建设项目环境影响报告表

（生态影响类）

项目名称：垦利6-1油田三条注水软管维修更换项目

建设单位（盖章）：中海石油（中国）有限公司天津分公司

编制日期：2025年9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：垦利 6-1 油田三条注水软管维修更换项目

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

编制日期：2025 年 9 月

中华人民共和国生态环境部制

打印编号：1756445592000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	mn8dfa
建设项目名称	垦利6-1油田三条注水软管维修更换项目
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	91120116718249438O
法定代表人（签章）	阎洪涛
主要负责人（签字）	刘小刚
直接负责的主管人员（签字）	王津川
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
张蓓	08351443508140037	BH008716	张蓓

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
陈袁袁	主要生态环境保护措施、生态环境保护措施监督检查清单	BH008767	陈袁袁
冯婧	建设项目基本情况、建设内容	BH074194	冯婧
张蓓	结论、保护目标及评价标准、附图、附件、附表、附录	BH008716	张蓓
杨一鸣	生态环境现状、生态环境影响分析	BH030279	杨一鸣

目录

一、 建设项目基本情况 1
二、建设内容 6
三、生态环境现状、保护目标及评价标准 12
四、生态环境影响分析 24
五、主要生态环境保护措施 36
六、生态环境保护措施监督检查清单 39
七、结论 40

一、建设项目基本情况

建设项目名称	垦利 6-1 油田三条注水软管维修更换项目		
项目代码	无		
建设单位联系人	王津川	联系方式	[redacted]
建设地点	渤海中部海域，距离山东省东营市垦利区岸线最近约 32km		
地理坐标	KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 注水管道：起点[redacted]；终点（[redacted]； KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 注水管道：起点[redacted]；终点[redacted]； KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 注水管道：起点[redacted]；终点[redacted]；		
建设项目 行业类别	五十四、海洋工程 150 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程	用地（用海）面积（m^2）/长度（km）	新建 3 条注水管道共长[redacted]
建设性质	☑新建（迁建） ☐改建 ☐扩建 ☐技术改造	建设项目 申报情形	☑首次申报项目 □不予批准后再次申报项目 □超五年重新审核项目 □重大变动重新报批项目
项目审批（核准/备案）部门（选填）	/	项目审批（核准/备案）文号（选填）	/
总投资（万元）	[redacted]	环保投资（万元）	[redacted]
环保投资占比（%）	1.9%	施工工期	共计约 4 个月
是否开工建设	☑否 □是：		
专项评价设置情况	对照《建设项目环境影响报告表编制技术指南（生态影响类）（试行）》“表 1 专项评价设置原则表”的涉及项目类别，本项目属于石油和天然气开采工程，设置“环境风险”专项评价。		
规划情况	无		
规划环境影响评价情况	无		
规划及规划环境影响评价符合性分析	无		
其他符合性分析	本项目位于垦利 6-1 油田，针对垦利 6-1 油田中的三条注水软管进行维修性更换。 由于垦利 6-1 油田中的三条注水软管（KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH、KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE）在 2025 年 7 月-8 月的海管日常检修过程中发现有局部的隆起现象，挠性软管隆起后海管容易发生变形，且抗外力性（抛锚等外部不稳定因素）会减弱，为了避免风险进一步扩大，决定对三条注水软管进行维修更换，即封存原有的三		

	条注水软管，并在原软管 6m 处新建 KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH[redacted]、KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB（[redacted]）、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE（[redacted]）三条注水管道，新建的三条注水管道的材质为钢制硬管。 根据《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》五十四、海洋工程中海洋矿产资源勘探开发及其附属工程要求，本项目新建 3 条注水管道共长[redacted]，属于挖沟埋设单条管道长度 20 公里及以下的工程且本项目不涉及自然保护区、海洋特别保护区、生态保护红线等环境敏感区。综上所述，本项目需编制环境影响报告表。 **（1）与《全国海洋主体功能区规划》符合性分析** 本项目位于渤海中部海域，属于全国海洋主体功能区规划的重点开发区域。 重点开发区域包括资源勘探开发区、重点边远岛礁及其周边海域。其中海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。规划对海洋工程和资源开发区的要求是：“海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源的开发与建设，因地制宜科学开发海上风能”。 本项目作为海洋工程中海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，有助于资源勘探开发，与重点开发区域矿产资源勘探开发利用的定位相符合。本项目污染物的处理、排放和处置严格遵守污染物排放管理要求，生产阶段仅涉及牺牲阳极锌离子释放，减少对工程周边海域生态系统的影响。建设单位制定了完善的溢油应急计划，本项目建成后将严格按照油田已经批复的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作，避免发生重大环境污染事件。综上所述，本项目符合《全国海洋主体功能区规划》。 **（2）与《山东省海洋主体功能区规划》符合性分析** 根据《山东省海洋主体功能区规划》，本项目与山东省海洋主体功能区划位置关系图见附图 1。 根据《山东省海洋主体功能区规划》，依据主体功能将海洋空间划分为四类区域：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《山东省海洋主体功能区规划》范围之外，与最近的海洋主体功能区（东营市垦利区海域限制开发区）距离约[redacted]，根据类比预测结果，建设阶段铺设海管超一（二）类海水最大影响距离为 0.55km。运

营期仅涉及牺牲阳极锌离子释放。故建设阶段和运营期均不会影响山东省海洋主体功能区内用海需求，项目建设与《山东省海洋主体功能区规划》的管理要求不存在冲突。

（3）与《山东省国土空间规划（2021-2035）》符合性分析

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目与山东省国土空间规划的位置关系图见附图 2，新建注水管道位于山东省国土空间规划范围之外。

山东省国土将构建“两屏、三带、七廊、八心”生态保护格局。以生态保护红线为核心，将具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域划为生态空间，构建“两屏、三带、七廊、八心”的生态保护格局，保护自然生态系统。

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市））启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），本项目与生态保护红线的位置关系图见附图 3。本项目用海不占用农业空间，生态空间及城镇空间，也不涉及生态保护红线及永久基本农田。

本项目位于渤海中部海域，距离山东省国土空间规划最近的重点生态功能区、国家级和省级主体功能区、生态保护红线约[redacted]，根据类比预测结果，建设阶段铺设海管超一（二）类海水最大影响距离为 0.55km。运营期仅涉及牺牲阳极锌离子释放。故建设阶段和运营期均不会影响到《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》中划定的各个功能区。

（4）与“三线一单”符合性分析

2021 年 1 月 1 日，山东省人民政府发布了《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鲁政字〔2020〕269 号），就实施生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线、生态环境准入清单生态环境分区管控提出了相关意见，并提出各市政府是辖区“三线一单”编制和实施的主体。

2024 年 4 月 26 日，东营市生态环境委员会办公室发布关于印发《东营市生态环境分区管控方案》的通知（东环委办〔2024〕7 号）。根据该文件，本项目位于东营市环境管控单元之外，距离最近的“一般管理单元”约[redacted]。本项目与东营市“三线一单”的位置关系图见附图 4。

根据类比预测结果，建设阶段铺设海管超一（二）类海水最大影响距离为 0.55km。运营期仅涉及牺牲阳极锌离子释放。故建设阶段和运营期均不会影响到东营市“三线一单”生态环境分区管控方案中划定的管控单元。

综上，本项目建设与《东营市人民政府关于印发东营市“三线一单”生

	态环境分区管控方案的通知》的相关要求不冲突。 **（5）与产业政策的符合性** 本项目属于海洋矿产资源勘探开发工程，符合国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》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。 **（6）与《“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析** 2022 年发布的《“十四五”海洋生态环境保护规划》提出：“强化精准治污，以近岸海湾、河口为重点，分区分类实施陆海污染源头治理，深入打好重点海域综合治理攻坚战，陆海统筹持续改善近岸海域环境质量；保护修复并举，着力构建海洋生物多样性保护网络，恢复修复典型海洋生态系统，强化海洋生态监测监管，提升海洋生态系统质量和稳定性；要有效应对海洋突发环境事件和生态灾害，加强海洋环境风险源头防范，全面摸排重大海洋环境风险源，加强应急响应能力建设；坚持综合治理，强化“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的美丽海湾示范建设和长效监管，切实解决老百姓反映强烈的突出海洋生态环境问题；推进海洋应对气候变化的响应监测与评估，有效发挥海洋固碳作用，提升海洋适应气候变化的韧性”。 本项目施工期和运营期产生的各类污染物排放及处置均符合国家或地方法规和标准的要求。同时油气田已制定溢油应急计划和配备溢油应急资源以加强施工期海上溢油风险防范。 可见，本项目与《“十四五”海洋生态环境保护规划》相符合。 **（7）与《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划（修订版）》的符合性分析** 《山东省“十四五”海洋生态环境保护规划》提出要严格海洋生态空间保护，严守自然岸线底线，严控围填海开发。加强环境风险预防设施建设。以沿海石化、危化品码头、石油平台及运输管道、海上船舶、核电等领域为重点，建设污染物泄漏预警预报设施，完善应急导流槽、事故调蓄池、应急闸坝、消防事故水池等事故排水收集截留设施。本项目不涉及围填海，不占用岸线，不会对海滩、岸线造成影响。施工期扰动的悬浮物会对海床造成短期、暂时、小范围的影响，施工结束后很快恢复到本底水平；运营期仅涉及牺牲阳极锌离子释放，不会损害海洋生态系统的稳定性和完整性。建设单位将制定严格的环境管理制度和完善的溢油应急计划，并配备有效的溢油应急设备，以避免发生重大环境污染事件。 综上所述，本项目建设符合《山东省“十四五”海洋生态环境保护规

	划》要求。 **（8）与《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的符合性分析** 《重点海域综合治理攻坚战行动方案》由生态环境部、发展改革委、自然资源部、住房和城乡建设部、交通运输部、农业农村部、中国海警局于 2022 年 1 月 29 日印发实施。根据“二、重点任务”中的“（十三）加强海洋环境风险防范和应急监管能力建设”规定：“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。” 目前油田已编制了溢油应急计划并进行了备案，原有溢油应急计划满足本项目溢油应急的需要，建设单位根据溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，以防范海上溢油等海洋环境突发污染事故。同时，建设单位制定了相应的管道保护和检测程序，定期对平台、油气管线进行不定期局部检测和定期全面检测，对油田生产风险源进行全面排查。 综上，本项目建设符合《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的相关要求。

二、建设内容

<table>
<tr><td>地理位置</td><td>垦利 6-1 油田位于渤海中部海域，[redacted]北距渤中 35-2 油田约 3km，西北距渤中 34-9 油田约 5km，西距垦利 3-2 油田约 11km。平均水深 19.1m。本项目距离山东省东营市垦利区岸线最近约 32km。工程地理位置见附图 5。</td></tr>
<tr><td>项目组成及规模</td><td>

1、工程现状

（1）已建油田工程设施

垦利 6-1 油田包括 5-1、5-2、6-1 及 10-1 北区块，垦利 6-1 油田 5-1、5-2、6-1 区块目前包括 7 座平台（KL6-1WHPB/C/D/E/F/G、KL6-1CEP），6 条海底混输管道、1 条输油管道、1 条登陆管道，6 条注水管道和 6 条海底电缆。垦利 6-1 油田 10-1 北区块目前包括 4 座平台（KL6-1PAP、KL6-1WHPH、KL6-1WHPI、KL6-1WHPJ），以及 2 条海底混输管道，2 条海底注水管道，2 条海底电缆，其工程设施平面布置图见附图 6。

垦利 6-1 油田共经历过 3 次开发，第一次开发环评《垦利 6-1 油田 10-1 北区块开发项目环境影响报告书》（环审〔2021〕73 号）主要工程设施：2 座井口平台（KL6-1WHPH、KL6-1WHPI），1 座生产辅助平台（KL6-1PAP）以及相关海管海缆等，并于 2022 年 9 月相继投入试运行；第二次开发环评《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》（环审〔2022〕9 号）主要工程设施：包括建设井口平台（KL6-1WHPB~KL6-1WHPG 平台），中心处理平台（KL6-1CEP 平台）以及相关海管，并于 2023 年 7 月相继投入试运行；第三次开发环评《垦利 6-1 油田 10-1 北区块 II 期开发项目环境影响报告书》（环审〔2024〕76 号）主要工程设施：1 座井口平台 KL6-1WHPJ，目前仍处于在建阶段。

在 2025 年 7 月~8 月的海管日常检修过程中发现垦利 6-1 油田中的三条注水软管（KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH、KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE）有局部的隆起现象，挠性软管隆起后海管容易发生变形，且抗外力性（抛锚等外部不稳定因素）会减弱，为了避免风险进一步扩大，决定对三条注水软管进行维修更换，即封存原有的三条注水软管，并在原软管 6m 处新建 KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH（[redacted]）、KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB（[redacted]）、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE（[redacted]）三条注水管道，新建的三条注水管道的材质为钢制硬管。

本项目主要依托工程概况见表 2-1，海管参数和示意图见表 2-2 和图 2-1。

表 2-1　本项目主要依托设施组成表

<table>
<tr><th>工程内容</th><th>平台结构</th><th>主要设施</th></tr>
<tr><td>KL6-1CEP</td><td>8 腿导管架中心处理平台，设计年限 30 年。设计原油处理能力为 11230m³/d，生产水处理能力为 48000m³/d。</td><td>设有原油处理系统、伴生气系统、生产水处理系统、注水设施及公用系统等，设有 80 人生活楼。</td></tr>
<tr><td>KL6-1 WHPB/D/E</td><td>4 腿导管架无人标准化井口平台，设计年限 25 年，不设油气处理设施。</td><td>共设 20 个井槽。平台共分为三层甲板，分别为上层甲板、下</td></tr>
</table>

</td></tr>
</table>

		层甲板和工作甲板。平台设有主工艺系统、化学药剂注入系统、柴油系统及电气房间等。
KL6-1PAP	4 腿导管架生产辅助平台，与 KL10-1WHPB 栈桥连接，设计投产年限 30 年。设计油处理能力 2880m³/d，生产水处理能力 9600m³/d，气处理能力 5.85×10⁴m³/d。	平台上主要设有生产分离器、生产水处理系统、注水设施及电气房间等。
KL6-1 WHPH	4 腿导管架无人标准化井口平台，设计年限 25 年。	平台共设 20 个井槽，平台共分为三层甲板，分别为上层甲板、下层甲板和工作甲板。平台设有主工艺系统、公用系统、水消防系统及电气房间等

