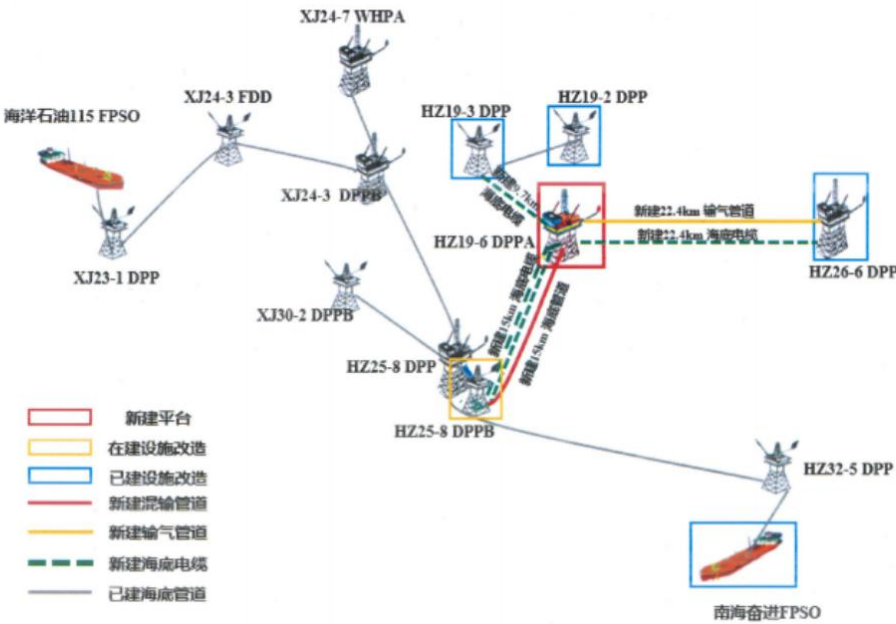


惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d
井区开发及惠西区域电力组网工程
环境影响报告书



中海油研究总院有限责任公司



打印编号: 1745281847000

编制单位和编制人员情况表

项目编号	9zh2r5		
建设项目名称	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		
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		
一、建设单位情况			
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		
二、编制单位情况			
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		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
张国华	12351343508130432	BH005228	张国华
2. 主要编制人员			
姓名	主要编写内容	信用编号	签字
张琪	工程区域环境概况	BH036767	张琪
郭良波	海洋生态环境影响预测与评价、环境经济损益分析	BH023449	郭良波
吴迪	环境影响回顾性分析	BH023436	吴迪
蔡迎雪	工程区域环境概况、清洁生产分析与总量控制	BH051361	蔡迎雪

石娇	海洋生态环境现状调查与评价、环境 管理与监测计划	BH072890	石娇
袁晓娟	环境保护对策措施及其合理性分析	BH013744	袁晓娟
邓媛媛	海洋生态环境现状调查与评价	BH023437	邓媛媛
马知遥	海洋生态环境风险评价	BH036766	马知遥
张国华	概述、总论、工程概况与工程分析、 环境影响评价结论	BH005228	张国华



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	2
1.3 关注的主要环境问题	3
1.4 主要评价结论	4
2 总论	6
2.1 评价依据	6
2.2 评价标准	8
2.3 环境敏感目标与环境保护目标	10
2.4 评价重点	11
2.5 评价工作等级	12
2.6 评价范围	13
3 工程概况与工程分析	15
3.1 建设项目基本情况	15
3.2 工程开发方案概述	20
3.3 新建工程	27
3.4 生产工艺流程	35
3.5 现有设施校核与改造	45
3.6 施工和建设方案	56
3.7 产污环节与污染物分析	64
3.8 污染物源强核算	66
3.9 环境影响评价因子筛选	80
4 工程区域环境概况	82
4.1 区域自然环境概况	82
4.2 国土空间规划及相关规划符合性	94
4.3 工程周围海洋生态环境保护目标分布	97
5 海洋生态环境现状调查与评价	105
5.1 海洋生态环境现状调查概况	105
5.2 海水水质现状调查与评价	113
5.3 海洋沉积物现状调查与评价	116
5.4 海洋生态现状调查与评价	119
5.5 生物质量调查与评价	125
5.6 海洋渔业资源现状调查与评价	127
6 环境影响回顾性分析	137
6.1 现有工程回顾	138
6.2 相关环评批复及落实情况	139
6.3 环境保护设施运行情况	143
6.4 溢油事故回顾	149
6.5 海洋环境质量回顾	150
6.6 环境影响回顾分析结论	156
7 海洋生态环境影响预测与评价	158
7.1 海洋环境影响预测	158
7.2 海水水质环境影响评价	184
7.3 海洋沉积物环境影响评价	186
7.4 海洋生态环境影响评价	186



7.5 海洋生物资源损失评估	188
7.6 环境敏感目标影响分析	195
7.7 水文动力环境影响分析	196
7.8 地形地貌与冲淤环境影响分析	196
8 海洋生态环境风险评价	197
8.1 风险评价概述	197
8.2 风险调查	198
8.3 评价等级及评价范围	200
8.4 风险识别	203
8.5 风险事故情形分析	206
8.6 地质性溢油及浅层气风险分析	211
8.7 溢油风险后果分析	228
8.8 环境风险防范措施及应急处置措施	236
8.9 风险评价结论	257
9 清洁生产分析与总量控制	259
9.1 清洁生产分析	259
9.2 清洁生产措施	259
9.3 建设项目清洁生产评价	262
9.4 污染物排放总量控制建议	268
9.5 排污混合区建议	269
10 环境保护对策措施及其合理性分析	271
10.1 建设阶段环境保护对策措施	271
10.2 生产阶段环境保护对策措施	275
10.3 海洋生态保护对策	282
10.4 环境保护对策措施一览表	287
10.5 环保设施“三同时”竣工验收建议	290
11 环境经济损益分析	291
11.1 环境保护设施和对策措施的费用估算	291
11.2 环境保护的经济损益分析	292
12 环境管理与监测计划	295
12.1 环境管理	295
12.2 环境监测计划	298
13 环境影响评价结论	302
13.1 工程分析结论	302
13.2 规划和政策符规划和政策符合性结论	305
13.3 环境现状分析与评价结论	305
13.4 环境影响回顾性分析	309
13.5 环境影响预测与评价结论	309
13.6 环境风险分析与评价结论	313
13.7 清洁生产与总量控制	314
13.8 环境保护对策措施的合理性、可行性结论	315
13.9 建设项目环境可行性结论	317
附件 1 环评委托书	319
附件 2 相关工程环评批复	320
附件 2-1 《关于惠州 19-3/2/1 油田开发工程环境影响报告书审批意见的复函》（国海环字〔2002〕356 号）	320
附件 2-2 《关于惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书核	



