建设项目环境影响报告表

（生态影响类）

项目名称：旅大10－1油田至绥中36－1油田输气项目

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

编制日期：2021年6月

一、建设项目基本情况

建设项目名称	旅大 10－1 油田至绥中 36－1 油田输气项目		
项目代码	无		
建设单位联系人	原佳甲	联系方式	022－66501343
建设地点	渤海辽东湾海域辽西低凸起的中南端		
地理坐标	LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 海底输气管道：起点（[redacted]）；终点（[redacted]） LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 原注水海管：起点（[redacted]）；终点（[redacted]） SZ36-1CEP 平台：（[redacted]） SZ36-1CEPN 平台：（[redacted]）		
建设项目 行业类别	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）	新建海底管线长 [redacted] km，用海面积约 18.6hm^2
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（%）	[redacted]	施工工期	4 个月
是否开工建设	☑否 ☐是：_____		
专项评价设置情况	风险评价专项评价		
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	本项目计划新建一条 LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气海管，把 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 原注水海管改为输气海管，将旅大油田未利用的天然气输送到绥中 36-1 油田，并对相关平台设施进行改造。 （1）与产业政策的符合性分析 本项目属于海洋油气勘探开采项目的附属工程，符合国家《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展和改革委员会令第29号，2020年1月1日实施）中“常规石油、天然气勘探与开采”，属于国家产业政策中的鼓励类项目。 （2）与《全国海洋主体功能区规划》符合性分析 根据《全国海洋主体功能区规划》，本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”。本项目属于海洋油气勘探开采项目的附属工程。因此项目建设符合《全国海洋主体功能区规划》的相关要求。 （3）与《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》，本项目所处海域不在辽宁省海洋主体功能区规划范围内（见附图 1），且距离主体功能区划范围较远（最近距离绥中县海域约 21.2km）。根据类比分析，本项目施工期新建海管造成海水悬浮物超一类最范围距离管线最远约 1.27km。施工期除生活污水处理达标后排海不排放其他污染物，运营期不新增污染物的排放，施工期和运营期均不会对辽宁省海洋主体功能区规划产生不利影响。 （4）与《全国海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性分析 根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所处海域位于渤海中部海域东北部海域，是我国重要的海洋矿产资源利用区域。符合《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》中明确的“西南部、东北部海域重点发展油气资源勘探开发”的功能定位。 项目建设和运营不会影响该海域海运用海功能的发挥；本项目对海洋生态环境的影响主要是新建海底管道铺设时产生的悬浮物对海水水质、海洋生态、生物资源的影响，属于短期、可恢复性影响。建设单位为防范海上溢油等海洋环境突发污染事件制定了溢油应急计划，并配备了相应的溢油设备。项目方需将本项目纳入已有的应急计划中并对应急计划进行修编。 综上，本项目符合《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》要求。 （5）与《辽宁省海洋功能区划（2011-2020年）》的符合性分析

	根据《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目所处海域位于辽宁省海洋功能区划之外（见附图 2），项目涉及平台管线距离辽宁省功能区划较远（最近约 21.2km）。本项目施工期和运营期均不会对辽宁省海洋功能区产生不利影响。 （6）与《全国海洋生态环境保护规划（2017年-2020年）》的符合性分析 根据《全国海洋生态环境保护规划（2017年-2020年）》，本项目施工期间产生的船舶机舱含油污水、生产垃圾和生活垃圾全部运回陆地处理；施工船舶产生的生活污水按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）排放控制要求进行排放，平台生活污水经处理达标后排海。运营期产生的生产垃圾运回陆上处理。工程施工期和运营期产生的污染物均将得到合理处置，做到从源头上预防海洋生态破坏和环境污染。本项目制定了生态保护和修复措施，做到坚持污染防治和生态修复并举。项目建设与《全国海洋生态环境保护规划（2017年-2020年）》相符合。 （7）与《辽宁省海洋生态环境保护规划（2016-2020年）》的符合性分析 本项目位于《辽宁省海洋生态环境保护规划（2016-2020年）》的划定范围之外，且距离其规划区较远（最近距离辽东湾西部规划区约21.2km）。项目建设不会《辽宁省海洋生态环境保护规划（2016-2020年）》产生不利影响。 （8）与《渤海环境保护总体规划 （2008-2020年）》的符合性分析 根据《渤海环境保护总体规划（2008-2020年）》，本项目施工期间产生的船舶机舱含油污水、生产垃圾和生活垃圾全部运回陆地处理。此外建设单位已编制《旅大10-1/4-2油田溢油应急计划》并上报生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局备案。并在本项目平台设置溢油监控系统、红外摄像头和红外入侵报警器，利用视频监控系统做好平台及附近海域监控，狠抓船舶抛锚管理，严禁无关船只进入油田海域。利用溢油监控系统，监测油气开发区的污染发生及处理状况。项目建设符合《渤海环境保护总体规划（2008-2020年）》的相关要求。 （9）与《渤海综合治理攻坚战行动计划》的符合性 根据《渤海综合治理攻坚战行动计划》，施工期间产生的船舶机舱含油污水、生产垃圾和生活垃圾全部运回陆地处理；平台和船舶产生的生活污

	水在处理达标后排放；运营期不新增污染物排放量。工程施工期和运营期产生的污染物均将得到合理处置。项目建设不涉及围填海工程、工程范围内不涉及生态红线。建设单位已编制《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》，需将本项目建设内容纳入到已有应急计划中一并管理，并对溢油应急计划进行修编。按照应急计划开展好应急准备和相应工作。以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。 项目建设符合《渤海综合治理攻坚战行动计划》的相关要求。 （10）与大连斑海豹保护生态红线区的符合性分析 根据《辽宁省（渤海海域）海洋生态红线区划定报告》（2014 年），本项目位于大连斑海豹保护生态红线区的划定范围之外，本项目新建海底输气管道距离大连斑海豹保护生态红线区（禁止开发区）最近约 2.1km；改造平台 SZ36-1CEPN 距其最近约 1.03km。（见附图 3）施工人员和船舶不会进入大连斑海豹保护生态红线区。 根据类比分析，本项目施工期新建海管造成海水水质悬浮物超标最大范围距离项目管线约 1.27km，正常工况下不会对大连斑海豹保护生态红线区造成影响。项目正式投产前，建设单位会对原有的《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》进行修编，将修编的溢油应急计划上报生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局备案。建设单位会根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，并严格执行报告程序，及时通报可能受到危害的单位和居民，并向自然保护区管理机构、当地环境保护行政主管部门和自然保护区行政主管部门报告，接受调查处理。 综上，项目建设不会对大连斑海豹保护生态红线区产生不利影响。

二、建设内容

<table>
<tr><td>地理位置</td><td>旅大 10-1/绥中 36-1 油田位于渤海辽东湾海域辽西低凸起的中南端，旅大 10-1 油田位于绥中 36-1 油田 CEP 平台的西南方向。绥中 36-1 油田 CEP 平台与旅大 5-2 油田、旅大 4-2 油田及旅大 10-1 油田依次近于直线排列，旅大 10-1 油田距旅大 4-2 油田约 [redacted]km，旅大 4-2 油田距旅大 5-2 油田约 [redacted]km，旅大 10-1 油田 CEP 平台距绥中 36-1 油田约 [redacted]km。油田海域水深约为 [redacted]m。油田距岸最近距离约 [redacted]km。工程地理位置见附图 4。</td></tr>
<tr><td>项目组成及规模</td><td>一、工程现状
（1）已建油田工程设施
与本项目相关的旅大油田平台设施包括：2 座中心处理平台：LD10-1CEP、LD16-3CEP；8 座井口平台：LD4-2WHPB、LD4-2WHPC、LD10-1WHPA、LD10-1WHPC、LD16-3WHPB、LD21-2WHPA、LD21-2WHPB、LD29-1WHPA（在建）；1 座生产辅助平台：LD10-1PAPD。油田平面布置见下图。

图2-1 旅大油田生产设施布置图
随着旅大 16-3、旅大 21-2、旅大 29-1 油田以及旅大 4-2 油田 4-3 区块的陆续投产，旅大油田区域的产气量已超过了需求量。考虑 2023 年岸电方案实施，2022 年至 2031 年油田累计未利用的气量将达到 [redacted]万方。为了回收利用这部分天然气，提高油田群的经济性，同时响应国家降低排放的要求，本项目计划新建一条 LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 单层输气管线，把 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 原注水海管改为输气海管。将旅大油田未利用的天然气输送到绥中 36-1 油田，并对相关平台（LD10-1CEP、LD4-2WHPB、LD4-2WHPC、SZ36-1WHPM、SZ36-1CEP、SZ36-1CEPN）设施进行改造。因此以下主要介绍和本工程内容相关的油田设施情况。

表2-1 本项目相主要依托设施组成表
<table>
<tr><th>工程内容</th><th>平台结构/管线起止点</th><th>定员</th><th>主要设施/长度</th></tr>
<tr><td>LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水海管</td><td>[redacted]</td><td>/</td><td>14km</td></tr>
<tr><td>LD10-1CEP 平台</td><td>[redacted]</td><td>[redacted]</td><td>[redacted]</td></tr>
<tr><td>LD4-2WHPB 平台</td><td>[redacted]</td><td>[redacted]</td><td>[redacted]</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

			[redacted]
LD4-2WHPC 平台	[redacted]	[redacted]	[redacted]
SZ36-1WHPM 平台	[redacted]	[redacted]	[redacted]
SZ36-1CEP 平台	[redacted]	[redacted]	[redacted]
SZ36-1CEPN 平台	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（2）油田物流集输工艺

如下图所示，目前旅大油田各平台产液最终汇总至 LD10-1CEP 平台，处理合格的原油经输油海底管道输送至绥中 36-1 终端；LD10-1CEP 平台分离出的生产水处理合格后全部回注地层；分离出的天然气优先用于透平发电，剩余天然气在 LD10-1CEP 平台利用原有注气系统进行回注，还有剩余天然气将燃烧排放。

图2-2　旅大油田生产物流集输流程图

二、本项目施工方案

（1）工程组成

项目主要建设内容包括：

1、新建一条输气海底管道：LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 单层输气管线（走向呈 SW~NE）；

2、校核改造老平台六座：LD10-1CEP、LD4-2WHPB、LD4-2WHPC、SZ36-1WHPM、SZ36-1CEP、SZ36-1CEPN；

3、校核改造老海管一条：LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 原注水海管改为输气海管。

表2-2 本项目工程新、改、扩建一览表

新建海管	LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气管线	新建一条由 LD4-2WHPC 平台至 SZ36-1WHPM 平台长 [redacted]km 的 [redacted]″ 输气管道。
海管改造	LD10-1CEP 至	将原 [redacted] 的注水海管改造为输气海管。

	LD4-2WHPB 原注水海管	
平台改造	LD10-1CEP 平台	[redacted]
	LD4-2WHPB 平台	[redacted]
	LD4-2WHPC 平台	[redacted]
	SZ36-1WHPM/CEP/CEPN 平台	[redacted]

（2）项目建成后天然气集输工艺

本项目建成后旅大油田区域未利用的天然气将通过新建输气管道输送到 SZ36-1WHPM 平台，供 SZ36-1CEP 平台透平消耗。2023 年起考虑岸电项目实施，仍有部分年份存在未利用的天然气，可通过已建海管向下游 SZ36-1CEPN、LD6-2 和 LD5-2N 输送。（流程见图 2-3）

图2-3　项目建成后天然气物流集输流程图

（3）建设方案

①LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 海底输气管道

a）设计参数

拟建海底输气管道设计参数见表 2-3。输气管道采用单层管，截面示意图见图 2-4。

表 2-3　新建海底输气管道设计参数

管道类型	输气管道
管道路由	LD4-2WHPC 平台至 SZ36-1WHPM 平台
管体材质	[redacted]
管径	[redacted]
设计年限	[redacted]
管长（km）	[redacted]
最大操作压力（kPaA）	[redacted]
关断压力(kPaA)	[redacted]

输气量（$10^4Sm^3/d$）	[redacted]
最高操作温度(℃)	[redacted]
关断温度(℃)	[redacted]

图2-4　海底管道截面示意图

b）海管路由

新建输气海底管道与 JZ25-1SCEP 至 SZ36-1CEPK 输气海管、SZ36-1CEP 平台至陆上终端混输海管存在 2 处跨越。本项目新建海管路由及与已建海底管道的跨越情况可见附图 5。针对跨越点处理的方案为在原有管道/电缆上方放置水泥垫块（至少 30cm 高），在其上方铺设新建管道，新建管道上方再铺设水泥压块进行防护。

②LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 原注水海管校核改造

注水海管改造主要在海管两端平台，注水海管改造完毕后会进行清管工作，清管液由段塞流捕集器和闭排罐共同接收处理，不外排。

③平台改造

具体项目平台改造内容可见表 2-2。平台改造施工在油田现有平台上进行，产生的工业垃圾运回陆地处理，不入海。

三、产能预测及校核

（1）产能预测

本项目依托的 LD10-1CEP 平台、LD4-2WHPC 平台的产能预测表见表 2-4、表 2-5。

表2-4　LD10-1 CEP平台产能预测表

日期	LD10-1 CEP 平台			
	油	水	液	气
	m^3/d	m^3/d	m^3/d	$10^4m^3/d$
2022	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2023	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2026	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2027	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2028	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2029	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2030	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2031	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2032	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2033	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2034	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2035	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2036	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

2037	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2038	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2039	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2040	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表2-5 LD4-2WHPC平台产能预测

日期	进 LD4-2 WHPC 生产分离器			
	油	水	液	气
	m^3/d	m^3/d	m^3/d	$10^4m^3/d$
2022	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2023	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2026	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2027	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2028	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2029	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2030	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2031	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2032	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2033	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2034	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2035	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2036	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2037	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2038	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2039	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2040	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

（2）气平衡及新建海管校核

旅大油田气平衡校核表见附表1。由校核数据可知2022年为旅大油田最大可外输气年，气量达到 35.46 万方/天，经水热力学计算，海管最大入口压力为 1561kPaA，出口温度最高26.5℃。由表2.5可知，新建输气海管设计输气量为89.21万方/天，设计最大压力1561kPa，最高操作温度 35℃。目因此项目新建海底输气管道符合要求。

（3）LD4-2 油田水平衡及改造海管校核

LD4-2 油田水平衡校核见附表 2，根据校核结果可知 LD4-2 油田需要 LD4-2WHPB 平台水源井最大补充水量为 [redacted] m^3/d，经核实 LD4-2WHPB 最大水源井能力为 [redacted] m^3/d，且水源井设备能力 [redacted] m^3/h，满足要求。因此 LD4-2 油田不需 LD10-1 油田补充注水水源，即 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水海管可改用。

经计算，该注水管线改为输气管线后，最大外输气量为 [redacted] 万方/天，海管最大入口压力 [redacted] kPaA,温度 [redacted] ℃，管道最大滞液量 [redacted] m^3，经海管结构核算，满足运行要求。

管线未进行过内检测，根据海管防腐专业校核结果，设计寿命内管线腐蚀小于原设计腐蚀裕量，依托后操作压力大于原设计，校核依据原设计规范 DNV-OS-F101。校核结果如表 2-6 所示。经校核设计寿命内海管结构强度满足要求。综上，LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水海管改输气海管方案可行。

表 2-6 海管校核结果

工况	位置	UC		
		内压破裂	荷载组合 a	荷载组合 b
操作	内管	[redacted]	[redacted]	[redacted]
地震	内管	[redacted]	[redacted]	

总平面及现场布置	本项目总平面及现场布置见附图 5
施工方案	本项目新建海底输气管道采取后挖沟、自然回填，拐点处预挖沟处理的方式全程埋设，埋设管道顶部距海床表面均为 [redacted]m，管沟底宽 [redacted]m，顶宽 [redacted]m，挖沟速率为 [redacted]m/d。拟使用大力号拖轮或同等能力的船舶施工。输气海管拟使用 HYSY202 或同等能力的铺管船进行铺设。立管通过膨胀弯与海底管道采用水下法兰连接。在已建海底管缆上方放置至少 300mm 厚水泥压块，铺设管道后在管缆上方放置压块保护。跨越施工拟使用大力号拖轮或同等能力的船舶。 涉及海管改造工作均在海管两端平台施工。 海上施工时间约 4 个月，计划于 2022 年 3 月开始海上施工，具体人员周期安排详见下表。 **表2-7 主要施工安排**

	施工过程	施工人员（人）	施工天数（天）	施工船舶数量（艘）
	海底管道铺设	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	LD10-1CEP 平台改造	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	SZ36-1WHPM 平台改造	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	LD4-2 WHPC 平台改造	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	LD4-2 WHPB 平台改造	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	SZ36-1CEP 平台改造	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	SZ36-1CEPN 平台改造	[redacted]	[redacted]	[redacted]
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

本项目位于渤海辽东湾海域辽西低凸起的中南端，不在《辽宁省海洋功能区划》和《辽宁省海洋生态红线》范围内。根据《全国海洋功能区划》（2011-2020），本项目位于渤海中部海域，属于重点开发区域中的海洋工程和资源开发区。其海洋环境保护要求为：水质执行不劣于现状海水水质标准；沉积物执行不劣于现状海洋沉积物质量标准；海洋生物质量执行不劣于现状海洋生物质量标准；在生态环境方面，应减少对海洋水动力环境产生影响，防止海岛、岸滩及海底地形地貌发生改变，不应对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。

（1）调查资料来源

为了解项目周边的生态环境现状，本次引用已有历史资料，详见表 3-1。海洋环境调查站位、渔业资源调查站位分布见图 3-1~图 3-2。

表3-1 现状调查资料来源

资料来源	调查单位	调查时间	调查内容及站位
《旅大 4-2 油田 4-3 区块项目海洋环境质量现状春季调查报告》	[redacted]	2019 年 5 月	水质站位 33 个；沉积物、生物生态站位 17 个
《旅大 4-2 油田 4-3 区块项目春季渔业资源调查报告》	[redacted]	2019 年 6 月	渔业资源站位 24 个

图3-1 海洋环境质量调查站位图（2019年5月）

图3-2 渔业资源调查站位图

（2）评价标准

由图 3-1、图 3-2 可知，本项目海洋环境质量调查站位内均位于《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》划定范围之外。7 个调查站位（P11、P22-P27）位于大连斑海豹保护生态红线区（禁止开发区）划定范围内，其水质、沉积物、海洋生物质量均执行一类标准。其余 26 个站位则在红线区之外，海水水质质量、海洋沉积物质量和海洋生物质量将从第一类标准开始评价，评价至符合某类标准为止。海水水质、海洋沉积物评价结果见附表 3、附表 4。

（3）海水水质评价结果

选取 pH、DO、COD、石油类、活性磷酸盐、无机氮、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚、硫化物 15 项作为评价因子，表、10m、底层各评价因子评价结果如下：

①位于功能区内的 7 个站位：

所有站位表层水样的海水水质评价因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一

类水质标准.