管道名称	投产时间	设计年限（年）	运行时间（年）	所属环评
KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 海底注水管道	2023.7	25	2	《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》（环审[2022]9号）
KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 海底注水管道	2023.7	25	2	
KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 海底注水管道	2022.9	25	3	《垦利 6-1 油田 10-1 北区块开发项目环境影响报告书》（环审[2021]73号）

表 2-2　本项目涉及的现注水软管设计参数

海底管道	管长 (km)	管径 (″)	设计温度 (℃)	设计压力 (MPaA)	设计年限 (a)	材质
KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 海底注水管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	25	平管采用挠性软管，立管采用双层钢管结构形式
KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 海底注水管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	25	
KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 海底注水管道	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	25	

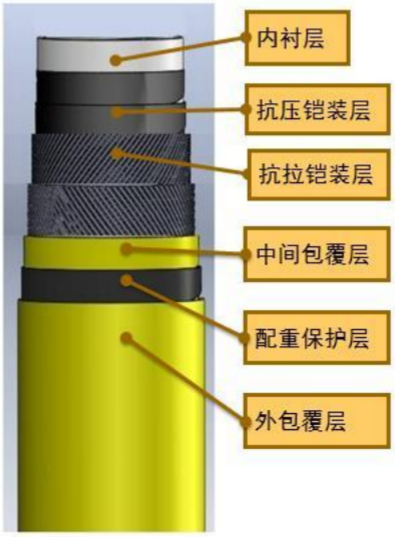

图 2-1　现有三条海底注水软管示意图

（2）油田物流集输工艺

KL6-1WHPB 至 WHPG 平台为无人井口平台，全液输送至 KL6-1CEP 平台进行处理。KL6-1CEP 平台接收来自 KL6-1WHPB 至 WHPG 井口平台物流、渤中 29-6 油田物流和 BZ35-2CEPA 平台含水 20%原油，来液处理为合格原油（含水率≤0.5%）后输送至已建 KL3-2CEPA 平台，再经上岸海底管道由 KL3-2 CEPA 平台输送到东营原油终端外输。KL6-1CEP 平台含油生产水处理合格后分别输送至 KL6-1WHPB 至 WHPG 井口平台、渤中 35-2 油田和渤中 29-6 油田各井口平台回注地层。

KL6-1WHPJ 平台所产物流与来自 KL6-1WHPH 的物流混合后经部分脱水（含水 50%），通过栈桥管线输送至 KL6-1WHPH 平台，通过现有混输海管输送至 KL6-1PAP 平台，与来自 KL6-1WHPI 平台的井流混合后进入 KL6-1PAP 平台分离器处理成含水 40%的原油后经栈桥管线输送至 KL10-1CEP 处理成合格原油（含水率＜1%）输送至 KL3-2CEPA，增压后外输到东营终端。KL6-1PAP 平台含油生产水处理至达准后分别输送至 KL6-1WHPH 和 KL6-1WHPI 平台回注地层。

图 2-2　垦利 6-1 油田生产物流集输流程图

二、本项目施工方案

（1）工程组成

项目主要建设内容为新建三条海底注水管道，并对原三条注水软管进行原地封存，不新建立管，利用原有立管登陆平台：

①新建 1 条[redacted]KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 海底注水管道；

②新建 1 条[redacted]KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 海底注水管道；

③新建 1 条[redacted]KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 海底注水管道。

（2）建设方案

①原注水软管原地封存

本项目现三条注水挠性软管进行原地封存封堵，无需进行管道清洗。

②新建管道设计参数

拟建海底注水管道设计参数见表 2-3 和表 2-4。新建三条海管采用单层配重管，设计年限均为 25 年。

表 2-3a　新建海底注水管道设计参数

管道类型	注水管道
管道路由	KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB
管道材质	碳钢 X65
管道结构形式	单层配重
管径	[redacted]
设计年限	25 年
管长（km）	[redacted]

设计压力（MPa）	[redacted]
设计温度	[redacted]
内腐蚀余量（mm）	[redacted]

表 2-3b　新建海底注水管道设计参数

管道类型	注水管道
管道路由	KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE
管道材质	碳钢 X65
管道结构形式	单层配重
管径	[redacted]
设计年限	25 年
管长（km）	[redacted]
设计压力（MPa）	[redacted]
设计温度	[redacted]
内腐蚀余量（mm）	[redacted]

表 2-3c　新建海底注水管道设计参数

管道类型	注水管道
管道路由	KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH
管道材质	碳钢 X65
管道结构形式	单层配重
管径	[redacted]
设计年限	25 年
管长（km）	[redacted]
设计压力（MPa）	[redacted]
设计温度	[redacted]
内腐蚀余量（mm）	[redacted]

表 2-4 立管膨胀弯设计参数

管道名称	立管膨胀弯						
	内管			外管			
	管径(mm)	壁厚(mm)	材质	管径(mm)	壁厚(mm)	材质	防腐涂层
KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 注水海管	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 注水海管	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 注水海管	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

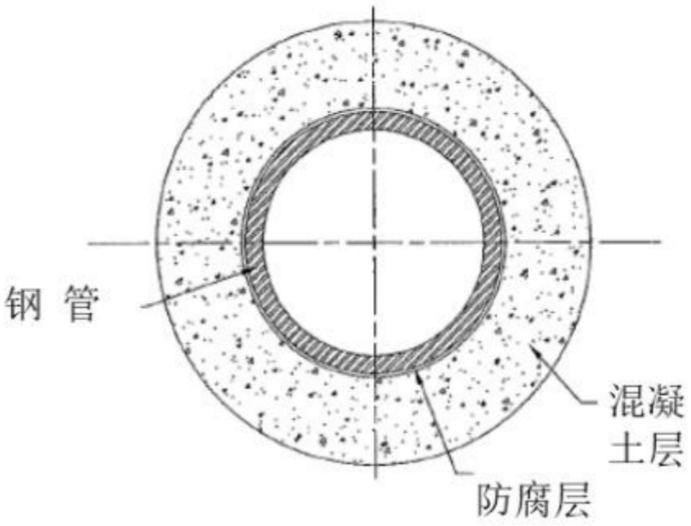

图 2-3　单层配重管截面示意图

③海管防腐

海管的外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法。海管外防腐涂层采用 3LPE 涂层系统，涂层总厚度均应不小于 3.1 mm；阴极保护采用手镯型铝基牺牲阳极。立管膨胀弯采用 3LPE/3.1 防腐涂层。

④海管铺设

KL6-1CEP 至 WHPB 平台注水管道在 KL6-1CEP 平台侧有 6 处交越点，在 WHPB 平台侧有 1 处交越点；KL6-1WHPD 至 WHPE 平台注水管道在 WHPD 和 WHPE 平台侧各有 2 处交越点；KL6-1PAP 至 WHPH 平台注水管道在 PAP 平台侧有 1 处交越点，在 WHPH 平台侧有 2 处交越点。

同时，项目区域有 1 条“东营港~长山水道”航路，新建 KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 注水海底管道穿越该航路，穿越长度约 3.7km。

（3）依托可行性分析

本项目新建注水管道不改变原有物流走向，输送能力与原管道保持一致。本项目不涉及依托设施改造工程，故依托设施的处理能力不发生变化。综上，本项目的依托管道及设施均可满足需要。

本项目建成后依托设施设计寿命、运行情况可行性分析详见下表。由表可知，本项目依托的平台和管线可继续稳定运行 20 年以上，建议所依托的平台和管道在达到设计寿命的前一年开展延寿评估工作，根据评估结论采取相应的延寿措施或者进行相应改造，以确保依托工程能够长期、安全、稳定的生产运营。

表 2-5 依托设施寿命可行性分析

平台	投产年份	设计寿命	运行时间（年）	延寿评估情况	依托可行性
KL6-1 CEP	2023	30	2	/	可行

KL6-1 WHPB	2023	25	2	/	可行
KL6-1 WHPD	2023	25	2	/	可行
KL6-1 WHPE	2023	25	2	/	可行
KL6-1PAP	2022	30	3	/	可行
KL6-1 WHPH	2022	25	3	/	可行

总平面及现场布置

项目主要建设内容为对新建三条海底注水管道，并对原三条注水软管进行原地封存，不新建立管，利用原有立管登陆平台。总平面布置图见附图 6。

图 2-4　KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 注水海管路由布置图

图 2-5　KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 注水海管、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 注水海管路由布置图

KL6-1CEP 至 WHPB 平台注水管道在 KL6-1CEP 平台侧有 6 处交越点，在 WHPB 平台侧有 1 处交越点；KL6-1WHPD 至 WHPE 平台注水管道在 WHPD 和 WHPE 平台侧各有 2 处交越点；KL6-1PAP 至 WHPH 平台注水管道在 PAP 平台测有 1 处交越点，在 WHPH 平台侧有 2 处交越点。

同时，项目区域有 1 条“东营港~长山水道”航路，新建 KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 注水海底管道穿越该航路，穿越长度约 3.7km。

施工方案

本项目原地封存的三条注水软管无需进行管道清洗，软管拆除后按照原地封存封堵。

本项目新建海底注水管道拟采用“芝罘岛”或同等能力铺管船进行铺设后挖沟埋设，埋设管道顶部距海床表面均埋深 2m，管沟顶宽 6m，底宽 3m，挖沟速率为 700m/d。

未穿越航路段采用自然回填方式，穿越航路段采用人工回填 2m 的方式。

交越点处采用在原有管缆上方放置水泥压块（至少 30cm 高），在其上方铺设新建管缆，新建管缆上方再铺设水泥压块进行保护。

立管通过膨胀弯与海底管道采用水下法兰连接。

施工时间约 4 个月，计划于 2026 年 1 月~4 月开始海上施工，具体人员周期安排详见下表。

表 2-6 建设阶段的作业船舶、工期和作业人数

作业内容	作业期（天）	作业人数（人）	作业船舶
后挖沟海底管道铺设	20	100	1 艘铺管船、1 艘铺缆船、1 艘供应船
人工回填海底管道埋设	4	20	1 艘人工回填运输船、1 艘拖轮
原地封存	12	40	1 条 DP 定位船

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	1、现状资料来源 （1）水质、沉积物、海洋生态、生物质量现状资料来源 本项目水质、沉积物、海洋生态、生物质量调查资料引自资料引自《渤中 26-6 油田开发项目（二期）春季环境质量现状调查与评价》[redacted]。 调查时间：2024 年 4 月~5 月； 调查内容：水质、沉积物、海洋生态、生物质量； 调查单位：[redacted] 调查站位：共选取 6 个站位，包括水质站 6 个，沉积物站 5 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 5 个。站位图见图 3-1。 调查方法：此次调查中水质、沉积物、生物生态和生物质量样品的采集、运输、保存和预处理等均按《海洋监测规范》（GB17378-2007）和《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）等要求执行： 1）海水水质调查：分 2 个层次进行采集，分别为表层、底层（高于泥线 2m），其中石油类只调查表层样品。 2）海洋沉积物调查：用抓斗式采泥器采集底泥，取表层样。 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）海洋生物生态： 叶绿素 a 及初级生产力：叶绿素 a 样品的采集与水样采集同步进行，采样层次同水质样品，采用荧光分光光度法进行分析。 浮游生物：浮游动物采用浅水I型浮游生物网，浮游植物样品采用浅水III型浮游生物网，自底（距底 2m）至表垂直拖网取得。样品经 5%福尔马林海水溶液固定保存，以个体计数法进行分析。 底栖生物：用 0.05m^2 曙光型采泥器采集，每站采泥 4 次，所获泥样经孔径为 0.5mm 的套筛冲洗后，挑拣全部生物个体作为一个样品，生物标本浸于 75%酒精溶液中固定保存，带回实验室鉴定分析。 5）生物质量：从各站选取具有代表性的生物，如常见的定居性双壳贝类、甲壳类和鱼类，冷冻保存，带回实验室进行分析。拖网时在距离标准站位位置 2~4n mie 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里达到 1.5kg 左右，则标记此站位为生物体质里检测站位，若样品重里远小于 1.5kg，则继续向下一

个站位按上述方法拖网。

（2）渔业资源资料来源

本项目渔业资源调查资料主要引自《垦利 6-1 油田 10-1 北区块II期开发项目渔业资源现状春季调查》[redacted]和《渤中 29-4 油田 2、6Sa、8d、10d 井区开发项目渔业资源现状春季调查》[redacted]。

调查时间：2023 年 5 月；

调查内容：鱼卵仔稚鱼、游泳生物；

调查单位：[redacted]

调查站位：共选取 7 个，站位图见图 3-2。

1）鱼卵、仔稚鱼

调查根据《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》（GB12763.6）的有关要求执行。定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm）表层水平拖网 10min，拖网速度 2kn。采集的样品经 5%甲醛海水溶液固定保存后，在实验室进行样品分类鉴定和计数。定量样品采用定性样品采集方法进行，在网口加系流量计。

2）游泳动物

采用“鲁昌渔 60003”渔船，底拖网参数：网口 1400 目，网目尺寸 56mm，网口周长 78.4m，囊网网目 20mm。每站拖曳 1h，平均拖速 3kn。拖曳时，网口高度 5.3m，网口宽度 8m，每站的实际扫海面积为 44448m^2。渔获物在 20kg 以下的全部取样，渔获物在 20kg 以上的随机取 20kg 样品，样品冰鲜保存，回实验室进行鉴定分析和生物学测定，每种鱼取 50ind.，进行生物学测定。

（3）水文动力现状资料来源

本项目水文动力现状调查资料引自《垦利 4-1 油田开发项目项目海洋环境质量现状秋季调查报告》[redacted]。

调查时间：2018 年 10 月 10 日至 10 月 11 日（农历九月初二至九月初三）；

调查内容：海流观测；

调查单位：[redacted]

