编号：HYHJ-006-HP-2025

# 埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程

# 环境影响报告书

## （公示稿）

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

环评单位：海油环境科技（北京）有限公司

编制时间：2025 年 7 月

# 目 录

# 概　述

## 一、项目由来及开发方案概述

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程位于渤海中部海域，本项目南距山东省东营市海岸线最近距离约为[redacted]，西北距离河北省唐山市曹妃甸海岸线最近距离约为[redacted]，水深在[redacted]间。工程设施分布在东经[redacted]，北纬[redacted]的区域内。

根据埕北油田调整开发效果，埕北油田油藏仍有增产潜力，综合考虑油田井网布置、剩余可采及调整挖潜的可实施性，进一步改善油田开发效果，提高油田采收率，CB-CEPC 剩余井槽投产及部分老井提液后，油田高峰日产达[redacted]，但目前埕北油田采用船舶拉油方式外运原油，平台现有储罐理论罐容[redacted]，考虑罐底[redacted]，实际可利用[redacted]。高峰年份原油外输周期[redacted]，理论满罐周期[redacted]，储罐库存到 1 船外输量，再生产[redacted]满罐。油田原油外输周期不满足《GB/T 50350-2015 油田油气集输设计规范》要求：原油以轮船外运的油田，储存天数应至少为来船周期再增加 3d。且油田外输受潮流海况影响较大，东北风 6-7 级连续 2-3 天的频次较多，且东北风后至少需要半天的时间涌浪才能消退。风力 6 级时禁航无法外输，因恶劣海况不及时外输压产风险增加。提油轮靠离泊及二次靠离泊工作量剧增，安全风险增加。为减少风力影响外输，降低高风险作业危害，本项目铺设 1 条 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海管，将埕北油田至少含水 50%原油通过海底管道外输至曹妃甸油田，最终进入 HYSY112FPSO 处理成合格原油。同时在 2023 年后，随着 CB-CEPC 平台投产，埕北油田的自产气量不断增加，根据后期规划，2026-2027 年将有每日 3 万方以上的放空量，为了进一步减少资源的浪费，满足国家碳排放的要求，回收埕北油田的放空天然气是必要的，因此埕北油田计划开展火炬气回收工作，即将已建的 CB-B S/L 至 CB-A D/P 注水海管变更为输气海管，将 CB-B S/L 和 CB-CEPC 处理后的天然气输送至 CB-A D/P，再利用已建 CB-A D/P 至 WYE（水下三通）输气海管将埕北油田多余天然气输送至渤西南天然气管网，最终进入渤西陆上终端。

本项目拟建 1 条 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海管，将埕北油田含水原油输送至 CFD11-2WHPA，与 CFD11-2WHPA 物流混合后通过 CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 混输海管和 CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海管外输进入 HYSY112FPSO 处理成合格原油储存外输。海管路由长度[redacted]，管径[redacted]；并对 CB-CEPC 和

CFD11-2WHPA 进行适应性改造。同时将 CB-B S/L 至 CB-A D/P 已建的的[redacted]注水海管变更为输气海管，相应两个平台改造，埕北油田放空天然气可回收后通过此输气海管及 CB-A D/P 至 WYE（水下三通）输气海管输送至渤西南天然气管网，最终进入渤西陆上终端。

根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》的规定，本项目在建设前应进行环境影响评价。受建设单位中海石油（中国）有限公司天津分公司的委托，海油环境科技（北京）有限公司承担了该工程的环境影响评价工作，并依据有关法律法规、导则规范的要求完成了《埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程环境影响报告书》。

## 二、评价工作程序

按照《环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2016）和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）的要求，本次环评的工作程序为：接受建设单位评价任务后，评价单位对相关法规、标准及项目有关设计文件进行深入研究，进行项目环境影响识别及因子筛选，并根据分析和筛选结果进行现状调查与收集资料工作，确定了本项目环境影响评价的工作等级、范围和评价重点；根据环境影响评价技术路线进行本项目污染源分析等工程分析工作内容，并开展了环境现状评价工作；根据工程分析和环境现状调查结果，评价单位对项目产生的环境影响范围和程度进行预测，并根据预测结果形成了针对本项目的环境保护对策措施、环境管理与监测、环境经济损益分析、产业政策规划符合性分析等内容；评价单位完成本项目的环境影响报告书后协助建设单位送审相关政府部门，并根据政府部门组织召开的环境影响报告专家审查会上形成的专家意见对报告进行修改及报批。

环评单位接到本项目的环评任务委托 7 个工作日内，通过“东营网”网络媒体进行了信息公开。

## 三、关注的主要环境问题

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程位于渤海中部海域，根据本油田开发工程所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，筛选本次评价的主要环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。本项目位于银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场内，新建混输海管穿越中国对虾洄游通道、与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]，注水转

输气海管与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]。其他距离本工程最近的敏感目标为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，与注水转输气海管最近距离为[redacted]，新建混输海管最近距离为[redacted]。

本项目在正常作业情况下，关注的主要环境问题是海底管道挖沟产生的悬浮物对上述敏感目标及周围海域的海水水质、沉积物和海洋生态环境的影响范围及程度。在风险事故情况下，关注的主要环境问题是海底管道油气泄漏事故对周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

## 四、主要评价结论

本项目为油气资源勘探开发工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中鼓励类建设项目，其建设符合国家产业政策。本项目位于《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》、《东营市生态环境分区管控方案》（2023 年版）、《河北省国土空间规划（2021-2035）》、《唐山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》的划定范围之外。

本项目从设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施，采用的工艺流程及设备、污染防治措施等均符合清洁生产的要求。本项目调查海域除个别站位无机氮外，其他海水水质调查因子均满足相应的标准限值。本项目在建设过程中产生的主要污染物为悬浮物，对环境的影响属于短期性、一次性、可恢复性影响。生产运营过程中仅有少量牺牲阳极中的锌离子释出。为减轻对产卵盛期的影响，海底管道挖沟作业避开多种经济鱼类的产卵盛期（5 月至 6 月），从而最大限度减少污染物对渔业资源的影响。

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

评价认为，在建设单位落实了各项环境保护措施、生态保护措施、风险防范措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，本项目建设可行。

# 1 总论

## 1.1 报告书编制依据

### 1.1.1 法律法规

- 《中华人民共和国环境保护法》（2014.4.24 修订，2015.1.1 起施行）；
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2023.10.24 修订，2024.1.1 起施行）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 修订，2018.12.29 起施行）；
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012.2.29 修订，2012.7.1 起施行）；
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26 修订，2018.10.26 起施行）；
- 《中华人民共和国水污染防治法》（2017.6.27 修订，2018.1.1 起施行）；
- 《中华人民共和国噪声污染防治法》（2021.12.24 修订，2022.6.5 起施行）；
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.4.29 修订，2020.9.1 起施行）；
- 《中华人民共和国渔业法》（2013.12.28 修订，2013.12.28 起施行）；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021.4.29 修订，2021.9.1 起施行）；
- 《中华人民共和国节约能源法》（2018.10.26 修正，2018.10.26 起施行）；
- 《中华人民共和国循环经济促进法》（2018.10.26 修正，2018.10.26 起施行）。

### 1.1.2 管理条例、规定及实施办法

- 《建设项目环境保护管理条例》（2017.7.16 修订，2017.10.1 起施行）；
- 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（2018.3.19 修订，2018.3.19 起施行）；
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》（1983.12.29 发布，1983.12.29 起施行）；
- 《中华人民共和国防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018.3.19 修订，2018.3.19 起施行）；
- 《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》（2016.1.5 修正，2016.1.8 起施行）；

- 《中华人民共和国自然保护区条例》（2017.10.7 修订，2017.10.7 起施行）；
- 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》（2013.12.7 修订，2013.12.7 起施行）；
- 《铺设海底管道电缆管理规定实施办法》（1989.2.11 发布，1989.3.1 起施行）；
- 《海洋工程环境影响评价管理规定》（2017.4.27 发布，2017.4.27 起施行）；
- 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（2007.4.10 发布，2007.5.1 起施行）；
- 《海洋自然保护区管理办法》（1995.5.29 发布，1995.5.29 起施行）；
- 《海洋特别保护区管理办法》（2010.11.12 发布，2010.11.12 起施行）；
- 《中国水生生物资源养护行动纲要》（2006.2.14 发布）；
- 《国家重大海上溢油应急处置预案》（2018.3.8 发布）；
- 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（2012.8.8 发布）；
- 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（2011.10.17 发布）；
- 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（2018.12.6 发布）；
- 《环境影响评价公众参与办法》（2018.7.16 发布，2019.1.1 起施行）；
- 《水生生物增殖放流管理规定》（2009.3.20 发布，2009.5.1 起施行）；
- 《农业农村部关于做好“十四五”水生生物增殖放流工作的指导意见》（2022.1.13 发布）；
- 《关于印发海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案的通知》（环海洋函〔2022〕27 号）；
- 《中华人民共和国水上水下活动通航安全管理规定》（交通运输部令 2021 年第 24 号）；
- 《关于进一步加强水生生物资源保护严格环境影响评价管理的通知》（环发〔2013〕86 号）；
- 《国务院关于环境保护若干问题的决定》（国发〔1996〕31 号）。

### 1.1.3 规划、功能区划及保护规划

- 《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）；
- 《山东省海洋主体功能区规划》（鲁政发〔2017〕22 号）；
- 《“十四五”海洋生态环境保护规划》；（环海洋〔2022〕4 号）；
- 《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2023〕102 号）；

- 《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》（国函〔2023〕141 号）；
- 《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启动“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）；
- 《东营市生态环境分区管控方案》（2023 年版）（东环委办〔2024〕7 号）；
- 《唐山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（唐政字〔2021〕48 号）；
- 《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 7 号，2024.2.1 起实施）。

### 1.1.4 技术导则、规范

- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）；
- 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）；
- 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2022）；
- 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；
- 《危险废物贮存污染控制标准》（GB18579-2023）；
- 《海洋监测规范》（GB17378.1-7-2007）；
- 《海洋调查规范》（GB/T12763.1-11-2007）；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）；
- 《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2019）；
- 《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T877-2013）（参考）；
- 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）（参考）。

### 1.1.5 质量标准和污染物排放标准

- 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008，2009.5.1 实施）；
- 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）；
- 《海水水质标准》（GB3097-1997）；
- 《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）；
- 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- 《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9403-2012）；
- 《渔业水质标准》（GB11607-89）。

### 1.1.6 工程资料

- 埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程环境影响评价委托书（见附件 1）；
- 《埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程方案研究报告》（2025 年 3 月）；
- 建设单位提供的其它设计资料。

## 1.2 环境质量标准与污染物排放标准

### 1.2.1 海洋环境质量标准

本项目新建海底管道位于各功能区划定范围之外。

本次评价海域水质执行《海水水质标准》（GB3097-1997）中的相关标准。海洋沉积物质量评价应执行《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中的相关标准。海洋生物质量评价执行《海洋生物质量》（GB18421-2001）中的相关标准，GB18421 中没涉及的项目采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C 中相应标准。具体标准见下表。

**表 1.2-1 环境影响评价因子筛选一览表**

| 项目 | 采用标准 | 等级 | 适用对象 |
|---|---|---|---|
| 海水水质 | 海水水质标准（GB3097-1997） | 执行所在功能区的相关标准 | 海水水质现状评价、环境影响评价 |
| 沉积物 | 海洋沉积物质量标准（GB18668-2002） | 执行所在功能区的相关标准 | 海洋沉积物质量评价 |
| 海洋生物质量 | 海洋生物质量（GB18421-2001） | 第一类 | 海洋生物质量评价（双壳贝类） |
| | 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C | / | 软体动物（非双壳贝类）、鱼类、甲壳类 |

### 1.2.2 污染物排放标准

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），本项目所在海域属于一级海域；根据《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB18420.1-2009），本项目所在海域属于一级海区。

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

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

**表 1.2-2　污染物排放标准**

<table>
<tr><th colspan="2">污染物</th><th>采用标准</th><th>等级</th><th>标准值</th><th>适用对象</th></tr>
<tr><td colspan="2">生活污水（平台）</td><td rowspan="2">《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）</td><td>一级</td><td>COD≤300mg/L</td><td rowspan="2">平台改造期间生活污水、生活垃圾及生产垃圾</td></tr>
<tr><td colspan="2">生产/生活垃圾</td><td>一级</td><td>禁止排放或弃置入海</td></tr>
<tr><td colspan="2">船舶机舱含油污水</td><td>《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）</td><td rowspan="5">/</td><td>运回陆地处理</td><td rowspan="5">船舶污染物的排放</td></tr>
<tr><td rowspan="3">船舶垃圾</td><td>塑料制品及其他垃圾</td><td rowspan="4">《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）</td><td>禁止投入水域</td></tr>
<tr><td>食品废弃物</td><td>在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">船舶生活污水（三用料船、支持船）</td><td>2012 年 1 月 1 日以前安装生活污水处理装置的船舶执行：$BOD_5$≤50mg/L、SS≤150mg/L、耐热大肠菌群≤2500 个/L；2012 年 1 月 1 日及以后安装的生活污水处理装置的船舶执行：$BOD_5$≤25mg/L、SS≤35mg/L、耐热大肠菌群≤1000 个/L、$COD_{Cr}$≤125mg/L、PH6~8.5、总氯（总余氯）＜0.5mg/L</td></tr>
<tr><td colspan="2">船舶大气污染物</td><td>《船舶大气污染物排放控制区实施方案》</td><td>/</td><td>应使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油</td><td>船舶</td></tr>
</table>

## 1.3 环境影响要素识别

本项目海上建设阶段，海底管道挖沟会在短时间内造成海水中悬浮物浓度增加，进而影响海洋生态环境。大颗粒泥沙最终沉降在海底，会在一定程度上改变海底沉积物性质，并对局部的底栖生物生态产生不利影响。此外，海上建设阶段参加作业的人员和船舶将产生少量的船舶机舱含油污水、生活污水和食品废弃物等生活垃圾及少量生产垃圾。船舶机舱含油污水、生产及生活垃圾中的塑料制品和其他垃圾运回陆地处理，生活垃圾中的食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放；生活污水经处理达到相应的排放标准后排海，将对海洋环境产生局部轻微影响。

本项目海上生产阶段，仅有海底管道牺牲阳极锌离子释放，对海洋沉积物环境产生轻微影响。

事故性溢油是较严重的潜在污染源，溢油可能会对附近生态环境和渔业资源造成损害，在不利风向条件下还可能威胁到沿岸自然保护区等环境敏感目标。

**表 1.3-1　污染环境影响要素识别**

| 开发阶段 | 污染物 | 主要污染因子 | 排放方式 | 影响对象 | 影响程度 |
|---|---|---|---|---|---|
| 施工阶段 | 平台生活污水 | COD、大肠菌群、悬浮物 | 达标间断排放 | 海水水质、海洋生态环境 | 小 |
| | 平台生活垃圾 | 食品废弃物、包装物等 | 运回陆地处理 | / | 无 |
| | 机舱含油污水 | 石油类 | 运回陆地处理 | / | 无 |
| | 船舶生活污水 | COD、大肠菌群、悬浮物 | 达标间断排放 | 海水水质、海洋生态环境 | 小 |
| | 船舶生活垃圾 | 食品废弃物、包装物等 | 生活垃圾中的塑料制品和其他垃圾运回陆地处理，生活垃圾中的食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放； | 海水水质、海洋生态环境 | 小 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 生产垃圾 | 废弃边角料、油渣、油棉纱等 | 运回陆地处理 | / | 无 |
| | 海底管道挖沟悬浮物 | 悬浮物 | 连续排放 | 海水水质、海洋生态环境 | 中 |
| 运营阶段 | 海底管道防腐溶出物 | 锌 | 连续排放 | 海水水质、海洋沉积物环境 | 小 |
| 事故状态下 | 环境风险事故下的溢油 | 石油类 | 直接排放 | 海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境 | 大 |

## 1.4 污染控制与环境保护目标

### 1.4.1 海洋生态环境影响评价等级

本项目海底管道挖沟长度 L 约为[redacted]，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表，确定本项目环境影响评价等级为 3 级。

**表 1.4-1 建设项目海洋生态环境影响评价等级判定表（节选）**

| 影响类型 \ 评价等级 | 1 | 2 | **3** |
|---|---|---|---|
| 挖沟埋设管缆总长度 L（km） | L≥100 | 60≤L＜100 | **L＜60** |

### 1.4.2 环境风险评价等级

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

运营阶段：Q=[redacted]；

施工阶段：Q=[redacted]。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.1，项目行业及生产工艺 M 为“石油天然气”，分值为 10（M3）；根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.2，判定危险物质及工艺系统危险性 P 分级为 P3。项目位于鱼类“三场一通道”，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 G2，属于一般敏感区，环境敏感程度判定为 E2，结合危险物质及工艺系统危险性 P 分（P3），根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 2，最终判定环境风险潜势为III，根据表 1 评价环境风险工作等级为二级。

## 1.5 评价内容与评价工作重点

### 1.5.1 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）中关于评价范围的界定，管缆、航道类项目穿越非生态敏感区时，以线路中心线向两侧和两端外延 1km 为参考评价范围。穿越一般敏感区时，以线路中心线向两侧和两端外延 2km 为参考评价范围；穿越重要敏感区时，以线路中心线向两侧和两端外延 3km 为参考评价范围；实际确定评价范围时，应结合生态敏感区主要保护对象的分布、物种生态习性、项目的穿越方式等适当扩展。

本项目海底管道穿越“三场一通道”，为一般敏感区，考虑到项目路由较长，穿越的“三场一通道”较多，因此评价范围考虑适当外扩，以线路中心线向两侧和两端外延 3km 为本项目评价范围。

本项目评价范围约 298km$^2$ 海域，评价范围见下图。

**图 1.5-1 评价范围示意图**

**图 1.5-2 评价范围示意图（局部放大）**

### 1.5.2 评价工作重点

依据本项目的特点和评价海域环境特征，结合本项目环境影响因子和环境影响因素识别结果，确定出本项目的环境影响评价重点为：

（1）海底管道挖沟产生的悬浮物对工程周围海水水质、沉积物及海洋生态环境的影响，给出采取的生态环境保护对策措施。

（2）工程施工期及运营期可能发生的油气泄漏事故对工程周围渔业资源以及环境敏感目标的潜在影响，给出溢油风险防范对策措施。

## 1.6 环境敏感区和环境保护目标

### 1.6.1 环境敏感目标

根据本油田开发工程所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，筛选本次评价的主要环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。本项目位于银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场内，新建混输海管穿越中国对虾洄游通道、与中国毛虾产卵场最近

距离为[redacted]，注水转输气海管与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]。其他距离本工程最近的敏感目标为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，与注水转输气海管最近距离为[redacted]m，新建混输海管最近距离为[redacted]。

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程周边环境敏感目标分布见下表。

**表 1.6-1　埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程周边环境敏感目标分布表（评价范围内）**

| 评价范围 | 序号 | 敏感区类型 | 敏感目标名称 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 主要保护对象 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 评价范围内 | 1 | 重要渔业水域 | 银鲳产卵场 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 银鲳及其生境；产卵盛期 5-6 月 |
| | 2 | | 蓝点马鲛产卵场 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 蓝点马鲛及其生境；产卵盛期 5 月下旬～6 月中旬 |
| | 3 | | 鳀产卵场 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 鳀及其生境；产卵盛期 5 月下旬～6 月上旬 |
| | 4 | | 白姑鱼产卵场 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 白姑鱼及其生境；产卵盛期 5 月下旬～6 月上旬 |
| | 5 | | 中国对虾洄游通道 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 中国对虾及其生境；产卵盛期 5 月中旬 |
| | 6 | | 中国毛虾产卵场 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 中国毛虾及其生境；产卵盛期 6 月 |

**图 1.6-1　项目周边敏感目标-保护区**

**图 1.6-2　项目周边敏感目标-生态保护红线**

### 1.6.2 污染控制目标

本项目污染控制目标是工程施工时确保所产生的各种污染物均能达标排放。本项目建设过程中将要产生的主要污染物包括海底管道挖沟搅起的悬浮物、生产垃圾、生活垃圾、生活污水、机舱含油污水以及油气泄漏事故情况下可能排放的原油等，除海底管道挖沟搅起的悬浮物外，其他污染物均为污染控制的主要对象。本项目位于渤海中部海域，根据有关标准及工程所在海域的环境功能要求，污染控制目标要求如下：

**船舶含油污水：**参加作业的船舶除机舱通岸接头（接收出口）管系外，船舶的油污水系统的排放阀以及能够替代该系统工作的其它系统与油污水管路直接相连的阀门应予以铅封。船舶机舱含油污水禁止在海上排放，需运回陆地处理。

**生活污水：**参加作业船舶所产生的生活污水处理达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）要求后排放。

平台改造期间生活污水经平台上的生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海。

**固体废物：**根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018），在任何海域，应将塑料废弃物、废弃食用油、生活废弃物、焚烧炉灰渣、废弃渔具和电子垃圾收集并排入接收设施。对于食品废弃物，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，粉碎或磨碎直径不大于 25 毫米后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。本项目施工船舶产生的生活垃圾和生产垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求。

平台改造期间产生的生活垃圾和生产垃圾执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准要求，全部运回陆地处理。

**原油泄漏：**采取合理有效的防范措施，尽可能避免油气泄漏事故的发生。

### 1.6.3 海洋生态环境保护目标

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

内的银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼、中国毛虾产卵场，中国对虾洄游通道。

# 2 工程概况

## 2.1 建设项目概况

### 2.1.1 项目名称与建设性质

项目名称：埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程

项目性质：新建

建设地点：渤海中部海域

工程类型：海洋油气开发及其附属工程

建设单位：中海石油（中国）有限公司天津分公司

预计投产日期：2026 年 9 月 1 日

项目投资：[redacted]万元

环保投资：[redacted]万元

### 2.1.2 地理位置

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程位于渤海中部海域，本项目南距山东省东营市海岸线最近距离约为[redacted]，西北距离河北省唐山市曹妃甸海岸线最近距离约为[redacted]，水深在[redacted]间。工程设施分布在东经[redacted]，北纬[redacted]的区域内。

本项目新建及依托工程坐标见下表，地理位置图见下图。

**表 2.1-1 本项目新建/改造工程坐标**

| 工程性质 | 工程名称 | [redacted] | |
|---|---|---|---|
| 新建海底管道 | CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 海底输油管道 | [redacted] | [redacted] |
| 改造平台 | CB-CEPC | [redacted] | [redacted] |
| | CFD11-2WHPA | [redacted] | [redacted] |
| | CB-B S/L | [redacted] | [redacted] |
| | CB-A D/P | [redacted] | [redacted] |
| 用途变更管道 | CB-B S/L 至 CB-A D/P 海底注水管道转为输气管道 | [redacted] | [redacted] |

**图 2.1-1　工程地理位置图**

### 2.1.3 本项目总体方案

根据埕北油田调整开发效果，埕北油田油藏仍有增产潜力，综合考虑油田井网布置、剩余可采及调整挖潜的可实施性，进一步改善油田开发效果，提高油田采收率，CB-CEPC 剩余井槽投产及部分老井提液后，油田高峰日产达[redacted]，但目前埕北油田采用船舶拉油方式外运原油，平台现有储罐理论罐容[redacted]，考虑罐底[redacted]，实际可利用[redacted]。高峰年份原油外输周期[redacted]，理论满罐周期[redacted]，储罐库存到 1 船外输量，再生产[redacted]满罐。油田原油外输周期不满足《GB/T 50350-2015 油田油气集输设计规范》要求：原油以轮船外运的油田，储存天数应至少为来船周期再增加 3d。且油田外输受潮流海况影响较大，东北风 6-7 级连续 2-3 天的频次较多，且东北风后至少需要半天的时间涌浪才能消退。风力 6 级禁航无法外输，因恶劣海况不及时外输压产风险增加。提油轮靠离泊及二次靠离泊工作量剧增，安全风险增加。为减少风力影响外输，降低高风险作业危害，本项目铺设一条海管，将埕北油田至少含水 50%的原油通过海底管道外输至曹妃甸油田，最终进入 HYSY112FPSO 处理成合格原油。CB-B S/L 至 CB-A D/P 的[redacted]注水海管转为天然气海管，将埕北油田分离出的天然气输送至 CB-A D/P，再经已有 CB-A D/P 至 WYE 输气海管将埕北油田天然气输送进入渤西南天然气管网，最终进入渤西终端。

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程计划建设内容包括：

- 海底混输管道：新建 1 条[redacted]"，由 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 的[redacted]的海底混输管道。
- CB-B S/L 至 CB-A D/P 已建[redacted]注水海管转为输送天然气海管。
- 对现有 CB-CEPC、CFD11-2WHPA、CB-B S/L、CB-A D/P 进行适应性改造。

### 2.1.4 已建工程概况

#### 2.1.4.1 埕北油田

埕北油田位于渤海湾中部海域，东经[redacted]、北纬[redacted]，南距东营市陆域最近距离为[redacted]，西距河北省陆域最近距离为[redacted]，西北距塘沽[redacted]。自 1985 年投入正式开发至今已经有 40 年的开发历程。

埕北油田目前包括 2 座井口平台（CB-A D/P、CB-B D/P），2 座生活动力平台（CB-A

U/A、CB-B U/A），1 座中心平台（CB-CEPC），1 座综合处理平台（CB-B S/L），1 座靠船码头（CB-B S/B）和 2 座系船平台（QMD、IMD）以及 1 条海底混输管道，2 条海底注水管道，1 条输气管道，2 条海底电缆。现有工程组成见下表：

**表 2.1-2　埕北油田现有工程**

| 主体工程 | 设施描述 |
|---|---|
| CB-A D/P | 16 腿导管架式井口平台，平台设 32 个井槽；设有四层甲板；设有生产/计量管汇、计量分离器等。与 CB-A U/A 栈桥相连。 |
| CB-B D/P | 16 腿导管架式井口平台，平台设 36 个井槽；设有四层甲板；设有生产/计量管汇、计量分离器等。与 CB-B U/A 栈桥相连。 |
| CB-A U/A | 9 腿导管架生活动力平台，设有二层甲板，设有 80 人的生活楼；公用系统等，<br>与 CB-A D/P 栈桥相连。 |
| CB-B U/A | 9 腿导管架生活动力平台，设有二层甲板，设有 80 人的生活楼；公用系统等，<br>与 CB-B D/P 栈桥相连。 |
| CB-B S/L | 24 腿导管架平台，设有油气水分离设施、原油储存和外输、电站、热站、等。与 CB-B D/P 栈桥相连。 |
| CB-CEPC | 8 腿中心平台，共 40 个井槽。设有原油处理系统、生产水系统、公用系统等，与 CB-B D/P 栈桥相连。 |
| CB-B S/B | 靠船码头，与 CB-B S/L 栈桥相连。 |
| QMD、IMD | 系船平台 |
| 管道电缆 | CB-A D/P 至 CB-B S/L 的海底混输管道[redacted] |
| | CB-B S/L 至 CB-A D/P 的[redacted]海底注水管道[redacted] |
| | CB-B S/L 至 CB-A D/P 的[redacted]海底注水管道[redacted] |
| | CB-B S/L 至 CB-A D/P 的的海底电缆[redacted] |
| | CB-CEPC 至 CFD11-1EPP 的海底电缆[redacted] |
| | CB-A D/P 至 WYE 海底输气管道[redacted] |

CB-A D/P 的井口物流经过计量后通过海管输送到 CB-B S/L 进行油气水分离处理，CB-B D/P 的井流进行计量后通过栈桥输送到 CB-B S/L 和 CB-CEPC 进行油气水分离处理。

在 CB-B S/L 上的油气水分离设施及水处理设施处理后，将处理到合格原油输送到原油储罐储存，用穿梭油轮输送到用户。CB-B S/L 处理合格的生产水将分别通过海底注水管道输送至 CB-A D/P 和通过栈桥输送至 CB-B D/P 进行回注，分离出的天然气进入燃料气系统发电使用。

CB-CEPC 与已建的 CB-B D/P 通过栈桥连接，CB-CEPC 生产物流通过多路阀经计量分离器计量后，同 CB-B D/P 部分生产物流一起进入原油处理系统处理成合格原油后通过栈桥去往 CB-B S/L 原油储罐储存。平台生产系统分离出的水经过水处理设备处理后部分通过栈桥输送至 CB-B D/P 回注地层，部分通过 CB-B S/L 至 CB-A D/P 的注水海管输送至 CB-A D/P 回注地层。平台分离出的气一部分供给 CB-CEPC 热介质

锅炉，一部分供给 CB-B D/P 蒸汽锅炉使用。 CB-CEPC 电力依托 CFD11-1EPP 岸电，通过一根 51.7km，110kV，3C×240mm$^2$ 海缆为平台供电。

**图 2.1-2　埕北油田开发示意图（总体平面布置图）**

#### 2.1.4.2　曹妃甸 11-1/11-2 油田群

曹妃甸油田群由曹妃甸 11-1/11-2、曹妃甸 11-3/5 和曹妃甸 11-6/12-1S 油田组成，本次主要介绍与本项目相关的曹妃甸 11-1/11-2 油田。

曹妃甸 11-1/11-2 油田群位于渤海湾西部海域，西北距曹妃甸港约[redacted]，在东经[redacted]、北纬[redacted]之间。工程设施含已建设的 HYSY112FPSO、单点系泊装置（SPM）、1 座集输平台（CFD11-1WGPA）、2 座井口平台（CFD11-2WHPA、CFD11-3/5WHPC），1 座中心平台（CFD11-1CEPJ）、1 座岸电平台（CFD11-1EPP）及相应油气集输管道、电缆。

**表 2.1-3　曹妃甸 11-1/11-2 油田主要工程组成（本项目依托）**

| 主体工程 | 设施描述 |
|---|---|
| CFD11-2WHPA | 井口平台，井口生产，生产水回注功能，生活污水处理。 |
| CFD11-1WGPA | 集输处理平台，井口生产、物流集输，生活污水处理。与 CFD11-1CEPJ 栈桥相连。 |
| CFD11-1EPP | 岸电平台 |
| CFD11-3/5WHPC | 井口平台，井口生产（无人驻守）。 |
| CFD11-1CEPJ | 中心平台，生产系统、生产水处理系统和注水系统、生活污水处理。 |
| HYSY112FPSO | 原油处理、储油、生产水处理及回注、发配电，生活污水处理。 |
| 管道电缆 | CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 的海底混输管道[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM 的海底混输管道（1）[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM 的海底混输管道（2）[redacted] |
| | CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 的海底混输管道[redacted] |
| | SPM 至 CFD11-1WGPA 的海底注水管道[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-2WHPA 的海底注水管道[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-3/5WHPC 的海底注水管道[redacted] |
| | SPM 至 CFD11-1WGPA 的海底电缆[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-2WHPA 的海底电缆[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-3/5WHPC 的海底电缆[redacted] |
| | SPM 至 CFD11-3/5WHPC 的海底电缆[redacted] |

CFD11-2WHPA 井口流体通过海管输送至 CFD11-1WGPA，与 CFD11-1WGPA 和 CFD11-3/5WHPC 的井口产液混合后进行油、气、水三相分离，分离后的含水原油经海管输送至 HYSY112FPSO 进行进一步处理；分离出的天然气经压缩机增压后，汇同油水一同送至 HYSY112FPSO 供燃气透平发电机使用；生产水进入水处理系统，处理

达标后回注。

CFD11-1CEPJ 与 CFD11-1WGPA 通过栈桥相连。CFD11-1CEPJ 的井口物流汇同来自 CFD11-1WGPA 的部分产液一同进入 CFD11-1CEPJ 生产分离器进行油气水三相分离，经外输泵增压后送至 CFD11-1WGPA，与 CFD11-1WGPA 剩余物流及 CFD11-2WHPA、CFD11-3/5WHPC 产液汇合后，通过海底管道输送至 HYSY112FPSO 进行进一步处理；CFD11-1CEPJ 分离出的天然气经压缩机增压后，汇同油水一同送至 HYSY112FPSO 供燃气透平发电机使用；生产水进入水处理系统，处理达标后回注。

HYSY112FPSO 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通过 HYSY112FPSO 斜板撇油器、浮选器、核桃壳过滤器处理达标后，经过注水海底管道输往 CFD11-1WGPA、CFD11-2WHPA、CFD11-1CEPJ 回注。

**图 2.1-3　曹妃甸 11-1/11-2 油田开发示意图**

## 2.1.5 油田工程基础数据

### 2.1.5.1 油田开发数据

根据埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目效果，埕北油田油藏仍有增产潜力。综合考虑油田井网布置、剩余可采及调整挖潜的可实施性，进一步改善油田开发效果，提高油田采收率。根据生产指标预测，埕北油田最大日产油 [redacted]（2026 年），最大日产水 [redacted]（2036 年），最大日产气 [redacted]（2026 年）。

**表 2.1-4　埕北油田生产指标预测表**

[redacted]

#### 2.1.5.2 油田原油物性

埕北油田原油物性见下表。

**表 2.1-5 原油物性**

[redacted]

#### 2.1.5.3 天然气组分

埕北油田天然气实验数据，见下表。

**表 2.1-6 埕北油田天然气组分**

[redacted]

### 2.1.6 工程组成

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程的工程量主要包括新建工程和改造工程两部分。

本项目拟新建工程主要包括：一条 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 的海底混输管道，管径为[redacted]英寸，长度[redacted]。

CB-B S/L 至 CB-A D/P[redacted]注水海管转为天然气海管。

改造平台包括：对 CB-CEPC、CFD11-2WHPA、CB-B S/L、CB-A D/P 相关系统进行适应性改造。

#### 2.1.6.1 新建海底管道

**（1）海底管道参数**

新建一条 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海管，将埕北油田含水原油输送至 CFD11-2WHPA，与 CFD11-2WHPA 物流混合后通过 CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 混输海管和 CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海管外输进入 HYSY112FPSO 处理成合格原油储存外输。

新建海底混输管道与渤海湾中部水域船舶定线制交越区段设计埋深 4m，自然回填；与进出黄骅港煤炭港区的船舶轨迹交越段设计埋深 4m，自然回填；绕行 3#锚地的路由区段设计埋深 3m、人工碎石回填碎石 0.8m；其他段埋深 1.5m，自然回填，能够保障工程海管的运营安全。

**图 2.1-4　海底管道路由及埋深示意图**

在海管确定的安全保护范围内，禁止从事挖砂、钻探、打桩、抛锚、拖锚、底拖捕捞、张网、养殖或者其它可能破坏海管/电缆安全的海上作业。其中，新建海底混输管道路由部分区段与已建 CFD11-1EPP 至 CB-CEPC 间海底电缆并行，间距约 50m，可以共用保护区范围。

**图 2.1-5　海底管道路由与原海缆并行段示意图**

**表 2.1-7　海底管道参数**

| | |
|---|---|
| 管径 | [redacted] |
| 管长 | [redacted] |
| 设计压力 | [redacted] |
| 设计温度 | [redacted] |
| 保温层材质 | [redacted] |
| 保温层厚度 | [redacted] |
| 保温层密度 | [redacted] |
| 腐蚀余量 | [redacted] |
| 内管尺寸 | [redacted] |
| 外管尺寸 | [redacted] |

管道设计寿命为 25 年。

混输海管的结构形式为双层保温钢管，截面示意图如下：

**图 2.1-6　双层保温管结构示意图**

**（2）设计埋深**

新建混输管道全程埋设，采用后挖沟方式。后挖沟构型近似梯形，根据以往项目挖沟形状调查截图经验估算。

A.CB-CEPC 开始到绕黄骅港 3#锚地长度[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 3m，管沟底宽 3m，顶宽 8m，挖沟速度 400m/d，人工碎石回填 0.8m；

B.与进出黄骅港煤炭港区的船舶轨迹交越段长度约为[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

C.穿越渤海湾中部水域船舶定线制区域长度约为[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

D.其他段长度约[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，沟底宽 1.5m，顶宽 5m，挖沟速度 1850m/d，自然回填。

E.跨越施工采用吹泥方法，吹泥长度 300m，吹泥横截面积 10m$^3$，吹泥速度 600m/d。

**（3）跨越情况**

新建 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输管道与已建 BZ13-1WHPB 至 QK18-1APP 输气管道产生 1 处交越。

**图 2.1-7　本项目新建混输管道与已建输气管道交越示意图**

**图 2.1-8　交越点示意图**

**（4）防腐设计**

本项目新建海底管道设计年限为 25 年。在服役期间基本不考虑维修，其所处环境的腐蚀性比较强，一般对外防腐要求较高。海底管道外管的外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法。

新建混输海底管道为双层保温管，设计温度 88℃，采用 3LPE 涂层系统，总厚度应不小于 3.5 mm。

立管潮飞溅区采用抗冲击性能好、耐紫外线、耐磨性能好的氯丁橡胶，总厚度不小于 13.0mm。

海底管道采用牺牲阳极保护法。综合阳极性能及经济性考虑，采用手镯型铝基牺牲阳极。牺牲阳极在整条海底管道合理分布，并且必须保证良好的电连接。手镯式阳极通常卡箍或焊接在钢管上。阳极安装完后，焊接影响区应进行彻底清理，暴露的钢

表面采用热缩带保护。

#### 2.1.6.2 依托工程改造

为适应本次项目，需对 CB-CEPC、CFD11-2WHPA、CB-B S/L、CB-A D/P 进行改造，改造工程内容如下：

**（1）CB-CEPC 改造**

埕北 CEPC 是一座 8 腿中心平台，本次适应性改造内容如下：

1）上层甲板

上层甲板西北侧为中层甲板新增主变压器房间房顶，通过新增 2.85m×13.525m 甲板与上层甲板连接起来。

2）中层甲板

中层甲板北侧 1 轴西侧新增 21.8m×11.15m+20.4m×8m 甲板，布置两层甲板，上层布置了新增主变压器间 1，在新增房间南侧布置了 FM200 撬。下层布置了新增电潜泵控制间 1 和新增主开关间 1。

3）下层甲板

下层甲板南侧新增 18.35m×12.05m+2.8m×3.9m 甲板布置新增的三台外输泵和滤器，吊货区移至 3 轴西侧。北侧新增 3m×8m 甲板作为逃生通道使用。

4）工作甲板

工作甲板 B 轴北侧 3 轴西侧新增 20m×6m 甲板布置新增的原油发球筒。

**（2）CFD11-2WHPA 改造**

CFD11-2WHPA 平台是一座 6 腿井口平台。为适应本次项目，需要对其 CELLAR 甲板和 SUB-CELLAR/WELLBAY DECK 甲板进行改造。

CELLAR 甲板 3 轴东侧新增 3.65m×27.475m+1.725m×1.85m+7.55m×1.5m 甲板，布置新增清管球设备。海管在 A3 腿登陆，新增立管等。

SUB-CELLAR/WELLBAY DECK 甲板北侧新增 5.35m×2.675m 甲板，为海管改造切除部分的防污染甲板使用。

**（3）CB-B S/L 改造**

CB-B S/L 平台是一座综合处理平台。共分为 3 层甲板，即顶层甲板、中层甲板、下层甲板。

本次对 CB-B S/L 平台进行流程改造，断开 CB-B S/L 球筒与原注水流程连接，增

加盲板进行隔离，由 CB-B S/L 天然气流程管线连接至 CB-B S/L 球筒入口。

**（4）CB-A D/P 改造**

CB-A D/P 平台是一座 16 腿导管架井口平台。共分为 4 层甲板，即上层甲板、一层甲板、二层甲板和底层甲板。为将 CB-B S/L 至 CB-A D/P 注水转输气海管，本次对 CB-A D/P 平台上层甲板和下层甲板进行适应性改造。

上层甲板：甲板东侧布置新增的甲醇注入撬、缓冲罐及脱水撬；

下层甲板：甲板西南角外扩甲板 8m×12m，布置新增压缩机。

**图 2.1-9　CB-CEPC 上层甲板改造布置图**

**图 2.1-10　CB-CEPC 中层甲板改造布置图**

**图 2.1-11　CB-CEPC 下层甲板改造布置图**

**图 2.1-12　CB-CEPC 工作甲板改造布置图**

**图 2.1-13　CFD11-2WHPA CELLAR 甲板改造布置图**

**图 2.1-14　CFD11-2WHPA SUB-CELLAR/WELLBAY DECK 甲板平面布置示意图**

**图 2.1-15　CB-A D/P 平台上层甲板改造布置图**

**图 2.1-16　CB-A D/P 平台下层甲板改造布置图**

#### 2.1.6.3 注水海管转输气海管

CB-B S/L 和 CB-A D/P 改造完成后，CB-B S/L 至 CB-A D/P 的[redacted]注水海管变更为输气海管，后由 CB-A D/P 至 WYE 输气海管将埕北油田放空天然气回收输送至渤西南天然气管网，最终进入渤西陆上终端。

2023 年 CB-B S/L 至 CB-A D/P[redacted]注水海管投产后，该条[redacted]注水海管处于停用状态，《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目环境影响报告书》（环审〔2022〕114 号）中对该[redacted]注水海管的描述为：原注水管道停用，无需备用，此注水管道后续安排由生产方决策。

CB-B S/L 至 CB-A D/P 已建[redacted]注水海管改为输气海管后，主要涉及到的变化为操作压力、操作温度与输送介质，具体数据见下表：

**表 2.1-8 CB-B S/L 至 CB-A D/P 注水海管转为输气海管后参数**

| 管道参数描述 | [redacted] |
|---|---|
| 内管管径 | [redacted] |
| 内管壁厚 | [redacted] |
| 内管材质 | [redacted] |
| 内腐蚀裕量 | [redacted] |
| 设计寿命 | [redacted] |
| 投产年限 | [redacted] |
| 管道长度 | [redacted] |
| 输送介质 | [redacted] |
| 操作压力/温度 | [redacted] |
| 输送天然气量 | [redacted] |

## 2.2 油田开发过程及生产工艺

### 2.2.1 海上建设阶段

海上建设阶段的施工作业内容主要包括海底管道铺设和依托设施的相关改造等。

#### 2.2.1.1 海底管道铺设

本项目拟建 1 条海底混输管道，拟采用 HYSY202 或同等能力铺管船铺设。

**（1）挖沟和埋设**

新建 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输管道全程埋设，采用后挖沟方式。

A.CB-CEPC 开始到绕黄骅港 3#锚地长度[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 3m，管沟底宽 3m，顶宽 8m，挖沟速度 400m/d，人工碎石回填 0.8m；

B.与进出黄骅港煤炭港区的船舶轨迹交越段长度约为[redacted]，埋设管道顶部距海

床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

C.穿越渤海湾中部水域船舶定线制区域长度约为 [redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

D.其他段长度约 [redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，沟底宽 1.5m，顶宽 5m，挖沟速度 1850m/d，自然回填。

