编号：HYHJ-002-HP-2022

涠洲10-3油田西区开发项目

环境影响报告书

建设单位：洛克石油（渤海）公司

环评单位：海油环境科技（北京）有限公司

编制时间：2023年1月

关于《涠洲 10-3 油田西区开发项目环境影响报告书》全文公示删减内容说明

根据环境保护部《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令 第 4 号）相关要求，我公司对《涠洲 10-3 油田西区开发项目环境影响报告书》全本予以公示。

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

删除油田地理位置坐标、产能预测表、油品性质、工程组成、工艺流程图、设备型号、各层甲板平面图、钻完井参数、钻井液成分、施工方案、钻井液钻屑产生量、污染物计算等技术参数指标。

删除或模糊处理工程具体位置，删除相关平台坐标、地理位置图、平面布置图、评价范围图。

删除本项目投资、经济损失、经济补偿等主要经济指标。

删除专题报告名称、环境概况关键数据、环境敏感目标图件、环境调查与监测图件、环境监测图件及详细数据，保留评价结果。

删除环境预测参数、图件、损失计算过程、环境风险参数、溢油预测图件、地质性溢油、浅层气章节等。

删除清洁生产参数、环保投资、经济指标等。

删除附录、附件内容。

目 录

概　述

一、项目由来及开发方案概述

涠洲 10-3 油田位于南海北部湾盆地涠洲岛西南方向海域，距涠洲 11-1N 油田[redacted]，距 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB [redacted]，距广西北海市[redacted]，油田范围内水深约 [redacted]。

涠洲 10-3 油田西区开发项目拟新建 1 座井口平台 WZ10-3W WHPA 和 1 座自安装处理平台 WZ10-3W MOPU，WZ10-3W WHPA 平台设 20 个单筒双井，WZ10-3W MOPU 设置 75 人生活楼。不设置主电站，通过新建 WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台 [redacted]海底电缆供电。自安装平台设置油气水处理装置，在自安装平台处理成合格原油，经过新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台 [redacted]海底混输管道外输，后输送至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 最终进入涠洲终端。伴生气经新建的 [redacted]气管线从 WZ10-3W WHPA 平台输送至 WZ11-4D 水下三通，进入涠洲气管网。WZ10-3W MOPU 平台设置生产水处理系统以满足注水水质要求，不足部分采用水源井补充。并对相关平台进行适应性改造。

本工程主要建设内容包括：

（一）新建平台

（1）1 座井口平台 WZ10-3W WHPA

平台为 4 腿导管架井口平台，20 个井槽（全部为单筒双井），通过 10m 栈桥与新建 WZ10-3W MOPU 平台相连。井槽排列为 4（列）×5（行），井槽间距为 2500mm×2500mm，采用自升式钻井平台+液压修井装置或修井平台进行钻完井及修井作业。平台分为上层甲板和下层甲板，其上主要布置了液压修井装置设备区域、管汇、旋流除砂器、开排槽、清管球发射器等。

（2）1 座自安装平台 WZ10-3W MOPU

平台为 4 腿桩靴式自升式处理平台，通过 10m 栈桥与新建 WZ10-3W WHPA 平台相连。钢质非自航，具有升降能力，桩腿工作点间距为 40m×37m。平台设有 75 人生活楼及直升机甲板。平台设有主甲板、二层甲板和舱室，布置生产处理设施、公用系统及房间等。

（二）新建海底管线

（1）新建 1 条海底混输管道：WZ10-3W MOPU 至 WZ11-4 WHPA [redacted]，6/10″

油水混输管道。

（2）新建 1 条海底电缆：WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W MOPU 平台的[redacted]，35kV，3C×95mm^2 海缆。

（3）新建 1 条海底输气管道：WZ10-3W MOPU 至 WZ11-4D 水下三通[redacted]，4″输气管道。

（三）平台改造

对现有 WZ11-4 WHPA、WZ11-1N WHPA、WZ11-4D 水下三通进行改造。

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，本工程在建设前应进行环境影响评价。受建设单位洛克石油（渤海）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，并依据有关法规、导则的要求完成了《涠洲 10-3 油田西区开发项目环境影响报告书》。

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《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）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，并开展了环境现状与评价工作；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意见对报告进行修改及报批。

三、关注的主要环境问题

涠洲 10-3 油田西区位于北部湾海域，本次评价的主要环境敏感目标包括：国家级海洋特别保护区、水产种质资源保护区、产卵场及索饵场等。其中，本工程改造平台 WZ11-4NWHPA 平台及 WZ11-4NWHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台海底电缆部分位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区，同时，本工程新建平台、新建海底管道及海底电缆位于北部湾二长棘鲷产卵场、北部湾绯鲤类产卵场及北部湾

蓝圆鲹产卵场内。

本项目在正常作业情况下，关注的主要环境问题是钻井期间排放的水基钻井液、钻屑、海底管道/电缆铺设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油气泄漏事故对工程设施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（2019 年本）》（2021 年修改）中鼓励类建设项目，其建设符合国家产业政策。本项目符合《全国海洋主体功能区规划》、《全国海洋功能区划（2011-2020）》的相关要求，本工程位于《广西壮族自治区海洋功能区划》、《广西壮族自治区主体功能区规划》、《广西海洋生态红线划定方案》、《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）》、《北海市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》及广西“三区三线”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。本项目周围海域调查站位的海水水质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钻屑、钻井液、悬浮物，对环境的影响属于短期性、一次性、可恢复性影响。生产运行过程中所产生的主要污染物为含油生产水及生活污水，生产水经生产水处理系统处理后全部回注，生活污水处理达标后排海，对周围海域环境（水质、底质及生态）的影响范围和程度较小。

本项目的建设和生产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，只要不发生油气泄漏事故，本项目对周边的环境影响范围和影响程度是可以接受的。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 评价任务由来与评价目的

1.1.1 任务由来

涠洲 10-3 油田西区位于北部湾海域，距涠洲 11-1N 油田[redacted]，距 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB [redacted]，距广西北海市[redacted]，油田范围内水深约 [redacted]。

涠洲 10-3 油田西区开发项目拟新建 1 座井口平台 WZ10-3W WHPA 和 1 座自安装处理平台 WZ10-3W MOPU，新建 WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台海底电缆，新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台海底混输管道，新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道，并对相关平台进行适应性改造。

《涠洲 10-3 油田西区开发可行性研究报告》已编制完成，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，本工程在建设前应进行环境影响评价。受建设单位洛克石油（渤海）公司的委托（见附件 1），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，并依据有关法规、导则的要求完成了《涠洲 10-3 油田西区开发项目环境影响报告书》。

1.1.2 评价目的

本评价旨在查明建设项目评价范围内的环境质量现状，在全面分析建设项目施工期和营运期的主要污染因子的种类和数量的基础上，预测和评价建设项目对周围环境的影响范围和程度，阐明该项目的环境效益、经济效益和社会效益，提出相应的环境保护措施和建议，从环境保护角度论证该项目建设的合理性和可行性，从而为工程开发主管部门和环境保护主管部门提供决策依据，为项目的环境保护设计提供科学依据，为建设单位实施完善的环境管理提供可操作依据。

1.2 报告书编制依据

1.2.1 法律法规

- 《中华人民共和国环境保护法》（修订）（2015.1.1 实施）；

- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（2017.11.4 修订）；
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（2018.12.29 修订）；
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（2012 年修订）（2012.2）；
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（2018.10.26 修订）；
- 《中华人民共和国水污染环境防治法》（2017.6.27 修订）；
- 《中华人民共和国噪声污染防治法》（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）；
- 《中华人民共和国渔业法》（修订）（2013.12.28 实施）；
- 《中华人民共和国海上交通安全法》（2021.4.29 修订）；
- 《中华人民共和国节约能源法》（2018.10.26 修订）；
- 《中华人民共和国循环经济促进法》（2009 年 1 月）；
- 《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）（中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第 49 号，2021 年 12 月 30 日起实施）。

1.2.2 管理条例、规定及实施办法

- 《建设项目环境保护管理条例》（2017 年 10 月 1 日实施）；
- 《防治海洋工程建设项目污染损害海洋环境管理条例》（国务院，2018.3 修订）；
- 《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）；
- 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（2018.3.19 修订）；
- 《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 年修订）；
- 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院令第 167 号，2017.10.7 修订）；
- 《中华人民共和国水生野生动物保护实施条例》，农业部令第 1 号，2013.12.7；
- 《铺设海底管道电缆管理规定实施办法》（1989.3）；
- 《海洋工程环境影响评价管理规定》（国海规范[2017]7 号）；
- 《沿海海域船舶排污设备铅封管理规定》（交海发[2007]165 号）；
- 《海洋自然保护区管理办法》（1995.5）；
- 《海洋特别保护区管理办法》（国海发[2010]21 号）；
- 《中国水生生物资源养护行动纲要》（2006.2）；

- 《国家重大海上溢油应急处置预案》（交通运输部，2018 年 3 月）；
- 《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98 号）；
- 《国务院关于加强环境保护重点工作的意见》（国发[2011]35 号文）；
- 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发[2018]168 号）；
- 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部令第 4 号）；
- 《中华人民共和国海洋倾废管理条例》（2017 年 3 月 1 日修正版）；
- 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境污染防治管理规定》（2017 年修正）；
- 《水生生物增殖放流管理规定》（中华人民共和国农业部令第 20 号，2009 年 5 月 1 日施行）；
- 《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》（农渔发[2022]1 号）。

1.2.3 规划、功能区划及保护规划

- 《全国海洋功能区划（2011-2020 年）》（2012.4.25）；
- 《全国海洋主体功能区规划》（国发[2015]42 号）；
- 《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020）；
- 《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》（2018 年 4 月）；
- 《广西海洋生态红线划定方案》（2017 年 12 月批复）；
- 《广西壮族自治区海洋环境保护规划（2016-2025）》；
- 《“十四五”海洋生态环境保护规划》
- 《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）
- 《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）》（桂环规范〔2021〕6 号）
- 《北海市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（北政发〔2021〕8 号）

1.2.4 技术导则、规范

- 《环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；
- 《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）；

- 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）；
- 《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）；
- 《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》（GB18579-2001）；
- 《海洋监测规范》（GB 17378.1～7-2007）；
- 《海洋调查规范》（GB/T 12763.1～11-2007）；
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T 9110-2007）；
- 《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）；
- 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T 1143-2017）；
- 《建设项目危险废物环境影响评价指南》；
- 《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2003）。
- 《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）

1.2.5 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》（GB 4914-2008，2009-5-1 实施）；
- 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB 18420.1-2009）；
- 《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）；
- 《海水水质标准》（GB 3097-1997）；
- 《海洋沉积物质量》（GB 18668-2002）；
- 《海洋生物质量》（GB18421-2001）；
- 《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》；
- 《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）；
- 《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）。
- 《海洋渔业资源调查规范》（SC/T9403-2012）

1.2.6 工程资料及有关批复文件

- 涠洲 10-3 油田西区开发项目环境影响评价委托书（见附件 1）；
- 《涠洲 10-3 油田西区开发可行性研究报告》（2021 年 12 月）；
- 《涠洲 10-3 油田西区开发项目平台场址及管线路由选择依据说明材料》（2022 年 5 月）；
- 建设单位提供的其它设计资料。

1.3 环境质量标准与污染物排放标准

1.3.1 海洋环境质量标准

本工程新建平台及海底管线位于各功能区划定范围之外，按照《全国海洋功能区划》，海水水质、沉积物、生物质量执行不劣于现状标准。

本次评价海域水质执行《海水水质标准》（GB 3097-1997）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》（GB 18668-2002）中的相关标准。海洋生物质量评价执行《海洋生物质量》（GB 18421-2001）中的一类标准，GB 18421 中没涉及的项目采用《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中相应标准。具体标准见下表。

表 1.3-1　环境质量标准

项目	采用标准	等级	适用对象
海水水质	海水水质标准（GB 3097-1997）	不劣于现状	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（GB 18668-2002）	不劣于现状	海洋沉积物质量评价
海洋生物质量	海洋生物质量（GB 18421-2001）	不劣于现状	海洋生物质量评价（双壳贝类）
	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	—	软体动物、鱼类、甲壳类（重金属）
	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）	—	软体动物、鱼类、甲壳类（石油烃）

1.3.2 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），本工程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），本工程所在海域属于一级海区。

本工程施工期产生的污染物有：施工作业船舶产生的生活污水、机舱含油污水、船舶垃圾，平台及海底管线施工中产生的悬浮物、施工作业垃圾（施工过程中产生的边角料等），钻井过程中产生的钻井液、钻屑等；本工程运营期产生的污染物有：含油生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾和牺牲阳极锌离子释放。

本工程所在海域属于北部湾海域，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 1.3-2　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" rowspan="2">水基钻井液、钻屑</td><td>《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>排海含油量≤1%
Hg≤1mg/kg
Cd≤3mg/kg</td><td rowspan="2">钻井完井作业过程中排放的水基钻井液、钻屑</td></tr>
<tr><td>《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》（GB 18420.1-2009）</td><td>一级</td><td>生物毒性容许值≥30000mg/L</td></tr>
<tr><td colspan="2">油基钻井液</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>不得排放入海</td><td rowspan="2">钻井完井作业过程中排放的油基钻井液、钻屑</td></tr>
<tr><td colspan="2">油基钻井液钻屑</td><td>一级</td><td>排海含油量≤1%
Hg≤1mg/kg
Cd≤3mg/kg</td></tr>
<tr><td colspan="2">生活污水（钻井平台）</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">钻井作业生活污水、生活垃圾和生产垃圾</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>《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）</td><td rowspan="5">/</td><td>含油量≤15mg/L</td><td rowspan="5">船舶污染物的排放</td></tr>
<tr><td rowspan="2">船舶垃圾</td><td>塑料制品及其他垃圾</td><td rowspan="3">《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）</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">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：BOD5≤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：BOD5≤25mg/L、SS≤35mg/L、耐热大肠菌群≤1000 个/L、CODCr≤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>

1.3.3 生产水回注指标

根据中华人民共和国石油天然气行业标准《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）要求，本项目注入层平均空气渗透率为[redacted]，本项目推荐主要控制指标如表 1.3-3 所示。

表 1.3-3　推荐注水水质主要控制指标

项目		推荐指标
控制指标	悬浮物固体含量，（mg/L）	[redacted]
	悬浮物颗粒直径中值，（μm）	[redacted]
	含油量，（mg/L）	[redacted]
	平均腐蚀率，（mm/年）	[redacted]
	SRB，（个/mL）	[redacted]
	TGB，（个/mL）	[redacted]
	铁细菌，（个/mL）	[redacted]
备注：1＜n＜10。		

1.4 环境影响要素识别

本项目海上建设阶段，在钻完井作业过程中，有少量的水基钻井液和钻屑的排放；在生产阶段，本项目产生的含油生产水处理达标后全部回注，有少量处理达标后的生活污水排海，对海洋环境会产生一定的不利影响。

此外，海上施工和生产阶段参加作业的人员和船舶将产生少量的船舶含油污水、生活污水和食品废弃物等生活垃圾及少量生产垃圾。生活垃圾（除船舶的食品废弃物）及生产垃圾运回陆地处理，船舶含油污水和生活污水分别经处理达到相应的排放标准后排海，仅对海洋环境产生局部轻微影响。

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 1.4-1　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	机舱含油污水	石油类	达标排海	海水水质、海洋生态环境	小
	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	食品废弃物粉碎排放，其他运回陆地处理	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
	平台建设及海底管线挖沟悬浮物	悬浮物	连续排放	海水水质、海洋生态环境	中

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
	水基钻井液、钻屑	悬浮物	达标排海	海水水质、海洋生态环境	中
	油基钻井液	石油类	运回陆地处理	—	无
生产阶段	生产垃圾	废弃边角料、油渣、油棉纱等	运回陆地处理	—	无
	含油生产水	石油类	全部回注	—	无
	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
	生活污水	COD、大肠菌群、悬浮物	达标间断排放	海水水质环境	小
	生活垃圾	食品废弃物、包装物	运回陆地处理	—	无
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

1.5 污染控制与环境保护目标

1.5.1 海洋环境评价等级

本工程属于海洋油（气）开发及其附属工程，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）中评价等级划分原则，确定单项海洋环境影响要素为海水水质环境、海洋沉积物环境、海洋生态和生物资源环境、环境风险等。

表 1.5-1 海洋工程建设项目各单项环境影响评价内容

建设项目类型和内容	环境影响评价内容						
	海水水质环境	海洋沉积物环境	海洋生态和生物资源环境	海洋地形地貌与冲淤环境	海洋水文动力环境	环境风险	其他评价内容
海洋油（气）开发及其附属工程	★	★	★	☆	☆	★	☆

由表 1.5-1 可见，海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境的影响评价内容不是海洋油（气）开发及其附属工程的必选评价内容。鉴于本次工程新建平台为透水式结构，对水文动力和地形地貌与冲淤环境影响轻微；新铺海底管缆对管缆处底层流速和流向会有一定影响，但影响范围很小，不会对管缆区域的水文动力造成影响。此外，本工程不涉及填海、疏浚等对海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境产生明显影响的工程内容。因此，本次评价将对海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境影响进行简要分析。

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）（下文简称“导则”），海洋油（气）开发及其附属工程建设项目的环境影响评价等级主要根据年产油量以及

工程所处海域的生态敏感性来确定。本项目原油的密度为[redacted]，本项目投产后，WZ10-3W MOPU 平台处理最高产能为[redacted]；最大日处理水量为 3142m³/d（2034 年），生产水处理达标后全部回注地层，无含油生产水排海。通过敏感目标识别，本工程 WZ11-4NWHPA 平台及部分海底电缆位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区，同时，本工程新建平台、新建海底管道及海底电缆位于北部湾二长棘鲷产卵场、北部湾绯鲤类产卵场及北部湾蓝圆鲹产卵场内。因此，属于生态环境敏感区。

按照工程内容及其规模，分别判断其海洋水质、海洋沉积物、海洋生态环境的单项环境影响评价等级，然后取所有评价等级中的最高评价等级，作为建设项目的环境影响评价等级。

本工程属于“导则”中年产油量（50~20）万 t 规模，本报告从严选择等级，水质、沉积物、生态和生物资源环境的评价等级见下表。根据导则要求，确定本项目的海洋环境影响评价等级为 1 级。

表 1.5-2　评价等级

海洋工程分类	工程类型和工程内容	工程规模	工程所在海域特征和生态环境类型	评价等级		
				水质环境	沉积物环境	生态和生物资源环境
海洋矿产资源勘探开发及其附属工程类	海洋油（气）开发及其附属工程	污水排放量（5000~1000）m³/d 或年产油量（50~20）万 t	生态环境敏感区	2	3	1

1.5.2 环境风险评价等级

根据《建设项目风险评价技术导则》（HJ169-2018）确定油类危险性物质的临界量为 2500t，经计算，本项目危险物质数量与临界比值 Q<1，项目风险潜势为 I 。根据风险潜势判断，本项目的风险评价等级为简单分析。考虑到海洋油（气）开发工程涉及易燃、易爆（泄漏）的油气物质，且本工程 WZ11-4NWHPA 平台及部分海底电缆位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区，同时，本工程新建平台、新建海底管道及海底电缆位于北部湾二长棘鲷产卵场、北部湾绯鲤类产卵场及北部湾蓝圆鲹产卵场内。周边海域海洋环境较敏感，一旦溢油将对海洋生态环境和项目周边环境敏感区影响较大，因此本项目风险评价按照一级进行，开展溢油的数值分析预测，并根据预测结果进行风险防范措施可行性分析。

1.6 评价内容与评价工作重点

1.6.1 评价范围

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中关于评价范围的界定，调查与评价范围应覆盖可能受到影响的海域，本项目海洋环境影响评价等级为 1 级，根据“导则”规定，1 级评价扩展距离一般不小于 8km~30km。当建设项目所在区域有生态环境敏感区和自然保护区时，调查评价范围应适当扩大，将生态环境敏感区和自然保护区涵盖其中，以满足评价和预测环境敏感区和自然保护区所受影响的需要。

根据本项目污染物排放负荷和排放方式及可能影响的范围、自然环境特征及重点环境保护目标，确定本次评价范围为以工程用海（包括本工程平台、管缆及依托工程）外缘线为起点、分别向主潮流方向及垂直主潮流方向各外扩 15km。

本项目评价范围约 2400km^2 海域，评价范围四至坐标参见下表，评价范围见下图。

表 1.6-1　评价范围界点坐标

界点	纬度（N）			经度（E）		
A		[redacted]			[redacted]	
B		[redacted]			[redacted]	
C		[redacted]			[redacted]	
D		[redacted]			[redacted]	

图 1.6-1　评价范围示意图

1.6.2 评价工作重点

依据本油田开发工程的特点和评价海域环境特征，结合本工程环境影响因子和环境影响因素识别结果，确定出本工程的环境影响评价重点为：

（1）海底管道、电缆铺设所搅起的海底悬浮物及水基钻井液、钻屑排放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）工程运营期在油气生产、集输等过程中污染物的产生排放情况，对海水水质、沉积物、海洋生态环境等造成的影响，给出采取的生态环境保护措施，以及营运期环保措施的可行性。

（3）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。

1.7 环境敏感区和环境保护目标

1.7.1 环境敏感目标

本工程评价范围内的环境敏感目标主要有北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区及渔业“三场一通道”等。

本工程位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区内，位于二长棘鲷、绯鲤类及蓝圆鲹产卵场内。

涠洲 10-3 油田西区开发项目周边环境敏感目标分布见下表。

表 1.7-1 涠洲 10-3 油田西区开发项目周边环境敏感目标分布表

范围	类型	敏感目标名称名称	对照平台	[redacted]	[redacted]	主要保护对象
评价范围内	水产种质资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷和长毛对虾（保护期 1 月 15 日至 3 月 1 日）
	产卵场	北部湾二长棘鲷产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷
		北部湾绯鲤类产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	绯鲤类
		北部湾蓝圆鲹产卵场	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	蓝圆鲹
		北部湾金线鱼产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	金线鱼
		北部湾长尾大眼鲷产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	长尾大眼鲷
	渔业资源保护区	南海北部幼鱼繁育场保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	幼鱼、幼虾
评价范围外	水产种质资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷和长毛对虾
	海洋保护区	涠洲岛海洋保护区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁
		斜阳岛海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	
		三娘湾海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	加强对中华白海豚及其栖息环境的保护。
		北仑河口红树林海洋保护区	WZ11-4D WHPA 水下三通	[redacted]	[redacted]	保护红树林及其海洋自然生态系统，提高红树林生态系统的生物多样性；珍珠湾内还应保护海草床生境；保护自然景观
		合浦儒艮海洋保护区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	儒艮
		广西近海南部海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	保护近海生物资源及其产卵场：1~7 月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护
	自然保护区	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珍稀海洋生物及其栖息地，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统
		广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统
	渔业资源保护区	二长棘鲷幼鱼保护区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷
	生态红线区（禁止开发	广西涠洲岛珊瑚礁保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统及其生境、海马
		雷州珍稀海洋生物自然保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁、珍稀海洋生物生境

范围	类型	敏感目标名称名称	对照平台	[redacted]	[redacted]	主要保护对象
	区）	雷州海草自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	海草资源及其生境
		乌石国家级海洋公园	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁、海草床等海洋生态系统
		徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁典型生态系统
	生态红线区（限制开发区）	广西涠洲岛珊瑚礁保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统及其生境、海马
		广西近海南部重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中国鲎、海马
		广西近海南部海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	渔业资源及其生境、中国鲎、海马
		北海斜阳岛保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统及其生境、海马、海岸景观
		北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	自然景观、海岸线
		涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	砂质岸线、沙源海域、岩石岸线
		北海涠洲岛重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	岸滩、岛屿生态、海岸景观、自然资源、海马
		北海南部海域重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲎、海马
		钦州南部海域重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	
		廉州湾重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	海湾自然环境、养殖环境及渔业资源、中华白海豚、中国鲎、海马
		防城港南部海域重要渔业海域	WZ11-4D WHPA 水下三通	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲎、海马
		钦州三娘湾中华白海豚集中分布区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	中华白海豚及其生境、中国鲎、海马
		三娘湾重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源、中华白海豚
		鹿耳环至三娘湾重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源
		三娘湾重要砂质岸线和沙源保护海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	砂质岸线、沙源海域
		廉州湾重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源
		珍珠港重要渔业海域	WZ11-4D WHPA 水下三通	[redacted]	[redacted]	红树林、海草、海湾自然环境、养殖环境及渔业

范围	类型	敏感目标名称名称	对照平台	[redacted]	[redacted]	主要保护对象
						资源、中国鲎、海马
		雷州珍稀海洋生物自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁、珍稀海洋生物生境
		雷州海草自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	海草资源及其生境
		乌石人工鱼礁重要渔业海域	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	渔业资源、海洋生态环境
		徐闻南部重要渔业海域	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	渔业资源、海洋生态环境
		徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁典型生态系统
		流沙湾海草床	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	海草床

图 1.7-1　项目周边敏感目标-保护区

图 1.7-2　项目周边敏感目标-红线区

图 1.7-3　项目周边产卵场

图 1.7-4　南海幼鱼繁育场保护区

1.7.2 污染控制目标

本工程污染控制目标是工程投产后确保所产生的各种污染物均能达标排放。本工程建设、生产过程中将要产生的主要污染物包括铺设海底管缆搅起的悬浮物、钻完井作业产生的钻井液和钻屑、生活污水、生活垃圾、生产垃圾、含油生产水以及油气泄漏事故情况下可能排放的原油等，这些污染物均为污染控制的主要对象。本工程位于北部湾海域，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：

铺管作业悬浮物：通过采用先进铺管技术和合理选择铺管施工期，尽量减轻或避免铺管挖沟作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响。

钻井液、钻屑：本工程排放的水基钻井液和钻屑需符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求及《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）标准中一级海区标准要求，无法满足排放标准要求的水基钻井液和钻屑禁止向海中排放，回收至平台上专门设置的回收箱内，全部运回陆地，交给有资质的单位进行处置。油基钻井液全部运回陆地交给有资质的单位进行处置。

船舶含油污水：海上施工作业的船舶都按要求配备油水分离器，船舶机舱含油污水经船用油水分离器处理，使其含油浓度不大于 15mg/L 后排放。

生活污水：施工船舶生活污水的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。船舶生活污水与最近陆地间距离＞12 海里的海域，船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。

钻井平台生活污水经船用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》（GB 4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海。

含油生产水：正常情况下经处理达到回注水质标准后全部回注，非正常工况下，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产，禁止生产水外排入海。

生产垃圾及生活垃圾：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。

钻井平台在钻完井期间，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》（GB 4914-2008）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。

1.7.3 环境保护目标

正常作业情况下环境保护目标为工程周围海域的海水水质，沉积物质量和海洋生态。控制污染物排放不影响临近功能区的《海水水质标准》（GB3097-1997）、《海洋生物质量》（GB18421-2001）和《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）及相关标准要求。

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：涠洲 10-3 油田西区开发项目

项目性质：新建

建设地点：北部湾海域

工程类型：海洋油气开发及其附属工程

建设单位：洛克石油（渤海）公司

预计投产日期：2024 年 12 月

项目投资：[redacted]万元

环保投资：[redacted]万元

2.1.2 地理位置

涠洲 10-3 油田西区位于北部湾海域，距涠洲 11-1N 油田[redacted]，距 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB [redacted]，距广西北海市[redacted]，油田范围内水深约 [redacted]。

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 本项目新建工程坐标

工程性质	工程名称	工程坐标（CGCS2000）	
新建平台	WZ10-3W WHPA 平台	[redacted]	[redacted]
	WZ10-3W MOPU 平台	[redacted]	[redacted]
新建管线	海底电缆	WZ11-1N WHPA 平台至 WZ10-3W WHPA 平台	
	海底混输管线	WZ10-3W WHPA 平台至 WZ11-4 WHPA 平台	
	海底输气管线	WZ10-3W WHPA 平台至 WZ11-4D WHPA 水下三通	
改造平台	WZ11-4 WHPA 平台	[redacted]	[redacted]
	WZ11-1N WHPA 平台	[redacted]	[redacted]
依托设施	WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB	[redacted]	[redacted]

图 2.1-1 工程地理位置图

2.1.3 油田构造特征和地质油藏概况

2.1.4 本项目总体方案

涠洲 10-3 油田西区采用注水开发方式，本工程计划建设内容包括：

- 新建 1 座 4 腿井口架平台 WZ10-3W WHPA：20 个井槽（全部为单筒双井），通过 10m 栈桥与新建 WZ10-3W MOPU 平台相连。井槽排列为 4（列）×5（行），井槽间距为 2500mm×2500mm，采用自升式钻井平台+液压修井装置或修井平台进行钻完井及修井作业。平台分为上层甲板和下层甲板，其上主要布置了液压修井装置、管汇、旋流除砂器、开排槽、清管球发射器等。
- 新建 1 座 4 腿桩靴式自升式处理平台 WZ10-3W MOPU：通过 10m 栈桥与新建 WZ10-3W WHPA 平台相连。钢质非自航，具有升降能力，桩腿工作点间距为 40m×37m。平台设有 75 人生活楼及直升机甲板。平台设有主甲板、二层甲板和舱室，布置生产处理设施、公用系统及房间等。
- 新建 1 条海底混输管道：WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台的 [redacted]，6/10″油水混输管道。
- 新建 1 条海底电缆：WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台的 [redacted]，35kV，3C×95mm^2 海缆。
- 新建 1 条海底输气管道：WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通 [redacted]，4″输气管道。
- 同时，对现有 WZ11-4 WHPA、WZ11-1N WHPA 进行改造。

新建 1 座井口架平台 WZ10-3W WHPA，平台设 40 口井，其中生产井 15 口、注水井 9 口、同井抽注井 2 口，预留井 14 口。新建 1 座 4 腿自安装平台 WZ10-3W MOPU，与 WZ10-3W WHPA 通过 10m 栈桥相连。WZ10-3W MOPU 平台设置三级处理流程：生产分离器、热化学分离器和电脱水器。油田产井流物经 WZ10-3W WHPA 平台生产管汇通过栈桥进入 WZ10-3W MOPU 平台生产分离器处理成含水低于 50%原油，加热后进入热化学分离器处理为含水低于 30%原油，随后进入电脱水器处理成合格油（含水率≤0.5wt%）后，经商业计量后，进入缓冲罐。最终，原油经过外输泵增压后通过栈桥到达 WZ10-3W WHPA 平台，随后进入 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 新建海管输送至 WZ11-4 WHPA 平台。WZ10-3W WHPA 平台设多相流量计用于计量单井产量，计量后的物流通生产管汇物流物流汇合一同经栈桥进入 WZ10-3W MOPU 平台生产分离器。

热化学分离器分离的气，经 WZ10-3W MOPU 平台低压压缩机系统增压后，与来自生产分离器的气一同进入 WZ10-3W MOPU 平台伴生气压缩机系统增压后，经栈桥到 WZ10-3W WHPA 平台后进入新建输气海管，输送至 WZ11-4D 水下三通，进入涠洲气管网。分离出的生产水，在 WZ10-3W MOPU 平台经生产水处理系统和注水系统处理合格后经栈桥输送至 WZ10-3W WHPA 回注地层，不足注水由水源井水提供。

油田开发示意图详见下图。

图 2.1-2　工程总体开发示意图

2.1.5 油田工程基础数据

2.1.5.1 油田开发数据

表 2.1-2　涠洲 10-3 西区开发数据表

	高峰量	处理能力
产液量	[redacted]	[redacted]
产油量	[redacted]	[redacted]
产水量	[redacted]	[redacted]
产气量	[redacted]	[redacted]
注水量	[redacted]	[redacted]
平台名称	WZ10-3W WHPA 平台（井口平台） WZ10-3W MOPU 平台（综合处理平台）	
井槽数	共 20 个井槽	
总井数	40 口	
生产井数	15 口	
注水井数	9 口	
同井抽注井数	2 口	
预留井数	14 口	
钻修井方式	自升式钻井平台钻完井，液压修井装置或修井平台修井	
平台设计寿命	WZ10-3W WHPA 平台 20 年，WZ10-3W MOPU 平台 25 年	
年生产天数	336 天	
开发方式/采油方式	注水开发/电潜泵采油	

2.1.5.2 产能指标预测

本工程共 40 口井，其中生产井 15 口、注水井 9 口、同井抽注井 2 口，预留井 14 口。分 2 批次钻完井，预计 2024 年 6 月开始钻井，钻完井工期 610 天。

表 2.1-3　涠洲 10-3 油田西区产能预测指标

[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]

[redacted]

2.1.5.3 油田原油物性

原油物性见下表。

表 2.1-4 原油物性

[redacted]

[redacted]

2.1.5.4 天然气组分

涠洲 10-3 油田西区天然气实验数据，见下表。

表 2.1-5 涠洲 10-3 油田西区天然气分析数据表

[redacted]

2.1.6 工程组成

涠洲 10-3 油田西区开发项目的工程量主要包括新建工程和改造工程两部分。本项目工程量组成详见下表。

本项目拟新建工程主要包括：1 座 4 腿导管架井口平台 WZ10-3W WHPA，1 座 4 桩腿桩靴式自升式处理平台 WZ10-3W MOPU，1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 输油海底管道（[redacted]），1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D WHPA 输气管道（[redacted]）及 1 条 WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台 35kV，3×95mm^2 海底电缆（[redacted]）。

改造平台包括：对依托的 WZ11-4 WHPA 平台、WZ11-1N WHPA 平台进行适应性

改造。

本工程新建平台总体工艺流程见下图：

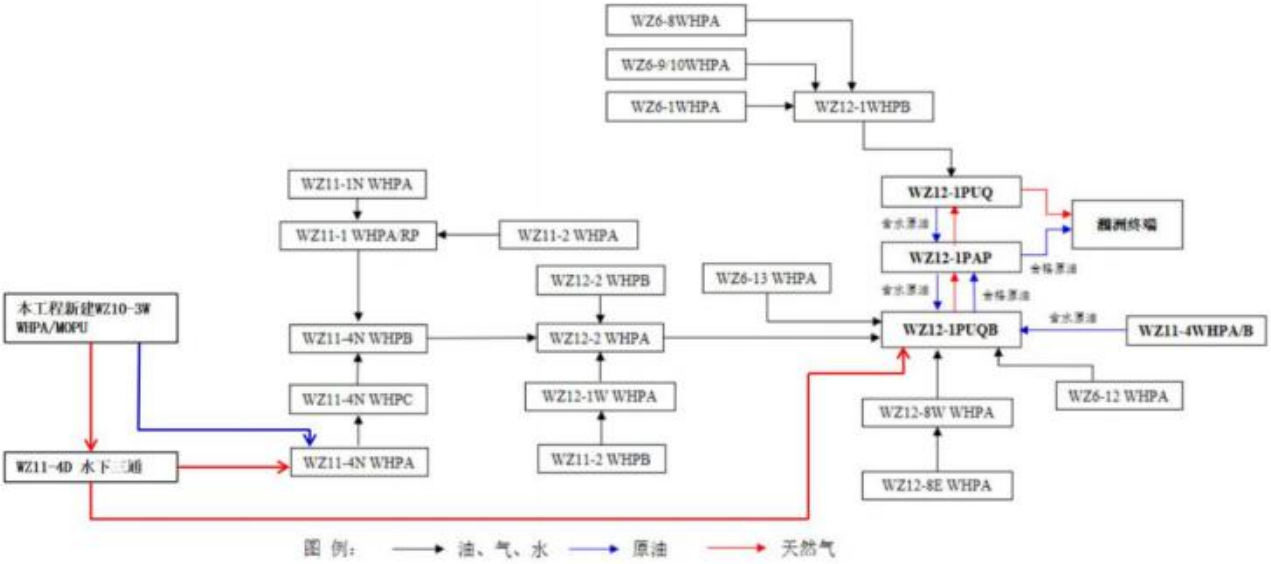


图 2.1-3　本工程总体工艺系统流程图

表 2.1-6 涠洲 10-3 油田西区开发项目的工程量组成

工程组成				装置及规模
新建工程	平台	主体工程	WZ10-3W WHPA 平台	WZ10-3W WHPA 平台是一座 4 腿导管架井口平台，共 20 个井槽（均为单筒双井）；15 口生产井、9 口注水井、2 口同井抽注井及 14 口预留井槽。使用钻井平台打井。平台分为上层甲板和下层甲板。平台设有液压修井装置、管汇、旋流除砂器、开排槽、清管球发射器等。
			WZ10-3W MOPU 平台	WZ10-3W MOPU 平台是一艘四桩腿桩靴式自升式处理平台，钢质非自航，具有升降能力，桩腿工作点间距为 40m×37m。平台设有 75 人生活楼及直升机甲板。平台设有主甲板、二层甲板和舱室，布置生产处理设施、公用系统及房间等。
		辅助工程	混输管道	新建 1 条 WZ10-3W WHPA 至已建 WZ11-4WHPA 平台[redacted]，6/10 寸油水混输海底管道。
			海底电缆	新建 1 条 WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 的[redacted]，35kV， 3C×95mm^2 海缆为新建平台供电。
			输气管道	新建 1 条 WZ10-3W WHPA 已建 WZ11-4D 水下三通[redacted]，4 寸输气海底管道。
			新建栈桥	本项目新建 10m 的栈桥。
		环保工程		WZ10-3W WHPA 平台设置开排系统，WZ10-3W MOPU 平台设置火炬系统、开排系统、闭排系统、生活污水处理系统、生产水处理系统。
		主工艺系统		WZ10-3W MOPU 平台设置原油处理系统等。
		公用工程		WZ10-3W MOPU 平台设置低压压缩机系统、伴生气压缩机系统、柴油系统、化学药剂系统。
		水工艺系统		设有生活污水处理系统、生产水处理系统、注水系统、海水系统、淡水系统。
改造工程	WZ11-4 WHPA 平台			中层甲板改造：4 轴东侧原应急机位置布置新增柴油日用罐;甲板北侧梯道北移，甲板北侧外扩 13.4m×5.5m 甲板布置新增集装箱应急机。 下层甲板改造：甲板北侧外扩 15.25m×4.0m 甲板布置新增原油换热器和置换泵，甲板西侧外扩 14.4m×3.0m 甲板布置新增清管球接收器，1B 腿外侧新增混输管线立管。
	WZ11-1N WHPA 平台			在 3B 腿外侧新增电缆护管及其接线箱。

2.1.6.1 新建 WZ10-3W WHPA 平台

WZ10-3W WHPA 是 4 腿导管架井口平台，通过 10m 栈桥与新建自安装处理平台 WZ10-3W MOPU 相连。上部组块采用吊装法安装，导管架工作点间距为 13.5×16m。，平台设有 20 个井槽，全部为单筒双井，井槽排列为 4（列）×5（行），井槽间距为 2500mm×2500mm，采用自升式钻井平台+液压修井装置或修井平台进行钻完井及修井作业。平台分为上层甲板和下层甲板，其上主要布置了液压修井装置设备区域、管汇、旋流除砂器、开排槽、清管球发射器等。

a.上层甲板

上层甲板尺寸为 25.3m×27.8m，标高 EL.(+)24m。

上层甲板 1 轴和 2 轴之间为井口区，井口区东、西侧和南侧为液压修井装置设备区，在平台 1 轴布置了 1 台电动吊机，吊重能力为 15t@20m&5t@35m，主要用于设备检修及维护、平台补给作业等。

平台东北角设有连接自安装处理平台 WZ10-3W MOPU 的栈桥。

b.下层甲板

下层甲板尺寸为 25.3m×27.8m，标高 EL.(+)17.8m。

井口区采油树位于下层甲板 1 轴和 2 轴之间，井口区南侧布置了生产测试管汇、生产计量管汇、清管球发射器、和多相流量计和开排槽等，井口区东侧布置了注水管汇，井口区北侧布置井口控制盘和旋流除砂器。

c. 新建栈桥

本项目新建 10m 的栈桥。

2.1.6.2 新建 WZ10-3W MOPU 平台

WZ10-3W MOPU 是一艘四桩腿桩靴式自升式处理平台，钢质非自航，具有升降能力，桩腿工作点间距为 40m×37m。平台艏部设有 75 人生活楼及直升机甲板。平台设有主甲板、二层甲板和舱室，布置生产处理设施、公用系统及房间等。

a.主甲板

主甲板尺寸为 57m×44m，标高 EL.(+)23.6m。

主甲板自西向东主要布置生产分离器、热化学分离器、闭排罐、原油缓冲罐、脱气除油罐、水力旋流器、核桃壳过滤器、双介质过滤器、和海水泵架等设备。平台东侧布置了一层电气房间，主要包括：应急发电机间、电池间、应急开关间和中控设备

间。

甲板西北角设有连接井口平台 WZ10-3W WHPA 的栈桥。

b.二层甲板

二层甲板尺寸为 57m×44m，标高 EL.(+)30.1m。

二层甲板自西向东主要布置有低压压缩机、伴生气压缩机、电脱水器、化学药剂注入撬、陶瓷膜过滤器、公用/仪表风系统、注水泵等设备。

平台东侧布置 75 人生活楼及直升机甲板布置，两艘 45 人救生艇悬挂在生活楼一楼东侧甲板外。

在平台南、北两侧各布置了 1 台电动吊机，吊重能力分别为 20t@20m、8t@35m，主要用于设备检修及维护、平台补给作业等。

图 2.1-4　新建 WZ10-3W WHPA 平台上层甲板布置图

图 2.1-5　新建 WZ10-3W WHPA 平台下层甲板布置图

图 2.1-6　新建 WZ10-3W MOPU 平台俯视图

图 2.1-7　新建 WZ10-3W MOPU 平台主甲板布置图

图 2.1-8　新建 WZ10-3W MOPU 平台二层甲板布置图

图 2.1-9　新建 WZ10-3W WHPA 平台与 WZ10-3W MOPU 平台栈桥连接示意图

2.1.6.3 钻完井

WZ10-3W WHPA 平台上布置 20 个井槽，40 口井，其中生产井 15 口、注水井 9 口、同井抽注井 2 口，预留井 14 口。采用钻井平台钻井，后期采用液压修井装置或修井平台修井。

WZ10-3W WHPA 平台采用锤入法下入隔水导管，在安装导管架/井槽时一起锤入，入泥深度参考周边平台，暂设计为 50m。

防喷器组压力级别：防喷器组最大工作压力不小于 35Mpa，防喷器组公称通径 11″。

采油树材料等级及压力等级：同井抽注 FF 级，5000Psi，其余井 CC 级，5000Psi，设置地面安全阀、可调油嘴；要求有电缆穿透孔道、井下安全阀控制管线通道。

采油树温度等级及产品规范等级：采油树执行 API6A 标准，温度级别：U 级；压力级别：5000psi；防腐级别：CC 级（除同井抽注两口井 FF 级）

（1）井槽平面布置

WZ10-3W WHPA 平台上布置 20 个井槽。全部为 36″单筒双井槽口，4×5 排列：2.5×2.5m，油田靶点呈放射状，通过优化井槽分配、造斜点等浅层防碰满足标准要求。井槽平面布置见下图。

表 2.1-7　井名及井别

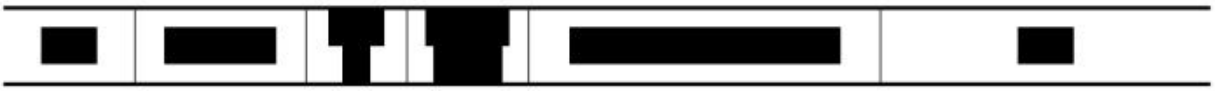
平台	井别	井号	井数
WZ10-3W WHPA	生产井	C2/C6/C8/C9/C11/C13/C14/C15/C16/C19/C21/C22/C24/C26/C27	15
	注水井	C1/C3/C4/C5/C10/C12/C17/C20/C25	9
	同井抽注井	C18/C23	2
	预留井槽	C7/C28/C29/C30/C31/C32/C33/C34/C35/C36/C37/C38/C39/C40	14

图 2.1-10　井槽平面布置图

（2）井身结构

本工程共钻井 40 口（包括预留井槽，预留井槽数据为预估），钻井总进尺约为 106862m。井身结构数据表见下表。

表 2.1-8　WZ10-3W WHPA 平台井身结构表



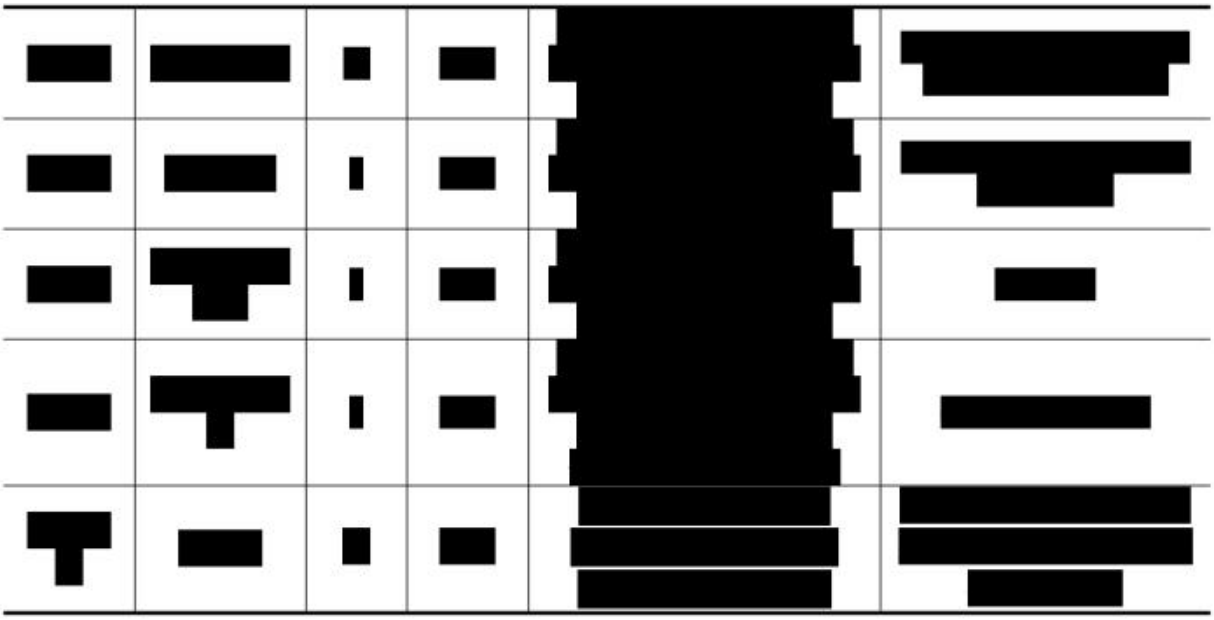


图 2.1-11 涠洲 10-3 油田西区定向井井身结构示意图（第一、二、三类井）

图 2.1-12 涠洲 10-3 油田西区大斜度井井身结构示意图（第四类井）

（3）钻井液成分

本项目在钻井过程中，12-1/4”井段使用油基钻井液，其它各井段均采用水基钻井液。钻井液体系组成见下表。

表 2.1-9 钻井液体系组成表

2.1.6.4 依托工程改造

为适应本次项目，需对 WZ11-4 WHPA 平台、WZ11-1N WHPA 平台进行改造，改造工程内容如下：

（1）WZ11-4 WHPA 平台改造

本项目接入后，为满足平台消防、救逃生、应急照明、应急置换及黑启动的应急供电需求，WZ11-4 WHPA 井口平台应急负荷增加至 1079kW。平台原配置 1 台 800kW 集装箱形式应急柴油发电机，无法满足本项目接入后的应急负荷需求。改造新增 1 台 1200kW 应急柴油发电机，采用集装箱形式。

中层甲板改造：中层甲板新增 7.5m×3m 甲板，用于放置新增应急机柴油罐和氮

气瓶撬；

底层甲板改造：底层甲板北侧新增 14.4m×3.3m 甲板，西侧新增 2.0m×19.4m 甲板，用于放置新增加热器、置换泵、过滤器和收球筒；

（2）WZ11-1N WHPA 平台改造

在 3B 腿外侧新增电缆护管及其接线箱。

图 2.1- 13　WZ11-4 WHPA 平台中层甲板改造布置图

图 2.1- 14　WZ11-4 WHPA 平台下层甲板改造布置图

图 2.1- 15　WZ11-1N WHPA 平台工作甲板改造布置图

2.2 油田开发过程及生产工艺

本项目过程大致可以分为海上建设、海上生产和海上废弃三个阶段。

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导管架和甲板上部组块等设施的海上安装、海底管道/电缆的铺设、钻完井作业以及依托设施的相关改造等。

2.2.1.1 海上设施安装

WZ10-3W WHPA 平台导管架拟在湛江场地建造。滑移装船，吊装下水，导管架、钢桩和隔水套管运输使用 7000 吨级驳船。使用 1700 吨级浮吊安装导管架，并打入隔水套管和钢桩。

WZ10-3W WHPA 平台上部组块拟在湛江场地建造。组块滑移装船，使用 1700 吨级浮吊吊装安装，使用 7000 吨级驳船运输。液压修井装置采用 7000 吨级驳船运输，使用 1700 吨级浮吊吊装安装。平台导管架建设过程中需要打桩，WZ10-3W WHPA 平台为 4 腿 4 桩导管架结构，桩腿无斜度。4 根钢桩直径为 1676mm，桩预计入泥深度为 75m 左右，打桩过程会产生少量泥沙。

WZ10-3W MOPU 平台船体为长方体箱型结构，安装时平台漂浮于水中，桩腿收回并锁紧，由拖轮拖航至井位。通过限位拖轮定位，平台调平，下降桩腿插入海底。4 根桩腿同步提升平台，至海面上约 1m 的位置。利用平台重量，同步预压 4 根桩腿，至地层稳定。装载压载水，交替利用 2 根对角桩腿进行对角预压。排放压载水，4 根桩腿同步升船至预定高度，固桩锁定。

2.2.1.2 海底管道/电缆施工

（1）海底管道和电缆铺设

本项目拟建 1 条海底混输管道、1 条海底输气管道和 1 条海底电缆。管道全程埋设，后挖沟，自然回填。埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，拟采用中油海 101 或同等能力铺管船舶施工。海底电缆采用边敷边埋施工方式，设计埋深 1.5m，拟采用沪救捞 62 同等能力船舶施工。

（2）挖沟和埋设

本项目管道和电缆全程埋设，管道采用后挖沟自然回填法，电缆采用边铺边埋法。

埋设混输及输气管道顶部距海床表面为 1.5m，管沟底宽 1m，顶宽 2m。

埋设电缆顶部距海床表面为 2m，缆沟底宽 0.5m，顶宽 1m。

拟建海底管道和电缆埋设示意图见下图。

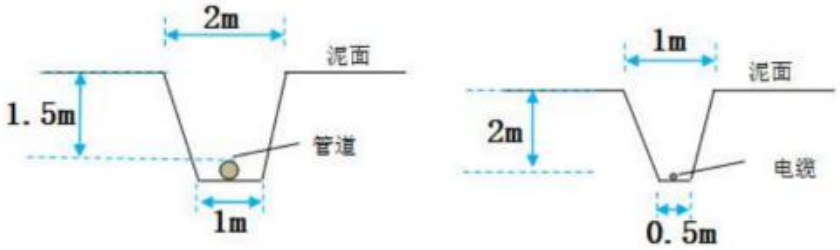


图 2.2-1　拟建海底管道和电缆埋设示意图

（3）立管和膨胀弯的安装布置

WZ10-3W WHPA 平台在陆上预安装立管和电缆护管；1 根海上后安装；已建 WZ11-4 WHPA 平台在海上后安装 1 根立管；WZ11-1N WHPA 在海上后安装 1 根电缆护管。

新建海底管道两端设置膨胀弯。立管和电缆护管后安装、膨胀弯安装、布置水泥压块以及清管试压等拟采用“南天龙”号或同等能力施工船舶。

（4）海底管道跨越施工

已建 WZ11-1N WHPA 至拟建 WZ10-3W WHPA 的海底电缆与已弃置 WZ10-1SPM 平台至 WZ11-4DWHPA 平台的管道和电缆产生交越，与已建 WZ11-4D WHPA 平台至 WZ11-1N WHPA 平台的电缆产生交越，共 3 处，交越处处置方式为：在原有管道/电缆上方放置水泥压块（至少 30cm 高），在其上方铺设新建海底管道/电缆，新建海底管道/电缆上方铺设水泥压块进行防护。

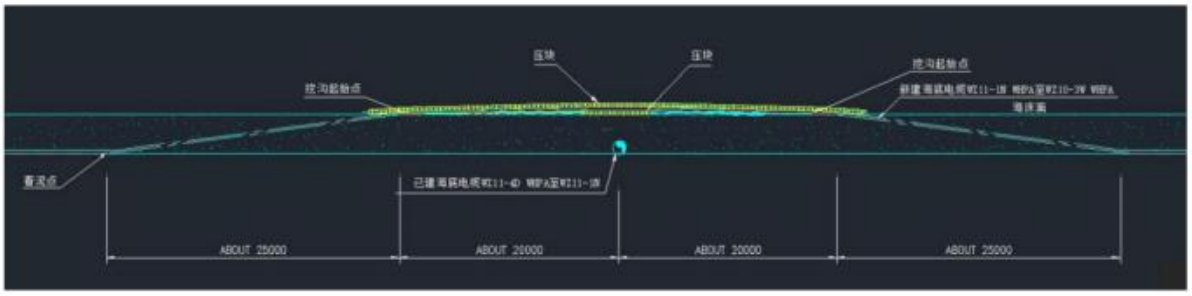


图 2.2-2　海底管道/电缆交越示意图

2.2.1.3　钻完井及采油方式

（1）钻井方式：采用自升式钻井平台钻井、完井；

（2）固井方式

①13-3/8"表层套管水泥返高：尾浆返至管鞋以上 500m，单筒双井第一口井首浆从桩管鞋以下 400m 封固返高至桩管鞋，第二口井首浆返至井口。

②9-5/8"套管水泥浆返高：领浆返至上层管鞋以上至少 100m；

③完井方式：采用自升式钻井平台进行完井。

④采油方式：电潜泵采油。

2.2.1.4 依托平台改造施工方案

（1）WZ11-4 WHPA 平台

中层甲板改造：4 轴东侧原应急机位置布置新增发电机;甲板北侧梯道北移，甲板北侧外扩 7.5m×3m 甲板布置新增应急机柴油罐和氮气瓶撬。

下层甲板改造：甲板北侧外扩 14.4m×3.3m 甲板布置新增加热器、过滤器和置换泵，甲板西侧外扩 19.4m×2m 甲板布置新增收球筒。

经初步评估，新增甲板和设备后，平台承载能力满足要求。

（2）WZ11-1N WHPA 平台

在 3B 腿外侧新增电缆护管及其接线箱。无外扩甲板，新增设备补给船运输，平台吊机吊装。

经初步评估，新增电缆护管后，平台承载能力满足要求。

2.2.1.5 主要施工船舶与施工人员、施工天数

本工程海上施工主要设备及施工进度安排见下表。海上施工船舶包括浮托船、浮吊船、支持船、运输船等，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》（GB 3552-2018）。

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

施工阶段	施工船舶	施工人数（人）	施工天数（天）
WZ10-3W WHPA 平台海上运输、安装	浮吊船	230	60
	拖轮	14	50
	甲板驳	10	10
	拖轮	14	10
	自航驳	21	20
	自航驳	21	20
	自航驳	10	20
	拖轮	8	30
WZ10-3W MOPU 平台	浮吊船	230	50

海上运输、安装	拖轮	14	30
	驳船	21	10
	拖轮	14	10
	拖轮	14	10
	驳船	10	10
	拖轮	10	10
	自航驳	10	10
	拖轮	8	20
海缆铺设	铺缆船	100	30
	拖轮	10	30
	拖轮	8	30
混输海管铺设	铺缆船	100	30
	拖轮	10	30
	拖轮	8	30
输气海管铺设	铺缆船	100	15
	拖轮	10	15
	拖轮	8	15
钻完井	钻井平台	240	420
	拖轮	20	50
	守护船	20	420
依托设施改造	拖轮	200	60
	拖轮	200	60
	拖轮	200	60
总计		1893	1675

2.2.1.6 施工进度计划安排

本工程主要施工阶段初步施工进度安排见下表，本项目预计于 2024 年 12 月 31 日投产。

表 2.2-2 施工进度计划表

项目	工期	计划开始	预计完成
WZ10-3W WHPA 平台海上安装	60	2024/4	2024/6
海管、海缆海上安装	210	2023/12	2024/7
WZ10-3W MOPU 平台海上安装	30	2024/8	2024/9
依托设施改造	180	2024/02	2024/8
海上连接、调试	90	2024/9	2024/12
钻完井（26 口）	518	2024/6	2025/11
钻完井（14 口预留）	200	/	2029
机械完工及投产	8	2024/12	2024/12

2.2.2 海上生产阶段

2.2.2.1 总体工艺流程概述

油田产井流物经 WZ10-3W WHPA 平台生产管汇通过栈桥进入 WZ10-3W MOPU 平台生产分离器处理成含水低于 50%原油，加热后进入热化学分离器处理为含水低于

30%原油，随后进入电脱水器处理成合格油（含水率≤0.5wt%）后，经商业计量后，进入缓冲罐。最终，原油经过外输泵增压后通过栈桥到达 WZ10-3W WHPA 平台，随后进入 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 新建海管输送至 WZ11-4 WHPA 平台。WZ10-3W WHPA 平台设多相流量计用于计量单井产量，计量后的物流通生产管汇物流物流汇合一同经栈桥进入 WZ10-3W MOPU 平台生产分离器。热化学分离器分离的气，经 WZ10-3W MOPU 平台低压压缩机系统增压后，与来自生产分离器的气一同进入 WZ10-3W MOPU 平台伴生气压缩机系统增压后，经栈桥到 WZ10-3W WHPA 平台后进入新建海管，输送至 WZ11-4D 水下三通，进入涠洲气管网。分离出的生产水，在 WZ10-3W MOPU 平台经生产水处理系统和注水系统处理合格后经栈桥输送至 WZ10-3W WHPA 回注地层，不足注水由水源井水提供。

2.2.2.2 油气工艺系统

WZ10-3W MOPU 平台设置三级处理流程：生产分离器、热化学分离器和电脱水器。油田产井流物经 WZ10-3W WHPA 平台生产管汇通过栈桥进入 WZ10-3W MOPU 平台生产分离器处理成含水低于 50%原油，加热后进入热化学分离器处理为含水低于 30%原油，随后进入电脱水器处理成合格油（含水率≤0.5wt%）后，经商业计量后，进入缓冲罐。最终，原油经过外输泵增压后通过栈桥到达 WZ10-3W WHPA 平台，随后进入 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 新建海管输送至 WZ11-4 WHPA 平台。WZ10-3W WHPA 平台设多相流量计用于计量单井产量，计量后的物流通生产管汇物流物流汇合一同经栈桥进入 WZ10-3W MOPU 平台生产分离器。热化学分离器分离的气，经 WZ10-3W MOPU 平台低压压缩机系统增压后，与来自生产分离器的气一同进入 WZ10-3W MOPU 平台伴生气压缩机系统增压后，经栈桥到 WZ10-3W WHPA 平台后进入新建海管，输送至 WZ11-4D 水下三通，进入涠洲气管网。

2.2.2.3 水处理系统

（1）生产水处理系统与注水系统

井口产出物流经工艺系统油水分离，采出油通过混输海管输往已建井口平台 WZ11-4WHPA 越站外输去往 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 处理。工艺系统分离出的生产水，在本平台经生产水处理系统和注水系统处理合格后回注地层，不足注水由水源井水提供。平台生产水处理系统根据油品性质和区域已建平台生产水处理系统实际处理效果，采用“水力旋流器+脱气缓冲罐+核桃壳过滤器+双介质滤器+精细过滤器” 五级