10m 层水样中，1 个站位（P15）锌超标，超标倍数为 0.08，其余站位的锌和其他水质评价因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准。

底层水样中，1 个站位铅（P26）超标，1 个站位（P22）锌超标，超标倍数分别为 1.25、0.15，其余站位的铅、锌和其他海水水质评价因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准。

②位于功能区外的 21 个站位：

表层水样中，1 个站位铅超出《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准，符合二类标准，其余站位的铅和其他海水水质评价因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类标准。

10m 层水样中，1 个站位锌及 1 个站位的铅超出《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准，符合二类标准，其余站位的铅、锌和其他海水水质评价因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准。

底层水样中，1 个站位铅、4 个站位锌、1 个站位汞超出《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准，符合二类标准，其余站位的铅、锌、汞及其他海水水质评价因子均符合《海水水质标准》（GB3097-1997）一类水质标准。

（4）海洋沉积物评价结果

选取有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷 10 项作为评价因子，按《海洋沉积物质量》中的第一类进行评价。本次调查中沉积物主要以黏土质粉砂为主，有机碳、硫化物、汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷均未超过《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）第一类标准，沉积物质量状况良好。

（5）海洋生物生态评价结果

①叶绿素 a 和初级生产力

2019 年 5 月，调查海域表层叶绿素 a 变化范围（0.47～1.36）mg/m^3，均值为 0.87mg/m^3；10m 层叶绿素 a 变化范围（0.47～1.12）mg/m^3，均值为 0.75mg/m^3；底层叶绿素 a 变化范围（0.47～1.36）mg/m^3，均值为 0.94mg/m^3。调查海域现场初级生产力为（71.99～190.21）mg C/(m^2・d)，均值为 135.74mg C/(m^2・d)。

②浮游植物

2019 年 5 月，调查海域共获得浮游植物 2 门 24 种。其中，硅藻门 21 种，占总种类数的 87.5%；甲藻门 3 种，占 12.5%。优势种共 6 种（Y≥0.02）。调查海区浮游植物细胞密度变化范围在（42667~109230）个/m^3 之间，平均值为 64120 个/m^3。

③浮游动物

2019 年 5 月，调查海区共鉴定浮游动物 16 种（不包括 2 种浮游幼体和鱼卵）。其中桡足类 9 种，占总种类数的 56.3%；甲壳类 2 种，占 12.5%；甲壳类 3 种，占 18.8%；原

生动物和毛颚动物各 1 种，分别占总种类数的 6.3%。浮游动物群落共发现优势种 3 种（Y≥0.02）。调查海区浮游动物湿重生物量的变化范围在（10.44~280.34）mg/m^{3}之间，均值为 96.82mg/m^3，浮游动物个体密度在（4.8~242.6）ind/m^{3}之间，均值为 63.5ind/m^3。

④大型底栖动物

2019 年 5 月调查共发现大型底栖生物 5 门 68 种。其中环节动物共发现 35 种，占总种类数的 51.5%；节肢动物共发现 19 种，占总种类数的 27.9%；软体动物共发现 11 种，占总种类数的 16.2%；棘皮动物共发现 2 种，占总种类数的 2.9%；纽形动物发现 1 种，各占总种类数的 1.5%。大型底栖生物群落共发现优势种 3 种（Y≥0.02）。大型底栖生物湿重生物量变化范围在（0.22~137.72）g/m^{2}之间，平均为 15.17g/m^2，栖息密度变化范围在（120~720）ind./m^{2}之间，平均密度为 342ind./m^2。大型底栖生物群落的丰富度指数变化范围为（0.61~2.37），均值为 1.74；均匀度变化范围为（0.85~1.00），均值为 0.95；多样性指数变化范围为（1.84~3.74），均值为 3.21；优势度变化范围（0.17~0.71），均值为 0.36，调查海域大型底栖生物环境未受干扰。

⑤生物质量

本次生物质量调查选取鱼类、贝类、甲壳类、头足类等代表性种类。

贝类生物质量评价因子重金属含量均满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值；软体动物、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子重金属铜、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；软体动物、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。

（6）渔业资源评价结果

①鱼类资源状况

2019 年 6 月航次捕获鱼类 17 种，隶属于 6 目 12 科，其中鲈形目种类最多，为 8 种，其次为鲉形目和鲱形目，各为 3 种，鲽形目、鲛鳙目和鳐形目各 1 种。鱼类资源密度（重量、尾数）均值为 132.61kg/km^2，5296ind/km^2，其中幼鱼的平均资源密度为 1076ind./km^2，成鱼为 116.11kg/km^2。

②甲壳类资源状况

2019 年 6 月航次共捕获甲壳类 12 种，隶属于 2 目 10 科，其中十足目有 11 种，口足目仅有口虾蛄 1 种。甲壳类资源密度（重量、尾数）均值为 425.02kg/km^2，27387ind./km^2，其中虾类成体为 271.92kg/km^2，幼体为 5011ind./km^2；蟹类成体为 99.05kg/km^2，幼体为 475ind./km^2。

③头足类资源状况

2019 年 6 月调查共捕获头足类 4 种，隶属于 3 目 3 科 4 属，分别为火枪乌贼、长蛸、短蛸和双喙耳乌贼。头足类资源密度（重量、尾数）均值为 47.68kg/km^2，1512ind./km^2，

其中头足类成体的资源密度为40.086kg/km²，幼体的资源密度为432ind./km²。

④渔获物种多样性分析

2019年6月调查，其物种丰富度（R）介于1.06～2.56之间，平均值为1.77；物种多样度（H′）介于1.24～2.69之间，平均值为1.66；物种均匀度（J′）变动范围在0.38～0.76之间，平均值为0.63。

⑤鱼卵仔鱼

2019年6月调查，共采集到鱼卵和仔稚鱼11种（鱼卵10种，仔稚鱼4种）。鱼卵的平均密度为0.165ind./m³，从种类来看，垂直取样调查获得鱼卵共2种，分别为鳀、斑鰶。其中密度占优势的种为斑鰶，平均密度为0.040ind./m³，出现频率为33.3%，其数量占鱼卵总数量的24.54%；仔稚鱼的密度为0.159ind./m³，从种类来看，垂直拖网调查共获得仔稚鱼3种，分别为鳀、小黄鱼、斑鰶。其中密度最大的种为鳀，其平均密度为0.049ind./m³，出现频率为16.67%，其数量占仔稚鱼总数量的30.08%；小黄鱼出现2尾，平均密度均为0.034ind./m³，出现频率均为21.38%。

与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

本工程相关环评及其批复和竣工验收情况见下表。

表3-2　相关环评、批复及验收情况

本工程相关环评	环评批复文号	批复的与拟建工程相关工程内容	验收批复情况
《绥中36-1油田整体开发工程环境影响报告书》(1999年)	环函[1999]361号(见附件2)	①海上工程：6座井口平台（SZ36-1WHPC、WHPD、WHPE、WHPF、WHPG、WHPH），1**座中心处理平台CEP**，以及油田内部海底管线（6条混输管线和6条注水管线）和原油外输管线（1条）； ②浮式生产储油装置撤离，WHPA、WHPB、WHPJ、APP平台适应性改造； ③新建绥中36-1陆上终端处理厂； ④新建专用输油码头。	国海环字[2004]448号（见附件3）
《旅大4-2／5-2／10-1油田环境影响报告书》(2003)	国海环字[2004]29号（见附件4）	①新建平台：**LD10-1 CEP平台**、LD10-1 WHPA平台、**LD4-2 WHPB平台**、LD5-2 DPP平台。 ②新建管线：LD4-2 WHP~LD10-1 CEP多相混输管道、LD5-2 DPP~SZ36-1 中心平台含水原油海管、LD10-1 CEP~陆上终端纯油海管、LD5-2 DPP~SZ36-1 中心平台单层输气海管 ③新建电缆：LD10-1 CEP~LD4-2 WHPB、LD4-2 WHPB~LD5-2 DPP	国海环字[2007]153号（见附件5）
《绥中36-1油田II期综合调整工程环境影响报告书》(2012年)	国海环字[2012]699号（见附件6）	①利用预留井槽和新建井槽新钻调整井75口 ②新建两座井口平台（**SZ36-1WHPM**，SZ36-1WHPN）、一座油气处理平台（**SZ36-1CEPN**）、一座生产水处理平台（SZ36-1CEPO）。	国海环字[2014]388号（见附件7）
《旅大10-1油田综合调整项目海洋环境影响报告表》	国海环字[2014]49号（见附件8）	①新建WHPC外挂井口平台、布置28口调整井（15口生产井、4口注水井，预留9个井槽） ②新建**LD10-1 CEP至LD4-2 WHPB平**	本项目不涉及验收

（2013）		**台的注水管道**，并对LD10-1 CEP和LD4-2 WHPB 平台进行适应性改造。	
《旅大 4-2 油田 4-3 区块开发项目环境影响报告书》（2020 年）	环审[2020]137 号（见附件 9）	①新建一座井口平台（**LD4-2 WHPC**），配套建一座 43.5m 长的栈桥连接 LD4-2 WHPB 平台 ②对依托的 LD4-2 WHPB 平台和 LD10-1CEP 平台进行适应性改造	/

（2）环保设施运行情况

本项目实施后旅大 10-1 油田不新增产能，不增建任何生产处理设施。生活污水处理均依托现有设施，也无需增加其它公用设施和环保设施。本项目依托的 LD4-2WHPB 平台、LD10-1CEP 平台、SZ36-1CEP 平台、SZ36-1WHPM 平台设有生活污水处理设施，各平台生活污水监测数据可见表 3-3。LD10-1CEP 平台、SZ36-1CEP 平台、LD4-2WHPC 平台设有生产水处理设施，生产水处理设施的监测数据见表 3-4。由监测结果可知，各平台生活污水经处理后 COD 含量符合《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≤300mg/L，回注生产水石油类浓度符合《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）标准（石油类≤30mg/L）。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，未出现环境污染和生态破坏问题。平台上产生的固体废弃物收集后运回陆地处理，不外排。

表3-3　各平台生活污水监测结果

时间	SZ36-1CEP		SZ36-1WHPM		LD10-1CEP		LD4-2WHPB	
	排放量（m^3）	排放浓度（mg/L）	排放量（m^3）	排放浓度（mg/L）	排放量（m^3）	排放浓度（mg/L）	排放量（m^3）	排放浓度（mg/L）
2020年1月	161	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年2月	115	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年3月	177.3	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年4月	191.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年5月	153.3	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年6月	192.4	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年7月	198.5	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年8月	173.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年9月	207.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年10月	217.5	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年11月	190.8	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年12月	200.9	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

表3-4　各平台生产水监测结果

时间	SZ36-1CEP		LD10-1CEP	
	回注量（m^3）	石油类浓度（mg/L）	回注量（m^3）	石油类浓度（mg/L）
2020年1月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年2月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年3月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年4月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年5月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年6月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年7月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年8月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年9月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年10月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2020年11月	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

2020年12月	471115	20.2	360761	27

注：LD4-2WHPC 平台 2021 年 4 月 30 正式投产，截止 2021 年 5 月 13 日，平台日生产水回注量 16066m^3，回注生产水石油类浓度 7mg/L。

生态环境保护目标

本报告参考《海洋工程环境影响评价技术导则（GB/T 19485—2014）》中海洋生态环境影响三级评价范围识别了本项目周边 5km 内环境敏感目标（见表 3-5）。项目与生态红线位置关系见附图 1，项目与“三场一通道”位置关系见图 3-3 至图 3-6。

表3-5　本项目周边敏感目标

序号	敏感区类型	敏感目标名称		与本项目位置关系		主要保护对象	保护期/产卵期
				方位	距离（km）		
1	生态红线区	大连斑海豹保护生态红线区	禁止开发区	东	1.03	斑海豹	-
2	“三场一通道”	小黄鱼	产卵场	位于其中	0	小黄鱼	产卵期 5~6 月
		鳀	产卵场	位于其中	0	鳀	产卵期 4-6 月，产卵盛期为 6 月
		中国对虾	索饵场	位于其中	0	对虾	索饵期 7~11 月
		毛虾	越冬场	位于其中	0	毛虾	越冬期 1-2 月

图3-3　本项目与小黄鱼“三场一通道”相对位置关系图

图3-4　本项目与鳀“三场一通道”相对位置关系图

图3-5　本项目与中国对虾“三场一通道”相对位置关系图

图3-6　本项目与毛虾“三场一通道”相对位置关系图

评价标准

（1）环境质量标准

根据本项目海洋环境质量现状调查站位布设与海洋功能区划和海洋生态红线相对位置关系可见附图 2、附图 3，本项目春秋两季海洋环境质量调查站位内均位于《辽宁省海洋功能区划（2011-2020 年）》划定范围之外，位于《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》中的渤海中部海域，属于重点开发区域中的海洋工程和资源开发区。其海洋环境保护要求为：水质执行不劣于现状海水水质标准；沉积物执行不劣于现状海洋沉积物质量标准；海洋生物质量执行不劣于现状海洋生物质量标准。本项目 7 个调查站位（P11、P22-P27）位于大连斑海豹保护生态红线区（禁止开发区）划定范围内，其水质、沉积物、海洋生物质量均执行一类标准。

综上所述，本项目环境质量标准具体执行情况，详见下表。

表3-6　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）		根据《辽宁省海洋功能区划》（2011-2020 年）和《辽宁省（渤海海域）海洋生态红线区划定报告（2014 年）》，确定各调查站位评价执行标准。（P11、P22~P27 执行海水水质、沉积物质量和生物质量一类标准，其余站位不劣于现状标准）
海洋沉积物	《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）		
海洋生物质量	贝类（双壳类）	《海洋生物质量》（GB18421-2001）	
	软体类（除双壳类以外）、甲壳类和鱼类（重金属）	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	
	软体类（除双壳类以外）、甲壳类和鱼类（石油烃）	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）	

（2）污染物排放和控制标准

本项目主要涉及的污染物为海底管道铺设时产生的悬浮沙，此外施工阶段作业船舶产生的生活污水、机舱含油水、生活垃圾及固体废物。运营期污染物主要为项目涉及平台生产定员产生的生活污水、生活垃圾等。本项目实施不会新增运营期污染物排放。

本次评价所采用的污染物排放标准，详见下表。

表3-7　污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	污染因子	标准值	适用对象
船舶机舱含油污水	《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）	机舱含油污水铅封，交由陆地有资质单位处理。			作业船舶含油污水的排放
船舶生活污水	《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）	3 海里<与最近陆地间距离≤12 海里的海域：（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。 与最近陆地间距离＞12 海里的海域： 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。			施工过程生活污水的排放
船舶食品废弃物		距陆地 3 海里以内（含）的海域，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 后排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。			施工船舶食品废弃物
船舶生活垃圾		收集并排入接收设施。			施工船舶生活垃圾的处置
生活污水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	三级	COD	≤500 mg/L（月平均）	海上平台生活污水排放
				粪便经消毒和粉碎等处理	
食品废弃物		一级	禁止排放或弃置入海		食品废弃物
其它垃圾					生活/工业垃圾

其他：无

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

（1）海管铺设

本项目新建海底管道采取后挖沟、自然回填的方式铺设。施工期污染影响主要来自海管铺设卷起的海底沉积物、施工人员的生活污水、生活垃圾，作业产生的固体废弃物，施工船舶产生的机舱含油污水，以及施工船舶及机械产生的噪声、尾气等。施工期主要产污环节图如下。

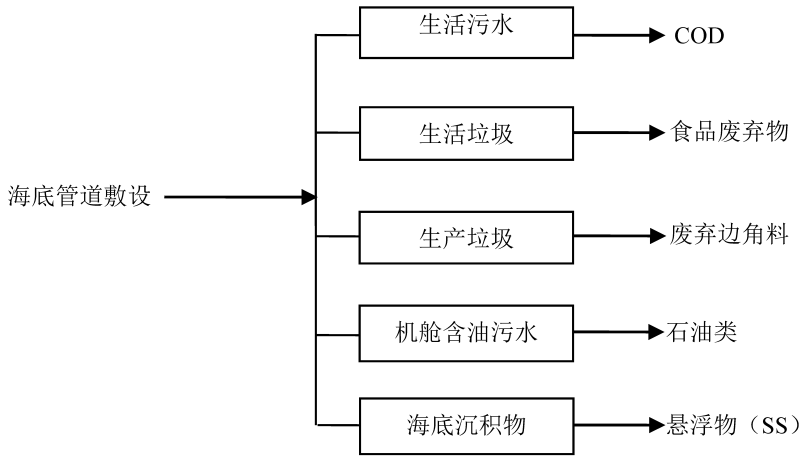

图 4-1　项目海底管道铺设产污环节

（2）原注水海管及平台改造

涉及海管改造工作均在海管两端平台施工。因此海管及平台改造施工产生的主要污染物为施工人员的生活污水、生活垃圾、作业产生的固体废弃物等

（3）项目实施产生废弃物总量核算

①生活污水和生活垃圾

施工期生活污水和生活垃圾产生量见表 4-1。

表 4-1　施工船舶生活污水和生活垃圾核算量

施工阶段		施工人数	施工天数	生活污水（m3）		生活垃圾（t）	
				产生负荷	产生量	产生负荷	产生量
1	海底管道铺设	[redacted]	[redacted]	0.35m³（人·天）	[redacted]	1.5kg（人·天）	[redacted]
2	LD10-1CEP 平台改造	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
3	SZ36-1WHPM 平台改造	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
4	LD4-2 WHPC 平台改造	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
5	LD4-2 WHPB 平台改造	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
6	SZ36-1CEP 平台改造	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
7	SZ36-1CEPN 平台改造	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
合计		/	/	/	[redacted]	/	[redacted]