E.跨越施工采用吹泥方法，吹泥长度 300m，吹泥横截面积 $10m^3$，吹泥速度 600m/d。

新建海底混输管道埋设示意图见下图。

**图 2.2-1　新建海底混输管道埋设示意图**

**（2）立管和膨胀弯的安装布置**

CB-CEPC 及 CFD11-2WHPA 侧立管均为后安装，CB-CEPC 侧混输海管登陆 B2 桩腿，CFD11-2WHPA 侧登陆 A3 桩腿，立管、膨胀弯及海底管道之间采用水下法兰连接，法兰设置法兰保护器。海上安装立管、膨胀弯及清管试压使用 HYSY295 或同等能力船舶，新增立管需要增加立管保护架。

**（3）海底管道跨越施工**

新建 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海管与已建 BZ13-1WHPB 至 QK18-1APP 输气管道产生 1 处跨越。

交越点位置处已存在输气管线埋深为 1.5m。计划按如下方式进行该交越点处理：

1）新海管铺设前，动员专业的挖沟船，根据设计计算数据对已存在的输气管道分层多次吹泥作业，使已存在的输气管道交越点位置管顶下卧至泥面以下约 2.26m；

2）在交越点位置已存在管道上方摆放水泥压块，对原输气管道进行隔离保护；

3）新管道按设计路由从交越点压块上方铺设通过；

4）待新管道自然回填后，新管道埋深将达到 1.5m 设计要求。

跨越点处理拟使用 HYSY295 或同等能力船舶。

**图 2.2-2　新建海底混输管道跨越施工示意图**

**（4）人工碎石回填方案**

作业船舶就位后，通过滑轮将抛石导管放入已挖好的沟槽内，抛石船甲板上石料通过料斗，经过导管到达待回填沟槽内。抛石所搅起的悬浮物源强很小，可忽略不计。

#### 2.2.1.2 依托平台改造施工方案

**（1）CB-CEPC 施工方案**

经统计，此次 CB-CEPC 改造新增重量 1403 吨，包括结构、配管、安全、电气、舾装、仪表、暖通以及活荷载。

CB-CEPC 改造施工人数约 50 人，施工天数 305 天。

本次改造工程采用陆地预制，海上焊接组对。工装辅助安装。

**（2）CFD11-2WHPA 施工方案**

经统计，WHPA 改造新增操作荷载 221 吨，包括结构、机械、仪表、配管、活荷载。

CB-CEPC 改造施工人数约 25 人，施工天数 243 天。

本次改造工程采用陆地预制，海上焊接组对。工装辅助安装。

**（3）CB-B S/L 施工方案**

CB-B S/L 进行流程改造，将天然气系统增加一路流程至 CB-B S/L 去往 CB-A D/P 的 [redacted] 注水海管球筒。本次改造工程采用陆地预制，海上焊接组对。工装辅助安装。

**（4）CB-A D/P 施工方案**

在 CB-A D/P 增加湿气缓冲罐、高压压缩机撬、甲醇撬、脱水撬，并进行相关的电气、仪表、工艺系统改造。本次改造工程采用陆地预制，海上焊接组对。工装辅助安装。

#### 2.2.1.3 注水海管转输气海管施工方案

CB-B S/L、CB-A D/P 改造施工完成后，注水海管具备转为输气海管的条件，即可进行输气。

#### 2.2.1.4 主要施工船舶与施工人员、施工天数

本项目海上施工主要设备及施工进度安排见下表。海上施工船舶包括铺管船等，均具备生活污水处理能力及生活垃圾储存能力，可以满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）。

**表 2.2-1 工程海上建设阶段作业内容、施工船舶及作业人员**

| 类别 | 船型 | 施工人数（人） | 施工天数（d） |
|---|---|---|---|
| 海底管道铺设 | 海洋石油 202 级别 | 240 | 57 |
| | 拖轮 | 10 | 57 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 拖轮 | 10 | 57 |
| 立管及膨胀弯安装 | 芝罘岛级别 | 90 | 27 |
| | 拖轮 | 10 | 27 |
| 清管试压 | 海洋石油 295 级别 | 90 | 21 |
| 海管后挖沟（包括吹泥） | 海洋石油 295 级别 | 80 | 53 |
| 水泥压块及法兰保护器安装 | 海洋石油 295 级别 | 90 | 14 |
| CB-CEPC 改造 | / | 50 | 305 |
| CFD11-2WHPA 改造 | / | 25 | 243 |
| CB-B S/L、CB-A D/P 改造 | / | 50 | 243 |

#### 2.2.1.5 施工进度计划安排

本项目主要施工阶段初步施工进度安排见下表，本项目预计于 2026 年 9 月投产。

**表 2.2-2 施工进度计划表**

| 项目 | 工期（天） | 计划开始 | 预计完成 |
|---|---|---|---|
| 海底管道铺设、立管及膨胀弯安装、清管试压、海管后挖沟（包括吹泥）、水泥压块及法兰保护器安装 | 212 | 2026/2 | 2026/8 |
| 4 个平台改造 | 305 | 2025/9 | 2026/7 |
| 投产 | / | 2026/9 | 2026/9 |

### 2.2.2 海上生产阶段

本项目海底混输管道投产后埕北油田工艺流程为，通过 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海管，将埕北油田至少含水 50%的原油输送至 CFD11-2WHPA，与 CFD11-2WHPA 部分脱水后的物流混合后通过 CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 混输海管和 CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海管外输，进入 HYSY112FPSO 处理成合格原油储存，通过油轮外输。

埕北油田 CB-B S/L 及 CB-CEPC 分离出的剩余生产水，通过原有流程在 CB-A D/P 及 CB-B D/P 全部回注。随原油输送至曹妃甸油田的生产水，最终经 HYSY112FPSO 处理达标后，依托现有海底注水管道分配至曹妃甸油田各平台全部回注。

埕北油田 CB-B S/L 及 CB-CEPC 分离出的天然气，少部分通过原有流程放空，大部分经本项目已有注水海管转为的输气海管，输送至 CB-A D/P，再经已有 CB-A D/P 至 WYE 输气海管将天然气输送至渤西南气管网。工艺流程图如下：

**图 2.2-3 本项目投产后总体工艺系统流程图**

## 2.3 依托设施能力校核

### 2.3.1 依托设施概况

本项目物流依托设施概况详见下表。埕北油田部分脱水后的掺水原油，通过新建海底管道输送至 CFD11-2WHPA，与 CFD11-2WHPA 的井流混合后通过 CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 的海底混输管道输送至 CFD11-1WGPA，再与 CFD11-1WGPA 物流混合后通过 CFD11-1WGPA 至 SPM 海底混输管道输送至 HYSY112FPSO 进一步处理。因此本节校核 CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA、CFD11-1WGPA 至 SPM 海底管道及 HYSY112FPSO 处理能力。

**表 2.3-1　本项目依托设施概况**

| 依托设施 | | 依托功能 | 是否投产 |
|---|---|---|---|
| 平台 | CFD11-2WHPA | 越站 | 已投产 |
| | CFD11-1WGPA | 越站 | 已投产 |
| | HYSY112FPSO | 油气水处理 | 已投产 |
| 混输管道 | CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海底管道（1） | 油气水输送 | 已投产 |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海底管道（2） | 油气水输送 | 已投产 |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM | 油气水输送 | 已投产 |
| 输气管道 | CB-B S/L 至 CB-A D/P（本项目注水转输气海管） | 气输送 | 已铺设，未转输 |
| | CB-A D/P 至 WYE | 气输送 | 已投产 |

#### 2.3.1.1 海底管道校核

本项目依托的 5 条海底管道校核情况见下表：

**表 2.3-2　依托海底管道校核**

| 管道 | | | | | 依托可行性 |
|---|---|---|---|---|---|
| CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 混输海底管道 | | | | | 可行 |
| CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海底管道（1） | | | | | 可行 |
| CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海底管道（2） | | | | | 可行 |
| CB-B S/L 至 CB-A D/P（本项目注水转输气海管） | | | | | 可行 |
| CB-A D/P 至 WYE 输气海底管道 | | | | | 可行 |

根据计算结果，本项目实施后 5 条依托海底管道均未超过海管原设计压力和设计温度，依托可行。

#### 2.3.1.2 HYSY112FPSO 处理能力校核

本项目将埕北油田含水原油最终输送至 HYSY112FPSO 进行处理，处理后的合格原油进入储存舱由船舶运输至陆上，处理后的生产水在曹妃甸油田各井口平台回注，天然气作为 HYSY112FPSO 透平发电机燃烧发电和热介质锅炉燃料。

**表 2.3-3 HYSY112FPSO 处理能力校核**

| 项目 | [redacted] | [redacted] | 校核结论 |
|---|---|---|---|
| 处理油量 | [redacted] | [redacted] | 油相、水相、气相最大处理量小于设计能力，满足要求 |
| 处理水量 | [redacted] | [redacted] | |
| 处理气量 | [redacted] | [redacted] | |

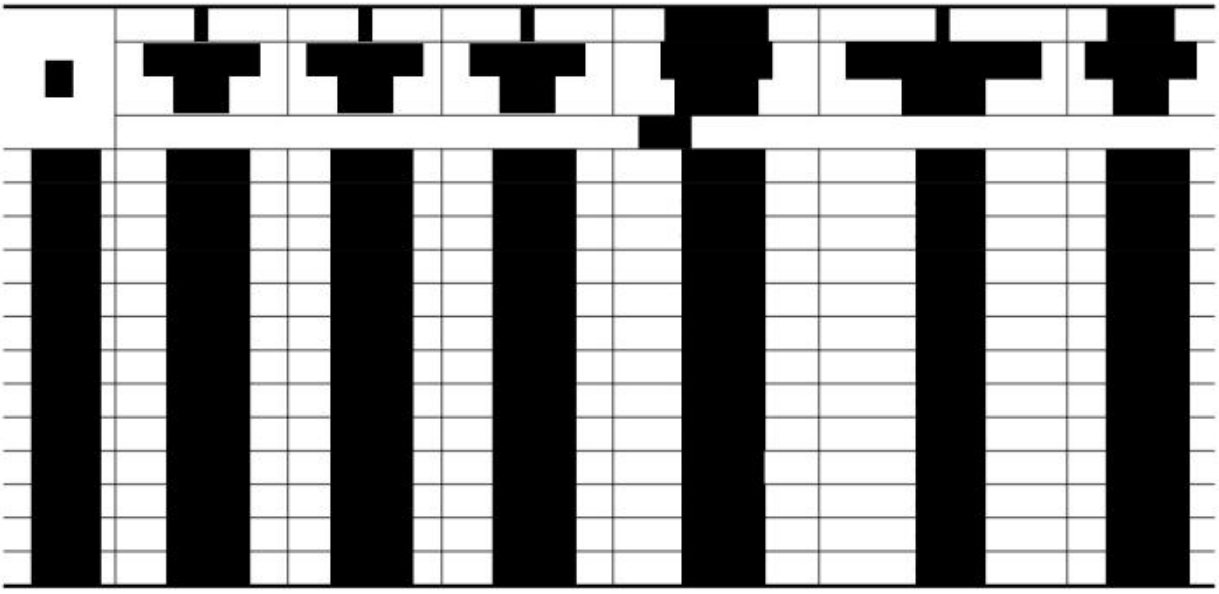
HYSY112FPSO 原油、天然气、生产水的设计处理能力大于最大处理量，依托处理可行。

HYSY112 FPSO 接收来自曹妃甸油田 CFD11-6WHPD 和 CFD11-1WGPA 外输的含水原油和伴生气，处理成合格原油后进行储存和外输。HYSY112FPSO 最大储油舱容[redacted]，穿梭油轮最大舱容[redacted]，按照舱容的最大储存能力校核，考虑缓冲裕量数为 3 天。卸油间隔期为 7.88 天，可满足穿梭油轮最大仓容要求，且 FPSO 所需最大舱容小于[redacted]，满足储存要求。

#### 2.3.1.3 埕北油田区域水平衡

埕北油田 CB-B S/L 及 CB-CEPC 分离出的剩余生产水，通过原有流程在 CB-A D/P 及 CB-B D/P 全部回注。本项目投产后的埕北油田区域水平衡见下表。

**表 2.3-4 本项目投产后埕北油田水平衡**



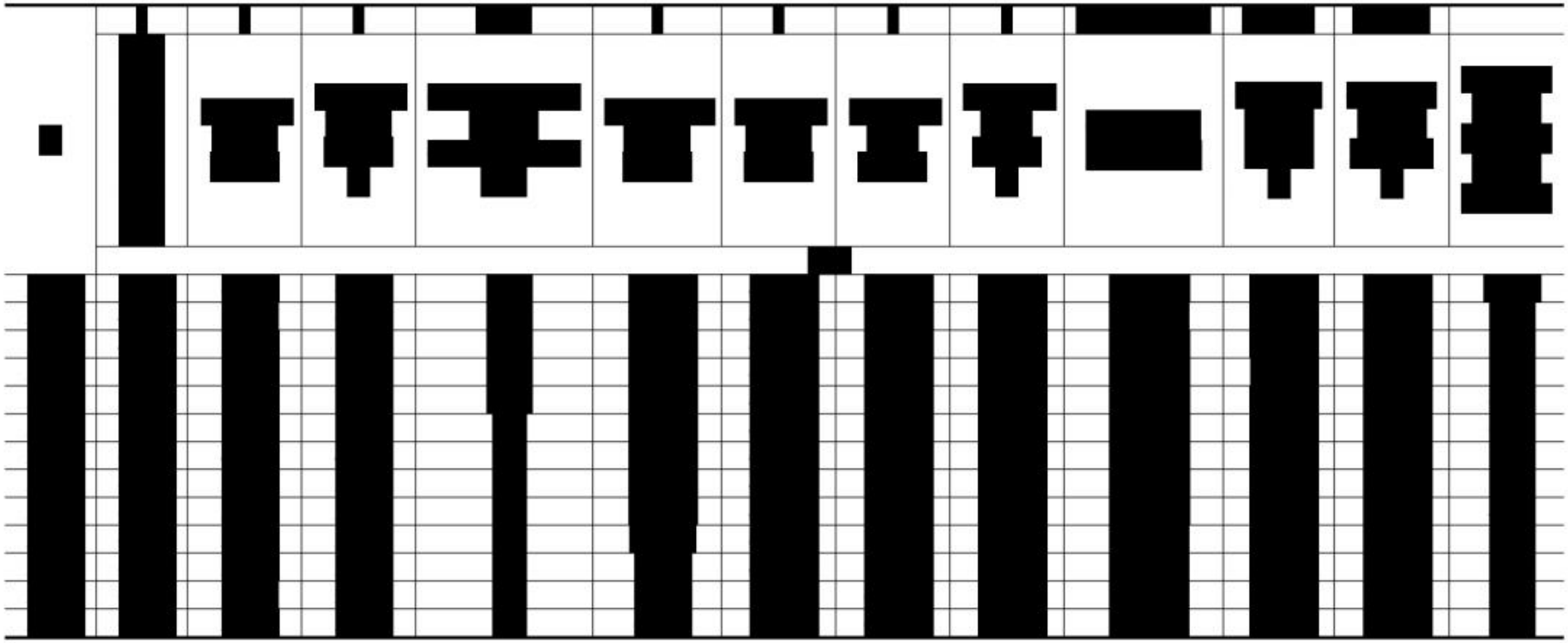
#### 2.3.1.4 曹妃甸区域水平衡

由于埕北油田部分生产水随新建海底管道输送至曹妃甸油田，增大了曹妃甸油田生产水处理量和注水量，因此对曹妃甸油田在本项目投产后的水平衡进行校核。

经校核，曹妃甸油田生产水处理能力满足本项目投产后的需求，注水能力满足本项目投产后的需求。

本项目投产后曹妃甸油田水平衡见下表：

**表 2.3-5　本项目投产后曹妃甸油田水平衡**



### 2.3.2 海上依托设施寿命校核

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

**表 2.3-5 本项目依托设施寿命**

| 依托设施 | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 到期后措施 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 平台 | CB-CEPC | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 延寿评估 |
| | CB-B S/L | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CB-B D/P | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CB-A D/P | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CB-B U/A | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CB-A U/A | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CFD11-2WHPA | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CFD11-1WGPA | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | HYSY112FPSO | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| 混输管道 | CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 混输海底管道 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海底管道（1） | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海底管道（2） | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| 输气管道 | CB-B S/L 至 CB-A D/P（本项目注水转输气海管） | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | CB-A D/P 至 WYE | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |

# 3 工程分析

## 3.1 工程各阶段污染环节与环境影响分析

### 3.1.1 海上建设阶段产污环节分析

海上施工阶段的作业内容包括海底管道铺设、依托平台的适应性改造、注水海管转输气海管等。

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

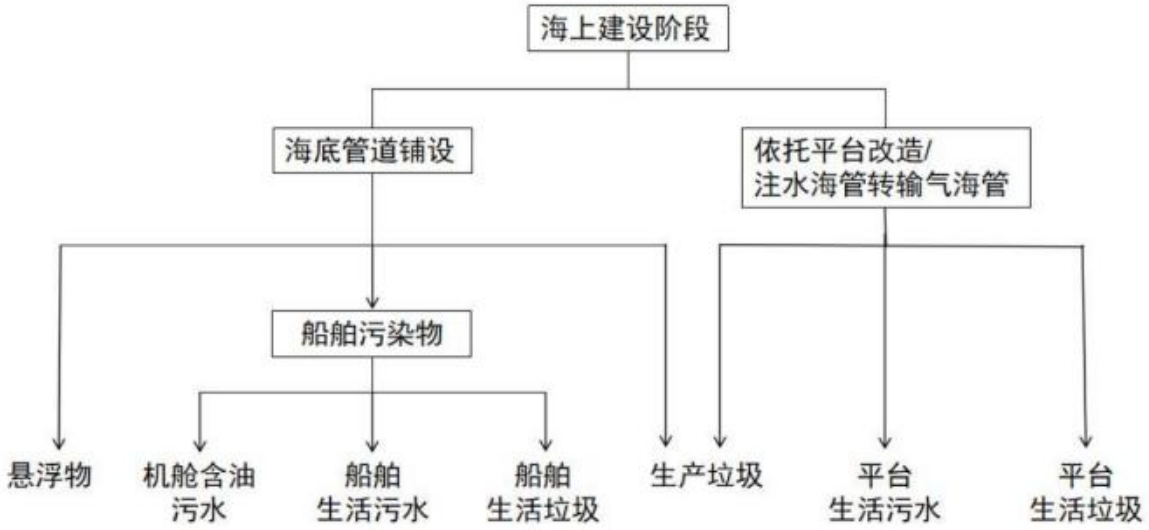



**图 3.1-1 海上建设阶段产污环节图**

### 3.1.2 生产阶段产污环节及污染物分析

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

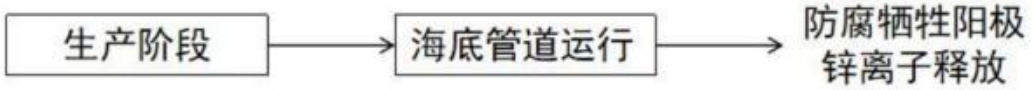



**图 3.1-2 生产阶段产污环节图**

## 3.2 工程各阶段污染源强核算

### 3.2.1 海上建设阶段污染源强核算

#### 3.2.1.1 海底管道挖沟搅起的悬浮物

本工程拟建 1 条 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 的海底混输管道，长度[redacted]。

新建 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输管道全程埋设，采用后挖沟方式，挖沟船可 24h 作业。

A.CB-CEPC 开始到绕黄骅港 3#锚地长度[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 3m，管沟底宽 3m，顶宽 8m，挖沟速度 400m/d，人工碎石回填 0.8m；

B.与进出黄骅港煤炭港区的船舶轨迹交越段长度约为[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

C.穿越渤海湾中部水域船舶定线制区域长度约为[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

D.其他段长度约[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，沟底宽 1.5m，顶宽 5m，挖沟速度 1850m/d，自然回填。

E.跨越施工采用吹泥方法，吹泥长度 300m，吹泥横截面积 10m$^2$，吹泥速度 600m/d。

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）＝埋设管道顶部距海床表面深度＋海管外管径（in）×0.0254；

挖沟截面积＝（上底＋下底）/2×挖沟深度；

每天搅动海底泥沙量＝挖沟截面积（m$^2$）×每天挖沟长度（m）；

搅动海底泥沙总量＝挖沟截面积（m$^2$）×海管长度（m）；

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

本工程海底混输管道产生的悬浮物量约为 626592m$^3$。

**表 3.2-1 海底管道挖沟源强**

| 类别 | [redacted] | 埋深（m） | 挖沟速度（m/d） | 悬浮物产生量（m$^3$） | 源强（kg/s） |
|---|---|---|---|---|---|
| CB-CEPC 开始到绕黄骅港 3#锚地 | [redacted] | 3 | 400 | 214865 | 15.71 |
| 与进出黄骅港煤炭港区的船舶轨迹交越段 | [redacted] | 4 | 300 | 107196 | 17.96 |
| 穿越渤海湾中部水域船舶定线制区域 | [redacted] | 4 | 300 | 166298 | 17.96 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 其他段 | [redacted] | 1.5 | 1850 | 135233 | 24.31 |
| 跨越施工吹泥 | [redacted] | 1.5 | 吹泥速度：600m/d | 3000 | 12.4 |
| 合计 | [redacted] | / | / | 626592 | / |

#### 3.2.1.2 船舶污染物

海上建设阶段产生的船舶污染源包括机舱含油污水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾等。根据工程作业期和参与作业的船舶数量，估算作业期内船舶污染物的源强。根据相关统计资料，生活污水的产生量按每人 350L/d，生活垃圾按每人 1.5kg/d，机舱含油污水按每船每日 0.5m³ 计算，海上建设阶段船舶污染物产生量详见下表。

机舱含油污水：根据开发工程中参加作业船舶类型和数量、作业天数及作业人数，参照《水运工程环境保护设计规范》（JT/S149-2018）中要求“船舶舱底油污水水量宜按实测资料确定”，本项目根据中海石油（中国）有限公司石油开发工程的多年统计资料核算船舶含油污水产生量，统一取值为每船约 0.5m³/d。

生活垃圾：建设阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。根据中国海洋石油集团公司石油开发工程的多年统计资料，生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算，其中食品废弃物按 1kg/（人·日）计算；其它生活垃圾按 0.5kg/（人·日）计算。同时参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），沿海船舶生活固体废物单位发生量为 1.5kg/（人·日），与中国海油的统计数据是相同的。

生活污水：在海上建设阶段产生的生活污水主要包括施工作业船舶厨房和洗浴污水、厕所和医务室的污水等。根据中国海洋石油集团公司石油开发工程的最新统计资料，生活污水平均每人每天 350L 计算。

工程施工时长跨度约 428 天，最大同时作业人员 580 人。

**表 3.2-2 施工期船舶污染物**

| 类别 | 船型 | 施工人数（人） | 施工天数（d） | 生活污水（m³） | 生活垃圾（t） | 食品废弃物（t） | 其他生活垃圾（t） | 机舱含油污水（m³） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海底管道铺设 | 海洋石油 202 级别 | 240 | 57 | 4788 | 20.52 | 13.68 | 6.84 | 28.5 |
| | 拖轮 | 10 | 57 | 199.5 | 0.855 | 0.57 | 0.285 | 28.5 |
| | 拖轮 | 10 | 57 | 199.5 | 0.855 | 0.57 | 0.285 | 28.5 |
| 立管及膨胀弯安装 | 芝罘岛级别 | 90 | 27 | 850.5 | 3.645 | 2.43 | 1.215 | 13.5 |
| | 拖轮 | 10 | 27 | 94.5 | 0.405 | 0.27 | 0.135 | 13.5 |
| 清管试压 | 海洋石油 295 级别 | 90 | 21 | 661.5 | 2.835 | 1.89 | 0.945 | 10.5 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 海管后挖沟 | 海洋石油 295 级别 | 80 | 53 | 1484 | 6.36 | 4.24 | 2.12 | 26.5 |
| 水泥压块及法兰保护器安装 | 海洋石油 295 级别 | 90 | 14 | 441 | 1.89 | 1.26 | 0.63 | 7 |
| 总计 | | | | 8718.5 | 37.365 | 24.91 | 12.455 | 156.5 |

船舶机舱含油污水：156.5m³，铅封后运回陆地交有资质单位处理。

船舶生活污水：8718.5m³，本项目施工船舶产生的生活污水执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求。

船舶生活垃圾：37.365t，其中食品废弃物 24.91t，其他生活垃圾 12.455t，本项目施工船舶产生的生活垃圾执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）中相关要求。

#### 3.2.1.3 平台污染物

CB-CEPC、CFD11-2WHPA、CB-B S/L 和 CB-A D/P 改造期间，施工人员约 50 人，改造总工期约 305 天，施工人员居住在 CB-B U/A、CB-A U/A 及 CFD11-2WHPA 上。

生活垃圾：建设阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。根据中国海洋石油集团公司石油开发工程的多年统计资料，生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算。同时参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），沿海船舶生活固体废物单位发生量为 1.5kg/（人·日），与中国海油的统计数据是相同的。施工人员产生的生活垃圾全部运回陆上处理。

生活污水：在海上建设阶段产生的生活污水主要包括施工作业船舶厨房和洗浴污水、厕所和医务室的污水等。根据中国海洋石油集团公司石油开发工程的最新统计资料，生活污水平均每人每天 350L 计算。施工人员产生的生活污水依托 CB-B U/A、CB-A U/A 及 CFD11-2WHPA 上的生活污水处理设施处理达标后排海。CB-B U/A、CB-A U/A 及 CFD11-2WHPA 生活污水处理能力依托可行性分析如下：

（1）CB-B U/A 生活污水处理能力为 60.48m³/d，加上施工人员后最大处理量为 41.3m³/d，生活污水处理能力依托可行。

（2）CB-B U/A 生活污水处理能力为 60.48m³/d，加上施工人员后最大处理量为 41.3m³/d，生活污水处理能力依托可行。

（3）CFD11-2WHPA 生活污水处理能力为 11.5m³/d，加上施工人员后最大处理量为 11.5m³/d，生活污水处理能力依托可行。

**表 3.2-3　平台改造/海管转输施工期间污染物**

| 类别 | 施工人数（人） | 施工天数（d） | 生活污水（$m^3$） | 生活垃圾（t） |
|---|---|---|---|---|
| CB-CEPC 改造 | 50 | 305 | 5337.5 | 22.875 |
| CFD11-2WHPA 改造 | 30 | 243 | 2126.25 | 9.1125 |
| CB-B S/L、CB-A D/P 改造 | 50 | 243 | 4252.5 | 18.225 |
| 合计 | / | / | 11716.25 | 50.2125 |

平台生活污水：11716.25$m^3$，平台改造期间产生的生活污水执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中相关要求，处理达标后排放。

平台生活垃圾：平台改造期间产生的产生的生活垃圾执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中相关要求，全部运回陆上处理。

#### 3.2.1.4　其他污染物

**（1）生产垃圾**

在工程建设阶段产生的生产垃圾主要包括废弃器件边角料、油棉纱、包装材料等。根据以往类似工程项目的统计数据推算，本项目海底管道铺设、依托平台适应性改造、注水海管转输气海管产生的一般工业固体废物共约 306t，危险废物约 27t。

施工期固体废物产生量估算见下表。海上建设阶段产生的一般工业固体废物和含油危险废物经平台设置的带盖的垃圾箱分别收集后，使用三用料船转运至陆上交由有资质单位进行处理。

**表 3.2-4　施工期生产垃圾产生量**

| 施工阶段 | 一般工业固体废物产生量（t） | 含油危险废物产生量（t） |
|---|---|---|
| 海底管道铺设 | 256 | 25 |
| 平台改造/海管转输 | 50 | 2 |
| 合计 | 306 | 27 |

**（2）新建管道试压水**

新建海管投产前会进行试压，采用的试压水为加入了少量可直接排海药剂的海水，排水量约为 3500$m^3$，在 CB-CEPC 或 CFD11-2WHPA 平台排放。

**（3）噪声**

工作船只和打桩噪声不会超过 60~100dB(A)，由于在海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

**（4）大气污染**

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

施工船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕168 号）》的要求，其中海船进入排放控制区应使用硫含量不大于 0.5%m/m 的船用燃油。

### 3.2.1.5 海上建设阶段污染物汇总

**表 3.2-5 海上建设阶段污染物汇总**

<table>
<tr><th colspan="2">污染要素</th><th>产生量</th><th>处理/处置量</th><th>排放量</th><th>污染物排放源强</th><th>最终去向</th></tr>
<tr><td rowspan="4">废水</td><td colspan="2">平台生活污水</td><td>11716.25m³</td><td>11716.25m³</td><td>11716.25m³</td><td>/</td><td>经平台上的生活污水处理设施处理达标后排海</td></tr>
<tr><td colspan="2">船舶生活污水</td><td>8718.5m³</td><td>8718.5m³</td><td>8718.5m³</td><td>/</td><td>施工船舶产生的生活污水在满足“船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率”的条件下，间歇排海。</td></tr>
<tr><td colspan="2">机舱含油污水（船舶）</td><td>156.5m³</td><td>156.5m³</td><td>0</td><td>/</td><td>铅封，运回陆上处理</td></tr>
<tr><td colspan="2">新建管道试压水</td><td>3500m³</td><td>0</td><td>3500m³</td><td>/</td><td>直接排放</td></tr>
<tr><td rowspan="4">固体废物</td><td>废弃边角料、包装材料等</td><td>一般工业固体废物</td><td>306t</td><td>306t</td><td>0</td><td>0</td><td rowspan="2">分类收集、运回陆上交有资质单位进行处理</td></tr>
<tr><td>含油垃圾</td><td>危险废物</td><td>27t</td><td>27t</td><td>0</td><td>0</td></tr>
<tr><td>平台生活垃圾</td><td>生活垃圾</td><td>50.2125t</td><td>50.2125t</td><td>0</td><td>0</td><td>收集、运回路上处理</td></tr>
<tr><td>船舶生活垃圾</td><td>生活垃圾</td><td>87t</td><td>87t</td><td>58t<br>食品废弃物</td><td>/</td><td>分类收集，船舶垃圾（食品废弃物）经处理至颗粒直径＜25mm 后排放，除食品废弃物外其他船舶生活垃圾运回陆地处理。</td></tr>
<tr><td>悬浮物</td><td colspan="2">挖沟搅起的悬浮物</td><td>626592m³</td><td>0</td><td>626592m³</td><td>17.96（埋深 4m 段）<br>15.71（埋深 3m 段）<br>24.31（埋深 1.5m 段）<br>12.4（交越吹泥）</td><td>自然沉降</td></tr>
</table>

### 3.2.2 生产阶段污染源强核算

本项目生产阶段产生的污染物是管道防腐牺牲阳极锌离子释放。

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

牺牲阳级用量详见下表。海底管道设计寿命均为 25 年，考虑到阳极使用寿命的裕量，锌以离子形态每年自然释放到海水中的量不超过 75.84kg。

**表 3.2-6　牺牲阳极用量及释放到海水中的锌含量**

| 平台及管道名称 | 牺牲阳极结构形式 | 阳极块单重（kg） | 数量（块） | 牺牲阳极块重量（kg） | 释放锌总量（kg） | 每年释放到海水中的锌（kg/a） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 新建海底管道 | 手镯式铝基牺牲阳极 | 67.1 | 565 | 37911.5 | 1896 | 75.84 |

### 3.2.3 工程各阶段海洋生态环境影响分析

本项目海底管道会占用部分海域，造成底栖生物的损失，生物量的损失根据工程扰动底土面积和当地底栖生物密度来估算。但海上施工时间较短，且由于海域宽阔，生物具有活动性，因此，人为活动的干扰不会根本性改变海洋生物的觅食及活动规律。施工结束后，在施工区海域会逐渐形成新的生态平衡。

海上施工阶段海底管道挖沟产生的悬浮物使施工区周围海水中悬浮物浓度增大，透明度下降，引起浮游植物的光合作用减少，对浮游植物和浮游动物产生一定的影响和破坏作用，也会对作业区周边鱼卵、仔稚鱼造成一定的生态损失。但由于悬浮物影响的时间相对较短，随着施工作业结束，停止悬浮物的排放，其影响将会逐渐减轻。

海底管道铺设完成后对附近的局部海域水文动力和冲淤环境产生极小的影响。

总体上说，工程的建设对海洋生物会产生一定的影响，这些影响具有局部性和阶段性，待工程建设完毕后，海洋生态环境将逐渐

恢复。

生产运营期仅有少量管道防腐牺牲阳极锌离子释放，因此，不会对该区的海洋生态环境造成影响。

# 4 区域自然环境概况

## 4.1 工程区域自然环境概况

自然环境概况资料来源于《埕北油田 5 口调整井工程环境影响报告表》（中海石油环保服务（天津）有限公司，2020 年 2 月，批复文号：环审〔2020〕49 号）、《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目工程地质勘查、工程物探调查、海洋环境参数调查、地震安全性评价》（中海油田服务股份有限公司天津分公司，2021 年 11 月）。

### 4.1.1 气象

#### 4.1.1.1 气温

工程所在海域气温在春季和秋季变化大，在冬季和夏季变化小，夏季最高气温曾达 36℃，冬季最低气温曾达-15℃，年平均气温为 11.7℃。1 月平均气温为年平均最低气温，温度为-3.5℃，8 月平均气温为年平均最高气温，温度为 25.9℃。历史最低月平均气温出

现在 1 月份，温度为-6.3℃，历史最高月平均气温出现在 7 月份，温度为-6.3℃。

#### 4.1.1.2 降水

工程所在海域处于季风气候区，因此降水量的分配具有季风气候的特征。该海区平均降水量为 549mm，降水主要集中在 6~8 月，降水量共计为 368mm，占全年降水量的 67%，年降水日数平均为 71d，最长连续降雨日数为 10d。工程所在海域年大暴雨平均日数不到 1d，且全部出现在 6-8 月。暴雨日数也很少，中雨、大雨及暴雨都出现在 4-11 月。

#### 4.1.1.3 风况

工程所在海域位于渤海湾海域，属于温带季风区，受季风影响明显，全年最多风向主要出现在 SSW 和 S 两个方位，风玫瑰图见下图。全年以 NNW 风速最大，平均为 8.79m/s；SE 向风速最小，平均为 5.37m/s。全年平均风速与最大风速见下表。

**表 4.1-1 全年平均风速与最大风速**

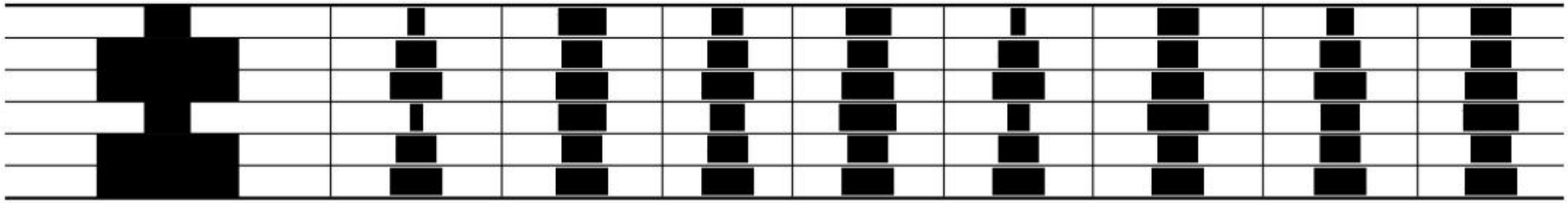


**图 4.1-1 风玫瑰图**

## 4.1.2 海洋水文特征

### 4.1.2.1 水温

工程周边海域的水温结构主要取决于太阳辐射、大气环流的影响，渤海北、西、南三面均为陆地环绕，仅东部经渤海海峡与北黄海相连，因此大陆气候的环境对渤海水温分布特征影响显著，水温与气温的变化基本同步。冬季在强大的冬季季风控制下，海面急剧降温，海水垂直混合强烈，上下层温度基本一致，水平梯度较小。夏季随着太阳辐射的增强，海水层化加强，稳定度升高。在水深较深处表底层水温差别较大，水温的水平梯度也比较大。工程周边海域海水底层温度最高为 24.1℃，最低为-0.5℃。

### 4.1.2.2 潮流

1、本海区海流以潮流为主，潮流性质属正规半日潮海区；潮流运动形式为以往复流为主，旋转为辅；涨、落潮主流方向大致为 W-E 向。

2、大潮期潮流平均最大流速的最大值为[redacted]；潮流的最大可能流速为[redacted]。从潮流的垂直分布情况看：流速为随深度的增加而递减。最大流速均在涨、落潮流的主流方向。中、小潮期潮流的最大流速和最大可能流速依次减少。

3、大潮期潮流水质点平均最大运移距离的最大值为[redacted]；潮流水质点最大可能运移距离为[redacted]。从垂直分布情况看：运移距离随深度的增加而递减。从运移方向看：潮流水质点的运移距离均与主流方向一致。中、小潮期潮流水质点运移距离依次减少。

观测期间本海区各站层的余流主要为受地形影响的沿岸流。余流流向随岸线的改变而改变；平均余流流速 6.5cm/s。

### 4.1.2.3 水位

工程附近海域特征水位见下图，平台区设计水位见下表。

**表 4.1-2 工程附近海域特征水位**

| 特征潮位 | 相对于海图基准面的高度 |
| --- | --- |
| 最高天文潮位 | [redacted] |
| 平均海平面 | [redacted] |
| 海图基准面 | [redacted] |
| 最低天文潮位 | [redacted] |

**图 4.1-2　测站特征水位示意图**

## 4.1.3 主要自然灾害

### 4.1.3.1 海冰

埕北海域的多年（1951 年以来）年平均总冰期为 80d，初冰期 40 天，严重冰期 20 天，融冰期 20 天。近年来随着气候变化不断加剧，和近岸人工岛建设的持续开展，这一海域的冰期也出现了变化。根据 2005 至 2011 年冬季，每年冬季在东营市河口区沿岸连续开展的海冰陆岸调查，近七年来年均冰期为 70 天，初冰期 33 天，严重冰期 20 天，融冰期 17 天。与多年状况相比，近年该海域冰期呈现出总冰期和初冰期的明显缩短。

浮冰的漂移速度主要受潮流和风制约，流向多与潮流方向一致或与岸线走向平行。渤海湾南部的海冰漂移方向多为 WNW-ESE 和 W-E；漂流速度多在 0.4-0.8kn 之间，最大 2kn 左右。

### 4.1.3.2 风暴潮

埕北海区潮差较小，涨落潮现象不甚明显。但该海区受气象扰动的影响相当频繁，既遭受温带气旋和强冷空气的作用，又遭受台风的侵袭。在区域大风的影响下，水位的异常变化十分显著，加之该海区水浅，容易形成风暴潮灾害。区域性大风是导致该海区增减水的主要原因，该海区出现的较大风暴潮，几乎都是由东南转东北风形成的。另一方面，盛夏北上的台风也是造成该海区增减水的一

个重要因素，其机制不同于高低压配合型的寒潮风暴潮，产生频率较小。

#### 4.1.3.3 地震

油田海域位于郯庐地震带及其西部海域内，虽然渤海地震活动强度大，频度高。该区域主要地处华北地震区，区内北北东向郯庐断裂带构造活动强。

### 4.1.4 地质背景概况

[redacted]

**图 4.1-3 区域地质构造图**

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

[redacted]

## 4.2 环境敏感目标

### 4.2.1 自然保护区

本项目评价范围内没有自然保护区，项目周边的自然保护区主要有山东黄河三角洲国家级自然保护区、山东滨州贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区和河北乐亭菩提岛诸岛省级自然保护区等。距离项目最近的滨州贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区，与注水转输气海管最近距离为[redacted]，新建混输海管最近距离为[redacted]。

**图 4.2-1　项目附近自然保护区图**

### 4.2.2 海洋特别保护区

本项目评价范围内没有海洋特别保护区，项目周边的海洋特别保护区为东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区和东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区。距离埕北油田最近的海洋特别保护区为东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区，距离本项目新建管道最近约[redacted]，距离注水转输气海管最近距离约[redacted]。

**图 4.2-2　项目附近海洋特别保护区图**

### 4.2.3 水产种质资源保护区

本项目评价范围内没有水产种质资源保护区，项目周边的水产种质资源保护区有祥云岛海域国家级水产种质资源保护区、曹妃甸中华绒螯蟹国家级水产种质资源保护区、辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区和黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区等。距离本项目最近的水产种质资源保护区为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，与注水转输气海管最

近距离为[redacted]，新建混输海管最近距离为[redacted]。

**图 4.2-3　项目附近水产种质资源保护区图**

### 4.2.4 养殖区

本项目评价范围内没有养殖区，本项目周边海域的养殖区主要为分布在唐山市曹妃甸区和东营市近岸海域的开放式养殖区和围海养殖区，其中论证范围内无养殖区，本项目周边海域的养殖区与项目新建工程距离较远，最近距离约[redacted]。

**表 4.2-1　项目周边增养殖区分布表**

| 序号 | 用海项目 | 用海方式 | 距离量算基点 | 方位及距离 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | [redacted] | [redacted] | | [redacted] |
| 2 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 3 | [redacted] | [redacted] | | [redacted] |
| 4 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 5 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 6 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

**图 4.2-4　项目附近海域养殖区分布图**

### 4.2.5 生态保护红线

本项目注水转输气管道 CB-A D/P 端距离南部的山东黄河三角洲国家级自然保护区生态保护红线最近距离为[redacted]，新建混输海管最近距离为[redacted]，距离渤海湾内其他的生态保护红线[redacted]以上。

**图 4.2-5　本项目与生态保护红线位置关系示意图**

### 4.2.6 重要渔业水域

本节内容来源于黄渤海区渔业资源调查与区划（海洋出版社，1990）以及近年渔业资源调查报告、渔业资源专题报告等。

#### 4.2.6.1 银鲳

银鲳属鲳科，属暖水性、中上层集群性经济鱼类。银鲳体呈卵圆形，侧扁，体长 20-30 厘米，体重 300 克左右。头较小，吻圆钝略突出。口小，稍倾斜，下颌较上颌短，两颌各有细牙一行，排列紧密。体被小圆鳞，易脱落，侧线完全。体背部微呈青灰色，胸、腹部为银白色，全身具银色光泽并密布黑色细斑，无腹鳍，尾鳍深叉形。

