	虾虎鱼科	矛尾虾虎鱼属
24	普栉虾虎鱼	*Ctenogobius giurinus*	鲈形目	虾虎鱼科	栉虾虎鱼属
25	中华栉孔虾虎鱼	*Ctenotrypauchen chinensis*	鲈形目	虾虎鱼科	栉孔虾虎鱼属
26	髭缟虾虎鱼	*Tridentiger barbatus*	鲈形目	虾虎鱼科	缟虾虎鱼属
27	孔鳐	*Raja porosa*	鳐形目	鳐科	鳐属
28	大泷六线鱼	*Hexagrammos otakii*	鲉形目	六线鱼科	六线鱼属
29	绒杜父鱼	*Hemitripterus villosus*	鲉形目	杜父鱼科	绒杜父鱼属
30	网纹狮子鱼	*Liparis chefuensis*	鲉形目	狮子鱼科	狮子鱼属
31	细纹狮子鱼	*Liparis tanakae*	鲉形目	狮子鱼科	狮子鱼属
32	许氏平鲉	*Sebastes schlegeli*	鲉形目	鲉科	平鲉属
33	鲬	*Platycephalus indicus*	鲉形目	鲬科	鲬属

5.6.4.2 渔获量

[redacted]

表 5.6-5 鱼类生物量及密度分布

[redacted]

5.6.4.3 资源密度评估

本次调查共捕获鱼类 33 种，每个站位种类数为 6-16 种，平均值为 11 种（表 4.2-3），平均渔获量 351 尾/h，8.20kg/h。

[redacted]

5.6.5 甲壳类资源状况

5.6.5.1 种类组成

本次秋季调查共捕获甲壳类 16 种，隶属于 2 目，12 科，14 属；其中虾类 9 种，隶属于 1 目，6 科，7 属，占甲壳类总种数的 56.25%；蟹类 6 种，隶于 1 目，5 科，6 属，占甲壳类总种数的 37.50%；口足目 1 种，占甲壳类总种数的 6.25%；具体见表 5.6-6。

表 5.6-6 甲壳类种名录

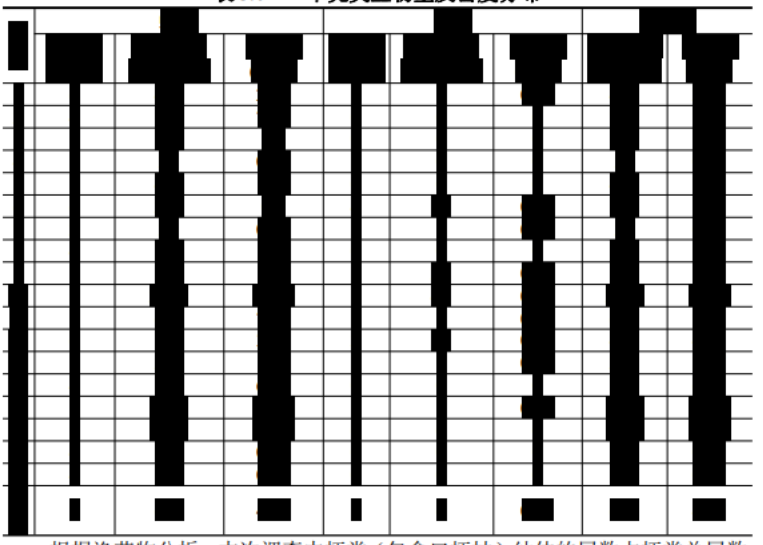
序号	名称	目	科	属
1	鹰爪糙对虾	十足目	对虾科	糙对虾属
2	日本鼓虾		鼓虾科	鼓虾属
3	鲜明鼓虾			
4	脊腹褐虾		褐虾科	褐虾属
5	圆腹褐虾			
6	伍氏鳌蛄虾		鳌蛄虾科	鳌蛄虾属

7	鞭腕虾		藻虾科	鞭腕虾属
8	疣背宽额虾			宽额虾属
9	葛氏长臂虾		长臂虾科	长臂虾属
10	日本蟳		梭子蟹科	蟳属
11	三疣梭子蟹			梭子蟹属
12	泥脚隆背蟹		长脚蟹科	隆背蟹属
13	四齿矶蟹		蜘蛛蟹科	矶蟹属
14	绒毛细足蟹		瓷蟹科	细足蟹属
15	颗粒拟关公蟹		关公蟹科	拟关公蟹属
16	口虾蛄	口足目	虾蛄科	口虾蛄属

5.6.5.2 生物量及密度分布

本次调查甲壳类站位平均生物量为4.77kg/h，生物量范围为0.28～15.50kg/h。15 号站位生物量最高，其次为 16 站，为 13.15kg/h；最小值出现在 4 站，生物量为 0.28kg/h。甲壳类站位平均生物密度为 645ind./h，生物密度范围为 20～2604ind./h；10 号站位生物密度最高，其次为 15 站，为 1755ind./h；最小值出现在 4 站。

表 5.6-7 甲壳类生物量及密度分布



根据渔获物分析，本次调查中虾类（包含口虾蛄）幼体的尾数占虾类总尾数的 43.08%，幼体的生物密度为 275 尾/h，生物量为 2.01kg/h，虾类成体生物密度为 364 尾/h，生物量为 2.65kg/h；蟹类幼体的尾数占蟹类总尾数的 42.71%，蟹类幼体的生物密度为 3 尾/h，生物量为 0.05kg/h.，蟹类成体生物密度为 3 尾/h，生

物量为 0.06kg/h。各站位虾类种类数为 2-6 种，平均值为 5 种，蟹类种类数为 0-4 种，平均值为 1 种。

5.6.5.3 资源量评估

本次调查共捕获甲壳类 16 种，其中虾类 9 种，蟹类 6 种，口足类 1 种；甲壳类平均渔获量 645ind./h，4.77kg/h；其中虾类幼体的生物密度为 275 尾/h，生物量为 2.01kg/h，虾类成体的生物密度为 364 尾/h，生物量为 2.65kg/h；蟹类幼体的生物密度为 3 尾/h，生物量为 0.05kg/h，蟹类成体的生物密度为 3 尾/h，生物量为 0.06kg/h。

经换算甲壳类平均资源密度为 29036 尾/km^2 和 214.44kg/km^2，其中虾类（包含口虾蛄）28768 尾/km^2 和 209.66kg/km^2，蟹类 268 尾/km^2 和 4.78kg/km^2。虾类成体平均资源密度为 119.34kg/km^2，幼体为 12393 尾/km^2；蟹类成体平均资源密度为 2.74kg/km^2，幼体为 114 尾/km^2。

5.6.6 头足类资源状况

5.6.6.1 种类组成

本次调查共捕获头足类 4 种，分别为火枪乌贼、双喙耳乌贼、短蛸和长蛸，隶属于 3 目、3 科、3 属。见表 5.6-8。

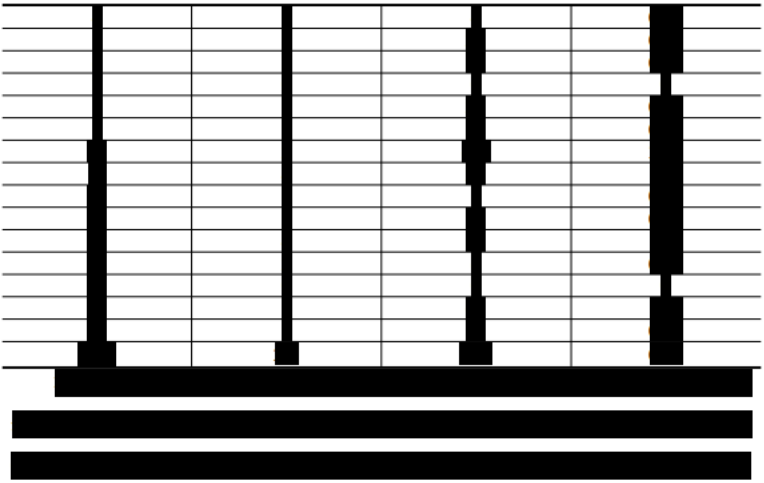
表 5.6-8 头足类种名录

序号	名称	目	科	属
1	火枪乌贼 *Loliolus beka*	枪形目	枪乌贼科	枪乌贼属
2	双喙耳乌贼 *Sepiola birostrata*	乌贼目	耳乌贼科	耳乌贼属
3	短蛸 *Octopus ocellatus*	八腕目	章鱼科	蛸属
4	长蛸 *Octopus variabilis*	八腕目	章鱼科	蛸属

5.6.6.2 生物量及密度分布

本次调查头足类站位平均生物量为 0.96kg/h，生物量范围为 0～4.55kg/h。3 号站位生物量最高，其次为 10 站，为 3.79kg/h；最小值出现在 7 和 16 站。头足类站位平均生物密度为 58ind./h，生物密度范围为 0～656ind./h。10 号站位生物密度最高，其次为 17 站，为 60ind./h；最小值出现在 7 和 16 号站。见表 5.6-9。

表 5.6-9 甲壳类生物量及密度分布



5.6.6.3 资源数量及评估

秋季调查共捕获头足类 4 种，平均渔获量 58ind./h，0.96kg/h；其中幼体的生物密度为 27 尾/h，生物量为 0.45kg/h。成体头足类的平均生物量为 0.51kg/h，生物密度为 31 尾/h。经换算头足类平均资源密度为 2602 尾/km² 和 43.40kg/km²，见表 4.2-4，其中幼体平均资源密度为 1208 尾/km²，20.15kg/km²，成体平均资源密度为 1394 尾/km²，23.25kg/km²。

5.6.7 各类群生物优势度分析及物种多样性分析

5.6.7.1 优势种分析

根据 2023 年春季调查的鱼卵、仔稚鱼定性样品，分别计算每个种类鱼卵和仔稚鱼的相对重要性指数 IRI。经分析鱼类群落优势种有 3 种，为黄鲫、短吻红舌鳎和长绵鳚，重要种有 8 种，常见种 9 种，一般种 9 种，少见种 4 种；甲壳类群落优势种有 3 种，分别为口虾蛄、日本鼓虾和脊腹褐虾，重要种有 2 种，常见种 4 种，一般种 2 种，少见种 5 种；头足类群落优势种有 2 种，为长蛸和火枪乌贼，重要种有 1 种，常见种 1 种。详见表 5.6-10。

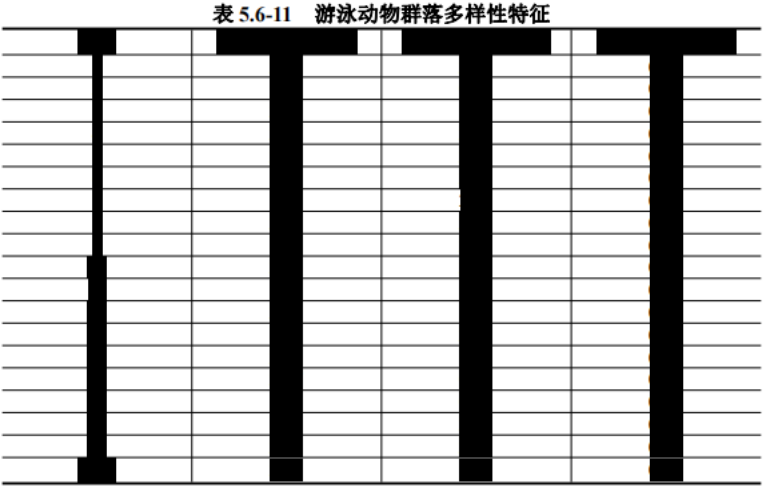
表 5.6-10 生态优势度

5.6.7.2 多样性分析

物种多样性是衡量一个海区生物资源丰富程度的客观指标；同时通过了解物种多样性和均匀性指数的变化，可以用来描述捕捞、污染以及其他环境条件对游泳动物群落结构的作用。丰富度指数 *d*、物种多样度指数 *H'*和物种均匀度指数 *J* 来研究游泳动物群落的多样性特征。

经计算，春季调查海区游泳动物多样性指数（*H'*）平均值为 1.95，范围是 0.81～2.51，最小值出现在站 15，最大值出现在站 9。丰富度指数（*d*）平均值为 2.62，范围是 1.74～3.96，最小值出现在站 2 和站 16，最大值出现在站 6。均匀度指数（*J*）平均值为 0.70，范围是 0.28～0.85，最小值出现在站 15，最大值出现在站 7。

表 5.6-11 游泳动物群落多样性特征



6 回顾性环境影响评价

6.1 油田开发生产过程回顾

6.1.1 旅大 16-3 油田

旅大 16-3 油田位于渤海辽东湾海域，东经[redacted]，北纬[redacted]，西北距绥中 36-1 陆上终端约[redacted]，南距旅大 21-2 油田[redacted]，北距旅大 10-1 油田[redacted]，区域水深约为[redacted]。油田于 2020 年投产。

旅大 16-3 油田包括 1 座中心平台 LD16-3CEPA、1 座井口平台 LD16-3WHPB 及平台间管缆。现有工程组成见下表。

表 6.1-1 旅大 16-3 油田现有工程

编号	平台	功能	生活楼定员	主要设施
1	LD16-3CEPA	中心平台，原油生产及处理，生活污水处理	[redacted]	8 腿导管架式平台，[redacted]生活楼、电站、油气生产处理设施，水处理设施、注水设施等设施。平台北侧待外挂建设一座 4 腿平台，与 LD16-3CEPA 现有平台通过甲板连接。共设置[redacted]，设有原油处理系统、生产水处理系统、注水系统、化学药剂系统、燃料气系统、开排系统、吊机等。
2	LD16-3WHPB	井口生产、物流集输、生活污水处理	[redacted]	4 腿导管架式井口平台。平台共设[redacted]、油气计量设施、注水设施、公用设施。

LD16-3CEPA 平台接收并处理来自 LD16-3WHPB 和 LD21-2WHPA 平台的物流（含 LD29-1WHPA、LD21-2WHPA/WHPB 物流）及本平台自身产液，分离出的伴生气部分用于发电，多余伴生气与分离出的含水原油混合后经新建海底管道输送至 LD10-1PAPD 平台，分离出的生产水经生产水处理系统和注水系统处理达标后在本平台回注地层。LD10-1PAPD 平台处理后的合格原油经现有海管外输陆上终端，分离出的天然气进入燃料气系统，分离出的生产水经处理满足注水水质要求后在 LD21-2WHPA、LD16-3CEPA 和旅大 10-1 油田现有平台回注

地层。油田物流集输现状图及图 6.1-2。

6.1.2 旅大 10-1 油田

旅大 10-1 油田位于渤海辽东湾海域，东经[redacted]，北纬[redacted]，东北距绥中 36-1 油田中心平台约[redacted]，西北距辽宁省葫芦岛市岸线约[redacted]，距绥中 36-1 油田陆上终端约[redacted]。旅大 10-1 油田于 2005 年 1 月投产，包含 5 座平台（分别为 LD10-1CEP、LD10-1WHPA、LD10-1WHPC、LD10-1PAPD、LD10-1WHPE（待建））及平台间管缆。

表 6.1-2 旅大 10-1 油田主要设施组成情况

编号	平台设施	功能	生活楼定员	主要设施
1	LD10-1CEP	中心平台，原油处理，生活污水处理	[redacted]	10 腿有人驻守中心平台，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。平台设有原油处理设施、生产水处理设施、注水设施、透平发电机组、燃料气处理系统等设施和 105 人生活楼。[redacted]
2	LD10-1WHPA	井口生产、物流集输	/	6 腿无人驻守导管架钢结构井口平台，通过栈桥与 LD10-1CEP 中心平台连接，平台共有 3 层甲板，设[redacted]，平台上设有注水系统、生产/计量管汇、测试分离器、修井机及其配套设施
3	LD10-1WHPC	井口生产、物流集输	/	4 腿无人驻守导管架钢结构井口平台，通过栈桥与 LD10-1WHPA 平台连接，平台共有 3 层甲板，[redacted]平台上设有生产计量、注水管汇、修井机及其配套设施
4	LD10-1PAPD	生产辅助：油处理、生产水处理	/	3 腿无人值守导管架的生产辅助平台。平台共分两层甲板，分别是上层甲板和下层甲板，下层甲板通过[redacted]与 LD10-1WHPA 平台下层甲板连接。平台设有油处理设施、生产水处理设施、清管球接收器以及开式排放系统等公用系统
5	LD10-1WHPE	井口生产、物流集输	/	新建 1 座 4 腿 4 桩无人井口平台 LD10-1WHPE，[redacted]。设备设施主要包括工艺系统、柴油系统、开排系统、化

