

# 惠州 27-5 油田开发项目 环境影响报告书

建设单位：中海石油（中国）有限公司深圳分公司

环评单位：中海油研究总院有限责任公司

编制时间：2026 年 5 月

## 编制单位和编制人员情况表

项目编号	0hlzjc		
建设项目名称	惠州27-5油田开发项目		
建设项目类别	54—150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程		
环境影响评价文件类型	报告书		
<b>一、建设单位情况</b>			
单位名称（盖章）	中海石油（中国）有限公司深圳分公司		
统一社会信用代码	91440300708594625J		
法定代表人（签章）	阎洪涛		
主要负责人（签字）	赵春明 		
直接负责的主管人员（签字）	张美望 		
<b>二、编制单位情况</b>			
单位名称（盖章）	中海油研究总院有限责任公司		
统一社会信用代码	911100007109260782		
<b>三、编制人员情况</b>			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
齐莎莎	201805035120000005	BH008674	
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
蔡迎雪	工程区域环境概况、清洁生产分析与总量控制	BH051361	
左瀚穹	工程区域环境概况	BH066590	
齐莎莎	概述、总论、工程概况与工程分析、环境影响评价结论	BH008674	
马知遥	海洋生态环境风险评价	BH036766	

邓媛媛	海洋生态环境质量现状调查与评价、 环境管理与监测计划	BH023437	邓媛媛
郭良波	海洋生态环境影响预测与评价、环境 经济效益分析	BH023449	郭良波
张国华	环境影响回顾性分析、环境保护对策 措施及其合理性分析	BH005228	张国华



山东省

潍坊市

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县

昌乐县



## 目 录

1 概述 .....	1
1.1 项目概述 .....	1
1.2 环境影响评价工作过程 .....	1
1.3 关注的主要环境问题 .....	2
1.4 主要评价结论 .....	3
2 总论 .....	4
2.1 评价依据 .....	4
2.2 评价标准 .....	6
2.3 环境敏感目标与环境保护目标 .....	8
2.4 评价重点 .....	9
2.5 评价工作等级 .....	9
2.6 评价范围 .....	10
3 工程概况与工程分析 .....	11
3.1 建设项目基本情况 .....	11
3.2 工程开发方案概述 .....	13
3.3 新建工程 .....	16
3.4 生产工艺流程 .....	19
3.5 依托设施校核与改造 .....	22
3.6 施工和建设方案 .....	29
3.7 产污环节与污染物分析 .....	32
3.8 污染物源强核算 .....	33
3.9 环境影响因素识别和评价因子筛选 .....	42
4 工程区域环境概况 .....	45
4.1 区域自然环境概况 .....	45
4.2 国土空间规划及相关规划符合性 .....	51
4.3 工程周围环境敏感目标分布 .....	54
5 海洋生态环境质量现状调查与评价 .....	58
5.1 海洋生态环境现状调查概况 .....	58
5.2 海水水质现状调查与评价 .....	66
5.3 海洋沉积物现状调查与评价 .....	68
5.4 海洋生态现状调查与评价 .....	70
5.5 生物质量调查与评价 .....	76
5.6 海洋渔业资源现状调查与评价 .....	78
6 环境影响回顾性分析 .....	88



6.1	现有工程回顾	89
6.2	相关环评批复及落实情况	90
6.3	环境保护设施运行情况	98
6.4	溢油事故回顾	101
6.5	海洋环境质量回顾	102
6.6	环境影响回顾分析结论	107
7	海洋生态环境影响预测与评价	109
7.1	海洋环境影响预测	109
7.2	海水水质环境影响评价	123
7.3	海洋沉积物环境影响评价	125
7.4	海洋生态环境影响评价	125
7.5	海洋生物资源损失评估	127
7.6	环境敏感目标影响分析	133
7.7	水文动力环境影响分析	134
7.8	地形地貌与冲淤环境影响分析	134
8	海洋生态环境风险评价	135
8.1	风险评价概述	135
8.2	风险调查	135
8.3	环境风险评价工作等级	137
8.4	风险识别	140
8.5	风险事故情形分析	143
8.6	地质性溢油及浅层气风险分析及防范措施	148
8.7	环境风险防范措施及应急处置措施	148
8.8	评价结论与建议	159
9	清洁生产分析与总量控制	160
9.1	清洁生产分析	160
9.2	清洁生产措施	160
9.3	建设项目清洁生产评价	163
9.4	污染物排放总量控制建议	167
9.5	排污混合区建议	168
10	环境保护对策措施及其合理性分析	169
10.1	建设阶段环境保护对策措施	169
10.2	生产阶段环境保护对策措施	173
10.3	海洋生态保护对策	177
10.4	环境保护对策措施一览表	182



10.5 环保设施“三同时”竣工验收建议 .....	185
11 环境经济损益分析 .....	186
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算 .....	186
11.2 环境保护的经济损益分析 .....	187
12 环境管理与监测计划 .....	190
12.1 环境管理 .....	190
12.2 环境监测计划 .....	193
13 环境影响评价结论 .....	196
13.1 工程分析结论 .....	196
13.2 区域规划和政策符合性结论 .....	197
13.3 环境现状分析与评价结论 .....	198
13.4 环境影响回顾性分析 .....	201
13.5 环境影响预测与评价结论 .....	202
13.6 环境风险分析与评价结论 .....	204
13.7 清洁生产与总量控制 .....	206
13.8 环境保护对策措施的合理性、可行性结论 .....	206
13.9 建设项目环境可行性结论 .....	208
附件 .....	209
附件 1 环评委托书 .....	209
附件 2 相关工程环评批复 .....	210
附件 3 相关工程竣工验收文件 .....	212
附件 4 固体废物委托处理处置合同和资质 .....	213
附件 5 惠西作业公司溢油应急计划备案登记表 .....	216
附件 6 番禺气田（含珠海终端天然气处理厂）安全生产许可证 .....	216
附件 7 建设项目海洋生态环境影响评价自查表 .....	217
附表 .....	221
附表 1 海水水质调查结果 .....	221
附表 2 海水水质各调查站位调查结果平均值 .....	221
附表 3 调查海域海水水质各评价因子的标准指数（一类水质标准） .....	221
附表 4 调查海域浮游植物种类名录 .....	222
附表 5 调查海域浮游动物种类名录 .....	222
附表 6 调查海域底栖生物名录 .....	222
附表 7 调查海域游泳动物名录 .....	222
附表 8 调查海域鱼卵、仔稚鱼名录 .....	222
中英文对照 .....	222



## 1 概述

### 1.1 项目概述

惠州 27-5 油田位于珠江口盆地东沙隆起北部斜坡带,惠州凹陷惠州 27 转换带,距离惠州 21-1 油田约 5.6km,距离惠州 26-6 油田约 13.6km,所在海域水深约 115m,新建 HZ27-5DPP 平台距岸(深圳市)最近约 km。

惠州 27-5 油田开发项目计划新建 1 座钻采平台(HZ27-5DPP 平台),新铺设 1 条 10"长度约 km HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台的海底混输管道和 1 条长度约 km HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台的海底电缆,并对依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ27-5DPP 平台设置 24 个井槽,先期开发 13 口井(11 口生产井和 2 口注水井),预留 11 口井,采用模块钻机进行钻完井作业,计划 2028 年 1 月投产。HZ27-5DPP 平台投产后最大年产油量  $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ,最大年产气量  $\times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。项目工程总投资(含税) 亿元人民币,其中环保投资 万元人民币。

新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离,其中分离出的气处理合格后通过已建 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端,分离出的液通过已建 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。新建平台依托惠西区域组网,通过新铺设海底电缆供电。

根据国家有关法规的要求,建设单位中海石油(中国)有限公司深圳分公司委托中海油研究总院有限责任公司承担并完成惠州 27-5 油田开发项目的环境影响评价工作。

### 1.2 环境影响评价工作过程

根据《中华人民共和国环境影响评价法》和《建设项目环境保护管理条例》等的规定,受建设单位中海石油(中国)有限公司深圳分公司的委托(附件 1),中海油研究总院有限责任公司(简称环评单位)承担并完成“惠州 27-5 油田开发项目环境影响报告书”的环境影响评价工作。

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》(2021 版),本项目属于“五十四、海洋工程,150 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程,新区块油气开发

及其附属工程”，应该编制环境影响报告书。

环评单位收到环评任务委托 7 个工作日内，建设单位在“中国自然资源报”网站上开展了“惠州 27-5 油田开发项目环境影响报告书”第一次公示。同时，评价单位开展了资料收集、相关法规和标准等与本项目有关文件的研究工作。

通过对惠州 27-5 油田开发项目的工程资料分析、环境敏感目标和环境保护目标筛选等工作确定了项目环境影响评价的评价内容、评价重点、评价工作等级和评价范围，并对项目主体功能区规划、国土空间规划、生态保护红线及相关规划符合性进行了分析。

本项目引用自然资源部南海生态中心（原国家海洋局南海环境监测中心）在工程周围海域开展的春季海洋生态环境现状调查与评价资料，以及中国水产科学研究院南海水产研究所开展的春季渔业资源调查与评价资料。

根据本项目工程分析和海洋生态环境现状调查与评价结果，开展了海洋生态环境影响预测与评价工作。结合工程分析以及海洋生态环境影响预测与评价结论，项目开展了清洁生产分析、环境保护对策措施及其合理性分析、海洋生态环境风险分析与评价、地质性溢油风险分析与评价、浅层气风险分析与评价、总量控制建议、环境管理与环境监测以及环境经济损益分析等专题研究。根据各专题研究结果，完成《惠州 27-5 油田开发项目环境影响报告书》的编制。

### 1.3 关注的主要环境问题

本项目位于中国南海珠江口盆地，评价范围内的敏感目标主要是鱼类产卵场，项目新建 HZ27-5DPP 平台及海底管缆位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中，距离短尾大眼鲷南海北部产卵场 6.7km、金线鱼南海北部产卵场 8.2km、距离其他产卵场均在 22.3km 以上。项目距离国家级自然保护区、海洋生态保护红线等均较远，距离最近的海洋生态保护红线约 108km，距离广东惠东港口海龟国家级自然保护区最近约 144km。

项目在正常作业情况下，关注的主要环境问题是钻井作业期间钻井液和钻屑达标排放，海底电缆挖沟埋设时掀起的悬浮物、生产阶段含油生产水和生活污水排放对上述敏感目标及周围海域的海水水质、海洋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、生物资源的潜在影响。

## 1.4 主要评价结论

惠州 27-5 油田开发项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“鼓励类”产业，符合国家产业政策。项目符合《全国海洋主体功能区规划》，与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》和广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果的管理要求相协调。

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。项目周围海域海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境现状较好，评价范围内的敏感目标主要为深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场、蓝圆鲹粤东外海区产卵场、短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场等。项目在建设过程中产生的主要污染物为钻屑、钻井液和海底电缆挖沟埋设时掀起的悬浮物，对环境的影响属于短期性、可恢复性影响。生产运行阶段产生的主要污染物为含油生产水和生活污水，含油生产水经南海奋进 FPSO 处理达标后排放，生活污水经新建平台处理达标后排放，对环境的影响属于局部影响。新建平台钻屑、钻井液水下 40m 排放，海底电缆挖沟作业避开产卵集中期（5 月），尽量降低对产卵场等海洋生态环境的影响。其它污染物种类较少，且排放量也相对较小，拟采取的清洁生产和污染防治措施得当，污染物排放后对周围环境（海水水质、海洋沉积物及海洋生态环境）的影响范围和程度较小。

项目的建设生产和生产对海洋生态环境会产生一定影响和损害，需采取有效的保护措施。项目存在一定的溢油风险，需采取切实可行的溢油应急防范对策措施。

评价认为，在建设单位落实了各项环境保护对策措施、海洋生态保护措施、风险防范措施和应急计划的前提下，从环境保护角度考虑，项目建设可行。

## 2 总论

### 2.1 评价依据

本环境影响报告书主要根据惠州 27-5 油田开发项目可行性研究报告和建设单位反馈的资料，在各项专题研究的基础上，按照中华人民共和国有关环保法规的要求而编制，具体编制依据如下。

#### 2.1.1 法律依据

- 《中华人民共和国环境保护法》（全国人大常委会，2014.4.24 修订）
- 《中华人民共和国海洋环境保护法》（全国人大常委会，2023.10.24 修订）
- 《中华人民共和国环境影响评价法》（全国人大常委会，2018.12.29 修正）
- 《中华人民共和国渔业法》（全国人大常委会，2025.12.27 修订）
- 《中华人民共和国水污染防治法》（全国人大常委会，2017.6.27 修正）
- 《中华人民共和国大气污染防治法》（全国人大常委会，2018.10.26 修订）
- 《中华人民共和国清洁生产促进法》（全国人大常委会，2012.2.29 修正）
- 《中华人民共和国海上交通安全法》（全国人大常委会，2021.4.29 修订）
- 《中华人民共和国节约能源法》（全国人大常委会，2018.10.26 修正）
- 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020.4.29 修订）

#### 2.1.2 行政法规和部门规章

- 《建设项目环境保护管理条例》（国务院，2017.7.16 修订）
- 《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，2018.3.19 修订）
- 《防治船舶污染海洋环境管理条例》（国务院，2018.3.19 修订）
- 《中国水生生物资源养护行动纲要》（国务院，2006.2.14）
- 《中华人民共和国自然保护区条例》（国务院，2026.2.3 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》（国务院，1983.12.29）
- 《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》（国土资源部，2016.1.5 修正）
- 《铺设海底电缆管道管理规定》（国务院，1989.2.11）
- 《海底电缆管道保护规定》（国土资源部，2004.1.9 颁布）
- 《建设项目环境影响评价分类管理名录（2021 年版）》（生态环境部，



### 2021.1.1 施行)

- 《环境影响评价公众参与办法》（生态环境部，2018.7.16）
- 《国家危险废物名录（2025年版）》（生态环境部，2025.1.1 施行）
- 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（发展改革委，2024.2.1 施行）
- 《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环境保护部，2012.7.3）
- 《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》（生态环境部，2022.05.10）
- 《中华人民共和国船舶及其有关作业活动污染海洋环境防治管理规定》（交通运输部，2017.5.23 施行）
- 《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交通运输部，2018.11.30）
- 《中华人民共和国水上水下作业和活动通航安全管理规定》（交通运输部，2021.9.1 起施行）
- 《关于进一步加强石油天然气行业环境影响评价管理的通知》（生态环境部，2019.12.13）
- 《自然资源部关于进一步做好用地用海要素保障的通知》（自然资源部，2023.6.13）
- 《自然资源部 生态环境部 国家林业和草原局关于加强生态保护红线管理的通知（试行）》（自然资源部，2022.8.16）

### 2.1.3 技术导则及规范

- 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）
- 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）
- 《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）
- 《海洋调查规范》（GB/T12763-2007）
- 《海洋监测规范》（GB17378-2007）
- 《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）
- 《海上油（气）田开发工程环境保护设计规范》（SY/T10047-2019）

### 2.1.4 其他依据

- 《全国海洋主体功能区规划》（2015.8）
- 《广东省国土空间规划（2021-2035年）》

- 《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》
- 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》
- 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》
- 《“十四五”海洋生态环境保护规划》

## 2.2 评价标准

### 2.2.1 环境质量标准

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），“在海洋生态环境保护规划或近岸海域生态环境分区管控均未明确质量目标的海域，以维持环境质量现状为目标”，本项目调查站位均位于《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》之外，环境影响评价中海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量分别执行现状海水水质、海洋沉积物、海洋生物质量标准。具体见表 2.2-1。

表 2.2-1 本项目采用的环境质量标准

项目	采用标准	标准等级	适用对象
海水水质	海水水质标准（GB 3097-1997）	执行现状标准	海水水质环境质量现状评价
海洋沉积物	海洋沉积物质量（GB 18668-2002）		海洋沉积物质量评价
海洋生物	海洋生物质量（GB 18421-2001）	-	海洋贝类（双壳类）的生物质量评价
	环境影响评价技术导则 海洋生态环境（HJ 1409-2025）		甲壳类、软体类和鱼类的重金属（Cr 除外）和石油烃生物质量评价

### 2.2.2 污染物排放标准

本项目位于中国南海珠江口盆地，新建平台距岸最近约 km；根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），项目所在海域属于三级海域；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），项目所在海域属于二级海区。

根据《船舶大气污染物排放控制区实施方案》（交海发〔2018〕168 号），油田所在海域位于控制区管控范围之外。

项目在建设和生产过程中所产生相关污染物的处置与排放标准见表 2.2-2。

表 2.2-2 本项目采用的污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
含油生产水	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）	三级	含油浓度≤45mg/L（月平均） 含油浓度≤65mg/L（一次容许值）	生产阶段排放的含油生产水
	海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第 1 部分：分级（GB18420.1-2009）	二级	生物毒性容许值≥50000mg/L	



污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象	
钻井液和钻屑	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值 (GB4914-2008)	三级	不得排放非水基钻井液； 不得排放含油量>8%的含油钻屑和水基钻井液，Hg≤1mg/kg，Cd≤3mg/kg	建设阶段钻井作业排放的钻井液和钻屑	
	海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第1部分：分级 (GB18420.1-2009)	二级	生物毒性容许值≥20000mg/L		
生活污水	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值 (GB4914-2008)	三级	COD≤500mg/L	平台排放的生活污水	
生产垃圾	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值 (GB4914-2008)	三级	禁止排放或弃置入海	建设/生产阶段产生的生产垃圾	
生活垃圾	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值 (GB4914-2008)	三级	食品废弃物经处理至颗粒直径<25mm时，可排放或弃置入海，其他生活垃圾禁止排放或弃置入海	平台产生的生活垃圾	
船舶含油污水	73/78 防污公约 船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)	/	石油类≤15mg/L 排放应在船舶航行中进行	作业船舶排放的含油污水	
船舶生活污水 <sup>1</sup>	船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)	/	采用下列方式之一进行处理，不得直接排海： a) 利用船载收集装置，排入接收设施； b) 利用船载生活污水处理装置处理，达到以下规定要求后在航行中排放： (1) 在 2012 年 1 月 1 日以前安装 (含更换) 生活污水处理装置的船舶，BOD <sub>5</sub> ≤50mg/L，SS≤150mg/L，耐热大肠菌群≤2500 个/L； (2) 在 2012 年 1 月 1 日以后安装 (含更换) 生活污水处理装置的船舶，BOD <sub>5</sub> ≤25mg/L，SS≤35mg/L，耐热大肠菌群≤1000 个/L，COD <sub>Cr</sub> ≤125mg/L，pH: 6-8.5，总氯 (总余氯) <0.5mg/L。 污染物排放监控位置：生活污水处理装置出水口。	距最近陆地 3 海里以内 (含) 的海域产生的船舶生活污水	
			同时满足下列条件： (1) 使用设备打碎固形物和消毒后排放； (2) 船速不低于 4 节，且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。		3 海里<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。		与最近陆地间距离>12 海里的海域
船舶垃圾 <sup>1</sup>	船舶水污染物排放控制标准 (GB3552-2018)	/	禁止排海，收集并排入接收设施	塑料、废弃食用油、生活废弃物等	



污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
			在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域,应收集运回陆地处理;在距最近陆地 3 海里至 12 海里(含)的海域,粉碎至直径不大于 25mm 后方可排放;在距最近陆地 12 海里以外的海域可排放。	食品废弃物
船舶大气污染物 <sup>2</sup>	《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交海发〔2018〕168 号)	/	排放控制区范围内使用硫含量不大于 0.5% <sub>m/m</sub> 的船用燃油	作业船舶产生的大气污染物

注: 1 项目工程位置位于 12 海里以外的海域,在工程位置附近施工时船舶生活污水和船舶垃圾执行 12 海里以外海域的对应标准;当船舶从沿岸行驶至工程位置附近时,分别执行 3 海里以内(含)、3 海里<与最近陆地间距离≤12 海里相对应的标准。

2 作业船舶驶入大气污染物排放控制区时,需满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案》的相关要求。

## 2.3 环境敏感目标与环境保护目标

### 2.3.1 环境敏感目标

本项目位于中国南海珠江口盆地,新建设施位于海洋生态保护红线、国家级自然保护区之外,新建设施与最近的海洋生态保护红线距离约为 108km,与广东惠东港口海龟国家级自然保护区最近距离约 144km,评价范围内无重要敏感区分布。

项目评价范围内一般敏感区为深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场、短尾大眼鲷南海北部产卵场和金线鱼南海北部产卵场。新建设施位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场内,距离短尾大眼鲷南海北部产卵场 6.7km、金线鱼南海北部产卵场 8.2km、距离其他产卵场均在 22.3km 以上。

### 2.3.2 环境保护目标

本项目在正常建设、生产情况下环境保护目标为环境影响评价范围内的海水水质、海洋沉积物、海洋生态及产卵场等。

溢油情况下的环境保护目标为工程周围海域海水水质、海洋生态环境、海洋生物资源等环境敏感目标。潜在事故性溢油对周围环境敏感目标的影响范围和程度详见报告书“第八篇 海洋生态环境风险评价”中内容。

### 2.3.3 评价内容

根据环境影响识别和有关技术规范的要求,确定本次环境影响评价的评价内容主要为:建设阶段和正常生产过程中产生的各类污染物(主要是钻井液、钻屑、海底电缆挖沟掀起的悬浮物和含油生产水等)对海水水质、海洋沉积物、海洋生态环境影响评价,以及潜在的溢油事故对海水水质、海洋生态的影响评



价。

本次评价的工程内容主要包括：

- 新建 HZ27-5DPP 平台；
- 新铺设 1 条海底混输管道，直接铺设于海底，不挖沟；
- 新铺设 1 条海底电缆，后挖沟埋设，自然回填，埋深 1.5m；
- 依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造。

## 2.4 评价重点

根据本项目的特点，在对评价项目进行筛选的基础上，确定本次环境影响评价的评价重点包括：

- 钻井作业期间排放的钻井液、钻屑及海底电缆挖沟掀起的悬浮物对工程周围海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境的影响范围及程度；
- 生产期间含油生产水、温排水、生活污水排放对工程周围海水水质、海洋生态环境的影响范围及程度；
- 清洁生产分析与总量控制；
- 环境保护对策措施及合理性分析；
- 溢油事故风险分析、防范对策及应急措施可行性分析。

## 2.5 评价工作等级

根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版），本项目类别属于“五十四、海洋工程中的 150 海洋矿产资源勘探开发及其附属工程”，本项目属于新区块油气开发及其附属工程，应编制环境影响报告书。

按照《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），根据建设项目海洋生态环境影响类型和影响程度，确定评价等级。本项目影响类型主要为废水排放量、泥浆及钻屑排放量和挖沟埋设管缆总长度，其中无含 A 类污染物废水，含 B 类污染物废水为含油生产水和生活污水，最大新增排放量为 2324m<sup>3</sup>/d，评价等级为 3 级，含 C 类污染物废水为温排水，最大新增排放量为 11856m<sup>3</sup>/d，评价等级为 3 级；泥浆及钻屑最大排放量为 58037m<sup>3</sup>，评价等级为 2 级；挖沟埋设管缆总长度约 km，评价等级为 3 级。综上，建设项目评价等级取高，为 2 级。

表 2.5-1 海洋生态环境影响评价等级判定

影响类型	评价等级			
	1	2	3	
废水排放量 $Q$ ( $10^4\text{m}^3/\text{d}$ )	含 A 类污染物	$Q \geq 2$	$0.5 \leq Q < 2$	$Q < 0.5$
	含 B 类污染物	$Q \geq 20$	$5 \leq Q < 20$	$Q < 5$
	含 C 类污染物	$Q \geq 500$	$50 \leq Q < 500$	$Q < 50$
泥浆及钻屑排放量 $Q$ ( $10^4\text{m}^3$ )	$Q \geq 10$	$5 \leq Q < 10$	$Q < 5$	
挖沟埋设管缆总长度 $L$ (km)	$L \geq 100$	$60 \leq L < 100$	$L < 60$	

根据《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 海洋生态环境》(HJ 1409-2025), 确定项目的风险评价等级为三级。风险评价等级的确定详见报告书“第八篇 海洋生态环境风险评价”中内容。

## 2.6 评价范围

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)的要求, 评价范围应覆盖建设项目整体实施后可能对海洋生态环境造成影响的范围。

根据本项目评价等级、工程特点、生态敏感区分布情况, 结合项目所在海域主流向为 NE, 确定评价范围为项目新建设施和主要依托设施平面布置外缘线外扩约 15km 海域, 沿主流向方向约 54km, 垂直于主流向方向约 40km 的矩形区域, 评价面积约为  $2160\text{km}^2$ 。

本项目环境影响评价范围示意图见图 2.6-1, 评价范围四至坐标见表 2.6-1。

表 2.6-1 评价范围拐点坐标

	经度 (E)	纬度 (N)
A		
B		
C		
D		

图 2.6-1 本项目正常生产情况下评价范围

### 3 工程概况与工程分析

#### 3.1 建设项目基本情况

建设项目名称为惠州 27-5 油田开发项目，建设单位为中海石油（中国）有限公司深圳分公司。本项目计划新建 1 座钻采平台（HZ27-5DPP 平台）、1 条海底混输管道和 1 条海底电缆，并对依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造。项目属于新建海洋油（气）开发工程。

##### 3.1.1 地理位置

惠州 27-5 油田位于珠江口盆地东沙隆起北部斜坡带，惠州凹陷惠州 27 转换带，距离惠州 21-1 油田约 5.6km，距离惠州 26-6 油田约 13.6km，所在海域水深约 115m，新建 HZ27-5DPP 平台距岸（深圳市）最近约 km。

惠州 27-5 油田开发项目地理位置见图 3.1-1。本项目新建设施和主要依托设施坐标见表 3.1-1。

表 3.1-1 本项目新建设施及主要依托设施坐标

设施名称		东经 (E)	北纬 (N)	
新建设施	平台	HZ27-5DPP 平台		
	海底管道	HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道	起点	
			终点	
	海底电缆	HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台海底电缆	起点	
终点				
依托设施	HZ26-6DPP 平台			
	南海奋进 FPSO			

图 3.1-1 项目地理位置图

##### 3.1.2 建设内容及规模

本项目计划新建 1 座钻采平台（HZ27-5DPP 平台），新铺设 1 条 10"长度约 km HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台的海底混输管道和 1 条长度约 km HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台的海底电缆，并对依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ27-5DPP 平台设置 24 个井槽，先期开发 13 口井（11 口生产井和 2 口注水井），预留 11 口井，采用模块钻机进行钻完井作业，计划 2028 年 1 月投产。HZ27-5DPP 平台投产后最大年产油量  $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，最大年产气量  $\times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。



项目工程总投资（含税） 亿元人民币，其中环保投资 万元人民币，其基础数据详见表 3.1-2。

表 3.1-2 本项目基础数据

项目名称		惠州 27-5 油田开发项目
产量	最大年产油	$\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ (2029 年)
	最大年产气	$\times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ (2029 年)
	最大年产水	$\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ (2034 年)
	最大年注水	$\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ (2029 年)
开发方式		注水开发
开采方式		自喷+电潜泵采油
生产设施		1 座钻采平台 (HZ27-5DPP)
井槽/井数		设置 24 个井槽，先期开发 13 口井 (11 口生产井和 2 口注水井)，预留 11 口井
设施设计寿命		30 年
工程总投资		亿元人民币
预计投产时间		2028 年 1 月

### 3.1.3 生产物流性质

#### 3.1.3.1 原油物性

惠州 27-5 油田开发项目地面原油分析确定原油物性见表 3.1-3。

表 3.1-3 原油物性数据

井号	密度 $\text{g}/\text{cm}^3$ (20°C)	密度 $\text{g}/\text{cm}^3$ (25°C)	原油粘度 $\text{mPa} \cdot \text{s}$ (50°C)	含硫 %	含蜡 %	胶质 %	沥青质 %	凝固点 °C
HZ27-5-2Sa	0.814	—	2.88	0.10	19.40	4.10	4.72	23
HZ27-5-2	0.860	—	6.43	0.16	10.20	26.50	2.30	23
HZ27-1-1	—	0.835	—	—	—	3.96	4.72	—

#### 3.1.3.2 天然气性质

惠州 27-5 油田开发项目天然气组分见表 3.1-4，天然气中不含  $\text{H}_2\text{S}$ 。

表 3.1-4 天然气组分

井号	天然气组分 (%)										
	甲烷	乙烷	丙烷	异丁烷	正丁烷	异戊烷	正戊烷	己烷以上	氮气	二氧化碳	硫化氢
HZ27-5-2Sa	59.04	19.75	6.11	2.06	2.57	0.71	0.61	0.36	1.51	7.28	—
HZ27-5-2	73.90	15.22	3.09	0.85	1.15	0.34	0.40	0.01	0.67	4.37	—
HZ27-1-1	72.44	10.16	4.70	1.20	0.98	0.45	0.29	0.58	4.81	4.39	—

### 3.1.4 生产预测数据

惠州 27-5 油田生产预测数据见表 3.1-5，最大日产油为  $\text{m}^3/\text{d}$ ，最大日产水为  $\text{m}^3/\text{d}$ ，最大日产气为  $\times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$ ，最大日注水为  $\text{m}^3/\text{d}$ 。



表 3.1-5 惠州 27-5 油田生产预测表

年份	日产量				年产量			
	油	水	气	注水	油	水	气	注水
	m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a	10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> /a	10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a
2028								
2029								
2030								
2031								
2032								
2033								
2034								
2035								
2036								
2037								
2038								
2039								
2040								
2041								
2042								
2043								
2044								
2045								
2046								
2047								
2048								
2049								
2050								
2051								
2052								

### 3.2 工程开发方案概述

惠州油田群采用全海开发，现有 1 座南海奋进 FPSO、13 座平台（HZ25-3、HZ19-2、HZ25-8DPP、HZ25-8DPPB、HZ32-3、HZ26-1、HZ32-5、HZ26-6DPP、HZ19-6DPPA、HZ19-3、HZ21-1A、HZ21-1B 和 HZ32-2）及相应的海底管缆。

本项目将依托惠州油田群现有设施进行开发，计划新建 1 座钻采平台（HZ27-5DPP 平台），新铺设 1 条 10" 长度约 km HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台的海底混输管道和 1 条长度约 km HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台的海底电缆，并对依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离，其中分离出的气处理合格后通过已建 HZ26-6DPP 平台至番

禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端，分离出的液通过已建 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。

本项目采用注水开发，水源为珠海组水源井水，两口注水井（A3 和 A5）采用共享水源闭式注水技术，其中 A3 井采用助流注水在井下将上部地层水经旁通管注入注水层并为 A5 井提供水源。

新建平台依托惠西区域组网，通过新铺设海底电缆供电。

本项目物流走向见图 3.2-1，总体开发方案示意图见图 3.2-2。

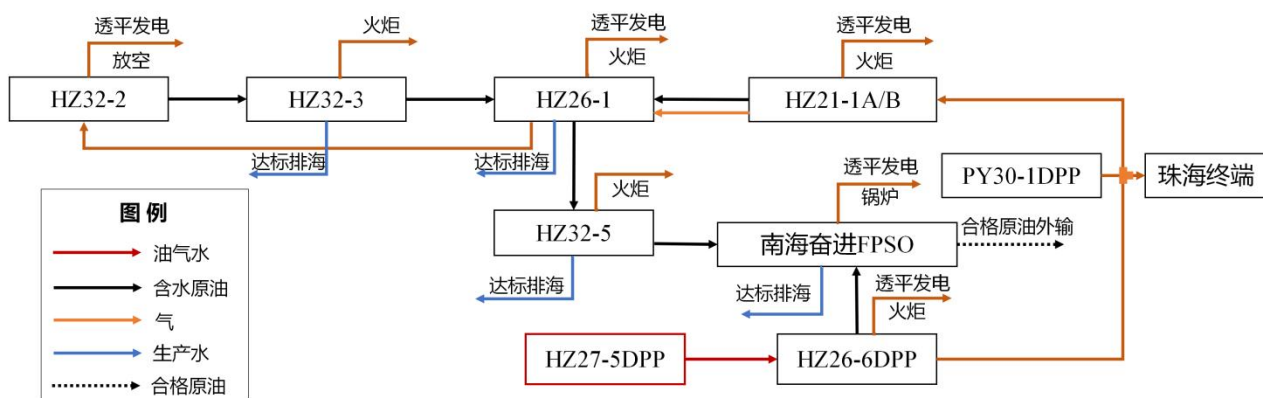


图 3.2-1 本项目主要物流走向示意图



图 3.2-2 本项目开发方案示意图

### 3.3 新建工程

#### 3.3.1 工程组成

本项目计划新建 1 座钻采平台、1 条海底管道和 1 条海底电缆。新建工程组成见表 3.3-1。

表 3.3-1 本项目新建工程组成

工程组成	设施及规模			
平台	HZ27-5DPP 平台是一座 4 腿导管架钻采平台，设置 24 个井槽，先期开发 13 口井（11 口生产井，2 口注水井），预留 11 口井。平台设有模块钻机、80 人生活楼及直升机甲板、柴油系统、化学药剂注入系统、冷放空系统、开闭排系统、消防系统等设施。			
海底管道	名称	数量	管径 (in)	管长 (km)
	HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道	1	10/16	
海底电缆	名称	数量	长度 (km)	
	HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台海底电缆	1		

#### 3.3.2 HZ27-5DPP 平台

新建一座 4 腿导管架钻采平台（HZ27-5DPP），导管架工作点间距为 20m×20m。共设有四层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板和下层甲板。井口区位于 A/B 轴及 1/2 轴之间，共有 24 个井槽，按照 6（行）×4（列）排列，井槽间距为 2.3m×2.3m，采用模块钻机进行钻完井及修井作业。平台设置模块钻机、80 人生活楼、柴油系统、化学药剂注入系统、冷放空系统、开闭排系统、消防系统等设备。HZ27-5DPP 平台井槽布置示意图见图 3.3-1，立面图见图 3.3-2。

图 3.3-1 HZ27-5DPP 平台井槽布置示意图

图 3.3-2 HZ27-5DPP 平台立面图

##### 3.3.2.1 直升机甲板

直升机甲板位于上层甲板生活楼的顶部，最大降落环直径为 21m，标高为 EL.(+)53.2m（相对于海图基准面）。甲板周围设有 1.5 米宽的安全网。

##### 3.3.2.2 上层甲板

上层甲板的主尺寸为 62m×42m，标高为 EL.(+)35.5m。

上层甲板主要布置模块钻机和 80 人生活楼，自西向东依次布置了钻机支持模块、钻机设备模块、灰罐及 80 人生活楼。冷放空臂位于甲板的西侧。

生活楼尺寸为  $12.5\text{m} \times 28\text{m} \times 12.2\text{m}$ ，生活楼顶布置有热水罐、压力水罐、消防泡沫罐等设施。两艘救生艇悬挂于生活楼东侧舷外。

在甲板 1 轴北侧和 1 轴南侧各布置一台吊机，北侧布置一台电动吊机；南侧布置一台柴油吊机。

上层甲板平面布置见图 3.3-3。

### 3.3.2.3 中层甲板

中层甲板主尺寸为  $45\text{m} \times 42\text{m}$ ，标高为  $\text{EL.}(+)26\text{m}$ 。

中层甲板的 2 轴西侧 6m 处设有一道 H60 防火墙，将危险区和非危险区分隔开来。西侧危险区主要布置了井口区、单井多相流量计、加热器、饮用水罐和化学药剂注入泵等设备；东侧非危险区主要布置了公用风/仪表风系统、电动消防泵及两层电气房间，一层房间主要布置了电潜泵控制间、主开关间、FM200 间、储藏室、应急机间及电潜泵变压器区域；二层房间标高为  $\text{EL.}(+)31\text{m}$ ，主要布置了变压器间、FM200 间、中控室、中控设备间、高压开关间、实验室、应急开关间、电池间和机修间。

中层甲板平面布置见图 3.3-4。

### 3.3.2.4 下层甲板

下层甲板主尺寸为  $37\text{m} \times 39\text{m}$ ，标高为  $\text{EL.}(+)20\text{m}$ 。

下层甲板的 2 轴西侧 6m 处设有一道 H60 防火墙，将危险区和非危险区分隔开来。西侧危险区主要布置了闭排系统、清管球发射器、预热加热器和淡水罐；东侧非危险区主要布置了电动消防泵、海水提升泵、台风发电机、自动反洗滤器以及生活污水处理装置。

下层甲板平面布置见图 3.3-5。

### 3.3.2.5 平台防腐

本项目新建 HZ27-5DPP 平台全浸区的外部腐蚀采用外加电流联合牺牲阳极阴极保护方案，并设置一套阴极保护监测系统，牺牲阳极设计保护年限 3 年。牺牲阳极采用长条状铝基牺牲阳极，阳极块净重为  $68.7\text{kg}$ ，阳极块数量为 1560 块。

图 3.3-3 新建 HZ27-5DPP 平台上层甲板平面布置图

图 3.3-4 新建 HZ27-5DPP 平台中层甲板平面布置图

图 3.3-5 新建 HZ27-5DPP 平台下层甲板平面布置图

### 3.3.3 海底管道

#### 3.3.3.1 海管结构

本项目计划铺设 1 条海底管道，直接铺设于海底，采用双层保温结构型式钢管，管道的长度和管径等参数见表 3.3-2，管道截面示意图见图 3.3-6。

表 3.3-2 海底管道设计参数

海底管道	管长 (km)	内管管 径 (in)	外管管 径 (in)	保温层厚 度 (mm)	设计温度 (°C)	设计压力 (MPaA)	设计 寿命 (a)
HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底 混输管道		10	16	45	97	10	30

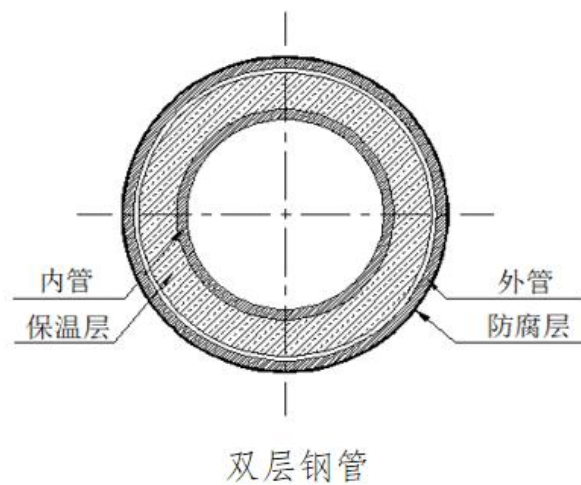


图 3.3-6 新建海底管道钢管截面示意图

#### 3.3.3.2 海管防腐

新建海底管道外防腐采取防腐涂层与阴极保护的联合保护方法，采用手镯型铝基牺牲阳极，阳极块单重为 52.5kg，共 180 块，阳极块的间隔约为 97.6m。海底管道内防腐按“碳钢内衬 316L”考虑。

#### 3.3.4 海底电缆

新建 HZ27-5DPP 平台不设主电站，拟新建 1 条 km，35kV， $3 \times 120\text{mm}^2$  海底电缆自 HZ26-6DPP 平台引电。

### 3.4 生产工艺流程

#### 3.4.1 新建 HZ27-5DPP 平台工艺流程

##### 3.4.1.1 生产工艺流程

来自各生产井的物流经单井多相流量计计量后通过新建海底混输管道输送至已建 HZ26-6DPP 平台进行处理。为了避免下游 HZ26-6DPP 平台至南海奋进

FPSO 海底混输管道温度超过其设计值，在新建 HZ27-5DPP 平台上布设外输冷却器，计划 2031 年投用。HZ27-5DPP 平台生产工艺流程见图 3.4-1。

图 3.4-1 HZ27-5DPP 平台生产工艺流程图

#### 3.4.1.2 注水工艺流程

本项目注水水源为珠海组水源层水，注水层位为恩平组（EP250-450），两口注水井（A3 和 A5）采用共享水源闭式注水技术，其中 A3 井采用助流注水，在井下将上部地层水经旁通管注入注水层并为 A5 井提供水源。注水流程示意图见图 3.4-2。

图 3.4-2 注水流程示意图

#### 3.4.2 依托 HZ26-6 DPP 平台工艺流程

HZ26-6DPP 平台设气液分离和天然气脱水设施。因 HZ26-6DPP 平台各井井口压力差别较大，根据各井剩余压力是否满足干气外输压力要求，平台分设高、中、低压生产流程。因生产初期各单井压力均满足外输要求，故都经高压管汇集后进入处理流程。部分井的井口压力逐渐降低，待不能满足外输要求后，转入中压生产管汇。

HZ26-6DPP 平台设置三级分离流程。高压生产管汇集的生产物流进入高压生产分离器进行气液分离，分离出的湿气进入 TEG（三甘醇）脱水系统，分离出的液相进入中压分离器进一步闪蒸。

中压生产管汇集的生产物流进入中压生产分离器，与来自高压生产分离器的液相一起进行气液分离。分出的湿气一部分进入中压压缩系统增压，一部分通过海底输气管道输送到南海奋进 FPSO 作为燃料气气源，一部分作为本平台燃料气的备用气源。中压生产分离器分离出的液相进入低压生产分离器。

低压井的生产物流进入低压生产分离器，与来自中压生产分离器的液相一起进行气液分离。低压生产分离器分出的湿气进入低压压缩系统增压，分出的液相进入 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 的海底混输管道。

来自低压分离器的低压气进入低压压缩系统，经除液、增压、冷却处理后，气相进入中压压缩系统继续脱液、增压，脱除的液相汇合后进入海底混输管道。

来自中压生产分离器和低压压缩系统的天然气进入中压压缩系统，经增压、冷却、除液处理后，不含液滴的气相进入 TEG 脱水系统。

来自高压生产分离器和中压压缩系统的湿气经 TEG 脱水系统处理，脱水后的干气一部分去燃料气系统，剩余部分进入 HZ26-6DPP 至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道。

本项目对 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造，新增段塞流捕集器和伴生气压缩机系统。HZ27-5DPP 平台的物流进入新增段塞流捕集器气液分离，分离出的天然气经新增伴生气压缩机增压后，进入 TEG 脱水系统，脱水后的干气一部分去燃料气系统，剩余部分进入 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端。分离出的含水原油经新增原油外输泵增压后经已建 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 的海底混输管道输送至南海奋进 FPSO。

HZ26-6DPP 平台生产工艺流程见图 3.4-3。

图 3.4-3 HZ26-6DPP 平台生产工艺流程图

### 3.4.3 依托南海奋进 FPSO 工艺流程

#### 3.4.3.1 原油生产工艺流程

本项目投产后南海奋进 FPSO 接收 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台、HZ21-1A 平台、HZ21-1B 平台、HZ32-5 平台、HZ26-6DPP 平台、HZ19-6DPPA 平台（2028 年及以后，在建）和 HZ27-5DPP 平台共 9 个平台的物流。HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台、HZ21-1A 平台、HZ21-1B 平台、HZ19-6DPPA 平台和 HZ32-5 平台物流通过 HZ32-5 平台至南海奋进 FPSO 海管输送至南海奋进 FPSO；HZ27-5DPP 平台和 HZ26-6DPP 平台物流通过 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海管输送至南海奋进 FPSO。

来自 HZ26-6DPP 平台物流经南海奋进 FPSO 的段塞流捕集器进行初步分离，分离出的天然气经过燃料气缓冲罐，与一级分离器气相混合冷却后，部分进入燃料气涤气罐供锅炉使用，部分进入 LPG 系统处理。分离出的液相与已建 HZ32-5 平台海管输送的惠西油田群物流混合后进入换热器、加热器加热后进入一级分离器进行沉降分离，分离出来的原油经加热后进入二级分离器进行沉降分离，分离出来的原油进入原油增压泵增压，再经加热器加热后进入电脱水器进一步脱水至含水 0.5% 以下，电脱水器出口原油经换热器、冷却器降温后进油

舱储存。二级分离器和电脱水器分离出的伴生气经 LPG 回收系统回收 LPG 和轻烃后，作为发电机和热介质锅炉的燃料气，少量气体进入火炬系统燃烧。分离出的生产水则进入生产水处理系统，经处理达标后排海。

图 3.4-4 南海奋进 FPSO 原油处理工艺流程图

### 3.4.3.2 生产水处理工艺流程

南海奋进 FPSO 生产水处理系统有两个处理流程，分别为水力旋流器处理装置、气浮选处理装置（备用）。来自各级分离器的生产水进入生产水舱进行沉淀分离，分离出的油通过溢流管线进入撇油舱，水则通过生产水泵输送到生产水工艺模块的水力旋流器进行处理达标后排海。水力旋流器设计处理能力为  $m^3/d$ ，气浮选处理装置设计处理能力为  $m^3/d$ ，南海奋进 FPSO 生产水设计处理能力合计为  $m^3/d$ 。

南海奋进 FPSO 生产水处理工艺流程见图 3.4-5。

图 3.4-5 南海奋进 FPSO 生产水处理工艺流程图

## 3.5 依托设施校核与改造

### 3.5.1 依托设施及改造概况

本项目新建工程主要依托 1 座平台（HZ26-6DPP 平台）、1 艘 FPSO、1 座陆上终端和 3 条海底管道，对依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造，依托设施概况见表 3.5-1，依托设施改造见表 3.5-2。

表 3.5-1 依托设施概况

平台/设施	基本情况
HZ26-6DPP 平台	1 座 8 腿导管架钢结构平台，设有模块钻机、井口生产计量装置、油气分离系统、天然气压缩系统、三甘醇脱水系统、透平电站，以及三甘醇再生系统、燃料气系统、柴油系统、火炬系统、开式排放系统、化学药剂系统、公用/仪表风系统、闭式排放系统、淡水系统、海水系统、120 人生活楼、生活污水处理系统和消防系统等公用设施。原油设计处理能力为 $m^3/d$ ，天然气设计处理能力为 $m^3/d$ ，生活污水设计处理能力为 $75.6m^3/d$ 。
南海奋进 FPSO	15 万吨浮式生产储油轮，船艏部设有 1 个可解脱式内转塔系泊系统。FPSO 上设有工艺处理系统、合格原油储存系统、生产水处理系统、燃料气系统、火炬系统、LPG 系统、发电机系统以及其它常规公用系统（包括化学药剂注入系统、闭式排放系统、开式排放系统、海水供应系统、淡水供应系统、安全救生系统、消防系统、生活污水处理系统等）。设置有 120 人生活楼，原油设计处理能力为 $m^3/d$ ，天然气设计处理能力为 $m^3/d$ ，生产水设计处理能力为 $m^3/d$ ，生活污水设计处理能力为 $70.56m^3/d$ 。



平台/设施	基本情况			
珠海终端	1 座天然气终端处理厂，位于珠海市横琴岛的西北面，主体工程包括天然气处理系统和产品储运系统，辅助工程包括天然气放空系统、含油污水处理系统、生活污水处理系统、消防水系统、循环水系统、供热系统、供风系统等。天然气处理规模为 $m^3/a$ 。			
海底管道	名称	输送介质	管径 (in)	长度 (km)
	HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道	油水	10/16	
	HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道	气	10	
	PY30-1DPP 平台至珠海终端海底输气管道	气	20	

表 3.5-2 依托设施改造概况

名称	改造内容
HZ26-6DPP 平台	上层甲板：西侧外扩甲板布置新增伴生气压缩机和伴生气冷却器。在北侧新增甲板或栅栏防落物 中层甲板：北侧外扩甲板布置新增段塞流捕集器。 下层甲板：北侧外扩甲板布置新增外输增压泵及外输增压泵入口滤器；西侧外扩甲板布置新增清管球接收器。

### 3.5.2 依托设施 HZ26-6DPP 平台校核与改造

#### 3.5.2.1 HZ26-6DPP 平台改造

上层甲板：西侧外扩甲板  $8.5m \times 35m + 12.65m \times 3m$  布置新增伴生气压缩机和伴生气冷却器。在北侧新增甲板或栅栏  $5.2m \times 2.35m + 11.95m \times 6.5m$  防落物。

中层甲板：北侧外扩甲板  $8.5m \times 6.5m$  布置新增段塞流捕集器。

下层甲板：北侧外扩甲板  $11m \times 6.5m$  布置新增外输增压泵及外输增压泵入口滤器；西侧外扩甲板  $20m \times 2.05m$  布置新增清管球接收器。

图 3.5-1 HZ26-6DPP 平台上层甲板改造示意图

图 3.5-2 HZ26-6DPP 平台中层甲板改造示意图

图 3.5-3 HZ26-6DPP 平台下层甲板改造示意图



### 3.5.2.2 HZ26-6DPP 平台校核

本项目对 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造，新增段塞流捕集器和伴生气压缩机。HZ27-5DPP 平台的物流进入新增段塞流捕集器气液分离，分离出的天然气经新增伴生气压缩机增压后，进入 TEG 脱水系统，分离出的含水原油经新增原油外输泵增压后输送至 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 的海底混输管道，脱水后的干气一部分去燃料气系统，剩余部分进入 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道。

因此，对 HZ26-6DPP 平台的 TEG 脱水系统进行校核，经校核项目投产后最大处理气量为  $\text{m}^3/\text{d}$ （2028 年），小于其设计处理能力（ $\text{m}^3/\text{d}$ ），可以满足依托要求。HZ26-6DPP 平台 TEG 脱水系统处理量见表 3.5-3。

表 3.5-3 HZ26-6DPP 平台 TEG 脱水系统处理量

年份	日产气量 ( $10^4\text{m}^3/\text{d}$ )		
	HZ27-5DPP 平台	HZ26-6DPP 平台	合计
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			
2036			
2037			
2038			
2039			
2040			
2041			
2042			
2043			
2044			
2045			
2046			
2047			
2048			
2049			



年份	日产气量 (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d)		
	HZ27-5DPP 平台	HZ26-6DPP 平台	合计
2050			
2051			
2052			

### 3.5.3 依托设施南海奋进 FPSO 校核

本项目投产后南海奋进 FPSO 接收 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台、HZ21-1A 平台、HZ21-1B 平台、HZ32-5 平台、HZ26-6DPP 平台、HZ19-6DPPA 平台（2028 年及以后，在建）和 HZ27-5DPP 平台共 9 个平台的物流。本项目投产后南海奋进 FPSO 处理量见表 3.5-4，处理能力校核见表 3.5-5。



表 3.5-4 本项目投产后南海奋进 FPSO 处理量

年份	本项目投产前南海奋进 FPSO 处理量*				HZ27-5 DPP 平台外输量			本项目投产后南海奋进 FPSO 处理量			
	油	水	液	LPG 系统	油	水	液	油	水	液	LPG 系统
	m <sup>3</sup> /d			10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d	m <sup>3</sup> /d			m <sup>3</sup> /d			10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d
2028											
2029											
2030											
2031											
2032											
2033											
2034											
2035											
2036											
2037											
2038											
2039											
2040											
2041											
2042											
2043											
2044											
2045											
2046											
2047											
2048											

注：\*本项目投产前南海奋进 FPSO 接收物流平台包括 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台、HZ21-1A 平台、HZ21-1B 平台、HZ32-5 平台、HZ26-6DPP 平台、HZ19-6 DPPA 平台共 8 个平台的物流。

南海奋进 FPSO 二级分离器和电脱水器分离出的伴生气经 LPG 系统回收 LPG 和轻烃后，作为发电机和热介质锅炉的燃料气，项目投产后所需燃料气量增加。

表 3.5-5 南海奋进 FPSO 处理能力校核

南海奋进 FPSO	设计处理能力 (m <sup>3</sup> /d)	最大处理量 (m <sup>3</sup> /d)	依托是否可行
油处理能力		(2029 年)	可行
生产水处理能力		(2037 年)	可行
液处理能力		(2029 年)	可行
LPG 系统能力		×10 <sup>4</sup> (2029 年)	可行

经校核，南海奋进 FPSO 的油、水、液和 LPG 的最大处理量均小于设计处理能力，可以满足本项目投产后需求，依托可行。

### 3.5.4 珠海终端校核

本项目所产物流在已建 HZ26-6DPP 平台进行气液分离后，分离出的天然气经脱水处理合格后，通过已建 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端。经校核，本项目投产后珠海终端进站天然气量最大为 ×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/d (2028 年)，小于天然气处理规模 ×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/d，终端现有生产装置能够满足本项目接入要求，无需改造。

### 3.5.5 依托海底管道能力校核

本项目投产后将依托已建 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道、HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道和 PY30-1DPP 平台至珠海终端海底输气管道。本项目依托海底管道校核情况见表 3.5-6。

