

# 建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称：曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台集输海管

隐患治理项目

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

编制日期：2024 年 4 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: 曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台集输海管

隐患治理项目

建设单位: 中海石油(中国)有限公司天津分公司

编制日期: \_\_\_\_\_

中华人民共和国生态环境部制

## 关于《曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台集输海管隐患治理项目环境影响报告表》全本公示删减内容及理由的说明

根据环境保护部《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 第 4 号）相关要求，我对《曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台集输海管隐患治理项目环境影响报告表》予以公示。

在此次公示中，我按要求删除或模糊处理其中涉及公司技术秘密、商业秘密等内容。现将删除或模糊处理内容说明如下：

1、删除或模糊处理工程具体位置，删除或模糊相关平台坐标、具体位置图。

原因：此部分内容属于工程项目的涉密部分。

2、删除或模糊本项目投资、产能、规模、负荷能力等主要经济指标。

原因：此部分内容属于项目的涉密部分。

3、删除或模糊污染物接收处理单位资质、合同、协议等

原因：影响第三方商业利益。

4、公示内容不包含环境监测详细数据，保留评价结果。

原因：现状调查详细数据涉及监测单位和评价单位商业秘密。

5、删除或模糊附图、附件、附表、附录内容等

原因：此部分内容属于商业秘密和工程涉密内容。

打印编号: 1710147535000

019367

## 编制单位和编制人员情况表

|                  |  |          |    |
|------------------|--|----------|----|
| 项目编号             | 9re3iy   |          |    |
| 建设项目名称           | 曹妃甸11-3/5油田 W HPC平台集输海管隐患治理项目  |          |    |
| 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  |          |    |
| <b>一、建设单位情况</b>  |  |          |    |
| 单位名称（盖章）         | 中海石油（中国）有限公司天津分公司  |          |    |
| 统一社会信用代码         | 91120116718249438Q   |          |    |
| 法定代表人（签章）        | 周心怀  |          |    |
| 主要负责人（签字）        | 阎洪涛  |          |    |
| 直接负责的主管人员（签字）    | 赵军红  |          |    |
| <b>二、编制单位情况</b>  |  |          |    |
| 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         | 91110113MA01Q7HP1A   |          |    |
| <b>三、编制人员情况</b>  |  |          |    |
| <b>1. 编制主持人</b>  |  |          |    |
| 姓名               | 职业资格证书管理号  | 信用编号     | 签字 |
| 张聪               | 2017035120352015120104000089   | BH008847 | 张聪 |
| <b>2. 主要编制人员</b> |  |          |    |
| 姓名               | 主要编写内容   | 信用编号     | 签字 |
| 张聪               | 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、附图、附件、附表、附录 | BH008847 | 张聪 |

# 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 ..... | 20  |
| 四、生态环境影响分析 .....         | 31  |
| 五、主要生态环境保护措施 .....       | 41  |
| 六、生态环境保护措施监督检查清单 .....   | 43  |
| 七、结论 .....               | 44  |
| 附录 1 .....               | 45  |
| 附录 2 .....               | 52  |
| 附图 .....                 | 94  |
| 附表 .....                 | 105 |
| 附件 .....                 | 144 |

## 一、建设项目基本情况

|                   |   |                                  |   |
|-------------------|---|----------------------------------|---|
| 建设项目名称            | 曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台集输海管隐患治理项目   |                                  |   |
| 项目代码              | 无   |                                  |   |
| 建设单位联系人           | 黄永锋   | 联系方式                             | 022-66501901  |
| 建设地点              | 中国渤海西部海域  |                                  |   |
| 地理坐标              | 曹妃甸 11-1 油田 WGPA 平台: ██████████<br>曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台: ██████████  |                                  |   |
| 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 <sup>2</sup> )/长度(km) | ██████████ (根据新建集输海管长度、宽度外扩 10 米估算用海面积, 实际新增用海面积以海域使用论证报告为准)  |
| 建设性质              | <input checked="" type="checkbox"/> 新建(迁建)<br><input type="checkbox"/> 改建<br><input type="checkbox"/> 扩建<br><input type="checkbox"/> 技术改造 | 建设项目申报情形                         | <input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目<br><input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目<br><input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目<br><input type="checkbox"/> 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)           | ██████  | 环保投资(万元)                         | ██████  |
| 环保投资占比(%)         | ██████  | 施工工期                             | ██████  |
| 是否开工建设            | <input checked="" type="checkbox"/> 否<br><input type="checkbox"/> 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)中表 1 的专项评价设置原则表的相关类别和涉及项目类别, 本项目属于石油和天然气开采附属工程, 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

曹妃甸油田区域现有曹妃甸 11-3/5WHPC 平台至曹妃甸 11-1WGPA 平台集输海管为 [REDACTED]，2005 年投入使用。2023 年 7 月、10 月两次对曹妃甸 11-3/5WHPC 平台至曹妃甸 11-1WGPA 平台集输海管检测，结果显示此条海管存在较严重及广泛的外腐蚀情况。为了保障油田的安全生产，建设单位拟建设 1 条新海管（曹妃甸 11-3/5WHPC 平台至曹妃甸 11-1WGPA 平台海底集输海管长度 [REDACTED]），现有海管原地封存。

本项目的工程内容为：新建 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台海底集输海管，[REDACTED]。根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）要求，本项目属于“五十四 海洋工程中的 150 项中的其他”范畴，需编制环境影响报告表。

现对工程实施与功能区划、规划的符合性进行分析：

**1、国家产业政策的符合性分析**

本项目属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，符合国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“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。

**2、与“三线一单”的符合性分析**

根据《河北省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（冀政字〔2020〕71 号），本项目位于河北省环境管控单元外，详见附图 1。

本项目新铺设海底管道位于 [REDACTED]，全程埋设，对海洋水动力环境影响轻微。工程施工期，海底管道挖沟埋设，并且尽量缩短铺设作业时间，属于短期小范围的海床干扰，工程结束后海底环境将较快恢复到本底水平；项目施工期对周边海域影响主要为海底管线施工产生的悬浮物。根据预测结果，管道挖沟施工时悬浮物排放造成污染物超一（二）类水质影响范围最远为 0.62km，最长 2h 可恢复。

此外，油田制定了严密的溢油应急响应及处置措施，将严格按照油田已经备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作，尽最大能力降低海上溢油的环境危害程度，确保周围海域海洋生态环境安全。

综上，本项目与《河北省人民政府关于加快实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（冀政字〔2020〕71 号）的管理要求相协调。

**3、与河北省“三区三线”的符合性分析**

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），河北省“三区三线”划定成果，项目用海不占用农业空间、生态空间及城镇空间，也不涉及生态红线及永久基本农田，本项目所处海域位于河北省生态保护红线之外

(见附图 2)，距离最近的生态保护红线约为 [REDACTED]，经预测，本项目悬浮物超一（二）类水质距管道最大距离为 0.62km，最长 2h 可恢复至一类海水水质，不会影响到河北省“三区三线”。

#### 4、与河北省国土空间规划的符合性分析

国务院于 2023 年 12 月 13 日对《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》予以批复。规划范围包括河北省行政辖区内陆域（18.88 万 km<sup>2</sup>）和管辖海域（0.72 万 km<sup>2</sup>）国土空间。规划落实京津冀“一核双城三轴四区多点”的协同发展格局要求，按照生态优先、协同发展、陆海统筹、重点集聚的总体思路，构建生态型、网络化、开放式、集约型的国土空间开发保护格局。践行绿水青山就是金山银山理念，深入实施可持续发展战略，提升省域“高原-山区-平原-沿海”生态系统完整性，筑牢生态安全格局。

项目位于渤海西部海域，不在《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》管辖范围内，距离规划功能区有一定距离。项目施工时间较短，施工造成的悬浮泥沙扩散影响范围有限，施工结束后，海水水质即可恢复；运营期管道敷设于泥面以下，不改变海域自然属性。总体来看，项目施工及运营对临近功能区的影响较小。

#### 5、与《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》符合性分析

根据《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目位于全国海洋功能区划中的“渤海中部海域”。该海域主要功能为矿产与能源开发、渔业、港口航运。矿产与能源区重点保障油气资源勘探开发的用海需求，支持海洋可再生能源开发利用。严格执行海洋油气勘探、开采中的环境管理要求，防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。油气区执行不劣于现状海水水质标准。区域实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量。

本工程为海洋油气资源勘探开发工程，施工期生活垃圾、生产垃圾、机舱含油污水均运回陆上处理，生活污水经施工船舶生活污水处理设施处理达标后排海，对海洋生态环境影响较小。施工时应注意保护海洋资源环境，严格执行各项环保措施，防止溢油，避免对毗邻海洋保护区产生影响，保证临近海域的用海功能。综上所述，本项目建设与《全国海洋功能区划（2011-2020）》相符合。

#### 6、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》（国发〔2015〕42 号）：“依据主体功能，将海洋空间划分为以下四类区域：优化开发区域、重点开发区域、限制开发区域和禁止开发区域”。重点开发区域包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋



工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能。

本项目属于油田勘探开发项目，位于“重点开发区域”的“海洋工程和资源开发区”，符合重点开发区域的功能定位。本项目施工期各类污染物均得到妥善有效的处理，对海洋环境影响较小；根据本项目环境影响评价预测，铺设海管时产生的悬浮泥沙对海洋环境的影响较小，影响时间较短且可恢复；此外，油田制定了严密的溢油应急响应及处置措施，将严格按照油田已经备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作，尽最大能力降低海上溢油的环境危害程度。

因此，本项目建设符合《全国海洋主体功能区规划》的要求。

### 7、与环境保护规划及其他相关规划的符合性分析

#### (1) 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》的符合性分析

生态环境部、发展改革委、自然资源部、交通运输部、农业农村部、中国海警局联合印发《“十四五”海洋生态环境保护规划》，对“十四五”期间海洋生态环境保护工作作出了统筹谋划和具体部署。该规划提到“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，构建分区分类的海洋环境风险防控体系，加强应急响应能力建设”。

建设单位已编制了溢油应急计划并进行了备案，可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，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，从源头上预防海洋生态破坏和环境污染。

因此，本项目符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》要求。

#### (2) 与《河北省海洋生态环境保护“十四五”规划》的符合性分析

根据《河北省海洋生态环境保护“十四五”规划》（冀政字〔2022〕2号），第一章第二节：基本原则中“坚持质量核心、稳中求进。以海洋生态环境质量改善为核心……确保海洋生态环境持续稳定改善……”

第一章第三节：主要目标中“生态环境风险有效管控。全面加强设施先进、协调有序、反应快捷、运转高效的海洋突发环境事件应急能力建设，海洋生态灾害、海上溢油、危化品泄漏等突发环境事故风险预警处置能力显著提升。”；第六章第一节加强海洋环境风险源头防范：“开展海洋生态环境风险调查评估”；第二节：提高应急响应和协同处置能力“加强应急体系和应急能力建设……健全完善突发海洋环境事件的应急响应预案。”

第八章第二节唐山湾：（3）任务工程“重点提升京唐港和曹妃甸港生态环

境质量；维护滨海湿地、海岛、海草床典型生态系统生态功能...强化海上溢油、危化品泄漏等突发环境事故风险防范”。

本项目工程内容为新海管代替原海管，平台无新增结构物、不涉及工艺配管等改造，对海洋水动力环境影响轻微。项目施工期对周边海域影响主要为海底管线施工产生的悬浮物。根据预测结果，管道挖沟施工时悬浮物排放造成污染物超一（二）类水质影响范围最远为 0.62km，最长 2h 可恢复。项目工程建设对周围海域生态环境不会产生明显的不利影响。

此外，油田制定了严密的溢油应急响应及处置措施，将严格按照油田已经备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作，尽最大能力降低海上溢油的环境危害程度，确保周围海域海洋生态环境安全。

综上所述，本工程与《河北省海洋生态环境保护“十四五”规划》相符合。

### （3）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。”

建设单位已编制了溢油应急计划并进行了备案，可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，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

|         |   |                    |         |
|---------|---|--------------------|---------|
| 地理位置    | <p>曹妃甸油田区域 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台现有集输海管为 [ ] 寸 [ ]，由于腐蚀严重，本项目拟新建一条 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 集输海管，原海管封存。</p> <p>曹妃甸油田群位于渤海西部海域，东经 [ ]，北纬 [ ]，西距天津塘沽 [ ]，西北距河北省曹妃甸港区 [ ]，东北距河北省京唐港区 [ ]，油田范围内水深在 [ ]。本项目新建海管起止点分别位于 CFD11-1WGPA 和 CFD11-3/5WHPC 两座平台。本工程地理位置坐标见表 2-1。本项目地理位置图见附图 3。</p>  |                    |         |
|         | <p><b>表 2-1 工程坐标</b></p>  |                    |         |
|         | 管线起止点   | 平台                 | 经纬度     |
|         |   | CFD11-3/5WHPC      | [ ] [ ] |
|         |   | CFD11-1WGPA        | [ ] [ ] |
|         |   | 膨胀弯自身拐点 1；近 WGPA 侧 | [ ] [ ] |
|         |   | 膨胀弯自身拐点 2；近 WGPA 侧 | [ ] [ ] |
|         |   | 膨胀弯与平管法兰；近 WGPA 侧  | [ ] [ ] |
|         |   | 弧线路由切点；近 WGPA 侧    | [ ] [ ] |
|         |   | 弧线路由终点（切点交汇点）      | [ ] [ ] |
|         | 弧线路由切点；近 WHPC 侧   | [ ] [ ]            |         |
|         | 膨胀弯与平管法兰；近 WHPC 侧   | [ ] [ ]            |         |
|         | 膨胀弯自身拐点；近 WHPC 侧  | [ ] [ ]            |         |
| 项目组成及规模 | <p>一、工程现状</p> <p>1、已建油田工程设施</p> <p>曹妃甸油田群由曹妃甸 11-1 油田、曹妃甸 11-2 油田、曹妃甸 11-3/5 油田和曹妃甸 11-6/12-1S 油田组成。目前该油田群现有生产设施包括：海洋石油 112 号 FPSO、单点系泊装置（SPM）及 9 个生产平台：CFD11-1WGPA 集输处理平台、CFD11-2WHPA 井口平台、CFD11-3/5WHPC 井口平台、CFD11-6WHPD 井口平台、CFD11-6WHPE 井口平台、CFD11-6WHPK 井口平台、CFD12-1SWHPF 井口平台、CFD11-1CEPJ 中心处理平台和 CFD11-6CEPI 中心平台、油气集输管道，及 CFD12-1S WHPL 井口平台。油田群的总体分布情况见图 2-1。</p> <p style="text-align: center;"><b>图 2-1 曹妃甸油田群海上油田开发工程现有设施示意图</b></p> <p>2、本项目涉及依托平台概况</p> <p>本项目新建管线为 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台集输海管，新建海管将 CFD11-3/5WHPC 平台的物流经 CFD11-1WGPA 输送至海洋石油 112 号 FPSO 进行处理。CFD11-3/5WHPC 平台、CFD11-1WGPA 平台及海洋石油 112 号 FPSO 于 2009 年 12 月取得</p> |                    |         |

环保设施竣工验收的批复（国海环字〔2009〕788号）；2013年在老单点[ ]处建设新单点，“海洋石油112”FPSO从老单点解脱并连接到新单点上。

本项目涉及依托平台概况见表2-2，依托平台主要环保设施见表2-3。

表2-2 本项目涉及平台及管线情况一览表

| 平台/管线 |                           | 平台/管线概况  |
|-------|---------------------------|--|
| 依托平台  | CFD11-3/5WHPC             | 无人驻守平台，生产设施包括[ ]等。<br>本次新建管线起点，通过新建管线，CFD11-3/5WHPC物流集输至CFD11-1WGPA。   |
|       | CFD11-1WGPA               | 6桩导管架结构的井口集输平台，[ ]，设有[ ]及[ ]生活污水处理装置，另外还包括生产管汇、测试管汇、注水管汇、清管球发射接收器、开/闭式排放系统、化学药剂注入系统等。本次新建集输管线终点位于此平台。  |
|       | HYSY112 FPSO              | 海洋石油112号FPSO具有原油处理、储油和卸油、发配电等功能，最大储油能力为[ ]。设有[ ]及[ ]生活污水处理装置，生产及公用设施主要包括生产分离器、原油处理器、储油舱、主电站、生产水处理系统，注水系统等。原油设计处理能力[ ]，天然气设计处理能力[ ]，生产水设计处理能力[ ]。<br>本项目管线物流依托其进行生产物流处理、存储。 |
| 原海管   | CFD11-3/5WHPC至CFD11-1WGPA | 集输海管，长度[ ]，直径[ ]，[ ]   |
| 新建海管  | CFD11-3/5WHPC至CFD11-1WGPA | 集输海管，长度[ ]，[ ]   |