编号	平台设施	功能	生活楼定员	主要设施
				学药剂系统、闭排系统、吊机等。不设生活楼。

图 6.1-1 旅大 10-1 油田生产设施布置图

图 6.1-2 油田物流集输现状图

6.2 环评制度执行情况

与本项目相关的设施环评制度执行情况见下表所示：

表 6.2-1 与本项目相关的环评报告及批复情况

序号	项目	主要建设内容	本项目主要依托或改造内容	环评核准（审批）	竣工验收
1	《旅大 21-2/旅大 16-3 区域开发项目环境影响报告书》	新建 1 座中心平台（**LD16-3CEPA**）、3 座井口平台（LD21-2WHPA/WHPB、LD16-3WHPB）以及 1 座生产辅助平台（LD10-1PAPD），在各平台间新铺设 3 条总长 63.8km 的海底混输管道（LD21-2WHPA 至 LD16-3CEPA、LD16-3CEPA 至 LD10-1PAPD、LD16-3WHPB 至 LD16-3CEPA）和 2 条总长 24km 的海底电缆（LD16-3CEPA 至 LD21-2WHPA、LD16-3CEPA 至 LD16-3WHPB）；对现有的 LD10-1CEP 平台进行适应性改造。	LD16-3CEPA	[redacted]	[redacted]
2	《旅大 10-1 油田综合调整项目海洋环境影响报告表》	在 LD10-1WHPA 平台南侧新建 **LD10-1WHPC** 外挂井口平台，新铺一条从 LD10-1CEP 平台到 LD4-2 WHPB 平台的注水海管。对 LD10-1CEP 平台进行适应性改造。本项目实施后，生产污水全部回注。	LD10-1 WHPC	[redacted]	[redacted]
3	《旅大 10-1 油田至绥中 36-1 油田输气项目环境影响报告表》	新建 **1 条由 LD4-2WHPC 平台至 SZ36-1WHPM 平台长输气管道。** **将原 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水海管改造为输气海管。**对现有平台进行改造。	LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气管道；LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 输气海管	[redacted]	[redacted]
4	《旅大 4-2/5-2/10-1 油田开发工程环境影响报告书》	①新建平台：LD10-1CEP 平台、LD10-1WHPA 平台、LD4-2WHPB 平台、LD5-2DPP 平台。 ②新建管线：LD4-2WHPB~LD10-1CEP 多相混输管道、LD5-2DPP~SZ36-1 中心平台含水原油海管、LD10-1CEP~陆上终端原油海管、LD5-2DPP~SZ36-1 中心平台单层输气海管 ③新建电缆：LD10-1CEP~LD4-2WHPB、LD4-2WHPB~LD5-2DPP	LD10-1CEP、LD10-1WHPA 平台	[redacted]	[redacted]

5	《绥中 36-1 油田整体开发工程环境影响报告书》（1999 年）	①海上工程：6 座井口平台（SZ36-1WHPC、WHPD、WHPE、WHPF、WHPG、WHPH），1 座中心处理平台 CEP，以及油田内部海底管线（6 条混输管线和 6 条注水管线）和原油外输管线（1 条）；②浮式生产储油装置撤离，WHPA、WHPB、WHPJ、APP 平台适应性改造；③新建绥中 36-1 陆上终端处理厂； ④新建专用输油码头。	水下三通（WYE）至 JZ25-1S CEP 海底输气管道	[redacted]	[redacted]
6	《绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环境影响报告书》	①利用预留井槽和新建井槽新钻调整井 75 口 ②新建两座井口平台（SZ36-1WHPM，SZ36-1WHPN）、一座油气处理平台（SZ36-1CEPN）、一座生产水处理平台（SZ36-1CEPO），新建海底管道 6 条，海底电缆 2 条，其中混输管道 3 条，注水管道 1 条，输气管道 1 条（水下三通→SZ36-1WHPM 输气管线）	SZ36-1WHPM 至水下三通（WYE）输气海管	[redacted]	[redacted]
7	《旅大 16-3 油田 CEPA 平台扩建项目环境影响报告表》	在旅大 16-3 油田 LD16-3CEPA 平台北侧外挂 1 座 4 腿平台，共设置 28 个井槽（其中 6 个单筒双井）。对现有 LD16-3CEPA 平台中、下层甲板外扩，并对平台的生产水系统、注水系统、化 学药剂 系统、电气设备系统等进行适应性改造。	LD16-3CEPA	[redacted]	[redacted]

表 6.2-2 与本项目相关的主要环评报告书及批复落实情况

序号	项目	批复内容	落实情况
1	《旅大 21-2/旅大 16-3 区域开发项目环境影响报告书》	污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。含油钻井液和钻屑、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；非含油钻井液和钻屑应符合国家标准方可排海；生活污水经处理达标后方可排海；生产垃圾、生活垃圾应分类收集 运回陆地处理；生产水经处理达标后方可回注地层	本项目处理后的生产水全部经回注系统回注地层，生活污水处理达标后排入海中，含油钻井液和钻屑全部运会陆地交由有资质的单位处理，生产垃圾和生活垃圾分类收集，运回陆地交由有资质单位处理，无排海。

		严格执行作业规程和安全规程，加强随钻监测，配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备，建立健全井控管理系统	按要求执行，未发现有泄漏事故。
		加强铺管作业管理,严格按照设计要求施工，采取有效措施避免海底管道悬空。加强海底管道巡检，定期进行全面检测和清管作业，防止海底管道因腐蚀或外力破坏等原因造成油气泄漏	按要求执行，未发现有泄漏事故。
		加强注水作业管理，防止地质性溢油事故发生。预先识别海底地质断层和压力异常地层，合理部署注采井网，严格按照设计注入压力和注入量进行注水作业，实施分层注水，在注水过程中加强实时监测，杜绝超注超压	按要求执行，未发现有泄漏事故。
		切实落实环境风险防范措施，配备与油田规模相适应的溢油应急设备和物资。发生溢油事故时，应当立即启动溢油应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境特别是敏感目标的影响，并按照规定立即报告我部，及时通报渔业、海事、军队等有关部门	按规定落实和溢油应急措施，报备应急计划并定期组织演练，未发生事故。
		切实落实生态环境保护措施，合理安排施工作业时间。严格控制钻井液和钻屑的排放速率，钻屑和钻井液排放、海底电缆管线铺设开挖作业应避开渔业水域敏感期（1 月、2 月和 11 月），最大限度地减少对海洋生态环境和渔业资源的影响	在施工过程中按此要求执行，严格控制排放，合理安排施工时间。
2	《旅大 10-1 油田综合调整项目海洋环境影响报告表》	污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。含油钻屑和泥浆、船舶机舱含油污水和生产垃圾全部运回陆地交由有资质的单位处理；生活污水处理达标后排海；含油生产水经处理后全部回注地层；生活垃圾运回陆地处理。	钻井含油钻屑和泥浆全部运回陆地由有资质的单位处理。含油生产水正常工况下经处理达标后全部回注地层，无含油生产水排海。各船舶污染物均按批复得到有效处理和处置。
		加强生产管理，严格控制设计的注入压力和注水量进行作业，实时监测井口的注水压力和注水量；加强注水地层的地层压力监测，严禁超压、超量注水。	在生产过程中，严格按照管理要求，加强日常注水量、注入压力的监控等措施，确保实现注采平衡。
		切实落实风险防范对策措施，防止溢油事故发生。严格实施钻完井作业规程，配备安全有效的防喷设备和井控设备，建立健全井控管理系统，加强随钻监测。发生事故时，应当立即启动应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋环境特别是敏感目标	在项目运行中严格落实了各项风险防范措施和应急计划，防止溢油事故发生。

		的影响，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。	
3	《旅大 4-2/5-2/10-1 油田开发工程环境影响报告书》	工程位于生态环境比较脆弱的渤海海域，要严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度，同意暂按报告书中“总量控制方案建议”的指标执行；排污混合区应当控制在以排放口为中心 500 米半径以内海域。	工程在运行过程中严格执行已批复的排海总量和排放浓度。在运行过程中严格执行已批复的排污混合区范围。
		爆破作业对海洋生物的危害较大，应当尽量避免采用爆破作业。确需采用爆破作业时，应当避开生物产卵季节和禁渔期。	工程建设期间不采用爆破作业。
		加强日常管理，制定切实可行的应急措施和环保方案，配备应急设备，防范事故风险。发生污染损害事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局北海分局，并通报当地政府和渔业、海事、军队等有关部门。	建设单位已编制《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》（2019 年 10 月）并进行了备案。
		加强海底管道施工和运营期间的安全管理工作，定期对海底管道进行检测，避免油田管道事故发生对海洋环境的污染损害。	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。所辖海管目前已经开展两次勘察工作，对存在悬跨超标的管段均已经实施了治理工作；海管内检测工作：2018 年对 LD4-2 WHPB 至 LD10-1 CEP 平台混输海底管道实施清管及内检测，对 LD10-1 CEP 至绥中 36-1 终端原油海底海管实施清管及内检测工作。
		按照有关法规要求，加强施工期的监控管理。	施工期，建设单位注重污染防治措施的落实，避免对海洋生态环境产生影响。

6.3 主要环保设施及运行情况

本项目所涉及的平台的环保设施如下表所示，各装置处理后的水质情况详见 6.4 节，各生产水和生活污水处理设施均运行正常。

表 6.3-1 本项目依托平台主要环保设施

序号	工程设施	环保工程	数量	运行情况
1	LD16-3CEPA	含油生产水处理系统	1 套	正常
		生活污水处理系统	1 套	正常
2	LD10-1CEP	含油生产水处理系统	1 套	正常
		生活污水处理系统	1 套	正常
3	LD10-1WHPC	含油生产水处理系统	1 套	正常

6.4 主要污染物排放情况回顾

通过对旅大 16-3 油田及旅大 10-1 油田近 1 年的处理后的含油生产水及生活污水的水质进行统计分析可知：

现有 LD16-3CEPA、LD10-1CEP 生产水处理设施处理效果良好，出水石油类含量 7~24mg/L，符合《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022）中的石油类的标准（≤30mg/L）要求。

现有 LD16-3CEPA、LD16-3WHPB、LD10-1CEP 生活污水处理设施处理效果良好，处理后生活污水中 COD 浓度为 10~66mg/L，浓度符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级标准（≤300mg/L）的要求。

旅大 16-3 油田及旅大 10-1 油田投产运行至今，含油生产水及生活污水处理设施运行正常，监测结果符合相应标准，油田现有平台生产垃圾和生活垃圾等固废均运回陆上委托有相应资质的单位进行妥善处理，油田目前不存在环保问题。

1.含油生产水处理情况

现有 LD16-3CEPA、LD10-1CEP 生产水处理设施含油生产水处理情况详见下表。

表 6.4-1 含油生产水处理后监测结果

监测时间	[redacted]	[redacted]
2024 年 7 月	[redacted]	[redacted]
2024 年 8 月	[redacted]	[redacted]
2024 年 9 月	[redacted]	[redacted]
2024 年 10 月	[redacted]	[redacted]

2024 年 11 月	[redacted]	[redacted]
2024 年 12 月	[redacted]	[redacted]
2025 年 1 月	[redacted]	[redacted]
2025 年 2 月	[redacted]	[redacted]
2025 年 2 月	[redacted]	[redacted]
2025 年 3 月	[redacted]	[redacted]
2025 年 4 月	[redacted]	[redacted]
2025 年 5 月	[redacted]	[redacted]
2025 年 6 月	[redacted]	[redacted]

2.生活污水排放情况

现有 LD16-3CEPA、LD16-3WHPB、LD10-1CEP 生活污水处理设施处理情况详见下表。

表 6.4-2　油田生活污水中 COD 处理浓度监测结果

监测时间	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024 年 7 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024 年 8 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024 年 9 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024 年 10 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024 年 11 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024 年 12 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025 年 1 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025 年 2 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025 年 3 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025 年 4 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025 年 5 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025 年 6 月	[redacted]	[redacted]	[redacted]

6.5　事故及溢油情况回顾

旅大 16-3 油田及旅大 10-1 油田在生产过程中，严格执行中海石油（中国）有限公司天津分公司各项安全环保制度。自投产至今，旅大 16-3 油田及旅大 10-1 油田未发生过溢油事故。

7 海洋生态环境影响预测与评价

7.1 海水水质影响预测与评价

根据工程分析，项目排海的污染物主要是施工期海底管道挖沟悬浮物和生活污水，因此本项目预测因子包括悬浮物和 COD。本篇结合数值模拟方法和类比法对上述污染物对海洋环境的影响进行预测，预测范围为渤海海域，覆盖项目评价范围。

7.1.1 水文动力模型

本报告针对项目附近海域建立三维数学模型，采用有限体积法求解潮流运动控制方程。首先计算该水域的潮流场，明确其潮流的运动特性。

7.1.1.1 基本控制方程

模型基于三维不可压缩流体雷诺时均的纳维—斯托克斯（Navier-Stokes）浅水方程，在笛卡尔坐标下，依据 Bousinesq 涡粘假定及静水压力假设，三维水流运动的基本方程为：

连续方程：

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0$$

动量方程：

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial u^2}{\partial x}+\frac{\partial vu}{\partial y}+\frac{\partial wu}{\partial z}=fv-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial q}{\partial x}-g\frac{\partial \eta}{\partial x}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_A}{\partial x}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial x}+F_u-F_{vx}+\frac{\partial}{\partial z}(v_t^v\frac{\partial u}{\partial z})$$

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial uv}{\partial x}+\frac{\partial v^2}{\partial y}+\frac{\partial wz}{\partial z}=-fu-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial q}{\partial y}-g\frac{\partial \eta}{\partial y}-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p_A}{\partial y}-\frac{g}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial y}+F_v-F_{vy}+\frac{\partial}{\partial z}(v_t^v\frac{\partial v}{\partial z})$$

$$\frac{\partial w}{\partial t}+\frac{\partial uw}{\partial x}+\frac{\partial vw}{\partial y}+\frac{\partial w^2}{\partial z}=-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial q}{\partial z}+F_w-F_{vz}+\frac{\partial}{\partial z}(v_t^v\frac{\partial w}{\partial z})$$

式中：x、y、z 为笛卡尔坐标系；t 为时间；η 为潮位；u、v、w 分别为 x、y、z 方向的流速分量；g 为重力加速度；ρ 为海水密度；ρ_0 为水的相对密度；$f=2\Omega\sin\phi$ 为科氏力参数，Ω 为地球的自转角速度，ϕ 为地理纬度；q 为非静水

压力；p_a为大气压强；F_u、F_v、F_w为水平扩散项，可按以下公式计算：

$$F_u=\frac{\partial}{\partial x}\left(2v_t^h\frac{\partial u}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(v_t^h\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)\right)$$

$$F_v=\frac{\partial}{\partial x}\left(v_t^h\left(\frac{\partial u}{\partial y}+\frac{\partial v}{\partial x}\right)\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(2v_t^h\frac{\partial v}{\partial y}\right)$$

$$F_w=\frac{\partial}{\partial x}\left(v_t^h\frac{\partial w}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(v_t^h\frac{\partial w}{\partial y}\right)$$