②船舶机舱含油污水

施工船舶机舱含油污水产生量见下表。

表 4-2　施工船舶机舱含油污水产生量

施工阶段	船舶数量	施工天数	机舱含油污水产生量（m^3）
LD4-2WHPC 平台至 SZ36-1WHPM 平台海底输气管道铺设	9 条	144	648

③生产垃圾

铺设海底管道过程中产生的固体垃圾，主要为废弃的零件、边角料、包装材料等。铺设海底管道每公里按工业垃圾0.1t计算，平台改造产生工业垃圾按1t/平台计算，则施工期产生工业垃圾约7.4t。

④废气

本工程废气主要来自于施工船只及机械排放的柴油机尾气，主要污染物 NO_2、SO_2、CO、烟尘等，此类废气只在施工期间歇排放，随着项目施工结束而结束。

⑤悬浮物

本项目新建一条海底输气管道，总长约 [redacted]km。采取后挖沟、自然回填的方式铺设，埋设管道顶部距海床表面均为 [redacted]m，管沟底宽 [redacted]m，顶宽 [redacted]m，挖沟速率为 [redacted]m/d。起砂率按 15%计算时，本项目海底输气管道铺设作业卷起的海底沉积物的量为 [redacted]m^3。

⑥试压液及清管液

新建海底管道在投入使用前会进行压力测试，试压液产生量为 [redacted]m^3。原注水海管改造需要进行清管工作，清管液产生量约 [redacted]m^3。试压液和清管液在作业结束后由段塞流捕集器和闭排罐共同接收处理，不外排。

⑦小结

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

污染物名称	产生量	排放量	处理方式
生活污水	[redacted]	[redacted]	依托施工船和平台上的生活污水处理设施处理达标后排海
生活垃圾	[redacted]	[redacted]	运回陆地交有资质单位处理
机舱含油污水	[redacted]	[redacted]	全部运回陆地处理
工业垃圾	[redacted]	[redacted]	运回陆地委托有处理资质的单位进行处理
铺管悬浮泥沙	[redacted]	[redacted]	自然排放
试压液	[redacted]	[redacted]	由段塞流捕集器和闭排罐共同接收处理，不外排。
清管液	[redacted]	[redacted]	由段塞流捕集器和闭排罐共同接收处理，不外排。

二、环境影响分析

本项目新建一条海底输气管道，采取后挖沟，自然回填的方式铺设。施工期主要污染物为海底管道铺设时卷起的海底沉积物；船舶施工、平台改造施工时还会产生船舶机舱含油污水、生活污水、生活垃圾和工业垃圾等污染物；新建海管投入使用前试压工作会产生试压液。其中生活垃圾、工业垃圾和机舱含油污水运回陆地处理，试压液在试压结束后由段塞流捕集器和闭排罐共同接收处理，不外排；本工程施工期产生的生活污水共 [redacted]m^3，生活污水水量较小，且经处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2008）中的要求后排海，对海洋环境影响较小。因此本节主要分析海底管道铺设产生的环境影响。

本项目埋设管道顶部距海床表面均为 [redacted]m，管沟底宽 [redacted]m，顶宽 [redacted]m。在铺管期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境。根据工程分析章节中不同管道挖沟的长度以及宽度进行计算，本工程管缆施工过程沉积物被挖起和覆盖的面积（覆盖面积按照挖沟两侧外延 10m 计算）分别为 0.021km^2 和 0.21km^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。

海管铺设挖沟速率为 [redacted]m/d，起砂率按 15%、泥沙密度按 2.7g/cm^3 计算。则悬浮物产生源强为 [redacted]kg/s。悬浮泥沙在随海水运动的同时会发生沉降，海底泥沙受海水运动的冲刷，在底部切应力达一定值时，也会悬浮起来进入海水中。悬浮泥沙虽对海底电缆路由区的海域水质有一定的影响，但由于工程海域底质多以粉质粘土为主，沉积物粒径较粗，水中悬浮物沉降速度快，沉积物悬浮时间较短，因此由挖沟而引起的超标水域将会很快恢复到背景值。

本工程施工期铺设海管掀起的悬浮沙对海水水质的影响可以类比《绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环境影响报告书》中铺设 SZ36-1WHPC-SZ36-1WHPE 平台混输管道的相关预测结果。拟建管道与类比管道关系分析详见表 4-4。由下表可知，本项目与类比项目所处海域水文动力条件基本相同、悬浮物产生源强相近、挖沟速率一致，且两管道走向相近。因此类比可行。

表 4-4　拟建管道与类比管道关系分析

	拟建管道（LD4-2WHPC~SZ36-1WHPM 输气管道）	类比管道（SZ36-1WHPC-SZ36-1WHPE 混输管道）
管道长度（km）	[redacted]	[redacted]
所处海域水文动力条件	渤海辽东湾南部海域，平均水深 32m。往复流，表层主流向为 ENE 和 WSW。正规半日潮流。	渤海辽东湾南部海域，平均水深 31m。往复流，表层主流向为 ENE 和 WSW 正规半日潮流。
铺管悬浮物源强（kg/s）	[redacted]	[redacted]
挖沟速率（m/d）	[redacted]	
与类比管道距离（km）	7.1	
管道走向	SW~NE	SSW~NNE

本项目拟建管道长度约为类比管道长度的 4.77 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管道超标面积的 4.77 倍，拟建管道与类比对象的超标面积类比结果详见表 4-5。因本项目施工悬浮物产生源强略小于类比管道施工源强，因此悬浮物超一（二）类海水水质距管线两侧最大距离将不超过《绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环境影响报告书》的水平，即不超过管线两侧 1.27km。本项目新建管线距离大连斑海豹保护生态红线区禁止开发区最近约 2.1km。施工引起的悬浮物超标水质不会进入该区域对其造成影响。悬浮沙虽然对管线路由区的海域水质有一定的影响，但由于铺设海底管线是一次性的，施工结束后，可在很短时间内恢复到本底值水平。

表 4-5 本工程管道施工悬浮泥沙超标包络面积类比结果

悬浮泥沙超标倍数（Bi）	类比对象超标包络面积（km^2）			拟建管道超标包络面积（km^2）		
	表层	中层	底层	表层	中层	底层
Bi≤1	5.25	4.78	5.10	25.04	22.80	24.33
1<Bi≤4	1.51	3.45	5.22	7.20	16.46	24.90
4<Bi≤9	0.09	0.88	2.51	0.43	4.20	11.97

>9	0	0.28	1.93	0	1.34	9.21

三、海洋生态环境影响分析与评价

本工程对生态环境的影响主要表现为铺设海底输气管道产生的悬浮物对浮游生物、底栖生物、鱼卵和仔稚鱼造成的损害。

铺设海底管道会使管线周围海水中悬浮物浓度增大，增加海水浑浊度。一方面影响浮游植物的光合作用，在一定程度上影响水体的浮游植物的生长与繁殖；另一方面也会减少透光层的厚度，使生物合成量减少。同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。

铺设海底管道对海洋环境和渔业的影响可表现在三个方面；一是铺设海底管线时，挖沟所经过区域中的底栖生物将全部破坏而死亡。二是铺设管道掀沙导致沟槽两侧底栖生物被掩埋而窒息死亡。三是施工所掀起的大量沉积物使得海水中悬浮泥沙浓度升高，导致海水透明度和光照下降，因供氧量的不足造成物理性的窒息死亡或抑制其生长，对底栖生物造成一定程度的影响。

参照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），生物资源损失见表 4-7~表 4-8。渔业资源损失量计算公式如下（本节超标面积取表 4-5 中表、中、底三层超标面积平均值，水深按 30m 计算）：

鱼卵、仔稚鱼：损失量=生物资源密度×超标面积×水深×损失率

鱼类、头足类、甲壳类、幼鱼：损失量=生物资源密度×超标面积×损失率

表 4-6　生物资源密度取值

种类	计算取值
底栖生物(g/m^2)	15.17
鱼卵（粒/m^3）	0.165
仔稚鱼（尾/m^3）	0.159
鱼类成体（kg/km^2）	116.11
头足类成体（kg/km^2）	40.086
虾类成体（kg/km^2）	271.92
蟹类成体（kg/km^2）	99.05
幼鱼（尾/km^2）	1076
头足类幼体（尾/km^2）	432
虾类幼体（尾/km^2）	5011
蟹类幼体（尾/km^2）	475

表 4-7 项目施工造成海洋生物资源损失量估算

生物资源	资源密度	影响面积（km^2）		损失率	总损失量（kg/ind）	合计（kg/ind）
鱼卵	0.165 粒/m^3	$B_i \le 1$	[redacted]	5%	[redacted]	[redacted]
		$1 < B_i \le 4$	[redacted]	8%	[redacted]	
		$4 < B_i \le 9$	[redacted]	30%	[redacted]	
		$B_i > 9$	[redacted]	50%	[redacted]	
仔稚鱼	0.159 尾/m^3	$B_i \le 1$	[redacted]	5%	[redacted]	[redacted]
		$1 < B_i \le 4$	[redacted]	8%	[redacted]	
		$4 < B_i \le 9$	[redacted]	30%	[redacted]	

		B_i>9	[redacted]	50%	[redacted]	
鱼类成体	116.11kg/km^2	B_i≤1	[redacted]	1%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	5%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	10%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	20%	[redacted]	
头足类成体	40.086kg/km^2	B_i≤1	[redacted]	1%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	5%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	10%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	20%	[redacted]	
虾类成体	271.92kg/km^2	B_i≤1	[redacted]	1%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	5%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	10%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	20%	[redacted]	
蟹类成体	99.05kg/km^2	B_i≤1	[redacted]	1%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	5%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	10%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	20%	[redacted]	
幼鱼	1076 尾/km^2	B_i≤1	[redacted]	5%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	8%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	30%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	50%	[redacted]	
头足类幼体	432 尾/km^2	B_i≤1	[redacted]	5%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	8%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	30%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	50%	[redacted]	
虾类幼体	5011 尾/km^2	B_i≤1	[redacted]	5%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	8%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	30%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	50%	[redacted]	
蟹类幼体	475 尾/km^2	B_i≤1	[redacted]	5%	[redacted]	[redacted]
		1＜B_i≤4	[redacted]	8%	[redacted]	
		4＜B_i≤9	[redacted]	30%	[redacted]	
		B_i>9	[redacted]	50%	[redacted]	

表 4-8 海底管道施工造成底栖生物损失量估算

管线名称	挖沟	生物量	管沟长度	影响宽度	影响面积	损失率	损失量
LD4-2WHPC~SZ36-1WHPM 输气管道	管沟开挖	15.17g/m^2	[redacted]	2m	[redacted]	100	[redacted]
	覆盖 0-5m			5m	[redacted]	100	[redacted]
	覆盖 5-10m			5m	[redacted]	50	[redacted]
合计	1.52t						

综上可知，本项目海底管道铺设共造成鱼卵[redacted]个、仔稚鱼[redacted]尾、鱼类成体[redacted]kg、头足类成体[redacted]kg、虾类成体[redacted]kg、蟹类成体[redacted]kg、幼鱼[redacted]尾、头足类幼

体[redacted]尾、虾类幼体[redacted]尾、蟹类幼体[redacted]尾、底栖生物[redacted]的损失。

四、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》的规定："一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍"，施工阶段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。

本工程渔业资源经济损失额合计见表 4-9。本工程共造成经济损失[redacted]万元。

表 4-9 本工程造成的渔业损失价值估算

渔业资源	损失量	折算鱼苗损失量	单价	经济损失（万元）	经济补偿（万元）	
					补偿倍数	金额
鱼卵	[redacted]	[redacted]	0.6 元/尾	[redacted]	3	[redacted]
仔稚鱼	[redacted]	[redacted]	0.6 元/尾	[redacted]		[redacted]
鱼类成体	[redacted]	[redacted]	10 元/kg	[redacted]		[redacted]
头足类成体	[redacted]	[redacted]	10 元/kg	[redacted]		[redacted]
虾类成体	[redacted]	[redacted]	10 元/kg	[redacted]		[redacted]
蟹类成体	[redacted]	[redacted]	10 元/kg	[redacted]		[redacted]
幼鱼	[redacted]	[redacted]	0.6 元/尾	[redacted]		[redacted]
头足类幼体	[redacted]	[redacted]	15 元/kg	[redacted]		[redacted]
虾类幼体	[redacted]	[redacted]	20 元/kg	[redacted]		[redacted]
蟹类幼体	[redacted]	[redacted]	15 元/kg	[redacted]		[redacted]
底栖生物	[redacted]	[redacted]	0.8 万元/t	[redacted]		[redacted]
合计					[redacted]	

运营期生态环境影响分析	本项目运营期有对生态环境的影响主要为有人值守平台生活污水的排放。本项目依托平台的生活污水经处理装置处理达标后排海，排放量较小且间断排放，COD 超标影响水域不超过距离排放点 50m 范围内，且本项目实施后不新增平台定员，处理后的生活污水排放不属于本项目新增的环境影响。

选址选线环境合理性分析	本项目属于旅大油田的附属工程，在油田现有安全作业区范围内建设，不会影响周边的通航安全和渔船拖网作业。海底管道路由选择的原则为：海底管道路由尽量平直，距离最短；路由处于海底地形平坦且稳定的地段；尽量避开航道、养殖区、障碍物和军事禁区；尽量避免管道跨越。综上所述，本项目选址选线合理。

五、主要生态环境保护措施

施工期生态环境保护措施	一、污染物源头控制 （1）生活污水和生活垃圾 本项目施工期，生活污水经船舶或平台生活污水处理装置处理达标后排海，船舶生活污水和生活垃圾的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求，平台生活污水处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的规定排放。平台改造产生的生活垃圾分类收集，运回陆地进行处理。 （2）船舶机舱含油污水 船舶机舱含油污水按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）要求进行铅封，运回陆地进行处理。 （3）生产垃圾 施工期产生的生产垃圾经收集后全部运回陆地交由与中海石油（中国）有限公司天津分公司签订合同的危废处置单位（见附件 10）进行处理。 （4）废气 本工程废气主要来自于施工船只及机械排放的柴油机尾气，主要污染物 NO_2、SO_2、CO、烟尘等，此类废气因施工船舶只在进行施工作业时间歇排放，随着项目施工结束而结束，本项目船舶作业时间较短，对于广阔的海域影响较小。 施工船舶应符合《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168 号）》的要求，同时满足《2020 年全球船用燃油限硫令实施方案》（中华人民共和国海事局公告 2019 年第 20 号）（2019 年 10 月 25 日）相关规定：自 2020 年 1 月 1 日起，国际航行船舶进入中华人民共和国管辖水域应当使用硫含量不超过 0.50% m/m 的燃油。 二、施工期采取的避让、减缓、补偿修复等生态保护措施 本项目新建海底管道采取后挖沟、自然回填的方式铺设，施工期间需尽可能减少挖沟面积，最大限度地减小对底栖生物的破坏范围；铺管挖沟作业尽可能避开鱼类产卵盛期（6 月），降低对渔业资源的影响程度；本项目计算了海底管道铺设造成的生物损失量，并依此计算了项目的生态补偿金额，本项目实施后生态补偿金额应纳入中海石油（中国）有限公司天津分公司增殖放流工作中统筹考虑。通过上述措施减少施工期对海洋生态环境的影响。 三、施工期风险防范措施 本项目施工期风险防范措施可见环境风险分析专题 3.2 章节。

运营期生态环境保护措施	一、污染物控制 本项目运营期的污染物主要是各有人值守平台的生活垃圾和生活污水。本项目的实施不会新增平台的污染物排放量。生活垃圾中分类收集后交于陆地处理；生活污水处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的规定排放，COD含量低于300mg/L。 本项目位于小黄鱼、鳀、中国对虾、毛虾等鱼类产卵场以内，涉及改造平台距大连斑海豹保护生态红线区（禁止开发区）最近距离仅1.03km。因此，建议项目运营期必须严格控制污染物的总排放量、污染物的排放浓度。 二、环境风险防范与应急措施 项目运营期的风险防范措施具体可见环境风险分析专题3.3章节。 建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》相关规定，编写了《旅大10-1/4-2油田溢油应急计划》并于2019年11月进行了备案。溢油应急计划内容包括海上施工和生产运营阶段的溢油风险分析、溢油事故预警、溢油应急程序、溢油应急能力、溢油事故的处置等。建设单位应将本工程纳入到已编制的应急预案中，并对其进行修编。根据修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。
其他	本项目跟踪监测计划应纳入油田现有跟踪监测计划中。依托现有跟踪监测计划，定期对工程所在海域的海水水质、沉积物、海洋生物生态进行跟踪监测，使海洋生物资源和海洋生态环境得到尽快恢复和可持续利用。
环保投资	本项目相关的环保设施主要是生活污水处理装置。由于本项目建成后平台不新增定员，因此项目新增的环保投资为针对铺管造成的生态损失补偿金[redacted]万元。

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	施工人员生活污水经船舶或平台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后运回陆地处理	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）；船舶机舱污水执行《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）相关规定；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）	运营期项目有人值守平台生活污水经平台生活污水处理装置处理达标后排海	符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）
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）》和《2020 年全球船用燃油限硫令实施方案》（中华人民共和国海事局公告 2019 年第 20 号）	/	/
固体废物	生活垃圾及生产垃圾分类收集运回陆地处理	符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》要求	生活垃圾分类收集统一运回陆地处理。生产垃	符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》要求

			圾经收集后全部运回陆地交由签订合同的公司进行处理。	
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	施工前编制通航安全保障方案；一旦发生溢油按照溢油应急计划开展溢油应急工作	《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》	需将本项目建设内容纳入到现有应急计划中，对现有应急计划进行修编并备案	向主管部门备案
环境监测	/	/	本项目运营期跟踪监测应纳入旅大油田现有环境跟踪监测计划中	/
其他	/	/	/	/