表2-3 主要环保设施一览表

| 序号 | 名称           | 环保设施                          | 数量  |
|----|--------------|-------------------------------|-----|
| 1  | CFD11-1WGPA  | 开/闭式排放系统<br>(开/闭式排放罐和开/闭式排放泵) | [ ] |
| 2  |              | 生活污水处理系统，处理能力[ ]              | [ ] |
| 4  | 海洋石油112号FPSO | 生产水处理系统，处理能力[ ]               | [ ] |
| 5  |              | 开式排放系统（开式排放罐和开式排放泵）           | [ ] |
| 6  |              | 闭式排放系统（闭式排放罐和闭式排放泵）           | [ ] |
| 7  |              | 火炬/放空系统（分液罐和放空火炬）             | [ ] |
| 8  |              | 生活污水处理系统，处理能力[ ]              | [ ] |

3、本项目涉及生产物流集输及工艺流程

曹妃甸11-3/5油田WHPC平台的生产井物流通过海底管道输送至曹妃甸11-1油田WGPA平台，与曹妃甸11-1油田WGPA/CEPJ平台的生产物流混合，通过曹妃甸11-1油田WGPA至FPSO集输海管输送至海洋石油112号FPSO进行油气水处理。

曹妃甸11-1油田CEPJ平台与WGPA平台栈桥相连。CEPJ平台的井口物流汇同来自WGPA平台的部分产液一同进入CEPJ平台生产分离器进行油气水三相分离至含水[ ]后，经外输泵增压后送至WGPA平台，与WGPA平台剩余物流汇合后，通过海底管线输送至

海洋石油 112 号 FPSO 进行进一步处理。

本项目涉及平台设施物流集输示意图详见图 2-2。

“海洋石油 112 号 FPSO”接收的含水原油经处理后，合格原油储存外输，分离出的含油生产水处理达标后，经过现有海底注水管道输往 WGPA、WHPA、WHPC 平台回注地层。

图 2-2 本项目涉及平台物流集输示意图

#### 4、现有集输海管现状

##### (1) 基本情况

根据 2023 年 10 月 30 日海管内检测数据，并与 2023 年 7 月 18 日检测及报告对比：基本确认海管 [REDACTED]，均为外腐蚀，其中 [REDACTED]（这两处 2023 年 7 月检测数据为 [REDACTED]）。两次检测腐蚀点位基本重合，大多数腐蚀深度在 [REDACTED] 增速区间，由此可见管道广泛存在较严重的外腐蚀，且管道腐蚀不集中，以上点位如局部修复无法根本解决外腐蚀问题。因此，本项目拟新建海底集输管道，原海管封存。现有海管立管为双层保温结构，内管为 [REDACTED] 寸，外管为 [REDACTED] 寸，根据腐蚀评估报告，立管的内管无外腐蚀，内腐蚀在 [REDACTED] 以内。根据新的设计工况核算原立管可以继续利用。

CFD11-3/5WHPA 至 CFD11-1WGPA 平台现有海底集输海管为 [REDACTED]，长度约为 [REDACTED]，于 2005 年投入使用。现有海管设计参数详见表 2-7。

##### (2) 原管道走向

原 CFD11-3/5WHPA 平台至 CFD11-1WGPA 平台海底集输海管全程埋设，管道顶部距海床表面为 [REDACTED]。

##### (3) 原海管输送物流性质

###### ①原油性质

表 2-4 输送原油性质

| 井口名        | 原油性质       |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| CFD11-3-2a | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
|            | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
|            | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
|            | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| CFD11-5-1  | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
|            | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
|            | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
|            | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |

###### ②天然气组分

表 2-5 天然气组分

| 组分   | 摩尔分率%      |
|------|------------|
| 甲烷   | ██████████ |
| 乙烷   | ██████████ |
| 丙烷   | ██████████ |
| 异丁烷  | ██████████ |
| 正丁烷  | ██████████ |
| 异戊烷  | ██████████ |
| 正戊烷  | ██████████ |
| 己烷   | ██████████ |
| 氧气   | ██████████ |
| 二氧化碳 | ██████████ |
| 氮气   | ██████████ |
| 硫化氢  | ██████████ |
| 硫    | ██████████ |

(4) 原管道输送物流量

表 2-6 管道输送物流量

| 年份   | 油                 | 水                 | 液                 | 气                 |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|      | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d | m <sup>3</sup> /d |
| 2024 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2025 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2026 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2027 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2028 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2029 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2030 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2031 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2032 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2033 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2034 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2035 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2036 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2037 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2038 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2039 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2040 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |
| 2041 | ██████████        | ██████████        | ██████████        | ██████████        |

二、本项目建设情况

本项目新建 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 平台长度 ██████████ 的集输海管，将原海管封存。相关建设内容如下。

1、参数设计

新建集输海管具体参数及与原海管参数对比见下表。

表 2-7 新建与原集输海管参数对比

| 管道名称 | 原海管        | 新建海管       |
|------|------------|------------|
| 输送介质 | ██████████ | ██████████ |

|              |  |  |
|--------------|--|--|
| 结构形式         |  |  |
| 管道外径 (mm)    |  |  |
| 管长(km)       |  |  |
| 设计年限 (年)     |  |  |
| 设计压力 (MPaA)  |  |  |
| 设计温度 (°C)    |  |  |
| 管道材质         |  |  |
| 埋深           |  |  |
| 介质密度 (kg/m³) |  |  |

图 2-3 新建双层保温管截面示意图

## 2、海管防腐

新建海管内防腐采用“碳钢+腐蚀裕量+缓蚀剂”的防腐方案腐蚀裕量为 [REDACTED]，缓释效率 [REDACTED]。外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法。采用 [REDACTED]，海底管道平管段及膨胀弯采用 3LPE 涂层系统，总厚度 [REDACTED]。

根据设计校核结果，本项目新建的海管原立管利旧使用，新建膨胀弯及平管段采用双层保温管，新建海管防腐相关参数见下表。

表 2-8 新建海管保温防腐设计参数

|      |          |            |
|------|----------|------------|
| 新建海管 | 保温层材质    | [REDACTED] |
|      | 保温层厚度    | [REDACTED] |
|      | 保温层密度    | [REDACTED] |
|      | 管道内腐蚀余量  | [REDACTED] |
|      | 管道防腐涂层材质 | [REDACTED] |
|      | 管道防腐涂层厚度 | [REDACTED] |
|      | 管道防腐涂层密度 | [REDACTED] |

## 3、海管输送物流情况

本项目新建海管输送物流量、物流性质及输送边界条件与现有集输海管相同，详见表 2-4 至表 2-6。

## 4、路由比选

CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台新建海管沿新路由铺设、初步拟定 3 个方案，两平台周边已建管缆众多，十分密集，3 个方案路由详见下图。

图 2-4 本项目 3 个方案路由比选图

为避让 WGPA 平台附近的钻井避让区、现有钻井桩穴痕迹和密集已建管缆，WGPA 近平台侧路由设置在原海管外侧。

各方案路由具体走向如下：

方案 1：图中用绿色线标识。设计路由从 CFD11-3/5WHPC 西南方向出发，绕过原膨胀弯区域，经约 [ ] 直线段后，进入弧线段（曲率半径为 [ ]），弧线段基本与原集输海管路由平行，之后再经约 [ ] 直线段，在近平台处弃管。平管路由基本与原路由平行，最小间距为 [ ]，位于弧线段及两处路由端点附近。路由长度约 [ ]。该方案可避开平台附近的钻井避让区、现有钻井桩穴痕迹和密集已建管缆，跨越少、安全可靠。

方案 2：图中用蓝色线标识。设计路由从 CFD11-3/5WHPC 西向出发，穿过已有海缆区域，经约 [ ] 直线段后，进入弧线段（曲率半径为 [ ]），之后再经约 [ ] 直线段，在跨越 3 条已建管缆处采用一节膨胀弯进行过渡，经约 [ ] 直线段后并入 3 个路由方案的 [ ] 共线段，在近平台处弃管。平管路由基本沿两平台连线铺设，为降低施工难度在 CFD11-1WGPA 附近尽快并入路由方案 1 路由。路由长度约 [ ]。

方案 3：图中用红色线标识。设计路由从 CFD11-3/5WHPC 西向出发，穿过已有海缆区域（WHPC 侧为海缆铺设终点，平台附近有海缆盘绕），经约 [ ] 直线段后，进入弧线段（曲率半径为 [ ]，弧线段基本与原集输海管路由平行，之后再经约 [ ] 直线段，在跨越 3 条已建管缆处采用两到三节膨胀弯进行过渡，然后并入 3 个路由方案的 [ ] 共线段，在近平台处弃管。平管路由基本与原路由平行，最小间距为 [ ]，位于弧线段及两处路由端点附近。路由长度约 [ ]。

表 2-9 新路由方案比选

| 要素       | 方案 1                          | 方案 2                  | 方案 3                  | 最优       |
|----------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|
| 海管路由长度   | [ ]                           | [ ]                   | [ ]                   | 方案 2、3   |
| 跨越已建在用设施 | [ ]                           | [ ]                   | [ ]                   | 方案 1     |
| 铺设施工方面   | 平直路由，弧线段半径较大，直管段预留充足，船舶适用性较好。 | 需额外增加路由中段的跨越，处理难度大。   | 需额外增加路由中段的跨越，处理难度大。   | 方案 1     |
| 海管安全角度   | 安全                            | 路由中跨越处增加法兰连接，增加失效泄露风险 | 路由中跨越处增加法兰连接，增加失效泄露风险 | 方案 1     |
| 用海面积     | [ ]                           | [ ]                   | [ ]                   | 方案 1、3   |
| 经济角度分析   | [ ]                           | [ ]                   | [ ]                   | 方案 1     |
| 环境影响角度   | 挖沟长度最长，对沉积环境的影响最大，            | 挖沟长度较短，对沉积环境的影响       | 挖沟长度较短，对沉积环境的影响较      | 方案 1、2、3 |



|   | 施工期间产生的悬浮泥沙，对水质和海洋生态等造成的影响可接受  | 较小，施工期间产生的悬浮泥沙较少，对水质和海洋生态等造成的影响较小 | 小，施工期间产生的悬浮泥沙较少，对水质和海洋生态等造成的影响较小 |        |      |      |      |        |        |      |        |      |     |      |     |    |
|---|--|-----------------------------------|----------------------------------|--------|------|------|------|--------|--------|------|--------|------|-----|------|-----|----|
| 综合分析  | 方案 1 的路由长度长，但跨越处理施工难度最小，可避开平台附近的钻井避让区、现有钻井桩穴痕迹和密集已建管缆方案 2、3 的路由长度较短，但施工难度较大，不安全，综合考虑跨越、铺设施工、安全、经济 and 风险等因素，方案 1 最优且环境影响可接受。 |                                   |                                  |        |      |      |      |        |        |      |        |      |     |      |     |    |
| <p>5、管线交越情况</p> <p>CFD11-1WGPA 侧沿立管出口方向布置。近 CFD11-1WGPA 侧有 1 处跨越，被跨越管线为已建 12 寸海管。</p> <p style="text-align: center;"><b>图 2-5 CFD11-1WGPA 侧膨胀弯布置示意图</b></p> <p>CFD11-3/5WHPC 侧沿立管出口方向布置。近 CFD11-3/5WHPC 侧有 1 处跨越，被跨越管线为已建 12 寸海管。</p> <p style="text-align: center;"><b>图 2-6 CFD11-3/5WHPC 侧膨胀弯布置示意图</b></p> <p>三、能力校核</p> <p>本项目不涉及产能变化及工艺变化，因此仅对新建管线进行校核，详见下表。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 2-10 本项目海管校核情况一览表</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>海管名称</th> <th>设计压力</th> <th>设计温度</th> <th>实际最大压力</th> <th>实际最大温度</th> <th>校核结果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>新建集输海管</td> <td>12.5</td> <td>120</td> <td>12.5</td> <td>120</td> <td>符合</td> </tr> </tbody> </table> |  |                                   |                                  |        | 海管名称 | 设计压力 | 设计温度 | 实际最大压力 | 实际最大温度 | 校核结果 | 新建集输海管 | 12.5 | 120 | 12.5 | 120 | 符合 |
| 海管名称  | 设计压力   | 设计温度                              | 实际最大压力                           | 实际最大温度 | 校核结果 |      |      |        |        |      |        |      |     |      |     |    |
| 新建集输海管  | 12.5   | 120                               | 12.5                             | 120    | 符合   |      |      |        |        |      |        |      |     |      |     |    |
| 总平面及现场布置  | <p>本项目新建海管平面布置见下图：</p> <p style="text-align: center;"><b>图 2-7 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 平台海底集输管道平面布置示意图</b></p>           |                                   |                                  |        |      |      |      |        |        |      |        |      |     |      |     |    |

### 一、施工方案

本项目需要对原 16 寸 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 集输海管清洗，封存原海管，在新路由重新铺设 16 寸双层管。新海管继续使用 CFD11-1WGPA 和 CFD11-3/5WHPC 侧立管，拆除原有膨胀弯，新海管连接后试压投产。

为保证 CFD11-3/5WHPC 平台正常生产，旧海管封存以及新海管建设前，建设单位拟将 16 寸注水海管变更为集输海管并反向输送，将曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台井口产液输送到曹妃甸 11-1 油田 WGPA 平台。新铺设的海底集输管道投入使用后，根据生产实际情况，恢复原有物流路由。为进一步识别反输期间的环境风险，建设单位委托海油环境科技（北京）有限公司编制了《曹妃甸 11-1 油田 WGPA 至曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 海底注水管道反向混输项目环境风险专题报告》，报告认为通过对 WGPA 至 WHPC 海底注水管道工艺校核、结构校核及内部腐蚀状态评估可知，该注水管道满足变更为集输管道的要求，在采取适当措施情况下，溢油风险可控。建设单位已将反输事宜向生态环境部报告。

本项目施工内容主要包括旧海管清洗、封存，新海管铺设安装及清管试压等工作，详细施工内容如下。

#### （一）原海管封存

##### 1、施工流程



##### 2、原海管清洗

原海管膨胀弯拆除回收前，需对海管内部进行清洗，清洗废水进入生产水流程。

##### 3、部分海管及膨胀弯回收

由于新铺设海管要利旧原立管，为满足新海管膨胀弯的安装，回收部分海管及膨胀弯。

##### 4、原海管封存

部分海管及膨胀弯回收后，对海管两端进行封堵，原地封存。

#### （二）新海管铺设

本项目新建海管全程埋设，采用后挖沟自然回填法。集输管道长度 1.5km，采用后挖沟自然回填埋设法，新建海管外管外径 1600mm，埋设管道顶部距海床表面为 1000mm，管沟底宽 10m，顶宽 12m，挖沟速度 100m/d，天气允许的情况下，施工时间为 15d。

拟建海底管道埋设示意图见下图。

**图 2-8 海底管道埋设示意图**

新海管铺设施工内容如下：

**1、海管铺设前进行路由预调查**

为了详细了解施工海域的水深、地形地貌及海底障碍物、浅地层地质构造等情况，以及该区域内的已投产平台、海底管道、海底电缆等，为海管施工提供海洋环境和工程地质基础资料。需在施工前使用调查船对管线路由两侧各 [ ] 范围及平台周围 [ ] 范围进行测扫。预调查结束后，铺管船和浮吊船根据调查结果制定后期施工抛锚方案。

**2、海管铺设**

铺管船在一侧平台附近抛锚就位，开展管线铺设作业。海管管端着泥后，施工作业即进入正常铺设阶段。该作业阶段，海底管线在铺管船的作业线上组对焊接，向前移船将管线连续的铺设到海床上。在海底管线正常铺设期间，遇坏天气或其他原因使得铺管作业不得不中止时，要进行弃管作业。海管铺设示意详见下图。

**图 2-9 海管铺设示意图**

**3、管道后挖沟**

本项目共有 1 条约 [ ] 新铺海管需进行挖沟作业，海管设计要求埋深为 [ ]，挖沟机在起始点开始挖沟时，边挖沟前进边下放挖沟机，进行造坡，通过回收位于船首的锚缆及释放位于船尾的锚缆，实现船舶的移动，通过声纳监控器监控挖沟深度和宽度；当锚机锚缆收、放到位后，通过交替更换锚位的方法移锚，实现连续走船，进行后挖沟作业；