处理流程，处理至含油小于 6mg/L 的生产水在 WHPA 平台增压回注地层，注水压力为 20.0MPa。

生产水处理系统及注水系统主要设备包括：2 台生产水增压泵，1 用 1 备；2 台水力旋流器，1 用 1 备；1 台聚结脱气除油罐；2 台核桃壳进料泵，1 用 1 备；1 个污油罐及 2 台污油泵，1 用 1 备，3 台核桃壳过滤器，2 用 1 备。3 台双介质过滤器，其中 1 台备用；2 台注水冷却器，1 用 1 备；1 个精细滤器缓冲罐；3 台精细滤器进料泵，2 用 1 备；1 套精细过滤撬；1 个注水缓冲罐；3 台注水增压泵，2 用 1 备；3 台注水泵，2 用 1 备；3 台反冲洗水泵，2 用 1 备；1 个污水罐；2 台污水泵，1 用 1 备。

（2）海水系统

海水系统的主要用户有：液压修井装置、伴生气系统冷却用水、注水系统冷却用水、生活楼用水、防外来人员登平台喷淋、生活污水处理装置以及冲洗甲板或设备等生产、生活用户。

海水由海水提升泵提取，经过滤器过滤后输往平台各个用户。为防止海生物在泵的入口生长，堵塞泵的吸入口，平台上设置 1 套供海水提升泵和消防泵共用的防海生物装置，建议采用电解铜铝防海生物装置。

该系统主要包括：4 台海水提升泵，布置在平台左右两侧，互为备用； 2 套间接式电解铜铝防海生物装置。

（3）淡水系统

淡水系统设备的配置遵守 GB5749－2006《生活饮用水卫生标准》规范，按照 75 人，人均淡水消耗量为 240L/人•天考虑，可自持 10 天，淡水由供应船和海水淡化装置补充。井口平台采用液压修井装置修井，淡水罐与饮用水罐合并。

淡水系统主要包括：2 个淡水舱，1 个工业淡水舱；1 个组装式淡水压力柜；紫外线消毒过滤装置及 1 个组装式电加热热水柜。

（4）生活污水处理系统

平台定员为 75 人，考虑到一定数量的临时登平台人员，按照 80 人，每人每天排放生活污水 350L（中海油海上油田经验数值）计算，平台生活污水总排量为 28m^3/d（含电解用海水量）。设置 1 套 80 人（60.5m^3/d）的电解式生活污水处理装置用于处理生活污水。

生活灰水经过撇油器处理后与黑水一起进入生活污水处理装置进行处理，处理达标后排海。排海口设流量计计量。

平台所有的外排生活污水满足 GB4914-2008《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》的规定，排海的生活污水 COD 小于等于 300mg/L。

2.2.2.4 公用系统

（1）WZ10-3W WHPA 平台公用系统

WZ10-3W WHPA 公用系统主要设置开排系统。开式排放槽主要用来收集、处理甲板雨水和冲洗水等液体。开式排放系统主要包括：开排槽、开排槽泵、开排槽加热器。

（2）WZ10-3W MOPU 平台公用系统

WZ10-3W MOPU 公用系统包括：低压压缩机系统、伴生气压缩机系统、柴油系统、火炬系统、开排系统、化学药剂系统、闭排系统。

①低压压缩机系统

低压压缩机系统用于对原油处理系统热化学分离器分离的气增压，将增压后的气输送到伴生气压缩机系统。低压压缩机系统主要包括低压压缩机入口冷却器（2 台，1 用 1 备）、低压压缩机入口涤气罐、低压压缩机。

②伴生气压缩机系统

伴生气压缩机系统将生产分离器和来自低压气压缩机系统的气统一增压处理，随后将气体通过新建海管输送至 WZ11-4D WHPA，进入涠洲气管网。伴生气压缩机系统主要包括伴生气压缩机入口冷却器（2 台，1 用 1 备）、伴生气入口涤气罐、伴生气一级压缩机（3 台，2 用 1 备）、伴生气一级压缩机出口冷却器（3 台，2 用 1 备）、伴生气二级压缩机入口涤气罐、伴生气二级压缩机（3 台，2 用 1 备）、伴生气二级压缩机出口冷却器（3 台，2 用 1 备）、伴生气储罐。伴生气压缩机系统凝液全部经泵增压输送到生产分离器入口。

③柴油系统

WZ10-3W MOPU 设置 1 个柴油舱。柴油系统主要包括柴油输送泵、井用泵。

④火炬系统

火炬系统作为平台的生产安全泄压系统。来自火炬管汇和闭式排放系统的气体经火炬系统管汇进入火炬分液罐。火炬系统主要包括：火炬分液罐，火炬分液罐排放泵、火炬头和冷放空管等。

⑤开式排放系统

开式排放罐主要用来收集、处理甲板雨水和冲洗水等液体。开式排放系统主要包括：开排泵、SLOP 舱。

⑥化学药剂注入系统

化学药剂种类包括：缓蚀剂、破乳剂、防蜡剂、批处理剂，用于保证平台及海底管线的正常生产、输送，减缓设备和管线的腐蚀，此外还设有备用药剂的注入设施。

⑦公用风/仪表风系统

本平台设置 LEAD/LAG 模式公用仪表风系统，满足正常生产工况的公用/仪表风用量，高峰或非正常工况时另一套系统可同时工作，以达到公用/仪表风最大供应量。公用风/仪表风系统主要包括：空压机、空压机后冷却器、仪表风干燥器、工厂风储罐、仪表风储罐。

⑧闭式排放系统

闭式排放系统主要收集平台上带压容器、管线等排放出的带压流体，当达到一定的液位时，由闭式排放泵将液体打回原油处理系统。闭排系统主要包括：闭排罐、、闭排泵、冷放空头等。

⑨救逃生系统

MOPU 自升式平台生活楼定员 75 人，配备 1 艘可容纳 80 人/艘的全封闭耐火救生艇，1 艘救助艇；4 只可容纳 20 人/只的救生筏。

WHPA 设置 1 只可容纳 12 人/只的救生筏。

2.2.3 废弃阶段

根据相关法规的要求，本平台废弃阶段需另外执行相应的环保管理程序，因此，本项目环评不包括废弃阶段。

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。本工程改造平台 WZ11-4 WHPA 和 WZ11-4D WHPA 均为物流输送越站平台，不进行处理，WZ11-1N WHPA 输送电力，因此仅校核海底管线。

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	WZ11-4 WHPA	油水输送，越站不处理	已投产
	WZ11-1N WHPA	电力	已投产
混输管道	WZ11-4 WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 混输海底管道	油水输送	已投产
输气管道	WZ11-4D WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 输气海管	气输送	已投产
	WZ11-4D WHPA 至 WZ11-4 WHPA 输气海管		已投产

本项目依托的 3 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	设计压力 kPaA	设计温度 ℃	入口压力 kPaA	出口压力 kPaA	入口温度 ℃	出口温度 ℃	依托可行性
WZ11-4 WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 混输海底管道	6700	75	2970	900	60.73	48.16	可行
WZ11-4D WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 输气海管	2280	30	2210	1950	16.52	16.72	可行
WZ11-4D WHPA 至 WZ11-4 WHPA 输气海管	2600	46.8	2210	1530	17.40	16.53	可行

根据计算结果，本项目实施后 3 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。

2.3.2 生产设施处理能力校核

本项目 WZ10-3W WHPA 井口平台所产物流依托栈桥相连的 WZ10-3W MOPU 平台处理，处理后的合格原油通过新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 混输海管输送至 WZ11-4 WHPA 平台，越站后输送至 WZ12-1PUQB 平台，最终进入涠洲终端。天然气通过新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管线进入涠洲气管网。处理合格的生产水在 WZ10-3W WHPA 平台全部回注。本项目处理能力校核见下表：

表 2.3-3　本项目处理能力校核

项目	高峰量	处理能力
产液量	[redacted]	[redacted]
产油量	[redacted]	[redacted]
产水量	[redacted]	[redacted]
产气量	[redacted]	[redacted]
注水量	[redacted]	[redacted]

根据校核结果，本项目原油、天然气、生产水、液的设计处理能力大于最大处理量，依托处理可行。

2.3.3 海上依托设施寿命校核

本项目开发依托 3 条已建海底管道，即 WZ11-4 WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB

混输海管、WZ11-4D WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 输气海管和 WZ11-4D WHPA 至 WZ11-4 WHPA 输气海管。依托 WZ11-4 WHPA 越站输送，依托 WZ11-1N WHPA 进行电力输送。

WZ11-4 WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 混输海管，2008 年投产，设计年限 30 年。鉴于海管腐蚀发展的不确定性，需定期进行检测及评估，以确保海管的安全运行。

WZ11-4D WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 输气海管 1998 年投产，设计年限 30 年，至今已运行 24 年，考虑到该管道投产以来的实际腐蚀情况未确定，评估主要基于运行参数的腐蚀模拟计算结果，依托后仍需定期进行评估。依托海管到达设计年限后，应通过船级社延寿适用性评估方可继续依托使用，并根据评估结果确定是否需要采取内外防腐措施。

WZ11-4D WHPA 至 WZ11-4 WHPA 输气海管 1993 年投产，设计年限 15 年，目前已超期运行 14 年，该海管于 2012 年及 2019 年进行了两次海管延寿适用性评估，于 2015 年进行了海管风险分析与腐蚀评估报告。2019 年延寿评估报告认为该管道至 2024 年 5 月内基本可以安全运行。至本项目 2024 年投产时应通过船级社延寿适用性再次评估方可继续依托使用。

WZ11-4WHPA 平台于 2018 年进行了延寿评估工作，安全评估结论为：2018 年以后继续服役 5 年不会出现疲劳损伤问题。其他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 2.3-4　本项目依托设施寿命

依托设施		投产时间	设计寿命（年）	运行时间（年）	目前延寿评估至	到期后措施
平台	WZ11-4 WHPA	1993	15	29	2023	延寿评估
	WZ11-1N WHPA	2009	25	13	/	延寿评估
混输管道	WZ11-4 WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 混输海底管道	2008	30	12	/	延寿评估
输气管道	WZ11-4D WHPA 至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 输气海管	1998	30	24	/	延寿评估
	WZ11-4D WHPA 至 WZ11-4 WHPA 输气海管	1993	15	29	2024	延寿评估

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上施工/安装作业和钻完井作业等。

海上施工/安装的作业内容包括导管架就位与安装，平台安装/连接，依托海上设施的适应性改造，以及海底管道、电缆的铺设等。本阶段主要污染物包括铺设管缆作业搅起的悬浮物、机舱含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾，新铺设海管清洗废水。主要污染因子为悬浮物及 COD。

钻完井过程中，主要污染物包括钻屑和钻井液、机舱含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾。主要污染因子为悬浮物及 COD。

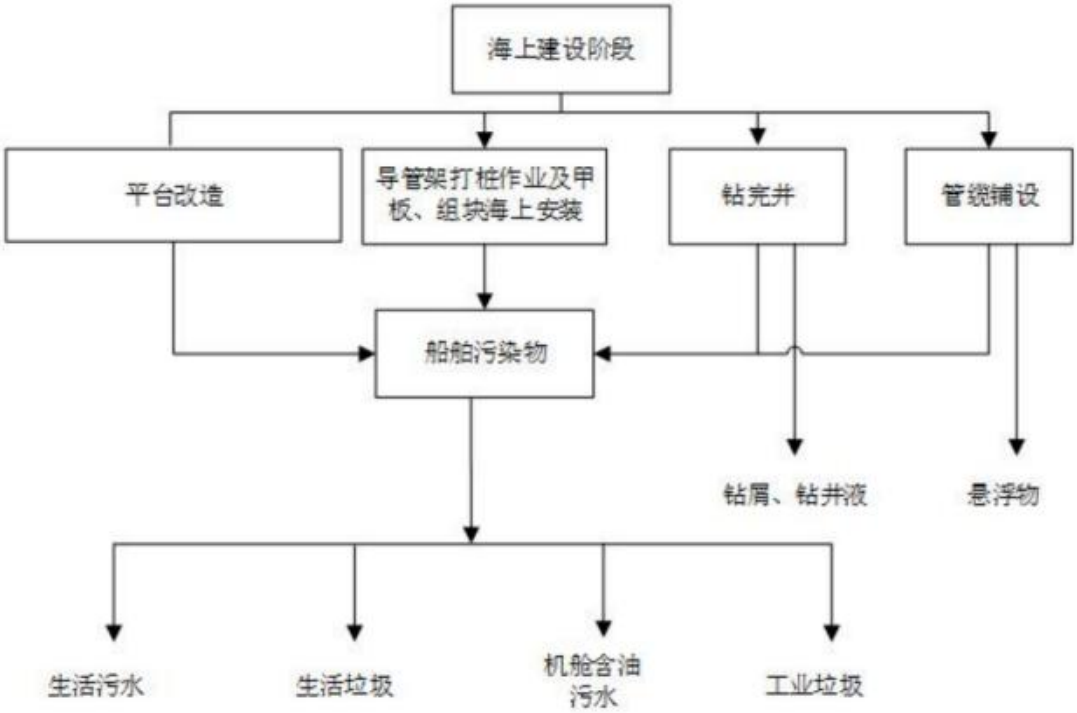


图 3.1-1 海上建设阶段产污环节图

3.1.2 生产阶段产污环节及污染物分析

在油田生产阶段，主要污染物为含油生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾及少量伴生天然气等。主要污染因子为石油类、COD 等。生产阶段产排污环节见下图。

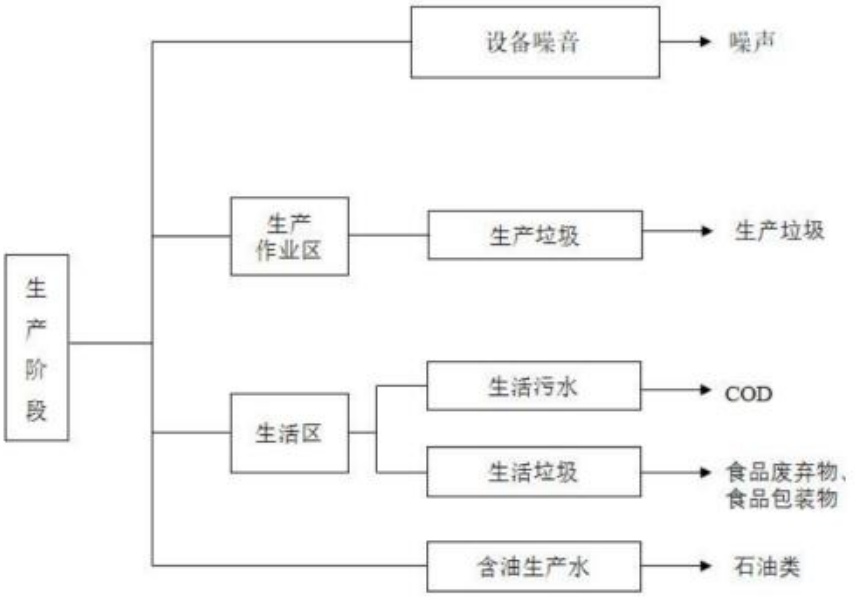


图 3.1-2　生产阶段产污环节图

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 钻井液、钻屑

（1）钻井液

本项目钻井作业中，12-1/4”井段使用油基钻井液，其它各井段均采用水基钻井液。钻井液循环使用。水基钻井液排放环节主要有 4 个：外排钻屑粘附、固井置换、提钻携带以及钻完井结束后的一次性排放（一次性排放量主要根据钻井平台泥浆池容积考虑）。

根据区内探井及临近油田开发井使用的钻井液体系，参考专题研究结果，结合北部湾生产井的钻井液使用经验，推荐采用 12-1/4”井眼段采用油基钻井液，其它井段采用水基钻井液体系。本工程为分批钻井，根据建设单位提供的资料，钻井液产生排放情况见下表。

表 3.2-1　本工程钻井液产生情况表

钻井液		粘附排放（m^3）	固井排放（m^3）	起下钻排放（m^3）	一次性排放（m^3）	排放次数	非油层段水基钻井液（m^3）	油层段水基钻井液（m^3）	水基钻井液合计（m^3）	油基钻井液合计（m^3）（回收量）
2024 年 6 月-2025 年 5 月	26 口井 C1/C2/C3/C4/C5/C6/C8/C9/C10/C11/C12/C13/C14/C15/C16/C17/C18/C19/C20/C21/C22/C23/C24/C25/C26/C27	6431	613	260	210	第一批次	7514	896	8411	2657
预留井槽	14 口井 C7/C28/C29/C30/C31/C32/C33/C34/C35/C36/C37/C38/C39/C40	4064	394	140	210	第二批次	4808	0	4808	1680
合计	40 口井	10495	1007	400	420	共 2 次	12322	896	15280	4337

本工程钻完井过程中，共产生水基钻井液 15280m³，其中油层段水基钻井液约 896m³，非油层段水基钻井液约 12322m³。最高排放速率出现在钻井结束后的一次性排放过程中。本工程钻井液一次性排放共排放 2 次，每次排放量约为 210m³，控制其排放速率最大为 35m³/h。油基钻井液循环使用，回收量为 4337m³。

本项目在钻井过程中，12-1/4”井段使用油基钻井液，其它各井段均采用水基钻井液。钻井液循环使用，从井口返出的钻井液和钻屑通过平台上设置的振动筛等设备进行分离处理后，分离出的钻井液返回泥浆池后循环使用。钻井结束后，水基钻井液将一次性达标排海，油基钻井液全部回收处理。当有油层段水基钻井液和油层段水基钻井液钻屑产生时，经检测满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）》一级标准后和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准后，达标排放。

根据北部湾海域以往使用水基钻井液钻进的井的情况，在含油目的层井段钻进产生的水基钻井液经检测后均满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）相关标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准，若水基钻井液达不到排放标准，每口井结束后不达标的水基钻井液返打至值班船，通过值班船送回陆地交有资质单位处理，每口井根据井深的不同需返回的钻井液数量为 0~150m³。

（2）钻屑

钻完井过程中产生的钻屑分为油层段水基钻井液钻屑和非油层段水基钻井液钻屑、油基钻井液钻屑三类。根据建设单位提供的资料，本工程钻屑源强核算结果见下表。

表 3.2-2　本工程钻屑产生情况表

钻屑	井数（口）	油层段水基钻井液钻屑（m^3）	非油层段水基钻井液钻屑（m^3）	水基钻井液钻屑合计（m^3）	油基钻井液钻屑（m^3）	钻井时间（d）	钻屑排放速率（m^3/d）
2024 年 6 月-2025 年 8 月	26 口井 C1/C2/C3/C4/C5/C6/C8/C9/C10/C11/C12/C13/C14/C15/C16/C17/C18/C19/C20/C21/C22/C23/C24/C25/C26/C27	120	5764	5884	2496	400	21
预留井槽	14 口井 C7/C28/C29/C30/C31/C32/C33/C34/C35/C36/C37/C38/C39/C40	0	3738	3738	1533	210	25.1
合计	40 口井	120	9502	9622	4029	610	/

本项目钻井过程中产生水基钻井液钻屑 9622m³，其中非油层段水基钻井液钻屑约 9502m³，油层段水基钻井液钻屑产生量约 120m³，油基钻井液钻屑共产生 4029m³，根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），本工程所在海域水基钻井液钻屑及油基钻井液钻屑处理后含油量≤1%均可排放。

本项目产生的钻屑按照全部满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级排放标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准进行合计，即，钻屑排总放量为 13651m³，最大平均排放速率为 25.1m³/d。处理后不达标的钻屑禁止向海中排放，回收至平台上专门设置的回收箱内，全部运回陆地，交给有资质的单位进行处置。

根据北部湾海域以往使用水基钻井液钻进的井的情况，在含油目的层井段钻进产生的钻屑经检测后均满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）相关标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准，钻屑均达标排放。若钻屑达不到排放标准，则钻屑使用钻屑箱回收、每口井结束后船舶送回陆地交由有资质的企业处理，本项目每口井根据井身结构的不同，在目的层井段钻进期间产生的钻屑数量为 11m³ ~26m³ 。

3.2.1.2 悬浮物

（1）海底混输管道铺设

本工程拟建 1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台的海底混输管道，长度[redacted]。

海底混输管道采用后挖沟自然回填埋设法。埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，管沟底宽 1m，顶宽 2m。

海底混输管道外径 10 in，总管道长度[redacted]，挖沟速率为 500m/d。

该海区泥沙湿容重约为 17 kN/m³，即为 1700 kg/m³（根据《涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期开发工程环境影响报告书》中海油研究总院，2014 年 3 月）。则干容重为湿容重×（1-含水率 30%），为 1190kg/m³。此外，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）＝1.5m＋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(m²)×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（1190kg/m^3）×起沙率（15%）/86400(s)

按铺设过程中的移动源连续性排放悬浮物计算，本工程海底混输管道产生的悬浮物量约为 41044 m^3，源强为 2.72 kg/s。

（2）海底输气管道铺设

本工程拟建 1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通的海底输气管道，长度[redacted]。

海底输气管道采用后挖沟自然回填埋设法。埋设管道顶部距海床表面为 1.5m，管沟底宽 1m，顶宽 2m。

海底输气管道管径 4 in，总管道长度[redacted]，挖沟速率为 500m/d。

按铺设过程中的移动源连续性排放悬浮物计算，本工程海底输气管道产生的悬浮物量约为 7447 m^3，源强为 2.48 kg/s。

（3）海底电缆铺设

本工程拟建 1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台的海底电缆。长度[redacted]。

海底电缆采用边铺边埋自然回填埋设法。

埋设电缆顶部距海床表面为 2m，缆沟底宽 0.5m，顶宽 1m，长度为[redacted]，挖沟速率为 1500m/d。

根据上述悬浮物产生速率和产生量计算公式，按铺设过程中的移动源连续性排放悬浮物计算，海底电缆产生的悬浮物量约为 19650m^3，源强为 4.65 kg/s，详见下表。

表 3.2-3　悬浮物污染源强一览表

来源	外径 in	长度 km	泥沙产生量 m^3	排放速率 kg/s
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道	10	15.6	41044	2.72
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道	4	3.1	7447	2.48
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆	/	13.1	19650	4.65
合计	/	/	68141	/

3.2.1.3　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：参考《水运工程环境保护设计规范》，机舱含油污水量参考实测及日常运营经验数据，本项目统一取值为每船约 0.5m³/d。

生活垃圾：参考《水运工程环境保护设计规范》及日常运营经验数据，本项目位于北部湾海域，参考沿海船舶生活固体废物产生量，取 1.5kg/d。

生活污水：为中国海油多年海上油气开发经验数值，350L/d。

本项目施工期生活污水产生量约为 92029 m³，生活垃圾产生量约为 394.41 t，船舶机舱含油污水产生量约为 1162.5 m³。

表 3.2-4　施工期船舶污染物

施工阶段	施工船舶	施工人数（人）	施工天数（天）	生活污水（m³）	生活垃圾（t）	机舱含油污水（m³）
WZ10-3W WHPA 平台海上运输、安装	浮吊船	230	60	4830	20.7	30
	拖轮	14	50	245	1.05	25
	甲板驳	10	10	35	0.15	5
	拖轮	14	10	49	0.21	5
	自航驳	21	20	147	0.63	10
	自航驳	21	20	147	0.63	10
	自航驳	10	20	70	0.3	10
	拖轮	8	30	84	0.36	15
WZ10-3W MOPU 平台海上运输、安装	浮吊船	230	50	4025	17.25	25
	拖轮	14	30	147	0.63	15
	驳船	21	10	73.5	0.315	5
	拖轮	14	10	49	0.21	5
	拖轮	14	10	49	0.21	5
	驳船	10	10	35	0.15	5
	拖轮	10	10	35	0.15	5
	自航驳	10	10	35	0.15	5
	拖轮	8	20	56	0.24	10
海缆铺设	铺缆船	100	30	1050	4.5	15
	拖轮	10	30	105	0.45	15
	拖轮	8	30	84	0.36	15
混输海管铺设	铺缆船	100	30	1050	4.5	15
	拖轮	10	30	105	0.45	15
	拖轮	8	30	84	0.36	15
输气海管铺设	铺缆船	100	15	525	2.25	7.5
	拖轮	10	15	52.5	0.225	7.5
	拖轮	8	15	42	0.18	7.5
钻完井	钻井平台	240	720	60480	259.2	360
	拖轮	20	50	700	3	50

	守护船	20	720	5040	21.6	360
依托设施改造	拖轮	200	60	4200	18	30
	拖轮	200	60	4200	18	30
	拖轮	200	60	4200	18	30
总计		1893	1675	92029	394.41	1162.5

机舱含油污水：所有作业船舶均设有船用油水分离器，机舱含油污水经处理含油浓度≤ 15mg/L 后，达标排海。

生活污水：本项目位于与最近陆地间的距离大于 12 海里的海域，根据《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）对生活污水排放控制要求，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。钻井平台生活污水经船用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》（GB 4914-2008）一级标准（COD ≤300mg/L）后，间歇排海。

生活垃圾：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。钻井平台在钻完井期间，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》（GB 4914-2008）一级标准要求，全部运回陆地处理。

同时，船舶生活污水、含油污水及生活垃圾的排放需按照《2011 年国内航行海船法定检验技术规则》和《国内航行海船法定检验技术规则 2014 年修改通报》的有关标准和要求执行。

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，本项目海上安装过程（包括平台导管架、组块的安装、安装调试等）、钻完井过程、海管/电缆铺设过程、依托平台适应性改造产生的一般工业固体废物约 129.5t，危险废物约 3t。

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。钻井平台在钻完井期间，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》（GB 4914-2008）一级标准要求，全部运回陆地处理。施工期间产生的危险废物交有资质单位进行处理，目前危险废物交由有资质单位处理。

表 3.2-5　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）
海上设施安装	86.3	0.7
钻完井	38.2	1.6
海管/电缆铺设	2.6	0.4
依托设施改造	2.4	0.3
合计	129.5	3

（2）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。

（3）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。

（4）清管废水/设备冲洗水

海底混输管道及海底输气管道在安装后，管道内可能存在一些焊渣和铁锈等杂物需要清除。根据设计，本工程所需要的清管水为海水，产生量约为 500m³，本工程为新铺设海管，清管废水的主要污染物质为悬浮物，因此直接排放入海。

3.2.1.5　海上建设阶段污染物汇总

表 3.2-6　海上建设阶段污染物汇总

污染要素			产生量	处置量	排放量	污染物排放源强	最终去向
悬浮物（混输管道）			41044 m^3	0	41044 m^3	2.72 kg/s	连续排放
悬浮物（输气管道）			7447 m^3	0	7447 m^3	2.48 kg/s	连续排放
悬浮物（海底电缆）			19650 m^3	0	19650 m^3	4.65 kg/s	连续排放
废水	生活污水		92029m^3	92029m^3	92029m^3	/	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。钻井平台生活污水经船用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》（GB 4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海。
	船舶机舱含油污水		1162.5m^3	0	1162.5m^3	/	处理达标后排海
	清管废水		500 m^3	0	500 m^3	/	排海
固废	水基钻井液		15280m^3	15280m^3	15280m^3	35m^3/h	经检测满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准（不得排放油层段钻屑和钻井液）的要求，同时满足《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）一级标准（≥30000mg/L）的要求后排海
	钻屑		13651m^3	13651m^3	13651m^3	25.1m^3/d	
	油基钻井液		4337m^3	4337m^3	0	/	运回陆上处理
	废弃边角料、包装材料等	一般工业固体废物	129.5 t	129.5 t	0	0	分类收集、运回陆上交有资质单位进行处理
	含油垃圾	危险废物	3 t	3 t	0	0	
	生活垃圾	生活垃圾	394.41 t	394.41 t	部分食品废弃物	/	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），其他运回陆地处理。

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主要是含油生产水、设施维修产生的生产垃圾等，同时，油田投产后可能会进行不定期修井，产生洗井废液。

3.2.2.1 生产水

（1）正常工况

本工程投产后 WZ10-3W MOPU 平台处理来自 WZ10-3W WHPA 平台的生产水，处理量最大为 3142 m^3/d（2034 年），在 WZ10-3W MOPU 平台生产水处理系统处理合格，达到《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）标准（石油类≤6mg/L）后输送至 WZ10-3W WHPA 平台全部回注，不排海。

（2）非正常工况

非正常工况下（如注水系统故障、维护、地层压力变化以及其他维护性操作时），平台停产，启动应急置换，生产水打入闭排系统，不排海。

3.2.2.2 废气

本工程投产后 WZ10-3W MOPU 平台分离出的天然气大部分输送至 WZ11-4D 水下三通，进入涠洲气管网。本项目未新增燃气机组，拟建平台电力依托 WZ11-1N WHPA 平台，通过一根[redacted]，35kV，3×95mm^2 海底电缆为新建平台供电。

少部分天然气采用火炬放空，作为平台的生产安全泄压系统，不连续放空。

3.2.2.3 生活污水和生活垃圾

新建 WZ10-3W MOPU 平台生产定员 75 人，考虑到一定数量的临时登平台人员，按 80 人，每人每天排放生活污水 350L 计算，平台生活污水总排量为 28m^3/d（含电解用海水量）。设置 1 套 80 人（60.5m^3/d）的电解式生活污水处理装置用于处理生活污水，COD 排放浓度小于 300mg/L。

生产阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物、食品包装物和厨余物等。根据海洋石油开发工程的多年统计资料，生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算，本工程产生生活垃圾 41t/a，生活垃圾全部运回陆地处理。

表 3.2-7 运营期生活污水及生活垃圾

平台	生产定员	天数	生活污水产生量 m^3/a	生活垃圾产生量 t/a
WZ10-3W MOPU	75	365	10220（COD 3.07t/a）	41

3.2.2.4 生产垃圾

在工程生产阶段将会产生一些生产垃圾，如废弃的器件、边角料、油棉纱、包装材料等。运营期按每口井生产垃圾产生量约为 1t/a，则年产生的生产垃圾共约 40t/a；危险废物产生量约 5t/a，生产垃圾运回陆地交有资质单位接收处理。

3.2.2.5 修井时洗井废液

新建平台投产后，会根据实际情况进行不定期修井，会产生少量洗井废液，洗井废液主要污染物为石油类，洗井废液经开闭排系统进入到生产水处理系统处理达标后回注，不外排。

3.2.2.6 噪声

运营期各种机械设备会产生噪声，其中噪声较大的设备噪声级一般在 85dB（A）左右。由于在海上工作远离居民点，其影响可以忽略。

3.2.2.7 海底管道牺牲阳极中锌的释放量

本项目海底混输/输气管道阴极保护主要采用铝基牺牲阳极，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 2.5-5.75%。

牺牲阳级用量详见下表。管道设计寿命为 20 年，考虑到阳极使用寿命的裕量，锌以离子形态每年释放到海水中的量不超过 14.28kg。

表 3.2-8 牺牲阳极用量及释放到海水中的锌含量

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）
混输海管	手镯式铝基牺牲阳极	37.98	122	4633.56	266.43	13.32
输气海管	手镯式铝基牺牲阳极	16.61	20	332.2	19.10	0.96

3.2.2.8 生产阶段污染物汇总

表 3.2-9　本工程运营期污染物产生情况一览表

<table>
<tr><td rowspan="2">污染要素</td><td rowspan="2">污染源</td><td rowspan="2">污染物</td><td colspan="3">污染物产生</td><td colspan="3">污染物控制量</td><td rowspan="2">污染物排放源强</td><td rowspan="2">排放去向</td></tr>
<tr><td>产生废水量</td><td>产生浓度</td><td>产生量</td><td>控制废水量</td><td>控制浓度</td><td>控制量</td></tr>
<tr><td rowspan="2">废水</td><td>含油生产水</td><td>石油类</td><td>3142 m^3/d（2034 年）</td><td>/</td><td>/</td><td>3142m^3/d（2034 年）</td><td>6mg/L（回注浓度）</td><td>/</td><td>0</td><td>处理达标后全部回注，不外排</td></tr>
<tr><td>生活污水</td><td>COD</td><td>10220 m^3/a</td><td>/</td><td>/</td><td>10220 m^3/a</td><td>300mg/L</td><td></td><td>3.07 t/a</td><td>处理达标后排海</td></tr>
<tr><td colspan="2">牺牲阳极锌离子释放</td><td>锌</td><td>/</td><td>/</td><td>14.28kg/a</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td><td>14.28kg/a</td><td>自然释放</td></tr>
<tr><td>污染要素</td><td colspan="2">固体废物名称</td><td colspan="2">固废属性</td><td colspan="2">产生量</td><td>处置量</td><td>排放量</td><td>污染物排放源强</td><td>最终去向</td></tr>
<tr><td rowspan="3">固废</td><td colspan="2">废弃边角料、包装材料等</td><td colspan="2">一般工业固体废物</td><td colspan="2">40 t/a</td><td>40 t/a</td><td>0</td><td>/</td><td rowspan="3">分类收集、运回陆上交有资质单位接收处理</td></tr>
<tr><td colspan="2">油棉纱等含油垃圾</td><td colspan="2">危险废物</td><td colspan="2">5 t/a</td><td>5 t/a</td><td>0</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">生活垃圾</td><td colspan="2">食品废弃物、包装等</td><td colspan="2">41 t/a</td><td>41 t/a</td><td>0</td><td>/</td></tr>
<tr><td>污染要素</td><td colspan="2">噪声源</td><td colspan="2">声源类型</td><td colspan="2">噪声源强</td><td>降噪措施</td><td colspan="2">噪声排放值</td><td>持续时间</td></tr>
<tr><td>噪声</td><td colspan="2">泵等</td><td colspan="2">频发</td><td colspan="2">约 85dB（A）</td><td>隔声、消音</td><td colspan="2">约 85dB（A）</td><td>运营期</td></tr>
</table>

3.2.3 工程各阶段海洋生态环境影响分析

本工程平台建设和海底管道/电缆铺设会占用部分海域，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。

海上施工阶段钻井液、钻屑排放和海底管缆铺设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。

平台建设和管缆铺设完成后对附近的局部海域水文动力和冲淤环境产生一定的影响。

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 WZ10-3W WHPA 平台为无人平台，WZ10-3W MOPU 平台生活楼共 75 人，考虑临时等平台人员，按 80 人计算，因此，新增生活污水 10220 m^3/a 和生活垃圾 41 t/a，生活污水经平台上的生活污水处理设施处理达标后排海，生活垃圾运回陆上处理；含油生产水经 WZ10-3W MOPU 平台上的生产水处理设施处理达标后全部回注地层，不排海；生产垃圾运回陆地交有资质的单位处理；因此，基本不会对该区的海洋生态环境造成影响。

3.3 环境影响要素和评价因子的分析与识别

根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T 19485-2014）的有关要求，结合环境影响要素识别结果，确定本工程环境影响预测评价因子。根据海域周围环境的复杂性和工程自身特点，选取以下内容进行预测分析：钻完井和海底管线埋设产生的悬浮物，运营期生活污水排放，事故溢油等，详见下表。

表 3.3-1　环境影响预测评价因子一览表

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
建设期	海水水质	悬浮物	管缆铺设、钻完井	++

评价时段	环境影响要素	预测评价因子	工程内容及其表征	影响程度与分析评价深度
		COD	船舶生活污水	+
	沉积物	悬浮物	管缆铺设、钻完井	++
	海洋生态	浮游生物	管缆铺设、钻完井	+
		底栖生物		+++
		渔业资源		++
	水文动力	局部海流流向和流速	管缆铺设	+
	地形地貌	局部海域冲淤	管缆铺设	+
	环境敏感区	悬浮物	管缆铺设、钻完井	+
生产期	海水水质环境	含油生产水	生产阶段	/
	海洋沉积物环境	沉积物	平台管线防腐	+
	海洋生态环境	生态环境	管线、平台占用	+
事故状态	海水水质	原油	风险事故下的溢油	+++
	海洋生态			+++
	环境敏感区			+++

注：＋表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较小或轻微，需要进行简要的分析与影响预测；
＋＋表示环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为中等，需要进行常规影响分析与影响预测；
＋＋＋环境影响要素和评价因子所受到的影响程度为较大或敏感，需要进行重点的影响分析与影响预测。

4 区域自然和社会环境现状

4.1 自然环境概况

区域自然环境现状资料引自《涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期注水完善项目环境影响报告表》（报批稿 2019 年 2 月）和《涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期开发工程环境影响报告书》（报批稿 2014 年 3 月）。

4.1.1 气象特征

本项目所处涠洲油田群海域年平均气温 23℃，其中年最高气温 35.4℃，年最低气温 2.9℃。每年 5～11 月份为台风季节，夏季风级一般 3～4 级，最大阵风 6～7 级，风向西南；冬季一般 6～7 级，最大阵风 9～10 级，风向东北。

本项目所处涠洲油田群海域属我国东部南亚热带季风气候，每年 5 月至 11 月受西北太平洋台风及南海台风影响，但由于东有雷州半岛、南有海南岛作为屏障，风力有所减弱，6 级风以上的平均每年为 3 至 4 次，8 级风以上的平均每年为 2 至 3 次。工程海域 11 月至翌年 4 月主要受北方寒潮大风影响。

涠洲油田群海域夏季主要受偏南风控制，冬季主要受偏北风控制，常年主导风向为 NNE，占全年的 17.5%，每年 10 月至次年 3 月盛行东北偏北风，4 月和 9 月为季风转换时期，风向多变；5 月至 8 月盛行西南偏南风。风玫瑰图见 4.1-1，以及多年平均风向频率统计表见表 4.1-1。

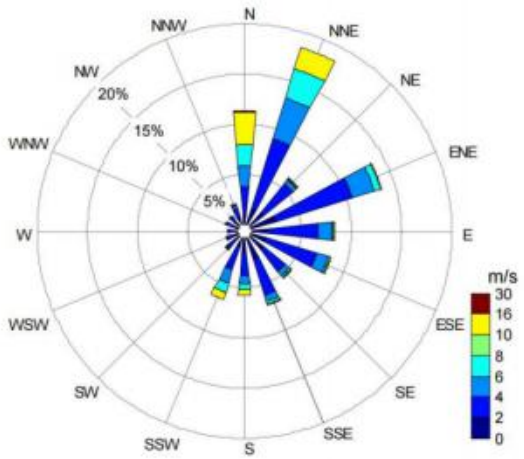


图 4.1-1　涠洲油田群海域全年风玫瑰图

表 4.1-1　涠洲油田群海域风向频率、风速统计表（年）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率（%）	10.7	17.5	5.9	12.9	7.9	7.9	5.1	6.7
平均风速（m/s）	8.9	8.2	7.1	7	6.9	6.7	5.4	7.3
极值风速（m/s）	19.9	21.3	22.5	24.4	20.9	23.7	22.5	23.7
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率（%）	5.4	6.1	1.7	1.2	1	1.3	1.2	2.1
平均风速（m/s）	8	7.2	7.8	8.2	8.5	8.7	7.2	8.5
极值风速（m/s）	24.9	24.9	24.1	25.4	24.4	24.8	24.2	24.1

4.1.2 海洋水文特征

4.1.2.1 海水温度

根据文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012 年）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012 年），本工程所在的北部湾海域海水温度变化特征描述如下。

冬季太阳辐射最弱，并受东北季风影响海面潜热释放量显著增加，海域水温处于全年最低，在 20℃ 左右，等温线平面分布与等深线基本一致，水温由岸向外递增，水温垂向分布均匀。夏季受太阳辐射最强，海域水温升至全年最高为 28~32℃，等温线平面分布与等深线基本一致，水温垂向分布有明显的层化现象。

4.1.2.2 海水盐度

根据文献研究成果（引自《中国区域海洋学-物理海洋学》（2012 年）、《中国近海海洋-物理海洋与海洋气象》（2012 年），对本工程所在的北部湾海域海水盐度特征描述如下。

冬季陆地径流量最小，且受东北季风影响海面蒸发大于降水，海域盐度全年最高，表层盐度在 34.0 左右，等盐线走向大体与等深线一致，盐度由岸向外递增。夏季降水量和陆地径流量达到最大，海域盐度全年最低约为 33.0，盐度由岸向外递增。

4.1.2.3 波浪

本项目所在海域的波浪主要受台风和季风影响，波浪的主方向为西南偏南

（SSW），占全年的 16.5%。浪玫瑰图见图 4.1-2，全年波向频率统计见表 4.1-2。各月平均有效波高均不超过 1.5m，年平均有效波高为 0.8m，最大有效波高为 4.4m，各月及年有效波高特征值统计见表 4.1-3。

图 4.1-2　涠洲油田群海域全年浪玫瑰图

表 4.1-2　涠洲油田群海域波向频率统计表（年）

表 4.1-3　涠洲油田群海域波高特征值统计表（各月及年）

4.1.2.4　海流和潮汐

海流及潮汐数据引用[redacted]于 2013 年 1 月 14 日~25 日在涠洲油田海域进行的潮位现场观测数据，[redacted]根据观测资料计算得出该海域的潮汐性质指数为 6.15，故潮汐类型属于正规全日潮。相对于平均海平面，最高天文潮位为 3.37m，最低天文潮位为-2.82m。根据观测资料计算得到该海域表层的潮流性质参数为 3.20，表明潮流为不正规全日潮流。表、中、底层实测海流流速和流向统计分析见下表，表层流速最大为 41cm/s，发生在 ENE 方向；中层流速最大为 41cm/s，发生在 ENE 方向；底层流速最大为 30cm/s，发生在 NNW 方向。

表 4.1-4　各方位潮流的平均流速、最大流速和出现的频率（表层）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率（%）	0.6	0.9	5.1	15.6	12	9.7	7.4	6.5
最大流速(cm/s)	16	19	34	41	39	31	21	20
平均流速(cm/s)	7	10	15	21	18	13	10	10
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率（%）	7.2	5.6	9.5	10.2	6.1	2.2	1	0.5
最大流速(cm/s)	21	24	32	31	25	18	13	16
平均流速(cm/s)	9	10	16	17	13	7	6	6

表 4.1-5　各方位潮流的平均流速、最大流速和出现的频率（中层）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率（%）	0.5	1.3	5.3	18.1	11.8	9.6	5.9	6.5
最大流速(cm/s)	12	16	34	41	36	28	25	17
平均流速(cm/s)	6	8	16	21	15	13	10	9
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率（%）	6.4	5	9	9.8	6.5	2.9	1	0.5
最大流速(cm/s)	16	25	29	28	25	18	13	11
平均流速(cm/s)	9	10	14	15	13	9	7	8

表 4.1-6　各方位潮流的平均流速、最大流速和出现的频率（底层）

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率（%）	1.8	2.7	4.1	9.7	11.3	10.6	14.2	10.8
最大流速(cm/s)	19	13	13	18	24	18	28	21
平均流速(cm/s)	7	5	6	9	12	9	12	7
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率（%）	10.6	7.6	4.7	2.7	1.7	1.9	1.7	3.9
最大流速(cm/s)	17	15	17	16	10	12	16	30
平均流速(cm/s)	8	6	6	5	5	5	7	17

4.1.3 地质地貌

涠洲油田群所在海域属南海北部湾海域，海底地形平坦，没有明显的起伏，属南海西北部大陆架的堆积平原地貌。新构造运动特征表现为总的沉降背景上以断裂活动和以周边断裂为界的断块差异性升降运动。工程所在区域不存在晚更新世活动断裂，且地处涠洲布格重力负异常带南侧涠西南负异常体的边缘，航磁、地壳厚度变化平缓部位。根据区域强震发生的地震地质条件，工程区域均不会发生 6 级和 6 级以上地震。

4.2 环境敏感目标

4.2.1 海洋保护区和自然保护区

4.2.1.1 涠洲岛海洋保护区

位于涠洲岛东侧和西南侧海域，109°4′9″E～109°9′43″E，20°59′42″N～21°5′11″N，面积 2572 公顷。海洋环境保护管理要求为：保护珊瑚礁及其生境；执行不劣于二类海水水质标准、一类海洋沉积物质量标准、一类海洋生物质量标准。

4.2.1.2 斜阳岛海洋保护区

位于斜阳岛东西两侧海域，109°11′59″E～109°13′15″E，20°53′58″N～

20°55′16″N，面积为 142 公顷。海洋环境保护管理要求为：保护珊瑚礁及其生境；执行不劣于二类海水水质标准、一类海洋沉积物质量标准、一类海洋生物质量标准。

4.2.1.3 广西涠洲岛自然保护区

广西涠洲岛自然保护区位于北部湾，包括涠洲、斜阳二岛，地理坐标为东经 109°04′54″E～109°13′08″E，北纬 20°54′12″N～21°04′14″N。保护区前身是涠洲岛鸟类保护区，始建于 1982 年，是自治区人民政府通过桂政发[1982]97 号文建立的十五处鸟类自然保护区之一。2002 年，自治区人民政府通过桂政函[2002]33 号文把涠洲岛自然保护区划为自治区级自然保护区。该保护区处于亚洲大陆与东南亚和澳大利亚之间的鸟类迁徙路线上，是鸟类迁徙途中的重要停歇地。保护区目前已知有鸟类 188 种，其中迁徙候鸟有 174 种，旅鸟 117 种，中日候鸟保护鸟类 95 种，中澳候鸟保护鸟类 27 种，国家I级重点保护鸟类 2 种，国家II级重点保护鸟类 27 种。（资料来源：《广西涠洲岛自治区级自然保护区总体规划（2013-2020 年）》）

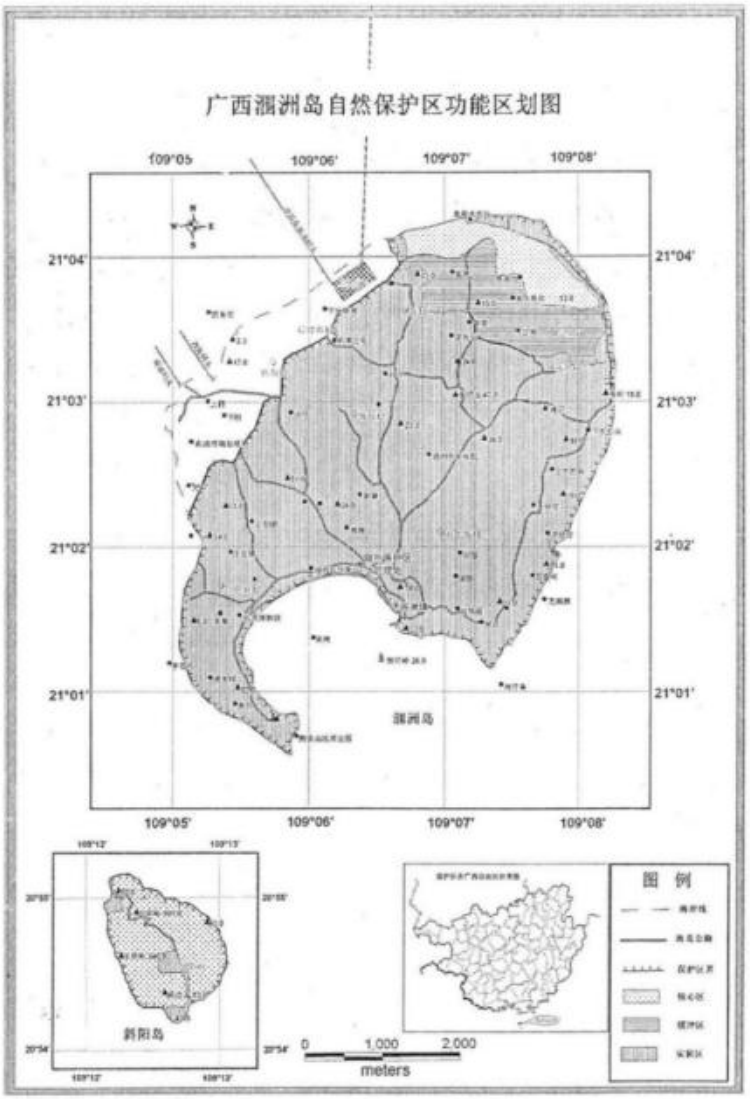


图 4.2-1　广西涠洲岛自然保护区范围图（桂政函[2010]165 号）

4.2.1.4　广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区原名雷州白蝶贝省级自然保护区，于 1983 年设立。2008 年 1 月改名并升级为国家级自然保护区。

广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区位于广东湛江雷州市西部海域，即国家一级渔港企水港和国家级中心渔港乌石港之间，地理坐标介于东经 109°31′~109°48′，北纬 20°32′~20°44′之间，总面积 46864.67 公顷，其中，核心区面积 18527 公顷，缓冲区面积 13664 公顷，实验区面积 14673.67 公顷。

主要保护对象为珍稀海洋生物及其栖息地，包括儒艮、中华白海豚、大珠母贝（白蝶贝）、文昌鱼、绿海龟、棱皮龟、玳瑁、江豚、宽吻海豚、热带点斑原海豚、真海豚、灰海豚、斑海豹、布氏鲸等国家I、II级重点保护动物，以及珊瑚

礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统。

保护区已记录的大型水生动物有 7 门 18 纲 57 目 209 科 559 种，其中脊索动物 5 纲 25 目 94 科 257 种，腔肠动物门的石珊瑚目 18 种。拥有国家重点保护水生野生动物 11 种，其中包括国家一级保护动物儒艮和中华白海豚 2 种，国家二级保护动物大珠母贝、白氏文昌鱼、绿海龟等 9 种。保护区内 30 种水生动物受到国家法律或国际公约保护，还有列入中国濒危物种红皮书和世界自然保护联盟红皮书的极危、濒危、易危物种名录 40 种。

4.2.1.5 广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区

广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区位于广东省湛江市雷州半岛徐闻县西海岸。

1999 年 8 月，徐闻县人民政府批准建立徐闻珊瑚礁县级自然保护区，2002 年 7 月升级为市级自然保护区。2003 年 6 月 19 日，广东省人民政府以粤府函[2003]1196 号文颁布建立徐闻珊瑚礁省级自然保护区，升级为省级自然保护区，总面积 14378.5ha。2007 年 4 月国务院办公厅以国办发[2007]20 号文、环函[2007]276 号批准该保护区升级为国家级自然保护区；广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区总面积 14378.5 公顷，其中核心区面积 4356.1ha，缓冲区面积 4665.2ha，实验区面积 5357.2ha。保护区位于广东省徐闻县境内，在角尾、西连的西海岸一带海区，范围在东经 109°50′12″～109°56′24″，北纬 20°10′36″～20°27′00″之间。核心区主要分布在灯楼角和水尾角沿岸一带海区，缓冲区主要分布在两处核心区的外围，试验区分布在保护区的中部。

保护对象包括：①具有北热带特点的热带珊瑚礁为主的珊瑚礁生态系统；②保护区内分布的珊瑚及其栖息地；③保护区内分布的珍稀濒危海洋动物及其栖息地；④热带珊瑚礁生物多样性；⑤丰富的景观资源和旅游资源。

保护区内已经发现腔肠动物门珊瑚虫纲共 3 目 19 科 82 种，其中，软珊瑚目 7 科 27 种，群体海葵 1 科 1 属 1 种，石珊瑚木 11 科 54 种，这 54 种石珊瑚全部为国家II级重点保护动物，并列入世界《濒危野生动植物物种国际贸易公约》（CITES）公约。

保护区的渔业资源种类包括经济鱼类、头足类、甲壳类、贝类等共 43 科 84 种，其中青石斑鱼、方纹石斑鱼、赤点石斑鱼、长吻若鲹、五带笛鲷、弓纹盖鱼、

黄斑篮子鱼、花斑裸胸鳝、康氏小公鱼、美蝴蝶鱼、朴蝴蝶鱼等是在珊瑚礁中观察识别的鱼类。紫红笛鲷、高体若鲹等其他鱼类是刺网或者其他渔具捕到的鱼类；所有贝类都是在珊瑚礁中采集到的种类；头足类和甲壳类均是刺网、拖网或其他渔具捕到的种类。

在保护区海域还先后发现了白蝶贝、儒艮、海龟、海豚等珍稀濒危海洋动物。

4.2.2 渔业资源保护区

4.2.2.1 北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区位于北部湾东北部沿岸区域，由北纬 21°31′线、五个拐点连线及广西自治区防城港市、北海市海岸线组成。实验区由北纬 21°31′线、四个拐点连线及广西壮族自治区防城港市、北海市海岸线组成。保护区面积 1,142,158.03 公顷，其中核心区面积 808,771.36 公顷，实验区面积 333,386.67 公顷；核心区特别保护期为 1 月 15 日至 3 月 1 日。主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾，其他保护物种包括金线鱼、蓝圆鲹、黄带鲱鲤、长尾大眼鲷、蛇鲻类、日本金线鱼、墨吉对虾、长足鹰爪虾、中华管鞭虾、锈斑蟳、逍遥馒头蟹、日本蟳、马氏珠母贝、方格星虫等。

4.2.2.2 二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区

北部湾涠洲岛北端 21°05′N 以北的海域，连接涠洲岛南至广东省海康县流沙港以西 20m 水深以内的海域，为二长棘鲷幼鱼和幼虾保护区。禁渔期为：北半部（涠洲岛北端起）12 月 16 日至翌年 6 月 30 日，南半部（涠洲岛南端起）1 月 15 日至 6 月 30 日。在禁渔期间，禁止底拖网作业渔船和拖虾渔船进入该海域生产。

4.2.2.3 南海北部幼鱼繁育场保护区

根据《中国海洋渔业水域图（第一批）——南海区渔业水域图（第一批）》，南海北部幼鱼繁育场保护区位于南海北部及北部湾沿岸 40 米等深线、17 个基点连线以内水域，保护期为 1-12 月。

该保护区的管理要求：保护期内禁止拖网船、拖虾船以及捕捞幼鱼、幼虾为主的作业船只进入本区生产，防止或减少对渔业资源的损害。

4.2.3 产卵场

根据《南海渔业水域图》（第一批），北部湾内距工程较近的主要有蓝圆鲹、二长棘鲷、金线鱼、红鳍笛鲷、绯鲤类、长尾大眼鲷等鱼类的产卵场。其中，

4.2.3.1 北部湾绯鲤类产卵场

北部湾绯鲤类产卵场位于 107°20′~108°15′E，18°15′~21°15′N，水深 20~100m，产卵盛期 4~5 月，产浮性卵。本项目位于北部湾绯鲤类产卵场内。

4.2.3.2 北部湾二长棘鲷产卵场

北部湾二长棘鲷的产卵场位于北部湾 107°20′～109°15′E，20°00′N 至近岸，水深 60m 以浅海域，产卵盛期 12~2 月，产浮性卵。本项目位于北部湾二长棘鲷产卵场内。

4.2.3.3 北部湾蓝圆鲹产卵场

北部湾是蓝圆鲹主要的产卵场和育幼场之一，产卵场的范围介于 107°15′～109°40′E，20°00′～21°30′N 之间，水深 40m 以内，产卵盛期为 3～5 月。本项目改造平台 WZ11-1N WHPA 平台及部分新建海底电缆位于北部湾蓝圆鲹产卵场内。

4.2.3.4 北部湾金线鱼产卵场

北部湾金线鱼产卵场主要有两处，第一处为 107°15′～108°50′E，19°10′～20°55′N，水深 40～75m，产卵期 2～6 月；第二处为 106°05′～107°20′E，18°15′～19°55′N，水深 20～80m，产卵期 4～8 月。本项目距离北部湾金线鱼产卵场最近约 11.2km。

4.2.3.5 北部湾长尾大眼鲷产卵场

北部湾长尾大眼鲷产卵场共有三处，第一处位于 107°30′～108°50′E，20°15′～21°20′N 海域，第二处为 107°35′～109°05′E，19°35′～20°25′N 海域，第三处 107°35′～108°25′E，18°25′～19°25′N 海域，产卵期为 5～7 月份。距离北部湾长尾大眼鲷产卵场最近约 9.3km。

4.2.4 生态红线

本项目周边的生态红线区主要包括广西近海南部重要渔业限制类红线区、广西近海南部海洋保护区限制类红线区、广西涠洲岛珊瑚礁保护区禁止类红线区、广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区、北海斜阳岛保护区限制类红线区、广西近海南部重要渔业海域限制类红线区、北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹限制类红线区、涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域限制类红线区、北海涠洲岛重要滨海旅游区限制类红线区等。

4.2.5 工程附近主要敏感目标分布

根据本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，本次评价筛选的主要环境敏感目标包括海洋保护区、水产种质资源资源保护区、产卵场、生态红线等。本项目的主要敏感区和保护目标见下表及图。

表 4.2-1　本工程主要环境保护对象

范围	类型	敏感目标名称名称	对照平台	[redacted]	[redacted]	主要保护对象
评价范围内	水产种质资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷和长毛对虾，特别保护期为 1 月 15 日至 3 月 1 日。
	产卵场	北部湾二长棘鲷产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷
		北部湾绯鲤类产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	绯鲤类
		北部湾蓝圆鲹产卵场	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	蓝圆鲹
		北部湾金线鱼产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	金线鱼
		北部湾长尾大眼鲷产卵场	WZ10-3W WHPA	[redacted]	[redacted]	长尾大眼鲷
	渔业资源保护区	南海北部幼鱼繁育场保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	幼鱼、幼虾
评价范围外	水产种质资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷和长毛对虾
	海洋保护区	涠洲岛海洋保护区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁
		斜阳岛海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	
		三娘湾海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	加强对中华白海豚及其栖息环境的保护。
		北仑河口红树林海洋保护区	WZ11-4D WHPA	[redacted]	[redacted]	保护红树林及其海洋自然生态系统，提高红树林生态系统的生物多样性；珍珠湾内还应保护海草床生境；保护自然景观
		合浦儒艮海洋保护区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	儒艮
		广西近海南部海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	保护近海生物资源及其产卵场：1~7 月为蓝圆鲹或二长棘鲷产卵期，加强对蓝圆鲹和二长棘鲷产卵场的保护
	自然保护区	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珍稀海洋生物及其栖息地，以及珊瑚礁、海藻场与红树林等典型海洋生态系统
		广东徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统
	渔业资源保	二长棘鲷幼鱼保护区	WZ11-4N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷

范围	类型	敏感目标名称名称	对照平台	[redacted]	[redacted]	主要保护对象
	护区					
	生态红线区（禁止开发区）	广西涠洲岛珊瑚礁保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统及其生境、海马
		雷州珍稀海洋生物自然保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁、珍稀海洋生物生境
		雷州海草自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	海草资源及其生境
		乌石国家级海洋公园	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁、海草床等海洋生态系统
		徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁典型生态系统
	生态红线区（限制开发区）	广西涠洲岛珊瑚礁保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统及其生境、海马
		广西近海南部重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中国鲎、海马
		广西近海南部海洋保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	渔业资源及其生境、中国鲎、海马
		北海斜阳岛保护区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁生态系统及其生境、海马、海岸景观
		北海涠洲岛自然景观与文化历史遗迹	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	自然景观、海岸线
		涠洲岛重要砂质岸线和沙源保护海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	砂质岸线、沙源海域、岩石岸线
		北海涠洲岛重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	岸滩、岛屿生态、海岸景观、自然资源、海马
		北海南部海域重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲎、海马
		钦州南部海域重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	
		廉州湾重要渔业海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	海湾自然环境、养殖环境及渔业资源、中华白海豚、中国鲎、海马
		防城港南部海域重要渔业海域	WZ11-4D WHPA	[redacted]	[redacted]	二长棘鲷、长毛对虾等渔业种质资源、中华白海豚、中国鲎、海马
		钦州三娘湾中华白海豚集中分布区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	中华白海豚及其生境、中国鲎、海马
		三娘湾重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源、中华白海豚
		鹿耳环至三娘湾重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、岛屿生态、渔业和自然资源