调查站位：共设置 6 个，站位图见图 3-3。

调查方法：使用日本 ALEC 公司生产的 AEM213-D 型电磁海流计进行海流观测，并应用卫星导航系统 GPS 进行定位，进行了连续 25h 的周日海流观测。观测时间间隔为 1h，分表、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 3m 以内。

2、调查概况

（1）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

站位	经度（E）	纬度（N）	调查项目
P23	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、生物质量
P24	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、生物质量
P31	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、生物质量
P32	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、生物质量
P40	[redacted]	[redacted]	水质
P45	[redacted]	[redacted]	水质、沉积物、生物生态、生物质量

图 3-1 海洋环境质量现状调查站位图

（2）渔业资源站位

渔业资源调查站位见下表。

表 3-2 渔业资源调查站位及调查项目

站位	地理位置		调查项目
	纬度（N）	经度（E）	
Y18	[redacted]	[redacted]	鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y19	[redacted]	[redacted]	鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y23	[redacted]	[redacted]	鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y26	[redacted]	[redacted]	鱼卵仔稚鱼、渔业资源
Y27	[redacted]	[redacted]	鱼卵仔稚鱼、渔业资源
13	[redacted]	[redacted]	鱼卵仔稚鱼、渔业资源
17	[redacted]	[redacted]	鱼卵仔稚鱼、渔业资源

图 3-2 渔业资源现状调查站位

（3）水文动力调查站位

水文动力调查站位见下表及下图。

表 3-3 水文动力调查站位

站号	东经	北纬	调查项目
H1	[redacted]	[redacted]	潮流
H2	[redacted]	[redacted]	潮流
H3	[redacted]	[redacted]	潮流
H4	[redacted]	[redacted]	潮流
H5	[redacted]	[redacted]	潮流
H6	[redacted]	[redacted]	潮流

图 3-3 水文动力站位图

3、调查结果

（1）水环境质量调查结果

1）评价因子

选取 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、

总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物作为评价因子。

2）评价标准

所选站位不处于《东营市国土空间总体规划（2021~2035）》的规划范围，以维持环境质量现状为目标，参照的《海水水质标准》（GB3097-1997）详细标准情况见下表。

表 3-4 海水水质标准值

项目	第一类标准值	第二类标准值	第三类标准值	第四类标准值
pH	7.8~8.5		6.8~8.8	
溶解氧	>6 mg/L	>5 mg/L	>4mg/L	>3 mg/L
化学需氧量	≤2 mg/L	≤3 mg/L	≤4 mg/L	≤5 mg/L
活性磷酸盐	≤0.015 mg/L	≤0.030 mg /L		≤0.045 mg /L
无机氮	≤0.20 mg/L	≤0.30 mg/L	≤0.40 mg/L	≤0.50 mg/L
砷	≤0.020 mg/L	≤0.030 mg/L	≤0.050 mg/L	
汞	≤0.00005 mg/L	≤0.0002 mg/L		≤0.0005 mg/L
铜	≤0.005 mg/L	≤0.010 mg/L	≤0.050 mg/L	
铅	≤0.001 mg/L	≤0.005 mg/L	≤0.010 mg/L	≤0.050 mg/L
锌	≤0.020 mg/L	≤0.050 mg/L	≤0.10 mg/L	≤0.50 mg/L
镉	≤0.001 mg/L	≤0.005 mg/L	≤0.010 mg/L	
总铬	≤0.05 mg/L	≤0.10 mg/L	≤0.20 mg/L	≤0.50 mg/L
石油类	≤0.05 mg/L		≤0.30 mg/L	≤0.50 mg/L
挥发性酚	≤0.005 mg/L		≤0.010 mg/L	≤0.25 mg/L
硫化物	≤0.02 mg/L	≤0.05 mg/L	≤0.10 mg/L	≤0.050 mg/L

3）评价结果

本项目选取了 6 个站位的海水水质调查数据，调查内容包括水温、盐度、pH、化学需氧量（COD）、溶解氧（DO）、悬浮物、无机氮（包括硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮）、活性磷酸盐（PO_4^{3-}-P）、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类、硫化物、挥发性酚等检测项目作为评价因子。

根据《海水水质标准》（GB3097-1997），经评价，得到如下结论：

①各站位的 pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、活性磷酸盐、铜、镉、锌、总铬、汞、砷、铅、硫化物和挥发性酚均符合第一类海水水质标准要求。

②P23、P24 和 P31 无机氮含量符合一类水质标准，P32 和 P40 无机氮含量符合二类水质标准，P45 无机氮含量符合三类水质标准。

具体评价数据见附表 10。

（2）海洋沉积物现状调查结果

1）评价因子

选取有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类作为评价因子。

2）评价标准

根据《环境影响评价技术导则-海洋生态环境》（HJ1409-2025）评价标准要求，各站位评价标准从一级标准起逐级评价至符合的标准，沉积物均采用《海洋沉积物质量》

(GB18668-2002)中的一类标准评价。

3）评价结果

本项目共选取了 5 个站位的海洋沉积物调查数据，海洋沉积物类型以砂质粉砂（为主；对有机碳、石油类、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬和砷等 11 项调查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，具体沉积物数据见附表 11。

（3）海洋生态环境质量现状调查结果

与水质、沉积物现状调查同步，进行了叶绿素 a 和初级生产力、浮游植物、浮游动物和底栖生物海洋生态现状调查。

1）叶绿素 a 和初级生产力

调查海域各站位表层叶绿素 a 浓度变化于（1.02~5.55）μg/L，平均值为 3.24μg/L；底层叶绿素 a 浓度变化于（0.61~4.28）μg/L，平均值为 2.63μg/L。调查各站位初级生产力变化范围为（303.83~1655.16）mg·C/(m^2·d)，平均值为 851.88mg·C/(m^2·d)。

根据《赤潮监测技术规程》（HY/T 069-2005），使用单项指标法评价海水水质营养状况，叶绿素a浓度在（1~10）μg/L可用作富营养化阈值判断的单项指标，叶绿素a浓度在大于10μg/L时，海水呈富营养化水平。本项目调查中各层平均叶绿素a浓度均在（1~10）μg/L范围内，海域水质营养状况处正常水平，具体数据见下表。

表 3-5 调查海域各站位海水叶绿素 a 含量和海洋初级生产力

站位	叶绿素 a（μg/L）		初级生产力 mg·C/(m^2·d)
	表层	底层	
P23	3.81	3.7	568.24
P24	5.55	2.67	1655.16
P31	4.14	4.28	1234.38
P32	1.67	1.87	497.81
P45	1.02	0.61	303.83
最小值	1.02	0.61	303.83
最大值	5.55	4.28	1655.16
平均值	3.24	2.63	851.88

2）浮游植物

调查海域共鉴定出浮游植物 55 种（类）（见附表 3），其中硅藻门 50 种；甲藻门 4 种；金藻门 1 种。

调查海域浮游植物密度变化范围在（22.94~403.74）×10^4 个/m^3 之间，平均密度为 123.91×10^4 个/m^3；调查海域浮游植物的优势种分别为具槽帕拉藻、刚毛根管藻、布氏双尾藻、尖刺伪菱形藻、中肋骨条藻和冰河拟星杆藻。具体数据见下表。

表3-6 调查海域浮游植物个体数量（×10^4个/m^3）

站位	生物密度
P23	116.45
P24	27.13
P31	403.74

P32	49.27
P45	22.94
最小值	22.94
最大值	403.74
平均值	123.91

3）浮游动物

调查海域共鉴定浮游动物25种（类）（见附表4），其中浮游幼虫8种，甲壳动物12种（包括桡足类8种，涟虫类3种，端足类1种），水母类3种，毛颚动物和尾索动物各1种。调查海域浮游动物生物量变化范围为（184.9~342.8）mg/m³，平均为284.1mg/m³；密度变化范围为（218.64~421.50）个/m³，平均为281.89个/m³；调查海域浮游动物的优势种为中华哲水蚤、腹针胸刺水蚤和强壮箭虫，具体数据见下表。

表3-7 调查海域浮游植物个体数量（×10⁴个/m³）

站位	生物量（mg/m³）	密度（个/m³）
P23	319.0	313.48
P24	184.9	233.52
P31	326.0	421.50
P32	247.9	218.64
P45	342.8	222.31
最小值	184.9	218.64
最大值	342.8	421.50
平均值	284.1	281.89

4）底栖生物

调查海域共鉴定底栖生物 73 种（类）（见附表 5），隶属于扁形动物、刺胞动物、纽形动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、半索动物共 8 个门类。其中环节动物 31 种，节肢动物 20 种，软体动物 17 种，其它动物各 1 种；调查海域底栖生物生物量变化范围在（0.10~3.50）g/m² 之间，平均为 1.82g/m²。密度变化范围在（20~355）个/m² 之间，平均为 214 个/m²；调查海域底栖生物的优势种为寡鳃齿吻沙蚕、经氏壳蛞蝓、寡节甘吻沙蚕、不倒翁虫和细长涟虫，具体数据详见下表。

表 3-8 调查海域浮游植物个体数量（×10⁴ 个/m³）

站位	生物量（g/m²）	栖息密度（个/m²）
P23	1.15	180
P24	1.80	205
P31	3.50	310
P32	2.55	355
P45	0.10	20
最小值	0.10	20
最大值	3.50	355
平均值	1.82	214

（4）生物质量调查结果

1）评价因子

生物质量以镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃作为评价因子。

2）评价标准

软体动物（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。其它生物种类的国家级评价标准尚未发布，软体动物（非双壳类）和甲壳类、鱼类生物体内污染物质（铜、铅、锌、镉、汞、砷、石油烃）含量评价标准参考《环境影响评价技术导则-海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1；生物体内铬含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

3）评价结果

本项目调查采集到 5 种生物共计 10 个样品，生物质量调查采集到甲壳类、鱼类和软体动物（非双壳类）共 5 种生物样品，分别为口虾蛄、短吻红舌鳎、银鲳、短蛸和日本枪乌贼。本次调查结果表明：

调查海域所有底栖生物样品中，甲壳类、鱼类和软体动物（非双壳类）各项评价因子的单项标准指数值均小于 1，均符合所参考的标准要求。调查结果表明，调查海域底栖生物的生物质量状况总体良好，详细数据见下表。

表 3-9 调查海域海洋生物质量标准指数

站号	中文名	铬	铜	锌	镉	铅	砷	总汞	石油烃
P23	短吻红舌鳎	/	0.016	0.174	0.021	0.031	0.606	0.079	0.024
P23	短蛸	/	0.047	0.056	0.069	0.008	0.976	0.048	0.067
P24	银鲳	/	0.017	0.400	0.139	0.033	0.793	0.085	0.148
P24	短蛸	/	0.038	0.048	0.047	0.008	0.992	0.042	0.005
P31	银鲳	/	0.017	0.400	0.124	0.032	0.945	0.084	0.200
P31	短蛸	/	0.046	0.054	0.062	0.007	0.528	0.057	0.050
P32	短吻红舌鳎	/	0.021	0.230	0.023	0.034	0.955	0.069	0.031
P32	日本枪乌贼	/	0.083	0.027	0.160	0.007	0.771	0.044	0.114
P45	短吻红舌鳎	/	0.011	0.119	0.015	0.022	0.906	0.081	0.082
P45	口虾蛄	/	0.076	0.055	0.530	0.040	0.510	0.081	0.155

（5）渔业资源调查结果

1）鱼卵、仔稚鱼

共采集到鱼卵和仔稚鱼 13 种，详见附表 6。共调查 7 个站位，3 个站位捕获仔稚鱼，出现频率为 42.86%；鱼卵 6 个站位采集到，出现频率为 85.71%。

本项目调查水平拖网鱼卵密度变化范围为 0～1.87 粒/m^3，平均密度为 0.54 粒/m^3。水平拖网捕获仔稚鱼密度变化范围为 0～0.81 个/m^3，平均密度为 0.18 个/m^3。

2）鱼类

本项目 5 月航次捕获鱼类 34 种，隶属于 7 目，20 科，31 属；其中虾虎鱼科种数最多，为 9 种；其次为鳀科、狮子鱼科均为 3 种；鲱科、石首鱼科均为 2 种；其他科均为 1 种，详细数据见附件 7。

从鱼类的适温类型来看，暖温种 16 种，占种类总数 48%；冷温种 9 种，占 26%；

暖水种 9 种，占 26%。从鱼类的栖息水层来看，大部分为底层鱼类，有 29 种，占种类总数的 85%，其余为中上层鱼类，占 15%。按经济价值分，经济价值较高的有 12 种，占鱼类种数的 35%，经济价值一般的有 9 种，占 26%，经济价值较低有 13 种，占 39%。从生态类型来看，调查海区鱼类以暖温性、底层、地方性及经济价值一般或较低为主。

本项目调查鱼类站位平均生物量为 359 尾/h 和 5.73kg/h，生物量范围分别为 66～784 尾/h 和 1.11～12.37kg/h，其中幼体平均资源密度为 12855.53 尾/km²，成体平均资源密度为 488.43kg/km²，具体数据见下表。

表 3-10 调查海域海洋生物质量标准指数

站位	生物密度(尾/h)	百分数(%)	生物量(kg/h)	百分数(%)
Y18	412	16.99	4.04	5.94
Y19	260	27.69	12.37	2.73
Y23	784	4.08	11.69	0.68
Y26	548	10.22	7.18	4.23
Y27	298	8.72	1.57	4.71
13	66	6.06	1.11	0.90
17	144	11.11	2.15	4.29
平均	359	12.12	5.73	3.35

3）甲壳类

本项目调查共捕获甲壳类 20 种，其中虾类 9 种，蟹类 10 种，口足类 1 种；甲壳类平均渔获量 456.89 尾/h，3.04kg/h；其中虾类幼体为为 76.32 尾/h，生物量为 0.25kg/h，虾类成体为 336.01 尾/h，生物量为 2.20kg/h；蟹类幼体的尾数占总尾数的 8.98%，为 4.00 尾/h，生物量为 0.05kg/h，蟹类成体为 40.56 尾/h，生物量为 0.54kg/h。

