

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称: 旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目

建设单位: 中海石油(中国)有限公司天津分公司

编制日期: 2024 年 6 月

中华人民共和国生态环境部制

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称: 旅大10-1油田10-4区块调整项目

建设单位: 中海石油(中国)有限公司天津分公司

编制日期: 2024年6月

编制单位和编制人员情况表

项目编号	r5dy68		
建设项目名称	旅大10-1油田10-4区块调整项目		
建设项目类别	54--150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中海石油 (中国) 有限公司天津分公司		
统一社会信用代码	91120116718249438Q		
法定代表人 (签章)	周心怀		
主要负责人 (签字)	阎洪涛		
直接负责的主管人员 (签字)	卫权辉		
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
李云婷	建设项目基本情况、建设内容、生态环境现状、保护目标及评价标准、生态环境影响分析、主要生态环境保护措施、附录、生态环境保护措施监督检查清单、结论、附表、附件、附图	BH006056	李云婷

目 录

一、建设项目基本情况.....	1
二、建设内容.....	7
三、生态环境现状、保护目标及评价标准.....	25
四、生态环境影响分析.....	38
五、主要生态环境保护措施.....	56
六、生态环境保护措施监督检查清单.....	60
七、结论.....	61
附图.....	62
附表.....	71
附录 1.....	102
附录 2.....	108

省“三区三线”的划定生态保护红线之外，

，详见附图 3.2。

本项目建设阶段铺设海底管线及电缆最大影响距离为 1.08km，非油层段钻井液排放最大影响距离为 0.97km，非油层段钻屑排放最大影响距离为 0.25km，不会对生态红线产生影响；运营期项目有少量生活污水排放，正常运行情况下不会对辽宁省“三区三线”划定的红线区产生不利影响。

二、主体功能区规划符合性

(1) 与《全国海洋主体功能区规划》符合性分析

国家海洋局在 2015 年 8 月印发了《国务院关于印发全国海洋主体功能区规划的通知》（国发〔2015〕42 号），根据“通知”，海洋主体功能区按开发内容可分为产业与城镇建设、农渔业生产、生态环境服务三种功能。依据主体功能，将海洋空间划分为优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域。

本项目位于全国海洋功能区划中的“渤海中部海域”，该海域功能定位和管理要求为：“该海域主要功能为矿产与能源开发、渔业、港口航运。西南部、东北部海域重点发展油气资源勘探开发，协调好油气勘探、开采用海与航运用海之间的关系。区域积极探索风能、潮流能等可再生能源和海砂等矿产资源的调查、勘探与开发。合理利用渔业资源，开展重要渔业品种的增殖和恢复。加强海域生态环境质量监测，防治赤潮、溢油等海洋环境灾害和突发事件。”；第二章指导思想、基本原则和主要目标：“油气区重点保障油气资源勘探开发的用海需求，支持海洋可再生能源开发利用。严格执行海洋油气勘探、开采中的环境管理要求，防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。油气区执行不劣于现状海水水质标准”。

本项目属于海洋油气开发项目，符合功能区功能定位。本项目新建平台为透水式结构，对海洋水动力环境和地形地貌影响较小。本项目建设阶段产生的非油层段钻屑、非油层段钻井液排放对环境的影响属于短期、可恢复性影响；施工期生活污水经处理达标后排放；机舱含油污水、生产垃圾、生活垃圾（除船舶食品废弃物按规处理/排放外）、油层段钻屑、油层段钻井液均运回陆地处理。生产阶段产生的生产水经处理达标后全部回注地层，不外排；生产垃圾、生活垃圾运回陆地处理。因此，本项目正常生产阶段对周边海域的生态环境影响较小，建设阶段对海域生态环境的影响是短期且可恢复的，影响不到毗邻海洋生态敏感区。

旅大 10-1 油田 10-4 区块属于重点开发区域中的海洋工程和资源开发区。本项目为海洋矿产资源勘探开发工程，项目所在海域属于海洋工程和资源开发区中允许的“矿产资源勘探开发利用所需海域”。因此，项目建设符合《全国海洋主体功能区规划》的相关要求。

(2) 《辽宁省海洋主体功能区规划》符合性分析

根据《辽宁省海洋主体功能区规划》，拟建平台和拟建管线位于《辽宁省海洋主体功能区规划》的划定范围之外。其中，拟建平台距离绥中县海域最近，距离约 23km。本项目与《辽宁省海洋主体功能区规划》的位置关系见附图 2。

本项目为海洋矿产资源勘探开发工程，位于《辽宁省海洋主体功能区规划》的划定范围之外，工程建设不会对《辽宁省海洋主体功能区规划》的功能区产生不利影响。

三、“三线一单”符合性分析

经识别，本项目位于地方省市管辖海域范围之外，距离最近的为辽宁省葫芦岛市海域，根据《葫芦岛市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（葫政发〔2021〕4号），本项目位于葫芦岛市环境管控单元之外，

本项目建设阶段铺设海底管线及电缆引起的悬浮泥沙最大影响距离为 1.08km，非油层段钻井液排放最大影响距离为 0.97km，非油层段钻屑排放最大影响距离为 0.25km，不会对生态红线产生影响；运营期项目有少量生活污水排放，因此，正常运行情况下本项目建设与《葫芦岛市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》的相关要求不冲突。

四、与产业政策的符合性

本项目属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，符合国家《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）中“常规石油、天然气勘探与开采”，属于国家产业政策鼓励类项目。

五、与生态环境保护规划符合性分析

(1) 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

1、相关要求

“三（9）：加强海上污染分类整治实施船舶污染防治……强化海洋工程和海洋倾废环境监管……”。

“五（16）：防范海洋突发环境事件风险。防范海上溢油风险……；五（17）：加强海洋突发环境事件应急能力建设”。

2、符合性分析

本项目施工期和运营期船舶污染物及固体废物均按相关标准要求处理处置，符合规划要求。

建设单位对现有油田群的开发活动编制了《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》并进行了备案，本项目开发将纳入《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》，并在投产前对该计划进行修编，周边油田可调用溢油应急物资满足本油田溢油应急响应

需求，可有效防止海上溢油造成重大海洋环境损害。

综上，项目建设与《“十四五”海洋生态环境保护规划》的相关要求相符合。

(2) 辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划符合性分析

1、相关要求

根据《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》（辽环发〔2022〕8号）“三（6）强化海洋工程和海洋倾废环境监管……”。

根据《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》“三（三）强化源头防控，以海上溢油为重点，构建海洋环境风险防控体系，加强应急响应能力及建设；（15）防范海上溢油风险……”

本项目施工期和运营期船舶污染物及固体废物均按相关标准要求处理处置，符合规划要求。

建设单位编制了《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》（2022 年 4 月）并进行了备案，本项目开发将纳入该计划，在投产前对该计划进行修编并重新备案，周边油田可调用溢油应急物资满足本油田溢油应急响应需求，可有效降低海上溢油造成重大海洋环境损害。

因此，本项目符合《辽宁省“十四五”海洋生态环境保护规划》要求。

(3) 与《重点海域综合治理攻坚战行动方案》符合性分析

1) 相关要求

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》（环海洋〔2022〕11号）：

（三）重点方向中的“渤海”：以“1+12”沿海城市（天津市，辽宁省大连市、营口市、盘锦市、锦州市、葫芦岛市，河北省秦皇岛市、唐山市、沧州市，山东省滨州市、东营市、潍坊市、烟台市）及其渤海范围内管理海域为重点，巩固深化陆海统筹的污染防治成效，加强重点海湾综合治理和美丽海湾建设，构建与高质量发展要求相协调的海洋生态环境综合治理长效机制。

（四）主要目标中提出：海洋环境风险防范和应急响应能力明显提升。

（十）船舶港口污染防治行动中规定：进一步巩固船舶和港口污染治理成果，完善实施船舶水污染物转移处置联单制度，推进“船-港-城”全过程协同管理。

（十一）海洋生态保护修复行动中规定：严格海洋伏季休渔监管执法，实施现代化海洋牧场建设，开展渔业资源增殖放流，清理取缔涉渔“三无”船舶。

（十三）加强海洋环境风险防范和应急监管能力建设规定：建立健全海上溢油监测体系，提升风险早期识别和预报预警能力。以渤海为重点，加强海洋石油勘探开发环境风险源排查整治和溢油风险监控。指导督促沿海省（市）有关部门和相关企业等加强海洋突发环境事件应急预案制修订，推进沿海地方应急船舶装备、物资保障、监测预警预报、监督执法等能力建设。

	<p>2) 符合性分析</p> <p>项目施工期和运营期污染物均可得到有效的处理处置：施工期船舶含油污水根据《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》，运回陆上交由有资质单位接收处理。油层段钻屑及钻井液运回陆地交由相应危废资质单位处置。施工船舶产生的生活污水经生活污水处理装置处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）中相应标准后方可排海，平台产生的生活污水经生活污水处理装置处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中相应标准后方可排海。生活垃圾（除船舶食品废弃物按规处置/排海外）、生产垃圾等运回陆上处理，其中危险废物交由有资质单位处理。</p> <p>施工期间主要的污染物是悬浮物，但是影响是暂时的、可恢复的。环评针对施工期造成的生物资源损失进行了分析，并核算了补偿金额，在后续生产过程中建设单位会采取相应生态补偿和修复措施，对重要渔业品种实施增殖放流，可以维持海洋生物资源可持续利用。</p> <p>本项目投产后，建设单位将根据溢油应急计划开展各种溢油应急和响应工作，以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。</p> <p>综上，工程建设与《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的相关要求相符合。</p>
--	---

				(4个单筒双井)，
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，
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5m栈桥与LD10-1WHPA平台下层甲板连接。

与本项目相关的旅大10-1油田平台设施包括：1座中心处理平台：LD10-1CEP；2座井口平台：LD10-1WHPA、LD10-1WHPC；1座生产辅助平台：LD10-1PAPD及平台间管缆。油田平面布置见下图。

图2-1 旅大10-1油田生产设施布置图略

2.本项目依托及改造平台概况

本项目改造及依托涉及的平台概况见下表。

表2-2 本项目依托及改造平台概况

平台	平台概况
LD10-1CEP	10腿有人驻守的导管架钢结构中心平台，共有4层甲板。平台上设有原油处理系统、含油生产水处理系统、注水系统、开闭排系统、生活污水处理系统、主发电机和105人生活楼。
LD10-1WHPA	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，平台于2007年4月取得环境保护设施竣工验收的批复，至今已服役19年，设计年限为20年，该平台2025年1月份到设计年限，目前正在开展延寿评估工作。
LD10-1WHPC	4腿无人驻守导管架钢结构井口平台，。平台上设有生产计量、注水管汇、修井机及其配套设施。平台于2015年投产。

表2-3 旅大10-1油田管道及电缆情况

路径	管道/电缆/栈桥	长度	设计年限
LD10-1WHPA~LD10-1CEP	栈桥连接		25年
LD10-1WHPC~LD10-1WHPA	栈桥连接		25年
LD10-1CEP~缓中终端	原油输送管道		25年

表 2-4 本项目依托工程主要环保设施一览表

平台		主要环保设施
依托平台	LD10-1CEP	原油处理系统、含油生产水处理系统、注水系统、开闭排系统、生活污水处理系统。 [REDACTED]

3.生产物流集输及工艺流程

(1) 现有工程物流走向

LD10-1WHPA 平台和 LD10-1WHPC 平台井产物流通过栈桥连接的混输管线送至 LD10-1CEP 平台，在 LD10-1CEP 平台处理成合格原油后，通过输油海管输送至绥中 36-1 终端。LD10-1PAPD 平台接收 LD16-3CEPA 平台井产物流，利用 LD10-1PAPD 平台的原油处理设施将原油处理合格后，通过与 LD10-1WHPA 平台连接的栈桥越站送至 LD10-1CEP 平台，与 LD10-1CEP 平台处理合格的原油汇合后，通过输油海管输送至绥中 36-1 终端。天然气在 LD10-1CEP 处理后，送至 LD4-2WHPB 平台，经已建输气海管输送至营口天然气终端。

图 2-2 现工程物流走向示意图-略

(2) 油气水处理工艺流程

①油气处理工艺流程

LD10-1WHPA/WHPC 平台各井物流经生产管汇与来自 LD4-2WHPB 平台的物流汇合，进入 LD10-1CEP 平台原油处理系统进行油气水三相分离，分离出的伴生气去天然气压缩机和火炬系统；分离出的游离水去生产水处理系统，分离出的合格原油（含水率<1%）通过原油外输泵经海管输往陆上终端储存和外输，生产水经处理系统处理合格后回注周边平台地层。

图 2-3 LD10-1CEP 原油处理工艺流程图-略

②生产水处理工艺流程

LD10-1CEP 平台含油生产水处理工艺：从原油处理系统中排出的生产水经斜板隔油、加气浮选、核桃壳过滤器等处理流程，处理合格的水全部回注。工艺流程见下图。

图 2-4 LD10-1CEP 平台含油生产水处理工艺流程图-略

(二) 本项目建设内容及规模

2.1 本项目建设内容：

(1) [REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted text]

表 2-5 LD10-1WHPE 平台开发数据表

高峰产油量	[Redacted]
高峰产水量	[Redacted]
高峰产液量	[Redacted]
高峰产气量	[Redacted]
新建平台名称	[Redacted]
总井数	[Redacted]
生产井数	[Redacted]
预留井数	[Redacted]
钻修井方式	[Redacted]
平台、海管及电缆设计寿命	[Redacted]
年生产天数	[Redacted]
开发方式/采油方式	天然能量开发/电潜泵采油

2.2 油品性质

项目涉及油田的油品性质见下表。

表 2-6 LD10-1WHPE 原油物性

油品	20℃密度 kg/m ³	50℃密度 kg/m ³	50℃粘度 mPa·s	凝固点℃
LD10-1WHPE	958.4	939.1	273.9	-16
	含蜡量(%)	沥青质(%)	胶质(%)	/
	1.30	6.72	15.59	/

2.3 产能预测

项目投产后，新建 LD10-1WHPE 平台生产井最大油产能为 [Redacted]

[Redacted]。油田产能预测情况详见下表。

表 2-7 LD10-1WHPE 生产井产能预测指标

时间	日均产量				年产量				含水率 %
	油	水	液	气	油	水	液	气	
	m ³ /d			10 ⁴ m ³ /d	10 ⁴ m ³ /a			10 ⁸ m ³ /a	
2025	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2026	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2027	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2028	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2029	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2030	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
2031	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

[Redacted text block]

表 2-8 项目主要工程组成表

工程类型		工程组成	工程情况
新建工程	主体工程	[Redacted]	[Redacted]
	辅助工程	[Redacted]	[Redacted]
	环保工程	[Redacted]	[Redacted]
	公用工程	[Redacted]	[Redacted]
调整井工程	[Redacted]	[Redacted]	
改造 / 依托工程	平台	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]
	依托管道	[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]
		[Redacted]	[Redacted]

依托			
终端			

1. 新平台建设方案

LD10-1WHPE 是一座 4 腿无人井口平台，设 16 口井。

平台共设 3 层甲板，分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板。各层甲板及井槽平面布局情况详见“总平面及现场布置章节”。

2. 新平台钻完井方案

(1) 井别井型

新建 LD10-1WHPE 平台设 16 口井，其中 12 口生产井，4 口预留井，井别井型情况见下表。

表 2-9 新建 LD10-1WHPE 平台井别情况一览表

平台	井名	井别	井型
LD10-1WHPE			

注：其中领眼井 E7P 后期利用该井口侧钻为定向井 E7。

(2) 井身结构

表 2-10 拟建井尺寸及井深参数

地层	井型分类	井数	平均井深 (m)	套管尺寸 (in) × 下深 (m)	井名
东营					

第一类：2000m 以内水平井 (E1H/E3H/E5H/E6H)	第二类：单筒双井 (E2/E4H)
第三类：2000-2500m 水平 (E8H/E12H)	第四类：定向井带领眼井 (E7/E7P 井)
第五类：井深<2000m 定向井 (E9/E10/E11)	

图 2-5 新平台井身结构示意图-略

(3) 钻井液体系组成

项目新平台钻井使用环保型水基钻井液体系，钻井液体系组成见下表。

表 2-11 钻井液体系组成表

地层	井眼尺寸	钻井液体系	密度(g/cm ³)	PV(mPa·s)	YP(Pa)
东营组	16"	海水膨润土浆 (长井段下部转海水聚合物体系)	1.03~1.08	/	/
	12-1/4"	上部-海水膨润土浆	1.08~1.18	15~25	8~15

		下部-水基环保钻井液改进型 PEC			
	8-1/2"	EZFLOW 钻井液体系	1.03~1.08	15~25	10~15

3. 新建海底管道方案

项目拟新建 LD10-1WHPE 平台至 LD10-1CEP 平台 1.2km 混输管道，相关参数见下表，截面示意图见下图。

表 2-12 新建海底管道参数表

管道名称	
结构形式	
管线长度	
设计压力	
设计温度	
内管尺寸	
外管尺寸	

图 2-6 混输海管截面示意图-略

4. 新建海底电缆方案

项目拟新建 LD10-1CEP 平台至 LD10-1WHPE 平台 1.2km 海底电缆，相关参数见下表。

表 2-13 海底电缆相关参数

电缆名称	LD10-1CEP 平台至 LD10-1WHPE 平台海底电缆
长度 (km)	1.2km
额定电压	35kV
海缆规格	3C×70mm ²

图 2-7 海底电缆截面示意图-略

5. 现有平台改造工程

新建 LD10-1WHPE 平台所产物流通过新建海管输送至 LD10-1CEP 平台，与来自 LD4-2WHPB、LD10-1WHPA、LD10-1WHPC 平台物流混合后，送至 LD10-1CEP 处理成合格原油后通过已建输油海管外输至绥中终端。为适应本项目拟对现有 LD10-1CEP、LD10-1WHPC 和 LD10-1WHPA 共 3 个平台进行适应性改造。

1) LD10-1CEP 平台

2) LD10-1WHPC

LD10-1WHPC 平台是一座 4 腿井口平台。为适应本次项目，需要对其下层甲板和工作甲板进行改造，相关适应性改造具体如下：

[Redacted text block]

3) LD10-1WHPA

[Redacted text block]

(1) 井别井型

现有 LD10-1WHPA 平台 A32 井井别类型如表 2-14 所示。

表 2-14 LD10-1WHPA 平台 A32 井别情况一览表

平台	井名	井别	井型
LD10-1WHPA	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

(2) 井身结构

表 2-15 A32 侧钻井尺寸及井深参数

地层	井型分类	井数	平均井深 (m)	套管尺寸 (in) × 下深 (m)	井名
东营	[Redacted]	1	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

第五类：WHPA 平台 A32 井侧钻实施注水井（A32S1）

图 2-8 A32 井身结构示意图-略

(3) 钻井液体系组成

项目利用 WHPA 平台 A32 井侧钻实施的生产水回注井钻井使用环保型水基钻井液体系，钻井液体系组成见下表。

表 2-16 钻井液体系组成表

地层	井眼尺寸	钻井液体系	密度(g/cm ³)	PV(mPa·s)	YP(Pa)
东营组	16"	海水膨润土浆 (长井段下部转海水聚合物体系)	1.03~1.08	/	/
	12-1/4"	上部-海水膨润土浆 下部-水基环保钻井液改进型 PEC	1.08~1.18	15~25	8~15
	8-1/2"	水基环保钻井液改进型 PEC	1.15~1.25	15~25	10~15

2.5 工艺流程

项目投产后物流集输路径见下图。

图 2-9 项目投产后物流集输路径图-略

1. 油气生产工艺流程

(1) LD10-1CEP 平台原油处理系统工艺流程

本项目投产后 LD10-1CEP 平台原油处理工艺不变, LD10-1WHPE 井口物流与 LD10-1WHPA、LD10-1WHPC 和 LD4-2WHPB 平台各井物流汇合, 进入 LD10-1CEP 平台原油处理系统进行油气水三相分离, 分离出的伴生气通过天然气压缩机送至营口终端; 分离出的游离水去生产水处理系统, 分离出的合格原油通过原油外输泵经海管输往陆上终端储存和外输, 生产水经处理系统处理合格后, 回注周边平台地层。

2. 生产水处理及回注流程

本项目投产后处理工艺不变，新建 LD10-1WHPE 平台产液全部经新建混输海管输送至 LD10-1CEP，分离出来的生产水处理合格后回注，LD10-1CEP 平台含油污水处理工艺：从原油处理系统中排出的污水经斜板隔油、加气浮选、核桃壳过滤器等处理流程，处理合格的水全部回注。

2.6 能力校核

1) 原油和天然气处理能力校核

LD10-1CEP 生产分离器处理来自旅大 4-2 油田含水原油、LD10-1WHPA 及 WHPC 生产物流。LD10-1CEP 热处理器处理来自生产分离器油相出口含水 30%原油，LD10-1CEP 电脱水器处理来自处理器油相出口含水 20%原油。进入 LD10-1CEP 平台总的处理量能力校核如下：

表 2-17 LD10-1CEP 平台生产分离器处理能力校核

处理设备	处理介质	设计能力	实际最大处理
生产分离器	油 (m ³ /d)	■	■
	水 (m ³ /d)	■	■
	液 (m ³ /d)	■	■
	气 (10 ⁴ m ³ /d)	■	■
热处理器	油 (m ³ /d)	■	■
	水 (m ³ /d)	■	■
	液 (m ³ /d)	■	■
电脱水器	液 (m ³ /d)	■	■

经校核：2031~2038 年间，最大水量超过生产分离器水相设计能力。根据生产分离器液相处理能力，能够满足分离要求，因此分离器油相和水相出口可达标。 ■■■■■

■■■■■
■■■■■
■■■■■
■■■■■。

2) 生产水处理系统校核

新建 LD10-1WHPE 平台产液混输至 LD10-1CEP 平台，分离产生的含油生产水由 LD10-1CEP 生产水处理装置进行处理。本项目接入后，LD10-1CEP 生产水处理能力校核如下：

表 2-18 LD10-1CEP 生产水处理系统校核

平台	设计能力 (m ³ /d)	实际最大处理量 (m ³ /d)
LD10-1CEP	■	■

经校核：LD10-1CEP 新增生产水处理设备及现有 LD10-1CEP 平台的生产水处理系统满足本项目的依托处理需求。

3) 终端校核

(1) 绥中 36-1 终端

(2) 营口终端

4) 依托管道校核

经校核，项目依托的所有管道满足本项目依托要求，

，具体校核情况见下表。

表 2-19 项目依托管道设计参数及校核情况

序号	管道名称	管径 (in)	管长(km)	设计压力(kPa)	设计温度(°C)	项目投产后最大压力(kPa)	项目投产后最高温度(°C)	是否满足
1	LD10-1CEP 至 绥中终端海底输油管道	■	■	■	■	■	■	■
2	LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 海底输气管道	■	■	■	■	■	■	■
3	LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气海底管道	■	■	■	■	■	■	■
4	SZ36-1WHPM 至水下三通 (WYE) 输气海管	■	■	■	■	■	■	■
5	水下三通 (WYE) 至 JZ25-1S CEP 海底输气管道	■	■	■	■	■	■	■
6	JZ25-1S CEP 至 营口终端海底	■	■	■	■	■	■	■