范围	类型	敏感目标名称名称	对照平台	[redacted]	[redacted]	主要保护对象
		三娘湾重要砂质岸线和沙源保护海域	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	砂质岸线、沙源海域
		廉州湾重要滨海旅游区	WZ11-1N WHPA	[redacted]	[redacted]	红树林生态系统，海洋景观、岸滩、海岸生态、自然资源
		珍珠港重要渔业海域	WZ11-4D WHPA	[redacted]	[redacted]	红树林、海草、海湾自然环境、养殖环境及渔业资源、中国鲎、海马
		雷州珍稀海洋生物自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁、珍稀海洋生物生境
		雷州海草自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	海草资源及其生境
		乌石人工鱼礁重要渔业海域	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	渔业资源、海洋生态环境
		徐闻南部重要渔业海域	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	渔业资源、海洋生态环境
		徐闻珊瑚礁国家级自然保护区	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	珊瑚礁典型生态系统
		流沙湾海草床	WZ11-4 WHPA	[redacted]	[redacted]	

图 4.2-2　项目周边敏感目标-保护区

图 4.2-3　项目周边敏感目标-红线区

图 4.2-4　项目周边产卵场

图 4.2-5　南海北部幼鱼繁育场保护区

5 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		涠洲 10-3 油田西区 2022 年春季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2022 年 3 月	6
水质		涠洲 10-3 油田西区 2022 年春季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2022 年 3 月	30
		涠洲 10-3 油田西区油田 2021 年秋季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2021 年 9 月	30
沉积物		涠洲 10-3 油田西区油田 2021 年秋季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2021 年 9 月	16
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	涠洲 10-3 油田西区 2022 年春季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2022 年 3 月	19
		涠洲 10-3 油田西区油田 2021 年秋季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2021 年 9 月	19
	生物质量	涠洲 10-3 油田西区 2022 年春季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2022 年 3 月	19
		涠洲 10-3 油田西区油田 2021 年秋季海洋环境质量现状调查报告	[redacted]	2021 年 9 月	19
渔业资源		涠洲 10-3 西油田 2021 春季渔业资源报告	[redacted]	2021 年 3 月	12
		涠洲 10-3 西油田 2020 秋季渔业资源报告	[redacted]	2020 年 11-12 月	12

5.1 水文动力环境现状调查与评价

潮汐和潮流是潮波运动同一过程中的两种不同形式。前者表现为水位在铅直方向上的周期性升降，后者表现为在水平方向上的周期性流动。通常将海水在水平方向的运动统称为海流，它是海洋中各种物质输运和扩散最主要的动力因素，因此在多数的海洋工程的可行性研究中，都必须了解相应海区的海流状况。

海流按其成因可分为四类：梯度流、风海流、补偿流和潮流，就本海区而言，

以潮流、风海流和径流所致的沿岸流为主，尤其以潮流的影响最为明显。所以在以下的分析中，以潮流为主，把潮流以外的海流统称为余流。

5.1.1 水文动力调查概况

根据项目需要，为了解工程海域水动力状况，委托[redacted]于 2022 年 3 月 2 日至 3 月 3 日（农历正月三十至二月初一，大潮期）在该海区设立 6 个测流点进行海流观测，并应用卫星导航系统 GPS 进行定位，进行了连续 25h 的周日海流观测。观测时间间隔为 1h，分表、中、底三层，表层在水面以下 0.5m，中层是在水深的 0.6 倍处，底层为海底上 0.5m。资料的整理、分析按照规范的相关要求进行。有关信息参看表 5.1-1，调查站位见图 5.1-1 和图 5.1-2。

表 5.1-1　水文动力调查站位坐标

调查站位	经度	纬度	调查项目
P1	[redacted]	[redacted]	流速、流向、悬浮物质
P3	[redacted]	[redacted]	流速、流向、悬浮物质
P5	[redacted]	[redacted]	流速、流向、悬浮物质、潮位
P16	[redacted]	[redacted]	流速、流向、悬浮物质、潮位
P18	[redacted]	[redacted]	流速、流向、悬浮物质
P20	[redacted]	[redacted]	流速、流向、悬浮物质

图 5.1-1　2021 年 6 月水文动力调查站位图

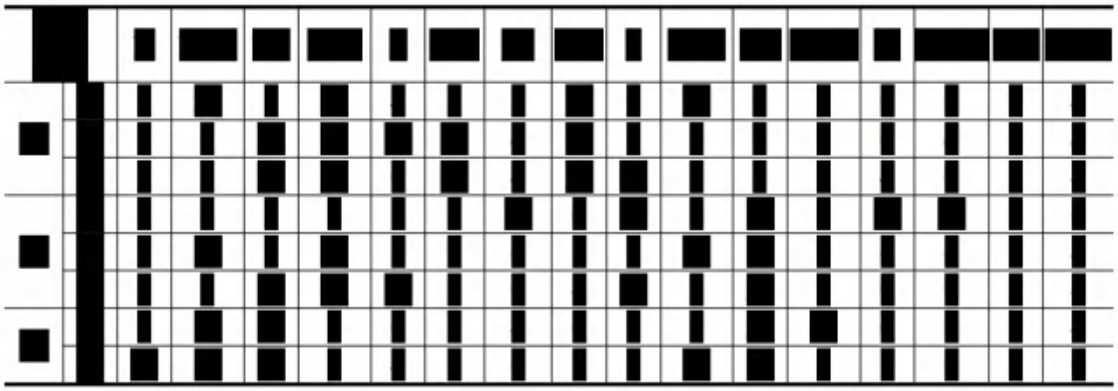
5.1.2 海流分析

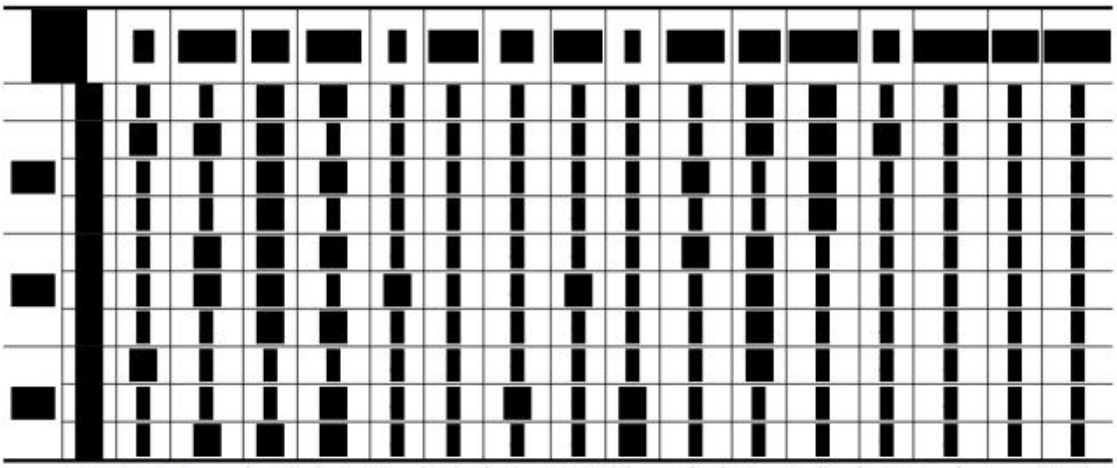
5.1.2.1 流速流向

根据大潮期各站海流实测资料，对流向频率进行统计，统计结果见表 5.1-2。

由表可以看出：受地形影响，各站流向相对分散且具有较明显的旋转特征。

表 5.1-2　各向海流出现频率（%）





可以看出：各站实测海流流向相对分散，流向相对集中的方向主要包括 SSW~SW 以及 NNW~NNE 向，涨潮流多在偏 N 向区间，而落潮流多在偏 S 向区间。

图 5.1-2　实测表层流速矢量图

图 5.1-3　实测中层流速矢量图

图 5.1-4　实测底层流速矢量图

图 5.1-5　P1 站流速流向过程曲线

图 5.1-6　P3 站流速流向过程曲线

图 5.1-7　P5 站流速流向过程曲线

图 5.1-8　P16 站流速流向过程曲线

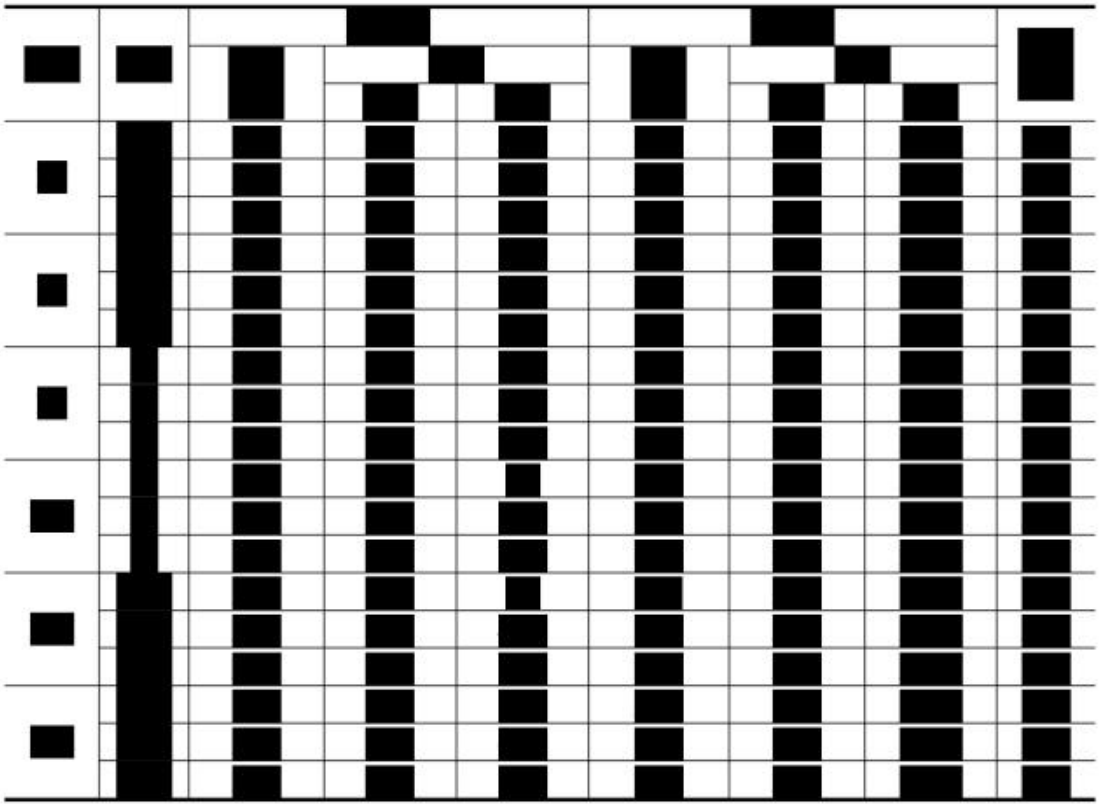
图 5.1-9　P18 站流速流向过程曲线

图 5.1-10　P20 站流速流向过程曲线

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 5.1-3，总体上看平均流速中层略大于表层，底层最小；实测最大涨潮流流速为 57.3 cm/s、对应流向为 57.7°，出现于 P1 站中层；最大落潮流流速为 37.5 cm/s、对应流向为 195.5°，出现于 P20 站中层。

表 5.1-3 实测平均流速和最大流速及对应流向（单位：cm/s，°）



5.1.3 潮流分析

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。

5.1.3.1 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。其标准是：

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

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

$$2.0 < \frac{W_{K_1} + W_{O_1}}{W_{M_2}} \le 4.0$$ 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_{M_2}、W_{K_1}、W_{O_1} 分别为主太阴半日分潮流、太阴太阳赤纬日分潮流和主太阴日分潮流的椭圆长半轴。

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。由下可以看出，各站层 K 值均大于 2.0，观测期间本海区潮流属全日潮流性质。

表 5.1-4　潮流性质分析结果

站号	表层	中层	底层

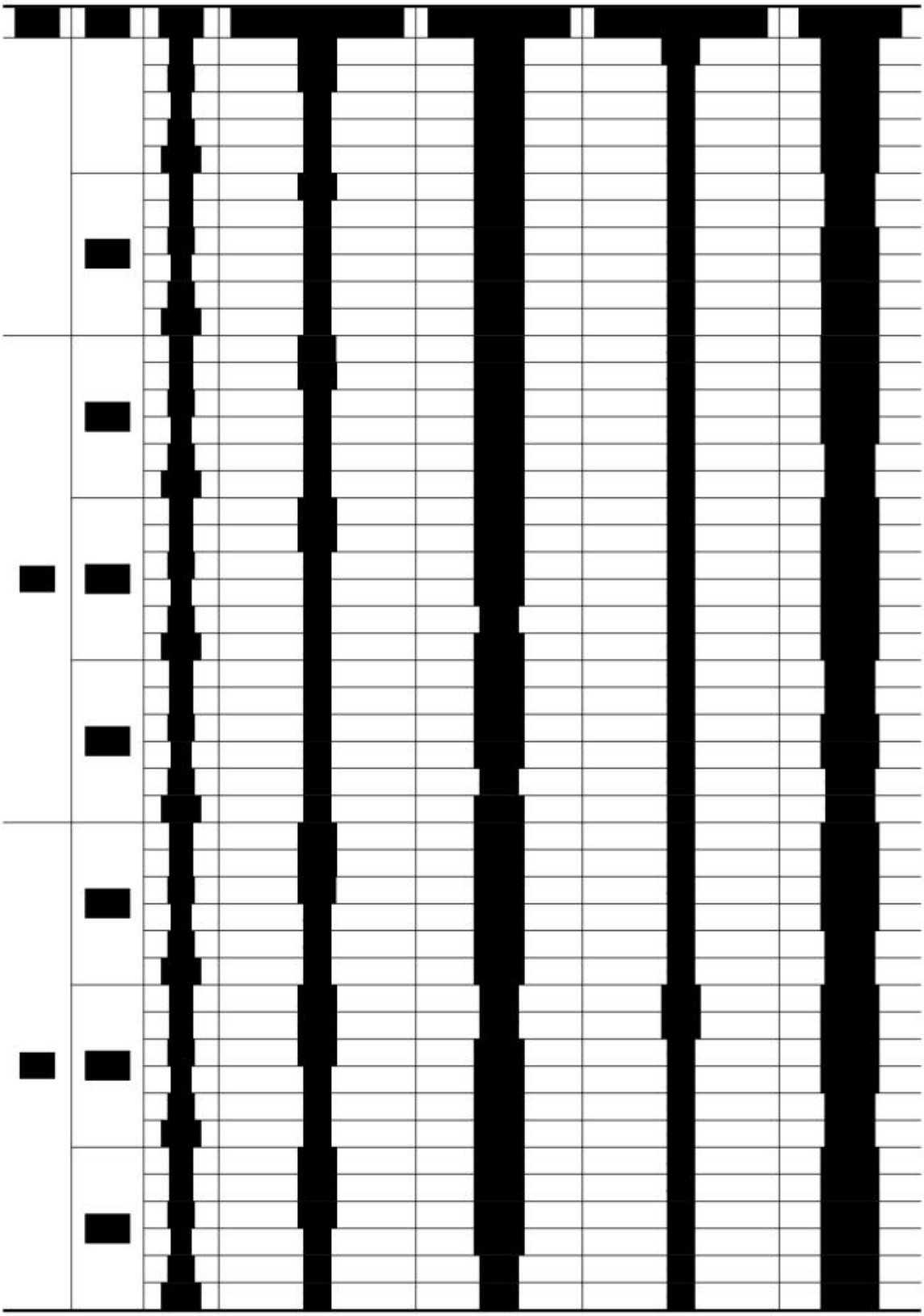
5.1.3.2　潮流的运动形式

反映潮流运动形式的参量为旋转率(亦称椭圆率)K′，其值绝对为该分潮流椭圆长轴与椭圆短轴的比值，其符号有正负之分，正号表示分潮流为逆时针旋转，负号则为顺时针旋转。

由表 5.1-5 得知该海区的潮流性质属全日潮流性质，因此主要全日分潮流(O1 和 K1)的运动形式即代表了该海区潮流的运动形式。

根据计算结果（见表 5.1-6），P3 站与 P20 站旋转较为明显，其余各站全日分潮流的椭圆率 K 值均不超过 0.5，其潮流运动形式以往复流为主兼有旋转特征。

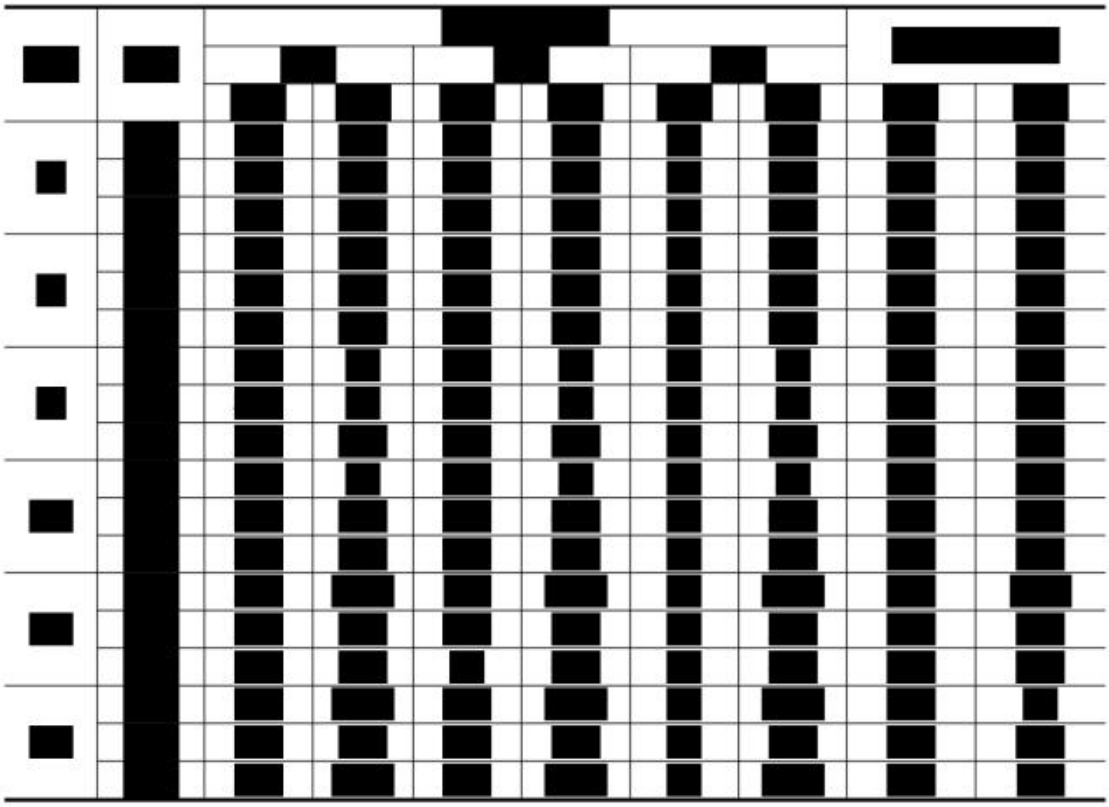
表 5.1-5　各主要分潮的椭圆要素



5.1.4 平均最大流速和可能最大流速

按准调和分析方法分析的结果，确定潮流椭圆要素。下表列出各站、各层不同潮期潮流的平均最大流速和可能最大流速矢量。

表 5.1-6　平均最大流速和可能最大流速计算结果（单位：cm/s，°）

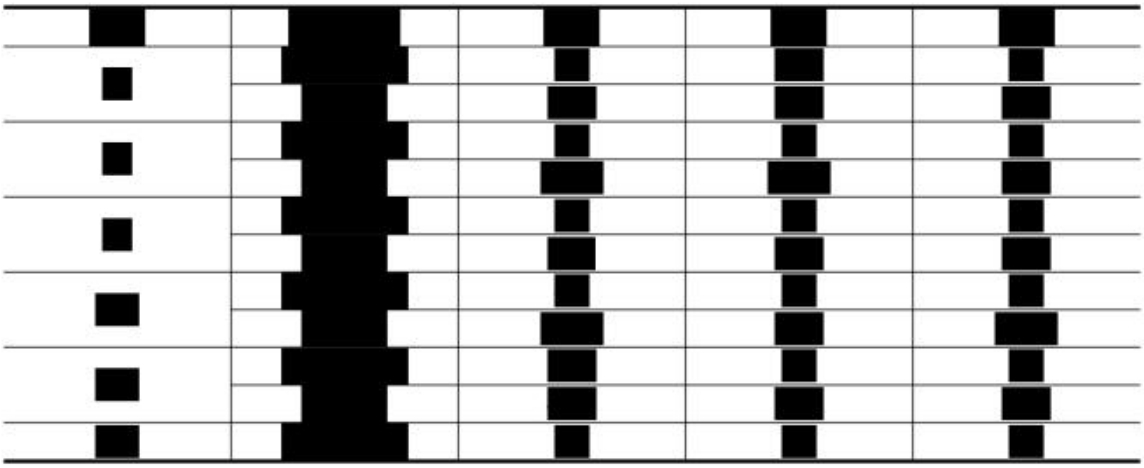


5.1.5 余流

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。

根据周日观测数据求出观测站位的各层次的余流见下表。观测期间 P1 与 P18 余流流速相对较大，其余各站位余流流速较小，分布于 1.5~14.7cm/s 区间范围内，各站、层余流流向大多在偏 N 向~偏 E 向。

表 5.1-7　余流计算结果（单位：cm/s，°）



[redacted]

5.1.6 小结

（1）本海区海流以潮流为主，潮流性质为全日潮，兼有旋转与往复运动。O1、K1 分潮流的贡献较大，浅水分潮方面，M_4、MS_4 相对主要分潮而言，分潮流都较小。

（2）观测各站实测海流流向相对分散，流向相对集中的方向主要包括 SSW~SW 以及 NNW~NNE 向，涨潮流多在偏 N 向区间，而落潮流多在偏 S 向区间。

（3）观测各站位 P1 与 P18 余流流速相对较大，其余各站位余流流速较小，分布于 1.5~14.7cm/s 区间范围内，各站、层余流流向大多在偏 N 向~偏 E 向。

5.2 地质地貌

5.2.1 水深地形

5.2.1.1 新建平台场址

根据《涠洲 10-3 油田西区开发项目新建场址工程物探技术报告》（[redacted]）和《涠洲 10-3 油田西区开发项目平台场址及管线路由选择依据说明材料》（洛克石油（渤海）公司），调查区域水深在[redacted]左右（理论最低潮水面），新建四腿井口平台（WZ10-3W WHPA）场址区海底地形整体平坦，区域内大部分水深介于[redacted]，自北向南逐渐变深，平均坡度约[redacted]。WZ10-3W WHPA 平台处水深[redacted]，WZ10-3W MOPU 平台处水深[redacted]。

图 5.2-1　WZ10-3W WHPA 新建场址水深地形图

5.2.1.2 新建海底电缆场址

预选路由区位于南海西北部，北部湾内。工程区海底地形整体较平坦，深度区间位于[redacted]，自西向东逐渐变浅，平均坡度约 0.16‰。

WZ11-1N WHPA 平台区地形总体呈现为中心起伏，周围平坦的特征。平坦水域深度为 36.6~36.8m。平台中心区地形呈现东北-西南向的条带分布，总共三个条带，分别是过平台的中心条带和位于平台两侧的东西条带。中心条带比平坦

水域浅 0~0.4m，北部比南部更浅，最小水深为[redacted]。东西条带比平坦水域深 0~0.8m，东条带比西条带更深。

图 5.2-2　WZ11-1N WHPA 平台周边水深图

图 5.2-3　WZ10-3W WHPA（新建）至 WZ11-1N WHPA 工程区水深地形图（KP0~KP7）

图 5.2-4　WZ10-3W WHPA（新建）至 WZ11-1N WHPA 工程区水深地形图（KP7~KP12）

图 5.2-5　WZ10-3W WHPA（新建）至 WZ11-1N WHPA 路由区中轴线水深地形图

5.2.1.3 新建输气管道场址

工程区海底地形整体较平坦，深度区间位于[redacted]，自西向东逐渐变浅，平均坡度约[redacted]。

WZ11-4DWHPA 平台区地形被过平台的东北-西南向凸起条带分割，呈现中心条带浅，东西两侧较深的特征。水深范围为[redacted]。中心条带水深较两侧浅 0~1.2m；其东西两侧水深自平台中心向周围逐渐变浅，水深变化约 0.5m。

图 5.2-6 WZ11-4D 水下三通周边水深图

图 5.2-7　WZ10-3W MOPU 至 WZ11D WHPA 工程区水深地形图

图 5.2-8　WZ10-3W MOPU 至 WZ11D WHPA 工程区中轴线水深剖面图

5.2.1.4 新建混输管道场址

工程区海底地形整体较平坦，深度区间位于[redacted]，自北向南逐渐变深，平均坡度约[redacted]。

WZ11-4 WHPA 平台区地形总体呈现为自中心向周围逐渐变深的特征，平台东部比西部更新，水深范围为[redacted]。

图 5.2-9 WZ11-4 WHPA 平台周围水深地形图

图 5.2- 10　WZ10-3 MOPU 至 WZ11-4 WHPA 水深地形图（WZ10-3 MOPU 至 KP8）

图 5.2- 11　WZ10-3 MOPU 至 WZ11-4 WHPA 水深地形图（KP8 至 WZ11-4 WHPA）

图 5.2- 12　WZ10-3 MOPU 至 WZ11-4 WHPA 中轴线水深剖面图

5.2.2 海底地貌

5.2.2.1 新建平台场址

场址大多数声纳影像资料灰度显示基本均匀，反射强度变化不大，反映测区海底底质无明显变化，结合钻孔取样可判断测区海底底质为非常软到软的粉质黏土，大多为平滑海底。

图 5.2- 13 新建平台场址平滑海底声纳影像

图 5.2- 14 WZ10-3W WHPA 新建场址海底面状况图

5.2.2.2 新建海底电缆场址

工程区大多数声纳影像资料灰度显示基本均匀，反射强度变化不大，反映路由区海底底质无明显变化，结合钻孔取样可判断路由区海底底质为非常软到软的粉质黏土。工程区大多为光滑海底，海底面的目标物有平台、海底管缆、压块、施工痕迹和不明线状物等。

图 5.2- 15 平滑海底声纳影像

海底面的目标物主要集中在已建 WZ11-1N WHPA 平台周围，在已建 WZ11-1N WHPA 平台周边共有 5 条海底电缆管道，平台西侧 1 条、东侧 2 条，南侧 2 条，部分电缆管道上部有压块覆盖，平台西南分布施工留下的桩靴坑。

平台西侧有 1 条电缆，为 WZ11-4D WHPA 平台与 WZ11-1N WHPA 平台之间海底电缆，该电缆从平台北侧引出，向北分布约 80m 后折转向西。连接平台部分约 27m 出露，其余部分均埋藏于海底。该电缆在路由区内的长度约 6.2km，与拟建路由中轴线有 1 处交越。

WZ11-1N WHPA 平台东侧有 2 条海底电缆，自北向南分别为 WZ11-1N WHPA 平台与 WZ12-1PAP 之间海底电缆和 WZ11-1N WHPA 平台与 WZWZ11-2WHAP 之间海底电缆，均从 WZ11-1N WHPA 平台引出，向东延伸。其中，WZ11-1N WHPA 平台与 WZ12-1PAP 平台之间海底电缆在路由区内共 183m，全部出露于海底。WZ11-1N WHPA 平台与 WZWZ11-2WHAP 之间海底电缆在连接平台部分，约 91m 出露，其余部分处于埋藏状态。

WZ11-1N WHPA 平台南侧有 2 条海底电缆管道，自西向东分别为 WZ11-1N WHPA 平台与 WZ11-1 之间混输管线、WZ11-1N WHPA 平台与 WZ11-1 之间海底电缆，两条管缆均从 WZ11-1N WHPA 平台引出，向南延伸。其中，WZ11-1N WHPA 平台与 WZ11-1 平台之间混输管线有 3 段管线悬空，自北向南悬空管段长度分别为 21m、67m、14m，悬空高度 0.2m~0.5m；距平台约 21m 有 9m 管段出露，上部覆盖压块防护。WZ11-1N WHPA 平台与 WZ11-1 平台之间海底电缆均处于埋藏状态。

图 5.2-16　WZ11-1N WHPA 平台周边海底面状况图

图 5.2-17　WZ11-1N WHPA 平台周边声纳影像

不明线状物主要分布于 KP2 和 KP4 附近。

测区 KP2+0.2km 至 KP2+0.8km 的强反射线状物，疑似废弃的管道，长约 640m，位于路由中轴线西侧呈北东-南西走向，且非连续性出露于海底。该线状物距路由中轴线最近距离约 8.8m，由于距离较近，路由施工时应注意。

图 5.2-18　KP2+0.2km 至 KP2+0.8km 不明线状物的声纳影像

测区 KP3+0.8km 至 KP4+0.2km 的强反射线状物出露于海底，疑似废弃的管道，长约 440m，，呈北东-南西走向，且穿越路由中轴线，路由施工时应注意。

图 5.2-19　KP3+0.8km 至 KP4+0.2km 不明线状物的声纳影像

桩靴坑主要集中分布在东部的 WZ11-4N WHPA 平台附近和 KP8 处。WZ11-1N WHPA 平台西南约 20m，有 3 个桩靴坑，其形状近似为圆形，呈品字形分布，直径约 26m~28m，深约 1.4m~2.7m。路由中轴线穿越北侧桩靴坑，且距南侧两个桩靴坑分别为 14.1、21.6m，由于桩靴坑附近的海底地形变化较大，海底电缆路由施工时应引起注意。

图 5.2-20　WZ11-1N WHPA 平台西南处桩靴坑地形图

在测区中部偏东 KP8 处有 3 个桩靴坑，其形状近似为圆形，直径约 25m~28m，深约 2.5m，距路由中轴线最近距离约 28.6m，由于距离较远，不会对海底电缆路

由建设产生影响。

图 5.2-21　KP8 处桩靴坑声纳影像图

拟建电缆与已建海底电缆管道有 4 处交越，其中路由区西部 KP3 处有 3 处交越；测区东部 KP12+0.09km 处有 1 处交越。

图 5.2-22　拟建电缆与已建海底电缆管道交越情况

表 5.2-1　WZ11-4D 水下三通周边管缆交越情况列表

交越点	东（m）	北（m）	备注
交越点 1	[redacted]	[redacted]	WZ10-3SPM 与 WZ11-4DWHAP 之间原油管”
交越点 2	[redacted]	[redacted]	未知管缆 1
交越点 3	[redacted]	[redacted]	未知管缆 2
交越点 4	[redacted]	[redacted]	拟建路由与“WZ11-4DWHPA 平台与 WZ11-1NWHPA 平台之间海底电缆”

图 5.2-23　WZ10-3W WHPA（新建）至 WZ11-1N WHPA 路由区海底面状况图

5.2.2.3 新建输气管道场址

路由区大多数声纳影像资料灰度显示基本均匀，反射强度变化不大，反映路由区海底底质无明显变化，结合底质取样可判断路由区海底底质为非常软到软的粉质黏土。工程区大多为光滑海底，海底面的目标物有平台、海底管缆、压块、施工痕迹、废弃渔具和丢弃物等。

图 5.2-24 拟建路由区平滑海底声纳影像

路由区目标物主要分布于路由区东部已建 WZ11-4D WHPA 平台周边，目标物有出露于海底的管道、水泥压块、管沟、防护网、废弃渔具以及施工留下的桩靴坑等。

平台周围共有 7 条海底电缆管道，其中平台东侧 2 条、西北侧 2 条、南侧 2 条、东北侧 1 条，部分管道上覆压块；平台周边有多处施工残留的桩靴坑，以及 1 个抛弃物。

WZ11-4D WHPA 平台东侧共有 2 条海底管道，自北向南分别为 WZ11-4D WHPA 平台与 WZ11-1N WHPA 平台之间海底电缆、WZ11-4D WHPA 平台与 WZ12-1A WHPA 平台之间天然气管线。其中，WZ11-4D WHPA 平台与 WZ11-1N WHPA 平台之间海底电缆从 WZ11-4D WHPA 平台引出，向东北方向延伸，连接平台部分有 43m 出露，之后依次有约 71m 埋藏、210m 出露。WZ11-4D WHPA 平台与 WZ12-1A WHPA 平台之间天然气管线从 WZ11-4D WHPA 平台引出，先往北延伸 52m，然后折转向东，连接平台部分有约 138m 管段出露；之后有 2 段管道由于穿越桩靴坑，导致管道悬空，长度分别约 16m 和 46m，悬空高度约 0.3m~0.5m；之后约 169m 出露。

WZ11-4D WHPA 平台西北侧共有 2 条海底管道，自西向东分别是 WZ10-3SPM 与 WZ11-4DWHPA 平台之间原油管线和未知管缆 1。两条海底电缆管道均从 WZ11-4D WHPA 平台西侧引出，向西北方向延伸。其中 WZ10-3SPM 与 WZ11-4D WHPA 平台之间原油管线在连接平台部分约 22m 悬空，悬空高度约 0.3m；之后约 76m 管段出露，部分位置有压块防护；其余管段处于埋藏状态。未知管缆 1 连接平台部分约 56m 出露，部分位置有压块防护；管道其余部分处于埋藏状态。

WZ11-4D WHPA 平台南侧共有 2 条海底管道，自西向东分别是 WZ10-3A 平台与 WZ11-4A 之间天然气管线和 WZ10-3SPM 与 WZ11-4A 平台之间原油管线。其中 WZ10-3A 平台与 WZ11-4A 平台之间天然气管线在距平台约 8m 处有 131m 管段出露，部分位置有压块防护。WZ10-3SPM 与 WZ11-4A 平台之间原油管线全部处于埋藏状态。

WZ11-4D WHPA 平台东北侧约 130m，有一条未知管缆 2，为北西-南东走向，其中有一段 179m 管道出露，且出露段北部约 111m 有网状防护物。

图 5.2-25　WZ11-4D 水下三通周边海底面状况图

图 5.2-26　WZ11-4D 水下三通周边声纳影像图（平台北侧）

图 5.2-27　WZ11-4D 水下三通周边声纳影像图（平台南侧）

WZ11-4D WHPA 平台东侧有多条线状物，推测为废弃渔具；平台东北侧约 116m 有一个丢弃物，大小约 4m 见方，高约 0.6m，由于距离拟建路由较远，不会对路由建设产生影响。

平台附近有近 20 个桩靴坑，桩靴坑为近圆形或方形，单个桩靴坑直径从 8m 至 20m 不等，深度 1.0m~2.0m。在平台西南约 110m 处有 1 个桩靴坑，该桩靴坑直径约 18m，深约 1.5m，拟建路由中轴线从该桩靴坑穿过，穿越距离约 18m。此外，平台附近另有 3 处桩靴坑，距离拟建路由中轴线较近。其中路由北侧分布 1 个，距离路由约 4m；南侧分布 2 个，距离路由分别约 1.6m 和 17.7m。路由施工时应注意该区桩靴坑附近地形变化，并采取相应的防护措施。

图 5.2- 28　WZ10-3W MOPU 至 WZ11-4D WHPA 工程区海底面状况图

5.2.2.4 新建混输管道场址

路由区大多数声纳影像资料灰度显示基本均匀，反射强度变化不大，反映路由区海底底质无明显变化，结合底质取样可判断路由区海底底质为非常软到软的粉质黏土。工程区大多为光滑海底，海底面的目标物有平台、海底管缆、压块、施工痕迹等。

图 5.2-29 拟建路由区平滑海底声纳影像

测区目标物主要分布于南端已建 WZ11-4 WHPA 平台周边，主要有出露于海底的管道、水泥压块、管沟，以及施工留下的桩靴坑等。

平台周围共有 9 条海底电缆管道，其中平台北侧 2 条、西南侧 3 条、东北侧 4 条，部分管道上覆压块；平台周边有多处施工残留的桩靴坑。

WZ11-4 WHPA 平台西南共有 3 条管缆，自北向南分别为 WZ11-4B 平台与 WZ11-4 WHPA 平台之间海底电缆、WZ11-4B 平台与 WZ11-4 WHPA 平台之间混输管线、WZ11-4 WHPA 平台与 WZ11-4B 平台之间注水管线，以上 3 条海底电缆管道均从 WZ11-4 WHPA 平台引出，向西南方向延伸。其中，WZ11-4B 平台与 WZ11-4 WHPA 平台之间海底电缆均处于埋藏状态。WZ11-4B 平台与 WZ11-4 WHPA 平台之间混输管线连接平台部分有 21m 埋藏；之后约有 35m 管段处于悬空状态，悬空高度约 0.2m~0.7m，其中有约 10m 管段沿桩靴坑边缘铺设，悬空高度较其他管段更高；之后约 39m 管段出露于海底；其余部分处于埋藏状态。WZ11-4 WHPA 平台与 WZ11-4B 平台之间注水管线在连接平台部分有 31m 埋藏；之后约有 35m 管段处于悬空状态，悬空高度约 0.1m~0.2m；之后约 65m 管段出露于海底；其余部分处于埋藏状态。

WZ11-4 WHPA 平台北侧共有 2 条海底管道，均从 WZ11-4 WHPA 平台引出向北延伸，自西向东分别为 WZ10-3A 平台与 WZ11-4 WHPA 平台之间天然气管线、WZ10-3SPM 与 WZ11-4 WHPA 平台之间原油管线。其中，WZ10-3A 平台与 WZ11-4 WHPA 平台之间天然气管线在连接平台部分约有 20m 管段处于悬空状态，悬空高度约 0.2m~0.5m；之后有约 86m 管段出露，部分管段上覆压块；之后约有 15m 管段悬空，悬空高度约 0.1m~0.2m；之后依次有约 28m 管段出露、约 779m 管段埋藏于管沟中；距平台约 1km 处分别有 61m、16m 管段出露于海

底，其余部分管段处于埋藏状态。WZ10-3SPM 与 WZ11-4 WHPA 平台之间原油管线在平台北侧约 23m 处，有 19m 管段位于桩靴坑内，存在约 0.2m~0.5m 高度的悬空，其余管段均处于埋藏状态，靠近平台部分有约 280m 管段未在管沟内。

WZ11-4 WHPA 平台东北侧共有 4 条海底电缆管道，均从 WZ11-4 WHPA 平台引出向东北延伸，自北向南分别为 WZ11-4WHPA 平台与 WZ12-1A 平台之间输油管线（新铺）、WZ11-4WHPA 平台与 WZ12-1A 平台之间输油管线、WZ11-4WHPA 平台与 WZ11-4C 平台之间混输管线、WZ11-4WHPA 平台与 WZ11-4C 平台之间海底电缆。其中，WZ11-4WHPA 平台与 WZ12-1A 平台之间输油管线（新铺）连接平台部分约 90m 管段悬空，悬空高度约 0.5m~0.8m；之后依次有约 210m 管段出露。WZ11-4WHPA 平台与 WZ12-1A 平台之间输油管线大部分都处于埋藏状态，仅在平台北侧约 56m 处有一段 21m 管段出露于海底。WZ11-4WHPA 平台与 WZ11-4C 平台之间混输管线连接平台部分约有 9m 管段悬空，悬空高度约 0.5m~0.6m，之后依次有 47m 管段出露于海底、20m 管段悬空（高度约 0.3m~0.8m）、39m 管段出露于海底；其余管段处于埋藏状态。WZ11-4WHPA 平台与 WZ11-4C 平台之间海底电缆连接平台部分约有 10m 管段出露，平台东侧 40m 处有 40m 管段出露，其余部分均处于埋藏状态。

图 5.2-30　WZ11-4 WHPA 平台周边海底面状况图

图 5.2-31　WZ11-4 WHPA 平台周边声纳影像

WZ11-4 平台附近有十余个桩靴坑，单个桩靴坑近圆形，直径从 8m 至 25m 不等，深度 1.0m~2.5m。在平台西北约 25m 处有 1 个桩靴坑，该桩靴坑直径约 20m，深约 1.8m，拟建路由中轴线从该桩靴坑穿过，穿越距离约 20.0m；另有一处桩靴坑，位于平台西北侧约 100m，该桩靴坑直径约 18m，深约 1.5m，距拟建路由中轴线约 15.8m。路由施工时应注意该区桩靴坑附近地形变化，并采取相应的防护措施。

测区北部 KP4+0.3km 处有 3 个桩靴坑，单个桩靴坑直径约 20m，深度约 0.3m~0.5m，距路由中轴线最近距离约 21.5m。由于桩靴坑距路由中轴线较远，不会对路由建设产生影响。

图 5.2-32　WZ11-4 WHPA 平台周边地形图

图 5.2-33　KP4+300m 处桩靴坑声纳影像图

图 5.2- 34　WZ10-3 MOPU 至 WZ11-4 WHPA 海底面状况图

5.2.3 地层地质

5.2.3.1 新建平台场址

海底表面至探测记录底部划分 7 个反射能量强、波组清晰稳定、特征明显并可进行连续追踪的反射界面，自上而下命名为 R0、R1、R2、R3、R4、R5 和 R6 界面，其中 R0 为海底。海底与各声阻抗界面之间共界定 6 套地层单元，由上而下分别命名为 A 层、B 层、C 层、D 层、E 层和 F 层。

A 层内反射相位连续、清晰，为平行层理。底界面为 R1 界面，该界面反射特征为强振幅，起伏小，变化平缓连续性较好。R1 界面的埋深为 4m~6m。根据钻孔资料，A 层主要是上部是粉质黏土，下部是粉砂。

B 层内反射相位连续、清晰，为平行层理。B 层底界面为 R2 界面，该界面反射特征为强振幅，连续性好。R2 界面的埋深为 12m~14m，该界面起伏较小。根据钻孔资料，B 层主要是上部是粉质黏土，下部是中粗砂。

C 层多为平行层理。底界面为 R3 界面，该界面反射特征为中等振幅，连续性一般。R3 界面的埋深为 23m~24m，变化平缓。根据资料，C 层主要是中砂。

D 层反射强度较弱，多为平行层理和斜层理。D 层底界面为 R4 界面，该界面反射特征为中等振幅，连续性一般。R4 界面的埋深为 41m~42m，变化平缓。根据钻孔资料，D 层主要是砂质粉土。

E 层反射强度中等，多为平行层理。E 层底界面为 R5 界面，该界面反射特征为中等振幅，连续性较好。R5 界面的埋深为 69m~70m，变化平缓。根据钻孔资料，E 层上部主要为粉质黏土，下部为粉质黏土与粉土、粉细砂和中细砂互层。

F 层反射强度较弱，多为平行层理。F 层底界面为 R6 界面，该界面反射特征为弱振幅，连续性较好。R6 界面的埋深为 104m~105m，变化平缓。根据钻孔资料，F 层主要是粉细砂。

场址区地层未发现海底滑坡、活动沙波、潮流沙脊、侵蚀陡坎、冲刷槽、浅层气等对平台建设有影响的灾害地质因素。

图 5.2-35　WZ10-3W WHPA/WZ10-3W MOPU 新建场址典型图谱（自南向北）

图 5.2-36　WZ10-3W WHPA/WZ10-3W MOPU 新建场址典型图谱（自西向东）

5.2.3.2 新建海底电缆场址

海底表面至探测记录底部划分 5 个反射能量强、波组清晰稳定、特征明显并可进行连续追踪的反射界面，自上而下命名为 R0、R1、R2、R3 和 R4 界面，其中 R0 为海底。海底与各声阻抗界面之间共界定 4 套地层单元，由上而下分别命名为 A 层、B 层、C 层和 D 层。

A 层内反射相位连续、清晰，为平行层理。A 层底界面为 R1 界面，该界面反射特征为强振幅，起伏较小，变化平缓连续性较好。R1 界面的埋深为 4m~6m。

B 层多数为平行层理、少量地方为波状层理、斜层理和杂乱层理。B 层底界面为 R2 界面，该界面反射特征为中等振幅，连续性较好。R2 界面的埋深为 12m~16m，在路由区内该界面埋深有一定起伏，B 层发现 2 处古河道，具体情况见 5.2.5 节。

C 层多数为平行层理、少量地方为斜层理和杂乱层理。C 层底界面为 R3 界面，该界面反射特征为中强振幅，连续性较好。R3 界面的埋深为 23m~26m，在路由区内该界面埋深有一定起伏，C 层发现 1 处古河道，具体情况见 5.2.5 节。

D 层反射强度较弱，多为平行层理、斜层理和杂乱层理。D 层底界面为 R4 界面，该界面反射特征为弱振幅，连续性一般。R4 界面的埋深为 32m~42m，在路由区内该界面埋深起伏较大。

除了古河道以外，测区浅部地层未发现海底滑坡、活动沙波、潮流沙脊、侵蚀陡坎、冲刷槽、浅层气等对海底电缆路由有影响的灾害地质因素。

图 5.2-37 测区典型电火花剖面图谱

图 5.2-38　WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 工程区中轴线剖面图

5.2.3.3 新建输气管道场址

海底表面至探测记录底部划分 5 个反射能量强、波组清晰稳定、特征明显并可进行连续追踪的反射界面，自上而下命名为 R0、R1、R2、R3 和 R4 界面，其中 R0 为海底。海底与各声阻抗界面之间共界定 4 套地层单元，由上而下分别命名为 A 层、B 层、C 层和 D 层。

A 层内反射相位连续、清晰，为平行层理。底界面为 R1 界面，该界面反射特征为强振幅，起伏较小，变化平缓连续性较好。路由区内 R1 界面的埋深为 4m~5m。

B 层多数为平行层理、少量地方为波状层理、斜层理和杂乱层理。B 层底界面为 R2 界面，该界面反射特征为中等振幅，连续性较好。R2 界面的埋深为 12m~15m，在路由区内该界面埋深有一定起伏。

C 层为平行层理和斜层理。C 层底界面为 R3 界面，该界面反射特征为中强振幅，连续性较好。R3 界面的埋深为 23m~24m，在路由区内变化平缓。

D 层反射强度较弱，多为平行层理、斜层理和杂乱层理。D 层底界面为 R4 界面，该界面反射特征为弱振幅，连续性较好。R4 界面的埋深为 41m~42m。

测区浅部地层未发现海底滑坡、活动沙波、潮流沙脊、侵蚀陡坎、冲刷槽、浅层气等对海底电缆路由有影响的灾害地质因素。

图 5.2-39 测区典型电火花剖面图谱

图 5.2-40 WZ10-3W MOPU 至 WZ11-4D WHPA 工程区中轴线剖面图

5.2.3.4 新建混输管道场址

海底表面至探测记录底部划分 5 个反射能量强、波组清晰稳定、特征明显并可进行连续追踪的反射界面，自上而下命名为 R0、R1、R2、R3 和 R4 界面，其中 R0 为海底。海底与各声阻抗界面之间共界定 4 套地层单元，由上而下分别命名为 A 层、B 层、C 层和 D 层。

A 层内反射相位连续、清晰，为平行层理。A 层底界面为 R1 界面，该界面反射特征为强振幅，起伏较小，变化平缓连续性较好。R1 界面的埋深为 4m~6m。

B 层内反射相位连续、清晰，为平行层理。B 层底界面为 R2 界面，该界面

反射特征为中等振幅，连续性较好。R2 界面的埋深为 12m~14m，该界面起伏较小。

C 层为斜层理和平行层理。C 层底界面为 R3 界面，该界面反射特征为中强振幅，连续性较好。R3 界面的埋深为 22m~25m，变化较平缓。

D 层反射强度较弱，多为斜层理和杂乱层理。D 层底界面为 R4 界面，该界面反射特征为中等振幅，连续性一般。R4 界面的埋深为 38m~42m，变化较平缓。D 层发现 1 处古河道，具体情况见 5.2.5 节。

除了古河道以外，路由区浅部地层未发现海底滑坡、活动沙波、潮流沙脊、侵蚀陡坎、冲刷槽、浅层气等对海底电缆路由有影响的灾害地质因素。

图 5.2-41　测区典型电火花剖面图谱

图 5.2- 42　WZ10-3W MOPU 至 WZ11-4 WHPA 工程区中轴线剖面图

5.3 海水水质现状调查及评价

5.3.1 调查概况

5.3.1.1 调查时间

2021 年 9 月；2022 年 3 月。

5.3.1.2 调查站位布设

2021 年 9 月根据工程具体情况，在调查范围内布设调查站位以垂直海岸为横断面，共设置 4 个断面，断面间距约 13km（根据距离工程远近进行适度调整）；以平行海岸为纵断面，共设置 5 个断面，断面间距约 15km。横纵断面交点为站点所在位置（P1~P20），在新建及各依托平台分别布设 2 个加密站位（P21~P30）。

秋季取样布设点位总计 30 个，其中包括海水水质站位 30 个，海洋生物生态（不包括渔业资源）站位 19 个，生物体质量站位 19 个，沉积物调查站位 16 个，海流调查站位 6 个。坐标、调查项目见表 5.3-1，具体位置见图 5.3-1。

2022 年 3 月根据工程具体情况，在调查范围内布设调查站位以垂直海岸为横断面，共设置 4 个断面，断面间距约 13km（根据距离工程远近进行适度调整）；以平行海岸为纵断面，共设置 5 个断面，断面间距约 15km。横纵断面交点为站点所在位置（P1~P20），在新建及各依托平台分别布设 2 个加密站位（P21~P30）。

春季取样布设点位总计 30 个，其中包括海水水质站位 30 个，海洋生物生态（不包括渔业资源）站位 19 个，生物体质量站位 19 个，沉积物调查站位 16 个，海流调查站位 6 个。调查站位坐标、调查项目见表 5.3-2，具体位置见图 5.3-2。

图 5.3-1　工程海域 2021 年秋季环境质量现状调查站位布设

表 5.3-1　工程海域 2021 年秋季调查站位及调查项目

站位	[redacted]	[redacted]	调查项目
P1	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P2	[redacted]	[redacted]	水质
P3	[redacted]	[redacted]	水质、水文动力
P4	[redacted]	[redacted]	水质
P5	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P6	[redacted]	[redacted]	水质
P7	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P8	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量

站位	[redacted]	[redacted]	调查项目
P9	[redacted]	[redacted]	水质
P10	[redacted]	[redacted]	水质
P11	[redacted]	[redacted]	水质
P12	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P13	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P14	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P15	[redacted]	[redacted]	水质
P16	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P17	[redacted]	[redacted]	水质
P18	[redacted]	[redacted]	水质、水文动力
P19	[redacted]	[redacted]	水质
P20	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P21	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P22	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P23	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P24	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P25	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P26	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P27	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P28	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P29	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P30	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
[redacted]			

图 5.3-2　工程海域 2022 年春季环境质量现状调查站位布设

表 5.3-2　工程海域 2022 年春季调查站位及调查项目

站位	[redacted]	[redacted]	调查项目
P1	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P2	[redacted]	[redacted]	水质
P3	[redacted]	[redacted]	水质、水文动力
P4	[redacted]	[redacted]	水质
P5	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P6	[redacted]	[redacted]	水质
P7	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P8	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P9	[redacted]	[redacted]	水质
P10	[redacted]	[redacted]	水质
P11	[redacted]	[redacted]	水质
P12	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P13	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P14	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P15	[redacted]	[redacted]	水质
P16	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P17	[redacted]	[redacted]	水质
P18	[redacted]	[redacted]	水质、水文动力
P19	[redacted]	[redacted]	水质

站位	[redacted]	[redacted]	调查项目
P20	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量、水文动力
P21	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P22	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P23	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P24	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P25	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P26	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P27	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P28	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P29	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
P30	[redacted]	[redacted]	水质、海洋生物生态、生物体质量
[redacted]			

5.3.1.3 调查因子

海水水质：pH、溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、铜、铅、锌、镉、砷、总铬、硫化物、挥发性酚。

沉积物：石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、汞、铬、镉、砷、锌。

海洋生态：叶绿素 a、初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物的种类组成、个体数量、生物量及栖息密度、分布、多样性指数和均匀度等。

5.3.1.4 调查方法

海水水质：除石油类只取表层水样外，其余项目的采集均按以下要求进行：当水深小于 10 米时，采集表层水样；当水深大于 10 米小于 25 米时，采集二层水样；当水深大于 25 米小于 50 米时，采三层水样。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：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。

海洋生态：海洋生物调查站位与水质调查站位同步。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。

5.3.2 调查结果

春季（2022 年 3 月）海水水质调查结果见表 5.3-3、5.3-4、5.3-5，秋季（2021 年 9 月）海水水质调查结果见表 5.3-6、5.3-7、5.3-8。

表 5.3-3　2022 年 3 月水质实测结果统计表（表层）

表 5.3-4　2022 年 3 月水质实测结果统计表（中层）

表 5.3-5　2022 年 3 月水质实测结果统计表（底层）

表 5.3-6　2021 年 9 月水质实测结果统计表（表层）

表 5.3-7　2021 年 9 月水质实测结果统计表（中层）

表 5.3-8　2021 年 9 月水质实测结果统计表（底层）

5.3.3 水环境质量现状评价

5.3.3.1 评价因子筛选

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

5.3.3.2 评价标准

由于本项目不在《广西壮族自治区海洋功能区划 (2011~2020 年)》、《广西海洋生态红线划定方案》所划定的保护范围之内，因此水质执行不劣于现状标准，评价方式为从第一类开始评价，针对超标评价因子，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，评价标准见表 5.3-9。

图 5.3-3 2021 年 9 月调查站位与广西壮族自治区海洋功能区划的关系

图 5.3-4 2021 年 9 月调查站位与广西海洋生态红线划定方案的关系

图 5.3-5 2022 年 3 月调查站位与广西海洋功能区划的关系

图 5.3-6 2022 年 3 月调查站位与广西海洋生态红线的关系

表 5.3-9 海水水质标准(mg/L，pH 除外)

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

5.3.3.3 评价方法

水质参数评价方法采用标准指数法和超标统计法。

（1）标准指数法

①一般污染物：

$I_i = C_i / S_i$

式中：Ii——i 项污染物的标准指数

Ci——i 项污染物的实测浓度

Si——i 项污染物评价标准

②DO：

$S_{DO,j}$＝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=（491-2.65S）/（33.5+T）；

S——实用盐度符号，量纲为 1；

T——水温，℃。

③pH：

P_i=(7.0-pH_i)/(7.0-pH_x)当 $pH_i \leq 7.0$

P_i=(pH_i-7.0)/(pH_s-7.0)当 pH_i>7.0

式中：Pi—pH 的污染指数；

pH_i—pH 的实测浓度值；

pH_x—水质标准中 pH 值下限；

pH_s—水质标准中 pH 值上限；

IpH_i＝|Ci-8.15|/（C 上-8.15）

式中：IpH_i——pH 值的标准指数

C 上——pH 评价标准上限值

C_i—pH 的实测值

（2）超标统计法：统计超标样品的数量及超标率百分数。

5.3.3.4 评价结果

2021 年 9 月调查海域海水中，按一类水质标准评价时，部分站位表层的活性磷酸盐（调查站位 P19）、铜（调查站位 P26）、铅（调查站位 P14）、锌（调查站位

P27）超出一类标准，超标率分别为 3.33%、3.33%、3.33%、3.33%；部分站位中层（P5 站位中层未取样）的铜（调查站位 P9）、锌（调查站位 P2）超出一类标准，超标率分别为 3.45%、3.45%；其他调查因子均符合一类标准。按二类水质标准评价时，全部站位的调查因子均符合二类标准。超一类标准站位中除了 P26 站位之外，其余站位距离本项目较远（超过 19km）；P26 站位超一类标准因子为铜，非油田生产污染物排放因子。综上，调查海域海水调查因子超一类标准与油田建设无关。

2022 年 3 月调查海域海水中，全部评价因子均符合第一类海水水质标准要求。

表 5.3-10　2021 年 9 月表层海水水质评价结果表（一类标准）

备注：当检出率占样品数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别按检出限的 1/2 和 1/4 量值参与统计。

表 5.3- 11　2021 年 9 月中层海水水质评价结果表（一类标准）

表 5.3- 12　2021 年 9 月底层海水水质评价结果表（一类标准）

表 5.3- 13　2022 年 3 月表层海水水质评价结果表（一类标准）

表 5.3- 14　2022 年 3 月中层海水水质评价结果表（一类标准）

表 5.3- 15　2022 年 3 月底层海水水质评价结果表（一类标准）

表 5.3-16　2021 年 9 月表层部分站位海水水质评价结果表（二类标准）

表 5.3-17　2021 年 9 月中层部分站位海水水质评价结果表（二类标准）

表 5.3-18　2021 年 9 月底层部分站位海水水质评价结果表（二类标准）

5.4 海洋沉积物现状调查及评价

5.4.1 调查概况

2021 年 9 月海洋环境质量调查时与水质调查同步进行了沉积物的现状调查，调查时间、范围、站位布设详见 5.3 节，共调查了 19 个沉积物站位，站位布设见图 5.3-1。

调查因子包括石油类、硫化物、有机碳、铜、铅、汞、铬、镉、砷、锌、粒度。监测方法和分析方法见表 5.4-1。

表 5.4-1 沉积物监测项目和分析方法

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	4×10^{-6}
石油类	紫外分光光度法	3×10^{-6}
铜	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
铅	无火焰原子吸收分光光度法	3×10^{-6}
锌	火焰原子吸收分光光度法	6×10^{-6}
镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.05×10^{-6}
汞	原子荧光法	0.002×10^{-6}
铬	无火焰原子吸收分光光度法	2×10^{-6}
砷	原子荧光法	0.06×10^{-6}
粒度	激光粒度仪	/

5.4.2 调查结果

2021 年 9 月沉积物监测结果见表 5.4-2。

表 5.4- 2　沉积物实测结果统计表

5.4.3 沉积物环境质量现状评价

5.4.3.1 评价因子

选取有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬、砷 10 项作为评价因子。

5.4.3.2 评价标准

由于本项目不在《广西壮族自治区海洋功能区划 (2011~2020 年)》、《广西海洋生态红线划定方案》所划定的保护范围之内，沉积物执行不劣于现状标准，评价方式为从第一类开始评价，评价标准采用《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中的一类标准，见表 5.4-3。

表 5.4-3 沉积物质量标准

项目	有机碳	硫化物	石油类	铜	铅
一类	$\leq 2.0\times10^{-2}$	$\leq 300.0\times10^{-6}$	$\leq 500.0\times10^{-6}$	$\leq 35.0\times10^{-6}$	$\leq 60.0\times10^{-6}$
二类	$\leq 3.0\times10^{-2}$	$\leq 500.0\times10^{-6}$	$\leq 1000.0\times10^{-6}$	$\leq 100.0\times10^{-6}$	$\leq 130.0\times10^{-6}$
三类	$\leq 4.0\times10^{-2}$	$\leq 600.0\times10^{-6}$	$\leq 1500.0\times10^{-6}$	$\leq 200.0\times10^{-6}$	$\leq 250.0\times10^{-6}$
项目	锌	镉	汞	铬	砷
一类	$\leq 150.0\times10^{-6}$	$\leq 0.50\times10^{-6}$	$\leq 0.20\times10^{-6}$	$\leq 80.0\times10^{-6}$	$\leq 20.0\times10^{-6}$
二类	$\leq 350.0\times10^{-6}$	$\leq 1.50\times10^{-6}$	$\leq 0.50\times10^{-6}$	$\leq 150.0\times10^{-6}$	$\leq 65.0\times10^{-6}$
三类	$\leq 600.0\times10^{-6}$	$\leq 5.00\times10^{-6}$	$\leq 1.00\times10^{-6}$	$\leq 270.0\times10^{-6}$	$\leq 93.0\times10^{-6}$