表 3.5-6 依托海底管道校核

海底管道	投产时间	设计年限 (年)	管径 (")	管长 (km)	设计压力 (MPaA)	最高操作压力 (kPaA)	设计温度 (°C)	最高操作温度 (°C)	校核结果
HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道	2024	25	10		6.35	3.5	80	77	满足
HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道	2024	25	10		14.27	10.5	60	45	满足
PY30-1DPP 平台至珠海终端海底输气管道	2009	30	20		14.27	9.9	60	40	满足

根据校核结果，本项目投产后依托的海底混输管道最高操作压力和温度均未超过原设计值，依托海底管道在原设计寿命年限内能够满足现设计条件。依托已建管道在达到原设计寿命前须进行检测评估，以保证管道的使用安全。

### 3.6 施工和建设方案

#### 3.6.1 钻完井方案

新建 HZ27-5DPP 平台设置 24 个井槽，先期开发 13 口井（11 口生产井和 2 口注水井），预留 11 口井，采用模块钻机进行钻完井作业。先期开发井总进尺 67400m，平均井深 5004m，最大井深 7581m。

##### 3.6.1.1 井身结构

本项目先期钻井井身结构及套管参数见表 3.6-1，典型井井身结构示意图 3.6-1~图 3.6-8，预留 11 口井身结构参考先期钻井详见表 3.6-1，实际井身结构可能会根据现场钻井情况进行调整。6000m 大位移水平井（含领眼）完成评价作业后，领眼按照《海洋石油弃井规范》（Q/HS2025-2020）要求进行弃井。

表 3.6-1 HZ27-5DPP 平台井身结构及套管参数

分类	井号	平均井深(m)	井眼尺寸(in)×井深(m)	套管尺寸(in)×下深(m)

图 3.6-1 4000m 定向井井身结构示意图

图 3.6-2 4200-5000m 定向注水井井身结构示意图

图 3.6-3 4500-5200m 常规水平井井身结构示意图

图 3.6-4 4500-5200m 多底井井身结构示意图

图 3.6-5 4700-5200m 水平分支井井身结构示意图

图 3.6-6 5000m 多分支水平井井身结构示意图

图 3.6-7 6000m 大位移水平井(含领眼) 井身结构示意图  
图 3.6-8 7000m 大位移水平井井身结构示意图

### 3.6.1.2 钻井液体系

钻井阶段将根据地层岩性、井底温度和压力确定各井段钻井液体系，以达到防塌、防漏、防水化膨胀、防卡及安全、快速钻进和保护好油气层、保护好环境的要求。本项目优先采用水基钻井液体系，12-1/4"井段和 8-1/2"井段使用合成基钻井液，不同井型各井段拟采用的钻井液体系见表 3.6-2。

表 3.6-2 惠州 27-5 油田开发项目钻井液体系

井段	24"和 22"井段	16"井段	12-1/4"井段	8-1/2"井段
钻井液体系	海水/膨润土浆	海水/膨润土浆或海水聚合物体系（水基）	合成基钻井液体系	

### 3.6.2 施工方案

本项目建设阶段主要包括钻完井作业、平台就位及安装、平台连接调试、海底管道铺设、海底电缆铺设及依托设施改造等工作。

**钻完井作业：**本项目计划采用模块钻机进行钻完井及修井作业。

**平台就位及安装：**本项目新建 HZ27-5DPP 平台导管架和上部组块均计划在陆地场地建造。平台导管架码头滑移装船，滑移下水。平台上部组块滑移装船，整体吊装。生活楼、钻机模块和南侧吊机驳船运输，单独吊装。

**海底管道铺设：**本项目海底管道拟采用铺管船铺设，直接铺设于海底，不挖沟埋设，近平台区域采用混凝土压块覆盖保护。

**海底电缆铺设：**本项目海底电缆拟采用铺缆船铺设，后挖沟，自然回填，挖沟截面近似为梯形，上底宽 3.0m，下底宽 1.5m，埋深 1.5m。海底电缆近平台区域，用混凝土压块进行覆盖保护。在铺设过程中遇到胶结物等硬地质层，无法进行后挖沟埋设，或埋深无法达到 1.5m 的情况下，通常采用覆盖混凝土压块方式对海底电缆进行防护。

**海底管道/电缆跨越：**新建海底管道/电缆与已建海管存在 6 处跨越。跨越段施工方式为：在已建海底管道上方放置 30cm 厚混凝土压块，铺设管道/电缆后在上方放置混凝土压块保护。

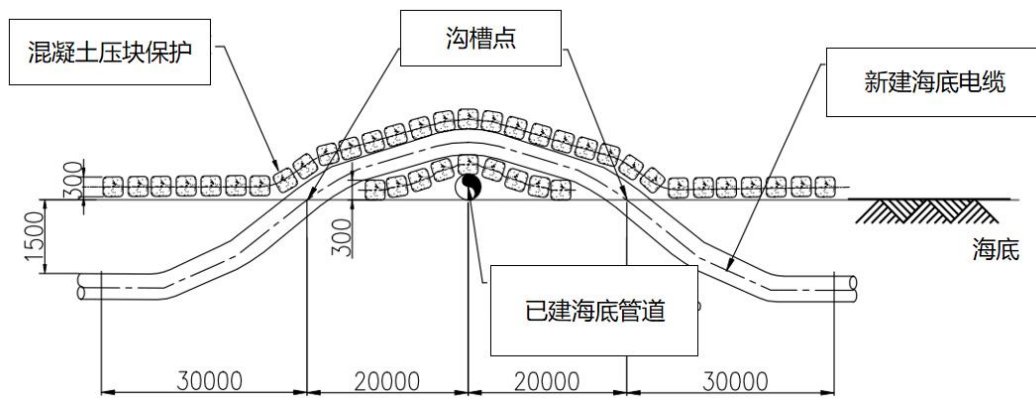


图 3.6-9 新建海底电缆与已建海底管道跨越示意图

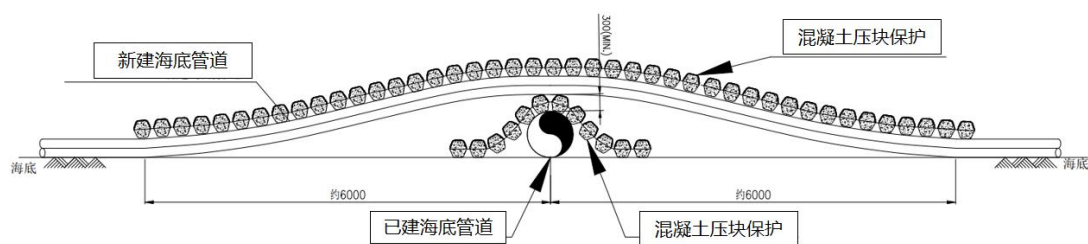


图 3.6-10 新建海底管道与已建管道跨越示意图

**平台调试:** 主要在新建 HZ27-5DPP 平台上部进行, 不需使用大型施工船舶。

**依托设施改造:** 依托 HZ26-6DPP 平台改造主要采用浮吊进行。

本项目所使用的各类施工船舶应满足工程能力要求, 可能会根据实际情况选择同等类型船舶。本项目计划 2027 年 7 月开始施工, 施工总天数约 976 天, 最大同时作业人数为 850 人, 本项目施工作业内容、作业船舶和施工人员情况见表 3.6-3。

表 3.6-3 本项目海上施工作业内容、作业船舶及人员

施工内容		施工船舶功能类型	数量 (艘)	施工天数 (d)	施工人数 (人)
HZ27-5DPP 平台	导管架海上安装	浮吊	1	30	350
		拖轮	5		
	组块海上安装	浮吊	1	15	350
		拖轮	5		
	先期钻完井	拖轮	2	524	20
	预留井钻完井	拖轮	2	376	20
HZ26-6DPP 平台改造		浮吊	1	4	52
		拖轮	1		
海底管道铺设		铺管船	1	90	500
		拖轮	1		
		驳船	1		

施工内容	施工船舶功能类型	数量 (艘)	施工天数 (d)	施工人数 (人)
	多功能工程船	1	44	
	拖轮	2		
	驳船	1		
海底电缆铺设	铺缆船	1	15	100
	拖轮	1		

### 3.7 产污环节与污染物分析

#### 3.7.1 建设阶段

建设阶段主要施工作业包括钻完井作业、平台就位及安装、海底管缆铺设、平台调试、依托设施改造等。

钻完井过程中将产生钻井液、钻屑，此外参加作业的船舶还将产生一定量的船舶含油污水、生活污水、生活垃圾及生产垃圾等船舶污染物。

平台就位及安装等过程中，将有浮吊船、拖轮等施工船舶参加作业，这些船舶将产生少量的船舶污染物。

本项目海底管道不挖沟埋设，仅在铺管作业过程中产生一定量的船舶污染物。

海底电缆挖沟埋设，挖沟作业主要产生悬浮物，另有铺缆船、拖轮等施工船舶参加作业，这些船舶将产生少量的船舶污染物。

海上建设阶段的产污环节及污染物种类参见图 3.7-1。

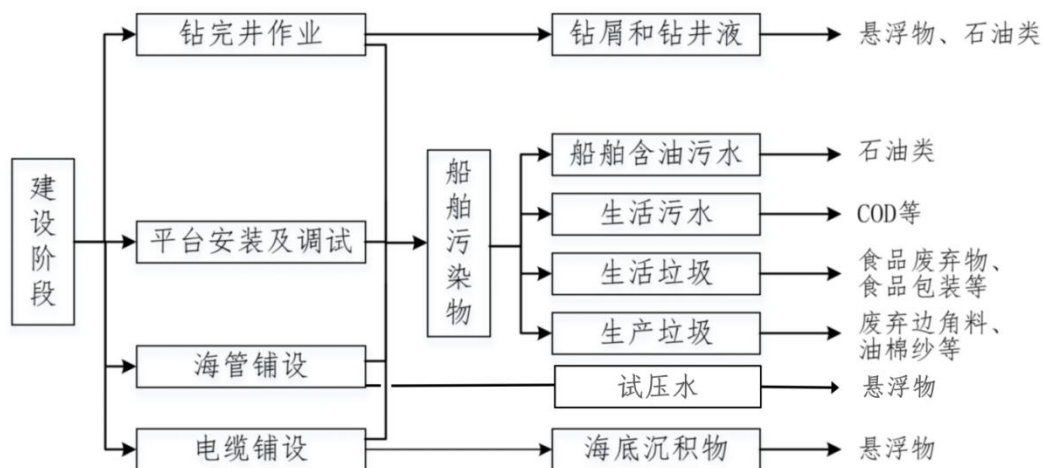


图 3.7-1 建设阶段产污环节和污染物种类

#### 3.7.2 生产阶段

在生产阶段，本项目的产污环节主要是新建平台的生产作业区、生活区以及依托设施的生产作业区等，产生的污染物主要包括含油生产水、温排水、生

产垃圾、生活污水和生活垃圾等。

生产阶段产污环节及污染物种类参见图 3.7-2。

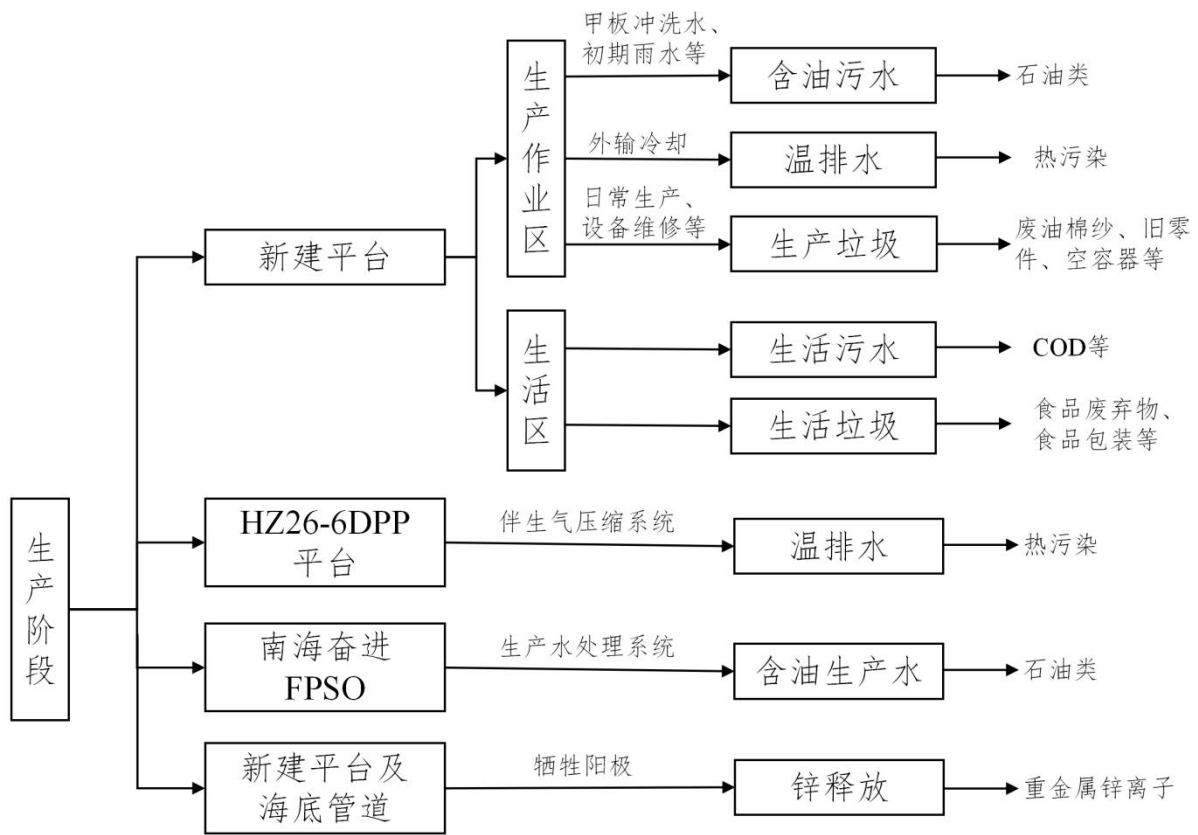


图 3.7-2 生产阶段产污环节和污染物种类

### 3.8 污染物源强核算

#### 3.8.1 建设阶段

本项目建设阶段产生的污染物主要包括钻完井产生的钻屑、钻井液，海底电缆挖沟产生的悬浮物，参加施工的船舶和人员产生的船舶含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾等船舶污染物，以及作业产生的金属下脚料等生产垃圾。

##### 3.8.1.1 钻屑

钻屑的排放量主要取决于井数和井身结构，新建 HZ27-5DPP 平台先期计划钻井 13 口，预留 11 口井。根据井身结构、钻井数量、钻头尺寸等数据，可估算本工程所产生的钻屑总量。

计算公式如下：

$$V = \pi R^2 \times h \times 1.6$$

式中：V 为钻屑体积（m<sup>3</sup>）；R 为井眼半径；h 为各井径井段长度；1.6 为

松散系数。

据核算，HZ27-5DPP 平台先期钻井产生的钻屑量约为  $m^3$ （堆体积），其中非钻井油层水基钻井液钻屑量  $m^3$ （堆体积），合成基钻井液钻屑量  $m^3$ （堆体积）。HZ27-5DPP 平台产生的钻屑总量（含预留井）约为  $m^3$ （堆体积），其中非钻井油层水基钻井液钻屑量  $m^3$ （堆体积），合成基钻井液钻屑量  $m^3$ （堆体积）。钻屑水下 40m 排放，最大排放速率为  $m^3/d$ 。

本项目钻屑量统计见表 3.8-1，具体钻井作业产生的钻屑量可能根据实际钻井情况有所调整。

表 3.8-1 本项目钻屑量计算结果（堆体积）

名称	批次	井数 (口)	总钻屑量 ( $m^3$ )	非钻井油层水基钻井液 钻屑量 ( $m^3$ )	合成基钻井液钻 屑量 ( $m^3$ )
HZ27-5DPP	先期钻井	13			
	预留井	11			
	合计	24			

注：具体钻井作业产生的钻屑量可能根据实际钻井情况有所调整。

本项目非钻井油层水基钻井液钻屑符合《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 第 1 部分：分级》（GB 18420.1-2009）要求后排放。若不符合排放要求，将运回陆地交由危废处置单位接收处理/处置。

合成基钻井液钻屑经甩干后检测达标后排放，若不达标进行现场热脱附处理，热脱附装置布置在 HZ32-2、HZ32-3 或 HZ26-1 平台上，距离新建平台约 21~30km，处理后的钻屑在符合《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 第 1 部分：分级》（GB 18420.1-2009）的要求后由支持船运至 HZ27-5DPP 平台水下 40m 排海。

热脱附技术装置为封闭系统，通过进料泵将合成基钻井液钻屑输送至反应釜（锤磨机），反应釜内部转臂高速旋转带动颗粒高速分散碰撞后产生热量，将物料中液相气化后脱附，脱附气相通过洗涤罐、水冷凝罐除尘、冷凝后收集，收集液相经过三相分离器将油、水分离加以回收，剩余的固态残渣自动排出，处理工艺流程见图 3.8-1。

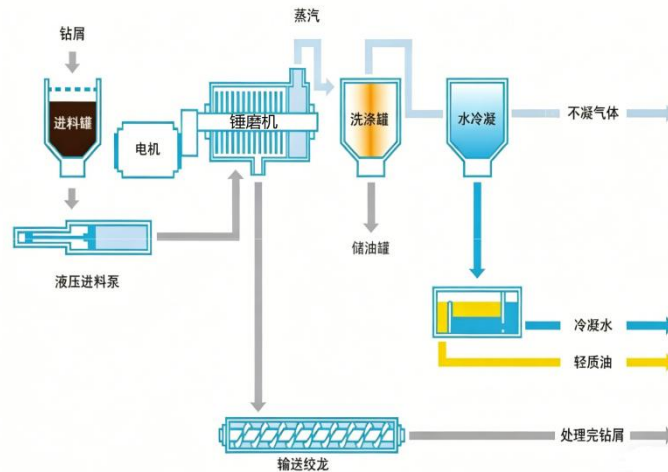


图 3.8-1 合成基钻井液钻屑热脱附处理工艺

### 3.8.1.2 钻井液

本项目钻井作业优先采用水基钻井液体系，12-1/4"井段和 8-1/2"井段使用合成基钻井液。钻井液原则上要求循环使用，其排放环节主要有四个：外排钻屑粘附、固井置换、提钻携带以及钻井结束后的一次性排放。

钻井液产生量计算公式如下：

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4$$

式中：V—钻井液体积（m<sup>3</sup>）；

V<sub>1</sub>—钻屑黏附量（m<sup>3</sup>）， $V_1 = V_{\text{钻屑量}} \times 10\%$ （m<sup>3</sup>）；

V<sub>2</sub>—起钻携带量（m<sup>3</sup>）， $V_2 = \text{起钻次数} \times 10\text{m}^3/\text{次}$ ；

V<sub>3</sub>—固井置换量（m<sup>3</sup>）， $V_3 = \text{固井次数} \times 15\text{m}^3/\text{次}$ ；

V<sub>4</sub>—一次性排放量（m<sup>3</sup>）， $V_4 = \text{套管内泥浆量} + V_{\text{泥浆池}} \times 90\%$ （m<sup>3</sup>）。

本项目先期钻井和预留井均采用批钻方式，具体钻井作业方式和产生的钻井液量可能根据实际钻井情况有所调整。本项目优先采用水基钻井液体系，12-1/4"井段和 8-1/2"井段使用合成基钻井液，钻井液量计算结果统计见表 3.8-2。经核算，本项目 HZ27-5DPP 平台先期钻井钻井液产生量约为 m<sup>3</sup>，其中非钻井油层水基钻井液产生量约为 m<sup>3</sup>，合成基钻井液产生量约为 m<sup>3</sup>。HZ27-5DPP 平台总钻井液（含预留井）产生量约为 m<sup>3</sup>，其中非钻井油层水基钻井液产生量约为 m<sup>3</sup>，合成基钻井液产生量约为 m<sup>3</sup>。

符合《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 第 1 部分：分级》（GB 18420-2009）要求的非钻井油层水基钻井液排放，合成基钻井液和不达标的非钻井油层水基钻井液将全部运回陆地处理。钻井液最高排放速率出现在批钻结束后一次性排放过程中，

根据井身结构和钻井方式计算，HZ27-5DPP 平台一次性最大排放量约为  $m^3$ ，排放速率约为  $m^3/h$ ，水下 40m 排放。

表 3.8-2 本项目钻井液计算结果

名称	批次	井数(口)	总钻井液量 ( $m^3$ )	非钻井油层水基钻 井液 ( $m^3$ )	合成基钻井液量 ( $m^3$ )
HZ27-5DPP	先期钻井	13			
	预留井	11			
	合计	24			

### 3.8.1.3 悬浮物

本项目新铺 1 条长度约 km HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台的海底电缆，采用后挖沟的方式，截面近似为梯形，上底宽 3.0m，下底宽 1.5m，埋深 1.5m，采用喷射式挖沟机，平均挖沟速度为 3000m/d。挖沟搅动的海底沉积物将有部分形成悬浮物，短时间内随海流扩散，工程区沉积物以粉砂质砂和砂质粉砂为主，粒径较粗，较容易沉降，以起沙率 10% 计算，海底泥沙湿容重约为  $1.7g/cm^3$ 。

本项目海底电缆后挖沟截面示意图见图 3.8-2。

海缆铺设悬浮物的产生速率和产生量计算公式如下：

产生量 = 搅动沉积物的横截面积 × 扰动悬浮物的长度 × 起沙率

产生速率 = 搅动沉积物的横截面积 × 设备移动的速度 × 沉积物密度 × 起沙率 / 86400(s)

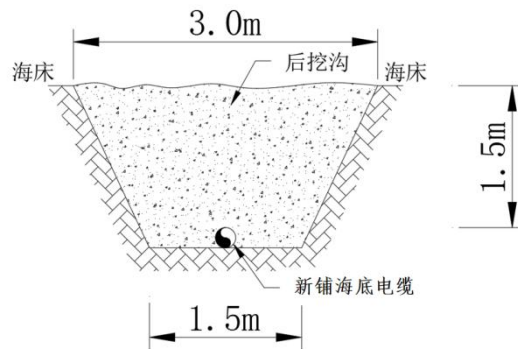


图 3.8-2 海底电缆后挖沟示意图

表 3.8-3 海底电缆铺设悬浮物源强核算结果

海底电缆名称	长度 (km)	埋深 (m)	挖沙总量 ( $m^3$ )	悬浮物排放 速率 (kg/s)
HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台海底电缆		1.5	4658	19.92



### 3.8.1.4 试压水

本项目海管铺设完成后，使用淡水进行试压，产生海管试压水，产生量约 704m<sup>3</sup>，海管试压完成后直接排放。

### 3.8.1.5 船舶污染物

根据施工时间、参与作业的人员、船舶种类及数量，可估算出建设阶段船舶污染物的产生量。本项目建设阶段船舶污染物核算结果详见表 3.8-4。

表 3.8-4 本项目建设阶段船舶污染物核算结果

施工内容	施工船舶	施工天数 (d)	施工人数 (人)	船舶含油污水 (m <sup>3</sup> )	生活污水 (m <sup>3</sup> )	生活垃圾 (t)	生产垃圾 (t)
导管架海上安装	浮吊 (1 艘)、拖轮 (5 艘)	30	350	40.0	3675.0	15.8	0.6
组块海上安装	浮吊 (1 艘)、拖轮 (5 艘)	15	350	10.0	1837.5	7.9	0.2
先期钻完井	拖轮 (2 艘)	524	20	174.7	3668.0	15.7	350.8
预留井钻完井	拖轮 (2 艘)	376	20	125.3	2632.0	11.3	251.7
HZ26-6DPP 平台改造	浮吊 (1 艘)、拖轮 (1 艘)	4	52	2.7	72.8	0.3	0.1
海底管道铺设	铺管船 (1 艘)、拖轮 (1 艘)、驳船 (1 艘)	90	500	105.0	15750.0	67.5	2.6
	多功能工程船 (1 艘)、拖轮 (2 艘)、驳船 (1 艘)	44		58.7			1.3
海底电缆铺设	铺缆船 (1 艘)、拖轮 (1 艘)	15	100	36.7	1925.0	8.3	0.8
合计				526.3	28160.3	120.7	607.5

#### a. 船舶含油污水

根据开发工程中参加作业船舶类型和数量、作业天数及作业人数，按照中国海洋石油有限公司石油开发工程的多年统计资料核算船舶含油污水产生量。其中大型施工船舶含油污水产生量按 (0.3~0.5) m<sup>3</sup>/ (船·日)，本次浮吊船、铺缆船、铺管船、多功能工程船、驳船计算取 0.5m<sup>3</sup>/ (船·日)；一般工作船舶含油污水产生量按 (3~5)m<sup>3</sup>/ (船·月)，本次拖轮等一般工作船舶计算取 5m<sup>3</sup>/ (船·月)。据此计算本项目建设阶段船舶含油污水产生量约 526.3m<sup>3</sup>，经船用油水分离器处理达标后间断排放。



### b. 生活污水

在海上建设阶段产生的生活污水主要包括施工作业船舶厨房和洗浴污水、厕所和医务室的污水等。根据中国海洋石油集团有限公司石油开发工程的最新统计资料，生活污水平均每人每天按 350L 计算，估算本工程建设阶段产生的生活污水总计约为 28160.3m<sup>3</sup>，处理达标后间断排放。

### c. 生活垃圾

建设阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。根据中国海洋石油有限公司油气开发工程的多年统计资料，生活垃圾按 1.5kg/（人·日）计算，其中食品废弃物按 1kg/（人·日）；其它生活垃圾按 0.5kg/（人·日）。由此估算本工程建设阶段共产生生活垃圾约 120.7t，其中食品废弃物 84.5t，其它生活垃圾 42.2t。本项目产生的生活垃圾中食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内(含)的海域，应收集并排入接收设施；在距最近陆地 3 海里至 12 海里（含）的海域，粉碎或磨碎至直径小于 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。其他生活垃圾运回陆地处理。

### d. 生产垃圾

建设阶段产生的生产垃圾主要包括废旧零件、边角料、油棉纱和包装材料等。根据中国海洋石油有限公司油气开发工程的多年统计资料，钻井期间按 18t/月~25t/月计算，本项目计算取 20t/月；浮吊船、铺管船、铺缆船等大型施工船舶按 5t/年计算，拖轮等小型船舶 0.5t/年计算。由此估算出本项目建设阶段生产垃圾产生量总计约为 607.5t，均运回陆地处理。

### 3.8.1.6 建设阶段污染物汇总

建设阶段污染物种类及数量汇总见表 3.8-5。

表 3.8-5 建设阶段产生的主要污染物

污染物		产生量	排放速率	主要污染因子	排放/处理方式
钻屑 m <sup>3</sup> (含预留井)	非钻井油层水基钻井液钻屑量 (m <sup>3</sup> )		m <sup>3</sup> /d (最大)	悬浮物	符合排放标准的钻屑和钻井液，间歇式点源水下 40m 排放，不达标的全部运回陆地交有资质单位处理
	合成基钻井液钻屑量 (m <sup>3</sup> )			悬浮物、石油类	
钻井液 m <sup>3</sup> (含预留井)	非钻井油层水基钻井液量 (m <sup>3</sup> )		m <sup>3</sup> /h (最大)	悬浮物	
	合成基钻井液 (m <sup>3</sup> )		—	悬浮物、石油类	运回陆地处理
海底电缆挖沟悬浮物 (m <sup>3</sup> )		4658	19.92kg/s	悬浮物	自然回填



污染物	产生量	排放速率	主要污染因子	排放/处理方式	
海底管道试压水 (m <sup>3</sup> )	704	—	—	直接排放	
船舶污染物	船舶含油污水 (m <sup>3</sup> )	526.3	—	石油类	经船用油水分离器处理达标后间断排放
	生活污水 (m <sup>3</sup> )	28160.3	—	COD 等	处理达标后间断排放
	生活垃圾 (t)	120.7	—	食品废弃物、食品包装等	食品废弃物在距最近陆地 3 海里以内 (含) 的海域, 应收集并排入接收设施; 在距最近陆地 3 海里至 12 海里 (含) 的海域, 粉碎或磨碎至直径小于 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。其他生活垃圾运回陆地处理。
	生产垃圾 (t)	607.5	—	废旧器件、油棉纱等	运回陆地处理

### 3.8.2 生产阶段

生产阶段产生的污染物主要是含油生产水、温排水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾等。

#### 3.8.2.1 含油生产水

新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离, 分离出的液通过 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。本项目投产后南海奋进 FPSO 生产水处理量见表 3.5-4。

本项目投产后南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为 m<sup>3</sup>/d (2037 年), 从 2034 年~2040 年南海奋进 FPSO 含油生产水排放量均超过《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》(环审〔2025〕79 号) 批复的生产水最大排放量 m<sup>3</sup>/d, 需要重新申请总量指标, 生产水经处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 三级标准 (石油类月均排放浓度限值≤45mg/L, 一次容许值≤65mg/L) 后排放。

#### 3.8.2.2 其他含油污水

本项目新建 HZ27-5DPP 平台上设有开式排放系统和闭式排放系统, 用于收集溢出液、甲板初期雨水/冲洗水等其它含油污水以及带压容器、管线等排放出

的带压流体等。根据统计数据，本项目新建平台其它含油污水产生量约  $80\text{m}^3/\text{a}$ 。

### 3.8.2.3 生活污染物

新建 HZ27-5DPP 平台设有 80 人生活楼，配备 120 人的救生艇。由于钻修井作业等大型作业时需要临时人员登平台，因此平台的全年平均作业人数按照救生艇作业人数的 1.2 倍，即 144 人进行估算。根据统计数据，海上平台每人每天生活污水产生量约  $0.35\text{m}^3$ ，则新建 HZ27-5DPP 平台生活污水产生量约为  $50.4\text{m}^3/\text{d}$  ( $18396\text{m}^3/\text{a}$ )。本项目在新建 HZ27-5DPP 平台设置一套生化电解式生活污水处理装置，设计处理能力为  $60.5\text{m}^3/\text{d}$ ，能够满足本平台的处理需求。生活污水进入生化电解式生活污水处理装置进行处理，处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 三级标准 ( $\text{COD}\leq 500\text{mg/L}$ ) 后海面排海。

本项目生产阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。根据中国海洋石油有限公司油气开发工程的多年统计资料，海上平台生活垃圾产生量约  $1.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ ，其中食品废弃物按  $1\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ ，其它生活垃圾按  $0.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ 。新建 HZ27-5DPP 平台生活垃圾产生量约为  $78.84\text{t}/\text{a}$ ，其中食品废弃物产生量约为  $52.56\text{t}/\text{a}$ ，食品废弃物处理至颗粒直径小于  $25\text{mm}$  后，间断排放；其他生活垃圾产生量为  $26.28\text{t}/\text{a}$ ，全部运回陆地处理。

### 3.8.2.4 温排水

新建 HZ27-5DPP 平台上布设有外输冷却器，计划 2031 年投用，将产生温排水。温排水为连续排放，最大排量为  $245.5\text{m}^3/\text{h}$ ，在海表排放。夏季排海温度为  $41^\circ\text{C}$ ，排海口海水环境温度为  $32^\circ\text{C}$ ，温排水最大温升  $9^\circ\text{C}$ 。为了避免海生物在管道及设备内滋生，取水采用次氯酸钠防海生物方式。

本项目在 HZ26-6DPP 平台增设一套伴生气压缩系统，新增温排水量为  $248.5\text{m}^3/\text{h}$ ，投产后 HZ26-6DPP 平台温排水最大排放量为  $1448.5\text{m}^3/\text{h}$ ，在海表排放。夏季排海温度为  $38^\circ\text{C}$ ，排海口海水环境温度为  $31^\circ\text{C}$ ，温排水最大温升  $7^\circ\text{C}$ 。

### 3.8.2.5 发电机废气

新建 HZ27-5DPP 平台不设主电站，通过新铺设 HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台海底电缆供电，依托惠西区域组网。本项目投产后，新增最大耗气量为  $6.9\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$ ，根据所产天然气性质，燃气透平发电机产生的主要污染物为氮氧化物，参考《工业污染源产排污系数手册》中相关系数（天然气发电



NO<sub>x</sub> 产污系数：9.82g/m<sup>3</sup> 原料），由此估算新增 NO<sub>x</sub> 排放量约为 677.6kg/d（247.3t/a）。

### 3.8.2.6 生产垃圾

在生产阶段将会产生一些生产垃圾，如废弃的零件、边角料、油棉纱、包装材料等。根据中国海洋石油有限公司油气开发工程的多年统计资料，生产垃圾按 2.4t/a·万 t 油当量计算。本项目新建 HZ27-5DPP 平台最大年产油量约为 ×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>/a（2029 年），原油密度按 0.837t/m<sup>3</sup> 计算，同年最大年产气量约为 ×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>/a（2029 年），天然气折原油系数为 7.968×10<sup>-4</sup>t/Sm<sup>3</sup>，则最高年产油当量 ×10<sup>4</sup>t/a（2029 年），生产垃圾产生量最大约 97.2t/a。本项目产生的生产垃圾分类收集后运回陆地交由有资质的单位处理。

### 3.8.2.7 平台和海管牺牲阳极中锌的释放量

新建 HZ27-5DPP 平台全浸区的外部腐蚀控制采用外加电流联合牺牲阳极阴极保护方案，并设置一套阴极保护监测系统，牺牲阳极设计保护年限 3 年。牺牲阳极采用铝基牺牲阳极，铝基牺牲阳极除铝外，重金属主要成分为锌，导管架阳极块锌含量为 5.75%，单块阳极块净重为 68.7kg，阳极块数量为 1560 块，释放到海水中的锌 2.055t/a，锌释放源强 0.065g/s。

HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道阳极块锌含量为 5.75%，单块阳极块净重约为 52.5kg，阳极块数量为 180 块，阳极块的间隔约为 97.6m，释放到海水中的锌 0.018t/a，单块阳极块锌释放源强 3.2×10<sup>-6</sup>g/s。本项目新建平台和海底管道牺牲阳极使用情况及每年释放到海水中的锌情况见表 3.8-6。

表 3.8-6 牺牲阳极用量及释放到海水中的锌含量

平台和管道名称	保护年限 (年)	阳极块锌含量 (%)	单块阳极块净重 (kg)	数量 (块)	单块阳极块净重 (kg)	单块阳极块每年锌释放量 (kg/a)	每年释放到海水中的锌 (t/a)	单块阳极块锌释放源强 (g/s)
HZ27-5DPP 平台	3	5.75%	68.7	1560	3.950	1.317	2.055	4.2×10 <sup>-5</sup>
HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道	30	5.75%	52.5	180	3.019	0.101	0.018	3.2×10 <sup>-6</sup>

### 3.8.2.8 生产阶段污染物汇总

本项目生产阶段各种污染物的产生量汇总见表 3.8-7。

表 3.8-7 生产阶段污染物汇总

污染源位置	污染物	产生/排放量	主要污染因子	排放/处理方式
HZ27-5DPP 平台	其他含油污水	80m <sup>3</sup> /a	石油类	经开、闭排收集后，进入生产流程
	生活污水	18396m <sup>3</sup> /a	COD	处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)三级标准后排放
	生活垃圾	78.84t/a (食品废弃物: 52.56t/a)	食品废弃物、食品包装等	食品废弃物处理至颗粒直径<25mm时，可排放或弃置入海，其他运回陆地处理。
	温排水	245.5m <sup>3</sup> /h (最大)	热污染	海面排放
	生产垃圾	97.2t/a (最大)	固体废物	分类收集，运回陆地处理
HZ26-6DPP 平台	温排水	本项目新增排放量为 248.5m <sup>3</sup> /h (最大)，总排放量为 1448.5m <sup>3</sup> /h。	热污染	海面排放
	发电机废气	本项目新增 NO <sub>x</sub> : 677.6kg/d。	NO <sub>x</sub>	经排烟管排放
南海奋进 FPSO	含油生产水	本项目最大新增排放量为 m <sup>3</sup> /d(2034年)，总最大排放量 m <sup>3</sup> /d (2037年)，超总量排放指标 (6133 m <sup>3</sup> /d)。	石油类	处理达标后 (月均含油浓度 ≤45mg/L，一次容许值 ≤65mg/L) 排海

### 3.9 环境影响因素识别和评价因子筛选

#### 3.9.1 环境影响因素识别

本项目环境影响因素主要是惠州 27-5 油田开发活动对周围海域的海洋生态和海域混合区功能的使用等造成一定影响。本项目不同工程活动的环境影响因素及影响程度分析见表 3.9-1。

表 3.9-1 本项目环境影响因素筛选及影响程度分析

时段	工程活动	影响要素	环境影响表征	影响程度
建设阶段	平台安装、海底管缆铺设	海洋生态	占用海域，影响局部使用功能	D
	钻完井、海底电缆挖沟	海水水质、海洋沉积物和海洋生态	污染物排放	B
	施工作业	海水水质	船舶污染物排放	C
生产阶段	平台及海底管缆占用海域	海洋生态	占用海域，影响局部使用功能	D
		水文动力	平台桩腿对局部潮流的影响	D
环境风险事故		海水水质、海洋沉积物和海洋生态	溢油	A~D



注：环境影响相对程度由高至低依次为 A(高)、B(中)、C(低)、D(微)。

### 3.9.2 环境污染影响因子分析

本项目各阶段各种污染物的种类及其处理或排放方式汇总于表 3.9-2 中。根据对项目各阶段污染源、污染物种类及其处理/处置方式的分析，凭借类似开发项目的评价经验和专业知识，通过综合判断可识别出各污染因子的环境影响程度，并由此确定本次环境影响评价的评价因子为海水水质的悬浮物、石油类等。

表 3.9-2 本项目污染影响评价因子筛选及影响程度分析

工程内容	污染物	评价因子	处理/排放方式	主要环境影响对象	影响程度
钻完井	非钻井油层水基钻井液钻屑	悬浮物、Hg、Cd	符合排放标准的钻屑和钻井液，间歇式点源排放，不达标的全部运回陆地交有资质单位处理	海水水质、沉积物及海洋生态	B
	非钻井油层水基钻井液				B
	合成基钻井液钻屑	悬浮物、Hg、Cd、石油类			B
海底电缆铺设	铺设海底电缆悬浮物	悬浮物	移动源连续排放	海水水质、沉积物及海洋生态	B
海底管道试压	试压水	悬浮物	直接排海	海水水质	D
施工船舶	船舶含油污水	石油类	经船用油水分离器处理达标后间断排放	海水水质	C
	船舶生活污水	COD	处理达标后间断排放	海水水质	C
生产运行	含油生产水	石油类	处理达标后排放	海水水质	C
	其他含油污水	石油类	经开、闭排收集后，进入生产流程	海水水质	D
	温排水	温升	直接排海	海水水质、海洋生态	D
	牺牲阳极	Zn	缓慢释放	海水水质、沉积物	D
事故	溢油	石油类	按溢油应急计划处理	生态环境	A~D

注：环境影响相对程度由高至低依次为 A(高)、B(中)、C(低)、D(微)、N 为无影响

### 3.9.3 生态影响因子分析

本项目海洋生态影响评价因子以表征海洋生物生态、生物多样性、生物质量等因子为主。本项目不同工程活动的海洋生态影响评价因子筛选见表 3.9-3。

表 3.9-3 本项目海洋生态影响评价因子筛选

受影响对象	评价因子	工程内容	影响方式	影响性质	影响时段
-------	------	------	------	------	------



受影响对象	评价因子	工程内容	影响方式	影响性质	影响时段
初级生产力	叶绿素 a	钻完井	间接	短期	施工期
		海底管缆铺设	间接	短期	施工期
		生产设施占海	直接	长期	生产运行期
		生产设施运行	间接	长期	生产运行期
浮游植物、浮游动物、潮间带生物、底栖生物、游泳动物(含鱼卵仔稚鱼)	种类组成、生物量、密度(丰度)、种群结构、群落特征、分布范围、物种多样性指数等	钻完井	间接	短期	施工期
		海底电缆挖沟	直接	短期	施工期
		生产设施占海	直接	长期	生产运行期
		生产设施运行	间接	长期	生产运行期
重要水生生物“三场一通道”	分布范围、生产力	钻完井	直接	短期	施工期
		海底电缆挖沟	直接	短期	施工期
		生产设施占海	直接	长期	生产运行期
		生产设施运行	直接	长期	生产运行期

## 4 工程区域环境概况

### 4.1 区域自然环境概况

#### 4.1.1 气象条件

油田海域冬半年（10月至翌年3月）为东北季风时期，受寒潮侵袭，前期较干冷，多晴天，后期多低温阴雨天气。夏半年（平均5月至8月）为西南季风时期，台风活动频繁，高温、高湿和多暴雨。春秋为过渡季节，比较短促。

##### 4.1.1.1 气温

油田海域全年平均气温为 24°C，最高气温为 36°C，出现在 7、8 月份，最低气温为 15°C，出现在 1、2 月份。

##### 4.1.1.2 降水和湿度

油田海域年降雨量为 1550mm 左右，主要集中在 6~9 月。月平均湿度超过 80%。

##### 4.1.1.3 风况

影响南海水文和气象的主要因子是西伯利亚寒流和热带气候体系，因此该海区具有明显的季风特征。冬季以偏北风为主，夏季以偏南风为主。

冬季油田海域东北风占绝对优势，还经常遭受寒潮的侵袭，4、5月开始，由东北季风向西南季风转变，主风向不明显。夏季盛行南风，9~11月东北向风逐渐重新取得优势。根据该海区多年数值后报资料统计，全年的主风向为 ENE 向，概率为 21.98%；全年最大风速为 41.74m/s，方向为 NNE 向，详见表 4.1-1。油田海域的风玫瑰见图 4.1-1。

表 4.1-1 油田海域风速-风向联合分布统计

图 4.1-1 油田海域风玫瑰图

#### 4.1.2 水文条件

油田海域水深约为 115m，表层水温平均为 29.5°C，表层盐度平均为 33.8。

##### 4.1.2.1 波浪

受季风气候的影响，南海每年 10 月至翌年 4 月盛行 ENE 向浪，6 月至 7 月盛行 SW 向浪，5 月和 9 月为浪向过渡月份，但是 ENE 向浪仍居多数，所以全年海浪的主导方向为 ENE 向。根据该海区多年数值后报资料，年平均浪高波向联合分

布见表 4.1-2。油田海域年最大有效波高可达 10.08m。夏季浪高一般为 1m 左右，冬季浪高一般为 1.5m~2.0m。冬季和夏季的最大有效波高均可达 8m。

表 4.1-2 油田海域波高-波向联合分布统计

#### 4.1.2.2 海流

本项目所在海域的表层海流主要决定于风海流和环流，其中以季风驱动的风海流占主导地位。冬季表层流向以偏西向为主，最大流速可超过 80cm/s，随深度的增加，流速逐渐减小。夏季表层流向以偏北向为主，流速小于冬季，随深度的增加，流速逐渐减小。

##### a. 现场调查概况

中海油田服务股份有限公司深圳分公司于 2022 年~2023 年在本油田工程海域开展了 4 个测站 YC1、YC2、YC5、YC6 的水动力现状调查，获得了全剖面海流实测资料和潮位资料。

上述测站观测要素及站位坐标见表 4.1-3，站位布置与油田位置关系见图 4.1-2。

表 4.1-3 油田附近海域海流和水位观测站位表

验证点	验证点坐标	资料时间	测量要素
YC1		2022.05.31~06.01	潮位、潮流
YC2		2023.09.28~09.29	潮位、潮流
YC5		2022.03.06~03.07	潮流
YC6		2022.03.08~03.09	潮流

图 4.1-2 测站位置示意图

##### b. 海流特征分析

根据 4 个测站的实测海流数据统计及调和分析，4 个测站反映的海流特征基本一致，现以 YC5 测站为例描述分析结果如下。

根据 YC5 测站实测海流资料，海流特征统计见表 4.1-4~表 4.1-6。根据统计，观测期间表层最大流速为 62.57cm/s，流向为 NW；表层最大平均流速为 37.56cm/s，流向为 NNW。中层最大流速为 43.85cm/s，流向为 SE；中层最大平均流速为 21.04cm/s，流向为 ENE。底层最大流速为 36.52cm/s，流向为 SE；底层最大平均





线传入的潮汐所决定。引潮力对南海的潮汐也有重要影响。因此南海四种潮汐类型共存，以不正规全日潮为主。

#### a. 现场调查概况

根据实测验潮数据推算，4 个测站反映的潮汐特征基本一致，本项目海域的潮汐类型为不正规全日潮。现以 YC5 测站为例描述分析结果如下。

#### b. 潮汐特征分析

根据 YC5 测站潮位观测资料调和和分析，根据潮汐学潮汐类型公式： $EI=(H_{k1}+H_{o1})/H_{M2}$ ，可以得出  $EI=(H_{k1}+H_{o1})/H_{M2}=2.58$ ，式中 H 为 K1、O1、M2 分潮调和常数的振幅。因此，YC5 测站潮汐类型属于不正规全日潮。

由本次调查数据和周边历史资料给出最高天文潮和最低天文潮，相对于海图基准面(位于平均海面以下 0.85m)，最高天文潮位为 1.65m，最低天文潮位为-0.17m。各特征水位相对关系示意图见图 4.1-4。

图 4.1-4 YC5 测站特征水位示意图 (单位: m)

### 4.1.3 地形地貌与冲淤环境概况

中海油田服务股份有限公司深圳分公司于 2026 年 4 月在南海进行了本项目场址、路由、冲刷调查的野外作业，共进行水深、地貌、中浅地层剖面、管线等工程物探项目的调查。相关地形地貌及冲淤环境概况如下。

#### 4.1.3.1 水深地形

##### a. HZ27-5DPP 平台场址

根据新建 HZ27-5DPP 平台场址调查资料，调查区域海底整体地形平坦，水深在 114m 至 116m 之间变化。HZ27-5DPP 平台位置水深约为 114.4m。该调查区域水深分布见图 4.1-5。

图 4.1-5 HZ27-5DPP 平台场址水深图

##### b. HZ26-6DPP 平台至新建 HZ27-5DPP 平台路由

根据 HZ26-6DPP 平台至新建 HZ27-5DPP 平台海管路由调查资料，调查区域内，水深在 110.3m 至 116.6m 之间变化，自西南向东北逐渐加深，海底地形变化平缓。局部存在一些凸起和凹坑，凸起和凹坑的高差介于 0-1.3m 之间。凹坑位于

预定路由段的中间位置，预定路由中心线位于凹坑内部，高差为 0.5m，铺设管缆时，注意关注凹坑可能带来的不利影响。凸起位于预定路由段的西南部，预定路由中心线位于凸起内部，高差为 0.6m，铺设管缆时，注意关注凸起可能带来的不利影响。调查区域内存在已建平台及海底管缆，包括：HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道、HZ26-1 平台至南海奋进 FPSO 海底输油管道、HZ26-1 平台至 HZ21-1A 平台海底输气管道。预定路由中心线与上述管缆存在 3 处跨越。调查区域水深地形分布见图 4.1-6。

图 4.1-6 HZ26-6DPP 平台至新建 HZ27-5DPP 平台路由调查区域水深图

#### 4.1.3.2 地貌

##### a. HZ27-5DPP 平台场址

根据新建 HZ27-5DPP 平台场址调查，海底地貌资料色度显示基本均匀，表明海底底质变化不大。调查区域主要地貌特征为海底渔网和少量锚痕及拖痕。渔网位于调查区域西北部，到预定井位距离约为 371m，建议在平台安装和就位时应注意避让。除以上特征外，在调查期间未发现其它对平台安装和就位及钻井作业有不利影响的地貌特征。

图 4.1-7 HZ27-5DPP 平台场址海底地貌（测线：A08）

图 4.1-8 HZ27-5DPP 平台场址海底地貌（测线：A01）

##### b. HZ26-6DPP 平台至新建 HZ27-5DPP 平台路由

根据 HZ26-6DPP 平台至新建 HZ27-5DPP 平台海管路由调查资料，调查区域内发现了 5 处疑似障碍物、13 处凹坑和 15 处底质异常区。其中一处凹坑位于该段路由的东北部，直径约 9×6m，根据侧扫声呐记录计算，其高度约 0.3m，凹坑距离路由中心线最近位置约 1m。建议海底管道铺设时，关注该凹坑的影响。底质异常区在该段路由区均有分布，主要集中在西南部，部分底质异常区经过路由中心线，推测为海底扰动区。该路由段区内底质异常区面积较小，且分布较分散，对管缆的铺设没有不利影响。在路由西南侧发现部分拖痕，推测这些拖痕可能是船舶锚泊就位过程中留下的痕迹。除此之外，在调查期间未发现其它对海底管道铺

设有不利影响的遗弃物及障碍物存在。该段路由地貌特征见图 4.1-9。

图 4.1-9 HZ26-6DPP 平台至新建 HZ27-5DPP 平台路由海底地貌

#### 4.1.3.3 冲淤环境概况

根据对本油田工程周边已建平台的冲刷调查成果，海底面比较平缓，调查区域内海底平坦，水深变化平缓，没有明显的局部起伏变化，说明本油田工程海域冲淤环境基本稳定。

根据本项目水深资料、浅剖资料和地貌资料，工程区内海底地形比较稳定，整体地形平坦，海底坡度变化不大，表层沉积基本一致。根据地质取样资料，工程区域表层沉积物主要为非常软的砂质粘土。综合水深调查资料、水文动力环境资料和海底土质性质可以初步判断本项目区域海底发生冲淤的可能性很小。

### 4.2 国土空间规划及相关规划符合性

#### 4.2.1 国家产业政策符合性分析

本项目为海洋油（气）开发及其附属工程，符合国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“第一类鼓励类”的“七、石油、天然气，1、常规石油、天然气勘探与开采，3、原油、天然气、液化天然气、成品油的储运和管道输送设施、网络和液化天然气加注设施建设”。因此，本项目的建设符合国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的要求。

#### 4.2.2 《全国海洋主体功能区规划》符合性分析

《全国海洋主体功能区规划》（国发〔2015〕42 号）将我国专属经济区和大陆架及其他管辖海域划分为重点开发区域和限制开发区域。其中重点开发区域包括资源勘探开发区、重点边远岛礁及其周边海域。

规划对资源勘探开发区的要求是“选择油气资源开采前景较好的海域，稳妥开展勘探、开采工作。加快开发研制深海及远程开采储运成套装备。加强天然气水合物等矿产资源调查评价、勘探开发科研工作”。

本项目属于重点开发区域中的海洋油气资源勘探开发项目，符合《全国海洋主体功能区规划》要求。

#### 4.2.3 《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析

根据《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》，本项目新建设施位于《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》范围外，距离海洋生态保护空间最近约 91km，

距离海洋生态保护红线最近 108km，见图 4.2-1。

本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到 91km 外海洋生态保护空间和 108km 外海洋生态保护红线的海洋生态环境。综上所述，本项目与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》的管理要求相协调。

图 4.2-1 本项目与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》位置关系

#### 4.2.4 《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》符合性分析

按照生态环境部《2023 年生态环境分区管控成果动态更新工作方案》（环办环评函〔2023〕81 号）要求，广东省生态环境厅组织各地市开展了生态环境分区管控动态更新工作。根据广东省生态环境分区管控信息平台，广东省划定 564 个海域环境管控单元，其中优先保护区 317 个，重点管控区 136 个，一般管控区 111 个。本项目位于管控方案划定范围之外，新建 HZ27-5DPP 平台距一般管控区最近约 91km，详见图 4.2-2。

一般管控区执行区域生态环境保护的基本要求：根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定；重点管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

一般管控区执行区域生态环境保护的基本要求：根据资源环境承载能力，引导产业科学布局，合理控制开发强度，维护生态环境功能稳定；重点管控单元以推动产业转型升级、强化污染减排、提升资源利用效率为重点，加快解决资源环境负荷大、局部区域生态环境质量差、生态环境风险高等问题。

本项目严格执行污染防治措施及生态保护措施，建设阶段对海洋环境影响轻微且短时间内可恢复，投产后污染物最大影响距离在 0.5km 内，不会对 91km 外海域生态环境产生影响。同时，本项目将制定详细的溢油应急计划，尽量降低溢油风险。因此，本项目与广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果管理要求相协调。

图 4.2-2 本项目与广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果图

## 4.2.5 其他相关规划符合性分析

### 4.2.5.1 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》符合性分析

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》第三十二章提出：“做强做优做大海洋产业，**有序推进海洋能源资源开发利用**，...实施深海工程，提高深海进入、探测、开发、安全能力。加强主要海湾整体规划，提升北部、东部、南部海洋经济圈发展水平，优化海洋经济发展示范区布局，建设各具特色的现代海洋城市，因地制宜深化港产城融合发展，鼓励沿海地区与内陆地区加强海洋经济合作。”