	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="225 179 284 246">输气管道</td> <td data-bbox="284 179 496 246"></td> <td data-bbox="496 179 595 246"></td> <td data-bbox="595 179 751 246"></td> <td data-bbox="751 179 879 246"></td> <td data-bbox="879 179 967 246"></td> <td data-bbox="967 179 1086 246"></td> <td data-bbox="1086 179 1190 246"></td> <td data-bbox="1190 179 1418 246"></td> </tr> <tr> <td colspan="9" data-bbox="225 246 1418 291">本项目投产后，</td> </tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 291 1418 336">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 336 1418 380">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 380 1418 425">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 425 1418 470">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 470 1418 515">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 515 1418 560">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 560 1418 604">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 604 1418 649">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 649 1418 694">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 694 1418 739">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 739 1418 784">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 784 1418 828">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 828 1418 873">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 873 1418 918">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 918 1418 963">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 963 1418 1008">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 1008 1418 1052">[Redacted]</td></tr> <tr><td colspan="9" data-bbox="225 1052 1418 1077">[Redacted]</td></tr> </table>	输气管道									本项目投产后，									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]									[Redacted]								
输气管道																																																																																																																																																																																					
本项目投产后，																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
[Redacted]																																																																																																																																																																																					
总平面及现场布置	<p>项目拟新建 4 腿无人井口平台 LD10-1WHPE：平台所产物流通过新建混输海管输送至 LD10-1CEP 平台进行处理，处理成合格原油外输后通过海管外输至绥中终端。生产水在 LD10-1CEP 处理合格后回注周边平台地层。对现有 LD10-1CEP、LD10-1WHPC 和 LD10-1WHPA 3 个平台进行适应性改造。总开发方案见下图：</p> <p style="text-align: center;">图 2-10 旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目开发方案示意图略</p> <p>(1) 新建 LD10-1WHPE 平台结构及平面布置</p> <p>LD10-1WHPE 是一座 4 腿无人井口平台。设备设施主要包括柴油系统、开排系统、化学药剂系统和闭排系统等。前期使用钻井平台钻井，后期使用移动式钻井平台修井。不设生活楼。井槽按照 4×3 形式布置，井槽间距为 2.2m×2.0m。平台共设 3 层甲板，分别是上层甲板、中层甲板、下层甲板。</p> <p>a.上层甲板</p> <p>[Redacted]</p> <p>[Redacted]</p> <p>[Redacted]</p> <p>[Redacted]</p> <p>b.中层甲板</p>																																																																																																																																																																																				

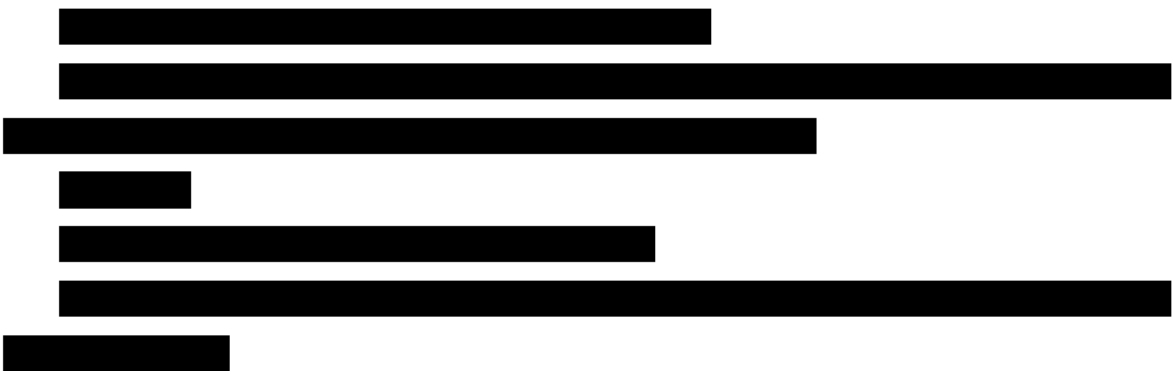


图 2-11 LD10-1WHPE 平台上层甲板平面布置图-略

图 2-12 LD10-1WHPE 平台中层甲板平面布置图-略

图 2-13 LD10-1WHPE 平台下层甲板平面布置图-略

LD10-1WHPE 平台井槽平面布置见下图。

图 2-14 LD10-1WHPE 平台井槽平面布置图-略

(2) 改造工程平面图

1) LD10-1CEP

a.工作甲板



图 2-15 LD10-1CEP 平台工作甲板平面布置图-略

2) LD10-1WHPC



图 2-15 LD10-1 WHPC 平台下层板平面布置图-略

图 2-16 LD10-1 WHPC 平台工作甲板平面布置图-略

3) LD10-1WHPA

LD10-1WHPA 平台仅涉及 LD10-1WHPC 与 LD10-1CEP 之间部分连接工艺管线适应性改造及老井侧钻，故平面布置基本无变化。

(3) LD10-1WHPE 至 LD10-1CEP 平台海底管线及电缆平面图-略

项目拟新建 LD10-1WHPE 至 LD10-1CEP 平台海底管线 1.2km，同时拟新建 LD10-1CEP 至 LD10-1WHPC 平台海底电缆 1.2km。

图 2-17 海底管线/电缆平面布置图-略

项目海上建设阶段的施工作业内容主要包括新建平台导管架和甲板上部组块等设施的海上安装、钻完井作业、现有平台改造、海底管道的敷设、海底电缆的铺设等等。

1. 平台安装

LD10-1WHPE 平台是一座 4 腿 4 主桩导管架平台，LD10-1WHPE 导管架采用立式建造，小车装船，海上利用德赢浮吊吊装就位。LD10-1WHPE 平台组块采用分层建造，小车装船，海上暂定采用蓝疆吊装就位。

LD10-1WHPE 导管架安装重量：828.18 吨、LD10-1WHPE 上部组块安装重量：约 1584 吨。

2. 钻完井作业

钻井设备与方式：LD10-1WHPE 推荐采用自升式钻井平台（移动式）钻完井+自升式钻井平台动管柱修井（标准化无人平台）方案。12 口井隔水管在安装导管架、井槽时一起锤入，隔水管入泥深度约 44m~47m。

水平井采用边钻边完的形式，裸眼段钻完后直接进行完井作业。水平井三开井身结构，表层下入 13-3/8"套管，9-5/8"套管下到着陆段，8-1/2"裸眼完钻。

钻井完成后下套管固井作业，首先注入前置液，隔离液，然后注入固井水泥浆，最后利用钻井液顶替固井水泥浆进行碰压作业。

完井方式：定向井采用套管射孔完井，水平井采用裸眼完井。套管射孔完井步骤为：下入刮管洗井管柱在射孔处刮管洗井，下入射孔枪射孔后在对应部位二次刮管洗井，之后下入防砂管柱进行防砂作业，最后下入生产管柱完成完井作业，准备开泵投产。裸眼完井没有射孔步骤，在坐挂处刮管洗井后直接下入防砂管柱进行防砂作业，然后下入生产管柱完成完井。

3. 现有平台改造

本次工程拟对现有 LD10-1CEP、LD10-WHPC、LD10-1WHPA 共 3 个平台进行适应性改造。主要涉及甲板结构改造/新增设备、管线改造、改造仪表电气系统等等。其中 LD10-1CEP 平台和 LD10-1WHPC 涉及对组块甲板结构改造，施工采用结构梁陆地单根预制，预制完毕后使用拖轮运输至海上，利用导链等工具就位。

4. 调整井

作业前准备，洗压井→拆采油树、安装防喷器组→起原井生产管柱；刮管洗井作业→下入射孔管柱射孔作业→再次刮管洗井作业→下防砂管柱防砂作业→下入注水管柱→拆防喷器组，安装井口。

5. 海底管道施工

施工方案

(1) 新建海底管道拟采用铺管船，海底管道采用后挖沟自然回填埋设法。

(2) 挖沟和埋设



本项目海上施工主要设备及施工进度安排见表 2-18。

6. 海底电缆施工

(1) 新建海底电缆拟采用铺缆船，边铺边埋。

(2) 挖沟和埋设



本项目海上施工主要设备及施工进度安排见下表。

表 2-20 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	施工船舶	船舶数量	施工人数(人)	施工天数(天)
导管架海上运输、安装	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
平台组块海上运输、安装	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
海缆铺设	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
海管铺设	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1
	[Redacted]	1	1	1

钻完井作业					
LD10-1CEP 改造					
WHPC/WHPA 改造					

表 2-21 施工进度计划表

关键节点	计划开始时间	计划完成时间
导管架海上运输、安装		
组块海上运输、安装		
海缆铺设		
海管铺设		
LD10-WHPE 平台钻完井		
老平台设施改造		
连接调试		
4 口预留井		
LD10-WHPA 平台 A32 老井侧钻		
投产		

其他

无

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

生态环境现状	<p>1、现状资料来源</p> <p>(1) 水质、沉积物、海洋生态、生物质量现状资料来源</p> <p>本次水质、沉积物、海洋生态、生物质量调查资料采用《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目海洋环境质量现状春季调查报告》。</p> <p>调查时间：2023 年 5 月；</p> <p>调查内容：水质、沉积物、海洋生态、生物质量；</p> <p>调查单位：青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司；</p> <p>调查站位：共设置 30 个，包括水质站 30 个，沉积物站 18 个，海洋生物生态站（浮游植物、浮游动物、底栖生物等）和生物质量站 18 个。站位图见图 3-1；</p> <p>调查方法：调查方法依据《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）等有关规定，具体采样要求如下：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 海水水质调查：采样层次：水深小于 10m，取表层；水深 10~25m 之间，取表层、底层；水深 25~50m 之间取表层、10m、底层。石油类只采集表层样。2) 海洋沉积物调查：只采集海底表层海洋沉积物。3) 海洋生态调查：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。4) 生物质量调查：通过底拖网的形式进行采样，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 2~4n mile 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。 <p>(2) 渔业资源资料来源</p> <p>本次渔业资源调查资料采用《旅大 4-2 油田、旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目渔业资源现状春季调查》。</p> <p>调查时间：2023 年 6 月 1 日~6 月 18 日；</p> <p>调查内容：鱼卵仔稚鱼、渔业资源；</p> <p>调查单位：中国水产科学研究院黄海水产研究所；</p> <p>调查站位：共设置 21 个。站位图见图 3-2；</p> <p>调查方法：鱼卵、仔稚鱼、游泳动物现场采样按照《海洋调查规范-海洋生物调查》（GB/T12763.6-2007）和《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）</p>
--------	--

的有关要求进行。

1) 鱼卵、仔稚鱼

鱼卵、仔稚鱼定量调查采用浅水I型浮游生物网（口径50cm、网长145cm），定量调查由底层至表层进行垂直拖网；定性调查采用大型浮游动物网（口径80cm，网长280cm），水平拖网10分钟，拖网速度2海里/小时，所获样品经福尔马林固定，带回实验室，进行种类鉴定，以ind/m³法进行计数、统计和分析。

2) 渔业资源

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，拖速控制在3nm/h，拖速均匀。渔获物在船上鉴定种类，并按种类记录重量、尾数等数据，样本冰冻保存带回实验室详细测定生物学数据。鉴定后，用感量为0.1g电子天平称重。

(3) 水文动力现状资料来源

本次水文动力现状调查资料引自《旅大 4-2 油田调整项目海洋环境质量现状秋季调查报告》。

调查时间：2022年11月9日~11月10日（农历十月十六至十月十七，大潮期）；

调查内容：海流观测；

调查单位：青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司；

调查站位：共设置6个。站位图见图3-3；

调查方法：根据水深确定观测层次，水深在5m以内的，观测表层，水深在5-10m的，观测表层和底层，水深大于10m不超过50m的，观测表、中、底三层。表层在水面以下3m以内，中层是在水深的0.6倍处，底层距离海底2m以内。使用的仪器须是经试验合格的海流计，各站均进行25个小时的连续观测。

2、调查概况

(1) 海水水质、沉积物、海洋生物、生物质量站位

各调查站位的坐标、调查项目及位置见下表及下图。

表 3-1 海洋环境质量现状调查站位及调查项目

调查站位	北纬 (N)	东经 (E)	调查项目
25			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
26			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
27			海水
28			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
29			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
33			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
34			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
35			海水水质
36			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
37			海水
38			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
39			海水水质

40			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
41			海水水质
42			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
43			海水水质
44			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
45			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
46			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
47			海水水质
48			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
49			海水水质
50			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
51			海水水质
52			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
53			海水水质
54			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
55			海水水质
56			海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物质量
57			海水水质

图 3-1 海洋环境质量现状调查站位图-略

(2) 渔业资源站位

渔业资源调查站位见下表及下图。

表 3-2 渔业资源调查站位经纬度表

站位	北纬 (N)	东经 (E)	调查项目
Y47			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y48			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y49			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y50			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y54			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y55			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y56			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y58			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y59			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y60			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y61			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y63			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y64			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y65			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y66			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y68			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y69			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y70			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y71			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y97			鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y98			鱼卵仔稚鱼、渔业资源

2) 浮游植物

3) 浮游动物

4) 底栖生物

(3) 生物质量调查结果

本次调查采集到 6 种生物共计 31 个样品，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、砷和石油烃含量均满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。

②软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子铜、铅、锌、镉和总汞含量均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中的质量标准。

③软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中的质量标准。

(4) 沉积物调查结果

本次调查的 18 个沉积物站位位于各功能区之外，从一类开始评价至符合相应的标准为止。

本次共进行了 18 站位的海洋沉积物调查，海洋沉积物类型以黏土质粉砂为主；对有机碳、硫化物、油类、铜、铅、锌、镉、总汞、铬、砷等因子进行了分析评价，所有调查因子均符合一类海洋沉积物质量标准，海洋沉积物质量状况良好。

(5) 渔业资源调查结果

1) 鱼卵、仔稚鱼

2023 年春季进行的鱼卵和仔稚鱼调查，共采集到鱼卵和仔稚鱼共计 7 种，隶属于 5 目 7 科 7 属。其中鱼卵共计 6 种，隶属于 5 目 6 科 6 属，其中鲱形目 2 种、鲷形目 1 种、鲈形目 1 种、鲹形目 1 种、鲉形目 1 种、鲑形目 1 种；分别为斑鲹、鲹、鲈、蓝点马鲛、褐牙鲷、鲷。仔稚鱼共计 2 种，隶属于 2 目 2 科 2 属，其中鲱形目 1 种、鲷形目 1 种；分别为鲹、许氏平鲷。

2) 鱼类

3) 甲壳类

2023 年春季调查共捕获甲壳类 19 种，隶属于 2 目 14 科 17 属。甲壳类虾类幼体相对渔获量为 0.570kg/h，117ind/h；虾类成体相对渔获量为 3.053kg/h，451ind/h。蟹类幼体相对渔获量为 0.028kg/h，2ind/h；蟹类成体相对渔获量为 0.119kg/h，5ind/h。

4) 头足类

(6) 水文动力

1) 平均流速和最大流速

各站平均涨、落潮流流速大小相当而各有不同，总体上看平均流速中层最大，表层略小，底层最小；

2) 潮流

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。各站层 K 值大部分小于 0.5，观测期间本海区潮流属规则半日潮流性质。

3) 潮流的运动形式

该海区的潮流性质属半日潮流，因此主要半日分潮流（M2 和 S2）的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式，海域各站层潮流运动形式以往复流为主。

4) 余流

观测期间各站位表层与中层余流流速差别不大，大多在 10cm/s 左右，各站、层余流流向大多在 S~W 向区间。

5) 潮位

根据实测潮位数据计算，观测期间本海区的潮汐类型属于不规则半日潮。本项目理论深度基准面在 85 高程基准下 1.46m。

项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	1、相关工程环保手续执行情况					
	本项目相关工程环评及批复情况如下表：					
	表 3-6 本项目相关工程环评及批复情况					
	序号	报告名称	主要建设内容	本项目依托/改造项目	环评批复	竣工验收
	1					
	2					
	2、环保设施运行情况					
	<p>本项目物流主要依托 LD10-1CEP 现有生产水处理系统，生产水处理合格后回注地层。</p> <p>现有 LD10-1CEP 生产水处理设施处理效果良好，出水石油类含量$\leq 30\text{mg/L}$，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）中的石油类的标准要求。</p> <p>现有 LD10-1CEP 设有生活污水处理设施，生活污水经处理后 COD 含量$\leq 300\text{mg/L}$，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准。</p> <p>根据各平台生产水及生活污水监测数据（表 3-7、表 3-8），各平台及 LD10-1CEP 出水口生产水石油类全部符合标准限值，生活污水 COD 全部符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级生活污水排放要求。本项目现有环保设施运行情况良好，生活污水和生产水处理装置运行正常，环保措施有效，未出现环境污染和生态破坏问题。</p>					
	表 3-7 依托平台生产水/生活污水处理设施处理效果					
	时间	LD10-1CEP				
	生产水	生活污水				
	石油类浓度月平均 (mg/L)	COD 浓度 (mg/L)				
2023 年 1 月						
2023 年 2 月						
2023 年 3 月						

2023 年 4 月	■	■
2023 年 5 月	■	■
2023 年 6 月	■	■
2023 年 7 月	■	■
2023 年 8 月	■	■
2023 年 9 月	■	■
2023 年 10 月	■	■
2023 年 11 月	■	■
2023 年 12 月	■	■

3、固废处置情况

旅大 10-1 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。

4、风险事故回顾

根据建设单位的统计资料，旅大 10-1 油田自运行以来未发生过溢油事件。

根据本项目平台所处海域的位置进行识别，项目附近的主要环境敏感目标分布见附表和附图 3。本次评价仅识别本项目 5km 内敏感目标，主要为渔业“三场一通道”，本项目位于黄姑鱼索饵场、叫姑鱼索饵场、鲢鱼索饵场、毛虾越冬场内，位于对虾索饵场边界，距离最近的小黄鱼产卵场约 4.8km。具体见下表。

表 3-8 项目周边 5km 范围内主要环境敏感目标表

类别	敏感区名称	主要保护目标	位置关系		
			距离最近工程	方位	距离 (km)
渔业“三场一通道”	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[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：“海底管缆*”为 LD10-1WHPE 平台至 LD10-1CEP 平台间海底电缆管道。

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

本项目环境风险敏感目标见附录 2 第 2 章节。

生态环境
保护目标

1、环境质量标准

根据《海水水质标准》（GB3097-1997），《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）和《海洋生物质量》（GB18421-2001），对照《辽宁省海洋功能区划（2011-2020年）》中对各功能区水质、沉积物、生物质量管理目标要求，确定各调查站位水质、沉积物、生物质量评价执行标准。由于目前国家仅颁布了贝类生物评价国家标准，而其它生物种类的国家级评价标准欠缺，只能借鉴其它标准。贝类（双壳类）生物体内污染物含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值，其他软体动物和甲壳类、鱼类体内污染物（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

调查站位与生态红线、海洋功能区划位置关系见图 3.4~图 3-5。

表 3-9 环境质量标准

类别	采用标准		等级
海水水质	《海水水质标准》（GB3097-1997）		从一类水质评价，评价至符合类别
海洋沉积物	《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）		从一类水质评价，评价至符合类别
海洋生物生态	贝类（双壳）	《海洋生物质量》（GB18421-2001）	从一类水质评价，评价至符合类别
	软体动物、鱼类、甲壳类（重金属）	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	
	软体动物、鱼类、甲壳类（石油烃）	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）	

表 3-10a 海水水质评价标准 单位：mg/L（pH 除外）

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

表 3-10b 沉积物评价标准 单位：10⁻⁶

项目	第一类	第二类	第三类
有机碳（10 ⁻² ）	≤2.0	≤3.0	≤4.0
石油类	≤500.0	≤1000.0	≤1500.0

评价标准

硫化物	≤300.0	≤500.0	≤600.0
铜	≤35.0	≤100.0	≤200.0
铅	≤60.0	≤130.0	≤250.0
锌	≤150.0	≤350.0	≤600.0
镉	≤0.50	≤1.50	≤5.00
汞	≤0.20	≤0.50	≤1.00
砷	≤20.0	≤65.0	≤93.0
铬	≤80.0	≤150.0	≤270.0

表 3-10c 海洋生物质量评价标准 (单位: 湿重 mg/kg)

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

注: 由于双壳类软体动物以外的其他生物体中铬、砷无评价标准, 因此不对其进行评价。

2、污染物排放和控制标准

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008), 本项目位于渤海辽东湾海域, 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。本项目所采用的污染物排放标准详见下表。

表 3-11 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值
非油层段钻井液、非油层段钻屑	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	一级	禁止排放钻井油层钻屑和钻井油层钻井液, 禁止排放非水基钻井液钻屑 Hg≤1mg/kg, Cd≤3mg/kg
	《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》(GB18420.1-2009)	一级	生物毒性容许值≥30000mg/L
船舶机舱含油水	《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
船舶生活污水	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)	/	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
船舶垃圾		/	禁止投入水域 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
	生产及生活垃圾	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》 (GB4914-2008)	一级	禁止排放或弃置入海
	生活污水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》 (GB4914-2008)	一级	COD \leq 300mg/L
	含油生产水(回注)	《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》(SY/T5329-2022)	/	含油量 \leq 30mg/L
其他	<p>(1) 含油生产水 本项目运营期依托 LD10-1CEP 含油生产水处理合格后回注地层，不外排。</p> <p>(2) 生活污水 本项目新建平台为无人值守平台，改造平台新增定员 4 人，运营期新增生活污水排放量约 1.4m³/d，新增定员后总人数为 92 人，增加定员后总污水排放量为 32.2m³/d，依托 LD10-1CEP 平台总生活污水处理能力为 40m³/d，满足要求。</p>			

非油层段钻屑经检测达《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准排入海；油层段钻屑收集运回陆地交有资质单位处理。

表 4-2 钻屑源强核算表

井数（口）	油层段钻屑（m ³ ）	非油层段钻屑（m ³ ）	合计（m ³ ）	钻井时间（d）	钻屑排放时间（d）	非油层段钻屑最大排放速率（m ³ /d）
12口井+1口领眼井	■	■	■	■	■	■
4口预留井	■	■	■	■	■	■
1口生产井 转回注井	■	■	■	■	■	■
合计	■	■	■	■	■	■

3. 悬浮物

本项目拟建 1 条 LD10-1CEP 至 LD10-1WHPE 海缆，长度 1.2km，新建海底电缆拟采用铺缆船（HYSY295），边铺边埋，新建海底电缆管沟挖深约 2m，缆沟底宽 1m，顶宽 2m。挖沟速度为 2000m/d。