5.4.3.3 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 项污染物的质量指数；

C_i——i 项污染物的实测浓度；

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。

5.4.3.4 评价结果

调查海域沉积物各评价因子的标准指数值及统计结果分别见表 5.4-4。

本次调查有机碳、硫化物、石油类、汞、铜、铅、锌、镉、铬、砷均未超过国家

一类沉积物质量标准，沉积物质量状况良好。

表 5.4-4　2021 年 9 月沉积物质量评价结果（一类标准）

5.5 海洋生态环境现状调查及评价

5.5.1 调查概况

5.5.1.1 调查时间、范围与站位布设

海洋生态现状调查与水质、沉积物调查同时进行，调查时间、范围、站位布设详见 5.3 节。其中，2021 年 9 月布设 19 个生物调查站位、2022 年 3 月布设 19 个生物调查站位。

5.5.1.2 调查方法

样品的处理、分析鉴定和数据处理均按《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）与《海洋监测规范》（GB17378-2007）的技术要求进行，具体的调查分析方法如下：

①叶绿素 a：按照水质采样层次，每层用采水器采集水样 1000mL，加 10g/L 碳酸镁溶液，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。

③浮游动物：采用浅水 I 型浮游生物网（网口内径 50cm，网长 145cm，网目孔径 507μm）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。

④大型底栖生物：用蚌式采泥器（0.1m^2）进行采集，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。

⑤生物质量：调查应根据《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 2~4nmi 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。

采样时须注明样品采集的地点、时间，并由海洋监测专业人员采集。

根据《海洋生物质量监测技术规程》（HY/T078-2005）和《海洋调查规范》（GB12763-2007）的相关规定，贝类、虾、鱼类样品的采集方法如下：

a、贝类样品采集

现场采集样品，一定要保持生物个体不受损伤。栖息在岩石或其它附着物上的生物个体，要用凿子铲取。栖息在沙底或泥底中的生物个体可用铲子采取，或铁钩子扒取。在选取生物样品时要去掉壳碎的或损伤的个体（指机械损伤），但在特殊情况下（如溢油或其它事故），对采集的生物样品不能丢掉，保存起来，带回实验室分析其原因。要挑选完好的生物个体，每种样品必须选择大小相同或相近的成体。现场无法确定生物种类时，需将该样品放在广口玻璃瓶中（2～3 个个体），用 5%福尔马林溶液或 70%酒精溶液保存，待实验室进一步鉴定。

挑选采集体长大致相似的贝类个体约 1.5kg 左右。如果壳上有附着物，应用不锈钢刀或比较硬的毛刷剥掉，彼此相连个体应用不锈钢小刀分开。用现场海水冲洗干净后，放入双层聚乙烯袋中冰冻保存（-10℃～-20℃）。

b、鱼、虾类样品采集

虾、鱼类等生物的取样量为 1.5kg 左右，为了保证样品的代表性和分析用量，应视生物个体大小确定生物的个体数，保证选取足够数量（一般需要 100g 肌肉组织）的完好样品用于分析测定。用现场海水冲洗干净，低温冷冻保存（-20℃）。

5.5.1.3 评价方法

（1）初级生产力

由于叶绿素 a 是主要色素体，因此，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=（PSED）/2

式中：

P 为每日现场的初级生产力，单位：$mgC/(m^2 \cdot d)$，

Ps 为表层水中浮游植物的潜在生产力，单位：$mgC/(m^3 \cdot h)$，

E 为真光层的深度，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 Ps 根据表层水中叶绿素 a 的含量计算：

PS=CaQ

式中：

Ca 为表层叶绿素 a 的含量，单位：mg/m^3，

Q 为同化系数，单位：mgC/(mgChl-a·h)。

（2）浮游植物、浮游动物、大型底栖生物、潮间带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′/Hmax

式中：J——表示均匀度

H′——种类多样性指数值

Hmax——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=(N1+N2)/NT

式中：D——优势度

N1——样品中第一优势种的个体数

N2——样品中第二优势种的个体数

NT——样品中的总个体数

⑤优势种优势度 Y 计算公式为：

Y=(ni/N)fi

式中：ni——群落中第 i 种的个体数

N——群落中所有物种的总个体数

fi——第 i 种个体在各样品中的出现频率

5.5.2 叶绿素 a 及初级生产力

5.5.2.1 2021 年 9 月现状调查评估

对调查海区 19 个站位的叶绿素 a 含量进行调查，调查结果见表 5.5-1。

调查海域表层叶绿素 a 变化范围（0.39～2.54）mg/m^3，均值为 1.49mg/m^3；中层叶绿素 a 变化范围（0.65～2.35）mg/m^3，均值为 1.32mg/m^3；底层叶绿素 a 变化范围（0.55～1.79）mg/m^3，均值为 0.98mg/m^3。调查海域初级生产力变化范围：（341.88～2076.14）mg・C・m^{-2}•d^{-1}，平均值为 1162.49mg・C・m^{-2}•d^{-1}。

表 5.5- 1 秋季叶绿素 a 和初级生产力监测结果表

注："/"表示水深不足，未取水样

5.5.2.2 2022 年 3 月现状调查评估

对调查海区 19 个站位的叶绿素 a 含量进行调查，调查结果见表 5.5-2。

调查海域表层叶绿素 a 变化范围（1.06～1.65）mg/m^3，均值为 1.33mg/m^3；中层叶绿素 a 变化范围（1.04～1.59）mg/m^3，均值为 1.23mg/m^3；底层叶绿素 a 变化范围（0.93～1.55）mg/m^3，均值为 1.14mg/m^3。调查海域初级生产力变化范围：（816.64～1596.80）mg・C・m^{-2}•d^{-1}，平均值为 1243.65mg・C・m^{-2}•d^{-1}。

表 5.5- 2 春季叶绿素 a 和初级生产力检测结果表

注："/"表示水深不足，未取样品

5.5.3 浮游植物

5.5.3.1 2021 年 9 月现状调查评价

（1）种类组成

调查海域共获得浮游植物 4 门 107 种，隶属于硅藻门、甲藻门、蓝藻门和金藻门。其中硅藻出现种数 80 种，占出现浮游植物总种数的 74.77%；甲藻出现种数 24 种，占出现浮游植物总种数的 22.43%；蓝藻出现种数 2 种，占出现浮游植物总种数的 1.87%，金藻出现 1 种，占出现浮游动植物总种数的 0.93%。优势种为 13 种（Y≥0.02），分别为透明辐杆藻、窄隙角毛藻、短孢角毛藻、旋链角毛藻、洛氏角毛藻、丹麦细柱藻、柔弱拟菱形藻、尖刺拟菱形藻、翼根管藻印度变型、中肋骨条藻、菱形海线藻、佛氏海线藻和细弱海链藻。

（2）数量分布

浮游植物的生物密度平均值为 232×10^4 个/m^3，以 P26 站位最高（1493×10^4 个/m^3），以 P20 站位最低（15×10^4 个/m^3）。浮游植物平均出现种类数为 45 种，最高出现在 P28 站位（61 种），最低则出现在 P1 站位（29 种）。

表 5.5-3　调查海域秋季浮游植物生物密度和种类数

（3）群落多样性水平

各站间浮游植物的丰富度指数变化范围在 1.99~4.04 之间，平均值为 3.15，最高出现在 P24 站位，最低出现在 P1 站位；种类多样性指数分布范围在 0.55～0.85 之间，平均为 0.72，最高出现在 P12 站位，最低则出现在 P22 站位；种类均匀度分布范围在 2.01～3.21 之间，平均为 2.73，最高出现在 P14 站位，最低则出现在 P1 站位。。

表 5.5-4　调查海域秋季浮游植物群落特征

5.5.3.2　2022 年 3 月现状调查评价

（1）种类组成

调查海域共获得浮游植物 3 门 68 种，隶属于硅藻门、甲藻门和金藻门。其中硅藻出现种数 47 种，占出现浮游植物总种数的 69.12%；甲藻出现种数 20 种，占出现浮游植物总种数的 29.41%；金藻出现 1 种，占出现浮游植物总种数的 1.47%。优势种为 6 种（Y≥0.02），分别为透明辐杆藻、窄隙角毛藻、旋链角毛藻、密连角毛藻、克尼角毛藻、斯托根管藻。

（2）数量分布

浮游植物的生物密度平均值为 774×10^4 个/m^3，以 P23 站位最高（2321×10^4 个/m^3），以 P5 站位最低（26×10^4 个/m^3）。浮游植物平均出现种类数为 24 种，最高出现在 P12 站位（37 种），最低则出现在 P28、P30 站位（18 种）。

表 5.5-5　调查海域春季浮游植物生物密度和种类数

（3）群落多样性水平

本次调查中，各站间浮游植物的丰富度指数变化范围在 1.06~2.33 之间，平均值为 1.50，最高出现在 P12 站位，最低出现在 P28 站位；种类多样性指数分布范围在 1.42～2.44 之间，平均为 1.80，最高出现在 P5 站位，最低则出现在 P21 站位；种类均匀度分布范围在 0.43～0.80 之间，平均为 0.57，最高出现在 P5 站位，最低则出现在 P21、P23 站位。

表 5.5-6　调查海域春季浮游植物群落特征

5.5.4 浮游动物

5.5.4.1　2021 年 9 月现状调查评价

（1）种类组成

共计获得浮游动物 88 种。刺胞动物 12 种，占 13.64%；栉板动物 1 种，占 1.14%；桡足类 1 种，占 1.14%；桡足亚纲 38 种，占 43.18%；枝角目 2 种，占 2.27%；介形亚纲 2 种，占 2.27%；端足目 2 种，占 2.27%；十足目 1 种，占 1.14%；毛颚动物 5 种，占 5.68%；环节动物 2 种，占 2.27%；尾索动物 1 种，占 1.14%；软体动物 4 种，占 4.55%；浮游幼体 18 种，占 20.45%。

浮游动物群落共发现优势种 12 种（Y≥0.02），分别为拟细浅室水母、亚强次真哲水蚤、微刺哲水蚤、微驼隆哲水蚤、叉胸刺水蚤、中隆水蚤、鸟喙尖头溞、肥胖三角溞、异体住囊虫、长尾类幼体、多毛类幼体和箭虫幼体。

（2）个体密度及生物量分布

浮游动物生物量范围为（4.8~57.0）mg/m^3，平均生物量为 28.6mg/m^3，其中最高生物量出现在 P30 站位，最低出现在 P28 站位。生物密度平均值为 1417ind/m^3，以 P16 站位为最高（5454ind/m^3），最低站为 P28 站位（124ind/m^3）。

表 5.5-7　调查海域秋季浮游动物个体密度和生物量

（3）群落多样性水平

各站位浮游动物丰富度范围为 3.42～6.46，平均丰富度为 4.92，其中最高丰富度出现在 P7 站位，最低为 P12 站位；种类数范围在（21~50）种，平均 34 种，种类最多的出现在 P30 站位，最少的出现在 P28 站位；多样性指数变化范围在 2.42~3.05，平均为 2.69，以 P30 站位最高，P25 站位最低；均匀度变化范围 0.65~0.88，平均值为 0.77，以 P22 站位最高，P13 站位最低。

表 5.5-8　调查海域秋季浮游动物群落特征

5.5.4.2　2022 年 3 月现状调查评价

（1）种类组成

共计获得浮游动物 65 种。刺胞动物 10 种，占 15.38%；栉板动物 1 种，占 1.54%；桡足亚纲 23 种，占 35.38%；枝角目 2 种，占 3.08%；介形亚纲 2 种，占 3.08%；端

足目 3 种，占 4.62%；磷虾目 1 种，占 1.54%；十足目 2 种，占 3.08%；毛颚动物 3 种，占 4.62%；环节动物 1 种，占 1.54%；尾索动物 1 种，占 1.54%；软体动物 2 种，占 3.08%；浮游幼体 14 种，占 21.54%。

浮游动物群落共发现优势种 11 种（Y≥0.02），分别为中华哲水蚤、微驼隆哲水蚤）、瘦尾胸刺水蚤、锥形宽水蚤、史氏大眼溞、肥胖三角溞、针刺真浮萤、中型莹虾、肥胖箭虫、异体住囊虫、长尾类幼体。

（2）个体密度及生物量分布

浮游动物湿重生物量范围为（17.6~212.3）mg/m³，平均生物量为 95.2mg/m³，其中最高生物量出现在 P22 站位，最低出现在 P24 站位。生物密度平均值为 388ind/m³，以 P22 站位为最高（986ind/m³），最低站为 P16 站位（144ind/m³）。

表 5.5-9　调查海域春季浮游动物个体密度和生物量

（3）群落多样性水平

各站位浮游动物丰富度范围为 2.92～5.05，平均丰富度为 3.87，其中最高丰富度出现在 P16 站位，最低为 P21 站位；种类数范围在（25~38）种，平均 31 种，种类最多的出现在 P22、P30 站位，最少的出现在 P5、P24 站位；多样性指数变化范围在 1.36~2.62，平均为 1.99，以 P16 站位最高，P21 站位最低；均匀度变化范围 0.49~0.81，平均值为 0.63，以 P13 站位最高，P21 站位最低。

表 5.5-10　调查海域春季浮游动物群落特征

5.5.5 底栖生物

5.5.5.1 2021 年 9 月现状调查评价

（1）种类组成

本次调查共发现大型底栖生物 41 种，隶属于环节动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物和脊索动物。其中环节动物共发现 27 种，占总种类数的 65.85%；节肢动物共发现 4 种，占总种类数的 9.76%；软体动物共发现 7 种，占总种类数的 17.07%；棘皮动物共发现 2 种，占总种类数的 4.88%；脊索动物 1 种，占总种类数的 2.44%。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。

底栖生物群落共发现优势种 3 种（Y≥0.02），分别为丝异须虫、不倒翁虫和圆筒原盒螺。

（2）栖息密度和生物量分布

底栖生物湿重生物量变化范围在（0.16~11.84）g/m² 之间，平均为 2.28g/m²，最高值和最低值分别出现在 P1 号站位和 P24 号站位。栖息密度变化范围在（30~120）ind/m² 之间，平均密度为 61ind/m²，最高值和最低值分别出现在 P30 号站位和 P1 号站位。

表 5.5-11　调查海域秋季底栖生物生物量和栖息密度

注：P29 站位生物量为 2052.17g/m²，根据《海洋监测规范 第 2 部分：数据处理与分析质量控制》（GB 17378.2-2007）中关于异常值的评定，判别 P29 站位生物量为异常值，在最大值和平均值统计时予以剔除。

（3）群落多样性水平

各站位大型底栖动物种类数范围在（2~10）种，平均 4 种，种类最多的出现在 P29 站位，最少的出现在 P21 站位；多样性指数变化范围在 0.35~1.10，平均为 0.72，以 P1 站位最高，P21 站位最低；均匀度变化范围 0.76~1.00，平均值为 0.94，以 P1、P5、P16、P27、P28 站位最高，P21 站位最低；丰富度变化范围在 0.22~1.92，平均为 0.80，以 P29 站位最高，P21 站位最低。

表 5.5-12　调查海域秋季底栖生物群落特征

5.5.5.2　2022 年 3 月现状调查评价

（1）种类组成

本次调查共发现大型底栖生物 38 种，隶属于环节动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物、纽虫动物和脊索动物。其中环节动物共发现 21 种，占总种类数的 55.26%；节肢动物共发现 4 种，占总种类数的 10.53%；软体动物共发现 7 种，占总种类数的 18.42%；棘皮动物共发现 2 种，占总种类数的 5.26%；纽虫动物共发现 1 种，占总种类数的 2.63%；脊索动物 3 种，占总种类数的 7.89%。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。

底栖生物群落共发现优势种 3 种（Y≥0.02），分别为裸盲蟹、东方长眼虾和无疣齿吻沙蚕。

（2）栖息密度和生物量分布

底栖生物湿重生物量变化范围在（0.15~243.08）g/m² 之间，平均为 25.56g/m²，最高值和最低值分别出现在 P28 号站位和 P14 号站位。P28 号站位湿重生物量为 243.08g/m²，P28 号站位湿重生物量值较大的原因为样品采集到了重量较大的中华栉孔鰕虎鱼。栖息密度变化范围在（20~120）ind/m² 之间，平均密度为 62ind/m²，最高值

和最低值分别出现在 P24 号站位和 P14、P30 号站位。

表 5.5-13　调查海域春季底栖生物生物量和栖息密度

（3）群落多样性水平

各站位大型底栖动物种类数范围在（1~8）种，平均 4 种，种类最多的出现在 P26 站位，最少的出现在 P14 站位；多样性指数变化范围在 0.00~1.97，平均为 1.29，以 P26 站位最高，P14 站位最低；均匀度变化范围 0.79~1.00，平均值为 0.95，以 P21、P25、P30 站位最高，P28 站位最低；丰富度变化范围在 0.00~1.49，平均为 0.80，以 P26 站位最高，P14 站位最低。

表 5.5-14　调查海域春季底栖生物群落特征

5.5.6 生物质量

5.5.6.1 调查概况及调查结果

海洋生态现状调查与水质、沉积物调查同时进行，调查时间、范围、站位布设详见 5.3 节。其中，2021 年 9 月布设 19 个生物调查站位、2022 年 3 月布设 19 个生物调查站位。

生物残毒采集当地优势的鱼类、甲壳类、贝类冷冻保存，带回实验室分析其体内石油类和重金属。具体采样和分析方法严格执行《海洋调查规范》（GB12763.2-2007）和《海洋监测规范》（GB/T17378-2007)的相关技术要求。

2021 年 9 月和 2022 年 3 月的生物质量监测结果见下表。

表 5.5-15　2021 年 9 月生物质量分析结果

表 5.5-16　2022 年 3 月生物质量分析结果

5.5.6.2 结果评价

（1）评价因子

以生物体内的镉、铬、总汞、铅、砷、铜、锌和石油烃作为评价因子。

（2）评价标准

目前国家仅颁布了软体动物（双壳类）评价国家标准，软体动物（双壳类）生物体内污染物质含量评价标准采用《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。其它生物种类的国家级评价标准尚未发布，软体动物（非双壳类）和甲壳类、

鱼类生物体内污染物质（铜、铅、锌、镉、总汞）含量评价标准参考《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；生物体内铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

生物质量各评价因子标准值见下表。

表 5.5-17　海洋生物质量标准值（鲜重）（单位：mg/kg）

生物类别	物种	铜	铅	锌	镉	铬	砷	汞	石油烃
鱼类	仰口鲻、焦氏舌鳎、杜氏叫姑鱼、银姑鱼属、克氏副叶鲹、线尾锥齿鲷、二长棘犁齿鲷、日本金线鱼、鳄鲬、鲆科	20	2.0	40	0.6	/	/	0.3	20
甲壳类	猛虾蛄 伪装仿关公蟹	100	2.0	150	2.0	/	/	0.2	20
软体动物（非双壳类）	枪乌贼属 短蛸	100	10.0	250	5.5	/	/	0.3	20
软体动物（双壳类）（一类标准）	波纹巴非蛤 菲律宾蛤仔	10	0.1	20	0.2	0.5	1.0	0.05	15
软体动物（双壳类）（二类标准）		25	2.0	50	2.0	2.0	5.0	0.10	50

注：“/”代表缺乏评价标准。

（3）评价方法

采用单因子标准指数法进行质量评价。标准指数的计算公式如下：

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

式中，$S_{i,j}$——第 i 种评价因子 j 的标准指数；

$C_{i,j}$——第 i 种评价因子 j 的测量值；

$C_{i,s}$——评价因子 j 的评价标准值。

（4）评价结果

1）2021 年 9 月评价结果

鱼类生物体内铜、铅、锌、镉、汞含量的评价因子满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

按第一类标准评价时，软体动物（双壳类）生物质量评价因子铅、镉超过第一类

标准值，超标率分别为 5.26%和 5.26%，其他评价因子均满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。按第二类标准评价时，软体动物（双壳类）生物质量评价因子均足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第二类标准值。软体动物（双壳类）生物质量超过第一类标准的原因可能与陆域污染有关。

甲壳类生物体内铜、铅、锌、镉、汞含量的评价因子满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

软体动物（非双壳类）生物体内铜、铅、锌、镉、汞含量的评价因子均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

表 5.5-18　秋季生物质量污染指数表（软体动物（双壳类）按第一类标准评价）

注："/"代表缺乏评价标准，未进行评价。、

表 5.5-19　秋季软体动物（双壳类）污染指数表（按第二类标准评价）

2）2022 年 3 月评价结果

鱼类生物体内铜、铅、锌、镉、汞含量的评价因子满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

软体动物（双壳类）生物质量评价因子均满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。

甲壳类生物体内铜、铅、锌、镉、汞含量的评价因子满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

软体动物（非双壳类）生物体内铜、铅、锌、镉、汞含量的评价因子均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准；石油烃含量的评价标准满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准；铬和砷含量缺乏评价标准，不对其进行评价。

表 5.5-20　春季生物质量污染指数表（鱼类）

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。

表 5.5-21　春季软体动物（双壳类）生物体质量污染指数表（一类标准评价）

表 5.5-22　春季甲壳类生物体质量污染指数表

表 5.5-23　春季软体动物（非双壳类）生物体质量污染指数表

5.6 渔业资源现状调查与评价

5.6.1 渔业资源调查概况

5.6.1.1 调查时间

本报告中引用的渔业资源调查数据引自[redacted]编制的《涠洲 10-3 西油田 2020 秋季渔业资源报告》和《涠洲 10-3 西油田 2021 春季渔业资源报告》。

[redacted]于 2021 年 3 月 1 日—12 日（春季）和 2020 年 11 月 17 日—12 月 1 日（秋季）对本项目周边海域进行了渔业资源调查与评价，调查项目为鱼卵、仔稚鱼和渔业资源。

5.6.1.2 调查范围及站位布设

2021 年 3 月渔业资源调查站位见图 5.6-1，经纬度见表 5.6-1。2020 年 11 月渔业资源调查站位表 5.6-2，图见 5.6-2。

图 5.6-1　2021 年 3 月渔业资源现状调查站位图

表 5.6-1　2021 年 3 月渔业资源调查站位经纬度

序号	[redacted]	[redacted]	调查内容
361	[redacted]	[redacted]	渔业资源
362	[redacted]	[redacted]	
363	[redacted]	[redacted]	
364	[redacted]	[redacted]	
388	[redacted]	[redacted]	
389	[redacted]	[redacted]	
390	[redacted]	[redacted]	
391	[redacted]	[redacted]	
415	[redacted]	[redacted]	
416	[redacted]	[redacted]	
417	[redacted]	[redacted]	
418	[redacted]	[redacted]	

图 5.6-2　2020 年 11 月渔业资源现状调查站位图

表 5.6-2　2020 年 11 月渔业资源调查站位经纬度

序号						调查内容
361						渔业资源
362						
363						
364						
388						
389						
390						
391						
415						
416						
417						
418						

5.6.1.3　调查方法

（1）渔业资源

①调查内容

a.渔获物样品分析（室内进行）：鉴定样品渔获物的种类，并记录各种类的尾数、重量和幼体比例；对主要经济种群进行生物学测定。

b.进行资源密度计算和分析。

c.物种多样性（尾数和重量）分析：说明调查水域内游泳生物种类组成、优势种、群落结构、渔业资源密度（尾数和重量）组成（分鱼、虾、蟹、头足类及其他）及其分布随时空的变化，主要经济物种生物学特征（体长、体重、成幼体比例等）。

②调查方法

a.调查站位布设

根据项目地理位置及调查范围内可拖网水域具体情况，采用断面布设方法。

b.拖网时间和拖网速度

渔业资源调查采用单船底拖网，游泳生物调查船主机功率 280KW，网具为单船有翼单囊拖网，扫海宽度 10m，囊网网目 2cm，拖速控制在 2.5nm/h，拖速均匀。

c.样品采集

渔获物在船上鉴定种类，并按种类记录重量、尾数等数据，从每网渔获物中先将较大的不同种类单独挑出，然后随机取样采集约 20kg 渔获样品供进一步分析，不足 20kg 时，全部取样。鉴定后，用感量为 0.1g 电子天平称重。

（2）鱼卵、仔稚鱼

①调查内容

主要经济鱼类的鱼卵、仔稚鱼的种类组成和密度、产卵场的分布及类型。

②调查方法

鱼卵仔稚鱼定量调查：这些样品分别用浅水 I 型浮游生物网（口径 50cm，长 45cm）采集，其中垂直拖网采样过程和浮游动物采样过程一致，即浅水 I 型网的采集是由底至表垂直拖取。

水平拖网采样方法如下：

a.网速及时间

鱼卵仔稚鱼调查采用大型浮游生物网（口径 80cm，280cm）表层水平拖网 10min，拖网速度 2kn。下网前，先检查网具是否有破损，网底管是否处于正常状态，流量计是否完好；放网前先记录流量计流量，降低调查船速度至约 1.5kn，放网入水，并使网口全部位于水下，连续拖网 10min 后起网，再记录流量计流量。

b.样品采集

把网升至适当高度，用冲水设备自上而下反复冲洗网衣外表面，使黏附于网上的标本集中于网底管内；将网收入甲板，开启网底管阀门，把标本装入标本瓶，再关闭网底管阀门，用洗耳球吸水冲洗筛绢套，如此反复多次，直至残留标本全部收入标本瓶中，按样品体积 5%的量加入福尔马林溶液固定。

c.样品鉴定、计数

在显微镜下，鉴定样品中鱼卵、仔、稚鱼的种类组成和数量。

d.密度计算

根据网口面积、拖网距离（根据流量计流量）和鉴定的鱼卵、仔稚鱼数量，单位面积或单位体积鱼卵、仔稚鱼分布密度按下式计算：

$$V=\frac{N}{S\times L}$$

式中：

V—鱼卵、仔稚鱼分布密度（粒/m^3，尾数：尾/m^3）；

N—每网鱼卵、仔稚鱼数量（粒或尾数）；

S—网口面积（m^2）；

L—拖网距离（m）。

具体方法按《海洋调查规范》GB/T12763.6-2007 第 9 节。

5.6.1.4 数据处理方法

（1）渔业资源密度（重量、尾数）估算方法

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：

ρi＝Ci/aiq

式中：

ρi—第 i 站的资源密度（重量：kg/km^2；尾数：103ind./km^2）；

Ci—第 i 站的每小时拖网渔获量（重量：kg/h；尾数：ind./h）；

ai—第 i 站的网具每小时扫海面积（km^2/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。

（2）相对重要性指数 IRI

采用相对重要性指数 IRI 作为研究某种生物在群落中所占的重要性。

IRI=（W+N）F（Pinaka，1971）

备注：W 为某种类的重量占总重量的百分数；

N 为某种类的尾数占总尾数的百分数；

F 为某种类出现的站次占调查总站次的百分数。

（3）物种多样性计算公式

群落物种多样性的高低，除了受取样大小、数量的分布外，主要依赖于群落中种类数多少及种间个体分布是否均匀。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：

生物多样性特征计算公式如下：

物种丰富度指数 d：

d=(s-1)/lnN(Margalef,1958)

物种多样度指数 H’：

H’ =—∑pilnpi(Shannon-Wiener)

物种均匀度指数 J′：

J′ =H’ /lns(Pielou,1969)

式中：

S 为样方中的种数；

N 为样方中的个体总数；

pi 为样方中的 i 种所占的比例。

5.6.2 调查结果

5.6.2.1 鱼类资源状况

（1）2021 年 3 月

a.种类组成

春季拖网调查共出现鱼类 94 种，隶属 72 属 49 科 13 目，鲈形目种类最多，共 54 种。

表 5.6-3 鱼类名录

序号	种名	拉丁名	属	科	目
1	奥奈银鲈	*Gerres oyena*	银鲈属	银鲈科	鲈形目
2	巴布亚沟虾虎鱼	*Oxyurichthys papuensis*	沟虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
3	白方头鱼	*Branchiostegus albus*	方头鱼属	方头鱼科	鲈形目
4	白姑鱼	*Pennahia argentata*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
5	斑鰶白姑鱼	*Pennahia pawak*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
6	侧带小公鱼	*Stolephorus waitei*	侧带小公鱼属	鳀科	鲱形目
7	侧条缨天竺鲷	*Ostorhinchus pleuron*	鹦天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
8	刺鲳	*Psenopsis anomala*	刺鲳属	长鲳科	鲈形目
9	大鳞舌鳎	*Cynoglossus macrolepidotus*	舌鳎属	舌鳎科	鲽形目
10	大头白姑鱼	*Argyrosomus macrocephalus*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
11	大头狗母鱼	*Trachiocephalus myops*	大头狗母鱼属	狗母鱼科	仙女鱼目
12	大羊舌鲆	*Arnoglossus scapha*	羊舌鲆属	鲆科	鲽形目
13	带鳚	*Xiphasia setifer*	带鳚属	鳚科	鲈形目
14	带鱼	*Trichiurus haumela*	带鱼属	带鱼科	鲈形目
15	杜氏棱鳀	*Thryssa dussumieri*	棱鳀属	鳀科	鲱形目
16	短带鱼	*Trichiurus brevis*	带鱼属	带鱼科	鲈形目
17	短鲽	*Brachypleura novaezeelandiae*	短鲽属	棘鲆科	鲽形目
18	多齿蛇鲻	*Saurida tumbil*	蛇鲻属	狗母鱼科	仙女鱼目
19	多鳞鱚	*Sillago sihama*	鱚属	鱚科	鲈形目
20	二长棘犁齿鲷	*Parargyrops edita*	犁齿鲷属	鲷科	鲈形目
21	高体大鳞鲆	*Tarphops oligolepis*	大鳞鲆属	牙鲆科	鲽形目
22	弓背鳄齿鱼	*Champsodon atridorsalis*	鳄齿鱼属	鳄齿鱼科	鲈形目
23	海马	*Hippocampus trimaculatus*	海马属	海龙科	刺鱼目
24	海鳗	*Muraenesox cinereus*	海鳗属	海鳗科	鳗鲡目
25	汉氏棱鳀	*Thrissa hamiltonii*	棱鳀属	鳀科	鲱形目

序号	种名	拉丁名	属	科	目
26	褐蓝子鱼	*Siganus fuscescens*	蓝子鱼属	蓝子鱼科	鲈形目
27	黑鳃天竺鲷	*Apogonichthys arafurae*	天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
28	红棘金线鱼	*Nemipterus nemurus*	金线鱼属	金线鱼科	鲈形目
29	红鳍赤鲉	*Paracentropogon rubripinnis*	真裸皮鲉属	鲉科	鲉形目
30	红丝虾虎鱼	*Cryptocentrus russus*	丝虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
31	后颌鱼	*Opistognathus sp.*	后颌鱼属	后颌鳡科	鲈形目
32	花斑蛇鲻	*Saurida undosquamis*	蛇鲻属	狗母鱼科	仙女鱼目
33	黄斑鳊	*Leiognathus bindus*	鳊属	鳊科	鲈形目
34	黄带绯鲤	*Upeneus sulphureus*	绯鲤属	羊鱼科	鲈形目
35	黄魟	*Dasyatis bennettii*	魟属	魟科	鲼形目
36	黄鳍棘鲷	*Sparus latus*	棘鲷属	鲷科	鲈形目
37	棘线鲈	*Grammoplites scaber*	棘线鲈属	牛尾鱼科	鲉形目
38	棘鲉 sp	*Hoplosebastes sp.*	棘鲉属	鲉科	鲉形目
39	尖头斜齿鲨	*Scoliodon sorrakowah*	斜齿鲨属	真鲨科	真鲨目
40	尖吻魟	*Telatrygon acutirostra*	魟属	魟科	鲼形目
41	截尾白姑鱼	*Argyrosomus aneus*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
42	金色黄鲫	*Setipinna breviceps*	黄鲫属	鳀科	鲱形目
43	金色小沙丁	*Sardinella aurita*	小沙丁鱼属	鲱科	鲱形目
44	考斯普舌鳎	*Cynoglossus kopsi*	舌鳎属	舌鳎科	鲽形目
45	克氏棘赤刀鱼	*Acanthocepola krusensterni*	棘赤刀鱼属	赤刀鱼科	鲈形目
46	孔虾虎鱼	*Trypauchen vagina*	孔虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
47	宽带缨天竺鲷	*Ostorhinchus fasciatus*	鹦天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
48	鲗	*Therapon theraps*	鲗属	鲗科	鲈形目
49	蓝圆鲹	*Decapterus maruadsi*	圆鲹属	鲹科	鲈形目
50	勒氏蓑鲉	*Pterois russelii*	蓑鲉属	鲉科	鲉形目
51	丽叶鲹	*Caranx kalla*	叶鲹属	鲹科	鲈形目
52	六带拟鲈	*Parapercis sexfasciata*	拟鲈属	拟鲈科	鲈形目
53	龙头鱼	*Harpadon nehereus*	龙头鱼属	合齿鱼科	仙女鱼目
54	鹿斑鳊	*Leiognathus ruconiua*	仰口鳊属	鳊科	鲈形目
55	卵形鲳鲹	*Trachinotus ovatus*	鲳鲹属	鲹科	鲈形目
56	马拉邦虫鳗	*Muraenichthys thompsoni*	虫鳗属	蛇鳗科	鳗鲡目
57	拟矛尾虾鱼	*Parachaeturichthys polynema*	拟矛尾虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
58	裴氏金线鱼	*Nemipterus peronii*	金线鱼属	金线鱼科	鲈形目
59	日本发光鲷	*Acropoma japonicum*	发光鲷属	发光鲷科	鲈形目
60	日本海鳕	*Nematalosa japonica*	海鳕属	鲱科	鲱形目
61	日本红娘鱼	*Lepidotrigla japonica*	红娘鱼属	鲂鲱科	鲉形目
62	日本金线鱼	*Nemipterus japonicus*	金线鱼属	金线鱼科	鲈形目
63	日本瞳鲉	*Inegocia japonicus*	瞳鲉属	鲉科	鲉形目
64	日本鮡	*Callionymus japonicus*	鮡属	鮡科	鲈形目
65	乳香鱼	*Lactarius lactarius*	乳香鱼属	乳香鱼科	鲈形目
66	鳃斑石鲈	*Pomadasys argyreus*	石鲈属	石鲈科	鲈形目
67	沙带鱼	*Lepturacanthus savala*	带鱼属	带鱼科	鲈形目
68	少鳞鳡	*Uranoscopus oligolepis*	鳡属	鳡科	鲈形目
69	少鳞鱚	*Sillago japonica*	鱚属	鱚科	鲈形目
70	食蟹豆齿鳗	*Pisodonophis cancrivorus*	豆齿鳗属	蛇鳗科	鳗鲡目
71	史密斯天竺鲷	*Jaydia smithi*	天竺鱼属	天竺鲷科	鲈形目

序号	种名	拉丁名	属	科	目
72	騰头鲉	*Trachicephalus uranoscopa*	粗头鲉	鲉科	鲉形目
73	突吻叫姑鱼	*Johnius coitor*	叫姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
74	瓦鲽	*Poecilopsetta plinthus*	瓦蝶属	蝶科	鲽形目
75	弯角鳐	*Callionymus curvicornis*	鳐属	鳐科	鲈形目
76	网纹裸胸鳝	*Gymnothorax reticularis*	裸胸鳝属	海鳝科	鳗鲡目
77	细纹鳊	*Leiognathus berbis*	鳊属	鳊科	鲈形目
78	细羊舌鲆	*Arnoglossus tenuis*	羊舌鲆属	鲆科	鲽形目
79	仙鲉鲬	*Sirembo imberbis*	仙鼬鲬属	鼬鲬科	鼬鲬目
80	须蓑鲉	*Apistus carinatus*	新左鲆属	鲉科	鲉形目
81	翼红娘鱼	*Lepidotrigla alata*	红娘鱼属	鲂鲱科	鲉形目
82	银鲳	*Pampus argenteus*	鲳属	鲳科	鲈形目
83	印度鳓	*Ilisha indica*	鳓属	鲱科	鲱形目
84	缘金线鱼	*Nemipterus marginatus*	金线鱼属	金线鱼科	鲈形目
85	长颌棱鳀	*Thryssa setirostris*	棱鳀属	鳀科	鲱形目
86	长颌鳍鲹	*Chorinemus lysan*	鳍鲹属	鲹科	鲈形目
87	长棘银鲈	*Gerres filamentosus*	银鲈属	银鲈科	鲈形目
88	长丝犁突虾虎鱼	*Myersina filifer*	犁突虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
89	长丝虾虎鱼	*Cryptocentrus filifer*	丝虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
90	中华海鲶	*Arius sinensis*	海鲇属	海鲇科	鲇形目
91	中线鹦天竺鲷	*Ostorhinchus kiensis*	鹦天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
92	竹荚鱼	*Trachurus japonicus*	竹荚鱼属	鲹科	鲈形目
93	鲻	*Mugil cephalus*	鲻属	鲻科	鲻形目
94	棕斑兔头鲀	*Lagocephalu spadiceus*	兔头鲀属	鲀科	鲀形目

b.渔获率分布和优势种分析

春季拖网调查鱼类渔获总体分布见下表。鱼类渔获重量变化范围为 1.65~31.74 kg/h，平均为 14.33 kg/h；鱼类渔获尾数变化范围为 142.00~6899.80 ind./h，平均为 9221 ind./h。

拖网渔获中优势种为鹿斑鳊、二长棘犁齿鲷和细纹鳊；重要种为杜氏棱鳀、短带鱼、花斑蛇鲻、弓背鳄齿鱼、银鲳、棕斑兔头鲀、中华海鲶、斑鰭白姑鱼、日本海鳕、黄斑鳊和巴布亚沟虾虎鱼等 11 种；常见种有瓦鲽、高体大鳞鲆、突吻叫姑鱼、尖头斜齿鲨、棘鲉 sp、史密斯天竺鲷、印度鳓、日本金线鱼、短鲽、海鳗、竹筴鱼、翼红娘鱼、大鳞舌鳎、多齿蛇鲻、大羊舌鲆、日本瞳鲬、孔虾虎鱼、金色黄鲫、丽叶鲹、鲻、黄魟、长丝虾虎鱼、沙带鱼、截尾白姑鱼、少鳞鳡、食蟹豆齿鳗和鲳等 27 种，其余为少见种。

拖网渔获中重量组成比例超过 10%的种类为鹿斑鳊；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为二长棘犁齿鲷、中华海鲶、细纹鳊、杜氏棱鳀、花斑蛇鲻、短带鱼、银鲳、棕斑兔头鲀、弓背鳄齿鱼、日本海鳕、尖头斜齿鲨、黄魟、斑鰭白姑鱼、黄斑鳊、日

本金线鱼、海鳗、印度鳓和突吻叫姑鱼共 18 种；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中数量组成比例超过 10%的种类为鹿斑鲻和二长棘犁齿鲷；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为细纹鲻、弓背鳄齿鱼、杜氏棱鳀、花斑蛇鲻、高体大鳞鲆、黄斑鲻、棘鲉 sp、短带鱼、瓦鲽和竹筴鱼，共 10 种；其余种类数量组成低于 1%。

表 5.6-4　春季拖网调查鱼类渔获率

表 5.6-5　主要鱼种相对重要性指数

c.资源密度评估

[redacted]

d.物种多样性及其分布

春季拖网调查海域鱼类多样性指数平均为 3.12，变化范围为 2.37~3.72；物种均匀度指数平均为 0.68，变化范围为 0.47~0.81；物种丰富度指数平均为 2.26，变化范围为 1.58~2.94。

表 5.6-6　鱼类多样性及其分布

（2）2020 年 11 月

a.种类组成

秋季拖网调查共出现鱼类 106 种，隶属 80 属 54 科 16 目，鲈形目种类最多，共 63 种。

表 5.6-7　调查海域捕获鱼类种名录

序号	种名	拉丁名	属	科	目
1	奥奈银鲈	*Gerres oyena*	银鲈属	银鲈科	鲈形目
2	巴布亚沟虾虎鱼	*Oxyurichthys papuensis*	沟虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
3	白鲳	*Ephippus orbis*	白鲳属	白鲳科	鲈形目
4	白姑鱼	*Pennahia argentata*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
5	白小沙丁	*Sardinella albella*	小沙丁鱼属	鲱科	鲱形目
6	斑鰶白姑鱼	*Pennahia pawak*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
7	宝石斑	*Epinephelus areolatus*	石斑鱼属	鮨科	鲈形目
8	侧带小公鱼	*Stolephorus waitei*	侧带小公鱼属	鳀科	鲱形目
9	赤魟	*Hemitrygon akajei*	魟属	魟科	燕魟目
10	大黄鱼	*Larimichthys crocea*	黄鱼属	石首鱼科	鲈形目
11	大甲鲹	*Megalaspis cordyla*	大甲鲹属	鲹科	鲈形目
12	大鳞舌鳎	*Cynoglossus macrolepidotus*	舌鳎属	舌鳎科	鲽形目

序号	种名	拉丁名	属	科	目
13	大头白姑鱼	*Argyrosomus macrocephalus*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
14	大眼鲟	*Sphyraena forsteri*	鲟属	鲟科	鲻形目
15	大羊舌鲆	*Arnoglossus scapha*	羊舌鲆属	鲆科	鲽形目
16	带鱼	*Trichiurus haumela*	带鱼属	带鱼科	鲈形目
17	杜氏叫姑鱼	*Johnius dussumieri*	叫姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
18	杜氏棱鳀	*Thryssa dussumieri*	棱鳀属	鳀科	鲱形目
19	短带鱼	*Trichiurus brevis*	带鱼属	带鱼科	鲈形目
20	短鲽	*Brachypleura novaezeelandiae*	短鲽属	棘鲆科	鲽形目
21	短吻鲻	*Leiognathus brevirostris*	鲻属	鲻科	鲈形目
22	多齿蛇鲻	*Saurida tumbil*	蛇鲻属	狗母鱼科	仙女鱼目
23	多鳞鱚	*Sillago sihama*	鱚属	鱚科	鲈形目
24	二长棘犁齿鲷	*Parargyrops edita*	犁齿鲷属	鲷科	鲈形目
25	弓背鳄齿鱼	*Champsodon atridorsalis*	鳄齿鱼属	鳄齿鱼科	鲈形目
26	海鳗	*Muraenesox cinereus*	海鳗属	海鳗科	鳗鲡目
27	汉氏棱鳀	*Thrissa hamiltonii*	棱鳀属	鳀科	鲱形目
28	褐篮子鱼	*Siganus fuscescens*	蓝子鱼属	蓝子鱼科	鲈形目
29	黑鲛鳚	*Lophiomus setigerus*	黑鲛鳚属	鲛鳚科	鲛鳚目
30	黑边天竺鲷	*Apogon ellioti*	天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
31	黑鳍叶鲹	*Caranx malam*	裸胸鲹属	鲹科	鲈形目
32	黑鳃舌鳎	*Cynoglossus roulei*	舌鳎属	舌鳎科	鲽形目
33	黑鳃天竺鲷	*Apogonichthys arafurae*	天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
34	横带天竺鲷	*Apogon striatus*	天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
35	横带银口天竺鲷	*Jaydia striata*	银口天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
36	红棘金线鱼	*Nemipterus nemurus*	金线鱼属	金线鱼科	鲈形目
37	红丝虾虎鱼	*Cryptocentrus russus*	丝虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
38	后颌鱼	*Opistognathus sp.*	后颌鱼属	后颌鳡科	鲈形目
39	胡椒鲷	*Plectorhinchus pictus*	胡椒鲷属	石鲈科	鲈形目
40	花斑蛇鲻	*Saurida undosquamis*	蛇鲻属	狗母鱼科	仙女鱼目
41	黄斑鲻	*Leiognathus bindus*	鲻属	鲻科	鲈形目
42	黄带绯鲤	*Upeneus sulphureus*	绯鲤属	羊鱼科	鲈形目
43	黄鳍鲷	*Acanthopagrus latus*	棘鲷属	鲷科	鲈形目
44	及达副叶鲹	*Alepes djedaba*	叶鲹属	鲹科	鲈形目
45	棘线鲡	*Grammoplites scaber*	棘线鲡属	牛尾鱼科	鲉形目
46	尖头斜齿鲨	*Scoliodon sorrakowah*	斜齿鲨属	真鲨科	真鲨目
47	尖吻鲀	*Telatrygon acutirostra*	鲀属	鲀科	鲼形目
48	肩斑狗母鱼	*Synodus hoshinonis*	狗母鱼属	狗母鱼科	灯笼鱼目
49	截尾白姑鱼	*Argyrosomus aneus*	白姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
50	金带细鲹	*Selaroides leptolepis*	细鲹属	鲹科	鲈形目
51	金色黄鲫	*Setipinna breviceps*	黄鲫属	鳀科	鲱形目
52	金色小沙丁	*Sardinella aurita*	小沙丁鱼属	鲱科	鲱形目
53	锯脊塘鳢	*Butis koilomatodon*	塘鳢属	塘鳢科	鲈形目
54	康氏马鲛	*Scomberomorus commerson*	马鲛鱼属	鲭科	鲈形目
55	克氏棘赤刀鱼	*Acanthocepola krusensterni*	棘赤刀鱼属	赤刀鱼科	鲈形目
56	孔虾虎鱼	*Trypauchen vagina*	孔虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
57	宽带缨天竺鲷	*Ostorhinchus fasciatus*	鹦天竺鲷属	天竺鲷科	鲈形目
58	鲷	*Therapon theraps*	鲷属	鲷科	鲈形目

序号	种名	拉丁名	属	科	目
59	蓝圆鲹	*Decapterus maruadsi*	圆鲹属	鲹科	鲈形目
60	鳓	*Ilisha elongata*	鳓属	鳓科	鲱形目
61	勒氏短须石首鱼	*Sciaena russelli*	短须石首鱼属	石首鱼科	鲈形目
62	勒氏蓑鲉	*Pterois russelii*	蓑鲉属	鲉科	鲉形目
63	丽叶鲹	*Caranx kalla*	叶鲹属	鲹科	鲈形目
64	六带石斑	*Epinephelus sexfasciatus*	石斑鱼属	鮨科	鲈形目
65	龙头鱼	*Harpadon nehereus*	龙头鱼属	合齿鱼科	仙女鱼目
66	鹿斑鲻	*Leiognathus ruconiua*	仰口鲻属	鲻科	鲈形目
67	马拉巴若鲹	*Carangoides malabaricus*	虫鳗属	蛇鳗科	鳗鲡目
68	麦氏犀鳕	*Bregmaceros macclellandii*	犀鳕属	犀鳕科	鳕形目
69	拟矛尾鰕虎鱼	*Parachaeturichthys polynema*	拟矛尾虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
70	平滑虻鲉	*Erisphex simplex*	虻鲉属	绒皮鲉科	鲉形目
71	前肛鳗	*Dysomma anguillare*	前肛鳗属	合鳃鳗科	鳗鲡目
72	日本发光鲷	*Acropoma japonicum*	发光鲷属	发光鲷科	鲈形目
73	日本海鰶	*Nematalosa japonica*	海鰶属	鲱科	鲱形目
74	日本金线鱼	*Nemipterus japonicus*	金线鱼属	金线鱼科	鲈形目
75	日本瞳鲬	*Inegocia japonicus*	瞳鲬属	鲬科	鲉形目
76	乳香鱼	*Lactarius lactarius*	乳香鱼属	乳香鱼科	鲈形目
77	沙带鱼	*Lepturacanthus savala*	带鱼属	带鱼科	鲈形目
78	少鳞鳐	*Uranoscopus oligolepis*	鳐属	鳐科	鲈形目
79	少鳞鱚	*Sillago japonica*	鱚属	鱚科	鲈形目
80	鳐头鲉	*Trachicephalus uranoscopa*	粗头鲉	鲉科	鲉形目
81	突吻叫姑鱼	*Johnius coitor*	叫姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
82	瓦鲽	*Poecilopsetta plinthus*	瓦蝶属	蝶科	鲽形目
83	弯角鲻	*Callionymus curvicornis*	鲻属	鲻科	鲈形目
84	鲔	*Euthynnus yaito*	鲔属	鲭科	鲈形目
85	细鳞鲗	*Therapon jarbua*	鲗属	鲗科	鲈形目
86	细纹鲻	*Leiognathus berbis*	鲻属	鲻科	鲈形目
87	细羊舌鲆	*Arnoglossus tenuis*	羊舌鲆属	鲆科	鲽形目
88	仙鲉鲬	*Sirembo imberbis*	仙鼬鲬属	鼬鲬科	鼬鲬目
89	小眼新左鲆	*Plotosus lineatus*	新左鲆属	鲆科	鲽形目
90	须蓑鲉	*Apistus carinatus*	新左鲆属	鲉科	鲉形目
91	翼红娘鱼	*Lepidotrigla alata*	红娘鱼属	鲂鲱科	鲉形目
92	银鲳	*Pampus argenteus*	鲳属	鲳科	鲈形目
93	银色突吻鳗	*Gnathophis nystromi*	突吻鳗属	康吉鳗科	鳗鲡目
94	印度鳓	*Ilisha indica*	鳓属	鲱科	鲱形目
95	印度舌鳎	*Cynoglossus macrolepidotus*	舌鳎属	舌鳎科	鲽形目
96	印度无齿鲳	*Ariomma indica*	无齿鲳属	无齿鲳科	鲈形目
97	羽鳃鲐	*Rastrelliger kanagurta*	羽鳃鲐属	鲭科	鲈形目
98	元鼎黄姑鱼	*Nibea chui*	黄姑鱼属	石首鱼科	鲈形目
99	缘金线鱼	*Nemipterus thosaporni*	金线鱼属	金线鱼科	鲈形目
100	杂食豆齿鳗	*Pisodonophis boro*	豆齿鳗属	蛇鳗科	鳗鲡目
101	窄颅带鱼	*Tentoriceps cristatus*	窄颅带鱼属	带鱼科	鲈形目
102	长丝犁突虾虎鱼	*Myersina filifer*	丝虾虎鱼属	虾虎鱼科	鲈形目
103	中华海鲶	*Arius sinensis*	海鲇属	海鲇科	鲇形目
104	竹荚鱼	*Trachurus japonicus*	竹荚鱼属	鲹科	鲈形目

序号	种名	拉丁名	属	科	目
105	鲻	*Mugil cephalus*	鲻属	鲻科	鲻形目
106	棕斑兔头鲀	*Lagocephalu spadiceus*	兔头鲀属	鲀科	鲀形目

b.渔获率分布和优势种分析

秋季拖网调查鱼类渔获总体分布见下表。鱼类渔获重量变化范围为 6.97~60.25 kg/h，平均为 20.76 kg/h；鱼类渔获尾数变化范围为 396.92~4,095.96 ind./h，平均为 1,236.48 ind./h。

拖网渔获中优势种为金色黄鲫和细纹鳙；重要种为银鲳、斑鰭白姑鱼、尖头斜齿鲨、二长棘犁齿鲷、突吻叫姑鱼、棕斑兔头鲀、黄斑鳙、海鳗、印度鳓、大鳞舌鳎、日本金线鱼、横带天竺鲷、瓦鲽、杜氏棱鳀、短鲽、弓背鳄齿鱼、竹荚鱼、鹿斑鳙、孔虾虎鱼和翼红娘鱼等 20 种；常见种有巴布亚沟虾虎鱼、黄鳍鲷、横带银口天竺鲷、缘金线鱼、侧带小公鱼、多齿蛇鲻、日本海鳕、龙头鱼、花斑蛇鲻、黑鳃天竺鲷、沙带鱼、中华海鲶、胡椒鲷、丽叶鲹、日本瞳鲬、赤魟、印度舌鳎、大黄鱼、黑鳍叶鲹、日本发光鲷、白姑鱼、少鳞鳐和截尾白姑鱼等 23 种，其余为少见种。

拖网渔获中重量组成比例超过 10%的种类为金色黄鲫；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为尖头斜齿鲨、银鲳、二长棘犁齿鲷、细纹鳙、突吻叫姑鱼、胡椒鲷、棕斑兔头鲀、斑鰭白姑鱼、赤魟、海鳗、大鳞舌鳎、日本海鳕、竹荚鱼、日本金线鱼、短鲽、翼红娘鱼、黄鳍鲷、龙头鱼、黄斑鳙、多齿蛇鲻、瓦鲽、花斑蛇鲻、中华海鲶、大黄鱼、元鼎黄姑鱼和尖吻魟共 26 种；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中数量组成比例超过 10%的种类为金色黄鲫鱼和细纹鳙；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为黄斑鳙、斑鰭白姑鱼、银鲳、横带银口天竺鲷、横带天竺鲷、突吻叫姑鱼、瓦鲽、侧带小公鱼、弓背鳄齿鱼、印度鳓、短鲽、鹿斑鳙、二长棘犁齿鲷、杜氏棱鳀、黑鳃天竺鲷、巴布亚沟虾虎鱼、孔虾虎鱼、棕斑兔头鲀和日本金线鱼，共 19 种；其余种类数量组成低于 1%。

表 5.6-8　秋季拖网调查鱼类渔获率

表 5.6-9　主要鱼种相对重要性指数

c.鱼类资源数量及评估

[redacted]

d.物种多样性及其分布

秋季拖网调查海域鱼类多样性指数平均为 3.61，变化范围为 2.06~4.38；物种均匀度指数平均为 0.76，变化范围为 0.46~0.87；物种丰富度指数平均为 2.71，变化范围为 1.75~3.31。

表 5.6-10　鱼类多样性及其分布

5.6.2.2　头足类资源状况

（1）2021 年 3 月

a.种类组成

春季拖网调查共出现头足类 14 种。经济价值较高的 7 种，为中国枪乌贼、杜氏枪乌贼、卵蛸、曼氏无针乌贼、目乌贼、拟目乌贼和弯斑蛸，占本次调查头足类总重量的 79.34%，总尾数的 38.24%；经济价值一般的柏氏四盘耳乌贼、罗氏乌贼、南海蛸和田乡枪乌贼，占总重量的 12.00%，占总尾数的 29.14%，其余种类经济价值较低。

表 5.6-11　头足类种名录

序号	中文名	拉丁文名
1	暗耳乌贼	*Inioteuthis japonica*
2	柏氏四盘耳乌贼	*Euprymna berryi*
3	杜氏枪乌贼	*Loligo duvauceli*
4	短穗鸣贼	*Sepia brevimana*
5	卵蛸	*Octopus ovulum*
6	罗氏乌贼	*Sepia robsoni*
7	曼氏无针乌贼	*Sepiella maindroni*
8	目乌贼	*Sepia aculeata*
9	南海蛸	*Octopus nanhaiensis*
10	拟目乌贼	*Sepia lycidas*
11	神户乌贼	*Sepia kobiensis*
12	田乡枪乌贼	*Loligo tagoi*
13	弯斑蛸	*Octopus dollfus*
14	中国枪乌贼	*Loligo chinensis*

b.渔获率分布和优势种分析

春季拖网调查海域头足类渔获率总体分布见下表。头足类渔获重量变化范围为 0.47～13.39kg/h，平均为 4.18 kg/h；头足类渔获尾数变化范围 11～1087.68 ind./h，平均 234.06 ind./h。

拖网渔获中优势种为杜氏枪乌贼、田乡枪乌贼、卵蛸和短穗鸣贼；重要种为中国枪乌贼、柏氏四盘耳乌贼、神户乌贼和拟目乌贼；常见种依次为目乌贼、罗氏乌贼、弯斑蛸、曼氏无针乌贼和南海蛸；暗耳乌贼为少见种。

拖网渔获中重量组成比例超过 10%的种类为杜氏枪乌贼和卵蛸；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为中国枪乌贼、田乡枪乌贼、短穗鸣贼、拟目乌贼、柏氏四盘耳乌贼、神户乌贼、南海蛸、目乌贼和罗氏乌贼；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中数量组成比例超过 10%的种类为短穗鸣贼、卵蛸、田乡枪乌贼和杜氏枪乌贼；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为神户乌贼、柏氏四盘耳乌贼、罗氏乌贼和中国枪乌贼；其余重量组成比例低于 1%。

表 5.6-12　春季拖网调查头足类渔获率

表 5.6-13　主要头足类相对重要性指数

c.头足类资源密度

[redacted]

d.物种多样性及其分布

春季调查海域头足类多样性指数平均为 1.61，变化范围为 0.72~2.52；物种均匀度指数平均为 0.69，变化范围为 0.31~0.97；物种丰富度指数平均为 0.71，变化范围为 0.13~1.16。

表 5.6-14　头足类多样性指数

（2）2020 年 11 月

a.种类组成

秋季拖网调查共出现头足类 13 种。经济价值较高的 4 种，为中国枪乌贼、杜氏枪乌贼、金乌贼和曼氏无针乌贼，占本次调查头足类总重量的，总尾数的；经济价值一般的卵蛸、拟目乌贼、白斑乌贼和目乌贼，占总重量的，占总尾数的，其余种类经济价值较低。

表 5.6-15　头足类种名录

序号	中文名	拉丁文名
1	白斑乌贼	*Sepia latimanus*
2	柏氏四盘耳乌贼	*Euprymna berryi*
3	杜氏枪乌贼	*Loligo duvauceli*
4	短穗鸣贼	*Sepia brevimana*
5	金乌贼	*Sepia esculenta*
6	卵蛸	*Octopus ovulum*

7	曼氏无针乌贼	*Sepiella maindroni*
8	目乌贼	*Sepia aculeata*
9	拟目乌贼	*Sepia lycidas*
10	神户乌贼	*Sepia kobiensis*
11	田乡枪乌贼	*Loligo tagoi*
12	中国枪乌贼	*Loligo chinensis*
13	珠乌贼	*Sepia torsa*

b.渔获率分布和优势种分析

秋季拖网调查海域头足类渔获率总体分布见下表。头足类渔获重量变化范围为 0.10～13.13 kg/h，平均为 3.05 kg/h；头足类渔获尾数变化范围 1～415.78 尾/h，平均 119.14 尾/h。

拖网渔获中优势种为杜氏枪乌贼、短穗鸣贼、中国枪乌贼和田乡枪乌贼；重要种为目乌贼、柏氏四盘耳乌贼和神户乌贼；常见种依次为卵蛸、珠乌贼、曼氏无针乌贼、拟目乌贼和金乌贼；白斑乌贼为少见种。

拖网渔获中重量组成比例超过 10%的种类为杜氏枪乌贼和中国枪乌贼；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为短穗鸣贼、目乌贼、田乡枪乌贼、拟目乌贼、卵蛸、金乌贼和柏氏四盘耳乌贼；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中数量组成比例超过 10%的种类为杜氏枪乌贼、田乡枪乌贼和短穗鸣贼；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为中国枪乌贼、神户乌贼、柏氏四盘耳乌贼、卵蛸和曼氏无针乌贼；其余重量组成比例低于 1%。

表 5.6-16　秋季拖网调查头足类渔获率

表 5.6-17　主要头足类相对重要性指数

c.资源密度

[redacted]

d.物种多样性及其分布

秋季调查海域头足类多样性指数平均为 1.33，变化范围为 0.00~2.35；物种均匀度指数平均 0.65，变化范围 0.00~1.00；物种丰富度指数平均为 0.58，变化范围 0.00~1.10。