本项目属于海洋油（气）开发及其附属工程，符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》要求。

### 4.2.5.2 《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》符合性分析

《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》第十二章提出：“**强化海洋资源开发保护**。推动资源开发和生产建设由陆地向海洋延伸、由近海向深远海拓展，落实海洋资源集约使用、有偿使用。加强海岸线分类分段精细化管理，盘活存量资源，提高岸线产出效益。优近拓远开发海域，积极推进海域立体分层利用，统筹推进近海渔业、矿产、旅游等资源的科学开发，分类保护利用海岛，探索无居民海岛保护开发新模式。加大深远海、极地资源勘查开发力度，提高深远海、大洋和极地抵达利用能力。建立陆海协同、区域联动的海洋生态保护体系，强化陆海污染源全链条整治，加强海洋生态保护修复，建设一批美丽海湾、和美海岛。探索开展海洋碳汇核算。”

本项目属于海洋油（气）工程及其附属工程，符合《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》要求。

### 4.2.5.3 《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

根据《“十四五”海洋生态环境保护规划》，“保护海洋生态系统和生物多样性：完善海洋自然保护地网格、加强海洋生态系统保护、加强海洋生物多样性保护；防范环境风险，有效应对海洋突发环境事件和生态灾害：防范海洋突发环境事件风险、健全海洋突发环境事件和生态灾害应急响应体系；强化海洋工程和海洋倾废环境监管。”

本项目距离周边国家级自然保护区等在 144km 以上，在建设和正常生产阶段，

污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到 144km 外的广东惠东港口海龟国家级自然保护区内的海洋环境质量，不会对海洋生物多样性造成影响。本项目制定了详细的溢油应急计划，做到事前防范，对运营期可能发生的污染事故进行预测和防范，制定严格的风险防范体系。因此，本项目建设符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》要求。

#### 4.2.5.4 《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》符合性分析

《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》中规划目标指出：至 2035 年，全面形成陆海一体的开发与保护格局、管理与治理体系，全面建成高品质、高效能、高活力海岸带。海洋资源利用效率和水平显著提升，陆海统筹、集约高效的海岸带开发格局更加优化；现代化海洋产业空间得到充分保障，海洋科技创新能力大幅提升，千亿级以上海洋产业集群全面建成，现代化海洋城市发展格局基本形成，海洋产业国际竞争力迈入全球前列；海洋资源市场化配置稳步推进，海岸带综合管理体制机制创新成为全国典范。

广东省海岸带及海洋空间规划主要指标包括海洋生态保护红线面积、大陆自然岸线保有率、新增修复岸线长度、美丽海湾数量及近岸海域优良水质（一、二类）面积比例等。本项目新建 HZ27-5DPP 平台距岸最近距离约 km，不涉及岸线，距海洋生态保护红线最近距离约 108km，本项目在建设和生产运行期严格落实各项环保措施，正常生产运行期间不会对近岸海岸带及海洋空间的生态环境产生不利影响。因此，本项目建设符合《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035 年）》要求。

### 4.3 工程周围环境敏感目标分布

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

海洋生态敏感区为海洋生态功能与价值较高，且遭受损害后较难恢复其功能的海域，分为重要敏感区和一般敏感区。重要敏感区主要包括依法依规划定的国家公园、自然保护区、自然公园等自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等区域。一般敏感区主要包括河口、海湾、海岛，重要水生生物天然集中分布区、栖息地及产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道（以下简称“三场一通道”），特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床和海藻场等），水产种质资源保护区，海洋自

然人文历史遗迹和自然景观等。

#### 4.3.1 国家级自然保护区

本项目周边海域国家级自然保护区为广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区和广东惠东港口海龟国家级自然保护区，新建 HZ27-5DPP 平台及新建管缆与广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区最近距离约 181km；与广东惠东港口海龟国家级自然保护区最近距离约 144km。与本项目位置关系见图 4.3-1。

图 4.3-1 本工程周边国家级自然保护区位置关系

##### a. 广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区

广东珠江口中华白海豚自然保护区始建于 1999 年 10 月（粤办函〔1999〕583 号），2003 年 6 月升级为国家级自然保护区（国办发〔2003〕54 号）。

广东珠江口中华白海豚自然保护区位于珠江口北端，属珠海市水域范围内，北至内伶仃岛，南至牛头岛，西至淇澳岛，东至香港大屿山，与香港中华白海豚自然保护区接壤，东界线为粤港水域分界线，西界线为东经 113°40'00"，南界线为北纬 22°11'00"，北界线为北纬 22°24'00"，总面积 460km<sup>2</sup>，核心区面积 140km<sup>2</sup>，缓冲区面积 128km<sup>2</sup>，实验区面积 192km<sup>2</sup>。

广东珠江口中华白海豚国家级自然保护区的主要保护对象是国家一级保护动物中华白海豚，包括中华白海豚栖息活动区域及保护区的自然环境，水质环境，海底环境，渔业资源和生物多样性。在珠江口的中华白海豚数量是我国资源数量最大的中华白海豚群体，种群世代完整，且具有一定的繁殖规模。

##### b. 广东惠东港口海龟国家级自然保护区

1985 年 6 月，广东省渔业行政主管部门批准成立海龟自然保护区，1986 年 12 月晋升为省级，1992 年晋升为国家级自然保护区。

广东惠东海龟国家级自然保护区位于惠东县港口镇大亚湾与红海湾交界处的大星山下九莲澳海滩，地理位置为北纬 22°33'15"~22°33'20"，东经 114°52'50"~114°54'33"。

保护区湿地类型为浅海、潮间沙石海滩和岩石海岸，保护区面积 18km<sup>2</sup>（海域面积 16km<sup>2</sup>）。沿岸海洋植物以马尾藻、石莼及赤藻等湿地植物为主，是鱼类、贝类等海洋生物繁殖与栖息的良好场所。

保护区的四种主要海龟种类为玳瑁、丽龟、棱皮龟和蠓龟。主要保护对象为海龟及其繁殖地，是南中国海北部大陆沿岸唯一的产卵地，每年 6-10 月都有成批海龟洄游到该湿地产卵。

保护区海水、沙滩环境质量良好，是幼龟和雌龟栖息地，是中国大陆唯一的绿海龟按期成批的洄游产卵的场所，也是中国唯一的海龟自然保护区。

#### 4.3.2 重要渔业水域

根据农业农村部《中国海洋渔业水域图》（第一批），南海中上层鱼类产卵场主要包括蓝圆鲹、鲐鱼产卵场。南海底层、近底层鱼类产卵场主要包括金线鱼、深水金线鱼、黄鲷、短尾大眼鲷和长尾大眼鲷等。本项目新建 HZ27-5DPP 平台及新建管缆位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中，上述产卵场与工程位置关系见图 4.3-2。

南海中上层鱼类产卵场，具体包括：

蓝圆鲹粤东外海区产卵场：位于东经 115°~116°30'，北纬 20°30'~22°35'范围内，水深约为 70~180m，产卵盛期 3~5 月。本项目新建 HZ27-5DPP 平台和新建管缆位于该产卵场内。

鲐鱼珠江口近海区产卵场：位于东经 113°15'~116°20'，北纬 21°~22°25'范围内，水深 30~80m，产卵盛期 2~3 月。本项目新建 HZ27-5DPP 平台距离该产卵场约 33.2km，新建管缆距离该产卵场约 22.3km。

本项目附近的南海底层、近底层鱼类产卵场，具体包括：

金线鱼南海北部产卵场：分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近（约为东经 111°45'~115°45'），水深为 25~107m，主要是 40~80m，产卵盛期 3~5 月。本项目新建 HZ27-5DPP 平台距离该产卵场约 18.7km，新建管缆距离该产卵场约 8.2km。

深水金线鱼产卵场：从海南岛东岸东经东经 110°30'以东一直延伸至东经 117°00'的水深 90m 至 200m 范围内，产卵盛期 5~7 月。本项目新建 HZ27-5DPP 平台和新建管缆位于该产卵场内。

短尾大眼鲷南海北部产卵场：分布范围较广，大约在 71~107m 等深线内，由海南岛东部向东北延伸到汕尾外海（约为东经 110°50'~115°45'），连成一条狭长海区，产卵盛期 5 月。本项目新建 HZ27-5DPP 平台距离该产卵场约 16.4km，新建管缆距离该产卵场约 6.7km。

长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场：位于万山列岛的东南部，约为东经 113°20'~115°45'，北纬 20°35'~22°20' 范围内，水深为 26~80m，产卵盛期 5~6 月。本项目新建 HZ27-5DPP 平台距离该产卵场约 46.9km，新建管缆距该产卵场约 34.0km。

黄鲷南海北部产卵场：在南海分布广而狭，处于外海，沿着 90m 等深线由海南岛东部向东北延伸至汕尾外海（约为东经 111°45'~115°45'，水深 77~119m），连成一条带状，产卵盛期 1 月。本项目新建 HZ27-5DPP 平台和新建管缆均位于该产卵场内。

图 4.3-2 本项目与产卵场位置关系

### 4.3.3 海洋生态环境保护目标筛选

根据以上的调查分析，本项目评价范围为新建设施和依托设施外延约 15km，评价范围内海洋生态环境保护目标有蓝圆鲹粤东外海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、深水金线鱼产卵场、短尾大眼鲷南海北部产卵场、黄鲷南海北部产卵场。上述产卵场属于海洋生态敏感区中的一般敏感区，距离重要敏感区的距离均较远，本项目周边海洋生态环境保护目标见表 4.3-1，本项目与周边海洋生态环境保护目标位置关系见图 4.3-3。

表 4.3-1 本项目评价范围内的海洋生态环境保护目标

类型	名称	与新建平台最近距离及方位	与新建海底管缆最近距离	产卵盛期
一般敏感区	深水金线鱼产卵场	位于	位于	5~7 月
	黄鲷南海北部产卵场	位于	位于	1 月
	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	位于	位于	3~5 月
	短尾大眼鲷南海北部产卵场	16.4km/W	6.7km/W	5 月
	金线鱼南海北部产卵场	18.7km/W	8.2km/W	3~5 月

图 4.3-3 本项目与周边海洋生态环境保护目标位置关系

## 5 海洋生态环境质量现状调查与评价

### 5.1 海洋生态环境现状调查概况

本项目新建设施距岸最近距离  $\quad$  km，依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），项目位于其他海域，因此可在任何一季开展现状调查。本项目附近海域的海水水质、海洋沉积物、海洋生物生态和生物质量现状调查工作由自然资源部南海生态中心（原国家海洋局南海环境监测中心）承担，调查时间为 2024 年 4 月 14 日~21 日。

#### 5.1.1 调查站位布设

本次调查布设 7 个纵断面，断面间距为 20km；垂直于纵断面布设 4 个横断面，断面间距为 20km，纵横断面交点为站点所在位置。布设水质调查站位 28 个，沉积物和生物生态（游泳动物除外）站位各 17 个。同时在南海奋进 FPSO 半径 500 m 处布设 4 个加密站位（L5-L8），加密站位调查表层石油类和表层、50m 层 COD。

环境质量现状调查的站位布设、站位坐标和调查项目分别见图 5.1-1 和表 5.1-1。

图 5.1-1 本项目环境质量现状调查站位布设

表 5.1-1 调查站位及调查项目

站号	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
P1			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P2			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P3			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P4			水质
*P5			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P6			水质
P7			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P8			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P9			水质
P10			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P11			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P12			水质
P13			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）
P14			水质
*P15			水质
P16			水质
P17			水质、沉积物、海洋生态（游泳动物除外）



站号	经度 (E)	纬度 (N)	调查项目
P18			水质、沉积物、海洋生态 (游泳动物除外)
P19			水质、沉积物、海洋生态 (游泳动物除外)
P20			水质
P21			水质、沉积物、海洋生态 (游泳动物除外)
P22			水质、沉积物、海洋生态 (游泳动物除外)
P23			水质
P24			水质、沉积物、海洋生态 (游泳动物除外)
*P25			水质
P26			水质、沉积物、海洋生态 (游泳动物除外)
P27			水质
P28			水质、沉积物、海洋生态 (游泳动物除外)
L5			表层石油类、COD (表层、50m 层)
L6			表层石油类、COD (表层、50m 层)
L7			表层石油类、COD (表层、50m 层)
L8			表层石油类、COD (表层、50m 层)

注：(1) 带\*采水质平行双样。(2) 叶绿素 a 站同水质站。(下同)

### 5.1.2 调查项目及方法

调查样品的采集、运输、保存、预处理及样品的分析等按《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)、《海洋监测规范》(GB 17378-2007)和《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)等规定执行。

#### 5.1.2.1 海水水质

调查项目：水深、水温、盐度、pH 值、石油类、挥发性酚、硫化物、汞、铜、铅、镉、锌、总铬、砷、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮(硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、氨氮)、悬浮物。

调查方法：本项目调查海域水深>50m，水质(含叶绿素 a)样品采集表层(0.5m)和 50m 层。石油类只调查表层。

#### 5.1.2.2 海洋沉积物

调查项目：粒度、有机碳、硫化物、重金属(汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷)、石油类。

调查方法：采样方法根据《海洋监测规范 第 3 部分：样品采集、贮存与运输》(GB 17378.3-2007)进行采样，选择抓斗式(掘式)采泥器、锥式采泥器等采样器进行采集，将采样器采集到的沉积物，取 0-2cm 表层进行采样。

#### 5.1.2.3 海洋生态

调查项目：浮游植物、浮游动物和底栖生物的组成和数量分布(包括生物种

类、优势种及其优势度、生物密度、生物量、丰富度、均匀度、多样性指数等)以及叶绿素 a 的分布和初级生产力。

调查方法如下:

#### a. 叶绿素 a 及初级生产力

叶绿素 a 样品依据《海洋监测规范》(GB17378.4-2007)水质样品采集的原则进行分析。

初级生产力采用联合国教科文组织(UNESCO)推荐的公式,依据叶绿素 a、碳同化系数、真光层深度和昼长时间进行估算。

#### b. 浮游植物

浮游植物采用小型浮游生物网(网口面积  $0.1\text{m}^2$ ,网口直径  $37\text{cm}$ ,网长为  $280\text{cm}$ )由海底垂直拖曳至海面采集。每站只采集 1 次,采集到的样品用 5%甲醛固定后带回实验室进行鉴定和计数。

#### c. 浮游动物

浮游动物采用大型浮游生物网(网口面积  $0.5\text{m}^2$ ,网口直径  $80\text{cm}$ ,网长为  $280\text{cm}$ )由海底垂直拖曳至海面采集。每站只采集 1 次,采集到的样品用 5%甲醛固定后带回实验室进行湿重生物量称重,用镜检分析法和个体计数法进行鉴定和计算。

#### d. 底栖生物

底栖生物使用阿氏拖网(定性)及挖泥器(定量)采样。定性样品用  $1.5\text{m}$  宽的阿氏网采集,每站慢速( $1\sim 2\text{kn}$ )拖曳  $15\text{min}$ (约  $1500\text{m}$ ),拣出所有生物;定量样品用  $0.1\text{m}^2$  曙光采泥器采集,每站采泥 2 次,泥样倒入套筛中用海水冲洗,拣出所有生物,装入含有 5%甲醛溶液的样品瓶中带回实验室进行种类鉴定,多毛纲残体或藻类不记个数。

### 5.1.2.4 海洋生物质量

调查项目:选取调查海域具有代表性的生物样品,测定其体内的铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞和石油烃含量等。

调查方法:从各站底栖生物定性样品中选取足量的鱼类、甲壳类、贝类(双壳类)及软体类(非双壳类)优势种若干种,单独分袋、冰冻保存,取可食部分分析。

### 5.1.3 分析方法

调查项目的分析方法见表 5.1-2。

表 5.1-2 调查项目的分析方法一览表

介质	测定项目	分析方法	检出限
海水水质	盐度	盐度计法	-
	水温	CTD	-
	水深	现场测定	-
	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	0.15 mg/L
	溶解氧	碘量法	0.32 mg/L
	石油类	紫外分光光度法	0.0035 mg/L
	挥发性酚	4-氨基安替比林分光光度法	0.8 µg/L
	pH 值	pH 计法	-
	硫化物	亚甲基蓝分光光度法	0.10 µg/L
	悬浮物	重量法	0.2 mg/L
	氨氮	流动分析法	0.00108 mg/L
	亚硝酸盐氮	流动分析法	0.00035 mg/L
	硝酸盐氮	流动分析法	0.00060 mg/L
	活性磷酸盐	流动分析法	0.00072 mg/L
	叶绿素 a	荧光仪法	0.0101 µg/L
	汞	原子荧光法	0.007 µg/L
	砷	电感耦合等离子体质谱法	0.05 µg/L
	锌	电感耦合等离子体-质谱法	0.10 µg/L
	镉	电感耦合等离子体-质谱法	0.03 µg/L
	总铬	电感耦合等离子体-质谱法	0.05 µg/L
铜	电感耦合等离子体-质谱法	0.12 µg/L	
铅	电感耦合等离子体-质谱法	0.07 µg/L	
海洋沉积物	铜	火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$
	铅	火焰原子吸收分光光度法	$3.0 \times 10^{-6}$
	锌	火焰原子吸收分光光度法	$6.0 \times 10^{-6}$
	镉	无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$
	石油类	紫外分光光度法	$3.0 \times 10^{-6}$
	硫化物	碘量法	$4.0 \times 10^{-6}$
	砷	原子荧光法	$0.06 \times 10^{-6}$
	有机碳	重铬酸钾氧化—还原容量法	0.03%
	含水率	重量法	-
	汞	热分解冷原子吸收光度法	$0.005 \times 10^{-9}$
	粒度	激光法	-
海洋生物质量	石油烃	荧光分光光度法	$0.2 \times 10^{-6}$
	砷	原子荧光法	$0.2 \times 10^{-6}$
	总汞	热分解冷原子吸收光度法	$0.005 \times 10^{-9}$
	铅	无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	$0.04 \times 10^{-6}$
	锌	火焰原子吸收分光光度法	$0.4 \times 10^{-6}$
铜	火焰原子吸收分光光度法	$2.0 \times 10^{-6}$	



介质	测定项目	分析方法	检出限
	镉	火焰原子吸收分光光度法	$0.08 \times 10^{-6}$
生物生态	浮游植物、浮游动物、底栖生物的种类组成和数量（生物量）分布及其优势种组成和数量分布	计数法	-
	鱼卵仔稚鱼的种类组成和数量（生物量）分布及其优势种组成和数量分布	计数法	-
	微型浮游生物	计数法	-

### 5.1.4 评价因子与评价标准

#### 5.1.4.1 海水水质

海水水质评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物共 15 项。根据《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》，调查站位位于广东省国土空间规划范围之外，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），水质按现状海水水质标准评价。《海水水质标准》（GB3097-1997）的标准值见表 5.1-3。

表 5.1-3 海水水质标准值（单位：mg/L）

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

#### 5.1.4.2 海洋沉积物质量

调查海洋沉积物评价因子为汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物及有机碳共 10 项。根据《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》，调查站位位于广东省国土空间规划范围之外，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》



(HJ 1409-2025), 沉积物质量按现状标准评价。《海洋沉积物质量》(GB18668-2002) 标准值见表 5.1-4。

表 5.1-4 海洋沉积物质量标准

序号	项目	标准类别		
		第一类	第二类	第三类
1	汞 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	0.20	0.50	1.00
2	镉 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	0.50	1.50	5.00
3	铅 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	60.0	130.0	250.0
4	锌 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	150.0	350.0	600.0
5	铜 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	35.0	100.0	200.0
6	铬 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	80.0	150.0	270.0
7	砷 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	20.0	65.0	93.0
8	有机碳 ( $\times 10^{-2}$ ) $\leq$	2.0	3.0	4.0
9	硫化物 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	300.0	500.0	600.0
10	石油类 ( $\times 10^{-6}$ ) $\leq$	500.0	1000.0	1500.0

#### 5.1.4.3 生物质量

贝类(双壳类)采用《海洋生物质量》(GB 18421-2001)进行评价。软体类(非双壳类)、鱼类和甲壳类生物体内污染物质含量评价参考《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)中规定的生物质量标准。鱼类、软体类(非双壳类)及甲壳类目前没有铬的生物质量评价标准,因此以上评价因子只列出检测结果,不予以评价。生物体内污染物含量评价标准见表 5.1-5。

表 5.1-5 生物体内污染物含量评价标准(湿重:  $\times 10^{-6}$ )

类别	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
贝类(双壳类)第一类 <sup>I</sup>	0.05	1.0	10	0.1	0.2	20	0.5	15
贝类(双壳类)第二类 <sup>I</sup>	0.10	5.0	25	2.0	2.0	50	2.0	50
贝类(双壳类)第三类 <sup>I</sup>	0.30	8.0	50 牡蛎 100	6.0	5.0	100 牡蛎 500	6.0	80
软体类(非双壳类) <sup>II</sup>	0.3	1	100	10	5.5	250	--	20
甲壳类 <sup>II</sup>	0.2	1	100	2	2.0	150	--	20
鱼类 <sup>II</sup>	0.3	1	20	2	0.6	40	--	20

注: "--"表示无相关标准可参考,表中所列值为最大允许值,评价标准参考如下:

- I. 《海洋生物质量》(GB 18421-2001);
- II. 《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)。

### 5.1.5 评价方法

#### 5.1.5.1 海水水质

根据监测结果,采用单因子标准指数法对水质现状进行评价。

#### 单因子标准指数法



1) 单因子水质参数  $i$  在第  $j$  点的标准指数:

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

式中:  $S_{i,j}$ — $i$  评价因子在第  $j$  点的标准指数;

$C_{i,j}$ — $i$  评价因子在第  $j$  点的实测浓度, mg/L;

$C_{s,i}$ — $i$  评价因子的评价标准, mg/L。

2) DO 的标准指数为:

$$S_{DO,j} = \frac{|DO_f - DO_j|}{DO_f - DO_s} \quad DO_j > DO_s$$

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

式中:  $DO_s$ —溶解氧的海水水质标准, mg/L;

$DO_j$ — $j$  点的溶解氧, mg/L;

$DO_f$ —饱和溶解氧浓度, mg/L, 对于河流,  $DO_f = 468 / (31.6 + T)$ ; 对于盐度比较高的湖泊、水库及入海河口、近岸海域,  $DO_f = (491 - 2.65S) / (33.5 + T)$ ;

$S$ —实用盐度符号, 量纲为 1;

$T$ —水温, °C。

3) pH 的标准指数为:

$$S_{pH,j} = \frac{7.0 - pH_j}{7.0 - pH_{sd}} \quad pH_j \leq 7.0$$

$$S_{pH,j} = \frac{|pH_j - 7.0|}{pH_{su} - 7.0} \quad pH_j > 7.0$$

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

$pH_j$ —pH 值实测统计代表值;

$pH_{su}$ —评价标准中 pH 值的上限值;

$pH_{sd}$ —评价标准中 pH 值的下限值。

### 5.1.5.2 海洋沉积物

与海水水质现状评价的方法相同, 海洋沉积物质量现状的评价亦采用单因子标准指数法。

### 5.1.5.3 海洋生物生态

#### a. 初级生产力

初级生产力按联合国教科文组织（UNESCO）推荐的下列公式估算，即：

$$P = \frac{Chla \cdot Q \cdot D \cdot E}{2}$$

式中： $P$ —初级生产力（ $\text{mg}\cdot\text{C}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ）；

$Q$ —碳同化指数，取 3.7；

$D$ —白昼时间长短（h）；

$E$ —真光层深度（m）；

$Chl.a$ —真光层单位面积海面下，叶绿素 a 的浓度（ $\text{mg}/\text{m}^2$ ）。

#### b. 多样性指数、均匀度和丰富度

多样性指数（ $H'$ ）、均匀度（ $J$ ）、丰富度（ $d$ ）的计算公式如下：

多样性指数（ $H'$ ）：

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 P_i$$

均匀度（ $J$ ）：

$$J = H' / \log_2 S$$

丰富度（ $d$ ）：

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

式中： $P_i = n_i / N$ （ $n_i$  是第  $i$  个物种的个体数， $N$  是全部物种的个数）； $S$ —为种类数。

#### c. 优势度

采用某一区域的优势度来判定优势种，计算公式为：

$$Y = \frac{n_i}{N} \cdot f_i$$

式中： $n_i$  是第  $i$  个物种的个体数， $N$  是全部物种的个数； $f_i$  为该种在各站出现的频率。 $Y \geq 0.02$ ，即判定为该区域的优势种。

### 5.1.5.4 生物质量

底栖生物质量评价同水质评价，均采用单因子标准指数法。



## 5.2 海水水质现状调查与评价

### 5.2.1 海水水质调查结果

调查海域海水水质调查分析结果见附表 1。

#### 5.2.1.1 水温

调查海域各站水温变化于 (21.23~28.04) °C，平均为 25.09°C。

#### 5.2.1.2 盐度

调查海域各站盐度变化于 34.22~34.458，平均为 34.352。

#### 5.2.1.3 pH

调查海域各站 pH 值变化于 8.15~8.24，平均为 8.20。

#### 5.2.1.4 溶解氧 (DO)

调查海域各站溶解氧的含量变化于 (6.06~7.11) mg/L，平均为 6.52mg/L。

#### 5.2.1.5 化学需氧量 (COD)

调查海域各站 COD 变化于 (0.18~0.86) mg/L，平均为 0.50mg/L。

#### 5.2.1.6 无机氮 (DIN)

调查海域各站无机氮变化于 (5.02~1.14×10<sup>2</sup>) μg/L，平均为 35.4μg/L。

#### 5.2.1.7 活性磷酸盐 (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P)

调查海域各站活性磷酸盐含量变化于 (0.87~13.3) μg/L，平均为 2.65μg/L。

#### 5.2.1.8 汞

调查海域各站汞含量变化于 (0.014~0.025) μg/L，平均为 0.018μg/L。

#### 5.2.1.9 锌

调查海域各站锌含量变化于 (0.48~5.63) μg/L，平均为 1.76μg/L。

#### 5.2.1.10 镉

调查海域各站镉含量变化于 (未检出~0.07) μg/L，平均为 0.01μg/L。

#### 5.2.1.11 铅

调查海域各站铅含量变化于 (0.12~0.78) μg/L，平均为 0.29μg/L。

#### 5.2.1.12 砷

调查海域各站砷含量变化于 (1.52~2.27) μg/L，平均为 1.76μg/L。

#### 5.2.1.13 铜

调查海域各站铜含量变化于 (0.23~2.59) μg/L，平均为 0.50μg/L。



### 5.2.1.14 总铬

调查海域各站总铬含量变化于 (0.18~0.72)  $\mu\text{g/L}$ , 平均为 0.28 $\mu\text{g/L}$ 。

### 5.2.1.15 石油类

调查海域各站表层海水中石油类含量变化于 (未检出~0.013)  $\text{mg/L}$ , 平均为 0.006 $\text{mg/L}$ 。

### 5.2.1.16 悬浮物

调查海域各站悬浮物含量变化于 (3.1~10.6)  $\text{mg/L}$ , 平均为 4.5 $\text{mg/L}$ 。

### 5.2.1.17 挥发性酚

调查海域挥发性酚含量变化于 (未检出~2.5)  $\mu\text{g/L}$ , 平均为 0.6 $\mu\text{g/L}$ 。

### 5.2.1.18 硫化物

调查海域各站硫化物含量变化于 (未检出~0.12)  $\mu\text{g/L}$ , 平均为 0.04 $\mu\text{g/L}$ 。

## 5.2.2 海水水质评价结果

本次调查所有站位海水水质按不劣于现状海水水质标准评价, 即按照现状评价至所属水质等级, 同时按照第一类海水水质标准给出各评价因子的单因子标准指数供参考 (各站评价因子的平均值和标准指数分别见附表 2 和附表 3)。

### 5.2.2.1 常规站位调查结果

调查海域海水 pH、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铜、总铬、铅、硫化物和挥发性酚共 15 项评价因子均满足第一类海水水质标准, 各评价因子按第一类标准计算的标准指数均低于 1 (表 5.2-1 和表 5.2-2)。

表 5.2-1 调查海域海水水质各评价因子的标准指数结果

评价因子	最小值	最大值	超一类率	评价因子	最小值	最大值	超一类率
pH	0.78	0.82	0	锌	0.04	0.23	0
DO	0.02	0.95	0	镉	0.01	0.04	0
COD	0.15	0.36	0	铅	0.18	0.55	0
石油类	0.04	0.26	0	铜	0.05	0.33	0
无机氮	0.03	0.38	0	总铬	0	0.01	0
活性磷酸盐	0.06	0.49	0	硫化物	0	0	0
汞	0.28	0.42	0	挥发性酚	0.04	0.44	0
砷	0.08	0.11	0				

表 5.2-2 调查海域海水各评价因子的标准指数结果统计

评价因子	满足第一类海水水质标准	满足第二类海水水质标准	满足第三类海水水质标准
pH	所有站位	-	-



评价因子	满足第一类海水水质标准	满足第二类海水水质标准	满足第三类海水水质标准
DO	所有站位	-	-
COD	所有站位	-	-
石油类	所有站位	-	-
无机氮	所有站位	-	-
活性磷酸盐	所有站位	-	-
汞	所有站位	-	-
砷	所有站位	-	-
锌	所有站位	-	-
镉	所有站位	-	-
铅	所有站位	-	-
铜	所有站位	-	-
总铬	所有站位	-	-
硫化物	所有站位	-	-
挥发性酚	所有站位	-	-

#### 5.2.2.2 加密站位调查结果

加密站位仅调查表层石油类和表层、50m 层 COD，本次调查所有站位均满足第一类海水水质标准。

### 5.3 海洋沉积物现状调查与评价

#### 5.3.1 海洋沉积物组成及其类型

调查海域表层沉积物的粒度分析结果见表 5.3-1。表层沉积物的粒度类型多样，包括粉砂质砂（TS）、砂质粉砂（ST）、粉砂（T）、砂（S）、砾砂（GS）五种。粒级组分中砾含量介于（0.0~48.5）%，平均为 2.9%；砂含量介于（21.9~91.7）%，平均为 63.5%；粉砂含量介于（0~74.7）%，平均为 32.4%；粘土含量介于（0.0~4.8）%，平均为 1.2%。

表 5.3-1 表层沉积物类型及粒径级别

站号	粒级含量(%)				代号及名称
	砾	砂	粉砂	粘土	
P1					
P2					
P3					
P5					
P7					
P8					
P10					
P11					
P13					
P17					



站号	粒级含量(%)				代号及名称
	砾	砂	粉砂	粘土	
P18					
P19					
P21					
P22					
P24					
P26					
P28					
最小值					
最大值					
平均值					

### 5.3.2 海洋沉积物质量调查结果

调查海域表层海洋沉积物中汞、铜、铅、镉、铬、石油类、硫化物、锌、砷和有机碳的现状调查分析结果见表 5.3-2。

表 5.3-2 海洋沉积物中各污染物含量（2024 年 4 月）

站点	有机碳	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
	$10^{-2}$	$10^{-6}$								
P1										
P2										
P3										
P5										
P7										
P8										
P10										
P11										
P13										
P17										
P18										
P19										
P21										
P22										
P24										
P26										
P28										
最小值										
最大值										
平均值										

注：“—”表示未检出，当检出率为 1/2 以上（含 1/2）时，统计时以检出限的 1/2 表示，检出率不足 1/2 时，统计时以检出限的 1/4 表示。

由表 5.3-2 可知，2024 年 4 月调查海域海洋沉积物污染物含量情况：有机碳含量范围为  $(0.06\sim0.76)\times 10^{-2}$ ；硫化物未检出；汞含量范围为  $(0.003\sim0.015)\times 10^{-6}$ ；砷含量范围为  $(1.89\sim6.74)\times 10^{-6}$ ；铜含量范围为（未检出 $\sim$ 12.3） $\times 10^{-6}$ ；铅含量范



围为  $(5.5\sim 17.5)\times 10^{-6}$ ；镉含量范围为（未检出 $\sim 0.07$ ） $\times 10^{-6}$ ；锌含量范围为  $(21.6\sim 70)\times 10^{-6}$ ；铬含量范围为  $(16.3\sim 46.0)\times 10^{-6}$ ；石油类含量范围为（未检出 $\sim 21.6$ ） $\times 10^{-6}$ 。

### 5.3.3 海洋沉积物质量评价结果

调查海域表层沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油类含量按第一类标准计算的标准指数均低于 1（表 5.3-3），符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的第一类标准，调查海域内海洋沉积物质量整体状况较好。

表 5.3-3 表层海洋沉积物各评价因子的标准指数统计结果（按一类标准）

站位	单因子标准指数									
	有机碳	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
P1										
P2										
P3										
P5										
P7										
P8										
P10										
P11										
P13										
P17										
P18										
P19										
P21										
P22										
P24										
P26										
P28										
最小值										
最大值										
平均标准指数										

## 5.4 海洋生态现状调查与评价

### 5.4.1 叶绿素 a 和初级生产力

#### 5.4.1.1 叶绿素 a

本次调查各站叶绿素 a 含量见表 5.4-1。

调查海域各站表层叶绿素 a 浓度变化于（未检出 $\sim 0.065$ ） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为  $0.018\text{mg}/\text{m}^3$ ；50m 层叶绿素 a 浓度变化于（未检出 $\sim 0.394$ ） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为  $0.056\text{mg}/\text{m}^3$ 。各层位叶绿素 a 均值范围为  $(0.018\sim 0.056)\text{mg}/\text{m}^3$ ，调查海域叶绿素



a 含量水平总体较低，处于贫营养状态。

表 5.4-1 各站位叶绿素 a 和初级生产力

站位	叶绿素 a (mg/m <sup>3</sup> )		初级生产力 mg·C/(m <sup>2</sup> ·d)
	表层	50m 层	
P1			
P2			
P3			
P4			
P5*			
P6			
P7			
P8			
P9			
P10			
P11			
P12			
P13			
P14			
P15*			
P16			
P17			
P18			
P19			
P20			
P21			
P22			
P23			
P24			
P25*			
P26			
P27			
P28			
最小值			
最大值			
平均值			

注：“\*”为平行样站,未检出叶绿素 a 取值参照 GB17378.2-2007 处理，此处取检出限的 1/4，下同。

#### 5.4.1.2 初级生产力

本次调查各站初级生产力见表 5.4-1。

调查海域各站初级生产力变化范围为 (9.78~349.01) mg·C/ (m<sup>2</sup>·d)，平均为 60.30mg·C/ (m<sup>2</sup>·d)。



## 5.4.2 浮游植物

### 5.4.2.1 种类组成

调查海域共出现浮游植物 151 种（见附表 4），其中：硅藻有 35 属 97 种；甲藻有 15 属 49 种；金藻有 1 属 1 种；蓝藻有 3 属 4 种。

### 5.4.2.2 个体数量分布

调查海域浮游植物密度变化范围在  $(0.62\sim63.07) \times 10^4$  个/ $m^3$  之间，平均密度为  $9.8 \times 10^4$  个/ $m^3$ 。

表 5.4-2 各站浮游植物个体数量 ( $\times 10^4$  个/ $m^3$ )

站号	硅藻	甲藻	金藻	蓝藻	小计
P1					
P2					
P3					
P5					
P7					
P8					
P10					
P11					
P13					
P17					
P18					
P19					
P21					
P22					
P24					
P26					
P28					
最小值					
最大值					
平均值					

### 5.4.2.3 优势种

调查海域浮游植物优势种有柔弱菱形藻、大西洋角毛藻那不勒斯变种、翼根管藻纤细变型、菱形海线藻，优势度依次为 0.715、0.044、0.026、0.021。

### 5.4.2.4 群落特征指数

调查浮游植物群落特征指数见表 5.4-3。调查海域浮游植物的多样性指数 ( $H'$ ) 在 0.67~4.30 之间，平均值为 3.15；均匀度 ( $J$ ) 在 0.12~0.79 之间，平均值为 0.58；丰富度 ( $d$ ) 在 2.33~3.42 之间，平均值为 2.93。本次调查多样性指数、均匀度和丰富度均较高，显示浮游植物群落结构较稳定。

表 5.4-3 浮游植物多样性指数、均匀度和丰富度

站位	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J$ )	丰富度 ( $d$ )
P1			
P2			
P3			
P5			
P7			
P8			
P10			
P11			
P13			
P17			
P18			
P19			
P21			
P22			
P24			
P26			
P28			
最小值			
最大值			
平均值			

### 5.4.3 浮游动物

#### 5.4.3.1 种类组成

调查海域共鉴定终生浮游动物 232 种和阶段性浮游幼体 19 类（见附表 5），其中桡足类 67 种，其次为刺胞动物 60 种，端足类 34 种，被囊类 22 种，介形类 12 种，翼足类 10 种，毛颚类和磷虾类各出现 9 种和 7 种，其余类群种类数较少，介于 1~3 种（类）之间。

#### 5.4.3.2 生物量和密度分布

调查海域各站位浮游动物生物量和密度见表 5.4-4。

本次调查浮游动物生物量变化范围在（32.93~105.83） $\text{mg}/\text{m}^3$  之间，平均为 65.23 $\text{mg}/\text{m}^3$ ；密度变化范围为（44.77~158.61） $\text{个}/\text{m}^3$ ，平均为 92.05  $\text{个}/\text{m}^3$ 。

表 5.4-4 浮游动物的生物量和密度

站位	生物量 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	密度 ( $\text{个}/\text{m}^3$ )
P1		
P2		
P3		
P5		
P7		



站点	生物量 (mg/m <sup>3</sup> )	密度 (个/m <sup>3</sup> )
P8		
P10		
P11		
P13		
P17		
P18		
P19		
P21		
P22		
P24		
P26		
P28		
最小值		
最大值		
平均值		

#### 5.4.3.3 优势种

调查海域浮游动物优势种为蛇尾纲幼体、芦氏拟真刺水蚤、肥胖软箭虫、抱球虫属、肠鳃类柱头幼虫、狭额次真哲水蚤和窄缝真刺水蚤，其优势度指数依次为 0.257、0.143、0.062、0.052、0.038、0.0331 和 0.0327。

#### 5.4.3.4 群落特征指数

调查海域浮游动物多样性指数 ( $H'$ ) 在 2.86~4.91 之间，平均值为 3.81；均匀度 ( $J$ ) 在 0.47~0.75 之间，平均值为 0.61；丰富度 ( $d$ ) 在 7.67~17.15 之间，平均值为 11.69。

从各项群落指数来看，调查海区浮游动物种类丰富，种类多样性指数、均匀度和丰富度均处于较高的水平，群落结构稳定性较好。

表 5.4-5 调查海域浮游动物多样性指数、均匀度和丰富度

站点	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度( $J$ )	丰富度( $d$ )	站点	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度( $J$ )	丰富度( $d$ )
P1				P18			
P2				P19			
P3				P21			
P5				P22			
P7				P24			
P8				P26			
P10				P28			
P11				最小值			
P13				最大值			
P17				平均值			

#### 5.4.4 底栖生物

##### 5.4.4.1 种类组成

本次调查共鉴定底栖生物 182 种（类）（见附表 6），其中节肢动物种类最多，有 59 种；脊索动物次之，有 40 种；软体动物有 31 种；环节动物有 23 种；棘皮动物有 15 种；刺胞动物有 12 种，其他门类生物所占比例较低。底栖生物种类组成以暖水性大洋广布种类为主。

##### 5.4.4.2 生物量和密度

本次调查底栖生物各站栖息密度和生物量见表 5.4-6。

调查海域底栖生物生物量变化范围在（0.06~12.97）g/m<sup>2</sup> 之间，平均值为 3.03g/m<sup>2</sup>；密度变化范围在（5.0~35.0）ind/m<sup>2</sup> 之间，平均值为 19.1ind/m<sup>2</sup>。

表 5.4-6 底栖生物各站生物量和栖息密度

站位	栖息密度 (ind/m <sup>2</sup> )	生物量 (g/m <sup>2</sup> )
P1		
P2		
P3		
P5		
P7		
P8		
P10		
P11		
P13		
P17		
P18		
P19		
P21		
P22		
P24		
P26		
P28		
最小值		
最大值		
平均值		

##### 5.4.4.3 优势种

本次调查底栖生物优势种为假长缝拟对虾、银光梭子蟹、羊舌鲆、异杯珊瑚属、拟节虫属、鳄齿藤、日本美人虾和杰氏内卷齿蚕，其优势度指数分别为：0.064、0.051、0.039、0.027、0.027、0.024、0.023、0.022。



#### 5.4.4.4 群落特征指数

本次调查底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度见表 5.4-7。

调查海域底栖生物样品的多样性指数 ( $H'$ ) 在 1.78~4.55 之间, 平均值为 3.49; 均匀度 ( $J$ ) 在 0.47~0.96 之间, 平均值为 0.84; 丰富度 ( $d$ ) 在 1.82~4.93 之间, 平均值为 3.18。

调查结果显示, 调查海域底栖生物丰富度和均匀度水平均处于中等偏高, 多样性指数均处于较高水平。总体上, 底栖生物群落结构比较稳定。

表 5.4-7 调查海域底栖生物多样性指数、均匀度和丰富度

站号	多样性指数 ( $H'$ )	均匀度 ( $J$ )	丰富度 ( $d$ )
P1			
P2			
P3			
P5			
P7			
P8			
P10			
P11			
P13			
P17			
P18			
P19			
P21			
P22			
P24			
P26			
P28			
最小值			
最大值			
平均值			

### 5.5 生物质量调查与评价

#### 5.5.1 主要污染物质的含量状况

生物质量调查采集到甲壳类、软体类和鱼类共 26 个生物样品, 贝类未采集到。监测样品体内总汞、镉、铅、铜、砷、锌、铬、石油烃的含量 (表 5.5-1)。

表 5.5-1 生物体内污染物的含量 (湿重:  $\times 10^{-6}$ )

站位	种名	类别	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	Hg	As	石油烃
P17										
P17										
P17										
P8										



站位	种名	类别	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	Hg	As	石油烃
P11										
P11										
P5										
P5										
P19										
P19										
P13										
P7										
P22										
P22										
P26										
P28										
P28										
P10										
P1										
P1										
P3										
P3										
P24										
P2										
P18										
P18										

注：“nd”表示未检出，“/”表示样品量不足，下同。

### 5.5.2 生物质量评价结果

本次调查采集到的 26 个生物样品中总汞、铜、铅、锌、镉、石油烃的单因子标准指数值均小于 1，符合评价标准的要求，无超标情况，生物质量较好；26 个生物样品中鱼类砷超标率为 60%，软体类和甲壳类砷超标率为 100%，分析结果见表 5.5-2。

表 5.5-2 生物质量标准指数值

站位	种名	类别	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	Hg	As	石油烃
P17										
P17										
P17										
P8										
P11										
P11										
P5										
P5										
P19										
P19										
P13										
P7										
P22										



站位	种名	类别	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	Hg	As	石油烃
P22										
P26										
P28										
P28										
P10										
P1										
P1										
P3										
P3										
P24										
P2										
P18										
P18										
超标率										

注：“/”表示无 Cr 评价标准，不予评价。当检出率为 1/2 以上（含 1/2）时，以检出限的 1/2 统计；检出率不足 1/2 时，以检出限的 1/4 统计，下同。

### 5.5.3 超标原因分析

从食物链和生物富集能力分析，海洋环境是砷全球循环的重要场所，海水中砷的含量可高达 24 $\mu\text{g/L}$ ，比淡水中的含量（0.15~0.45 $\mu\text{g/L}$ ）高很多。海洋生物通过食物链吸收无机砷并将其转化为有机砷，有机砷比无机砷在食物链中具有更高的传递能力。海洋鱼类普遍具有将从环境吸收的无机砷通过生物转化合成转化为有机砷的能力，其体内砷主要存在形态为无毒的砷甜菜碱。鱼类体内的砷主要从食物中累积，鱼体内砷累积量比水体高，有些鱼类砷含量高达 100 $\mu\text{g/g}$ 。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）海洋生物质量中砷的标准值，本次调查砷的超标情况在近年南海海域调查和历史调查中均有类似结果。历次调查中，底栖生物质量（如鱼类、甲壳类、软体类等）的砷含量普遍偏高，可能与它们的种类、生活习性、环境变化及对不同物质的富集能力差异等多种因素有关。

## 5.6 海洋渔业资源现状调查与评价

### 5.6.1 调查概况

#### 5.6.1.1 调查时间

中国水产科学研究院南海水产研究所于 2023 年 4 月 7 日~16 日在项目周边海域进行了春季渔业资源现状调查。

### 5.6.1.2 调查范围和站位布设

调查范围为东经 至 、北纬 至 的海域，本次调查设有 12 个采样站位，覆盖项目附近海域的 12 个渔区。调查站位的地理位置，具体布设见图 5.6-1 和表 5.6-1。

图 5.6-1 渔业资源调查站位图

表 5.6-1 渔业资源调查站位表

站号	经度 (E)	纬度 (N)	监测内容
Y1			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y2			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y3			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y4			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y5			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y6			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y7			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y8			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y9			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y10			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y11			鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y12			鱼卵仔稚鱼、游泳生物

### 5.6.1.3 调查取样和分析方法

渔业资源调查采样方法按《海洋调查规范》(GB12763-2007)、《海洋渔业资源调查规范》(SC/T9403-2012)、《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》(SC/T 9110-2007)和《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)等规范的要求进行。当观测船只进入预定站位，使用 GPS 进行定位，测量水深。

#### a. 鱼卵、仔稚鱼

用大型浮游生物网进行垂直采集，每个站采样 2 网。水平采集每站持续拖网 10 min，拖速 1.5 kn。

#### b. 游泳生物

采用底拖网生产渔船现场试捕法进行。底拖网调查船为“粤东莞 92018”渔轮，吨位 398 t，主机功率为 524 kW。采样网具为生产网具，上纲长度 38.6 m，网衣全长 50 m，网囊目尺寸 30 mm。每个调查站位采样 1 次，每次拖网 1 h，平均拖速约为 3.27 kn。渔获样品分析先将个体较大和渔获量较少的种类单独挑出，然后随机

采集 20 kg 渔获样品供进一步分析，渔获物不足 20 kg 时，则全部分析鉴定。每个站位的渔获样品，分别测定每一种类的重量、尾数、体长和体重范围。对主要经济种类则进行生物学测定，每站的经济种尾数大于 50 尾时测定 50 尾，不足 50 尾时则全部测定，生物学测定项目包括长度、体重、胃饱满度、性别和性成熟度等。

鱼卵、仔稚鱼和游泳动物样品采集后均用 5% 甲醛溶液固定，带回实验室分析。

游泳动物资源密度和现存资源量采用扫海面积法（资源密度指数法）评估，估算公式为：

$$D=Y/(A(1-E))$$

$$B=D \cdot S \cdot 10^3$$

式中：

$B$  = 现存资源量 (t)；

$D$  = 资源密度 ( $\text{kg}/\text{km}^2$ )；

$A$  = 每小时扫海面积 ( $\text{km}^2/\text{h}$ )；

$S$  = 调查监测水域面积 ( $\text{km}^2$ )；

$Y$  = 平均渔获率 ( $\text{kg}/\text{h}$ )；

$E$  = 逃逸率 (这里取 0.5)。

垂直拖网鱼卵仔稚鱼密度计算公式：

$$D = I/W$$

式中：

$D$  = 密度 ( $\text{ind}/\text{m}^3$ )；

$I$  = 每网枚数(尾数) (ind)；

$W$  = 滤水量 ( $\text{m}^3$ )。

游泳动物群落优势种的分析采用 *Pinkas* 的相对重要性指数 (IRI)，以 IRI 大于 1000 作为优势渔获物的判断指标。

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

式中：

$W$  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。

## 5.6.2 渔业资源现状调查与评价

### 5.6.2.1 鱼类资源状况

#### a. 种类组成

本次调查共捕获鱼类 93 种，隶属 14 目 48 科，见附表 7。调查区鱼类的生态特点主要由暖水性的底层和近底层种类构成。

#### b. 优势种

本次调查鱼类的优势种为黄鳍马面鲀、圆鳞发光鲷和弓背鳄齿鱼，*IRI* 分别为：3427、2232、1392。

#### c. 渔获率

本次调查各站位的鱼类渔获率见表 5.6-2。

本次调查鱼类平均重量和尾数渔获率分别为 24.70 kg/h 和 2516 ind/h。其中，幼鱼的平均重量和尾数渔获率分别为 5.77 kg/h 和 553 ind/h；成鱼的平均重量和尾数渔获率分别为 18.92 kg/h 和 1962 ind/h。

表 5.6-2 调查海域鱼类渔获率

站号	尾数渔获率 (ind/h)			重量渔获率 (kg/h)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1						
Y2						
Y3						
Y4						
Y5						
Y6						
Y7						
Y8						
Y9						
Y10						
Y11						
Y12						
合计						
最小值						
最大值						
平均值						

#### d. 鱼类资源密度

本次调查各站鱼类资源密度见表 5.6-3。

本次调查鱼类重量资源密度范围为(60.94~855.14)kg/km<sup>2</sup>，平均 316.78kg/km<sup>2</sup>；



尾数资源密度范围为 (1680~182773) ind/km<sup>2</sup>, 平均 32270ind/km<sup>2</sup>。成鱼平均重量资源密度 242.73kg/km<sup>2</sup>, 平均尾数资源密度 25173ind/km<sup>2</sup>; 幼鱼平均重量资源密度 74.05kg/km<sup>2</sup>, 平均尾数资源密度 7097ind/km<sup>2</sup>。

表 5.6-3 调查海域鱼类资源密度

站号	重量资源密度 (kg/km <sup>2</sup> )			尾数资源密度 (ind/km <sup>2</sup> )		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1						
Y2						
Y3						
Y4						
Y5						
Y6						
Y7						
Y8						
Y9						
Y10						
Y11						
Y12						
最小值						
最大值						
平均值						

### 5.6.2.2 头足类资源

#### a. 种类组成

本次调查头足类有 11 种, 隶属于 3 目 5 科 (见附表 7)。

#### b. 优势种

本次调查头足类优势种为剑尖枪乌贼和中国枪乌贼, *IRI* 分别为: 10296、7708。

#### c. 渔获率

本次调查各调查站位的头足类渔获率见表 5.6-4。

本次调查头足类平均重量和尾数渔获率分别为 2.33 kg/h 和 206 ind/h。其中, 幼体的平均重量和尾数渔获率分别为 1.26 kg/h 和 100 ind/h; 成体的平均重量和尾数渔获率分别为 1.07 kg/h 和 106 ind/h。

表 5.6-4 调查海域头足类渔获率

站号	重量渔获率 (kg/h)			尾数渔获率 (ind/h)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1						
Y2						



站号	重量渔获率 (kg/h)			尾数渔获率 (ind/h)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y3						
Y4						
Y5						
Y6						
Y7						
Y8						
Y9						
Y10						
Y11						
Y12						
最小值						
最大值						
平均值						

d. 头足类资源密度

本次调查各站头足类资源密度见表 5.6-5。

本次调查头足类重量资源密度范围为(0.56~136.13)kg/km<sup>2</sup>，平均 29.92kg/km<sup>2</sup>；尾数资源密度范围为 (51~9236) ind/km<sup>2</sup>，平均 2642ind/km<sup>2</sup>。成体平均重量资源密度 13.72kg/km<sup>2</sup>，平均尾数资源密度 1356ind/km<sup>2</sup>；幼体平均重量资源密度 16.2kg/km<sup>2</sup>，平均尾数资源密度 1286ind/km<sup>2</sup>。

表 5.6-5 调查海域头足类资源密度

站号	重量资源密度 (kg/km <sup>2</sup> )			尾数资源密度 (ind/km <sup>2</sup> )		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1						
Y2						
Y3						
Y4						
Y5						
Y6						
Y7						
Y8						
Y9						
Y10						
Y11						
Y12						
最小值						
最大值						
平均值						

### 5.6.2.3 甲壳类资源

#### a. 种类组成

本次调查甲壳类有 18 种，分隶 2 目 10 科（见附表 7）。其中，虾类有 4 科 6 种，蟹类 3 科 8 种，虾蛄类有 3 科 4 种。

#### b. 优势种

本次调查甲壳类优势种为假长缝拟对虾和武士螳，*IRI* 分别为：7368、2141。

#### c. 渔获率

本次调查各调查站位的甲壳类渔获率见表 5.6-6。

本次调查甲壳类平均重量和尾数渔获率分别为 1.37 kg/h 和 448 ind/h。其中，幼体的平均重量和尾数渔获率分别为 0.21 kg/h 和 31 ind/h；成体的平均重量和尾数渔获率分别为 1.16 kg/h 和 417 ind/h。