准意见的批复》（国海环字〔2013〕274 号）	321
附件 2-3 《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）	323
附件 2-4 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）	324
附件 2-5 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）	325
附件 3 相关工程竣工验收批复	327
附件 3-1 《关于惠州 19-3/2/1 油田环境保护设施竣工验收的复函》（国海环字〔2007〕156 号）	327
附件 3-2 《关于惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环保设施竣工验收的函》（国海环字〔2018〕92 号）	328
附件 4 固体废物委托处理处置合同和资质	329
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证	329
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	333
附件 5 西江油田作业区溢油应急计划备案登记表	337
附件 6 惠州油田溢油应急计划备案登记表	338
附件 7：建设项目海洋生态环境影响评价自查表	339
附表 环境质量现状调查与评价结果	343
附表 1 海水水质调查结果	343
附表 2 海水水质各调查站位调查结果平均值	345
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）	346
附表 4 调查海域浮游植物种类名录	348
附表 5 调查海域浮游动物种类名录	351
附表 6 调查海域底栖生物名录	357
附表 7 调查海域游泳动物名录	362
附表 8 调查海域鱼卵、仔稚鱼名录	367
中英文对照	368

1 概述

1.1 项目概述

惠州 19-6 油田和惠州 25-4 油田位于中国南海珠江口盆地北部坳陷带惠州凹陷西南部。本项目拟新建 1 座钻采平台（HZ19-6 DPPA 平台）开发惠州 19-6 油田和惠州 25-4 油田，本项目距周边惠州 19-1 油田约 4km，距惠州 19-2 油田约 6km，距惠州 19-3 油田约 9km，所在海域水深约 102m，新建 HZ19-6 DPPA 平台距岸（深圳市）最近约 140km。同时为了推动惠西区域整体开发，合理统筹新增开发项目用电需求，进行惠西（惠州油田和西江油田）区域电力组网基础设施项目建设。

惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目计划新建 1 座钻采平台 HZ19-6 DPPA 平台，新铺设 1 条海底混输管道（新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台，10" /16"，长度约 15km），并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、南海奋进 FPSO 进行适应性改造。

惠西区域电力组网工程计划在新建 HZ19-6 DPPA 平台设置透平电站、余热发电装置及组网装置，新建 1 条海底输气管道（已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台，8"，长度约 22.4km），4 条海底电缆（2 条平行铺设的新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台长度约 15km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台长度约 22.4km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台长度约 9.7km）并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台和 HZ19-3 DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ19-6 DPPA 平台设置 45 个井槽（4 口单筒双井），先期开发 27 口生产井（后期两口生产井转注）和 3 口注水井，预留 19 口井，采用模块钻机进行钻井作业，计划 2027 年 9 月投产。HZ19-6 DPPA 平台投产后最大产油量 $108 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，最大年产气量 $0.592 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。本项目工程总投资（含税）40.76 亿元人民币，环保投资为 8041.15 万元人民币。

新建 HZ19-6 DPPA 平台所产物流经本平台生产分离器初步处理后，分离出的含水原油经新建的海底混输管道输往在建的 HZ25-8 DPPB 平台（计划 2026 年 1 月投产），2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流进入 HZ25-8 DPPB 平台，与 HZ25-8 DPPB 平台物流混合后一起进入一级分离器分离，分离出的含水约 10%原油通过栈桥输往已建 HZ25-8 DPP 平台与该平台一级分离器处理的物流混合进入二级分离器处理后，处理后的原油经已建 HZ25-8 DPP 平台至 XJ24-3

DPPB 平台海底混输管道、已建 XJ24-3 DPPB 平台至 XJ24-3 FDD 平台海底混输管道、已建 XJ24-3 FDD 平台至 XJ23-1 DPP 平台海底混输管道和已建 XJ23-1 DPP 平台至海洋石油 115 FPSO 海底混输管道最终外输至海洋石油 115 FPSO 进一步处理、储存、外输；2028 年及以后，HZ19-6 DPPA 平台生产物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线进入 HZ25-8 DPP 平台（物流越站 HZ25-8 DPP 平台，HZ25-8 DPP 平台和 HZ25-8 DPPB 平台栈桥相连），经已建的 HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5 DPP 平台的海底混输管线、HZ32-5 DPP 平台至南海奋进 FPSO 的混输管线进入南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。HZ19-6 DPPA 平台设有生产水处理系统，生产水部分在 HZ19-6 DPPA 平台处理达标后排海，其余部分 2027 年依托 HZ25-8 DPP 平台、HZ25-8 DPPB 平台、海洋石油 115 FPSO 处理达标后排海，2028 年及以后依托南海奋进 FPSO 处理达标后排海。

新建平台分离器分离出的气体与通过 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台输气管道输送来的天然气进 HZ19-6 DPPA 平台燃料气系统后用于透平发电，新建 HZ19-6 DPPA 平台新设 3 台燃气透平发电机组、1 套余热发电装置和 1 套组网装置，并通过新建 4 条海底电缆和对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台和 HZ19-3 DPP 平台的适应性改造，实现惠西区域电力组网。本项目新建平台部分开发井注水开发，利用海水处理后注入地层驱油。

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 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（附件一），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 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”，应该编制环境影响评价报告书。

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 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”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 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、生态红线及相关规划符合性进行了分析。

本项目引用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环境质量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、环境风险分析与评价、地质性溢油风险与评价、浅层气风险与评价、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 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（新建设施和依托设施外延约 15km）的敏感目标主要是鱼类产卵场，本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台位于短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中，距离鲈鱼珠江口近海区产卵场 0.7km、鲈鱼粤东外海区产卵场 7.5km、距离其他产卵场均在 13.2km 以上；新建管缆全部或部分穿越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、鲈鱼珠江口近海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、深水金线鱼产卵场、鲈鱼粤东外海区产卵场，距离长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场 4.4km、其他产卵场均在 17.3km 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，距离最近的广东惠东港口海龟国家级自然保护区约 129.7km，距离最近的海洋生态保护红线约 79.5km。