银鲳属暖水性，中上层集群性经济鱼类，是由黄海洄游到渤海产卵和索饵的洄游性鱼类。平时分散栖息于潮流缓慢的近海，生殖季节集群游向近岸及河口附近。银鲳具有显著的与其它近海性鱼类的产卵场分布极为相似的共同点，河口浅海混合海水的高温低盐度区，水深一般为 10-20 米左右。渤海银鲳的产卵期为 5-9 月，产卵盛期 5-6 月。9 月份银鲳幼鱼从近岸移向渤海中部。11 月份银鲳逐渐游离渤海向越冬场洄游。本项目注水转输气海管与新建混输海管位于银鲳产卵场内。

**图 4.2-6　银鲳洄游分布图**

#### 4.2.6.2 蓝点马鲛

蓝点马鲛属鲈形目鲅科，俗称鲅鱼、燕鱼、板鲅、竹鲛、尖头马加、青箭等。蓝点马鲛体长而侧扁，呈纺锤形，一般体长为 25-50 厘米、体重 300-1000 克，最大个体长可达 1 米、重 4.5 千克以上。

蓝点马鲛是从黄东海洄游到渤海的重要大型经济鱼类。每年 3 月鱼群便开始陆续游离越冬场向北生殖洄游，一般 4 月下旬进入渤海的莱州湾、辽东湾、渤海湾及滦河口诸产卵场，渤海诸渔场的鱼群 5 月中旬至 6 月上旬为产卵期，并在附近海域分散索饵。7 月渔获物出现当年幼鱼，密集中心在渤海中部，8 月由于幼鱼大量出现，蓝点马鲛的数量大大增加，几乎整个海区均有分布，特别辽东湾

南部和莱州湾数量更多。9 月分布面开始缩小，主要集中在辽东湾南部和莱州湾，10 月随水温下降，分布区逐渐移向渤海中部，11 月大部分个体游出渤海。本项目新建混输海管部分位于蓝点马鲛的产卵场内。

**图 4.2-7　蓝点马鲛洄游分布图**

#### 4.2.6.3　中国毛虾

中国毛虾在世界上分布范围较窄，仅分布于渤海和我国、朝鲜的黄海沿岸，以及我国东海、南海沿岸，其它海域尚未发现。中国毛虾是一种生长迅速、生命周期短、繁殖力强、世代更新快、游泳能力弱的小型虾类，在生态习性上属于浮游动物类群，随潮流推移而游动于沿岸、河口和岛屿一带。适温范围为 11-25℃，适盐范围为 30-32‰。具有昼夜垂直与季节水平移动的特性，常年多生活于水质较肥的水域，不作长距离洄游。

中国毛虾具有明显的季节性移动。在渤海区，中国毛虾形成辽东湾群和莱州湾春汛所捕的毛虾属渤海西部群。渤海西部群毛虾在渤海中西部的深水区越冬，3 月下旬开始向近岸移动，进入黄河口附近。5 月中旬以后，大中型毛虾先后接近沿岸区产卵，6 月份为产卵盛期。7 月上旬后剩余的越年虾群利夏世代幼虾移向深水区。本项目不位于中国毛虾产卵场和索饵场中。

**图 4.2-8　中国毛虾洄游分布图**

#### 4.2.6.4　白姑鱼

白姑鱼属石首鱼科，在我国海域均有分布，黄渤海区的白姑鱼群系大体以 33°N 为界，洄游于黄渤海之间，为黄海洄游到渤海产卵和索饵的底层鱼类，经济价值较高。白姑鱼 5 月在渤海中部出现，但数量很少，6-7 月集中在莱州湾产卵。8 月分布面扩大，在秦皇岛外海和黄河口附近也出现密集区，9-10 月份密集中心进一步扩大到渤海中部和辽东湾南部。11 月份主群离开渤海，仅中部有少量

个体，12 月份则完全消失。白姑鱼的产卵期为 4-6 月，产卵盛期为 5 月下旬-6 月上旬，8 月中、下旬陆续游出渤海进行越冬洄游。本项目新建混输海管部分位于其产卵场内。

**图 4.2-9　白姑鱼洄游分布图**

#### 4.2.6.5　鳀

鳀属鳀科，是近海集群性小型鱼类，也是从黄海洄游到渤海的小型中上层鱼。由于它在海洋生态系统中所处的独特地位以及它向渔业所提供的高额产量，已成为重要的世界性渔业之一。鳀的越冬场在对马、五岛至济州岛附近一带海域，随着水温的升高，逐渐向北洄游。4 月底进入渤海的渤海湾、莱州湾和辽东湾诸湾。5 月主要在莱州湾及秦皇岛外海，6 月主要分布在渤海中部，7 月密集北移，集中于辽东湾和渤海中部，8 月分布和 7 月基本一致，9 月莱州湾和渤海湾鳀完全消失，密集区移到秦皇岛外海和辽东湾，10 月分布在辽东湾和黄河口外，11 月在莱州湾再次出现密集中心，12 月仅在渤海中部有少量分布。产卵期是 6 月上、中旬。本项目注水转输气海管和新建混输海管部分位于其产卵场内。

**图 4.2-10　鳀洄游分布图**

#### 4.2.6.6　黄姑鱼

黄姑鱼广泛分布于渤、黄、东、南沿海及日本和韩国沿岸水域，为洄游性暖温性底层鱼类，是洄游到渤海的重要经济鱼类之一，俗称铜罗鱼。黄姑鱼 5 月出现于渤海，主群进入黄河口海区产卵，一部分进入滦河口渔场产卵，另一部分游向辽东湾的大凌河口与辽河口一带产卵。产卵期为 5 月-6 月，11 月份离开渤海。本项目不位于黄姑鱼的“三场一通道”内。

**图 4.2-11　黄姑鱼洄游分布图**

#### 4.2.6.7 中国对虾

①生活习性

中国对虾又称东方对虾，属节肢动物门，甲壳纲，十足目，对虾科，对虾属。是我国分布最广的对虾类，中国对虾属广温、广盐性、一年生暖水性大型洄游虾类，雄虾俗称“黄虾”，一般体长 155 毫米，体重 30—40 克；雌虾俗称“青虾”，一般体长 190 毫米，体重 75—85 克。对虾全身由 20 节组成，头部 5 节、胸部 8 节、腹部 7 节。除尾节外，各节均有附肢一对。平时在海底爬行，有时也在水中游泳。

②洄游情况

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

**图 4.2- 12　中国对虾洄游分布图**

### 4.2.7 主要环境敏感目标

根据本油田开发工程所处海域的位置、开发规模和特点以及可能产生的环境影响，筛选本次评价的主要环境敏感目标包括国家级自然保护区、海洋特别保护区、水产种质资源保护区、产卵场、索饵场及洄游通道、养殖区等。本项目位于银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场内，新建混输海管穿越中国对虾洄游通道、与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]，注水转输气海管与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]。其他距离本工程最近的敏感目标为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，与注水转输气海管最近距离为[redacted]，新建混输海管最近距离为[redacted]。

**表 4.2-2　埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程周边环境敏感目标分布表**

| 评价范围 | 序号 | 敏感区类型 | 敏感目标名称 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 主要保护对象 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 评价范围内 | 1 | 重要渔业水域 | 银鲳产卵场 | [redacted] | | [redacted] | | 银鲳及其生境；产卵盛期 5-6 月 |
| | 2 | | 蓝点马鲛产卵场 | [redacted] | | [redacted] | [redacted] | 蓝点马鲛及其生境；产卵盛期 5 月下旬～6 月中旬 |
| | 3 | | 鳀产卵场 | [redacted] | | [redacted] | | 鳀及其生境；产卵盛期 5 月下旬～6 月上旬 |
| | 4 | | 白姑鱼产卵场 | [redacted] | | [redacted] | [redacted] | 白姑鱼及其生境；产卵盛期 5 月下旬～6 月上旬 |
| | 5 | | 中国对虾洄游通道 | [redacted] | | [redacted] | [redacted] | 中国对虾及其生境；产卵盛期 5 月中旬 |
| | 6 | | 中国毛虾产卵场 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 中国毛虾及其生境；产卵盛期 6 月 |
| 评价范围外 | 7 | 重要渔业水域 | 黄姑鱼产卵场 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 黄姑鱼及其生境；产卵盛期 5 月下旬～6 月上旬 |
| | 8 | 海洋特别保护区 | 大港滨海湿地海洋特别保护区 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 滨海湿地、贝类资源及其栖息环境 |
| | 9 | | 岐口海洋特别保护区 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 保护淤泥质浅海湿地生态系统 |
| | 10 | | 东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 文蛤为主的底栖贝类及其赖以生存的生态环境 |
| | 11 | | 东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | 半滑舌鳎为主的经济鱼类及其赖以生存的海洋生态环境 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 12 | | 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 黄河口刀鱼、黄河口大闸蟹、四角蛤蜊、毛蚶、梭子蟹等物种 |
| | 13 | 国家级自然保护区 | 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禽濒危鸟类 |
| | 14 | | 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 |
| | 15 | 国家公园 | 天津滨海国家海洋公园 | ■ | ■ | ■ | ■ | 主要保护对象为沿海滩涂资源，以及遗鸥等珍贵、濒危鸟类重要栖息地。 |
| | 16 | 自然保护区 | 河北乐亭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 |
| | 17 | | 天津北大港湿地自然保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 重点保护滨海湿地、贝类资源及其栖息环境，恢复滩涂湿地生态环境和浅海生物多样性基因库 |
| | 18 | | 河北黄骅古贝壳堤省级自然保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 保护古贝壳堤地质遗迹、地形地貌和植被 |
| | 19 | 国家级水产种质资源保护区 | 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、半滑舌鳎、褐牙鲆 |
| | 20 | | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区莱州湾核心区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 中国对虾、梭子蟹等水产种质资源 |
| | 21 | | 马颊河文蛤国家级水产种质资源保护 | ■ | ■ | ■ | ■ | 主要保护对象是文蛤，其他保护物种包括缢蛏、青蛤、四角蛤蜊、光滑河兰蛤、红螺、毛 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 区 | | | | | 蚶、习见织纹螺，厚蟹类，双齿围沙蚕、日本刺沙蚕等 |
| | 22 | | 黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 半滑舌鳎、花鲈、梭鱼、鲻鱼、黑鲷、中国毛虾 、三疣梭子蟹、文蛤、脉红螺等 |
| | 23 | | 黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 黄河口文蛤等，特别保护期为每年 3~8 月 |
| | 24 | | 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 |
| | 25 | | 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 | ■ | ■ | ■ | ■ | 中国对虾、梭子蟹等水产种质资源 |
| | 26 | 水产种质资源保护区 | 无棣中国毛虾国家级水产种质资源保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 主要保护对象为中国毛虾，其他保护对象包括中国对虾、脊尾白虾、三疣梭子蟹、文蛤、缢蛏、四角蛤蜊、光滑河篮蛤、梭鱼、鲈、斑鰶、黄鳍等 |
| | 27 | 生态保护红线 | 菩提岛诸岛周边海域沙源保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 沙源地貌 |
| | 28 | | 绒螯蟹越冬保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 中华绒螯蟹 |
| | 29 | | 龙岛北海草床保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 海草床生态系统 |
| | 30 | | 龙岛沙源保护区 | ■ | ■ | ■ | ■ | 沙源地貌 |
| | 31 | | 河北滦南南堡嘴东 | ■ | ■ | ■ | ■ | 海洋及海岸湿地生态系统 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 省级湿地自然公园 | | | | | |

**图 4.2- 13　项目周围敏感目标图**

# 5 海洋生态环境现状调查与评价

**表 5-1 调查资料来源一览表**

| 调查项目 | | 引用报告书全称 | 调查单位 | 调查时段 | 调查站位 |
|---|---|---|---|---|---|
| 水文动力 | | 埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状春季调查报告 | [redacted] | 2024 年 4 月 | [redacted] |
| 水质 | | 埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状秋季调查报告 | [redacted] | 2024 年 10 月 | [redacted] |
| 沉积物 | | 埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状秋季调查报告 | [redacted] | 2024 年 10 月 | [redacted] |
| 生物生态 | 叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物 | 埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状秋季调查报告 | [redacted] | 2024 年 11 月 | [redacted] |
| | 生物质量 | 埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状秋季调查报告 | [redacted] | 2024 年 11 月 | [redacted] |
| 渔业资源 | | 埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程渔业资源现状秋季调查 | [redacted] | 2024 年 10 月 | [redacted] |

## 5.1 水文动力环境现状调查与评价

### 5.1.1 水文动力调查概况

观测方式：四站同步周日连续观测，观测时间间隔为 1h。

观测仪器：使用声学多普勒流速剖面仪。

观测日期：[redacted]。

观测站位：共进行 4 站位观测，站位信息见下表。

**表 5.1-1 调查站位与调查项目一览表**

| 站号 | 东经 | 北纬 | 调查项目 |
|---|---|---|---|
| 7 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 8 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 16 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 19 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

**图 5.1-1 海流观测站位布设**

## 5.1.2 海流分析

### 5.1.2.1 流速流向分布

根据大潮期各站实测数据，作各个站位各层次海流的矢量图，如图 5.1-2-5.1-4，统计结果见表 5.1-2。由表可以看出：各站流向相对集中于 ENE~ESE 向与 W~WNW 向。

表 5.1-3 为各站层、各级流速出现频率，由表中可以看出，各站流速区间分布各有不同，各站表层均出现 90cm/s 以上流速，实测最大流速不超过 100cm/s。

**图 5.1-2　实测各站表层潮流矢量图**

**图 5.1-3　实测各站中层潮流矢量图**

**图 5.1-4　实测各站底层潮流矢量图**

**表 5.1-2　各向海流出现频率（%）**

| [redacted]<br>[redacted] | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

**表 5.1-3　各站各级流速（cm/s）出现频率（%）**

| [redacted]<br>[redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

#### 5.1.2.2 平均流速和最大流速

平均流速和最大流速分布见表 5.1-4，从表中可以看出：总体上各站流速相差不大，垂向上表层向底层依次减小，涨潮流大于落潮流，实测最大落潮流流速为 93.9cm/s、对应流向为 99.2°出现于 19 号站表层，最大涨潮流流速为 97.9cm/s、对应流向为 284.1°，出现于 8 号站表层。

**表 5.1- 4 实测平均流速和最大流速及对应流向（单位：cm/s，°）**

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | | | [redacted] | | | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] | | |
| | | | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] | |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

#### 5.1.2.3 潮流的准调和分析

（1）准调和分析

潮流调和分析的目的是从实际观测资料中求出各主要分潮流的调和常数，从而确定潮流的性质和特征。根据观测的数据个数，用准调和差比法计算各分潮流的调和常数。

（2）潮流性质

潮流通常分为正规半日潮流、不正规半日潮流、不正规日潮流及正规日潮流。潮流性质判别标准分别为：

$$0<\frac{W_{K_1}+W_{O_1}}{W_{M_2}}\leq 0.5$$ 为正规半日潮流

$$0.5<\frac{W_{K_1}+W_{O_1}}{W_{M_2}}\leq 2.0$$ 为不正规半日潮流

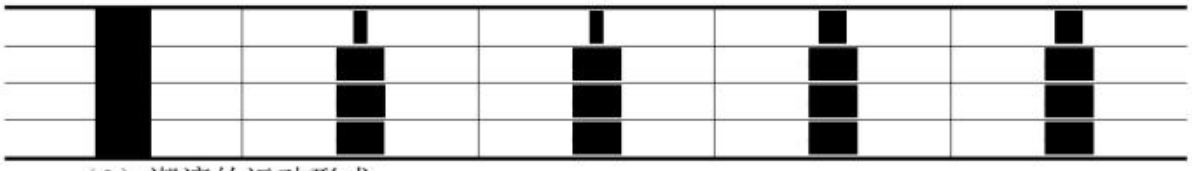
$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \leq 4.0$$ 为不正规日潮流

$$4.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}}$$ 为正规日潮流

其中，$W_{O1}$、$W_{K1}$、$W_{M2}$ 分别为 $O_1$、$K_1$、$M_2$ 潮流椭圆的长轴（分潮流的最大流速）。

利用潮流类型分类判别标准，根据调和计算结果，算得潮流性质比值。由下表可以看出，观测站 K 值均小于 0.5，所以观测期间各站潮流性质均为正规半日潮流。

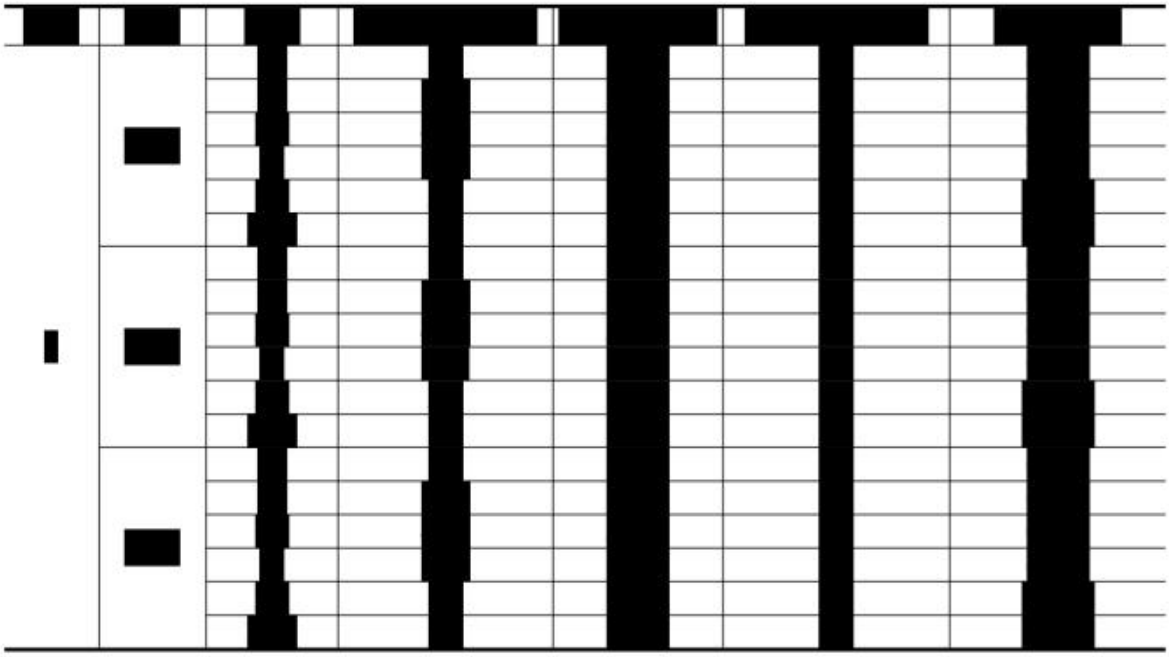
**表 5.1-5　观测各站位潮流性质**



（3）潮流的运动形式

反映潮流运动形式的参量为旋转率（亦称椭圆率）K′，其值为该分潮流椭圆短轴与椭圆长的比值，其符号有“+”、“-”之分，正号表示分潮流为逆时针旋转，负号则为顺时针旋转，K 值代表潮流运动的形式，若 K 值小于 0.5，则潮流运动形式为往复流，若 K 值大于 0.5，则潮流运动形式为旋转流。由表 5.1-5 得知该海区的潮流性质为正规半日潮流，因此主要半日分潮流（$M_2$ 和 $S_2$）的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式。各站潮流均以往复运动为主。

**表 5.1-6　各观测站位调和常数**



### 5.1.3 余流

余流是由浅海中多种因素引起的，主要有潮汐余流（因摩阻、海底地形、边界形状 种种原因使得潮流非线性现象所致）、风生流、密度流等。要把上述流动逐个分开是十分困难的，所以在这里描述的是实测的由各种流动合成的余流。本项目观测期间各站余流流速较小，几乎都在 5cm/s 以下，余流流向分布较为分散。

**表 5.1-7　观测站位余流情况**

**图 5.1-5　余流矢量平面分布（表层：绿色，中层：蓝色，底层：红色）**

### 5.1.4 小结

（1）本海区海流以潮流为主，潮流性质属半日潮流；潮流运动形式以往复运动为主；各站流向相对集中于 ENE~ESE 向与 W~WNW 向；

（2）总体上各站流速相差不大，垂向上表层向底层依次减小，涨潮流大于落潮流，实测最大落潮流流速为 93.9cm/s、对应流向为 99.2°，出现于 19 号站表层，最大涨潮流流速为 97.9cm/s、对应流向为 284.1°，出现于 8 号站表层；

（3）观测期间各站余流流速较小，几乎都在 5cm/s 以下，余流流向分布较为分散。

## 5.2 地形地貌与冲淤环境现状调查与评价

本节资料来源于《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目工程地质勘查、工程物探调查、海洋环境参数调查、地震安全性评价》（中海油田服务股份有限公司天津分公司，2021 年 11 月）。

### 5.2.1 地形地貌特征

[redacted]

[redacted]

图 5.2-1　CB-A D/P 部分地貌扫测成果（东侧，扫描半径 30m）

图 5.2-2　CB-A D/P 部分地貌扫测成果（南侧，扫描半径 30m）

图 5.2-3　CB-A D/P 部分地貌扫测成果（西侧，扫描半径 30m）

图 5.2-4　CB-A D/P 部分地貌扫测成果（北侧，扫描半径 50m）

[redacted]

### 5.2.2 土壤地质

[redacted]

[redacted]

### 5.2.3 冲淤概况

[redacted]

**图 5.2-5　项目所在海域多年-30m 等深线叠加图**

## 5.3 海洋生态环境现状调查概况

本项目采用的海洋生态环境现状调查资料来源于[redacted]编制的《埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状秋季调查报告》。

### 5.3.1 调查概况

#### 5.3.1.1 调查时间

2024 年 10 月：在本项目项目监测海域范围内进行海水水质、沉积物、生物生态监测调查。

2024 年 11 月：在本项目项目监测海域范围内进行生物质量监测调查。

#### 5.3.1.2 调查站位

根据该工程实施具体情况，本项目秋季现状调查共设置 30 个站位，其中包括水质站位 30 个，海洋生物生态、沉积物、生物质量站位 18 个。

**图 5.3-1 海洋环境现状调查站位图**

**表 5.3-1 海洋环境现状调查站位表**

| 调查站位 | [redacted] | [redacted] | 调查项目 |
|---|---|---|---|
| 1 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 2 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 3 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 4 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 5 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 6 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 7 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 8 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 9 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 10 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 11 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 12 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 13 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 14 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 15 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 16 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 17 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 18 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 19 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 20 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 21 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 22 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 23 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 24 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 25 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 26 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 27 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 28 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |
| 29 | [redacted] | [redacted] | 海水 |
| 30 | [redacted] | [redacted] | 海水、海洋生态、生物质量、沉积物 |

#### 5.3.1.3 调查因子

调查内容包括海水、海洋沉积物、海洋生物生态、生物质量。

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

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

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

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

#### 5.3.1.4 调查方法

**（1）海水、海洋沉积物**

水质调查项目除石油类只取表层水样外，其余调查项目均按以下要求进行采样：水深小于等于 10 m 深时，采集表层样品；水深大于 10 m 小于等于 50 m 深时，采集表层和底层样品；水深大于 50 m 时，采集表层和 50 m 层样品。按照《海洋调查规范》和《海洋监测规范》的要求采集水样和进行样品分析。

沉积物调查站位布设与水质调查站位同步，采取表层样。按照《海洋调查规范》（GB12763-2007）和《海洋监测规范》（GB/T17378-2007）的要求采集样品和进行样品分析。

**（2）海洋生物生态**

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

①叶绿素 a：采样方法参照海水，使用采水器采集水样 2.5 L，量取 2.0 L 海水加 3 mL 碳酸镁悬浮液（10 g/L），用玻璃纤维滤膜过滤，过滤负压不超过 50 kPa，过滤后的滤膜用 90%（体积比）丙酮提取叶绿素，应用分光光度法测定。

②海水透明度：用透明度盘进行观测。透明度盘为直径 30 cm，底部系有重锤，上部系有绳索的水质或金属质白色圆盘。绳索上有以米为单位的长度标记；透明度盘的绳索标记使用前进行校正，确保标记清晰、完整，新绳索事先进行缩水处理，透明度盘保持洁白。观测在主甲板的背阳光处进行。观测时将透明度盘铅直放入水中，沉

到刚好看不见的深度后，再慢慢提升到白色圆盘隐约可见时读取绳索在水面的标记数值，即为该次观测的透明度。有波浪时，分别读取绳索在波峰和波谷处的数值标记，读到一位小数，重复 2~3 次，取其平均值作为该次观测的透明度值。若倾角超过 10°，则进行深度订正，当绳索倾角过大时，盘下的铅锤适当加重。

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

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

⑤大型底栖生物：采用蚌式采泥器进行采集，采样面积为 0.2m²。大型底栖生物样品用 5%的甲醛海水溶液固定保存后带回实验室称重、计数、分析和鉴定。

**（3）生物质量**

生物质量采样根据《海洋生物生态调查技术规程》（国家海洋局 908 专项办公室，2006 年）的相关要求，拖网时在距离标准站位位置 2~4nmile 时放网，经 1h 拖网后正好到达标准站位位置或附近，若在此站位所获取的样品重量达到 1.5kg 左右，则标记此站位为生物体质量检测站位，若样品重量远小于 1.5kg，则继续向下一个站位按上述方法拖网。样品运输和保存按照《海洋监测规范第 6 部分：生物体分析》（GB17378.6-2007）中的要求执行。

### 5.3.1.5 分析方法及检出限

选取水温、pH、盐度、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷等调查因子进行检测分析。

选取石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、汞、铬、镉、砷、锌、粒度及 pH 进行监测分析。

**表 5.3-2 水质的分析方法及检出限**

| 检测项目 | 分 析 方 法 | 检出限 |
|---|---|---|
| pH | pH 计法 | - |
| 水温 | 温盐深仪（CTD）定点测温 | - |
| 盐度 | 温盐深仪（CTD）法 | - |
| 溶解氧 | 碘量法 | - |
| 悬浮物 | 重量法 | - |
| 化学需氧量 | 碱性高锰酸钾法 | - |
| 生化需氧量 | 五日培养法 | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 石油类 | | 紫外分光光度法 | 3.5 μg/L |
| 活性磷酸盐 | | 磷钼蓝分光光度法 | - |
| 无机氮 | 硝酸盐 | 锌镉还原法 | - |
| | 亚硝酸盐 | 萘乙二胺分光光度法 | - |
| | 铵盐 | 次溴酸盐氧化法 | - |
| 挥发性酚 | | 4-氨基安替比林分光光度法 | 1.1 μg/L |
| 铜 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.12 μg/L |
| 铅 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.07 μg/L |
| 锌 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.10 μg/L |
| 镉 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.03 μg/L |
| 总铬 | | 电感耦合等离子体质谱法 | 0.05 μg/L |
| 汞 | | 原子荧光法 | 0.007 μg/L |
| 砷 | | 原子荧光法 | 0.5 μg/L |
| 硫化物 | | 亚甲基蓝分光光度法 | 0.2 μg/L |

**表 5.3-3　沉积物的分析方法及检出限**

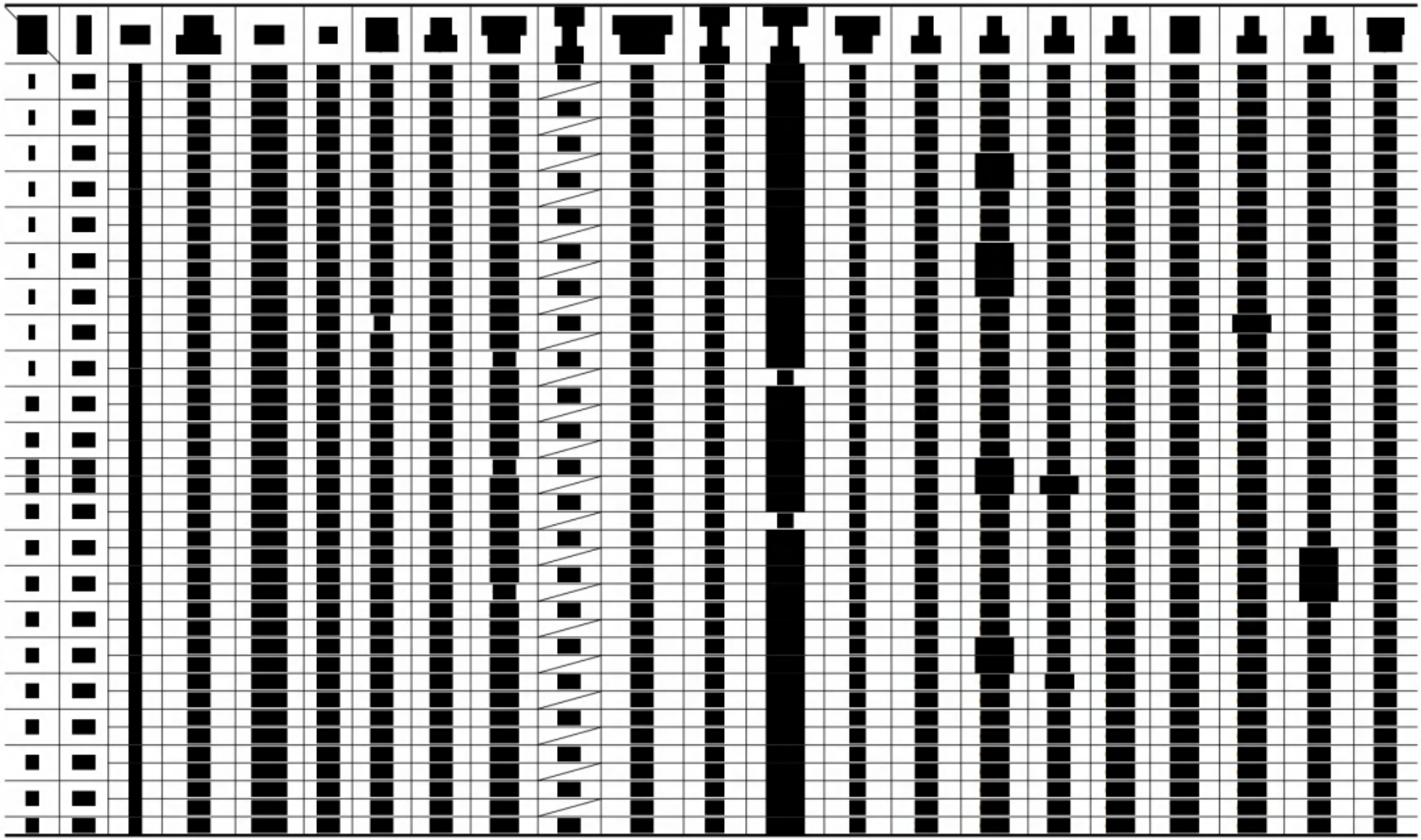
| 检测项目 | 分析方法 | 检出限 |
|---|---|---|
| 有机碳 | 重铬酸钾氧化—还原容量法 | - |
| 硫化物 | 碘量法 | $4.0\times10^{-6}$ |
| 石油类 | 紫外分光光度法 | $3.0\times10^{-6}$ |
| 铜 | 无火焰原子吸收分光光度法 | $0.5\times10^{-6}$ |
| 铅 | 无火焰原子吸收分光光度法 | $1.0\times10^{-6}$ |
| 锌 | 火焰原子吸收分光光度法 | $6.0\times10^{-6}$ |
| 镉 | 无火焰原子吸收分光光度法 | $0.04\times10^{-6}$ |
| 汞 | 原子荧光法 | $0.002\times10^{-6}$ |
| 铬 | 无火焰原子吸收分光光度法 | $2.0\times10^{-6}$ |
| 砷 | 原子荧光法 | $0.06\times10^{-6}$ |
| 粒度 | 激光粒度仪 | - |
| pH | 电位法 | - |

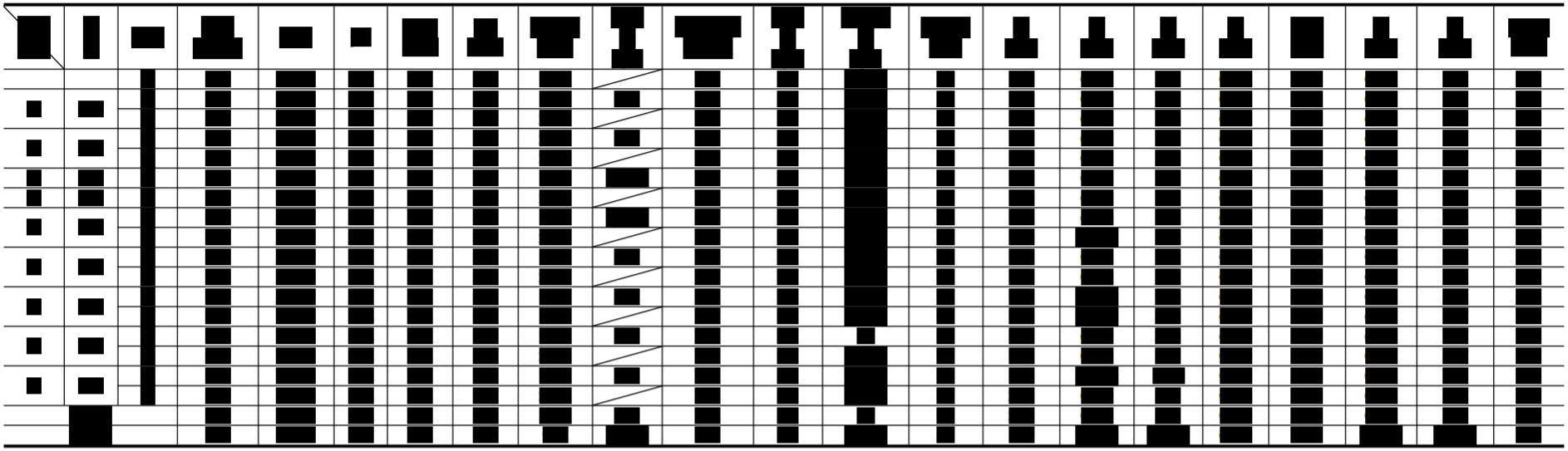
## 5.4 海水水质现状调查及评价

### 5.4.1 调查结果

海水水质现状调查结果见下表：

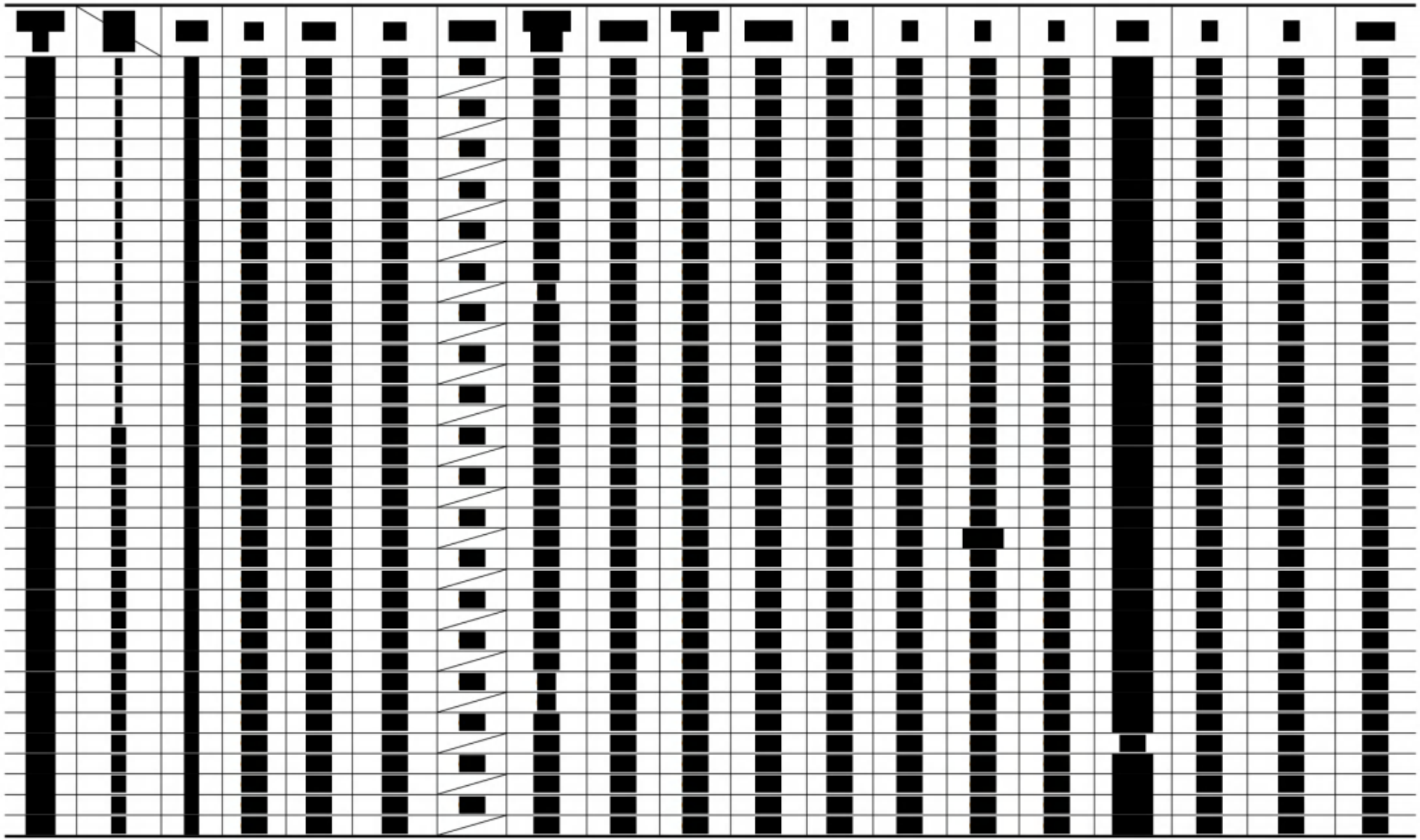
**表 5.4-1　秋季调查海水实测结果统计表**





注：“/”代表未取样，“-”代表未检出。

**表 5.4-2　秋季海水标准指数统计表（一类评价）**



注：计算结果不足 0.01 的记为<0.01

## 5.4.2 水环境质量现状评价

### 5.4.2.1 评价因子筛选

选取 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、硒、镍、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚、硫化物、生化需氧量等调查因子进行评价。本项目拟建海管和调查站位不位于《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》和山东省“三区三线”范围内，也不位于《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》和河北省“三区三线”范围内。所执行的标准为：布设站位的水质、沉积物、海洋生物质量执行不劣于现状水质、沉积物、生物质量水平，评价方式为从第一类开始评价，针对超一类评价因子，进一步采用第二类、第三类或第四类标准评价，评价至符合某类标准为止。

### 5.4.2.2 评价标准

评价依据《海水水质标准》（GB3097-1997）对各因子进行逐级评价。

**表 5.4-3 秋季现状调查站位海水水质执行标准情况表**

| 项目 | pH | 溶解氧 | 化学需氧量 | 无机氮 | 活性磷酸盐 | 石油类 | 铜 | 铅 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 一类 | 7.8-8.5 | >6 | ≤2 | ≤0.20 | ≤0.015 | ≤0.05 | ≤0.005 | ≤0.001 |
| 二类 | 7.8-8.5 | >5 | ≤3 | ≤0.30 | ≤0.030 | ≤0.05 | ≤0.010 | ≤0.005 |
| 三类 | 6.8-8.8 | >4 | ≤4 | ≤0.40 | ≤0.030 | ≤0.30 | ≤0.050 | ≤0.010 |
| 四类 | 6.8-8.8 | >3 | ≤5 | ≤0.50 | ≤0.045 | ≤0.50 | ≤0.050 | ≤0.050 |
| 项目 | 锌 | 镉 | 总铬 | 汞 | 砷 | 挥发性酚 | 硫化物 | 生化需氧量 |
| 一类 | ≤0.020 | ≤0.001 | ≤0.05 | ≤0.00005 | ≤0.020 | ≤0.005 | ≤0.020 | ≤1 |
| 二类 | ≤0.050 | ≤0.005 | ≤0.10 | ≤0.0002 | ≤0.030 | ≤0.005 | ≤0.050 | ≤3 |
| 三类 | ≤0.10 | ≤0.010 | ≤0.20 | ≤0.0002 | ≤0.050 | ≤0.010 | ≤0.100 | ≤4 |
| 四类 | ≤0.50 | ≤0.010 | ≤0.50 | ≤0.0005 | ≤0.050 | ≤0.050 | ≤0.250 | ≤5 |

### 5.4.2.3 评价方法

水质评价方法采用标准指数法，标准指数法的计算方法如下：

（1）一般性水质因子（随着浓度增加而水质变差的水质因子）

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

式中：$S_{i,j}$——评价因子 $i$ 的水质指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$C_{i,j}$——评价因子 $i$ 在 $j$ 点的实测统计代表值，mg/L；

$C_{si}$——评价因子 $i$ 的水质评价标准限值，mg/L。

（2）pH

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

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

式中：$S_{pH,j}$——pH 值的指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$pH_j$——j 站位的 pH 实测统计代表值；

$pH_{su}$——评价标准中 pH 上限值；

$pH_{sd}$——评价标准中 pH 下限值。

（3）DO

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

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

式中：$S_{DO,j}$——溶解氧的标准指数，大于 1 表明该水质因子超标；

$DO_j$——溶解氧在 $j$ 点的实测统计代表值，mg/L；

$DO_s$——溶解氧的水质评价标准限值，mg/L；

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

$S$——实用盐度符号，量纲为 1；

$T$——水温，℃。

#### 5.4.2.4 评价结果

①各项评价因子标准指数统计表

依据《海水水质标准》（GB 3097-1997）中一类海水的标准，pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、挥发性酚、硫化物、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷评价因子不超过 1。对无机氮进行逐级评价，评价结果显示，按二类标准评价，符合率为 20%；按三类标准评价，符合率为 29.5%；按四类标准评价，所有站位均符合四类标准。

②结论

本次共进行了 30 站位的海水水质调查，调查内容包括水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、生化需氧量、总铬、汞、铜、铅、镉、锌、砷、硒、镍。选取 pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬等检测项目作为评价因子。

根据《海水水质标准》（GB 3097-1997），经评价，本次调查 30 个站位海水水质 pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬满足一类海水水质标准，对无机氮进行逐级评价，评价结果显示，按二类标准评价，符合率为 20%；按三类标准评价，符合率为 29.5%；按四类标准评价，所有站位均符合四类标准。

## 5.5 海洋沉积物现状调查及评价

本项目采用的沉积物现状调查资料来源于[redacted]编制的《埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状秋季调查报告》（2024 年 10 月）。