**4、旧膨胀弯拆除回收及新膨胀弯安装**

根据设计方案，利旧原立管时需要拆除原膨胀弯，以便新建膨胀弯就位。原集输管线整体清洗置换完成后，依据前期海管路由调查结果，进行膨胀拆除工作。新膨胀弯安装施工内容包括：膨胀弯预制，膨胀弯测量，法兰盲板、平管封头拆卸回收及膨胀弯对接。

**5、管线跨越处施工**

新建管线近 CFD11-1WGPA 平台及 CFD11-3/5WHPC 平台侧有各有 1 处管线跨越，跨越保护方案为在被跨越管缆上垫一层压块，新建膨胀弯安装完毕后，再覆盖一层压块进行保护，跨越防护示意图详见下图。

**图 2-10 管线交越段防护设计示意图**

**6、清管、试压**

清管作业时进行通球，清管作业完成后进行管线试压。

7、水泥压块摆放及法兰保护

为避免其他施工船舶锚缆挂碰膨胀弯法兰螺栓，在管道试压完成后，对法兰进行保护。膨胀弯连接完成后，需要在膨胀弯、平管挖沟过度段上摆放水泥压块。压块摆放形式详见下图。

图 2-11 集输管道压块摆放形式

二、主要施工船舶与施工人员、工期安排

本项目船舶资源投入情况、施工天数及施工人数如下表所示。

表 2-11 本项目施工计划一览表

| 施工阶段           | 施工船舶数量（艘） | 船型 | 施工人数（人） | 施工天数（天） |
|----------------|-----------|----|---------|---------|
| 膨胀弯拆除回收及海管封存   | 1         | ■  | ■       | ■       |
| 交叉点预处理         | 1         | ■  | ■       | ■       |
| 新管道铺设          | 1         | ■  | ■       | ■       |
| 海管后挖沟          | 1         | ■  | ■       | ■       |
| 膨胀弯安装          | 1         | ■  | ■       | ■       |
| 新管道清管试压        | 1         | ■  | ■       | ■       |
| 水下水泥压块及法兰保护器安装 | 1         | ■  | ■       | ■       |

本项目主要节点工期安排详见下表。

表 2-12 本项目主要节点工期安排一览表

| 重要施工节点        | 计划开始时间 | 计划完成时间 |
|---------------|--------|--------|
| 膨胀弯拆除回收及海管封存  | ■      | ■      |
| 新管道铺设、挖沟，清管试压 | ■      | ■      |

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、生物质量及水文动力现状资料来源

本次水质、沉积物、海洋生态、生物质量调查资料引自《曹妃甸 11-3/5 油田扩建项目海洋环境质量现状春季调查报告》。

调查时间：水质、沉积物、海洋生态调查采样日期为 2023 年 5 月 3 日至 5 月 8 日。生物质量采样日期为 2023 年 4 月 10 日至 4 月 13 日。水文动力调查时间为 2023 年 6 月 5 日至 6 月 6 日（农历四月十八至十九）。

调查内容：水质、沉积物、海洋生态、生物质量调查、海流观测；

调查单位：[REDACTED]；

调查站位：共设置 55 个，包括水质站位 55 个，沉积物站位 33 个，海洋生物生态（浮游植物、浮游动物、底栖生物等）和生物质量站位 33 个，水文动力站位 6 个。

##### (2) 渔业资源资料来源

本次渔业资源调查资料引自《曹妃甸 11-3/5 油田扩建项目春季渔业资源现状调查》。

调查时间：2023 年 5 月 19 日~6 月 7 日；

调查内容：鱼卵仔稚鱼、游泳生物；

调查单位：[REDACTED]；

调查站位：共设置 18 个。

#### 2、调查概况

水质、沉积物、海洋生物、生物质量、渔业资源及水文动力等各调查站位位置见附图 4。

#### 3、现状评价结果

##### 3.1、海水水质评价结果

###### (1) 评价因子

选取 pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物、挥发性酚共 15 项作为评价因子。

###### (2) 评价标准

本项目 55 个调查站位均不在河北省生态保护红线内，具体见附图 4。

根据《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目部分调查站位在河北省海洋功能区划内，具体见附图 4。

根据《河北省近岸海域环境功能区划》，2、3、4、34、38、39 位于三类环境功能区内，1、31、32、33、37、55 四类环境功能区内，其他站位均不在《河北省近岸海域环境功能区划》内，具体见附图 4。

功能区内调查站位的执行标准及评价标准按以上三个文件中标准要求取严，功能区外的站位评价标准从一级标准起逐级评价至符合的标准要求，各类水质标准限值执行《海水水质标准》（GB3097-1997）对应级别标准限值。详细标准情况见下表。

**表 3-1 调查站位所在功能区及评级标准**

| 调查站位             | 《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》 |        | 河北省生态保护红线 |        | 《河北省近岸海域环境功能区划》 |        | 执行标准 | 本次水质评价标准 |
|------------------|--------------------------|--------|-----------|--------|-----------------|--------|------|----------|
|                  | 功能区                      | 水质标准要求 | 红线区       | 水质标准要求 | 功能区             | 水质标准要求 |      |          |
| 1、31、32、33、37、55 | 2-6 曹妃甸港口航运区             | 二类     | 红线区外      | /      | 四类环境功能区         | /      | 二类   | 二类       |
| 2、3、4、34、38、39   | 2-6 曹妃甸港口航运区             | 二类     | 红线区外      | /      | 三类功能区           | /      | 二类   | 二类       |
| 35、36            | 1-9 京唐港至曹妃甸农渔业区          | 二类     | 红线区外      | /      | 划定范围之外          | /      | 二类   | 二类       |
| 5-30、40-54       | 划定范围之外                   | /      | 红线区外      | /      | 划定范围之外          | /      | /    | 逐级评价     |

**(3) 评价结果**

①二类区共 14 个站位（1、2、3、4、31、32、33、34、35、36、37、38、39、55）：各评价因子均达到第二类海水水质标准。

②功能区外 41 个站位：按照一类海水水质标准评价，有 9 个站位的无机氮超过一类海水水质标准（12、13、40、42、44、46、47、48、49），其余站位均符合一类标准。对超标站位按照二类海水水质标准进行评价，均符合二类海水水质标准。

**表 3-2 春季海水水质调查结果达标情况统计表**

| 功能区要求  | 站位                                    | 超标项目及超标站位 | 超标率(%) | 达标情况                                     |
|--------|---------------------------------------|-----------|--------|--|
| 二类区    | 1、2、3、4、31、32、33、34、35、36、37、38、39、55 | 无         | 0      | 达标                                       |
| 划定范围之外 | 5-30、40-54                            | /         | /      | 按照一类海水水质标准评价，有 9 个站位的无机氮超过一类海水水质标准，其余站位均 |

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  |  |  |  | 符合一类标准。对超标站位按照二类海水水质标准进行评价，均符合二类海水水质标准。 |
|--|--|--|--|---|

### 3.2、海洋生态现状调查结果

与水质、生物质量现状调查同步，进行了叶绿素 a（并以此估算初级生产力）、浮游植物、浮游动物和底栖生物等海洋生态现状调查。

#### （1）叶绿素 a 和初级生产力

2023 年 5 月，调查海域表层叶绿素 a 变化范围（0.34~4.76） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，均值为 2.04 $\text{mg}/\text{m}^3$ ；中层叶绿素 a 变化范围（0.561~2.66） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，均值为 1.46 $\text{mg}/\text{m}^3$ ；底层叶绿素 a 变化范围（0.561~3.76） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，均值为 1.643 $\text{mg}/\text{m}^3$ 。初级生产力为（21.13~517.79） $\text{mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，均值为 201.09 $\text{mgC}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

#### （2）浮游植物

2023 年 5 月，调查海域共获得浮游植物 3 门 49 种。其中，硅藻门 44 种，占总种类数的 89.8%；甲藻门 4 种，占 8.2%；金藻门 1 种，占 2.0%。

调查海区浮游植物细胞密度变化范围（0.43~1.03），均值为 0.67；均匀度变化范围（0.04~0.62），均值为 0.24；多样性指数变化范围（0.15~2.34），均值为 0.92；优势度变化范围（0.72~0.99），均值为 0.91。

#### （3）浮游动物

2023 年 5 月，调查海区共鉴定浮游动物 19 种，浮游幼体、鱼卵、仔鱼共 10 种。

浮游动物湿重生物量的变化范围在（27.7~1936.3） $\text{mg}/\text{m}^3$  之间，均值为 561.9 $\text{mg}/\text{m}^3$ ，最高值和最低值分别出现在 13 号站和 55 号站。浮游动物个体密度在（65.2~4368.1） $\text{ind}/\text{m}^3$  之间，均值为 1203.4 $\text{ind}/\text{m}^3$ ，最高值和最低值分别出现在 13 号站和 55 号站。

浮游动物群落的丰富度指数变化范围（0.94~1.91），均值为 1.48；均匀度变化范围（0.29~0.51），均值为 0.37；多样性指数变化范围（1.17~1.87），均值为 1.44；优势度变化范围（0.85~0.95），均值为 0.92。

#### （4）底栖生物

2023 年 5 月，调查共发现大型底栖生物 30 种，隶属于环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、脊索动物和纽形动物。

大型底栖生物湿重生物量变化范围在（0.23~26.97） $\text{g}/\text{m}^2$  之间，平均为 8.99 $\text{g}/\text{m}^2$ 。栖息密度变化范围在（10~45） $\text{ind}/\text{m}^2$  之间，平均密度为 19 $\text{ind}/\text{m}^2$ 。

调查海域大型底栖生物群落的丰富度指数变化范围为(0.26~1.02)，均值为0.49；均匀度变化范围为(0.77~1.00)，均值为0.97；多样性指数变化范围为(0.92~2.59)，均值为1.50；优势度变化范围(0.33~1.00)，均值为0.76。

### 3.3、生物质量调查结果

本次调查采集到6种生物共计50个样品，结果表明：

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

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

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

### 3.4、沉积物调查结果

本次共进行了33站位的海洋沉积物调查，海洋沉积物类型以黏土质粉砂为主；对有机碳、硫化物、油类、铜、铅、锌、镉、总汞、铬、砷等因子进行了分析评价，所有调查因子均符合一类海洋沉积物质量标准，海洋沉积物质量状况良好。

### 3.5、渔业资源调查结果

#### (1) 鱼卵、仔稚鱼

2023年春季，调查海域共采集到鱼卵仔稚鱼9种，隶属于5目8科；共采集到鱼卵5种，隶属于3目4科；共采集到仔稚鱼4种，隶属于4目4科。共调查18个站位，12个站位捕获鱼卵或仔稚鱼出现，出现频率为66.67%。其中鱼卵11个站位采集到，出现频率为61.11%；仔稚鱼6个站位采集到，出现频率为33.33%。

本次鱼卵和仔稚鱼的水平拖网调查，鱼卵密度变化范围为0~0.43粒/m<sup>3</sup>，平均密度为0.08粒/m<sup>3</sup>。仔稚鱼密度变化范围为0~0.09个/m<sup>3</sup>，平均密度为0.01个/m<sup>3</sup>。

#### (2) 鱼类

2023年春季，调查海域共捕获鱼类20种，平均渔获量442.3尾/h，6.658kg/h；其中幼鱼为102.1尾/h，生物量为0.286kg/h；成鱼平均渔获量340.2尾/h，6.372kg/h。经换算鱼类平均资源密度为11163.8尾/km<sup>2</sup>和184.853kg/km<sup>2</sup>，其中幼鱼为2578.8尾/km<sup>2</sup>和7.949kg/km<sup>2</sup>；成鱼为8585.0尾/km<sup>2</sup>和176.904kg/km<sup>2</sup>。

#### (3) 甲壳类

2023年春季，调查海域共捕获甲壳类9种(虾类5种、蟹类3种、口足目1种)；甲壳类平均生物量为3.166kg/h和480.3尾/h，其中虾类幼体为182.9尾/h和0.681kg/h，虾类成体为289.8尾/h和2.347kg/h，蟹类幼体为3尾/h和0.015kg/h，



蟹类成体为 4.6 尾/h 和 0.123kg/h。

经换算甲壳类平均资源量为 11527.1 尾/km<sup>2</sup> 和 75.978kg/km<sup>2</sup>，其中，虾类成体资源量为 56.322kg/km<sup>2</sup> 和 6953.9 尾/km<sup>2</sup>；虾类幼体资源量为 16.351kg/km<sup>2</sup> 和 4390.1 尾/km<sup>2</sup>。蟹类成体平均资源密度为 2.948kg/km<sup>2</sup> 和 111.7 尾/km<sup>2</sup>；蟹类幼体平均资源密度为 0.357kg/km<sup>2</sup> 和 71.4 尾/km<sup>2</sup>。

#### (4) 头足类

2023 年春季，调查海域共捕获头足类 3 种，平均渔获量 197.6 尾/h，2.567kg/h；其中幼体平均渔获量为 103.1 尾/h，0.639kg/h；成体平均渔获数量为 94.5 尾/h，1.928kg/h。经换算头足类平均资源密度为 7903.5 尾/km<sup>2</sup> 和 102.656kg/km<sup>2</sup>，其中幼体平均资源密度为 4125.6 尾/km<sup>2</sup> 和 25.561kg/km<sup>2</sup>，成体平均资源密度为 3777.9 尾/km<sup>2</sup> 和 77.095kg/km<sup>2</sup>。

### 3.6、水文动力调查结果

#### (1) 流速流向分布

全站海流流速较大，部分站位出现 100cm/s 以上的强流，1 号站、55 号站有较大的海流流速。垂直方向上，大致遵循自表至底逐渐减小的规律，各站底层流速较表层、中层小，但 21 号站、25 号站、55 号站中层存在强流，但从整体来看，超过 50cm/s 以上海流流速范围内，基本符合自表至底逐渐减小的规律。

#### (2) 平均流速和最大流速

各站平均涨、落潮流平均流速位于 0.3m/s-0.7m/s 的区间范围内，总体上看表层、中层平均流速略大于底层平均流速，25 号站、55 号站两站中层出现了较强流。实测最大涨潮流流速为 1.36m/s，最大落潮流流速为 1.22m/s；对应流向为 270.0°和 88.1°，分别出现于 1 号站表层、55 号站中层。对于最大涨落潮流的流向特点，最大涨落潮流的流向较为集中。

#### (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。观测期间各站潮流性质以正规半日潮流为主，部分站层具有不正规半日潮流特征。各站海流流向相对集中于 ENE~ESE、WSW~WNW 向。