经换算甲壳类平均资源密度为 5534.14 尾/km² 和 62.87kg/km²，其中虾类（包含口虾蛄）4644.96 尾/km² 和 55.28kg/km²，蟹类 653.88 尾/km² 和 12.86kg/km²。虾类成体平均资源密度为 44.77kg/km²，幼体为 910.10 尾/km²；蟹类成体平均资源密度为 11.66kg/km²，幼体为 149.93 尾/km²。

4）头足类

本项目调查共捕获头足类 4 种，分别为枪乌贼、双喙耳乌贼、短蛸和长蛸，隶属于 3 目、3 科、3 属。生物量范围为 0～3.36kg/h。生物密度范围为 0～372 尾/h。经换算头足类平均资源密度为 2163.71 尾/km² 和 42.39kg/km²，其中幼体平均资源密度为 328.45 尾/km²，成体平均资源密度为 37.40kg/km²。

（6）水文动力

1）流速流向

H1 站流向均较为集中，其海流流向受岸线的影响较大，其海流的流向表现为 NW 和 SSE。H2～H6 站潮流流向较为分散，表现出一定的旋转性。全站海流流速范围主要在 10cm/s～40cm/s 之间，空间分布上看，H1 站具有全站最大的流速，最大的流速可达 58cm/s。整个观测期间 H2～H6 站流速范围基本一致，垂直方向上，各站遵循流速自表

至底逐渐减小的趋势。

2）平均流速和最大流速

各站平均涨、落潮流平均流速位于 20cm/s-60cm/s 的区间范围内，总体上看表层平均流速最大、中层平均流速略大于底层平均流速。实测最大涨潮流流速为 49cm/s，最大落潮流流速为 58cm/s;对应流向为 308°和 125°，分别出现于 H1 站表层。对于最大涨落潮流的流向特点，H1 最大涨落潮流的流向基本位于同一直线，表现出往复性潮流较强的特点，其余各站则无此特征，最大涨落潮流的流向较为杂乱，表现出一定程度的旋转性。

3）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。观测期间本海区潮流性质属规则半日潮流。

4）潮流的运动形式

观测期各站潮流均以往复运动为主并建有旋转。

5）余流

观测各站位余流流速位于 0.3cm/s 区间范围内，垂向上，各站位基本遵循自表至底流速逐渐减小的趋势。流向方面，H1 站余流 SE～SSE 方向为主，流向范围为 144°～165°，其他站余流以 S～SSW 方向为主，流向范围为 180°～239°。

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 3-11 本项目相关工程环评及批复情况

序号	报告名称	主要工程内容	本次涉及工程内容	环评批复	竣工验收
1	《垦利 6-1 油田 10-1 北区块开发工程环境影响报告书》	①1 个生产辅助平台 KL6-1PAP ②2 个无人井口平台 KL6-1WHPH、KL6-1WHPI 海底注水管道 2 条（1 条为 KL6-1PAP 到 KL6-1WHPH 注水管道）	依托 KL6-1WHPH 和 KL6-1WHPI 两座平台。	环审〔2021〕73 号	环验〔2023〕5 号
2	《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》	新建 1 座中心处理平台(KL6-1CEP)、 3 座无人标准化井口平台(KL6-1WHPB/D/E) 2 条注水管道（KL6-1CEP 到 KL6-1WHPB 注水管道和 KL6-1WHPD 到 KL6-1WHPE 注水管道）	依托 KL6-1CEP、KL6-1WHPB、KL6-1WHPD 和 KL6-1WHPE 四座平台。	环审〔2022〕9 号	中海油津安〔2025〕55 号
3	《垦利 6-1	对 KL6-1WHPH 进行改	依托	环审	正在建

	油田 10-1 北区块 II期开发项目 环境影响报告书》	造。	KL6-1WHPH 1 座平台	〔2024〕76 号	设，尚未验收

2、风险事故回顾

垦利 6-1 油田群在生产过程中，严格执行中海油天津分公司各项安全环保制度。自投产至今，未发生过井喷溢油事故。管道运行至今，未发生过破裂泄漏事故。

生态环境保护目标

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 1 和附图 7。本项目 5km 内敏感目标为鳀鱼产卵场和索饵场、中国毛虾产卵场和索饵场、银鲳鱼产卵场、白姑鱼洄游路线和蓝点马鲛产卵场，具体见下表。

表 3-12 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	敏感区相对项目最近位置/平台距离（km）
渔业“三场”	鳀鱼产卵场和索饵场	鳀及其生境；产卵期 6 月上、中旬	位于其中（KL6-1PAP 到 KL6-1WHPH 注水管道位于产卵场，KL6-1CEP 到 KL6-1WHPB 注水管道和 KL6-1WHPD 到 KL6-1WHPE 注水管道位于索饵场。）
	银鲳鱼产卵场	银鲳鱼及其生境；产卵盛期 5~6 月	位于其中（KL6-1PAP 到 KL6-1WHPH 注水管道位于产卵场）
	白姑鱼洄游路线	白姑鱼及其生境；产卵盛期 6 月	位于其中（KL6-1PAP 到 KL6-1WHPH 注水管道位于洄游路线上）
	蓝点马鲛产卵场	蓝点马鲛及其生境；产卵盛期 5 月下旬~6 月中旬	位于其中（KL6-1PAP 到 KL6-1WHPH 注水管道、KL6-1CEP 到 KL6-1WHPB 注水管道和 KL6-1WHPD 到 KL6-1WHPE 注水管道位于产卵场）
	中国毛虾产卵场和索饵场	中国毛虾及其生境；（产卵盛期 5 月中旬至 6 月），产卵期 5~7 月	位于其中（KL6-1PAP 到 KL6-1WHPH 注水管道位于产卵场，KL6-1PAP 到 KL6-1WHPH 注水管道、KL6-1CEP 到 KL6-1WHPB 注水管道和 KL6-1WHPD 到 KL6-1WHPE 注水管道位于索饵场）

评价标准

1、环境质量标准

根据本项目海洋环境质量现状监测站位布设情况，参考山东省“三区三线”划定成果，项目不在红线区内。本次评价相应的环境质量标准具体如下：

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），《环境影响评价技术导则-海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1，对照《山东省国土空间总体规划（2021-2035 年）》和《山东省近岸海域环境功能区划》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和贝类生物评价国家标准。贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值，其他软体动物和甲壳类、鱼类体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《环境影响评价技术导则-海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1 中规定的生物质量标准。

表 3-13 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）		执行不劣于现状标准
海洋沉积物	《海洋沉积物质量标准》（GB18668-2002）		执行不劣于现状标准
海洋生物生态	贝类（双壳类）	海洋生物质量（GB18421-2001）	执行不劣于现状标准
	软体动物、鱼类、甲壳类（石油烃）	《环境影响评价技术导则-海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C.1	

表 3-14 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	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	/	≤1.0	≤0.3	≤20
甲壳类	≤100	≤2.0	≤150	≤2.0	/	≤1.0	≤0.2	≤20
鱼类	≤20	≤2.0	≤40	≤0.6	/	≤1.0	≤0.3	≤20

注：由于双壳类软体动物以外的其他生物体中铬无评价标准，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），本项目所在海域属于渤海海域，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 3-15 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值
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）	/	在距最近陆地 3 海里以内（含）海域，应采用下列方式之一进行处理，不得直接排海： a）利用船载收集装置，排入接收设施； b）利用船载生活污水处理装置处理，达到以下规定要求后在航行中排放： （1）在 2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，

<table>
<tr><td rowspan="5"></td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2"></td><td>BOD_5≤50mg/L，SS≤150mg/L，耐热大肠菌群≤2500 个/L；
（2）在 2012 年 1 月 1 日以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，BOD_5≤25mg/L，SS≤35mg/L，耐热大肠菌群≤1000 个/L，COD_{Cr}≤125mg/L，pH：6~8.5，总氯（总余氯）<0.5mg/L。
在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，同时满足下列条件：
（1）使用设备打碎固形物和消毒后排放；
（2）船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率；
在距最近陆地 12 海里以外的海域，船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">船舶垃圾</td><td>塑料制品及其他垃圾</td><td rowspan="3"></td><td rowspan="3">/</td><td>禁止投入水域</td></tr>
<tr><td>食品废弃物</td><td>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</td></tr>
<tr><td colspan="2">大气环境</td><td>符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168 号）》</td><td>/</td><td>施工船舶使用符合要求的燃料油。</td></tr>
<tr><td>其他</td><td colspan="5">无</td></tr>
</table>

四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析

一、产污环节及污染源分析

工程海上施工阶段的作业内容包括海底注水管道铺设，并对原三条注水软管进行原地封存。

海底注水管道铺设过程中管沟开挖会产生悬浮物，但随着施工结束影响会很快消失，本阶段主要污染物包括船舶含油污水、生活污水、生活垃圾、清管试压水和固体废物等。

1. 生活污水、生活垃圾及机舱含油污水

海上建设阶段产生的污染物包括：船舶含油污水、船舶施工人员生活污水、生活垃圾等。根据工程作业期和参与作业的船舶、人员数量，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，船舶含油污水根据中海石油（中国）有限公司石油开发工程的多年统计资料，统一取值为每船约0.5m³/d，海上建设阶段污染物产生量详见下表。

表 4-1　生活污水、生活垃圾及机舱含油污水

施工阶段	船型	船舶数量(艘)	施工人数（人）	施工天数（d）	生活污水（m³）	生活垃圾（t）	机舱含油污水（m³）
后挖沟海底管道铺设	铺管船、铺缆船、供应船	3	100	20	700	3	30
人工回填海底管道埋设	运输船、拖轮	2	20	4	28	0.12	4
管道封存	定位船	1	40	12	168	0.72	6
总计	/	/	/	/	896	3.84	40

施工期船舶人员生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排海。船舶施工人员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（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），其余全部运回陆地处理。船舶含油污水由污油水系统收集，密闭存储，并按照《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》对船舶污油水系统的排放阀以及能够替代该系统的其他系统与油污水管路直接相连接的阀门予以铅封，运至陆上交有资质单位处理。

2. 海底注水管道挖沟悬浮物

本项目拟新建 KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH（6.9km）、KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB（5.7km）、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE（3.0km）三条注水管道。注水管道的管沟

顶宽 6m，底宽 3m，埋深 2m，铺设速率为 700m/d，沉积物密度为 1700kg/m³。

同时参考本海域历史其他项目挖沟起沙率数据，该海域后挖沟和边铺边埋起沙率通常在 10%以下，保守考虑本工程起沙率 10%进行核算。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（kg/m³）×起沙率/每天作业时长 24h。

经计算，本项目海底注水管道铺设产生的悬浮物量约为 140400m³，源强为 12.4kg/s。

表 4-2　悬浮物污染源强一览表

名称	长度（km）	每天搅动海底泥沙量（m³）	搅动海底泥沙总量（m³）	排放速率（kg/s）
KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH	6.9	6300	62100	12.4
KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB	5.7	6300	51300	12.4
KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE	3.0	6300	27000	12.4

3. 固体废物

本工程生产垃圾按照注水管道施工每公里产生 0.2t 生产垃圾计算，本工程旧注水管道进行封存不产生固体废物，新铺设 15.6km，则产生的生产垃圾约为 3.12t。本工程生产垃圾分类收集后全部运至陆上处理，危险废物分类收集后计划交由有资质单位处理，本工程施工期所产生的生产垃圾均不排海，处理措施满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关要求进行回收利用或处置。

4. 施工船舶废气

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

5. 清管试压废水

在施工结束后，采用海水对新建三条海管进行清管试压，预计产生 2712m³ 的清管试压废水。清管试压废水直接排放入海，其主要污染因子为少量悬浮物。

施工期污染物排放及污染防治措施汇总见下表。

表 4-3　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
海底注水管道铺设悬浮物	140400m³	140400m³	12.4kg/s	SS	连续排放

生活污水	896m³	896m³	/	COD	经船用生活污水处理装置处理达标后排海
生活垃圾	3.84t	0t	/	食品废弃物、食品包装等	船舶食品废弃物按相关要求处理处置/排海，其他生活垃圾运回陆地处理
船舶含油污水	40m³	0m³	/	石油类	铅封，运回陆上交有资质单位进行处理
固体废物	3.12t	0 t	/	废弃边角料、包装材料等	生产垃圾分类收集后全部运至陆上处理，危险废物分类收集后计划交由有资质单位处理
清管试压废水	2712m³	2712m³	/	悬浮物	间断排放

二、施工期环境影响分析

施工阶段，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；船舶生活污水处理达《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排放；船舶机舱含油污水按《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）要求铅封，运回陆上交有资质单位进行处理；生产垃圾分类收集后全部运至陆上处理，危险废物分类收集后计划交由有资质单位处理。海底注水管道管沟开挖虽为短期行为，但瞬间排放速率较大，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

本项目施工内容主要为海底注水管道铺设：海底注水管道埋于海底表面以下，挖起的海底沉积物短时间堆积于铺设挖沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于管沟，铺设完成后对海域水文动力及冲淤环境影响很小。

2. 对海水水质环境影响预测与评价

（1）海底注水管道挖沟悬浮物

本次评价拟类比同海区已批复的《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》（中海油研究总院有限责任公司，2021 年 9 月，环审〔2021〕73 号）的预测结果进行注水管道施工期间悬浮物影响范围的评价。该报告预测的 KL6-1CEP 至 KL3-2CEPA 混输海底管道长 17.2km（施工方式：后挖沟；本次新建海底注水管道最长为 6.9km，施工方式为后挖沟），预测源强 15.54kg/s（本次海底注水管道施工源强 12.40kg/s），本次新建海底注水管道与类比管道在同一海区。类比项目所在海域以往复流为主，并有一定的旋转性。类比项目所在海域以潮流为主，潮流为往复流。根据本次新建注水管道所在海域与类比项目潮流一致。经对比，本次新建注水管道与类比项目为同一海域，水文动力条件一致，挖沟悬浮物源强小于类比对象，因此具有可类比性。

表 4-4 拟建注水管道与类比管道关系分析

项目	拟建注水管道（KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH、KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE）	类比管道（KL6-1CEP 至 KL3-2CEPA）
电缆/管道长度（km）	6.9/5.7/3.0	17.2
所处海域水文动力条件	渤海海域，水深 19.9m。往复流，主流向为 NW 和 SSE。正规半日潮。	渤海海域，水深 18.3-21.0m。往复流，主流向为 NW 和 SE。正规半日潮。
悬浮物源强（kg/s）	12.4	15.54
挖沟速率（m/d）	700	700
管道走向	NE-SW、SW-NE\NE-SW	NE-SW