表 5.6-18　头足类多样性指数

5.6.2.3 甲壳类资源状况

（1）2021 年 3 月

a.种类组成

春季拖网调查共出现甲壳类 53 种，其中虾类 23 种，蟹类 29 种。

表 5.6-19 甲壳类种名录

序号	中文名	拉丁文名	序号	中文名	拉丁文名
1	阿氏强蟹	*Eucrate alcocki*	28	远海梭子蟹	*Portunus pelagicus*
2	变态蟳	*Charybdis variegata*	29	直额蟳	*Charybdis truncata*
3	钝齿蟳	*Charybdis hellerii*	30	紫隆背蟹	*Carcinoplax purpurea*
4	海阳豆蟹	*Pinnotheres haiyangensis*	31	斑节对虾	*Penaeus monodon*
5	红星梭子蟹	*Portunus sanguinolentus*	32	短脊鼓虾	*Alpheus brevicristatus*
6	环状隐足蟹	*Cryptopodia fronicata*	33	断脊小口虾蛄	*Oratosquillina interrupta*
7	疾进蟳	*Charybdis vadorum*	34	法氏口虾蛄	*Oratosquillina fabricii*
8	近亲蟳	*Charybdis affinis*	35	哈氏仿对虾	*Parapenaeopsis hardwickii*
9	卷折馒头蟹	*Calappa lophos*	36	褐虾	*Crangon sp.*
10	看守长眼蟹	*Podophthalmus vigil*	37	口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*
11	颗粒关公蟹	*Dorippe granulata*	38	宽突赤虾	*Metapenaeopsis palmensis*
12	隆线强蟹	*Eucrate creneta*	39	猛虾蛄	*Harpiosquilla harpax*
13	矛形梭子蟹	*Portunus hastatoides*	40	日本对虾	*Penaeus japonicus*
14	绵蟹	*Dromia dromia*	41	双凹鼓虾	*Alpheus bisincisus*
15	谬氏哲蟹	*Menippe rumphii*	42	伍氏平虾蛄	*Oratosquilla woodmason*
16	强壮菱蟹	*Parthenope validus*	43	细巧仿对虾	*Parapenaeopsis tenella*
17	日本蟳	*Charybdis japonica*	44	须赤虾	*Metapenaeopsis barbata*
18	三叶小瓷蟹	*polyonyx triloba*	45	音响赤虾	*Metapenaeopsis stridulans*
19	三疣梭子蟹	*Portunus trituberculatus*	46	印度对虾	*Penaeus indicus*
20	双额短桨蟹	*Thalamita sima*	47	鹰爪虾	*Trachypenaeus curvirostris*
21	双角转轮蟹	*Ixoides cornutus*	48	窄额滑虾蛄	*Lenisquilla stenops*
22	伪装关公蟹	*Dorippoides facchino*	49	长毛对虾	*Penaeus penicillatus*
23	武士蟳	*Charybdis miles*	50	长足拟对虾	*Parapenaeus fissuroides*
24	纤手梭子蟹	*Portunus gracilimanus*	51	长足鹰爪虾	*Trachypenaeus longipes*
25	锈斑蟳	*Charybdis feriatus*	52	中华管鞭虾	*Solenocera crassicornis*
26	银光梭子蟹	*Portunus argentatus*	53	葛氏似口虾蛄	*Oratosquillina gravieri*
27	银光梭子蟹	*Portunus argentatus*			

b.渔获率分布和优势种分析

春季拖网调查虾类渔获总体分布见下表。虾类重量渔获率变化范围 0.19kg/h～22.61 kg/h，平均为 4.36 kg/h；尾数变化范围为 30.00 ind./h～8,924.23 ind./h，平均为 1,448.75 ind./h。根据调查结果，虾类主要的分布区为 361 渔区、415 渔区、390 渔区

和 418 渔区，分布中心为北部湾涠洲岛附近海域和近海海域。

春季拖网调查海域蟹类渔获率总体分布见下表。蟹类重量渔获率变化范围 0.06～7.72 kg/h，平均为 1.98 kg/h；尾数变化范围为 8.00～857.87 ind./h，平均为 254.52 ind./h。根据调查结果，蟹类主要的分布区为 388 渔区、415 渔区、361 渔区、363 渔区、364 渔区，主要为北部湾涠洲岛附近和近海海域。

拖网渔获中虾类优势种为须赤虾和猛虾蛄；重要种为窄额滑虾蛄；常见种有印度对虾、长足鹰爪虾、中华管鞭虾、音响赤虾、鹰爪虾、伍氏平虾蛄、口虾蛄、哈氏仿对虾、短脊鼓虾、断脊小口虾蛄等 10 种，褐虾、细巧仿对虾、长毛对虾、宽突赤虾、双凹鼓虾、斑节对虾、葛氏似口虾蛄、日本对虾、法氏口虾蛄和长足拟对虾等 11 种为少见种。

拖网渔获中虾类重量组成比例超过 10%的种类为须赤虾和猛虾蛄；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为窄额滑虾蛄和印度对虾；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中虾类数量组成比例超过 10%的种类为须赤虾；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为猛虾蛄、窄额滑虾蛄和长足鹰爪虾；其余种类数量组成低于 1%。

拖网渔获中蟹优势种为直额蟳和矛形梭子蟹；重要种为银光梭子蟹、远海梭子蟹、纤手梭子蟹、锈斑蟳和谬氏哲蟹；常见种依次为海阳豆蟹、颗粒关公蟹、阿氏强蟹、紫隆背蟹、看守长眼蟹、隆线强蟹、三疣梭子蟹、绵蟹和近亲蟳；疾进蟳、变态蟳、钝齿蟳、红星梭子蟹、卷折馒头蟹、强壮菱蟹、武士蟳、日本蟳、双额短桨蟹、伪装关公蟹、双角转轮蟹、环状隐足蟹和三叶小瓷蟹为少见种。

拖网渔获中蟹类重量组成比例超过 10%的种类为直额蟳、银光梭子蟹和远海梭子蟹；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为矛形梭子蟹、锈斑蟳、谬氏哲蟹、颗粒关公蟹、纤手梭子蟹、紫隆背蟹、三疣梭子蟹、绵蟹和看守长眼蟹等；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中蟹类数量组成比例超过 10%的种类为直额蟳、银光梭子蟹和矛形梭子蟹；数量组成比例在 1%~10%的种类为纤手梭子蟹、海阳豆蟹、颗粒关公蟹和谬氏哲蟹；其余种类数量组成低于 1%。

表 5.6-20　春季拖网捕获的甲壳类

表 5.6-21　甲壳类优势种及主要种类

c.甲壳类资源密度

[redacted]

[redacted]

（4）物种多样性及其分布

春季拖网调查海域虾类多样性指数平均为 1.58，变化范围为 0.29~2.35；物种均匀度指数平均为 0.55，变化范围为 0.15~0.84；物种丰富度指数平均为 0.72，变化范围为 0.28~1.22。

春季拖网调查海域蟹类多样性指数平均为 1.67，变化范围为 0.59~2.36；物种均匀度指数平均为 0.68，变化范围为 0.37~0.83；物种丰富度指数平均为 0.80，变化范围为 0.23~1.95。

表 5.6-22　甲壳类多样性

（2）2020 年 11 月

a.种类组成

秋季拖网调查共出现甲壳类 50 种，其中虾类 30 种，蟹类 21 种。

表 5.6-23　秋季拖网调查甲壳类种类名录

序号	中文名	拉丁文名	序号	中文名	拉丁文名
1	阿氏强蟹	*Eucrate alcocki Serene*	27	多脊虾蛄	*Squilla multicarinata*
2	变态蟳	*Charybdis variegata*	28	芳虾蛄 sp.	*Faughnia sp.*
3	海阳豆蟹	*Pinnotheres haiyangensis*	29	葛氏小口虾蛄	*Oratosquillina Gravieri*
4	红斑斗蟹	*Liagore rubromaculata*	30	哈氏仿对虾	*Parapenaeopsis hardwickii*
5	红星梭子蟹	*Portunus sanguinolentus*	31	滑脊等腕虾	*Heterocarpoides laevicarina*
6	看守长眼蟹	*Podophthalmus vigil*	32	口虾蛄	*Oratosquilla oratoria*
7	颗粒关公蟹	*Dorippe granulata*	33	宽突赤虾	*Metapenaeopsis palmensis*
8	矛形梭子蟹	*Portunus hastatoides*	34	绿虾蛄 sp.	*Odontodactylus sp.*
9	谬氏哲蟹	*Menippe rumphii*	35	猛虾蛄	*Harpiosquilla harpax*
10	强蟹 sp.	*Eucrate sp.*	36	墨吉对虾	*Banana prawn*
11	强壮菱蟹	*Parthenope validus*	37	日本对虾	*Penaeus japonicus*
12	五刺栗壳蟹	*Arcania quinquespinosa*	38	双凹鼓虾	*Alpheus bisincisus*
13	武士蟳	*Charybdis miles*	39	伍氏平虾蛄	*Oratosquilla woodmason*

序号	中文名	拉丁文名	序号	中文名	拉丁文名
14	纤手梭子蟹	*Portunus gracilimanus*	40	细巧仿对虾	*Parapenaeopsis tenella*
15	锈斑蟳	*Charybdis feriatus*	41	鲜明鼓虾	*Alpheus distinguendus*
16	羊毛绒球蟹	*Doclea ovis*	42	须赤虾	*Metapenaeopsis barbata*
17	银光梭子蟹	*Portunus argentatus*	43	音响赤虾	*Oratosquilla asiaticus*
18	远海梭子蟹	*Portunus pelagicus*	44	印度对虾	*Metapenaeopsis stridulans*
19	长手隆背蟹	*Carcinoplax longimanus*	45	鹰爪虾	*Penaeus indicus*
20	直额蟳	*Charybdis truncata*	46	窄额滑虾蛄	*Lenisquilla stenops*
21	紫隆背蟹	*Carcinoplax purpurea*	47	长叉三宅虾蛄	*Miyakea nepa*
22	斑节对虾	*Penaeus monodon*	48	长毛对虾	*Penaeus penicillatus*
23	刀额仿对虾	*Parapenaeopsis acultrirostris*	49	长足拟对虾	*Parapenaeus fissuroides*
24	刀额新对虾	*Metapenaeus ensis*	50	长足鹰爪虾	*Trachypenaeus longipes*
25	短脊鼓虾	*Alpheus brevicristatus*			
26	断脊小口虾蛄	*Oratosquillina interrupta*			

b.渔获率分布和优势种分析

秋季拖网调查虾类渔获总体分布见下表。虾类重量渔获率变化范围 0.21～8.29 kg/h，平均为 3.74 kg/h；尾数变化范围为 82.60 ind./h～3,592.84 ind./h，平均为 829.73 ind./h。根据调查结果，虾类主要的分布区为 361 渔区、362 渔区、389 渔区和 416 渔区，分布中心为北部湾涠洲岛附近海域和近海海域。

秋季拖网调查海域蟹类渔获率总体分布见下表。蟹类重量渔获率变化范围 0.03～6.22 kg/h，平均为 2.73 kg/h；尾数变化范围为 13.77 ind./h～1,206.91 ind./h，平均为 387.59 ind./h。根据调查结果，蟹类主要的分布区为 361 渔区、417 渔区、416 渔区、389 渔区、388 渔区，主要为北部湾涠洲岛附近和近海海域。

拖网渔获中虾类优势种为须赤虾、猛虾蛄和长足鹰爪虾；重要种为印度对虾、窄额滑虾蛄、断脊小口虾蛄、细巧仿对虾、长足拟对虾和中华管鞭虾等 6 种；常见种有口虾蛄、芳虾蛄 sp.、音响赤虾、宽突赤虾、多脊虾蛄、葛氏小口虾蛄、长叉三宅虾蛄、斑节对虾、滑脊等腕虾、哈氏仿对虾等 10 种，日本对虾、长毛对虾、鲜明鼓虾、短脊鼓虾、伍氏平虾蛄、墨吉对虾、双凹鼓虾、鹰爪虾、刀额仿对虾、刀额新对虾和绿虾蛄 sp.等 11 种为少见种。

拖网渔获中虾类重量组成比例超过 10%的种类为猛虾蛄和须赤虾；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为长足鹰爪虾、印度对虾、断脊小口虾蛄、窄额滑虾蛄、芳虾蛄 sp.、长足拟对虾、口虾蛄、音响赤虾、中华管鞭虾和葛氏小口虾蛄；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中虾类数量组成比例超过 10%的种类为须赤虾、长足拟对虾和长足鹰爪虾；数量组成比例在 1%~10%的种类依次为猛虾蛄、细巧仿对虾、窄额滑虾蛄、音响赤虾、断脊小口虾蛄、芳虾蛄 sp.、多脊虾蛄、中华管鞭虾和印度对虾；其余种类数量组成低于 1%。

拖网渔获中蟹优势种为直额蟳、银光梭子蟹和远海梭子蟹；重要种为颗粒关公蟹、矛形梭子蟹、看守长眼蟹、锈斑蟳和紫隆背蟹；常见种依次为纤手梭子蟹、变态蟳、红斑斗蟹、海阳豆蟹、谬氏哲蟹、阿氏强蟹、羊毛绒球蟹和长手隆背蟹；强壮菱蟹、武士蟳、红星梭子蟹、五刺栗壳蟹和强蟹 sp.为少见种。

拖网渔获中蟹类重量组成比例超过 10%的种类为直额蟳、远海梭子蟹和看守长眼蟹；重量组成比例在 1%~10%的种类依次为锈斑蟳、颗粒关公蟹、银光梭子蟹、矛形梭子蟹、紫隆背蟹、羊毛绒球蟹、谬氏哲蟹、红斑斗蟹、变态蟳、长手隆背蟹和纤手梭子蟹等；其余重量组成比例低于 1%。

拖网渔获中蟹类数量组成比例超过 10%的种类为银光梭子蟹、直额蟳和矛形梭子蟹；数量组成比例在 1%~10%的种类为颗粒关公蟹、变态蟳、紫隆背蟹、海阳豆蟹、红斑斗蟹和纤手梭子蟹；其余种类数量组成低于 1%。

表 5.6-24　秋季各调查站位甲壳类渔获情况

表 5.6-25　甲壳类优势种及主要种类

c.资源密度

[redacted]

d.物种多样性及其分布

秋季拖网调查海域虾类多样性指数平均为 1.89，变化范围为 0~2.99；物种均匀度指数平均为 0.56，变化范围为 0~0.86；物种丰富度指数平均为 0.96，变化范围为 0~1.76。

秋季拖网调查海域蟹类多样性指数平均为 1.63，变化范围为 0.00~2.75；物种均匀

度指数平均为 0.62，变化范围为 0.00~0.91；物种丰富度指数平均为 0.62，变化范围为 0.00~1.18。

表 5.6-26　甲壳类多样性及其分布

站位	虾类			蟹类		
	D	H’	J’	D	H’	J’
361	1.02	2.83	0.77	0.59	1.48	0.53
362	1.02	1.59	0.46	0.75	2.07	0.74
363	0.56	1.59	0.62	0.42	1.82	0.91
364	1.10	2.42	0.70	0.21	0.74	0.47
388	1.07	2.99	0.86	0.66	1.81	0.65
389	0.65	1.64	0.55	0.71	2.48	0.83
390	1.25	0.83	0.24	0.66	1.31	0.57
391	1.76	2.25	0.56	0.72	1.28	0.55
415	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
416	1.14	2.84	0.79	1.01	2.56	0.77
417	0.46	0.74	0.37	0.53	1.30	0.65
418	1.46	2.93	0.77	1.18	2.75	0.83
平均值	0.96	1.89	0.56	0.62	1.63	0.62

5.6.2.4　鱼卵、仔稚鱼

（1）2021 年 3 月

a.种类组成

本次项目调查样品共鉴定出鱼卵、仔稚鱼 48 种，另有 2 种鉴定到属、2 种鉴定到科以上水平，所有 52 种鱼卵、仔稚鱼样品隶属于 9 目 29 科。

表 5.6-27　春季鱼卵仔稚鱼种类名录

序号	目	科	属	种	学名
1	鲱形目	鳀科	棱鳀属	杜氏棱鳀	*Thryssa dussumieri*
2		鳀科	侧带小公鱼属	韦氏侧带小公鱼	*Stolephorus waitei*
3		鲱科	花点鲚属	花点鲚	*Hilsa kelee*
4		鲱科	小沙丁鱼属	裘氏小沙丁鱼	*Sardinella jussieu*
5		鲱科	小沙丁鱼属	黑尾小沙丁	*Sardinella melanura*
6		鳀科	半棱鳀属	尖吻半棱鳀	*Encrasicholi heteroloba*
7		鳀科	侧带小公鱼属	康氏侧带小公鱼	*Stolephorus commersonnii*
8		宝刀鱼科	宝刀鱼属	宝刀鱼	*Chirocentrus dorab*
9		鲱科	叶鲱属	叶鲱	*Escualosa thoracata*
10	鳗鲡目	康吉鳗科	美体鳗属		*Ariosoma sp.*
11	鲈形目	鲷科	棘鲷属	太平洋棘鲷	*Acanthopagrus pacificus*
12		虾虎鱼科	细棘虾虎鱼属	细棘虾虎鱼属	*Acentrogobius sp.*
13		虾虎鱼科			*Gobiidae sp.*
14		虾虎鱼科	缟虾虎鱼属	髭缟虾虎鱼	*Tridentiger barbatus*
15		羊鱼科	绯鲤属	珠绯鲤	*Upeneus margarethae*
16		羊鱼科	绯鲤属	黑斑绯鲤	*Upeneus tragula*
17		石首鱼科	白姑鱼属	截尾白姑鱼	*Pennahia anea*
18		鳊科	光胸鳊属	黄斑光胸鳊	*Photopectoralis bindus*

序号	目	科	属	种	学名
19		鲭科	羽鳃鲐属	短体羽鳃鲐	*Rastrelliger brachysoma*
20		弹涂鱼科	青弹涂鱼属	大青弹涂鱼	*Scartelaos gigas*
21		鲯科	似鲯属	托尔逆钩鲯	*Scomberoides tol*
22		鲯科	小条鲫属	黑纹小条鲫	*Serioli nigrofasciata*
23		鳕科	鳕属	亚洲鳕	*Sillago asiatica*
24		鳕科	鳕属	多鳞鳕	*Sillago sihama*
25		鲯科	副叶鲯属	吉达副叶鲯	*Alepes djedaba*
26		鲯科	叶鲯属	游鳍叶鲯	*Atule mate*
27		鮡科	鮡属	弯棘鮡	*Callionymus curvicornis*
28		鲯科	圆鲯属	蓝圆鲯	*Decapterus akaadsi*
29		鲻科	马鲻属	曳丝马鲻	*Equulites leuciscus*
30		银鲈科	银鲈属	日本银鲈	*Gerres japonicus*
31		银鲈科	银鲈属	长棘银鲈	*Gerres filamentosus*
32		银鲈科	银鲈属	奥奈银鲈	*Gerres oyena*
33		虾虎鱼科	矛尾虾虎鱼属	拟矛尾虾虎鱼	*Parachaeturichthys polynema*
34		鲷科	鲷属	列牙鲷	*Pelates quadrilineatus*
35		隆头鱼科	紫胸鱼属	紫胸鱼	*Stethojulis teri*
36		鲷科	鲷属	细鳞鲷	*Terapon jarbua*
37		隆头鱼科	海猪鱼属	云斑海猪鱼	*Halichoeres nigrescens*
38		天竺鲷科	天竺鲷属	黑鳃天竺鲷	*Apogon truncatus*
39		带鱼科	带鱼属	短带鱼	*Trichiurus brevis*
40		虾虎鱼科	丝虾虎鱼属	长丝虾虎鱼	*Myersina filifer*
41		雀鲷科	新雀鲷属	斑刻新雀鲷	*Neopomacentrus bankieri*
42		鲬科	肩鳃鲬属	吉氏肩鳃鲬	*Omobranchus germaini*
43		鲬科	肩鳃鲬属	斑点肩鳃鲬	*Omobranchus punctatus*
44		天竺鲷科	鹦天竺鲷属	宽条鹦天竺鲷	*Ostorhinchus fasciatus*
45	刺鱼目	海龙科	海马属	三斑海马	*Hippocampus trimaculatus*
46	鲻形目	鲻科	骨鲻属	前鳞骨鲻	*Osteomugil cunnesius*
47	颌针鱼目	鱵科	长吻鱵属	长吻鱵	*Euleptorhamphus viridis*
48		针飞鱼科	针飞鱼属	小鳍针飞鱼	*Oxyporhamphus micropterus*
49	鲽形目	鳎科	鳎属	卵鳎	*Solea ovata*
50	鳕形目	犀鳕科	犀鳕属		*Bregmaceros sp.*
51		犀鳕科	犀鳕属	银腰犀鳕	*Bregmaceros nectabanus*
52		鲀科			*Tetraodontidae sp.*

b.数量分布

水平网中，调查海域鱼卵平均密度为 10.57 粒/100m^3，仔稚鱼平均密度为 13.15 尾/100m^3。其中，鱼卵密度最大站为 390 渔区，为 74.37 粒/100m^3，密度>10.0 粒/100m^3 的还有 362 站和 364 站，分别为 13.76 粒/100m^3 和 13.76 粒/100m^3。从平面分布看，鱼卵和仔稚鱼都以北部湾北部和东部的近岸水域密度较高，深水区和琼州海峡对开海域较低。

垂直网调查中，春季渔业资源调查海域鱼卵平均密度为 37.42 粒/100m^3，仔稚鱼

平均密度为 53.27 ind./100m³。其中，鱼卵密度最大的站为 362 渔区，达 270.83 粒/100m³，其次为 391 渔区，为 63.90 粒/100m³，鱼卵>20 粒/100m³ 的站点还有 418 渔区和 388 渔区，分别为 49.14 粒/100m³、30.63 粒/100m³ 和 20.68 粒/100m³。从平面分布上看，垂直网的鱼卵和仔稚鱼主要分布在北部湾北部和中部海域，主要是因为该海域是多种鱼类的育幼场，同时水流的输运作用也会使仔稚鱼在流场区汇集。

表 5.6-28　春季拖网鱼卵、仔稚鱼水平分布

表 5.6-29　春季渔业资源调查垂直网鱼卵和仔稚鱼密度

（2）2020 年 11 月

a.种类组成

本次调查样品共鉴定出鱼卵、仔稚鱼 29 种，另有 2 种鉴定到属、12 种鉴定到科以上水平，所有 43 种鱼卵、仔稚鱼样品隶属于 10 目 25 科。

表 5.6-30　秋季鱼卵、仔稚鱼名录

序号	目	科	属	种	拉丁文名
1	刺鱼目	烟管鱼科	烟管鱼属	无鳞烟管鱼	*Fistularia commersonii*
2	灯笼鱼目	灯笼鱼科	眶灯鱼属		*Diaphus sp*
3					*Myctophiformes sp*
4		狗母鱼科	狗母鱼属	叉斑狗母鱼	*Synodus macrops*
5		狗母鱼科	蛇鲻属	多齿蛇鲻	*Saurida tumbil*
6		仙鱼科	仙鱼属	日本仙鱼	*Aulopus japonicus*
7	鲽形目	鲽科			*Pleuronectidae sp*
8		鳎科	角鳎属	角鳎	*Aesopia cornuta*
9		鳎科			*soleiae sp*
10		鲱科	脂眼鲱属	脂眼鲱	*Etrumeus teres*
11		鲱科	鲱属		*Clupea sp*
12		鲱科	拟沙丁鱼属	南美拟沙丁鱼	*Sardinops sagax*
13		鲱科	小沙丁鱼属	金色小沙丁鱼	*Sardinella aurita*
14		鲱科	小沙丁鱼属	青鳞小沙丁鱼	*Sardinella zunasi*
15		鲱科	银带鲱属	日本银带鲱	*Spratelloides gracilis*
16		鲱科			*Clupeidae sp*
17		锯腹鳓科	鳓属	长鳓	*Ilisha elongata*
18		鳀科	小公鱼属	青带小公鱼	*Stolephorus zollingeri*
19		鳀科			*Engraulis sp*
20		鳀科			*Engraulidae sp*
21	颌针鱼目	飞鱼科	拟飞鱼属	白鳍飞鱼	*Cheilopogon unicolor*
22		飞鱼科	针飞鱼属	小鳍针飞鱼	*Oxyporhamphus micropterus*
23		飞鱼科			*Exocoetidae sp*
24	鲈形目	大眼鲷科	大眼鲷属	金目大眼鲷	*Priacanthus hamrur*
25		带鱼科	小带鱼属	小带鱼	*Eupleurogrammus muticus*
26		笛鲷科	笛鲷属	画眉笛鲷	*Lutjanus vitta*

序号	目	科	属	种	拉丁文名
27		花鲈科	花鲈属	花鲈	*Lateolabrax japonicus*
28		鲀科			*Girellidae sp*
29		鲭科	鲭属	日本鲭	*Scomber japonicus*
30		鲭科	羽鳃鲐属	羽鳃鲐	*Rastrelliger kanagurta*
31		鰤科	鰤属	杜氏	*Seriola dumerili*
32		鰤科	鰤属	黄条鰤	*Seriola lalandi*
33		鲹科	叶鲹属	游鳍叶鲹	*Atule mate*
34		鲹科	拟鲹属	黄带拟鲹	*Pseudocaranx dentex*
35		鮨科			*Cirrhitidae sp*
36		鱚科			*Sillaginidae sp*
37		虾虎鱼科	钝尾虾虎鱼属	六丝钝尾虾虎鱼	*Amblychaeturichthys hexanema*
38		圆鲳科			*Nomeidae sp*

（2）数量分布

[redacted]从平面分布上看，垂直网的鱼卵和仔稚鱼主要分布在北部湾北部和中部海域，主要是因为该海域是多种鱼类的育幼场，同时水流的输运作用也会使仔稚鱼在流场区汇集。

表 5.6-31　秋季拖网鱼卵、仔稚鱼水平分布

表 5.6-32　秋季渔业资源调查垂直网鱼卵和仔稚鱼密度

注：[redacted]

6 回顾性环境影响评价

6.1 涠洲油田群开发过程回顾

涠洲油田群由涠洲 12-1 油田、涠洲 6-1 油田、涠洲 6-8 油田、涠洲 6-9/6-10 油田、涠洲 12-1 油田北块、涠洲 11-4D 油田、涠洲 11-1 北油田、涠洲 11-1 油田、涠洲 11-2 油田、涠洲 11-4 北油田一期、涠洲 11-4 油田和涠洲 12-8 西/6-12 油田、涠洲 11-2 油田北块、涠洲 12-2 油田一期、涠洲 11-4 北油田二期、涠洲 12-1 西油田、涠洲 12-2 油田二期、涠洲 6-13 油田、涠洲 12-8 油田东区等油田构成。

涠洲油田群的生产物流均依托已建 WZ12-1PUQ 平台、WZ12-1PUQB 平台和 WZ12-1PAP 平台（三座平台栈桥连接，以下简称 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台）和涠洲终端进行开发。生产物流通过海底管道输送到 WZ12-1PUQ/PUQB/PAP 平台进行处理，与 WZ12-1PUQ 平台的产能一起进行处理，分离出合格原油经上岸管线输送至涠洲终端，进行储存和销售；分离出的天然气部分为油田群透平发电（WZ11-4WHPA，WZ11-1WHPA，WZ12-1PUQB 和 WZ12-1PUQ 平台上设有透平发电机），其余部分经上岸管线输送至涠洲终端；分离出的生产水由 WZ12-1PUQB/PUQ 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生产水（含油量≤20mg/L）部分作为注水水源输往各注水平台回注地层，其余部分在 WZ12-1PUQ 平台达标排海。

与本项目相关工程环评制度执行情况见下表。涠洲油田群与本项目相关现有设施相关环评及竣工验收情况见下表。本项目涉及 WZ11-4 WHPA 平台、WZ11-1N WHPA 平台及相应海底管线。

表 6.1-1 与本项目相关工程的环评批复及竣工验收情况一览表

序号	环评名称	相关工程内容	环评批复	竣工验收
1	北部湾围 10-3 油田环境影响报告书	一个井口平台 一个单点系泊 一艘浮式/储油设施	于 1986 年 5 月 24 日获得中国海洋石油总公司批复（（88）海油作字第 05 号）	/
2	涠 11-4 油田开发工程	新建中心处理平台（A 平台）； 新建井口平台（B 平台）； 单点系泊； 储油轮；	于 1989 年获得国家环境保护总局批复（（89）环监字	/

序号	环评名称	相关工程内容	环评批复	竣工验收
		海底输油管线、动力电缆、注水管线。	第 275 号）	
3	涠 12-1 油田开发工程	海上综合平台 1 座； 综合平台至涠洲岛陆上终端处理厂 38.5km 长的海底输油和输气管线各 1 条； 陆上终端油气处理厂 1 座； 终端处理厂附近的轻烃外运杂货码头 1 座； 终端处理厂西部约 2.5km 处的原油外输单点系泊设施 1 座； 终端处理厂至外输单点海底输油管线 2 条； 涠 10-3 至涠 12-1 输气管线 1 条； 涠 11-4A 至涠 12-1 输油管线 1 条； 涠 11-4C 至涠 11-4A 混输管线 1 条。	于 1998 年 6 月 3 日获得国家环境保护总局批复（环发〔1998〕89 号）	2003 年 1 月 3 日涠洲终端取得广西壮族自治区环境保护局竣工环境保护验收的意见（桂环验字〔2003〕1 号；涠洲 12-1 油田 2006 年 3 月 27 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函（国海环字〔2006〕136 号）
4	北部湾油田环境影响后评价报告	涠 10-3A/AP（合称涠 11-4D 平台）、涠 11-4 A/B/C 和涠 12-1 A/B，一个单点系泊以及它们之间输送油、气、水、电的海底管线。	于 2006 年 2 月 23 日获得国家海洋局南海分局的复函（海南环字〔2006〕23 号）	/
5	涠洲 11-1N 油田开发工程	新建 1 座 6 腿井口平台（WZ11-1N WHPA）； 新建一条输往 WZ11-1WHPA 平台的 2.6km 混输管线； 新建 2 条海底电缆（WZ12-1PAP 至 WZ11-1N WHPA/WZ11-1N WHPA 至 WZ11-1WHPA）； WZ11-1WHPA、WZ12-1PAP 及 WZ12-1PUQ 生产适用性改造。	于 2010 年 1 月 5 日取得国家海洋局核准（国海环字〔2010〕2 号）	2013 年 4 月 9 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函（国海环字〔2013〕204 号）

6.2 环保设施运行情况

截至目前涠洲油田群生产过程中邻近海域发生溢油污染事故 2 次，2 次事故均溢油量较少，且得到了及时处理，未对沿岸及周围海洋环境敏感目标造成明显影响。2 次溢油事故具体情况如下：

1、2002 年 10 月 6 日涠洲 11-4 油田 A 平台至涠洲 12-1 油田 A 平台海底管道漏油事故。

（1）溢油量：油膜带长约 2~3km，宽约 100~200m，估计溢油量不超过 5m^3。

（2）溢油处理措施：2002 年 10 月 6 日 0:00 平台操作人员发现平台出口压力过低，向油田总监和总监助理报告，进行排查生产情况，油田总监通报下游涠洲 12-1 油田和涠洲终端，并向分公司报告。分公司启动应急中心，进入应急状态，召开应急

会议，部署有关安全和防污染工作，指示油田关闭涠洲 11-4D 油田、涠洲 11-4 油田原油生产系统。2:20 分公司主管副总经理同有关人员乘坐直升飞机飞抵现场查看情况，然后飞抵涠洲终端处理厂现场指挥处置事故。同时，油田总监调派油田值班守护船“南海-207”、“南海-208”、“南海-201”、“南海-202”、“南海-203”5 艘船舶沿涠洲 12-1 油田 A 平台至涠洲 12-1 油田 A 平台海底管道查找原因，动员存放在涠洲终端处理厂的溢油应急回收设备设施到现场。发现海底管道路由附近海面有油膜带，初步判断为海底管道漏油。08:20 分公司派出直升飞机飞抵现场巡查，发现海面有长约 2-3km，宽约 100-200m 的油膜带。10:50 分公司向国家海洋局南海分局报告海面发现油膜带、油田关停生产、排查情况。

（3）其他作业区的联动情况：发现溢油后，油田总监通报下游涠洲 12-1 油田和涠洲终端，并向分公司报告，进入应急状态。

（4）应急物资使用情况：因海况恶劣，无法实施回收作业，经请示国家海洋局南海分局同意，向油膜带喷洒已有分散剂，10 月 6、7 日两天累计喷洒消油剂 6.5 吨。

（5）溢油原因分析：中海油湛江分公司对输油海管破损段进行修复，对破损海管进行切割取样送回湛江基地，并委托天津海恩海洋工程技术服务有限公司对切割下来的输油管道进行了分析，调查发现海底管道泄漏点为裂纹，原油从裂纹泄漏出来，管线表面保温层破损呈撕裂状，有明显的刮伤痕迹。

（6）溢油影响：本次溢油事故发生后，建设单位处理及时，溢油量较少，油污未上岸，未对涠洲油田附近沿岸及周围敏感目标造成明显影响。

（7）后续防治措施：事故发生后建设单位完善了海底管道巡检管理制度，要求生产平台上工作人员定期对海管路由附近进行瞭望，加强了对海管路由附近过往船只动态监控，发现过往船只异常停靠立即通知守护船前往，避免过往船只在海管路由附近应急抛锚等现象的发生。

2、2006 年 12 月 23 日涠洲 11-4 油田 A 平台至涠洲 12-1 油田 A 平台海底管道渗漏事故。

（1）溢油量：WZ11-4WHPA 平台附近海面形成小片油膜，估计溢油量在 1t 以内。

（2）溢油处理措施：2006 年 12 月 23 日约 8:00，涠洲 11-4 油田 A 平台操作人员在巡检瞭望时发现平台右舷海面有小片油膜，立即向油田总监报告，油田总监要求对油田生产系统进行全面检查，查找油膜来源，向上游涠洲 11-4 油田 D 平台、下游涠洲 12-1 油田 A 平台通报情况，要求关注油田生产情况，并向分公司报告海面发现油

膜情况。经排查涠洲 11-4 油田 A 平台各井生产及工艺流程运行正常，操作压力、生产量没有下降，其他的控制参数都在正常生产范围内，从生产参数分析溢油迹象。同时，油田总监调动油田值班守护船沿涠洲 11-4 油田 A 平台至涠洲 12-1 油田 A 平台路由进行巡查，没有发现渗漏点。2006 年 12 月 23 日下午 15:00 分公司协调申请直升飞机到现场巡查，目测涠洲 11-4 油田 A 平台附近海面有油膜带，带宽约 10 米，东南至西北向，油膜呈不连续断开状态，由于能见度不高，油膜的厚度及颜色不清晰，当时无法确定油膜的来源。23 日 18:00 分公司决定关停涠洲 11-4 油田及涠洲 11-4D 油田生产，动员潜水设备及人员对海底管道进行检查。2006 年 12 月 25 日潜水员下水检查，没有发现海底管道漏点。为查找渗漏源，2006 年 12 月 26 日分公司决定对涠洲 11-4 油田 A 平台至涠洲 12-1 油田 A 平台海底管道进行试压，20：00 油田对海底管道加压到 18kg/cm^2 进行试压，压力稳不住，逐渐下降，因该海底管道是双层保温管，水深约 40 米，寻找渗漏点相当困难，随后分公司采用注气检漏的方法进行查找渗漏点。最终查明，涠洲 11-4 油田 A 平台附近油膜是涠洲 11-4 油田 A 平台至涠洲 12-1 油田 A 平台的输油海底管道腐蚀渗漏所致。2006 年 12 月 28 日，分公司将涠洲 11-4 油田 A 平台附件发现油膜及查找海底管道渗漏点详细情况向国家海洋局南海分局书面报告。

（3）其他作业区的联动情况：发现溢油后，油田总监通报下游涠洲 12-1 油田和涠洲终端，并向分公司报告，进入应急状态。

（4）应急物资使用情况：由于是渗漏，只在涠洲 11-4 油田 A 平台附近海面形成小片油膜（估计溢油量在 1t 以内），且呈不连续断开状态，回收困难，因此分公司没有动用溢油回收设备，也没有喷洒溢油分散剂。

（5）溢油原因分析：本次溢油事故原因是海底管道腐蚀所致。

（6）溢油影响：2006 年 12 月 25 日海上油膜消失，没有造成大的海洋环境污染，也没有产生明显的环境损失。

（7）后续防治措施：本次溢油事故原因是海底管道腐蚀所致，为了避免本条海底管道因腐蚀再次发生原油渗漏，湛江分公司于 2008 年在原海底管道旁重新铺设一条海底管道替换原海底管道输油。

本项目依托 2008 年新铺设的 WZ11-4 WHPA 至 WZ12-1PUQ 之间的海底输油管道，该管道设计年限 30 年，目前正常运行。鉴于海管腐蚀发展的不确定性，需定期进行检测及评估，以确保海管的安全运行。

6.3 海洋环境质量现状回顾性评价

6.3.1 历史资料引用来源

为了对涠洲油田群周围海域环境质量进行较为系统的分析，收集了该海域的历史环境质量资料，以进行本工程及附近海域的环境质量回顾分析。

历史环境资料采用 2018 年 4 月、2018 年 9 月、2019 年 4 月、2021 年 9 月、2022 年 3 月在涠洲海域共 5 次的调查资料，其中包括 3 次春季调查，2 次秋季调查。历次调查站位对比见图 6.3-1。由图可知，本次调查区域覆盖了历次调查区域，站位重合度较好，具有可对比性，便于进行同一海域不同时期调查回顾分析。

2018 年 2 次调查由南海环境监测中心开展；2019 年 1 次调查由国家海洋局北海海洋工程勘察研究院开展；2021 年和 2022 年 2 次调查由[redacted]开展。5 次调查均按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的要求进行。

历年调查采用的采样分析方法、评价标准及评价内容一致。因此能够通过对比分析较真实地反映涠洲油田群投产以后对周围海域环境的影响程度。

图 6.3-1　历次现状调查站位

6.3.2 海水水质状况回顾

6.3.2.1 春季

3 次春季调查海水水质调查内容包括溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷、硫化物和挥发性酚共 15 个要素。

对比 3 次春季调查结果可知，3 次调查所有样品中化学需氧量、石油类、pH 值、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、总铬、汞、砷、硫化物和挥发性酚的含量均低于第一类海水水质标准。在 2018 年调查中存在溶解氧超出第一类海水水质标准。在 2019 年调查中存在无机氮超出第一类海水水质标准。

溶解氧：2022 年调查结果均符合一类海水水质标准要求，2018 年部分站位溶解氧超一类海水水质标准，站位数 1 个（底层 1 个），全部站位均符合二类海水水质标准。

化学需氧量：化学需氧量略有波动。3 次调查海水化学需氧量符合一类海水水质

标准要求。

pH：pH 浓度略有波动。3 次调查结果均显示调查海域的海水 pH 浓度符合一类海水水质标准要求。

悬浮物：悬浮物浓度略有波动。

石油类：3 次调查显示，表层海水石油类含量均满足第一类海水水质标准。

汞：汞浓度略有波动。3 次调查海水汞浓度符合一类海水水质标准要求。

铜：铜浓度略有升高。3 次调查海水铜浓度符合一类海水水质标准要求。

铅：铅浓度略有波动。3 次调查海水铅浓度符合一类海水水质标准要求。

锌：锌浓度略有波动，呈降低趋势。3 次调查海水锌浓度符合一类海水水质标准要求。

镉：镉浓度略有波动。3 次调查海水镉浓度符合一类海水水质标准要求。

总铬：总铬浓度略有波动。3 次调查海水总铬浓度符合一类海水水质标准要求。

砷：砷浓度略有波动。3 次调查海水砷浓度符合一类海水水质标准要求。

挥发性酚：挥发性酚浓度略有波动，呈降低趋势。3 次调查海水挥发性酚浓度符合一类海水水质标准要求。

活性磷酸盐：活性磷酸盐浓度略有波动。3 次调查海水活性磷酸盐浓度符合一类海水水质标准要求。

无机氮：2018 年和 2022 年调查结果均符合一类海水水质标准要求，2019 年部分站位无机氮浓度超一类海水水质标准，站位数 28 个（表层 14 个，5m 水深 10 个，10m 水深 4 个），部分站位无机氮浓度超二类海水水质标准，站位数 4 个（表层 4 个，5m 水深 1 个），全部站位均符合三类海水水质标准。

硫化物：硫化物浓度略有波动。3 次调查海水硫化物浓度符合一类海水水质标准要求。

表 6.3-1　主要水质要素统计结果对比表（一类水质标准）

6.3.2.2　秋季

2 次秋季调查海水水质调查内容包括溶解氧（DO）、化学需氧量（COD）、石油类、pH 值、无机氮、活性磷酸盐、铜、铅、镉、锌、铬、总汞、砷、硫化物和挥发性酚共 15 个要素。

对比 2 次秋季调查结果可知，2 次调查所有样品中化学需氧量（COD）、石油类、

pH 值、无机氮、镉、铬、总汞、砷、硫化物和挥发性酚的含量均低于第一类海水水质标准。2018 年溶解氧出现超第一类海水水质标准，2021 年活性磷酸盐、铜、铅、锌出现超第一类海水水质标准，水质情况整体呈现变好的趋势。

溶解氧：2021 年调查结果均符合一类海水水质标准要求，2018 年部分站位溶解氧浓度超一类海水水质标准，站位数 39 个（表层 2 个，中层 2 个，底层 35 个），部分站位溶解氧浓度超二类海水水质标准，站位数 13 个（底层 13 个），全部站位均符合三类海水水质标准。

化学需氧量：化学需氧量略有波动。2 次调查海水化学需氧量符合一类海水水质标准要求。

pH：pH 略有波动。2 次调查海水 pH 符合一类海水水质标准要求。

悬浮物：悬浮物浓度略有波动。

石油类：石油类浓度略有波动。2 次调查海水石油类浓度符合一类海水水质标准要求。

汞：汞浓度略有波动。2 次调查海水汞浓度符合一类海水水质标准要求。

铜：铜浓度略有波动。2018 年调查海水铜浓度符合一类海水水质标准要求。2021 年部分站位铜浓度超一类海水水质标准，站位数 2 个（表层 1 个，中层 1 个），全部站位均符合二类海水水质标准。

铅：铅浓度略有波动。2018 年调查海水铅浓度符合一类海水水质标准要求。2021 年部分站位铅浓度超一类海水水质标准，站位数 1 个（表层 1 个），全部站位均符合二类海水水质标准。

锌：锌浓度略有波动。2018 年调查海水锌浓度符合一类海水水质标准要求。2021 年部分站位锌浓度超一类海水水质标准，站位数 2 个（表层 1 个，中层 1 个），全部站位均符合二类海水水质标准。

镉：镉浓度略有波动。2 次调查海水镉浓度符合一类海水水质标准要求。

总铬：总铬浓度略有波动。2 次调查海水总铬浓度符合一类海水水质标准要求。

砷：砷浓度略有波动。2 次调查海水砷浓度符合一类海水水质标准要求。

挥发性酚：挥发性酚浓度略有波动。2 次调查海水挥发性酚浓度符合一类海水水质标准要求。

活性磷酸盐：活性磷酸盐浓度略有波动。2018 年调查海水活性磷酸盐浓度符合一类海水水质标准要求。2021 年部分站位活性磷酸盐浓度超一类海水水质标准，站位数

1 个（表层 1 个），全部站位均符合二类海水水质标准。

无机氮：无机氮浓度略有波动。2 次调查海水无机氮浓度符合一类海水水质标准要求。

硫化物：硫化物浓度略有波动。2 次调查海水硫化物浓度符合一类海水水质标准要求。

表 6.3-2　主要水质要素统计结果对比表（一类水质标准）

6.3.3 沉积物状况回顾性分析

沉积物采用 2 次春季调查结果进行对比，对比调查结果显示：2 次调查中表层沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铅、镉、锌、铬和石油类的含量均低于第一类沉积物标准。历年调查显示，调查海域表层沉积物质量基本保持稳定，未出现恶化趋势。

表 6.3-3　表层沉积物调查结果统计表

6.3.4 海洋生物生态回顾性分析

6.3.4.1 叶绿素 a 和初级生产力

（1）春季

3 次春季调查结果对比，叶绿素 a 浓度和初级生产力整体上升，略有波动。

表 6.3-4　叶绿素 a 和海洋初级生产力调查结果统计表

（2）秋季

2 次秋季调查结果对比，叶绿素 a 浓度和初级生产力呈波动趋势。

表 6.3-5　叶绿素 a 和初级生产力历史资料对比表

6.3.4.2 浮游植物

（1）春季

三次春季调查结果对比显示，浮游植物历次调查结果显示整体海域浮游植物群落结构稳定，种类数和多样性指数有下降趋势，但是密度明显上升。

表 6.3-6　浮游植物调查结果统计表

（2）秋季

三次秋季调查结果对比显示，浮游植物历次调查结果显示整体海域浮游植物群落结构稳定。

表 6.3-7　浮游植物历史资料对比表

6.3.4.3 浮游动物

（1）春季

历年调查显示，浮游动物历次调查结果显示整体海域浮游动物群落结构稳定，略有波动。

表 6.3-8 浮游动物调查结果统计表

（2）秋季

历年调查显示，浮游动物历次调查结果显示整体海域浮游动物群落结构稳定。

表 6.3-9 浮游动物历史资料对比表

6.3.4.4 底栖生物

（1）春季

历年调查显示，调查海域底栖生物生物多样性指数变化不大，状况良好，群落结构稳定。

表 6.3-10 底栖生物调查结果统计表

（2）秋季

历年调查显示，调查海域底栖生物生物多样性指数变化不大，状况良好，群落结构稳定。

表 6.3-11 底栖生物历史资料对比表

6.3.4.5 生物质量

（1）春季

2018 年 4 月采集到的贝类体内的 Pb、Cd、Zn 和 Cr 有不同程度的超标现象，其他因子均能满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

2022 年 3 月采集到的生物评价因子及均能满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）和《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

总体而言，历年调查显示，评价海域大多数的生物质量处于正常值范围内。

表 6.3-12 生物质量标准指数统计表

（2）秋季

2018 年 9 月的调查中所监测的生物有贝类体内的 As、Pb、Cd、Zn 和 Cr 有不同

程度的超标现象，其余各项目均符合一类海洋生物质量标准；其余生物各项指标均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

2021 年 9 月的调查中所监测的生物有软体动物（双壳类）生物质量评价因子铅、镉有不同程度的超标现象，其余各项目均符合一类海洋生物质量标准；其余生物各项指标均满足《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准。

总体而言，历年调查显示，评价海域大多数的生物质量处于正常值范围内。

表 6.3- 13　生物质量标准指数统计表

6.3.5 渔业资源回顾

6.3.5.1 回顾评价历史资料选取

渔业资源回顾性分析采用《涠洲 12-2 油田二期开发可研、ODP 外委课题-春季渔业资源及渔业生产现状调查与评价专题报告》（调查时间为 2014 年 5 月）、《涠洲 12-2 油田二期开发可研、ODP 外委课题-秋季渔业资源及渔业生产现状调查与评价专题报告》（调查时间为 2014 年 9 月~10 月）、《涠洲油田群渔业资源现状调查与评价春季简报》（调查时间为 2018 年 4 月）、《涠洲油田群渔业资源现状调查与评价秋季简报》（调查时间为 2018 年 9 月）、《涠洲 10-3 西油田水产种质保护区专题论证报告-秋季渔业资源调查报告》（调查时间为 2020 年 11 月~12 月）、《涠洲 10-3 西油田水产种质保护区专题论证报告-春季渔业资源调查报告》（调查时间为 2021 年 3 月）的渔业资源调查资料进行分析比较。

6.3.5.2 回顾评价历史资料调查站位布设

历次调查均布设站位 12 个，调查内容为游泳生物和鱼卵仔稚鱼。

6.3.5.3 回顾评价因子选取

选择鱼卵、仔稚鱼、鱼类、头足类、甲壳类进行分析。

6.3.5.4 渔业资源历史数据

渔业资源的历次调查数据统计见下表。

表 6.3- 14　历次调查渔业资源调查数据对比统计（春季）

表 6.3- 15　历次调查渔业资源调查数据对比统计（秋季）

6.3.5.5 渔业资源回顾评价

（1）春季

鱼卵：2014 年调查结果未统计鱼卵情况。2021 年鱼卵密度较 2018 年有所降低。

仔稚鱼：2014 年和 2018 年仔稚鱼的种类数基本一致，仔稚鱼密度略有波动。

鱼类：3 次调查鱼类种类呈下降趋势。鱼类平均资源密度由于在 2014 年未区分成体和幼体，无法直接比较。成鱼密度和幼鱼密度 2021 年较 2018 年有所降低。

头足类：3 次调查头足类的种类数调查结果基本一致。头足类平均资源密度由于在 2014 年未区分成体和幼体，无法直接比较。成体密度 2021 年较 2018 年均有所升高。幼体密度 2021 年较 2018 年均有所升高。

甲壳类：3 次调查甲壳类的种类数呈上升趋势，甲壳类平均资源密度由于在 2014 年未区分成体和幼体，无法直接比较。除蟹类成体密度略有波动外，蟹类幼体密度 2021 年较 2018 年有所降低，虾类成体和虾类幼体密度 2021 年较 2018 年均有所升高。

（2）秋季

鱼卵：2014 年调查结果未统计鱼卵情况。鱼卵密度 2020 年较 2018 年有所升高。

仔稚鱼：仔稚鱼种类数 2018 年较 2014 年有所升高，2020 年为区分鱼卵和仔稚鱼，无法直接比较。仔稚鱼密度略有波动。

鱼类：3 次调查鱼类种类呈下降趋势。鱼类平均资源密度由于在 2014 年未区分成体和幼体，无法直接比较。成鱼密度和幼鱼密度 2021 年较 2018 年有所降低。

头足类：3 次调查头足类的种类数调查结果基本一致，呈下降趋势。头足类平均资源密度由于在 2014 年未区分成体和幼体，无法直接比较。成体密度和幼体密度 2021 年较 2018 年均有所升高。

甲壳类：3 次调查甲壳类的种类数略有波动，甲壳类平均资源密度由于在 2014 年未区分成体和幼体，无法直接比较。虾类成体、蟹类成体和蟹类幼体密度 2021 年较 2018 年均有所降低，虾类幼体密度 2021 年较 2018 年均有所升高。

（3）渔业资源状况

从整体水平分析，调查海域渔业资源状况良好。

7 环境影响预测与评价

7.1 水文动力模型

7.1.1 潮流模型

海水是海中污染物输运的载体，为此在预测污染物扩散前需利用流体动力学基本方程组计算该油田海域的流场，明确其潮流的运动特性，进而计算建设项目的排海污染物对海水水质的影响。

7.1.1.1 流体动力学基本方程组

本文采用三维水动力学模型进行数值模拟，垂向采用 sigma 坐标，基本控制方程为：

$$\frac{\partial hu}{\partial t}+\frac{\partial hu^2}{\partial x'}+\frac{\partial hvu}{\partial y'}+\frac{\partial h\omega u}{\partial \sigma}$$
$$=fvh-gh\frac{\partial \eta}{\partial x'}-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial P_a}{\partial x'}-\frac{hg}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial x}dz-\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{xy}}{\partial y}\right)+hF_u$$
$$+\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(\frac{v_v}{h}\frac{\partial u}{\partial \sigma}\right)+hu_sS$$

$$\frac{\partial hv}{\partial t}+\frac{\partial huv}{\partial x'}+\frac{\partial hv^2}{\partial y'}+\frac{\partial h\omega v}{\partial \sigma}$$
$$=-fuh-gh\frac{\partial \eta}{\partial y'}-\frac{h}{\rho_0}\frac{\partial P_a}{\partial y'}-\frac{hg}{\rho_0}\int_z^{\eta}\frac{\partial \rho}{\partial y}dz-\frac{1}{\rho_0}\left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial s_{yy}}{\partial y}\right)+hF_v$$
$$+\frac{\partial}{\partial \sigma}\left(\frac{v_v}{h}\frac{\partial v}{\partial \sigma}\right)+hv_sS$$

$$\sigma=\frac{z-z_b}{h},x'=x,y'=y$$

式中：t 为时间（s）；g 为重力加速度（m/s^2）；ρ为海水密度（kg/m^3）；x、y、z 为直角坐标系坐标；η为潮位（m）；$h=\eta+d$，为总水深（m），d 为海平面水深；u，v，w 为 x、y、z 向流速矢量；$f=2\Omega\sin\Phi$，为科氏力参数；s_{xx}、s_{xy} 为辐射应力张量分量；P_a 为大气压强；ρ_0为水的参考密度；S 为点源排放流量，u_s、v_s 为排放速度。

7.1.1.2 边界条件

海面边界条件：

$$\omega = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{h}{\rho_0 v_t}\left(\tau_{sx}, \tau_{sy}\right)$$

$\left(\tau_{sx}, \tau_{sy}\right)$为 x、y 方向的风应力，单位：kg/m/s^{-3}，本报告未考虑风的影响，取为 0。

海底边界条件：

$$\omega = 0$$

$$\left(\frac{\partial u}{\partial \sigma}, \frac{\partial v}{\partial \sigma}\right) = \frac{h}{\rho_0 v_t}\left(\tau_{bx}, \tau_{by}\right)$$

τ_{bx}, τ_{by}分别为 x、y 方向的底摩擦应力，单位：kg/m/s^{-3}；其他参数同控制方程。

固体侧边界条件：

$$v_n = 0$$

开边界条件：

开边界强迫水位计算公式：

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

这里，f_i、σ_i 是第 i 个分潮的交点因子和角速度；H_i 和 G_i 是调和常数，分别为分潮的振幅和迟角；$V_{0i}+V_i$ 是分潮的幅角。

本报告开边界强迫水位采用全球模型调和求得开边界的 M_2、S_2、O_1、K_1、M_4 和 M_{S4} 六个分潮调和常数输入计算得到。

初始条件：

本模型初始条件采用稳态启动，初始的误差会随计算的进行逐步消失，文中模型验证取计算稳定后的模拟结果。

7.1.1.3 模型参数

（1）时间步长

在模型计算中，时间步长分为总时间步长和内部计算时间步长，其中总时间步长决定了结果输出的形式，同时在每个总时间步长点都对应着一个内部时间步长点，为满足计算稳定的要求，在总时间步长之间还会动态插入内部时间步长。

在该模型中最小时间步长取 0.01s，最大时间步长 60s。

（2）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: τ_{bx}, τ_{by}分别为 x、y 方向的底摩擦应力（kg/m/s^3）；ρ_w 是海水密度（kg/m^3）；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 0.0025。

（3）涡动粘滞系数

水平涡粘系数采用考虑亚尺度网格效应的 Smagorinsky (1963) 公式计算，如下：

$$A = c_s^2 l^2 \sqrt{2 S_{ij} S_{ij}}$$

式中：c_s 为常数，取 0.1；l 为特征混合长度，由 $S_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right)$，（i，j=1，2）计算得到。

垂向涡粘系数采用$\mathbf{k-\varepsilon}$方程：

$$v_t = c_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$$

其中，k 为湍动能，ε为湍动能耗散，c_μ为经验常数，取 0.09。

7.1.1.4 计算海域及网格设置

本项目所建立的数学模型岸线及水深资料采用海军航保部 2014 年出版的海图岸线和水深为基础建立模型，并根据 GoogleEarth 岸线进行调整，以平均海平面为基准面进行计算，采用 UTM-49 坐标系，中央经度为 111°。

本项目所建立的数学模型计算域如下图所示，采用非结构三角网格。为了能清楚了解项目附近海域的潮流状况，保证后续污染物浓度分布的计算精度，需要将项目附近海域进行局部加密。本报告将污染物预测平台的附近区域进行局部加密，最小空间步长约为 30m，由 9814 个节点和 19458 个三角单元组成。垂向采用 sigma 分层，自表

至底平均分为三层。计算海域与工程附近海域网格设置及水深地形见图 7.1-1~图 7.1-2（图中加密平台为污染物预测点）。

图 7.1-1　计算海域网格与地形图

图 7.1-2　工程附近海域网格设置

7.1.1.5　潮流及潮位的验证

在计算海域中，采用[redacted]2022 年 3 月 2 日至 2022 年 3 月 3 日对工程海域海流的现场观测资料，对数值计算结果进行验证。各实测点坐标如下表所示。

表 7.1-1　验证点坐标位置

调查站位	经度	纬度	调查项目
P3	[redacted]	[redacted]	流速、流向
P5	[redacted]	[redacted]	流速、流向、潮位
P16	[redacted]	[redacted]	流速、流向、潮位
P18	[redacted]	[redacted]	流速、流向

图 7.1-3　潮流、潮位实测站位图

图 7.1-4　P3 站位潮流验证曲线

图 7.1-5　P5 站位潮流验证曲线

图 7.1-6　P16 站位潮流验证曲线

图 7.1-7　P18 站位潮流验证曲线

图 7.1-8　潮位验证曲线

根据验证，潮流流速计算值和实测值变化趋势大体一致，流向计算值与实测值符合程度较好；潮位计算值与实测值基本一致。因此计算结果基本能够反映工程附近海域的潮流运动特征，可以为污染物扩散提供背景场。

7.1.2 潮流计算结果

图 7.1-9~图 7.1-10 分别为计算海域大潮时涨潮中间时和落潮中间时的表层潮流场。由图可以看出，项目附近海域基本为往复流，涨潮潮流流向为 SW-NE 向，落潮潮流流向为 NE-SW 向。

图 7.1-9　计算海域涨潮中间时潮流场

图 7.1-10　计算海域落潮中间时潮流场

7.2 项目建设对水文动力环境的影响分析

本次工程主要为钻完井工程及管缆铺设工程，平台为钢式导管架结构，桩腿尺寸较小，对流场影响范围较小，仅对桩腿附近局部流场有影响，对大海域水动力环境基本无影响；管道埋设于海面以下，对水动力环境基本无影响。

综上所述，本工程的建设对工程附近海域的水文动力环境影响较小。

7.3 地形地貌与冲淤环境影响分析与评价

本次工程主要为钻完井工程及管道铺设工程，平台为钢式导管架结构，桩腿尺寸较小，对地形地貌与冲淤环境的影响较小；海底管道施工期掀起的悬浮物在海流的作用下逐渐沉积在管沟周围，悬浮物产生量较小，而且由于潮流长时间的输沙作用，悬浮物不容易淤积，因此对海底地貌的影响较小。

7.4 海水水质环境影响预测与评价

7.4.1 悬浮物运动基本方程

悬浮物为颗粒态，它随着海水运动的同时，尚在海水中沉降，并最终淤积于海底，这一特性决定了它的影响范围和影响时间是有限的。

施工掀扬起的海底悬浮物，悬浮物输移一扩散过程由以下方程表示：

$$\frac{\partial S}{\partial t}+u\frac{\partial S}{\partial x}+v\frac{\partial S}{\partial y}+w_f\frac{\partial S}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(D_x\frac{\partial S}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(D_y\frac{\partial S}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(D_z\frac{\partial S}{\partial z}\right)+QC_0-S_E$$

式中：

S：水体悬浮物浓度(kg/m³)；

u、v：水流矢量沿 x 向、y 向流速(m/s)；

w_f：z 向有效流速（m/s），$w_f = w - \omega$（ω为悬浮物沉降速度ω为悬浮物沉降速度）。

D_x、D_y、D_z：x 向、y 向、z 向悬浮物紊动扩散系数(m²/s)；

Q：单元面积上源排放量(m³/s/m²)；

C_0：排放的源强悬浮物浓度(kg/m³)；

S_E：床沙侵蚀或淤积速率，单位 kg/m³/s。本报告仅考虑悬浮物的沉降，不考虑底床侵蚀及悬浮物的再悬浮。

（2）沉降速度

悬浮物沉速ω采用武汉水利电力学学院静水泥沙沉速公式计算，

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

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 1.65。

（3）边界条件

固边界上，

$$\frac{K_H}{D}\left[\frac{\partial S}{\partial \bar{n}}\right]=0$$

开边界上，

$$S|_{\Gamma}=0 \qquad \text{入流段}$$

$$\frac{\partial S}{\partial t}+V_n\frac{\partial S}{\partial \bar{n}}=0 \qquad \text{出流段}$$

其中 n 为边界的法线方向，Γ为水边界。

（4）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。

7.4.2 管线悬浮物对海水水质环境影响预测

7.4.2.1 源强

本工程拟建 1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台的海底混输管道，1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通的海底输气管道，1 条 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台的海底电缆。