式中：v_t^h为水平涡粘系数。

为了准确模拟实际海底地形的不规则形态，本文垂向采用σ坐标，坐标变换如下：

$$\sigma=\frac{z-z_b}{h},\quad x'=x,\quad y'=y$$

式中：$z_b=-d$，σ的取值范围为 0～1。

7.1.1.2 计算条件

（1）初始条件

$$\eta(x,y,t)|_{t=0}=\eta_0(x,y)$$

$$u(x,y,t)|_{t=0}=u_0(x,y)$$

$$v(x,y,t)|_{t=0}=v_0(x,y)$$

$$w(x,y,t)|_{t=0}=w_0(x,y)$$

式中：η_0、u_0、v_0、w_0分别为η、u、v、w在初始时刻的已知值。本报告均取 0。

（2）边界条件

①海面和海底边界

海底（$z=-d$）处：

$$\omega=-u\frac{\partial h}{\partial x}-v\frac{\partial h}{\partial y},\quad \left(\frac{\partial u}{\partial z},\frac{\partial v}{\partial z}\right)=\frac{1}{\rho_0 v_t}(\tau_{bx},\tau_{by})$$

海面（$z=\eta$）：

$$\omega=\frac{\partial \eta}{\partial t}+u\frac{\partial \eta}{\partial x}+v\frac{\partial \eta}{\partial y},\quad \left(\frac{\partial u}{\partial z},\frac{\partial v}{\partial z}\right)=\frac{1}{\rho_0 v_t}(\tau_{sx},\tau_{sy})$$

其中 τ_{bx},τ_{by} 分别为 x，y 向的床面切应力分量；τ_{sx},τ_{sy} 为海面 x，y 向的风应力分量，本次模拟 $\tau_{sx}=\tau_{sy}=0$ 。

②闭边界条件

所谓闭边界条件，即水陆交界条件。水陆交界的法向流速一般采用不考虑渗透作用的流体不可穿越固壁原理，即法向流速为 0，一般形式为 $\vec{U}\times\vec{n}=0$，其中 $\vec{U}$ 为流速矢量，$\vec{n}$ 为闭边界的法向矢量。

③开边界条件

所谓开边界条件即水域边界条件。在此边界上，或者给定流速，或者给定潮位。本研究中开边界给定潮位。开边界强迫水位计算公式如下所示。

$$\zeta=\sum_{i=1}^{N}\{f_i H_i \cos[\sigma_i t+(V_{oi}+V_i)-G_i]\}$$

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；$V_{0i}+V_i$ 是分潮的幅角。

模型开边界的强迫水位资料料采用全球调和模型求得开边界的 M_2、S_2、O_1、K_1、M_4 和 M_{S4} 六个分潮调和常数值输入计算得到。

④动边界条件

本模型采用限制水深的方法处理动边界问题，其中 0.05m 以下为干单元，0.1m 以上为湿单元，二者区间为半干半湿单元。

7.1.1.3 参数设置

（1）网格

本项目所建立的海域数学模型计算域范围为整个渤海区域。大海域计算网格见图 7.1-1。模拟采用非结构三角网格，整个模拟区域内由 52797 个节点和 103764 个三角单元组成，垂向上分 3 层。

为了解本项目附近海域的潮流状况，将在工程附近进行加密，加密后工程区附近 1.5km 范围内的网格空间步长在 30m 以内。新建工程附近计算网格见图 7.1-2。

水深收集于中国人民解放军海军航海保证部制作的水深地形图电子数据，结合海图及 Googlearth 卫星图绘制模型计算陆域边界。数值模型以平均海平面为计算基面，坐标系统为 UTM-50 投影。

图 7.1-1　网格及水深分布图

图 7.1-2　网格加密示意图

（2）水平涡粘系数

采用 Smagorinsky 公式计算此公式根据流速梯度来估计涡粘系数，具体公式为：

$$A = C_S^2 l^2 \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial y}\right)^2}$$

计算中通过输入 Cs 值计算涡粘系数，取 0.28。

（3）垂向涡粘系数

模型垂向涡粘系数采用抛物分布法给出，计算公式为：

$$v_t = U_\tau h\left(c_1 \frac{z+d}{h} + c_2\left(\frac{z+d}{h}\right)^2\right)$$

式中：$U_\tau = \max(U_{\tau s}, U_{\tau b})$，$U_{\tau s}$、$U_{\tau b}$ 分别为水面和底床的摩阻流速；c_1、c_2 为常数，分别取为 0.41 和-0.41，即给出了标准的垂向抛物分布。

（4）粗糙高度

三维模型中采用粗糙高度 ks（Roughness height）表达底部糙率，本文中经调试 ks 在 0.4m 以内。

7.1.1.4　模型验证

利用青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司于 2023 年 11 月 14 日~11 月 15 日（大潮期）在工程海域周边现场观测的海流和潮位数据进行验证。潮流潮位验证站位及位置见下表和下图所示。

表 7.1-1　验证点坐标位置

站位号	[redacted]	[redacted]	调查项目
A28	[redacted]	[redacted]	海流、潮位
A32	[redacted]	[redacted]	海流
A56	[redacted]	[redacted]	海流
A58	[redacted]	[redacted]	海流
A67	[redacted]	[redacted]	海流
A69	[redacted]	[redacted]	海流、潮位

图 7.1-3　模型验证点位分布图

7.1.1.5 验证结果

上图为各个验证站位的大潮期间潮流、潮位验证结果。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。

图 7.1-4 潮位验证曲线图

图 7.1-5 潮流验证曲线图

7.1.1.6 潮流场预测结果

根据潮流数值模拟结果，提取了大海域大潮期项目区域附近涨急、落急两个时刻的潮流场，具体如下图所示。可见工程区附近海域流场为往复流。落潮时，工程区新建输气管道 LD10-1WHPC 和 LD16-3CEPC 附近大潮主潮流流向分别为 NE 向和 N 向，最大流速分别为 0.73m/s 和 0.75m/s；涨潮时，工程区新建输气管道 LD10-1WHPC 和 LD16-3CEPC 附近大潮主潮流流向最大流速分别为 0.65m/s 和 0.72m/s。

图 7.1-6 计算海域大潮涨急表层潮流场

图 7.1-7 计算海域大潮落急表层潮流场

图 7.1-8 工程附近海域大潮涨急表层潮流场

图 7.1-9 工程附近海域大潮落急表层潮流场

7.1.2 施工期悬浮物对水质环境的影响

7.1.2.1 预测模型

细颗粒悬浮物随着海水运动的同时还在海水中沉降，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。

（1）控制方程

$$\frac{\partial C}{\partial t}+\frac{\partial uC}{\partial x}+\frac{\partial vC}{\partial y}+\frac{\partial wC}{\partial z}=\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(D_h\frac{\partial}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_h\frac{\partial}{\partial y}\right)\right]C+\frac{\partial}{\partial z}\left(D_v\frac{\partial C}{\partial z}\right)-k_pC+C_sS$$

式中：C：为浓度；

S：为源项的排放量；

k_p：为耗散项的衰减系数，$k_p=p\cdot\omega$，p 为沉降概率，ω为沉速；

C_s：为源项的排放浓度；

D_h：为横向扩散系数；

D_v：为垂向扩散系数；

其它符号同上。

（2）边界条件

固边界上，浓度通量为 0。

开边界上，

$C|_\Gamma=0$ 入流段

$\frac{\partial C}{\partial t}+V_n\frac{\partial C}{\partial n}=0$ 出流段

其中 n 为边界的法线方向，Γ为水边界。

（3）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。

（4）沉降速度

泥沙沉速与泥沙颗粒粒径有关。对于泥沙粒径<0.03mm 的，将发生絮凝现象，沉速取 0.0005m/s。

7.1.2.2 评价标准

根据《海水水质标准》（GB3097-1997）确定悬浮物评价标准，其中悬浮物超第一（二）类海水水质标准是人为增加的量>10mg/L，超第三类海水水质标准是人为增加的量>100mg/L，超第四类海水水质标准是人为增加的量>150mg/L。

7.1.2.3 海底管道施工悬浮物对水质影响分析

（1）源强和位置

项目新建 1 条 [redacted]km 的海底输气管道，管道全程埋设，均采用后挖沟，自然

回填，埋设管道顶部距海床表面为[redacted]。经计算本项目海底输气管道悬浮物源强最大为[redacted]，见下表所示。

表 7.1-2 海底管道挖沟源强

类别	长度（km）	挖深（m）	挖沟速度（m/d）	悬浮物产生量（m^3）	源强（kg/s）
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（2）预测方案

控制点位置分布见下图所示。采用典型控制点连线的方法计算悬浮物影响面积，选取海底管道起止端点、拐点和间隔 5km 等位置作为控制点，控制点在大潮和小潮潮周期内连续性排放悬浮物 25h（包含一个完整的潮周期）进行预测，各网格结合不同潮型下的预测值统计最大浓度增量，获得各控制点超海水水质标准的外包络线，按各控制点的外包络线连线所围成的范围即为海底管道施工过程中悬浮物超标浓度最大包络线。

图 7.1-10 控制点分布图

（3）预测结果

本项目海底管道铺设悬浮物超标面积及各级浓度区间面积预测结果表 7.1-3~表 7.1-4，其海底管道铺设产生悬浮物浓度最大包络线见下图 。

由计算可知，本项目 LD16-3 CEPA 至 LD10-1WHPC 输气管道施工期间表层悬浮物无超海水水质标准海域；中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积为[redacted]

表 7.1-3 海底管道铺设产生的悬浮物预测结果

海底管道	层位	超一类水质（km^2）	超三类水质面积（km^2）	超四类水质面积（km^2）	超一类最大距离（km）	结束后恢复一类水质时长(h)
LD16-3 CEPA 至 LD10-1WHPC 输气管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]		
		[redacted]	[redacted]	[redacted]		

表 7.1-4 海底管道铺设产生的悬浮物不同超标倍数包络面积（km^2）

海底管道	层位	悬浮沙泥沙超标倍数（倍）							
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

LD16-3 CEPA 至 LD10-1WHPC 输气管道	表层				
	中层				
	底层				

图 7.1-11 天然气管道铺设悬浮物浓度增量包络线（左：中层，右：底层）

7.1.3 其他污染物对海水水质环境的影响分析

（1）施工期

施工期船舶人员生活污水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）后排海，改造平台施工人员生活污水经平台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》（GB4914-2008）一级标准的要求后排放入海，生活污水排放量小，类比渤海海上平台生活污水排放预测结果可知，一般生活污水超标影响范围在一个网格 30m 范围内，且其施工期影响为临时的，故生活污水对海洋环境影响小。

船舶含油污水由污油水系统收集，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，运至陆上交有资质单位处理，因此施工船舶不会直接向施工海域排放含油污水，正常工况下不会对海洋环境造成不利影响。

（2）运营期

运营期海底管道封闭，不会对海洋水质环境造成影响。

7.1.4 小结

本项目新建海管位于小黄鱼、黄姑鱼、鳀、中国明对虾、叫姑鱼的索饵场和中国毛虾越冬场中，距小黄鱼产卵场最近距离约[redacted]，距离蓝点马鲛产卵场约[redacted]。根据数值预测结果，本项目海底管道挖沟悬浮物影响范围主要位于底层和中层，超一（二）类海水水质标准的范围离海管的最大距离为[redacted]。施工结束后在 2h 内悬浮物恢复到一类水质。本项目的建设将对该范围内的“三场一通道”产生一定影响，但是暂时可恢复的，影响较小。

7.2 海洋沉积物影响评价

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。本项目新建 1 条输气管道，[redacted]

本项目海底管道在工程防腐设计中外防腐将采取防腐涂层与阴极联合保护方法，阴极材料采用铝基锌块作为牺牲阳极，牺牲阳极中锌的质量含量平均为 5%。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。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，所以可以把每个阳极块当做一个单独的释放源。

根据本项目牺牲阳极规格，新建天然气管道每个阳极块的最大重量为 33.2kg、阳极块中锌含量按 5.0%考虑，每个点源影响范围按半径 5m，影响深度 1.5m 计算，则单个阳极释放到周边 5m 范围内沉积物的含量为 0.36×10^{-6}，叠加秋季海洋环境现状调查，本海区沉积物锌含量秋季平均值为 55.068×10^{-6}，则海管周围沉积物中锌含量最大为 55.428×10^{-6}，远低于海洋沉积物质量标准的第一类标准值 150×10^{-6}，因此海管防腐采用的牺牲阳极对沉积物环境质量影响较小，对海洋生态环境敏感区的影响可接受。

7.3 海洋生态环境影响分析与评价

7.3.1 海洋生态环境的影响分析与评价

7.3.1.1 项目建设对浮游植物的影响分析

本项目海底管道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。但由于底质多以粉砂和砂质粉砂为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，运移规模也小，沉积物悬浮时间较短，因此挖沟而引起的海水透明度会很快得到恢复。

7.3.1.2 项目建设对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。海底管道铺设搅起的悬浮沙将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的

摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

7.3.1.3 项目建设对底栖生物资源的影响分析

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。

7.3.1.4 项目建设对游泳生物的影响分析

施工搅起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，工程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。

7.3.1.5 海洋生物资源损失估算

（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（尾）、个（个）、千克(kg)；

D_{ij}——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源密度，单位为尾平方千米（尾/km²）、个平方千米（个/km²）、千克平方千米（kg/km²）；

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

K_{ij}——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为%；

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 7.3-1　污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数（Bi）	各类生物损失率（%）		
	鱼卵和仔稚鱼	成体	幼体
Bi≤1 倍	5	1	3
1<Bi≤4 倍	10	5	8
4<Bi≤9 倍	30	10	20
Bi≥9 倍	50	20	35

2）占用海域造成的底栖生物资源损失

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)/km²]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km³]、千克每平方千米（kg/km²），在此为底栖生物生物量；

S_i——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km²）或立方千米（km³）。

（2）海洋生物资源密度

生物资源密度选择第五章现状调查结果各站位平均值，最终计算取值见下表。

表 7.3-2　项目海域海洋生物资源密度

种类	属性	单位	数值	资料来源和调查时间
底栖生物	生物量	g/m²	11.87	《旅大 16-3 油田 S-6、S-6Sa 井区开发项目海洋环境现状秋季调查报告》[redacted]），调查时间：2023 年 10 月
鱼卵	密度	粒/m³	0.756	《旅大 16-3 到 10-1 油田新建海底输气管道项目渔业资源现状春季调查》[redacted]，调查时间：2023 年 6 月
仔稚鱼	密度	ind/m³	0.079	
游泳动物成体	重量密度	kg/km²	332.17	
幼鱼	密度	尾/km²	7796	
头足类幼体	密度	尾/km²	1208	
虾类幼体	密度	尾/km²	12393	
蟹类幼体	密度	尾/km²	114	

（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海底管道开挖对底栖生物造成的损失。具体计算见下表。

表 7.3-3　项目造成底栖生物损失量估算

影响环节		影响面积（m²）	密度(g/m²)	损失率（%）	损失量（t）
海底管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]
	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]
[redacted]					[redacted]

（4）海底管道施工对海洋生物资源的影响评价

海底管道铺设造成生物资源损失计算按一次性损失计算。悬浮物扩散影响面积取表层、中层、底层超标面积的平均值（生态损失计算量等同于各层超标影响面积×各层平均水深），水深取管道沿线整体平均水深约[redacted]。算得悬浮物造成

的渔业资源损失量见下表所示。

表 7.3-4　海底管道施工产生悬浮物造成的海洋生物资源损失量

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（7）生物损失量小结

综上，[redacted]。

表 7.3-5　本项目造成的海洋生物资源损失量合计

生物资源	[redacted]
鱼卵	[redacted]
仔稚鱼	[redacted]
幼鱼	[redacted]
头足类幼体	[redacted]
虾类幼体	[redacted]
蟹类幼体	[redacted]
游泳动物成体	[redacted]
底栖生物	[redacted]