表 5.6-6 调查海域甲壳类渔获率

站号	重量渔获率 (kg/h)			尾数渔获率 (ind/h)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1						
Y2						
Y3						
Y4						
Y5						
Y6						
Y7						
Y8						
Y9						
Y10						
Y11						
Y12						
最小值						
最大值						
平均值						

#### d. 甲壳类资源密度

本次调查各站甲壳类资源密度见表 5.6-7。

本次调查甲壳类重量资源密度范围为 (0.17~52.03) kg/km<sup>2</sup>，平均 17.52kg/km<sup>2</sup>；尾数资源密度范围为 (64~39418) ind/km<sup>2</sup>，平均 5746 ind/km<sup>2</sup>。其中：甲壳类幼体的平均重量和尾数资源密度分别为 2.67kg/km<sup>2</sup> 和 393 ind/km<sup>2</sup>；甲壳类成体平均重量和尾数资源密度分别为 14.84kg/km<sup>2</sup> 和 5352 ind/km<sup>2</sup>。在甲壳类的各类群中，蟹



类的平均重量资源密度为 10.43 kg/km<sup>2</sup>，其中：蟹类幼体的平均尾数资源密度为 43 ind/km<sup>2</sup>，成体的平均重量资源密度为 8.56 kg/km<sup>2</sup>；虾类的平均重量资源密度为 5.52 kg/km<sup>2</sup>，其中：虾类幼体的平均尾数资源密度为 340 ind/km<sup>2</sup>，虾类成体的平均重量资源密度为 4.99 kg/km<sup>2</sup>；虾蛄类只是在个别站位出现，平均重量资源密度为 1.56 kg/km<sup>2</sup>，其中：虾蛄类幼体的平均尾数资源密度为 10 ind/km<sup>2</sup>，虾蛄类成体的平均重量资源密度为 1.28 kg/km<sup>2</sup>。

表 5.6-7 甲壳类资源密度

站号	重量资源密度 (kg/km <sup>2</sup> )			尾数资源密度 (ind/km <sup>2</sup> )		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1						
Y2						
Y3						
Y4						
Y5						
Y6						
Y7						
Y8						
Y9						
Y10						
Y11						
Y12						
最小值						
最大值						
平均值						

#### 5.6.2.4 总资源评估

本次调查渔业资源渔获重量变化范围为 (4.81~81.04) kg/h，平均为 28.39kg/h；渔获数量变化范围为 (140~15917) ind/h，平均为 3170ind/h。总资源密度由前述鱼类、头足类、甲壳类的资源密度相加而得。渔业资源重量资源密度在 (61.67~1039.53) kg/km<sup>2</sup>，平均为 364.21kg/km<sup>2</sup>；尾数资源密度在 (1796~204169) ind/km<sup>2</sup>，平均为 40656ind/km<sup>2</sup>，具体见表 5.6-8。其中，成体重量资源密度平均为 271.28kg/km<sup>2</sup>，幼体尾数资源密度平均为 8776ind/km<sup>2</sup>。

表 5.6-8 各站位游泳动物资源状况

调查站号	重量渔获率 (kg/h)	重量资源密度 (kg/km <sup>2</sup> )	尾数渔获率 (ind/h)	尾数资源密度 (ind/km <sup>2</sup> )
Y1				



调查站号	重量渔获率 (kg/h)	重量资源密度 (kg/km <sup>2</sup> )	尾数渔获率 (ind/h)	尾数资源密度 (ind/km <sup>2</sup> )
Y2				
Y3				
Y4				
Y5				
Y6				
Y7				
Y8				
Y9				
Y10				
Y11				
Y12				
最小值				
最大值				
平均值				

### 5.6.2.5 鱼卵、仔稚鱼

#### a. 种类组成

本次调查共鉴定出 36 个鱼卵仔稚鱼种类，隶属于 16 目 33 科（见附表 8）。

#### b. 数量分布

本次调查鱼卵、仔稚鱼垂直拖网密度及其分布情况见表 5.6-9。

本次调查垂直拖网共采到鱼卵 8 粒，仔稚鱼 10 尾。鱼卵在 5 个站位捕获，密度变化范围为（0~211）粒/1000m<sup>3</sup>，平均密度为 56 粒/1000 m<sup>3</sup>；仔稚鱼在 5 个站位捕获，密度变化范围为（0~315）粒/1000m<sup>3</sup>，平均密度为 74 尾/1000m<sup>3</sup>。

表 5.6-9 鱼卵、仔稚鱼垂直拖网密度及其分布

站位	鱼卵（粒/1000m <sup>3</sup> ）	仔稚鱼（尾/1000m <sup>3</sup> ）
Y1		
Y2		
Y3		
Y4		
Y5		
Y6		
Y7		
Y8		
Y9		
Y10		
Y11		
Y12		
最小值		
最大值		



站位	鱼卵 (粒/1000m <sup>3</sup> )	仔稚鱼 (尾/1000m <sup>3</sup> )
平均值		

## 6 环境影响回顾性分析

本项目涉及的现有工程设施包括惠州油田群的相关设施及南海奋进 FPSO。

本项目计划新建 1 座钻采平台（HZ27-5DPP 平台），新铺设 1 条 HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台的海底混输管道和 1 条 HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台的海底电缆，并对依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离，其中分离出的气处理合格后通过 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端，分离出的液通过 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。新建平台通过新铺设海底电缆供电，依托惠西区域电力组网。

本项目依托设施概况见表 6-1。

表 6-1 本项目依托设施概况

设施名称		依托功能
平台	HZ26-6DPP 平台	新建 HZ27-5DPP 平台物流进入该平台新增段塞流捕集器进行气液分离，其中分离出的气处理合格后通过已建海底输气管道输往珠海终端，分离出的液通过已建海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输；通过新铺电缆为新建平台提供电力
FPSO	南海奋进 FPSO	接收来自新建 HZ27-5DPP 平台含水原油，经处理后储存和外输；新建平台含水原油分离出的含油生产水依托 FPSO 处理
终端	珠海终端	接收、处理、储存和外输来自新建 HZ27-5DPP 平台的天然气
海底管道	HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道	区域物流输送
	HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道	
	PY30-1DPP 平台至珠海终端海底输气管道	

为了更加客观地预测评价本项目投产后对周围海域环境可能产生的影响，本篇将主要针对本项目所依托相关工程设施和所处海域的环境质量进行简要的回顾性分析评价。

## 6.1 现有工程回顾

### 6.1.1 惠州油田群

惠州油田群已开发的油气田包括：惠州 21-1 油田、惠州 26-1 油田、惠州 32-2 油田、惠州 32-3 油田、惠州 25-3/1 油田、惠州 19-3 油田、惠州 19-2 油田、惠州 19-1 油田、惠州 25-4 油田、惠州 32-5 油田、惠州 33-1 油田以及惠州 26-6 气田等。

本项目新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离，其中分离出的气处理合格后通过已建 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端。

惠州 26-6 油田开发项目包括新建 HZ26-6DPP 平台以及相应的海底管道。《惠州 26-6 油田开发项目环境影响报告书》于 2023 年 2 月 28 日获得生态环境部批复（环审〔2023〕22 号）。2025 年 12 月 24 日中海石油（中国）有限公司深圳分公司组织完成了环保设施竣工自主验收。目前惠州 26-6 油田开发项目处于运行阶段。

表 6.1-1 惠州油田群依托平台描述

名称	主要工程设施相关描述
HZ26-6DPP 平台	HZ26-6DPP 平台是一座 8 腿导管架钻采平台，平台上设置有模块钻机，共设有 40 个井槽，先期钻 19 口生产井，预留 21 个井槽。平台设有 120 人生活楼、井口生产计量装置、油气分离系统、天然气压缩系统、三甘醇脱水系统、透平电站，以及三甘醇再生系统、燃料气系统、柴油系统、火炬系统、开式排放系统、化学药剂系统、公用/仪表风系统、闭式排放系统、淡水系统、海水系统、生活污水处理系统和消防系统等公用设施。原油设计处理能力为 $m^3/d$ ，天然气设计处理能力为 $m^3/d$ ，生活污水设计处理能力为 $75.6m^3/d$ 。

### 6.1.2 南海奋进 FPSO

本项目主要依托南海奋进 FPSO 进行物流处理。南海奋进 FPSO 自 2002 年开始服役于文昌 13-1/2 油田，于 2022 年 9 月进行解脱，解脱后进行坞修，2023 年 7 月接入惠州油田群，将 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台、HZ21-1A 平台、HZ21-1B 平台、HZ32-5 平台、HZ26-6DPP 平台、XJ30-2DPPB 平台（XJ30-2DPPB 平台物流 2028 年及以后去海洋石油 115 FPSO）、HZ19-6DPPA 平台（2028 年及以后，在建）共 9 个平台的物流。HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台和 HZ21-1A/B 平台的含水原油在 HZ26-1 平台处理后，通过 HZ26-1 平台至 HZ32-5 平台的海底管道输送至 HZ32-5 平台，与 HZ32-5 平台的含水原油一起处理后，通过 HZ32-5 平台至南海奋进 FPSO 的海底管道进入南海奋进 FPSO 进行进一步处理、储存和外输。HZ26-6DPP 平台的含水原油通过 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO



的海底管道进入南海奋进 FPSO 进行进一步处理、储存和外输。

南海奋进 FPSO 是 1 艘 15 万吨浮式生产储油轮，设有工艺处理系统、合格原油储存系统、生产水处理系统、燃料气系统、火炬系统、LPG 系统、发电机系统以及其它常规公用系统（包括化学药剂注入系统、闭式排放系统、开式排放系统、海水供应系统、淡水供应系统、安全救生系统、消防系统、生活污水处理系统等）。原油设计处理能力为  $\text{m}^3/\text{d}$ ，天然气设计处理能力为  $\text{m}^3/\text{d}$ ，生产水设计处理能力为  $\text{m}^3/\text{d}$ 。

### 6.1.3 珠海终端

番禺 30-1 气田于 2009 年正式投产，海上设施主要包括 1 座 PY30-1DPP 平台、1 条 20"长约 km 从 PY30-1DPP 平台至 HZ21-1B 平台的海底管道和 1 条 20"长约 km 从 HZ21-1B 平台至珠海终端的海底管道。

PY30-1DPP 平台是一座集生产、计量、油气处理和输送、钻修井、生活（90 人）和动力为一体的 8 腿 12 桩导管架综合平台。PY30-1DPP 平台处理后的合格油气通过 km 海底管道输送至位于惠州 21-1 气田 HZ21-1B 平台附近的海底管道连接点，然后通过 km 海底管线输往珠海终端。

《番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书》中终端名称为珠海横琴终端，项目投产后终端名称调整为珠海终端（见附件 6）。珠海终端建有一座天然气终端处理厂以及与之配套的一座 3000t 级油气外输专用码头。惠州 21-1 气田、番禺 30-1 气田、流花 19-5 气田和惠州 26-6 油田所产天然气和凝析油经同一条海管输送至珠海终端。珠海终端天然气处理规模为  $\text{m}^3/\text{a}$ 。各气田天然气经珠海终端处理后，通过珠海—中山天然气管道工程输送到珠海、中山两市，液态产品通过油气外输专用码头以船运为主销往阳江地区。

## 6.2 相关环评批复及落实情况

### 6.2.1 环评批复及竣工验收情况

#### 6.2.1.1 南海奋进 FPSO

##### a. 海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目

海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目在海洋石油 115 FPSO 坞修时，借助南海奋进 FPSO 解脱契机，将坞修后的南海奋进 FPSO 在 HZ32-5 平台附近选址，接入惠州油田群。在海洋石油 115 FPSO 坞修期间（2023.1-2023.6）接收整个惠西油田群物流。海洋石油 115 FPSO 坞修完成后返回原海域继续服役，最终海洋石油 115

FPSO、南海奋进 FPSO 共同服役于惠西油田群。《海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》于 2022 年 6 月 19 日获得生态环境部批复（环审〔2022〕83 号），见附件 2-1。海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目于 2024 年 12 月 13 日中海石油（中国）有限公司深圳分公司组织完成了环保设施竣工自主验收。

#### b. 西江 24 区开发项目惠州 25-8 综合调整项目与南海奋进改造工程

西江 24 区开发项目惠州 25-8 综合调整项目与南海奋进改造工程新建 XJ24-7 WHPA 平台和 HZ25-8 DPPB 平台以及相应的海底管道和电缆，并对南海奋进 FPSO 进行升级改造。其中对南海奋进 FPSO 进行升级改造包括：新增段塞流捕集器用于处理 HZ26-6DPP 平台来液、对原 LPG 系统进行升级改造、为简化工艺和减少设备数量冷媒橇改为海水冷却等。《西江 24 区开发项目惠州 25-8 综合调整项目与南海奋进改造工程环境影响报告书》于 2025 年 2 月 15 日获得生态环境部批复（环审〔2025〕20 号）。南海奋进 FPSO 于 2025 年 10 月 14 日通过环境保护设施“三同时”检查，项目已申请环境保护设施竣工验收延期至 2026 年 12 月 1 日。

#### 6.2.1.2 番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程

番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程新建 PY30-1DPP 平台、PY30-1DPP 至 HZ21-1B 平台的海底管道、HZ21-1B 平台至珠海横琴终端的海底管道、珠海横琴终端及外输码头。项目投产后终端名称调整为珠海终端（见附件 6）。《番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书》于 2004 年 8 月 24 日获得国家海洋局批复（国海环字〔2004〕344 号），2010 年 7 月 6 日获得国家海洋局同意通过竣工验收的复函（国海环字〔2010〕370 号）。

#### 6.2.1.3 惠州 26-6 油田开发项目

惠州 26-6 油田开发项目新建 HZ26-6DPP 平台以及相应的海底管道和电缆。《惠州 26-6 油田开发项目环境影响报告书》于 2023 年 2 月 28 日获得生态环境部批复（环审〔2023〕22 号），见附件 2-4。惠州 26-6 油田开发项目于 2025 年 12 月 24 日中海石油（中国）有限公司深圳分公司组织完成了环保设施竣工自主验收。

#### 6.2.1.4 惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程

惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目新建 HZ19-6 DPPA 平台，铺设 1 条 HZ19-6DPPA 平台至 HZ25-8DPPB 平台海底混输管道，并对依托 HZ25-8DPPB 平台和南海奋进 FPSO 进行适应性改造。其中南海奋进 FPSO 进行适



应性改造工程包括新增 1 台一级分离器、新增 1 台热油加热器，更换热油加热器至二级分离器的管线。

惠西区域电力组网工程在 HZ19-6DPPA 平台设置透平电站、余热发电装置及组网装置，1 条海底输气管道（HZ26-6DPP 平台至新建 HZ19-6DPPA 平台），4 条海底电缆（2 条平行铺设的 HZ19-6DPPA 平台至 HZ25-8DPPB 平台，1 条 HZ19-6DPPA 平台至 HZ26-6DPP 平台，1 条 HZ19-6DPPA 平台至 HZ19-3DPP 平台）并对依托 HZ25-8DPPB 平台、HZ26-6DPP 平台、HZ19-2 平台和 HZ19-3 平台进行适应性改造。通过本项目建设，HZ26-6DPP 平台加入了惠西区域电力组网。

《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》于 2025 年 8 月 28 日获得生态环境部批复（环审〔2025〕79 号）。项目目前正在建设阶段。

本项目相关现有设施的环评批复及竣工验收情况见表 6.2-1（相关批复文件见附件 2 和附件 3）。

表 6.2-1 本项目相关设施的环评批复及竣工验收情况

主要依托设施	报告名称	主要建设内容	环评批复情况	竣工验收情况
南海奋进 FPSO	《海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》	南海奋进 FPSO 接入惠州油田群，对 PY30-1DPP 平台至 HZ21-1B 平台海管进行连通改造，并对 HZ21-1B 平台、HZ26-1 平台进行适应性改造	2022 年 6 月 19 日获得生态环境部批复（环审〔2022〕83 号）	2024 年 12 月 13 日中海石油（中国）有限公司深圳分公司组织完成了自主验收。
	《西江 24 区开发项目惠州 25-8 综合调整项目与南海奋进改造工程环境影响报告书》	新建 XJ24-7WHPA 平台和 HZ25-8 DPPB 平台以及相应的海底管道和电缆，并对南海奋进 FPSO 进行升级改造。	2025 年 2 月 15 日获得生态环境部批复（环审〔2025〕20 号）	南海奋进 FPSO 于 2025 年 10 月 14 日通过环境保护设施“三同时”检查。已申请验收延期至 2026 年 12 月 1 日。
番禺 30-1 气田至珠海终端输气管道、终端	《番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书》	新建 PY30-1DPP 平台、PY30-1DPP 至 HZ21-1B 平台的海底管道、HZ21-1B 平台至珠海终端的海底管道、珠海终端及外输码头	2004 年 8 月 24 日获得国家海洋局批复（国海环字〔2004〕344 号）	2010 年 7 月 6 日获得国家海洋局同意通过竣工验收的复函（国海环字〔2010〕370 号）
HZ26-6 DPP 平台	《惠州 26-6 油田开发项目环境影响报告书》	新建 1 座钻采平台（HZ26-6DPP），新铺设 1 条 HZ26-6DPP 至现有南海奋进 FPSO 的海底混输管道，以及 1 条 HZ26-6DPP 至现有番禺	2023 年 2 月 28 日获得生态环境部批复（环审〔2023〕22 号）	2025 年 12 月 24 日中海石油（中国）有限公司深圳分公司组织完成了环保设施竣工自



主要依托设施	报告名称	主要建设内容	环评批复情况	竣工验收情况
		30-1 登陆海管水下三通输气管道		主验收。
南海奋进 FPSO、HZ26-6 DPP 平台	《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》	新建 HZ19-6DPPA 平台, 铺设 1 条 HZ19-6DPPA 平台至 HZ25-8DPPB 平台海底混输管道, 并对依托 HZ25-8 DPPB 平台和南海奋进 FPSO 进行适应性改造。惠西区域电力组网工程在 HZ19-6DPPA 平台设置透平电站、余热发电装置及组网装置, 1 条海底输气管道, 4 条海底电缆, 并对依托 HZ25-8DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-平台和 HZ19-3 平台进行适应性改造。	《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》于 2025 年 8 月 28 日获得生态环境部批复(环审〔2025〕79 号)	正在建设

### 6.2.2 环保措施落实情况

本项目相关油气田均按要求落实了环评报告书及批复文件中的环保措施及补偿措施: 钻井过程中使用的油基钻井液以及不能满足排放要求的水基钻井液和钻屑均全部运回陆地交有资质单位进行处理; 生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾均运回陆地交给有资质的单位进行处理; 海上生产设施上、均设有开/闭排系统, 用于收集溢出液、设备冷却水、冷凝水、甲板初期雨水和冲洗水等以及带压容器、管线等排放出的带压流体等, 防止排入海; 含油生产水、生活污水和船舶含油污水经处理达标后排放, 含油生产水排海量严格控制在已批复的排放总量以下; 按照工程造成的渔业资源损失核算补偿金额, 设专项资金, 交由当地渔业部门确定增殖放流的品种和数量, 对工程建设造成的渔业资源损失进行恢复或补偿, 见表 6.2-2。

表 6.2-2 现有工程环评批复落实情况

批复	批复要求	落实情况
《海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》	污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。海洋石油 115 FPSO 解脱清洗废水经处理达标后排海; 含油生产水均经处理达标后排海; 生活垃圾(符合要求可以排放的食品废弃物除外)、生产垃圾运回陆地处理。	工程污染物的处理和排放均符合国家有关规定和标准要求。解脱清洗废水、含油生产水经处理达标后排海; 生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾分类收集运回陆地处理。
	加强铺管作业管理, 严格按照设计要求施工, 采取有效措施避免海底管道悬空。加强海底	建设单位严格按照设计要求进行施工, 采取措施避免海底管道



批复	批复要求	落实情况
	<p>管道巡检，定期进行全面检测和清管作业，防止管道因腐蚀或外力破坏等原因造成泄漏。需原地封存的海管应清洗充分，两端应封堵完好，防止油污泄漏入海。</p> <p>切实落实环境风险防范措施。修改完善惠州油田溢油应急计划，将本项目纳入其中，并报我部珠江流域南海海域生态环境监督管理局（以下简称珠江南海局）备案。发生溢油事故时，应立即启动溢油应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境特别是敏感目标的影响，按照规定立即报告珠江南海局，并视情况及时通报广东省渔业、海事部门和中国海警局直属第三局。</p>	<p>悬空。建设单位采取了必要的工程防护措施，制定了海底管道巡查制度，由值班船对海底管道进行巡查，并对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测。需封存的海管已充分清洗，两端封堵，防止油污泄漏入海。</p> <p>建设单位严格落实了风险防范和应急措施，本项目投产前将本项目溢油应急纳入已有油田溢油应急计划，并报珠江南海局备案。</p>
《西江 24 区开发项目惠州 25-8 综合调整项目与南海奋进改造工程环境影响报告书》	<p>污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。油基钻井液、含油量超过 8% 的水基钻井液和钻屑应运回陆地交由有资质单位处理。平台产生的生活污水经处理达标后排海；含油生产水经处理达标后部分排海、部分回注地层，生活垃圾（符合排放要求的食品废弃物除外）、生产垃圾应分类收集后运回陆地处理。船舶产生的各类垃圾、生活污水、含油污水应严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）处理处置。</p>	<p>工程污染物的处理和排放均符合国家有关规定和标准要求。钻井液和钻屑、含油生产水、生活污水、船舶含油污水经处理达标后排海；生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾分类收集运回陆地处理。船舶产生的各类垃圾、生活污水、含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）处理处置。</p>
	<p>严格执行钻井作业规程和安全规程。加强随钻监测，配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备，建立健全井控管理系统。</p>	<p>在钻井过程中严格执行作业规程，配备了相应的井控设施、烃类气体探测器、温度或压力报警装置和应急关断系统。</p>
	<p>加强海底管道管理和维护。严格按照设计要求施工，采取有效措施避免海底管道悬空。XJ23-1DPP 平台至海洋石油 115FPSO 原有海底混输管道就地封存前开展清洗作业，并对两端进行隔离密闭。加强海管巡检，定期进行全面检测和清管作业，防止管道因腐蚀或外力破坏等原因造成泄漏。</p>	<p>建设单位严格按照设计要求进行施工。建设单位对 XJ23-1DPP 平台至海洋石油 115FPSO 原有海底混输管道就地封存前开展了清洗作业，并对两端进行隔离密闭。建设单位采取了必要的工程防护措施，制定了海底管道巡查制度，由值班船对海底管道进行巡查，并对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测。</p>
<p>加强注水作业管理。严格按照设计注入压力和注入量作业，加强动态监测，根据监测结果及时调整注入压力和注入量，确保注采平衡，防范地质性溢油风险。</p>	<p>建设单位加强注水作业管理。严格按照设计注入压力和注入量作业，加强动态监测，根据监测结果及时调整注入压力和注入量，确保注采平衡，防范地质性</p>	



批复	批复要求	落实情况
	<p>切实落实生态环境保护措施。钻井液、钻屑在水下 40 米排放，并严格控制排放速率。合理安排施工作业时间，脐带缆挖沟作业应避开所在海域经济鱼类产卵集中期（5 月），最大限度减轻对海洋生态环境和渔业资源的影响。</p> <p>切实落实溢油应急措施。对现有溢油应急预案进行修订，将本项目纳入其中，并报生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局（以下简称珠江南海局）备案。发生溢油事故时，应立即启动应急预案，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境的影响，按照规定立即报告珠江南海局，并视情况及时通报广东省渔业、海事部门和中国海警局直属第三局。</p>	<p>溢油风险。</p> <p>建设单位落实了生态环境保护措施严格。钻井液和钻屑在海面 40 米以下排放，并控制排放速率。脐带缆挖沟作业避开了所在海域经济鱼类产卵集中期（5 月）。</p> <p>建设单位严格落实了风险防范和应急措施，建设单位已按照相关规定编写了《惠西作业公司溢油应急计划》并取得备案，本项目投产前，将对已制定的应急计划进行修订，将本项目纳入深圳分公司各级应急体系中统一考虑，并报珠江南海局备案。</p>
<p>《关于番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书核准意见的复函》</p>	<p>工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准。严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度，同意按报告书中“总量控制方案建议”的指标执行。</p>	<p>工程污染物的处理和排放均符合国家有关规定和标准要求，在运行过程中严格控制污染物的排放总量和排放浓度，严格执行已批复的总量控制指标。</p>
	<p>加强疏浚作业管理，尽量减少同时进行疏浚作业的船只数量，控制挖泥进度，挖泥船舶和船载设备的操作运行必须严格按照操作规程进行，减少疏浚过程对底泥和沉积物的搅动，将影响控制在最小范围内。</p>	<p>建设单位在施工过程中加强了疏浚作业管理，控制船只数量和挖泥进度，挖泥船舶和船载设备的操作运行严格按照操作规程进行。</p>
	<p>加强疏浚船的装舱检查，避免因装舱过量造成泥浆外溢，严防疏浚船沿途洒泥、漏泥。要经常检查输泥管线，遇有损漏要立即停止施工并采取补救措施。</p>	<p>建设单位在施工过程中加强了疏浚船的装舱检查，加强了对输泥管线的检查。</p>
	<p>吹填作业必须先围堰后填土，作业应当避开养殖区取水时间。</p>	<p>吹填作业避开了养殖区取水时间，并严格执行先围堰后填土。</p>
	<p>加强对生产/储存设备的监督管理，增加对海底管道等设备的维护和检修频率，避免油田管道事故发生对海洋环境的污染损害。</p>	<p>建设单位加强了对生产/储存设备的监督管理，加强对海底管道等设备的维护和检修。</p>
	<p>加强施工期的船舶管理，机舱含油污水应当经过处理后达标排放，生活污水和垃圾应当按照有关规定处理，防止船舶废油、废水、垃圾对海域的污染。同时，要防止船舶碰撞引发交通事故及因此造成的污染事故，要提前制定防范对策和应急预案。</p>	<p>建设单位加强了施工期的船舶管理，船舶含油污水经处理达标后排放，生活污水和垃圾均按照有关规定处理，制定了防止船舶碰撞的防范对策和应急预案。</p>
	<p>工程海上施工阶段应当避开海洋生物的繁殖和幼体生长季节，加快施工进度，缩短工程周期和铺设管线时间，以降低施工作业对海洋生态的影响。</p>	<p>建设阶段合理安排了施工时间和施工进度，尽可能减少对海洋生态的影响。</p>



批复	批复要求	落实情况
	突发性海上溢油事故和陆岸终端、码头天然气泄漏事故对周围环境影响较大，要加强日常管理，制定切实可行的应急措施和环保方案，配备设备，防范事故风险。发生事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局南海分局，并通报当地政府和渔业、海事、军队等有关部门。	工程投产前，建设单位编制了溢油应急计划并在主管部门登记备案，制定了切实可行的应急措施和环保方案，配备了相应的溢油应急设备。
	落实报告书中提出的监测计划，加强施工期的跟踪监测，加强对无组织排放的监控，并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局南海分局。	建设单位严格落实了报告书中的监测计划，加强了施工期的跟踪监测，加强了对无组织排放的监控。
	工程建设应严格执行环境保护“三同时”制度。试运行前应当按照法律规定申请检查批准；正式投入生产前应按照规定程序申请环保设施竣工验收。	工程建设严格执行了“三同时”制度，已于 2010 年 7 月通过了环境保护设施竣工验收。
《惠州 26-6 油田开发项目环境影响报告书》	污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。含油量超过 8% 的水基钻井液和钻屑应运回陆地送有资质的单位处理。各类生产垃圾、生活垃圾（处理合格的食物废弃物除外）分类收集后运回陆地处理。各类船舶产生的垃圾、含油污水和生活污水应严格执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）。运营期含油生产水、生活污水经处理达标后排海。	工程污染物的处理和排放均符合国家有关规定和标准要求。钻井液和钻屑、含油生产水、生活污水、船舶含油污水经处理达标后排海；生产垃圾和除食物废弃物以外的生活垃圾分类收集运回陆地处理。
	严格执行作业规程和安全规范，加强随钻监测，配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备，建立健全井控管理系统。	在钻井过程中严格执行作业规程，配备了相应的井控设施、烃类气体探测器、温度或压力报警装置和应急关断系统。
	加强海底管道铺设作业管理，严格按照设计要求施工。加强海管巡检，定期进行全面检测和清管作业，防止管道因腐蚀或外力破坏等原因造成泄漏。	建设单位严格按照设计要求进行施工。建设单位采取了必要的工程防护措施，制定了海底管道巡查制度，由值班船对海底管道进行巡查，并对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测。
	切实落实风险防范和应急措施。对油田溢油应急计划进行修改完善，将本项目纳入其中，并报珠江流域南海海域生态环境监督管理局（以下简称珠江南海局）备案。发生溢油事故时，应立即启动溢油应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境特别是敏感目标的影响，按照规定立即报告珠江南海局，并视情况及时通报广东省渔业、海事部门和中国海警局直属第三局。	建设单位严格落实了风险防范和应急措施，将本项目纳入已有油田溢油应急计划，并报珠江南海局备案。
	切实落实生态环境保护措施。钻井液和钻屑排放应在海面 40m 以下，并严格控制排放速	建设单位严格执行钻井液和钻屑在海面 40 米以下排放，并严



批复	批复要求	落实情况
	率，排放时间应尽量避免黄鲷、蓝圆鲈、鲑鱼、深水金线鱼产卵盛期（1月、3月至7月），无法避让时应降低施工强度，最大限度减轻对海洋生态环境和渔业资源的影响。	格控制排放速率，泥浆平均排放速率为 13.75~25m <sup>3</sup> /h，钻屑平均排放速率为 19.27~25.29m <sup>3</sup> /d，钻屑最大排放速率为 41.9m <sup>3</sup> /d，小于珠江南海局批复要求；钻井液和钻屑排放时间避开了黄鲷、蓝圆鲈、鲑鱼、深水金线鱼产卵盛期（1月、3月至7月）；通过降低钻井液和钻屑排放速率，减轻对海洋生态环境和渔业资源的影响。
《关于惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书的批复》	污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。油基钻井液、含油量超过 8% 的钻屑和水基钻井液运回陆地交由有资质单位处理，其他钻屑及水基钻井液、平台含油生产水、生活污水处理达标后排海。生活垃圾（符合排放要求的食品废弃物除外）和生产垃圾分类收集后运回陆地处理，其中危险废物交由有资质单位处理。船舶产生的含油污水、生活污水、各类垃圾按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）处理处置。	工程污染物的处理和排放均符合国家有关规定和标准要求。钻井液和钻屑、含油生产水、生活污水、机舱含油污水经处理达标后排海；生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾分类收集运回陆地处理。船舶产生的各类垃圾、生活污水、含油污水严格按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）处理处置。
	严格执行钻井作业规程和安全规程。加强随钻监测，配备安全有效的防喷设备、压井材料及井控设备，建立健全井控管理系统。	在钻井过程中严格执行作业规程，配备了相应的井控设施、烃类气体探测器、温度或压力报警装置和应急关断系统。
	加强海底管道管理和维护。严格按照设计要求施工，采取有效措施避免海底管道交越处悬空。加强海管巡检，定期进行全面检测和清管作业，防止管道因腐蚀或外力破坏等原因造成泄漏。	建设单位严格按照设计要求进行施工。建设单位采取了必要的工程防护措施，制定了海底管道巡查制度，由值班船对海底管道进行巡查，并对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测。
	加强注水作业管理。严格按照设计注入压力和注入量作业，加强动态监测，根据监测结果及时调整注入压力和注入量，确保注采平衡，防范地质性溢油风险。	建设单位加强了注水作业管理。严格按照设计注入压力和注入量作业，加强动态监测，根据监测结果及时调整注入压力和注入量，确保注采平衡，防范地质性溢油风险。
切实落实溢油应急措施。对现有溢油应急预案进行修订，将本工程纳入其中，并报生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局（以下简称珠江南海局）备案。发生溢油事故时，应立即启动应急预案，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境的影响，按照规定立即报告珠江南海局，并视情况及时通报广东省渔业、海事部门和中国海警局直属第	建设单位落实了溢油应急措施。对现有溢油应急计划进行了修订，将本工程纳入其中，并报生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案。	



批复	批复要求	落实情况
	三局。	
	切实落实生态环境保护措施。严格控制钻井液和钻屑的排放速率。合理安排施工时间，海底电缆挖沟作业应避免所在海域鱼类产卵集中期（5月），最大限度减轻工程建设对海洋生态环境的影响。	建设单位落实了生态环境保护措施。严格控制钻井液和钻屑的排放速率。海底电缆挖沟作业避免了所在海域鱼类产卵集中期（5月），最大限度减轻工程建设对海洋生态环境的影响。

### 6.3 环境保护设施运行情况

#### 6.3.1 主要环保设施及运行情况

本项目新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离，其中分离出的气处理合格后通过 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端，分离出的液通过 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。

本项目依托工程环保设施见表 6.3-1。

表 6.3-1 本项目依托工程环保设施一览表

设施名称	主要环保设施	数量	运行状况
HZ26-6DPP 平台	开式排放系统（开式排放罐和开式排放泵）	1 套	正常
	闭排兼低压火炬系统（闭排兼低压火炬分液罐和闭式排放泵）	1 套	正常
	生活污水处理装置	1 套	正常
	固体废弃物处理系统 （包括厨房用粉碎机和垃圾分类回收专用箱）	各 1 套	正常
南海奋进 FPSO	生产水处理系统（生产水舱+水力旋流器+撇油排放罐）	1 套	正常
	开式排放系统（开式排放罐和开式排放泵）	1 套	正常
	闭式排放系统（闭式排放罐和闭式排放泵）	1 套	正常
	火炬系统	1 套	正常
	生活污水处理装置	1 套	正常
	固体废弃物处理系统 （包括厨房用粉碎机和垃圾分类回收专用箱）	各 1 套	正常

#### 6.3.2 主要污染物排放情况回顾

新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离，其中分离出的气处理合格后通过已建海底输气管道输往珠海终端，分离出的液通过已建的海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。本项目的含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。本项目新建工程所依托的 HZ26-6DPP 平台、南海奋进 FPSO 在正常生产阶段排放的主要污



染物为含油生产水和生活污水，其排放情况见表 6.3-2~表 6.3-4。

根据近两年的统计数据可知，南海奋进 FPSO 排放生产水含油浓度均符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中三级海域排放要求（石油类月均排放浓度限值 $\leq 45\text{mg/L}$ ，一次容许值 $\leq 65\text{mg/L}$ ），含油生产水排放量（年排放量最大为  $\text{m}^3$ ）未超过批复的总量控制指标（南海奋进 FPSO 批复指标为： $223.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ）。HZ26-6DPP 平台和南海奋进 FPSO 生活污水 COD 排放浓度均满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的三级海域排放要求（ $\leq 500\text{mg/L}$ ），生活污水排放量（年排放量最大分别为  $11426.7\text{m}^3$  和  $6638.4\text{m}^3$ ）均未超过批复的总量控制指标（HZ26-6DPP 批复指标为： $22995\text{m}^3/\text{a}$ ，南海奋进 FPSO 批复指标为： $18396\text{m}^3/\text{a}$ ）。

综上所述，HZ26-6DPP 平台和南海奋进 FPSO 的含油生产水和生活污水处理系统运转正常，工作效率良好。

表 6.3-2 HZ26-6DPP 平台生活污水排放情况

月份	2024 年		2025 年	
	排放量 ( $\text{m}^3$ )	COD 浓度 ( $\text{mg/L}$ )	排放量 ( $\text{m}^3$ )	COD 浓度 ( $\text{mg/L}$ )
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
最小值				
最大值				
平均值				
年排放量				

注：“/”表示平台未投产。

表 6.3-3 南海奋进 FPSO 生产水排放情况

月份	2024 年		2025 年	
	排放量 ( $\text{m}^3$ )	含油浓度 ( $\text{mg/L}$ )	排放量 ( $\text{m}^3$ )	含油浓度 ( $\text{mg/L}$ )
1				
2				



月份	2024 年		2025 年	
	排放量 (m <sup>3</sup> )	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m <sup>3</sup> )	含油浓度 (mg/L)
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
最小值				
最大值				
平均值				
年排放量				

注：2024 年 6 月 19 日南海奋进 FPSO 生产检修，生产水处理系统暂未使用，2024 年 10 月 8 日重新投用。

表 6.3-4 南海奋进 FPSO 生活污水排放情况

月份	2024 年		2025 年	
	排放量 (m <sup>3</sup> )	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m <sup>3</sup> )	COD 浓度 (mg/L)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
最小值				
最大值				
平均值				
年排放量				

### 6.3.3 其他污染物处理/排放情况

#### 6.3.3.1 其他含油污水

HZ26-6DPP 平台和南海奋进 FPSO 均设有开式排放系统和闭式排放系统，开式排放系统主要包括开式排放罐、开式排放泵过滤器和开式排放泵。开式排放罐主要用来收集溢出液、设备冷却水、冷凝水、初期雨水和冲洗水。当开式排放罐达到一定的液位时，经过开式排放泵过滤器过滤后，再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、闭式排放泵过滤器和闭式排放泵。闭式排放罐主要用于收集和分离压力容器和管线排放出的可燃性介质，闭式排放泵将罐内液体输送到原油处理系统进行处理。根据建设单位提供资料，HZ26-6DPP 平台和南海奋进 FPSO 的开/闭排系统运行较好，自投产以来，未出现海上生产设施含油污水落海情况。

#### 6.3.3.2 固体废物

HZ26-6DPP 平台和南海奋进 FPSO 均设有固体废物收集系统，对生活垃圾和生产垃圾分类进行回收，运回陆地，并按照当地政府实施《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求进行回收利用或处置。

### 6.4 溢油事故回顾

2009 年 9 月 14 日，南海东部海域在热带风暴“巨爵”升级为强台风过程中，于傍晚时分南海发现号 FPSO 的卫星定位系统显示其单点系泊向北偏移，系泊三条输油管线被扭断，造成一起有限溢油事故。考虑到从发现漂浮溢油与管线扭断受损的时间差以及关停后管内残油在压差作用下的微量惯性溢出，估算溢油总量为 18.9m<sup>3</sup>。

事故发生后油田采取的主要措施有：（1）10 分钟内立即关停全部生产并启动了相应的应急程序；（2）出动动态定位船“记录号”驶往事发地点准备进行海底系泊系统和海底管线受损情况的水下勘查；（3）启动溢油预测模拟，并派遣直升机进行空中溢油漂移监视；（4）关闭提油终端，并通知下游供气暂停；（5）实施 FPSO 解脱。

此后，惠州油田加强对海管的监测以及对恶劣天气的评估，修改了台风应急计划及溢油应急计划，重新修订了恶劣天气下 FPSO 的解脱工作程序，避免今后有此类事故的发生。2019 年，南海发现号 FPSO 已经移除。建设单位针对 2009 年的溢油事故，增加海上设施气象预报，增加气象预报频次，现场增加海流和海浪的观测设备；结合新的 FPSO 系泊系统设计，与专业公司研讨 FPSO 的安全解脱天气条件；更新了台风应急预案和溢油应急预案。

2020 年 4 月 15 日下午，中海石油（中国）有限公司深圳分公司惠州油田守护船在进行日常巡航过程中，发现 HZ32-5 平台附近海面出现零星油膜。事件发生后，惠州油田、深圳分公司立即启动应急处置程序，利用 ROV 对 HZ32-5 平台及上游各设施开排系统等水下设施检查，发现 HZ26-1 平台生产水沉箱注入管线存在漏点。

现场采集 HZ26-1 平台原油样品，与海面油膜样品进行了分析，分析结果显示二者样品谱图高度相似。同时，利用专业溢油漂移分析软件对溢油路径进行回溯分析，符合漏点与油膜初始发现区域相对位置分布。经过对 HZ26-1 平台设备设施进一步排查确定，此次事件中海面出现的零星油膜是由 HZ26-1 平台生产水撇油罐瞬时不稳定工况引发，致使部分原油伴随生产水进入沉箱注入管线，在经过管线漏点时外漏到海中。

事发后，惠州油田作业区立即关停 HZ26-1 平台生产，启动溢油应急响应计划，并启动汇报流程，分公司紧急调用海洋石油 256 环保支持船于 1h 后赶往现场。经排查发现，HZ26-1 平台生产水撇油罐的液位变送器的磁制伸缩杆上有较多的油泥，油泥可能会使浮子偶发卡滞，立即清除油泥后，液位变送器恢复正常。深圳分公司在此次事件后，加大对老旧环保设施管理及维护保养，事件发生后先后完成多个设施的开排沉箱整体更换工作，通过以上措施，深圳分公司海上设施未再发生类似事件。

本次事件预估溢油量约 0.68L，由于溢油量较小，油膜 2h 后消散不见，未动用溢油设备。

## 6.5 海洋环境质量回顾

历史海洋环境质量现状资料采用原国家海洋局南海环境监测中心于 2015 年 5 月、2018 年 5 月、2021 年 5 月和 2024 年 4 月对惠州和西江油田群附近海域的调查资料，历次调查站位见图 6.5-1。

图 6.5-1 历次调查站位分布

### 6.5.1 海水水质状况回顾

选取各次调查海水水质要素中水温、盐度、pH、溶解氧、化学需氧量、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物和挥发性酚和悬浮物（SS）共 18 项作为本次回顾性调查分析因子，海水水质评价采用不劣于现状的海水水质标准进行评价，如出现不满足第一类标准的情况，则采用第二类海水水质标准进行评价。各次调查数据对比统计结果见表 6.5-1。

由表可见，历次调查水温、盐度、pH 均变化不大，在海水的正常变化范围内波动。历次调查海水中 COD、石油类、无机氮和活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、



铜、总铬、硫化物和挥发性酚等含量变化幅度较小，符合第一类海水水质标准的要求。

调查海域海水中溶解氧的含量变化与水深及季节相关，同时受海水中微生物生长的影响。2015年5月及2021年5月调查中，个别样品溶解氧的含量低于第一类海水标准（符合第二类海水标准），历次调查溶解氧的平均含量均符合第一类海水水质标准。表层溶解氧的超标主要是受现场温度、盐度等因素影响，符合自然变化规律。

历次调查中营养盐含量略有变化。2018年5月调查中无机氮平均含量最高；2021年5月的调查中活性磷酸盐平均含量最高；历次调查所有样品营养盐的含量均低于第一类海水水质标准限值。

2015年5月和2018年5月两次调查均有部分样品海水中铅的含量超过第一类海水水质标准，超标倍数较低，超标样品的含量符合第二类海水水质标准，本次调查中铅的平均含量最低。

根据历次调查结果的回顾分析，调查海区海水的水温、盐度、pH等理化要素在正常范围内，符合季节变化规律；海水中化学需氧量、石油类、无机氮和活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铜、总铬、硫化物和挥发性酚等的含量变化幅度较小，符合第一类海水水质标准的要求。部分样品铅含量超过第一类海水水质标准。部分调查航次中，溶解氧部分样品存在超第一类海水水质标准现象，属于自然规律。总体来看，调查海区多数水质要素均符合第一类海水水质标准及海水自然变化规律，海区水质环境较为稳定。

表 6.5-1 历次调查海域海水水质要素分析结果比较

调查项目		调查时间			
		2015年5月	2018年5月	2021年5月	2024年4月
水温 (°C)	范围				
	平均值				
盐度	范围				
	平均值				
pH	范围				
	平均值				
DO (mg/L)	范围				
	平均值				
COD (mg/L)	范围				
	平均值				



调查项目		调查时间		2015 年 5 月	2018 年 5 月	2021 年 5 月	2024 年 4 月
		范围	平均值				
石油类 (mg/L)	范围						
	平均值						
无机氮 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
活性磷酸盐 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
汞 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
砷 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
锌 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
镉 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
铅 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
铜 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
总铬 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
硫化物 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
挥发性酚 ( $\mu\text{g/L}$ )	范围						
	平均值						
悬浮物 (mg/L)	范围						
	平均值						

注：“ $\Delta$ ”表示样品测值低于检出限，统计时取检出限的一半或 1/4。

### 6.5.2 表层沉积物质量状况回顾

沉积物质量评价因子包括石油类、汞、铜、铅、镉、铬、锌、硫化物、砷和有机碳，历次调查数据的对比分析统计结果见表 6.5-2。

历次调查有机碳、汞、铅、锌、铬和石油类含量呈波动变化，无明显变化趋势；硫化物、砷、铜和镉含量在历次调查中呈整体下降趋势。历次调查各评价因子均满足第一类海洋沉积物质量标准。

总体上看，调查海域表层沉积物环境质量良好，其中特征污染物石油类在表层沉积物中处于较低水平，表明石油开采活动未对沉积物质量产生明显影响。



表 6.5-2 历次调查表层沉积物调查数据对比

调查时间		2015 年春季	2018 年春季	2021 年春季	2024 年春季
有机碳	含量范围( $10^{-2}$ )				
	平均含量( $10^{-2}$ )				
硫化物	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
汞	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
砷	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
铜	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
铅	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
镉	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
锌	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
铬	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				
石油类	含量范围( $10^{-6}$ )				
	平均含量( $10^{-6}$ )				

注：“未”表示未检出，当检出率为 1/2 以上（含 1/2）时，统计时以检出限的 1/2 表示，检出率不足 1/2 时，统计时以检出限的 1/4 表示。

### 6.5.3 海洋生态状况回顾

#### 6.5.3.1 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a 及海洋初级生产力比对结果见表 6.5-3。对比结果显示，海区历次调查叶绿素 a 含量较低。海区叶绿素 a 受多种因素影响，春季调查海区叶绿素 a 主要以 50m 层及以深较高，叶绿素 a 的垂直分布规律差异较明显。

表 6.5-3 历次调查叶绿素 a 和海洋初级生产力比较

项目		叶绿素 a ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )			初级生产力 ( $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ )
		表层	50m	均值	
2024 年 4 月	范围				
	均值				
2021 年 5 月	范围				
	均值				
2018 年 5 月	范围				
	均值				



项目		叶绿素 a (mg/m <sup>3</sup> )			初级生产力 (mg·C/ (m <sup>2</sup> ·d) )
		表层	50m	均值	
2015 年 5 月	范围				
	均值				

### 6.5.3.2 浮游植物

浮游植物调查结果比较见表 6.5-4。对比结果显示，浮游植物个体数量多处于低水平。对比前期历次监测，2024 年 4 月监测的浮游植物种类数、个体密度均增加。总体上调查海区浮游植物多样性和均匀度处于较高水平，显示调查海区浮游植物群落组成较稳定，海区水质环境良好。

表 6.5-4 调查海区浮游植物历次调查数据对比

调查时间	种属数	个体数量 (10 <sup>5</sup> 个/m <sup>3</sup> )	多样性 (H')	均匀度 (J')
2024 年 4 月				
2021 年 5 月				
2018 年 5 月				
2015 年 5 月				
优势种				
2024 年 4 月				
2021 年 5 月				
2018 年 5 月				
2015 年 5 月				

### 6.5.3.3 浮游动物

浮游动物调查结果比较见表 6.5-5。对比结果显示，历次调查结果显示调查海区浮游动物种类组成丰富，物种多样性一直保持在较高水平，群落间的种类分布也较均匀，显示海区生态环境较好。

表 6.5-5 调查海区浮游动物历次调查数据对比

调查时间	2024.04	2021.05	2018.05	2015.05
种类数				
生物量 (mg/m <sup>3</sup> )				
密度 (个/m <sup>3</sup> )				
多样性 (H')				
均匀度 (J)				
丰富度 (d)				
主要优势种				

### 6.5.3.4 底栖生物

底栖生物调查结果比较见表 6.5-6。对比结果显示，历次调查底栖生物种类数



略有变化，但整体保持稳定；主要种类组成基本一致，以节肢动物、脊索动物、软体动物和环节动物为主。深水常见种鳄齿贻和银光梭子蟹为优势种，其中出现频率较高的共同优势种为银光梭子蟹，优势种中节肢动物和脊索动物的比例较高，软体动物和环节动物的比例较低。历次调查多样性指数、丰富度指数和均匀度指数都处于较高水平，波动较小。总体来看，调查海区底栖生物群落结构比较稳定。

表 6.5-6 调查海区底栖生物历次调查数据对比

时间	2015 年 5 月	2018 年 5 月	2021 年 5 月	2024 年 4 月
种类数 (种)				
主要种类组成				
优势种				
栖息密度 (个/m <sup>2</sup> )				
生物量 (g/m <sup>2</sup> )				
多样性 ( <i>H'</i> )				
丰富度 ( <i>d</i> )				
均匀度 ( <i>J</i> )				

### 6.5.3.5 生物质量

生物体内污染物平均含量对比见表 6.5-7。对比结果显示，调查海域底栖生物质量状况较稳定，历年数据均存在 As 含量较高的现象，除 As 以外其他污染物含量处于较低水平，生物质量状况良好。

表 6.5-7 历次调查生物体内污染物平均含量对比 (鲜重:  $\times 10^{-6}$ )

生物类别	调查时间	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	As	石油烃
软体类	2015 年 5 月								
	2024 年 4 月								
甲壳类	2015 年 5 月								
	2018 年 5 月								
	2021 年 5 月								
鱼类	2024 年 4 月								
	2015 年 5 月								
	2018 年 5 月								
	2021 年 5 月								
	2024 年 4 月								

## 6.6 环境影响回顾分析结论

本项目依托的 HZ26-6DPP 平台和南海奋进 FPSO 生产水和生活污水处理系统运转正常，工作效率良好；近年生产水和生活污水均能实现达标排放，其排放总量均未超出批复量。



现有工程投产以来，有一定量的生产水和生活污水达标排放入海，但是由于对外排污水采取了有效的处理措施，排放浓度低于排放标准，且海区扩散条件良好，因此油田外排污水对油田周围的海水水质并未造成明显损害。从总体上讲，油田附近海区海水水质依然保持较好水平，海水中石油类和 COD 浓度依然保持在一类标准水平。虽然油田建设过程中有一定数量的钻井液和钻屑排放入海，但海底沉积物中各评价因子均符合第一类沉积物质量标准，其中特征污染物石油类在表层沉积物中仍处于较低水平。历次调查显示调查海区叶绿素 a 含量较低，浮游植物、浮游动物和底栖生物群落组成稳定，海区水质环境和底栖环境良好；油田周围海域生物质量状况基本保持稳定，生物质量总体状况较好。



## 7 海洋生态环境影响预测与评价

### 7.1 海洋环境影响预测

根据工程分析，本项目施工期主要污染物为新建 HZ27-5DPP 平台排放的钻井液、钻屑、铺设海底电缆掀起的悬浮物；运营期 HZ27-5DPP 平台处理达标排放的生活污水，HZ27-5DPP 平台和 HZ26-6DPP 平台排放的温排水。本项目投产后，依托的南海奋进 FPSO 生产水排放量超出原环评水量，需进行重新预测。本节利用数值模拟方法对上述污染物影响进行预测，并根据预测结果分析与评价对海洋环境的影响。

#### 7.1.1 海域流场模型

##### 7.1.1.1 海流模型

采用丹麦水力研究院开发的 DHI MIKE 软件对水文动力及物质扩散进行模拟计算。模型建立在基于流体静压假定的三维不可压雷诺平均 N-S 方程的解决方案的基础之上，其基本方程如下。

连续方程：

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$x$  向动量方程：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = \\ & -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( N_x \frac{\partial u}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( N_y \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( N_z \frac{\partial u}{\partial z} \right) + fv \end{aligned}$$

$y$  向动量方程：

$$\begin{aligned} & \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = \\ & -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x} \left( N_x \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( N_y \frac{\partial v}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( N_z \frac{\partial v}{\partial z} \right) - fu \end{aligned}$$

$z$  向动量方程：

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} =$$

$$-\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \left( N_x \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( N_y \frac{\partial w}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( N_z \frac{\partial w}{\partial z} \right) - g$$

式中：

$t$ —时间 (s)；

$g$ —重力加速度 ( $\text{m/s}^2$ )；

$\rho$ —海水密度 ( $\text{kg/m}^3$ )；

$x, y, z$ —笛卡尔坐标系；

$u, v, w$ — $x, y, z$  方向上的速度分量 ( $\text{m/s}$ )；

$P$ —水压力 ( $\text{kg/m}^3$ )；

$N_x, N_y, N_z$ — $x, y, z$  方向上的紊动粘性系数 ( $\text{m}^2/\text{s}$ )。

#### a. 边界条件

关于  $u, v$  和  $w$  的表面及底部边界条件为：

在  $z=\eta$  处：

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + u \frac{\partial \eta}{\partial x} + v \frac{\partial \eta}{\partial y} - w = 0$$