根据工程分析，本项目管线施工过程中产生的悬浮物源强详见下表。

表 7.4- 1 悬浮物污染源强一览表

来源	外径 in	长度 km	泥沙产生量 m^3	排放速率 kg/s
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道	10	[redacted]	41044	2.72
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道	4	[redacted]	7447	2.48
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆	/	[redacted]	19650	4.65
合计	/	/	68141	/

7.4.2.2 预测方案

本次预测选取 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道、WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆进行预测。WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道产生悬浮物的源强较 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道产生悬浮物的源强小，对海水水质环境的影响不会超过 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道产生悬浮物的预测结果，因此其对海水水质环境的影响与 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道的预测结果进行类比。

预测时选取管缆两端点作为悬浮物计算控制点，取大潮期进行预测，源强排放时长为 25h。统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度增量最大值，根据海水水质标准值绘制等值线，所围成范围即为管道施工产生的悬浮物浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

7.4.2.3 预测结果

由计算知，本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道施工期间表层、中层无超海水水质标准区域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 4.16 km^2；无超三类、超四类海水水质标准区域；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.16km，施工结束后恢复到一类水质最长需 1h。

本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆施工期间表层、中层无超海水水质标准区域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 7.87km²；无超三类、超四类海水水质标准区域；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.45km，施工结束后恢复到一类水质最长需 1h。

根据类比，本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道施工期间表层、中层无超海水水质标准区域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 0.82km²；无超三类、超四类海水水质标准的区域；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.16km，施工结束后恢复到一类水质最长需 1h。

表 7.4-2　管线施工悬浮物排放预测结果

	层位	超一（二）类水质包络面积（km²）	超三类水质包络面积（km²）	超四类水质包络面积（km²）	超一（二）类水质最大距离（km）
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道	表层	0	0	0	0.16
	中层	0	0	0	
	底层	4.16	0	0	
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆	表层	0	0	0	0.45
	中层	0	0	0	
	底层	7.87	0	0	
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道（类比）	表层	0	0	0	0.16
	中层	0	0	0	
	底层	0.82	0	0	

表 7.4-3　管线施工悬浮物不同超标倍数包络面积(km²)

	层位	Bi≤1	1＜Bi≤4	4＜Bi≤9	Bi>9
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道	表层	0	0	0	0
	中层	0	0	0	0
	底层	2.12	2.04	0	0
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆	表层	0	0	0	0
	中层	0	0	0	0
	底层	4.26	1.53	2.08	0
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道（类比）	表层	0	0	0	0
	中层	0	0	0	0
	底层	0.42	0.40	0	0

图 7.4-1　WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道悬浮物扩散范围（底层）

图 7.4-2　WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台海底电缆悬浮物扩散范围（底层）

7.4.3 钻井液对海水水质环境影响预测

7.4.3.1 源强及位置

根据工程分析，本工程为分批钻井，WZ10-3W WHPA 平台钻井液共排放 2 批次，每批次排放量约为 210m³，控制其排放速率最大为 35m³/h。钻井液比重 1.08g/cm³~1.5g/cm³（按 1.25g/cm³ 计算），钻井液粒径 0.008mm~0.062mm，中值粒径取为 0.016mm。经估算，钻井液排放产生悬浮物的源强为 12.15kg/s。

7.4.3.2 预测方案

本报告分别计算了 WZ10-3W WHPA 平台于大潮时涨潮中间时、高潮时、落潮中间时、低潮时四个典型时刻排放钻井液时的悬浮物浓度扩散范围，统计各网格节点所有时刻的悬浮物浓度增量最大值，根据海水水质标准值绘制等值线，所围成范围即为钻井液排放产生的悬浮物浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

7.4.3.3 预测结果

根据预测，钻井液排放产生的悬浮物对海水水质的影响主要在表层，其它层无超标水域。超标面积统计见表 7.4-4，不同超标倍数的包络面积见表 7.4-5。钻井液排放引起海水中的悬浮物浓度增量总包络线见图 7.4-3。

由表可知，WZ10-3W WHPA 平台钻井液排放引起表层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.52km²，超三类海水水质标准的面积为 0.01km²，无超四类海水水质标准区域。超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.70km，停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为 2h。

表 7.4-4 钻井液排放产生的悬浮物预测结果（km²，单批次）

层位	超一（二）类	超三类	超四类	超一（二）类距平台最大距离（km）
表层	0.52	0.01	0	0.70
中层	0	0	0	
底层	0	0	0	

表 7.4-5 钻井液排放产生的悬浮物不同超标倍数总包络面积（km²，单批次）

层位	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi >9
表层	0.31	0.16	0.04	0.01
中层	0	0	0	0
底层	0	0	0	0

图 7.4-3　钻井液排放产生的悬浮物浓度增量包络线（表层）

7.4.4 钻屑对海水水质环境的影响预测

7.4.4.1 源强

根据工程分析，本项目 WZ10-3W WHPA 平台钻井过程中产生钻屑 13651m³，钻屑日均排放的最大速率约为 25.1m³/d。本项目钻屑密度按 2.5g/cm³ 计，经估算，本项目钻屑排放源强最大为 0.73kg/s。

表 7.4-6　本工程钻屑产生情况表

钻屑	井数（口）	钻屑排放量（m³）	钻井时间（d）	钻屑排放速率（m³/d）
第一批	26 口井	8380	400	21
第二批（预留井槽）	14 口井	5271	210	25.1
合计	40 口井	13651	610	/

钻屑粒径分布如下，计算时钻屑粒径分别按照下表进行计算，然后将计算的增量值叠加，计算总包络面积。

表 7.4-7　钻屑粒径分布（%）

<74μm	74~105μm	105~140μm	140~178μm	178~279μm	>279μm
5	20	35	25	10	5

7.4.4.2 预测方案

本报告预测钻屑的排放位置为 WZ10-3W WHPA 平台，排放速率为 25.1m³/d，排放时长 15 天，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，所围成范围即为钻屑排放产生悬浮物的浓度增量超海水水质标准的总包络范围。

7.4.4.3 预测结果

根据预测，WZ10-3W WHPA 平台钻屑排放产生的悬浮物对海水水质的影响主要在表层，其它层无超标水域。表层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.016km²，无超三类、超四类海水水质标准区域。超一（二）类海水水质标准的范围距平台最大距离为 0.09km，停止排放后 1h 整个海域可恢复到一类水质。

表 7.4-8　钻屑排放产生悬浮物的预测结果（km²）

层位	超一（二）类	超三类	超四类	超一（二）类距平台最大距离（km）
表层	0.016	0	0	0.09
中层	0	0	0	
底层	0	0	0	

表 7.4-9　钻屑排放产生悬浮物的不同超标倍数 Bi 总包络面积（km^2）

层位	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi >9
表层	0.011	0.005	0	0
中层	0	0	0	0
底层	0	0	0	0

图 7.4-4　钻屑排放产生的悬浮物超标范围（表层）

7.4.5 生活污水对海水水质环境影响预测

7.4.5.1 物质输运方程

在三维水动力模型的基础上，利用对流扩散模型计算排放后的浓度场。对流扩散方程如下：

$$\frac{\partial(HS)}{\partial t}+\frac{\partial(HuS)}{\partial x}+\frac{\partial(HvS)}{\partial y}=\frac{\partial}{\partial x}(HD_x\frac{\partial S}{\partial x})+\frac{\partial}{\partial y}(HD_y\frac{\partial S}{\partial y})+HS_A$$

式中左端第二、三项是物质平流项；右端前两项表示湍流形成的弥散项；S 为污染物浓度；Dx、Dy 为分散系数；S_A 为污染物排放速率；H=h+ζ 为从自由海面到计算深度的距离；u，v 是 x，y 方向上的流速。

边界条件：

在岸边界上，物流不能穿越边界，即 $\frac{\partial \vec{S}}{\partial \vec{n}}=0$；（n 为陆边界的法线方向）；

在水边界，在开边界上，流出时：$\frac{\partial S}{\partial t}+\overrightarrow{V_n}\frac{\partial S}{\partial n}=0$；

流入时：S=0；

初始条件：S(x,y,t=0)=0

由于污水 COD 采用铬法测定，海水 COD 采用锰法测定，因此存在 COD_{Cr} 与 COD_{Mn} 之间的转换关系。大量实验表明，对于生活污水二者转换关系为：$COD_{Mn}=1/3COD_{Cr}$。

7.4.5.2 源强和位置

根据工程分析，新建 WZ10-3W MOPU 平台生产定员 75 人，考虑到一定数量的

临时登平台人员，平台生活污水总排量为 28m³/d（含电解用海水量）。设置 1 套 80 人（60.5m³/d）的电解式生活污水处理装置用于处理生活污水，COD 排放浓度小于 300mg/L，则 COD 生产量为 2.87t/a，排放时长按每天集中排放 2h，计算得排放速率为 1.89g/s。

7.4.5.3 背景浓度

根据项目所在海域现场调查资料，本报告取 COD 浓度最大值 1.18mg/L 作为 COD 背景浓度。

7.4.5.4 预测结果

本报告选用 1.89 g/s 作为 COD 预测源强，排放时长 2h，分别计算大潮时涨潮中间时、落潮中间时、高潮时、低潮时四个典型时刻开始排放 COD 的影响范围，统计各网格节点所有时刻的 COD 浓度最大值，根据海水水质标准值绘制等值线，所围成范围即为 COD 超海水水质标准的总包络范围。

图 7.5-1 给出了叠加背景值后的生活污水 COD 超标范围包络图。根据计算，由于 COD 排放量不大，运营期生活污水 COD 超标水域影响的距离都在 1 个网格（30m）范围内，叠加背景值后超标的海域也均在排放点周围 30m 的范围内。

可见，本项目生活污水 COD 排放对海水水质环境的影响较小。

图 7.4-5 COD 浓度超标范围图

7.4.6 其他污染物对海水水质环境的影响分析

本项目运营期产生的含油生产水经处理达标后全部回注地层，洗井废液经开闭排系统进入到生产水处理系统处理达标后回注，不外排，因此不会对海水水质环境产生影响。

7.5 海洋沉积物环境影响分析

7.5.1 平台建设对海洋沉积物环境的影响分析

平台采用钢式导管架结构，平台桩腿部分由于深插入海中，施工过程中因打桩沉积物环境全部改变，但桩腿占海面积较小，因此施工期平台对海洋沉积物环境的影响较小。

钻井液与钻屑入海后，在海水运动的作用下，会在海底一定范围内沉积。其沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。一般大部分钻屑沉积在作业平台 200m 以内，按 200m 计算，则本项目钻屑覆盖厚度不小于 2cm 的区域面积不超过 0.13km^2，对海洋沉积物环境影响较小。

7.5.2 海底管道建设对海洋沉积物环境的影响分析

1、管道施工

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

按照工程建设方案分析，本工程管道施工过程沉积物被挖起和覆盖，其中管沟开挖的影响面积是 0.05km^2，覆盖的影响范围按两侧各 10m 计算，影响面积是 0.62km^2。此范围内的底栖生物短期内受到破坏，并使沉积物类型发生一定的变化。

2、管道防腐

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泄漏。本工程共铺设 2 条海底混输/输气管道，管线路由相同，设计寿命为 20 年。

混输管道共使用 122 块阳极块进行保护，海域中将有 122 个这样的点源，每个阳极块的重量约为 37.98kg，锌含量按 5.75%考虑，则单个阳极每年释放到环境中的锌不到 0.11kg，每个点源影响范围按半径 5m，影响深度 1.5m 计算，叠加沉积物现状调查的锌平均背景值（110×10^{-6}），则混输管道寿命期间海管周围沉积物中锌含量最大为 110.55×10^{-6}，小于海洋沉积物质量标准的第一类标准值 150×10^{-6}。

输气管道共使用 20 块阳极块进行保护，海域中将有 20 个这样的点源，每个阳极块的重量约为 16.61kg，锌含量按 5.75%考虑，则单个阳极每年释放到环境中的锌不到 0.048kg，每个点源影响范围按半径 5m，影响深度 1.5m 计算，叠加沉积物现状调查的锌平均背景值（110×10^{-6}），则输气水管道寿命期间海管周围沉积物中锌含量最大为 110.24×10^{-6}，小于海洋沉积物质量标准的第一类标准值 150×10^{-6}。

因此本项目混输/输气管道防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

7.6 海洋生态环境影响分析与评价

7.6.1 施工期海洋生态环境的影响分析与评价

7.6.1.1 项目建设对浮游植物的影响分析

本工程海底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。但由于悬浮物粒径较粗，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变化会很快得到恢复。

7.6.1.2 项目建设对浮游动物的影响分析

浮游植物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。施工期钻井液和钻屑排放后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，从而恢复浮游动物的正常生存环境。

7.6.1.3 项目建设对底栖生物资源的影响分析

铺设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毁灭性破坏，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，管道路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

钻屑入海后，在海水运动的作用下，大部分钻屑沉积在作业平台周围沉积，对底栖生物的掩埋造成破坏，并对其周围底栖生物的生长造成一定的影响，使覆盖范围内底栖生物量减少。但在钻井阶段排放的钻屑大部分可能沉积于平台周围 200 m 范围内，因而其对底栖生物造成影响的覆盖范围是有限的，不会对油田开发区周围的整个底栖生态系统稳定性和生物种类多样性造成明显危害。钻屑停止排放后，沉积区的底栖生物资源将会逐渐恢复。

7.6.1.4 项目建设对渔业资源的影响分析

施工产生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，施工对渔业的影响还体现在浮游动物与浮游植物食物供应链所受到的影响上。浮游植物和浮游动物是海洋生物的初级和次级生产力，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，项目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。

7.6.2 海洋生物资源损失估算

本项目对海洋生物资源的主要影响因素为：管道铺设、钻井液和钻屑排放产生的悬浮物。

7.6.2.1 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/T 9110-2007）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

（尾/km²）、个平方千米（个/km²）、千克平方千米（kg/km²）；

S_j——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，单位为平方千米（km²）；

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

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/T 9110-2007），各类生物的损失率取值如下：

表 7.6-1　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

项目施工期排放的钻屑沉降覆盖区域，使海洋生物资源栖息地丧失。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（km^2）或立方千米（km^3）。本报告中指铺设海底管道开挖海底面积，以及钻屑沉降覆盖 2cm 厚度的海底面积。

7.6.2.2 生物量损失计算参数

根据现状调查资料选取本次生物损失量计算的参数，鉴于工程施工时段较长，根据现状调查资料，取春秋两季的平均值，具体参数如下表所示。

表 7.6-2 生物资源密度取值

种类	2022 年 3 月	2021 年 9 月	计算取值（平均值）
底栖生物(g/m^2)	[redacted]	[redacted]	[redacted]
鱼卵（粒/m^3）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
仔稚鱼（尾/m^3）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
幼鱼（尾/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
头足类幼体（尾/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
虾类幼体（尾/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
蟹类幼体（尾/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
鱼类成体（kg/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
头足类成体（kg/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
虾类成体（kg/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]
蟹类成体（kg/km^2）	[redacted]	[redacted]	[redacted]

7.6.2.3 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平台永久占海、海底管道挖沟堆积占海及钻屑沉降对底栖生物造成的损失。

平台永久占海面积按平台桩腿与海底接触面积计算，底栖生物损失率按 100%计算；挖沟掘起的沉积物对沟两边的覆盖宽度大约各 20m（20m 处的覆盖厚度小于 2cm），离管沟 10m 以内的底栖生物按 100%损失计算，10m～20m 间的底栖生物按 50%损失计算。钻屑沉降也会对底栖生物造成损失，覆盖 2cm 厚度范围内损失率按照 100%计算。具体计算见下表。

表 7.6-3 平台及管道施工造成的底栖生物的损失量

影响环节		影响面积（m^2）	密度（g/m^2）	损失率（%）	损失量（t）
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道	管沟开挖	31200	[redacted]	100	0.434
	离管沟 10m 内	156000		100	2.172
	离管沟 10~20m	156000		50	1.086
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆	管沟开挖	6200		100	0.086
	离管沟 10m 内	31000		100	0.432
	离管沟 10~20m	31000		50	0.216

影响环节		影响面积（m^2）	密度（g/m^2）	损失率（%）	损失量（t）
WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道	管沟开挖	12200		100	0.170
	离管沟 10m 内	122000		100	1.698
	离管沟 10~20m	122000		50	0.849
钻屑	覆盖 2cm 厚度	130000		100	1.810
WZ10-3W WHPA/MOPU 平台	平台永久占海	100.48		100	0.001
合计					8.953

7.6.2.4 管道铺设悬浮物对海洋生物资源的影响评价

本次工程新铺设海底混输管道/输气管道/海底电缆各 1 条，管道施工期间悬浮物浓度增量区域存在时间不超过 15 d，按一次性损失计算。计算时将底层、中层、表层超标面积取平均，水深取全部水深（40m），本工程管道铺设悬浮物扩散造成的海洋生物损失量估算见下表。

表 7.6-4 管道铺设造成的海洋生物损失量估算

生物资源	影响面积（km^2）		[redacted]	[redacted]	损失量（尾或 kg）	合计（尾或 kg）
鱼卵	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	1.028×10^6	4.023×10^6
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	1.165×10^6	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	1.830×10^6	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
仔稚鱼	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	1.285×10^6	5.029×10^6
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	1.456×10^6	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	2.288×10^6	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
幼鱼	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	1887	7385
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	2138	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	3360	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
头足类幼体	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	73	284
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	82	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	129	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
虾类幼体	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	975	3815
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	1104	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	1736	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
蟹类幼体	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	61	237

	20-50mg/L	1.32		[redacted]	69	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	108	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
鱼类成体	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	2.13	14.50
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	6.04	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	6.33	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
头足类成体	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	1.00	6.82
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	2.84	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	2.98	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
虾类成体	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	0.76	5.17
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	2.15	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	2.25	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	
蟹类成体	10-20mg/L	2.34	[redacted]	[redacted]	0.75	5.10
	20-50mg/L	1.32		[redacted]	2.12	
	50-100mg/L	0.69		[redacted]	2.23	
	≥100mg/L	0		[redacted]	0	

表 7.6-5　管道铺设造成的海洋生物总损失量的估算

生物名称	管线铺设造成的损失量
鱼卵（×10^6粒）	4.023
仔稚鱼（×10^6尾）	5.029
幼鱼（尾）	7385
头足幼体（尾）	284
虾类幼体（尾）	3815
蟹类幼体（尾）	237
鱼类成体（kg）	14.50
头足类成体（kg）	6.82
虾类成体（kg）	5.17
蟹类成体（kg）	5.10

7.6.2.5　钻井液对海洋生物资源的影响评价

根据工程分析，本项目钻井液为钻井完成后一次性排放，共排放 2 次。根据预测结果，钻井液对海水的影响仅在表层，因此计算时取表层水深 13.3m（全部水深 40m）。本项目钻井液排放时间较短，因此按一次性损失估算钻井液扩散造成的海洋生物损失量，本项目钻井液排放 2 次共造成的海洋生物损失量见下表。

表 7.6-6　钻井液扩散造成的海洋生物损失量估算

生物资源	影响面积（km^2）	[redacted]	[redacted]	损失量（粒或 kg）	排放次数（次）	合计（尾或 kg）

鱼卵	10-20mg/L	0.31			0.044×10⁶		0.277×10⁶
	20-50mg/L	0.16			0.046×10⁶		
	50-100mg/L	0.04			0.034×10⁶		
	≥100mg/L	0.01			0.014×10⁶		
仔稚鱼	10-20mg/L	0.31			0.055×10⁶		0.347×10⁶
	20-50mg/L	0.16			0.057×10⁶		
	50-100mg/L	0.04			0.043×10⁶		
	≥100mg/L	0.01			0.018×10⁶		
幼鱼	10-20mg/L	0.31			250		1567
	20-50mg/L	0.16			258		
	50-100mg/L	0.04			194		
	≥100mg/L	0.01			81		
头足类幼体	10-20mg/L	0.31			10		60
	20-50mg/L	0.16			10		
	50-100mg/L	0.04			7		
	≥100mg/L	0.01			3		
虾类幼体	10-20mg/L	0.31			129		809
	20-50mg/L	0.16			134		
	50-100mg/L	0.04			100		
	≥100mg/L	0.01			42	2	
蟹类幼体	10-20mg/L	0.31			8		50
	20-50mg/L	0.16			8		
	50-100mg/L	0.04			6		
	≥100mg/L	0.01			3		
鱼类成体	10-20mg/L	0.31			0.28		3.12
	20-50mg/L	0.16			0.73		
	50-100mg/L	0.04			0.37		
	≥100mg/L	0.01			0.18		
头足类成体	10-20mg/L	0.31			0.13		1.47
	20-50mg/L	0.16			0.34		
	50-100mg/L	0.04			0.17		
	≥100mg/L	0.01			0.09		
虾类成体	10-20mg/L	0.31			0.10		1.11
	20-50mg/L	0.16			0.26		
	50-100mg/L	0.04			0.13		
	≥100mg/L	0.01			0.07		
蟹类成体	10-20mg/L	0.31			0.10		1.10
	20-50mg/L	0.16			0.26		
	50-100mg/L	0.04			0.13		
	≥100mg/L	0.01			0.06		

表 7.6-7　钻井液排放造成的海洋生物总损失量的估算

生物名称	钻井液排放造成的损失量
鱼卵（×10⁶ 粒）	0.277
仔稚鱼（×10⁶ 尾）	0.347
幼鱼（尾）	1567
头足幼体（尾）	60
虾类幼体（尾）	809
蟹类幼体（尾）	50
鱼类成体（kg）	3.12
头足类成体（kg）	1.47
虾类成体（kg）	1.11

蟹类成体（kg）	1.10

7.6.2.6 钻屑对海洋生物资源的影响评价

根据预测结果，钻屑对海水的影响仅在表层，因此计算时取表层水深 13.3m（全部水深 40m）。2 批次钻屑排放时长分别为 400d、210d，按持续性损失计算，总持续周期为 33，估算钻屑扩散造成的海洋生物损失量，见下表。

表 7.6-8 钻屑扩散造成海洋生物损失量估算

生物资源	影响面积（km^2）		[redacted]	[redacted]	损失量（粒或 kg）	持续周期（个）	合计（尾或 kg）
鱼卵	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0.002×10^6	41	0.123×10^6
	20-50mg/L	0.005			0.001×10^6		
	50-100mg/L	0			0		
	≥100mg/L	0			0		
仔稚鱼	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0.002×10^6		0.154×10^6
	20-50mg/L	0.005			0.002×10^6		
	50-100mg/L	0			0		
	≥100mg/L	0			0		
幼鱼	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	9		695
	20-50mg/L	0.005			8		
	50-100mg/L	0			0		
	≥100mg/L	0			0		
头足类幼体	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0		27
	20-50mg/L	0.005			0		
	50-100mg/L	0			0		
	≥100mg/L	0			0		
虾类幼体	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	5		359
	20-50mg/L	0.005			4		
	50-100mg/L	0			0		
	≥100mg/L	0			0		
蟹类幼体	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0		22
	20-50mg/L	0.005			0		
	50-100mg/L	0			0		
	≥100mg/L	0			0		
鱼类成体	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0.01		1.35
	20-50mg/L	0.005			0.02		
	50-100mg/L	0			0.00		
	≥100mg/L	0			0.00		
头足类成体	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0.00		0.63
	20-50mg/L	0.005			0.01		
	50-100mg/L	0			0.00		
	≥100mg/L	0			0.00		
虾类成体	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0.00		0.48
	20-50mg/L	0.005			0.01		
	50-100mg/L	0			0.00		
	≥100mg/L	0			0.00		
蟹类成体	10-20mg/L	0.011	[redacted]	[redacted]	0.00		0.47
	20-50mg/L	0.005			0.01		
	50-100mg/L	0			0.00		
	≥100mg/L	0			0.00		

表 7.6-9　钻屑排放造成的海洋生物损失量的估算

生物名称	钻屑排放造成的损失量
鱼卵（×10⁶粒）	0.123
仔稚鱼（×10⁶尾）	0.154
幼鱼（尾）	695
头足幼体（尾）	27
虾类幼体（尾）	359
蟹类幼体（尾）	22
鱼类成体（kg）	1.35
头足类成体（kg）	0.63
虾类成体（kg）	0.48
蟹类成体（kg）	0.47

7.6.2.7　生物损失量小结

本项目建设造成的海洋生物资源损失量汇总见表 7.6-10。

表 7.6-10　海洋生态环境损失汇总

生物名称	平台占海	管道铺设	钻井液	钻屑	合计
底栖生物（t）	0.001	7.14	/	1.81	8.953
鱼卵（×10⁶粒）	/	4.023	0.277	0.123	4.424
仔稚鱼（×10⁶尾）	/	5.029	0.347	0.154	5.530
幼鱼（尾）	/	7385	1567	695	9648
头足幼体（尾）	/	284	60	27	372
虾类幼体（尾）	/	3815	809	359	4983
蟹类幼体（尾）	/	237	50	22	309
鱼类成体（kg）	/	14.50	3.12	1.35	18.97
头足类成体（kg）	/	6.82	1.47	0.63	8.93
虾类成体（kg）	/	5.17	1.11	0.48	6.76
蟹类成体（kg）	/	5.10	1.10	0.47	6.67

7.7　主要环境敏感目标环境影响分析与评价

根据本项目所处海域的位置、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海洋保护区、水产种质资源资源保护区、产卵场、生态红线等。

7.7.1　项目对海洋保护区、海洋生态红线区的影响分析

距离本工程最近的海洋保护区为涠洲岛海洋保护区，与项目最近距离为[redacted]；距离本工程最近的海洋生态红线区为广西涠洲岛珊瑚礁保护区，与项目最近距离为[redacted]，其他海洋保护区及海洋生态红线区距离较远，可认为本项目建设及运行对其无影响。

7.7.2 项目对水产种质资源保护区的影响分析

北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区主要保护对象为二长棘鲷和长毛对虾。根据数值预测结果，本项目施工期 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管线、WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管线挖沟产生的悬浮物、钻井液、钻屑排放产生的悬浮物超一（二）类海水水质距离分别为 0.16km、0.16km、0.70km、0.09km 以内，这部分工程内容距离北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区最近的是 WZ11-4D 水下三通，最近距离 4.7km，因此 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管线、WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管线挖沟产生的悬浮物、钻井液、钻屑排放产生的悬浮物对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区没有影响。

本项目 WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台海底电缆有约 3.2km 位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区内，针对此部分工程，建设单位已委托[redacted]编制了《涠洲 10-3 西区开发项目对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，该报告结论为：涠洲 10-3 西区开发项目工程施工期间将对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区的生态环境造成一定的负面影响，但该影响属于短期的、可恢复性质，可以通过落实生态环境保护对策措施减缓影响；受损的生态与环境可以通过增殖放流、生态修复及相关科研工作等生态补偿措施给予修复。本项目施工期及运营期可能发生的风险包括井涌或井喷、船舶碰撞、平台火灾、地质性溢油事故、海底管道泄漏事故，经识别本项目代表性事故为新建海底混输管道泄漏事故。在建设单位、施工单位等有关单位认真落实本专题报告提出的各项环境保护对策措施、风险防范措施、海洋生态修复措施的前提下，涠洲 10-3 西区开发项目工程对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区具备生态环境可行性。目前该报告处于修改完善阶段，将于近期开展评审工作。

7.7.3 项目对“三场一通道”的影响分析

本工程位于北部湾二长棘鲷、北部湾绯鲤类、北部湾蓝圆鲹产卵场内。根据数值预测结果，本项目施工期管线悬浮物、钻井液、钻屑排放产生的悬浮物超一（二）类海水水质距离分别为 0.16km、0.70km、0.09km 以内，工程施工会对产卵场产生一定的影响，但施工结束后悬浮物恢复到一类水质的时间最长约为 2h，悬浮物造成的影响在施工结束后短时间内可以恢复，因此本工程的建设对重要经济生物资源的“三场一

通道”的影响是暂时且可恢复的。

8 环境风险分析与评价

8.1 风险调查

8.1.1 风险物质调查

本工程运营期涉及的主要危险物质是油类和天然气，油类、天然气在线量明细见下表。

表 8.1-1 物流管线内的原油、天然气在线量明细表

表 8.1-2 油类储罐等设施内的原油、天然气在线量明细表

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 4.2 章节内容。

8.2 环境风险评价等级判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），针对运营期涉及的危险物质分别进行风险潜势判断以确定评价等级。

本项目为海洋石油开发类项目，涉及的危险物质主要为油类和天然气。风险物质分布于本项目涉及的新建平台、海底混输管道和输气管道。

8.2.1 危险物质数量与临界量比值（Q）

（1）原油

根据建设单位提供资料，本次评价平台管汇、储罐、新建海底管道等在线最大油量约为 432.5m^3，原油密度按 873 kg/m^3 计算，因此本项目原油最大在线量折合为 377.57t。根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等）临界量：2500t，则运营期危险物质原油最大存储量与其临界量的比值：

Q 原油=q1/Q1=377.57/2500=0.15

（2）天然气

本工程平台管汇、栈桥管汇和天然气管道等的天然气最大在线量为 6878.1 Sm^3，

甲烷含量按照 85%计算，甲烷密度按 0.716kg/m^3 计算，则甲烷的质量为 4.2 t。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），甲烷临界量为 10t。则运营期危险物质天然气（甲烷）最大存储量与其临界量的比值：

Q 天然气=q1/Q1 =4.2/10=0.42

综上所述，运营期危险物质与其临界量的比值：Q=Q 原油+Q 天然气=0.57＜1。

8.2.2 评价工作等级确定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）进行计算，本项目危险物质与其临界量的比值 Q 均小于 1。当 Q＜1 时，该项目的环境风险潜势为Ⅰ。风险潜势为Ⅰ，则评价工作等级为简单分析。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ/T 169-2018），结合本项目生产设施危险性及环境风险潜势分析结果，评价工作级别判断见下表。

表 8.2-1 海洋工程建设项目环境影响评价等级

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。				

考虑到海洋油（气）开发工程涉及易燃、易爆（泄漏）的油气物质，且本项目位于北部湾二长棘鲷、北部湾绯鲤类和北部湾蓝圆鲹产卵场内，周边海域海洋环境较敏感，一旦溢油将对海洋生态环境和项目周边环境敏感区影响较大，因此本项目风险评价按照一级进行，开展溢油的数值分析预测，并根据预测结果进行风险防范措施可行性分析。

8.3 环境风险识别

8.3.1 物质风险识别

本项目生产过程中所涉及的危险物质主要为施工期的船舶燃料油（柴油）、油基钻井液白油，运营期原油、柴油和天然气（危险特性参考甲烷），本项目所涉及的危险物质的理化性质及危险特性见下表。

表 8.3-1 原油理化性质及危险特性表

标识	中文名称	原油	英文名称	Petroleum；Crude oil
	CAS 号	8002-05-9		
理化	外观与气味	原油是一种从地下深处开采的黄色、褐色乃至黑色的可燃性黏稠液体。		

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

表 8.3-2　柴油理化性质及危险特性表

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

表 8.3-3　甲烷理化性质及危险特性表

标识	中文名：甲烷	英文名：methane
	CAS 号：74-82-8	
理化特性	外观与性状：无色无臭易燃易爆气体	溶解性：不溶于水
	熔点（℃）：-183	沸点（℃）：-161
	相对密度：（水=1）0.45（液化）	相对密度：（空气=1）0.59
	饱和蒸气压（kPa）53.32（-168.8℃）	禁忌物：强氧化剂、卤素
	临界压力（MPa）:4.59	临界温度（℃：）-82.3

	稳定性：稳定	聚合危害：不聚合
危险特性	危险性类别：第 2.1 类易燃气体	燃烧性：易燃
	引燃温度（℃）：537	闪点（℃）：-188
	爆炸下限（V%）：5.0	爆炸上限（%）：15.0
	燃烧（分解）产物：CO、CO_2、水	
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险	
	灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。	
	灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。	
毒理性质	工作场所最高容许浓度 MAC：300（mg/m^3）	
	毒性判别：微毒类，多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类	
健康危害	侵入途径：吸入	
	健康危害：当空气中浓度过高时，使空气中氧气含量明显降低，使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。	
	急性中毒：当空气中浓度达到 20~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快，若不及时逃离，可致窒息死亡。	
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。	
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并立即隔离，严格限制出入。切断火源，戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道），以避免发生爆炸。切断气源，喷洒雾状水稀释，抽排（室内）或强力通风（室外）。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方，或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	
储运	储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。原理或中、热源。防止阳光直射。应与央企、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的想放弃才。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。	

表 8.3-4　油基钻井液白油理化特性及危险性质

名称	中文名：白油	
主要成分	石蜡基加氢基础油，CAS：64742-54-7	
理化特性	外观与性状：无色透明液体，无味，无刺激性	溶解性：不溶于水，溶于醇、醚、酮、脂等大部分有机溶液
	密度：（20℃）：＜820 kg/m^3	应避免的物质：强氧化剂
	闪点（开口）：不低于 100℃	稳定性：在正常状况稳定
危险特性	燃烧性：丙 B 类可燃液体	有害分解产物：在环境温度下不分解
	有害反应的可能性：不会发生有害反应	
	环境危害：对环境有危害，应防止对土壤、水体的污染	
毒理性质	潜在急性健康危害，急性毒性：急性毒性较低	
健康危害	无明显危害 在某些应用场合可能会产生油雾，过度暴露于液体和油雾时可能会引起皮肤及眼睛刺激，可能导致呼吸系统刺激与损伤，并加重原有的哮喘等呼吸道疾病。不慎大量食入严重损害消化系统，应及时采取抢救措施吐	
急救	吸入时：迅速脱离现场至空气新鲜处，保持呼吸道通畅。如果出现头昏、恶心、或者神志不清,请立刻就医。	

	食入时：饮足量温水，催吐，大量吞服者，应立即送医院诊治，在医师的指导下采取催吐或其它的救护措施。 眼睛接触：立即翻开上、下眼睑，用流动清水或生理盐水冲洗，若发生持续刺激，则需就医。 皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂和大量流动清水洗净被污染的部分。如果产品被注入皮下或者人体任何部位,无论伤口的外观或大小，必须立即送医院进行外科检查治疗
泄漏处理	应急处理：当发现泄漏时，立即切断火源，隔离可燃物。经风险评价，必要时组织污染区人员撤离至安全区。在清除泄漏物时，必须佩戴个人安全防护器材。 应急抢险过程，应注意防止人身伤害及环境污染等次生灾害。 小量泄漏：尽可能将溢漏液收集在密闭容器内，用砂土、活性碳或其它惰性材料吸收残液，也可以用不燃性分散剂制成的乳液刷洗，洗液应进行无害化处置。 大量泄漏：根据风险程度向相关部门进行情况通报。构筑围堤或挖坑收容。用泵转移至密闭容器内，回收或运至废物处理场所处置
储运	应密闭储存，贮存在阴凉、干燥、通风的场所，远离明火、高温热源、强氧化剂和易燃物，避免混入水及杂质等异物。贮存区域应配备必要的消防器材，泄漏应急处理器材。空容器中可能还残留部分产品，勿明火加热、切割、焊接

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

8.3.2 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，主要包括施工期钻完井作业井喷井涌、平台安装、改造时含油气管线的跑冒滴漏、可燃气体爆炸火灾、船舶碰撞及运营期间的油气泄漏等事故。具体如下表所示。

表 8.3-5　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	井口区钻完井作业	原油	井喷井涌	海洋环境
	平台安装、动火作业	原油、天然气	火灾爆炸	大气环境
	支持船等船舶使用	燃料油	燃料油泄漏	海洋环境
	钻完井	原油	地质性溢油（包括浅层气、压裂风险等）	海洋环境
运营期	管线集输	原油、天然气	油气泄露	海洋环境
	柴油储罐破裂	柴油	油品泄漏	海洋环境
	供应船	燃料油	燃料油泄漏	海洋环境
	海底管道泄漏	原油	原油泄漏	海洋环境

8.3.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括油类（原油、柴油、白油）和天然气，向环境转移的途径主要通过

水体污染（海水污染），环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析见下表。

表 8.3-6　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、白油）	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）
天然气	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	大气

8.4 风险事故情形分析

8.4.1 风险事故类型分析

8.4.1.1 施工阶段的风险事故类型

（1）井涌或井喷

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

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

（2）船舶碰撞

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

（3）火灾/爆炸

设备故障以及人员操作失误有可能造成火灾和爆炸。在钻井作业期间若地层中的可燃流体伴随着钻井泥浆进入泥浆池，聚集到爆炸浓度时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便会酿成火灾和爆炸。此外，平台改造期间若存在动火作业距离油气生产区较近的情况，也可能发生火灾/爆炸事故。

（4）供应船向钻井平台输送油基钻井液软管破裂

施工期油基钻井液运输船舶将泥浆舱向钻井平台泥浆池经软管输送钻井液时，操作失误或软管破裂有可能造成油基钻井液泄漏入海，由于输送作业有严格的操作规定，软管定期更换，同时输送软管较短，内部液量很小，作业时供应船与输送设施均

有人值班监视，一旦发生事故立即关泵停输，因此不会造成大规模泄漏。

（5）供应船输油软管破裂

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

（6）地质性溢油事故

对于断裂系统十分复杂的油气田，可能会出现储层压力高压异常，若储层附近恰好存在着连通海床的自然地质断层，储层压力可能使储层流体沿附近的地质断层自储层段运移至海床而造成油气泄漏事故。此外，如油气田表层套管下深不足或固井质量差，在钻遇异常高压油气层时也可能产生地质性油气泄漏事故。另外在钻井过程中可能在钻井轨迹内钻遇深度在海拔-500m 以上的气层，在井筒不完整、井控设备试压不合格情况，可能发生浅层气溢出的现象，进而导致井喷/井涌事故。本项目地质性溢油风险分析详见 8.7 节。

8.4.1.2 生产阶段的风险事故类型

（1）井涌或井喷

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

（2）平台溢油事故

生产阶段，井口平台上进行油气输送作业时，可能由于设备老化或人为误操作等原因引起平台油气物流管线或含油储罐的泄漏，当可燃气体泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，可能造成油品泄漏入海。

（3）地质性溢油风险事故

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

井质量差，在钻遇异常高压油气层时也可能产生地质性油气泄漏事故。本项目地质性溢油风险分析详见 8.7 节。

（4）船舶溢油风险事故

运营期在本项目平台工作的值班船等船只可能因为天气或操作失误等原因发生事故，进而导致溢油。本项目的运营期不新增值班船。

（5）海底管道破裂

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。

（6）供应船输油软管破裂

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

（7）新建栈桥管线破裂

栈桥长 10m，在栈桥上布设工艺管线，铺设位置在栈桥甲板下，并且管线设计为可视。在日常的巡检过程中发现有腐蚀点的情况会及时进行修复、更换；WZ10-3W MOPU 平台回坞检修前会先回收栈桥管线物料后再进行拆除，所以栈桥上工艺管线破裂溢油入海情况的概率很小。

表 8.4-1　施工期及运营期环境风险识别一览表

阶段	事故情形	油气泄漏事故情形原因分析
施工阶段	船舶溢油	施工过程进行人员、物资的支持，施工船作业等需要使用船舶。船舶之间及船舶与周围设施之间可能产生碰撞甚至倾覆，从而可能导致船舶储油舱发生泄漏
	井喷/井涌	由于抽汲、未预报的高压及固井水泥凝固时静液压力丧失等原因导致一级井控措施失效；由于套管泄露、方钻杆阀（管柱安全阀） 及故障防喷器组故障等原因导致二级井控措施失效，从而导致钻井施工期井喷/井涌
	应船向钻井平台输送油基钻井液软管破裂	施工期油基钻井液运输船舶将泥浆舱向钻井平台泥浆池经软管输送钻井液时，操作失误或软管破裂有可能造成油基钻井液泄漏入海
	供应船输油软管破裂	在供应船向平台输油时操作失误或输油软管破裂可能造成燃油（柴油）泄漏入海
	火灾、爆炸	伴随井喷释放的物质有原油和天然气，当烃类物质聚集到一定浓度后，遇明火可能引发平台火灾、爆炸

阶段	事故情形	油气泄漏事故情形原因分析
	地质性溢油风险事故（钻遇浅层气）	在钻井过程中可能在钻井轨迹内钻遇深度在海拔-500m 以上的气层，在井筒不完整、井控设备试压不合格情况，可能发生浅层气溢出的现象，进而导致井喷/井涌事故
运营阶段	井喷/井涌	由于抽汲压力、过低的泥浆相对密度和气体聚集等原因导致一级井控措施失效；由于油井防喷器和管柱安全阀发生故障等原因导致二级井控，进而可能引发运营期井喷或井涌事故
	平台工艺管线泄漏	平台油气输送管件失效、腐蚀、容器破裂、操作错误、仪表和控制失效等原因可能引发泄漏，泄漏后处理和收集不当，导致管线内原油泄漏入海
	平台火灾、爆炸	平台上进行油气的输送、储存或处理等作业，由于设备或人为误操作等引起油气泄漏，当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸，从而导致事故升级，造成原油泄漏入海
	海底管道/立管泄漏	海底管道/立管因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，海底管道存在着潜在的被损坏的风险，管线小孔损坏或全破裂导致原油入海
	新建栈桥管线破裂	栈桥管线日常腐蚀、WZ10-3W MOPU 平台回坞检修前会栈桥管线拆除等操作可能导致原油泄漏入海
	船舶碰撞	运营期支持船在作业时可能与平台设施等发生碰撞，可能会造成船舶溢油，燃料油泄漏入海
	供应船输油软管破裂	在供应船向平台输油时操作失误或输油软管破裂可能造成燃油（柴油）泄漏入海
	地质性溢油风险事故	油田含油构造内发育较为复杂的断层，可能成为地层流体逸散至海底的通道，一旦由于不恰当的注入造成局部地层压力高于断层启动压力，会致使附近断层处于不稳定状态，原油将可能沿断层面纵向运移并溢至海床，从而造成地质性油气泄漏事故

8.4.2 环境风险事故概率

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）等机构统计的海油工程事故数据。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》、《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中相关数据，结合本油田工程特点对开发生产过程中可能导致较严重溢油的事故可能性进行定量定性分析。

（1）井涌或井喷

《风险评估数据指南》统计了 1980~2005 年美国墨西哥湾外大陆架、英国大陆架、挪威海域等海域发生的井喷事故，其中常规油井发生井涌和井喷的概率见下表。

表 8.4-2　常规油井井涌和井喷事故概率

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

根据工程方案，本项目新建平台新增生产井 15 口，注水井 11 口。根据上表估算，生产井发生井涌的概率为 4.3×10^{-5} 次/a，井喷的概率为 6.5×10^{-5} 次/a。

（2）平台火灾

根据 S.Fjeld 和 T.Andersen 等人对北海油田事故的分析，海上生产设施各区的火灾事故发生频率：

油气传输区：3×10^{-4} 次/a

油气处理区：4×10^{-3} 次/a

储油区：2×10^{-3} 次/a

本项目新建平台涉及油气处理及油气传输功能。由此估算生产运营期间，项目新建平台发生火灾事故发生频率为 4.3×10^{-3} 次/a。本项目其余改造的平台火灾风险不属于本项目的新增风险。

由于烃类物质的释放和聚集引起火灾和爆炸引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级，因此泄漏溢油事故概率不高于 4.3×10^{-4} 次/a。

（3）船舶碰撞泄漏事故

平台附近主要有供应船、值班船、钻井平台等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与油田设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》（2010），船舶与平台等油田设施发生碰撞的概率见下表。由于本项目施工期会划定安全施工区，禁止外来航船驶入。且拖轮的储油舱一般设置在中部侧舷，钻井平台储油罐多设置在底部，二者的储油舱一般只有在发生碰撞情况下，才有可能损坏。即使由于操作失误而发生碰撞，也是拖轮的桅顶与钻井平台外侧发生碰撞，储油舱的损坏概率较小。因此确定本项目船舶碰撞概率为 5.0×10^{-6} 次/a，结合上述分析可知，发生船舶碰撞事故也未必造成船舶储油舱破裂。因此由于船舶碰撞造成的溢油事故概率将至少低一个数量级，即船舶碰撞造成溢油事故的概率小于 5.0×10^{-7} 次/a。

表 8.4-3　船舶碰撞概率

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

（4）平台工艺管线泄漏

由于平台设置开闭排系统，因此若平台上方管线发生泄漏，泄漏的油类物质会进入开闭排系统中处理，不会发生油类物质入海现象。

（5）平台含油储罐泄漏

平台上的储罐通常分为常压储罐和带压储罐，常压容器主要有柴油罐、开式排放罐等；带压储罐主要有分离器、闭式排放罐等。通常容器泄漏可进行自动关断，通过及时收集和清理泄漏现场，可避免泄漏物入海。《风险评估数据指南》统计的储罐事故概率如下表。根据统计，本项目涉及平台上主要存在的含油储罐主要为 4 台带压罐，则计算可知本项目运营期发生含油储罐泄漏的概率为 1.88×10^{-4} 次/a。

表 8.4-4　含油储罐泄漏频率表

罐类别	事故类型	泄漏概率	单位
常压罐	固定顶罐破裂	3.0×10^{-6}	（次/罐·年）
带压罐	罐破裂	4.7×10^{-5}	

（6）海底管道/立管油气泄漏事故

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。其中因海水腐蚀造成的海底管道事故的可能性较小。

根据莫特麦克唐（Mott McDonald）公司 2003 年出版的报告《PARLOC 2001： The update of Loss of containment 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（Det Norske Veritas，DNV）的《Riser/Pipeline Leak Frequencies，2006》对 PARLOC2001 报告进行了修正。具体见下表。

表 8.4-5　不同管径的管道在不同位置的事故率统计

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

本项目评价工程海底混输管线、输气管线总长度为 18.7km，输送物质为处理后的油气且管径小于 24 英寸，由此计算管道发生事故的概率为 9.5×10^{-4} 次/a。管道立管段管径小于 16 英寸，因此立管段发生事故概率为 9.1×10^{-4} 次/a。综上，本条海管发生事

故的最大概率为 9.5×10^{-4} 次/a。

8.4.3 溢油事故溢油量估算

8.4.3.1 建设阶段溢油量

建设阶段溢油事故的主要泄放物质包括井流和施工船舶燃料油等。

①发生井喷事故时，井喷溢油量难以估计。

②本项目新建平台及对现有平台设备改造工程施工期间，拟采用拖轮和驳船运输物料。建设阶段因船舶碰撞泄漏的燃料油以拖轮的燃料油舱的单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量约为 $100m^3$。

8.4.3.2 生产阶段溢油量

生产阶段可能发生井喷、地质性溢油、船舶碰撞和平台含油管线/储罐泄漏引起的溢油事故。

①运营期船舶碰撞可能溢油量参考施工期船舶单舱容量，约 $100m^3$。

②一旦发生井喷/地质性溢油等事故，其溢油量难以估计。

③新建的 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 海底混输管道的溢油量，选取最不利情形即管道断裂进行溢油量的核算。

一旦管道发生泄漏事故，自动控制系统将在 30s 内启动应急关断系统。管道泄漏时，选取最不利情形即管道断裂进行评价。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：

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

式中：

V_{rel} 为原油泄漏量，bbl（1 桶=0.14 t）；

V_{pipe} 为管段体积，ft3（1ft3＝$0.0283m^3$）；

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。

本工程新建海底混输管道长约 [redacted]，海管内径 142.9mm，体积约为 250 m^3，合 8834 ft^3，则原油在关断后泄漏量为 141.6 bbl，合 19.8 t。

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：

QL——液体泄漏速度，kg/s；

Cd——液体泄漏系数，此值常用 0.6～0.64；

A——裂口面积，m^2；全管径泄漏则裂口面积为 $0.016m^2$；

ρ ——泄漏漏液体密度，kg/m^3；原油密度取 $873kg/m^3$；

P——容器内介质压力，Pa；本项目实施后管道设计压力为 7700kPa；

P0——环境压力，Pa；该处海域水深取 40m，环境压力取 400kPa；

g ——重力加速度，$10m/s^2$；

h——裂口之上液位高度，m，取 0m。

本项目液体泄漏系数取 0.64，在考虑全管径泄漏的前提下，根据公式计算得出泄漏速度为 1156kg/s，应急关断时间 30s，则泄漏量为 34.7t。

综上，关闭阀门前的泄漏量为 34.7t，阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量为 19.8t，则管道溢油量为 54.5t（$62m^3$）。

综上所述，本项目建设及生产阶段最大可能溢油量见下表。

表 8.4-6　建设及生产阶段可能溢油量

阶段	事故类型	风险物质	溢油量	发生概率	规模
建设阶段	井喷/井涌	井流	难以估计	井涌：4.3×10^{-5} 次/a，井喷：6.5×10^{-5} 次/a	不定
	火灾、爆炸	原油	难以估计	不高于 4.3×10^{-4} 次/a	不定
	船舶碰撞	燃料油	$100m^3$	小于 5.0×10^{-7} 次/a	大
	地质性溢油	原油	难以估计	/	大
生产阶段	井喷/井涌	井流	难以估计	井涌：4.3×10^{-5} 次/a，井喷：6.5×10^{-5} 次/a	不定
	地质性溢油	原油	难以估计	/	不定
	平台油气物流管线泄漏	原油	$<1m^3$	很小	小
	含油储罐泄漏	原油	$<124m^3$	1.88×10^{-4} 次/a	小
	船舶碰撞	燃料油	$100m^3$	小于 5.0×10^{-7} 次/a	大
	新建混输海管泄漏	原油	$62m^3$	9.1×10^{-4} 次/a	大

8.4.4 最具代表性事故选取

根据风险识别章节可知，本项目在施工期和运营期间可能发生的主要溢油事故为船舶碰撞、井喷/井涌等地质性溢油、新建平台上油气物流管线/储罐等泄漏和海底输油管道泄漏造成的溢油事故。

由前文计算可知船舶碰撞造成溢油事故的概率小于 10^{-6} 次/a，低于《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018）中对最大可信事故的判定标准，因此船舶碰撞造成的溢油事故不纳入到本项目代表性事故中考虑；由于井喷及火灾爆炸造成的溢油量通常是难以确定的；平台油气物流管线油类储罐等设施均设有应急关断及围堰等设施，在发生油气泄漏的情况下可以及时进行自动关断，泄漏的油类物质会被收集至开闭排系统中处理，油类物质入海概率极小。

由于本项目新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 混输管道，海管/立管泄漏发生概率较大，且一旦发生造成的环境危害较为严重，结合上述上分析本项目代表性事故选取为本项目新建海底输油管道泄漏事故。

8.5 环境风险事故影响预测与评价

8.5.1 溢油预测模式

8.5.1.1 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。

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

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

油粒子在嵌套漫游网格内的水平迁移则可表示为：

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

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

对时间 t 方向上采用中心差分，能够保证上述差分方程的二阶精度。上式中 ξ、KH 分别代表［-1，1］区域上的均匀分布随机数和水平方向上的湍流涡动粘性系数。

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

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

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

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

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

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

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

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

依 Johanson-Ichiye 的公式，垂向涡动扩散系数由下式计算：

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

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

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

对 di<de，由 Stokes 定律：

$$W_L = g d_i^2 (1 - \rho_o / \rho_W) / 18\nu \quad (9)$$

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

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

溢油的挥发乳化与油品特性有关。

挥发率可写为：

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

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

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

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

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

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

则水面油粒子体积应为：

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

设乳化前油密度为ρO，水密度为ρW，则乳化后油密度：

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

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：

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

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，ν O 为初始时油膜的运动粘性系数。

8.5.2 溢油预测情景设定

8.5.2.1 溢油类型

根据油气泄漏风险事故分析，本次选取运营期新建海管原油泄漏事故进行预测。

8.5.2.2 溢油位置

本报告选取新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 混输管道靠 WZ10-3W WHPA 平台一侧（20°47′50.061″N，108°36′02.517″E）为溢油位置。

8.5.2.3 源强

根据前述章节可知，本项目新建海管可能的溢油量为 62m³，本次预测溢油源强取 65m³，溢油持续时间设置为 1h，油膜漂移预测时间为溢油后的 72h。

8.5.2.4 常风与大风风速取值

本次溢油数值模拟主要针对平均风速与极端风速下溢油漂移情况进行模拟，根据《涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期注水完善项目环境影响报告表》（报批稿 2019 年 2 月）和《涠洲 12-2 油田群及涠洲 11-4N 油田二期开发工程环境影响报告书》（报批稿 2014 年 3 月）风玫瑰图中选取频率较大的风向、并结合项目所在位置与周边敏感区的分布，选取对敏感区影响较大的风向，综合考虑得出。详见表 8.5-1。

表 8.5-1 溢油数值模拟扩散选取风况

风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
平均风速（m/s）	8.9	7.1	6.9	5.4	8	7.8	8.5	7.2
极值风速（m/s）	19.9	22.5	20.9	22.5	24.9	24.1	24.4	24.2

8.5.2.5 预测结果

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中心点分布比较密集甚至发生重叠。不同的风向直接导致溢油漂移方向不同，甚至决定了溢油是否抵岸。本次预测中溢油漂移距离最远为 210.9km，发生在极风落潮 S 向工况下；72h 油膜最大扫海面积为 773.2km^2，发生在极风落潮 S 向工况下；最快抵岸时间为 33h，发生在极风涨潮 S 向工况下。

表 8.5-2　不同风向、均风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风向	风速	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km²）	溢油扩散最大面积（km²）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次抵敏感区前残余油量（m³）	首次抵岸所需时间（h）	首次抵岸前残余油量（m³）	72 小时残存油量（m³）
N	8.9	涨潮	86.1	519.0	13.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	23.2
		落潮	87.1	521.3	13.2	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	23.1
NE	7.1	涨潮	84.6	516.2	13.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	23.4
		落潮	83.5	517.8	13.3	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	22.8
E	6.9	涨潮	83.3	510.5	13.6	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	22.5
		落潮	85.2	508.2	13.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	22.9
SE	5.4	涨潮	79.8	424.9	13.6	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	19.1
						53h（二长棘鲷幼鱼保护区）	21.8			
		落潮	80.0	427.6	13.5	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	18.4
						60（二长棘鲷幼鱼保护区）	19.8			
S	8	涨潮	79.2	421.7	13.2	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	18.2
						10h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	23.2			
						21h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	22.7			
						32h （二长棘鲷幼鱼保护区）	22.3			
						57h（广西近海南部海洋保护区限制类红线区）	19.4			
						57.5h（广西近海南部重要渔业限制类红线区）	19.4			
						58.5h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	19.3			
		落潮	81.1	426.4	13.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	18.1
						20h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	23.9			
						26h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	22.6			
						38h （二长棘鲷幼鱼保护区）	21.1			

风向	风速	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km^2）	溢油扩散最大面积（km^2）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次抵敏感区前残余油量（m^3）	首次抵岸所需时间（h）	首次抵岸前残余油量（m^3）	72 小时残存油量（m^3）
						62h（广西近海南部海洋保护区限制类红线区）	18.8			
						62.5h（广西近海南部重要渔业限制类红线区）	18.8			
						63.5h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	18.7			
SW	7.8	涨潮	82.0	511.3	13.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	18.3
						8h （北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	28.3			
						26h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	26.4			
						54h （ 二长棘鲷幼鱼保护区）	22.1			
		落潮	81.4	513.8	13.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	18.1
						20h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	24.0			
						25.5h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	22.9			
						65h （ 二长棘鲷幼鱼保护区）	18.6			
W	8.5	涨潮	81.5	459.7	13.5	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	19.7
						14h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	23.7			
						38.5h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	21.7			
		落潮	83.1	463.8	13.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	19.4
						24h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	22.6			
						39h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	21.0			
NW	7.2	涨潮	83.8	513.7	13.8	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	28.2
		落潮	83.2	517.9	13.7	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	27.2

表 8.5-3　不同风向、均风条件下溢油发生后不同时间溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风况	风速	潮况	扫海面积（km²）						残余油量（m³）						油膜距离（km）					
			2h	6h	12h	24h	48h	72h	2h	6h	12h	24h	48	72h	2h	6h	12h	24h	48h	72h
N	7.14	涨潮	3.5	10.9	58.8	118.8	309.1	519.0	52.0	45.0	39.3	34.9	30.0	23.2	2.9	6.8	18.4	35.1	60.2	86.1
		落潮	3.7	9.8	59.6	117.4	312.8	521.3	51.7	46.1	40.2	34.1	29.5	23.1	3.1	7.1	17.5	37.2	58.4	87.1
NE	6.99	涨潮	3.1	8.3	55.0	110.2	307.3	516.2	55.2	46.3	41.1	36.4	31.2	23.4	2.7	6.3	17.2	32.6	58.3	84.6
		落潮	3.3	8.6	57.2	115.6	306.2	517.8	54.9	47.1	41.9	35.6	30.4	22.8	2.9	5.8	18.3	33.1	62.1	83.5
E	5.99	涨潮	3.1	7.5	56.1	118.7	306.6	510.5	55.4	46.4	41.3	36.3	31.4	22.5	2.5	5.6	17.5	28.9	56.2	83.3
		落潮	3.0	6.7	54.7	120.4	311.5	508.2	54.2	47.1	42.0	36.1	30.7	22.9	2.6	6.7	18.4	27.9	57.4	85.2
SE	4.58	涨潮	2.9	7.3	44.1	95.6	243.6	424.9	56.7	47.4	42.6	37.6	32.7	19.1	2.4	4.8	15.6	25.6	54.6	79.8
		落潮	3.1	7.0	43.6	96.8	237.1	427.6	55.6	49.6	43.5	36.8	30.1	18.4	2.6	5.0	16.7	26.4	55.3	80.0
S	3.97	涨潮	2.4	7.0	34.8	76.8	223.2	421.7	54.6	45.6	39.9	35.5	30.6	18.2	2.3	4.5	15.7	27.3	54.4	79.2
		落潮	2.3	6.5	35.2	77.8	228.9	426.4	54.6	45.2	38.7	34.6	30.0	18.1	2.5	4.9	14.9	29.0	56.3	81.1
SW	5.75	涨潮	3.2	7.4	48.7	108.5	290.8	511.3	54.7	45.8	40.6	35.6	30.7	18.3	2.5	5.7	16.4	28.1	56.5	82.0
		落潮	3.5	8.0	47.3	110.6	293.7	513.8	54.2	45.1	40.3	36.7	31.7	18.1	2.7	6.2	17.5	27.9	58.9	81.4
W	4.75	涨潮	3.0	7.4	47.1	101.7	286.3	459.7	54.3	45.3	42.1	35.1	30.2	19.7	2.4	4.9	16.6	26.1	56.1	81.5
		落潮	3.4	7.6	50.3	98.7	291.4	463.8	53.2	44.9	41.0	35.4	31.0	19.4	2.5	5.1	17.2	25.4	57.8	83.1
NW	6.85	涨潮	3.1	8.0	53.7	109.4	307.6	513.7	55.1	46.2	41.0	36.0	31.1	28.2	2.6	6.3	16.9	31.7	58.3	83.8
		落潮	3.3	8.4	57.1	113.6	311.8	517.9	54.9	46.0	40.9	35.8	30.7	27.2	2.7	6.4	18.2	33.6	60.8	83.2