### 5.5.1 沉积物的组成及其类型

海洋沉积物类型以黏土质粉砂为主，海洋沉积物粒度分析结果见下表所示。

**表 5.5- 1　沉积物粒度分析结果**

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | | | | | [redacted] | | | | [redacted] | | | [redacted] | | | | [redacted] | | | | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | | | | | | | | | |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

### 5.5.2 沉积物中各污染物测定结果

沉积物中石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、锌、镉、铬、汞、砷的现状调查分析结果详见下表所示。

**表 5.5-2 沉积物要素调查结果**

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

### 5.5.3 沉积物质量现状评价

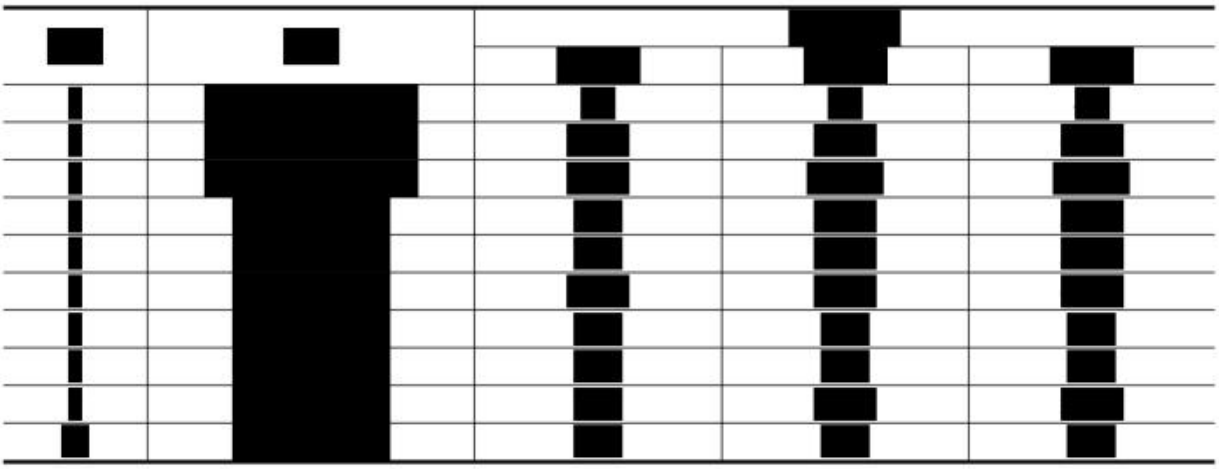
#### 5.5.3.1 评价因子

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

#### 5.5.3.2 评价标准

各评价因子标准值见下表所示。

**表 5.5-3　沉积物质量评价标准**



#### 5.5.3.3　评价方法

评价方法采用标准指数法。

其中单因子污染标准指数法，按下列公式计算：

$$I_i = C_i / S_i$$

式中：$I_i$——i 项污染物的标准指数

$C_i$——i 项污染物的实测含量

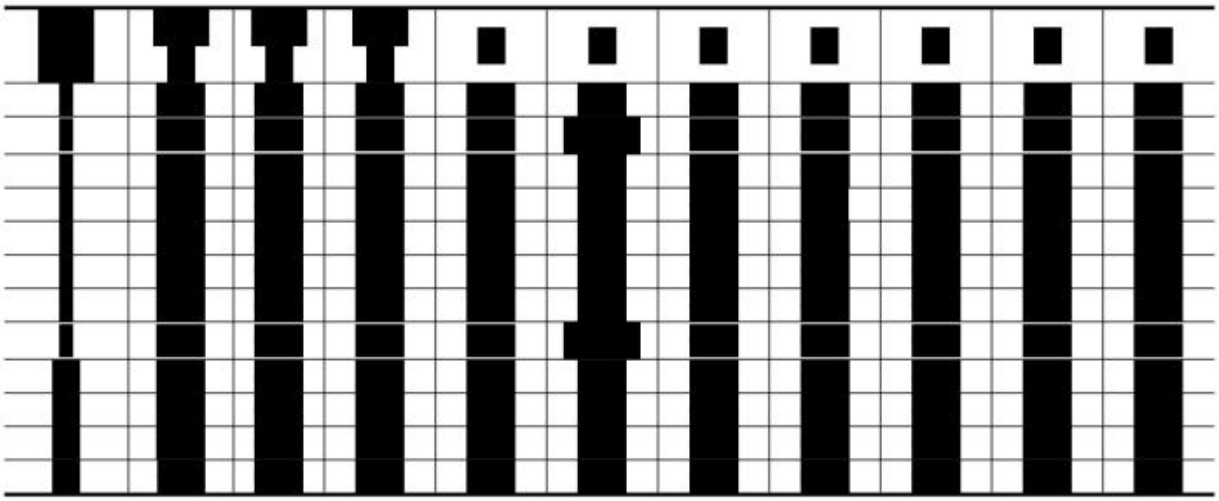
$S_i$——i 项污染物评价标准

$I_i$ 是无量纲量，其大小描述被测样品的质量状况。

#### 5.5.3.4　评价结果

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

**表 5.5-4　沉积物各项评价因子标准指数统计表（按一类评价）**



[redacted]

### 5.5.4 小结

本次调查共进行了 18 站位的海洋沉积物调查，调查因子包括 pH、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷、粒度；海洋沉积物类型以黏土质粉砂为主；对有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷 10 项进行了分析评价，所有调查因子均符合《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的一类标准，海洋沉积物质量状况良好。

## 5.6 海洋生态环境现状调查及评价

本项目采用的海洋生物生态现状调查资料来源于[redacted]编制的《埕北油田 CEPC 平台 18 口调整井项目配套工程海洋环境质量现状秋季调查报告》（2024 年 10 月）。

### 5.6.1 评价因子及方法

#### 5.6.1.1 评价因子

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

生物质量评价因子为：镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃。

#### 5.6.1.2 评价标准

软体动物（非双壳贝类）、甲壳类、鱼类生物体内污染物质含量评价标准采用《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）附录 C。软体生物（双贝壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）的标准值进行评价。

生物质量评价执行标准见下表所示。

**表 5.6-1　海洋生物质量评价标准（鲜重：mg/kg）**

| 生物类别 | 物种 | 铜 | 铅 | 锌 | 镉 | 铬 | 砷 | 总汞 | 石油烃 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 软体动物（双壳类） | 四角蛤蜊 | 10 | 0.1 | 20 | 0.2 | 0.5 | 1.0 | 0.05 | 15 |
| 软体动物（非双壳类） | 脉红螺 | 100 | 10.0 | 250 | 5.5 | / | 1.0 | 0.3 | 20 |
| 甲壳类 | 口虾蛄、鼓虾、三疣梭子蟹 | 100 | 2.0 | 150 | 2.0 | / | 1.0 | 0.2 | 20 |
| 鱼类 | 鰕虎鱼、半滑舌鳎 | 20 | 2.0 | 40 | 0.6 | / | 1.0 | 0.3 | 20 |

#### 5.6.1.3　评价方法

（1）初级生产力

叶绿素 a 是主要色素体，通常用叶绿素 a（Chl-a）表示初级生产力水平。按照 Cadée 和 Hegeman（1974）提出的简化公式估算：

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

式中：P 为每日现场的初级生产力，单位：mgC/(m$^2$·d)，$P_s$ 为表层水中浮游植物的潜在生产力，单位：mgC/(m$^3$·h)，E 为真光层的深度，真光层的深度约为透明度的 3 倍，单位：m，D 为白昼时间的长短，单位：h。

其中，表层水（1m 以内）中浮游植物的潜在生产力 $P_s$ 根据表层水中叶绿素 a 的含量计算：

$$P_s=C_a Q$$

式中：Ca 为表层叶绿素 a 的含量，单位：μg/L，Q 为同化系数，单位：mgC/(mgChl-a·h)。

本次调查中透明度见水质调查结果；白昼时间按 13h 计；Q 值按全球大洋同化系数平均值 3.7 计。

（2）浮游植物、浮游动物、大型底栖生物

浮游植物、浮游动物、大型底栖生物分别采用多样性指数、种类丰度指数、均匀度指数和群落优势度等 4 种指数指标作为评价方法，计算公式如下：

1）丰富度指数（Margalef）：

$$d=(S-1)/\log_2 N$$

式中：$d$——表示丰富度；

$S$——样品中的种类总数；

$N$——样品中的生物个体数。

2）香农-威纳（Shannon-Weaner）多样性指数：

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

式中：$H'$——种类多样性指数；

$S$——样品中的种类总数；

$Pi$——第 i 种个体数与总个体数比值，或生物量与总生物量比值。

3）均匀度指数（Pielouindex）：

$$J=H'/H_{max}$$

式中：$J$——表示均匀度；

$H'$——种类多样性指数值；

$H_{max}$——为 $\log_2 S$，表示多样性指数的最大值，$S$ 为样品中总种类数。

4）优势度指数：

$$D=(N_1+N_2)/N_T$$

式中：$D$——优势度

$N_1$——样品中第一优势种的个体数；

$N_2$——样品中第二优势种的个体数；

$N_T$——样品中的总个体数。

5）优势种优势度 Y 计算公式为：

$$Y=(n_i/N)f_i$$

式中：$n_i$——群落中第 i 种的个体数；

$N$——群落中所有物种的总个体数；

$f_i$——第 i 种个体在各样品中的出现频率。

（3）生物质量

生物质量评价采用单因子污染指数法进行评价，污染程度随实测浓度增大而加重。公式为：

$$Pi = \frac{Ci}{Cio}$$

式中：$P_i$—某污染因子的污染指数，即单因子污染指数；

$C_i$—某污染因子的实测浓度；

$C_{io}$—某污染因子的评价标准；

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

## 5.6.2 叶绿素 a 与初级生产力

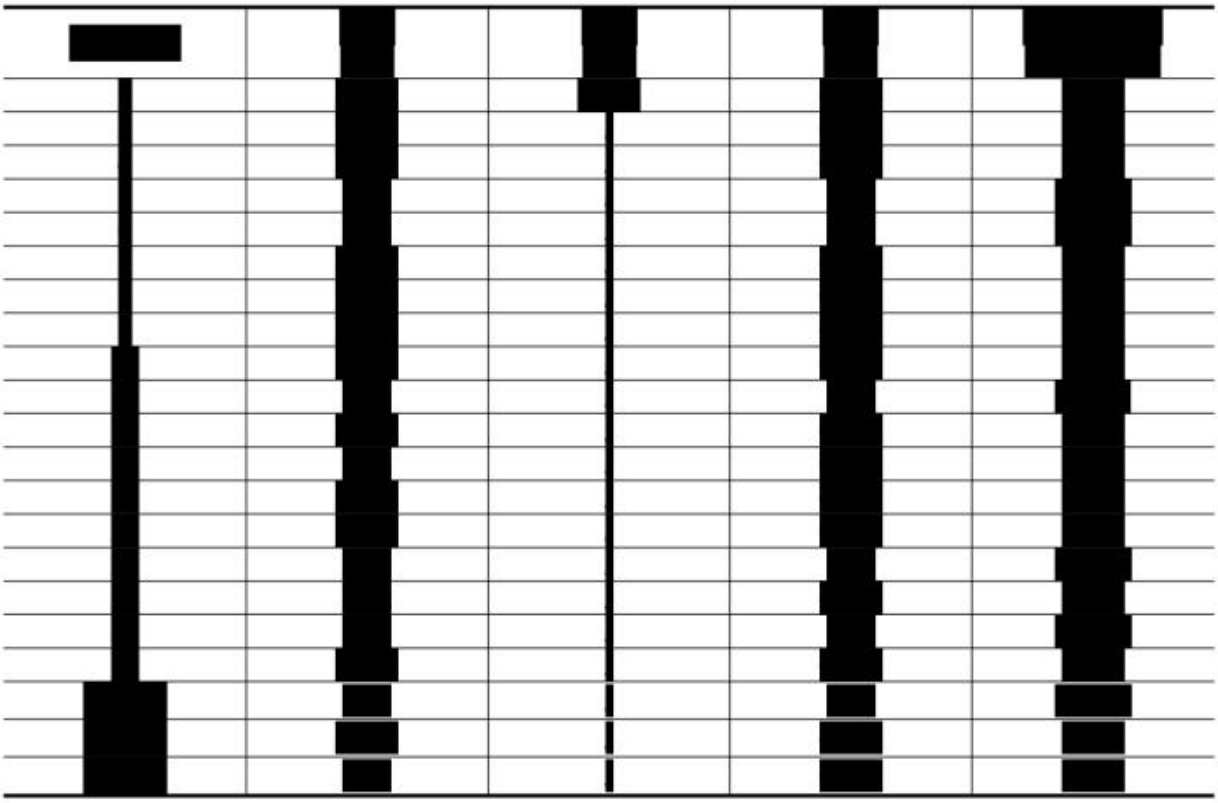
### 5.6.2.1 叶绿素 a 浓度

2024 年 10 月，调查海域表层叶绿素 a 变化范围（0.595-1.97）μg/L，均值为 1.08μg/L；只有 1 号站取中层水样，叶绿素 a 含量为 0.773μg/L；底层叶绿素 a 变化范围（0.501-1.89）μg/L，均值为 0.970μg/L。

### 5.6.2.2 初级生产力

2024 年 10 月，调查海域现场初级生产力为（54.49-180.40）mgC/(m$^2$·d)，均值为 98.46mgC/(m$^2$·d)。

**表 5.6-2 调查海域叶绿素 a 含量及初级生产力**



### 5.6.3 浮游植物

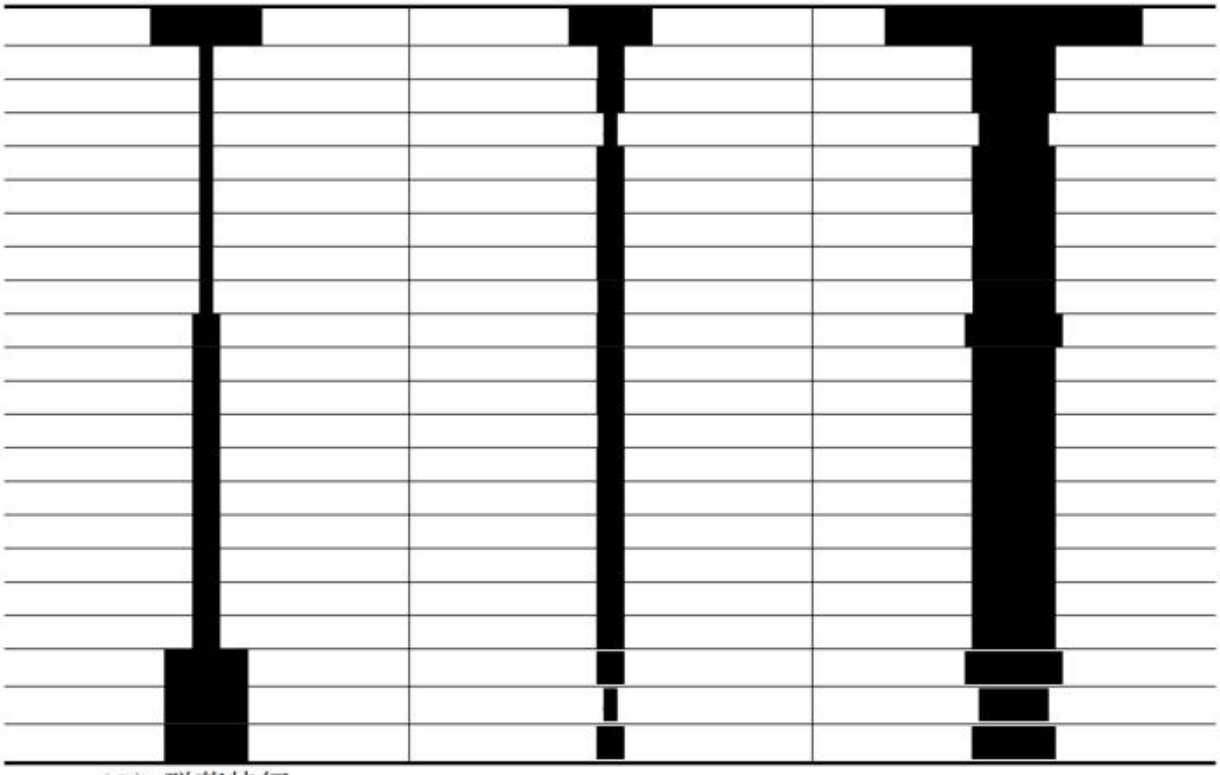
（1）种类组成

2024 年 10 月，调查海域共获得浮游植物 2 门 37 种（见浮游植物种名录）。其中，硅藻门 26 种，占总种类数的 70.3%；甲藻门 11 种，占总种类数的 29.7%。优势种 7 种（Y≥0.02），分别为辐射圆筛藻（*Coscinodiscus radiatus*）、星脐圆筛藻（*Coscinodiscus asteromphalus*）、一种圆筛藻（*Coscinodiscus sp.*）、海洋原多甲藻（*Protoperidimium oceanicum*）、三角角藻（*Ceratium tripos*）、叉状角藻（*Ceratium furca*）和夜光藻（*Noctiluca scintillans*）。

（2）密度平面分布

调查海区浮游植物细胞密度变化范围在（5.79~106.94）×$10^4$cells/$m^3$之间，平均值为 39.08×$10^4$cells/$m^3$。最高值和最低值分别出现在 13 号站位和 4 号站位。

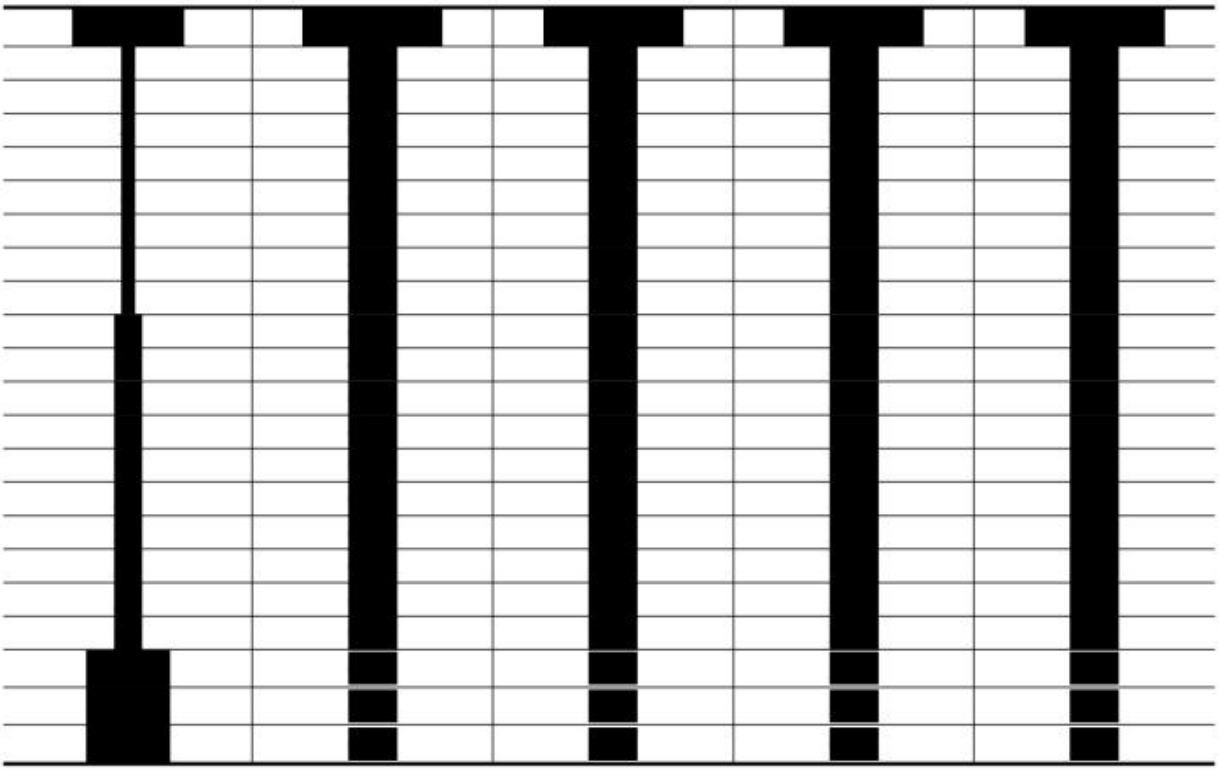
**表 5.6-3　调查海域浮游植物细胞密度和种类数**



（3）群落特征

本次调查浮游植物群落的丰富度指数变化范围（0.19~1.10），均值为 0.66；均匀度变化范围（0.30~0.66），均值为 0.56；多样性指数变化范围（0.59~2.65），均值为 2.06；优势度变化范围（0.61~0.90），均值为 0.72。

**表 5.6-4　调查海域浮游植物群落特征**



## 5.6.4 浮游动物

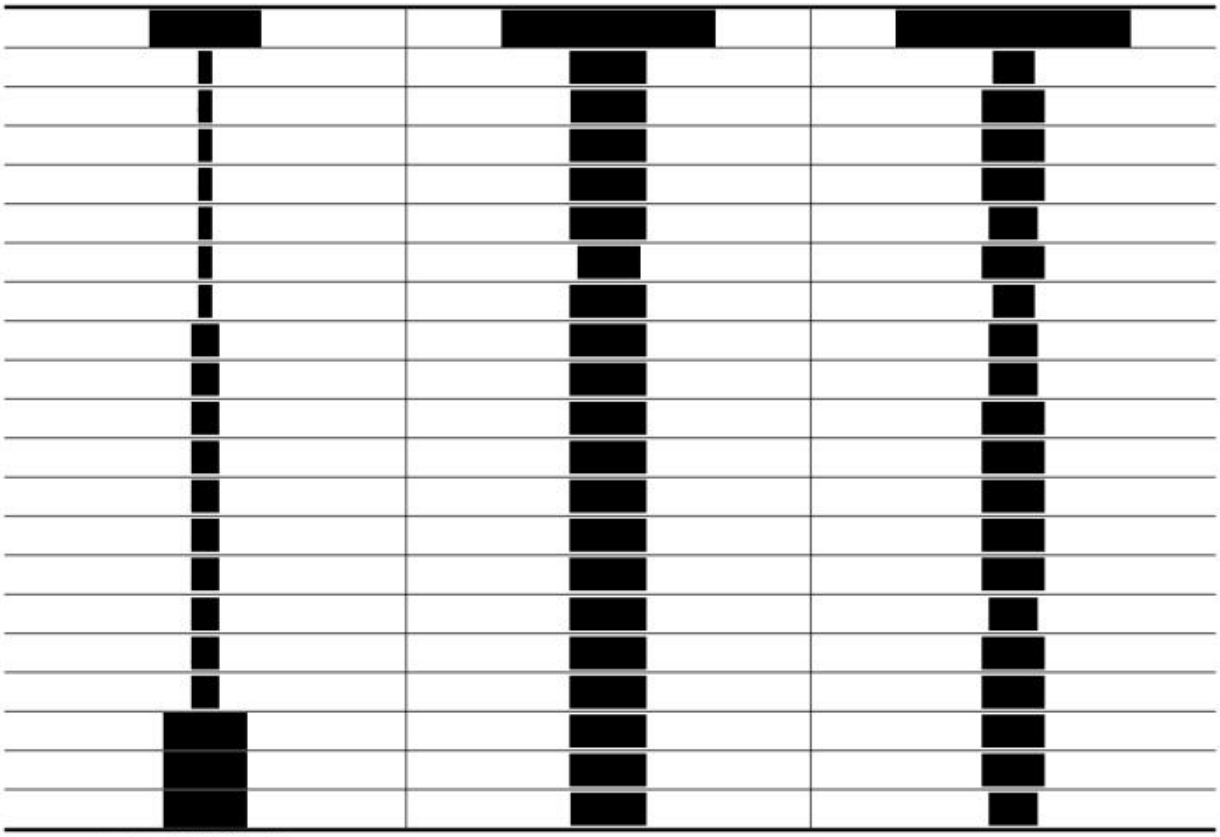
（1）种类组成

2024 年 10 月，调查海域共鉴定浮游动物 23 种，浮游幼体、鱼卵仔鱼 6 种（见浮游动物种名录）。其中刺胞类 5 种，占 21.7%；桡足类 12 种，占 52.1%；端足类 2 种，占 8.7%；涟虫类、糠虾类、毛颚类和鞭毛类各 1 种，各占 4.3%。浮游动物群落共发现优势种 5 种（Y≥0.02），分别为球型侧腕水母（*Pleurobrachia globosa*）、强壮箭虫（*Sagitta crassa*）、中华哲水蚤（*Calanus sinicus*）、太平洋纺锤水蚤（*Acartia pacifica*）和真刺唇角水蚤（*Labidocera euchaeta*）。

（2）个体密度及生物量分布

2024 年 10 月，调查海区浮游动物湿重生物量的变化范围在（119.15~320.49）mg/m$^3$ 之间，均值为 194.22mg/m$^3$，最高值和最低值分别出现在 18 号站位和 4 号站位。浮游动物个体密度在（67.7~264.4）个/m$^3$ 之间，均值为 124.9 个/m$^3$，最高值和最低值分别出现在 22 号站位和 7 号站位。

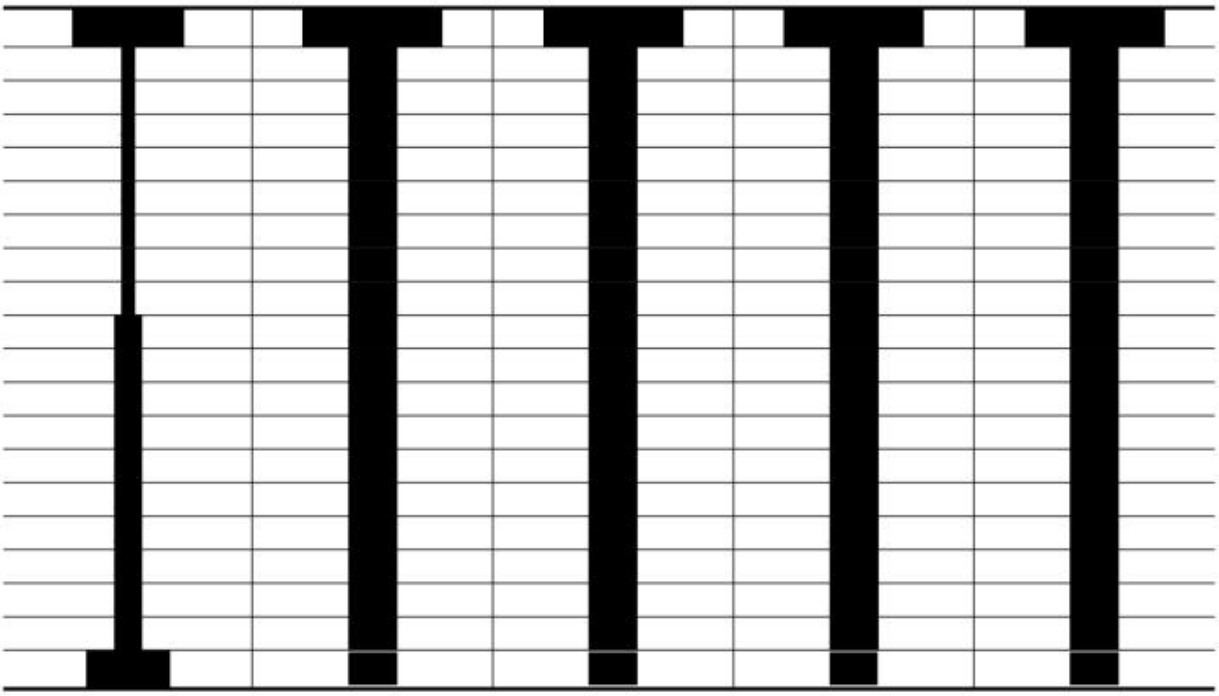
**表 5.6-5　调查海域浮游动物个体密度和生物量**



（3）群落特征

本次调查浮游动物群落的丰富度指数变化范围（1.25~2.38），均值为 1.72；均匀度变化范围（0.45~0.67），均值为 0.58；多样性指数变化范围（1.77~2.54），均值为 2.11；优势度变化范围（0.55~0.85），均值为 0.71。

**表 5.6-6　调查海域浮游动物群落特征**



| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

### 5.6.5 底栖生物

（1）种类组成与优势种

2024 年 10 月，调查海域共发现大型底栖生物 69 种，隶属于纽形动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、半索动物、脊索动物和螠虫动物（见大型底栖生物种名录）。其中环节动物 31 种，占 44.9%；节肢动物 5 种，占 7.2%；软体动物 26 种，占 37.7%；棘皮动物 3 种，占 4.3%；脊索动物、半索动物、纽形动物和螠虫动物各 1 种，各占 1.4%。环节动物和软体动物是构成该区底栖生物种类的主要类群。

（2）栖息密度和生物量分布

2024 年 10 月，底栖生物湿重生物量变化范围在（0.27~63.93）g/m$^2$之间，平均为 21.81g/m$^2$，最高值和最低值分别出现在 7 号站位和 6 号站位。栖息密度变化范围在（25~210）个/m$^2$之间，平均密度为 108 个/m$^2$，最高值和最低值分别出现在 7 号站位和 6 号站位。

**表 5.6-7　调查海域底栖生物生物量和栖息密度**

| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |

（3）群落多样性水平

底栖生物群落的丰富度指数变化范围为（0.39~2.43），均值为 1.43；均匀度变化范围为（0.75~0.98），均值为 0.90；多样性指数变化范围为（1.38~3.98），均值为 2.92；优势度变化范围（0.26~0.86），均值为 0.48。

**表 5.6-8　调查海域底栖生物群落特征**

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

## 5.6.6 生物质量

### 5.6.6.1　生物体内主要污染物质的含量状况

调查海域生物质量检测结果见下表。

## 表 5.6-9　调查海洋生物质量分析结果

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

注:（-）表示未检出。

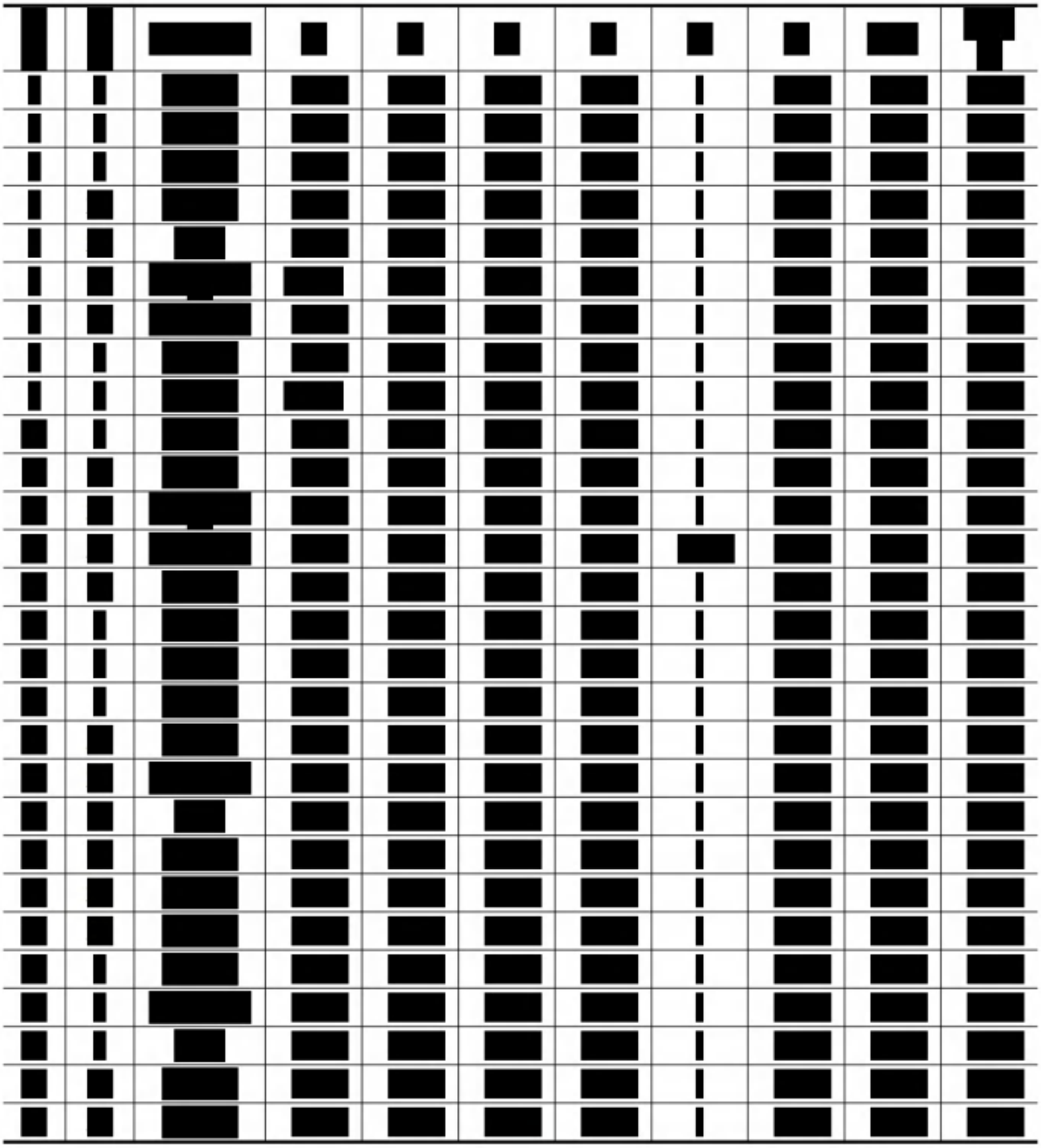
#### 5.6.6.2 生物质量评价

本次调查海域生物体质量评价结果见下表，调查结果表明：

①软体动物（双壳类）生物质量评价因子铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、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、砷、总汞、石油烃含量均满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中的质量标准。

**表 5.6- 10 生物质量评价指数表**



| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

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

## 5.7 渔业资源现状调查与评价

### 5.7.1 调查概况

#### 5.7.1.1 调查范围

本报告中引用的渔业资源调查数据主要来源于 2024 年 10 月中国水产科学研究院黄海水产研究所在本海区项目周边海域进行的渔业资源调查资料，以及相关的科研成果、文献资料等。渔业资源调查站位下图及下表。

调查渔业资源春季调查站位 18 个。

**图 5.7-1 调查站位示意图**

**表 5.7-1 渔业资源现状现状监测站位**

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

#### 5.7.1.2 调查时间

秋季：调查时间为[redacted]。

#### 5.7.1.3 调查内容

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

（1）鱼卵、仔稚鱼种类组成、数量分布、优势种；

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

#### 5.7.1.4 调查方法

鱼卵、仔鱼调查根据《海洋调查规范第 6 部分：海洋生物调查》（GB12763.6-2007）的有关要求执行。定性样品采集使用大型浮游生物网（口径 80cm，长 280cm）表层水平拖网 10min，拖网速度 2kn。定量样品采集使用 I 型浮游生物网（口径 50cm，长 145cm，网口面积 0.2m$^2$），由海底至海面垂直或倾斜拖网，落网速度 0.5m/s，起网速度为 0.5m/s-0.8m/s。采集的样品经 5%甲醛海水溶液固定保存后，在实验室进行样品分类鉴定和计数。

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

### 5.7.2 评价方法

#### 5.7.2.1 渔业资源密度

拖网资源密度的估算采用扫海面积法（唐启升，2006）。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），本报告设定拖网网具鱼类和其它类尾数、重量逃逸率均为 0.5。渔业资源密度以各站拖网渔获量（重量、尾数）和拖网扫海面积来估算，计算式为：

$$\rho_i = C_i / a_i q$$

式中：

$\rho_i$—第 $i$ 站的资源密度（重量：kg/km²；尾数：10³ind./km²）；

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

$a_i$—第 $i$ 站的网具每小时扫海面积（km²/h）（网口水平扩张宽度（km）×拖曳距离（km）），拖曳距离为拖网速度（km/h）和实际拖网时间（h）的乘积；

$q$—网具捕获率（可捕系数＝1－逃逸率），取 0.5。

#### 5.7.2.2 多样性指数

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

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

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

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

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

#### 5.7.2.3 相对重要性指数

为了确定各种游泳动物在整个群落中的重要性，采用 Pinkas（1971 年）提出的相对重要性指标（*IRI*）来衡量游泳动物在不同海区、不同季节的地位。其优点是即考虑了捕获物的尾数和重量，也考虑了它们出现的频率。计算公式为：

$$IRI=(N+W)F$$

式中：

N 为某种类尾数占总尾数的百分比；

W 为某种类重量占总重量的百分比；

F 为某一种类出现的站次数占调查总站次数的百分比。

### 5.7.3 鱼卵、仔稚鱼

#### 5.7.3.1 种类组成

本航次调查，共采集到鱼卵 1 种，为花鲈。详见下表。

**表 5.7-2 调查鱼卵、仔稚鱼种类名录**

| 种名 | 拉丁文 | 分类 | | 生态类型 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 目 | 科 | 鱼卵 | 仔稚鱼 |
| 花鲈 | *Lateolabrax maculatus* | 鲈形目 | 鱼旨科 | √ | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 合计 | - | - | - | 2 | - |

#### 5.7.3.2 数量分布

本次调查，共调查 18 个站位，垂直拖网未捕获鱼卵或仔稚鱼。水平拖网 5 个站位捕获鱼卵，出现频率为 27.78%，未有站位捕获仔稚鱼。

[redacted]

各站位鱼卵、仔稚鱼平均密度如下表所示。

**表 5.7-3 调查鱼卵、仔稚鱼密度（ind./m³）**

| 站位 | 垂直拖网 | | 水平拖网 | |
|---|---|---|---|---|
| | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 平均 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

#### 5.7.3.3 优势种

调查海区鱼卵仔稚鱼种类的优势度采用以下公式计算：

$Y = n_i/N*f_i$

式中：$n_i$—第 $i$ 种的数量

$f_i$—该种在各站出现的频率

$N$—群落中所有种的数量

当 $Y \geqslant 0.02$ 时，判定为调查海区的优势种。

经计算：花鲈（$Y$=0.278）为鱼卵优势种。

### 5.7.4 鱼类资源状况

#### 5.7.4.1 种类组成

本次调查共捕获鱼类 30 种，隶属于 7 目，16 科，27 属；其中虾虎鱼科种数最多，为 6 种，占鱼类总种数的 20.00%；其次为鳀科为 6 种，占 20.00%。

**表 5.7-4 调查海域捕获鱼类名录**

| 序号 | 中文名 | 拉丁文 | 目 | 属 | 科 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 青鳞小沙丁鱼 | *Sardinella zunasi* | 鲱形目 | 小沙丁鱼属 | 鲱科 |
| 2 | 斑鰶 | *Konosirus punctatus* | 鲱形目 | 斑鰶属 | 鲱科 |
| 3 | 鳀 | *Engraulis japonicus* | 鲱形目 | 鳀属 | 鳀科 |
| 4 | 黄鲫 | *Setipinna taty* | 鲱形目 | 黄鲫属 | 鳀科 |
| 5 | 赤鼻棱鳀 | *Thrissa kammalensis* | 鲱形目 | 棱鳀属 | 鳀科 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 6 | 中颌棱鳀 | *Thrissa mystax* | 鲱形目 | 棱鳀属 | 鳀科 |
| 7 | 刀鲚 | *Coilia nasus* | 鲱形目 | 鲚属 | 鳀科 |
| 8 | 凤鲚 | *Coilia mystus* | 鲱形目 | 鲚属 | 鳀科 |
| 9 | 长蛇鲻 | *Saurida elongata* | 仙女鱼目 | 蛇鲻属 | 狗母鱼科 |
| 10 | 日本海马 | *Hippocampus japonicus* | 刺鱼目 | 海马属 | 海龙科 |
| 11 | 许氏平鲉 | *Sebastes schlegeli* | 鲉形目 | 平鲉属 | 鲉科 |
| 12 | 鲬 | *Platycephalus indicus* | 鲉形目 | 鲬属 | 鲬科 |
| 13 | 多鳞鱚 | *Sillago sihama* | 鲈形目 | 鱚属 | 鱚科 |
| 14 | 棘头梅童鱼 | *Collichthys niveatus* | 鲈形目 | 梅童鱼属 | 石首鱼科 |
| 15 | 皮氏叫姑鱼 | *Johnius belengerii* | 鲈形目 | 叫姑鱼属 | 石首鱼科 |
| 16 | 方氏云鳚 | *Enedrias fangi* | 鲈形目 | 云鳚属 | 锦鳚科 |
| 17 | 绯鮨 | *Callionymus beniteguri* | 鲈形目 | 鮨属 | 鱼鮨科 |
| 18 | 小带鱼 | *Eupleurogrammus muticus* | 鲈形目 | 小带鱼属 | 带鱼科 |
| 19 | 带鱼 | *Trichiurus japonicus* | 鲈形目 | 带鱼属 | 带鱼科 |
| 20 | 银鲳 | *Pampus argenteus* | 鲈形目 | 鲳属 | 鲳科 |
| 21 | 髭缟虾虎鱼 | *Tridentiger barbatus* | 鲈形目 | 缟虾虎鱼属 | 虾虎鱼科 |
| 22 | 斑尾刺虾虎鱼 | *Acanthogobius ommaturus* | 鲈形目 | 栉孔虾虎鱼属 | 虾虎鱼科 |
| 23 | 矛尾虾虎鱼 | *Chaeturichthys stigmatias* | 鲈形目 | 矛尾虾虎鱼属 | 虾虎鱼科 |
| 24 | 拉氏狼牙虾虎鱼 | *Odontamblyopus lacepedii* | 鲈形目 | 狼牙虾虎鱼属 | 虾虎鱼科 |
| 25 | 中华栉孔虾虎鱼 | *Ctenotrypauchen chinensis* | 鲈形目 | 栉孔虾虎鱼属 | 虾虎鱼科 |
| 26 | 普氏缰虾虎鱼 | *Amoya pflaumi* | 鲈形目 | 缰虾虎鱼属 | 虾虎鱼科 |
| 27 | 褐牙鲆 | *Paralichthys olivaceus* | 鲽形目 | 牙鲆属 | 牙鲆科 |
| 28 | 短吻红舌鳎 | *Cynoglossus joyeri* | 鲽形目 | 舌鳎属 | 舌鳎科 |
| 29 | 半滑舌鳎 | *Cynoglossus semilaevis* | 鲽形目 | 舌鳎属 | 舌鳎科 |
| 30 | 红鳍东方鲀 | *Takifugu rubripes* | 鲀形目 | 东方鲀属 | 鲀科 |