$z=-d$  处：

$$u \frac{\partial d}{\partial x} + v \frac{\partial d}{\partial y} + w = 0, \quad \left( \frac{\partial u}{\partial z}, \frac{\partial v}{\partial z} \right) = \frac{1}{\rho_0 \nu_t} (\tau_{bx}, \tau_{by})$$

其中， $(\tau_{bx}, \tau_{by})$  为底部摩擦应力在  $x$  及  $y$  方向上的分量。

固体侧边界条件：

$$v_n = 0$$

开边界水位边界条件：

$$\zeta = \sum f_c H_c \cos[\omega_c + (V_0 + u)_c - g_c]$$

其中， $H$  和  $g$  分别是调和常数的振幅和迟角，下标  $C$  为某个分潮， $\omega$  为分潮频率， $f$  为交点因子， $u$  为交点订正角， $V_0$  是天文潮的初位相。

本模型开边界采用 Flather 边界条件，即给定开边界处的水位以及海流序列以驱动模型，水位、水流数据均通过 DHI 全球潮汐潮流数据库提取，其中开边界水位数据由  $M_2, S_2, K_1, O_1, N_2, P_1, K_2, Q_1, M_4, S_1$  等 10 个分潮经调和与分析给

出。

### b. 初始条件

取零初始条件,即从静止水位开始起算,初始时刻水位起伏及各向流速均为 0,即:

$$\begin{aligned}\xi(x,y,0) &= 0 \\ u(x,y,z,0) &= 0 \\ v(x,y,z,0) &= 0 \\ w(x,y,z,0) &= 0\end{aligned}$$

### c. 计算域及网格设置

本项目计算域涵盖南海北部海域,采用非结构三角网格,在项目附近将网格加密至 50m,以求得准确的污染物浓度分布,计算海域及网格设置如图 7.1-1 所示。本项目附近平均水深约 115m,从海面至海底划分为 8 层,各层次划分详见表 7.1-1。

计算域网格设置

加密区及网格设置

图 7.1-1 水深地形及网格设置情况

表 7.1-1 本项目附近海域垂向海水分层设置

层次	第 1 层	第 2 层	第 3 层	第 4 层	第 5 层	第 6 层	第 7 层	第 8 层
起止水深 (m)	0~10	10~20	20~35	35~45	45~55	55~95	95~105	105~115
分层厚度 (m)	10	10	15	10	10	40	10	10

#### 7.1.1.2 模型验证

验证资料来自中海油田服务股份有限公司的调查结果,验证点位置见表 7.1-2 和图 7.1-2,在这些点分别将数值计算的结果与实测资料进行了验证,验证结果见图 7.1-3。

表 7.1-2 验证点坐标位置

验证点	验证点坐标	资料时间	验证因子
YC1		2022.05.31~06.01	潮位、潮流
YC2		2023.09.28~09.29	潮位、潮流
YC5		2022.03.06~03.07	潮流



验证点	验证点坐标	资料时间	验证因子
YC6		2022.03.08~03.09	潮流

图 7.1-2 验证点地理位置示意图

YC1 潮位验证	YC2 潮位验证
YC1 表层流速验证	YC2 表层流速验证
YC5 表层流速验证	YC6 表层流速验证
YC1 表层流向验证	YC2 表层流向验证
YC5 表层流向验证	YC6 表层流向验证
YC1 中层流速验证	YC2 中层流速验证
YC5 中层流速验证	YC6 中层流速验证
YC1 中层流向验证	YC2 中层流向验证
YC5 中层流向验证	YC6 中层流向验证
YC1 底层流速验证	YC2 底层流速验证
YC5 底层流速验证	YC6 底层流速验证
YC1 底层流向验证	YC2 底层流向验证
YC5 底层流向验证	YC6 底层流向验证

图 7.1-3 潮位潮流验证结果

从以上验证结果可以看出，潮位误差基本在 10cm 之内，流速过程线的形态基本一致，平均流速偏差在 10% 之内，平均流向误差在 15° 之内，符合有关技术规范的要求，验证结果表明建立的潮流模型是可行的，适合本海区。

## 7.1.2 悬浮物预测

### 7.1.2.1 泥沙输运模块

泥沙输运模块基于水动力模块的流场计算结果，并包括沉降和再悬浮在内的泥沙输运过程。

#### a. 基本控制方程

悬沙对流扩散方程如下

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s)C}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_v \frac{\partial C}{\partial z} \right) + QC_0 - S$$

式中， $C$  为海水中悬浮物浓度，单位  $\text{kg}/\text{m}^3$ ； $w_s$  为泥沙沉降速度，单位  $\text{m}/\text{s}$ ； $D_h$ 、 $D_v$  分别为水平和垂向泥沙扩散系数，单位  $\text{m}^2/\text{s}$ ，参数取值为  $0.01\text{m}^2/\text{s}$ ； $Q$  为泥沙输入源强流量，单位  $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^3$ ； $C_0$  为泥沙输入源强中的含沙量，单位  $\text{kg}/\text{m}^3$ ； $S$  为床沙侵蚀或淤积速率，单位  $\text{kg}/\text{m}^3/\text{s}$ 。

#### b. 泥沙沉降速度

泥沙沉速采用斯托克斯公式计算：

$$w_s = \begin{cases} \frac{(s-1)gd^2}{18\nu}, d < 100\mu\text{m} \\ \frac{10\nu}{d} \left\{ \left[ 1 + \frac{0.01(s-1)gd^3}{\nu^2} \right]^{0.5} - 1 \right\}, 100 < d < 1000\mu\text{m} \\ 1.1[(s-1)gd]^{0.5}, d > 1000\mu\text{m} \end{cases}$$

式中， $d$  为中值粒径，单位  $\text{m}$ ； $s$  为泥沙密度，单位  $\text{kg}/\text{m}^3$ ； $\nu$  为运动粘滞系数； $g$  为重力加速度， $\text{m}/\text{s}^2$ 。

#### c. 床面淤积速率

就粘性泥沙而言，床面淤积速率基于 Krone 公式计算：

$$S_D = W_s C_b P_d$$

式中， $W_s$  为泥沙沉速，单位  $\text{m}/\text{s}$ ； $C_b$  为近底含沙量，单位  $\text{kg}/\text{m}^3$ ； $P_d$  为床沙淤积概率，认为与水流有效切应力呈正相关关系，即：

$$p_d = 1 - \frac{\tau_b}{\tau_{cd}}, \quad \tau_b \leq \tau_{cd}$$

式中 $\tau_b$ 、 $\tau_{cd}$ 分别为水流底部切应力和床沙临界淤积切应力，床沙临界淤积切应力取值  $0.07\text{N/m}^2$ 。

对于非粘性泥沙而言，床沙淤积速率基于下式表达：

$$S_d = -w_s \left( \frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{h_s} \right), \quad \bar{c}_e < \bar{c}$$

#### d. 床面侵蚀速率

就粘性泥沙而言，考虑床沙固结程度的床面侵蚀速率基于 Mehta et al 公式估算，对于固结粘性床沙有：

$$S_E = E \left( \frac{\tau_b}{\tau_{ce}} - 1 \right)^n, \quad \tau_b > \tau_{ce}$$

式中， $E$ 为侵蚀系数，单位  $\text{kg/m}^2/\text{s}$ ； $\tau_{ce}$ 为床沙临界侵蚀切应力，参数取值  $0.2\text{N/m}^2$ ， $n$ 为经验常数。

对于未固结粘性床沙侵蚀速率有：

$$S_E = E \exp[\alpha(\tau_b - \tau_{ce})^{0.5}], \quad \tau_b > \tau_{ce}$$

式中， $\alpha$ 为经验系数，单位  $\text{m/N}^{0.5}$ 。

非粘性床沙侵蚀速率由下式给出：

$$S_e = -w_s \left( \frac{\bar{c}_e - \bar{c}}{h_s} \right), \quad \bar{c}_e > \bar{c}$$

#### e. 边界条件和初始条件

陆边界：

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

开边界：

$$S|_{\Gamma} = 0 \text{ 入流段}$$

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

其中  $n$  为边界的法线方向， $\Gamma$  为水边界。

因为悬浮物是计算浓度增量，因此初始条件以零值起算。

### 7.1.2.2 钻屑浓度场预测

#### a. 排放方式及源强

根据工程分析，HZ27-5DPP 平台包括预留井槽在内钻屑总量约为  $m^3$ （堆体积，下同），其中非钻井油层水基钻井液钻屑量  $m^3$ ，合成基钻井液钻屑量  $m^3$ 。钻屑最大排放速率为  $m^3/d$ ，于水下 40m 排放，钻屑产生及排放情况详见表 7.1-3。

表 7.1-3 新建 HZ27-5DPP 平台钻屑排放情况

总钻屑产生量 ( $m^3$ )	非钻井油层水基钻 井液钻屑 ( $m^3$ )	合成基钻井液钻屑 ( $m^3$ )	最大排放速率 ( $m^3/d$ )	排放位置 (m)
				-40

钻屑粒径分布如下，计算时各区间段粒径按照  $70\mu m$ 、 $120\mu m$ 、 $150\mu m$ 、 $230\mu m$  共 4 个等级各占 25%、35%、25%、15% 计算对应的沉降速度。

表 7.1-4 钻屑粒径分布

钻屑粒径	$<105\mu m$	$105\sim 140\mu m$	$140\sim 178\mu m$	$>178\mu m$
占比 (%)	25	35	25	15

#### b. 预测方法及预测结果

由于钻屑为连续排放且排放时间较长，故预测结果与开始排放时刻关系不大，本次预测时长包含完整的大、中、小潮期，取浓度最大包络线作为预测结果。计算每个网格在每个时间步长的浓度值，统计每个网格在计算时段的最大浓度值，然后对各网格最大浓度标准值进行包络，统计包络线内的面积即得到包络面积。新建 HZ27-5DPP 钻屑排放预测结果见图 7.1-4，钻屑排放超标面积及不同浓度区间面积结果见表 7.1-5 和表 7.1-6。

由预测结果可以看出，钻屑对水质的影响范围较小，由于钻屑于水下 40m 排放，钻屑粒度较大沉降速度较快，因此悬浮物超标范围主要集中在排放层及下一层，其他层无超标面积，根据统计，悬浮物第 4 层超一(二)类包络面积为  $0.415km^2$ ，超三、四类面积相对较小，超一(二)类离排放点的最大距离为  $0.35km$ ；第 5 层超一(二)类包络面积为  $0.187km^2$ ，无超三、四类面积；钻屑停止排放后约 3.5h 海水悬浮物浓度即可恢复排放前的水平。钻屑沉降在平台周围，覆盖厚度超过 2cm

的面积约为 0.094km<sup>2</sup>。

图 7.1-4 HZ27-5DPP 平台钻屑排放浓度包络线

表 7.1-5 新建 HZ27-5DPP 平台钻屑排放预测结果

层位	超一（二）类包络面积(km <sup>2</sup> )	超三类包络面积(km <sup>2</sup> )	超四类包络面积(km <sup>2</sup> )	超一（二）类最大距离(km)	恢复时间(h)	覆盖 2cm 面积(km <sup>2</sup> )
第 4 层	0.415	0.060	0.044	0.35	3.5	0.094
第 5 层	0.187	0	0			

表 7.1-6 新建 HZ27-5DPP 平台钻屑排放浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
第 4 层	0.188	0.102	0.065	0.060
第 5 层	0.104	0.065	0.019	0
平均值	0.146	0.083	0.042	0.030

### 7.1.2.3 钻井液浓度场预测

#### a. 排放方式及源强

钻井液在钻完井作业中循环使用，最大排放速率出现在批钻结束后一次性排放过程中。根据工程分析，新建 HZ27-5DPP 平台钻井液一次性最大排放量约为 m<sup>3</sup>，排放速率约为 m<sup>3</sup>/h，于水下 40m 处排放。钻井液密度为 1.05~1.40g/cm<sup>3</sup>（按 1.25g/cm<sup>3</sup> 计算），钻井液固相颗粒粒径 0.008~0.062mm，中值粒径为 0.016mm。本项目钻井液排放情况详见表 7.1-7。

表 7.1-7 新建 HZ27-5DPP 平台钻井液排放速率

最大一次性排放量 (m <sup>3</sup> )	最大排放速率 (m <sup>3</sup> /d)	排放位置 (m)
		-40

## b. 预测方法及预测结果

由于钻井液排放时间较长，故预测结果与开始排放时刻关系不大，本次预测于大潮期排放，取最大浓度包络线作为预测结果。计算每个网格在每个时间步长的浓度值，统计每个网格在计算时段的最大浓度值，然后对各网格最大浓度标准值进行包络，统计包络线内的面积即得到包络面积。HZ27-5DPP 平台钻井液排放预测结果见表 7.1-8~表 7.1-9 和图 7.1-5。从预测结果可以看出，由于本项目平台钻井液于水下 40m 排放，钻井液排放源强较小，仅在排放层及下一层存在超标面积，其他层无超标现象，第 4 层悬浮物超一（二）类包络面积为 0.522km<sup>2</sup>，超三、四类面积相对较小；第 5 层超一（二）类包络面积为 0.341km<sup>2</sup>，无超三、四类面积。悬浮物超一（二）类最大距离约为 0.5km，停排后恢复时间约为 8 h。

表 7.1-8 新建 HZ27-5DPP 平台钻井液排放预测结果

层位	超一（二）类包络面积(km <sup>2</sup> )	超三类包络面积(km <sup>2</sup> )	超四类包络面积(km <sup>2</sup> )	超一（二）类最大距离(km)	恢复时间(h)
第 4 层	0.522	0.085	0.058	0.5	8
第 5 层	0.341	0.000	0.000		

表 7.1-9 新建 HZ27-5DPP 平台钻井液排放浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
第 4 层	0.236	0.128	0.073	0.085
第 5 层	0.154	0.084	0.103	0.000
平均值	0.195	0.106	0.088	0.042

图 7.1-5 HZ27-5DPP 平台钻井液排放浓度包络线

## 7.1.2.4 悬浮物浓度场预测

本项目新铺 1 条海底管道、1 条海底电缆，其中海底管道不挖沟直接敷设于海底，海底电缆挖沟埋设，本节对海底电缆挖沟埋设产生的悬浮物进行预测。

## a. 排放方式及源强

新建 HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台海底电缆挖沟埋设，挖沟截面近似梯形，上底宽 3.0m，下底宽 1.5m，埋深 1.5m，采用喷射式挖沟机挖沟，挖沟速度

为 3000m/d，海底泥沙湿容重约为  $1.7\text{g/cm}^3$ ，起沙率以 10% 计算，根据挖沟尺寸及铺设速度，悬浮物源强见表 7.1-10。

表 7.1-10 海底电缆铺设悬浮物源强

海缆名称	长度 (km)	上宽/下宽/埋深 (m)	挖沟速度 (km/d)	悬浮物排放 速率 (kg/s)
HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台 海底电缆		3.0/1.5/1.5	3.0	19.92

#### b. 预测方法及预测结果

铺设海缆悬浮物预测采取控制点法，即选取海底电缆起止端点作为控制点，将每个控制点作为悬浮物排放位置，分别计算各点在不同潮时（高潮、低潮、涨潮中间时、落潮中间时）的悬浮物浓度增量，叠加各控制点在各潮时状况下的浓度分布，连接各点浓度超标范围最外沿，形成海底电缆施工悬浮物扩散最大外包络线。

本项目铺设海底电缆挖沟悬浮物影响面积及距离等见表 7.1-11~表 7.1-12，悬浮物扩散包络线见图 7.1-6。从以上预测结果可见，由于悬浮物在海底排放，悬浮物浓度超标面积主要存在于底层（第 8 层）和次底层（第 7 层），次底层以上各层无超标面积。底层超一（二）类面积约为  $9.753\text{km}^2$ ，超三、四类面积分别为  $1.488\text{km}^2$ 、 $1.050\text{km}^2$ ，超一（二）类最大距离 0.5km，施工作业停止后 7h 即可恢复施工前的水质。

图 7.1-6 HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台海底电缆悬浮物扩散包络线

表 7.1-11 铺设海底电缆悬浮物各类面积

层位	超一（二）类包络面积 (km <sup>2</sup> )	超三类包络面积(km <sup>2</sup> )	超四类包络面积(km <sup>2</sup> )	超一（二）类最大距离 (km)	恢复时间 (h)	覆盖 2cm 面积(km <sup>2</sup> )
第 7 层	6.362	0.000	0.000	0.50	7	0.216
第 8 层	9.753	1.488	1.050			

表 7.1-12 铺设海底电缆悬浮物浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
第 7 层	2.877	1.560	1.925	0.000
第 8 层	5.015	2.192	1.058	1.488
平均值	3.946	1.876	1.492	0.744

### 7.1.3 生产水预测

根据工程分析，新建 HZ27-5DPP 平台无生产水排放，依托的南海奋进 FPSO 在本项目接入后生产水排放量有所增加，最大排放量由原来的 m<sup>3</sup>/d 增大到 m<sup>3</sup>/d (2037 年)，因此这里对南海奋进 FPSO 最新生产水量进行预测。

#### 7.1.3.1 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生产水排放后的物质浓度场。

对流扩散方程：

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \frac{\partial wC}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_h \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_h \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_v \frac{\partial C}{\partial z} \right) - K_p C + C_s S$$

式中：C 为污染物浓度 (mg/L)；K<sub>p</sub> 为污染物降解系数 (1/s)；C<sub>s</sub> 为污染物排放源浓度 (mg/L)；S 为污染物排放源强 (1/s)；D<sub>h</sub>、D<sub>v</sub> 分别为污染物水平和垂向扩散系数 (m<sup>2</sup>/s)。

边界条件

闭边界（陆地边界）：

$$\frac{\partial C}{\partial n} = 0$$

式中，n 为闭边界的法线方向，即沿闭边界所有变量的通量为 0，物质不能穿越边界。

开边界：在开边界上可指定物质的数量或者梯度。

初始条件

根据 2024 年 4 月海洋环境质量调查结果，石油类平均浓度为 0.006 mg/L，以此作为石油类初始条件。

### 7.1.3.2 生产水石油类浓度预测

#### a. 排放方式及源强

本项目接入后，南海奋进 FPSO 生产水最大排放量由  $m^3/d$  增大到  $m^3/d$ ，因此这里以最新水量重新进行预测，南海奋进 FPSO 生产水排放情况详见表 7.1-13。

表 7.1-13 南海奋进 FPSO 生产水排放源强

最大排放量( $m^3/d$ )	最大排放浓度( $mg/L$ )	排放水深 (m)	石油类排放源强 (g/s)
	45	海面	3.46

#### b. 预测方法及预测结果

生产水为长期连续排放，预测时长包含完整的大、中、小潮期，取浓度最大包络线作为预测结果，预测结果见图 7.1-7 和表 7.1-14~表 7.1-15。

南海奋进 FPSO 生产水于表层排放，主要影响海水表层，表层以下其他层无超标面积。表层石油类超一（二）类包络面积为  $0.102km^2$ ，超三、四类面积分别为  $0.008km^2$  和  $0.003km^2$ ，超一（二）类最大距离为 0.3km。

图 7.1-7 南海奋进 FPSO 石油类浓度包络线分布

表 7.1-14 南海奋进 FPSO 石油类浓度预测结果

层位	超一类包络面积 ( $km^2$ )	超三类包络面积 ( $km^2$ )	超四类包络面积 ( $km^2$ )	最大超一类距离 (km)
第 1 层	0.102	0.008	0.003	0.3

表 7.1-15 南海奋进 FPSO 石油类浓度区间面积( $km^2$ )

层位	$Bi < 1$	$1 \leq Bi < 4$	$4 \leq Bi < 9$	$Bi \geq 9$
第 1 层	0.077	0.017	0.005	0.003

### 7.1.4 生活污水预测

#### 7.1.4.1 COD 排放源强

根据工程分析，新建 HZ27-5DPP 平台生活污水产生量约为  $50.4m^3/d$ ，处理至满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级标准（ $COD \leq 500mg/L$ ）后达标排放，生活污水间断排放，每天排放时间约 2 h，据此估

算生活污水中 COD 排放源强为 3.50g/s，详见表 7.1-16。

表 7.1-16 HZ27-5DPP 平台生活污水排放源强

日最大排放量(m <sup>3</sup> /d)	COD 排放浓度(mg/L)	COD 排放源强(g/s)	排放深度 (m)
50.4	≤500	3.50	海面

根据 2024 年 4 月海洋环境质量调查，COD 平均浓度为 0.5mg/L，以此作为初始条件。

#### a. COD 预测结果

新建 HZ27-5DPP 平台 COD 浓度包络线分布见图 7.1-8。由图可见，由于生活污水排放量较小，基本不存在超一类 (>2mg/L) 面积，叠加 0.5mg/L 背景浓度后 COD 浓度最大约为 0.7mg/L；生活污水于海面排放 COD 影响主要在海面表层，且浓度增量仅约 0.2mg/L，基本不会影响本海区海水水质，无论何时排放，影响范围在 50m 范围之内，COD 排放对海洋环境的影响不大，不会明显影响本海区的海水水质。

图 7.1-8 HZ27-5DPP 平台 COD 浓度包络线

### 7.1.5 温排水预测

新建 HZ27-5DPP 平台上设有外输冷却器，将产生温排水；本项目投产后 HZ26-6DPP 平台温排水最大排放量有所增加，因此，本节对两个平台的温排水进行预测。

#### 7.1.5.1 热传导方程

温度的输运传导遵循对流扩散方程：

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial uT}{\partial x} + \frac{\partial vT}{\partial y} + \frac{\partial wT}{\partial z} = F_T + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_v \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \hat{H} + T_s S$$

式中， $D_v$ 为垂向湍流扩散系数； $\hat{H}$ 为大气的热交换源项； $T_s$ 为温度源项； $F_T$ 为温度水平扩散项。

表面和底部边界：

$$z = \eta:$$

$$D_h \frac{\partial T}{\partial z} = \frac{Q_n}{\rho_0 c_p} + T_p \hat{P} - T_e \hat{E}$$

$$z = -d:$$

$$\frac{\partial T}{\partial z} = 0$$

式中， $Q_n$ 为表面热通量； $c_p=4217\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ ，为水的比热。

大气热交换基于潜热通量、感热通量、短波辐射、长波辐射四个过程进行计算。

潜热通量：

潜热通量（蒸发造成的热量损失）遵循道尔顿方程：

$$q_v = LC_e(a_1 + b_1 W_{2m})(Q_{water} - Q_{air})$$

式中， $L=2.5 \times 10^6\text{J}/\text{kg}$ ，为蒸发潜热； $C_e=1.32 \times 10^{-3}$ ，为道尔顿常数； $W_{2m}$ 为水面上 2m 风速； $Q_{water}$ 为水表水蒸气密度， $Q_{air}$ 为大气中水蒸气密度； $a_1$ 、 $b_1$ 为常数，此处分别取 0.5 和 0.9。

感热通量：

感热通量取决于水面与大气之间边界层类型，通常边界层为湍流边界，遵循着如下关系：

$$q_c = \begin{cases} \rho_{air} c_{air} c_{heating} W_{10} (T_{air} - T_{water}) & T_{air} \geq T_{water} \\ \rho_{air} c_{air} c_{cooling} W_{10} (T_{air} - T_{water}) & T_{air} < T_{water} \end{cases}$$

式中， $\rho_{air}$ 为大气密度； $c_{air}$ 为大气比热； $c_{heating}$ 、 $c_{cooling}$ 为斯坦顿常数（均为 0.0011）； $W_{10}$ 为水面上 10m 风速，临界默认风速值为 2m/s。

短波辐射：

其强度取决于与太阳的距离、赤纬角和纬度、地外辐射以及大气中水蒸气的含量。一天中短波辐射强度随入射角而变化，地表短波辐射强度  $H_0$  ( $\text{MJ}/\text{m}^2/\text{d}$ ) 按下式计算：

$$H_0 = \frac{24}{\pi} q_{sc} E_0 \cos(\phi) (\sin(\omega_{sr}) - \omega_{sr} \cos(\omega_{sr}))$$

长波辐射：

水面对大气的长波辐射减去大气对水面的长波辐射称为净长波辐射，取决于云量，空气温度，空气中的蒸汽压力和相对湿度，净输出的长波辐射  $q_{lr,net}$  ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) 由布伦特方程给出：

$$q_{lr,net} = -\sigma_{sb} (T_{air} - T_k)^4 (a - b\sqrt{e_d}) (c + \frac{n}{n_d})$$

式中， $e_d$ 为露点温度下的蒸汽压力； $n$ 为日照时间， $n_d$ 为最大日照时间； $\sigma_{sb}=5.6697 \times 10^{-8} \text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ \text{K}^4)$ ，为玻尔兹曼常数。

#### 7.1.5.2 预测源强及预测方法

根据工程分析，HZ27-5DPP平台设置冷却系统，将产生温排水，温排水最大排量为 $245.5 \text{m}^3/\text{h}$ ，最大温升为 $9^\circ\text{C}$ ，于海表排放；本项目在HZ26-6DPP平台增设一套伴生气压缩系统，新增温排水量为 $248.5 \text{m}^3/\text{h}$ ，温排水最大排放量为 $1448.5 \text{m}^3/\text{h}$ ，温排水最大温升 $7^\circ\text{C}$ ，于海表排放。

在计算温排水排放造成的海水温升时，温度初始场保守选取夏季水温（ $31^\circ\text{C}$ ）、空气温度取 $33^\circ\text{C}$ 、相对空气湿度取88%、风速根据现状调查资料取夏季常风向风速，设为 $7 \text{m/s}$ 、长波辐射、短波辐射值根据美国国家海洋中心发布的夏季海区平均辐射强度分别取 $-30 \text{W}/\text{m}^2$ 、 $230 \text{W}/\text{m}^2$ 。温度场计算时长取30d，结果统计温升最大包络范围。

#### 7.1.5.3 预测结果

本项目HZ27-5DPP平台及依托HZ26-6DPP平台温排水造成的海水温升预测结果见图7.1-9。由预测结果可知，HZ27-5DPP平台温排水造成周围环境海水最大温升约为 $0.07^\circ\text{C}$ ，HZ26-6DPP平台温排水造成周围环境海水最大温升约为 $0.15^\circ\text{C}$ ，温排水最大温升影响范围在50m范围（ $0.001 \text{km}^2$ ）之内，对海水水质影响轻微。

HZ26-6DPP 平台

HZ27-5DPP 平台

图 7.1-9 温排水温升包络线

## 7.2 海水水质环境影响评价

### 7.2.1 钻井液排放对海水水质的影响

钻井液中含有少量颗粒态物质，颗粒态物质在随海水运动的同时在海水中发生沉降，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。根据数值预测结果，新建HZ27-5DPP平台钻井液排放仅对排放点附近水质有影响，钻井液排放造成第4层超一（二）类包络面积约为 $0.522 \text{km}^2$ ，超一（二）类水质距排放点的最大距离为 $0.5 \text{km}$ ；超三、四类水质海域的包络面积为 $0.085 \text{km}^2$ 和 $0.058 \text{km}^2$ ，第5层影响面积相对较小，其他层无超标面积。钻井液停止排放后约8

h 即可恢复到排放前水质。

### 7.2.2 钻屑排放对海水水质的影响

钻屑的成分主要是泥土和岩石碎屑，其粒径远大于钻井液中的粘土类物质，沉降速度快扩散范围较小。根据对新建 HZ27-5DPP 平台数值预测结果，钻屑排放对水质的影响主要在平台周围不远的水域内，第 4 层超一（二）类面积为  $0.415\text{km}^2$ ，距排放点的最大距离为  $0.35\text{km}$ ；超三、四类水质海域的包络面积为  $0.060\text{km}^2$ 、 $0.044\text{km}^2$ ，第 5 层影响面积相对较小，其他层无超标面积。停止排放后约 3.5h 即可恢复到排放前水质。

### 7.2.3 铺设海底电缆悬浮物对海水水质的影响

铺设海底电缆挖沟搅起的悬浮物有部分进入水体，短期内对海水水质造成一定的影响，这种影响是短期的、可恢复的，挖沟搅起的悬浮物的影响主要在施工线路两侧。根据数值预测结果，铺设海底电缆时悬浮物对底层和次底层有影响，次底层以上各层均无超标面积存在。底层超一（二）类包络面积为  $9.753\text{km}^2$ ，超三、四类面积相对较小；次底层超一（二）类包络面积为  $6.362\text{km}^2$ ；无超三、四类水质包络面积。底层最大超一（二）类距离为  $0.5\text{km}$ ，停止挖沟作业 7h 即可恢复海水水质。

### 7.2.4 生产水排放对海水水质的影响

南海奋进 FPSO 生产水排放主要影响海水表层，表层以下其他层无超标面积，影响面积相对较小，石油类超一（二）类包络面积为  $0.102\text{km}^2$ ，超三、四类面积分别为  $0.008\text{km}^2$  和  $0.003\text{km}^2$ ，超一（二）类最大距离为  $0.30\text{km}$ ，生产水排放的影响范围较小。

### 7.2.5 生活污水排放对海水水质的影响

根据 HZ27-5DPP 平台生活污水预测结果，由于生活污水排放量较小，基本不存在超一类（ $>2\text{mg/L}$ ）面积，COD 浓度最大约为  $0.70\text{mg/L}$ ；COD 影响在海水表层，且浓度增量很小，基本不会影响本海区海水水质，无论何时排放，影响范围在  $50\text{m}$  范围之内，COD 排放对海洋环境的影响不大，不会明显影响本海区的海水水质。

### 7.2.6 温排水对海水水质的影响

本项目 HZ27-5DPP 平台温排水造成周围环境海水最大温升约为  $0.07^\circ\text{C}$ ，HZ26-6DPP 平台温排水造成周围环境海水最大温升约为  $0.15^\circ\text{C}$ ，温排水影响范围

在 50m 范围之内,温排水造成周围环境海水最大温升的海域面积不超过 0.001km<sup>2</sup>,温排水排放对海水水质的影响轻微。

### 7.3 海洋沉积物环境影响评价

#### 7.3.1 钻屑排放对沉积物环境的影响

钻屑排海后在海水运动的作用下,会在海底一定的范围内沉积。钻屑的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。根据数值模拟结果,本项目新建平台钻屑覆盖厚度超过 2cm 的面积约为 0.094km<sup>2</sup>。

#### 7.3.2 铺设海底电缆对沉积物环境的影响

铺设海底电缆对沉积物环境的影响首先是开挖和覆盖,搅起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填,覆盖厚度>2cm 的面积主要位于挖沟两侧附近,因悬浮物均是局地沉积物再沉积,不会引起沉积物环境的变化。根据数值模拟结果,本项目铺设海底电缆挖沟造成悬浮物覆盖 2cm 以上的面积约为 0.216km<sup>2</sup>。

### 7.4 海洋生态环境影响评价

#### 7.4.1 对浮游植物的影响分析

本工程在钻完井阶段所产生的钻屑和钻井液,使新建平台周围海水中悬浮物增大,增加海水浑浊度。一方面影响浮游植物的光合作用,在一定程度上影响水体中浮游植物的生长与繁殖,降低了海洋初级生产力;另一方面,由于悬浮物快速下沉,有部分浮游植物被携带而随之下沉,使水体中浮游植物遭受一定的损害。由于钻井阶段时间较短,随着施工作业结束,停止钻井液、钻屑的排放,其影响将会逐渐降低以至消失。

海底电缆挖沟埋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。但由于海底电缆路由处,底质沉积物粒径较粗,水中悬浮物沉降速度快,运移规模较小,沉积物悬浮时间较短,因此挖沟而引起的水体透明度会很快得到恢复。

#### 7.4.2 对浮游动物的影响分析

浮游植物生产的产物基本上要通过浮游动物这个环节才能被其他动物所利用,浮游动物通过摄食影响或控制初级生产力,同时其种群动态变化又可能影响许多

鱼类和其他动物资源群体的生物量。钻井过程中钻井液、钻屑的排放以及海底电缆铺设搅起的悬浮物将增加海水的浑浊度，减少透光层的厚度，使生物合成量减少，同时使整个水层的浮游植物的生产力水平下降，对浮游植物生长繁殖造成不利，进一步影响了浮游动物的摄食能力和摄食量，从而也影响了浮游动物的生长和繁殖。但这种影响是短期的，完成作业之后，通过一系列的稀释、吸附、沉淀或扩散等海洋环境的物理过程，从而恢复浮游生物的正常生存环境。

#### 7.4.3 对底栖生物的影响分析

国外的研究表明，钻井液和钻屑的排放对鱼、蟹等移动性生物没有明显的不利影响，其主要会通过以下几种方式对底栖生物产生不利影响：（1）直接掩埋和覆盖沉积区内的底上和底内动物；（2）沉积层化学和构造上的改变对某些底栖生物的掘穴与索食产生影响；（3）沉积区内高耗氧量有机物的富集造成沉积层缺氧从而影响生物的生存；（4）沉积区内或附近底栖动物体的石油类和重金属等有毒物质的含量增加。

基于上述分析并根据数值模拟结果，可以做出如下预测：（1）在排放点周围约 200m 内底栖生物可能会受到钻屑排放的影响。（2）除活动能力很小的底栖鱼类外，钻屑的排放不会对活动能力较强的中上层鱼类及底层、近底层鱼类造成明显的危害。（3）本工程在钻井阶段排放的钻屑大部分可能沉积于平台周围 200m 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的稳定性和生物种类多样性造成明显危害。钻屑停止排放后，沉积区的底栖生态将会逐渐恢复。

铺设海底电缆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线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。

堆积在两侧的沉积物，在海水运动作用下部分将很快回填。但挖沟所破坏的海底海床以及在沟两侧所堆积的泥沙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，使底栖生物量减少，在一定时间内会破坏周围底栖生物并影响沿电缆一带的海底生态环境。但随着施工结束以及时间的推移，海底电缆路由区的底栖生态会逐渐得到恢复。

## 7.5 海洋生物资源损失评估

本节根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），估算本项目钻井液、钻屑排放、电缆铺设搅起的悬浮物及生产水造成的海洋生物资源损失。

### 7.5.1 海洋生物资源损失计算方法

#### 7.5.1.1 悬浮物海洋生物损失计算方法

根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），悬浮物超标引起海洋生物的损失中按以下公式计算：

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

式中：

$W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克（kg）；

$D_{ij}$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区第  $i$  种类生物资源密度，单位为尾平方千米、个平方千米或千克平方千米（kg/km<sup>2</sup>）；

$S_j$ ——某一污染物第  $j$  类浓度增量区面积，km<sup>2</sup>；

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

$N$ ——某一污染物浓度增量分区总数。

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失量。计算以年为单位的生物资源的累计损失量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T \quad (2)$$

式中：

$M_i$ ——第  $i$  种类生物资源累计损失量，单位为尾、个或千克（kg）；

$W_i$ ——第  $i$  种类生物资源一次平均损失量，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（以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见表 7.5-1。

表 7.5-1 各类海洋生物损失率

污染物超标准倍数 (Bi)	各类生物损失率 (%)		
	鱼卵、仔稚鱼	幼体	成体
Bi ≤ 1 倍	5	5	1
1 < Bi ≤ 4 倍	10	10	5
4 < Bi ≤ 9 倍	30	30	15
Bi ≥ 9 倍	50	50	20

### 7.5.1.2 底栖生物损失计算方法

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)，底栖生物损失按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i \quad (3)$$

式中： $W_i$ —第  $i$  种生物资源受损量，单位为尾或个或千克 (kg)，这里指底栖生物资源受损量。

$D_i$ —评估区域内第  $i$  种生物资源密度，单位为尾 (个) 每平方千米 [尾 (个) / km<sup>2</sup>]、尾 (个) 每立方千米 [尾 (个) / km<sup>3</sup>] 或千克每平方千米 (kg/km<sup>2</sup>)。

$S_i$ —第  $i$  种生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米 (km<sup>2</sup>) 或立方千米 (km<sup>3</sup>)。

### 7.5.1.3 海洋生物计算参数

采用的海洋生物资源密度及资料来源详见表 7.5-2。

表 7.5-2 海洋生物资源密度及资料来源

资源类别	资源密度	调查单位	调查时间
鱼卵	0.056 粒 / m <sup>3</sup>	中国水产科学研究院南海水产研究所	2023 年 4 月
仔稚鱼	0.074 尾 / m <sup>3</sup>		
幼鱼	7097 尾/km <sup>2</sup>		
幼虾	340 尾/km <sup>2</sup>		
幼蟹	43 尾/km <sup>2</sup>		
幼头足类	1286 尾/km <sup>2</sup>		
成体	271.28 kg/km <sup>2</sup>		
底栖生物	3.03 g/m <sup>2</sup>	自然资源部南海生态中心	2024 年 4 月

## 7.5.2 海洋生物损失估算结果

### 7.5.2.1 钻屑排海生物损失计算

根据预测结果，本项目钻屑排放计算损失时各区间超标面积取第 4、5 两层平均值，影响水体厚度取两层之和 20m，各类海洋生物密度见表 7.5-2，海洋生物损



失率见表 7.5-1，根据工程分析，包括预留井在内钻井天数共约为 900d，按 SC/T 9110-2007 规定 15d 为 1 个周期，年均周期数为 20。根据以上分析，计算钻屑排放造成海洋生物损失见表 7.5-3。

表 7.5-3 钻屑排海海洋生物损失

资源	面积 (km <sup>2</sup> )	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计	年均 20 周期	
		0.146	0.083	0.042	0.030			
鱼卵	密度 (粒/m <sup>3</sup> )	0.056	0.056	0.056	0.056	0.048	0.969	
	损失率	5%	10%	30%	50%			
	损失量 (10 <sup>6</sup> 个)	0.008	0.009	0.014	0.017			
仔稚鱼	密度 (尾/m <sup>3</sup> )	0.074	0.074	0.074	0.074	0.064	1.281	
	损失率	5%	10%	30%	50%			
	损失量 (10 <sup>6</sup> 尾)	0.011	0.012	0.019	0.022			
幼体	鱼类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	7097	7097	7097	7097	307	6140
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量 (尾)	52	59	90	106		
	虾类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	340	340	340	340	14	280
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量 (尾)	2	3	4	5		
	蟹类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	43	43	43	43	2	40
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量 (尾)	0	0	1	1		
	头足类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	1286	1286	1286	1286	55	1100
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量 (尾)	9	11	16	19		
成体	密度 (kg/km <sup>2</sup> )	271.28	271.28	271.28	271.28	5	100	
	损失率	1%	5%	15%	20%			
	损失量 (kg)	0	1	2	2			

钻屑排放将对底栖生物造成一定的掩埋，并使其中部分底栖生物死亡，钻屑按平台周围 50m 半径内底栖生物损失率 100%，覆盖厚度超过 2cm 面积内（扣除平台周围 50m 半径内面积）底栖生物损失率 50%，根据前述公式（7.5-3）估算钻屑排放造成底栖生物损失见表 7.5-4。

表 7.5-4 钻屑排海底栖生物损失

面积 (km <sup>2</sup> )	密度 (g/m <sup>2</sup> )	损失率	损失量 (t)
覆盖 2cm (扣除后者)	0.086	50%	0.13



面积 (km <sup>2</sup> )		密度 (g/m <sup>2</sup> )	损失率	损失量 (t)
周围 50m 以内	0.008	3.03	100%	0.02
合计				0.15

### 7.5.2.2 钻井液排海生物损失计算

本项目钻井液排放及影响时间较短，因此按一次性损失计算。根据预测结果，本项目平台钻井液排放计算损失时各区间超标面积取第 4、5 两层平均值，影响水体厚度取两层之和 20m，各类海洋生物密度见表 7.5-2，海洋生物损失率见表 7.5-1，计算钻井液排放造成海洋生物损失见表 7.5-5。

表 7.5-5 钻井液排海海洋生物损失

资源	面积 (km <sup>2</sup> )	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计	
		0.195	0.106	0.088	0.042		
鱼卵	密度 (粒/m <sup>3</sup> )	0.056	0.056	0.056	0.056	0.076	
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 <sup>6</sup> 个)	0.011	0.012	0.030	0.024		
仔稚鱼	密度 (尾/m <sup>3</sup> )	0.074	0.074	0.074	0.074	0.101	
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 <sup>6</sup> 尾)	0.014	0.016	0.039	0.031		
幼体	鱼类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	7097	7097	7097	7097	482
		损失率	5%	10%	30%	50%	
		损失量 (尾)	69	75	188	150	
	虾类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	340	340	340	340	23
		损失率	5%	10%	30%	50%	
		损失量 (尾)	3	4	9	7	
	蟹类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	43	43	43	43	2
		损失率	5%	10%	30%	50%	
		损失量 (尾)	0	0	1	1	
	头足类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	1286	1286	1286	1286	88
		损失率	5%	10%	30%	50%	
		损失量 (尾)	13	14	34	27	
成体	密度 (kg/km <sup>2</sup> )	271.28	271.28	271.28	271.28	8	
	损失率	1%	5%	15%	20%		
	损失量 (kg)	1	1	4	2		

### 7.5.2.3 海底电缆铺设生物损失计算

根据预测结果，海底电缆铺设悬浮物影响主要在底层、次底层（第 7、8 层），超标面积取两层平均值，影响水体厚度取两层之和 20m，各类海洋生物密度见表 7.5-2，海洋生物损失率见表 7.5-1，计算海底电缆铺设海洋生物损失见表 7.5-6。

表 7.5-6 海底电缆铺设海洋生物损失

资源	面积 (km <sup>2</sup> )	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计	
		3.946	1.876	1.492	0.744		
鱼卵	密度 (粒/m <sup>3</sup> )	0.056	0.056	0.056	0.056	1.349	
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 <sup>6</sup> 个)	0.221	0.210	0.501	0.417		
仔稚鱼	密度 (尾/m <sup>3</sup> )	0.074	0.074	0.074	0.074	1.782	
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 <sup>6</sup> 尾)	0.292	0.278	0.662	0.550		
幼体	鱼类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	7097	7097	7097	8547	
		损失率	5%	10%	30%		50%
		损失量 (尾)	1400	1331	3177		2639
	虾类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	340	340	340	409	
		损失率	5%	10%	30%		50%
		损失量 (尾)	67	64	152		126
	蟹类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	43	43	43	51	
		损失率	5%	10%	30%		50%
		损失量 (尾)	8	8	19		16
	头足类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	1286	1286	1286	1549	
		损失率	5%	10%	30%		50%
		损失量 (尾)	254	241	576		478
成体	密度 (kg/km <sup>2</sup> )	271.28	271.28	271.28	137		
	损失率	1%	5%	15%		20%	
	损失量 (kg)	11	25	61		40	

铺设海底电缆将对底栖生物造成一定的掩埋，并使其中部分底栖生物死亡，按电缆中心线两侧各 5m 范围内底栖生物损失率 100%，泥沙覆盖厚度超过 2cm 面积内（扣除前者面积）底栖生物损失率 50%，根据前述公式（7.5-3）估算悬浮物覆盖造成底栖生物损失见表 7.5-7。

表 7.5-7 底栖生物损失计算

面积 (km <sup>2</sup> )	密度 (g/m <sup>2</sup> )	损失率	损失量 (t)
覆盖 2cm (扣除后者)	0.081	50%	0.12
两侧各 5m	0.135	100%	0.41
合计			0.53

#### 7.5.2.4 生产水排放海洋生物损失

本项目依托的南海奋进 FPSO 生产水排放量有所增加，考虑到南海奋进 FPSO 生产水排放在前面的项目已经进行了生态补偿，此次只计算超标面积增量，以此计算生产水排放的生物损失，详见表 7.5-8。

表 7.5-8 南海奋进 FPSO 石油类增量超标面积 (km<sup>2</sup>)

面积	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9
原预测面积	0.075	0.016	0.004	0.003
新预测面积	0.077	0.017	0.005	0.003
面积增量	0.002	0.001	0.001	0.000

本项目生产水连续排放为持续性损害，根据 SC/T 9110-2007 规定 15d 为 1 个周期，则年排放 24 个周期，排放影响水层厚度 10m，各类海洋生物密度见表 7.5-2，海洋生物损失率见表 7.5-1，计算生产水排放造成海洋生物损失见表 7.5-9。本项目依托的南海奋进 FPSO 生产水最大排放量增加 m<sup>3</sup>/d，根据预测结果，超标面积增量很小，超标面积增加引起的生物资源损失也很少，其中虾类、蟹类、头足类幼体及成体损失量几乎为零。

表 7.5-9 生产水排海海洋生物损失

资源	面积 (km <sup>2</sup> )	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计	年 24 周 期
		0.002	0.001	0.001	0.000		
鱼卵	密度 (粒/m <sup>3</sup> )	0.056	0.056	0.056	0.056	0.0004	0.009
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 <sup>6</sup> 个)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001		
仔稚鱼	密度 (尾/m <sup>3</sup> )	0.074	0.074	0.074	0.074	0.0005	0.011
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 <sup>6</sup> 尾)	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002		
幼 体 鱼类	密度 (尾/km <sup>2</sup> )	7097	7097	7097	7097	5	120
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (尾)	1	1	1	2		

#### 7.5.2.5 平台占海造成的底栖生物损失

本项目平台占海造成的底栖生物损失，按照平台面积内底栖生物损失 100%保守计算，新建平台面积约为 2604m<sup>2</sup>，则平台占海造成的底栖生物损失约为 0.008 t，详见表 7.5-10。

表 7.5-10 HZ27-5DPP 平台占海底栖生物损失

占海面积 (m <sup>2</sup> )	底栖生物密度 (g/m <sup>2</sup> )	损失率	损失量 (t)
2604	3.03	100%	0.008

#### 7.5.2.6 海洋生物资源损失汇总

综合以上计算，本项目海洋生物损失汇总见表 7.5-11。

表 7.5-11 海洋生物资源损失汇总

生物名称	钻井液	钻屑	铺设海缆	生产水	平台占海	小计
鱼卵 (10 <sup>6</sup> 粒)	0.076	0.969	1.349	0.009	/	2.403
仔稚鱼 (10 <sup>6</sup> 尾)	0.101	1.281	1.782	0.011	/	3.175
鱼类幼体 (尾)	482	6140	8547	120	/	15289
虾类幼体 (尾)	23	280	409	0	/	712
蟹类幼体 (尾)	2	40	51	0	/	93
头足类幼体 (尾)	88	1100	1549	0	/	2737
成体 (kg)	8	5	137	0	/	150
底栖生物 (t)	/	0.15	0.53	/	0.008	0.688

## 7.6 环境敏感目标影响分析

根据第四篇环境敏感目标分析,新建 HZ27-5DPP 平台位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场、蓝圆鲹粤东外海区产卵场等 3 个产卵场内,距离其他环境敏感目标均在 16.4km 之外。

本项目在钻完井阶段所产生的钻屑、钻井液以及海底电缆挖沟埋设,会对一般敏感区内产卵场产生一定影响,根据数值预测结果,钻井液排放造成排放层超一(二)类包络面积约为 0.522km<sup>2</sup>,超一(二)类水质距排放点的最大距离为 0.5km,其余层位影响面积相对较小,钻井液停止排放后约 8 h 即可恢复到排放前水质;钻屑排放对水质的影响主要在平台周围不远的水域内,超一(二)类面积为 0.415km<sup>2</sup>,距排放点的最大距离为 0.35km,停止排放后约 3.5h 内即可恢复到排放前水质;海底电缆挖沟埋设时悬浮物对底层和次底层有影响,其余层无超标范围存在。底层超一(二)类包络面积为 9.753km<sup>2</sup>;底层最大超一(二)类距离为 0.5km,海水水质恢复最大时间为停止作业后 7h。

本项目在钻完井阶段所产生的钻屑、钻井液以及海底电缆挖沟埋设,均为施工期短期影响,影响的范围相对产卵场面积不大,仅占产卵场面积的十万分之一,造成的保护对象的数量略有减少,主要生态功能略受干扰,根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409—2025)本项目生态敏感区影响程度为弱。

为了避免或减缓对上述产卵场的影响,本项目采取了下述生态保护措施:

首先,建议海底电缆挖沟作业避开鱼类产卵集中期(5月);其次,新建 HZ27-5 DPP 平台钻井液、钻屑采取水下排放措施,于水下 40m 处排放,由于鱼卵一般为浮性卵,采取水下排放措施后对产卵场影响很小;最后,采取增殖放流等生态补偿措施,使受损的海洋生物资源尽快得到恢复。



在采取了上述生态保护措施和生态补偿措施后，本项目对产卵场等环境敏感目标的影响是可以接受的。

### 7.7 水文动力环境影响分析

本项目主要工程设施为新建海上平台、海底管道和海底电缆，新建平台为透水式导管架钢结构，仅对桩腿局部流场有一定影响，平台腿会改变局部的流速和流向，但是不会影响整个海域的流场，对项目所在海区的水交换能力没有影响；新建海底管道直接铺设在海床上，电缆埋设于海底以下，挖起的海底悬浮物短时间堆积于铺设挖沟两侧，在底层流作用下将逐渐回填于缆沟，铺设完成后不会影响项目海域水文动力环境。

### 7.8 地形地貌与冲淤环境影响分析

在工程建设过程中钻屑、钻井液排放、铺设海底电缆以及安装平台会对当地海底沉积物产生一定的影响。钻屑/钻井液的排放会在平台周围沉降，覆盖原来的海底沉积物，局部形成钻屑/钻井液堆积；新建海管直接铺设，电缆全程埋设，仅挖沟作业过程中会对周围海域的冲淤环境产生一定影响，但施工完成后对海底的冲淤环境基本无影响；新建平台桩腿附近会有一些的冲刷现象，冲蚀坑面积与深度受该海域冲淤条件、沉积物情况、时间长度以及桩腿直径等条件影响，总体而言对海底的冲淤环境影响很小。



## 8 海洋生态环境风险评价

### 8.1 风险评价概述

#### 8.1.1 评价目的

依据《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 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），结合本项目情况，对惠州 27-5 油田开发项目在建设阶段和生产阶段可能存在的环境事故风险进行识别。通过事故源项分析，确定事故的源强和概率，根据数模预测结果确定可能影响的方向和范围，结合工程的事故防范措施和应急预案，进行应急能力可行性分析，完善事故风险应急措施，为项目正常生产做好安全防范准备。

#### 8.1.2 评价原则

严格执行国家现行有关法律法规、标准和规范的要求，对本项目进行科学、客观、公正、独立及有针对性的评估；采用可靠、适用的评估技术和评估方法对项目进行定性、定量评估，遵循针对性、技术可行性、经济合理性、可操作性的原则，提出消除或减弱油气泄漏环境风险的技术和管理措施建议；真实、准确地作出评估结论。

#### 8.1.3 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险评价级别划分为一级、二级、三级和简单分析。根据建设项目涉及的物质及工艺系统危险性和所在地的环境敏感性确定环境风险潜势，按照表 8.1-1 确定环境风险分析评价工作等级。

表 8.1-1 环境风险分析评价工作等级划分

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

根据本篇第 8.3 节分析可知，惠州 27-5 油田开发项目环境风险评价等级为三级。

### 8.2 风险调查

#### 8.2.1 建设项目风险源调查

根据《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018）及《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），对本项目施工期和生产运行期的风险源分别进行调查。



### 8.2.1.1 施工期风险源调查

本项目施工期的风险源主要为施工船舶油舱内的燃料油。根据第三篇中施工工作计划，本项目施工期主要分为导管架海上安装、组块海上安装、新建平台连接调试、钻完井、依托设施适应性改造、海底管道铺设等环节，计划使用浮吊船、铺管船、驳船及拖轮等多艘施工船舶。经调查，在本项目施工期使用频率最高的典型施工船舶为拖轮，拖轮油舱的单舱容积约为 150m<sup>3</sup>。

### 8.2.1.2 生产运行期风险源调查

本项目生产运行期的风险源主要为本项目新建平台、海底管道中的原油、天然气及燃料油等，见表 8.2-1 和表 8.2-2。

表 8.2-1 环境风险源汇总表（平台）

风险源	环境风险源名称	危险物质名称	最大在线量 (t)
平台	HZ27-5DPP 平台	原油	
		天然气	0.14
		燃料油	60.12

表 8.2-2 环境风险源汇总表（管道）

风险源	环境风险源名称	危险物质名称	最大在线量 (t)	长度	管径
新建管道	HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道	原油		km	10"
		天然气	11		

### 8.2.2 环境敏感目标调查

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态环境风险敏感目标调查应包括环境风险评价范围内的所有海洋生态环境保护目标，以及评价范围外可能受环境风险影响的重要生态敏感区。