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水基钻井液

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、沉积物和海洋生态环境的影响范围及程度。在风险事故情况下，关注的主要环境问题是油气泄漏事故对工程设施周围海域的环境敏感目标、海洋生态环境、渔业资源以及渔业生产的潜在影响。

1.4 主要评价结论

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“三区三线”划定成果中海洋生态保护红线的管理要求相协调。

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、沉积物和生物质量现状较好，评价范围内的敏感目标主要为短尾大眼鲷南海北部产卵场、鲐鱼珠江口近海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、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、鲐鱼粤东外海区产卵场、长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场等。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，含油生产水经新建 HZ19-6 DPPA 平台、依托 HZ25-8 DPPB 平台（2027 年）、HZ25-8 DPP 平台（2027 年）、海洋石油 115 FPSO（2027 年）和南海奋进 FPSO（2028 年及以后）处理达标后排放，生活污水经新建 HZ19-6 DPPA 平台处理达标后排放，对环境的影响属于局部影响。新建平台生产水经处理达标后水下 50m 排放，钻屑、水基钻井液水下 40m 排放，海底电缆挖沟作业避开产卵集中期（5 月），依托 HZ25-8 DPP 平台生产水经处理达标后水下排放，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、沉积物及海洋生态）的影响范围和程度较小。

项目的建设和生产对海洋生态环境和渔业资源会产生一定影响和损害，需采取有效的保护措施。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



险防范措施和应急预案的前提下，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 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目可行性工程方案、惠西区域电力组网基础设施可行性工程方案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，2013.12.28 修正）
- 《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）

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，2017.10.7 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）
- 《关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号）》（自然资源部，2022.10.14）

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）
- 《水上溢油环境风险评估技术导则》（JT/T1143-2017）*
- 《船舶溢油应急能力评估导则》（JT/T 877-2013）*

•《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018）*

*注：由于行业适用性，部分采用

2.1.4 基础资料

- 关于开展惠州 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评价委托书
- 惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目可行性研究报告（2024.9）
- 惠西区域电力组网基础设施项目可行性研究报告（2024.9）

2.1.5 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“三区三线”划定成果中海洋生态保护红线
- 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》（2021 年 3 月）
- 《“十四五”现代能源体系规划》
- 《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》

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》（HJ1409-2025），“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、沉积物、海洋生物质量分别执行不劣于现状海水水质、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/参考标准	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	环境质量现状评价
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)		海洋生物质量现状评价（贝类）
	环境影响评价技术导则 海洋生态环境 (HJ 1409-2025)	-	海洋生物质量评价（软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质，除总铬外）

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 140km；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 $\leq 45\text{mg/L}$ （月平均） 含油浓度 $\leq 65\text{mg/L}$ （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 $\geq 50000\text{mg/L}$	
	碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法（SY/T5329-2022）	储层空气渗透率 $(\leq 0.01)\mu\text{m}^2$	含油量 $\leq 5\text{mg/L}$ ，悬浮固体含量 $\leq 8\text{mg/L}$ ，悬浮物颗粒直径中值 $\leq 3\mu\text{m}$	
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 $>8\%$ 的含油钻屑和钻井液， $\text{Hg} \leq 1\text{mg/kg}$ ， $\text{Cd} \leq 3\text{mg/kg}$	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 $\geq 20000\text{mg/L}$	
生活污水	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB 4914-2008）	三级	$\text{COD} \leq 500\text{mg/L}$	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 $<25\text{mm}$ 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 $\leq 15\text{mg/L}$ 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	船舶水污染物排放控制	/	采用下列方式之一进行处理，不得直接	距最近陆地

污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
生活污水 ¹	标准 (GB3552-2018)		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, $BOD_5 \leq 50\text{mg/L}$, $SS \leq 150\text{mg/L}$, 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, $BOD_5 \leq 25\text{mg/L}$, $SS \leq 35\text{mg/L}$, 耐热大肠菌群 ≤ 1000 个/L, $COD_{Cr} \leq 125\text{mg/L}$, pH: 6-8.5, 总氯 (总余氯) $< 0.5\text{mg/L}$ 。 污染物排放监控位置: 生活污水处理装置出水口。	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 ¹	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
			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 ²	《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% _{m/m} 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, 工程评价范围内无重要敏感区。

对于一般敏感区, 本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台位于短尾大眼鲷南海北部

产卵场、金线鱼南海北部产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中，距离鲈鱼珠江口近海区产卵场 0.7km、鲈鱼粤东外海区产卵场 7.5km、距离其他产卵场均在 13.2km 以上；新建管缆全部或部分穿越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、鲈鱼珠江口近海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、深水金线鱼产卵场、鲈鱼粤东外海区产卵场，距离其他产卵场均在 4.4km 以上。

本项目距离国家级自然保护区、海洋生态保护红线等均较远。正常开发生产作业仅对产卵场产生一定影响，不会对其他敏感目标造成影响，但需作为溢油风险评价关注对象。

工程海域附近主要环境敏感目标具体描述详见报告书“第四篇 工程区域环境概况”篇章中内容。

2.3.2 环境保护目标

本项目在正常建设、运行情况下环境保护目标为环境影响评价范围内的海水水质、沉积物、海洋生物生态、生物资源环境和鱼类产卵场等。

溢油情况下的环境保护目标为工程周围海域海水水质、海洋渔业资源、海洋生态环境等环境敏感目标。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（主要是水基钻井液、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、沉积物、海洋生物生态和生物资源环境影响评价，以及潜在的溢油事故对海水水质、海洋生物生态、鱼类产卵场和渔业资源的影响评价。

本次评价的工程内容主要包括：

- 新建 HZ19-6 DPPA 平台；
- 新铺设 1 条海底混输管道和 1 条输气管道，直接铺设于海底，不挖沟；
- 新铺设 4 条海底电缆，后挖沟埋设，自然回填，埋深 1.5m；
- 依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台 HZ19-3 DPP 平台和南海奋进 FPSO 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水基钻井液、钻屑及海底电缆挖沟掀起的悬浮物对工程周围海水水质、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、温排水排放对工程周围海水水质、海洋生态和渔业资源的影响范围及程度；
- 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。