7.3.2 环境敏感目标的影响分析

7.3.2.1 重要水生生物“三场一通道”影响分析

本项目新建海管位于小黄鱼、黄姑鱼、鳀、中国明对虾、叫姑鱼的索饵场和中国毛虾越冬场中，距小黄鱼产卵场最近距离约[redacted]，距离蓝点马鲛产卵场约[redacted]。根据预测结果，海底管道铺设产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围最远扩散距离为[redacted]，施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间在 2h 以内，可见悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复。项目施工结束后也通过渔业增殖补偿等措施修复海洋渔业资源，可减少对海洋渔业的影响，因此本项目的建设对渔业“三场一通道”的影响是暂时且可恢复的，不会对三场一通道的主要功能产生重大影响。运营期海底管道封闭，不会对重要水生生物“三场一通道”造成影响。

综上，本项目对重要水生生物“三场一通道”的影响程度较弱，影响可接受。

7.3.2.2 重要生态敏感区影响分析

本项目评价范围内不涉及重要生态敏感区，距离最近的重要生态敏感区辽宁大连斑海豹国家级自然保护区约[redacted]，项目建设不会对重要生态敏感区造成不利影响。

7.3.3 重大生态环境问题分析

本项目海底管道对海洋环境主要造成施工期悬浮物短期浓度超标影响，施工结束后可恢复。运营期海底管道密闭，并且埋设于海床，正常工况下不会对当地海域造成重大生态环境问题和风险。

7.3.4 小结

本项目建设会对生物资源造成一定损失，[redacted]

综合上述分析结果，对照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 F 的表 F.1 海洋生态影响程度划分表。本项目对生态敏感

区和生物资源影响程度为“弱”影响、对重要物种和特殊生境无影响。

8 海洋生态环境风险评价

8.1 风险调查及评价等级

本项目拟新建 1 条[redacted]海底输气管道，并对 4 个现有平台进行适应性改造。本项目涉及的主要危险物质是油类。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），针对本项目涉及的危险物质等确定环境风险潜势，进而进行风险评价等级的判定。

8.1.1 环境风险潜势判定

根据建设单位提供资料，LD16-3CEPA 新增低温脱水撬，新增油类最大含量[redacted]，油类密度按[redacted]计算，运营期新增油类的在线量为[redacted]。

施工阶段主要考虑施工船舶燃油舱柴油，选取同时段施工最大舱容船舶总舱容为最大存在油类总量，为海管铺设船海洋石油 202，总舱容约为[redacted]，柴油密度按[redacted]，计算在线量为[redacted]。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025），油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量：100t。经计算，本项目危险物质最大存在总量与其临界量的比值：

运营阶段：Q=[redacted]；

施工阶段：Q=[redacted]。

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报告 4.2.1 章节内容。

8.2 风险评价工作等级

根据 8.1.1 节，本项目运营期 Q<1，根据《建设项目环境风险评价技术导则》，环境风险潜势为I，环境风险评价为简单分析；施工阶段危险物质数量与临界量的比值 Q=34.8，根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.1，项目施工阶段行业及生产工艺 M 为“其他”，分值为 5（M4）；根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.2，判定危险物质及工艺系统危险性 P 分级为 P4。本项目施工

阶段船舶碰撞油类泄漏的位置位于鱼类“三场一通道”，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 G2，属于一般敏感区，环境敏感程度判定为 E2，结合危险物质及工艺系统危险性 P 分（P4），根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 2，最终判定项目环境风险潜势为II，根据表 1 评价工作等级为三级。

表 8.2-1 环境风险评价等级

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

[a] 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

8.3 环境风险评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）相关要求：“海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围”，本项目风险评价等级为三级，因此，本项目风险评价范围确定为与本项目的生态环境影响评价范围一致，评价范围详见 1.3.2 章节。

8.4 环境风险识别

在海上油田开发过程中，由于涉及大量易燃、易爆油气产品，加上油田开发工艺、设备运行的复杂性，因而存在油气泄漏、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。溢油风险分析与评价为本次环境影响评价的工作重点之一。

8.4.1 物质风险性识别

本项目所涉及的危险物质包括原油、燃料油（柴油）。相关理化性质及危险特性如下。

表 8.4-1 原油理化及危险性质

标识	中文名：原油	英文名：Crude Oil
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：828.8~949.2kg/m^3	沸点（℃）：120-200℃
	稳定性：稳定	禁忌物：强氧化剂
	聚合危害：不聚合	
危险	危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体	引燃温度（℃）：350

特性	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、沙土	
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 8.4-2　柴油理化性质及危险特性表

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	
危险特性	燃烧性：易燃	闪点（℃）：38
	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	

8.4.2 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，主要包括施工期平台改造

时动火作业存在的火灾爆炸风险、施工船舶碰撞及运营期间平台设备故障泄漏等事故。具体如下表所示。

表 8.4-3　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	平台改造、动火作业	原油	火灾爆炸	海洋环境、大气环境
	施工船舶使用	燃料油	燃料油泄漏	海洋环境
运营期	新增低温脱水撬设备故障/事故泄漏	原油	原油泄漏	海洋环境

8.4.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质为油类，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 8.4-4　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）

8.5 环境风险危害识别与事故频率估算

8.5.1 油气泄漏事故风险识别

8.5.1.1 建设阶段的油气泄漏事故风险识别

（1）船舶碰撞燃料油泄漏

在施工阶段涉及的船舶主要有拖轮、铺管船等，船舶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。

（2）平台改造施工火灾/爆炸

4 个现有平台改造施工过程中存在着一些动火作业，如离油气生产区较近，设备故障以及人员操作失误有可能造成火灾和爆炸，事故升级可能造成原油泄漏入海。

8.5.1.2 生产阶段的油气泄漏事故风险识别

本项目运营阶段管道发生天然气泄漏事故后，由于天然气输送管道埋藏于海床之下，泄漏的天然气不会进入海水中也不会挥发至海面。应急响应后，将通过两侧阀室或球阀切断气源，将泄漏量控制在一定管段内，可减少天然气在管道所在海域的泄漏量。因此，本项目输气管道泄漏不会对周围海域水质、海洋生物及大气环境产生影响。

本项目运营期在 LD16-3CEPA 新增低温脱水撬，新增含油量[redacted]，当低温脱水撬发生故障导致溢油时，将通过平台上的开闭排进行收集，原油有极小概率发生泄漏入海。

8.5.2 油气泄漏事故概率分析

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）等机构统计的海洋油气开发工程事故数据。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》中的数据，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。

8.5.2.1 平台改造施工火灾/爆炸

4 个现有平台改造施工严格执行联合作业各项制度：作业前进行必要的安全分析；严格执行作业计划；严格实施作业安全监督；合理布置，确保油气生产区与施工场地保持安全距离；对施工作业人员进行安全培训与教育，严格明火源控制等；根据新增设备设施完善相应的安全管理制度和操作规程。采取严格风险防范措施后，平台火灾爆炸导致溢油入海的可能性很小。

8.5.2.2 船舶碰撞泄漏事故

施工期间平台附近船舶主要为拖轮、铺管船等；运营期不新增船舶数量，不新增船舶碰撞风险。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与油田设施发生碰撞。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下表。

表 8.5-1 船舶碰撞概率

船舶类型	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}

本项目施工期发生船舶碰撞并造成产生重大损伤的概率为 5.0×10^{-6} 次/a。由于船舶碰撞造成的溢油事故概率将至少低一个数量级，因此，船舶碰撞造成溢油

事故的概率小于 5.0×10^{-7} 次/a。

8.5.2.3 设备故障泄漏事故

本项目运营期在 LD16-3CEPA 新增低温脱水撬，新增含油量[redacted]，当低温脱水撬发生故障导致溢油时，将通过平台上的开闭排进行收集，原油有极小概率发生泄漏，溢油入海的可能性很小。

8.5.3 溢油事故溢油量估计

8.5.3.1 建设阶段溢油量估计

施工期船舶碰撞燃料油泄漏事故及平台改造施工火灾/爆炸，平台火灾爆炸溢油入海几率很小且溢油量难以估计，因此本节只给出建设阶段因船舶碰撞泄漏的燃料油（柴油）最大可能溢油量。本项目取拖轮单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量为 $400m^3$。

8.5.3.2 生产阶段泄溢油量估计

本项目运营期在 LD16-3CEPA 新增低温脱水撬，新增含油量[redacted]，当低温脱水撬发生故障导致溢油时，将通过平台上的开闭排进行收集，原油有极小概率发生泄漏，溢油入海的可能性很小。

8.5.4 最大可信事故选取

据各类事故发生概率和可能发生的油气泄漏规模，可将本项目油气泄漏事故的相对环境风险进行归纳。

本项目主要油气泄漏事故来自船舶碰撞等，不同的事故带来的环境风险危害程度不同，事故风险高低通常用环境风险危害程度来表征。进行环境风险分析的目的是确定哪些是环境风险危害程度较高的事故，从而采取相应的防范措施。

本项目最大可信事故选取为施工阶段船舶碰撞泄漏事故，其发生概率为 5.0×10^{-7} 次/a，油品最大可能泄漏体积为 $400m^3$，密度为 $0.87kg/m^3$，含油量为 348t。

表 8.5-2 本项目各类溢油事故环境风险判别

事故类型	规模	事故概率	环境风险危害程度
平台改造施工火灾/爆炸	不定	很小	高
船舶碰撞	$400m^3$	5.0×10^{-7} 次/a	高
低温脱水撬故障	$0.76m^3$	很小	高

8.6 溢油事故对海洋生态环境的影响

根据 8.5 小节风险识别可知，本项目的环境风险类型主要包括平台火灾/爆炸和船舶碰撞事故等，根据 8.2 小节风险评价等级判定可知本项目环境风险评价等级为三级，拟通过类比分析的方式分析本项目可能发生的溢油环境风险影响内容。类比对象选取为《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目环境影响报告表》（[redacted]），该报告环境风险专项评价综合考虑的环境风险事故包括井喷/井涌、平台火灾/爆炸、船舶碰撞、地质性油气泄漏、供应船输油软管破裂、海底管道油气泄漏等风险，通过筛选最大可信事故选取运营期海底管道泄漏 467.93t（527.6m^3）溢油量开展了环境风险影响预测。

本项目识别出的环境风险类型未超出类比环评识别的风险类型。

本项目结合本项目特点及溢油规模，环境风险影响等因素，筛选出施工期船舶碰撞为本项目最具代表性事故类型，油品最大可能溢泄漏体积为 400m^3，含油量为 348t。鉴于类比环评已综合考虑了井喷/井涌、平台火灾/爆炸、海底管道及立管泄漏、船舶碰撞、地质性油气泄漏等风险，类比环评选择典型事故可能发生的 467.93t（527.6m^3）溢油进行预测，因此本项目环境风险事故影响类比《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目环境影响报告表》（[redacted]）中设定情景下的风险事故影响程度和范围。

本项目管道一端所在平台 LD10-1WHPC 与类比环评选取溢油点 LD10-1CEP 栈桥相连，可视作同一位置，溢油事故对于海洋生态环境及周边敏感目标影响基本可以代表本项目一旦发生溢油产生的影响范围和程度，类比环评环境风险事故影响范围、程度及评价结论如下：

溢油预测中 72h 溢油漂移距离溢油点最远约为 192km，发生在 NNE 向极风落潮工况下；72h 油膜最大扫海面积为 878.5km^2，发生在 SW 向极风涨潮工况下；最快抵岸时间为 24.5h，发生在 SE 向极风涨潮工况下。

根据《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目环境影响报告表》（[redacted]）中设定情景下预测结果，溢油在预测工况下抵达大连斑海豹国家级自然保护区最短时间为 17h，抵达生态保护红线最短时间为 17h，抵达其它敏感区抵达时间均在 20h 以上。

综上，本项目一旦发生同等规模的溢油事故，抵达周边敏感目标的时间最快

为 17h，同时，由于本项目位于黄姑鱼索饵场、叫姑鱼索饵场、鳀索饵场、毛虾越冬场内，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，溢油将即刻抵达该敏感目标，可能对其造成不利影响。

表 8.6-1　本项目事故溢油抵达敏感目标情况表

保护区	敏感目标名称	不利条件	[redacted]	[redacted]
国家级水产种质资源保护区	辽东湾水产种质资源保护区（实验区）	极风落潮 S	[redacted]	[redacted]
	辽东湾水产种质资源保护区（核心区）	极风涨潮 SW	[redacted]	[redacted]
	山海关海域国家级水产种质资源保护区	极风落潮 E	[redacted]	[redacted]
国家级海洋公园	大连仙浴湾国家级海洋公园	极风涨潮 W	[redacted]	[redacted]
	辽宁绥中褐石国家级海洋公园	极风涨潮 E	[redacted]	[redacted]
国家级自然保护区	大连斑海豹国家级自然保护区	极风落潮 W	[redacted]	[redacted]
海洋特别保护区	锦州大笔架山海洋特别保护区	极风涨潮 S	[redacted]	[redacted]
生态红线区	大连斑海豹国家级自然保护区	极风落潮 W	[redacted]	[redacted]
养殖区	——	极风涨潮 SE	[redacted]	[redacted]
三场一通道	黄姑鱼索饵场	所有风向	[redacted]	[redacted]
	叫姑鱼索饵场			
	鳀索饵场			
	毛虾越冬场			

本项目溢油事故对周边敏感目标的影响不会超过类比环评《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目环境影响报告表》（[redacted]），本报告针对可能发生的风险事故制定了有针对性的风险防范措施，并针对可能发生溢油事故开展了溢油应急可行性分析。

8.7　溢油环境影响分析与评价

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）。

8.7.1 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气体交换，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）。

8.7.2 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。油污染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、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。

8.7.3 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质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。

8.7.4 天然气泄漏对海上的影响分析

天然气是一种无色无味的气体且比空气轻，天然气易燃易爆，在空气中的爆炸极限为 5～15%。由于天然气易燃易爆，当其与空气的混合物达到一定浓度并遇到火源后，就有燃烧爆炸危险。

当在海底发生天然气泄漏事故时，天然气极少溶于水，天然气会从水底上升到水面，由于天然气比空气轻，天然气在环境中随空气流动飘逸和扩散。当大量天然气从海底泄漏时，会在水面上形成可燃爆炸的天然气云团，遇明火会发生燃烧，燃烧的天然气火焰团会在风力作用下飘动。

天然气泄漏事故影响和危害主要表现为：泄漏的天然气扩散增加大气环境中甲烷浓度，如果泄漏天然气发生燃烧，造成周围环境温度升高。天然气密度比空气小，且溶解率很低，在事故状态下，天然气对海洋环境的直接影响很小。当有火灾和爆炸发生时，会在短时间和小范围内使海水温度升高，对周边邻近海域内海洋生物及其栖息环境造成短时间的影响。

8.8 环境风险防控方案

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，需采取相应的措施降低事故发生的概率，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。

8.8.1 风险防范措施

8.8.1.1 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，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。项目新建海管位双层保温设计，有配重，抵抗风险能力更强。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。

8.8.1.2 施工阶段防范措施

（1）船舶碰撞防范措施

- 在施工期间，建立溢油应急制度，一旦突发事故造成溢油事故，应迅速做出反应，一方面尽快向部门监督和环保部门汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方面应同时尽快实施污油回收、消除等有效措施，以减少污染损害。
- 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。
- 制订必要的事故应急程序，配置相应的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，并及时报告相关政府部门，对溢油进行清除，将溢油造成的损失降至最低。
- 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让措施。根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，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。施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。
- 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。

（2）平台改造火灾爆炸事故风险防范措施

- 严格执行联合作业安全审核制度；作业前进行必要的安全分析；严格编制与执行作业计划；严格实施作业安全监督；
- 合理布置，确保油气生产区与施工场地保持安全距离；
- 对施工作业人员进行安全培训与教育，严格明火源控制等；
- 根据新增设备设施及物流的接入，完善相应的安全管理制度和操作规程。