本项目拟建 1 条 LD10-1WHPE 至 LD10-1CEP 混输海管，长度 1.2km；海底管道采用后挖沟自然回填埋设法。埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，管沟底宽 1.5m，顶宽 3m。

海底管道管径 8in，总管道长度 1.2km，挖沟速率为 1000m/d。

取项目 LD10-1CEP 平台地勘报告土壤取样监测结果中密度值：干密度为 1.39kg/m³。此外，本项目电缆敷设起沙率按 15%计算，海底管道起沙率按 10%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 (m²) × 每天挖沟长度 (m)；

搅动海底泥沙总量 = 挖沟截面积 (m²) × 海管长度 (m)；

悬浮物源强 = 每天搅动海底泥沙量 (m³) × 泥沙干密度 (1.39kg/m³) × 起沙率 / 每天作业时长。

按铺设过程中的移动源连续性排放悬浮物计算，

表 4-3 悬浮物污染源强一览表

电缆	长度 (km)	泥沙搅动总量 (m ³)	悬浮物产生量 (m ³)	排放速率 (kg/s)
海底电缆	■	■	■	■
海底混输管道	■	■	■	■

4. 洗井废水

本项目 LD10-1WHPA 平台 A32 老井侧钻的洗井废水产生量约为 1500m³，洗井返出的含油污水进入生产水流程处理。

5. 生活污水、生活垃圾及机舱含油污水

海上建设阶段船舶产生的污染物包括船舶含油污水、生活污水、生活垃圾等，钻井平台及改造平台产生生活污水、生活垃圾等。根据工程作业期和参与作业的船舶数量，估算作业期内污染物的源强。根据相关统计资料，生活污水的产生量按每人 350L/d，生活垃圾按每人 1.5kg/d，船舶含油污水按《水运工程环境保护设计规范》（JTS 149-2018）及日常运营数据，生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算，其中食品废弃物按 1.0kg/（人·日）计算，生活污水按 0.35m³/（人·日）计算。生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算，其中食品废弃物按 1.0kg/（人·日）计算。机舱含油污水按照每船每天 0.5m³ 计。海上建设阶段船舶污染物产生量详见下表。

表 4-4 生活污水、生活垃圾及机舱含油污水

施工阶段	施工船舶	施工人数 (人)	施工天数 (天)	生活污水 (m ³)	生活垃圾 (kg)	食品废弃物 (kg)	船舶含油污水 (m ³)
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■
	■	■	■	■	■	■	■

施工期船舶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；自升式钻井平台及改造平台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。生活垃圾除船舶食品废弃物按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求处理处置/排海外，其余全部运回陆地处理。船舶含油污水用污油水系统收集，密闭存储，并按照《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》对船舶污油水系统的排放阀以及能够替代该系统的其他系统与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。

6. 固体废物

在工程建设阶段产生的生产垃圾主要包括新平台建设及现有平台改造过程中废弃器件边角料、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，海上建设阶段产生生产垃圾约 90t，其中一般固废约 82t，危险废物约 8t。经分类收集后，转运至陆上交由有资质单位进行处理。

表 4-5 施工期污染物及污染防治措施汇总表

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
钻井液	非油层段					
	油层段					
钻屑	非油层段					
	油层段					
悬浮物	电缆铺设					
	混输管道铺设					
生活污水						
生活垃圾						
船舶含油污水						

固体废物					

二、施工期环境影响分析

钻完井阶段，除船舶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）相关要求处理处置/排海外，其余生活及生产垃圾运回陆地处理；生活污水处理达标后排放；船舶机舱含油污水按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）铅封，运回陆上交有资质单位进行处理。油层段钻屑及油层段钻井液运回陆地交有资质单位处理处置，非油层段钻屑、非油层段钻井液、海底管缆施工挖沟悬浮物排放虽为短期行为，对海水水质、海底沉积物和生物生态有一定影响。

1. 对水文动力环境、地形地貌与冲淤环境影响分析

本次工程施工内容主要为平台安装、钻完井工程，平台为钢式导管架结构，桩腿尺寸较小，对流场、地形地貌与冲淤环境影响范围较小，仅对桩腿附近局部流场有影响，对大海域水动力环境基本无影响。

2. 对海水水质环境影响预测与评价

本次评价针对工程非油层段钻屑、非油层段钻井液排放和管缆施工对海水水质影响情况进行了建模预测，水文动力模型情况详见附录一。

预测结果如下：

1) 钻井液

[Redacted content]

根据以上预测结果，非油层段钻井液排放对海水水质的影响是暂时、可恢复的。

表 4-6 非油层段钻井液排放产生的悬浮物预测结果 (km²)

位置	超一(二)类	超三类	超四类	超一(二)类距平台最大距离 (km)
表层	■	■	■	■
中层	■	■	■	
底层	■	■	■	

表 4-7 非油层段钻井液排放产生的悬浮物不同超标倍数总包络面积 (km²)

位置	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi>9
表层	■	■	■	■
中层	■	■	■	■
底层	■	■	■	■
平均值	■	■	■	■

图 4-1 非油层段钻井液排放产生悬浮物浓度增量包络线 (表层)-略

2) 钻屑

本次预测非油层段钻屑连续排放 15d (包含一个完整的半月潮)，分别统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度增量最大值，按照海水水质标准相应浓度绘制等值线，所围成范围即为非油层段钻屑排放产生悬浮物的浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

表 4-8 钻屑粒径分布

<74μm	74~105μm	105~140μm	140~178μm	178~279μm	>279μm
■	■	■	■	■	■

根据以上预测结果，非油层段钻屑排放对海水水质的影响是暂时、可恢复的。

表 4-9 非油层段钻屑排放产生悬浮物的预测结果 (km²)

层位	超一(二)类	超三类	超四类	超一(二)类距平台最大距离 (km)
表层	■	■	■	■
中层	■	■	■	
底层	■	■	■	

表 4-10 非油层段钻屑排放悬浮物的不同超标倍数 Bi 总包络面积 (km²)

层位	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi>9

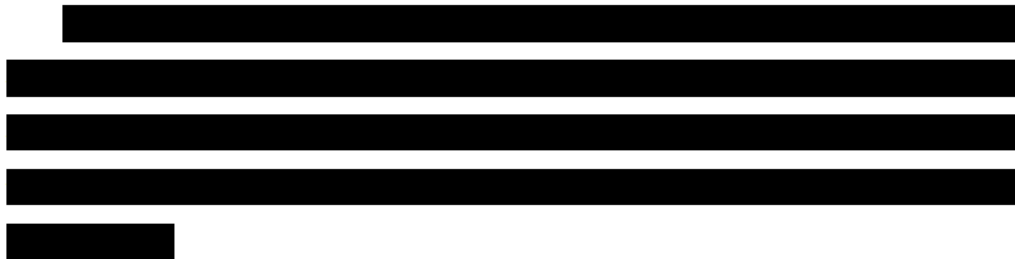
表层	■	■	■	■
中层	■	■	■	■
底层	■	■	■	■

图 4-2 钻屑排放产生悬浮物浓度增量包络线（表层）-略

3) 海底电缆

本次选取海底电缆进行预测。混输海管悬浮物排放速率较海底电缆小，其悬浮物影响范围类比海底电缆的悬浮物影响范围。

采用典型控制点连线的方法计算悬浮物影响面积，选取海底电缆起止端点作为控制点，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，获得各控制点超海洋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电缆施工过程中悬浮物超标浓度最大包络线。



根据以上预测结果，海底管缆施工对海水水质的影响是暂时、可恢复的。

表 4-11 海底管道/电缆铺设产生的悬浮物预测结果

海底管缆	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)
■	■	■	■	■	■	■

表 4-12 海底管道/电缆铺设产生的悬浮物不同超标倍数包络面积 (km²)

海底管缆	层位	悬浮泥沙超标倍数 (倍)			
		0~1	1~4	4~9	>9
■	■	■	■	■	■

图 4.3 海底电缆铺设悬浮物浓度增量包络线-略

3) 其他

本项目施工期产生的船舶生活污水经生活污水处理装置处理达《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排海，钻井平台及平台生活污水经生活污水处理装置处理达《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准要求后排放入海。类比项目所在海域海上平台生活污水排放预测结果，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，故施工期生活污水对海洋环境影响很小。

3. 对海洋沉积物环境影响分析

1) 平台

新建平台采用钢式导管架结构，平台桩腿深插入海底，打桩导致沉积物环境全部改变，但桩腿占海面积较小，因此施工期平台对海洋沉积物环境的影响较小。

2) 钻完井

非油层段钻井液与钻屑入海后，在海水运动的作用下，会在海底一定范围内沉积。其沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化。一般大部分钻屑沉积在作业平台 200m 以内，以钻屑排放点外扩 200m 范围计算，则本项目单个平台钻屑覆盖厚度不小于 2cm 的区域面积不超过 0.13km²，对海洋沉积物环境影响较小。

4. 对海洋生态影响分析

本项目对生态环境的影响主要表现为施工期非油层段钻屑、钻井液排放对海洋生物生态造成的损害及项目平台占海及施工期排放的钻屑沉降覆盖区域，使海洋生物资源栖息地丧失。

1) 计算方法

A. 悬浮物扩散造成的生物资源损失

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），结合现状调查鱼卵仔稚鱼及游泳生物密度、影响预测结果，生物资源损失量按以下公式计算：

$$W_i = \sum_{j=1}^n D_{ij} \times S_j \times K_{ij}$$

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，单位为百分之(%)；

n —某一污染物浓度增量分区总数。

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 4-13 污染物对各类生物损失率

污染物 i 的超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)		
	鱼卵和仔稚鱼	成体	幼体

$B_i \leq 1$ 倍	5	1	5
$1 < B_i \leq 4$ 倍	10	5	10
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30	10	30
$B_i \geq 9$ 倍	50	20	50

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。考虑到秋季渔业调查鱼卵、仔稚鱼密度较小，本次评价渔业资源密度（不含底栖生物）采用所在海域的春季渔业资源密度进行计算，生物资源密度取值如下表。春季渔业资源密度引自《旅大 4-2 油田、旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目渔业资源现状春季调查》（2023 年 8 月）。

表 4-14 生物资源密度取值

种类	春季密度
底栖生物(g/m ²)	■
鱼卵 (粒/m ³)	■
仔稚鱼 (尾/m ³)	■
幼鱼 (尾/km ²)	■
头足类幼体 (尾/km ²)	■
虾类幼体 (尾/km ²)	■
蟹类幼体 (尾/km ²)	■
鱼类成体 (kg/km ²)	■
头足类成体 (kg/km ²)	■
虾类成体 (kg/km ²)	■
蟹类成体 (kg/km ²)	■

B. 占用海域造成的底栖生物资源损失

$$W_i = D_i \times S_i$$

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) 工程占海

工程对底栖生物的影响主要为平台永久占海、钻屑沉降和管缆施工对底栖生物造成的损失。其中透水式构筑物的占海面积按其导管架和井口占地面积计算。本项目新建平台导管架和井口占地面积为 15.46m²。本项目 LD10-1WHPA 平台为已建平台，不再重复计算平台导管架和井口占地面积。项目新建平台将对占用海域所在的底栖生物造成资源死亡，底栖生物损失率按 100%计算。钻屑沉降也会对底栖生物造成一定掩埋，并使其中部分底栖生物死亡，按平台钻屑排放点周围 50m 半径内底

栖生物损失率 100%，覆盖厚度超过 2cm 范围（扣除平台钻屑排放点周围 50m 半径内面积为 122000m²）内损失率按照 50%计算。本项目涉及 LD10-1WHPE 和 LD10-1WHPA 平台 2 个平台，因此按照 2 个平台进行计算。具体各段计算见下表。

表 4-15 平台施工造成的海洋生物资源的损失量

影响环节		影响面积 (m ²)	密度 (g/m ²)	损失率 (%)	损失量 (t)
钻屑	平台钻屑排放点周围 50m	■	■	■	■
	覆盖 2cm 厚度（扣除平台钻屑排放点周边 50m）	■		■	■
新建平台占海	导管架和井口占地面积	■		■	■
海底电缆	管沟开挖	■		■	■
	离管沟 5m	■		■	■
	离管沟 5-10m	■		■	■
海底混输管道	管沟开挖	■		■	■
	离管沟 5m	■		■	■
	离管沟 5-10m	■	■	■	
					■

3) 钻井液

根据工程分析，项目钻井液一次性排放总计 5 次，根据预测结果，非油层段钻井液对海水的超标影响在表层，计算时悬浮物扩散影响面积取表层、中层和底层三层超标面积的平均值，水深取 30.7m。本项目钻井液排放造成的海洋生物损失量见下表。

表 4-16 钻井液排放造成的海洋生物资源的损失量

资源	面积 (km ²)	Bi ≤ 1	1 < Bi ≤ 4	4 < Bi ≤ 9	Bi ≥ 9	排放次数	总损失量
		Bi ≤ 1	1 < Bi ≤ 4	4 < Bi ≤ 9	Bi ≥ 9		
鱼卵	密度 (粒/m ³)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量 (粒)	■	■	■	■		
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量 (尾)	■	■	■	■		
鱼类成体	密度 (kg/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量 (kg)	■	■	■	■		
头足类成体	密度 (kg/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量 (kg)	■	■	■	■		
虾类成体	密度 (kg/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量 (kg)	■	■	■	■		

蟹类成体	密度(kg/km ²)	■	■	■	■		■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(kg)	■	■	■	■		
幼鱼	密度(尾/km ²)	■	■	■	■		■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		
头足类幼体	密度(尾/km ²)	■	■	■	■		■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		
虾类幼体	密度(尾/km ²)	■	■	■	■		■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		
蟹类幼体	密度(尾/km ²)	■	■	■	■		■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		

4) 钻屑

根据工程分析, 本项目 LD10-1WHPE 平台钻屑分 2 批次排放, 排放时长分别为 87d 和 30d, 对应排放周期分别为 6 和 2 个, LD10-1WHPA 平台钻屑分 1 批次排放, 排放时长分别为 14.5d, 对应排放周期分别为 1 个, 故取最大排放周期 6 个周期。根据预测结果, 表层悬浮物存在超海水水质标准范围, 计算时悬浮物扩散影响面积取表层、中层和底层三层超标面积的平均值, 水深取 30.7m, 估算非油层段钻屑扩散造成的海洋生物损失量, 见下表。

表 4-17 钻屑排放造成的海洋生物资源的损失量

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1 < Bi≤4	4 < Bi≤9	Bi≥9	损失量	持续周期 (个)	总损失量
		0.027	0.011	0.002	0.001			
鱼卵	密度 (粒/m ³)	■	■	■	■	T		T
	损失率	■	■	■	■			
	损失量 (粒)	■	■	■	■			
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	■	■	■	■	■		■
	损失率	■	■	■	■			
	损失量 (尾)	■	■	■	■			
鱼类	密度 (kg/km ²)	T	T	T	T	■		■

成体	损失率	■	■	■	■			
	损失量 (kg)	■	■	■	■			
头足类成体	密度 (kg/km ²)	■	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■			
虾类成体	损失量 (kg)	■	■	■	■	■	■	■
	密度 (kg/km ²)	■	■	■	■			
蟹类成体	损失率	■	■	■	■	■	■	■
	损失量 (kg)	■	■	■	■			
幼鱼	密度 (尾/km ²)	■	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■			
头足类幼体	损失量 (尾)	■	■	■	■	■	■	■
	密度 (尾/km ²)	■	■	■	■			
虾类幼体	损失率	■	■	■	■	■	■	■
	损失量 (kg)	■	■	■	■			
蟹类幼体	密度 (尾/km ²)	■	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■			
蟹类幼体	损失量 (尾)	■	■	■	■	■	■	■
	密度 (尾/km ²)	■	■	■	■			

5) 海底管缆

海底管缆铺设造成生物资源损失计算按一次性损失计算。根据预测结果，海底管缆铺设对海水的超标影响在底层，计算时悬浮物扩散影响面积取表层、中层和底层三层超标面积的平均值，水深取 30.7m。本项目海底管缆铺设造成的海洋生物损

失量见下表。

表 4-18 海底管缆铺设造成的海洋生物资源的损失量

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1 < Bi≤4	4 < Bi≤9	Bi≥9	排放次数	总损失量
		■	■	■	■		
鱼卵	密度(粒/m ³)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(粒)	■	■	■	■		
仔稚鱼	密度(尾/m ³)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		
鱼类成体	密度(kg/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(kg)	■	■	■	■		
头足类成体	密度(kg/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(kg)	■	■	■	■		
虾类成体	密度(kg/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(kg)	■	■	■	■		
蟹类成体	密度(kg/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(kg)	■	■	■	■		
幼鱼	密度(尾/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		
头足类幼体	密度(尾/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		
虾类幼体	密度(尾/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(kg)	■	■	■	■		
蟹类幼体	密度(尾/km ²)	■	■	■	■	■	■
	损失率	■	■	■	■		
	损失量(尾)	■	■	■	■		

表 4-19 施工期造成的海洋生物资源的总损失量

生物名称	平台占海	管缆	钻屑	钻井液	合计
底栖生物 (t)	■	■	■	■	■
鱼卵 (粒)	■	■	■	■	■
仔稚鱼 (尾)	■	■	■	■	■

鱼类成体 (kg)					
头足类成体 (kg)					
虾类成体 (kg)					
蟹类成体 (kg)					
幼鱼 (尾)					
头足类幼体 (尾)					
虾类幼体 (尾)					
蟹类幼体 (尾)					

5) 施工期生物资源损失金额估算

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》：“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的3倍”，本次工程施工阶段悬浮物扩散造成的生物资源损害属一次性损害，按3倍进行补偿。

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算，其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。商品鱼苗按近三年主要鱼类苗种平均价格1元/尾计算。

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。生物资源、底栖生物的价格按近三年当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，各生物单价详见下表。经计算可知，本项目造成生物资源损失金额125万元。

表 4-20 本项目造成的渔业损失价值估算

受损生物	损失量	折算损失量	单价	补偿倍数	补偿金额 (万元)
鱼卵 (粒)					
仔稚鱼 (尾)					
鱼类成体 (kg)					
头足类成体 (kg)					
虾类成体 (kg)					
蟹类成体 (kg)					

放罐达到一定的液位时，经过开式排放泵过滤器过滤后，再由开式排放泵将含油污水打入闭式排放罐，最终进原油生产流程。

(3) 生活污水

项目新建平台为无人平台，不产生生活垃圾及生活污水；现有 LD10-1CEP 平台改造新增定员 4 人，生活污水按每人每天 0.35m³ 计算，共新增生活污水 1.4m³/d、490m³/a。生活垃圾按每人每天 1.5kg 计算，共新增生活垃圾 1.04t/a。依托 LD10-1CEP 平台现有生活污水处理设施处理达标后排海，生活垃圾运回陆上处理。

表 4-23 项目实施后 LD10-1 CEP 生活污水能力校核

处理系统	定员人数		设计能力 (m ³ /d)	依托后最大处理量 (m ³ /d)	依托是否可行
LD10-1CEP 生活污水处理设施	本项目改造前	88	40	30.8	可行
	本项目改造后	92	40	32.2	可行

(4) 固体废物

项目新建平台不设油水分离等工艺，生产垃圾产生主要为设备检修及日常维护等环节；项目物流依托现有平台油水分离及处理设施及本次新增设施，不产生油泥等固体废物。

本次改造平台运营期不新增生产垃圾。新建平台固废主要为：废弃的器件、边角料、油棉纱、包装材料、开闭排罐污泥等，根据建设单位石油开发工程的多年统计资料，产生生产垃圾约 12t/a，含油危废 4t/a，分类收集后全部运回陆地交有资质单位处理。

表 4-25 本项目运营期污染物产生情况一览表

污染物	污染物的产生量	主要污染因子	排放/处理方式	
生产水	██████████	石油类	项目平台产生的含油生产水经水处理装置处理达标后，全部回注地层，不排海	
生活污水	依托 LD10-1CEP 平台新增 4 人，新增后定员为 92 人，投产后污水排放量 32.2m ³ /d，小于 LD10-1CEP 平台生活污水最大处理能力 40m ³ /d，依托可行	COD	由 LD10-1CEP 平台生活污水处理设施处理满足标准后排海	
新建平台	平台甲板冲洗水、初期雨水等	少量	石油类	经开、闭系统收集后，打入工艺系统
	生产垃圾	12t/a	废弃边角料、包装材料、开闭排罐污泥等	分类收集、运回陆上处理

五、主要生态环境保护措施

施工期
生态环
境保护
措施

1、污染防治对策措施

项目建设期产生的主要污染物有：钻屑、钻井液、悬浮物、船舶含油污水、生活垃圾和工业垃圾。作业者将采取以下污染防治措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方法规和标准的要求。

(1) 钻井液、钻屑

本项目钻井阶段采用水基钻井液，钻井液循环使用。钻井期间，从井口返出的钻井液通过振动筛以及离心机等设备进行分离处理后，钻井液返回泥浆池。非油层段钻井液及非油层段钻屑排放需符合《海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第1部分：分级》（GB18420.1-2009）标准中表2中的一级标准要求，以及《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求后方可排放入海。

油层段钻完井产生的钻屑在平台上采用带盖的岩屑回收箱收集存储，然后将岩屑回收箱吊装至三用料船运至码头，同时及时更换空岩屑箱到钻井平台备用；油层段钻井液平时存储在平台泥浆池里，回收时用泵将钻井液打到平台上带盖的岩屑回收箱内，然后将岩屑回收箱吊装至拖轮运至码头，往返时间1-2天，同时及时更换空岩屑箱到钻井平台备用。油层段钻屑、钻井液到码头后由有资质的危废运输、处理单位接收，使用专用运输车辆运输，车辆设置有防溢散措施。

(2) 生活污水、生活垃圾及船舶含油污水

施工期参加作业的船舶人员产生的生活污水必须经处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）相应标准后方可排海，各参加作业船舶必须配备生活污水处理装置并取得相应防污证书。船舶食品废弃物按要求处理/排海（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），其他生活垃圾运回陆地处理。

钻井平台及现有平台施工人员产生的生活污水分别经钻井平台及现有平台生活污水处理装置处理至符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求后方可排放入海，产生的生活垃圾全部运回陆地处理。

参加作业的船舶产生机舱含油污水由船舶上的污油水系统收集，密闭存储，并按照《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》对船舶污油水系统的排放阀以及能够替代该系统的其他系统与油污水管路直接相连接的阀门予以铅封，运至码头交有资质单位处理。

(3) 生产垃圾

施工期产生的生产垃圾经分类收集后经平台设置的带盖的垃圾箱分类收集后，由船转运至陆上处理，油棉纱等含油废物、废漆桶等危险废物委托有相关危废处理资质的单位处理处置。

(4) 洗井废水

本项目LD10-1WHPA平台A32井进行侧钻的洗井废水产生量约为1500m³，洗井返出的含油污水进入生产水流程处理，处理合格后回注周边油田地层。

(5) 废气

施工期废气主要来自于施工船舶及机械排放的柴油机尾气，主要污染物 NO₂、SO₂、CO、烟尘等，此类废气只在施工期间产生，为间歇排放，随着项目施工结束而结束。

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

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

2) 2015年3月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过130千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；