表 8.5-4　不同风向、极风情况下溢油发生后 72h 溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风向	风速	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km²）	溢油扩散最大面积（km²）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次抵敏感区前残余油量（m³）	首次抵岸所需时间（h）	首次抵岸前残余油量（m³）	72 小时残存油量（m³）
N	19.9	涨潮	165.4	622.0	7.4	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	22.8
						68.5h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	23.3			
		落潮	167.9	627.2	7.8	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	21.7
						69h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	21.9			
NE	22.5	涨潮	191.3	703.8	7.9	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	22.1
		落潮	193.8	714.8	8.0	0h（渔业“三场一通道”）	--	不抵岸	--	21.9
E	20.9	涨潮	137.0	688.1	8.2	0h（渔业“三场一通道”）	--	49.5	25.2	0.0
		落潮	140.2	690.2	8.1	0h（渔业“三场一通道”）	--	49.5	25.2	0.0
SE	22.5	涨潮	197.6	699.7	8.6	0h（渔业“三场一通道”）	--	37.5	26.8	0.0
						17h（二长棘鲷幼鱼保护区）	21.0			
						25h（广西近海南部重要渔业限制类红线区）	19.2			
						28h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	18.6			
		落潮	200.4	700.2	8.3	0h（渔业“三场一通道”）	--	39.5	26.8	0.0
						19h（二长棘鲷幼鱼保护区）	20.5			
						26h（广西近海南部重要渔业限制类红线区）	19.0			
S	24.9	涨潮	207.4	756.8	8.7	0h（鳗、中国对虾、三疣梭子蟹索饵场、中国毛虾、蓝点马鲛的产卵场）	--	33	27.1	0.0
						4h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	29.2			
						7.5h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	27.6			
						10h （二长棘鲷幼鱼保护区）	23.2			

风向	风速	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km^2）	溢油扩散最大面积（km^2）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次抵敏感区前残余油量（m^3）	首次抵岸所需时间（h）	首次抵岸前残余油量（m^3）	72 小时残存油量（m^3）
						19h（广西近海南部海洋保护区限制类红线区）	20.1			
						19.5h（广西近海南部重要渔业限制类红线区）	20.0			
						20h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	19.9			
		落潮	210.9	773.2	8.7	0h（渔业“三场一通道”）	--	33.5	27.1	0.0
						10h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	23.2			
						11h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	22.4			
						13h （二长棘鲷幼鱼保护区）	21.9			
						20h（广西近海南部海洋保护区限制类红线区）	19.9			
						20.5h（广西近海南部重要渔业限制类红线区）	19.8			
						21h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	19.7			
SW	24.1	涨潮	205.3	749.3	9.0	0h（渔业“三场一通道”）	--	42.5	25.5	0.0
						4h （北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	29.3			
						12h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	28.4			
						20h （ 二长棘鲷幼鱼保护区）	20.0			
						27.5h （ 北海南部海域重要渔业海域限制类红线区）	18.5			
						28.5h （北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	18.4			
		落潮	206.7	745.1	8.9	0h（渔业“三场一通道”）	--	42.5	25.5	0.0

风向	风速	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km²）	溢油扩散最大面积（km²）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次抵敏感区前残余油量（m³）	首次抵岸所需时间（h）	首次抵岸前残余油量（m³）	72 小时残存油量（m³）
						8h （北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	24.3			
						13.5h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	23.7			
						20h （ 二长棘鲷幼鱼保护区）	20.0			
						34.5h （ 北海南部海域重要渔业海域限制类红线区）	17.5			
						35.5h （北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区）	17.3			
W	24.4	涨潮	203.7	698.2	8.1	0h（渔业“三场一通道”）	--	47	24.7	0.0
						4h(北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	29.4			
						15h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	28.3			
						28h （二长棘鲷幼鱼保护区）	18.4			
						42h （ 雷州珍稀海洋生物自然保护区限制类红线区）	16.4			
						43.5h （雷州珍稀海洋生物自然保护区禁止类红线区）	16.3			
		落潮	205.1	696.4	8.5	0h（渔业“三场一通道”）	--	49	24.7	0.0
						13h（北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区）	29..0			
						21.5h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	26.9			
						29h （二长棘鲷幼鱼保护区）	26.6			
						45h （ 雷州珍稀海洋生物自然保护区限制类红线区）	16.2			
						46.5h （雷州珍稀海洋生物自然保护区禁止类红线区）	16.1			

风向	风速	潮况	72h 漂移距离（km）	72h 扫海面积（km^2）	溢油扩散最大面积（km^2）	首次抵敏感区所需时间（h）	首次抵敏感区前残余油量（m^3）	首次抵岸所需时间（h）	首次抵岸前残余油量（m^3）	72 小时残存油量（m^3）
NW	24.2	涨潮	197.5	701.3	7.6	0h（渔业“三场一通道”）	--	44	25.2	0.0
						32h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	27.5			
		落潮	199.4	702.3	7.9	0h（渔业“三场一通道”）	--	44	25.2	0.0
						34.5h （南海北部幼鱼繁育场保护区）	27.5			

表 8.5-5　不同风向、极风条件下溢油发生后不同时间溢油漂移距离（km）与扫海面积（km²）

风况	风速	潮况	扫海面积（km²）						残余油量（m³）						油膜距离（km）					
			2h	6h	12h	24h	48h	72h	2h	6h	12h	24h	48	72h	2h	6h	12h	24h	48h	72h
N	19.9	涨潮	8.3	29.6	81.7	205.5	528.5	622.0	49.7	40.7	35.5	30.5	25.6	22.8	4.5	12.1	28.7	55.1	110.0	165.4
		落潮	8.6	30.5	79.5	207.4	534.9	627.2	49.4	40.5	36.7	30.2	26.8	21.7	4.8	12.9	32.4	54.6	112.4	167.9
NE	22.5	涨潮	9.8	36.2	104.9	257.6	669.9	703.8	49.0	40.0	34.8	29.8	24.9	22.1	5.3	13.0	32.6	63.1	128.5	191.3
		落潮	9.5	34.6	106.3	263.7	673.5	714.8	49.5	40.3	35.6	29.4	25.1	21.9	5.5	13.7	34.7	67.1	132.8	193.8
E	20.9	涨潮	7.5	34.9	106.1	251.3	636.7	688.1	49.4	40.4	35.2	30.2	25.3	0.0	4.8	12.9	31.1	58.9	120.3	137.0
		落潮	6.9	33.7	104.8	254.7	639.2	690.2	49.6	40.2	34.7	29.6	23.4	0.0	5.1	13.4	31.8	60.2	119.7	140.2
SE	22.5	涨潮	9.5	39.6	104.2	261.4	674.3	699.7	47.0	40.0	34.8	29.8	25.1	0.0	6.4	17.6	30.4	60.7	131.2	197.6
		落潮	10.1	40.4	105.7	258.9	689.3	700.2	47.3	40.2	35.4	30.1	24.7	0.0	6.2	18.7	32.6	63.7	137.9	200.4
S	24.9	涨潮	11.9	51.0	115.4	289.0	708.6	756.8	48.5	39.4	34.3	29.3	24.9	0.0	7.1	19.9	35.1	66.5	136.8	207.4
		落潮	12.6	53.2	113.5	285.7	711.8	773.2	48.2	38.7	31.5	28.7	24.1	0.0	7.3	20.4	37.5	67.8	138.7	210.9
SW	24.1	涨潮	10.3	45.2	101.8	265.4	702.4	749.3	48.7	39.6	34.5	29.5	25.1	0.0	7.0	18.7	29.2	61.0	132.4	205.3
		落潮	9.9	47.8	112.8	263.9	705.9	745.1	49.2	38.9	32.7	28.2	24.1	0.0	6.9	19.1	31.4	58.3	133.9	206.7
W	24.4	涨潮	10.7	47.3	109.4	263.6	652.9	698.2	48.6	39.6	34.4	29.4	24.1	0.0	6.9	19.3	34.2	65.0	136.8	203.7
		落潮	10.4	46.9	113.5	265.9	663.8	696.4	48.7	40.3	36.1	28.7	23.7	0.0	6.8	20.1	33.7	68.3	139.4	205.1
NW	24.2	涨潮	10.2	44.6	108.1	263.8	684.3	701.3	48.7	39.6	34.4	29.4	23.9	0.0	6.3	19.2	34.8	65.2	131.4	197.5
		落潮	10.1	43.5	109.7	265.4	693.2	702.3	48.7	40.2	33.9	27.5	23.1	0.0	6.2	20.3	32.7	67.4	136.8	199.4

图 8.5-1　极风涨潮 72h 溢油轨迹图

图 8.5-2　极风落潮 72h 溢油轨迹图

图 8.5-3　均风涨潮 72h 溢油轨迹图

图 8.5-4　均风落潮 72h 溢油轨迹图

8.6 溢油事故影响分析

8.6.1 溢油对敏感目标的影响分析

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 4.2 节。项目溢油可能抵达生态保护红线区，其中抵达广西近海南部重要渔业限制类红线区最短时间为 19.5h、抵达广西近海南部海洋保护区限制类红线区最短时间为 19h，其它生态保护红线抵达时间均在 24h 以上。

除生态保护红线外，项目抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区最短时间为 20h、抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区最短时间为 4h，抵达广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区最短时间为 42h，抵达南海北部幼鱼繁育场保护区最短时间为 7.5h。

表 8.6-1　各敏感区的分布及溢油抵达敏感目标的最短时间

敏感目标名称		不利条件	[redacted]	最短到达时间（h）	残余油量（%）
渔业“三场一通道”		所有	[redacted]	即刻抵达	/
生态红线区	广西近海南部重要渔业限制类红线区	极风涨潮 S	[redacted]	19.5	20.0
	广西近海南部海洋保护区限制类红线区	极风涨潮 S	[redacted]	19	20.1
	北海南部海域重要渔业海域限制类红线区	极风涨潮 SW	[redacted]	27.5	18.5

	雷州珍稀海洋生物自然保护区禁止类红线区	极风涨潮 W	■	43.5	16.3
	雷州珍稀海洋生物自然保护区限制类红线区	极风涨潮 W	▮	42	16.4
水产种质资源保护区	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区实验区	极风涨潮 S	▮	20	19.9
	北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区	极风涨潮 S/极风涨潮 W/极风涨潮 SW	▮	4	29.2/29.3/29.4
国家级自然保护区	广东雷州珍稀海洋生物国家级自然保护区	极风涨潮 W	▮	42	16.4
	南海北部幼鱼繁育场保护区	极风涨潮 S	■	7.5	27.6

8.6.2 溢油对生态环境影响分析

海上溢油一般以溶解状态、乳化状态、吸附和沉降状态等为主，其中以溶解状态毒害最大。溢油对海洋生物的影响包括物理作用和化学毒害两个方面。物理作用包括油品黏附覆盖于生物体表，导致生物丧失或减弱活动能力，堵塞生物的呼吸和进水系统，吸附悬浮物沉降而导致生物幼体失去合适的附着基质等。油类对海洋生物的化学毒害分为两类：一类是大量的原油造成的急性中毒；另一类是长期的低浓度油类的毒性效应（于桂峰，2007）。

8.6.2.1 对浮游生物的影响

（1）浮游植物

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

8.6.2.2 对游泳生物的影响

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

如果污染事故发生在鱼类的产卵或孵化场，由于油的覆盖和毒害，鱼卵和幼体会被杀死；性成熟的鱼，当产卵洄游到严重油污、地理位置较窄、浅水和水交换不良处，也会被杀死；产卵场或孵化场受到严重油污，将影响鱼的怀卵数量和产卵行为，种群繁衍可能受到伤害；无脊椎动物由于逃离溢油现场的速度较鱼类慢，因此其受溢油的损害更大。油污染不仅能降低甲壳类动物的摄食率和运动能力，还能抑制甲壳类动物的趋化性，阻抑或降低其生殖行为，延长其蜕皮时间，降低其生长率。溢油污染使水域中大量的饵料生物浮游动、植物等数量减少，破坏了游泳生物的幼体及部分成体赖以生存的饵料基

础，食物链网传递能量脱节，致使高营养级生物量下降，造成区域生态失衡。油污干扰了游泳生物正常的生理、生化机能，从而会引起病变。近些年，鱼虾贝类病害时有发生，造成了很大经济损失，水质恶化是造成病害的重要原因之一，而石油污染又是造成水质恶化的重要原因之一。油类污染物在相当长的一段时间持续影响水域生态环境，使游泳生物产生回避反应，继而使一些种类被迫改变生活习性，影响种群正常洞游、繁殖、索饵、分布，从而导致事故海域在一段时间内渔业功能衰退。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类受伤害程度轻，若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

8.6.2.3 对底栖生物的影响

发生溢油后，相当一部分油类污染衍生物质甚至油类颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层油类污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所以一旦受到溢油污染，它们便难以生存。溢油中的多环芳烃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。

8.7 地质性溢油及浅层气风险分析与评价

图 8.7-1 涠洲 10-3 油田西区地震剖面

8.7.1.1 钻完井钻遇浅层气风险分析

涠洲 10-3 油田西区区内断层绝大多数会在流二段消亡，极少数向上延伸的断层也会在 T80 消亡，不太可能延伸至海底，因而钻完井浅层气的风险极低。

8.8 环境风险防范措施和应急预案

8.8.1 事故防范措施

8.8.1.1 设计阶段防范措施

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，本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。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。

（1）严格按照相关规范设计

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

（2）针对新建混输海底管道，海管设计为双层保温管，内外钢管之间加装保温层进行保护；预安装立管布置在导管架内侧，设置警示标识；后安装立管布置在导管架外侧，设置防碰撞保护结构和警示标识；水下法兰采用法兰保护器保护。近平台膨胀弯及无法挖沟段覆盖有水泥压块保护，可以避免落物撞击损伤。钢管外防腐采用防腐涂层、牺牲阳极联合保护，内防腐除采用“碳钢＋缓蚀剂”方案，并留有足够的腐蚀余量。为防止受外力撞击引起的管线破裂事故，管道设计埋深 1.5m 以上。

（3）设置火气探测系统

新建平台设置火气探测系统（FGS），其目的是及时、准确地探测到可能发生或已经发生的火情和可燃气体泄漏事故，并及时采取相应措施(如报警、关断、消防等)以保护平台人员和设施的安全。FGS 具有自动探测火灾和可燃气体泄漏、自动/手动启动报警（包括 PA/GA 系统）和消防系统、自动/手动执行火气关断逻辑、故障容错及对控制网络、系统和现场火气探测/报警设备进行自诊断的功能。此外，FGS 还能完成对系统本身、现场火气探测/报警设备的定期测试。

（4）设置紧急关断系统

设置应急关断系统（ESD）的主要目的是在事故情况下，确保平台上人员和生产设施的安全，防止环境污染，将事故的损失限制到最小。紧急关断系统的设计应确保某一级别关断能启动所有较低级别关断，而不能引起较高级别的关断。在平台可燃气体泄漏、

发生火灾、管线破裂、恶劣天气等不利条件下，油田可执行紧急关断。

（5）注重安全可靠

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

8.8.1.2 施工阶段防范措施

（1）井喷及井涌事故防范措施

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

- 加强对地层、地质资料的勘查研究，减少因认知缺乏而产生的事故；严格实施钻井作业规程；
- 在钻台、钻井液池和钻井液工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，探测并迅速扩散聚集的烃类气体；
- 安装井口防喷器；
- 井口控制安全屏蔽由机械或液压控制的监测装置组成，用来控制井喷；
- 选择优质封隔器；
- 设置消防喷淋系统，关键场所设手提灭火器；
- 开钻之前制定周密的钻井计划；
- 配备安全有效的防喷设备以及良好的压井材料、井控设备；
- 油管强度设计采用较高的安全系数；
- 对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理系统；
- 加强钻时观测，及时发现先兆，按正确的关井程序实行有效控制，并及时组织压井作业；
- 制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施。

（2）钻完井期间其他风险防范措施

1）井眼防碰预防措施

- 表层防碰井段钻进使用牙轮钻头，采用低排量、低钻压钻井参数确保作业安全。
- 防碰井段使用陀螺测斜，密切关注与已钻井眼的防碰扫描。

- 在返出槽合适位置放置磁铁，并安排专人实时观察。
- 优化现场操作措施，加强振动筛返出岩屑和井眼数据的监控，并及时用定向井软件对轨迹进行防碰计算和分析。
- 钻进中若出现钻遇套管的征兆，如返出岩屑水泥含量愈来愈高，钻时变慢，钻压有增无减，钻具蹩跳严重，泵压升高，进尺变慢，MWD 的地磁场强度值数据显示异常，则立即停止钻进。

2）固井作业风险防范措施

- 提高套管居中度。套管鞋附近安装扶正器保证套管居中度。
- 改变封固方式。套管固井作业由单级双封变为单级全封，尾浆封固下部油层段，领浆填充上部井段。
- 优化浆柱结构。固井作业水泥浆采用低密高强体系封固。采用低温早强水泥浆，缩短水泥浆稠化时间。
- 合理设计前置液浆柱，确保清洗效果。
- 合理选择隔离液。
- 尽量减少套管鞋口袋。
- 固井结束，在确认无回流，环空液面稳定的情况下拆井口。
- 固完井拆井口后，要在油管四通上连接盲法兰封堵、油管四通翼阀安装压力表，空井期间要定期检查井口是否有压力，若发现井口带压，要及时采取措施处理。
- 进行固井质量测井，确保油层段封固。

3）完井作业相关风险防范措施

- 井控风险：备齐防喷变扣及加重材料；
- 高压作业：召开风险分析会并做好隔离保护；
- 环境保护：含油及受污染的完井液使用污油罐回收。

（3）船舶碰撞防范措施

为减少施工期施工船舶事故发生的概率，并减小溢油事故后对环境造成的影响，应采取事故防范措施。

- 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。
- 为防止施工过程可能出现的溢油风险事故，建设单位应设立事故应急机构，平时协

助监督部门进行安全生产监督、检查，及时发现并排除事故。

- 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，提前采取避让的措施。施工单位根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。
- 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。

（4）平台改造风险防范措施

为防止平台改造导致事故的发生，油田作业者考虑了如下措施：

- 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；
- 施工单位需要对施工作业人员进行安全培训与教育，严格明火源控制，严禁平台吸烟等；
- 平台需根据新增设备设施及物流的接入，完善相应的安全管理制度和操作规程。

（5）供应船向钻井平台输送油基钻井液软管破裂

严格按输送作业操作规定操作，软管加强保养，定期更换，作业时供应船与输送设施加强值班监视，一旦发生事故立即关泵停输。

（6）地质性溢油事故防范措施

地质性溢油事故防范措施见 8.7 小节。

（7）钻遇浅层气风险防范措施

钻遇浅层气风险防范措施见 8.8 小节。

8.8.1.3 生产阶段防范措施

（1）船舶碰撞事故防范措施

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

- 作业者制定了相应的保护和检测程序，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。在平台上设置助航标识灯、障碍灯、雾笛、平台标志牌等。
- 为有效减少船舶碰撞事故的发生，有必要对船舶碰撞事故进行预防和综合控制。船舶管理者对安全航行进行计划、组织、指挥、协调和控制等活动，以达到保护人员安全和防止溢油事件发生的目的。
- 施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。操作人员认真学习《海上避碰规则》，严格遵守航行法规；使用安全航速；配齐必要的助航仪器（海上作业已配备 AIS 船舶防撞系统）。
- 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，充分利用听觉、雷达以及适合当时环境和情况下的一切有效手段，保持不间断瞭望。
- 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。
- 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。
- 施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向公司海事部门及主管部门报告。
- 发生船舶交通事故时，应尽可能关闭所有油仓管系统的阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。
- 平台桩腿外侧新增管线需安装防碰架。

（2）输油软管溢油事故防范措施及应急方法

- 为防止在供应船卸载燃料油在接受燃料油作业时发生输油软管泄漏，作业者定期对输油软管进行安全检测，对输油软管进行定期保养维护，并制定切实可行的输油作业操作规程，一旦发现输油作业有滴漏现象，应立即停止输油作业，并及时上报，进行应急处理。
- 提前观测天气、海况等，避免在恶劣天气条件下输油作业，减少溢油风险。
- 输油结束，及时开启回流阀，将输油管线内残余燃料油回流舱内，防止残留在输油

油管内的油类泄漏。

- 输油软管破裂引起溢油时应采取的措施：
- 拖轮立即关断输油泵；
- 启动溢油应急计划。

（3）平台油气管线/油类储罐泄漏事故防范措施

- 对易于发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，并设置相应的应急关断系统。在生产工艺区装备火焰和气体探测器，以监测工艺流程中的火情和可燃气体浓度，发现异常及时报警。
- 在日常生产活动中加强对油气输送管线/储罐等容器的巡检工作，发现油类跑、冒、滴、漏等现象及时处理，避免油类入海。平台上设有围堰及收集措施，在发生油类物质泄漏事故时能做到及时收集并将泄漏的油类物质打入开闭排系统中，避免油类物质入海。

（4）海底管道泄漏防范措施

针对海底管道溢油事故，主要制定了以下防范措施：

- 采取管道完整性管理的方法实现对海底管线的事故防范；
- 各油田制定相应的管线保护和检测程序；
- 值班船对管线沿途进行巡视；
- 对海底管道进行不定期和定期检测；
- 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；
- 海底管线监控配备船舶 AIS 预警系统的基础上增加音波测漏系统；

（5）栈桥工艺管线事故防范措施

- 严格按照设计要求进行施工，并在施工中保证工艺管线焊接质量。工艺管线铺设完成，要进行扫线、清管和试压。
- 作业者将制定相应的工艺管线保护和检测程序，由值班人员对栈桥工艺管线进行巡视，定期检测，确保工艺管线的安全性。
- 油气传输系统中的主要设备和工艺管线均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置，对于易发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，重要位置设置相应的应急关断系统。
- WZ10-3W MOPU 平台回坞检修前须先回收栈桥管线物料后再进行拆除，防止残油

入海。

（6）井涌或井喷

正常生产作业过程中，发生井涌或井喷的概率较小。在修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等原因，可能导致发生井涌，若不及时控制或控制不当，可能引发井喷事故。本工程运营阶段修井作业采取的主要预防措施有：

- 加强对地层、地质资料的勘查研究，减少因认知缺乏而产生的事故。
- 定期对设备进行安全排查，发现问题及时处理。
- 加强人员培训，避免人员操做失误引发的事故。

（7）地质性溢油事故防范措施

地质性溢油事故防范措施见 8.7 小节。

8.8.2 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。

8.8.2.1 溢油应急计划

建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》的相关规定，编写制定了《中海石油（中国）有限公司湛江分公司北部湾涠洲油田群溢油应急计划》（2021 年版）并在生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案。应急计划的主要内容应包括油田作业情况、应急组织体系、溢油风险分析与预防措施、溢油事故的处置、溢油应急力量和溢油应急保障等。建设方需针对本项目新增的内容对已有应急计划进行修编，将本项目新增的工程内容纳入到已有应急计划中统一管理。

8.8.2.2 应急组织机构

湛江分公司应急组织机构由应急指挥中心、油气田/陆岸终端应急执行小组两级组成。见分公司应急组织机构图。

分公司应急指挥中心是分公司应急工作的最高决策指挥机构，同时也是中海石油南

海西部海域事故应急的组织者。一旦应急指挥中心启动，将全权负责应急事件处置工作。

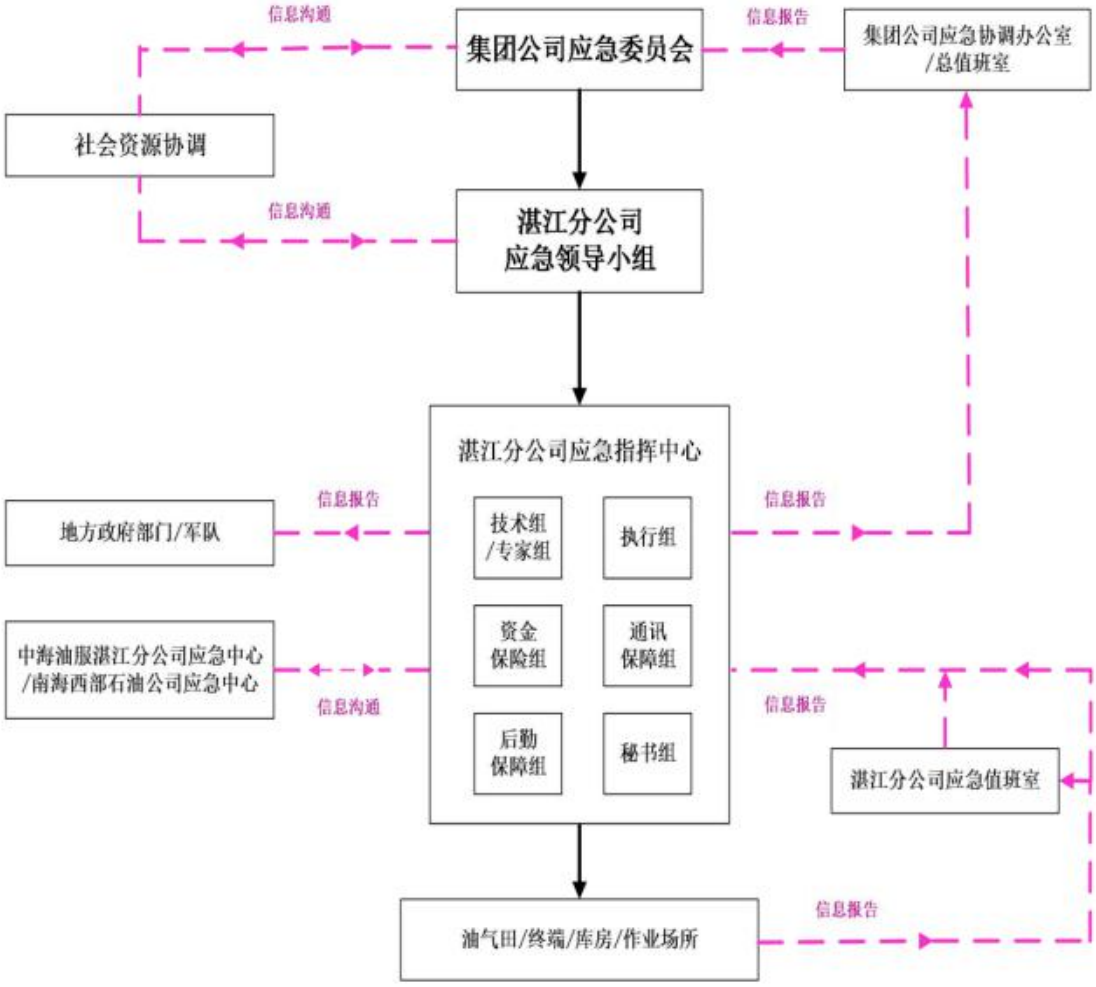


图 8.8-1　分公司应急组织机构图

8.8.2.3　溢油事故的处置

（1）溢油事故的报告

发生溢油事故后，无论大小均必须尽快按向上级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，如下图溢油事故报告程序图。溢油事故报告应至少包括下列内容：

1、溢油事故发生的地点、时间、初步原因（井喷、油罐破裂、撞船等，并分析人为因素或自然因素）、溢油量、溢油方式（一次性溢油或连续性溢油）。

2、目前采取的应急措施及其有效程度。

3、除现场的自身力量外，需要求助其他溢油应急力量的援助要求等。

4、填写溢油事故报告表

根据国家海洋局令第 1 号，关于《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例实施办法》第二十条之规定，应将溢油情况向政府主管部门汇报。在现场溢油事故

发生后第一时间内，现场应急小组组长应报告给湛江分公司应急值班室，分公司应急值班室依据分公司程序进行报告，分公司在发生溢油事故 1 小时内报告政府主管部门及相关单位。

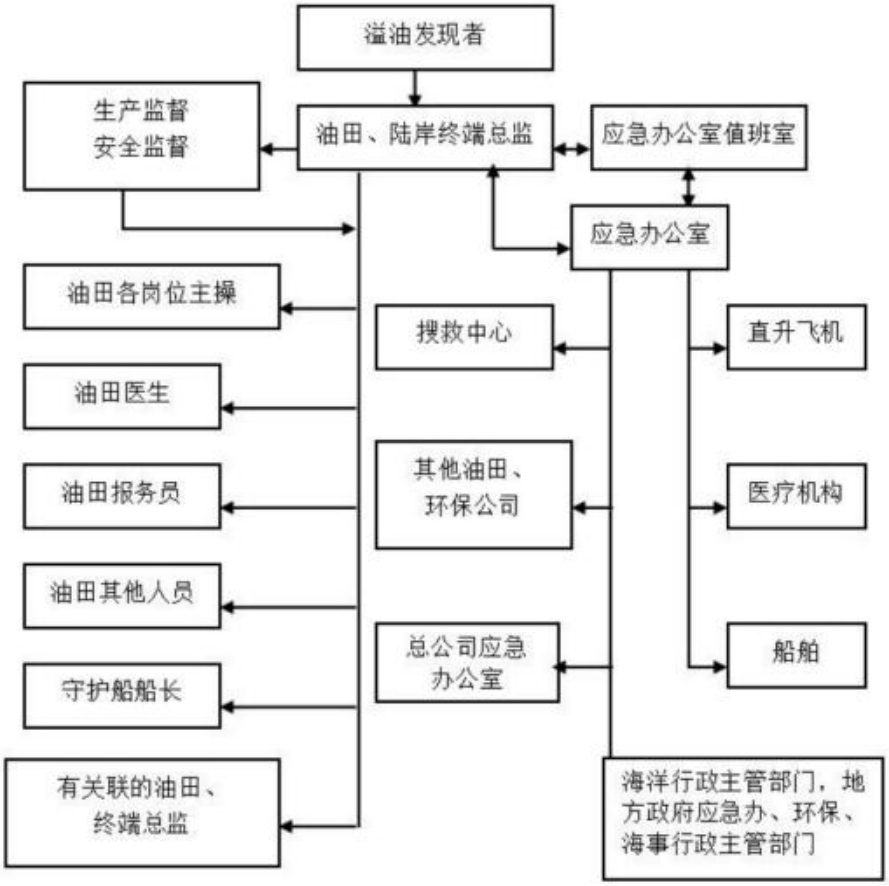


图 8.8-2　溢油事故报告程序图

（2）溢油事故分类

《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》将溢油事故分为特别重大、重大、较大和一般四级：

特别重大溢油事故，是指溢油 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油事故；

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

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

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

（3）溢油事故应急程序

溢油事故发生后，可按下图所示开展溢油事故应急处理工作。

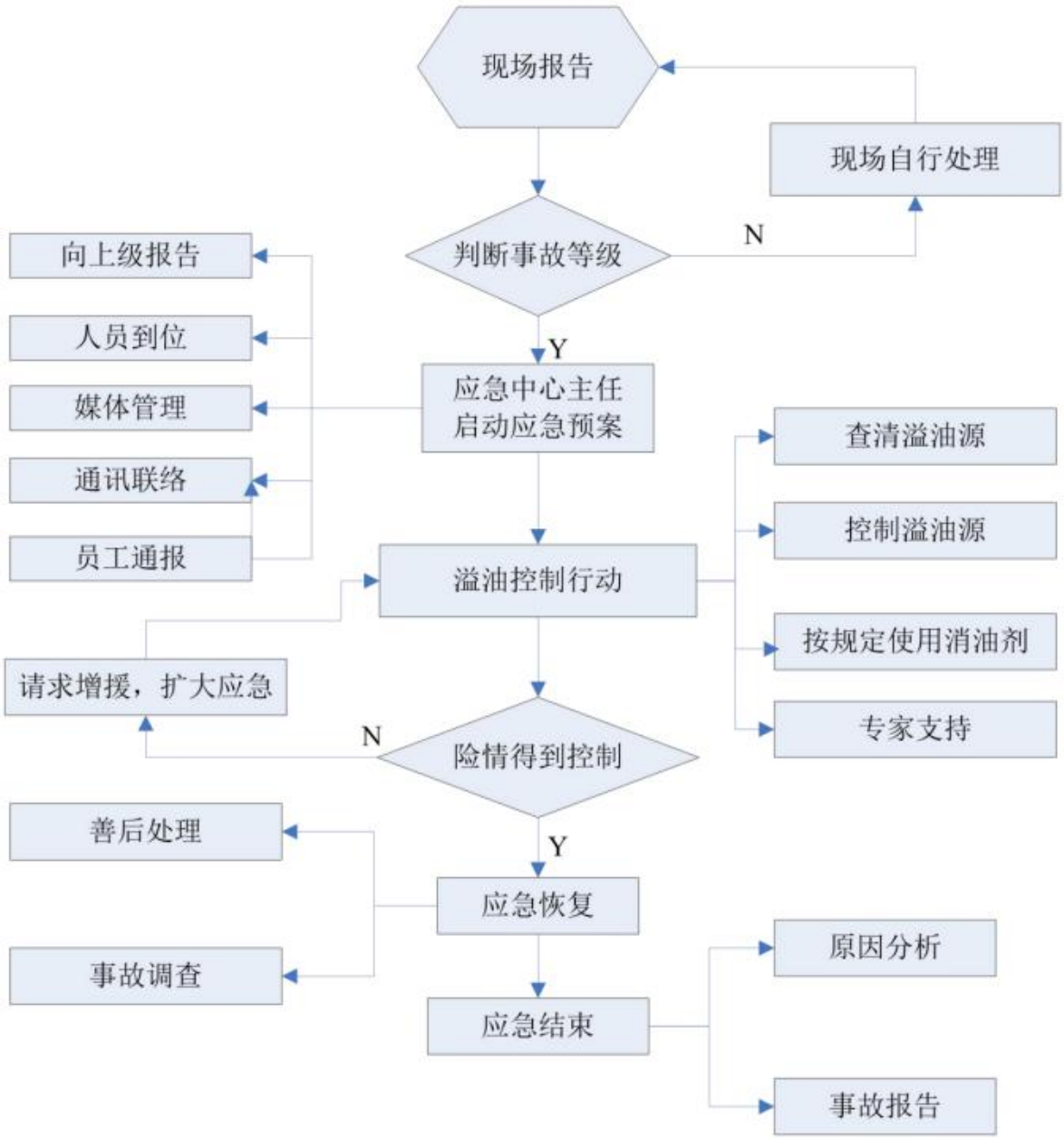


图 8.8-3　一般溢油事故应急程序

（4）溢油控制和清除方法

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。油膜围控和机械回收方案为根据现有项目实际过程中的实施方案，在多个实际案例中依照这一方法进行，能够较好地实现油膜围控及回收。

1）围控和机械回收

油溢到水面后，自身重力和风、流以及其他因素的作用下会迅速扩散和漂移。因此，

溢油应急反应的首要任务是尽快采取有效措施，控制溢油，阻止其进一步扩散和漂移，以减少水域污染范围，减轻污染损害程度。这种将溢油控制在较小范围并阻止其进一步扩散和漂移所采取的措施称为溢油围控。

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

①两船拖带之“J”型

这种形式需要用两艘船。一艘作为主拖船，用于拖带围油栏较短的一端，同时存放所需的回收设备和回收作业人员；另一艘作为辅拖船，用于拖带围油栏较长的一端。围油栏的长度需要 200-400 米。从主拖船至 J 形底部之间围油栏的长度为 20-40 米，撇油器放置在 J 形的底部。围油栏要尽可能紧靠在主拖船的一侧（10-20 米），以便于撇油器或其它回收设备的操作。

为了获得并保持理想的围油栏底部形状，可以通过拉动连接围油栏与船舶之间的绳索，对围油栏底部的形状进行适当的调整。

在进行两船拖带作业时，一般情况下，主拖船为指挥船，主拖船应根据溢油围扫情况及时、准确地向前面的拖船发出指令，拖船应注意随时与主拖船良好的通信联络，严格按照指令及时调整航向和航速，只有这样才能时刻保持良好的 J 型围扫形式，达到理想的溢油回收效果。

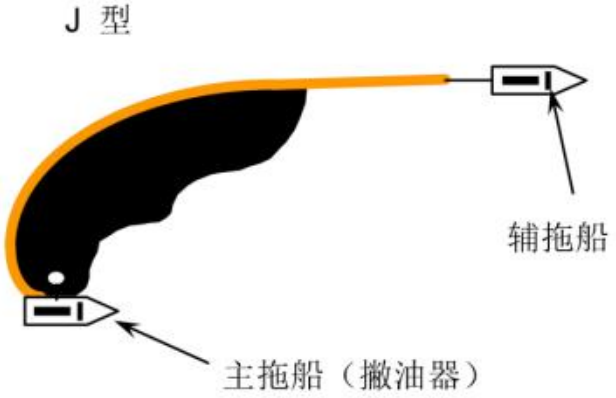


图 8.8-4 “J”型拖带

②两船拖带之“U”型

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。

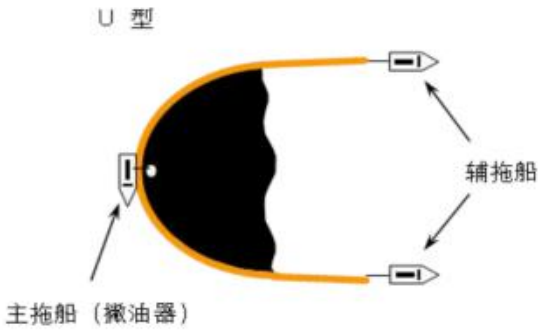


图 8.8-5 “U”型拖带

2）薄油膜处置

通过以上的围控和回收作业，海面上可能还残留有少量薄油膜。目前利用现有的技术与设备很难处理薄油膜，比较有效的处理方法是：采用机械回收（吸油拖栏、吸油毛毡）的方法和采用物理消散（机械搅动）的方法。

①利用船舶的螺旋桨搅和消防水炮对油膜进行搅动，大块油膜分散成小块油膜，加快挥发。

②将吸油拖栏和吸油毛毡放在围油栏内浮油集中的地方，吸附海面上剩余的分散小油膜。

③吸油毛毡吸附油后，将其打捞上来。

3）化学消油剂使用

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：

- 油膜厚度大于 5mm；
- 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；
- 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；
- 海域水温低于 15℃（可在低温环境下使用的消油剂除外）；

- 溢油发生在养殖区、经济鱼虾繁殖季节的区域。
- 此外每个溢油点（两溢油点间距小于 1000 米者为一个溢油点）的消油剂一次性使用量不得超过规定数量。

表 88-1 消油剂使用要求

海区	一次性使用量	备注
渤海	消除 1 吨溢油 （普通型消油剂 0.3—0.5 吨）	大于 10 米水深
黄海和北部湾	消除 1.5 吨溢油 （普通型消油剂 0.5—0.7 吨）	大于 10 米水深
东海和南海	消除 2 吨溢油 （普通型消油剂 0.7—0.9 吨）	大于 10 米水深

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

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

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：

- 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。
- 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。

8.8.3 溢油应急物资分析

涠洲油田群按照有关规定的要求，配备了与油田群开发规模相适应的溢油应急处理资源，各油田配备了溢油分散剂、吸油毡、木糠、喷洒设备，在涠洲终端成立溢油基地，配备有成套的溢油处理资源。租用的守护船也按照海事部门的要求，配备了一定数量溢油分散剂，吸油毡，堵漏工具等。

同时，油田还通过分公司应急中心与分公司范围内各油气田、海总各分公司、政府主管部门及其它社会组织就溢油应急资源形成共享。

8.8.3.1 涠洲 10-3 油田西区自身溢油物资

本项目在 WZ10-3W WHPA 平台建成后，在平台上配备 8 桶消油剂，500 公斤吸油

毡，500 公斤木糠、抹布等溢油应急设备。一旦发生 0.1 吨及以下小型的溢油事故，涠洲 10-3 油田西区利用平台的溢油应急资源进行处理，主要通过平台吊车将溢油应急设备吊放到值班守护船上，按照现场应急职责分工实施应急工作。若发生中、大型溢油事故时，及时调用外部应急力量。

8.8.3.2 涠洲油田群溢油物资

涠洲油田群配备的溢油应急设备见下表。

表 8.8-2 涠洲终端溢油应急物资

表 8.8-3 涠洲 11-4NB 油田溢油应急物资

表 8.8-4 涠洲 12-1 油田溢油应急物资

表 8.8-5 涠洲 12-8W/6-12 油田溢油应急物资

表 8.8-6 涠洲 11-4 油田溢油应急物资

表 8.8-7 涠洲 11-1 油田溢油应急物资

表 8.8-8 涠洲 12-2 油田应急溢油物资

8.8.3.3 湛江分公司溢油应急资源

除涠洲油田群外，在湛江分公司内部有多处可调用的溢油应急资源。

表 8.8-9 湛江分公司内部溢油应急物资

表 8.8-10 海洋石油 255 环保船性能表

8.8.3.4 外部可协调调用的溢油应急资源

如果湛江分公司内部溢油应急资源不能满足本油田群的溢油应急处理，湛江分公司可从外部协调调用。

表 8.8-11 深圳分公司各作业区海上主要溢油物资汇总表

表 8.8-12 珠海高栏终端溢油应急资源

表 8.8-13 珠海终端配备的溢油应急资源

表 8.8-14 中海石油环保珠海基地/惠州基地溢油应急资源

8.8.4 溢油应急能力可行性分析

8.8.4.1 溢油应急响应时间分析

（1）涠洲油田群内部应急响应时间

发生溢油时，可调用涠洲油田的溢油应急设备增援本项目进行回收作业。本项目所

在油田自身和可借用的溢油应急物资分布见下图，各处应急物资抵达涠洲 10-3 油田西区的时间可见下表。

表 8.8-15　涠洲油田溢油应急设备到达溢油应急现场时间一览表

起点	终点	[redacted]	动员、装船时间（小时）	航行时间（小时）	到达溢油现场时间（小时）
涠洲 10-3 油田西区	溢油现场	[redacted]	2	0	2.0
涠洲 11-4 油田	溢油现场	[redacted]	2	0.7	2.7
涠洲 12-1 油田	溢油现场	[redacted]	2	1.5	3.5
涠洲 11-1 油田	溢油现场	[redacted]	2	0.6	2.6
涠洲 12-8W/6-12 油田	溢油现场	[redacted]	2	1.8	3.8
涠洲 12-2 油田	溢油现场	[redacted]	2	1.4	3.4
涠洲 11-4NB 油田	溢油现场	[redacted]	2	0.7	2.7
涠洲终端	溢油现场	[redacted]	1	2.8	3.8

注：上表的抵达时间均以平台/基地间的直线航行距离为计算基础得出，船舶航行速度为经济平均航速 11 节（约 20km/h）。在实际中，陆地运输受交通路况影响；海上受海况影响，船舶会以船舶的最大航速航行，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。

图 8.8-6　涠洲油田内部可利用的溢油应急资源分布情况

（2）湛江分公司溢油应急资源响应时间

如有需要，还可以调用湛江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。本项目可借用的湛江分公司溢油应急物资分布见下图，各处应急物资抵达涠洲 10-3 油田西区的时间可见下表。

表 8.8-16　湛江分公司溢油应急设备到达溢油应急现场时间一览表

起点	终点	[redacted]	吊装时间（小时）	航行时间（小时）	到达溢油现场时间（小时）
海洋石油 116 FPSO	溢油现场	[redacted]	2	19.8	21.8
南海奋进号 FPSO	溢油现场	[redacted]	2	19.1	21.1
南山终端	溢油现场	[redacted]	2	14.2	16.2
海洋石油 255 环保船	溢油现场	[redacted]	/	/	0.5~1

注：海洋石油 255 环保船的巡航范围为整个涠洲油田，目前停靠点主要在涠洲 11-4A 平台和涠洲 12-1PUQB 平台，环保船根据需要作为守护船轮流值守。

图 8.8-7　湛江分公司可利用的溢油应急资源分布情况

8.8.4.2 涠洲 10-3 油田西区溢油设施应急能力估算

由于目前尚未发布海上油气田的溢油应急能力评估方法，本项目主要根据海洋油气田开发工程现场溢油应急适用情况、部分参照《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）的基础上进行溢油应急能力的估算。

（1）围控与防护能力

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

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

式中：

L——围控溢油所需围油栏长度，m；

m——泄漏油品质量，t；

t——溢油发生之后的时间，h；

π——圆周率，无量纲；

d——油膜厚度，m，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。

涠洲油田围油栏应急资源最晚于 3.8h 抵达溢油现场，按照 3.8h 计算出本项目所需要调用的围油栏长度为 370m。若按照本油田围油栏应急资源最快抵达时间 2.7h 计算，则计算出本项目所需要调用的围油栏长度为 274m。

围油栏：经统计，涠洲油田共有围油栏 3300m，2900m 存放于涠洲终端，400m 存放于涠洲 11-4NB 油田。

（2）回收与清除能力

机械回收能力按下式进行：

E=V×b/（α×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 65m³ 计算，取 b 为 40%，α为 50%，则本项目代表性事故所需的机械回收能力约为 2m³/h。

机械回收能力：经统计，涠洲油田群内部有 4 套收油机或撇油器，溢油回收能力 72 m³/h；海洋石油 255 环保船，溢油回收能为 200m³/h；收油机和专用溢油回收船舶的回收能力超过 272m³/h。湛江分公司内部收油机 3 套，撇油器 2 套，回收能力超过 10 m³/h。外部可协调调用物资回收能力超过 264m³/h。

（3）临时储存能力

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

C=E×t

式中：E——收油机回收速率，m³/h；t——临时储存回收时间，h，一般取 12h；根据前述计算的机械回收能力，本项目需要的临时储存能力为 24m³。

经统计，涠洲油田群内部储油囊 16 个，共计 110m³；环保船的储罐舱容共计 668.77m³；临时储油能力合计 778.77 m³。湛江分公司内部储油囊 40 m³。外部可协调调用物资储油囊 25 m³。

（4）小结

本项目最大溢油量 65m³ 溢油，在溢油抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区前可以到达的溢油应急物资为涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急资源，16.2~22h 可以到达的湛江分公司内部应急资源。符合性分析见下表。

表 8.8-17　本项目可利用的溢油应急能力一览表

溢油规模	溢油应急能力估算	涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急资源	湛江分公司内部应急资源	外部可协调调用应急资源	合计	是否满足本项目需求
65m³	围油栏（m）	3300	2280	6500	12080	是
	机械回收能力（m³/h）	272	10	264	546	
	临时储存能力（m³）	778.77	40	25	843.77	

根据分析可知，本项目可以利用的溢油应急资源能满足 65m³ 溢油的应急处理需求，现有应急力量可以满足本项目对溢油风险防控的需要。

8.9 结论

本项目施工期及运营期可能发生的风险包括井涌或井喷、船舶碰撞、平台火灾、地质性溢油事故、海底管道泄漏事故。经识别本项目代表性事故为新建海底混输管道泄漏事故，最大可能溢油量不超过 65m³。

由于本项目位于渔业“三场一通道”中的北部湾二长棘鲷、北部湾绯鲤类和北部湾蓝圆鲹产卵场内。因此一旦发生溢油事故，溢油将即刻对上述敏感目标造成影响。若在设定情景下发生溢油，经预测溢油最快于 4h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区，将对其造成一定的影响。为了防止溢油事故发生，减轻溢油事故影响。建设方从工程设计、施工、建造和安装以及生产管理上采取了有效措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，防止事故的发生。同时也编制了相应的溢油应急计划，并配备了一定的溢油应急物资。在发生溢油事件的第一时间便能进行反应，展开现场海上溢油的围控和回收作业，对初期溢出的少量油类进行围控和清除，同时尽可能及时封堵泄漏孔，防止油品继续溢出。发生溢油后本项目将涠洲油田内部现有溢油应急设施及周边可协调的溢油应急设施进行处理。

WZ10-3W WHPA 平台建成后，在平台上配备 8 桶消油剂，500 公斤吸油毡，500 公斤木糠、抹布等溢油应急设备。发生 0.1 吨及以下小型的溢油事故，涠洲 10-3 油田西区利用平台的溢油应急资源进行处理。涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急资源（围油栏 3300 米、机械回收能力 272 立方米/小时、临时储油能力 778.77 立方米），最快 2 小时抵达现场处理溢油事故。湛江分公司可依托的应急资源（围油栏 2280 米、机械回收能力 10 立方米/小时、临时储油能力 40 立方米）最快 16 小时到达溢油现场。在海况允许的情况下，合理时间内本项目可利用的溢油应急设可以满足本项目对溢油风险防控的需要。

建设方在预防为主的基础上，涠洲 10-3 油田西区配备了适当的溢油应急设备，油田附近也配备了守护船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守，一旦发生溢油突发事件，油田溢油应急小组立即启动溢油应急响应程序，动员油田溢油应急资源，按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署。同时，通知守护船在第一时间内将平台上溢油设备进行装载，展开应急行动。另外，涠洲油田内部其他平台也可在第一时间进行协助，实现资源互补，从而在发生溢油事件时做到资源调用便捷、反应迅速，尽可能将溢油的影响降至最低。综上所述，在落实溢油应急计划的前提下，本项目的溢油的影响可以降至最

低。

建设单位已编写《中海石油（中国）有限公司湛江分公司北部湾涠洲油田群溢油应急计划》（2021 年版）并在生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案。本工程投产前建设单位需针对本项目新增的内容对原应急计划进行修编，将本项目新增的工程内容纳入到已有应急计划中统一管理，建设单位将根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，避免发生重大环境污染事件。一旦发生溢油事故，需保证溢油应急设备设施的是完好的、有效的，严格按照备案的溢油应急计划开展溢油应急响应工作。

9 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。涠洲 10-3 油田西区开发项目在贯彻清洁生产原则的基础上，在设计上采用先进的工艺技术，在管理上制定明确的规章制度，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 建设项目清洁生产内容与符合性分析

9.1.1 施工过程中采取的清洁生产与污染防治措施

（1）钻井作业过程中，除 12-1/4”井段使用油基钻井液外，其它各井段均采用水基钻井液体系，并通过循环使用减少钻井液的使用量和排放量，从而降低钻井液排放对海水水质、海底沉积物及海洋生态的影响。油基钻井液全部回收处理。

（2）对于钻井、安装、原油生产及外输作业，制定有严格的安全环保作业规程，并严格遵守。

（3）施工过程中产生的生活垃圾（除船舶食品废弃物）、生产垃圾及不符合排放标准的水基钻井液、水基及油基钻井液钻屑和油基钻井液禁止排入海中。

由此可以看出，在工程建设阶段，本项目通过采用水基钻井液体系，并通过循环利用钻井液以减少污染物的排放量；同时，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。

9.1.2 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。在原油生产工艺系统中的主要设备和管线处均设置了相应的压力、温度和液位安全保护装置，如在井口装置、生产管汇上安装了低压传感器和压力安全阀，避免由于压力、液位和温度异常产生的事故隐患。

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）设置污染物收集处理系统，减污及消除跑冒滴漏

WZ10-3W WHPA 平台设有开式排放系统，WZ10-3W MOPU 平台设有开式和闭式排放系统，用于收集设备及作业区甲板冲洗水、初期雨水以及带压装置可能渗漏的液体或其它含油污水。开式/闭式排放系统收集的油污可输送到生产分离器进行进一步回收处理，达到清洁生产的目的。

（3）运营期污染物均得到妥善处置

生活垃圾和生产垃圾等禁止排入海中，分类收集后运回陆地，按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的要求进行回收利用或处理/处置。生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海。含油生产水经处理合格排海或注入地层，避免含油生产水排放造成环境污染，实现清洁生产。

9.2 生产管理中的清洁生产措施

在原油生产过程中，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。

9.3 建设项目清洁生产评价

本工程清洁生产指标分析参考《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试

行）》。该指标体系依据综合评价所得分值将企业清洁生产水平等级划分为两级，即代表国内先进水平的“清洁生产先进企业”，和代表国内一般水平的“清洁生产企业”。

石油和天然气开采业建设项目清洁生产分析指标主要包括生产技术特征指标、资源能源消耗指标、污染物产生指标、资源综合利用指标、环境管理与劳动安全卫生指标等。该指标体系分为定量评价与定性要求两大部分。定量指标和定性指标分为一级指标和二级指标：一级指标为普遍性、概括性的指标；二级指标为反映油气勘探开发企业清洁生产各方面具有代表性的、易于评价考核的指标。通过对比本项目各项指标的实际达到值、评价基准值和指标的权重值，经过计算和评分，综合考评企业的清洁生产水平。

从资源能源利用指标、生产技术特征指标、资源综合利用指标、污染物产生指标以及环境管理要求等方面进行定量和定性评价，本次评价的钻井作业和采油作业的清洁生产综合评价指数 P 均大于 90，表明其清洁生产水平均可代表国内先进水平，即属“清洁生产先进企业”。

表 9.3-1　清洁生产评价指标及涠洲 10-3 西油田开发项目清洁生产执行情况（钻井作业）

注："*"根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》，清洁生产指标体系分为定量指标（P1）和定性指标（P2）两部分。

其中，定量指标根据项目实际值 Sxi 和评价基准值 Soi 进行单项评价指数计算：对指标数值越高（大）越符合清洁生产要求的指标，单项评价指数（Si）计算公式为 Si=Sxi/Soi；对于指标数值越低（小）越符合清洁生产要求的指标，单项评价指数（Si）计算公式为 Si=Soi/Sxi。定量评价考核总分值的计算公式：

$P_1 = \sum_{i=1}^{n} S_i \times K_i$；定性评价指标的考核总分值的计算公式 $P_2 = \sum_{i=1}^{n} F_i$；企业清洁生产综合评价指数的计算公式为：P=0.6P1+0.4P2；下同。

表 9.3-2　清洁生产评价指标及涠洲 10-3 油田西区开发项目清洁生产执行情况

10 总量控制

根据《国务院关于环境保护若干问题的决定》精神中“一控双达标”的目标，建设项目要实施清洁生产，污染物排放要实行全过程控制。在保证污染物排放达标的基础上，主要污染物排放总量要控制在国家规定的排放总量控制指标之内。因此，本次工程在污染物排放达标的前提下，给出污染物排放总量控制建议值。

10.1 污染物总量控制因子

海洋环境保护法中规定，在重点海域建立并实施排污总量控制制度，确定主要污染物排海总量控制指标，并对主要污染源分配排放控制数量，但尚没有具体实施办法和方案。

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。并根据本工程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。

涠洲 10-3W 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，本项目选择含油生产水及其特征污染物石油类、生活污水及其特征污染物 COD 作为本项目的受控污染物。

10.2 总量控制指标

10.2.1生产水总量指标建议

本工程投产后 WZ10-3W MOPU 平台处理来自 WZ10-3W WHPA 平台的生产水，处理量最大为 3142 m^3/d（2034 年），在 WZ10-3W MOPU 平台生产水处理系统处理合格，达到《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）标准（石油类≤6mg/L）后输送至 WZ10-3W WHPA 平台全部回注，不排海。

非正常工况下，可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产，禁止生产水外排入海。因此本项目不设生产水排海总量指标。

10.2.2生活污水总量指标建议

生产运营期间，WZ10-3W WHPA 平台为无人值守井口平台，无生活污水排海。WZ10-3W MOPU 平台定员 75 人，平台生活污水最大排放量为 28m³/d（10220 m³/a）。故平台上设有 1 套 80 人（60.5m³/d）的电解式生活污水处理装置用于处理生活污水，COD 允许排放浓度为≤300mg/L。经预测，生活污水排放后对周围海域海水中 COD 的贡献值非常小。

10.3 污染物排放情况汇总

本项目运营期间污染物产排情况见下表。

表 10.3-1　本项目运营期污染物产排情况一览表

油田/设施	污染物	污染物的产生量	主要污染因子	控制排放浓度	排放/处理方式
WZ10-3W MOPU 平台	含油生产水	3142m³/d（2034 年）	石油类	≤ 6 mg/L	处理达标后全部回注，不外排
	生活污水	10220 m³/a 其中 COD：2.87 t/a	COD	≤ 300 mg/L	处理达标后排海
	生产垃圾	40 t/a	废弃边角料、包装材料等	0 kg	分类收集、运回陆上处理

11 环境保护对策措施

11.1 建设阶段环境保护对策措施分析

海上施工过程产生的主要污染物有钻屑、钻井液、洗井废水、船舶机舱含油污水、船舶生活污水、船舶生活垃圾、生产垃圾等。拟建工程施工过程中，洗井废水进入生产流程，其他污染物作业者也将采取妥善的污染防治措施，以使上述污染物的排放、处置符合国家或地方法规和标准的要求。

11.1.1 钻屑和钻井液

本工程钻井阶段，在 12-1/4” 井段使用油基钻井液，其余井段采用水基钻井液。排放的钻屑需符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准的要求及《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）标准中一级海区标准要求，无法满足排放标准要求的钻屑禁止向海中排放，回收至平台上专门设置的回收箱内，全部运回陆地，交给有资质的单位进行处置。钻屑箱容量为 2m³，一共配备 30 个，平台常备 15 个，来回倒替使用，钻屑箱装满 10 个后会由船舶送回陆地交由有资质的企业处理。

排放的水基钻井液需符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008）一级标准的要求及《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）标准中一级海区标准要求，无法满足排放标准要求的水基钻井液禁止向海中排放，每口井结束后，不达标的水基钻井液返打至值班船，装至船舶舱中进行储存，一个船舱的容量大约为 50m³，一艘值班船配备两个舱，在钻井结束后运送回陆地交有资质单位处理。

油基钻井液全部运回陆地交由有资质的企业处理。

表 11.1-1 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》排放浓度限值

排放污染物类型	污染参数	等级	排放要求/限制
水基钻井液和水基钻井液钻屑	含油量	一级	≤1%
	Hg（重晶石中最大值）		≤1mg/kg
	Cd（重晶石中最大值）		≤3mg/kg

表 11.1-2 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级》生物毒性容许值

项目	海区等级	生物毒性容许值（mg/L）
水基钻井液和水基钻	一级	30000

井液钻屑		

判定结果说明：判定生物毒性试验结果大于或等于生物毒性容许值，则为符合生物毒性要求；小于生物毒性容许值，则为不符合生物毒性要求，需要采取特别的措施进行处理。

11.1.2 生产垃圾

海上建设阶段将产生一定量的生产垃圾，如废钢材、棉纱、木块、边角料、等废弃物。危险废弃物分类运回陆地交由有资质的单位处理，其它生产垃圾执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）一级标准，运回陆地处理。

11.1.3 船舶污染物

本项目建设阶段产生一定量的船舶污染物，包括船舶含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾等污染物。

（1）船舶机舱含油污水

海上施工作业的船舶都按要求配备油水分离器，船舶机舱含油污水经船用油水分离器处理，使其含油浓度不大于 15mg/L 后排放。

（2）船舶生活污水

施工船舶生活污水的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018）相关要求。船舶生活污水与最近陆地间距离＞12 海里的海域，船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。

钻井平台生活污水经船用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》（GB 4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海。

（3）船舶生活垃圾和生产垃圾

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。

钻井平台在钻完井期间，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》（GB 4914-2008）一级标准要求，全部运回陆地处理。

（4）船舶大气污染物

本项目位于《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168 号）的要求规定的船舶大气污染物排放控制区之内，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。

11.2 生产阶段的环境保护对策措施分析

根据工程分析结果，生产阶段产生的主要污染物有：含油生产水、生活污水、生活污水和生产垃圾等。作业者均采取相应污染防治措施，以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方的法规和标准的要求。

11.2.1 含油生产水

正常工况下，含油生产水经处理达到回注水质标准后全部回注；非正常工况下（如系统故障、维护等），可以调整油井运行频率，降低油井产出量，减少流程生产污水处理量，以保障油水处理效果，处理后的生产水全部回注地层，必要时停止生产，禁止生产水外排入海。

（1）生产水处理流程

井口产出物流经工艺系统油水分离，采出油通过混输海管输往已建井口平台 WZ11-4 WHPA 越站外输去往 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 处理。工艺系统分离出的生产水，在本平台经生产水处理系统和注水系统处理合格后回注地层，不足注水由水源井水提供。井口平台生产水处理系统根据油品性质和区域已建平台生产水处理系统实际处理效果，采用“水力旋流器+脱气缓冲罐+核桃壳过滤器+双介质滤器+精细过滤器” 五级处理流程，处理至含油≤6mg/L 后进入注水系统处理至合格注水回注。

（2）处理能力

WZ10-3W MOPU 平台处理生产水最大量为 3142 m^3/d（2034 年），平台上设有 1 套生产水处理系统，其设计处理能力为 4800m^3/d。本项目投产后，WZ10-3W MOPU 平台接收水量小于其设计能力，生产水处理能力可行。