#### (4) 潮流的运动形式

各站层 M<sub>2</sub> 分潮流的旋转率 K' 值都小于 0.5，观测期间本海区潮流运动形式以往复流为主。

#### (5) 余流

观测各站位余流流速较小，最大余流流速为 5.34cm/s，位于 55 号站表层，垂向

|  | <p>上除 21 号站和 25 号站中层、5 号站底层出现强余流外，其他站层遵循自表至底逐渐减小的规律，余流流速最小值位于 5 站中层。流向方面，流向范围为 25°~262°，余流方向分散。</p>   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|--|---|----------------------------------|-----------------|-----------------|------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|---|---------------|-------------------------------|----------------|-----------------|--------|---------------------------------|-----------------|---|
| <p>项目有关的原有环境污染和生态破坏问题</p>  | <p><b>1、相关工程环保手续执行情况</b></p> <p>本项目相关工程环评及批复情况如下表：</p>  |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  | <p><b>表 3-3 本项目相关工程环评及批复情况</b></p>  |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">本次依托设施</th> <th style="width: 30%;">报告名称</th> <th style="width: 25%;">环评批复</th> <th style="width: 20%;">竣工验收</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">HYSY112FPSO、CFD11-1WGPA 平台</td> <td style="text-align: center;">《曹妃甸 11-1/11-2 油田工程环境影响报告书》</td> <td style="text-align: center;">国海环字（2002）353 号</td> <td style="text-align: center;">国海环字（2009）788 号</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">《曹妃甸 11-1/11-2 油田开发工程环境影响后评价报告书》</td> <td style="text-align: center;">国海环字（2006）547 号</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CFD11-3/5WHPC</td> <td style="text-align: center;">《曹妃甸 11-3/11-5 油田开发工程环境影响报告书》</td> <td style="text-align: center;">国海环字（2005）79 号</td> <td style="text-align: center;">国海环字（2009）788 号</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">单点系泊系统</td> <td style="text-align: center;">《曹妃甸 11-1/11-2 油田单点维修项目环境影响报告表》</td> <td style="text-align: center;">国海环字（2013）269 号</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> </tbody> </table> | 本次依托设施                           | 报告名称            | 环评批复            | 竣工验收       | HYSY112FPSO、CFD11-1WGPA 平台 | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田工程环境影响报告书》 | 国海环字（2002）353 号 | 国海环字（2009）788 号 | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田开发工程环境影响后评价报告书》 | 国海环字（2006）547 号 | / | CFD11-3/5WHPC | 《曹妃甸 11-3/11-5 油田开发工程环境影响报告书》 | 国海环字（2005）79 号 | 国海环字（2009）788 号 | 单点系泊系统 | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田单点维修项目环境影响报告表》 | 国海环字（2013）269 号 | / |
|  | 本次依托设施  | 报告名称                             | 环评批复            | 竣工验收            |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  | HYSY112FPSO、CFD11-1WGPA 平台  | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田工程环境影响报告书》      | 国海环字（2002）353 号 | 国海环字（2009）788 号 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  |   | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田开发工程环境影响后评价报告书》 | 国海环字（2006）547 号 | /               |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  | CFD11-3/5WHPC   | 《曹妃甸 11-3/11-5 油田开发工程环境影响报告书》    | 国海环字（2005）79 号  | 国海环字（2009）788 号 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  | 单点系泊系统  | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田单点维修项目环境影响报告表》  | 国海环字（2013）269 号 | /               |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  | <p><b>2、环保设施运行情况</b></p>  |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
|  | <p>曹妃甸油田 CFD11-3/5WHPC 平台为无人井口平台，不设生产水处理系统，与 CFD11-1CEPJ、CFD11-1WGPA 生产物流送至 HYSY112FPSO 生产水处理系统进行处理，生产水处理合格后通过注水管线回到各平台回注地层。</p>  |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| <p>现有 HYSY112FPSO 生产水处理设施处理效果良好，出水石油类含量≤30mg/L，符合《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022）中的石油类的标准要求。</p>  |   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| <p>本项目相关依托设施 CFD11-1WGPA、HYSY112FPSO 均设有生活污水处理设施，生活污水经处理后 COD 含量≤300mg/L，符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准。</p>   |   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| <p>本项目现有环保设施运行情况良好，生活污水和生产水处理装置运行正常，未出现环境污染和生态破坏问题。</p>  |   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| <p><b>表 3-4 生产水处理设施处理效果</b></p>  |   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">时间</th> <th style="width: 50%;">HYSY112FPSO<br/>石油类浓度月平均值（mg/L）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="text-align: center;">2023 年 1 月</td><td style="text-align: center;">■</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2023 年 2 月</td><td style="text-align: center;">■</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2023 年 3 月</td><td style="text-align: center;">■</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2023 年 4 月</td><td style="text-align: center;">■</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2023 年 5 月</td><td style="text-align: center;">■</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2023 年 6 月</td><td style="text-align: center;">■</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">2023 年 7 月</td><td style="text-align: center;">■</td></tr> </tbody> </table> | 时间  | HYSY112FPSO<br>石油类浓度月平均值（mg/L）   | 2023 年 1 月      | ■               | 2023 年 2 月 | ■                          | 2023 年 3 月                  | ■               | 2023 年 4 月      | ■                                | 2023 年 5 月      | ■ | 2023 年 6 月    | ■                             | 2023 年 7 月     | ■               |        |                                 |                 |   |
| 时间   | HYSY112FPSO<br>石油类浓度月平均值（mg/L）  |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| 2023 年 1 月   | ■   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| 2023 年 2 月   | ■   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| 2023 年 3 月   | ■   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| 2023 年 4 月   | ■   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| 2023 年 5 月   | ■   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| 2023 年 6 月   | ■   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |
| 2023 年 7 月   | ■   |                                  |                 |                 |            |                            |                             |                 |                 |                                  |                 |   |               |                               |                |                 |        |                                 |                 |   |

|          |  |
|----------|--|
| 2023年8月  |  |
| 2023年9月  |  |
| 2023年10月 |  |
| 2023年11月 |  |
| 2023年12月 |  |

表3-5 各平台生活污水处理设施处理效果

| 时间       | CFD11-1WGPA |                 | HYSY112FPSO |                 |
|----------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|
|          | 排放量 (m³)    | COD 平均浓度 (mg/L) | 排放量 (m³)    | COD 平均浓度 (mg/L) |
| 2023年1月  |             |                 |             |                 |
| 2023年2月  |             |                 |             |                 |
| 2023年3月  |             |                 |             |                 |
| 2023年4月  |             |                 |             |                 |
| 2023年5月  |             |                 |             |                 |
| 2023年6月  |             |                 |             |                 |
| 2023年7月  |             |                 |             |                 |
| 2023年8月  |             |                 |             |                 |
| 2023年9月  |             |                 |             |                 |
| 2023年10月 |             |                 |             |                 |
| 2023年11月 |             |                 |             |                 |
| 2023年12月 |             |                 |             |                 |

3、风险事故回顾

根据建设单位的统计资料，曹妃甸 11-1 油田、曹妃甸 11-3/5 油田自运行以来未发生过溢油事件。

本项目距离保护区、海洋生态红线区等敏感目标较远，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（5km），本项目周边无自然保护区、海洋特别保护区和海洋生态红线区等。

本项目周边 内的无自然保护区和生态保护红线区，距离最近的生态保护红线距离约 ，正常情况下均不会对其产生影响。

项目周边主要敏感目标为渔业三场，本项目位于白姑鱼、蓝点马鲛、银鲳鱼产卵场内。详见下表及附图 5。

表 3-6 项目周边 5km 范围内主要环境敏感目标表

| 类别        | 敏感区名称   | 主要保护目标                                    | 位置关系 |         |
|-----------|---------|---|------|---------|
|           |         |   | 方位   | 距离 (km) |
| 渔业“三场一通道” | 白姑鱼产卵场  | 白姑鱼及其生境；产卵期 5 月下旬~7 月初，产卵盛期 6 月           |      |         |
|           | 蓝点马鲛产卵场 | 蓝点马鲛及其生境；产卵期 5 月上旬~6 月下旬，产卵盛期 5 月下旬~6 月中旬 |      |         |
|           | 银鲳鱼产卵场  | 银鲳鱼及其生境；产卵                                |      |         |

生态环境  
保护目标

|                          |   |                         |  |    |
|--------------------------|---|-------------------------|--|----|
|                          |   | 期 5~9 月, 产卵盛期<br>5~6 月  |  |    |
| 本项目环境风险敏感目标见附录 2 第 2 章节。 |   |                         |  |    |
| 评价标准                     | <b>1、环境质量标准</b>   |                         |  |    |
|                          | <p>根据《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》，本项目部分调查站位在河北省海洋功能区划内；根据《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》、河北省“三区三线”划定成果，项目不在生态保护红线区内。本次评价针对环境质量现状调查站位所在功能区确定相应的环境质量标准，具体如下：</p> <p>根据《海水水质标准》（GB3097-1997），《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）和《海洋生物质量》（GB18421-2001），对照《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》和《河北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。由于目前国家仅颁布了贝类生物评价国家标准，而其它生物种类的国家级评价标准欠缺，只能借鉴其它标准。贝类（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值，其他软体动物和甲壳类、鱼类体内污染物质（除石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。</p> <p>调查站位与生态保护红线、海洋功能区划位置关系见附图 4。</p> |                         |  |    |
|                          | <b>表 3-7 环境质量标准</b>   |                         |  |    |
|                          | 类别  | 采用标准                    | 等级   |    |
|                          | 海水水质  | 《海水水质标准》（GB3097-1997）   | 依据《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》、河北省生态保护红线确定各调查站位评价执行标准，见图 3.4~图 3-5 和表 3-4。 |    |
|                          | 海洋沉积物   | 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002） | 一类   |    |
|                          | 海洋生物生态  | 贝类（双壳）                  | 《海洋生物质量》（GB18421-2001）   | 一类 |
|                          |   | 软体动物、鱼类、甲壳类（重金属）        | 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》   |    |
|                          |   | 软体动物、鱼类、甲壳类（石油烃）        | 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）  |    |
|                          | <b>表 3-8a 海水水质评价标准 单位：mg/L（pH 除外）</b>   |                         |  |    |

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

表 3-8b 沉积物评价标准 单位：10<sup>-6</sup>

| 项目                     | 第一类    | 第二类     | 第三类     |
|------------------------|--------|---------|---------|
| 有机碳（10 <sup>-2</sup> ） | ≤2.0   | ≤3.0    | ≤4.0    |
| 石油类                    | ≤500.0 | ≤1000.0 | ≤1500.0 |
| 硫化物                    | ≤300.0 | ≤500.0  | ≤600.0  |
| 铜                      | ≤35.0  | ≤100.0  | ≤200.0  |
| 铅                      | ≤60.0  | ≤130.0  | ≤250.0  |
| 锌                      | ≤150.0 | ≤350.0  | ≤600.0  |
| 镉                      | ≤0.50  | ≤1.50   | ≤5.00   |
| 汞                      | ≤0.20  | ≤0.50   | ≤1.00   |
| 砷                      | ≤20.0  | ≤65.0   | ≤93.0   |
| 铬                      | ≤80.0  | ≤150.0  | ≤270.0  |

表 3-8c 海洋生物质量评价标准（单位：湿重 mg/kg）

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

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

## 2、污染物排放和控制标准

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），本工程所在海域属于渤海西部海域，属于一级海域；根据《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB18420.1-2009），本工程所在海域属于一级海区。本项目所采用的污染物排放标准详见下表。

表 3-9 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）           | /  | 2012年1月1日以前安装生活污水处理装置的船舶执行：BOD <sub>5</sub> ≤50mg/L、SS≤150mg/L、耐热大肠菌群≤2500个/L；<br>2012年1月1日及以后安装的生活污水处理装置的船舶执行：BOD <sub>5</sub> ≤25mg/L、SS≤35mg/L、耐热大肠菌群≤1000个/L、COD <sub>Cr</sub> ≤125mg/L、PH6~8.5、总氯（总余氯）<0.5mg/L |
| 船舶垃圾 | 塑料制品及其他垃圾  |                                       |    | 禁止投入水域  |
|      | 食品废弃物  |                                       | /  | 在距最近陆地3海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地3海里至12海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于25mm后方可排放；在距最近陆地12海里以外的海域可以排放  |
|      | 生产及生活垃圾  | 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）      | 一级 | 禁止排放或弃置入海   |
|      | 含油生产水  | 《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022） | /  | 含油量≤30mg/L  |
| 其他   | 本项目针对海管隐患进行治理，新建一条管道，工程投产后，产能不变，不改变原有生产工艺，不新增定员，原有总量指标不发生变化。 |                                       |    |   |

## 四、生态环境影响分析

施工期生态环境影响分析

### 一、施工期产污环节及污染源分析

本项目工程内容为新建海底管道铺设及原海管的原地封存。

施工期的主要污染物包括管道铺设过程中产生的悬浮物、机舱含油污水、生活污水和生活垃圾、清管废水等。

#### 1、悬浮物

CFD11-3/5WHPC至CFD11-1WGPA海底集输管道铺设挖沟会产生悬浮物。管道长度 [REDACTED]，采用后挖沟自然回填埋设法，海管外管外径 [REDACTED]，埋设管道顶部距海床表面为 [REDACTED]，管沟底宽 [REDACTED]，顶宽 [REDACTED]，挖沟速度 [REDACTED]，天气允许的情况下，施工时间为 [REDACTED]。根据《曹妃甸12-1南油田扩建项目环境影响报告表》 [REDACTED]

[REDACTED]，泥沙干容重 [REDACTED]，本项目起沙率按15%计算。根据以下悬浮物计算公式：

挖沟深度 (m) = [REDACTED]；

挖沟截面积 = (上底 + 下底) / 2 × 挖沟深度 = [REDACTED]；

每天搅动海底泥沙量 = 挖沟截面积 (m<sup>2</sup>) × 每天挖沟长度 (m) = [REDACTED]；

搅动海底泥沙总量 = 挖沟截面积 (m<sup>2</sup>) × 海管长度 (m) × 起沙率15% = [REDACTED]；

悬浮物源强 = [REDACTED]；

按铺设过程中的移动源连续性排放悬浮物计算，本工程海底集输管道产生的悬浮物量约为 [REDACTED]，源强为 [REDACTED]。

#### 2、生活垃圾、生活污水

海底管道施工期间施工船舶产生生活污水 ([REDACTED])、生活垃圾 ([REDACTED]) 执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)，生活污水处理达标后排放，生活垃圾运回陆地处理，施工期生活污水、生活垃圾产生量及措施详见下表。

**表 4-1 施工期生活污水、生活垃圾产生量及处理措施**

| 项目   | 工期 (天)     | 人数 (人)     | 产生负荷       | 产生量        | 排放量        | 处理方式  |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|---|
| 生活污水 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | 依托施工船舶生活污水处理设施处理达标后排海。执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) |
| 生活垃圾 |            |            | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |   |

#### 3、生产垃圾

海底集输管道铺设期间，将产生一些生产垃圾，如废弃的零件、边角料、包装材料、

含油固废等，铺设海管每公里按生产垃圾 [ ] 计算，本工程铺设海管 [ ]，则施工船舶产生的生产垃圾约为 [ ]，运回陆地交由有资质单位进行处理。

#### 4、船舶机舱含油污水

参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）的规定，施工船舶机舱含油污水水量宜按照实测资料确定，根据油田作业船舶实测和经验数据，按每船每日 0.5m<sup>3</sup> 计，则施工期船舶机舱含油污水产生量及处理措施见下表。

表 4-2 施工期船舶机舱含油污水产生量及处理措施

| 序号 | 类别       | 天数  | 施工船舶类型 | 机舱含油污水产生量 (m <sup>3</sup> ) | 处理措施                                   |
|----|----------|-----|--------|-----------------------------|--|
| 1  | 海底集输管道铺设 | [ ] | [ ]    | [ ]                         | 根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》运回陆地，计划由有资质单位进行处理。 |

#### 5、新建海管清管废水

新铺设管道清管水来源是海水，海管管容约 [ ]，清管水量约 [ ] 倍管容为 [ ]，清管后直接排海。

#### 6、原海管封存清管废水

原 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台海底管道封存前将进行清管，清管水采用淡水，海管管容约 [ ]，清管水量约 [ ] 倍管容为 [ ]，清管后最终进入 HYSY112FPSO 生产水流程处理后回注，不排海。

### 二、施工期环境影响分析

#### 1、水质环境影响分析

##### (1) 海底管道挖沟对海水水质环境影响预测与评价

铺设海底管道挖沟搅起的悬浮物有部分进入水体，短期内对海水水质造成一定的影响，这种影响是短期的、一次性的、可恢复的，挖沟搅起的悬浮物的影响主要在施工线路两侧。

根据工程分析，本工程新建 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台海底集输管道（ [ ] ）。

为了解项目海底管道施工挖沟悬浮物对海水水质影响情况，本次评价进行了建模预测，水文动力模型情况详见附录一。预测结果如下。

本项目采用典型控制点连线的方法计算悬浮物影响面积，选取集输管道起止端点、拐点位置作为控制点，控制点位置分布见图 4-1 所示。本报告按控制点在大潮时连续性排放悬浮物 25h（包含一个完整的潮周期）进行预测，分别统计各网格节点所有时刻的悬浮物



浓度增量最大值，按照海水水质标准相应浓度绘制等值线，所围成范围即为管道铺设排放产生悬浮物的浓度增量超海水水质标准的总影响范围。

图 4-1 悬浮物计算控制点分布图

本项目海底管道铺设悬浮物超标面积及不同超标倍数的面积预测结果表 4-3~表 4-4，中层、底层悬浮物浓度增量最大包络线见图 4-2~图 4-3。

由计算知，本项目 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 海底集输管道施工期间表层悬浮物无超海水水质标准海域；中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积为 1.98km<sup>2</sup>；无超三类、超四类海水水质标准的海域；底层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积为 4.22km<sup>2</sup>；超三类海水水质标准的包络线面积为 0.89km<sup>2</sup>；超四类海水水质标准的包络线面积为 0.47km<sup>2</sup>；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.62km，施工结束后恢复到一类水质最长需 2h。

表 4-3 海底管道铺设产生的悬浮物预测结果

| 层位 | 超一类水质 (km <sup>2</sup> ) | 超三类水质面积 (km <sup>2</sup> ) | 超四类水质面积 (km <sup>2</sup> ) | 超一类最大距离 (km) | 结束后恢复一类水质时长(h) |
|----|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------|----------------|
| 表层 | ■                        | ■                          | ■                          | ■            | ■              |
| 中层 | ■                        | ■                          | ■                          |              |                |
| 底层 | ■                        | ■                          | ■                          |              |                |