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

2、生态保护对策措施

(1) 污染物的源头控制，尽量减少污染物排放量，各类污染物合理处置；钻井过程中严格控制钻井液和钻屑的排放速率，减少悬浮物扩散的影响面积，最大限度地减少对海洋生物的影响；同时，施工过程中，应完善环保设施，采取积极措施，严格落实达标排放，减少污染物对海洋环境的影响。

(2) 施工期对海洋生态造成影响的生物资源损失金额 [REDACTED]，项目拟针对渔业资源损失以增殖放流的形式进行生态修复。

3、施工期环境风险防范与应急措施

针对本项目可能发生的风险事故编制了“环境风险专项”，本小节引用该专项的主要结论，施工期间最主要的环境风险类型为船舶碰撞事故、井喷井涌等。建设单位需确保安全施工作业。施工期应采取防范措施，减少事故发生的概率、降低溢油事故后对环境造成的影响：

建设单位已制定《旅大10-1/4-2油田溢油应急计划》（2022年），制定针对性的溢油

	<p>风险防范措施并配备溢油应急力量，并向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局进行了申请备案。</p> <p>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 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，并重新进行备案。应定期对应急预案进行演练，保证事故时应急预案顺利启动，将事故影响降低到最低限度。</p> <p>详细风险防范及应急措施详见附录风险专题 5.1 及 5.3 节。</p>																	
运营期生态环境保护措施	<p>1、污染防治对策措施及生态保护对策措施</p> <p>根据工程分析结果，生产阶段产生的主要污染物有：含油生产水、固体废物等。作业者均将采取相应污染防治措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方的法规和标准的要求。</p> <p>(1) 含油生产水处理</p> <p>本项目生产物流分离产生的含油生产水依托 LD10-1CEP 现有的含油生产水处理系统处理，处理后的生产水水质符合《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022）中石油类含量≤30mg/L 的要求后全部回注地层。</p> <p>(2) 其他含油污水</p> <p>LD10-1CEP 平台上设置开式排放系统和闭式排放系统。</p> <p>开式排放系统主要包括开式排放罐和开式排放泵。开式排放罐主要用来收集甲板雨水和冲洗水等。当开式排放罐达到一定的液位时，由开式排放泵将含油污水打入闭式排放罐。</p> <p>闭式排放系统主要包括闭式排放罐和闭式排放泵。闭式排放罐主要收集平台上带压容器、管线等排放出的带压流体，当达到一定的液位时，由闭式排放泵将流体输送到原油处理系统进行处理。</p> <p>(3) 生活污水</p> <p>项目新建平台为无人平台，不产生生活垃圾及生活污水；现有 LD10-1CEP 平台改造新增定员 4 人依托 LD10-1CEP 平台现有生活污水处理设施处理达标后排海，生活垃圾运回陆上处理。</p> <p style="text-align: center;">表 4-23 项目实施后 LD10-1 CEP 生活污水能力校核</p> <table border="1" data-bbox="296 1630 1398 1854"> <thead> <tr> <th>处理系统</th> <th colspan="2">定员人数</th> <th>设计能力 (m³/d)</th> <th>依托后最大处理量 (m³/d)</th> <th>依托是否可行</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">LD10-1CEP 生活污水处理设施</td> <td>本项目改造前</td> <td>88</td> <td>40</td> <td>30.8</td> <td>可行</td> </tr> <tr> <td>本项目改造后</td> <td>92</td> <td>40</td> <td>32.2</td> <td>可行</td> </tr> </tbody> </table> <p>(4) 固体废物</p> <p>改造平台运营期不新增固体废物产生量。新建平台固废主要为：废弃的器件、边角料、油棉纱、包装材料、开闭排罐污泥等，分类收集后全部运回陆地处理，危废交有资质的单</p>	处理系统	定员人数		设计能力 (m ³ /d)	依托后最大处理量 (m ³ /d)	依托是否可行	LD10-1CEP 生活污水处理设施	本项目改造前	88	40	30.8	可行	本项目改造后	92	40	32.2	可行
处理系统	定员人数		设计能力 (m ³ /d)	依托后最大处理量 (m ³ /d)	依托是否可行													
LD10-1CEP 生活污水处理设施	本项目改造前	88	40	30.8	可行													
	本项目改造后	92	40	32.2	可行													

	<p>位</p> <p>2、运营期环境风险防范措施及事故应急措施</p> <p>针对本项目可能发生的风险事故编制了“环境风险专项”，本小节引用该专项的主要结论，运营期间最主要的环境风险类型为井喷井涌等地质性溢油事故、管线泄漏等风险。建设单位需确保安全作业。运营期应采取防范措施，减少事故发生的概率、降低溢油事故后对环境造成的影响。</p> <p>建设单位已制定《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》（2022 年），制定针对性的溢油风险防范措施并配备溢油应急力量，并向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局进行了申请备案。</p> <p>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 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，并重新进行备案。应定期对应急预案进行演练，保证事故时应急预案顺利启动，将事故影响降低到最低限度。</p> <p>详细风险防范及应急措施详见附录风险专题 5.2 及 5.3 节。</p>																																									
其他	<p>1.环境监测</p> <p>本项目新建平台为无人值守平台，无生活污水产生排放，LD10-1CEP 平台增加定员 4 人，增加少量生活污水产生及排放量。根据工程特点，本项目新建无人井口平台，物流全部依托 LD10-1CEP 处理，本项目生产运营阶段跟踪监测纳入油田现有跟踪监测计划，不新增布点。</p>																																									
环保投资	<p style="text-align: center;">[REDACTED]</p> <p style="text-align: center;">表 5-2 环保投资表</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">平台</th> <th style="width: 30%;">环保投资</th> <th style="width: 15%;">总投资额</th> <th style="width: 10%;">折合比率</th> <th style="width: 25%;">折合环保投资</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center;">LD10-1WHPE</td> <td>开、闭式排放系统</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> <tr> <td>火气探测设备/应急关断系统</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> <tr> <td>钻井液及钻屑处置费用</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> <tr> <td>溢油监测系统</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">改造平台</td> <td>火气探测设备/应急关断系统改造</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> <tr> <td>WHPC 平台增加了闭排罐、闭排泵</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">海洋生物资源损失补偿费</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">合计</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> </tr> </tbody> </table>	平台	环保投资	总投资额	折合比率	折合环保投资	LD10-1WHPE	开、闭式排放系统	■	■	■	火气探测设备/应急关断系统	■	■	■	钻井液及钻屑处置费用	■	■	■	溢油监测系统	■	■	■	改造平台	火气探测设备/应急关断系统改造	■	■	■	WHPC 平台增加了闭排罐、闭排泵	■	■	■	海洋生物资源损失补偿费		■	■	■	合计		■	■	■
平台	环保投资	总投资额	折合比率	折合环保投资																																						
LD10-1WHPE	开、闭式排放系统	■	■	■																																						
	火气探测设备/应急关断系统	■	■	■																																						
	钻井液及钻屑处置费用	■	■	■																																						
	溢油监测系统	■	■	■																																						
改造平台	火气探测设备/应急关断系统改造	■	■	■																																						
	WHPC 平台增加了闭排罐、闭排泵	■	■	■																																						
海洋生物资源损失补偿费		■	■	■																																						
合计		■	■	■																																						

六、生态环境保护措施监督检查清单

要素	内容	施工期		运营期	
		环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	/	/	/	/	/
水生生态	<p>钻井液循环使用，除油层段钻井液、油层段钻屑收集运回陆地交有资质单位处理外，水基钻井液和水基钻屑经检验达标后排海。</p> <p>船舶生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海；船舶机舱含油污水铅封运回陆地交有资质单位处理</p>	<p>油层段钻井液、油层段钻屑收集运回陆地交有资质单位处理；非油层段钻井液、油层段钻屑满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准排海；</p> <p>船舶生活污水排放需符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；</p> <p>钻井平台生活污水排放需符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》，（GB4914-2008）一级标准</p>	<p>含油生产水依托油田现有平台现有生产水处理装置处理达标后回注</p>	<p>生产水处理装置处理后的生产水水质符合《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022）中石油类含量≤30mg/L</p>	
地表水环境	/	/	/	/	/
地下水及土壤环境	/	/	/	/	/
声环境	/	/	/	/	/
振动	/	/	/	/	/
大气环境	<p>施工船舶使用符合要求的燃料油</p>	<p>符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》</p>	/	/	
固体废物	<p>海上平台生活及生产垃圾运回陆地处置；船舶除食品废弃物在距最近陆地12海里以外的处理至不大于25mm可以排放外，其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地处理</p>	<p>海上平台生活及生产垃圾符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准要求；船舶垃圾符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）</p>	<p>海上平台生产垃圾运回陆地处置</p>	<p>符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准</p>	
电磁环境	/	/	/	/	
环境风险	<p>施工时做好通航安全保障措施；一旦发生溢油按照溢油应急计划开展溢油应急工作</p>	<p>旅大10-1/4-2油田溢油应急计划</p>	<p>定期对应急预案进行演练</p>	<p>旅大10-1/4-2油田溢油应急计划</p>	
环境监测	/	/	/	/	
其他	/	/	/	/	

七、结论

1、产业政策及区划规划符合性

本次工程在原旅大 10-1 油田 10-4 区块基础上储量升级和调整，不属于新区块开发，年最大增油量 [REDACTED]

[REDACTED] 根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）要求，需编制环境影响报告表。

本项目为海洋油气勘探开采工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的“鼓励类”，符合辽宁省国土空间规划相关要求；位于《辽宁省海洋主体功能区规划》和辽宁省“三区三线”范围之外，正常运行情况下，施工期和运营期均不会对其产生不利影响。

2、环境可行性

本油田所在海域海水水质、沉积物和生物质量现状总体较好，距离自然保护区、海洋保护区、海洋生态红线较远， [REDACTED]

[REDACTED]

本项目施工期船舶生活垃圾中的食品废弃物按要求处理处置/排海，其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地处理；船舶机舱含油污水铅封运回陆地处置，船舶生活污水经处理达标后排海。油层段钻井液、油层段钻屑收集运回陆地交有资质单位处理。非油层段钻井液、非油层段钻屑满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准排海。

项目投产后，含油生产水处理达标后全部回注，固废等运回陆地处置，新增定员 4 人增加少量生活污水排放。正常运行情况下，不对海洋环境产生影响。

因此，在积极落实本报告表提出的环保防治措施及风险防范措施的情况下，工程建设可行。

附图

附图 1 本项目与辽宁省国土空间规划的位置关系

附图 2 本项目与辽宁省海洋主体功能区规划的位置关系

附图 3 油田周边环境敏感目标分布图

附图 3.1 油田周边环境敏感目标分布图（保护区）

附图 3.2 油田周边环境敏感目标分布图（生态红线）

附图 3.3 油田周边环境敏感目标分布图（养殖区）

附图 3.4 油田周边环境敏感目标分布图（三场一通道）

附图 3.4a 项目附近白姑鱼三场一通道分布图

附图 3.4b 项目附近对虾三场一通道分布图

附图 3.4c 项目附近黄姑鱼三场一通道分布图

附图 3.4d 项目附近叫姑鱼三场一通道分布图

附图 3.4e 项目附近蓝点马鲛三场一通道分布图

附图 3.4f 项目附近毛虾三场一通道分布图

附图 3.4g 项目附近鳊鱼三场一通道分布图

附图 3.4h 项目附近小黄鱼三场一通道分布图

附图 3.4i 项目附近银鲳三场一通道分布图

附图4 本项目与辽宁省葫芦岛市“三线一单”位置示意图

附图5 项目地理位置图

附表

附表 1a. 海水水质实测结果统计表

项目 站位	水深	层次	温度 (°C)	盐度	pH	化学需氧 量 mg/L	溶解氧 mg/L	悬浮物 mg/L	油类 µg/L	活性磷酸盐 µg/L	无机氮 µg/L	挥发性酚 µg/L
25	32.7	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
26	33.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
27	34.2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
28	33.4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
29	33.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
33	31.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
34	31.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
35	32.0	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

项目 站位	水深	层次	温度 (°C)	盐度	pH	化学需氧 量 mg/L	溶解氧 mg/L	悬浮物 mg/L	油类 μg/L	活性磷酸盐 μg/L	无机氮 μg/L	挥发性酚 μg/L
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
36	33.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
37	33.5	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
38	33.4	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
39	34.2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
40	34.2	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
41	32.4	中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
42	33.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
43	33.5	底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

项目 站位	水深	层次	温度 (°C)	盐度	pH	化学需氧 量 mg/L	溶解氧 mg/L	悬浮物 mg/L	油类 µg/L	活性磷酸盐 µg/L	无机氮 µg/L	挥发性酚 µg/L
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
44	31.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
45	31.0	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
46	30.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
47	31.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
48	32.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
49	32.6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
50	32.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
51	32.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

项目 站位	水深	层次	温度 (°C)	盐度	pH	化学需氧 量 mg/L	溶解氧 mg/L	悬浮物 mg/L	油类 µg/L	活性磷酸盐 µg/L	无机氮 µg/L	挥发性酚 µg/L
52	33.4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
53	33.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
54	32.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
55	32.3	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
56	31.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
57	30.6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

附表 1b. 海水水质实测结果统计表 (续表)

站位	水深	层次	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	硫化物 μg/L	生化需氧量 mg/L	硒 μg/L	镍 μg/L
25	32.7	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
26	33.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
27	34.2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
28	33.4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
29	33.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
33	31.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
34	31.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
35	32.0	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

站位	水深	层次	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	硫化物 μg/L	生化需氧 量 mg/L	硒 μg/L	镍 μg/L
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
36	33.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
37	33.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
38	33.4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
39	34.2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
40	34.2	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
41	32.4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
42	33.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
43	33.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

站位	水深	层次	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	硫化物 μg/L	生化需氧 量 mg/L	硒 μg/L	镍 μg/L
44	31.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
45	31.0	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
46	30.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
47	31.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
48	32.5	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
49	32.6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
50	32.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
51	32.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
52	33.4	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	

站位	水深	层次	铜 μg/L	铅 μg/L	锌 μg/L	镉 μg/L	总铬 μg/L	汞 μg/L	砷 μg/L	硫化物 μg/L	生化需氧 量 mg/L	硒 μg/L	镍 μg/L
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
53	33.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
54	32.8	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
55	32.3	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
56	31.1	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
57	30.6	表	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		中	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		底	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最大值			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
最小值			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

附表 2a. 海水标准指数统计表 (逐级评价)

评价标准	站位	层次	pH	化学需氧量	溶解氧	油类	活性磷酸盐	无机氮	挥发性酚	铜	铅
一类	25		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	26		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	27		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	28		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	29		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	33		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	34		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	35		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	36		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类	37		■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■
一类			■	■	■	■	■	■	■	■	■

评价标准	站位	层次	pH	化学需氧量	溶解氧	油类	活性磷酸盐	无机氮	挥发性酚	铜	铅
一类	38										
一类											
一类											
一类	39										
一类											
一类											
一类	40										
一类											
一类											
一类	41										
一类											
一类											
一类	42										
一类											
一类											
一类	43										
一类											
一类											
一类	44										
一类											
一类											
一类	45										
一类											
一类											
一类	46										
一类											
一类											
一类	47										
一类											
一类											
一类	48										
一类											

附表 2b. 海水标准指数统计表 (续表-逐级评价)

评价标准	站位	层次	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	生化需氧量	硒	镍
一类	25										
一类											
一类											
一类	26										
一类											
一类											
一类	27										
一类											
一类											
一类	28										
一类											
一类											
一类	29										
一类											
一类											
一类	33										
一类											
一类											
一类	34										
一类											
一类											
一类	35										
一类											
一类											
一类	36										
一类											
一类											
一类	37										

评价标准	站位	层次	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	生化需氧量	硒	镍
一类											
一类											
一类	38										
一类											
一类											
一类	39										
一类											
一类											
一类	40										
一类											
一类											
一类	41										
一类											
一类											
一类	42										
一类											
一类											
一类	43										
一类											
一类											
一类	44										
一类											
一类											
一类	45										
一类											
一类											
一类	46										
一类											
一类											

评价标准	站位	层次	锌	镉	总铬	汞	砷	硫化物	生化需氧量	硒	镍
一类	47										
一类											
一类											
一类	48										
一类											
一类											
一类	49										
一类											
一类											
一类	50										
一类											
一类											
一类	51										
一类											
一类											
一类	52										
一类											
一类											
一类	53										
一类											
一类											
一类	54										
一类											
一类											
一类	55										
一类											
一类											
一类	56										
一类											

附表 3. 浮游植物种名录

序号	中文名	拉丁名
1	短柄曲壳藻	<i>Achnanthes brevipes</i>
2	盒形藻	<i>Biddulphia sp.</i>
3	密联角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i>
4	角毛藻	<i>Chaetoceros sp.</i>
5	豪猪棘冠藻	<i>Corethron criophilum</i>
6	星脐圆筛藻	<i>Coscinodiscus asteromphalus</i>
7	偏心圆筛藻	<i>Coscinodiscus excentricus</i>
8	格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus grammii</i>
9	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
10	虹彩圆筛藻	<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i>
11	威利圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>
12	圆筛藻	<i>Coscinodiscus sp.</i>
13	小环藻	<i>Cyclotella sp.</i>
14	布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>
15	脆杆藻	<i>Fragilaria spp.</i>
16	斯氏几内亚藻	<i>Guinardia striata</i>
17	波罗的海布纹藻	<i>Licmophora abbreviata</i>
18	短楔形藻	<i>Nitzschia longissima</i>
19	长菱形藻	<i>Nitzschia sp.</i>
20	菱形藻	<i>Odontella regia</i>
21	高齿状藻	<i>Paralia sulcata</i>
22	具槽帕拉藻	<i>Pinnularia spp.</i>
23	羽纹藻	<i>Pleurosigma spp.</i>
24	曲舟藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>
25	尖刺伪菱形藻	<i>Rhizosolenia alata f. indica</i>
26	印度翼根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
27	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
28	笔尖根管藻	<i>Synedra spp.</i>
29	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
30	佛氏海线藻	<i>Ceratium tripos</i>
31	三角角藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
32	夜光藻	<i>Gymnodinium sp.</i>
33	裸甲藻	<i>Protoperidinium sp.</i>
34	原多甲藻	<i>Nitzschia longissima</i>

附表 4. 浮游动物种名录

序号	中文名	拉丁名
1	夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
2	鳞茎高手水母	<i>Bougainvillia muscus</i>
3	介螳水母	<i>Hydractinia sp.</i>
4	八斑芮氏水母	<i>Rathkea octopunctata</i>
5	半球美螳水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>
6	四枝管水母	<i>Proboscoidactyla flavicirrata</i>
7	肥胖三角溞	<i>Evadne tergestina</i>
8	尖尾海萤	<i>Cypridina acuminata</i>
9	中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
10	小拟哲水蚤	<i>Paracalanus parvus</i>

序号	中文名	拉丁名
11	太平洋真宽水蚤	<i>Eurytemora pacific</i>
12	腹针胸刺水蚤	<i>Centropages abdominalis</i>
13	克氏纺锤水蚤	<i>Acartia clausi</i> Giesbrecht
14	拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i> Claus
15	近缘大眼剑水蚤	<i>Ditrichocorycaeus affinis</i>
16	强壮箭虫	<i>Aidanosagitta crassa</i>
17	细足法	<i>Themisto gracilipes</i>
18	双壳类幼体	Bivalve larva
19	桡足幼体	Copepodite larva
20	长尾类幼体	Macrura larva

附表 5. 底栖生物种名录

序号	中文名	拉丁名
1	丝异须虫	<i>Heteromastus filiformis</i>
2	锥唇吻沙蚕	<i>Glycera onomichiensis</i>
3	不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>
4	角海蛭	<i>Ophelina acuminata</i>
5	全刺沙蚕	<i>Nectoneanthes oxypoda</i>
6	独齿围沙蚕	<i>Perinereis cultrifera</i>
7	双齿围沙蚕	<i>Perinereis aibuhitensis</i>
8	曲强真节虫	<i>Euclymene lombricoides</i>
9	日本角吻沙蚕	<i>Goniada japonica</i>
10	光突齿沙蚕	<i>Leomates persica</i>
11	寡节甘吻沙蚕	<i>Glycinde gurjanovae</i>
12	单环棘螿	<i>Urechis unicinctus</i>
13	品川阿鳞虫	<i>Arctonoella sinagawaensis</i>
14	双唇索沙蚕	<i>Lumbrineris cruzensis</i>
15	长须沙蚕	<i>Nereis longior</i>
16	尖叶长手沙蚕	<i>Magelona cincta</i>
17	拟节虫	<i>Praxillella praetermissa</i>
18	日本游泳水虱	<i>Natatolana japonensis</i>
19	博氏双眼钩虾	<i>Ampelisca bocki</i>
20	鲜明鼓虾	<i>Alpheus distinguendus</i>
21	秀丽白虾	<i>Exopalaemon modestus</i>
22	红明樱蛤	<i>Moerella rutila</i>
23	薄云母蛤	<i>Yoldia similis</i>
24	灰双齿蛤	<i>Felaniella usta</i>
25	涡虫	<i>Turbellaria</i> sp.
26	青岛侧花海葵	<i>Anthopleura qingdaoensis</i>
27	纽虫	<i>Nemertinea</i> sp.