8.8.1.3 生产阶段防范措施

- 采取管道完整性管理的方法实现对海底管线的事故防范；
- 制定相应的管线保护和检测程序；值班船加强对管线沿途进行巡视，对海底管道进行检测；
- 设置压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置；设置相应的应急关断系统。

8.8.2 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。

8.8.2.1 溢油应急预案

中海石油（中国）有限公司天津分公司辽东作业公司制定了《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》并分别于 2023 年 4 月、2024 年 6 月在生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局完成备案。

所有参加油田开发作业的施工船舶（供应船、值班船或工程船舶等）均需参照《防治船舶污染海洋环境管理条例》和健康安全环保管理体系的相关要求向天津分公司提供其安全应急计划和溢油应急预案。船舶发生污染事故其应急预案应符合《防治船舶污染海洋环境管理条例》规定的相关要求。

本油田发生溢油事故后，无论大小，均必须按要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报。在通知天津分公司应急办公室以前完成以下应急反应程序：

任何人看到溢油都必须在安全的前提下，马上采取措施切断溢油源，并向上级报告；确保所有人员的安全。判断溢油是否有起火或爆炸的危险。如需要，关闭电源并确保停止所有产生点火源的活动；使用吸附剂和其它现有材料，在区域周围形成一个临时围栏以阻挡溢出的油扩散；尽量防止溢油入海；报告并按小型

溢油应急程序或中型溢油应急程序中的内容采取恰当的溢油应急行动。

（1）天津分公司应急指挥中心

辽东作业公司为天津分公司所辖作业公司之一，旅大 21-2/旅大 16-3 油田、旅大 10-1 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，主要由：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、通讯保障组、资金保险组、服务支持组、秘书组、兴城应急分中心、蓬莱应急分中心组成。

图 8.8-1　天津分公司应急组织机构

（2）旅大 16-3 油田应急组织机构

当旅大 16-3 油田发生溢油事故时，旅大 16-3 油田总监作为现场应急小组组长，全面负责现场溢油应急处置工作。旅大 21-2 油田总监协助旅大 16-3 油田总监提供应急支持。

图 8.8-2　旅大 16-3 油田应急组织机构图

（3）旅大 10-1 油田应急组织机构

当旅大 10-1 油田发生溢油事故时，旅大 10-1 总监作为现场应急小组组长，全面负责现场溢油应急处置工作，旅大 4-2 协助旅大 10-1 提供相应的应急支持。

图 8.8-3 旅大 10-1/4-2 油田溢油应急组织机构

图 8.8-4　溢油事故报告程序图

8.8.2.2　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》（2022 年版）对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。

8.8.2.3 海上溢油的处理措施

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。

1. 溢油的监视和追踪

a. 遥感监视利用卫星信息资料通过影像处理分析进行监视。计算溢油面积、扩散方向、速度和范围，绘制溢油扩散分布图，为溢油污染损害提供依据；

b. 借助溢油漂移软件计算其溢油面积、扩散范围、扩散方向、扩散速度等，确定油膜中心点坐标，作为直升机和船舶巡航的依据，为溢油回收和污染损害提供保障；

c. 安排直升机扩大搜索范围，根据漂移预测反馈对可能到达的范围进行进一步搜索识别；

d. 安排船舶跟踪监视溢油的漂移动态，跟踪拍照或录像，并记录其漂移轨迹变化；

e. 安排无人机对重点区域进行定期巡航观测；

f. 平台附近能够看到的漂油，将安排平台专人通过望远镜等设备，监视其漂移动态；

g. 报告公司应急指挥中心，派专业的监视和监测队伍。

2. 溢油的回收条件

根据溢油应急响应普遍经验，在某些特殊天气条件及情况下，溢油围控和机械回收作业无法进行，或会增加潜在危险，这时不建议采取溢油回收作业。此类限制条件和情况包括：

a. 海上现场风速达到或超过 6 级；

b. 海上现场海浪高度超过 2 米；

c. 其它潜在火灾、爆炸等安全因素。

3. 溢油围控和回收技术

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。

A.溢油的围控

溢油发生后，首先应考虑切断溢油源，然后抑制溢油的扩散，随后采取适当措施将溢油回收。溢油在海面风、海流、海浪等的作用下，会迅速地由事故地点向外漂移扩散，形成大面积分散油膜和亮带，对于很薄的油膜大部分设备和材料的回收效果不明显，所以通常情况下，应急处理的第一步是采取围控措施将溢油拦截，阻止溢油的进一步扩散和漂移，将溢油聚集增厚便于回收。

围油栏是防止溢油扩散、缩小溢油面积、配合溢油回收的有效器材之一，根据海域现场实际工况可采用以下种类的围油栏对溢油进行围控回收。

B.围油栏的布设方法

围油栏的布放可根据溢油源实际情况、气象、水文条件及周围环境而定，基本方法如下：

（1）固定点源持续性溢油围控方法

对于海面固定持续溢油源可采用包围溢油源的方法。溢油有可能从围油栏逃逸，可铺设多道围油栏对溢油进行多次围控。对于固定持续溢油源宜采用固体浮子式围油栏进行围控，如果作业现场溢油有起火的风险还应提前布设防火围油栏，并指派具备灭火功能的守护船进行消防守护。

（2）移动点源一次性溢油围控方法

对于海上移动点状溢油源或出现漂移的较厚油膜时宜采用两船“U”型、“J”型拖带的方式。对溢油进行兜捕和回收。

操作人员将溢油应急设备开箱检验后，吊到船上并摆放好位置，利用钢丝绳、卸扣、手拉葫芦等固定装置，将溢油设备集装箱固定好，然后迅速驶向溢油位置。围油栏的长度需要 200-400m。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40m，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（10-20m），以便于撇油器或其它回收设备的操作。

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。

（3）特定作业溢油逃逸围控方法

对于海上执行特定作业且该作业可能产生溢油时，现场宜采用布放重型吸油拖栏或充气式围油栏对可能出现的溢油进行拦截吸附。该做法为根据海面风向和流向，在溢油源下游一定距离处布放重型吸油拖栏，对漂来的溢油进行围控吸附。此种工况下宜采用两船拖带吸油拖栏对溢油进行兜捕吸附回收。

C.吸油拖栏布放方法

一般情况下，每个作业小组由 2 艘作业船、若干吸油拖栏、消油剂及喷洒装置组成。作业小组应在溢油源顶流的方向形成布设（如图示），且距离溢油源应在 500 至 1000m 之间为宜。为避免作业船将吸油拖栏扯断，需用漂浮缆绳将吸油拖栏逐节连接固定，缆绳长度应大于吸油拖栏总长，作业船舶拖带缆绳两端进行围控回收作业。

图 8.8-1 吸油拖栏溢油围控方法示意图

如果海流较高，溢油可能从吸油拖栏下面逸出。在这种情况下，可能需要设置多道（两道或三道）拖栏。如果必需设置多道拖栏，则吸油拖栏之间需留出足够的间隔，便于溢油更好地吸收。一般情况下，作业单元之间距离间隔根据现场情况决定，以便漏出的油能被二级或三级屏障拦截住。

D.溢油的机械回收

海上溢油的机械回收主要工具为：撇油器、专业环保船以及其它专业工具。

（1）撇油器

撇油器是指用于移除水面溢油的机械装置，撇油器主要由撇油头、传输系统和动力站三部分组成。撇油头使油水分离；传输系统包括泵、软管和连接件，主要作用为传送动力、传送回收的油水混合物；动力站为撇油头和泵提供动力。

撇油器一般适用于平静水域一定厚度油膜的回收，不同种类撇油器对中质、中重质、中轻质溢油均有较好的回收效果。撇油器在较好作业面的条件下回收效率较高，但对特重质或高粘稠的乳化油效果一般。

（2）专业环保船

环保船是设计用于回收水面溢油的一种船舶，主要包括溢油回收装置、回收油储存仓。工作时利用扫油臂将油水混合物吸入，随后内置式撇油器利用油水比

重差使油水分离，将水排出，溢油回收至储油舱。专业环保船对中重质溢油回收效率较高，且回收速率快。

（3）船用收油网、人工收油网

船用收油网主要由支撑臂、连接围油栏和集油网组成，一般采用双船拖带收油网进行作业。高黏度溢油漂浮在海面经过波浪的作用逐渐乳化成块状、片状，尤其在低温环境下更易成块，收油网对于此种形式的溢油回收效率较高。

人工收油网是指用人工手动操作的收油网，由网、支架、手柄组成，结构简单，造价低廉。可用于海面零星乳化油、用过的吸油毛毡吸油拖栏的打捞。但受人力因素影响，不能长时间作业。

E.溢油的吸附

在溢油应急行动中吸附材料一般包括吸油拖栏、吸油毛毡等。

（1）吸油拖栏

在应急行动中吸油拖栏一般用于处置薄油膜和亮带。吸油拖栏分为两种，普通吸油拖栏和重型吸油拖栏。

一般由拖轮或小型作业船舶左右舷拖带两条普通吸油拖栏，在薄油膜区域进行吸附搅拌，吸油饱和的吸油拖栏用船用吊机吊至甲板回收。

重型吸油拖栏栏体配备配重链，一般由拖轮或小型作业船舶进行拖带，除可以吸附溢油之外，重型吸油拖栏也具备一定的围控功能。

（2）吸油毛毡

吸油毛毡是较为常见和常用的吸附材料，一般用于已围控区域溢油的辅助性吸附，吸附饱和后人工打捞至工作船。

4.化学消油剂喷洒作业

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：

1）油膜厚度大于 5mm；

2）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；

3）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；

4）海域水温低于 15℃（可在低温环境下使用的消油剂除外）；

5）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 1000m 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 8.8-1 消油剂一次性使用量

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 10m 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，并要求：企业严格按照化学消油剂使用规定及相关标准配备、使用消油剂，使用消油剂后，企业应主动将时间、地点、用量、使用方式报告海洋主管部门。

（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：

1）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。

2）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。

8.8.3 溢油应急措施有效性分析

8.8.3.1 油田自身溢油应急物资

旅大 16-3 油田在 LD16-3CEPA 上配置了溢油应急设备。一旦发生溢油事故，旅大 16-3 油田将立足于海上现场的溢油应急处置第一时间实现有效拦截与回收，同时，旅大 16-3 油田也可依托就近的旅大 10-1 油田的设备，达到处

置效率最大化。当溢油事故发展到油田自身应急能力无法应对时，可借助外部力量与内部应急力量相结合共同应急。

表 8.8-2　旅大 16-3 油田配备的溢油应急设备（存放于 LD16-3CEPA）

序号	设备名称	
1	充气式围油栏	[redacted]
2	围油栏动力站	[redacted]
3	充吸气机	[redacted]
4	油拖网	[redacted]
5	撇油器（[redacted]）	[redacted]
6	[redacted]浮式储油囊	[redacted]
7	消油剂喷洒装置	[redacted]
8	手持式喷枪	[redacted]
9	高压清洗机	[redacted]
10	吸油毛毡	[redacted]
11	消油剂	[redacted]
12	设备集装箱	[redacted]

旅大 10-1/4-2 油田各平台都已配备了适量的溢油分散剂，并在旅大 10-1 油田 WHPA 甲板上存放有一定数量的溢油应急设备。一旦发生一般性的溢油事故，旅大 10-1/4-2 油田将以 LD10-1CEP 为中心（与本项目 LD10-1WHPC 栈桥相连），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。若发生超出本油田应急能力的溢油事故时，及时调用外部应急力量。

表 8.8-3　旅大 10-1/4-2 油田溢油应急回收设备（存放于 LD10-1WHPA）

名称			
橡胶充气式围油栏	[redacted]	[redacted]	[redacted]
充气式围油栏用动力站	[redacted]	[redacted]	[redacted]
撇油器	[redacted]	[redacted]	[redacted]
浮动油囊	[redacted]	[redacted]	[redacted]
喷洒臂装置	[redacted]	[redacted]	[redacted]
高压清洗机	[redacted]	[redacted]	[redacted]
油拖网	[redacted]	[redacted]	[redacted]
充吸气机	[redacted]	[redacted]	[redacted]
溢油分散剂	[redacted]	[redacted]	[redacted]

8.8.3.2　周边可利用油田的溢油应急资源

如果发生溢油事故，处理所需的设备、人员超出旅大 16-3 油田/旅大 10-1 油田现有的溢油应急力量，需动员其他天津分公司应急资源及陆地溢油应急力量，除此以外，按照“中海石油（中国）有限公司天津分公司溢油应急力量协议”，目前可动员的应急力量主要有中海石油环保服务有限公司。旅大 16-3 油田/旅大 10-1 油田周边海区还可借用的应急力量包括旅大 27-2/32-2 油田、绥中 36-1

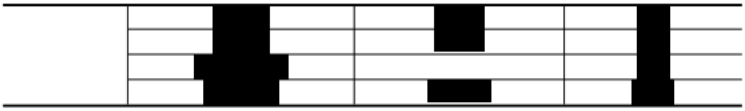
油田、金县 1-1 油田、锦州 25-1 南油田等多个油田的设备。

1. 天津分公司海上平台溢油应急资源

一旦发生海上溢油事故，首先做好溢油源的控制工作，对溢油源进行监控，同时立刻调用自身溢油应急设备就地进行海面溢油的围控和回收作业，在超出油田/平台自身溢油应急能力时，通过应急协调办公室的调配和指挥，周边油田/平台的应急资源前往事故现场，共同清理海上油污，尽可能减小海洋环境的破坏。天津分公司溢油应急资源如下：

表 8.8-4　周边可借用溢油应急设备

单位	溢油应急设备	型号	数量
绥中 36-1 油田			
金县 1-1 油田			
锦州 25-1 南油田			
旅大 27-2/32-2 油田			



2. 中海石油环保服务（天津）有限公司（COES）溢油应急资源

COES 北方片区以塘沽基地为中心，绥中基地和龙口基地为辅助，共同负责渤海湾内各油田发生的溢油应急反应作业。COES 溢油应急设备资源资料见下表。

表 8.8-5　COES 溢油应急设备资源

序号	设备名称							
1	围油栏（m）							
	小计（m）							
2	撇油器（套）							
	小计（m³/h）							
3	喷洒							

	装置（套）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	小计（m³/h）				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
4	消油剂（T）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]				[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]			[redacted]
	小计（T）				[redacted]	[redacted]			[redacted]
5	储存装置（套）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
			[redacted]	[redacted]		[redacted]			[redacted]
			[redacted]	[redacted]		[redacted]			[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]		[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	小计（m³）				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
6	高压清洗机（套）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
	小计（套）				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
7	吸附材料		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]				[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]				[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]			[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]				[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
			[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]		[redacted]

8.8.3.3 环保船

当发生溢油事故时，可以调动离溢油现场最近的环保船立即赶赴现场，进行溢油围控和回收作业。

根据《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》，目前中海石油环保服务有限公司（COES）已在渤海投入使用五艘专业环保船（[redacted]）。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较大、重大、特别重大溢油，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 [redacted]。

8.8.3.4 溢油应急响应时间

（1）油田自身应急反应时间

旅大 16-3 油田/旅大 10-1 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。为此旅大 16-3 油田/旅大 10-1 油田配备了专门的溢油应急设备，一旦发生溢油事故，首先可以依靠本油田的溢油应急设备进行溢油回收工作，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。

本项目拟新建 1 条海底输气管道，本次不新增溢油物资。LD16-3CEPA 及 LD10-1WHPA 存放有溢油应急物资，一旦 LD10-1WHPC 所在位置发生溢油，考虑到设备吊装和布防，可在 1.5h 开始溢油应急响应工作。