本项目海洋生态环境风险敏感目标见表 8.2-3。

表 8.2-3 海洋生态环境风险敏感目标调查表

类型	名称	与新建平台最近距离/方位	与新建海底管缆最近距离	产卵盛期
重要敏感区	海洋生态保护红线	108km/N	108km/N	/
一般敏感区	深水金线鱼产卵场	包含	包含	5~7 月
	黄鲷南海北部产卵场	包含	包含	1 月
	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	包含	包含	3~5 月
	短尾大眼鲷南海北部产卵场	16.4km/W	6.7km/W	5 月
	金线鱼南海北部产卵场	18.7km/W	8.2km/W	3~5 月



## 8.3 环境风险评价工作等级

### 8.3.1 危险物质数量与临界量比值 (Q)

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018), 计算所涉及的每种危险物质在厂界内的最大存在总量与其对应临界量的比值 Q。在不同厂区的同一种物质, 按其在厂界内的最大存在总量计算。

当只涉及一种危险物质时, 计算该物质的总量与其临界量比值, 即为 Q;

当存在多种危险物质时, 则按下式计算物质总量与其临界量比值 (Q):

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

式中:  $q_1, q_2, \dots, q_n$ —每种危险物质的最大存在总量, t;

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ —每种危险物质的临界量, t。

当  $Q < 1$  时, 该项目环境风险潜势为 I。

当  $Q \geq 1$  时, 将 Q 值划分为: (1)  $1 \leq Q < 10$ ; (2)  $10 \leq Q < 100$ ; (3)

$Q \geq 100$ 。

#### 8.3.1.1 施工期

经调查, 在本项目施工期使用的频率最高的典型施工船舶为拖轮, 拖轮的单舱容积约为  $150\text{m}^3$  (约 127.5t), 即  $Q=1.275$ ,  $1 \leq Q < 10$ 。

#### 8.3.1.2 生产运行期

本项目生产运行期的危险物质分布及存在量见表 8.3-1。

表 8.3-1 生产运行期危险源识别结果

新建设施	物质	最大在线量 (t)	临界量 (t)	$q_i/Q_i$
HZ27-5DPP 平台	原油		100	0.0741
	天然气	0.14	10	0.014
	燃料油	60.12	100	0.6012
HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台 海底混输管道	原油		100	4.55
	天然气	11	10	1.1
合计				$Q=6.3393$

本项目生产运行期危险物质数量与临界量比值  $Q=6.3393$ ,  $1 \leq Q < 10$ 。

### 8.3.2 行业及生产工艺 (M)

分析项目所属行业及生产工艺特点, 按照表 8.3-2 评估生产工艺情况。具有多套工艺单元项目, 对每套生产工艺分别评分并求和。将 M 划分为 (1)  $M > 20$ ; (2)



10<M≤20; (3) 5<M≤10; (4) M=5, 分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。风险工艺识别见表 8.3-3。

表 8.3-2 行业及生产工艺

行业	评估依据	分值
石化、化工、医药、轻工、化纤、有色冶炼等	涉及光气及光气化工艺、电解工艺（氯碱）、氯化艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解（裂化）工艺、氟化艺、加氢工艺、重氮化工艺、氧化工艺、过氧化工艺、胺基化工艺、磺化工艺、聚合工艺、烷基化工艺、新型煤化工工艺、电石生产工艺、偶氮化工艺	10/套
	无机酸制酸工艺、焦化工艺	5/套
	其他高温或高压，且涉及危险物质的工艺过程 a、危险物质贮存罐区	5/套(罐区)
管道、港口/码头等	涉及危险物质管道运输项目、港口/码头等	10
石油天然气	石油、天然气、页岩气开采（含净化），气库（不含加气站的气库），油库（不含加气站的油库）、油气管线 b（不含城镇燃气管线）	10
其他	涉及危险物质使用、贮存的项目	5

a 高温指工艺温度≥300℃，高压指压力容器的设计压力（P）≥10.0 MPa；  
b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。

表 8.3-3 本项目风险生产工艺识别

行业	生产工艺	行业	M 值	M 划分
石油天然气	石油、天然气开采，油气管线	石油天然气	10	M3

### 8.3.3 危险物质及工艺系统危险性（P）分级

根据危险物质数量与临界量（Q）和行业及生产工艺（M），按照表 8.3-4 确定物质及工艺系统危险性等级（P），分别以 P1、P2、P3、P4 表示。

表 8.3-4 危险物质及工艺系统危险性等级判断（P）

危险物质数量与临界量比值（Q）	行业及生产工艺（P）			
	M1	M2	M3	M4
Q≥100	P1	P1	P2	P3
10≤Q<100	P1	P2	P3	P4
1≤Q<10	P2	P3	P4	P4

本项目施工期危险物质与临界量比值划分为 1≤Q<10，生产工艺与生产运营期保持一致，识别为 M3，因此危险物质及工艺系统危险性等级判断为 P4。

本项目生产运行期危险物质与临界量比值划分为 1≤Q<10，生产工艺识别为 M3，因此危险物质及工艺系统危险性等级判断为 P4。

### 8.3.4 环境敏感程度的分级确定

依据事故情况下危险物质泄漏可能影响生态敏感区的情况，分为三种类型，



E1 为环境高度敏感区，E2 为环境中度敏感区，E3 为环境低度敏感区，见表 8.3-5。本项目位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场、蓝圆鲹粤东外海区产卵场范围内，属于位于一般敏感区，因此本项目位于环境中度敏感区 E2。

表 8.3-5 环境敏感程度分级

敏感性	评估依据
E1	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第一类区域或重要敏感区。
E2	危险物质泄漏到海洋的排放点位于海水水质分类第二类区域或一般敏感区。
E3	上述地区之外的其他地区。

### 8.3.5 环境风险潜势初判

建设项目环境风险潜势划分为 I、II、III、IV/IV+ 级。根据建设项目涉及的物质和工艺系统的危险性及其所在地的环境敏感程度，结合事故情形下环境影响途径，对建设项目潜在环境危害程度进行概化分析，按表 8.3-6 确定环境风险潜势。

表 8.3-6 建设项目环境风险潜势划分

环境敏感程度 (E)	危险物质及工艺系统危险性 (P)			
	极高危害 (P1)	高度危害 (P2)	中度危害 (P3)	轻度危害 (P4)
环境高度敏感区 (E1)	IV+	IV	III	III
环境中度敏感区 (E2)	IV	III	III	II
环境低度敏感区 (E3)	III	III	II	I

本项目施工期危险物质及工艺系统危险性等级判断为 P4，位于环境中度敏感区 E2，风险潜势应为 II 级。

本项目生产运行期危险物质及工艺系统危险性等级判断为 P4，位于环境中度敏感区 E2，风险潜势应为 II 级。

### 8.3.6 评价工作等级判定

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)，环境风险评价级别划分为一级、二级、三级。根据建设项目环境风险潜势初判，按表 8.3-7 确定评价工作等级。

本项目施工期的风险潜势为 II 级，生产运行期的风险潜势为 II 级，基于上述结果，确定本项目环境风险评价等级为三级。

表 8.3-7 环境风险分析评价工作等级划分

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



## 8.4 风险识别

### 8.4.1 物质风险识别

本项目建设及生产过程中所涉及的危险物质主要为原油、天然气和燃料油，其理化性质及危险特性见表 8.4-1~表 8.4-3。

表 8.4-1 原油理化及危险性质

标识	中文名：原油		英文名：Crude Oil	
	危规号：32003	UN 编号：1267	CAS 号：8002-05-9	
理化特性	外观与性状：红色、红棕色或黑色有绿色荧光的稠厚性油状液体		溶解性：不溶于水，溶于多数有机溶剂	
	20℃密度：0.85kg/m <sup>3</sup>		沸点（℃）：120~200℃	
	禁忌物：强氧化剂		聚合危害：不聚合	
危险特性	稳定性：稳定		闪蒸气油比：23835.9m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
	危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体		引燃温度（℃）：350	
	闪点（℃）：153		燃烧（分解）产物：CO、CO <sub>2</sub>	
	爆炸下限（v%）：1.1		爆炸上限（v%）：8.7	
	危险特性：其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。			
灭火方法：泡沫、干粉、二氧化碳、砂土				
毒理性质	LD <sub>50</sub> ：（500-5000）mg/kg（哺乳动物吸入）		毒性判别：低毒类	
健康危害	侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收			
	健康危害：其蒸汽可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难、紫绀等缺氧症状。			
急救	急性中毒			
	皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗			
	眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗			
	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，注意保暖，呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医。			
泄漏处理	食入：误服者给充分漱口、饮水，就医			
	疏散泄漏区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收，然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏，应利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃。			
储运	远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。配备相应品种和数量的消防器材。要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且要有接地装置，防止静电积聚。			

表 8.4-2 天然气理化及危险性质

标识	中文名：天然气		英文名：Natural Gas	
	危规号：21007	UN 编号：1971	CAS 号：74-82-8	
理化	外观与性状：无色无臭易燃易爆气体		溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚	



标识	中文名：天然气	英文名：Natural Gas
	危规号：21007	UN 编号：1971
特性	熔点 (°C)：-182	沸点 (°C)：-161.49
	相对密度：(水=1) 0.45 (液化)	相对密度：(空气=1) 0.59
	饱和蒸气压 (kPa) 53.32 (-168.8°C)	禁忌物：强氧化剂、卤素
	临界压力 (MPa) :4.59	临界温度 (°C)：-82.3
	稳定性：稳定	聚合危害：不聚合
危险性	危险性类别：第 2.1 类易燃气体	燃烧性：易燃
	引燃温度 (°C)：482~632	闪点 (°C)：-188
	爆炸下限 (v%)：5.0	爆炸上限 (%)：15.0
	最小点火能 (MJ)：0.28	最大爆炸压力 (kPa)：680
	燃烧热 (MJ/mol) :889.5	火灾危险类别：甲 B
	燃烧 (分解) 产物：CO、CO <sub>2</sub> 、水	
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险	
	灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。	
	灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉。	
	工作场所最高容许浓度 MAC：300 (mg/m <sup>3</sup> )	
毒理性	毒性判别：微毒类，多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类	
健康危害	侵入途径：吸入	
	健康危害：当空气中浓度过高时，使空气中氧气含量明显降低，使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。	
	急性中毒：当空气中浓度达到 20~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快，若不及时逃离，可致窒息死亡。	
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。	
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并立即隔离，严格限制出入。切断火源，戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道），以避免发生爆炸。切断气源，喷洒雾状水稀释，抽排（室内）或强力通风（室外）。如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方，或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。	
储运	储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30°C。原理或中、热源。防止阳光直射。应与央企、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消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。	

表 8.4-3 燃料油理化及危险性质

标识	中文名：燃料油	英文名：Fuel Oil
	UN 编号：1202	CAS 号：68334-30-5
理化特性	外观与性状：稍有粘性的棕色液体	溶解性：难溶于水，易溶于醇和其他有机溶剂
	熔点 (°C)：-18	沸点 (°C)：180-370
	相对密度：(水=1) 0.810-0.84	饱和蒸气压 (kPa) 37.1 (20°C)
	禁忌物：强氧化剂	聚合危害：不聚合
危险	危险性类别：可燃液体	燃烧性：易燃



标识	中文名：燃料油	英文名：Fuel Oil
	UN 编号：1202	CAS 号：68334-30-5
特性	引燃温度 (°C)：257	闪点 (°C)：55
	爆炸下限 (v%)：0.6	爆炸上限 (%)：6.5
	燃烧 (分解) 产物：氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳等	
	危险特性：遇明火、高热能引起燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。其蒸气与空气形成爆炸性混合物。	
	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、砂土等。		
毒理性质	工作场所最高容许浓度 MAC：300 (mg/m <sup>3</sup> )	
	毒性判别：低毒性	
健康危害	侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收	
	健康危害：皮肤接触燃料油可引起接触性皮炎、油性痤疮；吸入可引起吸入性肺炎；燃料油燃烧废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。	
	急性中毒：吸入高浓度燃料油蒸气，常先有兴奋，后转入抑制，表现为乏力、头痛、酩酊感、神志恍惚、肌肉震颤、共济运动失调；严重者出现定向力障碍、意识模糊等；蒸气可引起眼及呼吸道自己症状，重者出现化学性肺炎。吸入液态燃料油可引起吸入性肺炎，严重时可发生肺水肿。摄入引起口腔、咽喉和胃肠道刺激症状，可出现与吸入中毒相同的中枢神经系统症状。	
急救	皮肤接触：立即脱去被污染衣物，用肥皂和流动清水冲洗，如出现刺激症状，就医。	
	眼睛接触：立即用流动水或生理盐水冲洗，就医。	
	吸入：迅速撤离现场至空气清新处，保持呼吸道顺畅，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	食入：误服者可饮牛奶，尽快彻底洗胃，就医。	
	迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。在确保安全情况下堵漏。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏用砂石或其他不燃材料吸附或吸收。也可以在保证安全情况下，就地焚烧。大量泄漏应构筑围堤或挖坑收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。	
储运	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。防治阳光直射。保持容器密封。应与氧化剂分开存放。桶装堆垛不可过大，应留墙距、顶距、柱距及必要的防火检查走道。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。充装要控制流速，注意防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。	

#### 8.4.2 生产系统风险识别

针对本项目在建设阶段和生产阶段工艺风险进行分析，包括：钻完井工艺、油水分离工艺、天然气处理工艺和海底管道输运工艺，如表 8.4-4 所示。

表 8.4-4 生产系统风险识别

阶段	生产工艺	环境风险性质
建设阶段	钻完井	油气泄漏
生产阶段	油水分离	
	天然气处理	



阶段	生产工艺	环境风险性质
	海底管道运输	

### 8.4.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括原油、天然气和燃料油，向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染）。具体分析见表 8.4-5。

表 8.4-5 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	环境影响的途径和影响方式
原油	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）
天然气	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）及大气环境
燃料油	易燃易爆、有毒有害	物质泄漏	水体（海水）

## 8.5 风险事故情形分析

### 8.5.1 风险事故情形设定

本项目在建设阶段、生产阶段可能存在的主要环境风险为油气泄漏事故，其中建设阶段的环境风险事故包括井喷、输油软管破裂和船舶碰撞等；生产阶段的环境风险事故包括井喷、平台容器泄漏、平台火灾爆炸、海底混输管道与立管泄漏、船舶碰撞等。此外，地质性溢油风险和浅层气风险也作为本项目可能的风险事故进行识别。环境风险事故具体情形分析见表 8.5-1。

表 8.5-1 环境风险事故情形分析

阶段	油气泄漏事故原因	油气泄漏事故情形分析
建设阶段	井喷	在钻完井阶段，存在着发生井喷的可能性。当地层压力过高、且钻井泥浆比重失调以及防井喷措施不当时，将会有天然气和原油物质喷出，引发井喷，井喷时有大量烃类气体释放，聚集到爆炸浓度后遇明火将发生火灾、爆炸，对周围生态环境产生严重威胁。井喷发生后，一般都是由于井壁坍塌或者是地层压力下降而自然停止喷射。
	输油软管破裂	钻完井阶段，在供应船向受油设施输油时操作失误或输油软管破裂可能造成燃料油泄漏，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，受油作业时供应船与受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。
	施工期船舶碰撞	在建设阶段不同施工船舶及周围设施之间可能产生碰撞，从而可能导致施工船舶储油舱发生泄漏。
	地质性溢油及浅层气风险	详见本章 8.6 节。
生产阶段	平台火灾、爆炸	生产阶段新建平台可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏，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，可能造成原油泄漏入海。



阶段	油气泄漏事故原因	油气泄漏事故情形分析
	平台容器泄漏	在生产阶段平台储罐类容器由于阀失效、管件失效（三通管、弯头、法兰、螺栓、螺母、垫片等）、腐蚀、材料失效（管子、管件、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，可能导致泄漏入海。
	海底管道泄漏	海底管道可能因穿孔、破裂等事故导致油气泄漏。研究表明，导致海底管道事故的外部原因包括海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、自然灾害等；内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；此外还有人员误操作等原因。
	船舶碰撞	在生产阶段，主要有供应船进行人员、物质的运送和供给，供应船与平台等周围设施之间可能产生碰撞造成船舶储油舱泄漏。

### 8.5.2 风险事故概率分析

本项目事故概率以《国际油气生产商协会 OGP(International Association of Oil & Gas Producers)风险评估数据指南》（以下简称《风险评估数据指南》）为依据进行分析，中海石油（中国）有限公司是国际油气生产商协会的主要成员之一。该指南整理了挪威科学工业研究基金会、挪威船级社等机构统计的海油工程事故数据。由于掌握的统计数据有限，要对所有的事故概率做定量分析是十分困难的，这里结合本项目特点，对部分事故做定量分析。

#### 8.5.2.1 井喷

《风险评估数据指南》统计了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，其中常规油井的井喷事故概率见表 8.5-2。

表 8.5-2 常规油井发生井喷的概率

作业阶段	事故概率	
	井喷	单位
钻井	$4.8 \times 10^{-5}$	次/每钻一口井
生产	$2.6 \times 10^{-6}$	次/(井·年)

本项目 HZ27-5DPP 平台共钻 13 口井，其中 11 口生产井、2 口注水井，预留 11 口井，预留井全部按生产井计算。本项目在钻完井过程中发生井喷事故的概率为  $1.1 \times 10^{-3}$  次，在生产过程中发生井喷事故的概率为  $5.7 \times 10^{-5}$  次/年。

#### 8.5.2.2 新建平台容器泄漏

《风险评估数据指南》统计的储罐事故概率和本项目新增储罐泄漏计算结果见表 8.5-3 和表 8.5-4。

表 8.5-3 容器泄漏概率统计

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

表 8.5-4 本项目新增储罐及泄漏概率统计

平台名称	储罐类别	数量	储罐泄漏概率 (次/a)
HZ27-5DPP 平台	常压罐	11	$3.3 \times 10^{-5}$
	带压罐	6	$2.8 \times 10^{-4}$
HZ26-6DPP 平台 (改造新增)	常压罐	0	--
	带压罐	4	$1.9 \times 10^{-4}$

### 8.5.2.3 新建平台火灾、爆炸

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

油气传输区	$3 \times 10^{-4}$ 次/a
油气处理区	$4 \times 10^{-3}$ 次/a
储油区	$2 \times 10^{-3}$ 次/a

本项目 HZ27-5DPP 平台不设油气处理设施, HZ27-5DPP 平台发生火灾事故的概率为  $3 \times 10^{-4}$  次/a, 由火灾引起溢油事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级。

### 8.5.2.4 海底管道及立管泄漏

根据莫特麦克唐 (Mott McDonald) 公司报告《PARLOC: The update of Loss of containment Data for Offshore Pipeline》, 挪威船级社 (Det Norske Veritas, DNV) 的《Riser/Pipeline Leak Frequencies》对 PARLOC 报告进行了修正, 具体泄漏概率见表 8.5-5。

表 8.5-5 海底管道及立管管道泄漏概率

管道	类别	泄漏概率	单位
海底管道 (开阔海域)	井流管道, 以及输送未处理流体的小管道	$5.0 \times 10^{-4}$	次/km·a
	输送处理后的油气, 管径 $\leq 24$ 英寸	$5.1 \times 10^{-5}$	次/km·a
	输送处理后的油气, 管径 $> 24$ 英寸	$1.4 \times 10^{-5}$	次/km·a
海底管道 (平台周围安全区内)	管径 $\leq 16$ 英寸	$7.9 \times 10^{-4}$	次/年
	管径 $> 16$ 英寸	$1.9 \times 10^{-4}$	次/年
立管	钢管-管径 $\leq 16$ 英寸	$9.1 \times 10^{-4}$	次/年
	钢管-管径 $> 16$ 英寸	$1.2 \times 10^{-4}$	次/年

本项目新建 1 条 10" 长约 km 的 HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道, 以平台周围 500m 范围内作为安全区, 海管在两端平台侧各有一根钢制立

管。由此估算本项目海管发生泄漏事故的概率，见表 8.5-6。本项目新建海底管道发生事故的概率为  $2.2 \times 10^{-3}$  次/a，立管事故引发溢油的概率为  $1.8 \times 10^{-3}$  次/a。

表 8.5-6 本项目新建海底管道及立管管道泄漏概率

名称	材质	管长 (km)	管径 (in)	输送介质	海管泄漏 概率 (次/a)	立管泄漏 概率 (次/a)
HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台 海底混输管道	钢管	km	10	油、气、水	$2.2 \times 10^{-3}$	$1.8 \times 10^{-3}$

### 8.5.2.5 施工期船舶碰撞事故

本项目施工期新建平台附近有拖轮、浮吊船、驳船、铺管船等。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与作业船舶及现有平台设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》，船舶与平台等油气田设施发生碰撞的概率见表 8.5-7。

本项目船舶碰撞产生严重损伤的概率为  $5.0 \times 10^{-6}$  次/年；发生严重损伤不一定引起溢油事故，因此，船舶碰撞引发溢油事故的概率将更小。

海上施工作业要求在风平浪静的海况条件下进行，船舶大多数都是在停泊的情况下施工，基本不会因为船舶移动而发生碰撞。从 80 年代开始，中海油在施工过程中，未发生过施工船舶碰撞溢油事故，因此，由于施工船舶碰撞发生的溢油事故几乎为零。

表 8.5-7 船舶碰撞事故概率统计

船舶类型	碰撞频率(次/装置·年)	亚洲地区分配系数	严重、重大损伤	碰撞概率
本油田区域船舶	$8.8 \times 10^{-5}$	0.17	26%	$3.9 \times 10^{-6}$
航船	$2.5 \times 10^{-5}$	0.17	26%	$1.1 \times 10^{-6}$

### 8.5.3 油气泄漏事故后果分析

本项目施工期的油气泄漏事故可能溢出的物质主要为施工船舶油舱中的燃料油，根据拖轮单舱储油量估算约为  $150\text{m}^3$  (127.5t)。

本项目生产运行期的油气泄漏事故可能溢出的物质主要为新建 HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道中的原油。根据美国矿业管理部 (MMS) 管道油品泄漏量估算导则 (MMS2002-033) 给出的估算模式计算原油的泄漏量，本项目新建 HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道在近 HZ27-5DPP 平台侧发生全管径断裂事故时溢油量约  $160\text{m}^3$  (136t)。

本项目海洋生态环境风险评价等级为三级，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025)，三级评价项目应定性分析说明海域环境影响后果。



本项目环境风险评价采用类比附近已建项目的方式，参考已审批通过的《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》海洋生态环境风险评价结果，该项目选取 HZ19-6DPPA 平台至 HZ25-8DPPB 平台海底混输管道近 HZ19-6DPPA 平台侧发生全管径断裂事故的情形进行溢油漂移模拟预测，HZ19-6DPPA 平台与本项目新建 HZ27-5DPP 平台距离约 34.4km。HZ19-6DPPA 平台与本项目新建 HZ27-5DPP 平台同处珠江口盆地，地形水深、潮汐潮流性质及受季风影响的气象条件高度一致，且周边环境敏感目标分布特征相似，二者环境背景条件具有较好的可比性，类比结果能客观反映本项目溢油漂移环境影响。该项目选取 N、NE（主导风向）、E（不利风向）、SE（不利风向）、S（不利风向）、SW、W、NW 等风向的平均及极值风速开展溢油漂移模拟预测，选择最不利条件涨潮时刻作为溢油开始时刻。

表 8.5-8 平均风条件下油膜漂移预测结果

风向		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
风速(m/s)		5.70	8.83	6.15	4.78	4.95	5.95	5.02	3.98
漂移距离 (km)	2.9h	1.4	0.9	0.8	1.5	2.2	2.7	2.4	1.8
	12h	5.3	5.3	6.0	9.0	11.7	13.6	11.4	7.9
	24h	9.9	12.0	13.7	19.1	24.2	27.7	22.5	15.2
	48h	19.9	24.9	27.8	39.0	49.6	57.4	46.6	31.2
平均速度(km/h)		0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.0	0.7
扫海面积 (km <sup>2</sup> )	2.9h	1.6	1.2	1.1	1.8	2.9	3.4	2.3	1.8
	12h	15.1	16.6	16.7	25.9	36.1	41.2	30.3	22.0
	24h	39.9	51.6	54.4	78.2	103.7	117.9	88.1	59.0
	48h	105.5	137.2	148.8	215.2	279.7	315.1	243.0	166.3
残存油量 (%)	2.9h	66.4	64.7	66.1	67.1	66.9	66.2	66.9	67.8
	12h	43.6	41.2	43.1	44.5	44.3	43.3	44.3	45.5
	24h	38.5	36.1	38.0	39.4	39.2	38.2	39.2	40.4
	48h	33.5	31.1	33.0	34.4	34.2	33.2	34.2	35.4

表 8.5-9 极值风条件下油膜漂移预测结果

风向		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
风速(m/s)		15.58	18.52	29.09	28.62	29.66	24.52	25.31	22.75
抵岸时间(h)		不抵岸	不抵岸	不抵岸	45	44	不抵岸	不抵岸	不抵岸
漂移距离 (km)	最大	64.2	71.9	133.8	143.3	159.6	152.3	147.5	116.5
	2.9h	3.2	3.1	5.4	6.2	7.3	7.0	6.9	6.0
	12h	15.3	16.5	30.2	33.9	39.3	35.6	35.0	28.1
	24h	31.1	35.0	65.0	72.1	82.2	73.8	71.8	57.3
	48h	64.2	71.9	133.8	抵岸	抵岸	152.3	147.5	116.5
平均速度(km/h)		1.3	1.5	2.8	3.0	3.3	3.2	3.0	2.4
扫海面积 (km <sup>2</sup> )	最大	326.7	394.8	523.8	655.4	559.5	797.3	510.1	647.3
	2.9h	3.3	4.5	6.3	11.5	10.2	13.9	5.7	10.7



风向		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	12h	40.2	52.5	74.1	110.4	113.7	130.5	80.2	95.7
	24h	115.7	148.0	225.7	301.3	322.6	349.6	238.8	250.9
	48h	326.7	394.8	523.8	抵岸	抵岸	797.3	510.1	647.3
残存油量 (%)	抵岸前	—	—	—	25.3	25.3	—	—	—
	2.9h	62.5	61.8	60.0	60.0	59.9	60.6	60.5	60.9
	12h	38.1	37.2	34.7	34.8	34.6	35.7	35.5	36.1
	24h	33.0	32.1	29.6	29.7	29.5	30.5	30.4	30.9
	48h	28.0	27.1	24.6	抵岸	抵岸	25.5	25.3	25.9

该项目预测结果显示，HZ19-6DPPA 平台至 HZ25-8DPPB 平台海底混输管道近 HZ19-6DPPA 平台侧发生海底管道泄漏事故后，在 SE 方向极值风下，油膜最短可在 26.5 小时抵达海洋生态保护红线。根据该项目溢油应急可行性分析结果，周边可协调的溢油应急设备可以满足在合理时间内对该项目最具代表性事故做出适当反应。

参照《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》中的溢油漂移模拟预测结果，本项目新建 HZ27-5DPP 平台若发生溢油事故，在 S 风向极值风条件下油膜最短将在 32.7 小时内抵达海洋生态保护红线。同时，本项目新建 HZ27-5DPP 平台还位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场、蓝圆鲹粤东外海区产卵场内，一旦发生溢油事故，原油将即刻抵达该敏感目标，并对其造成不利影响。建设单位应引起足够的重视，做好应急防范和应急响应的准备。

表 8.5-10 溢油抵达各环境敏感目标的时间

类型	名称	与新建 HZ27-5DPP 平台最近距离及方位	风向/风速 (m/s)	最短抵达时间 (h)
重要敏感区	海洋生态保护红线	108km/N	S/29.66	32.7
一般敏感区	深水金线鱼产卵场	包含	--	即刻抵达
	黄鲷南海北部产卵场	包含	--	即刻抵达
	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	包含	--	即刻抵达
	短尾大眼鲷南海北部产卵场	16.4km/W	E/29.09	5.8
	金线鱼南海北部产卵场	18.7km/W	E/29.09	6.6

## 8.6 地质性溢油及浅层气风险分析及防范措施

## 8.7 环境风险防范措施及应急处置措施

本项目在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，作业者深圳分公司制定了严格的各项操作和管理规程，采取了严格的防范措施，确保设施安全正常

的运行。

### 8.7.1 环境风险管理目标

环境风险管理目标是采用最低合理可行原则管控环境风险。采取的环境风险防范措施应与社会经济技术发展水平相适应，运用科学的技术手段和管理方法，对环境风险进行有效的预防、监控、响应。

防范油气泄漏发生的最有效途径就是从工程设计、施工安装以及生产管理上采取有效的防范措施，从源头上消除事故隐患，尽可能避免油气泄漏事故的发生。

尽管从工程设计、施工安装以及生产管理采取了全过程的油气泄漏防范措施，但是油气泄漏风险作为一种小概率事件仍然是存在的，本项目制定了相应的应急计划，可以迅速反应将溢油控制和回收，总体而言油气泄漏风险概率很低，油气泄漏事故可防可控。

### 8.7.2 环境风险防范措施

针对本项目可能发生油气泄漏事故，并对附近海域自然保护区、鱼类产卵场等环境敏感目标可能造成的影响，本项目从设计阶段、建设阶段、生产阶段均提出了具体的风险事故防范措施。

#### 8.7.2.1 设计阶段风险防范措施

严格按照设计标准进行精心设计，正确应用设计规范和建造安装规范是工程各系统结构强度、稳性和抗疲劳程度的基本保证。为此，本项目的的设计将严格执行国家有关法规、规范和标准以及遵循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。

#### 8.7.2.2 建设及生产阶段防范措施

##### a. 井喷事故防范措施

为防止井喷事故的发生，作业者应在施工阶段采取如下措施：

- 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，自动探测可能聚集的烃类气体；
- 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；
- 选择优质封隔器并及时更换损坏元件；
- 在开钻之前制定周密的钻井计划；
- 配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；

- 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；
- 加强生产时的观测，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；
- 整个钻井过程中均采用随钻测井（LWD）工具测井，实时监测井下储层特性和压力的变化；
- 设置二氧化碳灭火系统；关键场所设手提灭火器；
- 制定严密的溢油应急预案，一旦发生井喷便采取相应的应急措施；
- 保证钻井、钻井液处理和压井等设备的良好运转；
- 配备反应灵敏的灭火系统；
- 配置守护船值班。

#### b. 输油软管破裂事故防范措施

对于钻完井阶段可能发生的供应船向受油设施输油时的输油软管破裂事故，输油作业者需严格按照已有的输油作业操作规定进行输油操作，并定期检测、更换输油软管；同时，在进行输油作业时供应船及受油设施均应设专人值班监视，一旦发生漏油事故立即关系停输，最大限度防范输油软管破裂事故的发生。

#### c. 海底管道事故防范措施

严格按照设计要求进行施工，管道铺设完成，要进行扫线、清管和试压。

- 作业者将制定相应的管道保护和检测程序，由值班船对管道沿途进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行定期全面检测，每五年开展一次内检和外勘，确保海底管道的安全性。

- 油气传输系统中的主要设备和管道均设置相应的压力、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。

- 定期对海底管道进行清管作业，不定期对海管进行巡线。

#### d. 平台容器泄漏/火灾、爆炸事故防范措施

为确保生产阶段的安全生产，在设计中已针对 HZ27-5DPP 平台生产设施采取了充分的安全防护措施；精心考虑了各部分的合理布置，对危险区采用了防火、防爆设计，并采取了有效的隔离措施来降低危险程度。

新建 HZ27-5DPP 平台上的主要设备、生产装置和单元均设置了相应的压力、

液位和温度报警系统与安全泄压保护装置及应急关断系统。

在平台容器附近装备了火焰和气体探测器，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。

#### e. FPSO 与穿梭油轮外输软管溢油事故防范措施

加强对周围船只的监视，防止周围船只对外输软管及其附件的损伤；

加强对作业现场监视，防止外输软管与提油轮、FPSO 的摩擦，必要时安排辅助拖轮协助；

外输软管加装破断阀，减少海洋污染的风险；

加强外输软管的维护与保养，每次外输前进行压力测试；

外输软管两端均设置应急释放装置，可以使整根油管快速释放入海，防止海洋污染。

#### f. 船舶碰撞事故防范措施

作业者将制定相应的保护和监测程序，由值班船对新建平台及依托平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保新建及依托设施的安全性。

#### g. 其它防范措施

在设计、施工、运营中严格落实法律法规和要求，建设单位应制定严格的操作和管理规程，采取严格的防范措施，确保设施安全正常的运行。

### 8.7.3 油气泄漏事故应急处置措施

本项目虽在设计、建造、施工、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，制定科学的应急计划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溢油的环境危害程度。

#### 8.7.3.1 制定溢油应急预案

建设单位中海石油（中国）有限公司深圳分公司已针对现有惠州油田群的开发活动编制了《惠西作业公司溢油应急计划》（2025 年版）并在主管部门备案（见附件 5）。本项目投产前，将对已制定的应急计划进行修订，将本项目纳入深圳分公司各级应急体系中统一考虑，并将修订后的溢油应急计划报相关主管部门备案。深圳分公司溢油应急事故管理团队组织架构图见图 8.7-1。

所有参加油田开发作业的施工船舶均需参照《中华人民共和国防治船舶污染

《海洋环境管理条例》的要求向建设单位提供其安全应急计划和溢油应急预案。项目各施工船舶的应急设施配备应满足国家相关要求。

图 8.7-1 深圳分公司溢油应急事故管理团队组织架构图

发生溢油事故后，无论大小，均必须按照要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，在通知建设单位应急办公室之前完成以下应急响应程序：

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

#### 8.7.3.2 建立分级响应机制

根据《关于印发海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案的通知》（环海洋函〔2022〕27号）的规定，海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大、一般四级。

##### （1）特别重大溢油污染环境事件

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

##### （2）重大溢油污染环境事件

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

##### （3）较大溢油污染环境事件

溢油量 100 吨以上 500 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

#### (4) 一般溢油污染环境事件

溢油量 1 吨以上 100 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

建设单位发现溢油事件后，应立即电话报告生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局，并在 1 小时内将初步情况书面上报生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局。应急响应启动后，建设单位应每日将事件应急工作情况报送生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局，包括应急安排、现场状况、处置情况等详细内容。当发生溢油量小于 1 吨的油污入海事件时，由建设单位根据溢油应急计划启动应急响应，并向生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局报告事件情况及处置进展。

#### 8.7.3.3 事故应急处理措施

##### a. 井喷事故应急措施

1)现场人员发现井涌险情立即报告平台长；

2)如果已经发生油气泄漏则通过广播报警，熄灭所有火源、禁止使用非防爆设备，停止所有可能产生火源的作业；

3)启动平台应急程序并向油/气田总监报告，操作人员进入应急状态；

4)关闭油气井安全装置（SSV、SSSV 和防喷器），确保所有作业人员安全，到作业现场评估事故严重性，停止可能产生火源的活动，尽可能减少溢油入海，执行井控程序；

5)启动应急预案，向建设单位应急值班室汇报和作业公司总经理汇报，协调指挥所有应急活动，必要时停止生产活动；

6)守护船随时保持与钻井平台联系，注意观察平台上的情况；判断事故现场风向，赶赴事故现场上风处待命，做好撤离人员的准备工作。

7)当有迹象表明，井内压力有可能超过井控设备额定压力时或有可能失控时，应立即下令采取以下措施：

8)立即按照指令关闭生产流程；

9)广播通知所有人员事故情况；

10)通知守护船提供协助；

11)报告分公司应急指挥中心已采取行动和效果；

12)如井喷原油对海洋造成污染，其处理方案和汇报程序执行溢油应急预案；

13)事态发展到需要先撤离无关人员时，先撤离部分人员以减少不必要的损失；



14)若发生火灾、爆炸，在保证人员安全的前提下组织人员灭火；

15)若井喷失控无法控制，对人员生命造成极大威胁时，油/气田总监下达撤离平台的命令；

16)应急领导小组根据现场情况，在分公司应急协调办公室配合下，调动其他船舶、直升机使现场人员撤离。

#### b. 海底管道泄漏事故应急措施

1)发现生产流程参数异常变化，立即报告平台长；

2)启动应急预案，通过广播通告事故情况；

3)及时向分公司应急值班室和作业公司总经理汇报事故情况，必要时请求支援；

4)对生产流程进行全面检查，根据情况实施生产关断；

5)根据情况对破损海管进行泄压及海水置换的工艺处置；

6)通知守护船前往管道破损地点，勘察现场溢油情况；

7)启动油田溢油应急计划清理海面原油，或根据溢油情况通知专业溢油处置公司协助清理海面溢油。

#### c. 平台容器泄漏事故应急措施

1)发现平台容器泄漏事故后，发现者应立刻报告泄漏事故，汇报内容包括泄漏品的名称、泄漏位置、人员伤亡情况；并向上风向撤离，启动警报并通知周围人员；

2)启动燃料油泄漏警报并进行广播通知；

3)根据现场情况进行必要生产、设备的关停；

4)评估现场风险，建立警戒区；

5)确认燃料油泄漏对生活区、设备设施及海洋环境的影响；分析油气泄漏发生火灾/爆炸的可能性；

6)根据泄漏情况，采用设备停转或技术措施减少泄漏量；根据事故情况决定是否关停生产或进行部分疏散撤离；

7)现场应急救援（穿戴自给式空气呼吸器并携带气体探测设备和隔离服），组织堵漏和燃料油回收方案，做好泄漏介质的围堵和回收措施，防止扩散或流入海。

#### d. 平台火灾/爆炸事故应急措施

1)发现火灾或爆炸后立即拉响警报，同时用附近合适的消防设备灭火；

2)立即向中控或油气田总监报告事件的位置、类型和程度；

- 3)现场应急消防队穿好消防救生设备，到达事故现场；
- 4)查清起火位置后，应立即组织全体人员根据不同火种，采取不同的灭火方式进行灭火；
- 5)如有伤员，抢救伤员到安全地带；
- 6)防止火灾蔓延，对周围设备设施采取有效地隔离、降温；
- 7)尽可能先使用水消防炮和泡沫消防炮进行灭火，对着火点周围进行灭火和冷却，以控制火灾；
- 8)通知守护船立即到现场附近待命或实施救助；
- 9)向分公司应急值班室汇报所有信息。

#### e. 船舶碰撞事故应急措施

- 1)当发生船舶碰撞平台的事故后，发现者应第一时间报告中控室、平台长，并提供碰撞船只/物体的种类、尺寸、形状、构造、位置、漂移速度、方向以及附近区域是否有其它船只等重要信息；
- 2)启动应急预案；通知守护船赶赴事故现场；通知分公司应急指挥中心，视事故情况决定是否请求外部支援；
- 3)对海上设施的风险做出评估，根据情况准备实施关断并且准备好消防器材、救生设备，采取行动保护人员、设施和环境；
- 4)获取碰撞船只的确切位置，利用适当的锚定船只/拖轮帮助失控船只或使其转向以避免海上设施；
- 5)根据失事船舶需求，组织相关人员参加失事船舶抢险救援工作。

#### 8.7.4 配置溢油应急资源

海上发生溢油事故时，根据实际情况和溢油事故现场的需要，按照预先制定的溢油应急预案，选择相应的设备应对溢油事故，保证溢油应急响应的快速高效，最大程度控制和减少溢油污染。正确合理的选择溢油应急资源对妥善处理溢油事故有着十分重要的作用。本项目附近溢油应急资源分布情况见图 8.7-2。

图 8.7-2 溢油应急资源分布（与 HZ27-5DPP 平台距离）

##### 8.7.4.1 本项目所在油气田配备溢油应急资源

根据中海油企业标准《海洋石油天然气开发工程溢油环境风险评估技术指南》（Q/HS 4036-2024），本项目计划在新建 HZ27-5DPP 平台上配备溢油应急物资，



包括 200m 围油栏、围油栏动力站、充吸气机、吸油毡、消油剂等，详见表 8.7-1。

表 8.7-1 HZ27-5DPP 平台溢油应急资源

设备名称	数量	存放地点
围油栏	200m	HZ27-5DPP 平台
围油栏动力站	1 套	
充吸气机	1 套	
吸油毡	200kg	
消油剂	1 桶	
消油剂喷洒装置	1 套	

#### 8.7.4.2 惠西作业公司溢油应急资源

在超出本项目自身溢油应急能力时，将通过深圳分公司应急协调办公室的调配和指挥，调集周边应急资源前往事故现场，共同清理海上油污，尽可能减小海洋环境的破坏。本项目可依托惠西作业公司现有的溢油应急设备，主要配备在海洋石油 115FPSO 和南海奋进 FPSO 上，具体内容详见表 8.7-2。

表 8.7-2 惠西作业公司溢油应急资源

#### 8.7.4.3 深圳分公司配备溢油应急资源

##### a. 其他作业公司溢油应急资源

除惠西作业公司外，深圳分公司可利用作业公司的应急力量主要包括番禺、陆丰、流花、恩平、白云天然气作业公司的溢油应急设施。具体配置情况见表 8.7-3~表 8.7-7。

表 8.7-3 番禺作业公司溢油应急资源

表 8.7-4 陆丰作业公司溢油应急资源

表 8.7-5 流花作业公司溢油应急资源

表 8.7-6 恩平作业公司溢油应急资源

表 8.7-7 白云天然气作业公司溢油应急资源

### b. 环保船

海洋石油 256 和海洋石油 258 在南海海域主要为深圳分公司服务，当发生溢油事故时，可以调动离溢油现场最近的环保船立即赶赴现场，进行溢油围控和回收作业。海洋石油 256 和海洋石油 258 环保船主要性能见表 8.7-8。

表 8.7-8 环保船性能表

### c. 惠州基地

中海环保是深圳分公司的主要溢油应急处置能力，也是深圳分公司的溢油应急服务承包商，双方签有溢油应急服务合同，一旦发生溢油，中海环保接受深圳分公司的指挥参加溢油应急服务。中海环保建有多个应急基地，针对惠州油田所在海域的溢油应急响应事件，主要由惠州基地负责。惠州基地在惠州石化物流码头。惠州基地溢油应急资源见表 8.7-9。

表 8.7-9 中海环保惠州基地溢油应急资源

## 8.7.5 溢油应急可行性分析

### 8.7.5.1 应急响应时间分析

本项目可借用的应急力量有惠州油田、流花油田、西江油田、陆丰油田、番禺油田、恩平油田、环保船以及惠州基地、高栏终端等的溢油应急设备，本项目周边油田溢油响应时间详见表 8.7-10。本项目新建 HZ27-5DPP 平台附近若发生溢油事故，在 S 风向极值风条件下油膜最短将在 32.7 小时内抵达海洋生态保护红线，本项目新建 HZ27-5DPP 平台的应急响应时间为 2h，项目周边可协调溢油应急设备在海况允许和应急响应及时的情况下最短 3.1h 内即可到达不利风况下油膜位置，可以在油膜抵达该环境敏感目标前对其拦截。

表 8.7-10 本项目及周边油气田溢油响应时间（HZ27-5DPP 平台）

设施名称	距离 HZ27-5DPP 平台 (km)	动员时间 (h)	航行时间 (h)	到达溢油现场时间 (h)
HZ27-5DPP 平台	0	2	--	2
惠州油田	24	2	1.1	3.1
流花油田	57	2	2.6	4.6



设施名称	距离 HZ27-5DPP 平台 (km)	动员时间 (h)	航行时间 (h)	到达溢油现场时间 (h)
西江油田	72	2	3.3	5.3
陆丰油田	75	2	3.4	5.4
番禺油田	97	2	4.4	6.4
恩平油田	184	2	8.3	10.3
环保船	--	--	4~10	4~10
惠州基地	178	2	8.0	10.0
高栏终端	246	2	11.1	13.1

注：上表所有计算均以直线航行距离为计算基础，船舶航行速度按 12 节（约 22.22km/h）。在实际中，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等作业。

### 8.7.5.2 应急能力可行性分析

本项目施工期的油气泄漏事故可能溢出的物质主要为施工船舶油舱中的燃料油，根据拖轮单舱储油量估算约为 150m<sup>3</sup>（127.5t）。本项目生产运行期的油气泄漏事故可能溢出的物质主要为新建 HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台海底混输管道中的原油，在近 HZ27-5DPP 平台侧发生全管径断裂事故时溢油量约 160m<sup>3</sup>（136t）。

针对本项目施工期船舶溢油事故及生产运行期海底管道泄漏事故，根据 8.5.3 节分析，本项目如发生溢油事故，在 S 风向极值风条件下油膜最短将在 32.7h 内抵达海洋生态保护红线。根据下表及应急响应时间分析，在海况允许及应急响应及时的情况下，在发生溢油事故后的 13.1h 内可以调动的围油栏为 8640m、机械回收资源能力为 1274m<sup>3</sup>/h、临时储存资源能力为 1927.2m<sup>3</sup>，能够覆盖本项目所使用的施工船舶发生溢油事故及生产运行期海底管道泄漏事故时的溢油应急能力需求。

当发生超出自身控制能力的溢油污染环境事件时，还可以通过集团公司的统一指挥协调，联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或国际的资源。因此，借助外部溢油应急力量能够满足突发溢油污染环境事件时的应急需要。

表 8.7-11 区域溢油应急资源

本项目溢油规模	所需溢油应急能力估算		本项目溢油应急资源	深圳分公司内部应急资源			合计	是否满足本项目溢油应急能力要求
				惠西作业公司及其他作业公司	惠州基地	环保船		
160m <sup>3</sup>	围油栏 (m)	1443	200	3800	4640	/	8640	可以满足要求
	机械回收能力 (m <sup>3</sup> /h)	11	/	454	420	400	1274	
	临时储存能力 (m <sup>3</sup> )	132	/	180	215	1532.2	1927.2	



## 8.8 评价结论与建议

惠州 27-5 油田开发项目海洋生态环境风险评价等级为三级，本次环境风险评价识别出来的环境风险类型包括井喷、输油软管破裂、船舶碰撞泄漏、地质性溢油及浅层气风险、平台火灾爆炸、平台容器泄漏、海底管道与立管泄漏等。本项目新建 HZ27-5DPP 平台位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场、蓝圆鲹粤东外海区产卵场内，距离本项目最近的重要敏感区为海洋生态保护红线，最近距离为 108km。

根据溢油应急可行性分析，中海石油（中国）有限公司深圳分公司在适当时间内可以对本项目所涉及事故类型进行有效响应，能够协调调动的溢油应急资源可以满足本项目施工期船舶溢油事故及生产运行期海底管道泄漏事故溢油应急响应需求。当发生超出自身控制能力的溢油污染环境事件时，还可以联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或国际的资源。因此，借助外部溢油应急能力能够满足突发溢油污染环境事件时的应急需要。

建设单位已按照相关规定编写了《惠西作业公司溢油应急计划》（2025 年版）并取得备案，本项目投产前，将对已制定的应急计划进行修订，将本项目纳入深圳分公司各级应急体系中统一考虑，并将修订后的溢油应急计划报相关主管部门备案，同时按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

本项目设计阶段采用了国际国内先进标准，建设和生产阶段采取了各类风险事故的防范措施，通过这些措施使得发生油气泄漏事故的概率较小；为了应对油气泄漏事故的发生，制定了溢油应急预案，从组织机构、资源配备、处理程序等进行了详细规定，而且企业的溢油应急计划与政府的分级响应机制相衔接。

综合以上分析，惠州 27-5 油田开发项目发生油气泄漏的概率较低，且项目制定了周密的溢油应急预案，配备了相应的溢油应急资源，因此，本项目油气泄漏环境风险可防、可控。



## 9 清洁生产分析与总量控制

### 9.1 清洁生产分析

清洁生产从本质上来说，就是对生产过程与产品采取整体预防的环境策略，减少或者消除它们对人类及环境的可能危害，同时充分满足人类需要，使社会经济效益最大化的一种生产模式。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，其目标就是增效、降耗、节能、减污，由单纯的末端治理向生产全过程贯彻，从而实现清洁生产的目的。本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。

本节将从各阶段采取的清洁生产措施以及根据清洁生产评价指标对本项目进行分析，并给出清洁生产结论和建议。

### 9.2 清洁生产措施

#### 9.2.1 建设阶段采取的清洁生产措施

本项目在钻井作业过程中优先采用水基钻井液体系，12-1/4"井段和 8-1/2"井段使用合成基钻井液，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；排放的水基钻井液及其钻屑均需满足《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》(GB18420.1-2009)二级标准和《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)三级标准要求。不符合排放标准的水基钻井液和钻屑、合成基钻井液和钻屑均运回陆地处理/处置，不排海。

本项目海底管道直接铺设于海底，不挖沟埋设，近平台区域采用混凝土压块覆盖保护，海底电缆挖沟埋设，通过采用先进管/缆铺设技术和尽量缩短工期，减轻对海洋生物资源和海洋生态环境的影响。

施工过程中产生的生活垃圾（除食品废弃物外）和生产垃圾禁止排入海中，经分类收集后运回陆地处理/处置。船舶含油污水和生活污水经处理达标后间断排放。生活垃圾中食品废弃物严格执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)。

对于钻完井作业以及海上设施安装作业等，建设单位将制定严格的安全环保作业规程，并严格遵照执行。

## 9.2.2 生产阶段采取的清洁生产措施

### 9.2.2.1 选用先进的工艺及技术路线

(1) 优化工程开发方案，在工程设计中优化系统参数、工艺参数（压力、温度、流量）、设备参数以及操作运行条件，综合考虑、贯彻清洁生产、节能降耗的原则。

(2) 工艺设计中采用自动化控制程度高的全密闭工艺流程，所选用的生产技术和设备大多为国内外先进和成熟的技术和设备，并在多个海上油气田开发过程中已有成功的应用。

(3) 在油气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、输油管线和生产管汇上安装了高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，避免带压流体的跑、冒、滴、漏。

#### (4) 新建 HZ27-5DPP 平台上设置独立的控制系统

新建 HZ27-5DPP 平台上设置独立的控制系统，控制系统功能包括生产过程控制、公用系统控制、应急关断和火气探测报警。HZ27-5DPP 平台具备台风模式远程操控生产功能，台风模式下可实现陆地上对新建 HZ27-5DPP 平台的远程操控。本项目总体控制方案在保证人员和设施安全、防止环境污染的前提下，同时满足油气田开发和生产的要求，方便油气田的操作和管理。

(5) 依托的 HZ26-6DPP 平台、南海奋进 FPSO 上设置独立的控制系统，实现对平台和 FPSO 的控制。控制系统功能包括过程控制系统（PCS）、应急关断系统（ESD）和火气探测系统（FGS）。一旦出现问题，可根据不同的事故级别自动启动相应级别的紧急关断系统，将危害和损失风险降至最低。

### 9.2.2.2 设置污染物收集系统，减污及消除跑冒滴漏

本项目新建 HZ27-5DPP 平台和依托的 HZ26-6DPP 平台及南海奋进 FPSO 均设有开式排放系统和闭式排放系统，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泄放的液体或其它含油污水。收集到的含油污水最终进入生产流程处理，从而避免含油污水污染环境，减污并达到清洁生产的目的。

### 9.2.2.3 污染物最大限度的资源化

本项目新建工程产生的含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。从含油生产水中回收的污油打回生产流程，使之转化为原油产品，使污染



物最大限度的资源化。

#### 9.2.2.4 必要的末端治理措施

根据工程分析，本项目投产后，产生的主要污染物为含油生产水、其他含油污水、生产垃圾、生活污水和生活垃圾等。

含油生产水：新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离，分离出的液通过 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。

其他含油污水：本项目新建 HZ27-5DPP 平台上设有开式排放系统和闭式排放系统，用于收集溢出液、甲板初期雨水/冲洗水等其它含油污水以及带压容器、管线等排放出的带压流体等，其它含油污水最终进入生产流程。

生产垃圾：分类收集后全部运回陆地交给有资质的单位进行处理/处置。

生活污水：本项目依托平台不新增定员，不增加生活污水排放，新建 HZ27-5DPP 平台产生的生活污水进入生化电解式生活污水处理装置进行处理，处理达标后排海。

生活垃圾：新建 HZ27-5DPP 平台食品废弃物处理至颗粒直径小于 25mm 后，间断排放；其他生活垃圾全部运回陆地处理。

#### 9.2.2.5 现场管理中的清洁生产控制

在生产过程中，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) 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) 贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，本项目产生污染物的排放均按国家有关规定填写登记表。

(3) 定期对生产设备、探测报警及应急关断等设备进行检查维护。

(4) 本项目新建 HZ27-5DPP 平台及依托的 HZ26-6DPP 平台及南海奋进 FPSO 上设有安全监督，负责贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，在日常生产时



对本项目平台上的生产设施进行巡视和检查，及时发现和解决问题，并对临时登临平台的人员进行安全环保教育。

(5) 制定环境监测计划，定期对本项目产生的生活污水和含油生产水进行监测。

### 9.3 建设项目清洁生产评价

#### 9.3.1 清洁生产指标

根据国家发展和改革委员会、工业和信息化部于 2009 年联合发布的《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》，对惠州 27-5 油田开发项目清洁生产指标进行定量和定性评价。《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》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”。