（3）处理效果

本项目生产水经处理后，达到《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）标准（石油类≤6mg/L）后输送至 WZ10-3W WHPA 平台全部回注，不排海。

11.2.2 生活污水

WZ10-3W WHPA 平台为无人值守井口平台，无生活污水排海，平台上未设置生活污水处理装置。WZ10-3W MOPU 平台上设有生活污水处理装置，平台上生活污水处理达标后排海。

WZ10-3W MOPU 平台上设有 1 套 80 人（60.5m^3/d）的电解式生活污水处理装置用于处理生活污水，WZ10-3W MOPU 平台生活污水处理工艺流程：

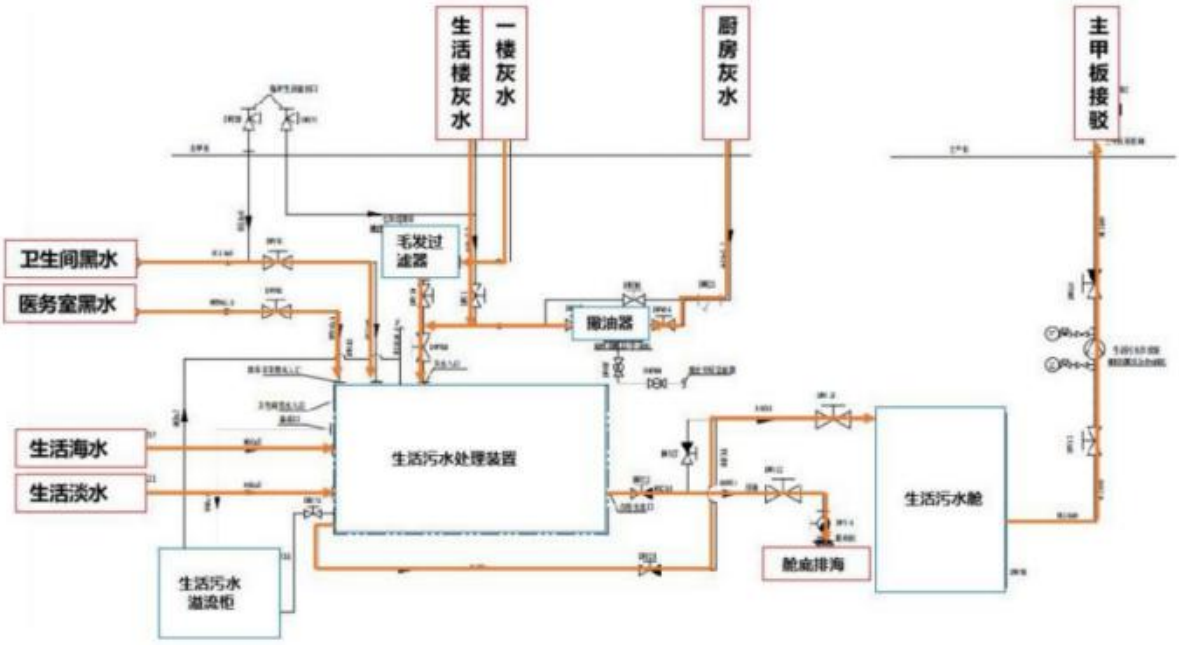


图 11.2-1　WZ10-3W MOPU 生活污水处理系统示意图

11.2.3 其他含油污水

涠洲 WZ10-3W WHPA 平台上配备开式排放系统，WZ10-3W MOPU 平台配备开式排放系统和闭式排放系统，主要用于收集甲板冲洗水、初期雨水以及带压流体等其它含油污水等。

开式排放系统主要包括开式排放罐和开式排放泵。开式排放罐主要用来收集溢出液、设备冷却、冷凝水和初期雨水等。当开式排放罐达到一定的液位时，由开式排放泵将含油污水打入闭式排放罐。

闭式排放系统主要包括闭式排放罐和闭式排放泵。闭式排放罐主要收集平台上带压容器、管线等排放出的带压流体，当达到一定的液位时，由闭式排放泵将流体输送到原油处理系统进行处理。

洗井废水进入生产流程，处理达标后回注地层。

11.2.4 生产垃圾及生活垃圾

在油田生产阶段，平台产生一些固体废弃物。如废弃的零件、边角料、包装材料、含油固废等。本项目产生的生产垃圾禁止排入海中，将集中装箱运回陆地，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求，对其中的危险废物运回陆上交由有资质单位处理。

生活垃圾禁止排入海中，将集中装箱运回陆地处理。

11.3 海洋生态保护对策措施

11.3.1 生物资源补偿措施

本工程施工建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。建设单位应与有关渔业主管部门沟通和协商，对本报告中评估的渔业生物资源损失进行经济补偿，并将对渔业资源的补偿费用纳入环保投资。

渔业资源的损失进行经济补偿主要用于渔业主管部门增殖放流、渔业资源养护与管理，以及进行渔业资源和渔业生态环境跟踪调查等，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用。在生物资源增殖放流过程中，必须坚持科学发展观，建设单位首先应委托有资质的单位进行增殖方案制定、论证和资源研究，根据项目对海洋生态环境的实际损害情况，在当地渔业主管部门的监督和协助下，有具体目标、具体计划的对生态环境和资源数量进行修复，不得在没有科学报告的条件下，贸然实施操作。

11.3.2 生态保护措施

建议作业者在油田开发过程中，采取如下措施：

（1）在生产阶段必须严格控制污染物的总排放量、污染物的排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。

（2）本工程拟新建 1 座井口平台 WZ10-3W WHPA 和 1 座自安装处理平台 WZ10-3W MOPU，新建 1 条海底混输管道（WZ10-3W MOPU 至 WZ11-4 WHPA [redacted]）、新建 1 条海底电缆（WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W MOPU 平台 [redacted]）和新建 1 条海底输气管道（WZ10-3W MOPU 至 WZ11-4D 水下三通 [redacted]）。经对环境敏感区和环境保护目标的判定，距离最近的敏感目标（保护区）为北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区，平台 WZ11-4N WHPA 及 WZ11-4NWHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台海底电缆部分位于其中。其保护对象为二长棘鲷和长毛对虾及其物种多样性。核心区

特别保护期为 1 月 15 日至 3 月 1 日。其中水产种质资源保护区核心区特别保护期针对水产种质资源保护区主要保护对象的繁殖期（产卵）、幼体生长期等生长繁育关键阶段设定。建议本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆在北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的部分挖沟时避开北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区保护期（1 月 15 日~3 月 1 日）。

本工程新建平台、新建海底管道及电缆位于北部湾二长棘鲷产卵场，绯鲤类产卵场，蓝圆鲹产卵场内，距离北部湾金线鱼产卵场最近约 11.2km，距离北部湾长尾大眼鲷产卵场最近约 9.3km。本项目建设阶段排放的水基钻井液、钻屑及管缆施工搅起的悬浮物对产卵场有短暂局部轻微影响，施工结束后海洋环境将较快恢复。运营期含油生产水经处理达标后回注地层，不排海；建设单位洛克石油（渤海）公司制定了严格的环境管理制度，已对北部湾涠洲油田群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，减少对鱼类产卵场的影响。

（3）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。

（4）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。

11.4 污染防治措施、环境保护及生态保护措施汇总

本工程施工期与运营期采取的环境保护及生态保护措施见下表。

表 11.4-1　施工期与运营期的环境保护对策措施一览表

<table>
<tr><th>污染物</th><th>具体内容</th><th>规模数量</th><th>预期效果</th><th>实施地点及
投入时间</th><th>责任主体</th></tr>
<tr><td>钻井液
和钻屑</td><td>钻井液和钻屑的处理</td><td>本工程包含钻井产生的水基钻井液总量约为 15280m³，产生的油基钻井液总量约为 4337 m³；产生的水基钻井液钻屑总量约为 9622m³，油基钻井液钻屑量 4029m³。</td><td>油基钻井液全部运回陆上处理，水基钻井液和钻屑经检测满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准后和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准后，达标排放。</td><td>WZ10-3W WHPA 钻完井阶段</td><td rowspan="4">由建设单位负责建设、使用和管理。</td></tr>
<tr><td>含油
生产水</td><td>生产水处理装置</td><td>WZ10-3W MOPU 平台生产水处理装置处理能力为 4800m³/d</td><td>含油生产水经处理达到回注水质标准后全部回注</td><td>涠洲 10-3W 油田运营阶段</td></tr>
<tr><td>其它含油
污水</td><td>开/闭排系统</td><td>开式排放罐、开式排放泵</td><td>WZ10-3W WHPA 平台上配备开式排放系统，WZ10-3W MOPU 平台配备开/闭式排放系统，用于收集平台甲板冲洗水、初期雨水、残油或含油污水、带压流体或其它含油污水。</td><td rowspan="2">WZ10-3W WHPA 和 WZ10-3W MOPU 平台运营阶段</td></tr>
<tr><td>生产垃圾、生活垃圾</td><td>分类回收</td><td>分类回收箱</td><td>生活垃圾、生产垃圾均运回陆地交给有资质的单位处理。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">船舶污染物</td><td>船舶含油污水</td><td colspan="2">含油浓度不大于 15mg/L 后排放</td><td rowspan="3">船舶自带处理系统或接收设施</td><td rowspan="3">由船舶所属单位负责</td></tr>
<tr><td>船舶生活污水</td><td colspan="2">钻井平台钻完井期间产生的生活污水满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）一级标准（COD≤300mg/L）后，间歇排海，其他施工船舶执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。</td></tr>
<tr><td>船舶生活垃圾</td><td colspan="2">钻井平台钻完井期间产生的生活垃圾运回陆上处理，其他施工船舶执行《船</td></tr>
</table>

污染物	具体内容	规模数量	预期效果	实施地点及投入时间	责任主体
		舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求。			
	船舶生产垃圾	收集并排入接收设施，运回陆地处理			
	船舶大气污染物	满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的要求			
生态补偿	人工增殖放流等，其经费应纳入工程环保投资预算	根据本工程造成的海洋生物资源损失，应采取适当的生态恢复或补偿措施。	按照海洋渔业行政主管部门的要求，确定增殖放流的品种和数量、实施方式等。	工程附近海域；在施工完成后，在专业单位建议的时间内完成。	由建设单位负责落实，可委托专业单位完成。

11.5 环保竣工验收

建设项目需要配套建设的环境保护设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。在环保竣工验收时，应根据《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目竣工环境保护验收管理办法》的规定申请环境保护设施竣工验收。此外，涠洲油田群应按照有关规定的要求，配备与油田群开发规模相适应的溢油应急物资，在工程竣工后进行物资验收。本工程竣工后环保验收的主要内容列于下表，供相关部门竣工验收时参考。

表 11.5-1　环保“三同时”验收清单

内容类型	污染源	主要污染因子	环保验收措施	处理能力	依据的排放标准或相关规定
水污染物	生活污水	COD	WZ10-3W MOPU 平台设置 1 套 80 人的电解式生活污水处理装置	60.5 m^3/d	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准
	生产水	石油类	WZ10-3W MOPU 平台设置一套生产水处理装置	4800 m^3/d	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准、《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T5329-2012）
固体废弃物	生活垃圾	食品废弃物及其他生活垃圾	生活垃圾（除船舶食品废弃物）和生产垃圾全部运回陆地处理	--	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的一级标准
	工业垃圾	固体废弃物，石油类		--	

12 环境保护的技术经济合理性

12.1 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 25%～50%比例列入环境保护投资。生态补偿费按 100%列入环境保护投资。

根据上述原则，将本工程环保投资设施及其直接投资费用列于表 12.1-1。本工程建设投资 [redacted] 万元，其中环保投资 [redacted] 万元，占总投资的 1.0%。

表 12.1-1　环境投资估算（万元）

环保投资	总投资额	折合比率	折合环保投资
开、闭式排放系统	[redacted]	100%	[redacted]
生活污水处理系统	[redacted]	100%	[redacted]
生产水处理系统	[redacted]	50%	[redacted]
固体废物处理费用	[redacted]	100%	[redacted]
海洋生物资源损失补偿费	[redacted]	100%	[redacted]
海洋生态环境监测费用	[redacted]	100%	[redacted]
合计	[redacted]	——	[redacted]

12.2 环境保护的经济损益分析

12.2.1 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。

本工程建设投产石油最高增产量为 $52.15\times10^4 m^3/a$（约为 $42.76\times10^4 t/a$，2025 年），石油产量的经济效益约为 12.98 亿元。

本工程新增含油生产水最高量为 $97.11\times10^4 m^3/a$（2034 年），含油生产水经处理合格达到回注水标准后，全部回注，最大节约用水（新鲜水）9.4 万 m^3/a，折合经济价

值约 582 万元。

12.2.2环境经济损失分析

工程对海洋渔业生物资源的影响主要表现在（1）建设平台占用海域，使生物栖息地丧失；（2）铺设海底管道，开挖管沟造成开挖区域对栖息地破坏，以及对周围区域的掩埋造成底栖生物死亡；（3）施工阶段钻井液钻屑排放及铺设海底管道产生的悬浮物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”，井口平台属永久性占用渔业水域，补偿年限按 20 年计算；（2）“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”，施工阶段因开挖管沟及钻井液钻屑排放产生的悬浮沙造成的生物资源损害属一次性损害，按 3 倍进行补偿。

12.2.2.1 损失计算公式

（1）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。

（2）幼体经济价值计算

幼体的经济价值折算成成体进行计算，当折算成成体的经济价值低于鱼类苗种价格时，则按鱼类苗种价格计算。幼体折算成成体的经济价值按以下公式计算：

$$M = Wi \times Pi \times Gi \times Ei$$

式中：Mi——第 i 类幼体的经济损失额（元）；Wi——第 i 类幼体损失的资源量

（尾）；Pi——第 i 类幼体折算为成体比例，按 100%；Gi——第 i 类幼体长成最小成熟规格的重量（kg/尾），蟹类按平均成体的最小成熟规格 0.1kg/尾计算，虾类按平均成体的最小成熟规格 0.005kg/尾~0.01kg/尾计算；Ei——第 i 类生物成体商品价格，[redacted]

（3）成体生物资源经济价值计算公式

成体生物资源经济价值按下式计算：

$$M_i = W_i \times E_i$$

式中：Mi—第 i 类成体生物资源的经济损失额（元）；Wi—第 i 类成体生物资源的损失量（kg）；Ei—生物资源的商品价格。生物资源（包括渔业资源、底栖生物）的价格按近三年当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，按 1.2 万元/t。

12.2.2.2 海洋生物资源经济损失额合计

根据第七章海洋生物资源损失计算情况，进行海洋生物资源经济损失额合计。结果见表 12.2-1。

表 12.2- 1　渔业资源损失经济补偿明细

生物名称		生物损失量	折算鱼苗损失量	单价	补偿年限（年/倍）	补偿金额（万元）
底栖生物（t）	永久占用	0.001	0.00	[redacted]	20	[redacted]
	临时占用	8.952	8.95	[redacted]	3	[redacted]
鱼卵（×10⁶粒）		4.424	4.42	[redacted]	3	[redacted]
仔稚鱼（×10⁶尾）		5.530	27.65	[redacted]	3	[redacted]
幼鱼（尾）		9648	9648	[redacted]	3	[redacted]
头足类幼体（尾）		372	7.43	[redacted]	3	[redacted]
虾类幼体（尾）		4983	49.83	[redacted]	3	[redacted]
蟹类幼体（尾）		309	30.93	[redacted]	3	[redacted]
鱼类成体（kg）		18.97	18.97	[redacted]	3	[redacted]
头足类成体（kg）		8.93	8.93	[redacted]	3	[redacted]
虾类成体（kg）		6.76	6.76	[redacted]	3	[redacted]
蟹类成体（kg）		6.67	6.67	[redacted]	3	[redacted]
生物资源资源损失补偿金额合计						[redacted]

12.3 环境保护的技术经济合理性

12.3.1 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装置等的投入。

12.3.2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态修复措施的投入。

本项目施工建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。本项目实施前与有关渔业主管部门沟通和协商，对本报告中评估的海洋生物资源损失进行生态补偿。

生态补偿费主要用于增殖放流等，这些措施将使海洋生物资源得到尽快恢复和可持续利用。

12.4 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。

本工程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。

本工程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、仪表等等）起到一定的作用。平台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。此外，本工程在建设和生产阶段将提供一定的就业机会，有利于增强社会的系统功能，改善区域的整体环境。

因此，本工程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。

13 海洋工程的环境可行性

13.1 海洋环境功能区划符合性分析

13.1.1 与《全国海洋功能区划（2011 年～2020 年）》的符合性分析

根据《全国海洋功能区划》（2011～2020 年），本项目所在海域位于南海桂东海域的涠洲岛-斜阳岛海域范围内，该区域重点保护珊瑚礁生态系统，发展海岛旅游、港口航运以及油气资源勘探开发和渔业资源开发，开展海域海岸带整治修复；实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量。油气资源勘探开发严格执行海洋油气勘探、开采中的环境管理要求，防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。油气区海洋环境保护要求执行不劣于现状水平的海水水质标准、海洋沉积物质量标准和海洋生物质量标准。在生态环境方面，应减少对海洋水动力环境产生影响，防止海岛、岸滩及海底地形地貌发生改变，不应对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。

本项目拟新建 1 座井口平台 WZ10-3W WHPA 和 1 座自安装处理平台 WZ10-3W MOPU，3 条海底管线，属于海洋油（气）开发及其附属工程，因此与南海桂东海域的涠洲岛-斜阳岛海域主要功能之一的“油气资源勘探开发”具有一致性，符合全国海洋功能区划的功能定位。建设单位洛克石油（渤海）公司应根据《国家重大海上溢油应急处置预案》制定针对性的溢油风险防范措施和溢油应急力量，最大限度防范海上溢油等海洋环境突发污染事件。新铺海底管缆对管缆处底层流速和流向会有一定影响，但影响范围很小，不会对管缆区域的水文动力造成影响。此外，本工程不涉及填海、疏浚等对海洋水文动力环境和海洋地形地貌与冲淤环境产生明显影响的工程内容。本项目投产后产生的生产水处理达标后全部回注地层，无含油生产水排海。生活污水处理达标后排海，对周围海域环境（水质、底质及生态）的影响范围和程度较小。

综上所述，本工程符合《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》的要求。

13.1.2 与《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020）的关系分析

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》(2011～2020 年)，本工程（WZ10-3W WHPA 平台）距离“广西近海南部海洋保护区”最近，距离约 52km，施工期和运营期均不会对功能区产生不利影响。工程位置与广西壮族自治区海洋功能区划的位置关系见图

2.1-1。

图 13.1-1　与《广西壮族自治区海洋功能区划（2011-2020 年）》的位置示意图

13.2 海洋主体功能区规划符合性分析

13.2.1 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析

根据《全国海洋主体功能区规划》（2015 年 8 月 1 日），本项目所处的海域属于内水和领海主体功能区的重点开发区域。该区域的发展方向与开发原则是，实施据点式集约开发，严格控制开发活动规模和范围，形成现代海洋产业集群；实施围填海总量控制，科学选择围填海位置和方式，严格围填海监管；统筹规划港口、桥梁、隧道及其配套设施等海洋工程建设，形成陆海协调、安全高效的基础设施网络；加强对重大海洋工程特别是围填海项目的环境影响评价，对临港工业集中区和重大海洋工程施工过程实施严格的环境监控。加强海洋防灾减灾能力建设。该区域包括城镇建设用海区、港口和临港产业用海区、海洋工程和资源开发区。其中海洋工程和资源开发区，是指国家批准建设的跨海桥梁、海底隧道等重大基础设施以及海洋能源、矿产资源勘探开发利用所需海域。海洋工程建设和资源勘探开发应认真做好海域使用论证和环境影响评价，减少对周围海域生态系统的影响，避免发生重大环境污染事件。支持海洋可再生能源开发与建设，因地制宜科学开发海上风能。

本项目建设阶段排放的水基钻井液、钻屑，对周围的海洋环境有短暂局部轻微影响，钻完井结束后海洋环境将较快恢复。运营期含油生产水经处理达标后回注地层，不排海；运营期生活污水排海量较小，对海洋环境影响较小；建设单位洛克石油（渤海）公司制定了严格的环境管理制度，已对北部湾涠洲油田群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。因此，本项目的建设与《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求相协调。

13.2.2 与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的关系分析

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》（2018 年 4 月 27 日），本工程所处的海域位于广西壮族自治区海洋主体功能区规划范围之外，距离最近的区域是限制开发区域中的重点海洋生态功能区“涠洲岛-斜阳岛”，最近距离约 52km。项目建设和正常生产情况下均不会对广西壮族自治区海洋主体功能区规划造成影响。

图 13.2-1　工程与《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》的位置示意图

13.3 “三线一单”符合性分析

13.3.1广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单

根据《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单（试行）》（2021 年 9 月），本工程新建平台及新建管线均位于一般管控单元。

一般管控单元的生态环境准入及管控要求：严格限制在生态脆弱敏感、自净能力弱的海域实施围填海行为，严禁国家产业政策淘汰类、限制类项目在滨海湿地布局。强化近岸排污口入海污染物管控，严格按照相关法律法规及海洋国土空间规划等要求，规范设置和监管入海排污口。加强水生生物重要生境以及自然岸线、红树林、湿地保护。红树林严格按照《广西壮族自治区红树林资源保护条例》进行管控。重要湿地严格按照《广西壮族自治区湿地保护条例》进行管控。确需在生态保护红线区内进行渔业及其执法码头、陆岛交通码头、道路交通、航道锚地、海底管线等公益或公共基础设施建设的，要经严格科学论证并经相关主管部门审批后方可准入。

本项目属于海洋油（气）开发及其附属工程，属于国家产业政策鼓励类项目。本项目不涉及围填海活动，仅在海管铺设期间对海水水质及沉积物产生短期小范围的影响，工程结束后海底环境将较快恢复。在铺设过程中将注重对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区、红树林、珊瑚礁等敏感目标的保护。海底管道铺设完成后埋于海床底土之下一定深度内，正常运行阶段不会对周围环境和海域功能造成明显影响。因此，本项目符合广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单的要求。

13.3.2北海市“三线一单”生态环境分区管控

2021 年 7 月 23 日，北海市人民政府发布《北海市人民政府关于实施“三线一单”生态环境分区管控的意见》（北政发〔2021〕8 号），根据北海市近岸海域环境管控单元分类，本项目新建平台及新建管线均位于北海市环境管控单元之外，新建海底电缆（WZ11-1N WHPA 平台至 WZ10-3W WHPA 平台）距离最近的“一般管控单元”约 14.0km。

本项目属于海洋油（气）开发及其附属工程，在落实各项环保措施和风险防范措

施的基础上，本工程施工期和运营期均不会影响到北海市“三线一单”生态环境分区管控方案中划定的管控单元。综上，本工程建设与《北海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 13.3-1　与《广西壮族自治区环境管控单元分类图》的位置示意图

图 13.3-2　与《北海市近岸海域环境分区管控图》的位置示意图

13.3.3广西壮族自治区“三区三线”符合性分析

根据《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），广西壮族自治区按照《全国国土空间规划纲要（2021-2035 年）》确定的耕地和永久基本农田保护红线任务和《全国“三区三线”划定规则》，完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，从即日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。本项目所在海域已在广西“三区三线”范围之外，距离最近的广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区，最近距离约 52km。项目建设和正常生产情况下均不会对广西壮族自治区海洋生态红线区造成影响。

广西壮族自治区于 2017 年 12 月 6 日正式批复《广西海洋生态红线划定方案》。根据分析，本项目所在海域已在广西海洋生态红线分布图范围之外，距离最近的广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区，最近距离约 52km。项目建设和正常生产情况下均不会对广西壮族自治区海洋生态红线区造成影响。

图 13.3-3　工程与《广西海洋生态红线划定方案》的位置示意图

13.4 与其他相关规划符合性分析

13.4.1《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》

根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》，十四五期间，有序放开油气勘探开发市场准入，加快深海、深层和非常规油气资源利用，推动油气增储上产。完善煤炭跨区域运输通道和集疏运体系，加快建设天然气主干管道，完善油气互联互通网络。本项目属于海洋油（气）开发及其附属工程，符合纲要要求。

13.4.2《“十四五”现代能源体系规划》

《“十四五”现代能源体系规划》提出，“十四五”时期，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，强化重点盆地和海域油气基础地质调查和勘探，夯实资源接续基础。加快推进储量动用，抓好已开发油田“控递减”和“提高采收率”，推动老油气田稳产，加大新区产能建设力度，保障持续稳产增产。积极扩大非常规资源勘探开发，加快页岩油、页岩气、煤层气开发力度。由此可见，

本项目的建设属于国家《“十四五”现代能源体系规划》的重点任务。

13.4.3《“十四五”海洋生态环境保护规划》

（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和含油污水经船舶上配备的处理装置处理达标后排海，生活垃圾（除食品废弃物外）和生产垃圾等运回陆地处理；运营期含油生产水经处理达标后回注地层，不排海；运营期生活污水排海量较小，对海洋环境影响较小；建设单位洛克石油（渤海）公司制定了严格的环境管理制度，已对北部湾涠洲油田群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。同时，针对施工期带来的生物资源和生态服务功能损失进行了分析，并核算了补偿金额。本项目拟制定生态修复计划，开展增殖放流等生态修复措施，做到坚持污染防治和生态修复并举。

因此，项目与《“十四五”海洋生态环境保护规划》相符合。

13.5 产业政策的符合性分析

本项目为海洋油（气）开发及其附属工程，属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021 年修改）中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开采”，因此，本工程的建设符合国家产业政策。

14 环境管理与环境监测

14.1 环境管理

14.1.1 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。

14.1.2 机构及岗位的设置

14.1.2.1 组织机构与定员

作为本油田开发工程的建设单位——洛克石油（渤海）公司（下称洛克公司），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。

洛克公司的油田作业环保工作实行总经理负责制，洛克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。（其组织机构见下图 14.1-1）。

此外，涠洲 10-3W 油田 WHPA 平台建立系统、完整的海上平台组织机构，将责任落实到每位现场作业人员，平台的组织机构见图 14.1-2。

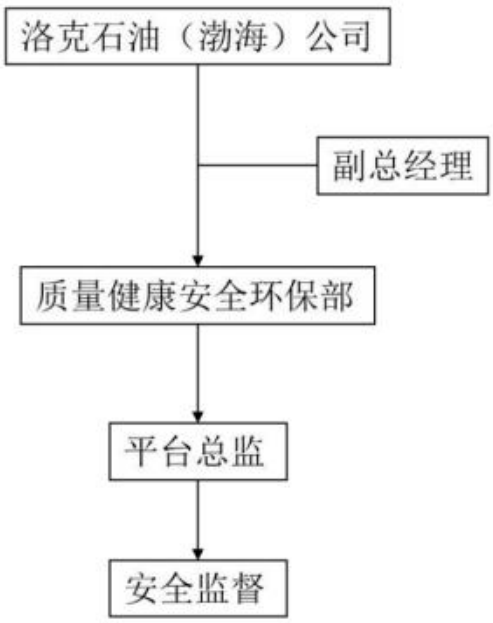


图 14.1-1　洛克公司环境保护管理机构图

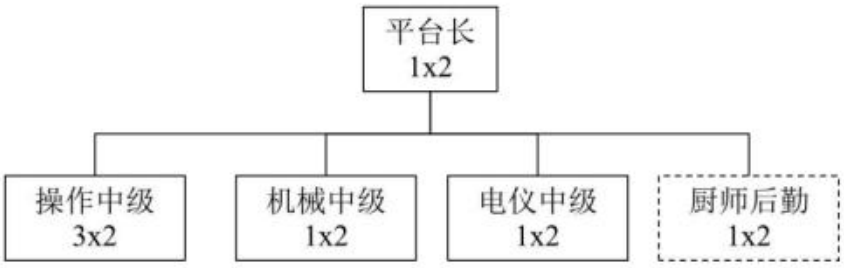


图 14.1-2　海上油田环境管理程序

14.1.2.2 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。

14.1.3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。

14.1.3.1 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。

14.1.3.2 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。

14.1.3.3 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。

14.1.3.4 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。

14.1.3.5 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。

14.2 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。本项目的环境监测计划依据《建设项目海洋环境影响跟踪监测技术规程》制定。

14.2.1 环境监测计划

14.2.1.1 施工期跟踪监测

本项目施工期排放的污染物为钻井阶段的钻屑、水基钻井液排放、海底管缆挖沟产生的悬浮物及施工过程中的生活污水，根据污染物的特点，制定施工期的跟踪监测

计划。

在钻井作业期间，检测钻井液、钻屑的生物毒性限值、含油量和重金属含量；

作业者负责取样并交给有资质的机构进行钻井液生物毒性限值监测；

监测方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420.1-2009）执行。

14.2.1.2 运营期跟踪监测

（1）污染源监测

在正常生产作业期间，需对下列项目进行监测：

①WZ10-3W MOPU 平台生产水回注前需监测生产水中含油量、悬浮固体含量等注水水质控制指标，具体按照《海上碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）执行，每日两次。

②WZ10-3W MOPU 平台生活污水需监测生活污水中的化学需氧量值（COD）；监测频率和方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）和相关政府管理部门的要求执行，生活污水要求 COD≤300mg/L。COD 值监测频率为每月 1 次，送至有资质的检测单位进行测定。

（2）环境质量现状跟踪监测

本项目评价的 WZ10-3W MOPU 平台为有人值守平台，有生活污水产生排放。根据工程特点，本评价主要针对海洋水质、生态环境制定监测计划，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 14.2-1　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	COD	《海洋监测规范》GB17378.4-2007	平台周边 500 米范围内沿主潮流方向上、下各设 1 个站位	竣工验收前监测一次（建议建设单位与竣工验收跟踪监测一并完成） 运营期根据实际情况每 3-5 年监测一次
	无机氮			
	活性磷酸磷			
	石油类			
	金属铅、锌			
海洋生态环境	叶绿素 a	《海洋监测规范》GB17378.7-2007		
	浮游植物			
	浮游动物			
	底栖生物			
	生物体内石油类			
沉积物环境	石油类	《海洋监测规范》GB17378.5-2007		
	金属铅、锌			

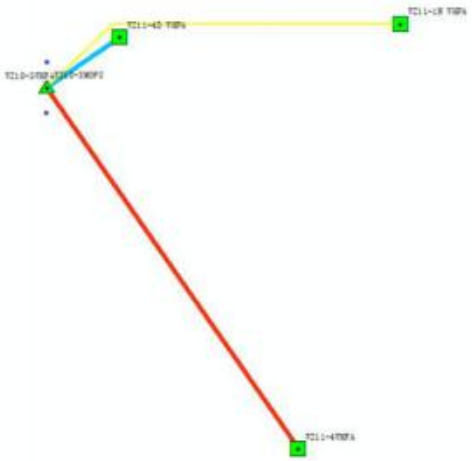


图 14.2-1　运营期工程周边海域监测站点

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。

14.2.2事故监测计划

配合政府部门对防污染设备的检查工作，以及在事故状态下配合有关部门作好对事故的跟踪监测。

发生溢油事故时除在常规监测站位进行水质监测外，根据事故性质、事故影响的大小，视具体情况增加对海洋生态环境、海洋生物质量、沉积物环境的监测，站位布设根据实际情况进行调整。可采用有偿服务的方式委托海洋行政主管部门认可的监测单位开展环境事故跟踪监测。

14.2.3监测机构职能

其主要职能如下：

（1）负责指导、监督各作业公司海上、陆上油田生产设施外排污染物的监测化验工作；

（2）定期、不定期地对各海上、陆上油田生产设施排污口的外排污染物进行监

测和检查；

（3）分析所排污染物的变化规律，为平台环保管理、制定污染控制措施和保持污染物处理设备正常运转提供依据；

（4）协同有关部门对新建设施上的污染防治设备进行竣工验收监测和效果鉴定；

（5）对监测、化验人员进行业务指导和培训，对化验设备进行检查和校定；

（6）负责平台污染事故的监测及报告。

15 环境影响评价结论与建议

15.1 工程分析结论

15.1.1工程概况

涠洲 10-3 油田西区位于北部湾海域，距涠洲 11-1N 油田[redacted]，距 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB [redacted]，距广西北海市[redacted]，油田范围内水深约 [redacted]。

涠洲 10-3 油田西区开发项目拟新建 1 座井口平台 WZ10-3W WHPA 和 1 座自安装处理平台 WZ10-3W MOPU，WZ10-3W WHPA 平台设 20 个单筒双井、液压修井装置等，布置生产井 15 口、注水井 9 口、同井抽注井 2 口，预留井 14 口；WZ10-3W MOPU 设置 75 人生活楼。不设置主电站，通过新建 WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台 [redacted]海底电缆供电。自安装平台设置油气水处理装置，在自安装平台处理成合格原油，经过新建 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台 [redacted]海底混输管道外输，后输送至 WZ12-1 PAP/PUQ/PUQB 最终进入涠洲终端。伴生气经新建的 [redacted]气管线从 WZ10-3W WHPA 平台输送至 WZ11-4D 水下三通，进入涠洲气管网。WZ10-3W MOPU 平台设置生产水处理设系统以满足注水水质要求，不足部分采用水源井补充。并对相关平台进行适应性改造。

本工程建设投资 [redacted]万元，其中环保投资 [redacted]万元，占总投资的 1.0%。

15.1.2工程分析

海上施工过程主要工作包括生产水处理系统改造工程的安装与调试、钻完井作业等。产生的主要污染物包括施工作业产生的生活污水（92029m^3）、生活垃圾（394.41t）、生产垃圾（132.5t），施工船舶产生的机舱含油污水（1162.5m^3），钻完井过程中产生的水基钻井液钻屑（9622m^3）、水基钻井液（15280m^3）、油基钻井液钻屑（4029m^3）、油基钻井液（4337m^3）、管缆挖沟产生的悬浮物（68141m^3）和清管废水（500m^3）等。

本项目在钻井过程中，12-1/4”井段使用油基钻井液，其它各井段均采用水基钻井液。钻井液循环使用，从井口返出的钻井液和钻屑通过平台上设置的振动筛等设备进行分离处理后，分离出的钻井液返回泥浆池后循环使用。钻井结束后，水基钻井液将一次性达标排海，油基钻井液全部回收处理。水基钻井液及全部钻屑经检测满足《海

洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）》一级标准后和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准后，达标排放。无法满足上述要求的水基钻井液及钻屑禁止向海中排放，回收至平台上专门设置的回收箱内，全部运回陆地，交给有资质的单位进行处置。施工期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；船舶机舱含油污水满足《船舶水污染物排放控制标准》（GB 3552-2018）相关要求（含油量≤15mg/L）后排海。清管废水直接排海。

本项目运营期产生的主要污染物为生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾、海底管道防腐释出的锌离子等。

根据生产预测，本项目生产水最大产生量为 3142m^3/d（2034 年）。正常生产情况下，含油生产水经新建 WZ10-3W MOPU 平台上的生产水处理系统处理后，在 WZ10-3W WHPA 平台全部回注地层，不排海。WZ10-3W MOPU 平台生活污水最大产生量为 10220m^3 /a，经平台生活污水处理装置处置满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）》（COD≤300mg/L）后排海。生活垃圾产生量约 41t/a，生产垃圾产生量约 37t/a，全部运回陆上处理。海管防腐释放的锌离子约 14.28kg/a，自然释放。

15.2 环境现状分析与评价结论

本项目所在涠洲油田群区域附近海域海水水质、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、海洋生物生态和生物质量现状调查分别于 2022 年 3 月（春季）和 2021 年 9 月（秋季）进行了两次调查；海洋沉积物环境质量现状于 2021 年 9 月同步进行了调查。春、秋季调查站位基本重合，均布设 30 个调查站位，其中水质调查站 30 个，沉积物调查站 16 个，生物生态（浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量）调查站 19 个。

15.2.1 海水水质环境现状

本项目春季调查时间为 2022 年 3 月 2 日~2022 年 3 月 3 日，调查内容包括海水水质、海洋生物生态、生物体质量和水文动力。秋季调查时间为 2021 年 9 月 26 日~10 月 1 日，调查内容包括海水水质、海洋生物生态、生物体质量和水文动力。

海水水质共设置 30 个站位，分别采集表层、5m 水深、10m 水深、15m 水深、20m

水深、25m 水深、30m 水深、35m 水深和 40m 水深，监测因子包括 pH 值、COD、DO、活性磷酸盐、无机氮、石油类、挥发性酚、硫化物、砷、汞、铜、铅、镉、锌、总铬等 15 项。石油类只采集表层样。

2021 年 9 月调查海域海水中，按一类水质标准评价时，部分站位表层的活性磷酸盐（调查站位 P19）、铜（调查站位 P26）、铅（调查站位 P14）、锌（调查站位 P27）超出一类标准，超标率分别为 3.33%、3.33%、3.33%、3.33%；部分站位中层（P5 站位中层未取样）的铜（调查站位 P9）、锌（调查站位 P2）超出一类标准，超标率分别为 3.45%、3.45%；其他调查因子均符合一类标准。按二类水质标准评价时，全部站位的调查因子均符合二类标准。

2020 年 3 月水质评价结果：水质按照一类海水水质标准要求进行评价。调查海区海水中各评价因子的单项标准指数均小于 1。满足第一类海水水质标准。

15.2.2海洋沉积物现状

本次海洋沉积物设 16 个调查站，调查时间为 2021 年 9 月 26 日~10 月 1 日（秋季），根据调查结果，调查海区表层海洋沉积物各调查站位中，有机碳、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷和石油类均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中一类评价标准。

15.2.3海洋生物生态现状

本次海洋生物生态调查设置 19 个调查站，调查时间为 2022 年 3 月 2 日~2022 年 3 月 3 日（春季）和 2021 年 9 月 26 日~10 月 1 日（秋季）。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

春季调查海域各站位叶绿素 a 变化范围（1.06～1.65）mg/m^3，均值为 1.33mg/m^3；中层叶绿素 a 变化范围（1.04～1.59）mg/m^3，均值为 1.23mg/m^3；底层叶绿素 a 变化范围（0.93～1.55）mg/m^3，均值为 1.14mg/m^3。调查海域初级生产力变化范围：（816.64～1596.80）$mg \cdot C \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$，平均值为 1243.65$mg \cdot C \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$。

秋季调查海域各站位叶绿素 a 变化范围（0.39～2.54）mg/m^3，均值为 1.49mg/m^3；中层叶绿素 a 变化范围（0.65～2.35）mg/m^3，均值为 1.32mg/m^3；底层叶绿素 a 变化范围（0.55～1.79）mg/m^3，均值为 0.98mg/m^3。调查海域初级生产力变化范围：（341.88～2076.14）$mg \cdot C \cdot m\text{-}2 \cdot d^{-1}$，平均值为 1162.49$mg \cdot C \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}$。

（2）浮游植物

春季调查浮游植物 68 种，隶属于硅藻门、甲藻门和金藻门。其中硅藻出现种数 47 种，甲藻出现种数 20 种，金藻出现 1 种。浮游植物生物密度变化范围在（26~2321）×10^4 个/m^3 之间，平均值为 774×10^4 个/m^3。浮游植物种数变化范围在（18~37）种之间，平均值为 24 种。群落的丰富度指数均值为 1.50，均匀度均值为 0.57，多样性指数均值为 1.80。

秋季调查共出现浮游植物 107 种，隶属于硅藻门、甲藻门、蓝藻门和金藻门。其中硅藻出现种数 80 种，甲藻出现种数 24 种，蓝藻出现种数 2 种，金藻出现 1 种。浮游植物生物密度变化范围在（15~1493）×10^4 个/m^3 之间，平均值为 232×10^4 个/m^3。浮游植物种数变化范围在（29~61）种之间，平均值为 45 种。群落的丰富度指数均值为 3.15，均匀度均值为 2.73，多样性指数均值为 0.72。

（3）浮游动物

春季调查海域共鉴定出浮游动物 65 种。刺胞动物 10 种，栉板动物 1 种，桡足亚纲 23 种，枝角目 2 种，介形亚纲 2 种，端足目 3 种，磷虾目 1 种，十足目 2 种，毛颚动物 3 种，环节动物 1 种，尾索动物 1 种，软体动物 2 种，浮游幼体 14 种。湿重生物量的变化范围在（17.6~212.3）mg/m^3 之间，均值为 95.2mg/m^3，个体密度在（144~986）ind./m^3 之间，均值为 388ind./m^3。群落的丰富度指数均值为 3.87，种类平均值为 31 种，均匀度均值为 0.63，多样性指数均值为 1.99。

秋季调查海域共鉴定出浮游动物 88 种，刺胞动物 12 种，栉板动物 1 种，桡足类 1 种，桡足亚纲 38 种，枝角目 2 种，介形亚纲 2 种，端足目 2 种，十足目 1 种，毛颚动物 5 种，环节动物 2 种，尾索动物 1 种，软体动物 4 种，浮游幼体 18 种。湿重生物量的变化范围在（4.8~57.0）mg/m^3 之间，均值为 28.6mg/m^3，个体密度在（124~5454）ind./m^3 之间，均值为 1417ind./m^3。群落的丰富度指数均值为 4.92，种类平均值为 34 种，均匀度均值为 0.77，多样性指数均值为 2.69。

（4）底栖生物

春季调查海域共发现底栖生物 38 种，隶属于环节动物、节肢动物、软体动物、棘皮动物、纽虫动物和脊索动物。其中环节动物共发现 21 种，节肢动物共发现 4 种，软体动物共发现 7 种，棘皮动物共发现 2 种，纽虫动物共发现 1 种，脊索动物 3 种。底栖生物湿重生物量变化范围在（0.15~243.08）g/m^2 之间，平均为 25.56g/m^2，栖息密度变化范围在（20~120）ind./m^2 之间，平均密度为 62ind./m^2。群落的丰富度指数均

值为 0.80，种类数平均值为 4 种，均匀度均值为 0.95，多样性指数均值为 1.29。

秋季调查底栖生物调查中定性定量样品经鉴定共有 41 种，其中环节动物共发现 27 种，节肢动物共发现 4 种，软体动物共发现 7 种，棘皮动物共发现 2 种，脊索动物 1 种。底栖生物湿重生物量变化范围在（0.16~11.84）g/m^2 之间，平均为 2.28g/m^2，栖息密度变化范围在（30~120）ind./m^2 之间，平均密度为 61ind./m^2。群落的丰富度指数均值为 0.80，种类数平均值为 4 种，均匀度均值为 0.94，多样性指数均值为 0.72。

15.2.4海洋生物质量现状

本次海洋生物质量设 19 个调查站位，调查时间为 2022 年 3 月 2 日~2022 年 3 月 3 日（春季）和 2021 年 9 月 26 日~10 月 1 日（秋季），调查因子为铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油烃作为评价因子。

春季调查海域底栖生物中鱼类、甲壳类、软体类（双壳类）和软体类（非双壳类）质量状况良好，样品均未检测出超标。

春季调查海域底栖生物中鱼类、甲壳类和软体类（非双壳类）质量状况良好，样品均未检测出超标。软体类（双壳类）生物质量评价因子仅 1 个站位的铅超过第一类标准值，其他评价因子均满足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第一类标准值。按第二类标准评价时，软体动物（双壳类）生物质量评价因子均足《海洋生物质量》（GB18421-2001）规定的第二类标准值。调查站位波纹巴非蛤中铅的含量相差不大，铅超标的原因可能与波纹巴非蛤易富集铅有关。

15.2.5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[redacted]对本项目所在涠洲油田群周围海域的现场调查资料及有关科学研究成果，春季调查于 2021 年 3 月 1 日～3 月 12 日进行，秋季调查于 2020 年 11 月 17 日～12 月 1 日进行，调查站位均为 12 个。

（1）渔业资源总资源

[redacted]

[redacted]

（2）鱼卵、仔稚鱼

[redacted]

15.3 环境影响预测分析与评价结论

15.3.1 水文动力环境影响分析

本次工程主要为钻完井工程及管道铺设工程，平台为钢式导管架结构，桩腿尺寸较小，对流场影响范围较小，仅对桩腿附近局部流场有影响，对大海域水动力环境基本无影响；管道埋设于海面以下，对水动力环境基本无影响。

综上所述，本工程的建设对工程附近海域的水文动力环境影响较小。

15.3.2 地形地貌与冲淤环境影响分析

本次工程主要为钻完井工程及管道铺设工程，平台为钢式导管架结构，桩腿尺寸较小，对地形地貌与冲淤环境的影响较小；海底管道施工期掀起的悬浮物在海流的作用下逐渐沉积在管沟周围，悬浮物产生量较小，而且由于潮流长时间的输沙作用，悬浮物不容易淤积，因此对海底地貌及冲淤的影响较小。

15.3.3 水质环境影响评价

15.3.3.1 施工期对水质环境影响评价结论

根据预测，WZ10-3W WHPA 平台钻井液排放引起表层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.52km^2，超三类海水水质标准的面积为 0.01km^2，无超四类海水水质标准区域。超一（二）类海水水质标准的范围离排放点的最大距离为 0.70km，停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为 2h。

根据预测，WZ10-3W WHPA 平台钻屑排放产生的悬浮物对海水水质的影响主要在表层，其它层无超标水域。表层海水中的悬浮物浓度增量超一（二）类海水水质标准的面积为 0.016km^2，无超三类、超四类海水水质标准区域。超一（二）类海水水质标准的范围距平台最大距离为 0.09km，停止排放后 1h 整个海域可恢复到一类水质。

本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4 WHPA 平台混输管道施工期间表层、中层无超海水水质标准区域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 4.16 km^2；无超三类、超四类海水水质标准区域；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.16km，施工结束后恢复到一类水质最长需 1h。

本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆施工期间表层、中层无超海水水质标准区域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 7.87km^2；无超三类、超四类海水水质标准区域；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.45km，施工结束后恢复到一类水质最长需 1h。

根据类比，本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-4D 水下三通输气管道施工期间表层、中层无超海水水质标准区域。底层超悬浮物一（二）类海水水质标准的总包络线面积为 0.82km^2；无超三类、超四类海水水质标准的区域；超一（二）类海水水质标准的范围距管道的最大距离为 0.16km，施工结束后恢复到一类水质最长需 1h。

15.3.3.2 运营期对水质环境影响评价结论

根据计算，由于 COD 排放量不大，运营期生活污水 COD 超标水域影响的距离都在 1 个网格（30m）范围内，叠加背景值后超标的海域也均在排放点周围 30m 的范围内。可见，本项目生活污水 COD 排放对海水水质环境的影响较小。

15.3.4沉积物环境影响评价

平台采用钢式导管架结构，平台桩腿部分由于深插入海中，施工过程中因打桩沉积物环境全部改变，但桩腿占海面积较小，因此施工期平台对海洋沉积物环境的影响较小。

钻井液与钻屑入海后，在海水运动的作用下，会在海底一定范围内沉积。其沉积及分布范围受排放量、海流、水深等因素的影响。钻屑的排放将覆盖一部分原海底，所覆盖区域的沉积物类型会有所变化，并可能使沉积物中有机质等污染物的含量稍有升高。一般大部分钻屑沉积在作业平台 200m 以内，按 200m 计算，则本项目钻屑覆盖厚度不小于 2cm 的区域面积不超过 0.13km^2，对海洋沉积物环境影响较小。

按照工程建设方案分析，本工程管道施工过程沉积物被挖起和覆盖，其中管沟开挖的影响面积是 0.14km^2，覆盖的影响范围按两侧各 10m 计算，影响面积是 0.62km^2。此范围内的底栖生物短期内受到破坏，并使沉积物类型发生一定的变化。

本项目混输/输气管道防腐采用的牺牲阳极不会引起沉积物中的锌污染。

15.3.5对海洋环境敏感目标的影响分析

距离本工程最近的海洋保护区为涠洲岛海洋保护区，与项目最近距离为 43km；距离本工程最近的海洋生态红线区为广西涠洲岛珊瑚礁保护区，与项目最近距离为 42.3km，其他海洋保护区及海洋生态红线区距离较远，可认为本项目建设及运行对其无影响。

15.3.6对水产种质资源保护区的影响分析

本项目 WZ11-1N WHPA 至 WZ10-3W WHPA 平台海底电缆有约 3.2km 位于北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区内，针对此部分工程，建设单位已委托[redacted]编制了《涠洲 10-3 西区开发项目对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区影响专题论证报告》，该报告结论为：涠洲 10-3 西区开发项目工程施工期间将对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区的生态环

境造成一定的负面影响，但该影响属于短期的、可恢复性质，可以通过落实生态环境保护对策措施减缓影响；受损的生态与环境可以通过增殖放流、生态修复及相关科研工作等生态补偿措施给予修复。本项目施工期及运营期可能发生的风险包括井涌或井喷、船舶碰撞、平台火灾、地质性溢油事故、海底管道泄漏事故，经识别本项目代表性事故为新建海底混输管道泄漏事故。在建设单位、施工单位等有关单位认真落实本专题报告提出的各项环境保护对策措施、风险防范措施、海洋生态修复措施的前提下，涠洲 10-3 西区开发项目工程对北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区具备生态环境可行性。目前该报告处于修改完善阶段，将于近期开展评审工作。

15.3.7 海洋生态影响分析与评价结论

本项目建设造成底栖生物损失量为 8.953t，鱼卵损失量为 4.424×10^6 粒、仔稚鱼 5.53×10^6 尾、幼鱼 9648 尾、幼虾 4983 尾、幼蟹 309 尾、头足类幼体 372 尾、鱼类成体 18.97kg、头足类成体 8.93kg、虾类成体 6.76kg、蟹类成体 6.67kg。

15.4 环境风险分析与评价结论

本项目施工期及运营期可能发生的风险包括井涌或井喷、船舶碰撞、平台火灾、地质性溢油事故、海底管道泄漏事故。经识别本项目代表性事故为新建海底混输管道泄漏事故，最大可能溢油量不超过 $65m^3$。

由于本项目位于渔业“三场一通道”中的北部湾二长棘鲷、北部湾绯鲤类和北部湾蓝圆鲹产卵场内。因此一旦发生溢油事故，溢油将即刻对上述敏感目标造成影响。若在设定情景下发生溢油，经预测溢油最快于 4h 抵达北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区，将对其造成一定的影响。为了防止溢油事故发生，减轻溢油事故影响。建设方从工程设计、施工、建造和安装以及生产管理上采取了有效措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，防止事故的发生。同时也编制了相应的溢油应急计划，并配备了一定的溢油应急物资。在发生溢油事件的第一时间便能进行反应，展开现场海上溢油的围控和回收作业，对初期溢出的少量油类进行围控和清除，同时尽可能及时封堵泄漏孔，防止油品继续溢出。发生溢油后本项目将涠洲油田内部现有溢油应急设施及周边可协调的溢油应急设施进行处理。

WZ10-3W WHPA 平台建成后，在平台上配备 8 桶消油剂，500 公斤吸油毡，500 公斤木糠、抹布等溢油应急设备。发生 0.1 吨及以下小型的溢油事故，涠洲 10-3 油田

西区利用平台的溢油应急资源进行处理。涠洲油田群内部和海洋石油 255 环保船溢油应急资源（围油栏 3300 米、机械回收能力 272 立方米/小时、临时储油能力 778.77 立方米），最快 2 小时抵达现场处理溢油事故。湛江分公司可依托的应急资源（围油栏 2280 米、机械回收能力 10 立方米/小时、临时储油能力 40 立方米）最快 16 小时到达溢油现场。在海况允许的情况下，合理时间内本项目可利用的溢油应急设可以满足本项目对溢油风险防控的需要。

建设方在预防为主的基础上，涠洲 10-3 油田西区配备了适当的溢油应急设备，油田附近也配备了守护船舶每天 24 小时在平台附近昼夜值守，一旦发生溢油突发事件，油田溢油应急小组立即启动溢油应急响应程序，动员油田溢油应急资源，按照既定的溢油应急方案快速有效地进行部署。同时，通知守护船在第一时间内将平台上溢油设备进行装载，展开应急行动。另外，涠洲油田内部其他平台也可在第一时间进行协助，实现资源互补，从而在发生溢油事件时做到资源调用便捷、反应迅速，尽可能将溢油的影响降至最低。综上所述，在落实溢油应急计划的前提下，本项目的溢油的影响可以降至最低。

建设单位已编写《中海石油（中国）有限公司湛江分公司北部湾涠洲油田群溢油应急计划》（2021 年版）并在生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案。本工程投产前建设单位需针对本项目新增的内容对原应急计划进行修编，将本项目新增的工程内容纳入到已有应急计划中统一管理，建设单位将根据备案后溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作，用以防范海上溢油等海洋环境突发污染事件，避免发生重大环境污染事件。一旦发生溢油事故，需保证溢油应急设备设施的是完好的、有效的，严格按照备案的溢油应急计划开展溢油应急响应工作。

本项目环境风险是可接受的。

15.5 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

15.5.1 建设阶段环境保护措施

（1）本项目在钻井过程中，12-1/4”井段使用油基钻井液，其它各井段均采用水基钻井液。钻井液循环使用，从井口返出的钻井液和钻屑通过平台上设置的振动筛等设备进行分离处理后，分离出的钻井液返回泥浆池后循环使用。钻井结束后，水基钻井液将一次性达标排海，油基钻井液和 12-1/4”井段产生的岩屑全部回收处理。当有

油层段水基钻井液和油层段水基钻井液钻屑产生时，经检测满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB 4914-2008）》一级标准后和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB 18420-2009）一级海区排放标准后，达标排放。

（2）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。

（3）建设阶段作业船舶其间将产生一定量的船舶污染物，包括船舶含油污水和船舶垃圾等。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。

（4）钻井平台钻完井期间，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）；钻井平台产生的生活垃圾和生产垃圾运回陆上处理。

15.5.2 运营阶段污染防治措施

15.5.2.1 含油生产水处理

本工程投产后 WZ10-3W MOPU 平台处理来自 WZ10-3W WHPA 平台的生产水，处理量最大为 3142 m^3/d（2034 年），在 WZ10-3W MOPU 平台生产水处理系统处理合格，达到《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法》（SY/T 5329-2012）标准（石油类≤6mg/L）后输送至 WZ10-3W WHPA 平台全部回注，不排海。

非正常工况下（如注水系统故障、维护、地层压力变化以及其他维护性操作时），平台停产，启动应急置换，生产水打入闭排系统，不排海。

15.5.2.2 生活污水处理

新建 WZ10-3W MOPU 平台生产定员 75 人，考虑到一定数量的临时登平台人员，设置 1 套 80 人（60.5m^3/d）的电解式生活污水处理装置用于处理生活污水，COD 排放浓度小于 300mg/L。平台生活污水总排量为 28m^3/d（含电解用海水量）。

15.5.2.3 固体废弃物处理

一般工业垃圾、生活垃圾全部运回陆地，委托第三方单位接收处理；危险废物交有资质单位进行处理。

15.5.3生态保护措施及建议

（1）本项目施工建设过程中和油田生产过程中将对周围海域的渔业资源和海洋生态造成不可避免的影响。建设单位应与有关渔业主管部门沟通和协商，对本报告中评估的渔业生物资源损失进行经济补偿。并将对渔业资源的补偿费用纳入环保投资。

（2）在生产阶段必须严格控制污染物的总排放量、污染物的排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。

（3）本项目周边主要经济鱼类产卵盛期持续时间长，参照《国家海洋局关于涠洲油田群综合调整项目环境影响报告表的批复》（国海环字[2018]89 号），建议本项目 WZ10-3W WHPA 至 WZ11-1N WHPA 平台海底电缆在北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区的部分挖沟时尽量避开北部湾二长棘鲷长毛对虾国家级水产种质资源保护区核心区保护期（1 月 15 日~3 月 1 日）。

（4）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。

（5）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。

15.6 公众参与情况

针对本项目的建设，建设单位洛克石油（渤海）公司于 2022 年 9 月 27 日在中国自然资源报网站进行了本项目第一次公众参与信息公示，公示网址为：http://www.iziran.net/2022/0927/135265.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。

2022 年 12 月 26 日建设单位在中国自然资源报网站进行了本项目第二次公众参与信息公示，公示网址为：https://www.iziran.net/news.html?aid=3462205，同期在中国自然资源报进行了 2 次报纸公示，登报时间分别为 2022 年 12 月 26 日和 2023 年 1 月 3 日。征求意见稿媒体公示期间，建设单位还选取了项目工程附近的区域现场张贴公示。第二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。

向生态环境主管部门报批环境影响报告书前，建设单位于 2023 年 1 月 11 日在中国自然资源报网站上公开了环境影响报告书全文（未包含国家秘密、商业秘密、个人

隐私等依法不应公开内容）和公众参与说明文本全文。

15.7 规划和政策符合性结论

15.7.1 海洋主体功能区划

根据《全国海洋主体功能区规划》（2015 年 8 月 1 日），本项目所处的海域属于内水和领海主体功能区的重点开发区域。本项目在开发过程中将注重对周边水产种质资源等敏感目标的保护。本项目建设阶段钻井液和钻屑的排放、海缆挖沟产生的悬浮物、生活污水、船舶机舱含油污水等排放对周围海洋环境造成局部轻微影响；在正常运行阶段生活污水处理达标后排放，对海洋环境影响轻微。此外工程还设立了专项资金对工程建设造成的海洋生物资源损失进行补偿。因此，本项目的建设与《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求相符合。

根据《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》，本项目所处的海域位于广西壮族自治区海洋主体功能区规划范围之外，距离最近的区域是限制开发区域中的重点海洋生态功能区“涠洲岛-斜阳岛”，最近距离约 52km。正常工况下，本项目施工期及运营期不会对其产生不利影响。

15.7.2 海洋功能区划

根据《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，本项目所在海域位于南海桂东海域的涠洲岛－斜阳岛海域范畴内，该区域重点保护珊瑚礁生态系统，发展海岛旅游、港口航运以及油气资源勘探开发和渔业资源开发，开展海域海岸带整治修复；实施污染物排海总量控制制度，改善海洋环境质量。油气区要求海水水质质量、海洋沉积物质量和海洋生物质量均不劣于现状水平。

本项目属于油气资源勘探开发工程，与南海桂东海域的涠洲岛－斜阳岛海域主要功能之一的油气资源勘探开发具有一致性，符合《全国海洋功能区划》对该海域发展石油天然气的勘探与开发的要求。

根据《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011～2020 年），本工程（WZ10-3W WHPA 平台）距离“广西近海南部海洋保护区”最近，距离约 52km，施工期和运营期均不会对功能区产生不利影响。

15.7.3海洋生态红线

根据《广西海洋生态红线划定方案》（2017 年 11 月），本项目所在海域已在广西海洋生态红线分布图范围之外，距离最近的广西涠洲岛珊瑚礁保护区限制类红线区，最近距离约 52km。项目建设和正常生产情况下均不会对广西壮族自治区海洋生态红线区造成影响。

15.7.4相关政策规划符合性分析

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改），本项目为海上油气开采项目，属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）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《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》、《“十四五”现代能源体系规划》、《“十四五”海洋生态环境保护规划》、《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单》等相关要求相符合。

15.8 建设项目环境可行性结论

涠洲 10-3 油田西区开发项目属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（2021 年修改）中的 “鼓励类”产业，符合国家产业政策。

本项目符合《全国海洋主体功能区规划》和《全国海洋功能区划（2011~2020 年）》，本项目不在《广西壮族自治区海洋主体功能区规划》、《广西壮族自治区海洋功能区划》（2011~2020）、《广西海洋生态红线划定方案》范围内。符合《广西壮族自治区“三线一单”环境管控单元及生态环境准入清单》的管控要求。

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。

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，本工程投产后将纳入《北部湾涠洲油田群溢油应急计划》，运营单位将对该计划进行修编并重新备案，以满足涠洲 10-3 油田西区溢油应急需求。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，只要不发生油气泄漏事故，本项目对周边的环境影响程度将是可以接受的。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。