附表 4. 鱼卵、仔稚鱼种名录

序号	种类	拉丁名	分类
1	斑鲷	<i>Konosirus punctatus</i>	鲱形目鲱科斑鲷属
2	鳀	<i>Engraulis japonicus</i>	鲱形目鳀科鳀属
3	鲛	<i>Liza haematocheila</i>	鲷形目鲷科鲛属
4	蓝点马鲛	<i>Scomberomorus niphonius</i>	鲈形目鲭科马鲛属
5	褐牙鲆	<i>Paralichthys olivaceus</i>	鲽形目牙鲆科牙鲆属

序号	种类	拉丁名	分类
6	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>	鲷形目鲷科鲷属
7	许氏平鲷	<i>Sebastes schlegelii</i>	鲷形目鲷科平鲷属

附表 5. 调查海域捕获鱼类名录

序号	种类	拉丁名
1	黄鲫	<i>Setipinna taty</i>
2	斑鯨	<i>Konosirus punctatus</i>
3	鯷	<i>Engraulis japonicus</i>
4	赤鼻棱鯷	<i>Thryssa kammalensis</i>
5	中颌棱鯷	<i>Thryssa mystax</i>
6	黄鲛鯨	<i>Lophius litulon</i>
7	许氏平鲷	<i>Sebastes schlegeli</i>
8	鲷	<i>Platycephalus indicus</i>
9	大泷六线鱼	<i>Hexagrammos otakii</i>
10	网纹狮子鱼	<i>Liparis chefuensis</i>
11	细纹狮子鱼	<i>Liparis tanakae</i>
12	中国花鲈	<i>Lateolabrax maculatus</i>
13	方氏云鳚	<i>Enedrias fangi</i>
14	长绵鳚	<i>Enchelyopus elongatus</i>
15	繸鳚	<i>Chirolophus japonicus</i>
16	皮氏叫姑鱼	<i>Johmius belengerii</i>
17	白姑鱼	<i>Argyrosomus argentatus</i>
18	棘头梅童鱼	<i>Collichthys lucidus</i>
19	小黄鱼	<i>Pseudosciaena polyactis</i>
20	矛尾虾虎鱼	<i>Chaeturichthys stigmatias</i>
21	六丝钝尾虾虎鱼	<i>Chaeturichthys hexanema</i>
22	钟馗虾虎鱼	<i>Triaenopogon barbatus</i>
23	长丝虾虎鱼	<i>Cryptocentrus filifer</i>
24	中华栉孔虾虎鱼	<i>Ctenotrypauchen chinensis</i>
25	普氏栉孔虾虎鱼	<i>Amoya pflaumi</i>
26	裸项蜂巢虾虎鱼	<i>Favonigobius gymnauchen</i>
27	银鲷	<i>Pampus argenteus</i>
28	日本鲭	<i>Scomber japonicus</i>
29	小带鱼	<i>Eupleurogrammus muticus</i>
30	短吻红舌鲷	<i>Cynoglossus joyneri</i>
31	半滑舌鲷	<i>Cynoglossus semilaevis</i>
32	褐牙鲆	<i>Paralichthys olivaceus</i>
33	红鳍东方鲀	<i>Takifugu rubripes</i>
34	安氏新银鱼	<i>Neosalanx anderssoni</i>
35	孔鲷	<i>Raja porosa</i>

附表 6. 甲壳类种名录

序号	种类	科
1	鲜明鼓虾 <i>Alpheus heterocarpus</i>	鼓虾科
2	日本鼓虾 <i>Alpheus japonicus</i>	鼓虾科
3	葛氏长臂虾 <i>Palaemon gravieri</i>	长臂虾科
4	脊腹褐虾 <i>Crangon affinis</i>	褐虾科
5	圆腹褐虾 <i>Crangon cassiope</i>	褐虾科
6	鹰爪虾 <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	对虾科

7	口虾蛄 <i>Oratosquilla oratoria</i>	虾蛄科
8	伍氏螯蛄虾 <i>Upogebia wuhsienweni</i>	螯蛄虾科
9	长足七腕虾 <i>Heptacarpus futirostris</i>	藻虾科
10	鞭腕虾 <i>Lysmata amboinensis</i>	藻虾科
11	艾氏活额寄居蟹 <i>Diogenes edwardsii</i>	寄居蟹科
12	团岛毛刺蟹 <i>Pilumnus tuantaoensis</i>	扇蟹科
13	日本螯 <i>Charybdis japonica</i>	梭子蟹科
14	泥足隆背蟹 <i>Romaleon gibbosulum</i>	长脚蟹科
15	颗粒拟关公蟹 <i>Dorippe granulata</i>	关公蟹科
16	三疣梭子蟹 <i>Portumus trituberculatus</i>	梭子蟹科
17	四齿矶蟹 <i>Pugettia quadridens</i>	卧蜘蛛蟹科
18	特异大权蟹 <i>Macromedaeus distinguendus</i>	扇蟹科
19	绒毛细足蟹 <i>Raphidopus ciliatus</i>	瓷蟹科

附表 7. 头足类种名录

序号	种类	拉丁名	目	科
1	火枪乌贼	<i>Loligo beka</i>	枪形目	枪乌贼科
2	长蛸	<i>Octopus variabilis</i>	八腕目	章鱼科
3	双喙耳乌贼	<i>Sepiola birostrata</i>	乌贼目	耳乌贼科
4	短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>	八腕目	章鱼科

附表 8. 项目周边主要环境敏感目标表

类别	序号	敏感区名称	主要保护目标	位置关系		
				距离最近工程	方位	距离 (km)
鱼类“三场一通道”	1	████████	████████	████████	████████	
	2	████████	████████	████████	████████	
	3	████████	████████	████████	████████	
	4	████████	████████	████████	████████	
	5	████████	████████	████████	█	████
	6	████████	████████	████████	█	█
	7	████████	████████	████████	████	█
	8	████████	████████	████████	████	█
	9	████████	████████	████████	█	████

类别	序号	敏感区名称		主要保护目标	位置关系		
					距离最近工程	方位	距离 (km)
生态红线	10	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
国家级自然保护区	11	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	12		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
	13		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
	14	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	15		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
	16	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
	17	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	18		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
	19		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
水产种质资源保护区	20	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	21		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
	22	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	
	23	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	24		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
	25		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
	26		[Redacted]			[Redacted]	[Redacted]
海洋特别保护区	27	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	28	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

类别	序号	敏感区名称	主要保护目标	位置关系		
				距离最近工程	方位	距离 (km)
国家级海洋 公园	29	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	30	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	31	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
养殖区	32	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

附件 1 《关于旅大 4-2/5-2/10-1 油田开发工程环境影响报告书核准意见的复函》（国海环字〔2004〕29 号）

附件 2：《国家海洋局关于旅大 10-1 油田综合调整项目海洋环境影响报告表核准意见的批复》（国海环字〔2014〕49 号）

附件 3：《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》备案表

附件 4 固废协议及危废资质

附件 5 海洋环境现状调查 CMA 报告封面

附件 6 混输海管校核文件

①已建 LD10-1 CEP 至绥中终端输油海底管道校核

②已建 LD10-1 CEP 至 LD4-2 WHPB 输油海底管道

③已建 LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气海底管道校核

附件 7 环评委托书

附录 1

1、潮流模型

本项目新建平台所处区域水深约 32.2m，对该项目附近的大面积水域建立三维的数学模型，采用有限体积法求解水流运动控制方程。首先计算该水域的流速场，明确其潮流的运动特性。

(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 Boussinesq 涡粘假定及静水压力假设，三维水流运动的基本方程为：

连续性方程：

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

动量方程：

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u^2}{\partial x} + \frac{\partial uv}{\partial y} + \frac{\partial wu}{\partial z} = fv - g \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial x} dz - \\ \frac{1}{\rho_0 h} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + F_u + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_t \frac{\partial u}{\partial z} \right) + u_s S \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial v^2}{\partial y} + \frac{\partial uv}{\partial x} + \frac{\partial wv}{\partial z} = -fu - g \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \frac{\partial \rho}{\partial y} dz - \\ \frac{1}{\rho_0 h} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + F_v + \frac{\partial}{\partial z} \left(\nu_t \frac{\partial v}{\partial z} \right) + v_s S \end{aligned}$$

式中：x、y、z 为笛卡尔坐标系；t 为时间； η 为水面相对于模型基准面的高程；d 为静水深； $h=\eta+d$ 为全水深；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，根据 UNESCO 海水标准方程计算； ρ_0 为水的密度； $f = 2\Omega \sin \phi$ 为科氏力参数， Ω 为地球的自转角速度， ϕ 为地理纬度； P_a 为大气压强； s_{xx} 、 s_{xy} 、 s_{yx} 、 s_{yy} 为辐射应力张量分量；S 为点源排放量，无质量净流入（出）时取 0； u_s 、 v_s 为点源排水流速在 x、y 方向的速度分量； ν_t 为垂向涡粘系数； F_u 、 F_v 为水平剪应力，可按以下公式计算：

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

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

式中：A 为水平涡粘系数，可按 Smagorinsky1963 年提出的公式计算： $A = c_s^2 l^2 \sqrt{2S_{ij}S_{ij}}$ ，

变形率 S_{ij} 计算公式为: $S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right)$, ($i, j=1, 2$), 其中 c_s 为常数, l 为特征长度。

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 $0 \sim 1$ 。

(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。本报告取连续计算 5 天后的稳定结果作为初始条件。

② 边界条件

海底 ($z = -d$) 处:

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

海面 ($z = \eta$):

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

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 $\tau_{sx} = \tau_{sy} = 0$ 。

b. 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。

c. 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。

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

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。

d. 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。

(3) 参数设置

①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 C_s 值计算涡粘系数，经过调试，模型中取为 0.28。

②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：

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

式中： $U_\tau = \max(U_\tau, U_b)$ ， U_τ 、 U_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。

③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 0.001m 至 0.013m 之间。

2. 计算海域及网格设置

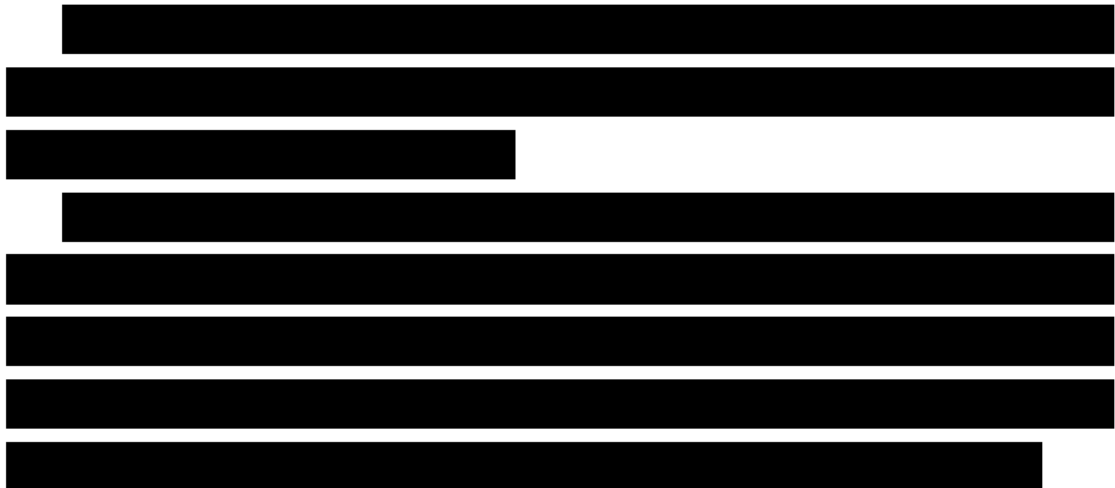


图 2-1 计算海域网格与地形-略

图 2-2 工程附近海域网格与地形-略

3. 潮流及潮位验证

(1) 验证站位分布

采用青岛环海海洋工程勘察研究院有限责任公司于 2022 年 11 月 9 日~11 月 10 日在工程海域周边现场观测的大潮海流和潮位数据进行验证。潮流潮位验证站位及位置见表 3-1 和图 3-1 所示。

表 3-1 潮流潮位验证站位及位置一览表

站位号	东经	北纬	验证时间	验证项目
16			2022 年 11 月 9 日~11 月 10 日 (大潮期)	潮流、潮位
18				潮流
20				潮流
26				潮流
28				潮流
30				潮流、潮位

图 3-1 模型验证点位分布图-略

(2) 验证结果

图 3-2 和图 3-3 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，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，主潮流流向误差基本在 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 3-2 潮位验证曲线图

图 3-3 大潮验证曲线图-略

4. 潮流计算结果

根据潮流数值模拟结果，工程区周边海域表层流速最大，底层流速最小。其中图 4-1 和图 4-2 分别为计算海域大潮时涨急、落急两个时刻的表层潮流场，图 4-3 和图 4-4 分别为项目附近海域大潮时涨急、落急两个时刻的表层潮流场。由图可以看出，项目附近海域基本为往复流，落潮时，

图 4-1 计算海域大潮涨急表层潮流场-略

图 4-2 计算海域大潮落急表层潮流场-略

图 4-3 工程附近海域大潮涨急表层潮流场-略

图 4-4 工程附近海域大潮落急表层潮流场-略

5. 悬浮物对海水水质的影响

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。本报告基于水动力模块的流场计算结果模拟悬浮物扩散。预测模型如下：

潮流是海域污染物进行稀释扩散的主要动力因素，在获得可靠的潮流场基础上，通过添加水质预测模块（对流—扩散模型）进行水质预测计算。

(1) 控制方程

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

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，

$$C|_{\Gamma} = 0 \quad \text{入流段}$$

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

其中 \mathbf{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 $< 0.02\text{mm}$ 的，将发生絮凝现象，沉速取 0.0005m/s 。对于粒径大于 $> 0.02\text{mm}$ 的，悬浮物沉速采用武汉水利电力学院静水泥沙沉速公式计算，公式如下所示。

$$\omega = \sqrt{\left(13.95 \frac{\nu}{D}\right)^2 + 1.09\alpha g D} - 13.95 \frac{\nu}{D}$$

其中， ν 为水运动粘滞系数，取值 $0.0000011\text{m}^2/\text{s}$ ； D 为悬浮物中值粒径（mm）； α 为重率系数，取 1.7。

附录 2

旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目

环境风险专项评价

1 评价依据

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）的要求，进行本项目环境风险分析与评价。

1.1 风险调查

根据《建设项目环境风险评价技术导则》，风险源调查主要包括调查建设项目危险物质数量和分布情况、生产工艺特点，收集危险物质安全技术说明书等基础资料。本项目为海洋油气开发，涉及的危险物质主要为油类（原油、燃料油）和天然气，理化性质及危险特性如下。

表 1.1-1 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
	凝点（℃）：-6℃	禁忌物：强氧化剂
	稳定性：稳定	聚合危害：不聚合
危险特性	危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体	引燃温度（℃）：350
	闪点（℃）：44	燃烧（分解）产物：CO、CO ₂
	爆炸下限（v%）：1.1	爆炸上限（v%）：8.7
	危险特性：其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。	
灭火方法：泡沫、干粉、二氧化碳、砂土		
毒理性质	LD50：500-5000mg/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 1.1-2 燃料油理化性质及危险特性表

类别	内容				
标识	中文名称	A 燃料油		英文名称	A Fuel oil; Heavy oil A
理化特性	外观与气味	黄色液体			
	溶解性	不溶于水		倾点 (°C)	≤-10
	冷滤点 (°C)	冬季	-13~-7	密度 (g/cm ³) (15°C)	0.833
		夏季	-3~3		
	馏程 (°C)	90%	≤350	闪点 (°C)	70~130
95%		≥320	运动粘度 mm ² /s (50°C)	2~4	
主要用途	主要用作船用柴油发动机燃料。				
危害信息	燃烧与爆炸危险性	可燃。其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热易燃烧或爆炸。燃烧产生有毒的一氧化碳气体。在高温火场中，受热的容器或储罐有破裂和爆炸的危险。			
	活性反应	与强氧化剂反应。			
	禁忌物	强氧化剂。			
	侵入途径	吸入，食入。			

表 1.1-3 天然气理化及危险性质

标识	中文名：天然气		英文名：natural gas	
	危规号：21007	UN 编号：1971	CAS 号：74-82-8	
理化特性	外观与性状：无色无臭易燃易爆气体		溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚	
	熔点 (°C)：-182		沸点 (°C)：-161.49	
	相对密度：（水=1）0.45（液化）		相对密度：（空气=1）0.59	
	饱和蒸气压 (kPa) 53.32 (-168.8°C)		禁忌物：强氧化剂、卤素	
	临界压力 (MPa) :4.59		临界温度 (°C)：-82.3	
	稳定性：稳定		聚合危害：不聚合	
危险特性	危险性类别：第 2.1 类易燃气体		燃烧性：易燃	
	引燃温度 (°C)：482~632		闪点 (°C)：-188	
	爆炸下限 (v%)：5.0		爆炸上限 (%)：15.0	
	最小点火能 (MJ)：0.28		最大爆炸压力 (kPa)：680	
	燃烧热 (MJ/mol) :889.5		火灾危险类别：甲 B	
	燃烧（分解）产物：CO、CO ₂ 、水			
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险			
灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。				
灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。				
毒理性质	工作场所最高容许浓度 MAC：300 (mg/m ³)			
	毒性判别：微毒类，多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类			
健康危害	侵入途径：吸入			
	健康危害：当空气中浓度过高时，使空气中氧气含量明显降低，使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。			
	急性中毒：当空气中浓度达到 20~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼			

	吸和心跳加快，若不及时逃离，可致窒息死亡。
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。
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并立即隔离，严格限制出入。切断火源，戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道），以避免发生爆炸。切断气源，喷洒雾状水稀释，抽排（室内）或强力通风（室外）。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方，或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
储运	储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30°C。原理或中、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的想放弃才。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。

1.2 风险潜势初判

本项目为海洋石油开发类项目，涉及的危险物质主要为油类和天然气。风险物质分布于本项目涉及的新建平台、海底混输管道及施工船舶油舱储油。

(1) 油类

根据建设单位提供资料，本次评价新建平台和改造平台设施的、工艺管线、储罐等储油设施，油类密度按 958.4kg/m³ 计算，因此本项目油类最大存量折合为 [REDACTED]。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量：2500t，则运营期危险物质油类总量与其临界量的比值：

$$Q_{\text{油类}}=q_1/Q_1=77.89/2500=0.031$$

(2) 天然气

本项目新建平台管汇的天然气最大存在总量为 2793.91Sm³，甲烷含量按照 95.8% 计算，甲烷密度按 0.716kg/m³ 计算，则甲烷的质量为 1.92t。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），甲烷临界量为 10t。则运营期危险物质天然气（甲烷）总量与其临界量的比值：

$$Q_{\text{天然气}}=q_1/Q_1=1.92/10=0.192$$

经计算， $Q=Q_{\text{原油}}+Q_{\text{天然气}}=0.031+0.192=0.223$ ，远小于 1。因此，该项目环境风险潜势为I。

1.3 风险评价等级

风险评价工作等级的划分主要依据环境风险潜势，按照下表确定评价工作等级。本项目环境风险潜势等级为I，则风险评价工作等级为简单分析。

表 1.3-1 环境风险评价工作等级划分

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。

但鉴于本项目主要危险物质原油一旦泄漏对海洋环境影响较大，因此本章主要对本项目环境风险情形进行识别，对本项目地质性溢油风险、浅层气风险进行排查并提出相应防范措施，对项目可能发生的海上溢油事故进行类比并分析风险影响；针对项目的环境风险提出针对性的风险防范措施，对项目能利用的溢油应急物资进行梳理和分析。

2 环境敏感目标概况

本项目周边环境风险敏感目标梳理如下。

表 2.1-1 项目周边主要环境敏感目标

类别	敏感区名称		主要保护目标	位置关系	
				方位	距离 (km)
鱼类“三场一通道”	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
生态红线	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
国家级自然保护区	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
水产种质资源保护区	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]		[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

类别	敏感区名称	主要保护目标	位置关系	
			方位	距离 (km)
			■	■
			■	■
			■	■
			■	■
			■	■
海洋特别保护区			■	■
			■	■
国家级海洋公园		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	■	■
			■	■
		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	■	■

图 2.2-1 溢油状态下可能影响到的环境敏感目标（保护区）-略

图 2.2-2 溢油状态下可能影响到的环境敏感目标（红线区）-略

3 环境风险识别

3.1 风险识别

3.1.1 施工阶段油气泄漏事故风险识别

(1) 井喷/井涌

在钻、完井作业中，由于钻井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作活动导致地层压力欠平衡或静液柱降低导致欠平衡而引起循环液漏失等原因，可能导致发生井涌。若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷可能释放大量的原油和大量烃类物质，如果当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸，可能对周围海域环境产生严重威胁。

发生井喷的主要原因是地层压力过高、且钻井液比重失调以及防井喷措施不当。一旦发生井喷，将会有钻井液、原油和天然气物质喷出，损害周围生态环境。

(2) 船舶碰撞

在施工阶段主要有拖轮、钻井平台等，船舶与平台和周围设施之间可能因设备故障、人员操作失误等原因发生碰撞，从而可能导致船舶储油设施发生泄漏。

(3) 火灾/爆炸

设备故障以及人员操作失误有可能造成火灾和爆炸。在钻井作业期间若地层中的可燃流体伴随着钻井泥浆进入泥浆池，聚集到爆炸浓度时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便会酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成原油泄漏入海。

(4) 地质性溢油风险

由于油田的复杂性，存在破裂压力不确定的可能性，在现场实施的过程中，可能会钻遇异常压力地层，出现设计的表层套管下深无法满足钻遇高压异常地层的要求，引起钻井作业钻遇油层过程中所使用的钻井液密度或者井身结构可能不能满足钻井作业要求，出现压破上层套管鞋处薄弱地层情况。从而可能发生地质性溢油风险。

(5) 供应船输油软管破裂

在供应船进行输油时操作失误或输油软管破裂可能造成燃料油泄漏，由于输油作业有严格的操作规定，输油软管定期更换，同时输油软管较短，内部存油量很小，输油作业时供应船与输油设施均有人值班监视，一旦发生事故立即关泵停输，因此不会造成大规模泄漏。

3.1.2 生产阶段的油气泄漏事故风险识别

(1) 井涌或井喷

在正常生产作业过程中，发生井涌或井喷的概率较小。在修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等原因，可能导致发生井涌，若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。伴随井喷释放的有油品和大量烃类物质，当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸。

(2) 平台溢油事故

生产阶段，平台上进行油气输送作业时，可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏，当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成油品泄漏入海。

(3) 平台容器、工艺管道泄漏

项目在生产阶段平台容器和工艺管道由于阀门失效、管件失效（三通管、弯头、法兰、螺栓、螺母、垫片等）、腐蚀、材料失效（管子、管件、容器破裂）、操作错误、仪表和控制失效等原因可能引发泄漏，如泄漏后处理和收集不当，则可能导致溢油入海。

(4) 地质性溢油风险事故

对于断裂系统十分复杂的油气田，不恰当注入会造成储层压力高压异常，若储层附近恰好存在着连通海床的自然地质断层，储层压力可能使储层流体沿附近的地质断层自储层段运移至海床而造成油气泄漏事故。此外，如油气田表层套管下深不足或固井质量差，在钻遇异常高压油气层时也可能产生地质性油气泄漏事故。

(5) 船舶碰撞溢油事故

本项目建成投产后，生产作业人员倒班和物料运送依托原有值班船进行作业，项目的实施不增加运营期值班船的数量和使用频次，因此不新增运营期的船舶风险。

(6) 新建管道破裂风险

海底管道突发事故风险，主要是指海底管道在生产运营期间，因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，存在着潜在的被损坏的风险。

根据工程章节分析可知，本项目投产后井口物流由新建的 LD10-1WHPE 通过新建 1.2km 的海管运送至 LD10-1CEP 平台，存在泄漏的风险。

(7) 依托管道破裂风险

海底管道突发事故风险，主要是指海底管道在生产运营期间，因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，存在着潜在的被损坏的风险。