七、结论

本项目计划新建一条 LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气海管，同时将原 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水海管改造为输气海管，并对相关平台设施进行改造。将旅大油田未利用的天然气输送到绥中 36-1 油田，回收利用这部分天然气，提高油田群的经济性，同时响应国家降低排放的要求。

拟建工程为海洋油气勘探开采项目的附属工程，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中的“鼓励类”，符合《全国海洋主体功能区规划》和《全国海洋功能区划（2011～2020 年）》辽宁省、红线等规划区划要求。

本项目周围海域海水、沉积物和生物环境质量现状较好，项目 5km 范围内的敏感目标主要为一些经济鱼类的三场一通道和大连斑海豹保护生态红线区禁止开发区。施工期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后运往陆地处理；生活污水经船舶或平台生活污水处理装置处理达标后排海，对海洋环境影响较小。新建海管施工时造成海水水质超一类范围距管线两侧最大距离小于 1.27km，超标水质未进入大连斑海豹保护生态红线区禁止开发区，不会对其造成影响。且本项目海管铺设工期较短，在施工结束后海水水质在短时间内恢复至施工前水平。海洋环境影响属于短期、可恢复性影响。运营期不新增污染物，所在油田的主要污染物为生活污水，处理达标后排放，对环境的影响属于局部影响，对海洋环境的影响范围和程度较小。

因此，在积极落实本报告表提出的防治措施的情况下，工程建设可行。

附表

打印编号：1623053278000　　)016449

编制单位和编制人员情况表

项目编号	09q4r4
建设项目名称	旅大10－1油田至绥中36－1油田输气项目
建设项目类别	54--150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程
环境影响评价文件类型	报告表
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）	胡广杰
主要负责人（签字）	曹新建
直接负责的主管人员（签字）	原佳甲
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
张生光	11351243511120050	BH007950	

2. 主要编制人员

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张生光	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、生态环境保护措施监督检查清单、结论、环境风险专题评价	BH007950	

注：该表由环境影响评价信用平台自动生成

附表 1 旅大油田气平衡校核表

日期	①	②	③	④	⑤	⑥=③-⑤	⑦=②+⑥	⑧	⑨=⑦+⑧	⑩=①+⑨
	LD4-2 与 LD4-3 平台自产气	LD10-1WHPA 与 WHPC 自产气	LD16-3 平台自产气	LD21-2 蒸汽锅炉耗气-LD21-2 与 LD29-1 自给	LD16-3CEPA 耗气	LD16-3CEPA 外输至 LD10-1PAPD	进 LD10-1CEP 压缩机系统	LD10-1CEP 耗气量 2 台透平，单台 7 万方/天	LD10-1CEP 外输气	LD10-1CEP 与 LD4-2 总外输气
	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	$10^4m^3/d$	外输气
2022	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2023	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2026	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2027	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2028	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2029	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2030	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2031	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2032	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2033	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2034	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2035	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2036	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2037	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2038	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2039	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2040	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

附表 2 LD4-2 油田水平衡校核表

时间 年	①	②	③=①-②	④	⑤=④-②
	LD4-2 油田总产水	LD4-2WHPC 处理生产水	LD4-2 油田外输水	LD4-2 油田总注水	LD4-2WHPB 水源井补水
	m^3/d	m^3/d	m^3/d	m^3/d	m^3/d
2022	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2023	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2024	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2025	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2026	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2027	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2028	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2029	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2030	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2031	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2032	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2033	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2034	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2035	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2036	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2037	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2038	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2039	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2040	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

附表 3a 海水水质调查一类标准指数统计表（表层）

项目 站位	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	石油类	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发性酚	硫化物	标准
P1																
P2																
P3																
P4																
P5																
P6																
P7																
P8																
P9																
P10																
P11																
P12																
P13																
P14																
P15																
P16																
P17																
P18																
P19																
P20																
P21																
P22																
P23																
P24																
P25																
P26																
P27																
P28																
最大值																
最小值																

附表 3b 海水水质调查一类标准指数统计表（10m 层）

项目 站位	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发性酚	硫化物	标准
P1															
P2															
P3															
P4															
P5															
P6															
P7															
P8															
P9															
P10															
P11															
P12															
P13															
P14															
P15															
P16															
P17															
P18															
P19															
P20															
P21															
P22															
P23															
P24															
P25															
P26															
P27															
P28															
最大值															
最小值															

附表 3c 海水水质调查一类标准指数统计表（底层）

项目 站位	COD	DO	pH	无机氮	磷酸盐	铜	铅	锌	镉	总铬	汞	砷	挥发性酚	硫化物	标准
P1															/
P2															/
P3															/
P4															/
P5															/
P6															/
P7															/
P8															/
P9															/
P10															/
P11															一类
P12															/
P13															/
P14															/
P15															/
P16															/
P17															/
P18															/
P19															/
P20															/
P21															/
P22															一类
P23															一类
P24															一类
P25															一类
P26															一类
P27															一类
P28															/
最大值															
最小值															

附表 4 沉积物评价结果统计表

项目 站号	石油类	硫化物	有机碳	铜	铅	镉	锌	铬	汞	砷
P1	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P3	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P5	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P7	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P9	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P11	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P13	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P14	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P15	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P16	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P17	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P18	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P20	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P22	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P24	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P26	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
P28	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
最大值	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
最小值	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

附图

附图 1 项目与辽宁省海洋主体功能区规划的位置关系

附图 2 本项目与辽宁省海洋功能区划的位置关系

附图 3 本项目与辽宁省海洋生态红线的位置关系

附图 4 项目地理位置

附图 5 本项目总体开发路由及管道跨越图

附图 5a SZ36-1WHPM 平台、SZ36-1CEP 平台、SZ36-1CEPN 平台局部放大图

附图 5b 项目新建输气管道与 JZ25-1 至 SZ36-1CEPK 输气管道跨越情况

附图 5c LD4-2WHPC 平台、LD4-2WHPB 平台处局部放大图

附图 5d LD10-1CEP 平台处局部放大图

附件

附件 1 工作委托书

委托书

海油环境科技（北京）有限公司：

我公司拟铺设一条旅大 4-2 油田至绥中 36-1WHPM 平台的输气海管，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》的要求，需要开展环境影响评价工作，现委托贵司承担相关任务，具体事宜见合同。

特此委托！

中海石油（中国）有限公司天津分公司

辽东作业公司

2021 年 4 月 2 日

附件 2 绥中 36-1 油田整体开发工程环评批复

国家环境保护总局

环函[1999]361 号

关于绥中 36—1 油田整体开发工程环境影响报告书的批复

中国海洋石油总公司：

你公司《关于报送绥中 36—1 油田整体开发工程环境影响报告书预审意见的函》(海油函安[1999]11 号)和辽宁省环境保护局《关于绥中 36—1 油田整体开发工程环境影响报告书的预审查意见》(辽环函[1999]118 号)收悉。经研究，现对《绥中 36—1 油田整体开发工程环境影响报告书》(以下简称"报告书")批复如下：

一、同意你公司的预审意见。该项目是在前期开发 A、B 试验区及 J 区的基础上开发新区，工程包括海上新区开发工程、陆地终端油水处理厂和原油外输专用码头三部分，采用半海半陆开发方式。现状监测与回顾性分析表明，只要认真落实海洋石油开发工程的污染物防治措施，严格管理，该项目建设后可以做到清洁生产，排污量少，污染物达标排放。从环境保护角度分析，同意建设该项目。

二、项目建设应重点做好以下工作：

1. 含油污水处理系统采用五段除油工艺，确保含油污水中石油类≤10 毫克/升；用微孔曝气、生物膜法进行生化处理，COD≤150 毫克/升。

2. 陆上终端废水应采取水下 8 米以远的深海排放方式，排污点位

置选取A点方案为宜。根据辽宁省人民政府《关于辽宁省近岸海域环境功能划类管理有关问题的通知》(辽政发[1999]16号)的规定，排污口混合区应控制在半径1000米的范围内。

3.为减少氮磷污染物的影响，应选用无磷洗涤剂制品。

4.基地输油专用码头工程选址要符合海域环境功能划类规定，不得建在Ⅱ类区。管输及港池开挖疏浚工程要避开禁捕期，减轻对渔业资源的影响。

5.建立安全管理监控系统，制定事故溢油风险的应急处置措施。

6.总量控制指标为：二氧化硫≤166吨/年；烟尘≤44吨/年；COD≤330吨/年；石油类≤23吨/年。

三、项目建设必须严格执行配套建设的环境保护设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的环境保护"三同时"制度，工程竣工后按规定程序申请环保验收，验收合格后方能投入正式运行。

四、请辽宁省和葫芦岛市环境保护局负责该工程施工期间的环境保护监督检查工作。

一九九九年十月十五日

主题词：环保 监督 海洋石油 报告书 批复

抄 送：国家发展计划委员会，中国国际工程咨询公司，农业部，国家海洋局，辽宁省环境保护局，葫芦岛市环境保护局，国家海洋局北海分局，中海石油工程设计公司

国家环境保护总局

1999年10月15日印发

— 2 —

附件 3 绥中 36-1 油田整体开发工程环保设施竣工验收

国家海洋局

国海环字〔2004〕448号

关于对绥中 36-1 油田整体开发工程环保设施竣工验收批复的函

中海石油（中国）有限公司天津分公司:

你公司“关于申请对绥中 36-1 油田整体开发工程环保设施进行竣工验收的函”（中海油函津[2004]25 号）收悉。根据《中华人民共和国海洋环境保护法》的有关规定，我局委托北海分局对该油田整体开发工程的环保设施的运行情况、污染物的排放情况、各项环境保护管理制度的落实情况进行了全面的检查和验收。我局认为该工程海上部分的环保设施运行正常，污染物能够做到达标排放，同意该工程的海上部分正式投入生产。

在对该油田整体工程的终端处理厂的检查中发现，其燃油锅炉烟囱的高度与环评报告书中的设计高度不符，请你公司就此问题及其污染物排放是否符合《锅炉大气污染物排放标准》作出说

明，并提交监测报告，报我局批准后方可正式投入生产。

国家海洋局

二〇〇四年九月二十七日

主题词：海洋　油田　环保　验收　函

抄送：北海分局，辽宁省海洋与渔业局，辽宁省环保局，中海石油（中国）有限公司。

国家海洋局海洋环境保护司　　2004年9月27日印发

校对人：胡松琴　　打印20份

渤海石油

国家海洋局

国海环字〔2004〕29 号

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

中国海洋石油总公司:

你公司《关于旅大 4-2/5-2/10-1 油田开发工程环境影响报告书预审意见的函》(海油函安[2003]53 号)悉。经研究，对修改后的《旅大 4-2/5-2/10-1 油田开发工程环境影响报告书(报批稿)》(以下简称“报告书”)提出核准意见函复如下:

一、经审查，报告书基本符合国家环境保护有关法律法规的要求，可以作为工程立项的依据。从环境保护角度分析，在报告书所提出的各项污染防治及应急措施得到落实的前提下，同意该工程的建设。

二、报告书可作为编制可行性研究报告和开展初步设计的依据。初步设计环境保护篇章应根据经批准的环境影响报告书编写，按有关规定进行审查。

中海油 04年2月27日 3f

三、工程在建设和生产过程中应当尽可能减轻污染影响程度，认真落实报告书中所提出的各项污染防治措施、对策及建议，并特别注意以下问题：

1. 工程位于生态环境比较脆弱的渤海海域，要严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度，同意暂按报告书中“总量控制方案建议”的指标执行；排污混合区应当控制在以排放口为中心500米半径以内海域。

2. 爆破作业对海洋生物的危害较大，应当尽量避免采用爆破作业。确需采用爆破作业时，应当避开生物产卵季节和禁渔期。作业前应当报告主管部门并通报渔业、海事、军队等有关部门。

3. 采取有效措施，确保陆岸终端含油污水中的 COD 达标排放。海上含油污水排放口应当每6小时监测一次，每天不少于4次。落实报告书中提出的监测计划，加强对无组织排放的监控，生产工艺中天然气放空应经火炬燃烧后排放，严禁直接排放。

4. 加强日常管理，制定切实可行的应急措施和环保方案，配备应急设备，防范事故风险。发生污染损害事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局北海分局，并通报当地政府和渔业、海事、军队等有关部门。

5. 加强海底管道施工和运营期间的安全管理工作，定期对海底管道进行检测，避免油田管道事故发生对海洋环境的污染损害。

6. 工程建设过程中，建设单位应当按照有关法规的要求，加强施工期的监控管理，并将工程进展情况及时通报国家海洋局北海分局。

四、工程建设应严格执行环境保护“三同时”制度。试运行前应当按照法律规定申请检查批准；正式投入生产前应按照规定程序申请环保设施竣工验收。

五、该工程所使用的石油平台及其它附属设施，在废弃处置前应按照有关规定报国家海洋局审批。

六、国家海洋局北海分局负责工程建设和生产期间环境保护的监督管理。

国家海洋局

二〇〇四年一月十七日

附件 5 旅大 4-2 / 5-2 / 10-1 油田环保竣工验收

国 家 海 洋 局

国海环字[2007]153 号

关于旅大 4—2 / 5—2 / 10—1 等油田环境保护
设施竣工验收的复函

中海石油(中国)有限公司天津分公司：

你公司“关于环保设施竣工验收申请的函”(中海油函津[2006]25 号)收悉。经研究，函复如下：

1. 同意旅大 4—2 / 5—2 / 10—1 油田的环境保护设施通过竣工验收，准予正式投入生产。请你公司在生产中严格遵守国家环境保护的有关规定，加强环境保护管理，认真落实各项环保措施和溢油应急计划，加强环保设施的管理和维护。

2. 考虑到渤南油气田群目前仅有渤中 26—2 油气田、渤中 28-1 油气田及龙口陆地终端处理厂建成并投入试运行，并且这些已投入试运行的油气田中除 26—2 油气田的含油生产污水处理系统未启用外，其他已投入使用的环保设施运行正常，因此同意目前已投入使用的环保设施通过竣工验收。

二 00 七年四月五日

主题词：油田　环保设施　验收　函

抄送：北海分局，中国海监总队，海洋咨询中心，中海石油（中国）有限公司。

国家海洋局海洋环境保护司　　2007 年 4 月 6 日印发

校对人：胡松琴　　打印 18 份

附件 6 绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环评批复

国 家 海 洋 局

国海环字〔2012〕699 号

国家海洋局关于绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环境影响报告书核准意见的批复

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于呈报绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环境影响报告书（报批稿）的报告》（中海油安〔2012〕298 号）及修改后的《绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环境影响报告书（2012 年 6 月）》（以下简称“报告书”）收悉。经研究，现提出核准意见批复如下：

一、本工程为对绥中 36-1 油田 II 期进行综合调整，建设内容包括三部分：1. 利用新建井槽和预留井槽新钻调整井 75 口，其中采油井 60 口，注水井 15 口；未来 5 年内利用已投产的老井侧钻调整井 40 口。2. 新建 2 座井口平台、1 座油气处理平台、1 座生产水处理平台；在已建 WHPC 井口平台扩建 1 座外挂井槽平台；同时对 CEP、WHPE、WHPF 等平台进行适应性改造。3. 新建海底管道 6 条、海底电缆 2 条，其中混输管道 3 条、注水管道 2 条、输气管道 1 条。

经审查，报告书基本符合国家环境保护有关法律法规的要求，在报告书提出的各项生态保护、污染防治及应急措施得到全面落实后，工程建设产生的不利环境影响可得到一定程度的减缓。因此，同意核准该工程的环境影响报告书，请按照报告书中所列的建设地点、性质、规模、环境保护对策措施及下述要求进行工程建设。

二、污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。含油钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位处置；不含油钻屑和泥浆可间歇式排海；含油生产水经处理达标后全部回注地层；船舶机舱含油污水运回陆地交由有资质的单位处置；甲板冲洗水、初期雨水等其他含油废水统一收集处理；生活污水经处理达标后排海；生产垃圾和生活垃圾全部运回陆地处理。

三、认真落实报告书中提出的各项污染防治措施、对策及建议，最大限度减轻对海洋环境的影响，并特别注意以下问题：

（一）严格执行钻井作业规程，配备安全有效的井控设备，设置烃类气体探测器，在关键部位安装温度和压力报警器，并设置相应的应急关断系统；钻井过程中备足压井材料，加强实时观测，以便及时、有效控制可能遇到的溢流和井涌事故。

（二）海上施工作业应避开主要经济鱼类的产卵盛期和斑海豹的繁殖期，加快工程施工进度，缩短海上施工周期，以减轻对渔业资源和斑海豹的影响，并采取增殖、放流等措施对邻近海域渔业资源进行养护与修复。

（三）加强生产管理，优化注采方案。实施分层注水，严格按照设计的注入压力和注水量进行注水作业，实时监测井口的注入压力和注水量，加强注入地层的地层压力监测，严禁超压、超量注水，杜绝有注无采行为。

（四）海底管道、电缆应埋设足够的深度，并采取必要的防护措施，以避免海上作业活动等对其造成损害。同时，要定期对海底管道进行检测和维护，及时发现事故隐患，防止溢油事故发生。

（五）加强施工管理，避免船舶碰撞及因此引发的溢油事故，同时采取有效措施避免对邻近海底管线造成损坏。发生事故时，应当立即启动应急计划，并按照规定立即报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

四、加强与海事、渔业、军队等相关部门的沟通，施工前应将施工计划通报海军92493部队和北海舰队司令部，施工过程中及时通报相关信息。

五、工程投入试运行前，应当编制溢油应急计划报国家海洋局北海分局审查批准。

六、加强施工期的环境监控管理，落实报告书中的监测计划，并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局北海分局。严格执行“三同时”制度，环境保护设施未经检查批准不得投入试运行。