所捕获的 30 种鱼类中，暖水性鱼类有 9 种，占鱼类种数的 26.47%，暖温性鱼类有 19 种，占 70.59%，冷温性鱼类 2 种，占 2.94%；按栖息水层分，底层鱼类有 22 种，占鱼类种数的 82.35%，中上层鱼类有 8 种，占 17.65%。按越冬场分，渤海地方性鱼类有 15 种，占鱼类种数的 44.12%，长距离洄游性鱼类有 15 种，占 55.88%。按经济价值分，经济价值较高的有 13 种，占鱼类种数的 32.35%，经济价值一般的有 5 种，占 23.53%，经济价值较低有 12 种，占 44.12%。

**表 5.7-5　所捕获鱼类的种类组成**

| 种名 | 经济价值 | | | 水层 | | 适温性 | | | 越冬场 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 较高 | 一般 | 较低 | 中上层 | 底层 | 暖水性 | 暖温性 | 冷温性 | 渤海 | 黄海 | 东海 |
| 青鳞小沙丁鱼 | | | √ | √ | | | √ | | | √ | |
| 斑鰶 | | | √ | √ | | | √ | | | √ | |
| 鳀 | | | √ | √ | | | √ | | | √ | |
| 黄鲫 | | √ | | √ | | √ | | | | √ | |
| 赤鼻棱鳀 | | | √ | √ | | √ | | | | √ | |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 中颌棱鳀 | | | √ | √ | | √ | | | | √ | |
| 刀鲚 | √ | | | √ | | | √ | | | √ | |
| 凤鲚 | √ | | | √ | | | √ | | | √ | |
| 长蛇鳚 | | √ | | | √ | | √ | | √ | | |
| 日本海马 | √ | | | | √ | √ | | | √ | | |
| 许氏平鲉 | √ | | | | √ | | | √ | √ | | |
| 鲬 | √ | | | | √ | √ | | | √ | | |
| 多鳞鱚 | | √ | | | √ | √ | | | | √ | |
| 棘头梅童鱼 | √ | | | | √ | √ | | | | √ | |
| 皮氏叫姑鱼 | √ | | | | √ | √ | | | | √ | |
| 方氏云鳚 | | | √ | | √ | | | √ | | √ | |
| 绯鲻 | | √ | | | √ | | √ | | √ | | |
| 小带鱼 | | | √ | | √ | √ | | | | √ | |
| 带鱼 | √ | | | | √ | | √ | | | √ | |
| 银鲳 | √ | | | | √ | | √ | | | √ | |
| 髭缟虾虎鱼 | | | √ | | √ | | √ | | √ | | |
| 斑尾刺虾虎鱼 | √ | | | | √ | | √ | | √ | | |
| 矛尾虾虎鱼 | | | √ | | √ | | √ | | √ | | |
| 拉氏狼牙虾虎鱼 | | | √ | | √ | | √ | | √ | | |
| 中华栉孔虾虎鱼 | | | √ | | √ | | √ | | √ | | |
| 普氏缰虾虎鱼 | | | √ | | √ | | √ | | √ | | |
| 褐牙鲆 | √ | | | | √ | | √ | | √ | | |
| 短吻红舌鳎 | √ | | | | √ | | √ | | √ | | |
| 半滑舌鳎 | √ | | | | √ | | √ | | √ | | |
| 红鳍东方鲀 | | √ | | | √ | | √ | | √ | | |
| 合计 | 13 | 5 | 12 | 8 | 22 | 9 | 19 | 2 | 15 | 15 | 0 |

### 5.7.4.2 渔获量

[redacted]

[redacted]

表 5.7-6　春季鱼类资源密度及渔获量

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

#### 5.7.4.3　资源密度评估

秋季共捕获鱼类 30 种，平均渔获量 1842.39ind./h，16.80kg/h。

[redacted]

### 5.7.5 头足类资源状况

#### 5.7.5.1　种类组成

本次调查共捕获头足类 3 种，分别为枪乌贼、短蛸和长蛸，隶属于 2 目、2 科、2 属。

**表 5.7-7　春季所捕获头足类的种类名录**

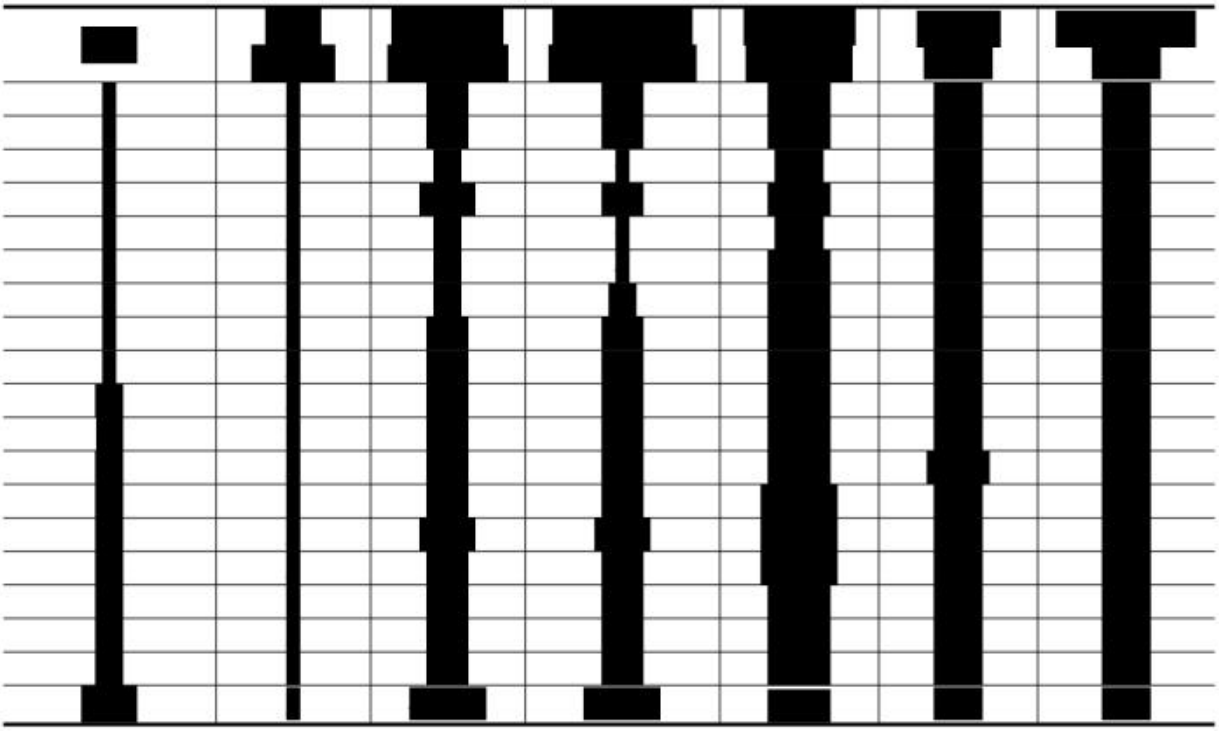
| 种类 | 拉丁名 | 目 | 科 |
|---|---|---|---|
| 枪乌贼 | *Loligo beka* | 枪形目 | 枪乌贼科 |
| 长蛸 | *Octopus variabilis* | 八腕目 | 章鱼科 |
| 短蛸 | *Octopus ocellatus* | 八腕目 | 章鱼科 |

### 5.7.5.2　头足类生物量及密度分布

本次调查头足类站位平均生物量为 3.61kg/h，生物量范围为 0.63-12.16kg/h。12 号站位生物量最高，其次为 4 站，为 7.19kg/h；最小值出现在 11 站。头足类站位平均生物密度为 465ind/h，生物密度范围为 24-1662nd/h。14 号站位生物密度最高，其次为 4 站，为 1088ind/h；最小值出现在 3 号站。

根据渔获物分析，本次调查中头足类幼体的尾数为 358.89ind./h，生物量为 1.53kg/h。成体头足类的平均渔获量 2.08kg/h，106.11ind./h。各站位种类数范围为 1 种–3 种，平均为 3 种；各站位幼体百分比为范围为 0%-100%，平均值为 68.32%。

**表 5.7-8　头足类生物量及密度分布**



### 5.7.5.3　头足类资源数量及评估

[redacted]

[redacted]

## 5.7.6 甲壳类资源状况

### 5.7.6.1 种类组成

本次秋季调查共捕获甲壳类 19 种，隶属于 2 目，11 科，17 属；其中虾类 12 种，隶属于 1 目，6 科，11 属，占甲壳类总种数的 63.16%；蟹类 6 种，隶于 1 目，4 科，5 属，占甲壳类总种数的 31.58%；口足目 1 种，占甲壳类总种数的 5.26%。

**表 5.7-9 甲壳类种名录**

| 序号 | 名称 | 目 | 科 | 属 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 南美白对虾 | 十足目 | 对虾科 | 滨对虾属 |
| 2 | 中国对虾 | | | 明对虾属 |
| 3 | 戴氏赤虾 | | | 赤虾属 |
| 4 | 周氏新对虾 | | | 新对虾属 |
| 5 | 鹰爪虾 | | | 鹰爪虾属 |
| 6 | 鲜明鼓虾 | | 鼓虾科 | 鼓虾属 |
| 7 | 日本鼓虾 | | | |
| 8 | 红条鞭腕虾 | | 藻虾科 | 鞭腕虾属 |
| 9 | 水母深额虾 | | | 深额虾属 |
| 10 | 葛氏长臂虾 | | 长臂虾科 | 长臂虾属 |
| 11 | 细螯虾 | | 玻璃虾科 | 细螯虾属 |
| 12 | 哈氏和美虾 | | 美人虾科 | 和美虾属 |
| 13 | 绒毛细足蟹 | | 瓷蟹科 | 细足蟹属 |
| 14 | 隆线强蟹 | | 宽背蟹科 | 强蟹属 |
| 15 | 霍氏三强蟹 | | | |
| 16 | 豆形拳蟹 | | 玉蟹科 | 拳蟹属 |
| 17 | 三疣梭子蟹 | | 梭子蟹科 | 梭子蟹属 |
| 18 | 日本蟳 | | | 蟳属 |
| 19 | 口虾蛄 | 口足目 | 虾蛄科 | 口虾蛄属 |

### 5.7.6.2 甲壳类生物量及密度分布

[redacted]

[redacted]

**表 5.7-10　甲壳类生物量及密度分布**

[redacted]

#### 5.7.6.3 甲壳类资源量评估

[redacted]

### 5.7.7 各类群生态优势度分析及物种多样性分析

#### 5.7.7.1 优势度分析

渔业资源重要性分析结果：鱼类群落优势种有 3 种，为矛尾虾虎鱼、短吻红舌鳎、斑尾刺虾虎鱼，重要种有 3 种，常见种 7 种，一般种 8 种，少见种 9 种；甲壳类群落优势种有 1 种，为口虾蛄，重要种有 6 种，常见种 4 种，一般种 1 种，少见种 5 种；头足类群落优势种有 2 种，为枪乌贼、短蛸。

重要优势种生活习性：矛尾虾虎鱼隶属于硬骨鱼纲、鲈形目、虾虎鱼科、矛尾虾虎鱼属，为近海底层暖温种，栖息于近岸海域及河口海域，在中国沿海均有分布。矛尾虾虎鱼作为一年生鱼类，3 月达到性成熟，4 月中下旬开始产卵直到 5 月，产卵后相继死亡；短吻红舌鳎隶属于鲽形目（Pleuronectiformes）、舌鳎科、舌鳎属，又称焦氏舌鳎、牛舌等，系亚热带及暖温带底层鱼类，广泛分布于中国近海海域，于每年春末夏初时期在近岸浅水区产卵，10 月左右至深水区越冬；口虾蛄属于节肢动物门（Arthropoda）、软甲纲、口足目、虾蛄科、口虾蛄属，俗称皮皮虾、虾爬子、螳螂虾、琵琶虾等，广泛分布于我国沿海各省区，是一种多年生的大型甲壳类动物，生活在 5~60 米的泥质巢穴中；火枪乌贼属于软体动物门、头足纲、枪形目、枪乌贼科、枪乌贼属、的一种近岸小型头足类，广泛分布于我国沿海和日本南部海区。火枪乌贼的生命周期较短，一年内达到性成熟，全年存在繁殖群体，具有世代更新快的特点。

**表 5.7-11 生态优势度分析**

| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

[redacted]

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

#### 5.7.7.2 多样性分析

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

经计算，2024 年秋季调查海区游泳动物多样性指数（H′）平均值为 1.79，范围是 1.09-2.18，最小值出现在站 6，最大值出现在站 1。丰富度指数（d）平均值为 2.05，范围是 0.99-3.60，最小值出现在站 18，最大值出现在站 1。均匀度指数（J）平均值为 0.65，范围是 0.36-0.82，最小值出现在站 6，最大值出现在站 18。

**表 5.7- 12　游泳动物群落多样性特征**

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

# 6 回顾性环境影响评价

## 6.1 油田开发生产过程回顾

### 6.1.1 埕北油田

埕北油田位于渤海湾中部海域，东经[redacted]、北纬[redacted]，南距东营市陆域最近距离为[redacted]，西距河北省陆域最近距离为[redacted]，西北距塘沽[redacted]。自 1985 年投入正式开发至今已经有 40 年的开发历程。

埕北油田目前包括 2 座井口平台（CB-A D/P、CB-B D/P），2 座生活动力平台（CB-A U/A、CB-B U/A），1 座中心平台（CB-CEPC），1 座综合处理平台（CB-B S/L），1 座靠船码头（CB-B S/B）和 2 座系船平台（QMD、IMD）以及 1 条海底混输管道，2 条海底注水管道，1 条输气管道，2 条海底电缆。现有工程组成见下表：

**表 6.1-1 埕北油田现有工程**

| 主体工程 | 设施描述 |
|---|---|
| CB-A D/P | 16 腿导管架式井口平台，平台设 32 个井槽；设有四层甲板；设有生产/计量管汇、计量分离器等。与 CB-A U/A 栈桥相连。 |
| CB-B D/P | 16 腿导管架式井口平台，平台设 36 个井槽；设有四层甲板；设有生产/计量管汇、计量分离器等。与 CB-B U/A 栈桥相连。 |
| CB-A U/A | 9 腿导管架生活动力平台，设有 80 人的生活楼；公用系统等，与 CB-A D/P 栈桥相连。 |
| CB-B U/A | 9 腿导管架生活动力平台，设有 80 人的生活楼；公用系统等，与 CB-B D/P 栈桥相连。 |
| CB-B S/L | 24 腿导管架平台，设有油气水分离设施、原油储存和外输、电站、热站、等。与 CB-B D/P 栈桥相连。 |
| CB-CEPC | 8 腿中心平台，共 40 个井槽。设有原油处理系统、生产水系统、公用系统等，与 CB-B D/P 栈桥相连。 |
| CB-B S/B | 靠船码头，与 CB-B S/L 栈桥相连。 |
| QMD、IMD | 系船平台 |
| 管道电缆 | CB-A D/P 至 CB-B S/L 的海底混输管道[redacted] |
| | CB-B S/L 至 CB-A D/P 的[redacted]海底注水管道[redacted] |
| | CB-B S/L 至 CB-A D/P 的[redacted]海底注水管道[redacted] |
| | CB-B S/L 至 CB-A D/P 的的海底电缆[redacted] |
| | CB-CEPC 至 CFD11-1EPP 的海底电缆[redacted] |
| | CB-A D/P 至 WYE 海底输气管道[redacted] |

CB-A D/P 的井口物流经过计量后通过海管输送到 CB-B S/L 进行油气水分离处理，CB-B D/P 的井流进行计量后通过栈桥输送到 CB-B S/L 和 CB-CEPC 进行油气水分离处理。

在 CB-B S/L 上的油气水分离设施及水处理设施处理后，将处理到合格原油输送到原油储罐储存，用穿梭油轮输送到用户。CB-B S/L 处理合格的生产水将分别通过海

底注水管道输送至 CB-A D/P 和通过栈桥输送至 CB-B D/P 进行回注，分离出的天然气进入燃料气系统发电使用。

CB-CEPC 与已建的 CB-B D/P 通过栈桥连接，CB-CEPC 生产物流通过多路阀经计量分离器计量后，同 CB-B D/P 部分生产物流一起进入原油处理系统处理成合格原油后通过栈桥去往 CB-B S/L 原油储罐储存。平台生产系统分离出的水经过水处理设备处理后部分通过栈桥输送至 CB-B D/P 回注地层，部分通过 CB-B S/L 至 CB-A D/P 的注水海管输送至 CB-A D/P 回注地层。平台分离出的气一部分供给 CB-CEPC 热介质锅炉，一部分供给 CB-B D/P 蒸汽锅炉使用。 CB-CEPC 电力依托 CFD11-1EPP 岸电，通过一根 51.7km，110kV，3C×240mm$^2$ 海缆为平台供电。

**图 6.1-1　埕北油田开发示意图**

### 6.1.2 曹妃甸 11-1/11-2 油田群

曹妃甸油田群由曹妃甸 11-1/11-2、曹妃甸 11-3/5 和曹妃甸 11-6/12-1S 油田组成，本次主要介绍与本项目相关的曹妃甸 11-1/11-2 油田。

曹妃甸 11-1/11-2 油田群位于渤海湾西部海域，西北距曹妃甸港约 30km，在东经[redacted]、北纬[redacted]之间。工程设施含已建设的 HYSY112FPSO、单点系泊装置（SPM）、1 座集输平台（CFD11-1WGPA）、2 座井口平台（CFD11-2WHPA、CFD11-3/5WHPC），1 座中心平台（CFD11-1CEPJ）、1 座岸电平台（CFD11-1EPP）及相应油气集输管道、电缆。

**表 6.1-2　曹妃甸 11-1/11-2 油田主要工程组成（本项目依托）**

| 主体工程 | 设施描述 |
|---|---|
| CFD11-2WHPA | 井口平台，井口生产，生产水回注功能，生活污水处理。 |
| CFD11-1WGPA | 集输处理平台，井口生产、物流集输，生活污水处理。与 CFD11-1CEPJ 栈桥相连。 |
| CFD11-1EPP | 岸电平台 |
| CFD11-3/5WHPC | 井口平台，井口生产（无人驻守）。 |
| CFD11-1CEPJ | 中心平台，生产系统、生产水处理系统和注水系统、生活污水处理。 |
| HYSY112FPSO | 原油处理、储油、生产水处理及回注、发配电，生活污水处理。 |
| 管道电缆 | CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 的海底混输管道[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM 的海底混输管道（1）[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 SPM 的海底混输管道（2）[redacted] |
| | CFD11-3/5WHPC 至 CFD11-1WGPA 的海底混输管道[redacted] |
| | SPM 至 CFD11-1WGPA 的海底注水管道[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-2WHPA 的海底注水管道[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-3/5WHPC 的海底注水管道[redacted] |

| 主体工程 | 设施描述 |
| --- | --- |
| | SPM 至 CFD11-1WGPA 的海底电缆[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-2WHPA 的海底电缆[redacted] |
| | CFD11-1WGPA 至 CFD11-3/5WHPC 的海底电缆[redacted] |
| | SPM 至 CFD11-3/5WHPC 的海底电缆[redacted] |

CFD11-2WHPA 井口流体通过海管输送至 CFD11-1WGPA，与 CFD11-1WGPA 和 CFD11-3/5WHPC 的井口产液混合后进行油、气、水三相分离，分离后的含水原油经海管输送至 HYSY112FPSO 进行进一步处理；分离出的天然气经压缩机增压后，汇同油水一同送至 HYSY112FPSO 供燃气透平发电机使用；生产水进入水处理系统，处理达标后回注。

CFD11-1CEPJ 与 CFD11-1WGPA 通过栈桥相连。CFD11-1CEPJ 的井口物流汇同来自 CFD11-1WGPA 的部分产液一同进入 CFD11-1CEPJ 生产分离器进行油气水三相分离，经外输泵增压后送至 CFD11-1WGPA，与 CFD11-1WGPA 剩余物流及 CFD11-2WHPA、CFD11-3/5WHPC 产液汇合后，通过海底管道输送至 HYSY112FPSO 进行进一步处理；CFD11-1CEPJ 分离出的天然气经压缩机增压后，汇同油水一同送至 HYSY112FPSO 供燃气透平发电机使用；生产水进入水处理系统，处理达标后回注。

HYSY112FPSO 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通过 HYSY112FPSO 斜板撇油器、浮选器、核桃壳过滤器处理达标后，经过注水海底管道输往 CFD11-1WGPA、CFD11-2WHPA、CFD11-1CEPJ 回注。

**图 6.1-2　曹妃甸 11-1/11-2 油田开发示意图**

## 6.2 环评制度执行情况

与本项目相关的环评制度执行情况见下表所示：

**表 6.2-1　与本项目相关的环评报告书及批复情况**

| 序号 | 项目 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 《埕北油田设备设施整体升级改造项目环境影响报告书》 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 2 | 《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目环境影响报告书》 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 3 | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田工程环境影响报告书》 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

**表 6.2-2　与本项目相关的环评报告书及批复落实情况**

| 序号 | 项目 | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|
| 1 | 《埕北油田设备设施整体升级改造项目环境影响报告书》 | [redacted] | [redacted] |
| 2 | 《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目环境影响报告书》 | [redacted] | [redacted] |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | [redacted] | |
| 3 | 《曹妃甸 11-1/11-2 油田工程环境影响报告书》 | [redacted] | [redacted] |

## 6.3 主要环保设施

本项目依托的 CB-CEPC、CFD11-2WHPA 环保设施运行情况良好，生产水和生活污水处理设施均运行正常，现有主要环保设施如下表所示。

**表 6.3-1 本项目依托平台主要环保设施**

| 平台名称 | 环保设施 | 运行情况 |
|---|---|---|
| CB-CEPC | 生产水处理系统 | 正常 |
| | 开/闭式排放系统 | 正常 |
| CFD11-2WHPA | 开/闭式排放系统 | 正常 |
| | 注水系统 | 正常 |
| | 生活污水处理装置 | 正常 |
| | 火炬系统 | 正常 |
| CB-A U/A | 生活设施 | 正常 |
| | 淡水系统及生活污水处理系统 | 正常 |
| | 开闭排系统 | 正常 |
| CB-A D/P | 钻修井系统 | 正常 |
| | 开闭排系统 | 正常 |
| | 火炬系统 | 正常 |
| CB-B U/A | 生活设施 | 正常 |
| | 淡水系统及生活污水处理系统 | 正常 |
| | 火炬系统 | 正常 |
| CB-B D/P | 钻修井系统 | 正常 |
| | 开闭排系统 | 正常 |
| CB-B S/L | 原油处理系统 | 正常 |
| | 生产水处理系统 | 正常 |
| | 开排闭排系统 | 正常 |
| | 储罐系统（3 个储罐） | 正常 |
| | 惰气系统 | 正常 |
| | 外输系统 | 正常 |

## 6.4 污染物排放情况回顾

### 6.4.1 现有工程施工阶段污染物排放情况及防治措施

#### 6.4.1.1 埕北油田

埕北油田现有工程施工阶段产生的主要污染物包括钻井液、钻屑以及作业船舶和人员产生的生活垃圾、生产垃圾和船舶污染物等。

其中油层段钻井液、钻屑全部运回陆地，交由有资质单位进行处理，非油层段钻井液、钻屑经处理达标，经海区主管部门同意后排放。非钻井油层水基钻井液及其钻屑的各次排放均获得了国家海洋局北海分局的批复，天津海洋环境监测中心站负责对

排海钻井液、钻屑的抽样检验，根据反馈的检验结果，埕北油田排放的钻井液和钻屑至今未出现过超标现象。根据各次竣工验收监测报告中海水水质监测结果，平台附近海水中悬浮物含量与背景值基本一致，说明现有工程施工阶段排放的非油层段钻井液与钻屑对海水水质仅造成短期、可恢复的影响，在施工结束后周边海水水质环境将很快恢复到原有水平。

船舶污染物的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）、《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》（2007.5）等相关要求。其中船舶生活污水处理达标后间断排海；食品废弃物及其他垃圾经处理至颗粒直径<25mm 时，可允许在距最近陆地 3 海里以外的海域排放；塑料制品禁止投入水域，机舱含油污水均运回陆地处理。

根据分析，埕北油田目前不存在环保问题。

#### 6.4.1.2 曹妃甸 11-1/11-2 油田群

曹妃甸 11-1/11-2 油田群现有工程施工阶段产生的主要污染物包括废弃的钻井液、钻屑以及作业船舶和人员产生的生活垃圾、生产垃圾和船舶污染物等。

其中油层段钻井液、钻屑全部运回陆地，交由有资质单位进行处理，非油层段钻井液、钻屑经处理达标，经海区主管部门同意后排放。非钻井油层水基钻井液及其钻屑的各次排放均获得了国家海洋局北海分局的批复，天津海洋环境监测中心站负责对排海钻井液、钻屑的抽样检验，根据国家海洋局北海分局反馈的检验结果，曹妃甸 11-1/11-2 油田群排放的钻井液和钻屑至今未出现过超标现象。根据各次竣工验收监测报告中海水水质监测结果，平台附近海水中悬浮物含量与背景值基本一致，说明现有工程施工阶段排放的非油层段钻井液与钻屑对海水水质仅造成短期、可恢复的影响，在施工结束后周边海水水质环境将很快恢复到原有水平。

船舶污染物的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）、《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》（2007.5）等相关要求。其中船舶生活污水处理达标后间断排海；食品废弃物及其他垃圾经处理至颗粒直径<25mm 时，可允许在距最近陆地 3 海里以外的海域排放；塑料制品禁止投入水域，机舱含油污水均运回陆地处理。

根据分析，曹妃甸 11-1/11-2 油田群目前不存在环保问题。

### 6.4.2 现有工程生产阶段污染物排放情况及防治措施

埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群开发以来，一直处于安全生产状态，从未发生过安全环保事故。根据如下分析，本项目依托油田目前不存在环保问题。

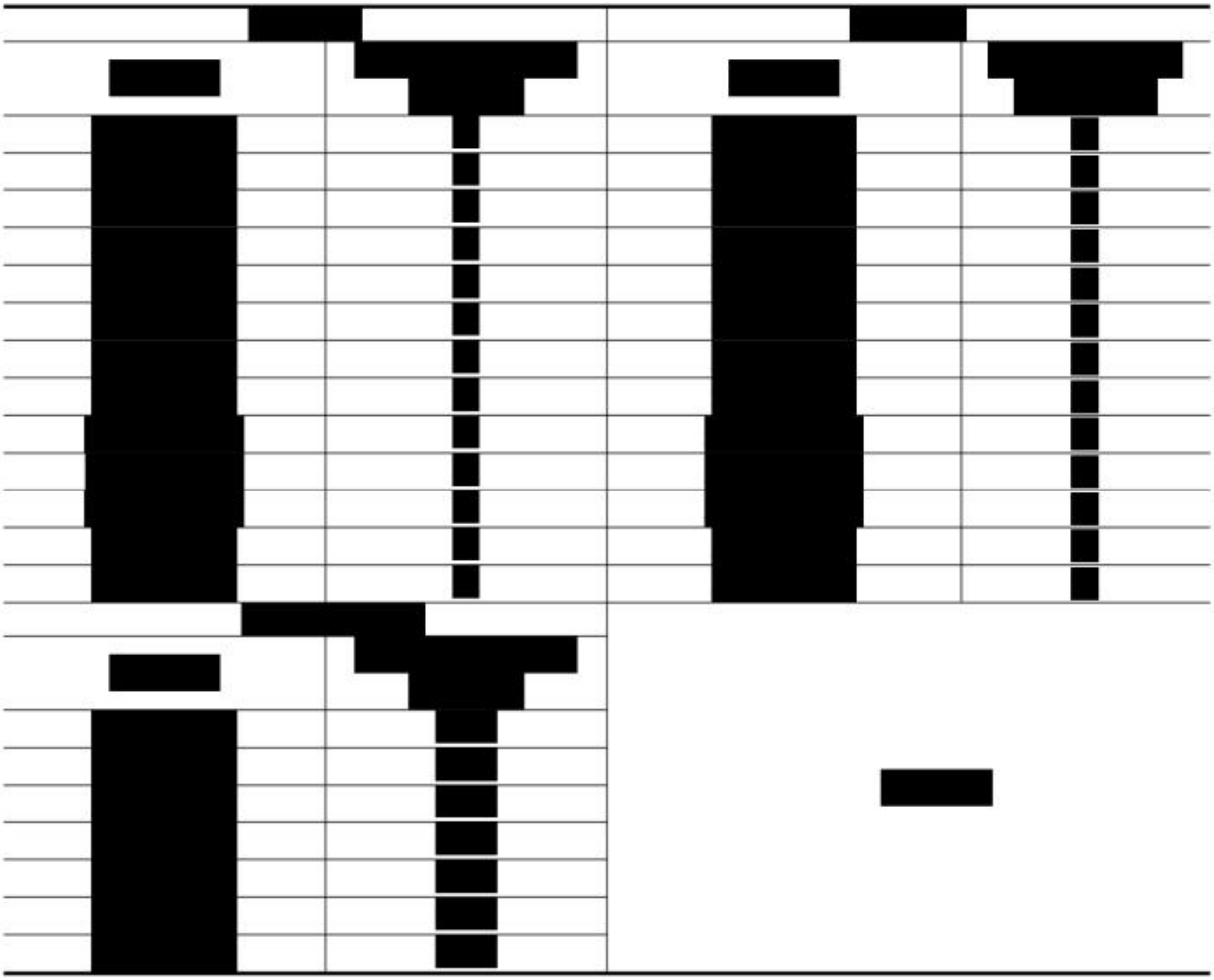
#### 6.4.2.1 生产水

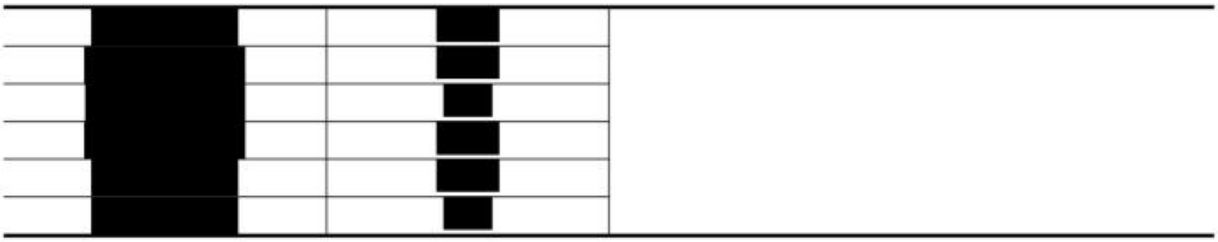
埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群含油生产水处理设施运行正常，含油生产水正常工况下处理达标后全部回注地层，不外排。

根据建设单位对埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群的例行环境监测报表中的月均监测数据可知：生产水处理设施处理效果良好，出水石油类含量小于 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）中的石油类含量≤30mg/L 标准要求。

埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群投产运行至今，生产水处理设施运行正常，监测结果符合相应标准，不存在环保问题。

**表 6.4-1 埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群生产水处理监测结果**



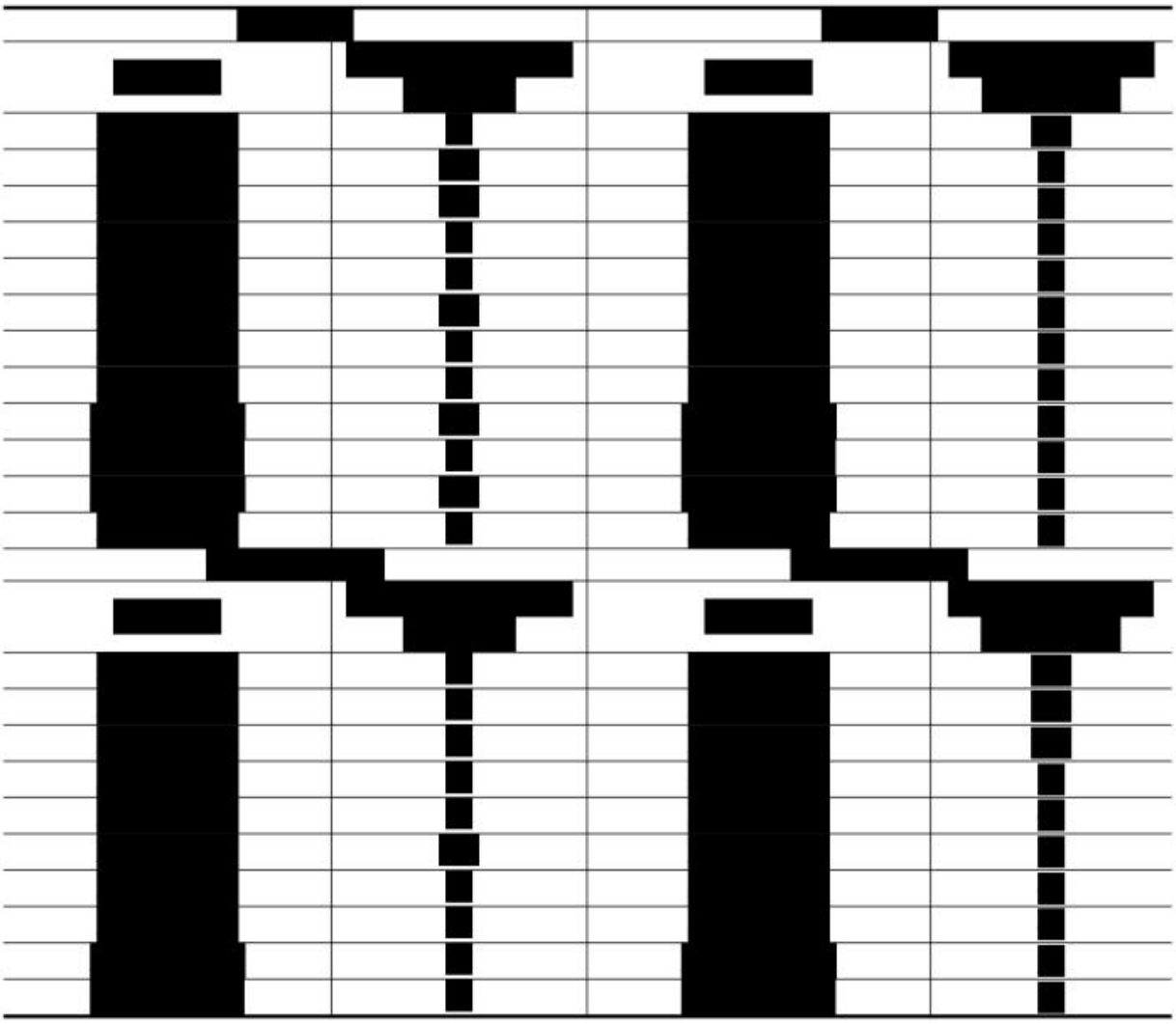


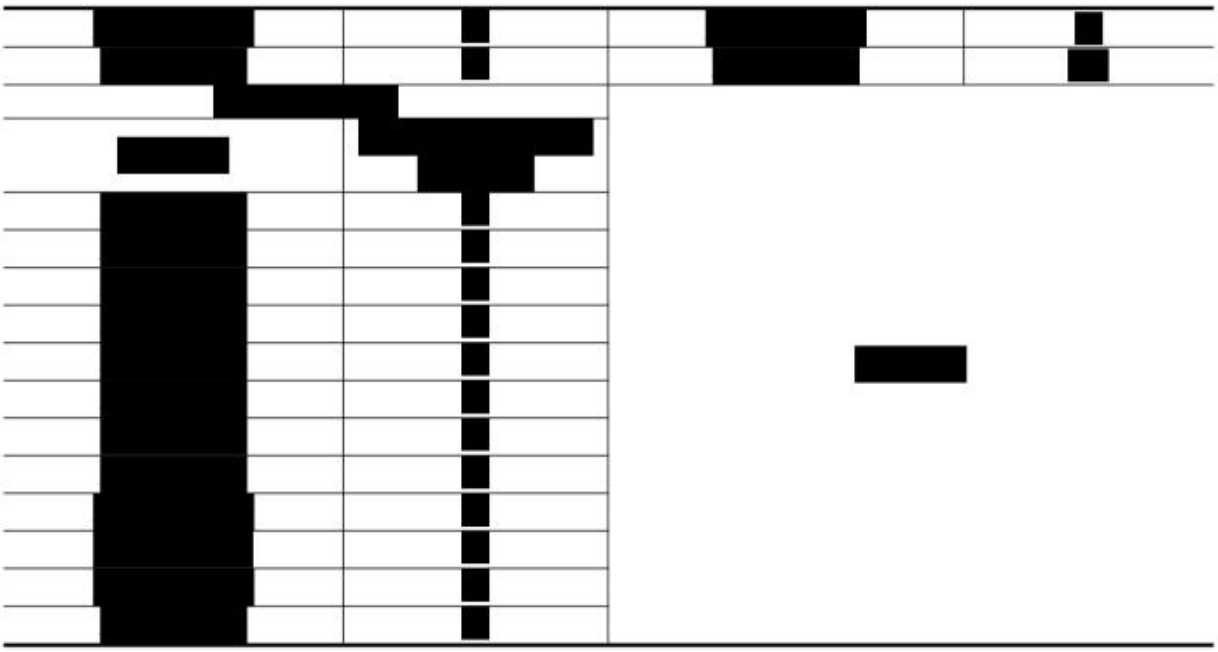
#### 6.4.2.2 生活污水

通过对埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群生活污水的水质进行统计分析可知：埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群排放浓度符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中一级标准（300mg/L）的要求。生活污水能够达标，处理效果良好，符合设计要求。

现有埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群投产运行至今，生活污水处理设施运行正常，监测结果符合相应标准，不存在环保问题。

**表 6.4- 2　埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群生活污水处理监测结果**





## 6.5 事故及溢油情况回顾

埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群在生产过程中，严格执行中海石油（中国）有限公司天津分公司各项安全环保制度。建设单位定期对海管进行巡检，未出现悬空、腐蚀等情况，如发现悬空、腐蚀等情况会及时进行处理，海管运行至今，未发生过破裂泄漏事故。

自投产至今，埕北油田、曹妃甸 11-1/11-2 油田群未发生过井喷溢油事故，也未发生过跑、冒、滴、漏等其他类型事故。

# 7 海域生态环境影响预测与评价

根据工程分析，项目排海的污染物主要是海底管道挖沟搅起的悬浮物，以及施工期的生活污水。本篇结合数值模拟方法和类比法对上述污染物对海洋环境的影响进行预测分析。

## 7.1 海水水质影响预测与评价

### 7.1.1 水文动力模型

对该项目附近的大面积水域建立三维的数学模型，采用有限体积法求解水流运动控制方程。首先计算该水域的流速场，明确其潮流的运动特性。

#### 7.1.1.1 潮流基本控制方程

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

连续方程：

$$\frac{\partial h}{\partial t'}+\frac{\partial hu}{\partial x'}+\frac{\partial hv}{\partial y'}+\frac{\partial h\omega}{\partial \sigma}=0$$

动量方程：

$$\frac{\partial hu}{\partial t'}+\frac{\partial hu^2}{\partial x'}+\frac{\partial huv}{\partial y'}+\frac{\partial h\omega u}{\partial \sigma}$$
$$=fhv-\frac{h}{\rho_0}\left(\frac{\partial q}{\partial x'}+\frac{\partial q}{\partial \sigma}\frac{\partial \sigma}{\partial x}\right)-gh\frac{\partial \eta}{\partial x'}+hF_u-hF_{vx}+\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(\frac{v_t^v}{h}\frac{\partial u}{\partial \sigma}\right)$$

$$\frac{\partial hv}{\partial t'}+\frac{\partial huv}{\partial x'}+\frac{\partial hv^2}{\partial y'}+\frac{\partial h\omega v}{\partial \sigma}$$
$$=fhu-\frac{h}{\rho_0}\left(\frac{\partial q}{\partial y'}+\frac{\partial q}{\partial \sigma}\frac{\partial \sigma}{\partial y}\right)-gh\frac{\partial \eta}{\partial y'}+hF_v-hF_{vy}+\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(\frac{v_t^v}{h}\frac{\partial v}{\partial \sigma}\right)$$

$$\frac{\partial hw}{\partial t'}+\frac{\partial huw}{\partial x'}+\frac{\partial hvw}{\partial y'}+\frac{\partial h\omega w}{\partial \sigma}=-\frac{1}{\rho_0}\frac{\partial q}{\partial \sigma}+hF_w-hF_{vz}+\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(\frac{v_t^v}{h}\frac{\partial w}{\partial \sigma}\right)$$

式中：x、y、z 为笛卡尔坐标系；$\sigma$ 为 $\sigma$ 坐标系，$\sigma=\frac{z+d}{h}$，$\sigma$ 的取值范围为 0~1；t 为时间；η 为潮位；d 为静水深；h=η+d 为全水深；u、v、w 分别为 x、y、z 方向

的流速分量；g 为重力加速度；$\rho$ 为海水密度；$\rho_0$ 为水的密度；q 为静压；$f = 2\Omega\sin\phi$ 为科氏力参数（Ω 为地球的自转角速度，$\phi$ 为地理纬度）；$p_a$ 为大气压强；$v_t^v$ 为垂向涡粘系数；$F_u$、$F_v$、$F_w$ 为水平扩散项，可按以下公式计算：

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

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

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

式中：$v_t^h$ 为水平涡粘系数，可按 Smagorinsky1963 年提出的公式计算：$v_t^h = c_s^2 l^2\sqrt{2(S_{ij}S_{ij})}$，变形率 $S_{ij}$ 计算公式为：$S_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)$，（i，j=1，2），其中 $c_s$ 为常数，$l$ 为特征长度。

#### 7.1.1.2 计算条件

（1）初始条件

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

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

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

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

式中：$\eta_0$、$u_0$、$v_0$、$w_0$ 分别为 $\eta$、$u$、$v$、$w$ 在初始时刻的已知值。本报告均取 0。

（2）边界条件

①海面和海底边界

海底（$z = -d$）处：

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

海面（$z = \eta$）：

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

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

②闭边界条件

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

③开边界条件

所谓开边界条件即水域边界条件。在此边界上，或者给定流速，或者给定潮位。本研究中开边界给定潮位，即：

$$\eta=\eta(x,y,t)$$

模型开边界的强迫水位资料料采用全球调和模型求得开边界的 $M_2$、$S_2$、$O_1$、$K_1$、$M_4$ 和 $MS_4$ 六个分潮调和常数值输入计算得到。