根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋油（气）开发及其附属工程建设项目的环评等级主要根据废水日排放量、泥浆及钻屑排放量、挖沟埋设管缆总长度以及工程所在海域的生态敏感性来确定。

本项目位于中国南海珠江口盆地，新建平台及管缆位于多个产卵场，属于导则中规定的“生态环境敏感区中的一般敏感区”。本项目投产后，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，最大排放量为 31530m³/d，评价等级为 3 级，含 C 类污染物废水为温排水和浓盐水，最大排放量 137952m³/d，评价等级为 3 级；泥浆及钻屑最大排放量为 109399m³，评价等级为 1 级；挖沟埋设电缆总长度为 62.1km，评价等级为 2 级。综上，根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025）中对评价工作等级的判据，确定项目环评等级为 1 级，见表 2.5-1。

表 2.5-1 本项目环境影响评价等级

工程内容	影响类型		排放量或长度	判定标准	各影响类型判定评价等级	项目评价等级
海洋油气开发及其附属工程	废水排放量 Q (10 ⁴ m ³ /d)	含 B 类污染物	3.1530	Q<5	3	1

工程内容	影响类型		排放量或 长度	判定标准	各影响类型 判定评价等 级	项目评 价等级
		含 C 类污染物	13.7952	$Q < 50$	3	
	泥浆及钻屑排放量 Q (10^4m^3)		10.9399	$Q \geq 10$	1	
	挖沟埋设管缆总长度 L (km)		62.1	$60 \leq L < 100$	2	

鉴于项目在建设、生产过程中存在潜在的溢油事故环境风险，参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ169-2018），根据风险潜势判定，确定项目的风险评价等级为三级评价。鉴于海洋溢油风险事故一旦发生，将对周围环境造成较大不利影响，保守考虑，本项目海洋生态环境风险评价参考二级评价的要求进行评估分析。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》（HJ1409-2025）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，结合所在海域主流向 W，确定主流向方向约 93km，垂直于主流向方向约 59km 的矩形区域为项目的环境影响评价范围，评价范围为项目新建设施和依托设施外扩约 15km 海域，评价面积约为 5487km²。

项目环境影响评价范围四至坐标见表 2.6-1，评价范围示意图 2.6-1。

表 2.6-1 评价范围四至坐标

拐点	经度 (E)	纬度 (N)
A	114°33'58.622"	21°31'7.885"
B	115°27'55.562"	21°31'7.885"
C	115°27'55.562"	20°59'6.41"
D	114°33'58.622"	20°59'6.41"

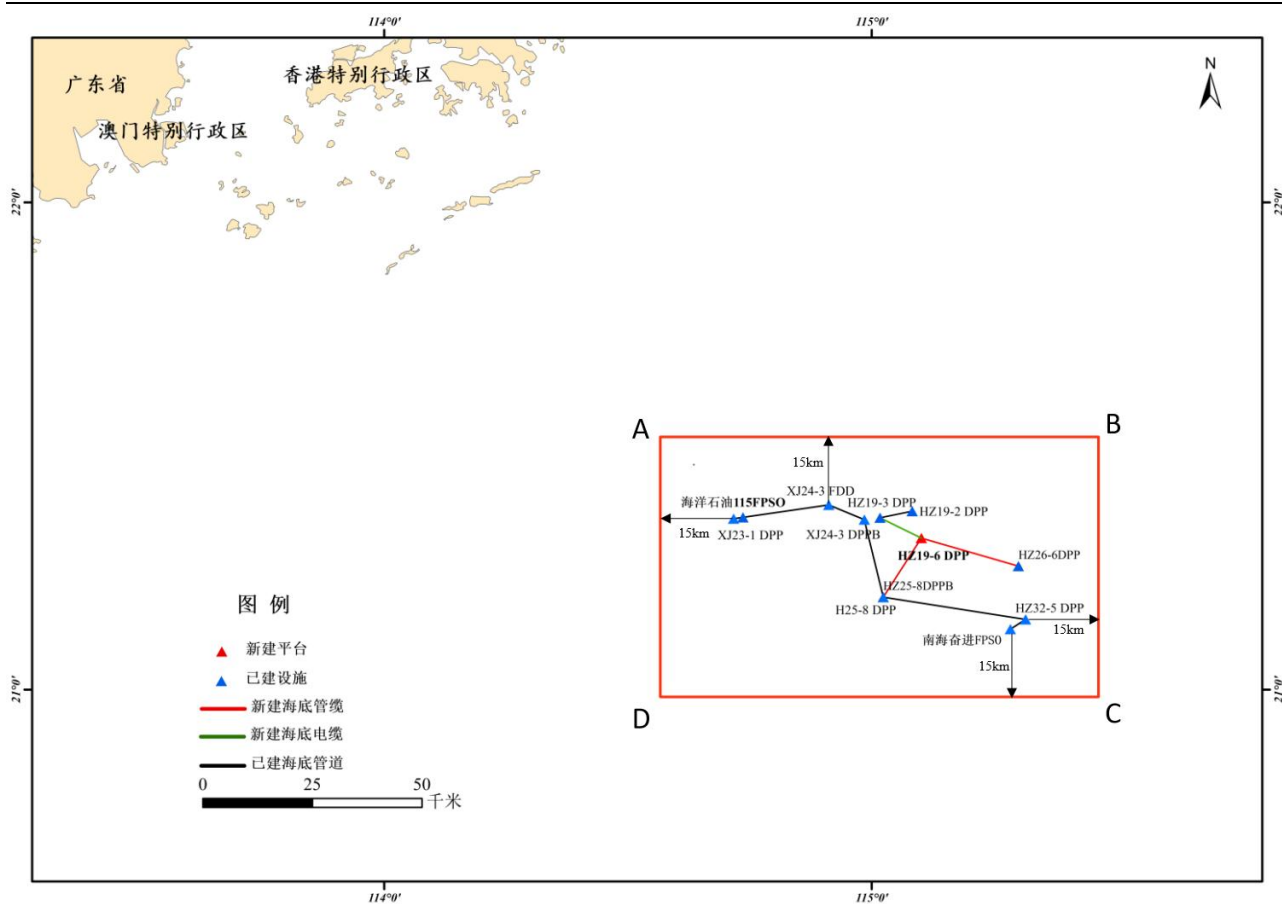


图 2.6-1 评价范围示意图

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 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，建设单位为中海石油（中国）有限公司深圳分公司。其中惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目计划新建 1 座钻采平台 HZ19-6 DPPA 平台，新铺设 1 条海底混输管道（新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台，10" /16"，长度约 15km），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计划在新建 HZ19-6 DPPA 平台设置透平电站、余热发电装置及组网装置，新建 1 条海底输气管道（已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台，8"，长度约 22.4km），4 条海底电缆（2 条平行铺设的新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台长度约 15km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台长度约 22.4km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台长度约 9.7km）并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台和 HZ19-3 DPP 平台进行适应性改造。本项目属于新建海洋油（气）开发工程。