表 4-4 海底管道铺设产生的悬浮物不同超标倍数包络面积 (km<sup>2</sup>)

| 层位 | 悬浮泥沙超标倍数 (倍) |   |   |   |
|----|--------------|---|---|---|
|    | ■            | ■ | ■ | ■ |
| 表层 | ■            | ■ | ■ | ■ |
| 中层 | ■            | ■ | ■ | ■ |
| 底层 | ■            | ■ | ■ | ■ |

图 4-2 集输管道铺设悬浮物浓度增量包络线 (中层)

图 4-3 集输管道铺设悬浮物浓度增量包络线 (底层)

## 2、沉积物环境影响分析

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

按照工程建设方案分析，本工程施工过程沉积物被挖起和覆盖，其中管沟开挖的影响面积是 0.0312km<sup>2</sup>，覆盖的影响范围按两侧各 20m 计算，影响面积是 0.24km<sup>2</sup>。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。

### 3、海洋生物生态环境影响分析

本工程对生态环境的影响主要为施工期管道挖沟产生的悬浮物对浮游生物、底栖生物、渔业资源造成的损害。

#### (1) 对海洋生态环境影响分析

悬浮物对浮游植物的影响表现在：由于悬浮物的含量增高，增大了水体的消光系数降低光线射深度，可降低海水的透光率，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，由于悬浮物快速下沉，部分浮游植物被携带而随之下沉，使水体中浮游植物遭受一定的损害。

悬浮物对浮游动物的影响可表现在：一是海水悬浮物浓度的增加，可导致海水透明度和光照下降，将对浮游动物的繁殖和生长造成一定的影响，进而造成浮游动物的生物量降低；二是悬浮物含量增多对浮游动物的存活和繁殖有明显的抑制作用，过量悬浮固体使其食物过滤系统和消化器官受到阻塞。当水中悬浮物浓度突然增高时，浮游动物无法逃避高浓度悬浮物的影响，在超标区域内的浮游动物会受到一定损害。

本项目施工阶段对底栖生物主要的影响是挖沟所破坏的海底对底栖生物的直接破坏及作业时所搅起的沉积物引起悬浮物超标。铺设海底管道悬浮物覆盖影响的面积约为0.24km<sup>2</sup>，在此范围内底栖生物可能受到一定程度的掩埋。

根据春季调查结果，工程周边海域底栖生物生物量变化范围在（0.23~26.97）g/m<sup>2</sup>之间，平均为8.99g/m<sup>2</sup>。海底管道为中心10m范围内底栖生物损失率按100%计，10m~20m间的底栖生物按50%损失计算，底栖生物损失估算约2.15t。

表 4-5 本项目底栖生物损失情况一览表

| 影响环节       | 影响面积 (m <sup>2</sup> ) | 密度(g/m <sup>2</sup> ) | 损失率 (%) | 损失量 (t) |
|------------|------------------------|-----------------------|---------|---------|
| 管沟开挖       | ■                      | ■                     | ■       | ■       |
| 离管沟 10m 内  | ■                      |                       | ■       | ■       |
| 离管沟 10~20m | ■                      |                       | ■       | ■       |
| 合计         |                        |                       |         | ■       |

#### (2) 对渔业资源的影响分析

海域悬浮物含量超标，对渔业资源的影响是多方面的，它不仅影响鱼类的存活和生长，而且会对鱼卵和仔稚鱼造成损害。由于悬浮性泥沙颗粒粘附在鱼卵的表面，会妨碍鱼卵的呼吸，阻碍与水体之间氧与二氧化碳的充分交换，可能导致鱼卵大量死亡；影响幼体的发育，发育不健康的仔稚鱼生存能力大大降低；悬浮物含量超标能使浮游植物繁殖受阻，导致水域基础生产力下降，减少鱼类的饵料生物，从而影响到鱼类的正常索饵；另外，悬浮物超标还会改变鱼类的洄游和摄食行为。

本次工程新铺设海底集输管道一条,管道施工期间悬浮泥沙浓度增量区域存在时间不超过 15d,按一次性损失计算。由于海底管道产生悬浮物影响面积在表、中、底层不同,因此计算时将底层、中层、表层超标面积取平均,水深取管道路由附近平均水深,本项目海底管道施工悬浮泥沙扩散对渔业生物资源造成的总损失估算见下表。

一次性平均受损量评估方法:

当污染物浓度增量超过《渔业水质标准》(同《海水水质标准》第一类标准)标准值时,其损害按以下公式计算:

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

式中:

$W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次性平均损失量,单位为尾或个或千克(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、个/平方千米或千克/平方千米(kg/km<sup>2</sup>);

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积,单位为平方千米(km<sup>2</sup>);

$K_{ij}$ ——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(%);生物资源损失率取值参见该标准附录 B;

$n$ ——某一污染物浓度增量分区总数。

按照《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007),生物损失率见表 4-6。

表 4-6 污染物对各类生物损失率

| 污染物超标倍数 ( $B_i$ )             | 各类生物损失率 (%) |        |        |
|-------------------------------|-------------|--------|--------|
|                               | 鱼卵、仔稚鱼      | 游泳动物幼体 | 游泳动物成体 |
| $B_i \leq 1$ (10~20mg/L)      | 5           | 5      | 1      |
| $1 < B_i \leq 4$ (20~50mg/L)  | 10          | 10     | 5      |
| $4 < B_i \leq 9$ (50~100mg/L) | 30          | 30     | 10     |
| $B_i \geq 9$ (>100mg/L)       | 50          | 50     | 20     |

根据现状调查情况,生物资源密度详见表 4-7。

表 4-7 生物资源密度取值

| 种类                         | 2023 年 5 月 |
|----------------------------|------------|
| 鱼卵 (粒/m <sup>3</sup> )     |            |
| 仔稚鱼 (尾/m <sup>3</sup> )    |            |
| 幼鱼 (尾/km <sup>2</sup> )    |            |
| 头足类幼体 (尾/km <sup>2</sup> ) |            |
| 虾类幼体 (尾/km <sup>2</sup> )  |            |
| 蟹类幼体 (尾/km <sup>2</sup> )  |            |
| 鱼类成体 (kg/km <sup>2</sup> ) |            |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 头足类成体 (kg/km <sup>2</sup> ) | ■ |
| 虾类成体 (kg/km <sup>2</sup> )  | ■ |
| 蟹类成体 (kg/km <sup>2</sup> )  | ■ |

本项目海管铺设悬浮物扩散造成的海洋生物损失量估算见表 4-8。

表 4-8 海底管道施工悬浮物扩散对渔业生物总损失量的估算

| 生物资源  | 管道挖沟影响面积 (km <sup>2</sup> ) |   | 生物量 (ind/m <sup>3</sup> 或 kg/km <sup>2</sup> 或 ind/km <sup>2</sup> ) | 损失率 (%) | 损失量 (ind 或 kg) |
|-------|-----------------------------|---|--|---------|----------------|
| 鱼卵    | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 仔稚鱼   | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 鱼类成体  | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 头足类成体 | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 虾类成体  | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 蟹类成体  | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 幼鱼    | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 头足类幼体 | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
|       | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |
| 虾类幼体  | ■                           | ■ | ■  | ■       | ■              |

|      |  |  |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|--|--|
|      |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |
| 蟹类幼体 |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |  |  |

本项目所造成的环境影响损失，主要是海底管道铺设产生的悬浮物对渔业资源造成的损失。本节将根据海上污染物扩散数值模拟结果和中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007），估算本项目在建设、生产过程中对海洋生物资源可能造成的损害。

a. 鱼卵、仔稚鱼经济价值的计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按公式（1）计算：

$$M = W \times P \times E \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- M——鱼卵和仔稚鱼经济损失金额；
- W——鱼卵和仔稚鱼损失量；
- P——鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比（%）；

E——鱼苗的商品价格，根据近三年来主要鱼类苗种平均价格，商品鱼苗的平均价格按 1 元/尾计算。

b. 成体生物资源经济价值按公式（2）计算：

$$M = W \times E \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- M ——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；
- W ——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；
- E——生物资源的商品价格，渔业资源成体的价格接近三年当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为 1.2 万元/t。幼鱼的价格接近三年主要鱼类苗种平均价格 1 元/尾计算。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的 7.1.2 规定，“蟹类幼体按平均成体的最小成熟规格 0.1kg/尾计算，虾类幼体按平均成体的最小成熟规格 0.005kg/尾~0.01kg/尾计算”。

c. 海洋生物资源损害补偿方式

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）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”；“持续性生物资源损害的补偿分3种情形，实际影响年限低于3年的，按3年补偿；实际影响年限为3年~20年的，按实际影响年限补偿；影响持续时间20年以上的，补偿计算时间不应低于20年。”

本项目对海洋渔业生物资源的影响主要表现在海底管道铺设产生的悬浮物对渔业生物资源损害，造成的渔业损失价值估算[ ]。详见下表。

表 4-9 本项目造成的渔业损失价值估算

| 损失类别  | 损失量 (ind 或 kg) | 折算鱼苗损失量 (ind 或 kg) | 单价  | 补偿倍数 | 金额 (万元) |
|-------|----------------|--------------------|-----|------|---------|
| 鱼卵    | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 仔稚鱼   | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 鱼类成体  | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 头足类成体 | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 虾类成体  | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 蟹类成体  | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 幼鱼    | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 头足类幼体 | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 虾类幼体  | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 蟹类幼体  | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
| 底栖生物  | [ ]            | [ ]                | [ ] | [ ]  | [ ]     |
|       |                | [ ]                |     |      | [ ]     |

### (3) 对敏感目标的影响分析

本项目位于渔业“三场一通道”，距离其他敏感目标均较远。本工程施工期污染物均得到有效的处理处置，不存在向海洋倾倒垃圾的违法行为。施工期机舱含油污水根据《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》运回陆上交由有资质单位接收处理。施工船舶产生的生活污水经船舶生活污水处理装置处理达标后排海。施工期间主要的污染物是海底管道挖沟产生的悬浮物，但是影响是暂时的、可恢复的。因此本项目仅对“三场一通道”产生短期影响，但影响较小，不会对工程周边的其他敏感目标产生不利影响。

### 4、水文动力与地形地貌影响分析

拟建管道埋于海底，挖起的泥沙在底层流作用下自然回填管沟，对底层流影响很小。工程不会对邻近海域的海底地形地貌以及冲淤环境造成明显的不良影响。

### 5、施工期环境风险影响分析

本项目对施工期和运营期的环境风险开展了环境风险专项分析，本报告表仅填写风险识别及影响结果的概要。

本项目施工阶段的环境风险主要包括为施工船舶碰撞燃油泄漏。

|                    |  |
|--------------------|--|
|                    | <p>本项目管线铺设施工使用施工船舶，施工船舶受风、流影响产生复杂运动，最可能发生的风险事故是船舶碰撞导致的溢油事故。施工船舶间相互碰撞、施工船舶与其他船舶发生碰撞及施工船舶与周围设施之间可能产生碰撞，从而导致施工船舶的燃料油储舱破裂。</p> <p>针对施工期可能发生的风险，施工单位在海底管道清洗前，对管道进行测漏，在施工过程中要严格操作规程；对安全航行进行计划、组织、指挥、协调和控制等活动，以达到保护人员安全和防止溢油事件发生的目的。另外，建设单位制定了相应的风险防范措施和溢油应急计划，最大可能减少各类事故发生的概率，制定具有针对性的溢油应急计划减小溢油事故对环境造成的影响。</p>  |
| <p>运营期生态环境影响分析</p> | <p><b>一、运营期产污环节及环境影响分析</b></p> <p>本工程新建海底集输管道，封存原海管，本项目投产后依托曹妃甸 11-3/5 油田现有的设备设施及资源，不新增船舶。建设单位在运营期会由油田现有值班船对整条海底管道沿途进行巡视，不定期进行局部检测和定期进行全面检测，以保证海底管道的安全。</p> <p>本工程原海管原地封存，管道防腐采用原海管外管防腐层实现，管道的腐蚀速率非常缓慢，对海洋环境的影响较小。</p> <p>在正常生产情况下，集输管道埋设在海底，与海底沉积物直接接触，腐蚀的主要发生区是在全浸区和海底泥土（海底沉积物）区，海水对金属具有强腐蚀性，但本项目管道金属外层采取了防腐措施，在一定程度上减少了海水腐蚀，避免被腐蚀破坏后重金属溶出对海水水质及沉积物的影响。</p> <p><b>二、运营期环境风险影响分析</b></p> <p>针对本项目施工期和运营期可能发生的风险事故开展了专项分析，根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ169-2018），本项目风险评价等级为简单分析。</p> <p>本项目铺设 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 平台 █████ 长海底集输管道，运营期可能发生的事故类型主要因穿孔、破裂等事故导致海管油气泄漏。</p> <p>建设单位在运营期需要予以足够重视，在生产过程中，务必加强管理，杜绝各类风险事故的发生，针对运营期可能产生的溢油风险，制定相应的管线保护和检测程序，确保海底管道的安全性，同时制定了相应的风险防范措施和溢油应急计划，溢油应急计划已备案，详见附件 5。一旦发生事故建议应充分利用现有的溢油应急设施，使溢油得以有效控制、回收。</p> |
| <p>选址选线环境合理性分析</p> | <p>项目新建海管的建设必须要依托现有平台设施，而现有 CFD11-3/5WHPC 平台和 CFD11-1WGPA 平台位置已经固定，因此，本项目选址必然要在现有平台设施附近，本项目的选址备择性较窄，选址方案具有唯一性，本项目新建海管平管段基本与原海管平行铺设，最小间距 █████，本项目拟建海管选址合理。</p>   |

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|



## 五、主要生态环境保护措施

|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 施工<br>期生<br>态环<br>境保<br>护措<br>施 | <p><b>1、污染防治对策措施</b></p> <p>本项目工程内容为新建 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 平台长度 [ ] 的海底集输海管。施工期的主要污染物包括海底管道铺设过程中挖沟产生的悬浮物、机舱含油污水、生活污水和生活垃圾等。</p> <p>(1) 生活污水和生活垃圾</p> <p>施工期生活污水经施工船舶上的生活污水处理设施处理达标后排海。施工期生活垃圾运回陆地处理，不排海。</p> <p>(2) 生产垃圾</p> <p>生产垃圾在船舶上分类收集后，运至码头，含油生产垃圾计划交由 [ ] 等有资质单位处理，一般生产垃圾交由 [ ] 等单位处理，本项目施工期所产生的固体废物均不排海，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。</p> <p>(3) 船舶机舱含油污水</p> <p>船舶机舱含油污水铅封后运回陆地，交由有资质单位进行处理。</p> <p>(4) 施工船舶大气污染物排放控制措施</p> <p>本工程位于渤海，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：</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) 2019年1月1日起应使用硫含量不大于0.5%<math>m/m</math>的船用燃油；</li><li>2) 2015年3月1日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过130千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；</li><li>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。</li></ol> <p>(5) 清管废水</p> <p>原海管封存前、新海管启用前均需对海管进行清洗，新铺设管道清管水来源是海水，海管管容约 [ ]，清管水量约 [ ]倍管容为 [ ]，清管后直接排海。原海底管道清管采用淡水，海管管容约 [ ]，清管水量约 [ ]倍管容为 [ ]，清管后进入生产水处理流程处理达标后回注，不排海。</p> <p><b>2、生态保护对策措施</b></p> <p>(1) 污染物源头控制</p> <p>施工期船舶机舱含油污水、生产垃圾和生活垃圾均运回陆地处理。原海管清管废水进入FPSO含油污水处理系统处理合格后回注地层。尽量减少污染物排海，最大限度降低对海</p> |
|---------------------------------|---|