（2）周边油田应急反应时间

以下所有计算均以周边油气田溢油应急设备运输至旅大 10-1 油田的直线航行距离为计算基础，船舶航行速度为 11 节（约 20 公里/小时）。在真实应急事件中，船舶航行速度应为该船舶的最大航速，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。

经计算，一旦 LD10-1WHPC 所在位置发生溢油，周边溢油物资可在 2~5.5h 内到达。除此之外，中海石油环保服务（天津）有限公司渤海应急中心应急人员可携带轻型溢油回收物资、设备通过直升机从塘沽起飞，机组人员的动员时间不超过 1h，飞机的应急反应时间约为 0.5h，共计 1.5h，飞机到达现场后实施溢油的追踪与搜寻任务。

表 8.8-6 旅大 10-1 油田及周边溢油应急资源优化调用次序及抵达时间

溢油应急物资存放点					
油田内部 LD10-1WHPA					
旅大 4-2 油田					
绥中 36-1 油田					
旅大 21-2/16-3 油田					
金县 1-1 油田					
锦州 25-1S 油田					
旅大 27-2/32-2 油田					
中海石油环保服务有限公司（绥中基地）					

图 8.8-2 本项目附近溢油应急资源

（3）应急响应时间符合性分析

根据溢油预测结果，一旦发生溢油，最快在 3h 抵达小黄鱼产卵场。本油田溢油应急物资最快可在 1.5h 抵达现场开始溢油响应工作。若发生更大溢油事故超出油田自身已有应急能力，可借助周边油田及中海石油环保服务有限公司（COES）的基地等外部力量，外部力量可在 2h 至 5.5h 内抵达油田现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急措施，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

8.8.3.5 溢油应急能力可行性分析

（1）油田自身溢油应急能力

旅大 10-1 油田配备了专门的溢油回收设备，发生溢油事故时，立足于作业者装备在海上的溢油应急力量实现自救，油田自身配备有围油栏、撇油器、储油囊等溢油应急设备。

（2）溢油围控能力

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：

$$L = \ln(0.1t + 1)\sqrt{\frac{60\pi m}{d\varphi\rho}}$$

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 0.01m；

φ——围油栏利用系数，取 0.9；

ρ——泄漏油品密度，g/cm^3。

根据前表可知，按本油田应急资源最快抵达时间 1.5h 计算，计算得出本项目所需要调用的围油栏长度为 405m。

（3）回收与清除能力

机械回收能力按下式进行：

$$E=V\times b/（\alpha\times h）$$

式中：

E——收油机回收速率，m^3/h；

V——总溢油量，m^3；

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 $400m^3$ 计算，取 b 为 50%，α为 70%，则本项目代表性事故所需的机械回收能力为 $12m^3/h$。

（4）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。

$$C=E\times t$$

式中：

E——收油机回收速率，m^3/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 $144m^3$。

（5）溢油应急能力符合性分析

本项目油田自身及外借溢油应急设备的应急能力如下表所示。由表可见旅大 10-1 油田自身及外借的现有溢油应急设备可以满足本项目船舶碰撞泄漏溢油事故事故最大溢油量（$400m^3$）的应急需要。

表 8.8-7　本项目可利用的溢油应急能力一览表

溢油应急能力	旅大 10-1 油田	旅大 21-2/16-3 油田	绥中 36-1 油田	金县 1-1 油田	锦州 25-1 南油田	旅大 27-2/32-2 油田	绥中基地	合计	本项目需求	是否满足本项目需求
围油栏（m）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
机械回收能力（m^3/h）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	

溢油应急能力	旅大 10-1 油田	旅大 21-2/16-3 油田	绥中 36-1 油田	金县 1-1 油田	锦州 25-1 南油田	旅大 27-2/32-2 油田	绥中基地	合计	本项目需求	是否满足本项目需求
临时储存能力（m^3）	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

8.9 结论

本次评价识别环境风险类型主要包括平台改造施工火灾爆炸、船舶碰撞、设备故障溢油等。项目最大可信事故为船舶碰撞泄漏溢油事故，物料泄漏量约为400m^3。

根据类比的溢油预测结果，一旦发生溢油，抵达大连斑海豹国家级自然保护区最短时间为17h，抵达生态保护红线最短时间为17h，抵达其它敏感区抵达时间均在20h以上。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要项目建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视。

根据应急响应时间分析，在设定情景没有溢油回收限制条件的情况下，本油田内部溢油应急力量最快可在1.5h内开展溢油应急工作。若发生更大溢油事故超出油田自身已有应急能力，可借助周边油田及中海石油环保服务有限公司（COES）的基地等外部力量，周边力量最快可在2h内抵达现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急工作，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

本次溢油防治措施适用于本项目设施所处海域范围内油田生产活动中发生一般溢油事故的初期应急处置，一旦发生溢油事故，本油田及周边油田现有溢油应急资源可以对事故现场进行有效的防控。

在本项目投产前，建设单位应将本项目纳入已制定的《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》或《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》中，对其进行修编以满足本项目溢油应急需要，制定针对性的溢油风险防范措施和溢油应急力量，并向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局重新申请备案，并定期对应急预案进行演练，保证事故时应急预案顺利启动，将事故影响降到最低。

9 清洁生产与总量控制

9.1 清洁生产

清洁生产是实现经济和环境协调持续发展的一项重要措施，清洁生产的目标就是增效、降耗、节能、减污，由单纯的末端治理向生产全过程贯彻，从而实现清洁生产之目的。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。因此，油田开发工程基于此目的，在设计上采用先进的工艺技术，科学管理，在生产全过程中采取各种措施以确保清洁生产的严格执行。

9.1.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

9.1.1.1 施工过程中采取的清洁生产与污染防治措施

（1）优化施工时间

本项目铺设海管施工时将尽量缩短工期、合理选择施工期，尽量降低施工对海洋生物资源造成的损失。

（2）污染物合理处置

施工过程中产生的生活垃圾（除船舶食品废弃物）、生产垃圾和船舶含油污水等禁止排入海中，经收集后运回陆地处理/处置。

（3）选择先进的施工设备

选择先进的施工设备。施工期主要的施工设备为铺管船、拖轮等。

由此可以看出，本项目施工期产生的污染物均得到妥善处置，用严格的安全环保作业规程来保证生产安全进行，避免污染环境的事故发生，从而达到清洁生产的目的。

9.1.1.2 生产过程中采取的清洁生产与污染防治措施

（1）采用先进的工艺及技术路线

海管投产后，生产物流处理采用自动化控制程度较高的全密闭工艺流程，所选用的技术和设备均为国内外先进和成熟的技术和设备，同时设置了自动报警及相应的设备单元关断、生产系统关断和全面关断等不同级别的紧急关断系统。一

旦出现问题，可根据不同事故的级别自动启动相应级别的紧急关断系统，将潜在危害和损失风险降至最低程度，从而保证油田生产过程的顺利进行。

（2）生产阶段污染物均得到妥善处置

本项目生产阶段仅有少量牺牲阳极的锌离子释出，不排放其他污染物。

9.1.2 生产管理中的清洁生产措施

在油田生产过程中，对于各项操作均有明确的作业规程，同时还制定了严格的环境保护及管理制度，并设置专人、专岗进行监督和管理，以确保环境保护制度落到实处。以上这些措施规范了生产作业活动，尽最大可能避免危害环境的事件发生。这些措施主要包括：

（1）实行环境保护会议制度

定期举行安全环保会议，对生产中发现的环保问题，研究整改措施，提出工作要求。

（2）油田安全管理

贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，并且在日常生产时对平台上的生产设施进行巡视和检查，定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查维护。安全监督对临时登临平台的人员进行安全环保教育。

（3）定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查和维护。

（4）建设单位定期对海管进行巡检，巡查悬空、腐蚀等情况，如发现悬空、腐蚀等情况要及时进行处理。

9.1.3 建设项目清洁生产评价

本项目施工过程通过采用先进的铺管方式和铺管工艺、优化施工作业时间、控制污染物的排放以及严格的作业规程等措施来保证本项目的顺利实施，项目施工具有切合实际，可操作性强，利于资源的有效利用、减小污染影响范围等特点，清洁生产水平相对较高。

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

9.2.1.1 污染物排放情况

根据第三章工程分析计算结果，确定本项目污染物排放种类、排放方式和

排放量，见下表。

表 9.2-1 本项目生产阶段污染物产排情况一览表

名称	牺牲阳极结构形式	阳极块单重（kg）	数量（块）	牺牲阳极块重量（kg）	释放锌总量（kg）	每年释放到海水中的锌（kg/a）
新建海底管道	手镯式铝基牺牲阳极	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

9.2.1.2 总量控制污染物筛选

国家“十四五”期间全国主要污染物排放总量控制计划规定：将化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物等 4 项污染物作为约束性指标进行考核。根据本项目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：项目新建海底管道、改造平台，运营阶段无大气污染物产生，无废水产生，运营过程中污染物是海底管道防腐少量牺牲阳极锌离子释放，无其它污染物产生，因此本项目不设总量控制指标。

9.2.2 污染物削减措施

项目施工期船舶人员生活污水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）后排海，改造平台施工人员生活污水经平台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》（GB4914-2008）一级标准的要求后排放入海。

本项目主要为新建海管，运营期污染物是海底管道防腐少量牺牲阳极锌离子释放，无其他污染物产生。

10 环境保护对策措施

10.1 建设阶段环境保护对策措施分析

10.1.1悬浮物

项目新建海底管道铺设过程中搅起的海底沉积物随海水的运动回填于管沟，海水中的悬浮物自然沉降于海底。铺设作业时间的选择综合考虑环境影响、工程进度和海况条件等方面的因素，注意选择适宜的海况条件，尽量缩短海底管道铺设周期，合理选择施工时间。

为保证采用的措施落实到位，建设单位在施工期间应对施工单位、承包商、供应商执行国家的环保法律、法规、制度、标准、规范的情况依法进行监督检查，落实施工期间的各项环境保护要求和施工合同中的环保规定，确保本项目的建设符合有关环保法律法规的要求。

10.1.2水污染物

1.船舶人员生活污水

施工期船舶人员生活污水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）后排海。

2.船舶机舱含油污水

机舱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，运回陆地交有资质单位处理。

3.平台施工人员生活污水

项目 4 个现有平台改造期间，施工人员产生的生活污水在所在平台或栈桥相连的生活平台生活污水处理设施进行处理，达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海。

4.新建海管清管试压水

新建海管投产前会进行清管试压，主要含少量悬浮物，在海管两端平台附近排海。

10.1.3固体废物处理措施

1. 船舶生活垃圾

船舶生活垃圾中的塑料制品和其他垃圾运回陆地处理，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，符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求。

2. 平台施工人员生活垃圾

项目 4 个现有平台改造期间，施工人员产生的生活垃圾全部运回陆地处置，不排海，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中相关要求。

3. 生产垃圾

项目施工期间产生的生产垃圾分类收集，全部运回陆地处理，其中危险废物交辽宁绿源再生能源开发有限公司处理处置，单位资质详见附件 3。

10.1.4船舶大气污染物

本项目建设阶段各类作业船舶应采用符合《国内航行海船法定检验技术规则》（2020）的要求并获得相应的国内航行海船法定证书的作业船舶。在排放控制区（包括沿海控制区和内河控制区）内航行、停泊、作业的船舶，船舶应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168 号）》和《珠三角、长三角、环渤海（京津冀）水域船舶排放控制区实施方案》的要求，使用满足要求的船用燃油、氮氧化物排放满足限制要求。

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；

②2015 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；

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

本项目生产运营阶段仅有少量管道防腐牺牲阳极锌离子自然释放，经评价对海洋生态环境影响较小，运营期无其他污染物产生及排放。

10.3 海洋生态保护对策措施

1. 经识别，本项目不在渔业产卵场内，建设单位应合理安排工期，控制挖沟速度，从而最大限度减少污染物对海洋生态环境的影响。针对海管挖沟悬浮物造成的海洋生物资源损失，建设单位将根据项目所在海域实际情况，通过渔业增殖放流等措施修复海洋渔业资源，并将对渔业资源的补偿费用纳入环保投资。

2. 建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

3. 建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向相关主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。

10.4 环境保护措施汇总

本项目采取的各项环境保护措施见下表。

表 10.4-1 环境保护对策措施一览表

建设阶段	序号	污染源		污染物产生量	污染物排放量	主要污染因子	设备或措施	处理效果
施工阶段	1	废水	船舶含油污水	304.5m³	0m³	石油类	铅封后运回陆上交有资质单位处理	按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165号）要求
			生活污水	6958.0m³	6958.0m³	COD	经船用/平台生活污水处理装置处理达标后排海	船舶生活污水达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）中相应标准后排海；平台生活污水达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中相应标准后排海
			清管试压水	1700m³	1700m³	悬浮物	就近排海	-
	2	悬浮物	管道铺设	[redacted]	[redacted]	SS	连续排放，自然沉降	选择适宜的海况条件施工
	3	固废	一般工业固体废物	60t	0t	废弃边角料等	分类收集，全部运回陆地处置，危险废物交有相应危废资质单位进行处理	符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》
			危险废物	3t	0t	含油固废、废漆桶等		
			生活垃圾	29.8t	<10.7t (船舶食品废弃物)	食品废弃物、包装等	船舶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。平台改造人员生活垃圾全部回收至陆上处理。	分别符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）及《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中相关要求
	4	生态环境	建设单位应合理安排工期，海底管道挖沟控制挖沟速度，从而最大限度减少污染物对渔业资源的影响。针对海管挖沟悬浮物造成的海洋生物资源损失，建设单位将根据项目所在海域实际情况，通过渔业增殖放流等措施修复海洋渔业资源					

建设阶段	序号	污染源		污染物产生量	污染物排放量	主要污染因子	设备或措施	处理效果
运营期	-	-	-					

11 环境保护的技术经济合理性

11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

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下表。本项目建设投资[redacted]元，其中环保投资[redacted]万元，约占总投资的 2.10%。

表 11.1-1 环保投资估算

平台	环保投资	总投资额（万元）	折合比率	折合环保投资（万元）
LD16-3CEPA	可燃气体探头	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	火焰探头	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	硫化氢探头	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	甲醇探头	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	中控系统及火警系统改造	[redacted]	[redacted]	[redacted]
LD10-1WHPC	可燃气体探头	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	火焰探头	[redacted]	[redacted]	[redacted]
海洋生物资源损失金额		[redacted]	[redacted]	[redacted]
环境跟踪监测		[redacted]	[redacted]	[redacted]
合计				[redacted]

11.2 环境保护的经济损益分析

11.2.1 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，按 60 美元/桶计取，换算为 3036 元/吨。

本项目为旅大 16-3 油田输气海管项目，投产后旅大 16-3 油田石油最高产量为[redacted]，获得石油产量的经济效益约为[redacted]亿元。

11.2.2 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施工阶段海底管道挖沟搅起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”，2）“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”，施工阶段因海底管道挖沟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。

（一）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 1 元/尾计算。

（二）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，鱼类的价格按近三年主要鱼类苗种的平均价格计算。

（三）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、底栖生物的价格按近三年主要底栖生物的平均价格计算。

（四）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 11.2-1　海洋生物资源损失金额明细

生物名称	生物损失量	折算鱼苗损失量	单价	直接损失（万元）	补偿年限（年/倍）	补偿金额（万元）
底栖生物	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
鱼卵（粒）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
仔稚鱼（尾）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
幼鱼（尾）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
头足类幼体（尾）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
虾类幼体（尾）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
蟹类幼体（尾）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
游泳类成体	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
小计	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

11.3 环境保护的技术经济合理性

本项目环境污染治理费用主要包括环保设施的投入。

11.4 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）起到一定的作用。投产后可为国家增加税收收入，增加出口创汇。因此，本项目是一项利国利民的工程，其环保设施与环保投资是合理的，具有良好的经济和社会效益。