根据预测结果：表层无超标，中层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总面积为 9.170km²，超三类海水水质标准的总面积为 1.142km²。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总面积为 12.162km²，超三类海水水质标准的总面积为 2.041km²，超四类海水水质标准的总面积为 1.459km²；超一（二）类海水水质标准的范围距海管的最大距离为 0.55km，施工结束后恢复到一类水质最长需 6.0h。

表 4-5 类比管道施工悬浮物预测结果（km²）

位置	超一（二）类	超三类	超四类	超一（二）类最大距离（km）
表层	/	/	/	0.55
中层	9.170	1.142	/	
底层	12.162	2.041	1.459	

表 4-6 类比管道施工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	5.617	1.206	1.206	1.142
底层	5.893	2.852	1.377	2.041

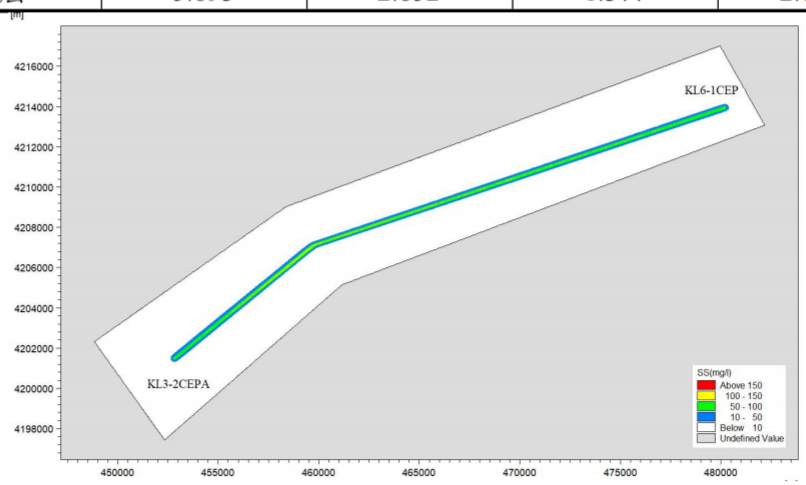

图 4-1 类比海底管道施工产生悬浮物浓度增量包络线（中层）

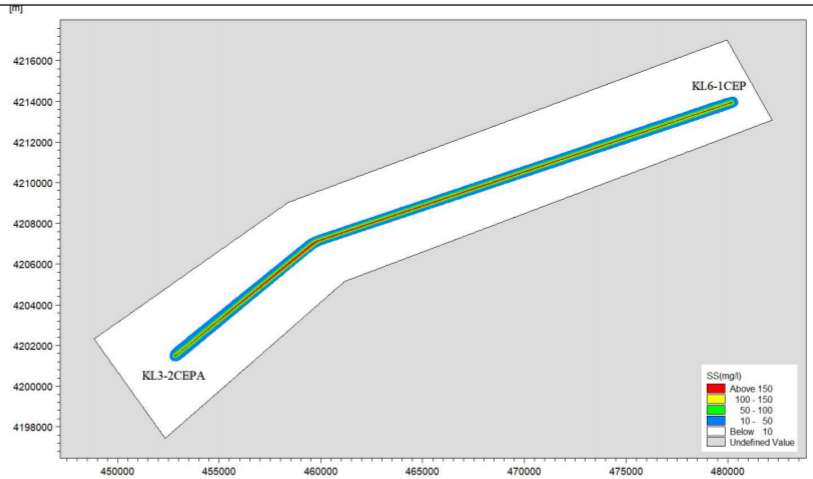

图 4-2 类比海底管道施工产生悬浮物浓度增量包络线（底层）

经分析，本次新建海底注水管道与类比管道在同一海区，本次海底注水管道长度、施工悬浮物源强均不超类比管道，故悬浮物影响范围不超该类比管道影响范围，影响面积按管缆长度进行折算（本项目拟建注水管道长度为类比海管长度的 0.401 倍、0.331 倍、0.174 倍，因此本项目在施工过程中，悬浮物不同超标倍数的面积也为类比海管超标面积的 0.401 倍、0.331 倍、0.174 倍），得出本次海底注水管道悬浮物影响面积如下：

表 4-7 KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 注水管道施工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	2.467	1.194	0.576	0.854
底层	2.351	0.505	0.505	0.478
平均值	2.409	0.849	0.541	0.666

表 4-8 KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 注水管道施工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	2.021	0.978	0.472	0.700
底层	1.927	0.414	0.414	0.392
平均值	1.974	0.696	0.443	0.546

表 4-9 KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 注水管道施工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	1.131	0.547	0.264	0.392
底层	1.078	0.231	0.231	0.219
平均值	1.104	0.389	0.248	0.305

（2）清管试压废水

施工结束后，采用海水对新建三条海管进行清管试压，产生的清管试压废水直接

排放入海，其主要污染因子为少量悬浮物，对海洋环境影响很小。

（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。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

在注水管道铺设期间，挖沟搅动的沉积物被堆积在管沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境。

按照工程建设方案分析，本项目注水管道施工过程沉积物被挖起和覆盖，其中三条注水管道的管沟开挖的影响面积是 0.0936km^2，覆盖的影响范围按两侧各 20m 计算，影响面积是 0.624km^2。此范围内的底栖生物短期内受到破坏，并使沉积物类型发生一定的变化。

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注水管道管沟开挖及产生的悬浮物对海洋生物生态造成的损害，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/km^2）、个平方千米（个/km^2）、千克平方千米（kg/km^2）；

S_j—某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km^2）；

K_{ij}—某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，单位为百分之（%）；

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 4-10　污染物对各类生物损失率

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

本次评价渔业资源及底栖生物密度采用所在海域的 2023 年 5 月渔业资源调查资料及 2023 年 4-5 月海洋生态现状调查资料，密度取值如下表。

表 4-11　生物资源密度取值

种类	密度
底栖生物(g/m²)	1.82
鱼卵（粒/m³）	0.54
仔稚鱼（尾/m³）	0.18
幼鱼（尾/km²）	12855.53
头足类幼体（尾/km²）	328.45
虾类幼体（尾/km²）	910.10
蟹类幼体（尾/km²）	149.93
鱼类成体（kg/km²）	488.43
头足类成体（kg/km²）	37.40
虾类成体（kg/km²）	44.77
蟹类成体（kg/km²）	11.66

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

注水管道挖沟掘起的沉积物对沟两边的覆盖宽度大约各 20m（20m 处的覆盖厚度小于 2cm），离管沟 10m 以内的底栖生物按 100%损失计算，10m～20m 间的底栖生物按 50%损失计算。具体计算见下表。

表 4-12 注水管道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）
KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 注水管道	管沟开挖	41400	1.82	100	0.075
	离管沟 10m 内	138000		100	0.251
	离管沟 10~20m	138000		50	0.126
KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 注水管道	管沟开挖	34200		100	0.062
	离管沟 10m 内	114000		100	0.207
	离管沟 10~20m	114000		50	0.104
KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 注水管道	管沟开挖	18000		100	0.033
	离管沟 10m 内	60000		100	0.109
	离管沟 10~20m	60000		50	0.055
合计					1.022

3）海管铺设悬浮物

注水管道施工期间悬浮物浓度增量区域存在时间不超过 15d，按一次性损失计算。计算生物资源损失量时将悬浮物表层、中层、底层的超标面积取平均，水深取全部水深（19.9m），本项目注水管道铺设悬浮物扩散造成的海洋生物损失量估算见下表。

表 4-13 KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH 海底注水管道施工造成的海洋生物资源的损失量

生物资源	影响面积（km^2）		生物量	损失率（%）	损失量（粒或 kg）	小计（粒/尾 kg）
鱼卵	10-20mg/L	2.309	0.54 粒/m^3	5.000	1240460.14	7215792.18
	20-50mg/L	0.814		10.000	874680.67	
	50-100mg/L	0.518		30.000	1670256.40	
	≥100mg/L	0.638		50.000	3430394.97	
仔稚鱼	10-20mg/L	2.309	0.180 粒/m^3	5.000	413486.71	2405264.06
	20-50mg/L	0.814		10.000	291560.22	
	50-100mg/L	0.518		30.000	556752.13	
	≥100mg/L	0.638		50.000	1143464.99	
幼鱼	10-20mg/L	2.309	12855.53 尾/km^2	5.000	1483.97	8632.31
	20-50mg/L	0.814		10.000	1046.39	
	50-100mg/L	0.518		30.000	1998.14	
	≥100mg/L	0.638		50.000	4103.81	
头足类幼体	10-20mg/L	2.309	328.45 尾/km^2	5.000	37.91	220.55
	20-50mg/L	0.814		10.000	26.73	
	50-100mg/L	0.518		30.000	51.05	
	≥100mg/L	0.638		50.000	104.85	
虾类幼体	10-20mg/L	2.309	910.10 尾/km^2	5.000	105.06	611.12
	20-50mg/L	0.814		10.000	74.08	
	50-100mg/L	0.518		30.000	141.46	
	≥100mg/L	0.638		50.000	290.53	
蟹类幼	10-20mg/L	2.309	149.93/km^2	5.000	17.31	100.68
	20-50mg/L	0.814		10.000	12.20	
	50-100mg/L	0.518		30.000	23.30	
	≥100mg/L	0.638		50.000	47.86	

体						
鱼类成体	10-20mg/L	2.309	488.43kg/km²	1.000	11.28	118.83
	20-50mg/L	0.814		5.000	19.88	
	50-100mg/L	0.518		10.000	25.31	
	≥100mg/L	0.638		20.000	62.37	
头足类成体	10-20mg/L	2.309	37.40kg/km²	1.000	0.86	9.10
	20-50mg/L	0.814		5.000	1.52	
	50-100mg/L	0.518		10.000	1.94	
	≥100mg/L	0.638		20.000	4.78	
虾类成体	10-20mg/L	2.309	44.77kg/km²	1.000	1.03	10.89
	20-50mg/L	0.814		5.000	1.82	
	50-100mg/L	0.518		10.000	2.32	
	≥100mg/L	0.638		20.000	5.72	
蟹类成体	10-20mg/L	2.309	11.66kg/km²	1.000	0.27	2.84
	20-50mg/L	0.814		5.000	0.47	
	50-100mg/L	0.518		10.000	0.60	
	≥100mg/L	0.638		20.000	1.49	

表 4-14　KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB 海底注水管道施工造成的海洋生物资源的损失量

生物资源	影响面积（km²）		生物量	损失率（%）	损失量（粒或 kg）	小计（粒/尾 kg）
鱼卵	10-20mg/L	1.907	0.54 粒/m³	5.000	1024727.94	5960871.80
	20-50mg/L	0.672		10.000	722562.29	
	50-100mg/L	0.428		30.000	1379777.03	
	≥100mg/L	0.527		50.000	2833804.54	
仔稚鱼	10-20mg/L	1.907	0.180 粒/m³	5.000	341575.98	1986957.27
	20-50mg/L	0.672		10.000	240854.10	
	50-100mg/L	0.428		30.000	459925.68	
	≥100mg/L	0.527		50.000	944601.51	
幼鱼	10-20mg/L	1.907	12855.53 尾/km²	5.000	1225.89	7131.04
	20-50mg/L	0.672		10.000	864.41	
	50-100mg/L	0.428		30.000	1650.64	
	≥100mg/L	0.527		50.000	3390.10	
头足类幼体	10-20mg/L	1.907	328.45 尾/km²	5.000	31.32	182.19
	20-50mg/L	0.672		10.000	22.09	
	50-100mg/L	0.428		30.000	42.17	
	≥100mg/L	0.527		50.000	86.61	
虾类幼体	10-20mg/L	1.907	910.10 尾/km²	5.000	86.79	504.84
	20-50mg/L	0.672		10.000	61.20	
	50-100mg/L	0.428		30.000	116.86	
	≥100mg/L	0.527		50.000	240.00	
蟹类幼体	10-20mg/L	1.907	149.93/km²	5.000	14.30	83.17
	20-50mg/L	0.672		10.000	10.08	
	50-100mg/L	0.428		30.000	19.25	
	≥100mg/L	0.527		50.000	39.54	
鱼	10-20mg/L	1.907	488.43kg/km²	1.000	9.32	98.16
	20-50mg/L	0.672		5.000	16.42	

	类成体	50-100mg/L	0.428		10.000	20.90	
		≥100mg/L	0.527		20.000	51.52	
	头足类成体	10-20mg/L	1.907	37.40kg/km^2	1.000	0.71	7.52
		20-50mg/L	0.672		5.000	1.26	
		50-100mg/L	0.428		10.000	1.60	
		≥100mg/L	0.527		20.000	3.95	
	虾类成体	10-20mg/L	1.907	44.77kg/km^2	1.000	0.85	9.00
		20-50mg/L	0.672		5.000	1.51	
		50-100mg/L	0.428		10.000	1.92	
		≥100mg/L	0.527		20.000	4.72	
	蟹类成体	10-20mg/L	1.907	11.66kg/km^2	1.000	0.22	2.34
		20-50mg/L	0.672		5.000	0.39	
		50-100mg/L	0.428		10.000	0.50	
		≥100mg/L	0.527		20.000	1.23	

表 4-15　KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE 注海底注水管道施工造成的海洋生物资源的损失量