|             | <p>洋环境的影响。</p> <p>(2) 生态避让</p> <p>针对本工程可能对 ██████████ 产生的影响，应加强施工管理，合理安排施工计划，尽量缩短施工周期，海底集输管道挖沟应避免 ██████████ ██████████，最大限度地减少对海洋生物的影响。</p> <p>(3) 生态补偿</p> <p>针对施工期的生物资源损失核算金额，对海洋生物资源损失进行补偿，补偿金额为 ██████████，并纳入环保投资。在后续生产过程中建设单位采取相应生态补偿措施，实施增殖放流，从而维持海洋生物资源可持续利用。</p>  |             |        |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
|-------------|---|-------------|--------|------|--------|------|--------|--------|--------|----------|------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|--------|----|--|--|--------|
| 运营期生态环境保护措施 | <p>在正常生产情况下，集输管道埋设在海底，与海底沉积物直接接触，腐蚀的主要发生区是在全浸区和海底泥土（海底沉积物）区，海水对金属具有强腐蚀性，但本项目采用双层保温管，管道金属外层采取了防腐措施，在一定程度上减少了海水腐蚀，避免被腐蚀破坏后重金属溶出对海水水质及沉积物的影响。</p>  |             |        |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
| 其他          | <p>1、管道跟踪监测</p> <p>由于海底管道运行或铺设过程中受到物理、化学、机械等因素的影响，可能会存在不同程度的腐蚀、损伤、变形、冲刷、偏移、悬跨等各种缺陷和现象。</p> <p>为了保证安全作业和防止海洋环境污染，项目建成运营后，需要定期对油田的海底管道、管道进行路由勘察，以便及时了解海底管道的走向、埋深、悬跨、冲淤等运行中的实际情况，并根据勘察结果采取相应的维护措施，以保障管道的安全正常运行。</p> <p>2、总量</p> <p>本项目为新建海管，原海管封存，本次无总量需求。</p>   |             |        |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
| 环保投资        | <p><b>1、环境保护投资</b></p> <p>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。本工程的环保投资主要用于新建海管施工期污染物的处理处置等措施。根据《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2003），经核算本项目环保投资约为 ██████████ 万元。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 5-1 环境保护投资估算（万元）</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">环境保护投资及生态补偿</th> <th style="width: 15%;">总投资额</th> <th style="width: 15%;">折合比率</th> <th style="width: 30%;">折合环保投资</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">生态补偿</td> <td style="text-align: center;">██████</td> <td style="text-align: center;">██████</td> <td style="text-align: center;">██████</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">污染物处理/处置</td> <td style="text-align: center;">生活垃圾</td> <td style="text-align: center;">██████</td> <td style="text-align: center;">██████</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">生产垃圾</td> <td style="text-align: center;">██████</td> <td style="text-align: center;">██████</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">机舱含油污水</td> <td style="text-align: center;">██████</td> <td style="text-align: center;">██████</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">合计</td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;">██████</td> </tr> </tbody> </table> | 环境保护投资及生态补偿 | 总投资额   | 折合比率 | 折合环保投资 | 生态补偿 | ██████ | ██████ | ██████ | 污染物处理/处置 | 生活垃圾 | ██████ | ██████ | 生产垃圾 | ██████ | ██████ | 机舱含油污水 | ██████ | ██████ | 合计 |  |  | ██████ |
| 环境保护投资及生态补偿 | 总投资额  | 折合比率        | 折合环保投资 |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
| 生态补偿        | ██████  | ██████      | ██████ |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
| 污染物处理/处置    | 生活垃圾  | ██████      | ██████ |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
|             | 生产垃圾  | ██████      | ██████ |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
|             | 机舱含油污水  | ██████      | ██████ |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |
| 合计          |   |             | ██████ |      |        |      |        |        |        |          |      |        |        |      |        |        |        |        |        |    |  |  |        |

## 六、生态环境保护措施监督检查清单

| 内容<br>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；船舶含油污水，铅封运回陆地 | 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；相关接收手续    | /                              | /                   |
|          |   |                                       | /                              | /                   |
|          |   |                                       | /                              | /                   |
| 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     | 施工船舶生活垃圾及生产垃圾运回陆地处理                       | 相关接收手续                                | /                              | /                   |
| 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      | 《曹妃甸油田溢油应急计划》及备案证明；《曹妃甸油田溢油应急计划》及备案证明 | 运营期各项风险防范措施及溢油应急设备设施（具体详见专项报告） | 《曹妃甸油田溢油应急计划》及备案证明； |
| 环境监测     | /   | /                                     | 本项目不单独设跟踪监测计划，纳入油田现有跟踪监测计划中    | /                   |
| 其他       | /   | /                                     | /                              | /                   |

## 七、结论

本项目工程内容为新建 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 平台集输海管，将原海管封存，不涉及平台工艺及相关设施改造。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项目的附属工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 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）》、《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目位于河北省管辖海域范围之外，不在河北省“三区三线”内，经分析，符合海洋功能区划、海洋主体功能区规划以及河北省“三区三线”的相关要求。

（2）施工期船舶生活垃圾、生产垃圾和船舶机舱含油污水均运回陆地处理，生活污水依托施工船舶上的生活污水处理设施处理达标后排海。

管道铺设悬浮物覆盖 █████ 厚度面积不会超过 █████。海底管道挖沟应避免 █████，最大限度地减少对海洋生物的影响。

因此，本工程施工期对海洋环境的影响较小。

（3）运营期不新增支持船舶，正常生产情况下，无污染物排放，本工程运营期对海洋环境的影响较小。

（4）工程存在一定溢油风险，一旦发生溢油事故会对生态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《曹妃甸油田溢油应急计划》并在海河流域北海海域生态环境监督管理局备案，本项目纳入现有溢油应急计划。

（5）建设单位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，本项目建设可行。

# 委托书

## 环境影响评价委托书

海油环境科技（北京）有限公司：

根据《中华人民共和国环境保护法》及《中华人民共和国环境影响评价法》等相关法律法规的要求，现委托贵公司承担“曹妃甸 11-3/5 油田 WHPC 平台集输海管隐患治理项目”的环境影响评价工作，并编制环境影响报告表。

特此委托。



中海石油（中国）有限公司曹妃甸作业公司

2024年 1月10日

## 附录 1

# 水文动力模型

### 1. 参数设置

#### (1) 网格地形

本项目所建立的海域数学模型计算域范围为整个渤海区域。模拟采用非结构三角网格，整个模拟区域内由 9577 个节点和 18121 个三角单元组成，垂向上分 3 层。水深收集于中国人民解放军海军航海保证部制作的水深地形图电子数据，结合海图及 Googlearth 卫星图绘制模型计算陆域边界。数值模型以平均海平面为计算基面，坐标系统为 UTM-50 投影。

为了解本项目附近海域的潮流状况，将在工程附近进行加密，加密后工程区附近范围内的网格空间步长在 30m 以内。大海域及工程附近海域计算网格分别见图 1-1 和 1-2。

图 1-1 大海域计算网格及地形图

图 1-2 工程附近海域网格及地形图

#### (2) 水平涡粘系数

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

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

计算中通过输入  $C_S$  值计算涡粘系数，取 0.28。

#### (3) 垂向涡粘系数

模型垂向涡粘系数采用抛物分布法给出，计算公式为：

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

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

#### (4) 粗糙高度

三维模型中采用粗糙高度  $ks$  (Roughness height) 表达底部糙率，本文中经调试  $ks$  在 0.001m 以内。

### 2. 模型验证

#### (1) 验证数据来源

采用 [ ] 于 2022 年 5 月 30 日~5 月 31 日在工程海域周边现场观测的大潮海流和潮位数据进行验证。潮流潮位验证站位及位置见表 2-1 和图 2-3 所示。

表 2-1 潮流潮位验证站位及位置一览表

| 站位号 | 北纬  | 东经  | 验证时间                         | 验证项目  |
|-----|-----|-----|------------------------------|-------|
| H1  | [ ] | [ ] | 2022 年 5 月 30~5 月 31 日 (大潮期) | 海流、潮位 |
| H2  | [ ] | [ ] |                              | 海流    |
| H3  | [ ] | [ ] |                              | 海流、潮位 |
| H4  | [ ] | [ ] |                              | 海流    |
| H5  | [ ] | [ ] |                              | 海流    |
| H6  | [ ] | [ ] |                              | 海流    |

图 2-3 模型验证点位分布图

(2) 验证结果

图 2-4~图 2-5 为各个验证站位的大潮期间潮流、潮位验证结果。由验证结果可以看出模拟潮位与实测潮位基本吻合，二者变化趋势一致，最高高潮位和最低低潮位误差在 10cm 之内。从流速、流向验证过程来看，模拟的流速过程与实测值总体吻合较好，少数时刻大小和流向存在差异，各站位平均涨落潮流速误差基本在 10% 以内，主潮流流向误差在 10° 以下。总体认为本报告所建立的潮流模型比较全面地反映了工程区附近海域的流动规律，预测流场能够反映工程周边海域潮流状况。

图 2-4 潮位验证曲线图

图 2-5 潮流验证曲线图

(3) 潮流场预测结果

根据计算，本报告模型潮流场自表层至底层流向结构基本一致，流速略有减小，因此本报告仅给出表层计算潮流场示意。图 2-6~图 2-7 分别为计算海域大潮落潮中间时和涨潮中间时的表层潮流场。图 2-8~图 2-9 分别为工程附近海域大潮落潮中间时和涨潮中间时的表层潮流场。

由图可以看出，项目附近海域基本为往复流，潮流基本为 [ ]。涨潮中间时，潮流自 [ ]；落潮中间时，流向相反，潮流自 [ ]。工程附近海域涨潮中间时最大流速约 [ ]，落潮中间时最大流速约 [ ]。

图 2-6 大海域表层潮流模拟结果（大潮，落潮中间时）

图 2-7 大海域表层潮流模拟结果（大潮，涨潮中间时）

图 2-8 工程附近海域表层潮流模拟结果（大潮，落潮中间时）

图 2-9 工程附近海域表层潮流模拟结果（大潮，涨潮中间时）



## 附录 2

# 环境风险专项评价

### 1. 评价依据

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

#### 1.1 风险调查

经过风险调查，本工程所涉及的危险物质主要包括原油（以采出液形式存在）、燃料油和天然气，本项目所涉及危险物质的理化性质及危险特性见下表 1.1-1 至 1.1-3。

表 1.1-1 原油理化性质及危险特性表

| 类别   | 内容   |   |             |                      |
|------|--|---|-------------|----------------------|
| 标识   | 中文名称   | 原油  | 英文名称        | Petroleum; Crude oil |
|      | CAS 号  | 8002-05-9   |             |                      |
| 理化特性 | 外观与气味  | 原油是一种从地下深处开采的黄色、褐色乃至黑色的可燃性黏稠液体。胶质、沥青质含量越高，颜色越深  |             |                      |
|      | 溶解性  | 不溶于水，溶于苯、乙醚、三氯甲烷、四氯化碳等有机溶剂  |             |                      |
|      | 性质特点   | 性质因产地而异。  |             |                      |
|      | 熔点（℃）  | -30~30  | 沸点（℃）       | -1~565               |
|      | 相对密度   | 水=1   | 0.867~0.949 | 闪点（℃）                |
|      |  | 空气=1  | >1          | 引燃温度（℃）              |
|      | 爆炸极限（%）  | 0.7~5   | 辛醇/水分配系数    | 2~6                  |
| 主要用途 | 主要用于生产汽油、航空煤油、柴油等发动机燃料以及液化气、石油脑、润滑油、石蜡、沥青、石油焦等，通过其馏分的高温热解，还用于生产乙烯、丙烯、丁烯等基本有机化工原料 |   |             |                      |
| 危害信息 | 危险性类别  | 第 3 类易燃液体   |             |                      |
|      | 燃烧与爆炸危险性   | 易燃。其蒸气与空气可形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸。流速过快，容易产生和积聚静电。其蒸气比空气重，能在较低处扩散到相当远的地方，遇火源会着火回燃和爆炸（闪爆）。 |             |                      |
|      | 活性反应   | 与硝酸、浓硫酸、高锰酸钾、重铬酸盐等强氧化剂接触会剧烈反应，甚至发生燃烧爆炸  |             |                      |
|      | 禁忌物  | 强氧化剂  |             |                      |
|      | 毒性   | 未见原油引起慢性中毒的报道。原油在分馏、裂解和深加工过程中的产品和中间产品表现出不同的毒性。长期接触可引起皮肤损害。                              |             |                      |
|      | 侵入途径   | 吸入，食入   |             |                      |

表 1.1-2 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°C)  | 禁忌物: 强氧化剂、卤素       |
|      | 临界压力 (MPa) :4.59  | 临界温度 (°C: ) -82.3  |
| 危险性  | 稳定性: 稳定   | 聚合危害: 不聚合          |
|      | 危险性类别: 第 2.1 类易燃气体  | 燃烧性: 易燃            |
|      | 引燃温度 (°C) : 482~632   | 闪点 (°C) : -188     |
|      | 爆炸下限 (v%) : 5.0   | 爆炸上限 (%) : 15.0    |
|      | 最小点火能 (MJ) : 0.28   | 最大爆炸压力 (kPa) : 680 |
|      | 燃烧热 (MJ/mol) :889.5   | 火灾危险类别: 甲 B        |
|      | 燃烧 (分解) 产物: CO、CO <sub>2</sub> 、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 <sup>3</sup> )  |                    |
|      | 毒性判别: 微毒类, 多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类   |                    |
| 健康危害 | 侵入途径: 吸入  |                    |
|      | 健康危害: 当空气中浓度过高时, 使空气中氧气含量明显降低, 使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。   |                    |
|      | 急性中毒: 当空气中浓度达到 20~30%时, 可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快, 若不及时逃离, 可致窒息死亡。   |                    |
| 急救   | 吸入: 迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难, 给输氧。如呼吸停止, 立即进行人工呼吸, 就医。  |                    |
| 泄漏处理 | 迅速撤离泄漏污染区人员至安全处, 并立即隔离, 严格限制出入。切断火源, 戴自给式呼吸器, 穿一般消防防护服。合理通风, 禁止泄漏物进入受限制的空间 (如下水道), 以避免发生爆炸。切断气源, 喷洒雾状水稀释, 抽排 (室内) 或强力通风 (室外)。如有可能, 将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方, 或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处, 注意通风。漏气容器要妥善处理, 修复、检验后再用。 |                    |
| 储运   | 储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30°C。原理或中、热源。防止阳光直射。应与氧气、压缩空气、卤素 (氟、氯、溴) 等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。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 1.1-3 燃料油理化性质及危险特性表

| 标识   | 中文名称: 燃料油     | 英文名称: Fuel oil & Heavy oil  |        |
|------|---------------|---|--------|
| 理化特性 | 外观与气味         | 稍有粘性的黄棕色液体  |        |
|      | 溶解性           | 不溶于水  |        |
|      | 冷滤点 (°C)      | 冬季  | -13~-7 |
|      |               | 夏季  | -3~3   |
|      | 馏程 (°C)       | 90%   | ≤350   |
|      |               | 95%   | ≥320   |
| 主要用途 | 主要用作船用柴油发动机燃料 |   |        |
| 危害信息 | 燃烧与爆炸危险性      | 可燃。其蒸气与空气混合能形成爆炸性混合物, 遇明火、高热易燃烧或爆炸。燃烧产生有毒的一氧化碳气体。在高温火场中, 受热的容器或储罐有破裂和爆炸的危险。 |        |
|      | 活性反应          | 与强氧化剂反应   |        |
|      | 禁忌物           | 强氧化剂  |        |

|    |          |                           |
|----|----------|---------------------------|
| 标识 | 中文名称：燃料油 | 英文名称：Fuel oil & Heavy oil |
|    | 侵入途径     | 吸入，食入                     |

### 1.2 风险潜势初判

本项目涉及的主要危险物质为原油和天然气。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 1 条 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台的集输海底管道，长度 [ ]，管径 [ ]。新建海底管道物料最大在线量为 [ ]，考虑曹妃甸 11-3/5 油田历史产能和后续油田开发情况，物料含水率按照 [ ] 保守计算，因此新建海底管道油类最大在线量为 [ ]，天然气最大在线量为 [ ]，本项目危险物质数量与临界量比值 Q [ ]，因此，该项目环境风险潜势为 I。

根据下式计算危险物质数量与临界量比值 Q：

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

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。

### 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。但鉴于本项目主要危险物质原油一旦泄漏对海洋环境影响较大，因此本章主要对本项目环境风险情形进行识别，对项目可能发生的海上溢油事故进行预测并分析风险影响；针对项目的环境风险提出针对性的风险防范措施，对项目可以利用的溢油应急物资进行梳理和分析。