七、国家海洋局北海分局具体负责工程施工和运营期间环境

保护的监督管理。请你公司在开工建设之日 30 个工作日前将经核准的环境影响报告书送国家海洋局北海分局。

国家海洋局

2012 年 10 月 17 日

抄送：国家能源局、交通部海事局、农业部渔业局、全军环办，局海域司、中国海监总队、北海分局、海洋咨询中心。

国 家 海 洋 局

国海环字〔2014〕388 号

国家海洋局关于绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环境保护设施竣工验收的批复

中海石油（中国）有限公司:

你公司《关于申请对绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程进行环境保护设施竣工验收的函》（中海油函〔2013〕33 号）及环保设施竣工验收监测报告收悉。经研究，同意绥中 36-1 油田 II 期综合调整工程环保设施通过竣工验收，准予正式投入生产运营。

请你公司严格遵守国家环境保护的有关规定，加强环境保护管理，落实各项环保措施，完善固体废物管理制度，坚决杜绝违规倾倒工业固废的行为。同时，要加强对环保设施的管理和维护，确保其运行效果。

国家海洋局

2014 年 7 月 23 日

部委[2014]第53号 001
健康安全环保部(印) 07-25

（此件依申请公开）

抄送：海警指挥中心、北海分局。

附件 8 旅大 10-1 油田综合调整项目环评批复

国 家 海 洋 局

国海环字〔2014〕49 号

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

中海石油（中国）有限公司:

你公司《关于报送旅大 10-1 油田综合调整项目海洋环境影响报告表的报告》及《旅大 10-1 油田综合调整项目海洋环境影响报告表（2013 年 11 月）》（以下简称报告表）收悉。经研究，对报告表提出核准意见批复如下:

一、该项目在旅大 10-1 油田 WHPA 平台南侧新建 WHPC 外挂井口平台，布置 28 口调整井（15 口生产井、4 口注水井，预留 9 个井槽），同时新建旅大 10-1CEP 平台到旅大 4-2 油田 WHPB 平台的注水管道，并对旅大 10-1 油田 CEP 平台和旅大 4-2 油田 WHPB 平台进行适应性改造。鉴于工程运营期间不增加污染物排放种类，含油生产水经处理后全部回注地层，在报告表中各项环保措施得到落实后，工程建设产生的不利环境影响可得到一定程度的减缓。因此，同意核准报告表。

二、工程施工和运营期间，应当特别注意以下问题:

（一）污染物的处理和排放应当符合国家有关规定和标准。

含油钻屑和泥浆、船舶机舱含油污水和生产垃圾全部运回陆地交由有资质的单位处理；生活污水经处理达标后方可排海；含油生产水经处理后全部回注地层；生活垃圾运回陆地处理。

（二）加强生产管理。严格按照设计的注入压力和注水量进行作业，实时监测井口的注入压力和注水量，加强注入地层的地层压力监测，严禁超压、超量注水。

（三）切实落实风险防范对策措施，防止溢油事故发生。严格实施钻完井作业规程，配备安全有效的防喷设备和井控设备，建立健全井控管理系统，加强随钻监测。发生事故时，应当立即启动应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋环境特别是敏感目标的影响，并按照规定立即报告国家海洋局北海分局，及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

三、国家海洋局北海分局负责工程施工和运营期间环境保护的监督管理。

国家海洋局

2014年1月21日

（此件依申请公开）

抄送：中国海监总队、北海分局、海洋咨询中心。

附件 9 旅大 4-2 油田 4-3 区块开发项目环评批复

中华人民共和国生态环境部

环审〔2020〕137 号

关于旅大 4—2 油田 4—3 区块开发项目环境影响报告书的批复

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于申请审批〈旅大 4—2 油田 4—3 区块开发项目环境影响报告书〉的请示》（中海油安〔2020〕177 号）收悉。经研究，批复如下。

一、该项目拟在旅大 4—2 油田 4—3 区块新建 1 座井口平台（LD4—2WHPC），配套新建 1 座长 43.5 米的栈桥连接 LD4—2WHPB 平台。新建平台主要布设原油处理系统、生产水处理系统、注水系统等设施；共设计 20 个井槽（4 个单筒双井），钻 13 口生产井和 11 口注水井。同时对依托的 LD4—2WHPB 平台和

LD10－1CEP平台进行适应性改造。在全面落实报告书提出的各项生态环境保护措施后，该项目可以满足国家海洋生态环境保护相关法律法规和标准的要求。我部同意批准该环境影响报告书。

二、项目建设和运营期间，应严格落实报告书中的污染防治、生态环境保护和风险防范措施，并重点做好以下工作。

（一）污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。含油钻井液和钻屑应运回陆地交由有资质的单位处理。机舱含油污水运回陆地处理。甲板冲洗水等含油废水汇入含油生产水处理系统，处理达标后回注不排海。生活垃圾和生产垃圾应分类收集运回陆地处理。

（二）严格执行作业规程和安全规程，加强随钻监测，配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备，建立健全井控管理系统。

（三）加强注水作业管理，防范地质性溢油事故发生。严格按照设计注入压力和注入量进行注水作业，在注水过程中加强实时监测，杜绝超注超压。

（四）切实落实环境风险防范措施。制定本项目溢油应急计划，并报我部海河流域北海海域生态环境监督管理局（以下简称海河北海局）备案。发生溢油事故时，应当立即启动溢油应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境特别是敏感目标的影响，按照规定立即报告海河北海局，并视情况及时通报辽宁省渔

业、海事部门和辽宁海警局。

（五）切实落实生态环境保护措施。严格控制钻井液和钻屑等污染物的排放速率，减小悬浮泥沙扩散范围。施工作业应避开重要渔业资源的产卵盛期和索饵期（6月至7月），最大限度地减少对海洋生态环境和渔业资源的影响。

三、海河北海局负责项目生态环境保护的监督管理。请你公司自批复之日起30个工作日内将经批准的报告书送海河北海局。

生态环境部

2020年11月5日

（此件社会公开）

附件 10 危废处置合同

附录

旅大10－1油田至绥中36－1油田输气项目环境风险分析与评价专题

1 环境风险危害识别与事故概率估算

本次工程主要内容是新建一条 LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气海底管道；将原 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水海管改为输气海管，并对相应平台进行改造。在项目进行过程中，由于涉及大量易燃、易爆石油和天然气产品，加上油田开发工艺、设备运行的复杂性，因而存在着发生油气泄漏、火灾和爆炸等重大事故的潜在风险，它们会严重危害环境以及人群生命和健康。因此，溢油风险分析与评价为本次环境影响评价的工作重点之一。

1.1 油气泄漏事故风险识别

1.1.1 海上建设阶段的油气泄漏事故风险识别

（1）船舶碰撞

海底管道铺设阶段存在船舶施工作业，船舶与钻井平台和周围设施之间可能因设备故障、人员操作失误等原因发生碰撞，从而可能导致船舶储油设施发生泄漏。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导致油品泄漏。施工船舶的储油舱一般设置在中部侧舷，靠泊平台时一般采取旁靠方式，发生碰撞的可能性极小。即使由于操作失误而发生碰撞，也是船的首部与平台底部导管架碰撞，不会损坏储油舱。

（2）平台改造存在的风险

本项目在平台改造过程中若存在着动火作业，如离油气生产区较近，存在火灾爆炸风险。

1.1.2 海上生产阶段的油气泄漏事故风险识别

（1）工艺管线溢油事故

本项目新建一条海底输气管道，改造原注水管道为输气管道一条。海底管道与立管可能因穿孔、破裂等事故导致油气泄漏。研究表明，导致海底管道与立管事故的外部原因包括海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、自然灾害等；内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；此外还有人员误操作等原因。

（2）船舶碰撞事故

项目建成投产后，有人值守平台进行生产作业时人员倒班和物料运送使用涉及值班船船舶作业，本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。

1.2 油气泄漏事故源项分析

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）等机构统计的海上石油开发工程事故数据。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，结合本项目工程特点对开发生产过程中可能导致较严重的油气泄漏事故可能性进行定量定性分析。

1.2.1 平台火灾

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

井口区，约为 1.0×10^{-3} 次/年

油气处理区，约为 4.0×10^{-3} 次/年

储油区，约为 2.0×10^{-3} 次/年

油气输送区，约为 3.0×10^{-4} 次/年

分离器区，约为 6.0×10^{-4} 次/年

本项目只是对现有平台设施进行改造，并不涉及新建平台、新增井口等工程，因此本项目实施并未增加现有平台的火灾风险。

1.2.2 船舶碰撞溢油事故

施工期间平台附近主要有铺管船、值班船等。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 1.1 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}

由上表计算可知，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。由于本项目施工期较短，且施工期船只作业均在划定的安全作业区准确定位作业，加之发生重大损伤不一定会引起溢油事故，因此船舶碰撞引发溢油事故的概率将更小（低于 5.0×10^{-7} 次/a）。

1.2.3 海底管道泄漏事故

本项目新建一条海底输气管道，改造原注水管道为输气管道一条。根据莫特麦克唐(Mott McDonald)公司 2003 年出版的报告《PARLOC 2001：The update of Loss of containment Data for Offshore Pipeline》，该报告中统计了相关海域 1567 条海管，共 24837km，328858km•a。同时，挪威船级社(Det Norske Veritas,DNV)的《Riser/Pipeline Leak Frequencies，2006》对 PARLOC2001 报告进行了修正。具体概率见表 1.2。

表 1.2 不同管径的管道在不同位置的事故率统计

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

本项目新建海底输气管道管径为[redacted]英寸，长度为[redacted]km，其发生油气泄漏事故概率为 5.36×10^{-4}/a；改造原注水管道管径为[redacted]英寸，长度为[redacted]km，其发生油气泄漏事故的概率为 7.14×10^{-4}/a。由此计算本项目发生管道油气泄漏事故的概率为 1.25×10^{-3}/a。

1.3 泄漏物质理化性质

本项目新建、改造的海底管道运输的主物质为油田生产过程中产生的伴生天然气，此外伴生气在管道运输的过程中会产生少量的凝析油。上述物质理化性质

及危险特性见表 1.3~表 1.4。

表 1.3　伴生天然气理化性质及危险特性表

类别	内容			
标识	中文名称	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	危险货物编号	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	CAS 号	[redacted]	[redacted]	[redacted]
理化特性	外观与气味	[redacted]		
	成分	[redacted]		
	溶解性	[redacted]		
	熔点（℃）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	相对密度	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		[redacted]	[redacted]	[redacted]
	爆炸极限（%）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	主要用途	[redacted]		
危害信息	危险性类别	[redacted]		
	燃烧与爆炸危险性	[redacted]		
	禁忌物	[redacted]		
	毒性	[redacted]		
	侵入途径	[redacted]		

表 1.4　凝析油理化性质及危险特性表

类别	内容			
标识	中文名称	凝析油	英文名称	Condensate oil
理化特性	外观与气味	[redacted]		
	成分	[redacted]		
	溶解性	[redacted]		
	相对密度	[redacted]	[redacted]	[redacted]
			[redacted]	
	主要用途	[redacted]		
	燃烧与爆炸危险性	[redacted]		
	禁忌物	[redacted]		
	毒性	[redacted]		
	侵入途径	[redacted]		

1.4 泄漏事故溢油量统计

海管泄漏介质主要为天然气和凝析油，由于其泄漏源在水下，因而一般情况下不会出现火灾和爆炸事故。天然气在水中溶解性较低，在开阔海面中会较快分散，事故状态下造成的环境影响较小。凝析油呈液态，不溶于水且比重比水轻。泄漏后会在海面上随风和海流作用扩散漂移，易对海洋环境造成较大影响。因此本报告风险分析将重点分析溢油造成的环境影响。

由上述章节分析可知，本项目施工期、运营期可能发生的溢油时间主要为船舶碰撞泄漏和海底管道泄漏。船舶溢油事故源强参考驳船单舱最大仓容 126m^3；根据项目方提供可研对新建 LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 输气海底管道的水力热力计算模拟可知，新建海管最大入口压力为 [redacted]kPaA，出口温度最低[redacted]℃，出口最大气相流速 [redacted]m/s，管道内最大滞液量 [redacted]m^3；经计算，原 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水管线改为输气管线后，最大入口压力 [redacted]kPaA,温度 [redacted]℃，管道最大滞液量 [redacted]m^3，因此海底管道溢油源强取其最大值 17.1m^3。

1.5 环境风险级别

根据各类事故发生概率和可能发生的溢油规模，可将油田开发工程溢油事故的相对环境风险进行归纳。本项目施工期和运营期主要溢油风险事故为火灾爆炸、船舶溢油和海底管道溢油。不同的溢油事故带来的环境风险程度不同。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 1.5　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
火灾、爆炸	不定	不属于本项目新增风险	
船舶碰撞导致船舶燃料油舱破裂	126m^3	低于 5.0×10^{-7} 次/a	中
海底管道破裂	17.1m^3	7.14×10^{-4} 次/a	低

综合事故溢油量的估算结果以及事故后果确定本工程的最大可信事故为施工期船舶碰撞溢油事故及运营期栈桥间混输工艺管线破裂事故。其中施工期船舶碰撞溢油发生概率低于 5.0×10^{-7} 次/a，最大可能溢油量为 126m^3（重质柴油），海底管道破裂溢油事故概率为 7.14×10^{-4} 次/a，最大溢油量为 17.1m^3（凝析油）。由

于船舶碰撞溢油概率低于 10^{-6} 次/a，所以本项目最大可信事故确定为海底管道破裂溢油事故。

2 溢油数值预测

2.1 溢油预测模式

2.1.1 模型介绍

溢油进入海洋水体后，在自身重力及海洋水体物理化学的作用下，同时发生扩展、漂移、扩散、蒸发、乳化、溶解等风化过程。本项目采用的溢油模型基于“油粒子”模型模拟溢油在水体中的扩展、漂移和风化过程，“油粒子”模型就是把溢油离散为大量粒子，每个粒子代表着一定体积的溢油，粒子的随机走动模拟了油膜的漂移过程，风化作用可以通过粒子的质量损失和热量交换来表示。

本项目溢油预测模拟采用中国海油自主研发的“中国近海海上溢油预测预警及应急决策支持系统”，目前版本号升级为 Expert（V5.3），已经在近百个环评项目和实际溢油事故中进行了良好应用。本系统嵌套自然资源部第一海洋研究所的水动力快速预报模型，数值计算区域范围覆盖中国近海（经度 105°~130°N，纬度 E 16°~ 41°E），其计算过程中采用矩形网格计算，水动力和溢油模型计算过程中网格分辨率均设置为 1/24°×1/24°。

2.1.2 计算原理

本工程假设包括背景流场和波浪净流在内的表层流已知流速分量为Ub，Vb，而不确定方法表示湍流的随机扩散由随机游动速度 U′和 V′表示，则每一个油粒子的漂移速度为：

$$\begin{aligned} U &= U_b + U' \\ V &= V_b + V' \end{aligned} \quad (1)$$

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为：

$$\begin{aligned} x^{n+1} &= x^n + U_b^{\,n+\frac{1}{2}}\Delta t + \xi\sqrt{6K_H\Delta t} + O(\Delta t^2) \\ y^{n+1} &= y^n + V_b^{\,n+\frac{1}{2}}\Delta t + \xi\sqrt{6K_H\Delta t} + O(\Delta t^2) \end{aligned} \quad (2)$$

对时间 t 方向上采用中心差分，能够保证上述差分方程的二阶精度。上式中

ξ、KH 分别代表［-1,1］区域上的均匀分布随机数和水平方向上的湍流涡动粘性系数。

波浪净流的量值较小，因为溢油油膜的覆盖使海面变得较为平坦。它可根据二阶 Stokes 波理论由下式给出：

$$u_{wave} = \frac{K\omega H^2}{8sh^2(Kd)} ch(2Kz_0) \quad (3)$$

式中 K，ω，H，d，z 分别代表波数，波圆频率、波高、水深和油粒子所处的深度。

波浪的主要作用并不在于波浪净流，因为它较背景流场要小得多。波浪作用主要在于搅动水面，及由破碎引起的溢油入水。溢油入水体积可写为：

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{C_2 tHs^2/L} \quad (4)$$

其中，V0、t、HS、L 分别为溢油初始体积、时间、有效波高和波长。C2 为常数，取作-2.53×10^{-3}/V00.62。

溢油入水后化作比油粒子更小的油滴来模拟其垂向运动。油滴的垂向运移仍由确定的背景场垂向流速分量 Wb、浮力作用下的上浮速度 WL 和不确定的垂向湍流扩散来计算。垂向运移距离：

$$\Delta z = (W_b + W_L)\Delta t + \xi\sqrt{6K_v}\Delta t \quad (5)$$

依 Johanson-Ichiye 的公式，垂向涡动扩散系数由下式计算：

$$\frac{V_e}{V_0} = 1 - e^{C_2 tHs^2/L} \quad (6)$$

Hs、T、Z、K、C 分别为有效波高、周期、深度、波数和常数，上浮速度分量依据油滴直径大小分别计算。设浮力作用下，油滴临界直径为 de，则有：

$$de = \frac{9.52\nu^{2/3}}{g^{1/3}(1-\rho_o/\rho_W)^{1/3}} \quad (7)$$

对 di<de，由 Stokes 定律：

$$W_L = gd_i^2(1-\rho_o/\rho_W)/18\nu \quad (8)$$

对 di>de，则有：

$$W_L = [\frac{8}{3}gd_i(1-\rho_o/\rho_W)]^{1/2} \quad (9)$$

式中 g、di、ν、ρo、ρW 分别为重力加速度、油滴直径、运动粘性系数、油密度和水密度，油滴垂向运移的中心差分公式：

$$z^{n+1} = z^n + (W_b + W_L)^{n+\frac{1}{2}} \Delta t + \xi\sqrt{6K_v \Delta t} + o(\Delta t^2) \quad (10)$$

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为：

$$F_V = \ln[1 + B'(\frac{T_G}{T})\theta' e^{(A' - B'\frac{T_0}{T})}]\frac{T}{B' T_G} \quad (11)$$