石油和天然气开采行业建设项目清洁生产分析指标主要包括资源能源消耗指标、生产技术特征指标、污染物产生指标、资源综合利用指标、环境管理体系建设与贯彻执行环境保护法规的符合性指标等。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。

本项目钻井作业和采油作业的清洁生产指标执行情况分别见表 9.3-1 和表 9.3-2。根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》表 4 的分级标准， $P \geq 90$  为清洁生产先进企业， $75 \leq P < 90$  为清洁生产企业。

由表 9.3-1 和表 9.3-2 可知，根据各项考量指标计算，惠州 27-5 油田开发项目钻井作业的清洁生产综合评价指数为 92.6，达清洁生产先进水平；采油作业的清洁生产综合评价指数为 94，达清洁生产先进水平。



表 9.3-1 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况（钻井作业）

定量指标*						本项目钻井作业评价		
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值（修正值 Ki）	评价基准值（Soi）	本项目实际值（Sxi）	单项评价指数（Si）	定量评价指标的考核总分值（P1）
(1) 资源与能源消耗指标	30	占地面积	m <sup>2</sup>	15	符合行业标准要求	符合行业标准要求	1	92.5
		新鲜水消耗	t/100m 标准进尺	15	≤25	≤25	1	
(2) 生产技术特征指标	5	固井质量合格率	%	5	≥95	≥95	1	
(3) 资源综合利用指标	30	钻井液循环率	井深 3000m 以上	15	≥60%	≥60%	1	
		污油回收率	%	15	≥90	≥90	1	
(4) 污染物产生指标	35	石油类	mg/L	10	≤15	≤15	1	
		COD	mg/L	10	≤500	≤500	1	
		废弃钻井液	m <sup>3</sup> /100m 标准进尺	15	≤10	20	0.5	
定性指标*								
一级指标	权重值	二级指标		指标分值	本项目实际值（Fi）	定性评价指标的考核总分值（P2）		
(1) 资源与能源消耗指标	15	钻井液毒性	可生物降解或无毒钻井液	15	7.7	92.7		
(2) 生产技术特征指标	30	钻井设备	国内领先	5	5			
		压力平衡技术	具备欠平衡技术	5	5			
		钻井液收集设施	配有收集设施,且使钻井液不落地	5	5			
		固控设备	配备振动筛、除气器、除泥器、除砂器、离心机等固控设备	5	5			
		井控措施	具备	5	5			
		有无防噪措施	有	5	5			



(3) 环境管理体系建设	35	建立 HSE 管理体系	20	20	P=92.6
		制订节能减排工作计划	15	15	
(4) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	废弃钻井泥浆处置措施满足法规要求	10	10	
		污染物排放总量控制与减排措施情况	5	5	
		满足其他法律法规要求	5	5	
本项目清洁生产综合评价指数 (P) : $P=0.6P_1+0.4P_2$ ; 其中 $P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i$ ; $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$					
清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)					本项目钻井作业评定为: 清洁生产先进企业 ( $P \geq 90$ )

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  $S_{xi}$  和评价基准值  $S_{oi}$  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 ( $S_i$ ) 计算公式为  $S_i = S_{xi}/S_{oi}$ ; 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 ( $S_i$ ) 计算公式为  $S_i = S_{oi}/S_{xi}$ 。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为:  $P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$ ; 企业清洁生产综合评价指数的计算公式为:  $P = 0.6P_1 + 0.4P_2$ ; 下同。

表 9.3-2 清洁生产评价指标及本项目清洁生产执行情况 (采油作业)

定量指标					本项目采油作业评价			
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准值 (S <sub>oi</sub> )	本项目实际值 (S <sub>xi</sub> )	单项评价指数 (S <sub>i</sub> )	定量评价指标的考核总分值 (P <sub>1</sub> )
(1) 资源与能源消耗指标	30	综合能耗	kg 标煤/t 采出液	30	≤65 (稀油)	64.23	1	90
(2) 资源综合利用指标	30	余热余能利用率	%	15	≥60	≥60	1	
		油井伴生气回收利用率	%	15	≥80	100	1	
(3) 污染物产生指标	40	石油类	mg/L	5	月平均≤45; 一次容许值≤65mg/L	月平均≤45; 一次容许值≤65mg/L	1	
		COD	mg/L	5	≤500	≤500	1	
		落地原油回	%	10	100	100	1	



		收率						
		含油生产水回用率	%	10	≥60	0	0	
		油井伴生气外排率	%	10	≤20	0	1	
定性指标								
一级指标	权重值	二级指标		指标分值	本项目实际值 (Fi)	定性评价指标的考核总分值 (P2)		
(1) 生产技术特征指标	45	井筒质量	井筒设施完好	5	5	100		
		采油	套管气回收装置	10	10			
			防止落地原油产生措施	10	10			
		采油方式	采油方式经过综合评价确定	10	10			
		集输流程	全密闭流程, 并具有轻烃回收装置	10	10			
(2) 环境管理体系建设	35	建立 HSE 管理体系并通过认证		20	20			
		制订节能减排工作计划		15	15			
(3) 贯彻执行环境保护法规的符合性	20	建设项目环保“三同时”制度执行情况		5	5			
		建设项目环境影响评价制度执行情况		10	10			
		污染物排放总量控制与减排指标完成情况		5	5			
本项目清洁生产综合评价指数 (P) : $P=0.6P_1+0.4P_2$ ; 其中 $P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i; \quad P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$					P=94			
清洁生产等级评定: $P \geq 90$ (清洁生产先进企业); $75 \leq P < 90$ (清洁生产企业)					本项目采油作业评定为: 清洁生产企业 ( $75 \leq P < 90$ )			



### 9.3.2 清洁生产结论和建议

本项目针对项目区油气藏资源特点，从工艺技术、资源利用、污染物处理措施和生产运营管理控制等方面均符合清洁生产原则，最大限度地减少污染物排放对周围生态环境的影响。本项目通过采用先进的钻井、集输、油气处理等工艺保证生产运营安全，钻井作业达清洁生产先进水平，采油作业达清洁生产先进水平。

建议本项目建设单位在实际施工和运营过程中加强作业人员的宣传教育和培训，提高作业人员的清洁生产意识，保证本项目的清洁生产工艺均落到实处。

### 9.4 污染物排放总量控制建议

#### 9.4.1 生产水和石油类总量控制指标建议

根据生产预测，本项目投产后，依托南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为  $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ )，其中石油类  $\text{t}/\text{a}$ ，超过《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》（环审〔2025〕79 号）批复的生产水最大排放量  $\text{m}^3/\text{d}$ 。因此，建议依托南海奋进 FPSO 含油生产水和石油类的总量控制指标为  $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$  和  $\text{t}/\text{a}$ 。

#### 9.4.2 生活污水和 COD 总量控制指标建议

根据工程分析，新建 HZ27-5DPP 平台产生的生活污水量为  $18396 \text{m}^3/\text{a}$  ( $50.4 \text{m}^3/\text{d}$ )，经平台上的生活污水处理装置处理达标后排海 ( $\text{COD} \leq 500 \text{mg}/\text{L}$ )。因此，建议新建 HZ27-5DPP 平台生活污水的总量控制指标为  $18396 \text{m}^3/\text{a}$ ，COD 排放总量为  $9.2 \text{t}/\text{a}$ 。

本项目投产后，依托的 HZ26-6DPP 平台及南海奋进 FPSO 均不新增定员，不新增生活污水排放，生活污水排放总量控制指标保持不变。

表 9.4-1 本项目污染物排放总量控制建议

工程设施	污染物	已批复总量控制值	新增申请总量控制指标	本项目投产后建议总量控制值	控制排放浓度
新建 HZ27-5DPP 平台	生活污水 ( $\text{m}^3/\text{a}$ )	-	+18396	18396	COD $\leq$ 500mg/L
	其中：COD ( $\text{t}/\text{a}$ )	-	+9.2	9.2	
依托南海奋进 FPSO	含油生产水 ( $10^4 \text{m}^3/\text{a}$ )		+16.74		石油类 $\leq$ 45mg/L (同原批复)
	其中：石油类 ( $\text{t}/\text{a}$ )		+7.49		

注：南海奋进 FPSO 的已批复总量控制值参考《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》（环审〔2025〕79 号）。



## 9.5 排污混合区建议

本项目投产后，依托南海奋进 FPSO 的含油生产水排放量增大，最大排放总量为  $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类最大排放量  $\text{t/a}$ ，超过《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》批复的生产水最大排放量  $223.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类最大排放量  $100.8 \text{t/a}$ 。根据本报告的影响预测结果，本项目投产后，南海奋进 FPSO 排放的含油生产水石油类浓度超一（二）类海水水质标准的最大扩散距离为  $0.3 \text{km}$ 。根据污染物数值模拟预测结果及安全作业区范围，建议本项目投产后依托南海奋进 FPSO 含油生产水排污混合区范围不变，为以排放口为中心的  $0.5 \text{km}$  半径内海域。本项目投产后，新建 HZ27-5DPP 平台排放的生活污水 COD 浓度超一（二）类海水水质标准的影响范围在  $50 \text{m}$  范围之内，考虑平台安全作业范围，建议新建 HZ27-5DPP 平台生活污水排污混合区为：以排放口为中心的  $0.5 \text{km}$  半径内的海域。

## 10 环境保护对策措施及其合理性分析

本节主要对惠州 27-5 油田开发项目在建设阶段和正常生产阶段的环境保护对策措施进行分析；环境风险事故防范措施在“第八篇 海洋生态环境风险评价”中详细说明。

### 10.1 建设阶段环境保护对策措施

本项目建设阶段产生的污染物主要包括钻井液和钻屑、铺设海底电缆挖沟埋设掀起的悬浮物、船舶含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾等。建设单位拟采取有效的污染防治措施，以使上述污染物的处理/处置符合国家、地方法规和标准的要求。

#### 10.1.1 钻井液和钻屑

##### 10.1.1.1 钻井液和钻屑的处置

本项目 HZ27-5DPP 平台采用模块钻机进行钻完井作业，在钻井作业过程中优先采用水基钻井液体系，12-1/4"井段和 8-1/2"井段使用合成基钻井液。平台设有钻井液循环处理系统。

水基钻井液循环系统的主要工艺流程（见图 10.1-1）：从钻机井口返出的钻井液和钻屑通过平台上设置的振动筛、除砂器、除泥器和离心机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，分离出的钻屑经检测达标后排海，若检测不达标运回陆地交由有资质单位处理。

合成基钻井液循环系统的主要工艺流程（见图 10.1-2）：从钻机井口返出的钻井液和钻屑通过平台上设置的振动筛进行固液分离，分离后的合成基钻井液进入沉砂池，合成基钻井液钻屑送至甩干机进行分离，甩干机分离后液相与沉砂池合成基钻井液使用离心机高速分离，分离后的液相再回到泥浆池循环使用。振动筛分离出的合成基钻井液钻屑经甩干后检测达标排放，若不达标则进行热脱附处理，处理达标后排海，热脱附设备放置在在 HZ32-2、HZ32-3 或 HZ26-1 平台上，距离新建平台约 21~30km。若热脱附处理后的钻屑仍不达标，则运回陆地交由有资质单位处理（相关合同和单位资质见附件 4）；回收的原油用于本项目合成基钻井液配置。

非钻井油层水基钻井液钻屑随钻随排，非钻井油层水基钻井液循环利用，在批钻完成后一次性排海；合成基钻井液钻屑检测达标后排海；不能满足排放要求的水基钻井液和钻屑以及合成基钻井液和钻屑经收集后运回陆地处理，不

排海。

本项目 HZ27-5DPP 平台合成基钻井液暂存于平台的 640 立方米泥浆池内，运输至供应船或守护船的船舱中，船舱容积约为 300 立方米，由供应船或守护船密闭运回陆地交由有资质单位处理。检测不达标的钻屑在平台使用密闭钻屑箱收集（惠州基地、平台及供应船上储备 150-200 个钻屑箱，每个钻屑箱容积为 2 立方米），根据实际作业情况定期由供应船密闭运回陆地交由有资质单位处理，周转时间 3-7 天运一次。运输不能满足排放要求的水基钻井液和钻屑以及合成基钻井液和钻屑的船舶在运输过程应全程采取密闭措施，防止运输过程发生逸散和泄漏等情况。

钻井过程中向海中排放的钻井液和钻屑，其生物毒性容许值达到《海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第 1 部分：分级》（GB18420.1-2009）标准中二级标准的要求，即钻井液的生物毒性容许值不低于 20000mg/L。同时，向海中排放的钻井液和钻屑中的含油量和重金属含量还应符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级排放标准（含油量 $\leq 8\%$ ，重晶石中最大值： $Hg \leq 1mg/kg$ 、 $Cd \leq 3mg/kg$ ）的要求。

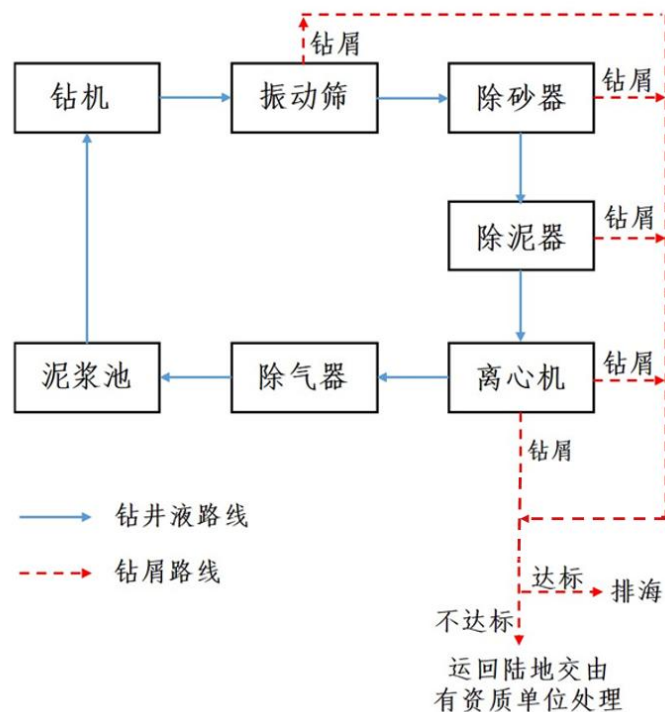


图 10.1-1 水基钻井液循环路线工艺流程

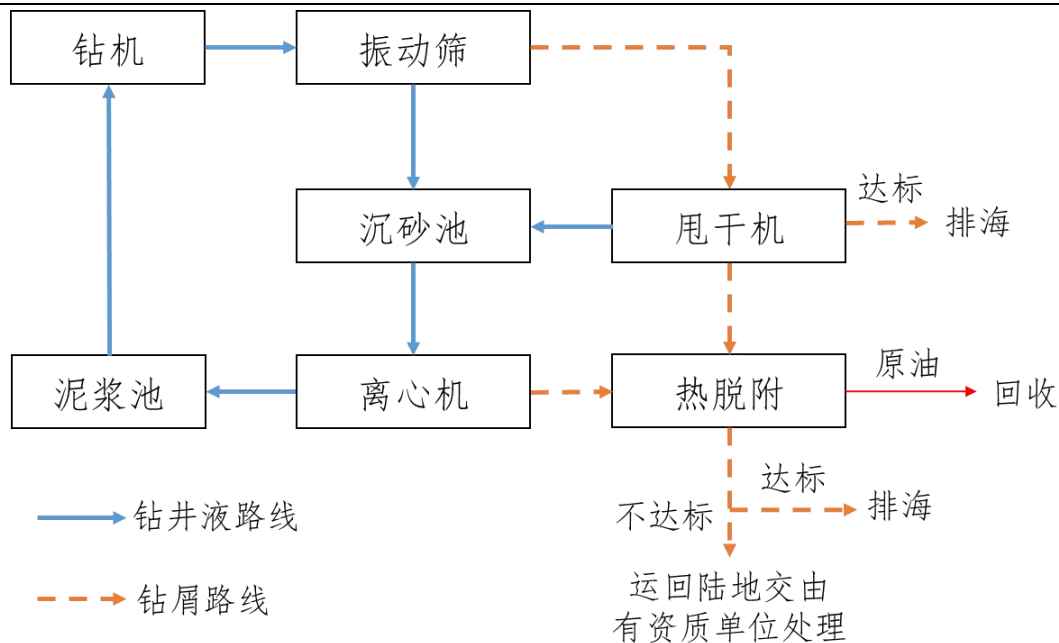


图 10.1-2 合成基钻井液循环路线工艺流程

### 10.1.1.2 超标钻井液和钻屑的处置及依托可行性分析

本项目含油量超标的钻井液和钻屑将作为危险废物（HW08）经收集后运回陆地委托茂名市华凯石化有限公司进行处理，相关合同和单位资质见附件 4。建设单位将按照相关规定在广东省生态环境厅的危废平台，办理转运登记等手续。

根据以往附近海域钻井作业产生的合成基钻井液钻屑经热脱附处理后的含油量/Hg/Cd 检测分析结果得知，均满足该海域达标排放要求。本项目钻井作业工期按 3 年计算，建设阶段可能产生的不满足排放要求的合成基钻井液钻屑和合成基钻井液最大量约为 t/a。目前，茂名市华凯石化有限公司的总处理能力为 30000t/a，正在开展改扩建项目，计划 2026 年底投产，投产后总处理能力为 60000t/a，剩余处理能力 22000t/a，能够满足项目建设阶段可能含油量超标的合成基钻井液钻屑和合成基钻井液的处理要求。依托处理可行性分析见表 10.1-1。

表 10.1-1 茂名市华凯石化有限公司依托处理可行性分析表

污染物名称	总产生量 (m <sup>3</sup> )	年产生量 (t/a)	合计 (t/a)	剩余处理能力 (t/a)	处理是否可行
合成基钻井液钻屑				22000	是
合成基钻井液					

注：钻井液密度按 1.25g/cm<sup>3</sup>（即为 1.25t/m<sup>3</sup>）计算；钻屑密度按 2.5g/cm<sup>3</sup>（即为 2.5t/m<sup>3</sup>）计算；钻屑堆体积换算成实际体积来计算质量；剩余处理能力已考虑同期建设项目。

### 10.1.2 悬浮物

本项目在海底电缆铺设过程中，将采用先进的施工技术方案，尽量减轻或

避免铺缆施工作业对海洋生物资源和海洋生态环境的影响。项目海底电缆挖沟作业应避免涉及产卵场的产卵期较集中月份（5月），海底电缆铺设时将尽量缩短海上铺设作业时间，钻屑、钻井液水下 40m 排放，以减缓对附近海域海洋渔业资源和生态环境的影响。

### 10.1.3 海管试压水

本项目 1 条海底管道铺设完毕后需要进行试压，采用淡水试压，产生海管试压水量合计约 704m<sup>3</sup>。海管试压完成后直接排放，其主要污染因子为少量悬浮物。

### 10.1.4 船舶污染物

本项目建设阶段需动用浮吊船、铺管船、铺缆船、多功能工程船、驳船和拖轮等各类施工作业船舶，各类作业船舶应采用符合《国内航行海船法定检验技术规则（2020）》及 2022 年修改通报的要求并获得相应的国内航行海船法定证书的作业船舶。在排放控制区（包括沿海控制区和内河控制区）内航行、停泊、作业的船舶，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。

建设阶段作业船舶将产生一定量的船舶污染物，包括船舶含油污水、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）相关要求。船舶产生的污染物在接收、转运过程中应严格按照相关要求和规定开展，采取分类、密闭等措施。含油危险固体废物运回陆地交由有资质的单位处理，运输过程应全程采取密闭措施，防止运输过程发生逸散和泄漏等情况。

海上建设阶段船舶污染物的污染防治措施具体详见表 10.1-2。

表 10.1-2 海上建设阶段船舶污染物的污染防治措施

内容	项目	控制要求	备注
船舶含油污水	机器处所含油污水	执行石油类≤15mg/L，或收集并排入接收设施。	排放应在船舶航行中进行
船舶生活污水	距最近陆地 3 海里以内（含）的海域产生的船舶生活污水	a) 利用船载收集装置，排入接收设施； b) 利用船载生活污水处理装置处理，达到以下规定要求后在航行中排放：（1）在 2012 年 1 月 1 日以前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，BOD <sub>5</sub> ≤50mg/L，SS≤150mg/L，耐热大肠菌群≤2500 个/L； （2）在 2012 年 1 月 1 日以后安装（含更换）生活污水处理装置的船舶，BOD <sub>5</sub> ≤25mg/L，SS≤35mg/L，耐	污染物排放监控位置：生活污水处理装置出水口



内容	项目	控制要求	备注
		热大肠菌群 $\leq 1000$ 个/L, $\text{COD}_{\text{Cr}} \leq 125\text{mg/L}$ , pH: 6~8.5, 总氯 (总余氯) $< 0.5\text{mg/L}$ 。	
	距最近陆地 3 海里以外海域产生的船舶生活污水	同时满足下列条件: (1) 使用设备打碎固形物和消毒后排放; (2) 船速不低于 4 节, 且生活污水排放速率不超过相应船速下的最大允许排放速率。	3 海里 $<$ 与最近陆地间距离 $\leq 12$ 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。	与最近陆地间距离 $> 12$ 海里的海域
船舶垃圾	塑料、废弃食用油、生活废弃物等	禁止排海	收集并排入接收设施, 应全程采取密闭措施
	食品废弃物	在距最近陆地 3 海里以内 (含) 的海域, 应收集并排入接收设施; 在距最近陆地 3 海里至 12 海里 (含) 的海域, 粉碎或磨碎至直径小于 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。	/
船舶大气污染物	硫氧化物、颗粒物和氮氧化物等	船舶大气污染物排放应满足《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	在排放控制区内需满足该要求

海上建设阶段将产生一定量的生产垃圾, 如废旧零件、边角料、油棉纱和包装材料等废弃物, 这些生产垃圾将全部分类回收至垃圾箱内, 分类装箱运回陆地交给有资质的单位进行处理。

## 10.2 生产阶段环境保护对策措施

本项目生产阶段产生的污染物主要包括含油生产水、其它含油污水、温排水、生产垃圾、生活污水、生活垃圾等。建设单位将采取相应污染防治对策措施, 以使上述污染物的排放和处置符合国家或地方法规和标准的要求。

### 10.2.1 含油生产水

#### 10.2.1.1 含油生产水处理流程

新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离, 分离出的液通过 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。本项目含油生产水由南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。

南海奋进 FPSO 生产水处理系统有两个处理流程, 分别为水力旋流器处理装置、气浮选处理装置 (备用)。来自各级分离器的生产水进入生产水舱进行沉

淀分离，分离出的油通过溢流管线进入撇油舱，水则通过生产水泵输送到生产水工艺模块的水力旋流器进行处理达标后排海。水力旋流器设计处理能力为  $\text{m}^3/\text{d}$ ，气浮选处理装置设计处理能力为  $\text{m}^3/\text{d}$ ，南海奋进 FPSO 生产水设计处理能力合计为  $\text{m}^3/\text{d}$ 。生产水处理流程见图 10.2-1。

图 10.2-1 南海奋进 FPSO 生产水处理工艺流程图

### 10.2.1.2 含油生产水处理能力可行性分析

本项目投产后，南海奋进 FPSO 接收处理的最大水量（ $\text{m}^3/\text{d}$ ）小于其生产水处理系统的设计处理能力（ $\text{m}^3/\text{d}$ ）。因此，本项目依托设施生产水处理系统的处理能力满足处理要求。南海奋进 FPSO 接收处理的生产水量见表 10.2-1。

表 10.2-1 南海奋进 FPSO 接收处理的生产水量（ $\text{m}^3/\text{d}$ ）

年份	本项目投产前南海奋进 FPSO 处理水量*	HZ27-5 DPP 平台外输水量	本项目投产后南海奋进 FPSO 处理水量
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			
2036			
2037			
2038			
2039			
2040			
2041			
2042			
2043			
2044			
2045			
2046			
2047			
2048			

注：\*本项目投产前南海奋进 FPSO 处理水量来自包括 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台、HZ21-1A 平台、HZ21-1B 平台、HZ32-5 平台、HZ26-6DPP 平台、HZ19-6 DPPA 平台共 8 个平台的物流在南海奋进 FPSO 分离出的生产水。

### 10.2.1.3 含油生产水处理效果分析

根据近两年逐月生产水监测数据可知（见本报告第六篇），南海奋进 FPSO 含油生产水处理后月均含油浓度在（14.4~20.7） $\text{mg/L}$  之间，设置的生产水处理

系统可确保经处理后的含油生产水月均含油浓度不超过 45mg/L，能够满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级排放标准要求。

### 10.2.2 其他含油污水

本项目新建的 HZ27-5DPP 平台上设有开式排放系统和闭式排放兼冷放空系统，用于收集平台甲板冲洗水、初期雨水、溢出液以及带压流体或其它含油污水。

HZ27-5DPP 平台开式排放系统主要包括开排沉箱和开排泵，主要收集各层甲板的初期雨水和冲洗水、设备冷却水、冷凝水、容器及设备的溢出液。所收集的污水全部经排放管线进入开排沉箱，当开排沉箱达到一定液位时，由开排泵将含油污水打入闭排兼冷放空分液罐。HZ27-5DPP 平台开式排放系统工艺流程详见图 10.2-2。

闭式排放兼冷放空系统主要包括闭式排放罐、闭式排放罐加热器、闭式排放泵。闭式排放罐主要收集 HZ27-5DPP 上管线等维修工况排放出的带压流体、开排系统的污油。当罐内达到一定的液位时，由闭式排放泵将流体打入生产流程，闭式排放罐内设有加热器。正常生产时，平台没有气体排放，当发生事故时，泄放气体通过一根冷放空臂排入大气。HZ27-5DPP 平台闭式排放兼冷放空系统流程图见图 10.2-3。



图 10.2-2 HZ27-5DPP 平台开式排放系统工艺流程图

图 10.2-3 HZ27-5DPP 平台闭式排放兼冷放空系统流程图

### 10.2.3 生活污水和生活垃圾

生产阶段产生生活污水的主要污染因子为 COD。本项目新建 HZ27-5DPP 平台生活楼定员为 80 人，根据工程分析，新建平台生活污水产生量约为 50.4m<sup>3</sup>/d，设置 1 套处理能力为 60.5m<sup>3</sup>/d 的生化电解式生活污水处理装置。生活污水经平台上设置的生化电解式生活污水处理装置处理达标后排海。按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级标准的规定，油田所处海域生活污水排海要求为 COD≤500mg/L，并且在排海出口设置流量计量装置。

生产阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。食品废弃物处理至颗粒直径小于 25mm 后，间断排放；其他生活垃圾全部运回陆地处理。

### 10.2.4 生产垃圾

生产阶段将会产生一些生产垃圾，如废弃的零件、边角料、油棉纱、包装材料等，将分类收集运回陆地，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置。含油垃圾、废油漆等危险废物交由惠州东江威立雅环境服务有限公司和湛江市粤绿环保科技有限公司处理，相关合同见附件 4。

## 10.3 海洋生态保护对策

### 10.3.1 海洋生态保护措施

#### 10.3.1.1 敏感目标保护措施

本项目新建 HZ27-5DPP 平台及新建管缆位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中。参考同海域已批复的《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》，深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区鱼类产卵集中期 5 月份，本项目电缆挖沟作业避开鱼类产卵集中期 5 月份。

本项目新建平台所在产卵场的蓝圆鲹、金线鱼和黄鲷的鱼卵为浮性卵，主要位于海水的浅表层（0~20m 以内），为了尽量减小对产卵场的影响，本项目采取钻屑、钻井液水下 40m 排放的生态环境保护措施。钻屑、钻井液属于自身沉降作用较强的颗粒物，排放入水体后主要受重力作用向下方沉降，悬浮物主要受浓度梯度作用向排放点上方运动，其运动机制作用较弱，经过多次不同深度、环境条件下的数值模拟试算，钻屑、钻井液类悬浮物排放造成海水水质超标的范围，在排放点上方作用的最大距离在 10m 左右。综合考虑产卵场保护要求、海流模型预测结果和经济性，钻屑/钻井液由表层排放优化为水下 40m 排放，避开鱼卵、仔稚



鱼集中分布的浅表层水域，采取了生态友好的环境保护措施。根据预测结果，钻屑、钻井液排放悬浮物超标主要位于排放层及下一层，即海水水面以下约 35~55m，其他层无超一（二）类面积；本项目生产水依托南海奋进 FPSO 处理达标后于海表排放，经预测生产水排放影响面积相对较小，石油类超一（二）类包络面积为 0.102km<sup>2</sup>，超一类最大距离为 0.3km；本项目新建平台 HZ27-5DPP 平台和依托 HZ26-6DPP 平台温排水均于海表排放，HZ27-5DPP 平台温排水造成周围环境海水最大温升约为 0.07℃，HZ26-6DPP 平台温排水造成周围环境海水最大温升约为 0.15℃，温排水最大温升影响范围在 50m 范围（0.001km<sup>2</sup>）之内。生活污水排放量较小，基本不存在超一类（>2mg/L）面积，COD 浓度最大约为 0.70mg/L，影响范围在 50m 范围之内。因此，钻屑、钻井液、含油生产水、温排水及生活污水排放对产卵场的影响较小。

本项目新建海底电缆挖沟作业在海底进行，影响的主要是底层海水水质，海缆所在产卵场的深水金线鱼、蓝圆鲹和黄鲷的鱼卵为浮性卵，主要位于海水的浅表层（0~20m 以内），根据数值预测结果，海底电缆挖沟产生的悬浮物超标主要位于海底底层（水下 95~115m），其余层无超标范围存在；且电缆挖沟作业避开鱼类产卵集中期 5 月份，因此，海底电缆挖沟作业对产卵场影响很小。为减轻海底电缆施工对海洋生态的影响，在建设阶段应严格控制铺设电缆挖沟作业的时间，尽量缩短施工作业时间，并优化施工方式，选择对底层生态环境影响小的施工方式。

### 10.3.1.2 生态环境影响减缓措施

为了尽可能减少项目建设和运行对周围海洋生态环境、敏感目标的不利影响，项目钻井作业过程中优先采用水基钻井液体系，12-1/4"井段和 8-1/2"井段使用合成基钻井液，通过循环使用减少钻井液的排放量；合成基钻井液钻屑收集并处理达标后排放，合成基钻井液、不能满足排放要求的钻井液及钻屑均收集后运回陆地处理。生产阶段含油生产水经处理达标后排放；生活垃圾和生产垃圾均经过分类回收后，运回陆地处理。

各类污染物具体削减量如下：

（1）本项目含油生产水（石油类含量约 1000mg/L）经生产水处理系统处理达标后（石油类含量 45mg/L 以下）排海，污染物排放削减率达 95%以上。

（2）本项目施工期和运营期生活污水（COD 含量约 2000mg/L）收集处理，



经生活污水处理设施处理达标后（COD 含量 500mg/L 以下）排海，污染物排放削减率达 75%以上；生活垃圾（除食品废弃物外）分类收集后，集中装箱运回陆地处理，不排海，除食品废弃物外的生活垃圾排海削减率均达到 100%。

（3）本项目施工期和运营期生产垃圾分类收集后，集中装箱运回陆地处理，不排海，排海削减率均达到 100%。

（4）本项目施工期和运营期船舶含油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。船舶含油污水中石油类含量按 500mg/L 考虑，船舶含油污水中石油类排放限值按 15mg/L 计算，污染物排放削减率达 97%。

### 10.3.1.3 施工期生态保护措施

为减轻对生态环境的影响，本项目在施工过程中将采取以下措施：

（1）严格限制工程施工区域在其用海范围内，划定施工作业海域范围，禁止非施工船舶驶入，避免任意扩大施工范围，以减小施工作业对底栖生物和渔业资源的影响范围。

（2）优化施工方案，加强科学管理，在保证施工质量的前提下尽可能缩短作业时间，电缆挖沟避开鱼类产卵集中期 5 月，以减轻电缆铺设作业对海洋生态资源的影响程度。

（3）项目钻屑、钻井液水下 40m 排放，尽量减小对产卵场的影响。

（4）施工应尽量避免恶劣天气，保障施工安全并尽量避免悬浮物剧烈扩散。

（5）建设单位制定了严格的环境保护及管理制度，并设专人、专岗进行监督和管理。

## 10.3.2 海洋生态修复及补偿措施

### 10.3.2.1 海洋生态修复与补偿费用

本项目将设生态修复/补偿资金对项目施工及运营过程中造成的海洋生物资源损害进行补偿，并纳入项目环保投资。专项资金数额将根据损失计算结果进行设置。根据 11.2.1 节，本项目在建设生产过程中可能造成的海洋生物资源损失价值约 万元。专项资金将根据项目所在海域实际情况，在相关主管部门的指导下，结合实际需要选择生态修复、补偿等项目进行资助或支持，并按要求开展海洋环境监测。

### 10.3.2.2 生态补偿与增殖放流

为落实生态保护措施要求，进行海洋渔业资源恢复、生物多样性保护和生态

环境修复。根据《中国水生生物资源养护行动纲要》，建设单位将根据工程实施进度、环评及批复要求，在渔业主管部门指导下开展渔业资源生态修复工作。在相关主管部门、专业机构的统一指导下选择合适的时机、合适的海域、合适的增殖放流品种开展增殖放流工作。

通过人工方法科学规范地向海洋天然水域增殖放流鱼、虾、贝的幼体（成体或卵等），增加水域资源量，以增加种群数量，改善和优化水域的渔业资源群落结构，是养护水生生物资源、保护生物多样性、改善水域生态环境和促进渔业可持续发展的一项有效措施。

#### a. 增殖放流方式和品种选择原则

为保证增殖放流苗种的质量和性价比，整个过程均需经过严格规范的招投标，在专家严格评选后由具有国家或省级良种场等优良资质的苗种场提供鱼虾贝苗，所有苗种均按水生生物资源保护规定进行认真的检验检疫，确保苗种健康无病害。

渔业资源增殖放流品种选择原则为：1) 本地原种或子一代的苗种或亲体；2) 能大批量人工育苗；3) 选择品质优良品种（属优质经济鱼、虾、贝类）；4) 选择本项目附近海域自然生态状况中原有的，确需恢复资源种群的品种；5) 禁用影响海洋渔业资源品种，禁止使用外来种、杂交种、转基因种以及其他不符合生态要求的水生生物物种进行增殖放流。

根据以上原则，本项目可选定的增殖放流种类有真鲷、黄鳍鲷和黑鲷等重要经济鱼类，斑节对虾、长毛对虾和墨吉对虾等经济虾类。

综合考虑广东沿岸的海洋水质和地理环境，建议放流地点选择在水质环境较好的惠州大亚湾海域。大亚湾海区每年的幼鱼幼虾当年补充群体的高发期为 5~8 月，且该时期处于伏季休渔期，增殖放流后幼苗受到的人为干扰（如捕捞活动等）相对较小，因此，建议放流时间于休渔期进行。

根据《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》，南海区适宜增殖放流的鱼类品种不包括鲈鱼、金线鱼、短尾大眼鲷和黄鲷，而且项目所在海域水位较深，不适合进行人工增殖放流，可采用异地补偿的方式进行，建议采用适宜南海区的放流品种（如黑鲷、真鲷等种类）在沿岸进行增殖放流。

建议本项目渔业资源增殖放流计划涉及的具体放流物种、规格、数量等，应根据当地的具体情况并由当地相关主管部门确认后再实施。

## b. 增殖放流实施方案

渔业资源增殖放流实施方案见图 10.3-1。通过开展渔业资源增殖放流、修复效果跟踪和评估，进行海洋渔业资源恢复、生物多样性保护和生态环境修复。

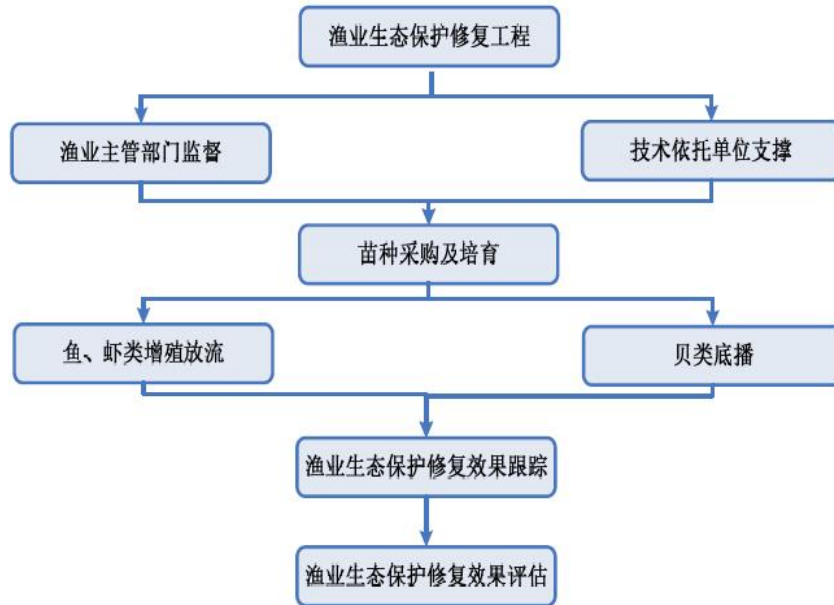


图 10.3-1 渔业资源增殖放流实施方案

通过鱼类、虾蟹类和贝类的增殖放流，一方面补充和恢复了水生生物资源群体，改善种群结构，维护海洋生物多样性；另一方面，随着放流海域渔业资源的恢复，海洋生态系统服务功能加强，海洋生物环境改善，对加强增殖放流海域周边海洋环境及渔业资源保护，保证海域生态环境和水生生物资源可持续利用，实现渔业健康、稳定和持续发展有着重要意义，生态效益显著。

### 10.3.3 生态保护措施建议

本项目在建设和生产过程中将采用先进成熟的生产技术、工艺和设备，采取有效的防止和减轻污染的措施，但在开发过程中钻屑/钻井液的排放、电缆铺设掀起的悬浮物以及生产阶段达标排放的含油生产水将不可避免的对海洋生物造成一定的影响。

为使油田开发的同时保护好海洋环境，建设单位应积极采取有效措施，尽可能地减少对海洋生态环境和海洋生物资源的损害，以达到海洋油气开发与海洋环境保护两者兼顾的目的。为此，建议建设单位在本项目开发过程中，采取如下措施：

- (1) 在建设阶段应严格控制铺设电缆挖沟作业的时间，挖沟作业避开鱼类产



卵集中期 5 月份，优化施工工艺，以降低和缓解对海洋生态资源的影响程度。

(2) 在建设和生产阶段必须严格控制污染物的排放量和排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。

(3) 建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将环境风险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。

(5) 建设单位需与相关主管部门协商，对本项目造成的海洋生物资源损失采取适当的生态恢复或补偿措施，如人工增殖放流、渔业资源养护与管理、人工鱼礁以及进行渔业资源和生态环境监测等，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用等，其经费应纳入本项目的环保投资预算。

#### 10.4 环境保护对策措施一览表

综上所述，本项目建设阶段与生产阶段的环境保护对策措施见表 10.4-1。



表 10.4-1 本项目环境保护对策措施一览表

污染物	具体内容	规模数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
钻井液和钻屑	主要对合成基钻井液和合成基钻井液钻屑的处理	本项目含预留井槽共产生钻井液量约 $m^3$ (其中非钻井油层水基钻井液 $m^3$ , 合成基钻井液 $m^3$ ), 钻屑量约 $m^3$ (其中非钻井油层水基钻井液钻屑 $m^3$ , 合成基钻井液钻屑 $m^3$ )	处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 三级排放标准 (含油量 $\leq 8\%$ , 重晶石中最大值: $Hg \leq 1mg/kg$ 、 $Cd \leq 3mg/kg$ ), 且生物毒性容许值满足《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分: 分级》(GB18420.1-2009) 二级标准 (不低于 $20000mg/L$ ) 的要求后排放; 不达标部分运回陆地处理; 合成基钻井液全部运回陆地处理。	HZ27-5DPP 平台; 与钻井完井阶段同步。	由建设单位负责建设、使用和管理
含油生产水	依托南海奋进 FPSO 生产水处理系统	依托南海奋进 FPSO 生产水设计处理能力为 $m^3/d$	经处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 三级排放标准 (含油浓度 $\leq 45mg/L$ ) 后排海。	南海奋进 FPSO; 已投入生产使用。	
其它含油污水	开式排放系统	开排沉箱、开排泵等	开排罐主要收集各层甲板的初期雨水和冲洗水、容器及设备的溢出液; 闭式排放罐用于收集平台上管线等维修工况排放出的带压流体、开排系统的油污。	HZ27-5DPP 平台; 与生产设施同步建设, 同步投入生产使用。	
	闭式排放兼冷放空系统	闭式排放罐、闭式排放罐加热器、闭式排放泵等			
生产垃圾	分类回收	分类回收箱	分类收集运回陆地处理。		
生活垃圾	分类回收	分类回收箱	分类收集, 除食品废弃物以外的生活垃圾运回陆地处理。		
生活污水	HZ27-5DPP 平台配备生活污水处理装置	设置 $60.5m^3/d$ 的生化电解式生活污水处理装置	经处理达标后 ( $COD \leq 500mg/L$ ) 排海		



污染物	具体内容	规模数量	预期效果	实施地点及投入使用时间	责任主体及运行机制
船舶污染物	船舶含油污水	船舶处理系统或接收设施与船舶吨位相匹配	执行石油类 $\leq 15\text{mg/L}$ ，排放应在船舶航行中进行；或收集并排入接收设施。	船舶自带处理系统或接收设施	由船舶所属单位负责
	船舶生活污水和船舶垃圾	参见本篇中对应的环境保护措施			
生态补偿	人工增殖放流等，其经费应纳入项目环保投资预算	根据本区域开发项目造成的渔业资源损失，应采取适当的生态恢复或补偿措施	达到保护项目周围海域生物多样性和生态资源的目的。	南海海域；本项目投产后，在专业单位建议的时间内完成。	由建设单位负责落实，委托专业单位完成。



## 10.5 环保设施“三同时”竣工验收建议

本项目环保设施“三同时”竣工验收建议见表 10.5-1。

表 10.5-1 主要环保设施“三同时”竣工验收建议

环保设施/ 环境管理	验收内容	执行标准/处理效果
生活污水 处理系统	HZ27-5DPP 平台上生活污水处理装置的配备、运行情况及处理效果	生活污水经生化电解式生活污水处理装置处理后达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）》三级标准。
闭式排放兼冷放空系统	HZ27-5DPP 平台上闭式排放兼冷放空系统的配备及运行情况	收集容器或管线等排放的带压流体进入闭式排放系统；收集甲板初期雨水和甲板冲洗水等进入开式排放系统。
开式排放系统	HZ27-5DPP 平台上开式排放系统的配备及运行情况	
生活垃圾回收箱	HZ27-5DPP 平台上生活垃圾箱配备及运行情况	平台上需设置生活垃圾箱，除食品废弃物外其他生活垃圾全部运回陆地处理。
生产垃圾回收箱	HZ27-5DPP 平台上固体废物分类和回收设备的配备及运行情况	平台上需设置生产垃圾箱，海上无固废排放，均运回陆地处理/处置。
具备环境保护设施正常运转的条件	经培训合格的操作人员、健全的岗位操作规程及相应的规章制度以及原料、动力供应等。	落实各种规章制度和操作规程、溢油应急计划、环境管理机构设置等内容。
溢油应急设备和溢油应急计划	新建 HZ27-5DPP 平台溢油应急物资配备、溢油应急计划落实情况	新建 HZ27-5DPP 平台溢油应急物资配备、溢油应急计划等内容。



## 11 环境经济损益分析

环境经济损益分析是环境影响评价的一项重要内容，其任务是通过分析环保投资及其所能收到的环境保护经济效果，重点评价工程环保投资的经济合理性和可行性；并通过分析油田工程项目的环境经济效益，从环境经济角度对项目的可行性进行评估，为建设项目的决策提供依据。

### 11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算

环境保护投资主要包括一次性环保设施投资及其辅助费用，在确定环境保护投资费用时，根据《海上油(气)田开发工程环境保护设计规范》(SY/T10047-2019)，对环境保护设施及其投资按如下原则划分：

凡属污染治理和环境保护需要的专用设备、装置、监测仪器等，其资金按 100% 列入环境保护投资；生产需要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。

根据上述原则，将本项目的环境保护设施及其直接投资费用列于表 11.1-1。

表 11.1-1 环境保护设施投资估算

平台名称	环保设备	设备投资 (万元)	折合比率	折合环保投资 (万元)
HZ27-5DPP	开式排放系统		100%	
	闭式排放兼冷放空系统		100%	
	生活污水处理系统		100%	
	消防/救生系统		25%	
	过程控制系统/应急关断系统/火气探测系统		50%	
	热脱附处理合成基钻井液钻屑		100%	
	海洋生物资源补偿		100%	
	合计		/	

本项目工程投资（不含勘探费、油藏研究费、生产准备费、弃置费等）总额为 亿元，环保投资为 万元，环保投资占工程投资的比例为：

$$CT = C1/T \times 100\% = 1.71\%$$

其中：

CT：环境保护投资占工程投资的比例；

C1：环保投资额；

T：工程设施投资总额。



## 11.2 环境保护的经济损益分析

### 11.2.1 环境经济损失分析

#### 11.2.1.1 海洋生物资源损失

海洋生物资源损失量根据预测结果，并根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），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，幼鱼、头足类、蟹类幼体折算成体比例按 100%，成熟规格按 0.1kg/尾，虾类幼体折算成体比例按 100%，成熟规格按 0.01kg/尾，成体价格按 1.5 万元/t。本项目钻井液排放和海缆施工对海洋生物资源影响属一次性损害，补偿金额按 3 倍计；钻屑排放为持续性排放，实际影响年限低于 3 年，补偿年限按 3 年计，生产水排放、平台占海补偿年限均按 20 年计算；按照上述原则计算海洋生物资源补偿见表 11.2-1。本项目依托的南海奋进 FPSO 生产水最大排放量增加  $m^3/d$ ，鉴于《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》已核算了生物资源补偿金额，本项目只核算超标面积增加引起的生物资源损失补偿金额。根据预测结果生产水增加引起的超标面积增量很小，生物资源损失补偿金额也很少。

表 11.2-1 海洋生物资源补偿

排放物	资源类别	损失量	长成率/折算率	单价	补偿倍数/年限	补偿金额 (万元)	
钻屑	鱼卵 ( $\times 10^6$ 粒)						
	仔稚鱼 ( $\times 10^6$ 尾)						
	幼体	鱼类 (尾)					
		头足类 (尾)					
		虾类 (尾)					
		蟹类 (尾)					
	成体 (kg)						
底栖生物 (t)							
钻井液	鱼卵 ( $\times 10^6$ 粒)						
	仔稚鱼 ( $\times 10^6$ 尾)						
	幼体	鱼类 (尾)					
		头足类 (尾)					
		虾类 (尾)					
		蟹类 (尾)					
	成体 (kg)						
底栖生物 (t)							



排放物	资源类别	损失量	长成率/折算率	单价	补偿倍数/年限	补偿金额 (万元)	
海底电缆挖沟悬浮物	鱼卵 ( $\times 10^6$ 粒)						
	仔稚鱼 ( $\times 10^6$ 尾)						
	幼体	鱼类 (尾)					
		头足类 (尾)					
		虾类 (尾)					
		蟹类 (尾)					
	成体 (kg)						
	底栖生物 (t)						
生产水排放	鱼卵 ( $\times 10^6$ 粒)						
	仔稚鱼 ( $\times 10^6$ 尾)						
	幼体	鱼类 (尾)					
平台占海	底栖生物 (t)						
合计							

### 11.2.1.2 环境经济收益

#### a. 直接环境经济收益分析

环境直接经济收益是指环保措施直接提供的产品价值。本项目投产后，含油生产水累计产量约为  $\times 10^4 \text{m}^3$ ，经处理后含油浓度从 1000mg/L 降至低于 45mg/L，由此累计回收石油约 t，按原油 4000 元/t 计算，折合经济价值约 万元。

#### b. 间接环境经济收益分析

环境间接收益是指环保措施实施后的社会效益。由含油生产水处理系统及天然气利用所产生的间接收益按年回收资源、能源价值的 40% 计算，其它间接收益按年回收资源、能源价值的 10% 计算，两项合计约为 万元。

#### c. 总环境经济收益

综合环境直接收益与间接收益之和，本工程建成投产后，生产运营期总环境经济收益为 万元。

### 11.2.2 社会效益分析

随着我国工业化和城镇化进程的加快，石油需求将呈强劲增长态势。国内石油开发和生产已日益不能适应经济和社会发展的需要，供需矛盾日益突出，进口量逐年上升，每年都要花大量外汇进口石油，对国际石油市场的依存度不断提高。



因而本项目的实施将为缓解我国的石油资源短缺、保障国民经济持续、快速、健康发展发挥一定作用。尤其是对拉动项目所在地区的区域经济和地方经济发展，将发挥积极作用，注入新的活力。此外油田开发工程的实施，也将会对进一步带动我国相关产业的发展（如钢铁、造船、机械制造、电子、仪表等）发挥一定的作用，同时促进下游产品开发和石油技术服务业的发展，增加诸多领域的就业机会。

从社会、经济效益等各个方面来看，本油田开发项目是一项利国利民的工程，其环保设施的设置与投资是合理可行的。



## 12 环境管理与监测计划

### 12.1 环境管理

环境管理是控制污染、保护环境的重要措施。建设单位中海石油（中国）有限公司深圳分公司（以下简称“深圳分公司”）已建立一套系统、完整的环境保护管理机构和程序，对本项目的环境保护工作实行全过程、程序化的管理。

#### 12.1.1 环境管理的任务和内容

本项目在建设阶段和生产过程中将产生一定量的污染物，主要包括建设阶段产生的钻井液、钻屑和电缆挖沟铺设掀起的悬浮物以及作业船舶产生的船舶污染物，生产阶段主要污染物为含油生产水、温排水、生活污染物、生产垃圾等，将对海洋环境造成一定程度的影响，尤其是在发生油气泄漏、火灾和爆炸等事故时，甚至对海洋生态环境造成严重的污染和破坏。因此，环境管理作为保护环境、控制污染的重要措施之一，其主要任务和内容包括：

- （1）贯彻执行环境保护法规和标准；
- （2）组织制定和修改与本项目有关的环保管理制度并监督执行；
- （3）组织制定环境保护长远规划、年度计划和限期治理的项目；
- （4）领导和组织工程项目各部门的环境监测；
- （5）检查工程项目环保设施的运行状态；
- （6）广泛应用环境保护的先进技术和经验；
- （7）组织开展环保专业技术培训，提高人员素质水平；
- （8）组织开展工程项目的环保科研和学术交流。

#### 12.1.2 环境保护管理机构设置

##### 12.1.2.1 组织机构与定员

深圳分公司作为本项目的建设单位，负责油气田项目建设、生产运行以及生产期间的环境管理工作。公司成立了以总经理为领导的环境保护管理机构，积极履行职能范围内的环保职责，健全环保制度并强化执行，推动环境管理持续改进，组织机构见图 12.1-1。

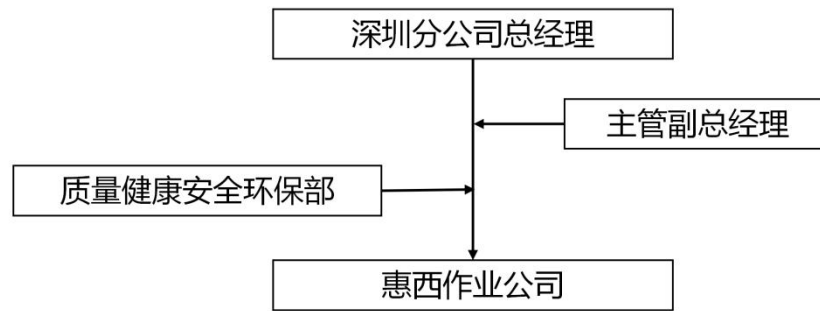


图 12.1-1 中海石油（中国）有限公司深圳分公司环境保护管理机构图

### 12.1.2.2 主要人员的岗位职责

本项目新建 HZ27-5DPP 平台设有 80 人生活楼，该平台主要岗位设置平台总监、生产监督、维修监督、安全监督、计划控制工程师及操作人员。新建工程依托的 HZ26-6DPP 平台及南海奋进 FPSO 建立系统、完整的海上设施组织机构。