表 1.3-1 环境风险评价工作等级划分

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

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

## 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下表。

表 2-1 环境风险敏感目标分布表

| 类别           | 敏感目标名称                      | 生态保护目标                                       | 溢油点与敏感目标位置关系 |    |
|--------------|-----------------------------|--|--------------|----|
|              |                             |  | 距离 (km)      | 方位 |
| 渔业“三场一通道”    | 白姑鱼产卵场                      | 白姑鱼及其生境；产卵期 5 月下旬~7 月初，产卵盛期 6 月              | ■            | ■  |
|              | 蓝点马鲛产卵场                     | 蓝点马鲛及其生境；产卵期 5 月上旬~6 月下旬，产卵盛期 5 月下旬~6 月中旬    | ■            | ■  |
|              | 银鲳鱼产卵场                      | 银鲳鱼及其生境；产卵期 5~9 月，产卵盛期 5~6 月                 | ■            | ■  |
| 国家级水产种质资源保护区 | 黄河口半滑舌鲷国家级水产种质资源保护区         | 半滑舌鲷、花鲈、梭鱼、鲻鱼、黑鲷、中国毛虾、三疣梭子蟹、文蛤、脉红螺等          | ■            | ■  |
|              | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾核心区 | 主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹，保护期 4 月 25 日~6 月 15 日 | ■            | ■  |
|              | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾实验区 | 主要保护对象有中国明对虾、小黄鱼、三疣梭子蟹，保护期 4 月 25 日~6 月 15 日 | ■            | ■  |
|              | 祥云岛海域国家级水产种质资源保护区           | 脉红螺、魁蚶、太平洋牡蛎、半滑舌鲷、褐牙鲂                        | ■            | ■  |
| 海洋特别保护区      | 滦河口海洋特别保护区                  | 产卵场、越冬场、索饵场和洄游通道等重要渔业水域                      | ■            | ■  |
|              | 东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区        | 半滑舌鲷为主的经济鱼类及其赖以生存的海洋生态环境                     | ■            | ■  |
|              | 东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区        | 文蛤为主的底栖贝类及其赖以生存的生态环境                         | ■            | ■  |
| 自然保护区        | 山东黄河三角洲国家级自然保护区             | 黄河口湿地生态系统和珍稀濒危鸟类                             | ■            | ■  |
|              | 河北菩提岛诸岛省级自然保护区              | 海岛岛体及周边海域、岛屿植被、海洋生物和鸟类及其栖息地                  | ■            | ■  |
|              | 滨州贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区           | 保护贝壳堤岛、湿地自然生态系统、自然岸线                         | ■            | ■  |
|              | 山东贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区           | 保护贝壳堤岛、湿地自然生态系统、自然岸线                         | ■            | ■  |

| 类别     | 敏感目标名称                  | 生态保护目标                      | 溢油点与敏感目标位置关系 |    |
|--------|-------------------------|-----------------------------|--------------|----|
|        |                         |                             | 距离 (km)      | 方位 |
| 生态保护红线 | 菩提岛诸岛海域沙源保护区            | 沙源地貌                        | ■            | ■  |
|        | 滦河口至老米沟海域沙源流失极脆弱区       | 海底地形地貌、海洋动力条件、海水质量          | ■            | ■  |
|        | 山东黄河三角洲国家级自然保护区         | 黄河口湿地生态系统和珍禽濒危鸟类            | ■            | ■  |
|        | 黄河三角洲入海口重要滩涂及浅海水域生态保护红线 | 滩涂及浅海水域                     | ■            | ■  |
|        | 河北菩提岛诸岛省级自然保护区          | 海岛岛体及周边海域、岛屿植被、海洋生物和鸟类及其栖息地 | ■            | ■  |
|        | 龙岛沙源保护区                 | 沙源地貌                        | ■            | ■  |
|        | 龙岛周边海域重要滩涂及浅水水域         | 滩涂及浅海水域                     | ■            | ■  |
|        | 龙岛北海草床保护区               | 海草床生态系统                     | ■            | ■  |
|        | 绒螯蟹越冬保护区                | 中华绒螯蟹                       | ■            | ■  |
|        | 天津汉沽重要渔业海域重要渔业资源产卵场     | 鱼虾贝等重要渔业栖息地                 | ■            | ■  |
|        | 山东贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区       | 保护贝壳堤岛、湿地自然生态系统、自然岸线        | ■            | ■  |

### 3.环境风险识别

#### 3.1 风险识别

本工程在施工和生产阶段有可能发生的事故包括船舶碰撞燃料油泄漏事故，海底管道泄漏事故等。

##### 3.1.1 施工阶段风险识别

本项目施工阶段动用施工船舶，若出现操作失误等原因会造成施工船舶碰撞，进而可能造成船舶燃料油泄漏事故。

##### 3.1.2 生产阶段风险识别

本项目生产阶段新建海底管道可能因穿孔、破裂等导致泄漏事故。研究表明，导致海底管道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。

#### 3.2 油气泄漏事故概率分析

##### 3.2.1 船舶碰撞泄漏事故概率分析

施工期间主要有多功能水下作业船、浅水铺管船、辅助起重船、支持船、定位船和锚系船等船只参与作业，此外，在该海域航行的外来航船也有可能与本项目施工船舶发生碰撞。根据《风险评估数据指南》（2010），船舶发生碰撞的概率见下表。

表 3.2-1 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 |
|-------|------------|----------|--------|------|
| 本项目船舶 | ■          | ■        | ■      | ■    |
| 外来航船  | ■          | ■        | ■      | ■    |

本工程施工期发生船舶碰撞并造成产生重大损伤的概率为  $5.0 \times 10^{-6}$  次/a。由于船舶碰撞造成的溢油事故概率将至少低一个数量级，因此，船舶碰撞造成溢油事故的概率小于 ■。

##### 3.2.2 海底管道泄漏事故概率分析

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

表 3.2-2 不同管径的管道在不同位置的事故概率统计

| 管道 | 类别 | 泄漏概率 | 单位 |
|----|----|------|----|
|----|----|------|----|

|      |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|
| 海底管道 |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |
|      |  |  |  |  |

由表 3.2-2 可知，本项目新建的 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台海底管道最大环境风险事故概率 [REDACTED]。

表 3.2-3 海底管道泄漏概率

| 新建管道名称                               | 管长 (km)    | 管径 (mm)    | 泄漏概率       |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|
| CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台海底管道 | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |

### 3.3 危险物质向环境转移的途径识别

本项目危险物质包括原油、燃料油和天然气，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析见下表。

表 3.3-1 危险物质向环境转移的途径识别

| 危险物质   | 危险物质特性    | 环境风险类型 | 危险物质影响环境的途径和影响方式 |
|--------|-----------|--------|------------------|
| 原油、燃料油 | 易燃易爆、有毒有害 | 物质泄漏   | 水体（海水）           |
| 天然气    | 易燃易爆、有毒有害 | 物质泄漏   | 水体（海水）、大气        |

### 3.4 溢油事故溢油量估计

#### 1. 施工阶段

本项目施工阶段主要的溢油事故为船舶碰撞燃料油泄漏，泄漏物质为施工船舶燃料油。本节给出建设阶段因船舶碰撞泄漏的燃料油最大可能溢油量。本项目新建管道施工期间采用不同级别船组。本项目以施工船的燃料油舱的单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量为 [REDACTED]。

#### 2. 生产阶段

生产阶段可能发生海底管道破裂进而引发生溢油事故，主要泄漏物质是原油。根据海底管道事故统计分析结果，发生管道腐蚀穿孔、小孔泄漏的事故概率最高，发生管道断裂事故的概率相对较小。海底管道溢油量选择 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台集输管道进行估算，该管道长 [REDACTED]，内管尺寸为 [REDACTED]。当海底管道发生泄漏事故时，在 [REDACTED] 内将启动自动关断系统。发生泄漏后在管段两侧截断阀关闭的情况下，管道里的油品一般不会完全泄漏。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）：“油气长输管线泄漏事故，截断阀启动后，泄漏量以管道泄压至与环境压力平衡所需时间计算”。因此，

本项目截断阀启动后泄漏量仅考虑阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量。

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

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

式中：

$V_{rel}$  为原油泄漏量， bbl（1 桶=0.14t）；

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

$f_{rel}$  为最大泄漏率，取 0.3；

$f_{GOR}$  为压力衰减系数，取 0.3；

$V_{pre-shut}$  为截断阀关闭前泄漏量， bbl。

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

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

式中：

$Q_L$ ——液体泄漏速度， kg/s；

$C_d$ ——液体泄漏系数，此值常用 0.6~0.64，本次取值 0.64；

$A$ ——裂口面积，  $m^2$ ，全管径泄漏则裂口面积为（ [ ] ）；

$\rho$ ——泄漏液体密度，  $kg/m^3$ ，取原油密度 [ ]；

$P$ ——容器内介质压力， Pa，投产后管线内物流最大压力为 3617kPa；

$P_0$ ——环境压力， Pa， ；

$g$ ——重力加速度，  $9.81m/s^2$ ；

$h$ ——裂口之上液位高度， m；取 0m。

本工程依托海底输油管道长约 [ ]，根据上述公式计算得出 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台集输管道物料泄漏体积为 [ ]， [ ]。

### 3.5 最具代表性事故

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



本项目主要溢油事故来自海底管道破裂溢油和船舶碰撞事故溢油。不同的溢油事故带来的环境风险危害程度不同，事故风险高低通常用环境风险危害程度来表征。进行环境风险分析的目的是确定哪些是环境风险危害程度较高的溢油事故，从而采取相应的防范措施。

表 3.4-1 本项目各类溢油事故环境风险判别

| 事故类型   | 规模 | 事故概率 | 环境风险危害程度 |
|--------|----|------|----------|
| 船舶碰撞   | 小  | 低    | 低        |
| 海底管道破裂 | 小  | 中    | 高        |

结合上述分析本项目最具代表性事故选取为本项目新建的 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台集输管道溢油事故，其发生概率为 ██████████，原油泄漏量为 ██████████。

#### 4.环境风险事故影响分析

##### 4.1 溢油预测模式

###### 4.1.1 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（本模型油粒子个数为 5000 个），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。

###### 4.1.2 基本计算原理

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  $U_b$ ， $V_b$ ，而不确定方法表示湍流的随机扩散由随机游动速度  $U'$ 和  $V'$ 表示，则每一个油粒子的漂移速度为：

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

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为：

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

对时间  $t$  方向上采用中心差分，能够保证上述差分方程的二阶精度。上式中  $\xi$ 、

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

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

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

式中  $K$ ,  $\omega$ ,  $H$ ,  $d$ ,  $z$  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：

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

其中， $V_0$ 、 $t$ 、 $H_s$ 、 $L$  分别为溢油初始体积、时间、有效波高和波长。 $C_2$  为常数，取作  $-2.53 \times 10^{-3} / V_0^{0.62}$ 。

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

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

按 Johanson-Ichiye 的公式，垂向涡动扩散系数由下式计算：

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

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

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

对  $d_i < d_e$ ，由 Stokes 定律：

$$W_L = g d_i^2 (1 - \rho_o / \rho_w) / 18\nu \quad (8)$$

对  $d_i > d_e$ ，则有：

$$W_L = \left[ \frac{8}{3} g d_i (1 - \rho_o / \rho_w) \right]^{1/2} \quad (9)$$

式中： $g$ 、 $d_i$ 、 $\nu$ 、 $\rho_o$ 、 $\rho_w$  分别为重力加速度、油滴直径、运动粘性系数、油密度

和水密度，油滴垂向运移的中心差分公式：

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

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为：

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

式中：A'=6.3，B'=10.3，T为油温，T<sub>G</sub>为油的沸点曲线梯度，T<sub>0</sub>为油的初始沸点温度，θ'为挥发系数由下式确定：

$$\theta' = C W^{0.78} t A / V_0 \quad (12)$$

式中：C为常数，W风速，t时间，A油膜面积，V<sub>0</sub>初始溢油体积。乳化程度由含水率 Y<sub>w</sub>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 Y<sub>w</sub>为乳化物含水量 (%)，K<sub>A</sub>取 4.5×10<sup>-6</sup>，K<sub>B</sub>取 1/Y<sub>w</sub><sup>F</sup>，Y<sub>w</sub><sup>F</sup>为最终含水量，取 1.25。

则水面油粒子体积应为：

$$V_i = V_0 (1 - F_{V_i}) / (1 - Y_{w_i}) \quad (14)$$

设乳化前油密度为ρ<sub>0</sub>，水密度为ρ<sub>w</sub>，则乳化后油密度：

$$\rho_* = (1 - Y_w) \rho_0 + Y_w \cdot \rho_w \quad (15)$$

蒸发对油密度的影响为：

$$\rho = (0.6\rho_0 - 0.34)F_V + \rho_0 \quad (16)$$

综合挥发、乳化影响，油密度表达为：

$$\rho = (1 - Y_w)[(0.6\rho_0 - 0.34)F_V + \rho_0] + Y_w \cdot \rho_w \quad (17)$$

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：

$$\nu = \nu_0 \cdot 10^{4F} \quad (19)$$

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

$$v = v_0 \cdot 10^{4F} \cdot \exp[2.5Y_W / (1 - 0.654Y_W)] \quad (20)$$

其中， $v_0$  为初始时油膜的运动粘性系数。

## 4.2 预设情景设定

### 4.2.1 溢油位置选择

本次评价选择本项目新建 CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 平台的集输海底管道 CFD11-3/5WHPC 平台端 [REDACTED] 作为溢油预测点。

### 4.2.2 源强

本工程的最具代表性事故为依托海底管道破裂溢油事故，最大原油泄漏量 [REDACTED]。

### 4.2.3 潮型与潮时

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

### 4.2.4 溢油计算时段

工程海域潮汐类型基本为正规半日潮，预测选取 72h 作为溢油预测的时段。

### 4.2.5 常风与大风风速取值

根据本项目所处的地理位置，溢油预测拟选取项目所在区域的常风向下的平均风速和最大风速开展。根据风玫瑰选取频率较大的风向，并结合项目所在位置与周边敏感区的分布，选取对敏感区影响较大的风向综合考虑得出。

表 4.2-1 溢油数值模拟扩散选取风参数

| 方向         | SSE        | E          | NE         | NNE        | N          | NW         | W          | SSW        |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 最大风速 (m/s) | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| 平均风速 (m/s) | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |

## 4.3 溢油预测结果

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

由溢油扩散轨迹及油膜图可以看出，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，均风条件下，油膜的最大漂移距离为 [REDACTED]（均风-落潮-E 风向），最大扫海面积为 [REDACTED]（均风-涨潮-W 风向）；极风条件下，油膜的最大漂移距离为 [REDACTED]（极风-涨潮-NW 风向），最大扫海面积为 [REDACTED]（极风-涨潮-E 风向）。



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

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |            |            |            |            | [Redacted] |            |            |            |            | [Redacted] |            |            |            |            |
|            |            |            | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |

表 4.3-3 不同风向、极风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离与扫海面积

|            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] | [Redacted] |
|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|

| █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |
| █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |







|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
|   |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

图 4.3-1 极风涨潮 72h 粒子轨迹图

图 4.3-2 极风落潮 72h 粒子轨迹图

图 4.3-3 均风涨潮 72h 粒子轨迹图

图 4.3-4 均风落潮 72h 粒子轨迹图

#### 4.4 对环境敏感区事故后果分析

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

本项目可能影响到的敏感目标见表 4.4-1 所示。

本项目位于 [REDACTED]，溢油即刻抵达。项目溢油抵达 [REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]。

表 4.4-1 各敏感区的分布及抵达敏感目标的最短时间

| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
|------------|------------|------------|------------|------------|
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |
| [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] | [REDACTED] |



度油类的毒性效应（于桂峰，2007）。

#### 4.5.2.1 对浮游生物的影响

##### （1）浮游植物

海面溢油直接粘附于浮游植物细胞上，导致浮游植物在强光等不利因素的作用下很快死亡。在溢油海域中，大量溢油漂浮在水面使表层水体产生一层油膜，从而阻断了水体与大气的交换，白天浮游植物进行光合作用所需二氧化碳得不到满足，夜晚浮游植物生理代谢所需氧气也难从大气中获取，因而浮游植物的正常生理活动会受到不利影响。溢油吸附悬浮物，并沉降于潮间带或浅水海底，致使一些海藻的孢子失去了合适的附着基质，浮游植物的繁殖会受到不利影响。溢油对某些浮游植物种类有加速繁殖的作用，该类浮游植物可利用溢油中的碳、氢等元素，从而加速了细胞的分裂速度，使溢油海域浮游植物群落的多样性指数降低，优势度增高，为赤潮的形成埋下隐患。溢油的处理过程中，经常使用到的消油剂在沉降过程中可能对浮游植物造成影响，造成浮游植物沉降。多环芳香烃碳氢化合物是最常见的溢油团块的基本成分之一，其分子量很大，是溢油成分中对海洋生态系统破坏性最大的化合物之一，多环芳香烃碳氢化合物能够在浮游植物的组织和器官中聚集起来，缓慢而长期地实施其毒性。由此导致，溢油发生的海域浮游植物的种类数量和细胞数量将大幅度降低。