根据工程章节分析可知，本项目投产后原油输送依托 LD10-1CEP 至绥中终端海底混输管道，出现超出原海管设计压力情况，一定程度上增加了海管泄漏的风险。

3.2 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。

（1）井涌或井喷

《风险评估数据指南》统计了 1980~2005 年美国墨西哥湾外大陆架、英国大陆架、挪威海域等海域发生的井喷事故，其中常规油井发生井涌和井喷的概率见下表 3.2-1。本项目在 LD10-1WHPE 共实施 16 口调整井，其中 12 口生产井，4 口预留井。在 LD10-1WHPA 平台实施 1 口调整井，为生产井转注水井。经计算，本工程发生井喷的概率为 3.48×10^{-5} 次/a，发生井涌的概率为 3.36×10^{-5} 次/a。

表 3.2-1 常规生产井涌和井喷事故概率

井别	事故频率		
	井涌	井喷	单位
生产井	2.9×10^{-6}	2.6×10^{-6}	次/（井·a）
注水井	-	2.4×10^{-6}	次/（井·a）

（2）平台火灾

参考 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人通过对北海油田的事故分析，海上生产设施各区的火灾事故发生频率如下：

- 井口区，约为 1.0×10^{-3} 次/年
- 油气处理区，约为 4.0×10^{-3} 次/年

- 油气输送区，约为 3.0×10^{-4} 次/年

本项目新建 1 座井口平台及配套生产设施，包括井口区和油气输送区。生产运营期间，LD10-1WHPE 平台火灾事故发生概率为 5.3×10^{-3} 次/年。由火灾引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级，因此，WHPE 平台发生火灾事故导致溢油的概率为 1.0×10^{-4} 次/年。

(3) 船舶碰撞泄漏事故

施工期间 LD10-1WHPE 平台附近主要有钻井平台和拖轮等；运营期不新增值班船及运输船供应，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和油田设施发生碰撞。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 3.2-2 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。

(4) 平台容器和工艺管线泄漏

项目处理平台上设置有开式/闭式排放系统，可收集设备容器和工艺管道泄漏油品。当开式排放罐达到一定的液位时，经过开式排放泵过滤器过滤后，再由开式排放泵将含油污水打入闭排罐，工作甲板的污油进入开排槽中，由开排槽泵打回开排罐中，平台容器和工艺管道泄漏导致原油入海的可能性很小。

(5) 海底管道油气泄漏

根据工程章节分析可知，本项目生产阶段 LD10-1WHPE 平台物流通过 LD10-1WHPE 平台至 LD10-1CEP 平台新建海管输送至 LD10-1CEP 原油处理系统，处理为合格原油通过已建输油海管输往绥中原油终端。

根据莫特麦克唐（Mott McDonald）公司 2003 年出版的报告《PARLOC2001: The up date of Loss of containment Date for Offshore Pipeline》，该报告中统计了相关海域 1567 条海管，共 24837km，328858km•a。同时，挪威船级社（DetNorskeVeritas, DNV）的《Riser/Pipeline Leak Frequencies, 2006》对 PARLOC2001 报告进行了修正。

表 3.2-3 不同管径的管道在不同位置的事故概率统计

管道	管道运行总量	频率	单位
海底管线	井流管线，以及输送未处理流体的小管线	5.0×10^{-4}	次/km·a
	输送处理后的油气，钢管管径 ≤ 24 英寸	5.1×10^{-5}	次/km·a
	输送处理后的油气，管径 > 24 英寸	1.4×10^{-5}	次/km·a
立管	钢管—管径 ≤ 16 英寸	9.1×10^{-4}	次/a
	钢管—管径 > 16 英寸	1.2×10^{-4}	次/a
	软管	6.0×10^{-3}	次/a

本项目新建 1 条长约 1.2km 的 LD10-1WHPE 至 LD10-1CEP 平台 8"海底混输管道，由此估算本项目海管发生泄漏事故的概率，本项目发生海管溢油的概率为 5.1×10^{-5} 次/a。立管段采用双层保温钢管，管径小于 16 英寸，因此计算出立管段发生事故的概率为 9.61×10^{-4} 次/a，所以该管道发生事故的概率为 9.61×10^{-4} 次/a。

3.3 溢油事故溢油量估计

1.建设阶段

项目建设阶段溢油事故的主要泄放物质包括井流和施工船舶燃料油等。如前所述，发生井喷事故时，井流的喷放量很大，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最大可能溢油量。

本项目新建平台及对现有平台设备改造工程施工期间，拟采用拖轮和驳船运输物料。本项目以现场船舶燃料油舱的单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量取 110m^3 。

2.生产阶段

生产阶段可能发生井喷、地质性溢油、船舶碰撞和海底混输管道泄漏引起的溢油事故。由于本项目运营期不新增值班船等，故不新增运营期船舶碰撞风险。如前所述，一旦发生井喷/地质性溢油等事故，其溢油量难以估计。本项目新建海底混输管道如破裂将发生溢油事故，主要排放物质是原油。根据海底管道事故统计分析结果，发生管道腐蚀穿孔、小孔泄漏的事故概率最高，发生管道断裂事故的概率相对较小。根据工程章节分析可知，本项目投产后原油输送依托 LD10-1CEP 至绥中终端海底混输管道，出现超出原海管设计压力情况，一定程度上增加了海管泄漏的风险。海底管道溢油量选择 LD10-1CEP 至绥中终端海底混输管道进行估算，

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）：“油气长输管线泄漏事故，截断阀启动后，泄漏量以管道泄压至与环境压力平衡所需时间计”。因此，本项目截断阀启动后泄漏量仅考虑阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量。

当管线发生泄漏事故时，在 30s 内将启动自动关断系统，关断后管线内部分原油会缓慢漏出。管线泄漏时，选取最不利情形即管线断裂进行评价。通常按美国矿业管理部（MMS）管道油品泄漏量估算导则（MMS2002-033）给出的估算模式计算原油的泄漏量，该模式由两部分组成，一部分是阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量，另一部分是关闭阀门前的泄漏量，两项之和即为总泄漏量，计算式为：

$$V_{rel} = 0.1781 \cdot V_{pipe} \cdot f_{rel} \cdot f_{GOR} + V_{pre-shut}$$

式中：

V_{rel} 为原油泄漏量， bbl（1 桶=0.14t）；

V_{pipe} 为管段体积， ft^3 （ $1ft^3 = 0.0283m^3$ ）；

f_{rel} 为最大泄漏率，取 0.3；

f_{GOR} 为压力衰减系数，取 0.3；

$V_{pre-shut}$ 为截断阀关闭前泄漏量， bbl。

截断阀关闭前泄漏量（ $V_{pre-shut}$ ）根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中推荐的液体泄漏速率公式计算：

$$Q_L = C_d A \rho \sqrt{\frac{2(P - P_0)}{\rho} + 2gh}$$

式中：

Q_L ——液体泄漏速度， kg/s；

C_d ——液体泄漏系数，此值常用 0.6~0.64，本次取值 0.64；

A ——裂口面积， m^2 ，全管径泄漏则裂口面积为；

ρ ——泄漏液体密度， $877kg/m^3$ ；

P ——容器内介质压力， $4610000Pa$ ；

P_0 ——环境压力， Pa ；

g ——重力加速度， $9.81m/s^2$ ；

h ——裂口之上液位高度， m ；取 $0m$ 。

本项目依托海底输油管道长约 60.2km，结合工程章节内容，计算得出 LD10-1CEP 至绥中终端混输管道油品泄漏体积为 $527.6m^3$ ，467.93t（含水率 0.5%）。

3.4 最具代表性事故选取

据各类事故发生概率和可能发生的溢油规模，可将海上油气开发工程溢油事故的相对环境风险进行归纳。

本项目主要溢油事故来自井喷、火灾爆炸、船舶碰撞、管线破裂溢油和地质性溢油等。不同的溢油事故带来的环境风险程度不同。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那些环境风险程度较高的溢油事故，从而采取相应的防范措施。

表 3.3-1 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
井喷/井涌	不定	3.48×10^{-5} 次/a	高
火灾爆炸	不定	1.0×10^{-4} 次/a	高
地质性溢油	不定	--	高
船舶碰撞	60m ³	5.0×10^{-7} 次/a	低
新建管道破裂	8.6m ³	9.61×10^{-4} 次/a	高
依托海管破裂（LD10-1CEP-绥中终端）	527.6m ³	5.1×10^{-5} 次/a	高

4 环境风险分析

通过上节分析可知，本项目最具代表性事故为依托 LD10-1CEP 至绥中终端海底混输管道混输海底管道破裂溢油事故，最大可能溢油量不超过 [REDACTED]。结合前文分析的事故类型、概率分析及溢油量等进行事故状态下的溢油预测，分析本项目运营期的风险影响程度。

4.1 溢油预测模式

海上一旦发生溢油事故，溢出油漂浮在海面，一方面在风和流作用下向一定方向运移，另一方面，油膜同时不断向四周扩展，使油膜面积增大。此外，油膜中的不同组分还将发生蒸发、乳化、溶解和被悬浮物吸附沉降及生物降解等复杂的物理、化学和生物过程。

本次溢油漂移数值预测主要考虑了原油在海面上的物理过程（平流、扩散过程）和蒸发、乳化过程，其它过程由于其参数化的复杂性未能计入。

4.1.1 油膜轨迹预测

在环境动力模型提供的环境动力参数的基础上，采用欧拉--拉格朗日追踪方法，进行油膜中心轨迹的预测。油膜中心漂移速度，取决于海面风速与表层流，是空间和时间的函数，其值用油膜中心点所在网格点上的速度内插而得。空间每个网格节点上的 x、y 方向上的速度在某时刻为：

$$\begin{cases} V_x = V_{rx} + \alpha V_{wind} \sin(180 + \theta_0 + \theta) \\ V_y = V_{ry} + \alpha V_{wind} \cos(180 + \theta_0 + \theta) \end{cases}$$

其中 V_{rx} 、 V_{ry} 为网格点上表层流速的 x、y 方向分量，皆由环境动力学模型求出。 V_{wind} 网格点上的风速， α 为风因子，计算时取 0.03； θ_0 为风向， θ 为油粒子受风影响的漂移偏角。 θ 的取值与风速的大小有关，公式为：

$$\theta = \begin{cases} 40 - 8\sqrt{V_{wind}} & 0 \leq V_{wind} \leq 25 \text{ m/s} \\ 0 & V_{wind} \geq 25 \text{ m/s} \end{cases}$$

油粒子漂移轨迹计算公式为：

$$\bar{S} = \bar{S}_0 + \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} V_l(x(t), y(t), t) dt$$

其中： S_0 为初始时刻， S 为油膜中心点所在位置， $V_l(x(t), y(t), t)$ 为拉格朗日追踪速度

$$V_l = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

由于空间和时间不同，流况不同，有时风速、风向也不同，所以在不同地点、不同时刻发生溢油后所追踪到的油膜中心运移轨迹就不同。

4.1.2 油膜扩展输移预测

剪流和湍流引起的扩散过程属于随机运动，可用随机走动法实现模拟。由于每个粒子的随机运动而导致整个粒子云团在水体中的扩散过程。对于水体表面随机扩散过程可用下式描述

$$ra' = R(6k_\alpha \times \Delta t)^{1/2}$$

其中： ra' 为 $\alpha = (x, y, z)$ 方向上的湍动扩散距离； R 为 $(-1, 1)$ 间均匀分布随机数。 k_α 为 α 方向上的湍流扩散系数， Δt 为时间步长。

溢油的漂移是平流过程、扩散过程、风共同作用的结果。

第 i 个粒子在 Δt 时段内的位移可表示为:

$$x_i = u_i \Delta t + r_x'$$

$$y_i = v_i \Delta t + r_y'$$

其中: r_x' 、 r_y' 为在 x 、 y 方向上的随机移动距离; u_i 、 v_i 为第 i 个粒子拉格朗日速度在 x 、 y 方向上的分量。

由于每个粒子代表一定的油量, 根据标识粒子所在的位置和所代表的油量可计算溢油的扩展面积和油膜厚度。

4.1.3 溢油的挥发和乳化

溢油在其输移和扩展过程中, 也同时经历着各种化学和生物过程, 这些过程直接导致油膜的理化性质的变化, 使得溢油在海上的量不断减少。

(1) 溢油的挥发

油膜挥发过程受油性质、风及油组分控制。采用 Stiver 和 Mackay 提出的一个暴露模式来计算油的挥发:

$$F_V = \ln(1 + \theta \cdot \frac{VP_a}{RT^2} \cdot BT_G \cdot \exp(B(1 - T_0/T))) T / BT_G$$

T_G 式中: B —系数, 取 10.3; T_G —挥发曲线梯度;

T —油表面温度, 通常与大气温度相近, 根据不同月份区不同值;

T_0 —初始时油挥发温度; P_a —大气压; V —油分子体积;

R —大气常数; θ —挥发系数, 取 $2.5 \times 10^{-3} U_w^{0.78}$; U_w —风速。

T_0 、 T_G 的数值常参考如下常数:

$$T_0 = 532.98 - 3.1295 * API$$

$$T_G = 985.62 - 13.597 * API$$

式中: API — 15.5°C 时原油密度与 4°C 时水的密度的比值。

API 度与相对密度的相关关系式为:

$$API \text{ 度 } (15.5^\circ\text{C}) = (141.5 / \text{相对密度}) - 131.5$$

API 度越大，相对密度越小，密度大小与石油的化学组成、所含杂质数量有关。

(2) 油膜的乳化

乳化过程受风速、波浪、油的厚度、环境温度、油风化程度等因素的影响，一般用含水率来表示乳化程度（Mackay, 1990）。

$$\frac{dYW_i}{dt} = R_1 - R_2$$

$$R_1 = \frac{K_1}{\eta_0} (1 + U_w)^2 (YW_{sat} - YW_i)$$

$$R_2 = \frac{K_2}{A_{sph} \cdot W_{Ax} \cdot \eta_i} \cdot YW_i$$

式中： YW_i —第 i 个油粒子含水率； U_w —风速；

W_{Ax} —油的含蜡量； A_{sph} —油的沥青质量含量%，

η_0 —油的无水动力粘性系数； YW_{sat} —稳定含水量；

K_1 、 K_2 —常数，分别为 5.0×10^{-7} 和 1.2×10^{-5} 。

η_i —乳化后油的运动粘性系数，其计算式如下：

$$\eta_i = \eta^{oil} \exp \frac{2.5 YW_i}{1 - 0.654 YW_i}$$

式中： η_i —乳化后油的运动粘性系数；

η^{oil} —乳化前油的运动粘性系数

4.2 预测情景设定

4.2.1 溢油位置选择

本次评价选择 LD10-1CEP 平台至绥中终端的混输管道 LD10-1CEP 平台端 [] 作为溢油预测点。

4.2.2 源强

本项目的最具代表性事故为依托海底管道破裂溢油事故，最大可能溢油量为 LD10-1CEP 平台至绥中终端混输管道油品泄漏，泄漏体积约为 []。

4.2.3 潮型与潮时

因大潮期间海流流速比小潮期间大，油膜漂移速度相对较快，因此为保守起见，按大潮期间发生溢油进行预测。潮时分别选择大潮期的涨潮时刻和落潮时刻作为典型时刻进行预测。

4.2.4 溢油计算时段

工程海域潮汐类型基本为正规半日潮，预测选取 72h 作为溢油预测的时段。

4.2.5 常风与大风风速取值

根据本项目所处的地理位置，溢油预测拟选取项目所在区域的常风向下的平均风速和最大风速开展。根据风玫瑰选取频率较大的风向、并结合项目所在位置与周边敏感区的分布，选取对敏感区影响较大的风向，综合考虑得出。风向及多年平均风速、最大风速取值来源《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目工程物探调查、海洋环境参数调查》（2023 年 12 月）。

表 4.2-1 溢油数值模拟扩散选取风参数

方向	N	NNE	E	SE	S	SW	W	NW
最大风速 (m/s)	18.87	22.22	11.57	16.69	13.69	15.37	14.3	16.05
平均风速 (m/s)	7.19	8.25	3.33	3.6	5.04	5.93	5.38	5.2

4.3 溢油预测结果

综合考虑气象资料和工程所处海域相关敏感目标后，按照现有风场资料，给出了上述各个风向在平均风和极值风情况下经过 72h 的溢油油膜漂移轨迹。

由溢油扩散轨迹及油膜图（图 4.3-1~图 4.3-4）可以看出，溢油事故发生后，油膜在风和潮流往复涨落的共同作用下呈现出蛇形运动，当风向与潮流方向一致时，油膜中心运动速度较大，可以看到油膜中心点间距较大；而当风向与潮流方向相反时，油膜运动方向甚至会与潮流方向相反，膜轨迹分布相对密集。

溢油在不同的风向风速和潮汐情况下，漂移距离，扫海面积与残存油量不同。



表 4.3-1 不同风向、极风速情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离与扫海面积

风向	风速 (m/s)	潮汐状况	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km ²)	72h 最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸所需时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
N	18.87	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■
NNE	22.22	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■
E	11.57	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■
SE	16.69	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■
S	13.69	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■
SW	15.37	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■

风向	风速 (m/s)	潮汐状况	72h 漂移距离 (km)	72h 扫海面积 (km ²)	72h 最大油膜面积 (km ²)	抵敏感区所需时间 (h)	抵敏感区前残余油量 (%)	首次抵岸所需时间 (h)	首次抵岸前残余油量 (%)	72 小时残存油量 (%)
W	14.3	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■
NW	16.05	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■

表 4.3-2 不同风向、极风条件下溢油发生后 6h、12h、24h、48h 溢油漂移距离 (km) 与扫海面积 (km²)

风向	风速 (m/s)	潮汐情况	漂移距离 (km)					扫海面积 (km ²)					残存油量 (%)				
			2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h
N	18.87	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
NNE	22.22	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
E	11.57	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SE	16.69	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S	13.69	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SW	15.37	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

W	14.3	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
NW	16.05	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

表 4.3-4 不同风向、均风条件下溢油发生后 6h、12h、24h、48h 溢油漂移距离与扫海面积

风向	风速	潮汐情况	漂移距离 (km)					扫海面积 (km ²)					残存油量 (%)				
			2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h	2h	6h	12h	24h	48h
N	7.19	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
NNE	8.25	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
E	3.33	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SE	3.6	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S	5.04	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
SW	5.93	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
W	5.83	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
NW	5.2	涨潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		落潮	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

图 4.3-1 极风涨潮 72h 粒子轨迹图 图 4.3-2 极风落潮 72h 粒子轨迹图

图 4.3-3 均风涨潮 72h 粒子轨迹图 图 4.3-4 均风落潮 72h 粒子轨迹图

4.4 对环境敏感区事故后果分析

无论油膜是否抵达岸边，都会对海洋环境以及渔业产生污染损害，而溢油一旦抵岸将造成岸线的严重污染。研究表明，一旦溢油到达敏感区域会对敏感区域造成很大损害，敏感区域生态环境将历经几到十几年才能恢复：湿地生态系统的恢复需要约 15 年时间，砂质海滨生态的恢复需要约 3 年时间。

本项目可能影响到的敏感目标见下表所示。

[Redacted Table Content]

表 4.3-5 各敏感区的分布及抵达敏感目标的最短时间

保护区	敏感目标名称	不利条件	溢油点与敏感区之间的相对距离 (km)	最短到达时间 (h)
国家级水产种质资源保护区	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
国家级海洋公园	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
国家级自然保护区	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
海洋特别保护区	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
生态红线区	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
养殖区	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

4.5 溢油环境影响分析与评价

溢油事故发生时，其中的轻烃组分逐渐挥发进入大气，会对事故现场空气环境产生影响，因为项目位于海上，常年风速较大，气体较易得到扩散。因此，溢油事故对空气环境影响较小。泄漏的油类一旦着火，会对周围产生热辐射危害；也可能在扩散过程中着火或爆炸，对周围造成冲击波危害；同时因燃烧产生的 SO₂、烟尘、CO 会造成周围大气环境污染。

发生井喷后，若不能及时采取措施制止，即发生井喷失控，致使大量油气从井口敞喷进入环境当中，在喷射过程中若遇明火则会引发火灾和爆炸等危害极大的事故。气体喷射最大的可能是形成垂直喷射，初始喷射由于井筒内有压井液柱，因此喷出的气中携带大量的压井液，将危害周围的大气环境。事故性释放的伴生气可能立即着火，形成喷射燃烧，对周围产生热辐射危害；也可能在扩散过程中着火或爆炸，产生的次生污染物污染环境；或者经扩散稀释低于爆炸极限下限，未着火，仅污染周围环境空气。

4.5.2 对海域环境的影响分析

海上溢油一般以溶解状态、乳化状态、吸附和沉降状态等为主，其中以溶解状态毒害最大。溢油对海洋生物的影响包括物理作用和化学毒害两个方面。物理作用包括油品黏附覆盖于生物体表，导致生物丧失或减弱活动能力，堵塞生物的呼吸和进水系统，吸附悬浮物沉降而导致生物幼体失去合适的附着基质等。油类对海洋生物的化学毒害分为两类：一类是大量的原油造成的急性中毒，另一类是长期的低浓度油类的毒性效应。

4.5.2.1 对浮游生物的影响

(1) 浮游植物

海面溢油直接粘附于浮游植物细胞上，导致浮游植物在强光等不利因素的作用下很快死亡。在溢油海域中，大量溢油漂浮在水面使表层水体产生一层油膜，从而阻断了水体与大气的交换，白天浮游植物进行光合作用所需二氧化碳得不到满足，夜晚浮游植物生理代谢所需氧气也难从大气中获取，因而浮游植物的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，溢油发生的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。

4.5.2.2 对游泳生物的影响

溢油黏附于海洋鱼类、甲壳类、头足类和爬行类游泳动物体表后，可能堵塞游泳动物的呼吸系统，导致游泳动物窒息而亡。大型哺乳动物体表黏上溢油后，虽然经过一段时间自己可以清除掉，但是如果摄入体内，会损害其内脏功能。因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，由此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。

4.5.2.3 对底栖生物的影响

发生溢油后，相当一部分油类污染衍生物甚至油类颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层油类污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所

以一旦受到溢油污染，它们便难以生存。溢油中的多环芳烃（例如 PAC 和 PCB）将会影响贝类体内脂肪的代谢平衡，从而加速贝类死亡。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，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被食用。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更大。

4.6 地质性溢油风险分析

本部分内容引自《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目地质性溢油风险分析专题研究报告》（2024.2）。

4.6.1 油田地质概况

旅大 10-1 油田位于渤海辽东湾海域，

4.6.1.1 油藏类型

4.6.1.2 开发方案

[Redacted text block]

4.6.2 地质性溢油风险因素排查

4.6.2.1 断裂特性

[Redacted text block]

图 4.6-1 旅大 10-1 油田区域构造位置图-略

图 4.6-2 旅大 10-1 油田 10-4 区块东二上段 I 油组顶面构造图-略

[Redacted text block]