④动边界条件

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

#### 7.1.1.3 参数设置

**（1）网格及地形**

本项目所建立的海域数学模型计算域范围见下图。模型采用非结构三角网格，整个模拟区域内由 12139 个节点和 23190 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。

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，工程区附近的网格空间步长在 30m 以内。大海域及工程附近海域计算网格见图 7.1-1、图 7.1-2。

**图 7.1-1　大海域计算网格图**

**图 7.1-2　工程局部区域网格地形图**

**（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 Cs 值计算涡粘系数，取 0.28。

**（3）垂向涡粘系数**

模型垂向涡粘系数采用抛物分布法给出，计算公式为：

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

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

**（4）底摩擦应力**

底摩擦应力采用二次非线性公式：

$$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = C_d \rho_w \sqrt{u^2 + v^2}(u, v)$$

式中: $\tau_{bx}, \tau_{by}$ 分别为 $x$、$y$ 方向的底摩擦应力（kg/m/s³）；$\rho_w$ 是海水密度（kg/m³）；$u$、$v$ 分别为 $x$、$y$ 方向的底层流速（m/s）；$C_d$ 为底摩擦拖曳系数，本报告 $C_d$ 取为 0.0003。

#### 7.1.1.4　模型验证

**（1）验证数据来源**

采用 2024 年 4 月 10 日 11:00 至 4 月 11 日 11:00 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 7.1-1 和图 7.1-3 所示。

**表 7.1-1　验证点坐标位置**

| 站位号 | 北纬 | 东经 | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|
| 7 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 8 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 16 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 19 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |

**图 7.1-3　模型验证点位分布图**

**（2）验证结果**

下图为各个验证站位的大潮期间潮流、潮位验证结果。由验证结果可以看出模拟潮位与实测潮位基本吻合。由于潮流现状调查数据会受风、浪等因素的干扰，同时，模型概化后岸线及水深条件与实际情况也有差异，因此存在少数时刻计算值与实测值误差较大的情况，但是从总体规律上，模拟的流速过程与实测值总体吻合较好，综合认为本报告的预测流场能够反映工程周边海域潮流状况。

**图 7.1-4　潮位验证曲线图**

**图 7.1-5　潮流验证曲线图**

#### 7.1.1.5　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 7.1-6~图 7.1-7 分别为计算海域大潮落急和涨急的表层潮流场。图 7.1-8~图 7.1-9 分别为工程附近海域大潮落急和涨急的表层潮流场。

由图可以看出，项目附近海域基本为往复流，潮流基本为 E-W 流向。涨急时，潮流自 E 向 W 流去；落急时，流向相反，潮流自 W 向 E 流去。工程附近海域涨急时最大流速约 0.72m/s，落急时最大流速约 0.62m/s。工程区周边海域表层流速最大，底层流速最小。

**图 7.1-6　计算海域大潮涨急表层潮流场**

**图 7.1-7　计算海域大潮落急表层潮流场**

**图 7.1-8　工程附近海域大潮涨急表层潮流场**

**图 7.1-9　工程附近海域大潮落急表层潮流场**

## 7.1.2 施工期悬浮物对水质环境的影响

### 7.1.2.1 预测模型

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

**（1）控制方程**

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

式中：C：为浓度；

S：为源项的排放量；

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

$C_s$：为源项的排放浓度；

$D_h$：为横向扩散系数；

$D_v$：为垂向扩散系数；

其它符号同上。

**（2）边界条件**

固边界上，浓度通量为 0。

开边界上，

$C|_\Gamma=0$ 入流段

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

其中 n 为边界的法线方向，Γ为水边界。

**（3）初始条件**

因为悬浮物对应的海水水质标准是人为造成增加的量，所以模型预测只考虑悬浮物增量，初始条件设本底值为 0。

**（4）沉降速度**

泥沙沉速与泥沙颗粒粒径有关。对于泥沙粒径<0.02mm 的，将发生絮凝现象，沉速取 0.0005m/s。对于粒径大于>0.02mm 的，悬浮物沉速采用武汉水利电力学学院静水泥沙沉速公式计算，公式如下所示。

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

其中，υ为水运动粘滞系数，取值 0.0000011m²/s；D 为悬浮物中值粒径（mm）；α为重率系数，取 1.7。

#### 7.1.2.2 评价标准

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

#### 7.1.2.3 海底管道施工悬浮物对海水水质环境的影响预测

**（1）源强和位置**

本工程拟建 1 条 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 的海底混输管道，长度[redacted]。

新建 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输管道全程埋设，采用后挖沟方式。

A.CB-CEPC 开始到绕黄骅港 3#锚地长度[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 3m，管沟底宽 3m，顶宽 8m，挖沟速度 400m/d，人工碎石回填 0.8m；

B.与进出黄骅港煤炭港区的船舶轨迹交越段长度约为[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

C.穿越渤海湾中部水域船舶定线制区域长度约为[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 4m，沟底宽 4m，顶宽 9m，挖沟速度 300m/d，自然回填；

D.其他段长度约[redacted]，埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，沟底宽 1.5m，顶宽 5m，挖沟速度 1850m/d，自然回填。

E.跨越施工采用吹泥方法，吹泥长度 300m，吹泥横截面积 10m²，吹泥速度 600m/d。

本工程海底混输管道产生的悬浮物量约为 626592m³。

**表 7.3-1 海底管道挖沟源强**

| 类别 | 长度（km） | 埋深（m） | 挖沟速度（m/d） | 悬浮物产生量（m³） | 源强（kg/s） |
|---|---|---|---|---|---|
| A | [redacted] | 3 | 400 | 214865 | 15.71 |
| B | [redacted] | 4 | 300 | 107196 | 17.96 |
| C | [redacted] | 4 | 300 | 166298 | 17.96 |
| D | [redacted] | 1.5 | 1850 | 135233 | 24.31 |
| E | [redacted] | 1.5 | 吹泥速度：600m/d | 3000 | 12.4 |
| 合计 | [redacted] | / | / | 626592 | / |

**（2）预测方式**

本报告海底混输管道后挖沟产生悬浮物源强按表 7.3-1 进行分段预测。采用典型控制点连线的方法计算悬浮物影响面积，选取海底管道悬浮物各段源强起止点、拐点位置作为控制点，控制点位置分布见下图所示。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后挖沟产生悬浮物的浓度增量超海水水质标准的总影响范围。本项目海底混输管道跨越段采用吹泥方法，跨越段吹泥施工产生悬浮物的影响与海底混输管道后挖沟的影响范围进行类比。

**图 7.3-1　悬浮物计算控制点位置分布**

**（3）预测结果**

由计算知，本项目 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 海底混输管道后挖沟施工期间表层悬浮物无超一类海水水质标准海域；中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积为 27.22km²；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 53.38km²；超三类海水水质标准的包络线面积为 10.53km²；超四类海水水质标准的包络线面积为 6.59km²；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.90km，施工结束后恢复到一类水质最长需 2h。

**表 7.3-2　海底混输管道后挖沟产生的悬浮物预测结果**

| 层位 | 超一类水质（km²） | 超三类水质面积（km²） | 超四类水质面积（km²） | 超一类最大距离（km） | 结束后恢复一类水质时长(h) |
|---|---|---|---|---|---|
| 表层 | 0 | 0 | 0 | A 段：0.55<br>B 段：0.81<br>C 段：0.79<br>其它段：0.90 | 2 |
| 中层 | 27.22 | 0 | 0 | | |
| 底层 | 53.38 | 10.53 | 6.59 | | |

**表 7.3-3　海底混输管道后挖沟产生的悬浮物不同超标倍数包络面积（km²）**

| 层位 | 悬浮沙泥沙超标倍数（倍） | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0~1 | 1~4 | 4~9 | >9 |
| 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 中层 | 15.00 | 12.22 | 0 | 0 |
| 底层 | 19.24 | 13.41 | 10.20 | 10.53 |

**图 7.3-2　海底混输管道后挖沟悬浮物浓度增量包络线（中层）**

**图 7.3-3　海底混输管道后挖沟悬浮物浓度增量包络线（底层）**

（4）类比结果

根据类比，海底混输管道跨越段吹泥产生的表层悬浮物无超一类海水水质标准海域；中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积不超过 0.20km²；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不超过 0.39km²；超三类海水水质标准的包络线面积不超过 0.08km²；超四类海水水质标准的包络线面积不超过 0.05km²；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离不超过 0.90km，施工结束后恢复到一类水质最长不超过 2h。

**表 7.1-5　跨越段施工产生的悬浮物预测结果**

| 层位 | 超一类水质（km²） | 超三类水质面积（km²） | 超四类水质面积（km²） | 超一类最大距离（km） | 结束后恢复一类水质时长(h) |
|---|---|---|---|---|---|
| 表层 | 0 | 0 | 0 | 0.90 | 2 |
| 中层 | 0.20 | 0 | 0 | | |
| 底层 | 0.39 | 0.08 | 0.05 | | |

**表 7.1-6　跨越段施工产生的悬浮物不同超标倍数包络面积（km²）**

| 层位 | 悬浮沙泥沙超标倍数（倍） | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0~1 | 1~4 | 4~9 | >9 |
| 表层 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 中层 | 0.11 | 0.09 | 0 | 0 |
| 底层 | 0.14 | 0.10 | 0.07 | 0.08 |

### 7.1.3 其他污染物对海水水质环境的影响分析

**（1）施工期**

施工期船舶人员生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排海，改造平台施工人员生活污水经平台生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求后排放入海，生活污水排放量小，类比渤海海上平台生活污水排放预测结果可知，一般生活污水超标影响范围在一个网格 30m 范围内，且其施工期影响为临时的，故生活污水对海洋环境影响小。

船舶含油污水由污油水系统收集，密闭存储，并按照《沿海海域船舶排污设备铅封程序规定》对船舶污油水系统的排放阀以及能够替代该系统的其他系统与油污水管路直接相连接的阀门予以铅封，运至陆上交有资质单位处理，因此施工船舶不会直接向施工海域排放含油污水，正常工况下不会对海洋环境造成不利影响。

**（2）运营期**

本项目新建海底管道运营期仅有少量防腐用的牺牲阳极锌离子释出，对海水水质影响很小。

### 7.1.4 小结

本项目评价范围内的敏感目标主要为渔业“三场一通道”。根据数值预测结果，本项目海底管道铺设产生悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.90km，因此，本项目建设对评价范围内的海洋生态敏感区的影响较小。

## 7.2 海洋沉积物环境影响分析

本项目新建海底管道运营过程中海底管道外防腐牺牲阳极中锌的释放对沉积物环境有轻微影响。海底管道采用手镯型铝基牺牲阳极，阳极块主要成分为铝，锌的含量仅为 5%。锌在发生原电池反应后，将以锌离子形态释放到海底沉积物环境中，使管道周围沉积物环境中锌含量略有增加。由于阳极块间隔较远，锌离子向环境释放的影响不会相互叠加，所以可以把每个阳极块当做一个单独的释放源。参考其他项目牺牲阳极规格，每个阳极块的重量按 67.1kg、阳极块中锌含量按 5%计算，假定锌全部释放到周围 10m 的海底沉积物，可使周围沉积物锌含量增加 $0.03\times10^{-6}$，叠加该海域海洋环境现状调查沉积物中的锌含量平均值 $108\times10^{-6}$，则海底管道周围沉积物中锌含量最大为 $108.03\times10^{-6}$，低于海洋沉积物质量标准的第一类标准值 $150\times10^{-6}$，因此海底管道防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

在海底管道铺设期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境。本工程新建 1 条 [redacted] 长海底管道，其中管沟开挖面积为 0.29km$^2$，泥沙覆盖面积约 0.90km$^2$。

## 7.3 海洋生态环境影响分析与评价

### 7.3.1 海洋生态环境的影响分析与评价

#### 7.3.1.1 项目建设对浮游植物的影响分析

本项目海底混输管道铺设搅起的小颗粒轻物质悬浮于水中，将使海水浑浊度增加，透明度降低，致使光合作用降低，从而影响浮游植物的繁殖生长，基础生产力将受到

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

#### 7.3.1.2 项目建设对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用，浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力，同时其种群动态变化又可能影响许多鱼类和其他动物资源群体的生物量。海底管道铺设搅起的悬浮物将增加海水的浑浊度，减少了透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短时期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

#### 7.3.1.3 项目建设对底栖生物资源的影响分析

海底管道挖沟所破坏的海底面积及在沟两侧所堆积的挖沟泥沙对底栖生物造成破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏施工现场周围海底部分底栖生物并影响沿管道一带的海底生态环境，对底栖生物的影响主要是对底栖生物的掩埋作用。但随着施工结束以及时间的推移，海底管道路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

#### 7.3.1.4 项目建设对游泳生物的影响分析

挖沟搅起的悬浮物可以阻塞鱼类的鳃组织，造成其呼吸困难，严重的可能会引起死亡。对渔业资源会产生一定的影响。悬浮物对渔业资源的影响除可产生直接致死效应外，还存在间接、慢性的影响，例如：①造成生物栖息环境的改变或破坏，引起食物链和生态结构的逐步变化，导致生物多样性和生物丰度下降；②造成水体中溶解氧、透光度和可视性下降，使光合作用强度和初级生产力发生变化，进而影响水生动物的生长和发育；③混浊的水体使某些种类的游动、觅食、躲避致害、抵抗疾病和繁殖的能力下降，降低生物群体的更新能力等。

此外，施工过程会对浮游植物和浮游动物的生长产生不利影响，严重时甚至会导致死亡。部分鱼类是以浮游植物为食，而且这些种类多为定置性种类，活动能力较弱，

工程施工期就会对其生长产生不利影响。因此，从食物链的角度考虑，施工不可避免对鱼类和虾类的存活与生长产生明显的抑制作用，对渔业资源带来一定负面影响。

#### 7.3.1.5 海洋生物资源损失量预测

**（1）生物损失量评估方法**

生物量损失计算参照中华人民共和国农业部发布的水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）中的有关规定进行。

1）污染物扩散造成的生物资源损失

污染物扩散范围内对海洋生物资源的损害评估，分一次性损害和持续性损害。

A、一次性损失计算方法

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

式中：

$W_i$——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg）；

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

$S_j$——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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

n——某一污染物浓度增量分区总数。

B、持续性损失计算方法

当污染物浓度增量区域存在时间超过 15d 时，应计算生物资源的累计损害量。计算以年为单位的生物资源的累计损害量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

式中：

$M_i$——第 i 种类生物资源累计损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

$W_i$——第 i 种类生物资源一次平均损害量，单位为尾、个或千克（kg）；

T——污染物浓度增量影响的持续周期数（一年实际影响天数除以 15），单位为个。

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），各类生

物的损失率取值如下：

**表 7.3-1　污染物对各类生物损失率**

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

2）占用海域造成的底栖生物资源损失

底栖生物资源损害量评估按下面公式计算：

$W_i = D_i \times S_i$

式中：

Wi——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg），这里指底栖生物资源受损量；

Di——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米〔尾（个）/km²〕、尾（个）每立方千米〔尾（个）/km³〕、千克每平方千米（kg/km²），在此为底栖生物生物量；

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

**（2）工程对底栖生物资源的影响评价**

工程对底栖生物的影响主要为海底混输管道挖沟堆积占海对底栖生物造成的损失。本项目挖沟掘起的沉积物对沟两边的覆盖宽度大约各 10m，离管沟 5m 以内的底栖生物按 100%损失计算，5m-10m 间的底栖生物按 50%损失计算。具体计算见下表。

**表 7.3-2　项目造成底栖生物损失量估算**

| 影响环节 | 影响面积（m²） | 密度（g/m²） | 损失率（%） | 损失量（t） |
|---|---|---|---|---|
| 管沟开挖 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 离管沟 5m 内 | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| 离管沟 5~10m | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| 合计 | | | | [redacted] |

**（3）海底混输管道施工对渔业资源的影响评价**

海底混输管道铺设造成生物资源损失计算按一次性损失计算。悬浮物扩散影响面积取管道挖沟和跨越段吹泥施工产生悬浮物的表层、中层、底层超标面积平均值的加和，水深取工程海域全部水深（15m）。算得悬浮物造成的渔业资源损失量见下表所示。

**表 7.3-3　海底混输管道施工产生悬浮物造成的渔业资源损失量**

| [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |
| | [redacted] | [redacted] | | [redacted] | [redacted] |

### （5）生物损失量小结

综上，[redacted]

**表 7.5-5　本项目造成的海洋生物资源损失合计**

| [redacted] | [redacted] |
|---|---|
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |

### 7.3.2 重要水生生物“三场一通道”影响分析

本项目位于白姑鱼、蓝点马鲛、鳀、银鲳产卵场内，路由穿越对虾洄游通道。其中白姑鱼产卵盛期在 5 月下旬-6 月上旬，蓝点马鲛产卵盛期在 5 月下旬~6 月中旬，鳀产卵盛期在 5 月下旬-6 月上旬，银鲳产卵盛期在 5-6 月。

根据预测结果，海底混输管道挖沟产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围最远扩散距离为 0.90km，施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间在 2h 以内，可见悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复。建设单位应合理安排工期，施工期海底混输管道挖沟作业避开经济鱼类的产卵盛期（5-6 月），最大限度地减少污染物对海洋生态环境和渔业资源的影响。项目施工结束后也通过渔业增殖补偿等措施修复海洋渔业资源，可减少对海洋渔业的影响，因此本工程的建设对渔业“三场一通道”的影响是暂时且可恢复的，不会对三场一通道的主要功能产生重大影响。

本项目海底混输管道正常生产阶段仅有少量牺牲阳极锌离子释出，对海洋环境影响很小，因此生产阶段对周围渔业“三场一通道”基本无影响。

综上，本项目对重要水生生物“三场一通道”的影响程度较弱，影响可接受。

### 7.3.3 重要生态敏感区影响分析

本项目评价范围内无珍稀濒危海洋生物、水产种质资源保护区、重要湿地、特殊生境、自然保护地、生态保护红线等生态敏感区，本项目建设不会对上述重要生态敏感区造成影响。

### 7.3.4 小结

本项目共计造成[redacted]

本项目评价范围内不涉及重要物种和特殊生境，不涉及自然保护地、生态保护红线、岸滩，不会造成或加剧重大生态环境问题或风险。项目建设造成的生物资源损失量较小，对生物资源和重要水生生物“三场一通道”的影响程度均较弱，对周边海洋生态的影响可接受。

# 8 海洋生态环境风险评价

## 8.1 风险调查及评价等级

本项目拟新建 1 条[redacted]海底混输管道，将 1 条现有注水海底管道转输天然气，并对 4 个现有平台进行适应性改造。本项目涉及的主要危险物质是油类。

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

### 8.1.1 环境风险潜势判定

根据建设单位提供资料，运营阶段本次工程新增海底管道油类最大存在总量约为[redacted]，油类密度按[redacted]计算，则油类在线量为[redacted]。

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

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

运营阶段：Q=[redacted]；

施工阶段：Q=[redacted]。

### 8.1.2 环境敏感目标调查

本项目识别出的环境风险敏感目标可见报告 4.3.7 章节内容。

## 8.2 风险评价工作等级

根据 8.1.1 节，本项目施工阶段危险物质数量与临界量的比值 Q=34.8，运营阶段为 16.6，根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.1，项目行业及生产工艺 M 为“石油天然气”，分值为 10（M3）；根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.2，判定危险物质及工艺系统危险性 P 分级为 P3。项目位于鱼类“三场一通道”，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 G2，属于一般敏感区，环境敏感程度判定为 E2，结合危险物质及工艺系统危险性 P 分（P3），根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 2，最终判定环境风

险潜势为III，根据表 1 评价工作等级为二级。

**表 8.2-1　环境风险评价等级**

| 环境风险潜势 | IV、IV+ | III | II | I |
|---|---|---|---|---|
| 评价工作等级 | 一 | 二 | 三 | 简单分析 a |
| a 是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。 | | | | |

## 8.3 环境风险评价范围

根据预测结果，油膜最大扩散（直线）距离约 95km，环境风险评价范围确定为以溢油点为中心（新建海底管道 CB-CEPC 端）外扩 95km 的范围（距离不足的以到岸为准）。

## 8.4 环境风险识别

在海上油田开发过程中，由于涉及大量易燃、易爆油气产品，加上油田开发工艺、设备运行的复杂性，因而存在油气泄漏、火灾和爆炸等重大事故的潜在风险，它们会严重危害环境以及人群生命和健康。溢油风险分析与评价为本次环境影响评价的工作重点之一。

### 8.4.1 物质风险性识别

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

**表 8.4-1　原油理化及危险性质**

[redacted]

[redacted]

表 8.4-2　柴油理化性质及危险特性表

[redacted]

## 8.4.2 生产系统风险识别

针对本项目在施工期和运营期工艺风险进行分析，主要包括施工期平台改造时动火作业存在的火灾爆炸风险、施工船舶碰撞及运营期间海底管道的原油泄漏等事故。具体如下表所示。

**表 8.4-3　工艺系统风险识别**

| 识别内容 | 阶段/环节 | 危险物质 | 环境风险类型 | 影响对象 |
|---|---|---|---|---|
| 施工期 | 平台改造、动火作业 | 原油 | 火灾爆炸 | 海洋环境、大气环境 |
| | 施工船舶使用 | 燃料油 | 燃料油泄漏 | 海洋环境 |
| 运营期 | 管线集输 | 原油 | 原油泄漏 | 海洋环境 |

### 8.4.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质为油类，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析见下表。

**表 8.4-4　危险物质向环境转移的途径识别**

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

## 8.5 环境风险危害识别与事故频率估算

### 8.5.1 油气泄漏事故风险识别

#### 8.5.1.1 建设阶段的油气泄漏事故风险识别

（1）船舶碰撞燃料油泄漏

在施工阶段涉及的船舶主要有拖轮、浮吊等，船舶和周围设施之间可能因设备故障、人员操作失误等原因发生碰撞，从而可能导致船舶储油设施发生泄漏。

（2）平台改造施工火灾/爆炸

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

#### 8.5.1.2 生产阶段的油气泄漏事故风险识别

本项目建成投产后，生产作业人员倒班和物料运送依托原有船舶进行作业，运营期主要风险为海底管道破裂溢油风险。

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

## 8.5.2 油气泄漏事故概率分析

由于海上油田工程开发作业过程中引发溢油事故的因素复杂，加上已掌握的统计数据有限，要对所有事故的发生概率做定量分析是十分困难的，本节事故概率分析主要参考国际油气生产商协会（OGP）编制的《风险评估数据指南》（2010年3月版）。《风险评估数据指南》归纳整理了挪威科学工业研究基金会（SINTEF）、挪威船级社（Det Norske Veritas）等机构统计的海洋油气开发工程事故数据。主要数据涵盖了英国大陆架、北海、墨西哥湾等海域石油开采工程中的井涌、井喷、储罐泄漏、海底管道与立管泄漏、船舶碰撞等事故概率。本节借助于《风险评估数据指南》中的数据，结合本油田工程特点对开发生产过程中可能导致较严重溢油的事故可能性进行定量定性分析。

### 8.5.2.1 平台改造施工火灾/爆炸

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

### 8.5.2.2 船舶碰撞泄漏事故

施工期间平台附近船舶主要为拖轮、浮吊等；运营期不新增船舶数量，不新增船舶碰撞风险。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与油田设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》（2010），船舶与平台等油田设施发生碰撞的概率见下表。

**表 8.5-1 船舶碰撞概率**

| 船舶类型 | 碰撞频率（世界范围） | 亚洲地区分配系数 | 造成重大损伤 | 碰撞概率 |
|---|---|---|---|---|
| 本油田船舶 | $8.8\times10^{-5}$ | 0.17 | 26% | $3.9\times10^{-6}$ |
| 外来航船 | $2.5\times10^{-5}$ | 0.17 | 26% | $1.1\times10^{-6}$ |

本项目施工期发生船舶碰撞并造成产生重大损伤的概率为 $5.0\times10^{-6}$ 次/a。由于船舶碰撞造成的溢油事故概率将至少低一个数量级，因此，船舶碰撞造成溢油事故的概率小于 $5.0\times10^{-7}$ 次/a。

#### 8.5.2.3 海底混输管道泄漏

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 8.5-2 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 | 井流管道，以及输送未处理流体的小管道 | $5.0\times10^{-4}$ | 次/km·a |
| | 输送处理后的油气，管径≤24 英寸 | $5.1\times10^{-5}$ | 次/km·a |
| | 输送处理后的油气，管径＞24 英寸 | $1.4\times10^{-5}$ | 次/km·a |

经计算，本项目新建混输海底管道最大环境风险事故概率为 $2.14\times10^{-3}$ 次/a。

**表 8.5-3 海底管道泄漏概率**

| 管道名称 | 管长（km） | 管径（in） | 泄漏概率 |
|---|---|---|---|
| CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海底管道 | [redacted] | [redacted] | $2.14\times10^{-3}$ 次/a |

### 8.5.3 溢油事故溢油量估计

#### 8.5.3.1 建设阶段溢油量估计

施工期船舶碰撞燃料油泄漏事故及平台改造施工火灾/爆炸，平台火灾爆炸溢油入海几率很小且溢油量难以估计，因此本节只给出建设阶段因船舶碰撞泄漏的燃料油（柴油）最大可能溢油量。本项目取拖轮单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量为 400m³。

#### 8.5.3.2 生产阶段溢油量估计

由于本项目运营期不新增值班船等，故不新增运营期船舶碰撞风险，生产阶段可能发生海底混输管道泄漏引起的溢油事故。新建海底混输管道长 [redacted]，内管尺寸为 14"。当栈桥管道发生泄漏事故时，在 15s 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，管段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》（HJ169-2018）：“油气长输管线泄漏事故，截断阀启动后，泄漏量以管道泄压至与环境压力平衡所需时间计”。因此，本项目截断阀启动后泄漏量仅考虑阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量。

当管道发生泄漏事故时，在 15s 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：

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

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；

$V_{pre\text{-}shut}$ 为截断阀关闭前泄漏量，bbl。

截断阀关闭前泄漏量（$V_{pre\text{-}shut}$）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；

A——裂口面积，$m^2$；

ρ——泄漏液体密度，$kg/m^3$；

P——容器内介质压力，Pa；

$P_0$——环境压力，Pa；

g——重力加速度，$9.81m/s^2$；

h——裂口之上液位高度，m；取 0m。

本项目新建海底混输管道长约[redacted]，根据上述公式计算得出物料泄漏量为 $532m^3$（含水率 50%），523t。

本项目的最大可信事故为海底混输管道破裂溢油事故，泄漏物料体积约为 $532m^3$（含水率 50%）。

### 8.5.4 最大可信事故选取

根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平台改造施工火灾爆炸、船舶碰撞、海底管道破裂溢油等。不同的溢油事故带来的环境风险程度不同。事故风险高低通常用环境风险危害程度来表征。进行环境风险分析的目的是确定那些环境风险程度较高的溢油事故，从而采取相应的防范措施。

**表 8.5-4　本项目各类溢油事故环境风险判别**

| 事故类型 | 规模 | 事故概率 | 环境风险危害程度 |
|---|---|---|---|
| 平台改造施工火灾/爆炸 | 不定 | 很小 | 高 |
| 船舶碰撞 | 400m$^3$ | 5.0×10$^{-7}$ 次/a | 高 |
| 新建管道破裂 | 532m$^3$ | 2.14×10$^{-3}$ 次/a | 高 |

结合上述分析本项目新建海底混输管道破裂溢油事故，其发生概率为 2.14×10$^{-3}$ 次/a，最大可能溢油量为 532m$^3$。

## 8.6 环境风险事故影响分析

通过上节分析可知，本项目最大可信事故为运营期海底混输管道破裂溢油事故，最大物料溢油量为 532m$^3$（含水率 50%），523t。本项目对其进行事故状态下的溢油预测，分析本项目运营期的风险影响程度。

### 8.6.1 溢油预测模式

#### 8.6.1.1 模型介绍

溢油进入海洋水体后，在自身重力及海洋水体物理化学的作用下，同时发生扩展、漂移、扩散、蒸发、乳化、溶解等风化过程。本项目采用的溢油模型基于“油粒子”模型模拟溢油在水体中的扩展、漂移和风化过程，“油粒子”模型就是把溢油离散为大量粒子，每个粒子代表着一定体积的溢油，粒子的随机走动模拟了油膜的漂移过程，风化作用可以通过粒子的质量损失和热量交换来表示。模型油粒子个数为 5000 个。

#### 8.6.1.2 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 1.：

$$U = U_b + U' \quad V = V_b + V' \qquad (1)$$

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为：

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

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。

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：

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

依 Johanson-Ichiye 的公式，垂向涡动扩散系数由下式计算：

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

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

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

对 $di<de$，由 Stokes 定律：

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

对 $di>de$，则有：

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

式中：$g$、$di$、$v$、$\rho_0$、$\rho_W$ 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：

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

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为：

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

式中：$A'$=6.3，$B'$=10.3，$T$ 为油温，$T_G$ 为油的沸点曲线梯度，$T_o$ 为油的初始沸点温度，$\theta'$为挥发系数由下式确定：

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

式中：$C$ 为常数，$W$ 风速，$t$ 时间，$A$ 油膜面积，$V_o$ 初始溢油体积。乳化程度由含水率 $Y_W$ 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 $Y_W$ 为乳化物含水量（%），$K_A$ 取 $4.5\times10^{-6}$，$K_B$ 取 $1/Y_W^F$，$Y_W^F$ 为最终含水量，取 1.25。

则水面油粒子体积应为：

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

设乳化前油密度为$\rho_0$，水密度为$\rho_W$，则乳化后油密度：

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

蒸发对油密度的影响为：

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

综合挥发、乳化影响，油密度表达为：

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

忽略油粘性随温度的变化，即仅考虑乳化、挥发的影响，乳化将增加油的粘性：

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

挥发对油粘性的影响为：

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

综合挥发、乳化作用，油粘性变化表示为：

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

其中，$\nu_0$ 为初始时油膜的运动粘性系数。

## 8.6.2 预测情景设定

### 8.6.2.1 溢油位置选择

本次评价选择新建海底管道[redacted]作为溢油预测点。

### 8.6.2.2 源强

本项目的最具代表性事故为海底混输管道破裂溢油事故，根据上述公式计算得出物料泄漏量为 532m$^3$（含水率 50%），523t。

### 8.6.2.3 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。

### 8.6.2.4 溢油计算时段

预测选取 48h 作为溢油预测的时段。

### 8.6.2.5 风场

根据本项目所处的地理位置及周边敏感区分布情况，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。风向及多年平均风速、最大风速取值来源《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目海洋环境调查报告书》（2021 年 11 月）。

**表 8.6-1 溢油数值模拟扩散选取风参数**

| 方向 | N | ENE | E | SE | SSW | NW | WNW |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均风速（m/s） | 7.0 | 7.8 | 6.3 | 5.4 | 6.2 | 8.1 | 6.3 |
| 最大风速（m/s） | 20.8 | 27.8 | 17.3 | 17.3 | 16.5 | 25.8 | 23.3 |

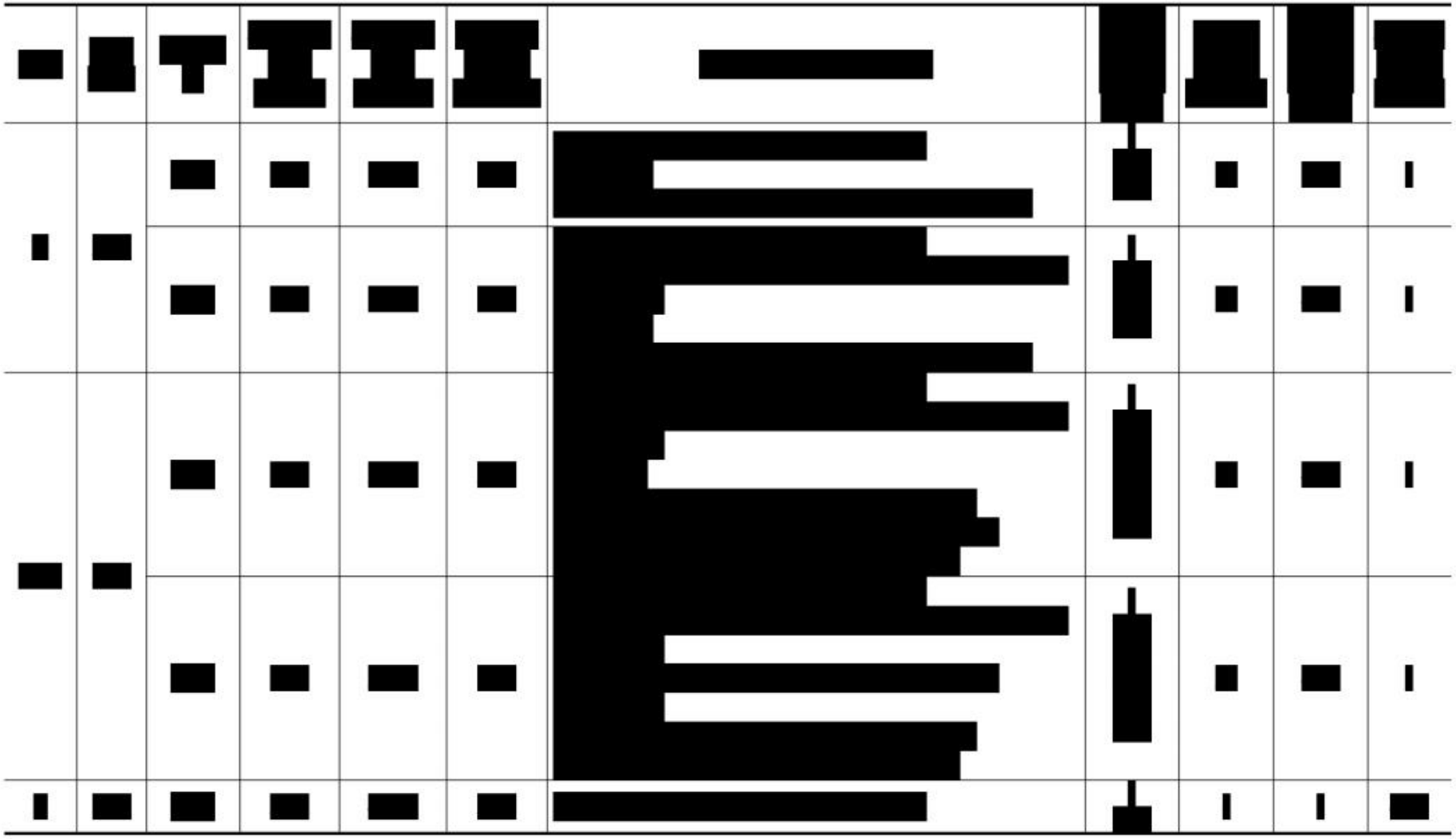
## 8.7 溢油预测结果

综合考虑气象资料和工程所处海域相关敏感目标后，按照现有风场资料，给出了上述各个风向在平均风和极值风情况下经过 48h 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，在图中可以看到油膜轨迹分布相对密集。

**表 8.7-1　不同风向、极风情况下溢油发生后 48h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）**



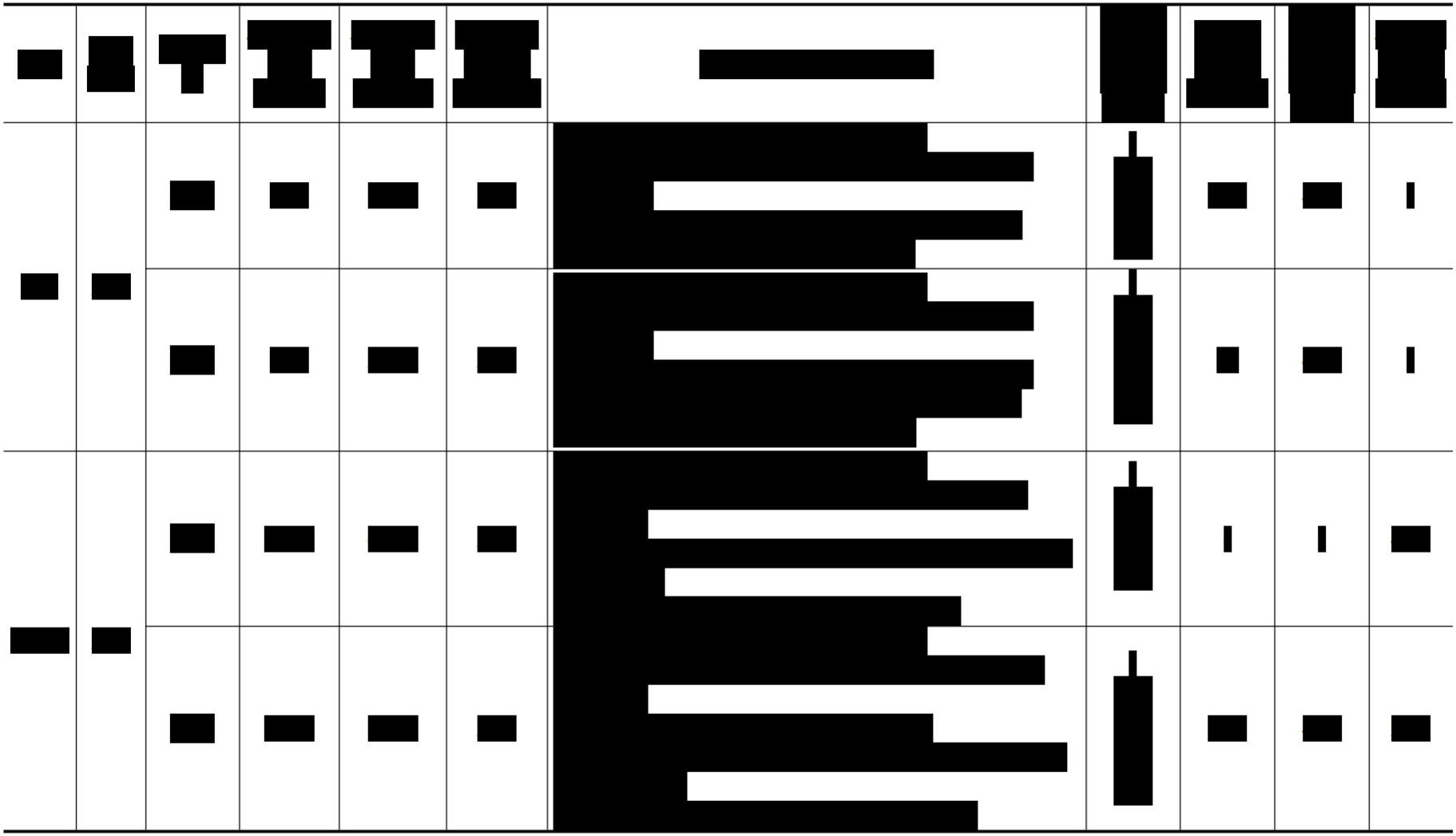


**表 8.7-2　不同风向、极风条件下溢油发生后 1.5h、12h、24h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）**

| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] |  |  | [redacted] |  |  | [redacted] |  |  | [redacted] |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |  |  |  |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  |  |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  |  |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  |  |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  |  |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  |  |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
|  |  |  | [redacted] |  | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] |  | [redacted] |  | [redacted] | [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 8.7-3　不同风向、均风情况下溢油发生后 48h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）**

[redacted]

**表 8.7-4　不同风向、均风条件下溢油发生后 1.5h、12h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）**

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

**图 8.7-1　极风涨潮 48h 粒子轨迹图**

**图 8.7-2　极风落潮 48h 粒子轨迹图**

**图 8.7-3　均风涨潮 48h 粒子轨迹图**

**图 8.7-4　均风落潮 48h 粒子轨迹图**

## 8.8 对环境敏感目标影响分析

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

本项目可能影响到的敏感目标见下表所示。

项目溢油可能抵达周围环境敏感区，其中银鲳、蓝点马蛟、鲹、白姑鱼产卵场即刻抵达，抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产资源种质资源保护区-渤海湾核心区最短时间为 4h、抵达东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区及生态红线区 6.5h，抵达东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区 8.5h，其它敏感区抵达时间均在 10h 以上。

**表 8.8-1　各敏感区的分布及抵达敏感目标的最短时间**

| 敏感目标类型 | 敏感目标名称 | 不利条件 | [redacted] | 最短到达时间（h） |
|---|---|---|---|---|
| 渔业水域 | 银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场 | 所有 | [redacted] | 0 |
| 水产种质资源保护区 | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产种质资源保护区-莱州湾保护区 | 极风涨潮：WNW<br>极风落潮：WNW | [redacted] | 36.5 |
| | 辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产资源种质资源保护区-渤海湾核心区 | 极风涨潮、落潮：SE/E/ENE<br>极风落潮：N<br>均风涨潮：E/ENE/N<br>均风落潮：SE/E/ENE/N | [redacted] | 4 |
| | 无棣中国毛虾国家级水产种质资源保护区 | 极风、均风涨潮、落潮：ENE | [redacted] | 13.5 |
| | 马颊河文蛤国家级水产种质资源保护区 | 极风涨潮、落潮：ENE | [redacted] | 18 |
| | 东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区 | 极风涨潮：N<br>极风落潮：N/NW<br>均风涨潮：N/NW<br>均风落潮：N/NW | [redacted] | 6.5 |
| | 黄河口半滑舌鳎国家级水产种质资源保护区 | 极风涨潮：NW<br>极风落潮：NW<br>均风涨潮：NW<br>均风落潮：NW | [redacted] | 10.5 |
| 海洋特别保护区 | 东营黄河口生态国家级海洋特别保护区 | 极风涨潮：WNW<br>极风落潮：WNW | [redacted] | 42 |
| | 天津滨海国家海洋公园 | 极风涨潮、落潮：SE | [redacted] | 43.5 |
| | 东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区 | 极风涨潮：NW/WNW<br>极风落潮：NW/WNW<br>均风涨潮：NW/WNW<br>均风落潮：NW/WNW | [redacted] | 8.5 |
| | 歧口海洋特别保护区 | 极风涨潮：E<br>极风落潮：E | [redacted] | 44.5 |
| 生态保护红线 | | 除均风涨、落潮：ENE/E/SE/SSW | [redacted] | 6.5 |
| 自然保护区 | 山东黄河口三角洲国家级自然保护区 | 极风涨潮：NW<br>极风落潮：NW/WNW<br>均风涨潮：NW<br>均风落潮：NW | [redacted] | 11 |
| | 河北乐亭菩提岛诸岛省级自然保护区 | 极风涨潮：SSW<br>极风落潮：SSW | [redacted] | 45 |
| | 滨州贝壳堤岛与湿地国家级自然保护区 | 极风涨潮、落潮：ENE | [redacted] | 13.5 |