生物资源	影响面积（km^2）		生物量	损失率（%）	损失量（粒或 kg）	小计（粒/尾 kg）
鱼卵	10-20mg/L	1.004	0.54 粒/m^3	5.000	539330.49	3137300.95
	20-50mg/L	0.354		10.000	380295.94	
	50-100mg/L	0.225		30.000	726198.44	
	≥100mg/L	0.278		50.000	1491476.08	
仔稚鱼	10-20mg/L	1.004	0.180 粒/m^3	5.000	179776.83	1045766.98
	20-50mg/L	0.354		10.000	126765.31	
	50-100mg/L	0.225		30.000	242066.15	
	≥100mg/L	0.278		50.000	497158.69	
幼鱼	10-20mg/L	1.004	12855.53 尾/km^2	5.000	645.21	3753.18
	20-50mg/L	0.354		10.000	454.95	
	50-100mg/L	0.225		30.000	868.76	
	≥100mg/L	0.278		50.000	1784.27	
头足类幼体	10-20mg/L	1.004	328.45 尾/km^2	5.000	16.48	95.89
	20-50mg/L	0.354		10.000	11.62	
	50-100mg/L	0.225		30.000	22.20	
	≥100mg/L	0.278		50.000	45.59	
虾类幼体	10-20mg/L	1.004	910.10 尾/km^2	5.000	45.68	265.70
	20-50mg/L	0.354		10.000	32.21	
	50-100mg/L	0.225		30.000	61.50	
	≥100mg/L	0.278		50.000	126.32	
蟹类幼体	10-20mg/L	1.004	149.93/km^2	5.000	7.52	43.77
	20-50mg/L	0.354		10.000	5.31	
	50-100mg/L	0.225		30.000	10.13	
	≥100mg/L	0.278		50.000	20.81	
鱼类成体	10-20mg/L	1.004	488.43kg/km^2	1.000	4.90	51.66
	20-50mg/L	0.354		5.000	8.64	
	50-100mg/L	0.225		10.000	11.00	
	≥100mg/L	0.278		20.000	27.12	

头足类成体	10-20mg/L	1.004	37.40kg/km^2	1.000	0.38	3.96
	20-50mg/L	0.354		5.000	0.66	
	50-100mg/L	0.225		10.000	0.84	
	≥100mg/L	0.278		20.000	2.08	
虾类成体	10-20mg/L	1.004	44.77kg/km^2	1.000	0.45	4.74
	20-50mg/L	0.354		5.000	0.79	
	50-100mg/L	0.225		10.000	1.01	
	≥100mg/L	0.278		20.000	2.49	
蟹类成体	10-20mg/L	1.004	11.66kg/km^2	1.000	0.12	1.23
	20-50mg/L	0.354		5.000	0.21	
	50-100mg/L	0.225		10.000	0.26	
	≥100mg/L	0.278		20.000	0.65	

表 4-16　海底注水管道施工造成的海洋生物资源的总损失量

生物名称	海底注水管道施工造成的总损失量
鱼卵（粒）	16313965
仔稚鱼（尾）	5437988
鱼类成体（t）	0.27
头足类成体（t）	0.02
虾类成体（t）	0.03
蟹类成体（t）	0.01
幼鱼（尾）	19517
头足类幼体（尾）	499
虾类幼体（尾）	1382
蟹类幼体（尾）	44
底栖生物（t）	1.02

5. 对周边保护区及渔业三场一通道的影响分析

项目施工期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；船舶人员生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排海；船舶机舱含油污水铅封，运回陆上交有资质单位进行处理。根据本次环评类比预测结果，项目注水管道施工悬浮物最大影响距离不超 0.55km，考虑悬浮物会对中国毛虾产卵场和索饵场、鳀鱼产卵场和索饵场、银鲳鱼产卵场、白姑鱼洄游路线和蓝点马鲛产卵场产生一定的影响，注水管道挖沟尽量避让产卵盛期 5 月至 6 月，可大大降低悬浮物对产卵场的影响，项目距离周边保护区距离较远：离最近的东营黄河口生态国家级海洋特别保护区约 9.5km，正常施工不会对保护区产生影响。

6. 环境风险分析

本项目在施工期可能发生的环境风险事故包括船舶碰撞燃料油泄漏，海底注水管道施工导致现有输油管道破裂溢油，一旦发生溢油，将对海洋生态环境造成很大影响。本次环评针对环境风险进行了识别及环境风险事故影响分析，建设单位拟采取各项环境风险防范及应急措施，将发生环境风险事故对环境的影响降到最低，详见附录 1 环境风险专项评价。

<table>
<tr>
<td>运营期生态环境影响分析</td>
<td>
本工程共铺设 3 条海底管道，管道材质均为钢管，以下对 3 条海底钢管的牺牲阳极的锌释放进行核算，注水管道埋设深度管顶距海床表面 2m，牺牲阳极中锌含量为 2.5%~5.75%，锌含量按 4.5%考虑，锌在发生原电池反应后，将以锌离子形态释放到海底沉积物环境中，使管道周围沉积物环境中锌含量略有增加。本工程海底钢管每个阳极块的重量约为 190.5kg，阳极块间隔约 100m。由于阳极块间隔较远，锌离子向环境释放的影响不会相互叠加。则单块阳极块每年释放到沉积物中锌含量最大约为 0.26kg/a，即释放到沉积物中的锌离子不超过 9.79×10^{-6} g/s。

表 4-17　新建海底注水管道的牺牲阳极锌释放量
<table>
<tr><th>名称</th><th>设计年限</th><th>阳极块单重（kg）</th><th>阳极块数量（块）</th><th>锌含量（%）</th><th>单块阳极锌含量（kg）</th><th>单块阳极每年释放量（kg/a）</th><th>单个阳极块锌释放源强（g/s）</th></tr>
<tr><td>KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH</td><td>25</td><td>190.5</td><td>69</td><td>4.5</td><td>7.2</td><td>0.31</td><td>9.79×10^{-6}</td></tr>
<tr><td>KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB</td><td>25</td><td>190.5</td><td>57</td><td>4.5</td><td>7.2</td><td>0.31</td><td>9.79×10^{-6}</td></tr>
<tr><td>KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE</td><td>25</td><td>190.5</td><td>30</td><td>4.5</td><td>7.2</td><td>0.31</td><td>9.79×10^{-6}</td></tr>
</table>
项目不涉及新钻及调整井工程，不涉及产能及生产流程变化，不新增定员，注水管道运营期除牺牲阳极外无污染物产生及排放，无溢油风险，平台运行不新增环境风险，建设单位继续采取现有各项环境风险防范及应急措施，将运营期环境风险事故对环境的影响降到最低。
</td>
</tr>
<tr>
<td>选址选线环境合理性分析</td>
<td>
项目新建注水管道路由区海底地形变化平缓，路由与原注水软管路由基本保持一致，与现有挠性管间距 6m，施工对原管道不产生影响，不影响周边船舶通航，海底电缆路由尽量平直，距离最短，选址合理可行。
</td>
</tr>
</table>

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** 本项目施工阶段产生的污染物主要为船舶机舱含油污水、作业人员产生的少量生活污水、生活垃圾、生产垃圾；本项目新建海管期间产生的悬浮物、船舶污染物等。 **（1）悬浮物** 本项目新建海管采用铺管船进行铺设，采用后挖沟方式进行挖沟作业，施工停止后6小时海水水质可恢复一类水质标准，海底管道铺设时将尽可能减少挖沟面积，尽量选择良好工况，降低船舶碰撞风险，以减缓铺设作业对海洋渔业资源和生态环境的影响。 **（2）生活污水和生活垃圾** 本项目施工期，生活污水经船舶的生活污水处理装置处理达标后排海，生活垃圾（除船舶食品废弃物外）运回陆地处理。 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，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。 **（3）船舶机舱含油污水** 施工船舶机舱含油污水按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求，阀门铅封运回陆地交由有资质的单位处理。 **（4）生产垃圾** 施工期产生的生产垃圾经分类收集后，一般工业垃圾运回陆地处理，危险废物运回陆地委托有资质的单位进行处理，并按照当地政府实施《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求进行回收利用或处置。 **（5）船舶废气** 本项目位于渤海，属于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11）规定的船舶大气污染物排放控制区中的沿海控制区。建设单位在施工时选择的施工船舶应满足以下条件： ①2019年1月1日起应使用硫含量不大于0.5%m/m的船用燃油； ②2015年3月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过130千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求； 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。

	同时，建议交通海事部门加强船舶施工过程中的监督管理，确保大气污染物排放满足要求。 **2、生态保护对策措施** 施工期间新建海底管道产生的悬浮物会对海洋生物造成一定的影响，本项目拟采取以下措施： 本项目需合理安排施工作业时间，管道挖沟尽量避开渔业产卵盛期 5-6 月，管道挖沟施工中需严格减少悬浮物扩散的影响范围，最大限度地减少对海洋生物的影响。 同时，施工过程中，应采取优化施工工艺、选择先进的施工铺设机具等积极措施，严格落实达标排放，减少对海洋环境的影响。 **3、施工期环境风险防范与应急措施** 本项目在施工阶段有可能发生的事故包括船舶碰撞燃料油泄漏，海底注水管道施工导致现有输油管道破裂溢油。施工期应针对可能出现的不同环境风险类型，制定相应的环境风险防范措施，减少环境风险事故发生的概率、降低溢油事故后对环境造成的影响： （1）充分考虑设备的保护措施并提供防火防爆保护，提供充分的消防设备，预防火灾和爆炸。 （2）避免燃油舱破损引起燃料油泄漏。加强工作船舶操作人员日常安全防范意识，防止人为操作失误引起作业船舶碰撞。制定相应的保护和检测程序，由值班船对平台周围进行巡视，守护船舶保持警戒状态，加强值班瞭望，保证无其他无关船舶干扰以保证作业安全。 （3）在预防为主的基础上，充分利用现有的溢油应急处理能力和措施，降低海上溢油的环境污染程度。 （4）项目海底注水管道路由设计阶段充分考虑了与现有挠性管的安全距离，并采用了先进的船舶和设施进行施工，在交越处施工铺设水泥压块等设施对现有海管进行保护。施工阶段严格按照设计要求施工，注水管道铺设完成，要进行扫线、清管和试压。 为预防船舶碰撞溢油事故的发生，以及发生溢油事故时能够及时、有效地进行应急反应，组织有效力量控制污染，建设单位已编制《垦利 10-1 油田群溢油应急计划》（2025 版）和《垦利 3-2 油田群溢油应急计划》（2025 版），并在生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局备案，溢油应急计划内容包括新建海管期间主要环境风险的预防措施、应急组织机构、应急能力、溢油应急程序、溢油事故的处置等。该溢油应急计划满足本项目施工期溢油应急的需求。
运营期生态环境保护措施	本项目运营期除排放少量牺牲阳离子外不会产生污染物，不会对周边海洋生态环境造成影响。但运营期仍应加强管道复勘和运维，防止管道泄漏等情况，主要有以下措施。 （1）专人负责流程切换、中控做好记录等工作。. （2）全体操作人员熟悉应急预案，确保发生应急能够快速做出正确反应。

<table>
<tr><td></td><td>（3）值班人员时刻关注 AIS 系统，定时进行海面瞭望，发现异常情况及时上报协调处理。</td></tr>
<tr><td>其他</td><td>本项目投产后，纳入现有跟踪监测计划中，不新增跟踪监测计划。</td></tr>
<tr><td>环保投资</td><td>环境保护投资主要包括一次性环境设施投资及其相关操作费用和辅助费用，本项目环保投资主要为固体废物及船舶机舱含油处理费，经核算本项目环保投资约为[redacted]。

表 5-1 环保投资明细
<table><tr><th>序号</th><th>环境保护投资</th><th>折合环保投资（万元）</th></tr><tr><td>1</td><td>固体废物及船舶机舱含油污水等污染物处理费</td><td>[redacted]</td></tr><tr><td colspan="2">合计</td><td>[redacted]</td></tr></table></td></tr>
</table>

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容 要素	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	生产垃圾、生活垃圾（除船舶食品废弃物外）、机舱含油污水全部回收运回陆上处理，不排海；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；施工期生活污水经施工船舶生活污水处理设施处理达标后排海	《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）	/	/
地表水环境	/	/	/	/
地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	/	/	/	/
振动	/	/	/	/
大气环境	施工船舶使用符合要求的燃料油	符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168 号）》	/	/
固体废物	/	/	/	/
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	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	《垦利 10-1 油田群溢油应急计划》（2025 版）和《垦利 3-2 油田群溢油应急计划》（2025 版）	/	/
环境监测	/	/	本项目不单独设跟踪监测计划，纳入垦利 6-1 油田现有跟踪监测计划中	/
其他	/	/	/	/

七、结论

本项目在垦利6-1油田新建三条注水管道，同时对现有的三条注水软管进行封存，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。

（1）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”，与《山东省国土空间规划（2021-2035年）》及《关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鲁政字〔2020〕269号）相协调，本项目所处海域位于山东省生态保护红线之外，施工期和运营期正常情况下均不会对其产生不利影响。

（2）项目施工期间，船舶生活污水处理达标后排海，生活垃圾（除船舶食品废弃物外）、生产垃圾和船舶含油污水运回陆上交有资质单位处理，不排海，对周边海域的影响范围较小。运营期除牺牲阳极锌排放之外不产生污染物，对海域环境影响较小。

（3）工程存在一定溢油风险，一旦发生溢油事故会对生态和环境造成严重危害后果，拟采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施，建设单位已经制定了《垦利3-2油田群溢油应急计划》及《垦利10-1油田溢油应急计划》并在海河流域北海海域生态环境监督管理局备案，本项目投产后一并纳入该溢油应急计划。

（4）在施工和运营过程中严格落实本报告中提出的各项环境保护措施、溢油风险防范措施及溢油应急计划的基础上，从环境保护角度讲，本项目可行。

因此，在积极落实本报告表提出的防治措施的情况下，本项目可行。

附录

环境风险专项评价

1. 评价依据

1.1 风险调查

按照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）的要求，进行本项目的环境风险分析与评价。工程主要涉及的危险物质包括：原油、燃料油（柴油）、天然气等。