3.1.1 地理位置

惠州 19-6 油田和惠州 25-4 油田位于中国南海珠江口盆地北部坳陷带惠州凹陷西南部，距周边惠州 19-1 油田约 4km，距惠州 19-2 油田约 6km，距惠州 19-3 油田约 9km，所在海域水深约 102m。新建设施距岸（深圳市）最近约 140km。

新建及依托设施坐标见表 3.1-1，本项目地理位置见图 3.1-1。

表 3.1-1 新建、依托设施坐标

设施名称			东经 (E)	北纬 (N)
新建 设施	HZ19-6 DPPA 平台		115°05'42.153"	21°18'21.350"
	新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台的混输管道	起点	115°05'42.153"	21°18'21.350"
		终点	115°01'29.156"	21°11'23.013"
	已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台的输气管道	起点	115°18'03.091"	21°15'12.349"
		终点	115°05'42.153"	21°18'21.350"
	新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台的海底电缆	起点	115°05'42.153"	21°18'21.350"
		终点	115°01'29.156"	21°11'23.013"

3.1.2 油田开发规模

本项目计划新建 1 座钻采平台 HZ19-6 DPPA 平台, 新铺设 1 条海底混输管道(新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台, 10" /16", 长度约 15km), 1 条海底输气管道 (已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台, 8", 长度约 22.4km), 4 条海底电缆(2 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB

平台长度约 15km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台长度约 22.4km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台长度约 9.7km），并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台和南海奋进 FPSO 进行适应性改造。

新建 HZ19-6 DPPA 平台设置 45 个井槽（4 口单筒双井），先期开发 27 口生产井（后期两口生产井转注）和 3 口注水井，预留 19 口井，采用模块钻机进行钻井作业，计划 2027 年 9 月投产。HZ19-6 DPPA 平台投产后最大年产油量 $108 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ （2031 年），最大年产气量 $0.592 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ （2033 年）。本项目工程总投资（含税）40.76 亿元人民币，其中环保投资为 8041.15 万元人民币。本项目主要建设内容见表 3.1-2。

表 3.1-2 本项目建设内容一览表

序号	名称	主要建设内容和规模	
新建工程	新建 HZ19-6 DPPA 平台	平台结构	HZ19-6 DPPA 平台是一座 8 腿导管架中心平台，平台工作点间距为 $(14\text{m}+48\text{m}+14\text{m}) \times 22\text{m}$ 。共设有四层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板。平台设有模块钻机、120 人生活楼、主工艺系统、透平电站、余热回收装置、余热发电系统、注水系统、柴油系统、化学药剂注入系统、火炬系统、开闭排系统、消防系统、换流站等设施。
		井槽布置	平台共有 45 个井槽，呈 9（行） \times 5（列）排列，井槽间距为 $2.3\text{m} \times 2.2\text{m}$ ，采用模块钻机钻完井及修井作业。
		主工艺系统	主要由流量计、生产分离器、原油冷却器、压缩机、外输增压系统等组成。
		公用系统	主要由燃料气处理系统、柴油系统、闭式排放系统、火炬放空系统、开式排放系统、化学药剂注入系统、公用仪表风系统和氮气系统等组成。
		水消防系统	主要由生产水处理系统、注水系统、海水系统、淡水系统、生活污水处理系统、闭式循环冷却水系统、消防系统和救生系统等组成。
		其他	包括机械、电气、仪控和通信系统等。
	新铺设海底管道和海底电缆	海底管道	新建 1 条 15km 从新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台的混输管道
			新建 1 条 22.4km 从已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台的输气管道
		海底电缆	新建 2 条 15km 从新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台的海底电缆
		海底电缆	新建 1 条 22.4km 从新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台的海底电缆
		海底电缆	新建 1 条 9.7km 从新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台的海底电缆

序号	名称	主要建设内容和规模	
	依托设施 适应性改 造	HZ25-8 DPPB 平台	下层甲板：新增清管球接收器，新增 2 台外输掺水泵，新增电缆和新增电缆接线箱。2028 年及以后在 HZ25-8 DPPB 平台至 HZ25-8 DPP 平台栈桥增加原油管线。海管出口增设流量计。
		HZ26-6 DPP 平台	中层甲板：新增变压器间及 FM200 间，新增甲板布置进风机盐雾滤器，新增高压开关间。新增甲板避免落物作业风险。下层甲板：新增甲板 20m×3.5m 布置新增清管球发球筒；新增电缆接线箱，新建混输管立管利用 A1 腿立管、新建海缆利用 A1 腿预留电缆护管。
		HZ19-3 DPP 平台	底层甲板：利用已有空间位置增加电缆接线箱，利旧 B2 腿立管；改造封存立管作为电缆护管；主开关间拆除现有高压盘，新增 4 面高压盘。
		HZ19-2 DPP 平台	对 HZ19-2 DPP 平台至 HZ19-3 DPP 的海缆出线开关 (HV-7101-4) 综保系统进行改造。
	依托设施 改造	南海奋进 FPSO	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。

3.1.3 生产物流性质

3.1.3.1 项目开发规模

本项目基础数据详见表 3.1-3。

表 3.1-3 本项目基础数据

项目名称		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
产量	最大年产油	108×10 ⁴ m ³ /a (2031 年)
	最大年产水	1189.95×10 ⁴ m ³ /a (2036 年)
	最大产液量	1240.7×10 ⁴ m ³ /a (2036 年)
	最大年产气	0.592×10 ⁸ m ³ /a (2033 年)
最大年注水量		166.44×10 ⁴ m ³ /a (2034 年)
开发方式		部分注水开发 (15 口中浅层采油井天然能量开发，12 口深层开发井注水开发)
生产平台		新建 HZ19-6 DPPA 平台
新建平台井槽/井数		设 45 个井槽 (4 口单筒双井)，先期开发 27 口生产井 (后期两口生产井转注) 和 3 口注水井，预留 19 口井
新建设施设计寿命		40 年
新建工程总投资		40.76 亿元人民币
预计投产时间		2027 年 9 月投产