12 环境管理与监测计划

12.1 环境管理

12.1.1 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：

1、贯彻执行国家环境保护法规和标准；

2、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；

3、检查本油田环境保护设备、设施或装置的运行状态；

4、组织和领导本油田的环境监测工作；

5、组织开展本油田环境保护工作人员的技术培训和演习；

6、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；

7、为政府执法人员检查工作提供方便。

12.1.2 机构及岗位的设置

12.1.2.1 组织机构与定员

作为本项目的建设单位，中海石油（中国）有限公司天津分公司将严格按照国家环保法律标准和中国海洋石油集团有限公司颁发的一系列环保规定、办法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和环境保护管理体系。

天津分公司的油田作业环保工作实行总经理负责制，天津分公司的总经理为第一责任者，主管生产的安全总监（副总经理）直接领导全公司的安全环保工作。公司环保工作为二级负责制，对各级公司实行目标管理。在组织机构上公司下设安全环保部，负责组织、落实、监督本公司范围内的油田作业环境保护工作。各级环保管理机构和管理人员通过对所属油田和其它工程设施的环保检查、宣传教育、人员培训等一系列制度和措施，实施对环保工作的科学有效管理。

图 12.1-1 建设单位环境保护管理机构图

12.1.2.2 海上主要人员的岗位职责

（1）平台总监

平台总监是油田海上作业时的安全第一责任人，各项工作必须对天津分公司经理负责，负责和组织好安全生产；接受和执行生产指令，组织实施平台安全生产管理和行政管理工作；负责制订和落实各项管理制度和应急措施，以及重要施工方案的制订和实施；对生产设备、工艺流程及其它油田设施的异常情况，及时组织人员查清及进行抢修，保证正常生产，并及时通知上级主管部门；做好平台的设备管理工作，保证设备设施安全，确保平台生产；掌握日常生产动态，合理安排各岗位工作，协调各部门的工作。

学习和落实生态环保相关的方针、政策、法律法规及标准规范；组织环保风险隐患排查，督促及时消除隐患；负责建立、健全生态环境保护的各类规章制度，监督、检查所属油气田的固废管理情况；督促相关专业按国家法律法规要求做好固废管理工作；负责环保责任制的修订，按要求进行完善更新，依据环保责任制要求对各专业环保工作进行考核；组织策划环保宣传、环保知识培训并确保环保物资的配置满足有关要求和实际需要。

（2）生产监督

生产监督负责对生产部门管理，包括所有操作工作的全面管理及工作安排；检查和督促、协调各部门的日常工作；负责天然气、原油、污水、燃料气等的质量控制；负责生产设施、辅助设施的技术管理、安全操作及维护；平台生产系统重大作业时的现场直接组织人；组织和实施维修计划，负责编写生产操作程序，及对事故的应急处理；以及其它相关工作。

监督指导危化品的合规管理：参与环保管理制度的编制；指导参与编制、修订化验室管理制度和操作规程；按照国家法律法规设置排污口、监测取样口等标识；负责污水治理与监测设备设施的日常维护运行；监督钻完井作业期间环保管理工作和采用新工艺、新技术、新材料或者使用新设备时，开展风险评估，编制相关规程、开展培训等。

（3）维修监督

维修监督是平台所有设备管理、操作、安全运行和维修的组织者和主要责任人，对平台总监负责；负责平台的油、气、水管理工作，负责值班船的打油、打水及装卸货物工作；负责平台主要设备的档案建立和管理；掌握平台耗品耗件及

各种备件情况，对海上机械物资库存的更新，及相关文书工作的跟踪和存档；确定重要备件的库存量，保证油田的正常生产；负责定期提交设备维修、设备改造及备件清单计划；同平台安全监督一起负责每班对平台生产所用吊具、吊索进行检查，发现问题及时更换和处理；负责做好维修部门的费用控制管理。

监督指导危化品的合规管理；参与环保管理制度的编制；根据相关标准和规范，组织制修订环保设施设备管理规定和操作规程，定期检查环保设施，对存在的问题进行整改；保障环保设施的正常运行，并制定非正常工况下的应对措施；加强海管及海缆安全风险管控等。

（4）安全监督

安全监督对本平台安全工作实行全面监督；贯彻执行国家有关部门、总公司、上级部门的安全生产法规和有关规章制度；负责平台的一切安全工作，是平台安全生产直接负责人；负责检查平台生产设施的安全生产情况，组织和参加有关的事故调查，监督事故的处理，并提出安全改进措施；负责定期对安全消防及救生设备进行检查、试运转，及时补充安全、应急、救生设备的配件，确保它们状态良好；协助平台总监制定整个平台的应急计划、应急部署及组织应急演习工作；负责对平台的生产作业和外来人员作业实施安全监督和教育；负责检查和审批重大作业的安全措施；负责直升机起飞、降落、加油的安全工作；负责平台内起重吊人、吊物以及系泊、带缆等作业的安全检查等。

监督国家生态环境保护法律法规和公司环境保护规章制度在分公司的执行，组织环保风险隐患排查，督促及时消除隐患；制订环境保护年度工作计划、培训计划、监测计划；监督、检查所属油气田的固废管理工作；监督所属油气田按法规要求对排放的污染物进行取样送检；对各岗位的环保工作进行考核；组织策划环保事故应急演练；组织策划环保宣传、环保知识培训；对海上井控装置和流程的检查、审核、跟踪，对发现的问题督促整改等。

12.1.3环境保护管理制度

结合油田开发的特点，制定相关的管理措施和制度，实施全过程的环境保护管理，减少对海洋环境的污染和影响。项目投产后执行以下环境保护管理制度，并定期对以下环保管理内容进行自检。

12.1.3.1 环保监督检查制度

每月对海上生产设施进行安全环保抽查，各部门不定期地进行安全生产和环境保护自检，检查存在的隐患和问题，及时加以妥善处理或向有关领导汇报，提出整改措施和计划。每年都采取综合检查和专项检查相结合、监督检查与自我检查相结合、定期检查与动态检查相结合等方式，进行全方位、全过程的安全环保监管。综合检查方面，落实巡回检查、“日、周、月”检、夜查、要害部位专项检查和节前检查。突出抓好问题整改复查为主要内容的检查，促进了安全环保管理整体水平的提升。

12.1.3.2 安全、环保会议制度

每月召开一次安全、环保例会，分析总结安全生产和安全、环保制度执行情况；查找安全环保问题和隐患，制定相应的安全环保措施；传达上级有关指示和安全、防火及环保等方面的文件。

12.1.3.3 安全环保宣传教育制度

充分利用各种宣传工具，通过各种渠道，积极及时地宣传国家有关安全环保管理规定和安全环保知识，对所有工作人员进行安全环保知识教育，提出安全环保要求，讲清注意事项。

12.1.3.4 培训与演习制度

平台上的所有操作人员必须经过环境保护/安全培训，获得海上石油作业安全救生培训等有效的证书才能上岗。建设单位将定期在平台上进行溢油应急演习，以熟悉应急程序和设备的操作。

12.1.3.5 切实加强海管和平台环保管理工作

一旦出现溢油，就可能对海洋环境造成严重污染，为此建设单位坚持“预防为主”的思想，切实强化管理，避免污染事故发生。在海管和平台环保管理方面，建设单位重点强化以下几个方面的管理：

（1）加强巡回检查和瞭望制度的落实，定期检查海管和平台设施，发现事故苗头，及时采取措施；

（2）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；

（3）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；

（4）建立完善海陆防范监控体系，同时加强海上日常监控管理。

12.2 环境监测计划

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外排污染物的排放浓度，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。

本项目主要环境影响是建设阶段铺设海底管道挖沟搅起的悬浮物，影响较小且水质可很快恢复，故不进行施工期监测；项目主要为新建输气海管，运营阶段除少量牺牲阳极的锌离子释放外，不产生其他污染物，故不进行污染源、环境质量跟踪监测、事故监测。

为保证安全作业，项目运营后，需对海底管道进行路由勘察，以便及时了解海底管线的走向、埋深、悬跨、冲淤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，以保障管道的安全正常运行。

13 海洋工程的环境可行性

13.1 与海洋主体功能功能区规划符合性分析

13.1.1 与《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》，海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区、限制开发区域和禁止开发区域。重点开发区域包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区域。其中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。规划对海洋工程和资源开发区的要求是："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。支持海洋可再生能关开发与建设，因地制宜科学开发海上风能"。

本项目属于海洋油气开发及其附属工程，位于渤海辽东湾海域，项目位于规划的重点开发区域中的海洋工程和资源开发区，符合规划要求。本项目已按相关导则要求编制海域使用论证报告和环境影响评价报告。本项目建设阶段对环境的影响是短期且可恢复的，生产阶段海底管道仅有少量防腐所用牺牲阳极锌离子释放，不产生其他污染物，对周边海洋环境影响轻微。建设单位制定了严格的环境管理制度，已对旅大 16-3 油田/旅大 10-1 油田溢油应急预案进行备案，在本项目正式投产作业前，建设单位应将本项目纳入已制定的《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》或《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》中，对其进行修编并重新申请备案，可以最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。因此本项目符合《全国海洋主体功能区规划》的要求。

13.1.2 与《辽宁省海洋主体功能区规划》符合性分析

《辽宁省海洋主体功能区规划》（2017 年 8 月）指出："海洋主体功能区按开发内容分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能；依据开发方式，分为优化开发区域、限制开发区域、禁止开发区域等三类分区。考虑到我省近岸海域开发强度已经较高，资源环境承载能力减退，不宜将县区海域整体划定重点开发区，因此本规划中不划定重点开发区域。"本项目与辽宁省海洋主

体功能区划位置如下图所示。

图 13.1-1 本项目与《辽宁省海洋主体功能区规划》的位置示意图

经识别，本项目位于《辽宁省海洋主体功能区规划》范围之外，距离最近的限制开发区域约[redacted]。根据预测结果，管道挖沟时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离约[redacted]。运营期仅有少量防腐所用牺牲阳极锌离子释放，对周边海洋环境影响轻微。

综上，本项目施工期和运营期正常工况下均不会对辽宁省海洋主体功能区产生不利影响，本项目用海与《辽宁省海洋主体功能区规划》相协调。

13.2 与《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》符合性分析

《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》以第三次全国国土调查成果为底数，在资源环境承载能力和国土空间开发适宜性评价基础上，统筹考虑各地资源环境禀赋和经济社会发展实际，统筹发展和安全，以水而定、量水而行，优化国土空间开发保护格局，合理确定全国和各省（区、市）耕地保有量、永久基本农田、建设用地规模、生态保护红线面积、用水总量等空间管控指标。

根据《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》第四节：加强能源矿产勘查“...加强渤海湾、鄂尔多斯、四川、塔里木、东海等重点盆地油气勘查...”及提供能源开发利用水平“推动能源生产和消费革命，优化能源结构，以开源、节流、减排为重点，确保能源安全供应”，第六节：加强海岸带修修复治理：“推进渤海湾、江苏苏北沿海、福建厦门—平潭沿海、广东珠江口等海岸带功能退化地区综合整治，恢复海湾、河口海域生态环境”。

本项目属于海洋油气开发工程，符合纲要要求；本项目距离海岸带距离较远，位于辽宁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，也不涉及生态红线及永久基本农田。根据预测结果，管道挖沟时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离约[redacted]。运营期仅有少量防腐所用牺牲阳极锌离子释放，对周边海洋环境影响轻微。

综上，本项目建设与《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》相关要求相协调。

13.3 与《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》于 2024 年 4 月 1 日获得国务院批复（国函〔2024〕49 号）。

根据规划，辽宁省将构建和谐多元的海洋空间，将打造“三区两海、两轴一带”的总体空间格局。协调三区，引导辽中南城市群核心区、辽东绿色经济发展区、辽西生态转型发展区差异化发展，推动全省高质量均衡发展。经略两海，建设渤海生态经济区、黄海生态经济区，保障蓝色国土安全繁荣。集聚双轴，引导要素资源向沈大城镇发展轴和京沈城镇发展轴集聚，打造国家重要经济支撑带。优化一带，统筹陆海生态保护，促进海洋经济发展，提高对外开放水平，彰显山海景观魅力，推进沿海经济带高竞争力发展。

根据《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2024〕49 号），经识别，本项目位于辽宁省国土空间规划范围之外，距离最近的生态红线区约为[redacted]。根据预测结果，管道挖沟时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离约[redacted]。运营期仅有少量防腐牺牲阳极锌离子释出，对海洋环境影响很小。

项目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，故项目建设与《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》相关要求相协调。

图 13.3- 1　本项目与辽宁省国土空间规划的位置关系

图 13.3- 2　本项目与辽宁省“三区三线”划定的生态保护红线位置关系

13.4 与生态环境分区管控方案符合性分析

根据《辽宁省生态环境厅关于发布<辽宁省生态环境分区管控方案（2023 年版）>的函》（辽环发〔2024〕29 号，2024 年 12 月），环境管控单元包括优先保护单元、重点管控单元和一般管控单元三类。优先保护单元指以生态环境保护为主的区域，主要包括生态保护红线、自然保护地、饮用水水源保护区等。重点管控单元指涉及水、大气、土壤、自然资源等资源环境要素重点管控的区域，主要包括人口密集的中心城区、产业园区和开发强度大、污染物排放强度高的区域等。一般管控单元指优先保护单元和重点管控单元以外的其他区域。

本项目属于矿产能源开发项目，经识别，本项目位于辽宁省生态环境管控单元范围之外，距离最近的一般管控单元约[redacted]；距离最近的优先保护单元约[redacted]，距离较远，根据预测结果，管道挖沟时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离管道最远距离约[redacted]，运营期仅有少量防腐牺牲阳极锌离子释出，正常施工及运营不会对生态环境管控单元造成影响。

综上，本项目建设与《辽宁省生态环境厅关于发布<辽宁省生态环境分区管控方案（2023 年版）>的函》（辽环发〔2024〕29 号）的相关要求不冲突。

图 13.4-1　本项目与辽宁省生态环境分区管控方案位置关系

13.5 与产业政策的符合性分析

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》由鼓励、限制和淘汰三类目录组成。项目的性质符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”的“七、石油、天然气，1、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的要求。

13.6 与其他相关规划符合性分析

13.6.1 与《“十四五”现代能源体系规划》符合性分析

根据 2022 年发布的《“十四五”现代能源体系规划》，“十四五”时期现代能源体系建设的主要目标是：“能源保障更加安全有力、能源低碳转型成效显著、能源系统效率大幅提高、创新发展能力显著增强和普遍服务水平持续提升。”就增强能源供应链稳定性和安全性提出，需强化战略安全保障，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。

本项目建成投产后有助于加大国内油气勘探开发，对于提高国内油气产量、提升国内油气资源自主保障能力具有积极作用。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。

13.6.2 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

（1）相关要求

《“十四五”海洋生态环境保护规划》（环海洋〔2022〕4 号，2022 年 1 月），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》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，优化调整和合理布局应急力量及物资储备。

（2）符合性分析

本项目施工期间产生的船舶生活污水经船舶生活污水处理装置处理达标后排海，生活垃圾（除食品废弃物按规处置/排海外）和生产垃圾等运回陆地处理，海管清管试压水排海，船舶含油污水铅封运回陆地处置；生产阶段海底管道仅有少量防腐所用牺牲阳极锌离子释放，不产生其他污染物，对周边海洋环境影响轻微。建设单位中海石油（中国）有限公司天津分公司制定了严格的环境管理制度，已对旅大 16-3 油田/旅大 10-1 油田溢油应急预案进行备案，在本项目正式投产作业前，建设单位应将本项目纳入已制定的《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》或《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》中，对其进行修编并重新申请备案，可以最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。工程施工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。因此，本项目与《“十四五”海洋生态环境保护规划》相符合。