表 1-1 原油理化性质及危险特性表

<table>
<tr><td rowspan="2">标识</td><td colspan="2">中文名：原油</td><td colspan="2">英文名：Crude Oil</td></tr>
<tr><td>危规号：32003</td><td>UN 编号：1267</td><td colspan="2">CAS 号：8002-05-9</td></tr>
<tr><td rowspan="4">理化特性</td><td colspan="2">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</td><td colspan="2">溶解性：不溶于水，溶于多数有机溶剂</td></tr>
<tr><td colspan="2">20℃密度：969.9kg/m^3</td><td colspan="2">50℃密度：950.2kg/m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">沸点（℃）：120-200℃</td><td colspan="2">禁忌物：强氧化剂</td></tr>
<tr><td colspan="2">稳定性：稳定</td><td colspan="2">聚合危害：不聚合</td></tr>
<tr><td rowspan="5">危险特性</td><td colspan="2">危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体</td><td colspan="2">引燃温度（℃）：350</td></tr>
<tr><td colspan="2">闪点（℃）：44</td><td colspan="2">燃烧（分解）产物：CO、CO2</td></tr>
<tr><td colspan="2">爆炸下限（v%）：1.1</td><td colspan="2">爆炸上限（v %）：8.7</td></tr>
<tr><td colspan="4">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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">灭火方法：泡沫、干粉、二氧化碳、砂土</td></tr>
<tr><td>毒理性质</td><td colspan="2">LD50：500-5000mg/kg（哺乳动物吸入）</td><td colspan="2">毒性判别： 低毒类</td></tr>
<tr><td rowspan="3">健康危害</td><td colspan="4">侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收</td></tr>
<tr><td colspan="4">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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">急性中毒：</td></tr>
<tr><td rowspan="4">急救</td><td colspan="4">皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗</td></tr>
<tr><td colspan="4">眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗</td></tr>
<tr><td colspan="4">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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">食入：误服者给充分漱口、饮水，就医</td></tr>
<tr><td>泄漏处理</td><td colspan="4">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。</td></tr>
</table>

标识	中文名：原油		英文名：Crude Oil
	危规号：32003	UN 编号：1267	CAS 号：8002-05-9
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 1-2 天然气理化特性及危险性质

标识	中文名：天然气	英文名：Natural Gas
	危规号：21007	UN 编号：1971	CAS 号：74-82-8
理化特性	外观与性状：无色无臭易燃易爆气体	溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚
	熔点（℃）：-182	沸点（℃）：-161.49
	相对密度：（水=1）0.45（液化）	相对密度：（空气=1）0.59
	饱和蒸气压（kPa）53.32（-168.8℃）	禁忌物：强氧化机、卤素
	临界压力（MPa）:4.59	临界温度（℃：）-82.3
	稳定性：稳定	聚合危害：不聚合
危险特性	危险性类别：第 2.1 类易燃气体	燃烧性：易燃
	引燃温度（℃）：482~632	闪点（℃）：-188
	爆炸下限（v%）：5.0	爆炸上限（%）：15.0
	最小点火能（MJ）：0.28	最大爆炸压力（kPa）：680
	燃烧热（MJ/mol）:889.5	火灾危险类别：甲 B
	燃烧（分解）产物：CO、CO_2、水。	
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险。	
	灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。	
	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℃。远离火种、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消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。	

表 1-3 柴油理化特性及危险性质

标识	中文名：柴油	英文名：Diesel Oil
理化特性	外观与性状：稍有粘性的棕色液体	溶解性：不溶于水
	熔点（℃）：-18	沸点（℃）：282-338
	相对密度：（水=1）0.87-0.9	
危险特性	燃烧性：易燃	闪点（℃）：38
	引燃温度（℃）：257	
	燃烧（分解）产物：CO、CO_2	
	危险特性：遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。	
	灭火方法：消防人员须佩戴防毒面具、穿全身消防服，在上风向灭火。尽可能将容器从火场移至空旷处。喷水保持火场容器冷却，直至灭火结束。	
	灭火剂：雾状水、泡沫、干粉、二氧化碳、砂土	
健康危害	侵入途径：吸入	
	健康危害：皮肤接触可为主要吸收途径，可致急性肾脏损害。柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮。吸入其雾滴或液体呛入可引起吸入性肺炎。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛	
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医	

1.2 风险潜势初判

本项目涉及的主要危险物质为油类。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）附录 B“重点关注的危险物质及临界量”中表 B.1 中规定的临界量，油类物质的临界量为 2500t，天然气的临界量为 10t。

本项目新建 KL6-1PAP 至 KL6-1WHPH（6.9km）、KL6-1CEP 至 KL6-1WHPB（5.7km）、KL6-1WHPD 至 KL6-1WHPE（3.0km）三根注水管道，未新增油气在线量，未改变油气处理方式，未改变油气运输方式，施工阶段船舶之间及船舶与平台设施可能发生碰撞，导致船舶燃料油入海，本项目最大可能溢油量为施工期船舶的单舱容积，约 100m^3。

根据下式计算危险物质数量与临界量比值 Q：

$$Q = \frac{q_1}{Q_1} + \frac{q_2}{Q_2} + \cdots\cdots + \frac{q_n}{Q_n}$$

式中：q_1、q_2、……、q_n ——每种危险物质的最大存在总量，t；

Q_1、Q_2、……、Q_n——每种危险物质的临界量，t；油类物质取 2500t，天然气取 10t。

柴油的密度取 900kg/m^3。

经计算，$Q=Q_{原油}+Q_{天然气}=90/2500=0.036$，小于 1。因此，本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　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。

2.　环境敏感目标概况

本项目附近海域环境风险敏感目标及与本项目的相对位置详见附表 1。

3.　环境风险识别

3.1 风险识别

本项目在施工过程中事故包括船舶碰撞燃料油泄漏、海底注水管道施工导致现有输油管道破裂溢油等。运营期注水管道运行无溢油风险，平台运行不新增环境风险。

（1）船舶碰撞燃料油泄漏

施工阶段使用铺缆船、供应船等，船舶与平台及周围设施之间可能因设备故障、人员操作失误等原因发生碰撞，从而可能导致船舶储油设施发生泄漏。

（2）海底注水管道施工导致现有输油管道破裂溢油

项目海底注水管道施工过程中，尤其是在与现有管缆交越处施工过程中，如操作不当可能会导致现有输油管道破裂，从而发生油品泄漏的情况。

3.2 油气泄漏事故概率分析

（1）船舶碰撞燃料油泄漏事故

施工期间平台附近主要有浮吊船、驳船、拖轮等，施工阶段船舶之间及船舶与平台设施可能发生碰撞，导致船舶燃料油入海；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与油田设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》（2010），船舶与平台等油田设施发生碰撞的概率见下表。

表 3-1　船舶碰撞概率

船舶类型	碰撞频率（世界范围）	亚洲地区分配系数	造成重大损伤	碰撞概率
本油田船舶	8.8×10^{-5}	0.17	26%	3.9×10^{-6}
外来航船	2.5×10^{-5}	0.17	26%	1.1×10^{-6}
总计				5.0×10^{-6}

根据上表，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。根据经验，船舶碰撞造成的溢油事故概率将至少低一个数量级，同时考虑建设单位多年的施工及生产从未发生过船舶碰撞施工，本项目船舶碰撞造成溢油事故的概率将小于 5.0×10^{-7} 次/a。

（2）海底注水管道施工导致现有输油管道破裂溢油

项目海底注水管道路由设计阶段充分考虑了与现有挠性管间隔 6m 的安全距离，施工采用 DP2 动力定位船精准施工，避免了锚挂风险。交越处施工在距离现有管道 30m 处即停止挖沟，并开始铺设水泥压块铺至交越后 30m，即总计铺设 60m 水泥压块对现有海管进行保护，方继续挖沟铺设，采取上述措施后，基本不会对现有管道造成破坏，发生溢油的可能性很小。

3.3 溢油事故溢油量估计

根据 3.1 节，项目溢油事故的主要为施工期船舶碰撞燃料油泄漏事故，因此本节只给出建设阶段因船舶碰撞泄漏的燃料油（柴油）最大可能溢油量。本项目取单舱舱容最大的拖轮单舱舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量为 100m^3。

4. 环境风险影响分析

根据前节，本项目识别的环境风险事故主要为船舶碰撞溢油、海底注水管道施工导致现有输油管道破裂溢油。本次评价通过类比油田近期环评报告分析环境风险影响程度。

根据《渤中、垦利油田开发及岸电应用工程环境影响报告书》（中海油研究总院有限责任公司，2021 年 9 月，环审〔2021〕73 号），环境风险分析与评价章节识别出施工阶段可能导致油气泄漏的事故包括井涌或井喷、船舶碰撞等存在的风险等，报告书涵盖了本项目环境风险类型。报告书海管溢油位置 KL6-1 CEP 平台，为本项目平台之一，报告书溢油预测源强为 467m^3，大于本项目最大可能溢油量 100m^3。本项目环境风险未超过该环评报告书环境风险范围，因此本项目环境风险影响直接引用该环评风险评价结论：

“KL6-1 CEP 平台附近管道发生溢油事故时，当风向为 SSW 时，最大漂移距离为 159.9km，最大扫海面积为 1114.4km^2。在 N 风向极值风速条件下最短 17.3h 可到达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区-莱州湾保护区”。

同时，本项目位于鳀鱼产卵场和索饵场、银鲳鱼产卵场、白姑鱼洄游路线、蓝点马鲛产卵场、中国毛虾产卵场和索饵场内，无论何时溢油均会对这些区域产生不利影响。

图 4-1 KL6-1 CEP 平台附近管道溢油极值风况下油膜轨迹（大潮、涨急）

4.1 对大气环境的影响分析

施工船舶燃料油泄漏等事故发生时，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，因为项目区域常年风速较大，气体较易得到扩散，对空气环境影响较小。泄漏的油品一旦着火，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 SO_2、烟尘、CO 会造成周围大气环境污染。

4.2 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：一类是大量的油类造成的急性中毒，另一类是长期的低浓度油类的毒性效应。

4.2.1 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气体交换，白天浮游植物进行光合作用所需二氧化碳得不到满足，夜晚浮游植物生理代谢所需氧气也难从大气中获取，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。

4.2.2 对游泳生物的影响

溢油黏附于海洋鱼类、甲壳类、头足类和爬行类游泳动物体表后，可能堵塞游泳动物的呼吸系统，导致游泳动物窒息而亡。大型哺乳动物体表黏上溢油后，虽然经过一段时间自己可以清除掉，但是如果摄入体内，会损害其内脏功能。溢油对鱼类的损害尤为严重，其中又以鱼卵和幼体为甚，鱼卵和幼体对石油污染的毒性敏感程度要比成熟个体高约 100 倍（张计涛，2007）。

如果污染事故发生在鱼类的产卵或孵化场，由于油的覆盖和毒害，鱼卵和幼体会被杀死；性成熟的鱼，当产卵洄游到严重油污、地理位置较窄、浅水和水交换不良处，也会被杀死；产卵场或孵化场受到严重油污，将影响鱼的怀卵数量和产卵行为，种群繁衍可能受到伤害；无脊椎动物由于逃离溢油现场的速度较鱼类慢，因此其受溢油的损害更大。油污染不仅能降低甲壳类动物的摄食率和运动能力，还能抑制甲壳类动物的趋化性，阻抑或降低其生殖行为，延长其蜕皮时间，降低其生长率。溢油污染使水域中大量的饵料生物浮游动、植物等数量减少，破坏了游泳生物的幼体及部分成体赖以生存的饵料基础，食物链网传递能量脱节，致使高营养级生物量下降，造成区域生态失衡。油污干扰了游泳生物正常的生理、生化机能，从而会引起病变。近些年，鱼虾贝类病害时有发生，造成了很大经济损失，水质恶化是造成病害的重要原因之一，而石油污染又是造成水质恶化的重要原因之一。油类污染物在相当长的一段时间持续影响水域生态环境，使游泳生物产生回避反应，继而使一些种类被迫改变生活习性，影响种群正常洄游、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。

4.2.3 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质甚至油类颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层油类污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所以一旦受到溢油污染，它们便难以生存。溢油中的多环芳烃（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蛹同样会丧生，即使活下来的也不能再被食用。被溢油污染过的牡蛹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。

5. 环境风险防范对策措施和应急方法

5.1 事故防范措施

5.1.1 船舶碰撞防范措施

- 在施工期间，建立溢油应急制度，一旦突发事故造成溢油事故，应迅速做出反应，一方面尽快向部门监督和环保部门汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方面应同时尽快实施污油回收、消除等有效措施，以减少污染损害。
- 协助相关部门作好进作业船舶的调度工作，严格执行有关操作规程，避免船舶的碰撞。制定严格的船舶施工作业制度和操作规程，尽量杜绝事故的发生。
- 制订必要的事故应急程序，配置相应的具有溢油回收功能的施工船舶等。一旦溢油事故发生，立即启动应急程序，并及时报告相关政府部门，对溢油进行清除，将溢油造成的损失降至最低。
- 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让措施。根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。
- 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。

5.1.2 海底注水管道施工对现有输油管道破坏风险防范措施

- 项目海底注水管道路由设计阶段充分考虑了与现有挠性管间隔 6m 的安全距离，施工采用 DP2 动力定位船精准施工，避免了锚挂风险。
- 交越处施工在距离现有管道距 60m 处开始减少挖深造坡，30m 处即停止挖沟，并开始铺设水泥压块铺至交越后 30m，即总计铺设 60m 水泥压块对现有海管进行保护，方继续挖沟铺设。新建注水管道在交越处全部位于水泥压块上方。
- 对交越管道交越处的管道路由方向，上下处铺设至少 40m（交越点左右各 20m）水泥压块保护段。

5.1.3 输油管道事故防范措施破坏风险防范措施

- 严格按照设计要求进行施工，注水管道铺设完成，要进行扫线、清管和试压。
- 作业者将制定相应的管道保护和检测程序，由值班船对管道沿途进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行定期全面检测，定期开展内检和外勘，确保海底管道的安全性。
- 当海底管道发生局部泄漏事故时，管内压力的突然降低将使平台上的自动应急关断系统启动而迅速关断物流。如果自动应急关断系统失灵则进行手动关断，且由于在平台上均设置有过程控制系统（用于对工艺及公用设施的运行进行控制）、安全监控系统（包括应急关断和火气监控系统），用于对平台设备及人员安全进行监控和保护。

5.2 溢油事故应急处理措施

5.2.1 溢油应急预案

本项目溢油应急计划依托《垦利 3-2 油田群溢油应急计划》（2025 版）和《垦利 10-1 油田群溢油应急计划》（2025 版），2025 年 3 月 10 日在生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局取得备案。本项目新建注水管道，不新增运营期风险。