3.1.3.2 原油物性

本项目地面原油物性见表 3.1-4。

表 3.1-4 本项目原油物性数据

名称	密度 (t/m ³)	粘度	含蜡	含水	沥青质	凝固点	初馏点
	15℃	mPa.s	%	%	%	℃	℃
惠州 19-6 油田/ 惠州 25-4 油田	0.832	4.9	28.59	0.1	0.69	37	39

3.1.3.3 伴生气性质

本项目伴生气组分见表 3.1-5。

表 3.1-5 本项目伴生气组分

名称	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	水蒸气
惠州 19-6 油田/惠州 25-4 油田	67.876	12.932	5.808	1.101	1.796	0.834	0.816	0.912	0.644	6.633	0.007	0.641
惠州 26-6 油田来气	75.879	9.318	12.512	0.327	0.342	0.269	0.407	0.526	0.240	0.175	0	0.004

3.1.4 生产预测数据

惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目生产预测数据见表 3.1-6。

表 3.1-6 本项目生产预测表

日期	日均产量					年产量				
	油	水	气	液	注水 ¹	油	水	气	液	注水 ¹
a	m ³ /d	m ³ /d	10 ⁴ m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	10 ⁴ m ³ /a	10 ⁴ m ³ /a	10 ⁸ m ³ /a	10 ⁴ m ³ /a	10 ⁴ m ³ /a
2027	330	3470	0	3800	0	3.4	35.61	0.001	38.99	0
2028	1151	2649	1.3	3800	0	40	92.17	0.047	132.13	0
2029	2492	4536	4.4	7028	0	86.1	157.61	0.151	243.68	0
2030	3035	10524	13.8	13559	1536	104.7	364.84	0.478	469.54	35.61
2031	3339	21539	16	24839	1972	108.0	546.83	0.556	651.47	68.37
2032	3100	25761	16.2	28861	3266	104.6	762.27	0.565	866.83	113.54
2033	2782	29639	19.5	32421	3853	101.4	976.91	0.592	1081.70	133.61
2034	2230	32051	16.1	34281	4800	97.5	1106.05	0.488	1203.57	166.44
2035	1830	33437	13.5	35267	4795	67.4	1172.64	0.407	1240.02	166.26
2036	1414	33846	11.3	35260	4767	50.7	1189.95	0.341	1240.70	165.75
2037	1389	33876	9.6	35265	4754	40.1	1179.45	0.289	1219.53	164.85
2038	1191	32774	8.1	33964	4745	35.2	1159.00	0.246	1194.22	164.55
2039	1035	32593	6.9	33628	4738	33.7	1070.28	0.211	1104.01	164.3
2040	866	32294	5.5	33160	4733	28.2	1080.10	0.170	1108.26	164.58
2041	765	32484	4.7	33250	4730	24.5	1056.12	0.144	1080.62	164.01

日期	日均产量					年产量				
	油	水	气	液	注水 ¹	油	水	气	液	注水 ¹
a	m ³ /d	m ³ /d	10 ⁴ m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	10 ⁴ m ³ /a	10 ⁴ m ³ /a	10 ⁸ m ³ /a	10 ⁴ m ³ /a	10 ⁴ m ³ /a
2042	661	30378	3.9	31038	4727	20.8	986.74	0.118	1007.55	163.91
2043	562	27853	3.3	28416	4594	18.0	927.54	0.100	945.50	159.28
2044	397	22048	2.6	22445	4459	15.1	810.11	0.078	825.25	155.03
2045	304	17619	2	17924	4454	11.3	752.49	0.066	763.81	154.44
2046	264	16953	1.7	17217	4265	9.0	643.53	0.056	652.53	147.88
2047	221	16929	1.4	17150	4194	8.0	557.80	0.047	565.8	145.44
2048	199	15760	1.1	15959	3907	6.5	529.23	0.04	535.76	135.85
2049	135	11551	1.0	11686	3637	6.0	488.11	0.033	494.13	126.12
2050	116	11302	0.8	11418	3103	4.4	410.64	0.028	415.07	107.61

注：1、注水水源为经处理合格后的海水。

3.2 工程开发方案概述

3.2.1 惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目

本项目新建工程将依托惠州西江油田群现有设施进行开发，惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目计划新建 1 座钻采平台 HZ19-6 DPPA 平台，新铺设 1 条海底混输管道（新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台，10" /16"，长度约 15km），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计划在新建 HZ19-6 DPPA 平台设置透平电站、余热发电装置及组网装置，新建 1 条海底输气管道（已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台，8"，长度约 22.4km），4 条海底电缆（2 条平行铺设的新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台长度约 15km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台长度约 22.4km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台长度约 9.7km）并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台和 HZ19-3 DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ19-6 DPPA 平台所产物流经本平台生产分离器初步处理后，分离出的含水原油经新建的海底混输管道输往在建的 HZ25-8 DPPB 平台，2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流进入 HZ25-8 DPPB 平台，与 HZ25-8 DPPB 平台物流混合后一起进入一级分离器分离，分离出的含水约 10%原油通过栈桥输往已建 HZ25-8 DPP 平台与该平台一级分离器处理的物流混合进入二级分离器处理后，处理后的原油经已建 HZ25-8 DPP 平台至 XJ24-3 DPPB 平台海底混输管道、已建 XJ24-3 DPPB 平台至 XJ24-3 FDD 平台海底混输管道、已建 XJ24-3 FDD 平台至 XJ23-1 DPP 平台海底混输管道和已建 XJ23-1 DPP 平台至海洋石油 115 FPSO

海底混输管道最终外输至海洋石油 115 FPSO 进一步处理、储存、外输；2028 年及以后，HZ19-6 DPPA 平台生产物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线进入 HZ25-8 DPP 平台（物流越站 HZ25-8 DPP 平台，HZ25-8 DPP 平台和 HZ25-8 DPPB 平台栈桥相连），经已建的 HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5 DPP 平台的海底混输管线、HZ32-5 DPP 平台至南海奋进 FPSO 的混输管线进入南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。HZ19-6 DPPA 平台设有生产水处理系统，生产水部分在 HZ19-6 DPPA 平台处理达标后排海，其余部分依托 HZ25-8DPP（2027 年）平台、HZ25-8DPPB 平台（2027 年）、海洋石油 115 FPSO（2027 年）和南海奋进 FPSO（2028 年及以后）处理达标后排海。