#### (1) 平台总监

平台总监是油田海上作业时的环保第一责任人，贯彻执行国家有关生态环境保护的方针、政策、法律、法规和公司环境保护规章制度；参加岗位相关的环保教育培训，提升环境保护专业知识；组织制修订环保设施设备操作规程，组织落实环保隐患的排查治理；收到环保事故报告应及时做出响应，针对可能造成公司生产经营不利影响的事件，应立即向公司领导汇报。

#### (2) 生产监督

负责对生产部门及工艺流程管理，负有生产专业环保管理责任，贯彻执行国家有关生态环境保护的方针、政策、法律、法规和公司环境保护规章制度；参加岗位相关的环保教育培训，提升环境保护专业知识；按照生态环境保护要求开展自行监测，保证监测设备正常运行；含油污水和油性混合物，必须经过处理达标后排放；残油、废油必须予以回收，不得排放入海；经回收处理后排放的，其含油量不得超过国家规定的标准。

#### (3) 维修监督

维修监督是平台所有环保设备管理、操作、安全运行和维修的组织者和主要责任人，对平台总监负责，负有环保设备管理责任；贯彻执行国家有关生态环境保护的方针、政策、法律、法规和公司环境保护规章制度；参加岗位相关的环保教育培训，提升环境保护专业知识；开展生产设备设施以及环保设施设备定期检



维修工作，确保环保应急设施设备完好，处于随时可用状态；监督、检查设备设施完好性工作，防止跑、冒、滴、漏，减少物料流失及污染。

#### （4）安全监督

对环保工作实行全面监督，负有监督责任，贯彻执行国家有关生态环境保护的方针、政策、法律、法规和公司环境保护规章制度；参加岗位相关的环保教育培训，提升环境保护专业知识；监督废水、废气、噪声、固废、放射性等污染防治措施的落实情况；对照生态环境保护督察工作要求，开展自查自纠，督促环保问题整改，审查、指导和监督整改方案的落实。

#### （5）计划控制工程师

负责现场固废贮存、包装、转运等的管理，负有固废管理责任，贯彻执行国家有关生态环境保护的方针、政策、法律、法规和公司环境保护规章制度；参加岗位相关的环保教育培训，提升环境保护专业知识；落实固废转运环保要求，固废应在海上分类、收集和包装，运回陆地集中处理，禁止在海上混合收集后运回陆地分拣；落实固废出入库记录，如实填报船单，及时在固废管理平台发起转运联单。

### 12.1.3 环境保护管理制度

环境保护是我国的一项基本国策。深圳分公司在石油勘探开发作业和油气生产过程中，应遵守中国环境保护法律、法规、条例和规定，严格执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）。结合油气田开发的特点，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。本项目将执行以下环境保护管理制度。

#### 12.1.3.1 环保监督检查制度

环保管理人员定期到海上平台进行检查，查看各种防污设备、设施和器材的使用与运转情况是否良好，检查有关文书和证件是否齐全，防污记录簿和防污染季度报表的填写是否真实、正确和上报是否及时。海上监督对当班期间所进行的工作进行监督，就违反或可能违反环境保护法规、政策和程序的事件提出劝告，对环保设备、设施和器材的使用和维护情况进行日常检查，发现问题及时解决。

#### 12.1.3.2 安全、环保会议制度

定期举行安全/环保会议和每日生产例会，分析总结安全、环保制度执行情况；查找安全环保问题和隐患，针对问题提出防治措施；传达并贯彻公司有关指示和

安全、环保方面的规定。

#### 12.1.3.3 培训与演习制度

海上设施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练，以熟悉应急程序和设备的操作。

#### 12.1.3.4 事故报告制度

所有环境污染事故需按溢油应急计划中的报告程序进行。建立应急小组，由平台总监担任组长，其它生产操作人员任小组成员，负责油田安全环保事故处理的应急组织、指挥工作，并按要求向有关政府部门报告。

#### 12.1.3.5 海底管道/电缆巡查制度

由值班船对本油田海底管道/电缆进行不定期巡查，防止拖网渔船违章作业对海底管道和电缆造成损害。根据油气田运行情况，在必要时委托专业公司对海底管道进行技术监测，以保证海底管道处在安全运行状态。

### 12.2 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：一是定期监测各油气田设施外排污染物的排放浓度，掌握达标情况；二是为加强环境保护管理、保证污染物处理设备正常运转提供科学依据；三是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。

#### 12.2.1 常规与非常规监测计划

##### 12.2.1.1 常规监测

在正常建设、生产作业期间，需对下列项目进行监测。

##### a. 建设阶段

钻井液、钻屑：在钻井作业期间，按《海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第1部分：分级》（GB/T18420.1-2009）和《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）的要求对所排放的钻屑和钻井液的生物毒性限值、含油量及重金属含量进行监测。钻井作业负责人取样并交给有资质的机构进行检测。

##### b. 生产阶段

新建 HZ27-5DPP 平台生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海，生活污水经平台生活污水处理装置处理达标后排海，需监测外排含油生产水量、石油类浓度和生物毒性容许值、外排生活污水量及 COD 浓度。生产水监测频

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）、《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB18402.1-2009）和相关政府管理部门的要求执行。外排生活污水中 COD 浓度的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。

本项目生产水依托南海奋进 FPSO 处理达标后排海，依托的南海奋进 FPSO 需监测外排含油生产水量及石油类浓度和生物毒性容许值，执行现有运营期污染源监测计划。生产水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）、《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》（GB18402.1-2009）和相关政府管理部门的要求执行。

#### 12.2.1.2 非常规监测

配合政府部门进行防止油污染设备的检查工作，以及在事故状态下支持、协助有关部门做好事故的跟踪监测。

#### 12.2.2 海洋环境影响监测计划

建设单位可根据建设项目环境影响情况开展监测，监测站位布设、监测内容和监测方法及频次等具体内容建议如下。

##### 12.2.2.1 监测点位布设

本项目新建 HZ27-5DPP 平台生活污水处理达标后排海。根据预测结果，生活污水排放的影响范围在 50m 内，考虑平台安全作业区范围，建议在该平台半径 500m 范围均匀布设 4 个点位，见图 12.2-1。

本项目生产水依托南海奋进 FPSO 处理达标后排放。本项目投产后，南海奋进 FPSO 含油生产水排放量增大，不新增生活污水排放，根据预测结果，南海奋进 FPSO 含油生产水排放超一（二）类水质最大影响距离增加至 300m，考虑到安全作业区范围，在以南海奋进 FPSO 平台为中心半径 500m 范围均匀布设 4 个点位，与原环评跟踪监测点位布设保持一致，见图 12.2-1，建议按原环评中的跟踪监测计划开展工作。

图 12.2-1 新建 HZ27-5DPP 平台、依托南海奋进 FPSO 海洋环境影响监测站位布设示意图



#### 12.2.2.2 监测内容

海水水质监测包括悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、COD、重金属、石油类、硫化物、挥发性酚；海洋沉积物监测包括重金属、石油类、有机碳、硫化物；海洋生物生态监测包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量。

特征污染物，即生产运营期间含油生产水中的石油类，是跟踪监测必测内容，其他监测项目可根据实际情况进行筛选。

#### 12.2.2.3 监测方法与频率

海洋环境影响跟踪监测调查与分析方法按《海洋调查规范》(GB/T 12763-2007)和《海洋监测规范》(GB17378-2007)执行。

建议跟踪监测频率为本项目竣工验收(试运行)前进行一次监测，投产后 3~5 年进行一次监测。建议本项目依托平台的环境影响跟踪监测计划纳入现有惠州西江油田群环境跟踪监测计划中。

监测机构应具备海洋环境调查的资质，具有计量认证证书，取得的调查结果能够得到政府主管部门的认可。

#### 12.2.3 监测岗位与设备

依托的南海奋进 FPSO 均设有含油生产水处理系统，并设有实验室。化验员经培训合格后，负责油田的含油生产水化验工作。含油生产水的生物毒性容许值和生活污水中 COD 监测将委托有资质的单位进行，因此不另设监测仪器。

## 13 环境影响评价结论

### 13.1 工程分析结论

#### 13.1.1 工程概况

惠州 27-5 油田位于珠江口盆地东沙隆起北部斜坡带,惠州凹陷惠州 27 转换带,距离惠州 21-1 油田约 5.6km,距离惠州 26-6 油田约 13.6km,所在海域水深约 115m。

惠州 27-5 油田开发项目计划新建 1 座钻采平台 (HZ27-5DPP 平台),新铺设 1 条 10"长度约 km HZ27-5DPP 平台至 HZ26-6DPP 平台的海底混输管道和 1 条长度约 km HZ26-6DPP 平台至 HZ27-5DPP 平台的海底电缆,并对依托 HZ26-6DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ27-5DPP 平台设置 24 个井槽,先期开发 13 口井 (11 口生产井和 2 口注水井),预留 11 口井,采用模块钻机进行钻完井作业,计划 2028 年 1 月投产。HZ27-5DPP 平台投产后最大年产油量  $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ,最大年产气量  $\times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。项目工程总投资 (含税) 亿元人民币,其中环保投资 万元人民币。

#### 13.1.2 生产工艺流程

新建 HZ27-5DPP 平台所产物流经新建海底混输管道全液输送至 HZ26-6DPP 平台进行气液分离,其中分离出的气处理合格后通过已建 HZ26-6DPP 平台至番禺 30-1 登陆海管水下三通海底输气管道输往珠海终端,分离出的液通过已建 HZ26-6DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管道输往南海奋进 FPSO 处理、储存和外输。含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后排海。

本项目注水开发,水源为珠海组水源井水,两口注水井 (A3 和 A5) 采用共享水源闭式注水技术,其中 A3 井采用助流注水在井下将上部地层水经旁通管注入注水层并为 A5 井提供水源。

新建平台依托惠西区域组网,通过新铺设海底电缆供电。

#### 13.1.3 主要污染源和污染物

本项目建设阶段的作业内容主要包括钻完井作业、平台就位及安装、海管/缆铺设、平台调试、依托设施改造等。本项目新建 HZ27-5DPP 平台计划采用模块钻机进行钻完井及修井作业。本项目海底管道拟采用铺管船铺设,直接铺设于海底,不挖沟埋设,近平台区域采用混凝土压块覆盖保护。本项目海底电缆挖沟埋设,自然回填,埋深 1.5m,近平台区域,用混凝土压块进行覆盖保护。建设阶段产生的污染物主要包括钻完井产生的钻屑、钻井液,海底电缆挖沟埋设产生的悬浮物,

以及参加施工的船舶和人员所产生的船舶含油污水、生活污水、生活垃圾和生产垃圾等船舶污染物。项目（包含预留井）产生的钻屑总量约为  $m^3$ ，其中非钻井油层水基钻井液钻屑量约  $m^3$ ，合成基钻井液钻屑量约  $m^3$ 。项目钻完井过程中（包含预留井）产生的钻井液总量约为  $m^3$ ，其中非钻井油层水基钻井液约  $m^3$ 、合成基钻井液  $m^3$ 。符合《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 第1部分：分级》（GB18420.1-2009）要求的水基钻井液和钻屑水下 40m 排放，合成基钻井液钻屑经甩干后检测达标（含油量 $\leq 8\%$ ）排放，若不达标进行热脱附处理达标后排海，不能满足排放要求的水基钻井液和钻屑以及合成基钻井液和钻屑经收集后运回陆地处理，不排海。海底电缆采用后挖沟方式铺设，挖沟 1.5m 深，海底电缆挖沟搅起的悬浮物约  $4658m^3$ ，悬浮物排放速率约为  $19.92kg/s$ 。建设阶段还将产生船舶污染物，包括船舶含油污水、生活污水和船舶垃圾等，船舶含油污水产生量约为  $526.3m^3$ 、生活污水产生量约为  $28160.3m^3$ ，生活垃圾产生量约为  $120.7t$ ，生产垃圾产生量约为  $607.5t$ 。

本项目生产阶段产生的污染物主要是含油生产水、温排水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾等。本项目投产后含油生产水经南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达到《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级标准（石油类月均排放浓度限值 $\leq 45mg/L$ ，一次容许值 $\leq 65mg/L$ ）后排海，最大排放量为  $m^3/d$ （2037 年），排放量超过《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》（环审〔2025〕79 号）批复的生产水最大排放量  $m^3/d$ ，需要重新申请总量指标。新建 HZ27-5DPP 平台生活污水产生量约为  $50.4m^3/d$ （ $18396m^3/a$ ），处理达标后海面排海；生活垃圾产生量约为  $78.84t/a$ ，其中食品废弃物产生量约为  $52.56t/a$ ，食品废弃物处理至颗粒直径小于  $25mm$  后，间断排放；其他生活垃圾产生量为  $26.28t/a$ ，全部运回陆地处理；其它含油污水产生量约  $80m^3/a$ 。新建 HZ27-5 DPP 平台温排水，最大排放量为  $245.5m^3/h$ ；依托 HZ26-6DPP 平台新增温排水量为  $248.5m^3/h$ ，本项目投产后 HZ26-6DPP 平台温排水最大排放量为  $1448.5m^3/h$ ，在海表排放。新建 HZ27-5DPP 平台不设主电站，依托惠西区域组网，新增  $NO_x$  排放量约为  $677.6kg/d$ （ $247.3t/a$ ）。新建平台生产垃圾产生量最大约  $97.2t/a$ ，分类收集后运回陆地交由有资质单位处理。

### 13.2 区域规划和政策符合性结论

本项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中“鼓励类”项目，符



合国家产业政策，符合《全国海洋主体功能区规划》，位于《广东省国土空间规划（2021-2035年）》范围之外，与广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果的管理要求相协调。

本项目的建设符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》《广东省国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》《广东省海岸带及海洋空间规划（2021—2035年）》和《“十四五”海洋生态环境保护规划》等规划要求。

### 13.3 环境现状分析与评价结论

#### 13.3.1 海洋水文气象环境现状

本项目海域全年平均气温为 24°C，最高气温为 36°C，出现在 7、8 月份，最低气温为 15°C，出现在 1、2 月份。该海域全年主风向为 ENE 向，概率为 21.98%；全年最大风速为 41.74m/s，方向为 NNE 向。工程所在海域年降雨量为 1550mm 左右，主要集中在 6~9 月。

本项目海域全年海浪的主导方向为 ENE 向，油田海域年最大有效波高可达 10.08m。工程海域潮流为不正规全日潮流，潮汐性质为不正规全日潮。

#### 13.3.2 地形地貌环境现状

根据现有调查资料，新建 HZ27-5DPP 平台场址调查区域海底整体地形平坦，水深在 114m 至 116m 之间变化。HZ27-5DPP 平台位置水深约为 114.4m。HZ26-6DPP 平台至新建 HZ27-5DPP 平台海底管道路水深在 110.3m 至 116.6m 之间变化，自西南向东北逐渐加深，海底地形变化平缓。海底地貌资料色度显示基本均匀，表明海底底质变化不大。

#### 13.3.3 冲淤环境现状

根据本项目水深资料、浅剖资料和地貌资料，工程区内海底地形比较稳定，整体地形平坦，海底坡度变化不大，表层沉积基本一致。根据地质取样资料，工程区域表层沉积物主要为非常软的砂质粘土。综合水深调查资料、水动力环境资料和海底土质性质可以初步判断本项目区域海底发生冲淤的可能性很小。

#### 13.3.4 海水水质环境现状

本项目对所在惠西油田群附近海域进行了春季海水水质现状调查，调查范围覆盖了本项目以及依托工程设施。海水水质调查时间为 2024 年 4 月 14 日~4 月 21 日，布设 28 个调查站位。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。

调查海域 pH、COD、DO、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铜、总铬、铅、硫化物和挥发性酚共 15 项评价因子均满足第一类海水水质标准。

### 13.3.5 海洋沉积物环境现状

海洋沉积物设 17 个调查站位，调查时间为 2024 年 4 月 14 日~4 月 21 日，监测因子为有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬和砷共 10 项。调查海域表层沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油类含量均符合《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）的第一类标准，调查海域内海洋沉积物质量整体状况较好。

### 13.3.6 海洋生物生态现状

海洋生物生态调查设置 17 个调查站位，调查时间为 2024 年 4 月 14 日~4 月 21 日，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。调查结果表明，调查海域各站表层叶绿素 a 浓度变化于（未检出~0.065） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为  $0.018\text{mg}/\text{m}^3$ ；50m 层叶绿素 a 浓度变化于（未检出~0.394） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，平均值为  $0.056\text{mg}/\text{m}^3$ 。各层位叶绿素 a 均值范围为（0.018~0.056） $\text{mg}/\text{m}^3$ ，调查海域叶绿素 a 含量水平总体较低，处于贫营养状态。

调查海域各站初级生产力变化范围为（9.78~349.01） $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均为  $60.30\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

调查海域共出现浮游植物 151 种，平均密度为  $9.8\times 10^4$  个/ $\text{m}^3$ 。调查海域浮游植物优势种有柔弱菱形藻、大西洋角毛藻那不勒斯变种、翼根管藻纤细变型、菱形海线藻。多样性指数、均匀度和丰富度均较高，显示浮游植物群落结构较稳定。

调查海域共鉴定终生浮游动物 232 种和阶段性浮游幼体 19 类，生物量变化范围在（32.93~105.83） $\text{mg}/\text{m}^3$  之间，平均为  $65.23\text{mg}/\text{m}^3$ ；密度变化范围为（44.77~158.61）个/ $\text{m}^3$ ，平均为 92.05 个/ $\text{m}^3$ 。浮游动物优势种为蛇尾纲幼体、芦氏拟真刺水蚤、肥胖软箭虫、抱球虫属、肠鳃类柱头幼虫、狭额次真哲水蚤和窄缝真刺水蚤。调查海区浮游动物种类丰富，种类多样性指数、均匀度和丰富度均处于较高的水平，群落结构稳定性较好。

调查海域共鉴定底栖生物 182 种（类），生物量变化范围在（0.06~12.97） $\text{g}/\text{m}^2$  之间，平均值为  $3.03\text{g}/\text{m}^2$ ；密度变化范围在（5.0~35.0） $\text{ind}/\text{m}^2$  之间，平均值为  $19.1\text{ind}/\text{m}^2$ 。底栖生物优势种为假长缝拟对虾、银光梭子蟹、羊舌鲆、异杯珊瑚属、

拟节虫属、鳄齿藤、日本美人虾和杰氏内卷齿蚕。调查结果显示，调查海域底栖生物丰富度和均匀度水平处于中等偏高，多样性指数处于较高水平。总体上，底栖生物群落结构比较稳定。

### 13.3.7 海洋生物质量现状

生物质量调查采集到甲壳类、软体类和鱼类共 26 个生物样品。监测样品体内总汞、镉、铅、铜、砷、锌、铬、石油烃的含量。本次调查采集到的 26 个生物样品中总汞、铜、铅、锌、镉、石油烃的单因子标准指数值均小于 1，符合评价标准的要求，生物质量较好；26 个生物样品中鱼类砷超标率为 60%，软体类和甲壳类砷超标率为 100%。

超标原因分析：从食物链和生物富集能力分析，海洋环境是砷全球循环的重要场所，海水中砷的含量可高达  $24\mu\text{g/L}$ ，比淡水中的含量 ( $0.15\sim 0.45\mu\text{g/L}$ ) 高很多。海洋生物通过食物链吸收无机砷并将其转化为有机砷，有机砷比无机砷在食物链中具有更高的传递能力。海洋鱼类普遍具有将从环境吸收的无机砷通过生物转化合成转化为有机砷的能力，其体内砷主要存在形态为无毒的砷甜菜碱。鱼类体内的砷主要从食物中累积，鱼体内砷累积量比水体高，有些鱼类砷含量高达  $100\mu\text{g/g}$ 。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》(HJ 1409-2025) 海洋生物质量中砷的标准值，本次调查砷的超标情况在近年南海海域调查和历史调查中均有类似结果。历次调查中，底栖生物质量（如鱼类、甲壳类、软体类等）的砷含量普遍偏高，可能与它们的种类、生活习性、环境变化及对不同物质的富集能力差异等多种因素有关。

### 13.3.8 渔业资源现状调查

渔业资源调查共设 12 个调查站位，调查时间为 2023 年 4 月 7 日~16 日(春季)。调查结果表明，调查海域捕获鱼类 93 种，幼鱼平均尾数密度为  $7097\text{尾}/\text{km}^2$ ，成体平均重量密度为  $242.73\text{kg}/\text{km}^2$ ；调查海域捕获头足类 11 种，头足类幼体平均尾数密度为  $1286\text{尾}/\text{km}^2$ ，成体平均重量密度为  $13.72\text{kg}/\text{km}^2$ ；调查海域捕获甲壳类 18 种，虾类幼体尾数资源密度为  $340\text{尾}/\text{km}^2$ ，成体平均重量密度为  $4.99\text{kg}/\text{km}^2$ ；蟹类幼体尾数密度为  $43\text{尾}/\text{km}^2$ ，成体平均重量密度为  $8.56\text{kg}/\text{km}^2$ ；虾蛄类幼体平均尾数密度为  $10\text{尾}/\text{km}^2$ ，成体平均重量密度为  $1.28\text{kg}/\text{km}^2$ 。估算渔业资源总资源密度平均值为  $364.21\text{kg}/\text{km}^2$ 。

本次调查鉴定出 36 个鱼卵、仔稚鱼种类。垂直拖网调查共采到鱼卵 8 粒，平均密度为 56 粒/1000m<sup>3</sup>，共采到仔稚鱼 10 尾，平均密度为 74 尾/1000 m<sup>3</sup>。

调查结果表明，项目所在海域渔业资源多样性指数较高、丰富度水平较好，渔业资源数量一般。

### 13.3.9 主要环境敏感目标

项目评价范围内敏感目标为一般敏感区，包括深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场、蓝圆鲈粤东外海区产卵场、短尾大眼鲷南海北部产卵场和金线鱼南海北部产卵场。新建设施位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲈粤东外海区产卵场中，距离短尾大眼鲷南海北部产卵场 6.7km、金线鱼南海北部产卵场 8.2km、距离其他产卵场均在 22.3km 以上。

项目新建设施位于海洋生态保护红线、国家级自然保护区之外，新建设施与最近的海洋生态保护红线距离约为 108km，与广东惠东港口海龟国家级自然保护区最近距离约 144km，评价范围内无重要敏感区分布。

## 13.4 环境影响回顾性分析

本项目新建工程依托的 HZ26-6DPP 平台的生活污水处理系统、南海奋进 FPSO 的生产水和生活污水处理系统装置运转正常，工作效率良好；近年统计的生产水和生活污水均能实现达标排放，其排放总量均未超出其批复量。根据收集到的历史资料，项目所在惠州油田群现有工程在建设过程中未发生过溢油事故，投产后发生两次少量溢油事故，2009 年 9 月 14 日强台风造成南海发现 FPSO 的系泊三条输油管线被扭断，造成一起少量溢油事故，估算溢油总量为 18.9m<sup>3</sup>，但该事故应急措施及时有效。此后，惠州油田加强对海管的监测以及对恶劣天气的评估，修改了台风应急计划及溢油应急计划，重新修订了恶劣天气下 FPSO 的解脱工作程序，避免今后有此类事故的发生。2019 年，南海发现号 FPSO 已经移除。2020 年 4 月 15 日，由于 HZ26-1 平台生产水撇油罐瞬时不稳定工况，致使部分原油伴随生产水进入沉箱注入管线，在经过管线漏点时外漏到海中，溢油量约 0.68 升，该事故应急措施及时有效。深圳分公司在此次事件后，加大对老旧环保设施管理及维护保养，事件发生后先后完成多个设施的开排沉箱整体更换工作，通过以上措施，深圳分公司海上设施未再发生类似事件。

现有工程投产以来，有一定量的生产水和生活污水达标排放入海，但是由于对外排污水采取了有效的处理措施，排放浓度低于排放标准，且海区扩散条件良

好，油田外排污水对油田周围的海水水质并未造成明显损害。从总体上讲，油田附近海区海水水质依然保持较好水平，海水中石油类和 COD 浓度依然保持在一类标准水平。虽然油田建设过程中有一定数量的钻井液和钻屑排放入海，但海底沉积物中各评价因子均符合第一类海洋沉积物质量标准，其中特征污染物石油类在表层沉积物中仍处于较低水平。历次调查显示调查海区叶绿素 a 含量较低，浮游植物、浮游动物和底栖生物群落组成稳定，海区水质环境和底栖环境良好；油田周围海域生物质量状况基本保持稳定，生物质量总体状况较好。

### 13.5 环境影响预测与评价结论

#### 13.5.1 工程对海水水质的影响

##### 13.5.1.1 钻井液对海水水质的影响

本项目新建平台钻井液于水下 40m 排放，根据数值预测结果，钻井液排放仅对排放点附近水质有影响，本项目新建平台钻井液排放造成排放层（水下 35~45m）海水水质超一（二）类包络面积约为 0.522km<sup>2</sup>，超一（二）类水质距排放点的最大距离为 0.5km；超三、四类水质海域的包络面积分别为 0.085km<sup>2</sup> 和 0.058km<sup>2</sup>。钻井液停止排放后约 8h 即可恢复到排放前水质。

##### 13.5.1.2 钻屑对海水水质的影响

本项目新建平台钻屑于水下 40m 排放，根据数值预测结果，钻屑对水质的影响主要在平台周围不远的水域内，本项目新建平台钻屑排放造成排放层（水下 35~45m）海水水质超一（二）类包络面积为 0.415km<sup>2</sup>，距排放点的最大距离为 0.35km；超三、四类水质海域的包络面积分别为 0.060km<sup>2</sup>、0.044km<sup>2</sup>。停止排放后约 3.5h 内即可恢复到排放前水质。

##### 13.5.1.3 海底电缆对海水水质的影响

根据对海底电缆挖沟数值预测结果，铺设海底电缆时悬浮物对底层和次底层均有影响，其余层无超标范围存在。底层（水下 105~115m）最大超一（二）类距离为 0.5km，海水水质恢复最大时间为停止作业后 7 h。铺设海底电缆底层超一（二）类包络面积为 9.753km<sup>2</sup>，超三、四类水质海域影响范围相对较小；次底层（水下 95~105m）超一（二）类包络面积为 6.362km<sup>2</sup>；无超三、四类水质包络面积。

##### 13.5.1.4 生产水对海水水质的影响

本项目含油生产水依托南海奋进 FPSO 生产水处理系统处理达标后海面排放，含油生产水最大排放量为 m<sup>3</sup>/d，排放量超过《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6

油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》批复的生产水最大排放量  $\text{m}^3/\text{d}$ 。经预测，南海奋进 FPSO 生产水排放主要影响海水表层，其他层无超标面积，影响面积相对较小，石油类超一（二）类包络面积为  $0.102\text{km}^2$ ，超三、四类面积分别为  $0.008\text{km}^2$  和  $0.003\text{km}^2$ ，超一类最大距离为  $0.30\text{km}$ 。

#### 13.5.1.5 生活污水对海水水质的影响

新建 HZ27-5DPP 平台生活污水日排放量较小，根据预测结果，COD 浓度最大约为  $0.70\text{mg/L}$ ，基本不存在超一类 ( $>2\text{mg/L}$ ) 面积，平台生活污水排放对海洋环境的影响不大，不会明显影响本海区的海水水质。

#### 13.5.1.6 温排水对海水水质的影响

新建 HZ27-5DPP 平台温排水最大排量  $245.5\text{m}^3/\text{h}$ ，温排水最大温升  $9^\circ\text{C}$ ，于海表排放。根据预测结果，本项目温排水造成周围海水最大温升约为  $0.07^\circ\text{C}$ ，温排水影响范围在  $50\text{m}$  之内，温排水排放对海水水质的影响轻微。

本项目投产后 HZ26-6DPP 平台新增温排水量  $248.5\text{m}^3/\text{h}$ ，温排水最大排放量为  $1448.5\text{m}^3/\text{h}$ ，温排水最大温升  $7^\circ\text{C}$ ，于海表排放。根据预测结果，温排水造成周围海水最大温升约为  $0.15^\circ\text{C}$ ，温排水影响范围在  $50\text{m}$  之内，温排水排放对海水水质的影响轻微。

### 13.5.2 工程对海洋沉积物的影响

#### 13.5.2.1 钻屑排放对沉积物环境的影响

钻屑排海后在海水运动的作用下，会在海底一定的范围内沉积。钻屑的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。根据数值模拟结果新建平台钻屑覆盖厚度超过  $2\text{cm}$  的面积约为  $0.094\text{km}^2$ 。

#### 13.5.2.2 铺设海底电缆对沉积物环境的影响

铺设海底电缆对沉积物环境的影响首先是开挖和覆盖，搅起的海底泥沙在海流和重力作用下自然回填缆沟，覆盖厚度  $>2\text{cm}$  的面积主要位于缆沟两侧附近，因悬浮物均是局地沉积物再沉积，不会引起沉积物环境的变化。根据数值模拟结果，铺设海底电缆悬浮物覆盖  $2\text{cm}$  厚度的覆盖面积为  $0.216\text{km}^2$ 。

### 13.5.3 工程对海洋生态环境的影响

本项目施工阶段对海洋生物资源的主要影响环节为施工期钻井液/钻屑的排放

和铺设海底电缆掀起悬浮物，导致局部海域范围内的悬浮物浓度超标，影响水体中浮游动植物的生长与繁殖，对鱼卵、仔稚鱼和游泳动物产生一定的影响，并造成底栖生物的掩埋、覆盖等。生产阶段，平台/设施生产水的排放也会对平台/设施附近海域的浮游植物、浮游动物、鱼卵、仔稚鱼和游泳生物等产生一定的影响，平台占海造成的底栖生物损失。

根据计算结果，本项目海洋生物损失为：鱼卵  $2.403 \times 10^6$  粒，仔稚鱼  $3.175 \times 10^6$  尾，鱼类幼体 15289 尾，头足类幼体 2737 尾，虾类幼体 712 尾，蟹类幼体 93 尾，成体 245kg，底栖生物 0.688t。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），估算本项目造成海洋生物资源损失约 万元。

#### 13.5.4 工程对环境敏感目标的影响

本项目新建设施位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中，距离短尾大眼鲷南海北部产卵场 6.7km、金线鱼南海北部产卵场 8.2km、距离其他产卵场均在 22.3km 以上。

为了减缓项目施工、运营期间对上述产卵场的影响，施工期的钻屑、钻井液水下 40m 排放，海底电缆挖沟作业避开鱼类产卵集中期（5 月）。根据数值预测结果，施工期的钻屑、钻井液影响主要集中在排放层位（水下 35~45m）及下一层（水下 45~55m）；海底电缆施工悬浮物影响仅限于海底以上约 20m 的范围内。其中，新建平台钻井液排放，海水中悬浮物超一（二）类最大包络面积约  $0.522\text{km}^2$ ，最大影响距离 0.5km，停排后 8h 即可恢复；新建平台钻屑排放，海水中悬浮物超一（二）类最大包络面积约  $0.415\text{km}^2$ ，最大影响距离 0.35km，停排后 3.5h 即可恢复；海底电缆施工悬浮物超一（二）类最大包络面积约  $9.753\text{km}^2$ ，最大影响距离 0.5km，停排后 7h 即可恢复。同时，施工期钻井液、钻屑、悬浮物的排放是短期的、可恢复的，影响范围是有限的，影响时长较短。综上所述，本项目钻屑、钻井液和悬浮物的排放基本不会对产卵场造成太大影响，对上述敏感目标的影响是可接受的。

#### 13.6 环境风险分析与评价结论

根据分析，惠州 27-5 油田开发项目海洋生态环境风险评价等级为三级，本次环境风险评价识别出来的环境风险类型包括井喷、输油软管破裂、船舶碰撞泄漏、地质性溢油及浅层气风险、平台火灾爆炸、平台容器泄漏、海底管道与立管泄漏等。项目生产运行期油气泄漏事故可能溢出的物质主要为新建 HZ27-5DPP 平台至

HZ26-6DPP 平台海底混输管道中的原油，经估算管道泄漏溢油量最大为  $160\text{m}^3$  (136t)。类比已审批通过的《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》海洋生态环境风险评价结果，新建 HZ27-5DPP 平台附近若发生溢油事故，在 S 风向极值风条件下油膜最短将在 32.7 小时内抵达海洋生态保护红线，即刻抵达深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场，建设单位应引起足够的重视，做好应急防范和应急响应的准备。

项目将在新建平台上配备围油栏等应急设施，并依托惠西作业公司现有的溢油应急设备（主要配备在南海奋进 FPSO 和海洋石油 115 FPSO 上）。根据应急响应时间分析，本项目新建 HZ27-5DPP 平台发生溢油事故的应急响应时间为 2.0 小时；惠州油田应急响应时间为 3.1 小时；西江油田应急响应时间为 5.3 小时；深圳分公司内部溢油应急力量可在 13.1h 内到达溢油现场，并陆续进行溢油回收作业。通过对溢油能力的计算，本项目及深圳分公司周边可协调溢油应急设备可以满足项目施工期船舶溢油事故及生产运行期海底管道泄漏事故溢油应急响应需求。当发生超出自身控制能力的溢油事故时，还可以通过集团公司的统一指挥协同，联系政府主管部门、海事局、国家其它救助机构或国际的资源。因此，借助外部溢油应急能力能够满足突发溢油事故时的应急需要。

建设单位已按照《中华人民共和国海洋环境保护法》和《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》的相关规定，编写了《惠西作业公司溢油应急计划》（2025 年版）并在主管部门备案，本项目投产前，将对已制定的应急计划进行修订，将本项目纳入深圳分公司各级应急体系中统一考虑，并将修订后的溢油应急计划报相关主管部门备案，同时按照修编后的溢油应急计划开展好各种溢油应急准备和响应工作。

项目设计阶段采用了国际国内先进标准，建设和生产阶段采取各类风险事故防范措施，通过这些措施使得发生油气泄漏事故的概率较小；为了应对油气泄漏事故的发生，制定了溢油应急计划，从组织机构、资源配备、处理程序等进行了详细规定，而且企业的溢油应急计划与政府的分级响应机制相衔接。

综合以上分析，本项目发生油气泄漏的概率较低，且项目制定了周密的溢油应急计划，配备了相应的溢油应急资源，因此，本项目油气泄漏环境风险可防、可控。

## 13.7 清洁生产与总量控制

### 13.7.1 清洁生产分析结论

根据《石油和天然气开采行业清洁生产评价指标体系（试行）》的分级标准，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，经计算，本项目钻井作业的清洁生产综合评价指数为 92.6，达清洁生产先进水平；采油作业的清洁生产综合评价指数为 94，达清洁生产先进水平。

### 13.7.2 总量控制建议

项目投产后，新建 HZ27-5DPP 平台产生的生活污水量为  $18396\text{m}^3/\text{a}$  ( $50.4\text{m}^3/\text{d}$ )，经平台上的生活污水处理装置处理达标后排海 ( $\text{COD}\leq 500\text{mg/L}$ )。因此，建议新建 HZ27-5DPP 平台生活污水的总量控制指标为  $18396\text{m}^3/\text{a}$ ，COD 排放总量为  $9.2\text{t}/\text{a}$ 。

本项目投产后，依托南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为  $\times 10^4\text{m}^3/\text{a}$  ( $\text{m}^3/\text{d}$ )，其中石油类  $\text{t}/\text{a}$ ，超过《惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书》（环审〔2025〕79 号）批复的生产水最大排放量  $\text{m}^3/\text{d}$ 。因此，建议依托南海奋进 FPSO 含油生产水和石油类的总量控制指标为  $\times 10^4\text{m}^3/\text{a}$  和  $\text{t}/\text{a}$ 。

## 13.8 环境保护对策措施的合理性、可行性结论

### 13.8.1 环境保护对策措施

#### 13.8.1.1 建设阶段

本项目采用模块钻机进行钻完井作业；在钻井作业过程中优先采用水基钻井液，12-1/4"井段和 8-1/2"井段使用合成基钻井液。平台设有钻井液循环处理系统，分离出的钻井液返回泥浆池后循环使用，分离出的水基钻井液钻屑经检测达标后排海，若检测不达标运回陆地交由有资质单位处理。各井段钻井结束后，水基钻井液经检测达标后排海，不能满足排放要求的水基钻井液及合成基钻井液经收集后运回陆地处理，不排海。振动筛分离出的合成基钻井液钻屑经甩干后检测达标排放，若不达标进行热脱附处理，处理后的含油钻屑经检测达标后排海，若不达标，则运回陆地交由有资质单位处理。钻井过程中向海中排放的钻井液和钻屑，其生物毒性容许值达到《海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第 1 部分：分级》（GB18420.1-2009）标准中二级标准的要求，即钻井液的生物毒性容许值不低于  $20000\text{mg/L}$ 。同时，向海中排放的钻井液和钻屑中的含油量和重金属含量还应符合

《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级排放标准（含油量 $\leq 8\%$ ，重晶石中最大值： $Hg \leq 1mg/kg$ 、 $Cd \leq 3mg/kg$ ）的要求

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〕168号）相关要求。建设阶段产生的生产垃圾全部分类回收至垃圾箱内，分类装箱运回陆地交由有资质的单位进行处理。

### 13.8.1.2 生产阶段

本项目新建 HZ27-5DPP 平台产生的含油生产水依托南海奋进 FPSO 生产水处理系统进行处理。南海奋进 FPSO 生产水处理系统有两个处理流程，分别为水力旋流器处理装置和气浮选处理装置（备用），来自各级分离器的生产水经生产水舱沉降和生产水水力旋流器处理后达标排海。

生活污水经 HZ27-5DPP 平台上设置的生化电解式生活污水处理装置处理达标后排海。生活垃圾中的食品废弃物处理至颗粒直径小于 25mm 后，间断排放；其他生活垃圾全部运回陆地处理。

项目产生的生产垃圾集中装箱运回陆地，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的要求进行回收利用或处置。

### 13.8.2 海洋生态保护措施

建议建设单位在本项目开发过程中，采取如下措施：

（1）建设阶段应严格控制铺设海底电缆挖沟作业的时间，优化施工工艺，以降低和缓解对海洋生态资源的影响程度。

（2）建设和生产阶段必须严格控制污染物的排放量和排放浓度，减少对海洋环境影响的范围和程度。为了尽量较小对产卵场的影响，建设阶段钻屑、钻井液水下 40m 排放，海底电缆挖沟避开鱼类产卵集中期 5 月。

（3）建设单位应加强设备管理、严格操作规程、减少人为失误，从根本上将环境风险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。

（5）建设单位需与相关主管部门协商，对项目造成的海洋生物资源损失采取适当的生态恢复或补偿措施，使渔业资源得到尽快恢复和可持续利用等，其经费应纳入项目的环保投资预算。



### 13.9 建设项目环境可行性结论

惠州 27-5 油田开发项目属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》“鼓励类”产业，符合国家产业政策。项目符合《全国海洋主体功能区规划》，与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》和广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果的管理要求相协调。

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。项目周围海域海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境现状较好，评价范围内的敏感目标主要为深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场、蓝圆鲹粤东外海区产卵场、短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场等。项目在建设过程中产生的主要污染物为钻屑、钻井液和海底电缆挖沟埋设时掀起的悬浮物，对环境的影响属于短期性、可恢复性影响。生产运行阶段产生的主要污染物为含油生产水和生活污水，含油生产水经南海奋进 FPSO 处理达标后排放，生活污水经新建平台处理达标后排放，对环境的影响属于局部影响。新建平台钻屑、钻井液水下 40m 排放，海底电缆挖沟作业避开产卵集中期（5 月），尽量降低对产卵场等海洋生态环境的影响。其它污染物种类较少，且排放量也相对较小，拟采取的清洁生产和污染防治措施得当，污染物排放后对周围环境（海水水质、海洋沉积物及海洋生态环境）的影响范围和程度较小。

项目的建设生产和生产对海洋生态环境会产生一定影响和损害，需采取有效的保护措施。项目存在一定的溢油风险，需采取切实可行的溢油应急防范对策措施。

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



## 附件

### 附件 1 环评委托书



附件 2 相关工程环评批复

附件 2-1 《关于海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目环境影响报告书的批复》（环审〔2022〕83 号）

附件 2-2 《关于西江 24 区开发项目惠州 25-8 综合调整项目与南海奋进改造工程环境影响报告书的批复（环审〔2025〕20 号）》

附件 2-3 《关于番禺 30-1、惠州 21-1 天然气联合开发工程环境影响报告书核准意见的复函》（国海环字〔2004〕344 号）

附件 2-4 《关于惠州 26-6 油田开发项目环境影响报告书的批复》（环审〔2023〕22 号）



附件 2-5 《关于惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发及惠西区域电力组网工程环境影响报告书的批复》（环审〔2025〕79 号）



附件 3 相关工程竣工验收文件

附件 3-1 《关于番禺 30-1 气田开发工程环境保护设施竣工验收的复函》（国海环字〔2010〕370 号）

附件 3-2 《惠西作业公司关于西江 24 区开发项目惠州 25-8 综合调整项目与南海奋进改造工程环境保护设施竣工验收延期的请示》



附件 4 固体废物委托处理处置合同和资质

附件 4-1 与茂名市华凯石化有限公司的服务合同及其许可



附件 4-2 与惠州东江威立雅环境服务有限公司的服务合同及其许可证



附件 4-3 与湛江市粤绿环保科技有限公司的服务合同及其许可证



附件 5 惠西作业公司溢油应急计划备案登记表

附件 6 番禺气田（含珠海终端天然气处理厂）安全生产许可证



## 附件 7 建设项目海洋生态环境影响评价自查表

工作内容		自查项目		
影响识别	影响类型	直接向海洋排放废水 <input type="checkbox"/> ；短期内产生大量悬浮物 <input checked="" type="checkbox"/> ；改变入海河口（湾口）宽度束窄比例 <input type="checkbox"/> ；直接占用海域面积 <input checked="" type="checkbox"/> ；线性水工构筑物 <input type="checkbox"/> ；投放固体物 <input type="checkbox"/>		
	生态敏感区	一般敏感区：新建设施位于深水金线鱼产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场内，距离短尾大眼鲷南海北部产卵场 6.7km、金线鱼南海北部产卵场 8.2km。		
	影响因子	海水水质 <input checked="" type="checkbox"/> ；海洋沉积物 <input checked="" type="checkbox"/> ；海洋生态 <input checked="" type="checkbox"/> ；环境风险 <input checked="" type="checkbox"/>		
评价等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input checked="" type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>		
评价范围		沿主流向方向约 54km，垂直于主流向方向约 40km 的矩形区域，评价面积约为 2160km <sup>2</sup> 。		
评价时期		春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		
现状调查及评价				
海水水质	区域污染源	调查项目	数据来源	
		已建 <input type="checkbox"/> ；在建 <input type="checkbox"/> ；拟建 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	环评 <input type="checkbox"/> ；环保验收 <input type="checkbox"/> ；既有实测 <input type="checkbox"/> ；现场监测 <input type="checkbox"/> ；入海排污口数据 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>	
	调查时期		调查因子	调查断面或点位
	春季 <input checked="" type="checkbox"/> ；夏季 <input type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		水温、盐度、pH、化学需氧量（COD）、溶解氧（DO）、悬浮物、无机氮（包括硝酸盐氮、亚硝酸盐氮和氨氮）、活性磷酸盐（PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P）、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类、硫化物、挥发性酚	共 28 个调查站位，以南北向设 7 个纵断面，以东西向设 4 个横断面，断面间距 20km；在南海奋进 FPSO 半径 500 m 处布设 4 个加密站位。
	评价因子	pH、溶解氧、化学需氧量、无机氮、活性磷酸盐、石油类、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、挥发性酚和硫化物		
	评价标准	第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；第四类 <input type="checkbox"/> ；维持现状 <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价结论	海洋环境功能区水质达标情况：达标 <input checked="" type="checkbox"/> ；不达标 <input type="checkbox"/> ，超标因子（） 功能区外海域环境质量现状：符合第（一）类		
	海洋沉积物	调查站位	17 个	
	调查因子	汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物、有机碳		
	评价标准	规划内执行第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；维持现状 <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价结论	符合第一类，无超一类因子		
海洋生态	调查断面或点位	17 个		
	调查因子	铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞、石油烃		
	评价标准	第一类 <input type="checkbox"/> ；第二类 <input type="checkbox"/> ；第三类 <input type="checkbox"/> ；附录 C <input checked="" type="checkbox"/>		
	评价结论	超标因子（砷）		
影响预测及评价				
预测时期		春季 <input type="checkbox"/> ；夏季 <input checked="" type="checkbox"/> ；秋季 <input type="checkbox"/> ；冬季 <input type="checkbox"/>		
预测情景		建设期 <input checked="" type="checkbox"/> ；生产运行期 <input checked="" type="checkbox"/> ；服务期满后 <input type="checkbox"/>		
海水水质	预测方法	数值模拟 <input checked="" type="checkbox"/> ；类比分析 <input type="checkbox"/> ；近似估算 <input type="checkbox"/> ；物理模拟 <input type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>		
	影响评价	污染控制措施及入海排污口排放浓度限值应满足国家和地方排放标准 <input type="checkbox"/> ；		



工作内容		自查项目			
影响预测与评价		达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案应满足行业污染防治可行技术指南的要求，环境影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 不达标区的建设项目，选择废水处理措施或方案时，应满足海域环境质量达标规划和污染物削减替代要求、海域环境改善目标要求及行业污染防治可行技术指南中污染防治先进技术要求，确保废水污染物达到最低排放强度和浓度，且环境影响可接受 <input type="checkbox"/> ； 新设或调整入海排污口的建设项目，入海排污口位置、排放方式、排放规模具有环境合理性 <input type="checkbox"/> ； 对海水水质产生重大不利影响 <input type="checkbox"/> 。			
海洋沉积物影响评价	评价方法	定量预测 <input type="checkbox"/> ；半定量分析 <input checked="" type="checkbox"/> ；定性分析 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>			
	影响评价	海洋沉积物质量的影响范围、影响程度可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 海洋沉积物对海洋生态环境敏感区和海洋生态环境保护目标的影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> 。			
海洋生态影响预测与评价	预测方法	类比分析法 <input type="checkbox"/> ；图形叠置法 <input type="checkbox"/> ；生态机理分析法 <input type="checkbox"/> ；海洋生物资源影响评价法 <input checked="" type="checkbox"/> ；其他 <input type="checkbox"/>			
	影响评价	造成的生物资源损失量可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 对评价海域生物多样性的影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 对重要水生生物“三场一通道”、水产种质资源保护区的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ； 对珍稀濒危海洋生物种群和数量的影响，以及对其生境的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input type="checkbox"/> ；（不涉及） 对重要湿地、特殊生境（红树林、珊瑚礁、海草床、海藻场）等的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input type="checkbox"/> ；（不涉及） 对自然保护地、生态保护红线的占用、损害、阻隔和干扰等影响可接受 <input type="checkbox"/> ；（不涉及） 造成的冲淤变化对岸滩长度、宽度、生态功能和景观等影响可接受 <input type="checkbox"/> ；（不涉及） 产生重大的海洋生态和生物资源损害，造成或加剧区域的重大生态环境问题，存在不可承受的损害或潜在损害 <input type="checkbox"/> 。（不涉及）			
环境风险					
危险物质及工艺系统危险性 1	名称	原油	天然气	燃料油	
	存在总量	462.41t	11.14t	60.12t	
	Q 值	Q < 1 <input type="checkbox"/> ；1 ≤ Q < 10 <input checked="" type="checkbox"/> ；10 ≤ Q < 100 <input type="checkbox"/> ；Q ≥ 100 <input type="checkbox"/>			
	M 值	M1 <input type="checkbox"/> ；M2 <input type="checkbox"/> ；M3 <input checked="" type="checkbox"/> ；M4 <input type="checkbox"/>			
	P 值	P1 <input type="checkbox"/> ；P2 <input type="checkbox"/> ；P3 <input type="checkbox"/> ；P4 <input checked="" type="checkbox"/>			
环境敏感程度		E1 <input type="checkbox"/> ；E2 <input checked="" type="checkbox"/> ；E3 <input type="checkbox"/>			
环境风险潜势		IV+ <input type="checkbox"/> ；IV <input type="checkbox"/> ；III <input type="checkbox"/> ；II <input checked="" type="checkbox"/> ；I <input type="checkbox"/>			
评价等级		一级 <input type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input checked="" type="checkbox"/> ；简单分析 <input type="checkbox"/>			
风险识别	物质危险性	有毒有害 <input checked="" type="checkbox"/> ；易燃易爆 <input checked="" type="checkbox"/>			
	环境风险类型	泄漏 <input checked="" type="checkbox"/> ；火灾爆炸引起的伴生/次生污染物排放 <input type="checkbox"/>			



工作内容		自查项目	
事故情形分析	源强设定方法	计算法 <input checked="" type="checkbox"/> ; 类比估算法 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
	预测模型	溢油粒子模型 <input checked="" type="checkbox"/> ; 污染物扩散的数值模拟 <input type="checkbox"/>	
风险预测与评价		最近重要敏感目标 108km, 抵达时间 32.7h	
重点风险防范措施		严格按照设计标准进行设计。投产前修订溢油应急计划, 建立事故分级响应机制, 为井喷、海底管道泄漏、新建平台火灾/爆炸、船舶碰撞等多种事故类型制定了相应的风险防范及应急响应措施, 在新建平台上配备了溢油应急物资, 周边南海奋进 FPSO、海洋石油 115 FPSO 等依托设施已配备了围油栏等溢油设备。具体见 8.7 节。	
评价结论		在严格落实报告书提出的环境风险防范措施, 建立有效的突发环境事件应急预案, 加强环境风险管理的条件下, 本项目的环境风险可防可控。	
主要污染物排放总量核算	污染物名称	排放量	排放浓度
	含油生产水	南海奋进 FPSO 含油生产水排放量为 $\times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ (新增 $16.74 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ), 其中石油类 t/a (新增 7.49t/a)	含油浓度 $\leq 45 \text{mg/L}$ (月平均), 含油浓度 $\leq 65 \text{mg/L}$ (一次容许值)
	生活污水	HZ27-5DPP 平台生活污水量 $18396 \text{m}^3/\text{a}$ , COD 排放总量为 9.2t/a。	COD $\leq 500 \text{mg/L}$
污染物削减替代	污染物名称	削减量	来源
	/	/	/
污染防治和生态修复措施		污水处理设施 <input checked="" type="checkbox"/> ; 生态修复措施 <input checked="" type="checkbox"/> ; 区域削减 <input type="checkbox"/> ; 依托其他工程措施 <input type="checkbox"/> ; 其他 <input type="checkbox"/>	
监测计划	内容	环境质量	污染源
	监测方式	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自动 <input type="checkbox"/> ; 无监测 <input type="checkbox"/>	手动 <input checked="" type="checkbox"/> ; 自动 <input type="checkbox"/> ; 无监测 <input type="checkbox"/>
	监测点位	生产运营期: 新建平台 HZ27-5 DPP 平台半径为 500m 均匀布设 4 个点位; 依托设施的跟踪监测计划纳入现有惠州油田群环境跟踪监测计划统一考虑。	建设期新建平台
	监测因子	生产运营期: 水质监测包括悬浮物、无机氮、活性磷酸盐、COD、重金属、石油类、硫化物、挥发性酚; 沉积物监测包括重金属、石油类、有机碳、硫化物; 生物生态监测包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量。依托设施的跟踪监测计划纳入现有惠州油田群环境跟踪监测计划统一考虑。	建设期排放的钻屑和钻井液: 含油量、重金属 (Hg、Cd)、生物毒性; 生产运营期: 含油生产水中石油类, 生活污水中 COD。
	监测频次	竣工验收 (试运行) 前进行一次监测, 投产后 3~5 年进行一次监测。依托设施的跟踪监测计划	钻井液每月送检一次, 钻屑每月送检一次; 生产水、生活污水每日监测



工作内容	自查项目	
		纳入现有惠州油田群环境跟踪监测计划统一考虑。
总体评价结论		可接受 <input checked="" type="checkbox"/> ; 不可接受 <input type="checkbox"/>
注 1: M、P 的确定参照 HJ 169。		



附表

附表 1 海水水质调查结果

附表 2 海水水质各调查站位调查结果平均值

附表 3 调查海域海水水质各评价因子的标准指数（一类水质标准）



附表 4 调查海域浮游植物种类名录

附表 5 调查海域浮游动物种类名录

附表 6 调查海域底栖生物名录

附表 7 调查海域游泳动物名录

附表 8 调查海域鱼卵、仔稚鱼名录

### 中英文对照

英文简写	中文名称
HZ27-5DPP	惠州 27-5 钻采平台
HZ26-6DPP	惠州 26-6 钻采平台
FPSO	浮式生产储油外输系统
TEG	三甘醇
LPG	液化石油天然气
EL.	标高