图 4.6-3 旅大 10-1 油田 10-4 区块东二上段断裂系统叠合图-略

4.6.2.2 地层层序



4.6.2.3 储层特征

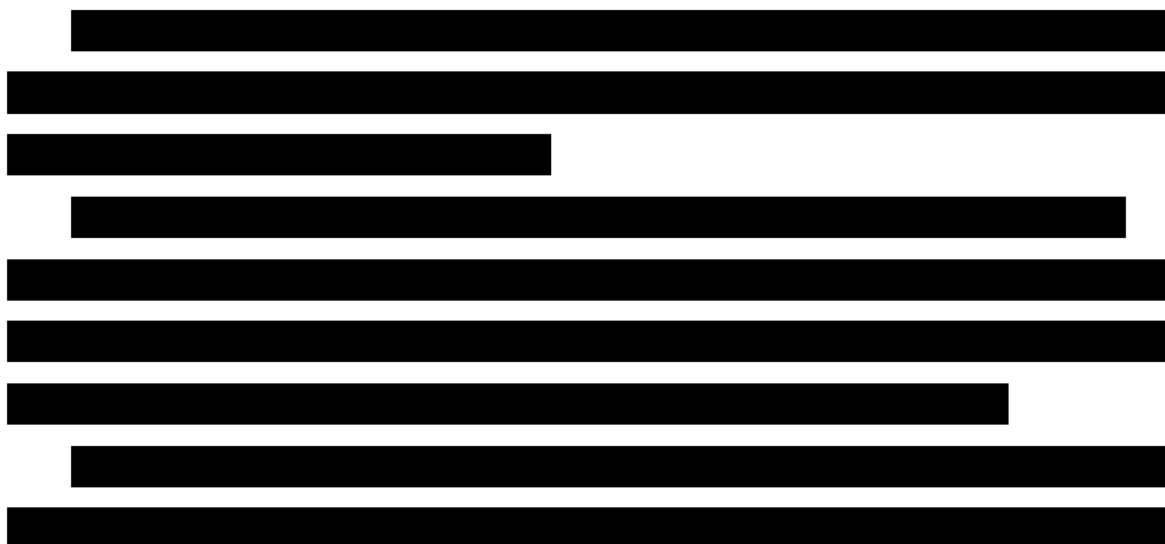




图 4.6-4 旅大 10-1 油田 10-4 区块东二上段油组对比图-略

4.6.2.4 平台各井过断层情况

旅大 10-1 油田 10-4 区块已钻井存在钻遇 F1 辽西 1 号断层及次级断层的情况，钻进过程中未发生漏失。此次方案中，有多口开发井设计井轨迹钻遇 F1 辽西 1 号断层及区内调节断层，需要予以考虑。开发井设计井轨迹钻遇辽西 1 号断层及区内调节断层的详细数据见下表。

表 4.6-1 旅大 10-1 油田 10-4 区块已钻井钻遇断层信息统计

井名	断层编号	断点海拔 m	断距 m	是否为海底断层
██████████	██	██	██	██
██████████	██	██	██	██
	██	██	██	██
██████████	██	██	██	██
	██	██	██	██
██████████	██	██	██	██

井名	断层编号	断点海拔 m	断距 m	是否为海底断层

表 4.6-2 旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目开发井钻遇断层信息统计

序号	井名	井别	距离断层最近				钻遇断层			是否为海底断层
			最近断层编号	断点海拔 m	断距 m	最近位置海拔 m	钻遇断层编号	断点深度海拔 m	断距大小 m	
1										否
										否
2									否	
3									否	
4									否	
5									否	
6										否
										是
7									否	
8									否	
9										是
										否
10									是	
11									否	

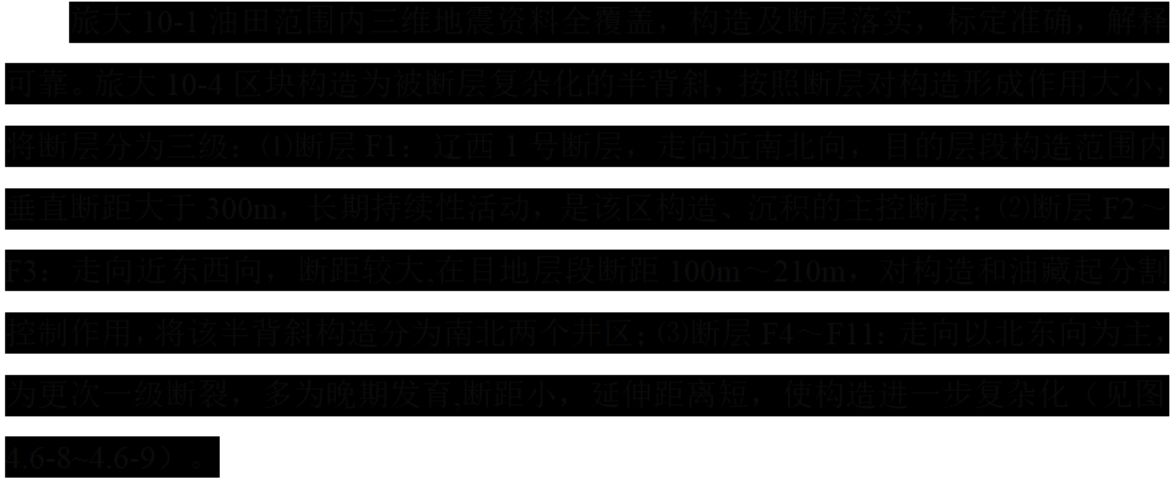


图 4.6-5 旅大 10-1 油田 10-4 区块断层分布地震剖面图-略

图 4.6-6 旅大 10-1 油田主体块断层分布地震剖面图-略

结合方差切片及地震剖面，断层 F1、F2、F3、F11 有通海底的风险，根据断层的断距规模、埋藏史及断层活动等情况综合评价认为，原始状态下上述断层具有较好的封堵性，且油田生产至今已有 18 年，始终处于稳定开发状态，也进一步验证断层 F1、F2、F3、F11 具有良好封堵性。本方案设计开发井大部分钻遇断层，结合油田已有开发井实施情况，需要注意断层对钻完井实施的影响，提前做好过断层井的防漏堵漏应对措施。

2、储存连通性分析

本项目研究区为旅大 10-1 油田 10-4 区块，依据“旋回对比、分级控制”原则，结合沉积旋回、隔夹层发育情况以及油、水分布规律，对目的层东二上段进行油组划分，自上而下依次为 0、I、II 及 III 油组，其中 0、I 油组存在多套流体系统，内部隔夹层稳定发育，分别根据旋回特征继续划分 3 个小层。

研究区物源来自西部燕山隆起，东二上段沉积相为辫状河前缘三角洲，储层以发育河口坝沉积砂体为主，钻井揭示区块范围内砂体发育程度和对比关系均较好，各油组具有储层厚度大、横向分布稳定、平面连续性好的特点，增加 1 口注水井后不存在“有注无采”现象。

4.6.2.6 注水溢油风险分析

在开发方案编制阶段，由地震、地质专业进行地层断层的预测，初步明确了开发井同周边断层的关系。根据地质研究结果，优化钻井轨迹设计，避开在目的层钻遇延伸到海底或接近海底的地质断层，合理设计套管程序、固井方案和注水压力，

规避了注水溢油风险。通过风险断层排查，旅大 10-1 油田 10-4 区块断层 F1、F2、F3、F11 有通海底的风险，但根据断层的断距规模、埋藏史及断层活动等情况综合评价认为，原始状态下上述断层具有较好的封堵性，经过多年的开发也进一步验证上述断层具有良好的封堵性。

4.6.3 地质性溢油风险防范措施

(1) 钻、完井方案采取的风险防范措施

根据地质研究结果优化钻井轨迹设计，事先识别并尽可能使注入井在目的层避开钻遇通海底或接近海底的地质断层；事先识别压力异常地层，合理设计套管程序，制定有针对性的井控预案并加强随钻监测；

在钻完井作业过程中备足钻井液材料，以备及时、妥善的处理可能遇到的溢流和井涌；对于碰撞风险点，加强钻进过程的跟踪与监测，根据碰撞风险征兆判断是否具有碰撞风险；利用防碰模拟软件，对轨迹进行跟踪分析；加强现场测量，提高轨迹精度；对于碰撞风险点以上井段，利用陀螺进行轨迹复测；利用地层标定，来消除上部误差椭圆。

根据旅大 10-1 油田井将穿越辽西 1 号断层，因此特制定防漏堵漏钻完井技术措施：

(1) 通道封堵：地质油藏对钻遇断层的准确预测；钻断层前转化钻井液体系，提前加入堵漏材料；钻进过程中维持堵漏材料含量；设计井眼轨迹尽量降低断层暴露长度，钻井过程中严格控制轨迹；下套管后循环堵漏或固井液中加入堵漏材料。

(2) 降低压差：确定地层三压力剖面，选用合适的钻井液密度，在保证作业安全的前提下以尽量低比重钻井液揭开和钻进断层；轨迹无法避免长井段暴露断层，设计一层技术套管，降低过断层钻井液比重；保持井眼清洁，避免倒划眼憋漏地层；固井前循环缓慢提高排量，控制循环排量。

(3) 钻进至断层或薄弱层前，拉顺上部井壁，充分循环，清洁井眼，降低 ECD，钻井液中维持一定搬含，钻井液封堵走设计上限，提高承压能力，加入随钻堵漏材料，预防井漏。断层或薄弱层钻进时，降低钻井参数，操作平稳，ECD 精细控制，避免压漏破碎带。

(2) 固井方案采取的风险防范措施

13-3/8"套管采用单级固井，水泥返至井口；9-5/8"套管采用单级单封固井，领浆至少返至上层套管鞋 100m，尾浆至少返至套管鞋以上 150m。各层套管的水泥浆返

高在满足标准的基础上应确保封固断层，并制定针对性措施：

(1) 如果在钻井过程中发生漏失则采取措施堵漏，堵漏成功再进行后续下套管、固井作业；

(2) 如果在固井施工过程发生漏失，则在稠化时间允许的范围内尽可能的降低排量施工；

(3) 如果发生漏失，建议在隔离液中加纤维，纤维能提高漏层当量密度，进行架桥堵漏；

(4) 9-5/8"套管有可能造成固井压漏断层发生漏失，因此应该在固井水泥浆中加入纤维堵漏材料进行防漏堵漏，加入 0.15%的纤维，可以提高 3.000MPa 的当量压力。

(3) 注水井采取的风险防范措施

(1) 注水时机及注水方式

旅大 10-1 油田 10-4 区块 1 口生产井转注笼统注水，用于区域水平衡，预计 2027 年实施。

(2) 地层压力保持水平

旅大 10-1 油田 10-4 区块东二上段属于正常温压系统，该层位累积采液量大于注水量，预测至 2045 年，地层压力均低于原始地层压力。

(3) 注水井最大允许井底流压

注水井最大允许井底流压注水井最大井底流压不能超过地层破裂压力的 85.0%，按照这个标准，后续实际生产开发过程中，应加强注水井动态监测。依据监测结果，优化注水井注入压力管理。

(4) 注水井压力监测系统

在油田的生产管理中，应严格按照中国海洋石油集团有限公司《海上油气田开发井动态监测资料录取要求》执行，做到随时监测注水地层的压力变化，严格把注水地层的压力控制在安全生产压力（地层破裂压力）以下。对于瞬时高值以及异常状况及时分析，确保安全生产。及时关注、排查注入压力高的注水井，在后续的工作中将继续针对不同的情况分析其原因，并采取以下有效的措施来确保油田的安全生产：

动态监测系统：根据录取资料要求，综合考虑油田开发需要，按照固定与非固定监测井点相结合，兼顾油田高部位与低部位、油田边部与内部的方针，确定油田

动态监测系统；

单井注入压力、注入量跟踪：全天监测计量注入井注入压力及注入量变化，当记录值突变，注水出现异常时，及时跟踪分析与现场沟通，采取有效措施，恢复注水井正常注入；

日常动态分析：油藏动态人员日常跟踪注水井注入量及注入压力变化情况，结合油井动态，综合分析注水井动态变化，出现问题，及时提出压力、产液剖面、吸水剖面等动态监测需求及酸化等解堵措施，并与现场沟通，确保安全注水。

4.6.4 结论

综上所述，通过地质条件、油藏工程、钻完井方案、油田注水等方面地综合分析，旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目施工过程中和后续生产过程中，在钻完井、生产管理等相关管理部门严格执行相关管理规定和制定的防范措施情况下，地质性溢油风险是可控的。

为避免发生由于不恰当注入引起的地质性油气泄漏事故，建议建设单位进一步加强钻/完井作业和注水作业的管理，避免发生类似事故。

4.7 浅层气/气层风险分析

本部分内容引自《旅大 10-1 油田 10-4 区块调整项目浅层气气层风险分析专题研究报告》（2024.2）。

4.7.1 浅层气及气层定义

埋深在 500m 以浅的气层为浅层气；埋深在 500m 之下的统称为气层。

4.7.2 浅层气/气层发育情况分析

（1）平面研究范围

结合三维地震资料，本次研究范围主要针对本项目可研阶段所涉及的 13 口井井轨迹从井口到目的层所覆盖的范围，重点关注井轨迹可能钻遇的浅层气/气层分布范围及规模。

（2）埋深 500m 以浅浅层气（含气云区）发育情况分析

①工程地震资料排查结果

根据现有资料，在 LD10-1WHPE 平台调查范围内海底至解释深度范围（海底至海底以下 100m）地层内未发现异常反射区（浅层气）（见图 4.7-1）。

②录井及测井资料排查结果

旅大 10-1 油田埋深 500m 以浅有录井资料的井 5 口、有测井资料的井 19 口，根

据现有资料，结合气测总量 TG 大于 1%的判断标准以及测井解释结果，埋深 500m 以浅未发现（可疑）浅部气层。

③三维地震资料排查结果

基于三维地震资料，方案设计井轨迹在埋深 500m 以浅范围内无明显气层异常反射特征。

（3）埋深 500m 至目的层气层发育情况分析

[REDACTED]

本次方案设计井轨迹距离上述可疑气层较远，不钻遇上述可疑气层。

（4）目的层气层排查

根据现有录井、测井、地震、生产动态等资料，旅大 10-1 油田目前仅旅大 10-1 主体块东营组东二下段发育气层，探明天然气地质储量合计 $4.33 \times 10^8 \text{m}^3$ ，以气顶气为主，已动用，不存在超压。 [REDACTED]

[REDACTED]

本次方案设计井位目的层为旅大 10-4 区块东营组东二上段，距离旅大 10-1 主体块东营组东二下段气层较远，不钻遇上述气层。

（5）浅层气/气层分析结果

对埋深 500m 以浅、500m~目的层、目的层 3 个深度段进行浅层气/气层排查。根据工程地震资料、已钻井测井录井资料、三维地震资料分析，埋深 500m 以浅未发现浅层气。埋深 500m~目的层共发现 5 口井存在录井气测异常、1 口井存在地震异常响应，异常井邻井录井、测井、地震资料未见异常，方案设计轨迹距离异常位置较远，不会钻遇上述（可疑）气层的。旅大 10-1 主体块目的层东二下段共有 18 口井存在测井解释气层，结合方案设计井轨迹分析，方案设计井均不会在目的层内钻遇

上述气层。

图 4.7-1 旅大 10-1 油田 10-4 区块二维高分辨率数字地震剖面-略

图 4.7-2 旅大 10-1 油田埋深 500m~目的层 A29 井气测异常范围排查图-略

图 4.7-3 旅大 10-1 油田埋深 500m~目的层 A31 井气测异常范围排查图-略

图 4.7-4 旅大 10-1 油田埋深 500m~目的层 A49 井气测异常范围排查图-略

图 4.7-5 旅大 10-1 油田埋深 500m~目的层 C15 井气测异常范围排查图-略

图 4.7-6 旅大 10-1 油田埋深 500m~目的层 A33 井气测异常范围排查图-略

4.7.2 浅层气风险防范措施

(1) 浅层气风险防范措施

结合地质油藏专业提示，基于三维地震资料，WHPE 平台设计轨迹埋深 500m 以浅范围内无明显气层异常反射特征；WHPE 平台设计轨迹埋深 500m~目的层范围内无明显气层异常反射特征。钻完井专业遵照相关标准规范在设计过程中开展了针对性的研究，但由于对现场的认识情况仍存在不确定性，以下设计可基于实钻情况针对性调整。

应对措施 1：井身结构设计

按照表层井眼不揭开浅层气或浅气层的原则，本次开发井中所有井井深均小于 2500m，13-3/8"表层套管下到 400m，所有井表层套管均未揭开浅层气或浅气层。

应对措施 2：钻井液

优化钻井液性能，其液柱压力不低于地层压力加附加压力。确保储备足够的泥浆、重泥浆以及海水，对于可能钻遇浅层气/浅气层的井，钻进备用加重材料。

应对措施 3：固井

固井采用全封固设计，对于可能钻遇浅层气/浅气层的井，固井采用防气窜水泥浆体系。优化冲洗液，固井过程中提高顶替和固井质量。

应对措施 4：井口装置

本油田地层压力属于正常地层压力，二开钻井过程配备高于地层压力等级的防喷器，应对可疑气层存在风险。

(2) 浅层气现场预防及应对措施

钻前准备:

1) 做好钻井设备的检验和配套,特别是分流器、防喷器、泥浆录井仪、计量罐等的检查;

2) 做好钻井材料的储备,如重晶石、堵漏剂、土粉、水泥,并配制足够量的预水化搬土浆及压井泥浆(推荐配制 40 方比重为 $\pm 1.20SG$ 的重泥浆);

3) 加强浅层气钻井安全知识及井控培训,地质监督、钻井监督、平台经理、队长、司钻、气测值班人员,等关键人员需要获取相关培训证书后方可出海工作;

4) 开钻前召开浅层气安全例会,明确钻遇浅层气的安全保证程序及应急程序,进而使关键人员明确自身的岗位职责和任务;

5) 检查救生和消防设施的配置及工作状况(主要救生设施有:救生艇、救生筏、救生衣、救生圈,等;主要消防设施:各种便携式手提灭火器、消防水龙头,等);

6) 搞好钻遇浅层气所需要的各种演习及操练,包括防喷演习、弃船演习、消防演习等,检查模拟发生浅层气后相关人员的应急程序执行情况。

一开钻进注意事项:

1) 一开安装分流器,若钻遇浅层气,先放喷,后关转喷器并经放喷管线放喷后,控制转喷器压力不高于 500psi,并派专人现场服务,尽量避免人为操作错误;

2) 合理安排和利用泥浆池:确保储备足够的泥浆、重泥浆以及海水;

3) 尽可能选择良好的季节和白天开孔,以有利于观察井口气泡变化情况;

4) 每个平台第一口井均需采用 8-1/2"钻头领眼钻井;

5) 钻具组合中应考虑加装单流阀,并将单流阀位置尽可能接近钻头处,以防止钻具排空;

6) 钻进时尽可能控制钻速(控制瞬时机械钻速 <20 米/小时,采用多循环并随时观察海面井口气泡的反应情况)。

钻遇浅层气的处理:

1) 立即停钻;

2) 循环观察,确认是否浅层气井涌(如果循环无异常,则恢复钻进;如果确认井涌,则执行后续程序);

3) 关闭转喷器,同时自动打开导流管;

4) 以最大泵速用泥浆或海水通过导流管线循环排气;

5) 假如不成功, 则做好钻井平台人员的撤离及弃井的准备工作, 并同时以最大泵速向井内泵入事先配制好的重泥浆。

钻遇气层固井措施:

1) 压稳气层。优化钻井液性能, 其液柱压力不低于地层压力加附加压力, 循环时井口进出密度差小于 $0.02\text{g}/\text{m}^3$ 。

2) 优化冲洗液, 提高顶替和固井质量。

3) 采用防气窜水泥浆体系, 封固气层及以上 $150\text{m}\sim 200\text{m}$, 应加入防气窜剂, 并控制 API 失水在 30mL 以下, 游离液为零, 缓凝段用领浆封固。

通过以上措施浅层气风险可控。

4.7.3 结论

综上所述, 针对上述风险, 在钻完井、生产管理等相关部门严格执行相关管理规定和制定的防范措施情况下, 本项目浅层气/气层风险是可控的。

5 环境风险防范措施及应急要求

5.1 事故防范措施

5.1.1 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, 旅大 10-1/4-2 油田根据相关的国家法律、法规, 采用相应国内规范、标准以及国际通用规范和标准。

(1) 严格按照相关规范设计

严格按照国内外设计规范、设计标准进行工艺、结构、机电设计; 设计的设备应符合安全和环境保护规范和标准。建造和海上施工安装以及竣工后进行入级检验, 保证工程设施在设计使用范围内不会由于结构强度、腐蚀、柱基承载以及建筑安装工艺等问题导致结构破坏造成事故性溢油。

(2) 设计火气监控系统

目的是为了及时、准确地探测到可能或已经发生的可燃气体泄漏事故和火情, 并及时采取相应措施以保护平台人员和设施的安全。火气监控系统主要包括控制系统和现场探测、报警设备。

(3) 设置紧急关断系统

目的是为了平台人员和设备的安全，防止环境污染，将事故的损失限制到最小。紧急关断系统的设计应确保某一级别关断能启动所有较低级别关断，而不能引起较高级别的关断。在平台可燃气体泄漏、发生火灾、管线破裂、恶劣天气等不利条件下，油田可执行紧急关断。

(4) 注重安全可靠

用国际通用规范进行危险区和非危险区划分，对危险区设计高等级防火系统。设计中配备各种易接近和易保修的设备并有备用。

5.1.2 施工期风险防范措施

5.1.2.1 井喷及井涌事故防范措施

预防和缓解措施包括准确分析地层压力，配比合适的泥浆，安装完备的井控装置，钻井人员经过严格的培训，加强井控演习，安装井下安全阀和井上安全阀、并时刻保证安全阀的正常工作。为防止钻、完井阶段火灾和井喷事故的发生，油田作业者考虑了如下措施：

(1) 加强对地层、地质资料的勘查研究，减少因认知缺乏而产生的事故；对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统。

(2) 严格实施钻井作业规程；开钻之前制定周密的钻井计划；加强钻时观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业。

(3) 在钻台、钻井液池和钻井液工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，自动探测可能聚集的烃类气体；设置消防喷淋系统，关键场所设手提灭火器；油管强度设计采用较高的安全系数等。

(4) 安装井口防喷器；井口控制安全屏蔽由机械或液压控制的监测装置组成，用来控制井喷；选择优质封隔器并及时更换损坏组件；配备安全有效的防喷设备以及良好的压井材料、井控设备；防喷器组的最小通径为 13-5/8"，最大工作压力为 3000psi，主要包括环形防喷器、双闸板防喷器、一个单闸板防喷器和钻井四通 4 个部分；采油树压力等级为 3000psi，材料等级为 BB 级，采油树温度等级为 T 级；产品规范等级为 PSL-1 性能等级。