本项目新建平台部分开发井注水开发，由于本项目回注水水质要求较高，生产水由于含油、含悬浮物、矿化度较高、水温高等原因，水质比海水更复杂，不确定性更大，同时存在配伍性问题，生产水处理后水质不能满足注水水质标准要求，因此本项目采用海水处理后回注。

本项目依托现有惠州、西江油田群设施进行开发和改造。西江油田群目前已经有 6 座已建平台（HZ25-8 DPP 平台、XJ24-3 DPPB 平台、XJ24-3 FDD 平台、XJ30-2 FDD 平台、XJ23-1 DPP 平台、XJ30-2 DPPB 平台），2 座在建平台（XJ24-7 WHPA 平台和 HZ25-8 DPP 平台），1 艘浮式生产储油轮（海洋石油 115FPSO）及相应的海底管缆。目前海洋石油 115FPSO 接收西江油田群 6 座已建平台的物流以及 HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台和 HZ25-3 WHP 平台的物流。

南海奋进 FPSO 所在的惠州油田群目前有 10 座已建平台，HZ32-2 DPP 平台、HZ32-3 DPP 平台、HZ26-1 DPP 平台、HZ21-1 WHPA 平台、HZ21-1 WHB 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台、HZ25-3 WHP 平台、HZ32-5 DPP 平台、HZ26-6 DPP 平台，1 艘浮式生产储油轮（南海奋进 FPSO）及相应海底管缆。南海奋进 FPSO 接收惠州油田群 7 座已建平台（不接收 HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台和 HZ25-3 WHP 平台）的物流。本项目新建工程物流走向见图 3.2-1，总体开发方案示意图见图 3.2-4。

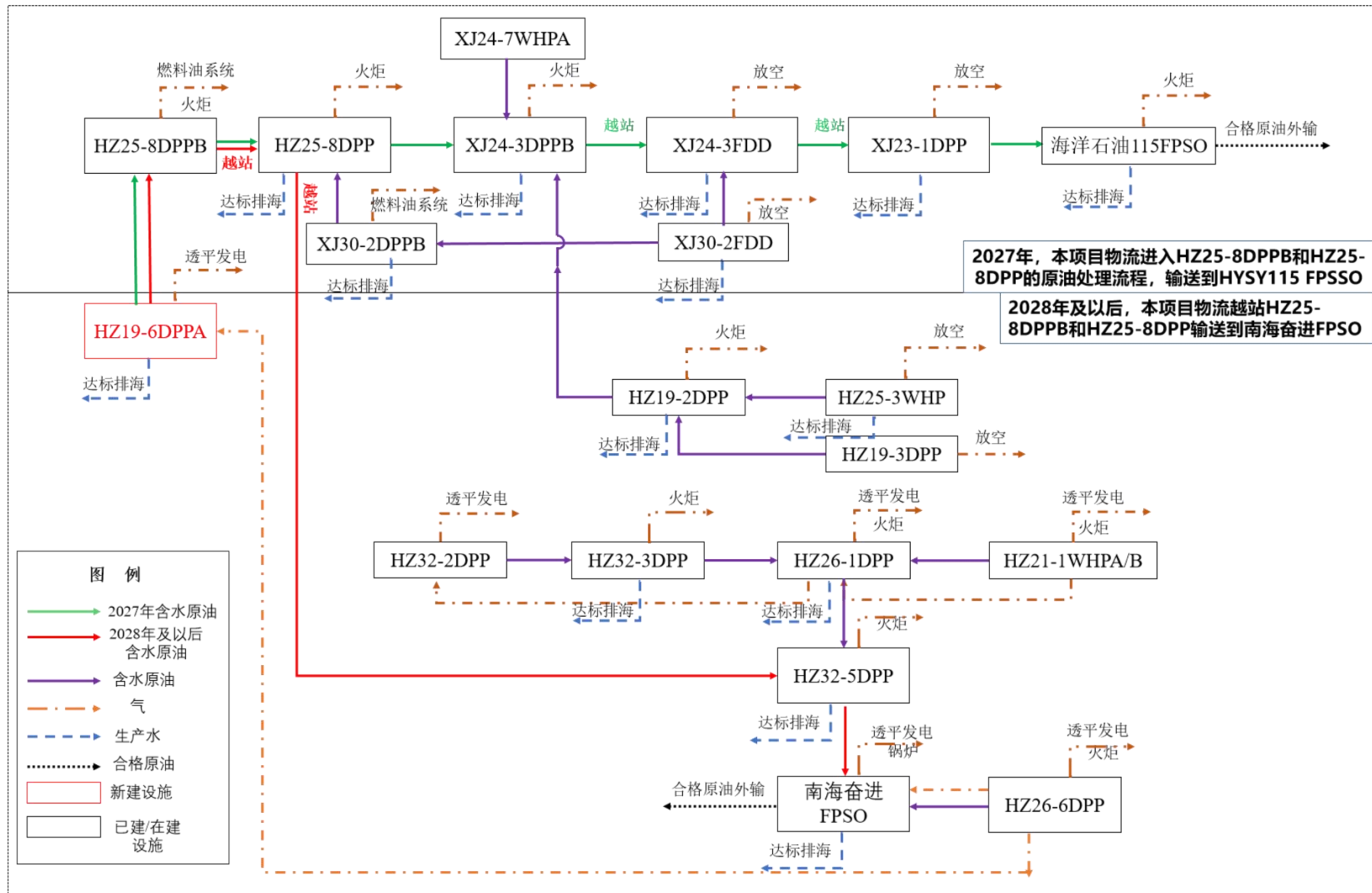


图 3.2-1 本项目主要物流走向示意图

3.2.2 惠西区域电力组网工程

3.2.2.1 本区域电网现状

(1) 惠州油田群电网

惠州油田群电网由已建的惠州 32-2/26-1 油田，惠州 26-6 油田，南海奋进 FPSO 及惠州 21-1 油田以及新建的惠州 19-6 油田 5 个供电区域组成。