式中 A′=6.3，B′=10.3，T 为油温，TG 为油的沸点曲线梯度，To 为油的初始沸点温度，θ′为挥发系数由下式确定：

$$\theta' = CW^{0.78} tA / V_o \quad (12)$$

C 为常数，W 风速，t 时间，A 油膜面积，Vo 初始溢油体积。乳化程度由含水率 YW 表示，依据 Mackay(1980)有：

$$Y_W = \frac{1}{K_B}[1 - e^{-K_A K_B (1+W)^2 t}] \quad (13)$$

其中 YW 为乳化物含水量（%），KA 取 4.5×10-6，KB 取 $1/Y_W^F$，Y_W^F 为最终含水量，取 1.25。

则水面油粒子体积应为：

$$V_i = V_o(1 - F_{Vi}) / (1 - Y_{Wi}) \quad (14)$$

设乳化前油密度为 ρO，水密度为 ρW，则乳化后油密度：

$$\rho_* = (1 - Y_W)\rho_o + Y_W \cdot \rho_W \quad (15)$$

蒸发对油密度的影响为：

$$\rho = (0.6\rho_o - 0.34)F_V + \rho_o \quad (16)$$

综合挥发、乳化影响，油密度表达为：

$$\rho = (1 - Y_W)[(0.6\rho_O - 0.34)F_V + \rho_O] + Y_W \cdot \rho_W \quad (17)$$

忽略油粘性随温度的变化，即仅考虑乳化、挥发的影响，乳化将增加油的粘性：

$$\nu_* = \nu \cdot \exp[2.5Y_W / (1 - 0.654Y_W)] \quad (18)$$

挥发对油粘性的影响为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \quad (19)$$

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

$$\nu = \nu_o \cdot 10^{4F_v} \cdot \exp[2.5Y_W / (1 - 0.654Y_W)] \quad (20)$$

其中 νO 为初始时油膜的运动粘性系数。

2.2 溢油预测参数设定

2.2.1 溢油位置和源强选择

根据项目可研计算，本次新建 LD4-2WHPC 至 SZ36-1WHPM 海底输气管道最大滞液量为 3.08m^3。原 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水管道改为输气管道后，管道最大滞液量 17.1m^3。因此本项目选取滞液量最大的 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 管道断裂溢油作为代表性的溢油事故进行预测，选取管道距敏感目标较近的 LD4-2WHPB 平台一端（[redacted]″）为溢油点，源强取 17.1m^3，溢油时长取 1h。

2.2.2 计算时段

工程海域潮流类型基本为正规半日潮，本次预测选取 72h 作为溢油预测的时段。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。

2.2.3 常风与大风风速取值

本次溢油数值模拟主要针对平均风速与极端风速下溢油漂移情况进行模拟，溢油数值模拟预测选取的风向及多年平均风速、最大风速取值来源于《旅大 4-2/5-2/10-1 油田开发工程环境影响报告书》（国海环字[2004]29 号）中数据，见表 2.1。

表 2.1　溢油数值模拟扩散选取风参数

风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
平均风速(m/s)	11.7	4.0	4.8	8.5	6.0	6.7	5.0	7.7
最大风速(m/s)	23.7	16.0	13.6	17.8	12.7	17.1	14.1	17.3

2.3 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，见表 2.1~表 2.4。由表可以看出，由于凝析油中主要物质为轻烃，其挥发性较强。溢油发生 2h 内在风和海流的作用下溢油残留量已降至 1%。

由溢油扩散轨迹及油膜图可以看出，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，在图可以看到油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。溢油后 72h 内，平均风速条件下，油膜的最大漂移距离为 206.1km（涨潮时极风 N 向），最大扫海面积为 936.0km^2（落潮时极风 SW 向）。

表 2.1　不同风向、均风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风向	风速（m/s）	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km²）	72h 油膜面积（溢油扩散中最大面积，km²）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次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	11.7	涨潮	141.9	721.3	1.0	--	--	不抵岸	--	1
		落潮	140.9	718.6	1.7	--	--	不抵岸	--	1
NE	4.0	涨潮	96.8	380.2	1.2	--	--	不抵岸	--	1
		落潮	103.6	347.2	1.4	--	--	不抵岸	--	1
E	4.8	涨潮	114.8	660.2	1.2	--	--	不抵岸	--	1
		落潮	117.3	553.3	1.3	--	--	不抵岸	--	1
SE	8.5	涨潮	99.6	514.4	1.5	42.5（天龙寺旅游休闲生态红线区）	1	47	1	1
						48（绥中原生砂质岸线及多样性海洋保护区）	1			
						49[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1			
						49（六股河河口及湿地生态红线区）	1			
		落潮	103.5	483.8	1.0	31[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1	45	1	1
						41.5（绥中原生砂质岸线及多样性海洋保护区）	1			
						45（六股河河口及湿地生态红线区）	1			
S	6.0	涨潮	109.3	424.6	1.9	47[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1	不抵岸	--	1
		落潮	122.0	461.7	0.9	31[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1	不抵岸	--	1
SW	6.7	涨潮	112.8	502.8	2.0	21（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1
						71（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			
		落潮	124.3	499.2	0.8	7.5（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1
W	5.0	涨潮	113.8	582.8	1.7	22（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1

						41（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
						62（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			
		落潮	122.7	597.1	1.0	8（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1
						49.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
						54（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			
NW	7.7	涨潮	125.7	712.7	1.4	23（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1
						27（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
		落潮	131.4	732.0	1.2	8.5（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1
						24.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
						56.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			

注：“--”表示未抵达，*表示生态红线区。

表 2.2 不同风向、极风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风向	风速	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km²）	72h 油膜面积（溢油扩散中最大面积，km²）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次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	23.7	涨潮	206.1	749.2	0.8	57.5（长岛自然保护区生态红线区）	1	70	1	1
						69（高山岛生态红线区）	1			
						70（山东长岛国家级自然保护区）	1			
		落潮	202.3	827.8	2.1	63（长岛自然保护区生态红线区）	1	不抵岸	--	1
NE	16.0	涨潮	138.8	854.5	0.8	--	--	不抵岸	--	
		落潮	134.5	881.9	2.2	--	--	不抵岸	--	1
E	13.6	涨潮	131.8	770.3	1.1	51.5（辽宁绥中碣石国家级海洋公园）	1	58	1	1
						55.5（芷锚湾旅游休闲生态红线区）	1			
		落潮	130.1	663.8	2.4	52（辽宁绥中碣石国家级海洋公园）	1	53.5	1	1
						52.5（芷锚湾旅游休闲生态红线区）	1			
SE	17.8	涨潮	67.7	281.0	1.5	22.5（天龙寺旅游休闲生态红线区）	1	24.5	1	1

						24.5（绥中原生砂质岸线及多样性海洋保护区）	1			
		落潮	73.3	271.3	1.0	19.5[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1	22	1	1
						20（绥中原生砂质岸线及多样性海洋保护区）	1			
						22（六股河河口及湿地生态红线区）	1			
S	12.7	涨潮	108.1	515.5	2.2	23[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1	不抵岸	--	1
						40（觉华岛（菊花岛）生态红线区）	1			
						45.5（觉华岛国家级海洋公园）	1			
						71（兴城旅游休闲生态红线区）	1			
		落潮	123.9	527.5	0.6	19[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1	49	1	1
						33.5（觉华岛（菊花岛）生态红线区）	1			
						34（觉华岛国家级海洋公园）	1			
						47（兴城旅游休闲生态红线区）	1			
						49（望海寺旅游休闲生态红线）	1			
SW	17.1	涨潮	156.0	932.1	2.8	10（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1
						44,5[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1			
						51[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾核心区）]	1			
						51（辽东湾国家级水产种质资源保护生态红线区）	1			
		落潮	181.8	936.0	2.6	5.5（大连斑海豹生态红线区）	1	不抵岸	--	1
						32[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）]	1			
						53[辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾核心区）]	1			
						53（辽东湾国家级水产种质资源保护生态红线区）	1			
W	14.1	涨潮	142.1	798.0	2.1	9.5（大连斑海豹生态红线区）	1	51	1	1

						16.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
						23（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			
						49（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区实验区）	1			
						54.5（大连仙浴湾国家级海洋公园）	1			
						55.5（仙浴湾旅游休闲生态红线区）	1			
		落潮	150.7	810.3	1.1	5.5（大连斑海豹生态红线区）	1	53	1	1
						22.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
						24（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			
						47.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区实验区）	1			
						53（驼山旅游休闲生态红线区）	1			
NW	17.3	涨潮	161.8	872.6	1.3	11.5（大连斑海豹生态红线区）	1	55	1	1
						12.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
						34（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			
						53（猪岛、虎平岛生态红线）	1			
						59（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区实验区）	1			
		落潮	166.1	921.9	1.4	6.5（大连斑海豹生态红线区）	1	60	1	1
						13（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区）	1			
						31（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区）	1			
						50（猪岛、虎平岛生态红线）	1			
						53.5（辽宁大连斑海豹国家级自然保护区实验区）	1			
						53.5（东、西蚂蚁岛生态红线区）	1			

注：“--”表示未抵达。

表 2.3　不同风向、均风条件下溢油发生后 1h、12h、24h、48h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风向	风速	潮况	溢油后 1h			溢油后 12h			溢油后 24h			溢油后 48h		
			漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）	漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）	漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）	漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）
N	11.7	涨潮	0.4	1.0	15.2	24.4	69.6	1	43.7	145.2	1	91.4	406.9	1
		落潮	0.8	1.7	15.2	20.7	58.1	1	44.0	170.0	1	89.0	403.2	1
NE	4.0	涨潮	0.5	1.2	15.2	20.2	56.1	1	35.1	101.1	1	68.6	234.2	1
		落潮	0.6	1.4	15.2	20.2	48.4	1	37.8	98.3	1	72.9	217.4	1
E	4.8	涨潮	0.6	1.2	15.2	22.8	76.5	1	40.6	166.1	1	79.5	407.1	1
		落潮	0.5	1.3	15.2	21.6	62.5	1	40.2	141.9	1	79.7	337.7	1
SE	8.5	涨潮	0.8	1.5	15.2	21.6	76.0	1	42.2	178.1	1	88.0	461.8	1
		落潮	0.4	1.0	15.2	24.9	77.4	1	46.5	182.0	1	94.5	469.2	1
S	6.0	涨潮	0.8	1.9	15.2	18.7	48.4	1	37.3	108.5	1	74.7	249.3	1
		落潮	0.3	0.9	15.2	23.2	58.7	1	41.7	110.8	1	83.0	237.7	1
SW	6.7	涨潮	0.8	2.0	15.2	18.8	50.9	1	38.7	138.2	1	77.5	315.7	1
		落潮	0.3	0.8	15.2	23.4	59.2	1	42.3	120.6	1	84.4	303.6	1
W	5.0	涨潮	0.7	1.7	15.2	19.7	61.4	1	39.0	149.0	1	77.7	358.4	1
		落潮	0.4	1.0	15.2	22.3	61.1	1	41.4	145.1	1	82.6	357.1	1
NW	7.7	涨潮	0.6	1.4	15.2	22.0	71.8	1	42.3	164.0	1	85.0	418.5	1
		落潮	0.6	1.2	15.2	22.2	68.2	1	43.5	171.2	1	86.6	423.1	1

表 2.4　不同风向、极风条件下溢油发生后 1h、12h、24h、48h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风向	风速	潮况	溢油后 1h			溢油后 12h			溢油后 24h			溢油后 48h		
			漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）	漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）	漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）	漂移距离（km）	扫海面积（km²）	残存油量（%）
N	23.7	涨潮	0.3	0.8	15.2	37.2	102.8	1	66.2	231.7	1	141.2	564.4	1
		落潮	1.1	2.1	15.2	28.1	91.7	1	67.6	278.7	1	141.2	667.0	1
NE	15.0	涨潮	0.3	0.8	15.2	28.4	80.0	1	48.7	178.8	1	95.7	491.2	1
		落潮	0.9	2.2	15.2	22.6	76.0	1	47.4	200.0	1	92.2	502.3	1
E	13.6	涨潮	0.6	1.1	15.2	27.0	96.5	1	48.3	209.0	1	93.6	523.4	1
		落潮	0.7	2.4	15.2	26.3	94.5	1	51.1	222.6	1	102.1	528.2	1
SE	15.0	涨潮	0.9	1.5	15.2	29.5	116.6	1	58.0	262.6	1	67.7	281	1
		落潮	0.5	1.0	15.2	33.0	113.4	1	64.1	267.4	1	73.3	271.3	1
S	12.7	涨潮	1.0	2.2	15.2	20.7	68.1	1	44.2	181.3	1	91.5	460.7	1
		落潮	0.2	0.6	15.2	31.6	82.9	1	56.1	195.3	1	112.2	528.1	1
SW	15.0	涨潮	1.1	2.8	15.2	22.6	81.8	1	51.5	235.3	1	103.3	569.9	1
		落潮	1.2	2.6	15.2	27.7	73.4	1	49.6	168.4	1	101.2	430.8	1
W	14.1	涨潮	0.9	2.1	15.2	25.3	96.7	1	54.2	248.2	1	112.4	638.9	1
		落潮	0.5	1.1	15.2	29.3	94.8	1	55.2	255.3	1	115.6	611.3	1
NW	15.0	涨潮	0.6	1.3	15.2	30.0	108.4	1	59.2	257.0	1	118.9	667.4	1
		落潮	0.8	1.4	15.2	28.8	102.4	1	58.7	253.2	1	125.3	663.2	1

图 2.1 落潮极风 72h 粒子轨迹图

图 2.2 涨潮极风 72h 粒子轨迹图

图 2.3 落潮均风 72h 粒子轨迹图

图 2.4 涨潮均风 72h 粒子轨迹图

2.4 溢油事故后果分析

2.4.1 溢油对环境敏感目标影响分析

由表预测结果可知，在预测情景下本项目溢油可能影响到的环境敏感目标较多。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，在建设和生产运营过程中，应加强管理，杜绝事故的发生。

由于本项目位于鳀和小黄鱼的产卵场，中国对虾的索饵场内，毛虾的越冬场边缘，若发生溢油，油膜即刻抵达环境敏感目标。油膜抵达大连斑海豹保护生态红线区-禁止开发区的最短时间为 5.5h，抵达辽宁大连斑海豹国家级自然保护区缓冲区的最短时间为 12.5h，抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）的最短时间为 19h，抵达辽宁大连斑海豹国家级自然保护区核心区的最短时间为 23h，抵达天龙寺旅游休闲生态红线区的最短时间为 22.5h，抵达绥中原生砂质岸线及多样性海洋保护区的最短时间为 20h，抵达六股河河口及湿地生态红线区的最短时间为 22h，油膜抵达其他海洋环境环境敏感区的时间均大于 30h。溢油对周边敏感目标影响汇总见下表。

表 2.5　溢油对周围敏感目标的影响汇总

敏感目标名称		不利条件	最短到达时间（h）	残余油量（%）
辽宁大连斑海豹国家级自然保护区	缓冲区	W 均风涨潮、W 均风落潮、NW 均风涨潮、NW 均风落潮、W 极风涨潮、W 极风落潮、NW 极风涨潮、NW 极风落潮	12.5	1
	核心区	SW 均风涨潮、W 均风涨潮、W 均风落潮、NW 均风落潮、W 极风涨潮、W 极风落潮、NW 极风涨潮、NW 极风落潮	23	1
	实验区	W 极风涨潮、W 极风落潮、NW 极风涨潮、NW 极风落潮	47.5	1
辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾实验区）		SE 均风涨潮、SE 均风落潮、S 均风涨潮、S 均风落潮、SE 极风落潮、S 极风涨潮、S 极风落潮、SW 极风涨潮、SW 极风落潮	19	1
辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区（辽东湾核心区）		SW 极风涨潮、SW 极风落潮	51	1
辽东湾国家级水产种质资源保护生态红线区		SW 极风涨潮、SW 极风落潮	51	1

绥中原生砂质岸线及多样性海洋保护区	SE 均风涨潮、SE 均风落潮、SE 极风涨潮、SE 极风落潮、	20	1
六股河河口及湿地生态红线区	SE 极风落潮	22	1
大连斑海豹保护生态红线区	SW 均风涨潮、SW 均风落潮、W 均风涨潮、W 均风落潮、NW 均风涨潮、NW 均风落潮、SW 极风涨潮、SW 极风落潮、W 极风涨潮、W 极风落潮、NW 极风涨潮、NW 极风落潮	5.5	1
辽宁绥中碣石国家级海洋公园	E 极风涨潮、E 极风落潮	51.5	1
芷锚湾旅游休闲生态红线区	E 极风涨潮、E 极风落潮	52.5	1
天龙寺旅游休闲生态红线区	SE 极风涨潮、SE 均风涨潮	22.5	1
觉华岛国家级海洋公园	S 极风涨潮、S 极风落潮	34	1
觉华岛（菊花岛）生态红线区	S 极风涨潮、S 极风落潮	33.5	1
兴城旅游休闲生态红线区	S 极风涨潮、S 极风落潮	47	1
长岛自然保护区生态红线区	N 极风涨潮、N 极风落潮	57.5	1
大连仙浴湾国家级海洋公园	W 极风涨潮	54.5	1
仙浴湾旅游休闲生态红线区	W 极风涨潮	55.5	1
东、西蚂蚁岛生态红线区	NW 极风落潮	53.5	1
猪岛、虎平岛生态红线	NW 极风涨潮、NW 极风落潮	50	1
山东长岛国家级自然保护区	N 极风涨潮	70	1
高山岛生态红线区	N 极风涨潮	69	1
鳀和小黄鱼的产卵场、中国对虾的索饵场、毛虾的越冬场	即刻到达		

由上表可知，由于本项目海底输气管道凝析油存量较小且油品挥发性强，油品在风和海流的作用下在溢油初期快速挥发。溢油最快到达附近敏感目标的时间为 5.5h，此时油品残留量已降至 1%。因此可以认为本项目若发生设定情景下的凝析油泄漏事故，在经应急处理措施后本项目溢油对上述敏感目标的影响不大。

2.4.2 对斑海豹的影响分析

根据王丕烈对斑海豹繁殖区的界定，本项目溢油点不在斑海豹繁殖区范围内（见图 2.5），距离繁殖区域最近约为 15.4km。同时，本项目溢油点位于斑海豹北上和南下的洄游路线之间，最近距离为 28km（图 2.6）。此外，本项目溢油点距离斑海豹的栖息地（双台子河口、虎平岛、蚂蚁岛和庙岛群岛等）较远。