##### （2）浮游动物

当溢油浓度较高时，其急性毒性影响可导致浮游动物在短期内死亡。当溢油浓度较低时，溢油可降低浮游动物的运动能力和摄食率，抑制浮游动物的趋化性，降低或阻抑其生殖行为，影响其正常生理功能，降低生长率。浮游动物在海洋中处于被动的游动状态，会被漂浮于海面的粘稠的溢油紧紧粘住，从而失去自由活动能力，最后随油物质一起沉入海底或冲上海滩。溢油附着于浮游动物体表，还可能堵塞浮游动物的呼吸和进水系统，致使生物窒息死亡。被溢油薄膜大面积覆盖着的海域，许多浮游动物，如小虾，会错把白天视为夜幕降临，本能的从水深处游向表层，导致浮游小虾会不分昼夜的滞留于海水表层。溢油薄膜起到了类似日全蚀的作用，从而改变了浮游动物的正常活动习惯。以浮游植物为饵料的浮游动物，会由于浮游植物数量的减少而减少。浮游动物被许多经济性生物所食，浮游动物的群落结构、数量特征的变动，不仅直接影响着海洋渔业资源，而且溢油的有毒成分可以通过生物富集和食物链传递，最终危害人类健康。浮游生物的生产力约占海洋生态系统总生

产力的 95%，浮游生物受到损害，就从根本上动摇了海洋生物“大厦”的基础（张计涛，2007）。

#### **4.5.2.2 对游泳生物的影响**

溢油黏附于海洋鱼类、甲壳类、头足类和爬行类游泳动物体表后，可能堵塞游泳动物的呼吸系统，导致游泳动物窒息而亡。大型哺乳动物体表黏上溢油后，虽然经过一段时间自己可以清除掉，但是如果摄入体内，会损害其内脏功能。因溢油污染使水域中大量的饵料生物浮游动、植物等数量减少，由此破坏了游泳生物的幼体及部分成体赖以生存的饵料基础，食物链网传递能量脱节，致使高营养级生物量下降，造成区域生态失衡。油污干扰了游泳生物正常的生理、生化机能，从而会引起病变。近些年，鱼虾贝类病害时有发生，造成了很大经济损失，水质恶化是造成病害的重要原因之一，而石油污染又是造成水质恶化的重要原因之一。油类污染物在相当长的一段时间持续影响水域生态环境，使游泳生物产生回避反应，继而使一些种类被迫改变生活习性，影响种群正常洞游、繁殖、索饵、分布，从而导致事故海域在一段时间内渔业功能衰退。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类受伤程度轻，若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

#### **4.5.2.3 对底栖生物的影响**

发生溢油后，相当一部分油类污染衍生物甚至油类颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层油类污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所以一旦受到溢油污染，它们便难以生存。溢油中的多环芳烃（例如 PAC 和 PCB）将会影响贝类体内脂肪的代谢平衡，从而加速贝类死亡（Smolders R, 2004）。此外，溢油区域的贝类会受到氧化胁迫，从而导致贝类酶的活性受抑制，发生突变、活动减弱，繁殖力下降，加速衰老（Thomas R E, 2007）。因而溢油污染对底栖生物的累积效应是更主要的。附着在岸边岩石上的一些海洋生物对新鲜石油更为敏感，往往是首批牺牲者。浅滩上受溢油污染过的牡蛎同样会丧生，即使活下来的也不能再食用。被溢油污染过的牡蛎有一股浓浓的石油味，这股味道可以存在一个多月之久。棘皮动物对海水中的任何物质都有敏感性，对石油污染更是如此。大量观测结果表明溢油污染对海星和海胆等棘皮动物的潜在威胁很大。

### **5.环境风险防范措施及应急要求**

#### **5.1 施工期风险防范措施**

##### **5.1.1 船舶碰撞风险防范措施**

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

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

(1) 施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。操作人员认真学习《海上避碰规则》，严格遵守航行法规；使用安全航速；配齐必要的助航仪器（海上作业已配备 AIS 船舶防撞系统）。

(2) 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，充分利用听觉、雷达以及适合当时环境和情况下的一切有效手段，保持不间断瞭望。

(3) 协助相关部门作好进作业船舶的调度工作，严格执行有关操作规程，避免船舶的碰撞。制定严格的船舶施工作业制度和操作规程，尽量杜绝事故的发生。

(4) 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。

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

(6) 发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

### **5.1.2 海底管道施工期间风险防范措施**

海底管道铺设期间，将发布明确的航行通告和设置海图标记，划定保护界线，由值班船不定期地沿途巡视，防止渔船拖网或过往的各种船只因抛锚等损伤管道。同时加强守护船海管巡线及海面瞭望制度，严格海管的安全管理。

## **5.2 运营期风险防范措施**

### **5.2.1 生产设施事故防范措施**

为确保油田生产阶段的安全生产，油田在设计、建造、采办和操作中将采取一系列保护措施，提供充分的设施设备。

(1) 对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，并设置相应的应急关断系统；

(2) 严格实施作业规程，防止违章作业，将人为因素降至最低；

(3) 严格执行设备完整性管理体系，包括生产设施的巡检制度、设备的预防性



维修、管线和结构的腐蚀检测等；

(4) 安全环保有关的仪器仪表，（压力表、温度表和关断阀等）油田按照相关法律法规进行标定或试验。

### 5.2.2 海底管道泄漏风险防范措施

原管道由于外腐蚀严重，因此需对其进行封存，本次新建管道根据本工程特点采用双层保温管，海底管道平管段及膨胀弯采用 3LPE 涂层系统，总厚度 3.5mm，加强海管外防腐。另外，生产过程中采取以下防范措施：

(1) 作业者制定相应的管线保护和检测程序，由值班船对管线沿途进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测，确保海底管道的安全性；

(2) 油气储运系统中的主要设备和管线均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置，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，重要生产装置和单元均设置相应的应急关断系统；

(3) 按照天津分公司《海管管理手册》的要求，定期对管线进行清管作业，以减少腐蚀等原因对管线的影响；

(4) 本油田在所有海底管道入口设置旁路式内腐蚀监、检测装置，在生产中定期通过内腐蚀监测装置监测管道腐蚀情况；

(5) 在 FPSO 上装有 AIS 系统，能实时监视油田设施及海管周边船舶情况，如有船舶在海管附近抛锚，系统会发出预警，保障了油田设施及海管的安全。

(6) 加强溢油监视，以便第一时间发现溢油并采取应急措施。██████████专业环保船在本油田值守，船上配置溢油监测雷达，有效监测距离达 ██████████，可 24 小时进行监测，同时平台、油田内部船舶加强监视，及时发现和跟踪海上溢油。

## 5.3 溢油事故应急处理措施

### 5.3.1 溢油应急预案

《曹妃甸油田溢油应急计划》于 2023 年 11 月在生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局完成备案。本工程应按照已经备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应。

《曹妃甸油田溢油应急计划》适用于曹妃甸油田各设施所处海域范围内油田开发生产活动中发生溢油事故初始阶段的应急处置，与中海石油（中国）有限公司《天津分公司溢油应急计划》相衔接。该区域内溢油事故超过油田自身溢油处置能力时，

由曹妃甸作业公司向天津分公司申请后续支持。

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。本项目建设从工程设计、施工安装以及生产管理上均已采取有效的应急防范措施，并制定了溢油应急预案，从组织机构、资源配备、处理程序等进行了详细规定，确保对环境风险进行有效的预防、监控、响应，防止海上溢油等重大海洋环境灾害和突发事件发生。本工程严格按照环境影响评价制度规范项目实施，运营阶段建设单位对工程周边海域的海水水质环境和海洋沉积物环境定期进行监测。

### 5.3.2 应急组织机构

#### (1) 天津分公司应急指挥中心

曹妃甸作业公司为天津分公司所辖作业公司之一，曹妃甸油田纳入天津分公司应急管理体系。天津分公司建立了公司应急组织机构，主要由：应急指挥中心、应急协调办公室、天津分公司应急值班室、兴城应急分中心、蓬莱应急分中心，射阳应急分中心，应急状态下成立技术专家组、通讯保障组、资金保险组、服务支持组、秘书组。

图 5.3-1 天津分公司应急组织机构

#### (2) 曹妃甸作业公司应急响应小组

曹妃甸作业公司应急响应小组由技术支持、协调组，服务支持组，资金保险组及现场应急响应小组组成。

在应急状态下，曹妃甸作业公司应急响应小组受天津分公司应急指挥中心的领导和指挥。曹妃甸作业公司溢油应急响应小组组织结构如下图所示。

图 5.3-2 曹妃甸作业公司溢油应急响应小组

#### (3) 曹妃甸油田现场溢油应急小组

HYSY112 总监负责海洋石油 112 号 FPSO、WHPA 平台和 WHPC 平台三个设施的全面管理，海管海缆管理包括：WHPC-WGPA 平台之间的集输海管、注水海管和海底电缆各 1 条，WGPA 平台至 WHPA 平台之间有集输海管、注水海管和海底电缆各 1 条。

当以上设施发生溢油事故时，由 HYSY112 总监作为现场应急小组组长，全面负

责现场溢油应急处置工作, CEPJ 平台总监和 CEPI 平台总监协助 HYSY112 总监提供应急支持。

曹妃甸油田现场溢油应急响应组织机构如下图所示:

图 5.3-3 曹妃甸油田现场溢油应急响应小组

### 5.3.3 溢油事故响应策略

#### (1) 溢油事故的报告程序与内容

发生溢油事故后, 无论大小, 均必须尽快按规定向上级汇报, 汇报程序见下图溢油事故报告程序图。

溢油事故的报告内容应包括: ①溢油事故发生的地点、时间、原因(井喷、油罐破裂、撞船等, 并分析人为因素或自然因素)、溢油量(预估)、溢油方式(一次性溢油或连续性溢油); ②目前采取的应急措施及其有效程度; ③除现场的自身力量外, 需要求助其他溢油应急力量的援助要求等; ④填写溢油事故报告表。

在现场溢油事故发生后第一时间内, 现场总监应立刻向曹妃甸作业公司应急响应小组汇报, 曹妃甸作业公司应急响应小组依据分公司程序进行上报, 并于一小时内向天津分公司应急指挥中心提供书面报告。

图 5.3-4 溢油事故报告程序图

#### (2) 溢油事故分类

海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大、一般四级。

1) 特别重大溢油污染环境事件, 溢油 1000 吨(含)以上的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件; 或者溢油量 500 吨以上且可能污染敏感海域, 或者可能造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

2) 重大溢油污染环境事件, 溢油量 500 吨以上 1000 吨以下, 但不会污染敏感海域, 不会造成重大国际影响、社会影响的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

3) 较大溢油污染环境事件, 溢油量 100 吨以上 500 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

4) 一般溢油污染环境事件, 溢油 1 吨以上 100 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

#### (3) 海面溢油的处理

根据不同油品特性及不同条件采取相应的溢油处理方法。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。

### 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。

### 化学消油剂使用

化学消油剂作为一种常用的治理溢油污染技术，应用越来越广泛。由于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。因此，对于控制消油剂的使用要遵照海洋主管部门相应的法规，以尽可能地防止由于使用消油剂所造成的二次污染。

当海上发生溢油后，小部分油可通过波浪的混合作用自然分散，这个过程是非常缓慢的。那么，使用化学消油剂可以有效地提高溢油的自然分散速度，促进溢油在海水中的降解，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。

海上应急现场可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）。

根据《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》第二十一条规定，海面溢油首先使用机械回收，消油剂应严格控制使用，并遵守国家海洋局制定的《海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定》以及《关于颁发〈海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定〉的通知》的相关内容。

《海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定》第十条规定：各海区每个溢油点（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，其中渤海海区消除 1 吨溢油普通型消油剂一次性使用量为 0.3-0.5 吨且水深大于 10















|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
| 2 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
| 3 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
| 4 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |
|   |     |     | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 | 曹妃甸 |

### 5.4.3 应急响应时间

曹妃甸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。曹妃甸油田配备了适当的溢油应急设备，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，曹妃甸油田溢油应急小组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，展开应急行动；另外，曹妃甸油田附近的埕北油田、南堡 35-2 油田、秦皇岛 32-6 油田、歧口油田、渤中 25-1 油田也可在第一时间进行协助，实现资源互补，从而在发生溢油事件时做到资源调用便捷、反应迅速，尽可能将溢油的影响降至最低。溢油应急资源优化调用次序及抵达时间见下表。

表 5.4-7 溢油应急资源优化调用次序及抵达时间

|  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

图 5.4-1 CFD11-3/5WHP C 平台周边溢油应急资源分布

### 5.4.4 溢油应急措施有效性分析

#### (1) 防范措施有效性

前文对本项目施工期与运营期的风险进行了识别，作业方针对这些风险制定了相应的防范措施，经采取上述措施后，可以最大可能减少风险事故发生概率。

#### (2) 本项目溢油应急能力

曹妃甸油田现有的溢油应急能力可以应付一般溢油事故的初始阶段。如果发生超过自身处置能力的溢油事故时，将动员其他天津分公司应急资源及陆地溢油应急力量快速到达溢油现场投入现场溢油应急反应与回收。曹妃甸油田共有围油栏

[Redacted]  
 [Redacted]  
 [Redacted]  
 [Redacted]

本项目配备及依托的溢油应急能力满足本项目最具代表性事故溢油应急需求。

表 5.4-8 本项目可利用的溢油应急能力一览表

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

综上所述，在落实好本报告提出的各项防范工作、落实项目方制定的溢油应急计划中各项规定的前提下，本项目溢油风险可控。

## 6.结论

本次评价识别环境风险类型为海底管道泄漏事故和船舶碰撞泄漏事故。本项目最具代表性事故为新建的 CFD11-3/5WHPC 平台至 CFD11-1WGPA 平台海底集输管道溢油事故，预测可能原油泄漏量为 [REDACTED]。

根据溢油预测结果，一旦发生溢油，即刻抵达白姑鱼产卵场、银鲳和蓝点马鲛产卵场。溢油抵达龙岛周边海域重要滩涂及浅水水域最短时间为 13h、龙岛沙源保护区最短时间为 13.5h、龙岛北海草床保护区最短时间为 14.5h、绒螯蟹越冬保护区最短时间为 16h，抵达河北菩提岛诸岛省级自然保护区最短时间为 17.5h，抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区渤海湾核心区最短时间为 20h，抵达其它保护区及生态保护红线时间均在 20h 以上。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要项目建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视。

根据应急响应时间分析，在设定情景下，将以 CFD11-3/5WHPC 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，可借助周边油田及中海石油环保服务有限公司（COES）的基地等外部力量，曹妃甸油田自身及周边应急力量可在 6.5h 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。

建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》等的相关规定，编制了《曹妃甸油田溢油应急计划》并于 2023 年 11 月在生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局完成备案。本项目的施工和运营均受该溢油应急计划管控，需严格按照溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。在落实好本报告提出的各项防范工作、落实溢油应急计划中各项规定的前提下，本项目的溢油的影响可以降至最低。

## 附图

附图 1 本项目与河北省“三线一单”的位置关系

附图 2 本项目与河北省“三区三线”的位置关系

附图 3 本项目地理位置图

附图 4 海洋环境质量现状调查站位相关位置关系图

海洋环境质量现状调查站位图

渔业资源现状调查站位图

水文动力调查站位图

调查站位与河北省生态保护红线位置关系图

调查站位与《河北省海洋功能区划（2011-2020 年）》位置关系图

调查站位与《河北省近岸海域环境功能区划》位置关系图

附图 5 油田周边环境敏感目标分布图

油田周边环境敏感目标分布图（保护区）

油田周边环境敏感目标分布图（生态保护红线）

油田周边环境敏感目标分布图（养殖区）

项目附近白姑鱼三场一通道分布图

项目附近银鲳三场一通道分布图

项目附近蓝点马鲛三场一通道分布图

项目附近中国毛虾三场一通道分布图

项目附近中国对虾三场一通道分布图

项目附近鳀鱼三场一通道分布图

## 附表

附表 1 海洋环境质量现状调查

附表 2 渔业资源现状调查

## 附件

附件 1 《国家海洋局关于曹妃甸 11-1/11-2 油田开发工程环境影响报告书审批意见的复函》  
(国海环字[2002]353 号)



附件 2 《国家海洋局关于曹妃甸 11-1/11-2 油田环境影响后评价有关问题的复函》(国海环字[2006]547 号)

附件 3 《国家海洋局关于曹妃甸 11-3/11-5 油田开发工程环境影响报告书核准意见的复函》

附件 4 《国家海洋局关于曹妃甸 11-1/11-2/11-3/11-5 油田环保设施竣工验收的复函》（国海环字[2009]788 号）

附件 5 曹妃甸油田溢油应急计划备案表

附件 6 固废处置合同及资质

附件 7 海洋环境现状调查 CMA 报告封面