13.6.3 与《重点海域综合治理攻坚战行动方案》符合性分析

为贯彻落实党中央、国务院关于深入打好污染防治攻坚战的决策部署，2022 年 1 月 29 日，生态环境部会同发展改革委、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部、农业农村部和中国海警局印发了《重点海域综合治理攻坚战行动方案》（环海洋〔2022〕11 号）。

（1）《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的相关要求

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“二、重点任务”中的“（十二）海洋生态保护修复行动”规定：巩固深化渤海生态保护修复成效，…（自然资

源部、林草局牵头，生态环境部、农业农村部等参与）渤海继续加强斑海豹、黑嘴鸥等珍贵濒危物种及其栖息地保护。

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“二、重点任务”中的“（十三）加强海洋环境风险防范和应急监管能力建设”规定：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。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

本项目位于渤海辽东湾海域，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，不涉及围填海工程。本项目所处海域不在辽宁省国土空间规划和辽宁省生态红线区内。本项目开发过程中将严格按照相关规定开展项目建设，建设期间短期的海床干扰，工程结束后海底环境将较快恢复；生产阶段海底管道仅有少量防腐所用牺牲阳极锌离子释放，不产生其他污染物，对周边海洋环境影响轻微。建设单位制定了严格的环境管理制度，已对旅大 16-3 油田/旅大 10-1 油田溢油应急预案进行备案，在本项目正式投产作业前，建设单位应将本项目纳入已制定的《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》或《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》中，对其进行修编并重新申请备案，可以最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。

综上所述，项目建设符合《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的相关要求。

14 环境影响评价结论及建议

14.1 工程分析结论

14.1.1 工程概况

旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目位于辽东湾海域，东经[redacted]，北纬[redacted]，西北距绥中 36-1 陆上终端约[redacted]，南距旅大 21-2 油田[redacted]，北距旅大 10-1 油田[redacted]，区域水深约为[redacted]，本项目最近距辽宁省绥中县岸边最近距离[redacted]。

项目拟在 LD16-3CEPA 和 LD10-1WHPC 平台之间新建 1 条输气海管，将旅大 16-3 油田天然气输送至旅大 10-1 油田区域，最终输送至两个陆岸终端，并对相关 4 个现有平台进行适应性改造。2036 起旅大 16-3 油田区域将缺气，该海管将外部油田气反供至旅大 16-3 油田。项目总投资[redacted]，环保投资[redacted]。

14.1.2 工程分析

海上施工过程主要工作包括铺设海底管道、平台改造等。

根据分析，本项目中的海底管道铺设过程中产生的悬浮物源强为[redacted]，铺设过程中悬浮物在管道两侧自然沉降。其他污染物包括施工作业产生的生活污水（6958.0m^3）、生活垃圾（29.8t）、施工船舶产生的机舱含油污水（304.5m^3）生产垃圾（63t）、清管试压水（1700m^3）。

施工期产生的生活污水经船/平台生活污水处理装置处理达标后排海；生活垃圾（除船舶食品废弃物按规处置/排放外）和生产垃圾全部运回陆上处理；船舶机舱含油污水铅封后运回陆地处理；清管试压水排海。

运营期海底管道仅有少量牺牲阳极防腐锌离子自然释放到海水中。

14.2 海洋生态环境现状调查与评价结论

本项目所在海域海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和生物质量现状调查工作由[redacted]承担。海水水质、沉积物现状调查于 2024 年 10 月进行了调查；生物生态环境质量现状于 2023 年 10~11 月进行了调查。现状调查共设置 81 个站位，其中包括海水站 81 个，海洋生物生态、沉积

物、生物质量站位 50 个。本次环评引用 20 个站位的调查结果。

渔业资源调查工作由中国水产科学研究院[redacted]承担，于 2023 年 6 月进行，共设置 19 个调查站位。

14.2.1海水水质环境现状

引用调查共进行了 81 站位的海水水质调查，调查内容包括水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、活性磷酸盐、无机氮（铵盐、硝酸盐、亚硝酸盐）、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、总铬、汞、铜、铅、镉、锌、砷、镍。选取 pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬、镍等项目作为评价因子。本次环评引用评价范围内的 20 个站位的调查结果。

根据《海水水质标准》（GB 3097-1997），经评价，20 个站位海水水质各因子均符合一类水质标准，海水水质良好。

14.2.2海洋沉积物现状

引用调查共进行了 50 个站位的海洋沉积物调查，调查因子包括汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳、pH 及粒度分析；本次环评引用评价范围内的 15 个站位的调查结果，对有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷 10 项进行了评价，15 个站位的调查因子均符合《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的一类标准，海洋沉积物质量状况良好。

14.2.3海洋生物生态现状

引用调查海洋生物生态共设置 50 个调查站，调查因子为叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物。本次环评引用评价范围内的 15 个站位的调查结果：

（1）叶绿素 a 及初级生产力

2023 年秋季，评价范围内海域表层叶绿素 a 变化范围（0.943～1.89）μg/L，均值为 1.52μg/L；中层叶绿素 a 变化范围（0.884～1.64）μg/L，均值为 1.30μg/L；底层叶绿素 a 变化范围（0.884～1.76）μg/L，均值为 1.26μg/L。各调查站位叶绿素 a 含量较低。海洋初级生产力范围为 115.14～230.77mgC/(m^2·d)，均值为 186.01mgC/(m^2·d)，海区初级生产力为一般水平。

（2）浮游植物

2023 年秋季，评价范围内海域共获得浮游植物 3 门 56 种。调查海区浮游植物细胞密度变化范围在 (1.4138~38.352)×10^4cells/m^3 之间，平均值为 14.422×10^4cells/m^3。

（3）浮游动物

2023 年秋季，评价范围内海域共鉴定浮游动物 29 种，浮游动物湿重生物量的变化范围在（14.23~445.71）mg/m^3之间，均值为 87.99mg/m^3。

（4）底栖生物

2023 年秋季，评价范围内海域共鉴定大型底栖生物 69 种，底栖生物湿重生物量变化范围在（1.72~75.71）g/m^2之间，平均为 14.52g/m^2。

根据《近岸海域生物多样性评价技术指南》（HY/T215-2017），2023 年秋季评价范围内海域海洋生物多样性等级为“一般”，调查期间调查海域海洋生物物种较少，物种分布不均匀，局部地区或个别生物群落的物种多样性较高，但生物多样性总体水平一般。

14.2.4海洋生物质量现状

引用调查海洋生物质量共设 50 个调查站位，调查因子及评价因子为总汞、铜、铅、锌、铬、镉、砷和石油烃。本次环评引用评价范围内的 15 个站位的调查结果，经评价：

软体动物（双壳类）生物质量评价因子铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油烃含量均可达《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，生物质量评价因子除砷超标外，铜、铅、锌、镉、总汞和石油烃含量均可达参考《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)附录 C 的标准值。

14.2.5渔业资源现状

（1）渔业资源总资源

[redacted]

[redacted]

（2）鱼卵、仔稚鱼

本航次调查，[redacted]

14.3 环境影响预测分析与评价结论

14.3.1水文动力环境影响分析

拟建海底管道埋于海底以下[redacted]，挖起的泥沙在底层流作用下自然回填管沟，对底层流影响很小。

14.3.2地形地貌与冲淤环境影响分析

海底管道埋在海底，施工期搅起的悬浮物在水流的作用下逐渐沉积在管沟周围，由于悬浮物的产生量较小，加上潮流长时间的输沙作用，不容易淤积，对海底地貌的影响较小。因此，本项目的建设对地形地貌与冲淤环境的影响较小。

14.3.3水质环境影响评价

本项目新建海底输气管道施工期间表层悬浮物无超海水水质标准海域；中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积为[redacted]，无超三类、超四类海水水质标准的海域；底层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积为[redacted]；超三类海水水质标准的包络线面积为[redacted]，超四类海水水质标准的包络线面积为[redacted]；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为[redacted]，施工结束后恢复到一类水质最长需[redacted]。

14.3.4沉积物环境影响评价

在海底管道铺设期间，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。本项目新建 1 条输气管道，其中管沟开挖面积为[redacted]，[redacted]

海底管道防腐对海洋环境的污染主要来自牺牲阳极金属中的锌离子释出。根据工程分析，海底管道设计寿命均为 25 年，考虑到阳极使用寿命的裕量，锌以离子形态每年自然释放到海水中的量不超过 27.95kg。

14.3.5 对海洋环境敏感目标的影响分析

本项目新建海底管道距离最近的小黄鱼产卵场最近距离约[redacted]，海底管道铺设产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围最远扩散距离为[redacted]，不会对其产生影响；新建海管距最近的辽宁大连斑海豹国家级自然保护区及生态红线区[redacted]，其他敏感目标更远，可认为本项目建设及运行对周边海洋环境敏感目标无影响。

14.3.6 海洋生态影响分析与评价结论

[redacted]

14.4 环境风险分析与评价结论

本次评价识别环境风险类型主要包括平台改造施工火灾爆炸、船舶碰撞、及运营期平台设备故障泄漏溢油等。项目最大可信事故为施工期船舶碰撞溢油事故，溢油量约为 400m^3。

根据类比的溢油预测结果，一旦发生溢油，抵达大连斑海豹国家级自然保护区最短时间为17h，抵达生态保护红线最短时间为17h，抵达其它敏感区抵达时间均在20h以上。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要项目建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视。

根据应急响应时间分析，在设定情景没有溢油回收限制条件的情况下，本油田内部溢油应急力量最快可在1.5h内开展溢油应急工作。若发生更大溢油事故超出油田自身已有应急能力，可借助周边油田及中海石油环保服务有限公司（COES）的基地等外部力量，周边力量最快可在2h内抵达现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急工作，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

本次溢油防治措施适用于本项目设施所处海域范围内油田生产活动中发生一般溢油事故的初期应急处置，一旦发生溢油事故，本油田及周边油田现有溢油应急资源可以对事故现场进行有效的防控。

在本项目正式投产作业前，建设单位应将本项目纳入已制定的《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》或《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》中，对其进行修编以满足本项目溢油应急需要，制定针对性的溢油风险防范措施和溢油应急力量，并向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局重新申请备案，并定期对应急预案进行演练，保证事故时应急预案顺利启动，将事故影响降到最低。

14.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

14.5.1 污染物防治对策措施

（1）建设阶段产生的生产垃圾全部分类回收至垃圾箱内，分类装箱运回陆地处理。

（2）建设阶段作业船舶将产生一定量的船舶污染物，包括船舶机舱含油污水和生活污水、生活垃圾等。船舶机舱含油污水铅封运回陆地交有资质单位处理；生活污水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）标准后排海；船舶人员生活垃圾中食品废弃物按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求处置/排放，其他生活垃圾全部运回陆地处理。

（3）平台改造期间，施工人员产生的生活污水依托平台现有的生活污水处理装置处理，COD 的含量需满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）；施工人员产生的生活垃圾运回陆上处理。

14.5.2 生态保护措施及建议

（1）本项目新建输气海管不占用渔业产卵场，建设单位应合理安排工期，控制挖沟速度，从而最大限度减少污染物对海洋生态环境的影响。针对悬浮物造成的生物损失，拟通过增殖放流等措施进行生态修复。

（2）建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上

将事故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

（3）建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向相关主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。

14.6 公众参与情况

针对本项目的建设，建设单位中海石油（中国）有限公司天津分公司于 2025 年 6 月 6 日在东北新闻网进行了本项目第一次公众参与信息公示，公示网址为：http://gs.nen.com.cn/network/zfcg/2025/06/06/785589118166898521.shtml。第一次公众参与信息公示期间，建设单位和评价单位未收到任何公众来信、邮件、传真及电话。

2025 年 11 月，《旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目环境影响评价报告书》完成初稿编制，建设单位就征求意见稿进行了第二次公众参与信息公示。征求意见稿公示于 2025 年 11 月 28 日起采取网络、报纸和张贴公告的形式同步进行公示。征求意见日期为公告发布之日起 10 个工作日。网站选取在东北新闻网进行公示，链接为：https://gsgg.nen.com.cn/network/gsgg/dwgg/2025/11/28/850730908704052097.shtml。第二次信息公示期间，建设单位和评价单位未收到任何公众关于本项目的来信、邮件、传真及电话。

2025 年 12 月 12 日，向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，建设单位在东北新闻网网站上公开环境影响报告书全文（未包含国家秘密、商业秘密、个人隐私等依法不应公开内容）和旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目环境影响报告书公众参与说明。链接为:http://gsgg.nen.com.cn/network/gsgg/dwgg/2025/12/12/854011645603614759.shtml。公示期间，建设单位和评价单位未收到任何公众关于本项目的来信、邮件、传真及电话。

14.7 规划和政策符合性结论

14.7.1 海洋主体功能区规划

本项目属于海洋油气开发及其附属工程，位于规划中的重点开发区域中的海洋工程和资源开发区，本项目为油气资源勘探开发项目，与重点开发区域矿产资源勘探开发利用的定位相符合。本项目不涉及围填海，开发过程将严格按照相关

规定进行环境影响评价及海域使用论证工作。污染物的处理、排放和处置严格遵守污染物排放管理要求，生产阶段仅有少量牺牲阳极锌离子释出，对工程周边海域生态系统的影响很小。建设单位制定了完善溢油应急计划，本项目建成后将严格按照油田已经批复的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作，避免发生重大环境污染事件。本项目所处海域位于辽宁省海洋主体功能区外，工程距辽宁省海洋主体功能区边界最近距离约[redacted]，距离较远，经分析本项目与《全国海洋主体功能区规划》、《辽宁省海洋主体功能区规划》相协调。

14.7.2 国土空间规划

本项目位于渤海辽东湾海域，位于《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》规划范围之外，距离最近的生态保护红线约[redacted]，根据预测结果，建设阶段海底管道挖沟时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离本项目最远距离约[redacted]运营期仅有少量牺牲阳极锌离子释出，故建设阶段和运营期均不会影响到《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》及其中的生态保护红线。

综上，本项目建设与《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》的相关要求不冲突。

14.7.3 生态环境分区管控符合性

经识别，本项目位于地方省市管辖海域范围之外，距离《辽宁省生态环境厅关于发布<辽宁省生态环境分区管控方案（2023 年版）>的函》（辽环发〔2024〕29 号）最近的环境管控单元约[redacted]。距离较远，本项目建设与《<辽宁省生态环境分区管控方案（2023 年版）》的相关要求不冲突。

14.7.4 相关政策规划符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2024 年本）》，本项目为海上油气开采项目，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开发”工程，本项目的建设符合国家产业政策的要求。

本项目的开发建设与《“十四五”现代能源体系规划》、《“十四五”海洋生态环境保护规划》等相关要求相符合。

14.8 建设项目环境可行性结论

旅大 16-3 油田至旅大 10-1 油田输气项目属于《产业结构调整指导目录（2024

年本）》中的“鼓励类”产业，符合国家产业政策。

本项目不在《辽宁省国土空间规划（2021-2035 年）》、《辽宁省生态环境分区管控方案（2023 年版）》范围内且距离较远。

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，采用的生产设备、污染防治措施等均符合清洁生产的要求。本项目施工期间，对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境的影响范围和程度较小。建设单位须严格控制海底管道挖沟速度，最大限度地减少污染物对海洋生态环境和渔业资源的影响。

本项目存在一定溢油风险，溢油事故一旦发生会对生态和环境造成严重危害后果，本项目投产后将纳入《旅大 21-2/旅大 16-3 油田溢油应急计划》或《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》，建设单位将对该计划进行修编并重新备案，以满足项目溢油应急需求。本次溢油防治措施适用于本项目设施所处海域范围内油田生产活动中发生一般溢油事故的初期应急处置，一旦发生溢油事故，本油田及周边油田现有溢油应急资源可以对事故现场进行有效的防控。因此，本项目原油泄漏环境风险可防、可控。建设单位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。

综上，评价认为，在建设单位切实落实了各项污染防治对策措施、生态保护对策措施，切实落实风险事故应急对策措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，工程建设可行。