图 2.5　渤海海域斑海豹的繁殖区和主要上岸点（韩家波等，2010）

图 2.6 斑海豹的迁移示意图

如果在斑海豹繁殖、洄游期间发生溢油事故，可能影响其繁殖、洄游行为，甚至使斑海豹遭受油污，特别是幼兽，对石油污染都十分敏感，一旦溢油挥发的有毒物质进入体内，或将油污摄入体内，将有可能造成致命的损伤。

另根据相关文献，斑海豹在冬季生殖，属冰上产仔类型的冷水性海洋哺乳动物。辽东湾繁殖区的斑海豹产仔期在 1 月初至 2 月上旬，晚至 2 月中旬，分娩时间比西太平洋北部的其他七个繁殖区的斑海豹为早（李荣光，1980；王丕烈，1985、1988）。

根据斑海豹生活繁殖习性及其在各海区活动的时间大致推断，斑海豹在本项目所在海域的繁殖和洄游行为集中期为每年的 1-2 月，海上施工如在此期间施工作业应安排专人进行瞭望，发现斑海豹及时记录，谨防对斑海豹的伤害，施工船舶应严格按照船舶碰撞防范措施严格执行，从而降低施工发生风险的概率，降低施工期溢油对斑海豹的影响。运营期间本项目改造海管内存在凝析油，若发生海底管道断裂事故则会导致凝析油泄漏。由 2.3 章节分析可知，由于本项目海底输气管道凝析油存量较小且油品挥发性强，油品在风和海流的作用下在溢油初期快速挥发，在 2h 内残留量即可降低至 1%。但本项目仍需做好溢油应急计划和应急预案，与周边油田做好溢油应急联动，同时在平台上安排专人进行瞭望，发现斑海豹及时记录，谨防对斑海豹的伤害。一旦发现溢油，应立即启动溢油应急计划，利用本油田及周边油田配备的溢油应急物资开展溢油应急响应工作。

因此，需要工程建设单位予以足够重视，在施工和生产过程中，务必加强管理，杜绝事故的发生。应配备足够的溢油应急反应设施，并保持高效、可用性，以降低溢油对大连斑海豹的影响。

2.4.3 溢油生态环境影响分析与评价

石油对海洋生物的直接危害一般以溶解状态、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。石油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石油的毒性效应（于桂峰，2007）。

①对浮游生物的影响

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，大量石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，因而浮游植物的正常生理活动会受到不利影响。多环芳香烃碳氢化合物是最常见的石油团块的基本成分之一，其分子量很大，是石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对游泳生物的影响

石油黏附于海洋鱼类、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）。石油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。

③对底栖生物的影响

石油溢出后，相当一部分石油污染衍生物质甚至石油颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层石油污染物，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。

④对微生物的影响

海洋微生物在海洋生态系统中占有重要地位，它不仅是分解者，积极参与污染物质净化和物质循环，而且也是许多海洋生物的饵料。许多细菌是能运动的，它们具有化学感受器，对化学物质有正的或负的趋化性，而石油能抑制细菌的化学感受器的感受力。

⑤对生态过程的影响

海面溢油阻断了水体与大气的气体交换，从而直接影响了浮游植物、底栖植物进行的光合作用；溢油污染造成海域浮游植物、底栖植物的种类、数量急剧减少，导致事故海域所进行的光合作用生态过程整体减弱；溢油污染对海域浮游生物、游泳生物及底栖生物损害的同时，也减弱了海域生态系统中的呼吸作用；生物泵作用是浮游生物、游泳生物及底栖生物共同实现的碳从海洋表层向深层转移

的生态过程，溢油污染对海洋生物的损害，必然会影响海洋生态系统的生物泵作用；溢油污染将会严重影响微生物的趋化能力、酶的活性及代谢活性，也必然会影响海洋生态系统的分解作用；溢油污染对海洋底栖动物会产生巨大的威胁，底栖动物中的底内动物种群在海洋基质中的钻空和摄食活动将会减弱，生物扰动过程将受到削弱；硝化作用、反硝化作用和固氮作用等共同组成的海洋中的氮循环过程，以及生物转移、生物吸收、生物转化等生态过程，是海洋生态系统内浮游生物、游泳生物及底栖生物中各组分、各不同的食物链营养级之间相互协作，共同完成的生态过程。溢油对海洋生物的损害，必将会影响这些生态过程的实现，削弱生态过程的效果。

3 环境风险防范措施

根据上述环境风险识别、溢油漂移预测、污染物迁移扩散影响及事故后果分析几个小节可知，若发生溢油事故，将会对海洋生态、渔业资源和敏感保护目标产生不利影响，为防止溢油事故的发生，需采取相应的措施减缓事故发生的概率，以及提高溢油应急能力，本节详细阐述了在设计、施工和生产运营期间采取的各项溢油风险防范对策措施和应急方法。

3.1 设计阶段风险防范措施

（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、腐蚀等问题导致结构破坏造成风险事故发生。

（2）设计火气监控系统

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

（3）设置紧急关断系统

目的是为了保护平台人员和设备的安全，防止环境污染，将事故的损失限制到最小。紧急关断系统的设计应确保某一级别关断能启动所有较低级别关断，而

不能引起较高级别的关断。在平台可燃气体泄漏、发生火灾、管线破裂、恶劣天气等不利条件下，油田可执行紧急关断。

3.2 施工阶段风险防范措施

（1）作业者将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，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。

（2）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、雾笛和平台标志牌等。

（3）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。

（4）为防止施工过程可能出现的溢油风险事故，公司应设立事故应急机构，平时协助监督部门进行安全生产监督、检查，及时发现并排除事故。

（5）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。

（6）合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。施工单位根据作业需要，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。

（7）施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。

（8）施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。

（9）施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向海事部门及主管部门报告。

（10）发现船舶及其有关作业活动可能对海洋环境造成污染的，应当立即采取相应的应急处置措施，并就近向有关海事管理机构报告。

（11）避开在雾季、台风季节施工。

（12）项目施工及运营期间应做好通航安全保障措施，设置明显警示标识，

密切关注周围船舶动态，切实保障船舶航行安全。

3.3 生产阶段风险防范措施

为确保油田生产阶段的安全生产，油田在设计阶段充分考虑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。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。

针对海底管道溢油事故，主要制定了以下防范措施：

①严格按照设计标进行设计，正确应用设计规范和安装规范；

②采取管道完整性管理的方法实现对海底管线的事故防范；

③各油田制定相应的管线保护和检测程序；

④值班船对管线沿途进行巡视；

⑤对海底管道进行不定期和定期检测；

⑥设置压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置；

⑦设置相应的应急关断系统；

⑧海底管线监控配备船舶 AIS 预警系统的基础上增加音波测漏系统。

3.4 溢油事故应急处理措施

在本项目正式投产作业前，建设单位（中海石油（中国）有限公司天津分公司，以下简称“天津分公司”）应将本工程纳入已制定的《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》（2019 年 10 月）中，并对其进行修编以满足本工程溢油应急需要，制定针对性的溢油风险防范措施和溢油应急力量，并报生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局备案。本项目溢油应急预案需与附近其他油田应急预案统一考虑，并纳入天津分公司应急体系中。溢油应急计划的主要内容应包括油田作业区情况、应急组织体系、溢油风险分析、事故处置方案和溢油应急能力等内容。天津分公司和旅大 10-1/4-2 油田溢油应急组织机构见图 3.1 和图 3.2。

所有参加油田开发作业的施工船舶（供应船、值班船或工程船舶等）均需参

照《防治船舶污染海洋环境管理条例》和健康安全环保管理体系的相关要求向天津分公司提供其安全应急计划和船舶溢油应急预案。施工期船舶发生污染事故时，其应急预案应符合《防治船舶污染海洋环境管理条例》规定的相关要求。施工期发生船舶溢油事故时，立即启动船舶溢油应急预案，以避免溢油事故对海洋生态环境造成重大影响。

本油田发生溢油事故后，无论大小，均必须按要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，溢油事故报告程序见图 3.3。

在通知天津分公司应急办公室以前完成以下应急反应程序：

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

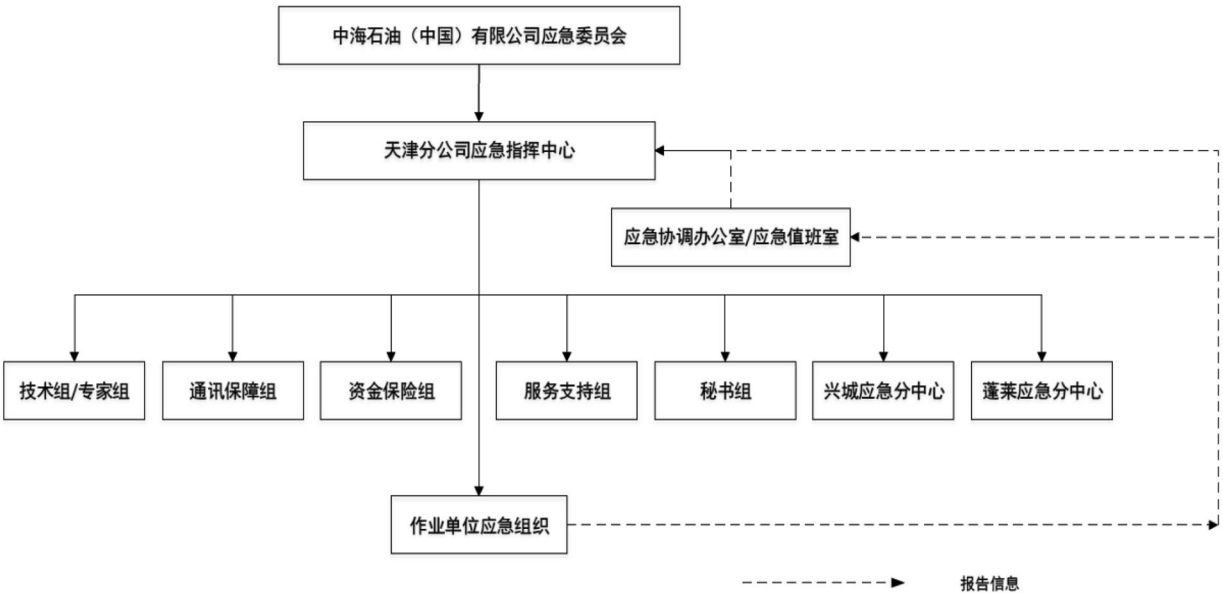

图 3.1　天津分公司应急组织机构

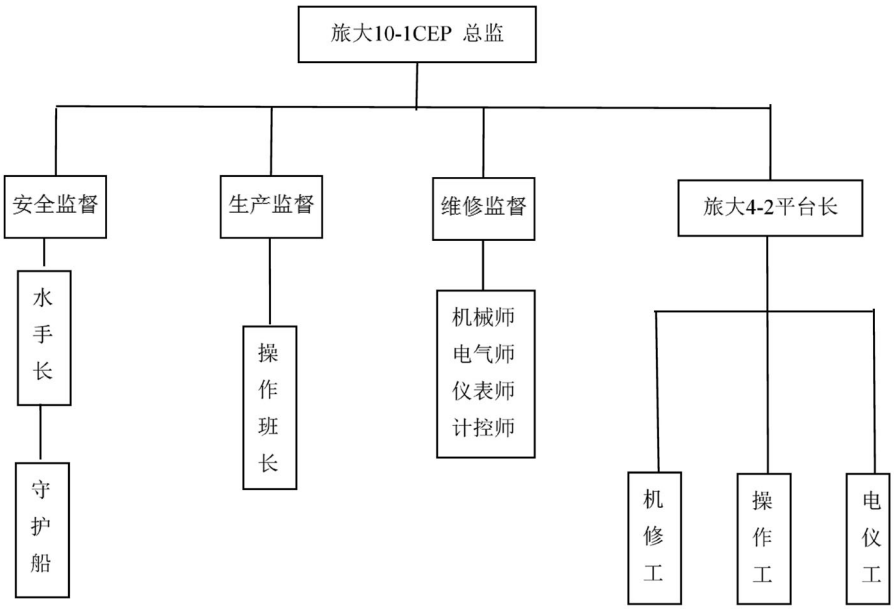

图 3.2　旅大 10-1/4-2 油田溢油应急组织机构

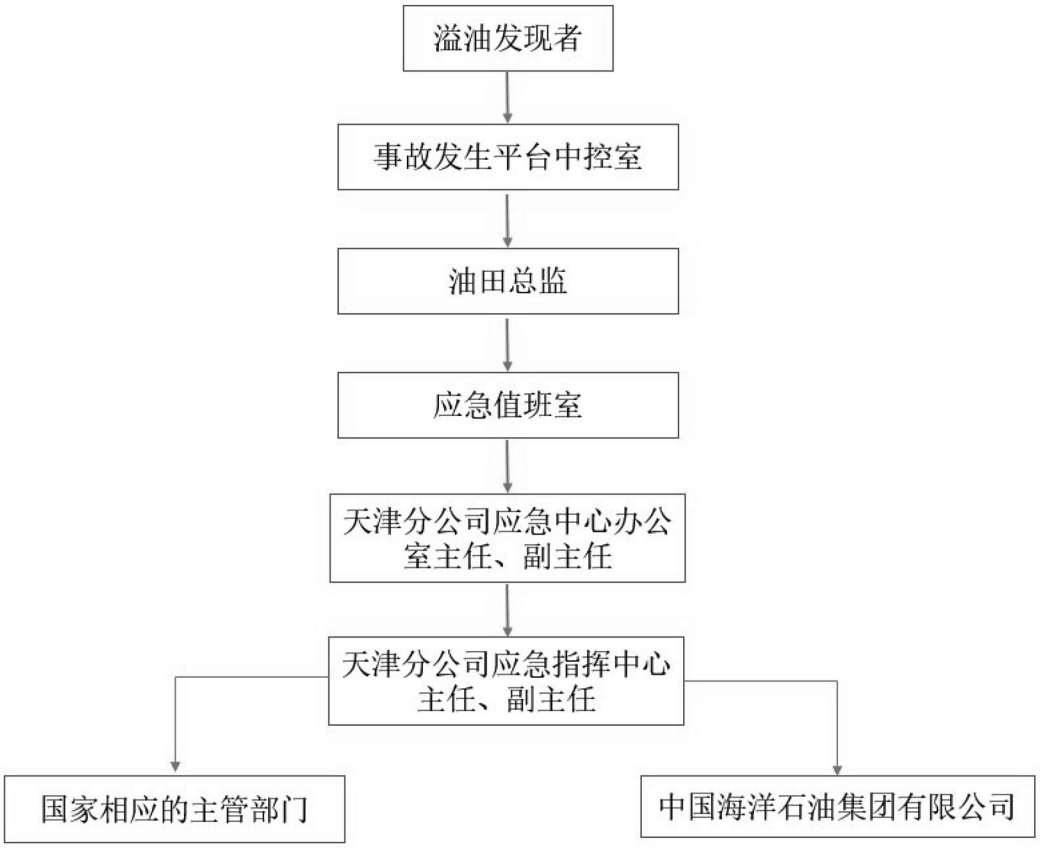

图 3.3　溢油事故报告程序图

3.4.1 溢油反应程序

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《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的规定，溢油事故分为特别重大、重大、较大和一般四种类型。

（1）特别重大溢油事故，是指溢油 1000t 以上的海洋石油勘探开发溢油事故；

（2）重大溢油事故，是指溢油 500t 至 1000t（含）的海洋石油勘探开发溢油事故；

（3）较大溢油事故，是指溢油 100t 至 500t（含）的海洋石油勘探开发溢油事故；

（4）一般溢油事故，是指溢油 0.1t 至 100t（含）的海洋石油勘探开发溢油事故。

对应《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》中的溢油事故分类，将应急响应设定为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级四个等级。

发生溢油事故后，应及时启动本油田应急计划，由天津分公司根据溢油规模启动相应级别的应急预案，旅大 10-1/4-2 油田作业者将严格按照上述要求执行。

（1）一般类型溢油事故

当溢油量在 10t 以内时，将首先依靠中心处理平台旅大 10-1 油田 CEP 平台的溢油应急组织和设备组织实施。一艘守护船、供应船、作业区管理层以及其他人员作为海上现场溢油应急小组的支持。油田总监作为溢油应急总指挥，发生溢油后，油田总监与天津分公司应急办公室协调处理。天津分公司应急办公室应保持与海上联系，并在必要时随时准备援助海上现场溢油管理小组。

当溢油量在 10t~100t 之间时，应急程序由海上应急组织构成，并获得天津分公司应急办公室支持。此应急反应可能需要包括环渤海溢油反应组织在内的几处溢油应急资源的支持。溢油回收清理活动可能要超出油田附近海域。事故初期应急负责人仍是油田总监或其替代人员，直到陆地溢油组织指挥人员抵达海上接替他。

（2）较大类型溢油事故

当发生较大类型溢油事故后，需要中海石油（中国）有限公司天津分公司及

政府的溢油应急力量协助处理和控制。天津分公司应急办公室将协调各溢油应急组织，专业溢油应急服务公司将协助协调区域外资源（溢油清理组织和人员）。

（3）特别重大、重大溢油事故

当发生特别重大或重大溢油事故时，要迅速上报，并根据生国家相应主管部门统一指挥，按照国家重大海上溢油应急处置预案进行相应的溢油应急处理。

3.4.2 海上溢油处置措施

根据不同油品特性及不同条件采取相应的溢油处理方法。溢油处理方法很多。针对海上的溢油应急情况可选择一些溢油控制方案，但必须考虑到所需设备、环境因素的影响，因此要注意优先权的选择。通常可选择的措施有围控和机械回收、喷洒化学消油剂等。

1、溢油回收条件

根据溢油应急响应普遍经验，在某些特殊天气条件及情况下，溢油围控和机械回收作业无法进行，或会增加潜在危险，这时不建议采取溢油回收作业。此类限制条件和情况包括：海上现场风速达到或超过 6 级；海上现场海浪高度超过 2 米；其它潜在火灾、爆炸等安全因素。