(5) 储备足够的泥浆、重泥浆以及海水，对于可能钻遇浅层气/浅气层的井，备用加重材料。

(6) 制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施。在守护船上设置溢油应急设施，一旦发生井喷便启动溢油应急计划。

5.1.2.2 钻完井期间其他风险防范措施

(1) 设备故障导致意外事故的风险防范措施

在钻、完井阶段由于设备故障可能导致意外事故从而可能引发溢油事故的推荐防范措施见下表 5.1-1。

表 5.1-1 设备故障可能导致意外事故的推荐防范措施

事故	推荐措施
采油树损坏	按时检查和维修及时更换损坏件，合理设计、安装
套管油管柱损坏	检查管件，保证质量防止井内落物
井控管汇损坏	按时检查保养
灰罐下灰口堵塞	选择重晶石粉时注意质量，装运时注意勿将杂物带入罐中

(2) 井眼防碰预防措施

①表层防碰井段钻进使用牙轮钻头，采用低排量、低钻压钻井参数确保作业安全。

②防碰井段使用陀螺测斜，密切关注与已钻井眼的防碰扫描。

③优化现场操作措施，加强振动筛返出岩屑和井眼数据的监控，并及时用定向井软件对轨迹进行防碰计算和分析。

④钻进中若出现钻遇套管的征兆，如返出岩屑水泥含量愈来愈高，钻时变慢，钻压有增无减，钻具蹩跳严重，泵压升高，进尺变慢，MWD 的地磁场强度值数据显示异常，则立即停止钻进。

(3) 固井作业风险防范措施

①提高套管居中度。套管鞋附近安装扶正器保证套管居中度。

②改变封固方式。套管固井作业由单级双封变为单级全封，尾浆封固下部油层段，领浆填充上部井段。

③优化浆柱结构。固井作业水泥浆采用低密高强体系封固。采用低温早强水泥浆，缩短水泥浆稠化时间。

④合理设计前置液浆柱，确保清洗效果。合理选择隔离液。

⑤固井结束，在确认无回流，环空液面稳定的情况下拆井口。固完井拆井口后，要在油管四通上连接盲法兰封堵、油管四通翼阀安装压力表，空井期间要定期检查井口是否有压力，若发现井口带压，要及时采取措施处理。进行固井质量测井，确保油层段封固。

(4) 完井作业相关风险防范措施

①井控风险：备齐防喷变扣及加重材料。

②高压作业：召开风险分析会并做好隔离保护。

③环境保护：含油及受污染的完井液使用污油罐回收。

5.1.2.3 船舶碰撞风险防范措施

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

5.1.2.4 平台改造风险防范措施

(1) 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；

(2) 合理布置，确保油气生产区与施工场地保持安全距离；

(3) 对施工作业人员进行安全培训与教育，严格明火源控制等；

(4) 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。

5.1.3 运营期防范措施

5.1.3.1 井涌或井喷风险防范措施

在生产阶段，井下作业、采油（气）、修井等过程中均存在发生井喷或井涌的风险。为防止井涌或井喷的发生，建设单位在采取如下措施：

(1) 定期对设备进行安全排查，发现问题及时处理。

(2) 加强人员培训，避免人员操做失误引发的事故。对关键岗位的操作人员进行

行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统；

(3) 严格实施生产作业规程和安全规程；加强生产时的观测，建立监测系统，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制；

(4) 设置消防喷淋系统、二氧化碳灭火系统，关键场所设手提灭火器；选择优质封隔器并及时更换损坏元件；

(5) 储备足够的泥浆、重泥浆以及海水，对于可能钻遇浅层气/浅气层的井，备用加重材料。

(6) 制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施。

5.1.3.2 平台火灾爆炸、泄漏事故防范措施

平台上设置应急通信设备，用于在紧急逃生情况下的通信联络；设置防外来人员登平台系统。在容易登临平台的位置设置红外摄像头和红外入侵报警器，并接入平台视频监控系统，便于监视和取证，实现人员侵入在带缆走道区域的广播告警；设置溢油监控系统，对平台周围的溢油情况进行监控。

为确保油田生产阶段的安全生产，油田在设计阶段充分考虑了油田各部分的保护措施并提供防火、防爆保护，提供充分的消防设备；精心考虑各部分的合理布放，对危险区采取有效的隔离措施来降低危险程度；对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，并设置了相应的应急关断系统；加强值班人员的巡逻检查，一旦发现管件、阀门松动、损坏等情况，及时进行检修或更换；在生产工艺区装备火焰和气体探测器，以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。

5.1.3.3 船舶碰撞事故防范措施

本项目不新增运营期船舶碰撞溢油风险，针对运营期船舶原有风险，作业单位主要执行了以下措施。

(1) 作业者制定了相应的保护和检测程序，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。按照《海上固定平台安全规则》的要求在平台上设置助航标识灯、障碍灯、雾笛、平台标志牌等。

(2) 为有效减少船舶碰撞事故的发生，有必要对船舶碰撞事故进行预防和综合控制。船舶管理者对安全航行进行计划、组织、指挥、协调和控制等活动，以达到保护人员安全和防止溢油事件发生的目的。

(3) 认真学习《海上避碰规则》，严格遵守航行法规；设定安全作业区，发布明确的航行通告和设置海图标记，划定保护界线，提醒外部船舶避免进入海上生产

作业区。

(4) 充分利用听觉、雷达以及适合当时环境和情况下的一切有效手段，保持不间断瞭望；使用安全航速；配齐必要的助航仪器（海上作业已配备 AIS 船舶防撞系统）。

(5) 严格船舶抛锚管理，利用视频监控系统、光电跟踪系统做好平台、海域监控。海上船舶抛锚等大型作业需办理相关的票证，选派经验丰富的人员现场监督、带班。

5.1.3.4 依托管道泄漏事故防范措施

针对海底管道溢油事故，主要制定了以下防范措施：

(1) 采取管道完整性管理的方法实现对海底管线的事故防范。

(2) 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；对海底管道进行不定期和定期检测，尤其是加强对依托的现有混输管道的检测。

(3) 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；对于依托的管道，输送压力提高后，对海管高压报警和高关断压力设定值进行调整，确保压力不超过校核后的最高压力。

5.1.3.5 输油软管溢油事故防范措施及应急方法

为防止在供应船卸载燃料油在接受燃料油（柴油）作业时发生输油软管泄漏，作业者定期对输油软管进行安全检测，对输油软管进行定期保养维护，并制定切实可行的输油作业操作规程，一旦发现输油作业有滴漏现象，应立即停止输油作业，并及时上报，进行应急处理。

(1) 提前观测天气、海况等，避免在恶劣天气条件下输油作业，减少溢油风险。输油前检查缆绳状况，检查管线、接头、阀门、燃油滤子确认处于正常状态，确认燃油舱剩余容量等。

(2) 作业前进行软管压力测试。

(3) 整个输油过程中甲板及机舱派专人值班，平台与供油船之间要保持良好的沟通。

(4) 输油结束及时扫线，防止残留在输油油管内的油类泄漏。

输油软管破裂引起溢油时应采取的措施：

(1) 立即关断输油泵。

(2) 启动溢油应急计划。

5.2 溢油事故应急处理措施

5.2.1 溢油应急预案

本油田已编制《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》，并于 2022 年 4 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。本项目将纳入该计划，项目投产前完成修编，并重新备案。实施过程中按照溢油应急计划配备溢油物资及人员，并定期演练，发生溢油情况下进行应急准备和响应。

本计划适用于旅大 10-1/4-2 油田所处海域范围内油田的开发生产活动中发生溢油事故初始阶段的应急处置，与中海石油（中国）有限公司《天津分公司溢油应急计划》衔接。该区域内溢油事故超过油田自身溢油处置能力的，由辽东作业公司向天津分公司申请启动《天津分公司溢油应急计划》进行应急处置。

油田根据要求配备了应急救援器材、设备和物资，并进行经常性维护、保养，保证正常运转，建设单位应做好应急资源统计更新。本项目建设从工程设计、施工安装以及生产管理上均已采取有效的应急防范措施，并制定了溢油应急预案，从组织机构、资源配备、处理程序等进行了详细规定，确保对环境风险进行有效的预防、监控、响应，防止海上溢油等重大海洋环境灾害和突发事件发生。

5.2.2.1 应急组织机构及职责

辽东作业公司为天津分公司所辖作业公司之一，旅大 10-1/4-2 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 5.3-1 天津分公司应急组织机构图-略

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，其应急组织机构如下图所示。

图 5.2-2 旅大 10-1/4-2 油田溢油应急组织机构-略

组长：旅大 10-1 总监/旅大 4-2 总监

副组长：旅大 10-1 安全监督、旅大 10-1 生产监督、旅大 10-1 维修监督、旅大 4-2 专业监督

小组成员：旅大 10-1 机械师、旅大 10-1 电气师、旅大 10-1 仪表师、旅大 10-1 计控师、旅大 10-1 水手长、旅大 10-1 操作班长、旅大 4-2 操作班长、旅大 4-2 机械师、旅大 4-2 电仪师

现场支持：油田守护船

5.2.2 溢油事故响应策略

溢油事故的应急程序是根据事故类型的大小不同而定。不同规模的溢油需要不同的级别、应急设备和人员。根据生态环境部《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》（2022 年 5 月）的规定，海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大和一般四级。

图 5.2-3 溢油事故报告程序图-略

（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。

发生溢油污染环境事件时的应急反应程序见图。

5.2.3 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。

5.2.3.1 溢油的监视和追踪

1、监视和监测手段

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。

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。

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。

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。

安排无人机对重点区域进行定期巡航观测。

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。

报告公司应急指挥中心，派专业的监视和监测队伍。

2、监视和监测内容

油漂移的准确地点、水深、油品种类，并采集油样、录像、照相、现场污染情况描述等。

跟踪浮油：漂浮油带的宽度、长度、厚度、漂流方向、表层流等。

油膜覆盖的范围、覆盖率、形状、色泽等。

监测风向、流速、气温、气压等气象要素，为溢油漂移预测提供基本的数据。

5.2.3.2 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，这时不建议采取围控回收作业。此类限制条件和情况包括：

- (1) 海上现场风速达到或超过 6 级。
- (2) 海上现场海浪高度超过 2 米。
- (3) 其它潜在火灾、爆炸等安全因素。

5.2.3.3 溢油围控和回收技术

1、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，根据渤海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。

2、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 200-400 米。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40 米，撇油器放置在 J 形的底部。围油栏要尽可能紧靠在主拖船的一侧（10-20 米），以便于撇油器或其它回收设备的操作。

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。

3、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（图 5.2-4），且距离溢油源应在 500

至 1000 米之间为宜。

图 5.2-4 吸油拖栏溢油围控方法示意图-略

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。

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。

4、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。但收人力因素影响，不能长时间作业。

5、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。

5.2.3.4 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°C（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 1000 米者为一个溢油点）的消油剂一次性使用量不得超过规定数量。

渤海海域消油剂一次性使用量如下表 5.2-1 所示。

表 5.2-1 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 10 米水深

每个溢油点 24 小时内累计用量不得超过一次性用量的一倍，喷洒间隔必须大于 6 小时。

国家海洋局 2017 年 10 月 10 日发布了《国家海洋局取消“海洋石油勘探开发化学消油剂使用核准”和“海洋工程拆除或改作他用的审批”》，取消“海洋石油勘探开发化学消油剂使用核准”，拟采取以下事中事后监管措施，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。

5.2.3.5 敏感区溢油应急处置

针对油田周围敏感区域，溢油应急应充分考虑以下内容，作好充分准备，一旦发生溢油事故，立即启动应急程序，迅速实施溢油措施，尽可能保护敏感区域，降低损失。

(1) 溢油应急预警

采取预警措施密切监视，发现溢油立即启动应急程序，并协助进行此后的溢油应急处理，确保能在接到预警后第一时间按预先的分工迅速展开溢油围控与回收。

(2) 溢油应急处理

溢油应急处理应同时采取以下多项措施协同进行才能有效的保护敏感区域。

①敏感区域保护：争取时间，采取围控措施阻止溢油向敏感区域漂移，为溢油回收作业赢得时间。可用围油栏在溢油将要到达的敏感区周围进行围控。

②溢油回收作业：保护敏感区域的同时，在海上布放围油栏围控并进行溢油回收作业。

③岸线清理作业：保护敏感区域的同时，做好进行海岸线清理作业的准备。围控或导引措施不一定能完全阻止溢油抵达岸线。溢油抵达岸线应立即开展清理工作，

减小影响程度，降低损失。因此必要时需申请扩大应急，启动上级溢油应急计划。

5.3 溢油应急措施有效性分析

5.3.1 油田自身溢油应急资源

按照法规要求，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 CEP 平台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 油田将以旅大 10-1CEP 平台为中心，利用平台的溢油应急资源进行处理，主要通过平台吊车将溢油应急设备吊放到值班守护船上。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 5.3-1 旅大 10-1/4-2 油田溢油应急回收设备 ()

名称	型号	生产厂家	数量
橡胶充气式围油栏			
充气式围油栏用动力站			
收油机			
浮动油囊			
喷洒臂装置			
LAMOR 高压蒸汽清洗系统			
油拖网			

5.3.2 本项目可利用的其他油田溢油应急设备

如果发生溢油超出旅大 10-1/4-2 油田现有的溢油应急力量，需寻求外部的溢油应急力量的援助，如天津分公司渤海地区其他油田的溢油应急设备及人员，同时按照“中海石油（中国）有限公司天津分公司外部溢油应急力量协议”，当天津分公司需要，当发生海上溢油应急事件时，可调用中海石油环保服务有限公司（COES）的溢油应急设备资源及相关环保人员。

5.3.2.1 本项目周边油田溢油应急资源

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。

表 5.3-2a 绥中 36-1 油田溢油应急资源 ()

设备名称	生产厂家	规格型号	数量	性能
围油栏				
撇油器				
动力装置				
动力装置				
储油囊				
喷洒设备				
手持喷枪				
高压清洗机				
消油剂				

表 5.3-2b 金县 1-1 油田溢油应急资源 ()

设备名称	型号	规格	生产厂家	数量
充气式橡胶围油栏				
储油囊				
围油栏集装箱				
设备集装箱				
围油栏充气机				
围油栏动力站				
撇油器				
撇油器动力站				
溢油分散剂				
吸油毛毡				

表 5.3-2c 锦州 25-1 南油田溢油应急资源 ()

设备名称	型号	数量
充气式橡胶围油栏		
围油栏充气机		
围油栏动力站		
撇油器		
撇油器动力站		
浮式储油囊		
消油剂喷洒装置		
高压清洗机		
围油栏集装箱		
辅助集装箱		
化学消油剂		
吸油毛毡		

表 5.3-2d 旅大 27-2/32-2 油田溢油应急资源 ()

设备名称	型号	数量
围油栏		
撇油器		
储油囊		
喷洒设备		
消油剂		
动力站		
动力站		
高压清洗机		
吸附材料		

表 5.3-2e 旅大 21-2/16-3 油田溢油应急资源 ([REDACTED])

设备名称及规格	数量
充气式围油栏	[REDACTED]
围油栏动力站	[REDACTED]
充吸气机	[REDACTED]
油拖网	[REDACTED]
撇油器 (30m³/h)	[REDACTED]
15m³浮式储油囊	[REDACTED]
消油剂喷洒装置	[REDACTED]
手持式喷枪	[REDACTED]
高压清洗机	[REDACTED]
吸油毛毡	[REDACTED]
消油剂	[REDACTED]

5.3.2.2 中海石油环保服务(天津)有限公司 (COES) 溢油应急资源

COES 在渤海周边拥有塘沽基地、绥中基地、龙口基地各种国际先进溢油应急设备百余套，拥有专业溢油应急回收环保船九艘，目前渤海已有五艘专业环保船投入使用，实现勘探测试井液的零排放、控制污染、保护环境，达到有效降低安全风险和作业成本的最终目的。COES 还与国家交通部救助打捞局签订了《应急响应资源共享与支持协议》，根据协议可以使用其船舶飞机等资源。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响应作业。COES 溢油应急设备资源见下表。

表 5.3-3 中海石油环保服务有限公司 (COES) 溢油应急资源

塘沽基地					
序号	设备/物资名称	生产厂家	规格型号	主要参数	数量
1	撇油器	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
2		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
3		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
4		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
5		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
6		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
7		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
8		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
9		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
10		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
11	动力装置	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
12		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
13		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
14		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
15		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
16		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
17		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	

18						
19						
20						
21	充气式围油栏					
22	沙滩式围油栏					
23						
24	PVC 固体围油栏					
25						
26						
27						
28	橡胶固体围油栏					
29	防火固体围油栏					
30	消油剂喷洒装置					
31						
32						
33	储油囊					
34						
35						
36						
37						
38	钢制储油罐					
39	清洗机					
40						
41	发电机					
42	车间航吊					
43	码头工作艇					
44	叉车					
45	气垫船					
46	吸油拖栏					
47						
48						
49	吸油毛毡					
50						
51						

绥中基地

1	撇油器					
2	撇油器					
3	撇油器					
4	撇油器					
5	动力装置					
6	动力装置					
7	围油栏（充气）					
8	围油栏（橡胶固体）					
9	围油栏（PVC 固体）					
10	围油栏（橡胶固体）					
11	围油栏（防火）					
12	围油栏（沙滩）					
13	围油栏（沙滩）					

14	消油剂喷洒装置				
15	储油囊				
16	QG5 临时储油罐				
17	7 方储油罐				
18	轻便储油罐				
19	轻便储油罐				
20	高压清洗机				
21	拖板车				
22	7 吨叉车				
23	应急发电机				
24	微型空气压缩机				
25	隔膜泵				
26	消油剂				
27	防爆应急灯				
28	混合型毛毡				
29	吸油拖栏				
30	吸油拖栏				
31	吸油毛毡				

龙口基地

1	撇油器				
2	撇油器				
3	撇油器				
4	动力装置				
5	动力装置				
6	充气围油栏				
7	围油栏 (PVC 固体)				
8	围油栏 (PVC 固体)				
9	围油栏 (沙滩)				
10	围油栏 (防火)				
11	围油栏 (橡胶固体)				
12	消油剂喷洒装置				
13	橡胶储油罐				
14	PVC 储油罐				
15	金属储油罐				
16	储油囊				
17	储油囊				
18	高压清洗机				
19	柴油充气机				
20	柴油充气机				

21	柴油充气机				
22	便携式柴油自吸水 泵				
23	便携式汽油充气机				
24	装设备托盘				
25	装设备托盘				
26	装设备集装箱				
27	吸油拖栏				
28	吸油毛毡				

5.3.3 溢油应急响应时间

以下所有应急响应时间计算均以周边油气田溢油应急设备运输至油田现场的直线航行距离为计算基础，船舶航行速度按 11 节算（约 20 公里/小时），考虑到设备吊装和布放，海上油田设备的动员时间为 1.5 小时，陆地溢油应急基地设备动员时间为 2 小时，以下时间为最短时间，不考虑工作船倒运物资，申请航道等影响因素的计算时间。溢油应急资源优化调用次序及抵达时间见下表，溢油物质分布情况见下图。

表 5.3-4 溢油应急资源优化调用次序及抵达时间

平台名称	应急资源所有者	动员时间	航行距离	航行时间	到达现场时间
旅大 10-1CEP					

图 5.3-1 周边油田溢油物资分布图-略

尽管发生溢油事故概率很低，但仍然存在不可忽视的溢油事故风险，旅大 10-1/4-2 油田为此做好了充分准备，在预防为主的基础上，平台上配备了适当的溢油应急设备，一旦发生溢油突发事件，旅大 10-1/4-2 油田溢油应急小组立即启动应急程序，按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署；同时，通知守护船在第一时间将平台上溢油设备进行装载，展开应急行动；另外，旅大 10-1/4-2 油田附近的绥中 36-1 油田、锦州 25-1S 油田、旅大 27-2/32-2 油田、旅大 21-2/16-3 油田可以在接到应急通知后的 2h~18h 内抵达溢油现场并进行溢油应急处置工作，实现资源互补，从而在发生溢油事件时做到资源调用便捷、反应迅速，尽可能将溢油的影响降至最

低。

5.3.4 溢油应急能力有效性分析

(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、收油机、油拖网等溢油应急设备。

(2) 围控与防护能力

海洋油气开发工程发生溢油事故后，通过布设围油栏等措施对水面溢油进行围控，以防止溢油扩散、辅助溢油回收和清除。围油栏对溢油的围控、导流和防范作用，要通过适当的布放形式来实现，当 U 形布放围油栏时，回收船舶始终处于 U 形的底部，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收。此时，围油栏长度与油膜体积存在如下关系：

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

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，本次报告取 0.01m；

φ ——围油栏利用系数，取 0.9；

ρ ——泄漏油品密度，g/cm³。

本报告按溢油源强（527.6m³）进行计算围控溢油所需的围油栏长度，根据上式估算在发生溢油 2h 时所需要的围油栏长度约为 605m。

2) 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，m³/h；

V——总溢油量，m³；

b——机械回收量占总溢油量的比例，40%~60%；

α——收油机回收效率（回收液体中石油类的比率），50%~80%；

h——回收工作时间（h），取24h；

溢油总量按527.6m³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15.7m³/h。

3) 临时储存能力

临时储存装置的储存能力应该满足合理储存并及时转运回收的溢油的需要。根据机械回收能力、储存容积、转运能力等因素计算临时储存能力，一般情况下，临时储存能力应满足收油机工作12h回收的油水混合物储存需求，可根据转运能力进行响应的调整。转运能力指通过过驳、运输、卸载等方式及时将回收的油水混合物转移处理，保障回收作业连续进行的能力。

$$C=E \times t$$

式中：E——收油机回收速率，m³/h；t——临时储存回收时间，h，一般取12h；

根据前述计算的机械回收能力，本项目需要的临时储存能力为188.4m³。

表 5.4-5 溢油应急能力符合性分析表

油田	围油栏	机械回收能力	临时储存能力
旅大 10-1 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	■	■	■
旅大 21-2/16-3 油田	■	■	■
中海石油环保服务有限公司（COES）塘沽基地	■	■	■
中海石油环保服务有限公司（COES）绥中基地	■	■	■
中海石油环保服务有限公司（COES）龙口基地	■	■	■
总计	■	■	■
本项目需求	■	■	■
是否满足本项目溢油应急能力要求	■	■	■

5.结论

本项目施工、运行期间油田环境风险类型主要包括井喷/井涌、平台火灾/爆炸、依托海底管线油气泄漏、平台容器和工艺管道泄漏、输油软管破裂和船舶碰撞溢油地质性溢油等，项目海上工程最具代表性事故为依托管线泄漏事故，预测可能溢油量为527.6m³。

根据溢油预测结果，一旦发生溢油，

。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。

根据应急能力分析，

；除旅大 10-1CEP 平台外，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~18h 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。

在本项目正式投产作业前，建设单位应对《旅大 4-2/10-1 油田溢油应急计划》进行修编，并重新向生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局申请备案，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，将事故影响降低到最低限度。