## 8.9　溢油环境影响分析与评价

海上溢油一般以溶解状态、乳化状态、吸附和沉降状态等为主，其中以溶解状态

毒害最大。溢油对海洋生物的影响包括物理作用和化学毒害两个方面。物理作用包括油品黏附覆盖于生物体表，导致生物丧失或减弱活动能力，堵塞生物的呼吸和进水系统，吸附悬浮物沉降而导致生物幼体失去合适的附着基质等。油类对海洋生物的化学毒害分为两类：一类是大量的原油造成的急性中毒；另一类是长期的低浓度油类的毒性效应（于桂峰，2007）。

### 8.9.1 对浮游生物的影响

（1）浮游植物

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

（2）浮游动物

当溢油浓度较高时，其急性毒性影响可导致浮游动物在短期内死亡。当溢油浓度较低时，溢油可降低浮游动物的运动能力和摄食率，抑制浮游动物的趋化性，降低或阻抑其生殖行为，影响其正常生理功能，降低生长率。浮游动物在海洋中处于被动的游动状态，会被漂浮于海面的粘稠的溢油紧紧粘住，从而失去自由活动能力，最后随油物质一起沉入海底或冲上海滩。溢油附着于浮游动物体表，还可能堵塞浮游动物的呼吸和进水系统，致使生物窒息死亡。被溢油薄膜大面积覆盖着的海域，许多浮游动物，如小虾，会错把白天视为夜幕降临，本能的从水深处游向表层，导致浮游小虾会不分昼夜的滞留于海水表层。溢油薄膜起到了类似日全蚀的作用，从而改变了浮游动

物的正常活动习惯。以浮游植物为饵料的浮游动物，会由于浮游植物数量的减少而减少。浮游动物被许多经济性生物所食，浮游动物的群落结构、数量特征的变动，不仅直接影响着海洋渔业资源，而且溢油的有毒成分可以通过生物富集和食物链传递，最终危害人类健康。浮游生物的生产力约占海洋生态系统总生产力的 95%，浮游生物受到损害，就从根本上动摇了海洋生物“大厦”的基础（张计涛，2007）。

### 8.9.2 对游泳生物的影响

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

如果污染事故发生在鱼类的产卵或孵化场，由于油的覆盖和毒害，鱼卵和幼体会被杀死；性成熟的鱼，当产卵洄游到严重油污、地理位置较窄、浅水和水交换不良处，也会被杀死；产卵场或孵化场受到严重油污，将影响鱼的怀卵数量和产卵行为，种群繁衍可能受到伤害；无脊椎动物由于逃离溢油现场的速度较鱼类慢，因此其受溢油的损害更大。油污染不仅能降低甲壳类动物的摄食率和运动能力，还能抑制甲壳类动物的趋化性，阻抑或降低其生殖行为，延长其蜕皮时间，降低其生长率。溢油污染使水域中大量的饵料生物浮游动、植物等数量减少，破坏了游泳生物的幼体及部分成体赖以生存的饵料基础，食物链网传递能量脱节，致使高营养级生物量下降，造成区域生态失衡。油污干扰了游泳生物正常的生理、生化机能，从而会引起病变。近些年，鱼虾贝类病害时有发生，造成了很大经济损失，水质恶化是造成病害的重要原因之一，而石油污染又是造成水质恶化的重要原因之一。油类污染物在相当长的一段时间持续影响水域生态环境，使游泳生物产生回避反应，继而使一些种类被迫改变生活习性，影响种群正常洄游、繁殖、索饵、分布，从而导致事故海域在一段时间内渔业功能衰退。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类受伤害程度轻，若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

### 8.9.3 对底栖生物的影响

发生溢油后，相当一部分油类污染衍生物质甚至油类颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层油类污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所以一

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

## 8.10 环境风险防控方案

若发生溢油事故，将会对海洋生态、渔业资源和敏感保护目标产生不利影响，为防止溢油事故的发生，需采取相应的措施降低事故发生的概率，提高溢油应急能力，本节详细阐述了在设计、施工和生产运营期间采取的各项溢油风险防范对策措施和应急方法。

### 8.10.1 风险防范措施

#### 8.10.1.1 设计阶段防范措施

防止事故发生最有效的途径就是从工程设计、施工、建造和安装以及生产管理上采取有效措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，防止事故的发生。严格按照设计标准进行精心设计，正确地应用设计规范和建造安装规范是油田各系统结构强度、稳性和抗疲劳程度的基本保证。为此，项目的设计根据相关的国家法律、法规，采用了相应国内规范、标准以及国际通用规范和标准。项目新建海管位双层保温设计，有配重，抵抗风险能力更强。实施这些规范和标准可以保证工程设计、建造和安装质量，是确保安全生产的关键步骤。

#### 8.10.1.2 施工阶段防范措施

**（1）船舶碰撞防范措施**

- 在施工期间，建立溢油应急制度，一旦突发事故造成溢油事故，应迅速做出反应，一方面尽快向部门监督和环保部门汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方

面应同时尽快实施污油回收、消除等有效措施，以减少污染损害。

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

● 制订必要的事故应急程序，配置相应的具有溢油回收功能的施工船舶等。一旦溢油事故发生，立即启动应急程序，并及时报告相关政府部门，对溢油进行清除，将溢油造成的损失降至最低。

● 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让措施。根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。

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

**（2）平台改造火灾爆炸事故风险防范措施**

● 严格执行联合作业安全审核制度；作业前进行必要的安全分析；严格编制与执行作业计划；严格实施作业安全监督；

● 合理布置，确保油气生产区与施工场地保持安全距离；

● 对施工作业人员进行安全培训与教育，严格明火源控制等；

● 根据新增设备设施及物流的接入，完善相应的安全管理制度和操作规程。

**（3）新建海管施工风险防范措施**

新建混输管道全程埋设，在 CB-CEPC 开始绕黄骅港 3#锚地段（长 [redacted]），回填方式采用人工碎石回填 0.8m；与现有海管交越处，采样将现有海管下卧的方式，保证了新建海管埋深达 1.5m，可有效降低海管运行风险。

#### 8.10.1.3 生产阶段防范措施

针对新建的海底管道溢油事故风险，主要制定了以下防范措施：

● 采取管道完整性管理的方法实现对海底管线的事故防范；

● 制定相应的管线保护和检测程序；值班船加强对管线沿途进行巡视，对海底管道进行检测；

● 设置压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置；设置相应的应急关断系统。

## 8.10.2 溢油事故应急处理措施

本项目虽在设计、建造、施工和运行期间将采取各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致海上油气泄漏事故发生的可能性。这种发生概率很低，但却难以预料，仍然存在不可忽视的环境风险。因此必须在以预防为主的基础上，配备适当的应急设备，制定科学的应急预案并建立严格的应急程序，并充分利用现有的应急处理能力和措施，尽最大能力降低海上油气泄漏的环境危害程度。

### 8.10.2.1 溢油应急预案

中海石油（中国）有限公司天津分公司曹妃甸作业公司制定了《埕北油田溢油应急计划》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。

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

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

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

**（1）天津分公司应急指挥中心**

曹妃甸作业公司为天津分公司所辖作业公司之一，埕北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 8.10-1　天津分公司应急组织机构**

**（2）埕北油田应急组织机构**

埕北油田溢油应急小组是在天津分公司应急指挥中心的领导、指导和支持下进行现场级别的溢油应急事故的应急反应，其应急组织机构见下图。发生溢油事故后，无论大小，均必须按要求尽快按向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门提交书面报。

**图 8.10-2　埕北油田群应急组织机构图**

**图 8.10-3　溢油事故报告程序图**

**8.10.2.2 溢油事故分类**

根据《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》（2022 年版）对海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大、一般四级。

1) 特别重大溢油污染环境事件

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

2) 重大溢油污染环境事件

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

3) 较大溢油污染环境事件

溢油量 100 吨以上 500 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

4) 一般溢油污染环境事件

溢油量 1 吨以上 100 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

**8.10.2.3 海上溢油的处理措施**

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

**1. 溢油的监视和追踪**

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

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

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

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

e. 安排无人机对重点区域进行定期巡航观测；

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

g. 报告公司应急指挥中心，派专业的监视和监测队伍。

**2. 溢油的回收条件**

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

a. 海上现场风速达到或超过 6 级；

b. 海上现场海浪高度超过 2 米；

c. 其它潜在火灾、爆炸等安全因素。

**3. 溢油围控和回收技术**

根据不同油品特性及不同条件采取相应的溢油处理方法。溢油处理方法很多。针对海上的溢油应急情况可选择一些溢油控制方案,但必须考虑到所需设备、环境因素的影响，因此要注意优先权的选择。

**A.溢油的围控**

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

围油栏是防止溢油扩散、缩小溢油面积、配合溢油回收的有效器材之一，根据海

域现场实际工况可采用以下种类的围油栏对溢油进行围控回收。

**B.围油栏的布设方法**

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

（1）固定点源持续性溢油围控方法

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

（2）移动点源一次性溢油围控方法

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

操作人员将溢油应急设备开箱检验后，吊到船上并摆放好位置，利用钢丝绳、卸扣、手拉葫芦等固定装置，将溢油设备集装箱固定好，然后迅速驶向溢油位置。围油栏的长度需要 200-400m。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40m，撇油器放置在 J 形的底部。围油栏要尽可能紧靠在主拖船的一侧（10-20m），以便于撇油器或其它回收设备的操作。

U 形拖带由三艘船来完成。拖带时，在前面两艘拖带船同时并进的同时，第三艘船舶则应根据两艘拖船行进的速度，始终处于 U 形的底部外侧，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收作业。此种形式的围扫作业，回收量较大。

（3）特定作业溢油逃逸围控方法

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

**C.吸油拖栏布放方法**

一般情况下，每个作业小组由 2 艘作业船、若干吸油拖栏、消油剂及喷洒装置组成。作业小组应在溢油源顶流的方向形成布设（如图示），且距离溢油源应在 500 至 1000m 之间为宜。为避免作业船将吸油拖栏扯断，需用漂浮缆绳将吸油拖栏逐节连接

固定，缆绳长度应大于吸油拖栏总长，作业船舶拖带缆绳两端进行围控回收作业。

**图 8.10-4 吸油拖栏溢油围控方法示意图**

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

**D.溢油的机械回收**

海上溢油的机械回收主要工具为：撇油器、专业环保船以及其它专业工具。

（1）撇油器

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

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

（2）专业环保船

环保船是设计用于回收水面溢油的一种船舶，主要包括溢油回收装置、回收油储存仓。工作时利用扫油臂将油水混合物吸入，随后内置式撇油器利用油水比重差使油水分离，将水排出，溢油回收至储油舱。专业环保船对中重质溢油回收效率较高，且回收速率快。

（3）船用收油网、人工收油网

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

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

**E.溢油的吸附**

在溢油应急行动中吸附材料一般包括吸油拖栏、吸油毛毡等。

（1）吸油拖栏

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

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

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

（2）吸油毛毡

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

**4.化学消油剂喷洒作业**

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

（1）法规要求

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

当出现下列情况之一时，不得使用消油剂：

1）油膜厚度大于 5mm；

2）溢油为易挥发的轻质油品，而且预计油膜迁移至敏感区域之前即可自然消散；

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

4）海域水温低于 15℃（可在低温环境下使用的消油剂除外）；

5）溢油发生在养殖区、经济鱼虾繁殖季节的区域。

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

**表 8.10-1 消油剂一次性使用量**

| 海区 | 一次性使用量 | 备注 |
|---|---|---|

| | | |
|---|---|---|
| 渤海 | 消除 1 吨溢油<br>（普通型消油剂 0.3-0.5 吨） | 大于 10m 水深 |

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

国家海洋局 2017 年 10 月 10 日发布了《国家海洋局取消“海洋石油勘探开发化学消油剂使用核准”和“海洋工程拆除或改作他用的审批”》，取消“海洋石油勘探开发化学消油剂使用核准”，拟采取以下事中事后监管措施，并要求：企业严格按照化学消油剂使用规定及相关标准配备、使用消油剂，使用消油剂后，企业应主动将时间、地点、用量、使用方式报告海洋主管部门。

（2）使用原则

除上述规定外，在决定使用消油剂时，还应严格遵循下述两个原则：

1）溢油分散剂作为最后的手段，只有在溢油预计漂向岸边或环境敏感水域时，且由于天气和海况的原因，机械回收失败的情况下才使用。

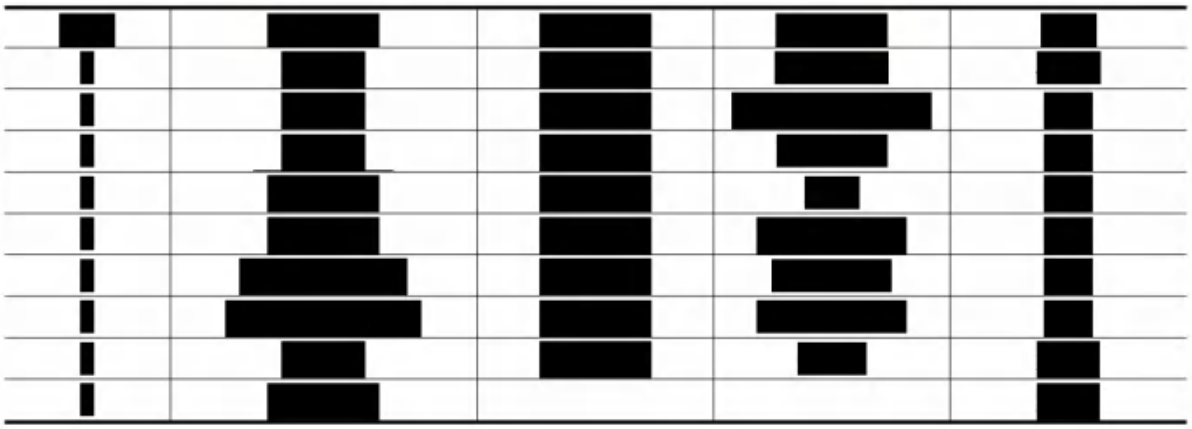
2）溢油分散剂须在海面能见到油污时才能使用，并避免向清洁的海域喷洒，一般溢油分散剂的喷洒在白天进行。

## 8.10.3溢油应急措施有效性分析

### 8.10.3.1 油田自身溢油应急物资

埕北油田各平台都已配备了适量的化学消油剂和一定数量的溢油应急设备。此外，埕北油田守护船在油田值守。一旦发生一般型的溢油事故，埕北油田将以 B 平台为中心，立足于海上现场的溢油应急处置第一时间实现有效拦截与回收，当溢油事故发展到油田自身应急能力无法应对时，可借助外部力量与内部应急力量相结合共同应急。

**表 8.10-2　埕北油田配备的溢油应急设备（存放于 CB-B 平台）**



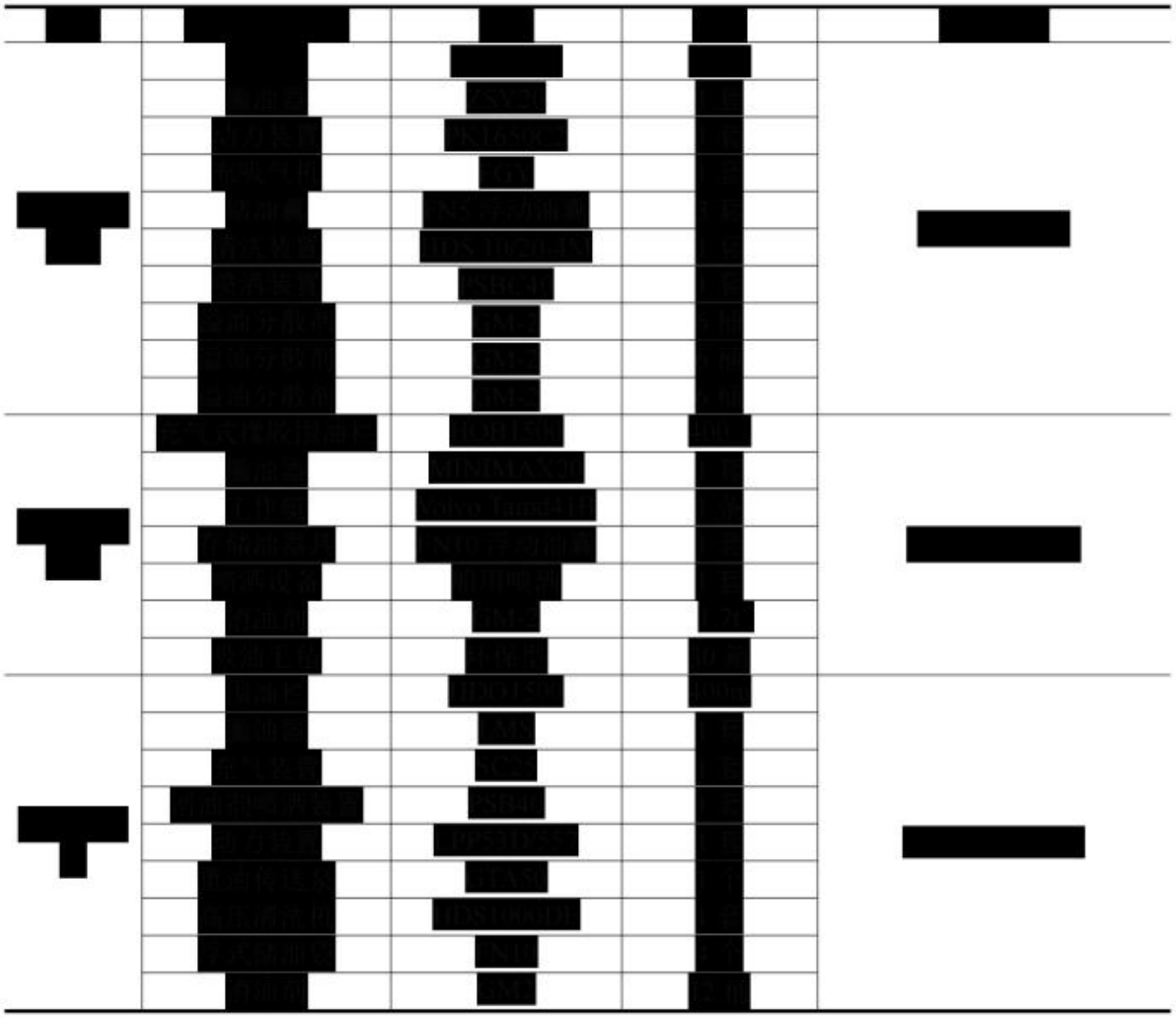
#### 8.10.3.2 周边可利用油田的溢油应急资源

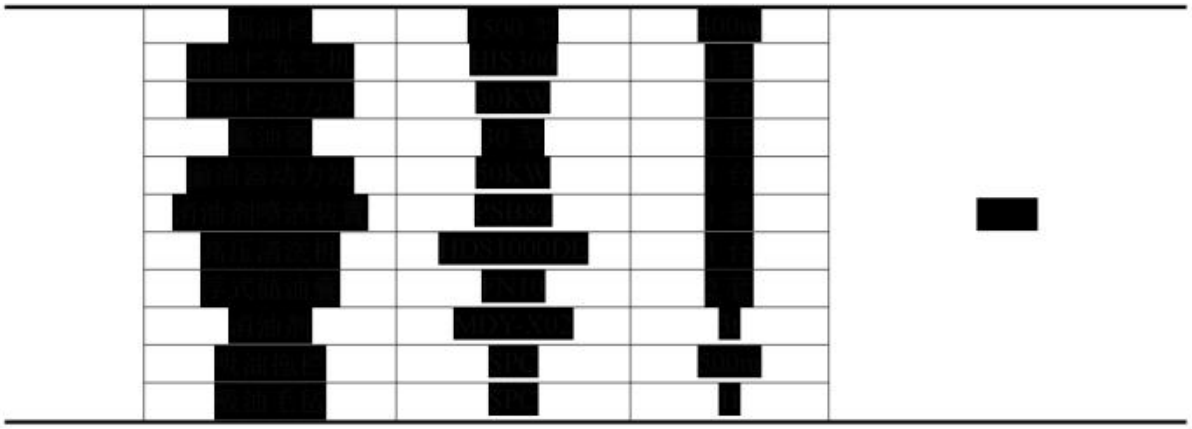
如果发生溢油事故，处理所需的设备、人员超出埕北油田现有的溢油应急力量，需动员其他天津分公司应急资源及陆地溢油应急力量，除此以外，按照“中海石油（中国）有限公司天津分公司溢油应急力量协议”，目前可动员的应急力量主要有中海石油环保服务有限公司。埕北油田周边海区还可借用的应急力量包括歧口 18-1 油田、渤中 25-1 油田、曹妃甸油田等多个油田的设备。

**1. 天津分公司海上平台溢油应急资源**

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

**表 8.10-3　周边可借用溢油应急设备**

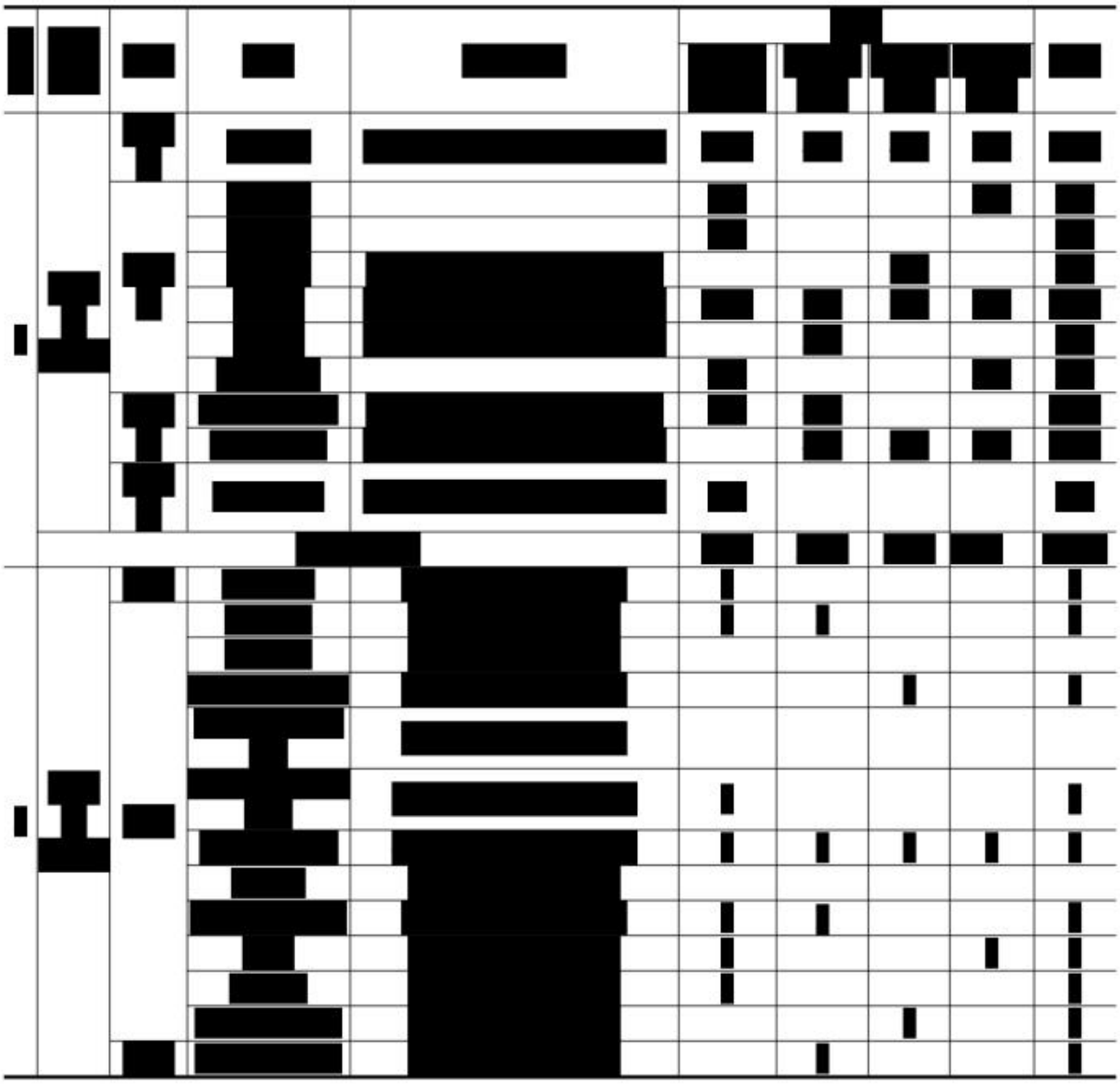


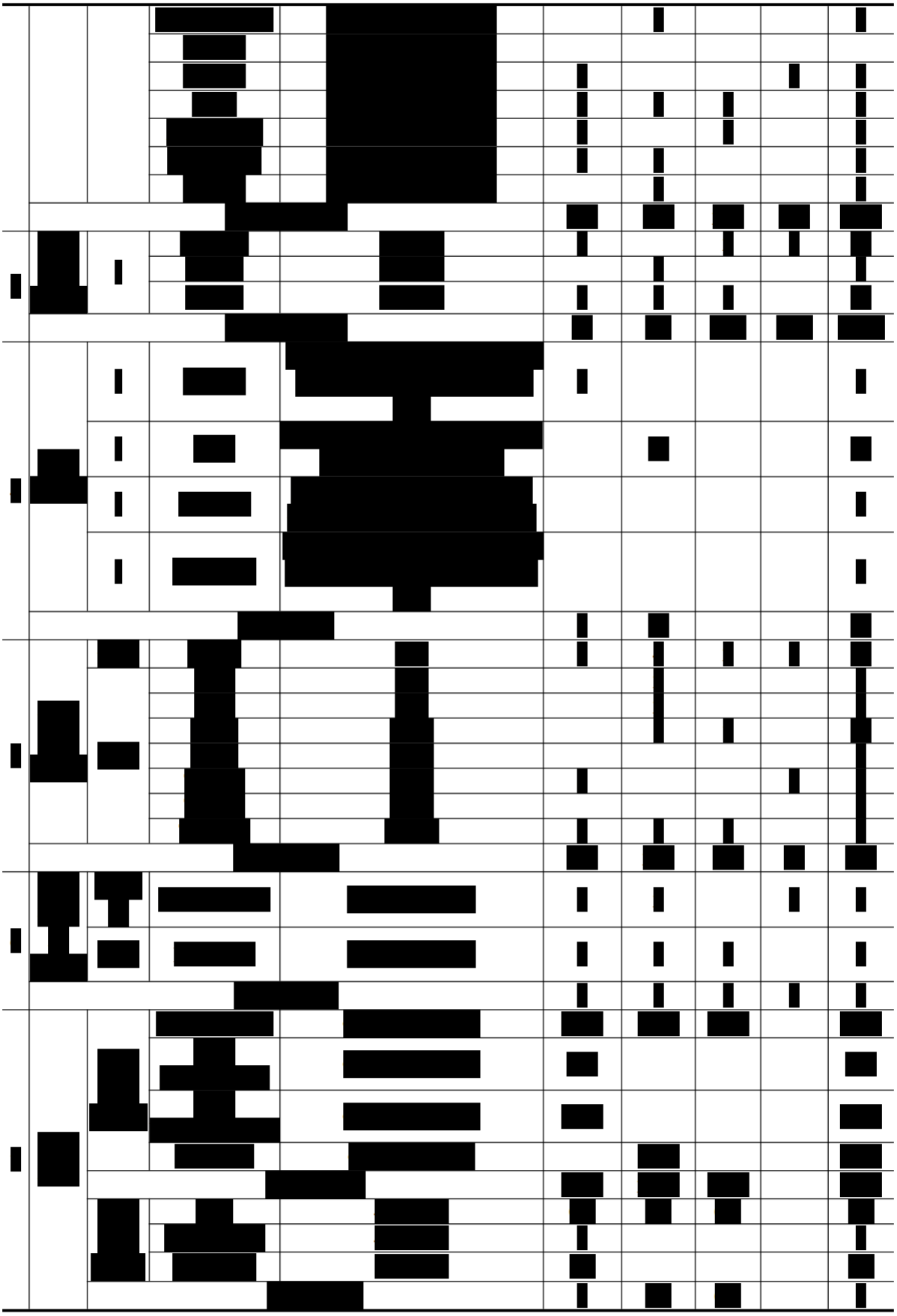


**2. 中海石油环保服务（天津）有限公司（COES）溢油应急资源**

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

**表 8.10-4　COES 溢油应急设备资源**





#### 8.10.3.3 环保船

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

根据《埕北油田溢油应急计划》，目前中海石油环保服务有限公司（COES）已在渤海投入使用五艘专业环保船（海洋石油 257/230/231/252/253）。在保障海上平台日常安全、环保生产的同时，一旦渤海海域内油田发生较大、重大、特别重大溢油，凭借专业环保船舶的溢油处理能力和专业性能，溢油现场将能够得到快速、有效地控制，每一艘环保船的溢油回收能力每小时可达 200m$^3$。

#### 8.10.3.4 溢油应急响应时间

**（1）油田自身应急反应时间**

埕北油田虽在各阶段采取了各种预防措施，但仍有难以预料的内部或外部原因导致溢油事故发生的可能性。在以预防为主的基础上，必须充分利用现有的溢油应急处理能力和措施，以尽最大能力降低海上溢油的环境污染程度。为此埕北油田配备了专门的溢油应急设备，一旦发生溢油事故，首先可以依靠本油田的溢油应急设备进行溢油回收工作，如有需要，还可以调用天津分公司其它油田的溢油应急设备增援本油田进行回收作业。

本项目拟新建 1 条混输海底管道，本次不新增溢油物资。本油田 CB-B 平台存放有溢油应急物资，一旦 CB-CEPC（与 CB-B 平台栈桥相连）所在位置发生溢油，考虑到设备吊装和布防，可在 1.5h 开始溢油应急响应工作。

**（2）周边油田应急反应时间**

以下所有计算均以周边油气田溢油应急设备运输至埕北油田的直线航行距离为计算基础，船舶航行速度为 9 节（约 16.7 公里/小时）。在真实应急事件中，船舶航行速度应为该船舶的最大航速，确保溢油应急资源及相关环保专业人员能够在第一时间内到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。

经计算，一旦 CB-CEPC 所在位置发生溢油，周边溢油物资可在 1.5~7.1h 内到达。除此之外，中海石油环保服务（天津）有限公司渤海应急中心应急人员可携带轻型溢油回收物资、设备通过直升机从塘沽起飞，机组人员的动员时间不超过 1h，飞机的应急反应时间约为 0.5h，共计 1.5 小时，飞机到达现场后实施溢油的追踪与搜寻任务。

**表 8.10-5　埕北油田周边溢油应急资源优化调用次序及抵达时间**

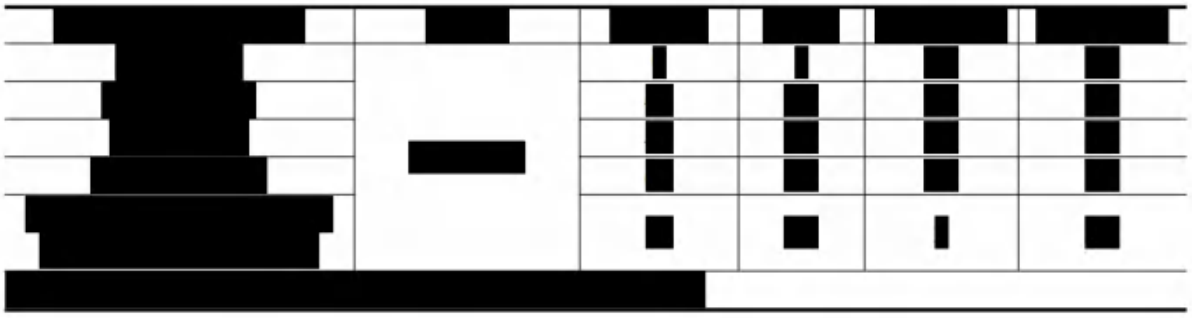


**图 8.10-5　本项目附近溢油应急资源**

**（3）应急响应时间符合性分析**

经计算，一旦 CB-CEPC 所在位置发生溢油，周边溢油物资可在 1.5~7.1h 内到达。除此之外，中海石油环保服务（天津）有限公司渤海应急中心应急人员可携带轻型溢油回收物资、设备通过直升机从塘沽起飞，机组人员的动员时间不超过 1h，飞机的应急反应时间约为 0.5h，共计 1.5 小时，飞机到达现场后实施溢油的追踪与搜寻任务。

根据溢油预测结果，一旦发生溢油，即刻抵达银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场，最快在 4h 抵达敏感区。本油田 CB-B 平台（与 CB-CEPC 栈桥相连）溢油应急物资最快可在 1.5h 抵达现场开始溢油响应工作。若发生更大溢油事故超出油田自身已有应急能力，可借助周边油田及中海石油环保服务有限公司（COES）的基地等外部力量，外部力量可在 4.3h 至 7.1h 内抵达油田现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急措施，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

### 8.10.3.5 溢油应急能力可行性分析

**（1）油田自身溢油应急能力**

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

**（2）溢油围控能力**

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

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

式中：

L——围控溢油所需围油栏长度，m；

m——泄漏油品质量，t；

t——溢油发生之后的时间，h；

π——圆周率，无量纲；

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

φ——围油栏利用系数，取 0.9；

ρ——泄漏油品密度，g/cm$^3$。

根据前表可知，按本油田应急资源最快抵达时间 1.5h 计算，计算得出本项目所需要调用的围油栏长度为 330m。

**（3）回收与清除能力**

机械回收能力按下式进行：

$$E=V\times b/(\alpha\times h)$$

式中：

E——收油机回收速率，m$^3$/h；

V——总溢油量，m$^3$；

b——机械回收量占总溢油量的比例，40%~60%；

α——收油机回收效率（回收液体中石油类的比率），50%~80%；

h——回收工作时间（h），取 24h；

溢油总量按 532m$^3$（含水率 50%）计算，取 b 为 50%，α为 70%，则本项目代表性事故所需的机械回收能力为 7.9m$^3$/h。

**（4）临时储存能力**

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

$$C=E\times t$$

式中：

E——收油机回收速率，$m^3/h$；

t——临时储存回收时间，h，一般取 12h；

根据前述计算的机械回收能力，本项目需要的临时储存能力为 $95m^3$。

**（5）溢油应急能力符合性分析**

本项目油田自身及外借溢油应急设备的应急能力如下表所示。由表可见埕北油田自身及外借的现有溢油应急设备可以满足本项目海底混输管道破裂事故最大溢油量（$532m^3$，含水率 50%）的应急需要。

**表 8.10-6　本项目可利用的溢油应急能力一览表**

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | |

## 8.11 结论

本次评价识别环境风险类型主要包括平台改造施工火灾爆炸、船舶碰撞、海底管道破裂溢油等。项目最大可信事故为海底管道破裂溢油事故，物料泄漏量约为 $532m^3$（含水率 50%）。

根据溢油预测结果，一旦发生溢油，项目溢油即刻抵达银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场，抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产资源种质资源保护区-渤海湾核心区最短时间为4h、抵达东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区及生态红线区6.5h，抵达东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区8.5h，其它敏感区抵达时间均在10h以上。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要项目建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视。

根据应急响应时间分析，在设定情景没有溢油回收限制条件的情况下，本油田内部溢油应急力量最快可在1.5h内开展溢油应急工作。若发生更大溢油事故超出油田自

身已有应急能力，可借助周边油田及中海石油环保服务有限公司（COES）的基地等外部力量，周边力量最快可在4.3h内抵达现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急工作，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

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

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

# 9 清洁生产与总量控制

## 9.1 清洁生产

清洁生产是实现经济和环境协调持续发展的一项重要措施，清洁生产的目标就是增效、降耗、节能、减污，由单纯的末端治理向生产全过程贯彻，从而实现清洁生产之目的。清洁生产总的可以概括为：采用清洁的能源和原材料，通过清洁的生产过程，制造出清洁的产品。因此，油田开发工程基于此目的，在设计上采用先进的工艺技术，科学管理，在生产全过程中采取各种措施以确保清洁生产的严格执行。

### 9.1.1 建设项目清洁生产内容与符合性分析

#### 9.1.1.1 施工过程中采取的清洁生产与污染防治措施

（1）优化施工时间

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

（2）污染物合理处置

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

（3）选择先进的施工设备

选择先进的施工设备。施工期主要的施工设备为铺管船、拖轮等。

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

#### 9.1.1.2 生产过程中采取的清洁生产与污染防治措施

（1）采用先进的工艺及技术路线

本项目生产过程中的生产物流处理采用自动化控制程度较高的全密闭工艺流程，所选用的技术和设备均为国内外先进和成熟的技术和设备。工程设置了自动报警及相应的设备单元关断、生产系统关断和全面关断等不同级别的紧急关断系统。一旦出现问题，可根据不同事故的级别自动启动相应级别的紧急关断系统，将潜在危害和损失风险降至最低程度，从而保证油田生产过程的顺利进行。

（2）运营期污染物均得到妥善处置

本项目运营期仅有少量牺牲阳极的锌离子释出，不排放其他污染物。

### 9.1.2 生产管理中的清洁生产措施

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

（1）实行环境保护会议制度

定期举行安全环保会议，对生产中发现的环保问题，研究整改措施，提出工作要求。

（2）油田安全管理

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

（3）定期对生产设备、探测报警及紧急关断设备进行检查和维护。

### 9.1.3 建设项目清洁生产评价

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

## 9.2 总量控制

### 9.2.1 主要受控污染物的排放浓度、排放方式与排放量

#### 9.2.1.1 污染物排放情况

根据第三章工程分析计算结果，确定本项目污染物排放种类、排放方式和排放量，见下表。

**表 9.2-1 本项目运营期污染物产排情况一览表**

| 污染物 | 污染物的产生量 | 主要污染因子 | 排放/处理方式 |
|---|---|---|---|

| 污染物 | 污染物的产生量 | 主要污染因子 | 排放/处理方式 |
|---|---|---|---|
| 牺牲阳极锌释放量 | 75.84kg/a | 重金属 Zn | 自然释放 |

#### 9.2.1.2 总量控制污染物筛选

国家“十四五”期间全国主要污染物排放总量控制计划规定：将化学需氧量、氨氮、氮氧化物、挥发性有机物等 4 项污染物作为约束性指标进行考核。并根据本项目的特征污染物和所在海域环境现状，选择海域总量控制的受控污染物。

埕北油田远离陆地人群，本项目海域无大气污染物敏感目标。

根据本项目的特征污染物和所在海域环境现状，本项目选择生活污水及其特征污染物 COD 作为本项目的受控污染物。

### 9.2.2 污染物削减措施

施工期船舶人员生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排海，改造平台施工人员生活污水经平台生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求后排放入海，生活污水排放量不超过原环评的申请量。

本项目运营期无生活污水排海，不新增生产定员，无生活污水新增排放。

本项目无总量控制指标。

# 10 环境保护对策措施

## 10.1 建设阶段环境保护对策措施分析

本项目施工阶段产生的主要污染物有：机舱含油污水、船舶生活污水、船舶生活垃圾、生产垃圾、平台生活污水以及平台生活垃圾、管道挖沟搅起的悬浮物。作业者将采取以下污染防治措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方法规和标准的要求。

### 10.1.1 水污染处理措施

#### 10.1.1.1 船舶水污染物

（1）船舶生活污水

施工期船舶生活污水经船用生活污水处理装置处理后达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）后排海。

（2）船舶机舱含油污水

机舱含油污水用污油水系统收集，密闭存储，并按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）对船舶污油水系统的排放阀以及能够替代该系统的其他系统与油污水管路直接相连接的阀门予以铅封，运至码头。到码头由处理单位蓬莱荣洋钻采服务有限公司接收，使用专用运输车辆运输，车辆设置有防溢散措施，最终送至蓬莱荣洋钻采服务有限公司处理。

#### 10.1.1.2 平台水污染物

CB-CEPC、CFD11-2WHPA、CB-B S/L 和 CB-A D/P 改造期间产生的生活污水在所在平台或栈桥相连的生活平台生活污水处理设施进行处理，达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海。

#### 10.1.1.3 新建海管试压水

新建海管投产前会进行试压，采用的试压水为加入了少量可直接排海药剂的海水，排水量约为 3500m$^3$，在 CB-CEPC 或 CFD11-2WHPA 平台排放。

## 10.1.2固体废弃物处理措施

### 10.1.2.1 船舶生活垃圾

船舶生活垃圾中的塑料制品和其他垃圾运回陆地处理，生活垃圾中的食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。

### 10.1.2.2 平台生活垃圾

CB-CEPC、CFD11-2WHPA、CB-B S/L 和 CB-A D/P 改造期间施工人员产生的生活垃圾全部运回陆上处理。

### 10.1.2.3 生产垃圾

生产垃圾计划交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司或中海石油环保服务有限公司处理，本项目施工期所产生的生产垃圾均不排海，处理措施满足《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关要求进行回收利用或处置。

## 10.1.3悬浮物

海底管道铺设过程中搅起的海底沉积物随海水的运动回填于管沟，海水中的悬浮物自然沉降于海底。铺设作业时间的选择综合考虑环境影响、工程进度和海况条件等方面的因素，注意选择适宜的海况条件，尽量缩短海底管道铺设周期，合理选择施工时间，施工期海底混输管道挖沟作业避开经济鱼类的产卵盛期（5-6 月）。

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

## 10.1.4船舶大气污染物

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

船舶排放控制区实施方案》的要求，使用满足要求的船用燃油、氮氧化物排放满足限制要求。

建议建设单位在施工时选择的施工船舶应满足以下条件：

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

②2015 年 3 月 1 日及以后建造或进行船用柴油发动机重大改装的施工船舶，所使用的单台发动机输出功率超过 130 千瓦的，应满足《国际防止船舶造成污染公约》第二阶段氮氧化物排放限值要求；

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

## 10.2 生产阶段的环境保护对策措施分析

本项目生产运营阶段仅有少量管道防腐牺牲阳极锌离子释放，因此，不会对该海域的海洋生态环境造成影响。

## 10.3 海洋生态保护对策措施

（1）经判定，本项目位于银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场内，新建混输海管穿越中国对虾洄游通道、与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]，注水转输气海管与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]。为减轻产卵盛期排放的影响，建设单位应合理安排工期，CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海底管道挖沟作业避开多种经济鱼类的产卵盛期（5-6 月），从而最大限度减少污染物对渔业资源的影响。