该区域内溢油事故超过油田自身溢油处置能力的，由渤南作业公司向天津分公司申请后续资源支持。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，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。

5.2.1.1 天津分公司应急组织机构

渤南作业公司为天津分公司所辖作业公司之一，垦利油田群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、天津分公司总值班室、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 5-1　天津分公司应急组织机构

5.2.1.2 油田现场应急组织机构

（1）垦利 3-2 油田群

垦利 3-2 油田群现场溢油应急小组是在天津分公司应急指挥中心的领导、指导和支持下进行现场级别的溢油应急事故的应急响应。垦利 3-2 油田群包含 KL3-2 CEPA 现场溢油应急小组和垦利 6-1 油田现场溢油应急小组两个小组。

图 5-2　垦利 3-2 油田群现场溢油应急小组设置图

组长：垦利 6-1 油田总监；

副组长：溢油事发中心平台安全监督、生产监督、维修监督、井口平台长（BZ35-2CEPA 所辖 BZ35-2WHPB 和 BZ29-4WHPC，KL6-1CEP 所辖 BZ29-6WHPA）；

组员：溢油事发中心平台工艺工程师、水手长、机械工程师、电气工程师、仪控工程师、计划控制工程师；

现场支持：油田守护船。

图 5-3　垦利 6-1 油田现场溢油应急组织机构小组组织机构图

（2）垦利 10-1 油田群

垦利 10-1 油田群溢油应急小组是在天津分公司应急指挥中心的领导、支持下进行现场级别的溢油应急事故的应急反应。油田总监担任垦利 10-1 油田群溢油应急响应的应急小组

组长，其他人员配合，其应急组织机构如下：

应急小组组长：垦利 10-1CEP 油田总监；

应急小组副组长：安全监督；

成员：生产监督、维修监督、工艺工程师、水手长、安全工程师、机械工程 师、电气工程师、仪控工程师、计划控制工程师；

现场支持：油田守护船。

图 5-4 垦利 10-1 油田群应急组织机构图

5.2.2 应急反应程序

发生溢油事故后，溢油发现者应第一时间将事故信息（溢油点、目测溢油量等）上报平台中控室，事发平台中控室将溢油事故信息报告油田总监。

图 5-5 溢油事故报告程序图

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。

5.3 溢油应急措施有效性分析

5.3.1 油田自身溢油应急资源

垦利 3-2 油田群在 KL3-2CEPA、BZ35-2CEPA 及东营陆地终端配置了以下溢油应急设备，并在 BZ29-6WHPA 井口平台上配备了适量吸油毛毡、消油剂及喷洒装置。垦利 10-1 油田群在 KL10-1CEP、KL16-1WHPA 平台等位置配备与油田规模相匹配的溢油应急设备。一旦发生溢油事故，垦利 3-2 油田群、垦利 10-1 油田群将优先利用本油田或其所依托油田的溢油资源进行溢油应急处置。主要通过平台吊车将溢油应急设备吊放到值班守护船上，按照现场应急职责分工实施应急工作。若发生超出本油田群应急能力的溢油事故时，及时调用外部应急力量。

表 5-1 本工程依托的垦利 3-2 油田群现有溢油应急资源

序号	货物规格型号	BZ35-2CEPA	BZ29-4WHPC	BZ35-2WHPB	KL3-2CEPA	东营陆地终端	BZ29-6WHPA
围油栏系统							
1	充气式橡胶围油栏	400m	/	/	400m	400m	/

序号	货物规格型号	BZ35-2CEPA	BZ29-4WHPC	BZ35-2WHPB	KL3-2CEPA	东营陆地终端	BZ29-6WHPA
	1500 型						
2	围油栏卷栏机	2 套	/	/	2 套	2 套	/
3	快速布放 PVC 围油栏	/	/	/	400m	/	/
4	围油栏动力站	1 台	/	/	1 台	1 台	/
5	围油栏充气机	1 台	/	/	1 台	1 台	/
6	液压管线组	1 套	/	/	1 套	1 套	/
7	围油栏拖头及附件	2 套	/	/	2 套	2 套	/
8	围油栏存储集装箱 3 侧开门，含吊索具	2 套	/	/	2 套	2 套	/
撇油器							
1	多功能收油机 30 方/小时	1 台	/	/	1 台	1 台	/
2	收油机动力站 50KW	1 台	/	/	1 台	1 台	/
3	液压管线组	1 套	/	/	1 套	1 套	/
其它							
1	消油剂喷洒装置	1 套	/	/	1 套	1 套	1 套
2	高压清洗机	1 套	/	/	1 套	1 套	/
3	真空收油机	/	/	/	/	1 套	/
4	浮动储油囊 10 方	2 套	/	/	2 套	2 套	/
5	溢油分散剂	2 吨	300KG	300K G	2 吨	3 吨	2000KG
6	吸附材料（吸油毛毡）	1 吨	0.2T	0.2T	1 吨	3 吨	100 箱
7	吸附材料（吸油拖栏）	500m	/	/	500m	400m	400m
8	动力/设备集装箱 20 尺含吊索具	2 个	/	/	2 个	4 个	1 套
9	便携储油罐 10 方	/	/	/	/	4 套	/
10	吸附材料（沙土）	/	/	/	/	5 吨	/

表 5-2　本工程依托的垦利 10-1 油田群现有溢油应急资源

设备配备	溢油应急物资数量	存放位置
围油栏	400m	KL10-1CEP 平台
围油栏动力站	1 套	KL10-1CEP 平台
充吸气机	1 套	KL10-1CEP 平台
撇油器（30m³/h）	1 套	KL10-1CEP 平台
储油囊（5m³）	2 套	KL10-1CEP 平台
高压清洗机	1 套	KL10-1CEP 平台
吸油毛毡	1t	KL10-1CEP 平台
消油剂	2t	KL10-1CEP 平台
消油剂喷洒装置	1 套	KL10-1CEP 平台
自充气式围油栏	200m	KL16- 1 WHPA 平台
普通围油栏	400m	KL16- 1 WHPA 平台
撇油器（50m³/h）	1 套	KL16- 1 WHPA 平台
吸油托栏	250m	KL16- 1 WHPA 平台
吸油毛毡	0.6t	KL16- 1 WHPA 平台
消油剂	2.0t	KL16- 1 WHPA 平台
无人工作艇	1 台	KL16- 1 WHPA 平台
吸油毛毡	0.15t	KL10-4WHPA 平台

设备配备	溢油应急物资数量	存放位置
消油剂	0.34t	KL10-4 WHPA 平台
抹布	0.02t	KL10-4WHPA 平台
吸油毛毡	0. 15t	KL10- 1WHPA 平台
消油剂	0.34t	KL10- 1 WHPA 平台
抹布	0.02t	KL10- 1WHPA 平台

5.3.2 周边可利用油田的溢油应急资源

超出油田自身溢油应急能力时，将通过天津分公司应急协调办公室的调配和指挥，将周边油气田的应急资源调往事故现场，共同清理海上油污，尽可能减小海洋环境的破坏。周边可借用的应急力量主要包括渤中 34-9 油田等的溢油应急设施。

表 5-3　BZ34-1 平台溢油应急回收设备一览表

油田及设施名称		渤中 34-1 油田			
存放地点		BZ34-1CEPA	BZ34-2EP	BZ34-4EP	BZ28-1S
围油栏	型号	充气式围油栏 HRA1500/ 100	/	/	/
	厂家	天津汉海环保设备有限公司	/	/	/
	总长/m	200 米	/	/	/
	储存方式	-60℃—70℃	/	/	/
	生产日期	2007.9	/	/	/
动力装置	型号	围油栏动力站 HPP30	/	/	/
	厂家	天津汉海环保设备有限公司	/	/	/
	功率/kw	38KW	/	/	/
撇油器	型号	ZSC30	/	/	/
	厂家	天津汉海环保设备有限公司	/	/	/

表 5-4　BZ34-2/4CEPA 平台溢油应急资源

名称	规格/型号	数量	单位
围油栏	1500 型	400m	米
动力站	30kw	1	台
动力站	50kw	1	台
撇油器	$30m^3/h$	1	台
浮式储油囊	$10m^3$	2	套
喷洒装置	$4.8m^3/h$	1	套
高压清洗机	-	1	套
吸附材料	SPC	50	包
消油剂	GM-2	1020	g

表 5-5　渤中 34-9 油田溢油应急资源

名称	型号及规格	数量	储存地点
充气式橡胶围油栏	HARB1500	400m	BZ34-9CEPA
撇油器	30 方/小时	1	BZ34-9CEPA
撇油器动力站	50KW	1	BZ34-9CEPA
浮动储油囊	10 方	2	BZ34-9CEPA
消油剂喷洒装置	80	1	BZ34-9CEPA
高压清洗机	HDS1000DE	1	BZ34-9CEPA
SPC 吸油拖栏		500	BZ34-9CEPA

名称	型号及规格	数量	储存地点
SPC 吸油毛毡		1	BZ34-9CEPA
溢油分散剂		3	BZ34-9CEPA

5.3.3 溢油应急响应时间

垦利 3-2 油田群各油田的溢油应急能力可以在一般溢油应急事故初级阶段起到较好的拦截回收溢油的作用。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，垦利 3-2 油田群各油田为此做好了充分准备，在预防为主的基础上，油田群在 BZ35-2CEPA、KL3-2CEPA、BZ29-6WHPA 及东营陆地终端配备了适当的溢油应急设备及物资，守护船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守，一旦发生溢油突发事件，垦利 3-2 油田群各油田立即启动本计划快速有效地进行部署；同时，通知守护船在第一时间内将平台上溢油设备进行装载，展开溢油应急处置；另外，垦利 3-2 油田群附近的渤中 34-1 油田、渤中 34-2/4 油田、渤中 34-9 油田、垦利 10-1 油田等也可在第一时间进行协助，实现资源互补，尽可能将溢油的影响降至最低。

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 12 节算（约 22.2 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。垦利 3-2 油田群周边油田及设施溢油应急资源动员时间、航行距离（KL6-1 CEP 平台）。

表 5-6　垦利 3-2 油田群周边油田溢油应急资源抵达 KL6-1 CEP 平台时间

油田及设施名称	航行距离（km)	动员时间（h）	航行时间（h）	到达溢油现场 时间（h）
东营陆地终端	78	1.5	3.6	5.1
KL3-2CEPA 平台	30.3	1.5	1.4	2.9
BZ34- 1CEPA 平台	21.6	1.5	1.0	2.5
BZ34-2/4CEPA 平台	22	1.5	1.0	2.5
渤中 34-9 油田	18	1.5	0.8	2.3
垦利 10- 1 油田	32	1.5	1.4	2.9

表 5-7　外部资源到达时间

应急基地名称	与 KL6-1CEP/BZ35-2CEPA 距离（km）	动员时间（h）	船舶航行时 间（h）	响应时间（h）
塘沽中心基地	220	2	9.9	11.9
绥中设备库	195	2	8.8	10.8
龙口设备库	95	2	4.3	6.3
东营设备库	78	78	78	78

图 5-6　应急物资分布图（与 KL6-1CEP 距离）

5.3.4 溢油应急能力可行性分析

（1）油田自身溢油应急能力

垦利 3-2 油田群、垦利 10-1 油田群配备了专门的溢油回收设备，发生溢油事故时，立

足于作业者装备在海上的溢油应急力量实现自救，油田自身配备有围油栏、撇油器、储油囊等溢油应急设备。

（2）溢油围控能力

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

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

式中：

L——围控溢油所需围油栏长度，m；

m——泄漏油品质量，t；

t——溢油发生之后的时间，h；

π——圆周率，无量纲；

d——油膜厚度，m，在 0.005-0.05m 之间，这里取最小值 0.01m；

φ——围油栏利用系数，取 0.9；

ρ——泄漏油品（柴油）密度，g/cm^3。

船舶碰撞泄漏量 100m^3 进行计算围控溢油所需的围油栏长度，根据上式估算在海况条件允许时发生溢油 3h 时所需要的围油栏长度约为 380m。本工程附近可借助围油栏长度为 2200m，海况条件允许和应急反应及时下可以满足本工程实施后溢油应急处理要求。

（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，m^3/h；

V——总溢油量，m^3；

b——机械回收量占总溢油量的比例，40%~60%；

α——收油机回收效率（回收液体中石油类的比率），50%~80%；

h——回收工作时间（h），取 24h；

溢油总量按船舶碰撞泄漏量 100m^3 计算，取 b 为 50%，α为 70%，则本项目船舶溢油事故所需的机械回收能力为 3m^3/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，m^3/h；

t——临时储存回收时间，h，一般取 12h；

根据前述计算的机械回收能力，本项目需要的临时储存能力为 $36m^3$。

（4）溢油应急能力符合性分析

本项目油田自身及外借溢油应急设备的应急能力如下表所示。垦利 3-2 油田群、垦利 10-1 油田群溢油应急资源可以满足船舶碰撞最大溢油量的应急需要，本项目不新增溢油应急设备。

表 5-8　溢油应急能力符合性分析表

所需溢油应急能力		本工程现有应急资源	附近油田现有应急资源	合计	是否满足
围油栏长度（m）	380（3h）	2200	1000	2400	满足
机械回收能力（m^3/h）	6	170	60	180	满足
临时储存能力（m^3）	36	70	45	110	满足

6.　结论

本次评价识别环境风险类型主要包括船舶碰撞燃料油泄漏事故、海底注水管道施工导致现有输油管道破裂溢油等。

根据类比，在极值风作用下，KL6-1 CEP 平台附近管道发生溢油事故时，在 N 风向极值风速条件下最短 17.3h 可到达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区-莱州湾保护区，一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要项目建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视。

根据应急响应时间分析，在设定情景下，将以 KL6-1 CEP 平台为中心开展溢油应急工作，若发生溢油事故超出油田自身已有应急能力，可借助周边油田等外部力量，垦利 6-1 油田自身及周边应急力量可在 1.5-14.1h 内抵达现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急工作，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

本项目新建注水管道，不新增运营期风险。建设单位按照溢油应急计划配备溢油物资及人员并定期演练，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。