2、围控和机械回收

油溢到水面后，自身重力和风、流以及其他因素的作用下会迅速扩散和漂移。因此，溢油应急反应的首要任务是尽快采取有效措施，控制溢油，阻止其进一步扩散和漂移，以减少水域污染范围，减轻污染损害程度。这种将溢油控制在较小范围并阻止其进一步扩散和漂移所采取的措施称为溢油围控。

围油栏对溢油的围控、导流和防范作用，要通过适当的布放形式来实现。在开阔水域布放围油栏，主要采用两船拖带和三船拖带方式，具体还要根据实际情况而定。

（1）双船作业“J”型拖带清油（如图 3.4）

工作船处于“J”型排列围油栏的凹形底部，将一收油机或收油网放在围油栏凹形底部收油。另一拖船拖带导引围油栏，已增大扫油宽度。

工作船：负责围油栏的收放操作，要有足够的甲板空间放置围油栏；配有浮动油囊存储回收油；需有一吊车收放收油机。

拖船：拖带导引围油栏。

（2）三船作业“U”型拖带清油（如图 3.5）

两条拖船拖带围油栏成“U”形，一工作船将一收油机放在围油栏凹形底部收油。也可将一收油网放在围油栏凹形底部收油。

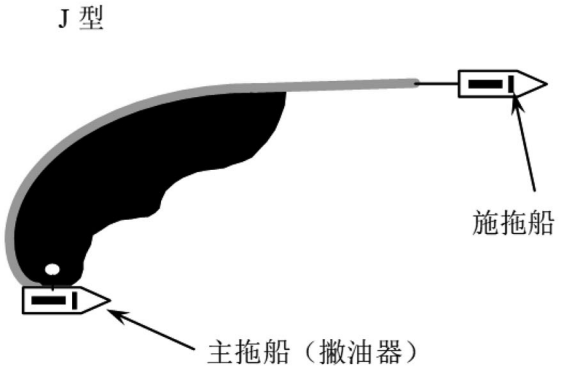

图 3.4　双船作业“J”型拖带

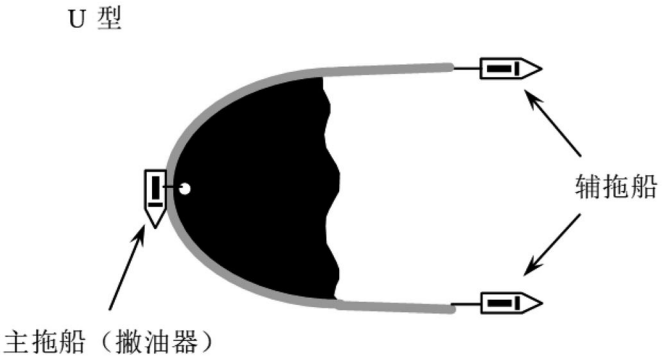

图 3.5　海上三船作业“U”型拖带

（3）三船作业“V”型拖带清油

两条拖船拖带围油栏成“V”形，浮油回收船在“V”型底部收油。

海上溢油的处理效果，除溢油应急力量的强弱、能否有效快速调用、天气海况因素决定以外，溢油的性质及其季节变化也是影响海上回收和处理效果的重要因素。因此，当海上发现溢油时，应迅速分析判断溢油的性质组分等，然后根据有关技术要求、操作规程和应急预案快速、恰当地调用合适的应急力量参与应急反应行动。

3、喷洒化学消油剂

当海上发生溢油后，一小部分油可以通过波浪的混合作用而自然分散，这个过程是非常缓慢的。那么，使用化学消油剂可以极大地提高油的自然分散速度，促进了油类的降解，同时，油膜的乳化分散也降低了着火危险，但消油剂并没有

改变石油本身的性质，因此它也必然存在负面的影响。

在海上可以利用现场守护船舶进行喷洒作业。作业时可通过固定在船舷两边的喷洒臂将消油剂以扇形的形状喷出，喷出的消油剂液滴呈水珠状（研究表明：这样可以保证在有风的情况下落点准确和减少挥发损失）。

消油剂可以破坏油膜，使水面溢油乳化成水包油的微小微粒，进入水体。如果在浅海和滩涂的溢油中滥用，会导致二次污染，对其使用必须严格限制。

（1）法规要求

根据《中华人民共和国石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》第二十条规定，海面溢油首先使用机械回收，消油剂应严格控制使用，并遵守国家海洋局2015年11月23日发布的国家海洋局关于修改《关于颁发<海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定>的通知》等三份规范性文件的决定的公告。

当出现下列情况之一时，不得使用消油剂：

①油膜厚度大于5mm；

②溢油为易挥发的轻质油品，而且预计油膜迁移至敏感区域之前即可自然消散；

③溢油在海面呈焦油状、块状、蜡状和油包水乳状物（含水 50%以上）以及溢出油的粘度超过5000mPa·s；

④海域水温低于15℃（可在低温环境下使用的消油剂除外）；

⑤溢油发生在养殖区、经济鱼虾繁殖季节的区域。

此外每个溢油点（两溢油点间距小于1000米者为一个溢油点）的消油剂一次性使用量不得超过规定数量。

表3.1　消油剂使用要求

海区	一次性使用量	备注
渤海	消除1吨溢油 （普通型消油剂0.3-0.5吨）	大于10米水深

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”，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。

3.5 溢油应急措施有效性分析

3.5.1 自身溢油应能力

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化学消油剂，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 3.2　旅大 10-1/4-2 油田溢油应急设备

类型	型号	数量	生产厂家	存放地点
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	旅大 10-1 CEP 平台
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	旅大 4-2WHPB 平台
[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	

3.5.2 可调用溢油应能力

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（天津）有限公司的溢油应急设备资源及相关环保人员。

2014 年 12 月 26 日，中国石油、中国石化、中国海油在山东省、河北省、辽宁省和天津市海事局领导的见证下，在天津签署《溢油应急战略联盟协议书》，这标志着由中国石油海上应急救援响应中心、中国石化股份胜利油田分公司海洋应急中心、中海石油环保服务（天津）有限公司三家单位组成的“应急救援联动协调小组”正式成立。

小组成员将加强应急资源信息的交流与共享，每半年对各自的应急基地、物资、设备、人员、船舶等资源信息进行更新，以保证在溢油发生时，各单位能够快速地选择和应用联盟资源。此外，联盟还将每年举办一次溢油应急联席会以及一次联盟演习，并且将不定期举办各类培训班、交流会，为小组成员创造相互沟通学习的机会。

中海石油环保服务（天津）有限公司（简称 COES）于 2003 年 1 月 10 日在北京正式挂牌成立。其主营业务是为渤海海域油气勘探开发作业者提供溢油应急服务，公司设置了溢油应急协调中心专门负责处理溢油应急事故，并组建了的一支高素质、专业化的溢油应急队伍。

（一）周边油田溢油应急物资

本项目周边油田可利用的溢油应急物资见下表。

表 3.3　工程周边油田溢油应急物资

单位		锦州 9-3 油田	绥中 36-1 油田	LD27-2/32-2 油田	JZ25-1S 油田
存放地点		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
围油栏	型号	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	厂家	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	总长	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	工作干舷	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	围板深度	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	抗浪	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	抗风	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	抗流	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	布放时间	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	回收时	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

	间				
	储存方式				
	储存温度				
	工作温度				
	总重量				
	生产日期				
动力装置	型号				
	厂家				
	功率				
撇油器	型号				
	厂家				
	重量				
	适用油品				
	撇送距离				
	回收效率				
	工作方式				
	布放方式				
	回收能力				
工作艇	型号				
	功率				
	最大航速				
	拖力				
	存放点				
存储油器具	型号				
	容积				
	数量				
	满载重量				
喷洒设备	数量				
	厂家				
	臂长				
	喷洒速度				
手持喷枪	数量				
	厂家				
	最大射距				
	喷洒速度				

油拖网	数量				
	厂家				
	长度				
	存放方式				
消油剂	型号				
	厂家				
	数量				
其他	吸油毡				

（二）环保船

此外，“海洋石油 252”和“海洋石油 253”两艘环保船在渤海区域已于 2011 年运行投入使用，具有溢油应急回收、全天候雷达溢油监测、海面油污消除、货物和人员运输、海上消防等多种功能，是国内首批采用两侧内置式溢油回收设备的环保船，其溢油回收能力每小时可达 200m^3，船舶舱容 542m^3，溢油回收效率高、速度快，有利于进一步增强我国全海域溢油应急响应能力。

（三）中海油专业溢油应急机构应急设施

若发生大中型溢油事故，同时可借助于中海油专业溢油应急机构-中海石油环保服务（天津）有限公司（该机构与天津分公司签署溢油应急协议，将提供具体的溢油应急力量，天津分公司应急指挥中心负责动员溢油回收设备、船舶、飞机和环保人员）的溢油应急设备进行应急处置。

COES 拥有塘沽基地、绥中基地、龙口基地、深圳基地、珠海横琴基地、高栏基地、惠州基地、涠洲岛基地，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，四艘服务于渤海湾。COES 北方片区以塘沽基地为中心，绥中基地和龙口基地为辅助，共同负责渤海湾内各油田发生的溢油应急反应作业。目前渤海已有 2 艘专业环保船（海洋石油 252/253）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。在保障海上平台日常安全、环保生产的同时，一旦渤海海域内油田发生较大、重大、特别重大溢油事故，凭借专业环保船舶的溢油处理能力和专业性

能，溢油现场将能够得到快速、有效地控制。中海石油环保服务（天津）有限公司渤海湾溢油应急设备见表 3.4。

表 3.4　中海石油环保服务有限公司（COES）渤海湾溢油应急设备一览表

序号	设备名称	类型	型号	主要参数	数量			小计
					塘沽基地	绥中基地	龙口基地	
1	围油栏（m）	充气式	[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		固体式	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
			[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
		沙滩式	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
		防火型	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	[redacted]				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2	撇油器（套）	大型	[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]
		中型	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
			[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]
			[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
			[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]			
			[redacted]	[redacted]		[redacted]		
			[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]
			[redacted]	[redacted]			[redacted]	[redacted]
		小型	[redacted]	[redacted]		[redacted]		[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]
			[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]
	[redacted]				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
	可回收溢油		[redacted]		[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
3	喷洒装置（套）		[redacted]	[redacted]				[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]	[redacted]
			[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		[redacted]
			[redacted]	[redacted]				[redacted]
	[redacted]				[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
4	消油剂		[redacted]	[redacted]	[redacted]			[redacted]

序号	设备名称	类型	型号	主要参数	数量			小计
					塘沽基地	绥中基地	龙口基地	
	（T）							
5	储存装置（套）	钢性						
		柔性						
6	高压清洗机（套）	冷/热水						
		冷水						
7	吸附材料	吸油拖栏（m）						
		吸油毛毡（T）						

.3 应急响应时间

当作业现场发现溢油事故时，本项目可利用的应急资源反应时间见表 3.5。根据表 3.5，若发现溢油，最快抵达溢油点的应急力量为绥中 36-1 油田，平台动员时间为 [redacted]h，加上航行时间，最快可于 [redacted]h 内到达本项目溢油点并装配溢油应急物资开展应急工作，周边其他溢油应急力量可在 [redacted]之内陆续到位。

表 3.5 区域性溢油应急设备有效反应的时间

序号	应急设备所有者	动员时间（h）	距离（km）	航行时间（h）	到达旅大4-2油田（h）
1	旅大 10-1 油田	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
2	绥中 36-1 油田	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
3	旅大 27-2/32-2 油田	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
4	锦州 25-1 南油田	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
5	锦州 9-3 油田	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
6	中海石油环保服务（天津）有限公司（塘沽基地）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
7	中海石油环保服务（天津）有限公司（绥中基地）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
8	中海石油环保服务（天津）有限公司（龙口基地）	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
9	专业环保船	--	--	--	--

3.5.4 应急措施有效性分析

由 1.5 章节可知，本项目最大可信事故溢油量为 17.1m^3。由于目前尚未发布油田的溢油应急能力评估方法，本项目主要根据海洋油气开发工程现场溢油应急适用情况、在部分参照《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）的基础上进行溢油应急能力的估算。

a．本项目溢油所需应急能力估算

（1）围控与防控能力

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控制，防止溢油扩散，辅助溢油回收和清除，以及防止对敏感目标造成影响。围油栏对溢油的围控、导流和防范作用，要通过适当的布放形式来实现。在开阔水域布放围油栏，U 形拖带时，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。此时，围油栏长度与油膜面积存在如下关系：

$$V = L^2 \div (2 \times pi) \times d \times (1-\varphi)$$

式中，V 为油膜体积，本项目取最大可信事故中海管破裂是可能的溢油量 17.1m^3；L 为围油栏长度，m；pi 为圆周率，无量纲；d 为油膜厚度，单位米（m），取 0.005m；φ 为富余量，取 20%；

本项目所需围油栏的长度为 163m。

（2）机械回收能力

机械回收能力按下式进行：

$$E=V\div(\alpha\times h)$$

式中：E 为收油机回收速率，单位为立方米每小时（m^3/h）；V 为总溢油量，单位为方（m^3）；α 为回收油量占回收液体总量的比例（%），20%-80%，取 20%；h 为回收工作时间，单位为小时（h），取 12h；

本项目溢油量 $17.1m^3$，计算需收油机回收速率为 $7.1m^3/h$。

（3）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，则本项目临时能力应至少为 $85.2m^3$。

b．应急能力符合性分析

原 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 注水管线改为输气管线后，管道最大滞液量（凝析油）$17.1m^3$，在预测情景下，本项目溢油最快于 5.5h 抵达大连斑海豹保护生态红线区。由表 3.5 可知本项目周边的旅大 10-1 油田、绥中 36-1 油田、旅大 27-2/32-2 油田、锦州 25-1 南油田、锦州 9-3 油田、中海石油环保服务有限公司（绥中基地）等应急资源均能在 5.5h 内抵达溢油现场并开展应急处理。上述溢油应急资源的应急能力也满足本项目预设情景的溢油量（见表 3.6）因此，溢油应急响应时间小于溢油最快抵达敏感目标的时间，且可到达的溢油应急设备量可以满足本项目溢油应急能力的要求。

表 3.6 本项目现有应急能力符合性分析

序号	溢油规模	所需溢油应急能力估算		旅大 10-1/4-2 油田应急资源	锦州 9-3 油田	绥中 36-1 油田	LD27-2/32-2 油田	JZ25-1S 油田	合计	项目可利用资源溢油应急能力（m^3）*	是否满足本项目溢油应急能力要求
1	$17.1m^3$	围油栏	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	可以满足要求
2		机械回收能力	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		
3		临时储存能力	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]		

注：各种溢油应急资源协同作业。

*溢油应急能力根据围油栏、机械回收能力、临时储存能力三项保守取值。

3.5.5 针对环境敏感目标的溢油应急措施

针对周围敏感区域，溢油应急应充分考虑以下内容，作好充分准备，本项目海底管道一旦发生溢油事故，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）充分的准备

采取预警措施，配备应急设施及人员，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半小时内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。

a、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。可用浮子式围油栏在溢油将要到达的敏感区周围进行围控。

b、溢油回收作业：保护敏感区域的同时，在海上布设重型围油栏围控并进行溢油回收作业。

c、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，因此基地必须配备岸线清理设备，并在接到预警后半小时内做好岸线清理的准备工作。万一溢油抵达岸线立即开展清理工作，减小影响程度，降低损失。

（3）注意事项

不宜进行消油剂喷洒作业：化学消油剂的有效成分是非离子型表面活性剂和溶剂，两者对海洋生物均有一定的毒性，油田周围敏感区较多，不宜进行消油剂喷洒作业。

此外由预测章节可知，在本项目设定的事故情形下，溢油抵达生态红线区“大连斑海豹保护生态红线区-禁止开发区”的最短时间约为 5.5h。根据表 3.5，旅大 10-1 油田、绥中 36-1 油田、旅大 27-2/32-2 油田、锦州 25-1 南油田、锦州 9-3 油田、中海石油环保服务（天津）有限公司（绥中基地）等应急资源均能在 5.5h 内抵达溢油现场并开展应急处理，且上述溢油应急资源的总应急能力大于本项目

设定溢油量。加之本项目凝析油的强挥发性，溢油在风和海流作用下在 2h 后残留量已低至 1%，本项目溢油对海洋环境的影响程度要小于其他油品。综上分析可知本项目针对敏感目标的溢油应急措施能在溢油发生后做到及时处理，将溢油的影响程度降至最低。

4 结论

本项目海上最主要风险类型包括平台火灾/爆炸、船舶碰撞和海底管道断裂等事故。项目最大可信事故为改造的 LD10-1CEP 至 LD4-2WHPB 海底管道断裂造成油气泄漏事故，溢油位置设定为 LD4-2WHPB 平台。海底管道可能最大油类泄漏量为 17.1m^3。

根据预测结果，本项目位于鳀和小黄鱼的产卵场，中国对虾的索饵场内，毛虾的越冬场边缘，若发生溢油，油膜即刻抵达环境敏感目标。油膜抵达大连斑海豹保护生态红线区-禁止开发区的最短时间为 5.5h。

LD4-2 WHPB 平台上配有一定数量的消油剂和吸油毡，发生溢油事故后临近油田可借助应急资源均能在 5.5h 内抵达溢油现场并开展应急处理，且上述临近油田溢油应急资源的总应急能力大于本项目设定溢油量。加之本项目凝析油的强挥发性，溢油在风和海流作用下在 2h 后残留量已低至 1%，本项目溢油对海洋环境的影响程度要小于其他油品。综上分析可知本项目针对敏感目标的溢油应急措施能在溢油发生后做到及时处理，将溢油的影响程度降至最低。

为了满足本项目溢油应急的需要，建议建设单位在该项目正式投产前对原有的《旅大 10-1/4-2 油田溢油应急计划》（2019 年 10 月）进行修编备案。建设单位将根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，避免发生重大环境污染事件。在采取上述措施的情况下，本项目溢油风险是可控的。