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

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

## 10.4 污染防治措施、环境保护及生态保护措施汇总

本项目施工期采取的环境保护及生态保护措施见下表。

**表 10.4-1　施工期环境保护对策措施一览表**

| 建设阶段 | 序号 | 污染源 | | 污染物产生量 | 污染物排放量 | 主要污染因子 | 设备或措施 | 处理效果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 施工阶段 | 1 | 废水 | 船舶含油污水 | 156.5m³ | 0m³ | 石油类 | 铅封后运回陆上处理，由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司进行处理 | 按照《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发〔2007〕165 号）要求 |
| | | | 船舶生活污水 | 8718.5m³ | 8718.5m³ | COD | 船用生活污水处理装置，处理达标后排海 | 达到《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）中相应标准后方可排海。 |
| | | | 平台生活污水 | 11716.25m³ | 11716.25m³ | COD | 平台生活污水处理装置，处理达标后排海 | 达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）中相应标准后方可排海。 |
| | 2 | 悬浮物 | 管道铺设 | 626592m³ | 626592m³ | SS | 连续排放，自然沉降 | 选择适宜的海况条件施工 |
| | 3 | 固废 | 一般工业固体废物 | 306t | 0t | 废弃边角料等 | 运回陆上计划交由蓬莱荣洋钻采环保服务有限公司进行处理 | 符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》 |
| | | | 危险废物 | 27t | 0t | 含油垃圾 | | |
| | | | 平台生活垃圾 | 50.2125t | 0t | 平台生活垃圾 | | |
| | | | 船舶生活垃圾 | 87t | 58t | 食品废弃物、包装等 | 船舶生活垃圾中的塑料制品和其他垃圾运回陆地处理，生活垃圾中的食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内（含）的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径不大于 25mm 后方可排放；在距 | |

| 建设阶段 | 序号 | 污染源 | | 污染物产生量 | 污染物排放量 | 主要污染因子 | 设备或措施 | 处理效果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 最近陆地 12 海里以外的海域可以排放。 | |
| | 4 | 生态环境 | 本项目位于银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场内，新建混输海管穿越中国对虾洄游通道、与中国毛虾产卵场最近距离为 [redacted]，注水转输气海管与中国毛虾产卵场最近距离为 [redacted]。为减轻产卵盛期排放的影响，建设单位应合理安排工期，CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海底管道挖沟作业避开多种经济鱼类的产卵盛期（5-6 月），从而最大限度减少污染物对渔业资源的影响。 | | | | |

# 11 环境影响经济损益分析

## 11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

环境保护费用系指环境保护固定设施及其投资费用和维护设施及其他为环保投资的年费用。环境保护投资主要包括一次性环境设施投资及其相关操作费用和辅助费用。根据《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2019），在确定环境保护投资费用时，对环境保护设施及其投资按如下原则划分：凡属污染防治和环境保护所需要的专用装置和设施，应按其总投资的 100%列入环境保护投资。生产或安全需要同时又为环境保护服务的设备或设施分别按不同情况以 20%-50%比例列入环境保护投资。生态补偿预备费按 100%列入环境保护投资。

根据上述原则，将本项目环保投资设施及其直接投资费用列于下表。本项目建设投资 [redacted] 万元，其中环保投资 [redacted] 万元，约占总投资的 1.18%。

**表 11.1-1　环境投资估算**

| 环保投资 | 总投资额（万元） | 折合比率 | 折合环保投资（万元） |
|---|---|---|---|
| 应急关断系统 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 固体垃圾处置费用 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 海洋生物资源损失金额 | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 合计 | | | [redacted] 万元 |

## 11.2 环境保护的经济损益分析

### 11.2.1 环境经济收益分析

原油价格根据中国石油天然气集团公司《建设项目经济评价参数》（2008）的要求，按 60 美元/桶计取，换算为 3036 元/吨。

本项目建成后可实现埕北油田石油最高产量为 $112.42\times10^4 m^3/a$（2026 年），获得石油产量的经济效益约为 28.25 亿元。

### 11.2.2 环境经济损失分析

工程对海洋海洋生物生物资源的影响主要表现在：（1）建设井口平台占用海域，使生物栖息地丧失；（2）施工阶段海底管道挖沟搅起的悬浮泥沙对渔业生物资源损

害。

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定：（1）“占用渔业水域的生物资源损害补偿，占用年限 20 年以上的，按不低于 20 年补偿”；（2）“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”，施工阶段海底管道挖沟搅起的悬浮物造成的生物资源损害属一次性损害，按 3 倍进行补偿。

（一）鱼卵、仔稚鱼经济价值计算

鱼卵、仔稚鱼的经济价值应折算成鱼苗进行计算。鱼卵、仔稚鱼经济价值按下式计算：

$$M = W \times P \times E$$

式中：

$M$—鱼卵、仔稚鱼经济损失金额（元）；

$W$—鱼卵、仔稚鱼损失量（个，尾）；

P—鱼卵和仔稚鱼折算为鱼苗的换算比例，鱼卵生长到商品鱼苗按 1%成活率计算，仔稚鱼生长到商品鱼苗按 5%成活率计算，单位为百分比（%）；

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

（二）渔业生物经济价值计算

渔业生物资源经济价值按下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：

$M_i$—第 i 类渔业生物资源的经济损失额（元）；

$W_i$—第 i 类渔业生物资源的损失量（kg）；

$E_i$—生物资源的商品价格，鱼类、底栖生物的价格按近三年，当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算。幼鱼的价格按近三年主要鱼类苗种平均价格 1 元/尾计算。幼鱼、蟹类幼体、头足类幼体、虾类幼体长成最小成熟规格的重量按 0.1kg/尾；幼虾长成最小成熟规格的重量按 0.01kg/尾。

（三）底栖生物经济价值计算

底栖生物经济损失按公式计算：

$$M = W \times E$$

式中：

M—经济损失额，单位为元（元）；

W—济损生物资源损失量，单位为千克（kg）；

E—生物资源的商品价格，按主要经济种类当地当年的市场平均价或按海洋捕捞产值与产量均值的比值计算（如当年统计资料尚未发布，可按上年度统计资料计算），单位为元每千克（元/kg）。底栖生物的价格按近三年，当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为 1.2 万元/t。

（四）海洋生物资源经济损失额合计

海洋生物资源经济损失额合计见下表。

**表 11.2-1　海洋生物资源损失金额明细**

| 生物名称 | | 生物损失量 | 折算鱼苗损失量 | 单价 | 直接损失（万元） | 补偿年限（年/倍） | 补偿金额(万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 底栖生物 | 管道挖沟 | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 鱼卵（粒） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 幼鱼（尾） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 头足类幼体（尾） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 虾类幼体（尾） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 蟹类幼体（尾） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 鱼类成体（kg） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 头足类成体（kg） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 虾类成体（kg） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 蟹类成体（kg） | | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] | [redacted] |
| 小计 | | / | / | / | / | / | [redacted] |

## 11.3 环境保护的技术经济合理性

### 11.3.1 环境污染治理环保投资效益分析

本项目环境污染治理费用主要包括施工期污染物处理等的投入。

### 11.3.2 生态保护环保投资效益分析

本项目生态保护费用主要包括海洋生物资源经济损失费用等的投入。

## 11.4 社会效益

油气田的开发对国民经济的发展具有极重要的作用。油气是重要的能源之一，是工业的血液，制约着若干行业的发展。因而油气田开发不仅经济效益本身极为显著，而且可以通过解决直接和间接的就业机会带动其他相关产业的发展，具有重要的社会

效益。本项目的建设将对该区域的生物资源、渔业资源等造成一定的直接影响，但从上文分析中可以看出，其对工程周边海域生态环境的影响是暂时的、可恢复的。本项目的开发将会对进一步带动相关产业的发展和进步（如机械制造、电子、仪表等）起到一定的作用。投产后可为国家增加税收收入，增加出口创汇。使用海域与本海域的其它主要功能如渔业的兼容性也比较好，有利于海域整体资源的合理利用和最大发挥。

因此，本项目是一项利国利民的工程，其环保设施的设置与环保投资是合理的，具有良好的经济和社会效益。

# 12 海洋工程环境可行性分析

## 12.1 与《山东省国土空间规划（2021-2035）》符合性分析

根据《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》，山东省国土将构建“两屏、三带、七廊、八心”生态保护格局。以生态保护红线为核心，将具有重要水源涵养、生物多样性维护、水土保持、防风固沙、海岸生态稳定等功能的生态功能重要区域，以及水土流失、土地沙化、石漠化、盐渍化等生态环境敏感脆弱区域划为生态空间，构建“两屏、三带、七廊、八心”的生态保护格局，保护自然生态系统。本项目的新建工程不在山东省国土空间规划范围内，距离山东省国土空间规划范围最近距离约 1.0km。

**图 12.1-1　本项目与山东省国土空间规划位置关系**

落实主体功能区战略，按照总体稳定、适度优化、陆海统筹的原则，综合考虑资源环境承载能力、国土空间开发适宜性、经济社会发展水平等因素，结合农业、生态、城镇等功能空间优化方向，完善主体功能区布局。

严格管控围填海活动，除国家重大项目外，全面禁止围填海，妥善处置围填海历史遗留问题，严格限制围填海用于房地产开发、低水平重复建设的旅游休闲娱乐项目及污染海洋生态环境的项目。海洋预留区在规划期内原则上限制开发，确需开发利用的应严格论证和科学规划。

**图 12.1-2　本项目与国家级和省级主体功能区叠加图**

科学划定生态保护红线。将生态功能极重要、生态极敏感脆弱的黄河三角洲、南四湖、鲁中南山地丘陵、鲁东低山丘陵等重点区域划入生态保护红线，总面积不低于 2.06 万平方千米。

生态保护红线内，自然保护地核心保护区原则上禁止人为活动；自然保护地核心保护区外禁止开发性、生产性建设活动，在符合现行法律法规前提下，仅允许对生态功能不造成破坏的有限人为活动。生态保护红线内自然保护区、风景名胜区、饮用水水源保护区等区域，依照法律法规执行。除允许的有限人为活动之外，确需占用生态

保护红线的国家重大项目，按规定办理用地用海用岛审批。

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市））启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），本工程位于山东省国土空间规划范围之外。项目用海不占用农业空间，生态空间及城镇空间，也不涉及生态保护红线及永久基本农田。

本项目位于渤海中部海域，距离最近的山东省国土空间规划管控区域（国家级重点生态功能区）约 [redacted]，距离最近的山东省生态保护红线约 16km，根据预测结果，建设阶段海底管道挖沟时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离本项目最远距离约 0.90km 以内。运营期仅有少量防腐牺牲阳极锌离子释出，对海洋环境影响很小。故建设阶段和运营期均不会影响到《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》及其中的生态保护红线。

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

## 12.2 与《河北省国土空间规划（2021-2035）》符合性分析

根据《河北省人民政府关于印发河北省国土空间规划（2021-2035 年）的通知》（河北省人民政府，2024 年 4 月），其空间战略为：立足资源环境禀赋和经济社会发展阶段特征，针对国土空间开发保护突出问题，统筹发展和安全，实施底线约束、集聚统筹、精准协同、双向开放、集约高效、品质提升、系统治理等总体空间战略。

本项目位于渤海中部海域，距离最近的河北省国土空间规划管控区域约 18.3km，距离最近的河北省生态保护红线约 35.3km，根据预测结果，建设阶段海底管道挖沟时产生的悬浮物超一（二）类海水水质标准的范围离本项目最远距离约 0.90km 以内。运营期仅有少量防腐牺牲阳极锌离子释出，对海洋环境影响很小。故建设阶段和运营期均不会影响到《河北省国土空间规划（2021-2035 年）》及其中的生态保护红线。

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

**图 12.2-1　本项目与河北省国土空间规划位置关系**

**图 12.2-2　本项目与生态保护红线位置关系**

## 12.3 海洋主体功能区规划符合性分析

### 12.3.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据国务院发布的《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、禁止开发区域”。

优化开发区域，是指现有开发利用强度较高，资源环境约束较强，产业结构亟需调整和优化的海域。

重点开发区域，是指在沿海经济社会发展中具有重要地位，发展潜力较大，资源环境承载能力较强，可以进行高强度集中开发的海域。

限制开发区域，是指以提供海洋水产品为主要功能的海域，包括用于保护海洋渔业资源和海洋生态功能的海域。

禁止开发区域，是指对维护海洋生物多样性，保护典型海洋生态系统具有重要作用的海域，包括海洋自然保护区、领海基点所在岛屿等。

本项目位于《全国海洋主体功能区规划》中的重点开发区域，属于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的相关要求为“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。”

本项目为油气资源勘探开发项目，与重点开发区域矿产资源勘探开发利用的定位相符合。本项目不涉及围填海，开发过程将严格按照相关规定进行环境影响评价及海域使用论证工作。污染物的处理、排放和处置严格遵守污染物排放管理要求，生产阶段仅有少量管道防腐牺牲阳极锌离子释出，对工程周边海域生态系统的影响很小。建设单位制定了完善溢油应急计划，本项目建成后将严格按照油田已经批复的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作，避免发生重大环境污染事件。

综上所述，本项目与《全国海洋主体功能区规划》对该海域的主体功能定位相符合。

### 12.3.2 与《山东省海洋主体功能区规划》的关系分析

本油田新建工程所处海域位于山东省海洋主体功能区外，工程距山东省海洋主体功能区东营市河口区限制开发区边界最近距离约[redacted]，东营市河口区海域管理要求为：合理规划利用滩涂资源，适度发展东营港以及临港高端物流制造等产业，发展海洋新能源、海洋油气资源等传统海洋产业，实施严格的产业准入环境标准。加强东营黄河口文蛤国家级水产种质资源保护区建设和管理。

本项目属于海洋油气勘探开发工程的附属工程，建设阶段产生的悬浮物对环境的影响属于短期、可恢复性；施工期生活污水经处理达标后排放；船舶含油污水、固体废弃物均运回陆地处理。生产阶段不产生污染物，因此，本项目生产阶段不会对周边海域的生态环境造成影响，建设阶段对海域生态环境的影响是短期且可恢复的，影响不到毗邻海洋生态敏感区。工程施工与生产开发时应注意与周边用海功能区的协调性，施工期和运营期均制定了有针对性的跟踪监测计划，加强周边海域生态环境质量监测。

因此，本项目建设与《山东省海洋主体功能区规划》相协调。

**图 12.3-1　工程与《山东省海洋主体功能区规划》的位置示意图**

### 12.3.3 与《河北省海洋主体功能区规划》的关系分析

根据《河北省海洋主体功能区规划》（冀政字〔2018〕11 号），本油田开发工程所处海域位于河北省海洋主体功能区外，工程距河北省海洋主体功能区乐亭县海域限制开发区边界最近距离约 18.3km，限制开发区域分为海洋渔业保障区、重点海洋生态功能区和其他点状开发的区域。其管控要求为禁止在河口内开展围填海、设置直排排污口等破坏河口生态功能的开发活动，整治修复河口生境和自然景观，保障行洪安全，有效维护重要海洋生态功能区生态安全。本工程施工期和运营期均不会对河北省海洋主体功能区产生不利影响。

**图 12.3-2　本项目与河北省海洋主体功能区的关系**

## 12.4 与“三线一单”符合性分析

根据《山东省人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（鲁政字〔2020〕269 号），要建立较为完善的“三线一单”生态环境分区管控体系，能源资源

配置更加合理、利用效率大幅提高，主要污染物排放总量大幅减少，生态环境持续改善，生态安全屏障更加牢固，城乡人居环境明显改善。

2024 年 4 月 26 日，东营市生态环境委员会办公室发布关于印发《东营市生态环境分区管控方案》（2023 年版）的通知（东环委办〔2024〕7 号）。管控单元清单针对单元主要生态环境问题及产业特征，以“三线”管控要求为基础，清单统筹明确空间布局约束、污染物排放管控、环境风险防控、资源开发效率等管控要求。按照优先保护、重点管控和一般管控 3 类，实施分类管控。一般管控单元需执行区域生态环境保护的基本要求，合理控制开发强度。

本项目位于东营市环境管控单元之外，距其一般管控单元最近距离约 [redacted]。本项目与《东营市“三线一单”生态环境分区管控方案》的位置关系见下图，本项目建设与《东营市“三线一单”生态环境分区管控方案》的相关要求不冲突。

**图 12.4-1　工程与东营市“三线一单”环境管控单元的位置关系**

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），加快实施“生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线和生态环境准入清单”（以下简称“三线一单”），构建生态环境分区管控体系，扎实推进全省生态环境治理体系和治理能力现代化。

根据《唐山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（唐政字〔2021〕48 号），本项目位于唐山市“三线一单”生态环境分区管控范围之外，距其重点管控单元最近距离约 18.3km。近岸海域重点管控单元需严格海洋岸线开发，强化船舶、港区污染物控制，加强近岸海域及港口码头环境污染风险防控。本项目建设与《唐山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》的相关要求不冲突。

**图 12.4-2　本项目与唐山市“三线一单”环境管控单元的位置关系**

## 12.5 与产业政策的符合性分析

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》由鼓励、限制和淘汰三类目录组成。项目的性质符合《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类 鼓励类”的“七、石油、天然气，1、常规石油、天然气勘探与开采”。本项目的建设符合国家产业政

策的要求。

## 12.6 与其他相关规划符合性分析

### 12.6.1 与《“十四五”现代能源体系规划》符合性分析

根据 2022 年发布的《“十四五”现代能源体系规划》，“十四五”时期现代能源体系建设的主要目标是：“能源保障更加安全有力、能源低碳转型成效显著、能源系统效率大幅提高、创新发展能力显著增强和普遍服务水平持续提升。”就增强能源供应链稳定性和安全性提出，需强化战略安全保障，增强油气供应能力。加大国内油气勘探开发，坚持常非并举、海陆并重，强化重点海域油气基础地质调查和勘探，夯实资源接续基础。

本项目建成投产后有助于加大国内油气勘探开发，对于提高国内原油产量、提升国内油气资源自主保障能力具有积极作用。因此，本项目建设符合《“十四五”现代能源体系规划》的相关要求。

### 12.6.2 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

（1）相关要求

根据《“十四五”海洋生态环境保护规划》，第五节“基本原则”提到：坚持生态优先、绿色引领。深入践行绿水青山就是金山银山理念，以生态优先、绿色发展为引领，推动沿海地区产业结构优化调整，促进生态、生产、生活空间合理布局和绿色高质量发展。

《规划》第十六节“防范海洋突发环境事件风险”提出，防范海上溢油风险。沿海地方加强沿岸原油码头、危化品运输、重点航线等环境风险隐患排查，强化事前预防和源头监管，严防海上交通事故、安全生产事故等引发的次生溢油事件。强化涉海环境风险源头防范。督促沿海地方和相关企业加强沿海石化聚集区、危化品生产存储、海洋石油平台等涉海环境风险重点区域的调查评估，优化调整和合理布局应急力量及物资储备。

（2）符合性分析

本项目施工期间产生的船舶生活污水经船舶上配备的处理装置处理达标后排海，机舱含油污水铅封后运回陆地处理，生活垃圾（除食品废弃物外）和生产垃圾等运回陆地处理；运营期仅有少量牺牲阳极锌离子释出，对海洋环境影响很小；建设单位中

海石油（中国）有限公司天津分公司制定了严格的环境管理制度，已对本油田溢油应急预案进行备案，可以最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。工程施工期和运营期产生的污染物均得到合理处置，做到从源头上预防海洋生态破坏和环境污染。

因此，本项目与《“十四五”海洋生态环境保护规划》相符合。

### 12.6.3《重点海域综合治理攻坚战行动方案》符合性分析

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

（1）《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的相关要求

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“二、重点任务”中的“（十二）海洋生态保护修复行动”规定：“巩固深化渤海生态保护修复成效，…（自然资源部、林草局牵头，生态环境部、农业农村部等参与）渤海继续加强斑海豹、黑嘴鸥等珍贵濒危物种及其栖息地保护。”

根据《重点海域综合治理攻坚战行动方案》“二、重点任务”中的“（十三）加强海洋环境风险防范和应急监管能力建设”规定：“沿海地方加强沿岸原油码头、危化品运输、重点航线等环境风险隐患排查，强化事前预防和源头监管。建立健全海上溢油监测体系，提升风险早期识别和预报预警能力。…以渤海为重点，加强海洋石油勘探开发环境风险源排查整治和溢油风险监控。指导督促沿海省（市）有关部门和相关企业等加强海洋突发环境事件应急预案制修订，推进沿海地方应急船舶装备、物资保障、监测预警预报、监督执法等能力建设。（生态环境部牵头，发展改革委、工业和信息化部、自然资源部、交通运输部、应急部、气象局、中国海警局等参与）

（2）符合性分析

本项目位于渤海中部海域，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，不涉及围填海工程。本项目所处海域不在山东省、河北省国土空间规划范围内。本项目开发过程中将严格按照相关规定开展项目建设，建设期间短期小范围的海床干扰，工程结束后海底环境将较快恢复。本项目正常生产阶段仅有少量牺牲阳极锌离子释出，对项目周边海域生态系统的影响很小。本项目建成后将严格按照溢油应急计划做好应急准备和响应工作，用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，避免发生重大环境污染事

件。

综上所述，项目用海符合《重点海域综合治理攻坚战行动方案》的相关要求。

# 13 环境管理与环境监测

## 13.1 环境管理

### 13.1.1 环境管理的任务和内容

环境管理是保护环境、控制污染的重要措施之一。本油田开发工程环境管理的任务和内容主要为：

1、贯彻执行国家环境保护法规和标准；

2、组织制定和修改与本油田有关的环境保护政策、规章和制度，并监督执行；

3、检查本油田环境保护设备、设施或装置的运行状态；

4、组织和领导本油田的环境监测工作；

5、组织开展本油田环境保护工作人员的技术培训和演习；

6、组织编写和填写政府部门要求的各种环境保护报告和记录；

7、为政府执法人员检查工作提供方便。

### 13.1.2 机构及岗位的设置

#### 13.1.2.1 组织机构与定员

作为本项目的建设单位，中海石油（中国）有限公司天津分公司将严格按照国家环保法律标准和中国海洋石油集团有限公司颁发的一系列环保规定、办法来开展环境保护管理工作，并已经形成一套完整系统的环保管理机构和环境保护管理体系。

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

#### 13.1.2.2 海上主要人员的岗位职责

（1）平台长

平台长负责井口平台的日常生产安全及维修管理工作，向油田总监汇报工作。主要责任如下：

1、严格执行各项安全生产规章制度，遵守劳动纪律，拒绝违章指挥。

2、按时巡回检查，发现异常情况及时处理和报告，监督正确使用劳动保护用品、用具。

3、做好直升飞机起降、人员登离平台的安全管理工作，防止事故发生。

4、做好人员、货物吊运，淡水、油料补给安全工作，遵守起重作业“十不吊”规定。

5、负责井口平台承包商人员的安全教育、作业许可、过程控制和绩效评价工作。

（2）操作中级

操作中级主要协助井口平台长监控中控操作界面、调整生产工艺参数，按照操作规程正确操作各类生产设备，按时巡检并做好记录，负责单井测试、取样化验、资料录取、资料存档等工作。

（3）机械中级

机械中级主要负责井口平台机械设备、阀门、管线的日常维护保养；负责井口平台机械专业基本数据、改造资料、维修数据等的收集及管理工作；负责平台相关外委工作进行监督、检查、验收等。

（4）电仪中级

电仪中级主要负责井口平台电仪设备的日常操作和维护保养；负责平台电仪专业的基本数据、改造资料、维修数据等的收集及管理；负责本专业外委工作进行监督、检查、验收等。

### 13.1.3环境保护管理制度

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

#### 13.1.3.1 环保监督检查制度

每月对海上生产设施进行安全环保抽查，各部门不定期地进行安全生产和环境保护自检，检查存在的隐患和问题，及时加以妥善处理或向有关领导汇报，提出整改措施和计划。每年都采取综合检查和专项检查相结合、监督检查与自我检查相结合、定

期检查与动态检查相结合等方式，进行全方位、全过程的安全环保监管。综合检查方面，落实巡回检查、“日、周、月”检、夜查、要害部位专项检查和节前检查。突出抓好问题整改复查为主要内容的检查，促进了安全环保管理整体水平的提升。

#### 13.1.3.2 安全、环保会议制度

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

#### 13.1.3.3 安全环保宣传教育制度

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

#### 13.1.3.4 培训与演习制度

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

#### 13.1.3.5 切实加强平台环保管理工作

海上平台空间小，一旦出现溢油，就可能对海洋环境造成严重污染，为此建设单位坚持“预防为主”的思想，切实强化管理，避免污染事故发生。在平台环保管理方面，建设单位重点强化以下几个方面的管理：一是加强巡回检查和瞭望制度的落实，定期检查平台设施，发现事故苗头，及时采取措施；二是加强平台防污设施的管理，重点是生活污水处理设施的管理，通过定期维护保养，切实做到全部处理、达标排放；三是加强化学消油剂的使用管理，严格控制使用消油剂，避免二次污染；四是建立完善海陆防范监控体系，同时加强海上日常监控管理。

## 13.2 环境监测计划

环境监测是环境管理的前提和基础。环境监测的主要任务是定期监测各工程设施外排污染物的排放浓度，掌握达标情况，为加强环境保护管理、保证污染处理设备正

常运转提供科学依据；分析外排污染物浓度和排放量的变化规律；为制定污染控制措施和环保管理提供依据。

本项目海上作业产生的主要环境影响是建设阶段铺设海底管道挖沟搅起的悬浮物。根据预测结果，施工搅起的悬浮物超一（二）类海洋水质标准离排放点最大影响距离为 0.90km，施工结束后，在 2h 内悬浮物恢复到一类水质。运营阶段除少量牺牲阳极的锌离子释放外，无新增污染物。

根据项目工程特点、施工方案和所在海域环境状况，本项目施工阶段及运营阶段不进行跟踪监测，运营阶段纳入《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目环境影响报告书》（海油环境科技（北京）有限公司，2022 年 6 月，环审〔2022〕114 号）现有跟踪监测计划。

（1）现有环境质量现状跟踪监测

《埕北油田调整/曹妃甸 21-3 油田开发项目环境影响报告书》（海油环境科技（北京）有限公司，2022 年 6 月，环审〔2022〕114 号）现有跟踪监测计划主要针对海洋水质、生态环境和沉积物环境制定的监测计划，海水水质、海洋生态环境监测项目、监测方案、监测范围和站位布设原则、监测频率等。

**表 13.2-1　运营期工程周边海域监测计划一览表**

| 环境要素 | 监测项目 | 监测方法 | 监测站位 | 监测频率 |
|---|---|---|---|---|
| 海水水质 | 石油类、重金属（汞、砷、铜、铅、锌、镉和总铬） | 《海洋监测规范》GB17378.4-2007 | 在平台周边 500 米范围内布设 4 个调查站位 | 运营期根据实际情况每 3-5 年监测一次 |
| 沉积物环境 | 石油类、重金属（汞、砷、铜、铅、锌、镉和总铬） | 《海洋监测规范》GB17378.5-2007 | | |

运营阶段建设单位应对工程周边海域的海水水质环境、海洋沉积物环境和海洋生态环境定期进行监测，制定海洋环境质量跟踪监测方案，提交有效计量认证分析监测报告，对环境监测反馈的信息进行科学分析，并建立资料档案。

（2）管道跟踪监测

由于海底管道、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。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。

# 14 环境影响评价结论与建议

## 14.1 工程分析结论

### 14.1.1 工程概况

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程位于渤海中部海域，本项目南距山东省东营市海岸线最近距离约为[redacted]，西北距离河北省唐山市曹妃甸海岸线最近距离约为[redacted]，水深在[redacted]间。工程设施分布在东经[redacted]，北纬[redacted]的区域内。

本项目拟建 1 条 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海管，将埕北油田含水原油输送至 CFD11-2WHPA，与 CFD11-2WHPA 物流混合后通过 CFD11-2WHPA 至 CFD11-1WGPA 混输海管和 CFD11-1WGPA 至 SPM 混输海管外输进入 HYSY112FPSO 处理成合格原油储存外输。海管总长度[redacted]，管径[redacted]；CB-B S/L 至 CB-A D/P 的[redacted]注水海管变更为输气海管；并对 CB-CEPC、CFD11-2WHPA、CB-B S/L 和 CB-A D/P 进行适应性改造。本项目建设投资[redacted]万元，其中环保投资[redacted]万元，占总投资的 1.2%。

### 14.1.2 工程分析

海上施工过程主要工作包括铺设海底管道、平台改造等。

根据分析，本次工程中的海底管道铺设过程中产生的悬浮物源强最大为 24.31kg/s，铺设过程中悬浮物在管道/电缆线两侧自然沉降。其他污染物包括施工作业产生的生活污水（船舶 8718.5m$^3$，平台 11716.25m$^3$）、生活垃圾（船舶 87t，平台 50.2125t）、生产垃圾（一般工业固废 306t，危险废物 27t），施工船舶产生的机舱含油污水（156.5m$^3$）。

施工期船舶产生的生活污水经船用生活污水处理装置处理达标后排海；生活垃圾（除船舶食品废弃物）和生产垃圾全部运回陆上处理；船舶机舱含油污水铅封后运回陆地处理。平台改造期间产生的平台生活污水经平台上的生活污水处理装置处理达标后排海，平台上的生活垃圾、生产垃圾全部运回陆地处理。

运营期海底管道仅有少量牺牲阳极防腐锌离子自然释放到海水中。

## 14.2 海洋生态环境现状调查与评价结论

本项目所在海域海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和生物质量现状调查工作由[redacted]承担。海水水质、沉积物现状调查于 2024 年 10 月进行了调查；生物生态环境质量现状于 2024 年 11 月进行了调查。现状调查共设置 30 个站位，其中包括海水站 30 个，海洋生物生态、沉积物、生物质量站位 18 个。

### 14.2.1 海水水质环境现状

本次共进行了 30 站位的海水水质调查，调查内容包括水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、生化需氧量、总铬、汞、铜、铅、镉、锌、砷。选取 pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、无机氮、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬等检测项目作为评价因子。

根据《海水水质标准》（GB 3097-1997），经评价，本次调查 30 个站位海水水质因子 pH、溶解氧、化学需氧量、生化需氧量、石油类、活性磷酸盐、挥发性酚、硫化物、砷、铜、铅、锌、镉、汞、总铬满足一类海水水质标准，对无机氮进行逐级评价，评价结果显示，按二类标准评价，符合率为 20%；按三类标准评价，符合率为 29.5%；按四类标准评价，所有站位均符合四类标准。

### 14.2.2 海洋沉积物现状

本次调查共进行了 18 站位的海洋沉积物调查，调查因子包括 pH、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷、粒度；海洋沉积物类型以黏土质粉砂为主；对有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、总汞、铬、砷 10 项进行了分析评价，所有调查因子均符合《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）中的一类标准，海洋沉积物质量状况良好。

### 14.2.3 海洋生物生态现状

本次海洋生物生态调查设置 18 个调查站，调查时间为 2024 年 10 月。调查因子为叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物。

（1）叶绿素 a 及初级生产力

2024 年 10 月，调查海域表层叶绿素 a 变化范围（0.595-1.97）μg/L，均值为 1.08μg/L；只有 1 号站取中层水样，叶绿素 a 含量为 0.773μg/L；底层叶绿素 a 变化范围（0.501-1.89）μg/L，均值为 0.970μg/L。调查海域现场初级生产力为（54.49-180.40）mgC/($m^2$·d)，均值为 98.46mgC/($m^2$·d)。

（2）浮游植物

调查海域共获得浮游植物 2 门 37 种（见浮游植物种名录）。其中，硅藻门 26 种，占总种类数的 70.3%；甲藻门 11 种，占总种类数的 29.7%。调查海区浮游植物细胞密度变化范围在（5.79~106.94）×$10^4$cells/$m^3$ 之间，平均值为 39.08×$10^4$cells/$m^3$。本次调查浮游植物群落的丰富度指数变化范围（0.19~1.10），均值为 0.66；均匀度变化范围（0.30~0.66），均值为 0.56；多样性指数变化范围（0.59~2.65），均值为 2.06；优势度变化范围（0.61~0.90），均值为 0.72。

（3）浮游动物

调查海域共鉴定浮游动物 23 种，浮游幼体、鱼卵仔鱼 6 种。其中刺胞类 5 种，占 21.7%；桡足类 12 种，占 52.1%；节肢类 4 种，占 17.4%；鞭毛类 1 种，占 4.3%。浮游动物群落共发现优势种 5 种（Y≥0.02）。湿重生物量均值为 194.22mg/$m^3$，个体密度均值为 124.9 个/$m^3$。丰富度指数均值为 1.72，均匀度均值为 0.58，多样性指数均值为 2.11，优势度均值为 0.71。。

（4）底栖生物

调查海域共鉴定大型底栖生物 69 种，隶属于纽形动物、环节动物、软体动物、节肢动物、棘皮动物、半索动物、脊索动物和螠虫动物。环节动物和软体动物是构成该区底栖生物种类的主要类群。湿重生物量平均为 21.81g/$m^2$，栖息密度平均密度为 108 个/$m^2$。丰富度指数均值为 1.43，均匀度均值为 0.90，多样性指数变化范围为均值为 2.92，优势度均值为 0.48。

### 14.2.4海洋生物质量现状

海洋生物质量设 18 个调查站位，调查时间为 2024 年 10 月，铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油烃作为评价因子。

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

软体动物（非双壳类）、甲壳类、鱼类，生物质量评价因子铜、铅、锌、镉、砷、

总汞、石油烃含量均满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中的质量标准。

### 14.2.5渔业资源现状调查

海洋渔业资源现状调查与评价主要根据中国水产科学研究院黄海水产研究所对本项目所在海域的现场调查资料及有关科学研究成果，秋季调查于 2024 年 10 月进行，调查站位 18 个。

（1）渔业资源总资源

[redacted]

（2）鱼卵、仔稚鱼

本航次调查，[redacted]水平拖网未捕获仔稚鱼。

## 14.3 环境影响预测分析与评价结论

### 14.3.1水文动力环境影响分析

拟建工程海底管道的铺设。海底管道埋于海底以下至少 1.5m，挖起的泥沙在底层流作用下自然或人工碎石回填管沟，对底层流影响很小。

### 14.3.2地形地貌与冲淤环境影响分析

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

### 14.3.3水质环境影响评价

本项目 CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 海底混输管道施工期间表层悬浮物无超一类海水水质标准海域；中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积为 37.44km²；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 60.91km²；超三类海水水质标准的包络线面积为 11.62km²；超四类海水水质标准的包络线面积为 8.39km²；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.90km，施工结束后恢复到一类水质最长需 2h。

根据类比，海底混输管道跨越段吹泥产生的表层悬浮物无超一类海水水质标准海域；中层悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络线面积不超过 0.21km²；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不超过 0.41km²；超三类海水水质标准的包络线面积不超过 0.10km²；超四类海水水质标准的包络线面积不超过 0.06km²；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离不超过 0.90km，施工结束后恢复到一类水质最长不超过 2h。

### 14.3.4沉积物环境影响评价

在海底管道铺设期间，挖起来的沉积物被堆积在管沟两侧，挖沟结束后，在海水运动作用下将逐渐回填于管沟。因此，对底质的直接影响就是挖起和覆盖，改变了原有的沉积环境。本工程新建 1 条 [redacted]长海底管道，其中管沟开挖面积为 0.28km²，泥沙覆盖面积约 0.90km²。

海底管道防腐对海洋环境的污染主要来自牺牲阳极金属中的锌离子释出。根据工程分析，海底管道设计寿命均为 25 年，考虑到阳极使用寿命的裕量，锌以离子形态每年自然释放到海水中的量不超过 75.84kg。

### 14.3.5对海洋环境敏感目标的影响分析

本项目新建海底管道距离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 [redacted]，距离其他保护区等敏感目标均在 [redacted]以上。可认为本项目建设及运行对其无影响。

### 14.3.6海洋生态影响分析与评价结论

根据计算，[redacted]

[redacted]

## 14.4 环境风险分析与评价结论

本次评价识别环境风险类型主要包括平台改造施工火灾爆炸、船舶碰撞、海底管道破裂溢油等。项目最大可信事故为海底管道破裂溢油事故，物料泄漏量约为 532m$^3$（含水率 50%）。

根据溢油预测结果，一旦发生溢油，项目溢油即刻抵达银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场，抵达辽东湾渤海湾莱州湾国家级水产资源种质资源保护区-渤海湾核心区最短时间为4h、抵达东营河口浅海贝类生态国家级海洋特别保护区及生态红线区6.5h，抵达东营利津底栖鱼类生态国家级海洋特别保护区8.5h，其它敏感区抵达时间均在10h以上。一旦发生溢油事故而又没有任何应对措施，油膜在风和潮流的共同作用下将会抵达敏感区并造成严重污染，需要项目建设单位对环境风险概率较高的溢油事故予以足够重视。

根据应急响应时间分析，在设定情景没有溢油回收限制条件的情况下，本油田内部溢油应急力量最快可在1.5h内开展溢油应急工作。若发生更大溢油事故超出油田自身已有应急能力，可借助周边油田及中海石油环保服务有限公司（COES）的基地等外部力量，周边力量最快可在4.3h内抵达现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急工作，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

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

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

## 14.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

### 14.5.1 污染物防治对策措施

（1）建设阶段产生的生产垃圾全部分类回收至垃圾箱内，分类装箱运回陆地处理。

（2）建设阶段作业船舶将产生一定量的船舶污染物，包括船舶机舱含油污水和生活污水、生活垃圾等。船舶污染物的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）和《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发〔2018〕68 号）》等相关要求。

（3）平台改造期间，排放的生活污水中的 COD 的含量需满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）；平台产生的生活垃圾和生产垃圾运回陆上处理。

（4）本项目位于银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场内，新建混输海管穿越中国对虾洄游通道、与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]，注水转输气海管与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]。为减轻产卵盛期排放的影响，建设单位应合理安排工期，CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海底管道挖沟作业避开多种经济鱼类的产卵盛期（5-6 月），从而最大限度减少污染物对渔业资源的影响。

### 14.5.2 生态保护措施及建议

本项目在建设和生产过程中将采用先进成熟的生产技术、工艺和设备，采取有效的防止和减轻污染的措施。但在施工期间管道铺设搅起的悬浮物不可避免的会对海洋生物造成一定的影响。

为使油气开发的同时保护好海洋环境，建设单位应积极采取有效措施，尽可能地减少对海洋渔业生态环境和渔业资源的损害，以达到海洋油气开发与海洋环境保护两者兼顾的目的。为此，建议建设单位在油田开发过程中，采取如下措施：

（1）本项目位于银鲳、蓝点马鲛、鳀、白姑鱼产卵场内，新建混输海管穿越中国对虾洄游通道、与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]，注水转输气海管与中国毛虾产卵场最近距离为[redacted]。为减轻产卵盛期排放的影响，建设单位应合理安排工期，CB-CEPC 至 CFD11-2WHPA 混输海底管道挖沟作业避开多种经济鱼类的产卵盛期（5-6 月），从而最大限度减少污染物对渔业资源的影响。

（2）建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将事

故发生概率降到最低，务必将防范事故发生的措施放在首要位置。

（3）建设单位必须具备控制溢油的有效手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向主管部门通报情况，并立即采取一切措施将溢油控制在最小范围内。若需要采用化学消油剂处理溢油，应遵守《海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定》相关要求。

## 14.6 公众参与情况

针对本项目的建设，建设单位中海石油（中国）有限公司天津分公司于 2025 年 2 月 18 日在东营网进行了本项目第一次公众参与信息公示，公示网址为：https://www.dongyingnews.cn/index/system/2025/02/26/010864708.shtml。第一次公众参与信息公示期间，建设单位和评价单位未收到任何公众来信、邮件、传真及电话。

## 14.7 规划和政策符合性结论

### 14.7.1 海洋主体功能区规划

本项目为油气资源勘探开发项目，与重点开发区域矿产资源勘探开发利用的定位相符合。本项目不涉及围填海，开发过程将严格按照相关规定进行环境影响评价及海域使用论证工作。污染物的处理、排放和处置严格遵守污染物排放管理要求，生产阶段仅有少量牺牲阳极锌离子释出，对工程周边海域生态系统的影响很小。建设单位制定了完善溢油应急计划，本项目建成后将严格按照油田已经批复的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应工作，避免发生重大环境污染事件。

本工程所处海域位于山东省海洋主体功能区外，工程距山东省海洋主体功能区边界最近距离约[redacted]；位于河北省海洋主体功能区外，工程距河北省海洋主体功能区边界最近距离约[redacted]。

本项目与《全国海洋主体功能区规划》、《山东省海洋主体功能区规划》、《河北省海洋主体功能区规划》相协调。

### 14.7.2 国土空间规划

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

综上，本项目建设与《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》、《河北省国土

空间规划（2021-2035）》的相关要求不冲突。

### 14.7.3 “三线一单”符合性

本项目位于地方省市管辖海域范围之外，距离最近的地方管辖海域为东营市海域，根据《东营市人民政府关于印发东营市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》（东政字〔2021〕23 号），本项目位于东营市环境管控单元之外，距离最近的“一般管理单元”约 [redacted]。本项目建设与《东营市人民政府关于印发东营市“三线一单”生态环境分区管控方案的通知》的相关要求不冲突。

根据《唐山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（唐政字〔2021〕48 号），本项目位于唐山市“三线一单”生态环境分区管控范围之外。本项目建设与《唐山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》的相关要求不冲突。

### 14.7.4 相关政策规划符合性分析

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

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

## 14.8 建设项目环境可行性结论

埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的“鼓励类”产业，符合国家产业政策。

本项目不在《山东省国土空间规划（2021-2035 年）》、《河北省国土空间规划（2021-2035）》、《东营市“三线一单”生态环境分区管控方案》、《唐山市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》范围内。

本项目从设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施，采用的生产工艺流程及设备、污染防治措施等均符合清洁生产的要求。本项目施工期间，对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境的影响范围和程度较小。建设单位须严格控制海底管道挖沟速度，最大限度地减少污染物对海洋生态环境和渔业资源的影响。

本项目存在一定溢油风险，溢油事故一旦发生会对生态和环境造成严重危害后果，本项目投产后将纳入《埕北油田溢油应急计划》，运营单位将对该计划进行修编并重

新备案，以满足埕北油田 CEPC 平台产能建设配套工程溢油应急需求。本次溢油防治措施适用于本工程设施所处海域范围内油田生产活动中发生一般溢油事故的初期应急处置，一旦发生溢油事故，本油田及周边油田现有溢油应急资源可以对事故现场进行有效的防控。因此，本项目原油泄漏环境风险可防、可控。建设单位根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，避免发生重大环境污染事件。

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