惠州 32-2/26-1 油田已实现组网，主要包括：2 座带电站平台 HZ32-2 DPP 平台（设置 3 台 4200kW 透平发电机组，60Hz）、HZ26-1 DPP 平台（设置 3 台 4200kW+1 台 3400kW 透平发电机组，60Hz），5 座已建钻采平台 HZ19-3 DPP、HZ19-2 DPP、HZ25-3 DPP、HZ32-3 DPP、HZ26-1 DPP、HZ35-2 DPP 平台。

惠州 26-6 油田包括：1 座电站带电站 HZ26-6 DPP（设置 3 台 10000kW 透平发电机组，50Hz）。

南海奋进 FPSO 设置 3 台 4600kW 透平发电机组，50Hz。

惠州 21-1 油田包括：1 座带电站平台 HZ21-1 WHPB（设置 2 台 2800kW 透平发电机组，60Hz），1 座井口平台 HZ21-1 WHPA。

(2) 西江油田群电网

西江油田群电网由已建的惠州 25-8/西江 30-2 油田，西江 24-3 油田，HYSY115 FPSO、西江 30-2 油田，以及在建的西江 24-7 油田、惠州 25-8 综合调整油田共 4 个供电区域组成。

惠州 25-8/西江 30-2 油田已实现组网，主要包括：2 座带电站平台 HZ25-8 DPP 平台（设置 4 台 7680kW 原油发电机组，50Hz）、XJ30-2 DPPB 平台（设置 3 台 7680kW 原油发电机组，50Hz），3 座钻采平台 XJ24-3 DPPB（已建）、HZ25-8 DPPB（在建）和 XJ24-7WHPA 平台（在建）。

XJ24-3 FDD 平台设置 5 台 4400kW 原油发电机组，60Hz。

XJ30-2 FDD 平台设置 5 台 4400kW 原油发电机组，60Hz。

海洋石油 115 FPSO 设置 3 台 7360kW 原油发电机组、60Hz，为自身及 XJ23-1 DPP 平台供电。本区域电网现状见图 3.2-2。

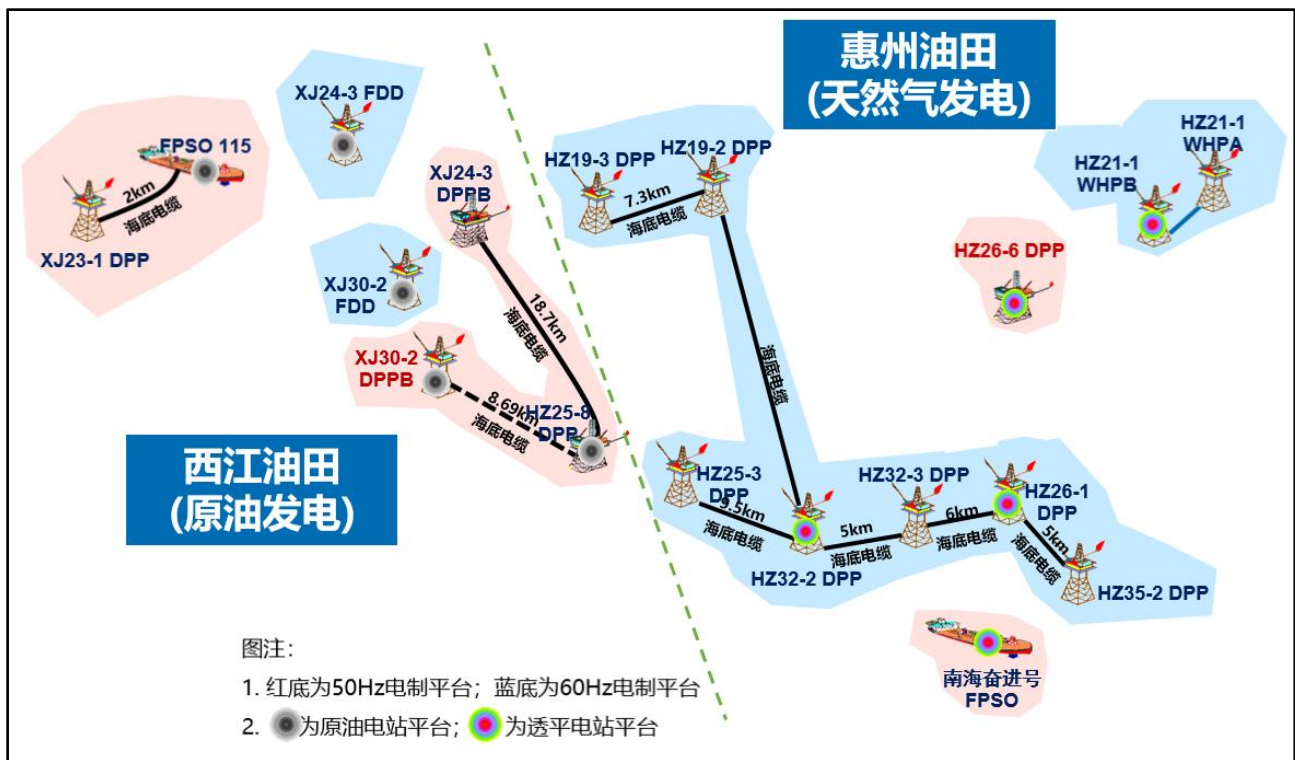


图 3.2-2 惠西区域电网现状

3.2.2.2 惠西区域电力组网工程建设内容

惠西区域电力组网工程计划在新建 HZ19-6 DPPA 平台设置 3 台 20MW 透平电站、1 套 14.6MW 余热发电装置及 1 套电力组网装置。新建 1 条从已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台，8"，长度约 22.4km 海底输气管道。新建 1 条从新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台的 35kV 长度约 22.4km 海底电缆，与已建惠州 26-6 DPP 平台组网。新建 2 条从 HZ19-6 DPPA 至 HZ25-8 DPPB 的 35kV 的 15km 海底电缆，经 HZ25-8 DPPB 平台与已建 XJ30-2 DPPB/HZ25-8 DPP 平台组网。新建一条 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台 34.5kV 的 9.7km 海底电缆，实现新建 50Hz 电网与已建惠州 60Hz 电网异步组网。并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台和 HZ19-3 DPP 平台进行适应性改造。

HZ19-6 DPPA 新建平台分离器分离出的气体与通过 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台输气管道输送来的天然气进燃料气系统后用于透平发电。

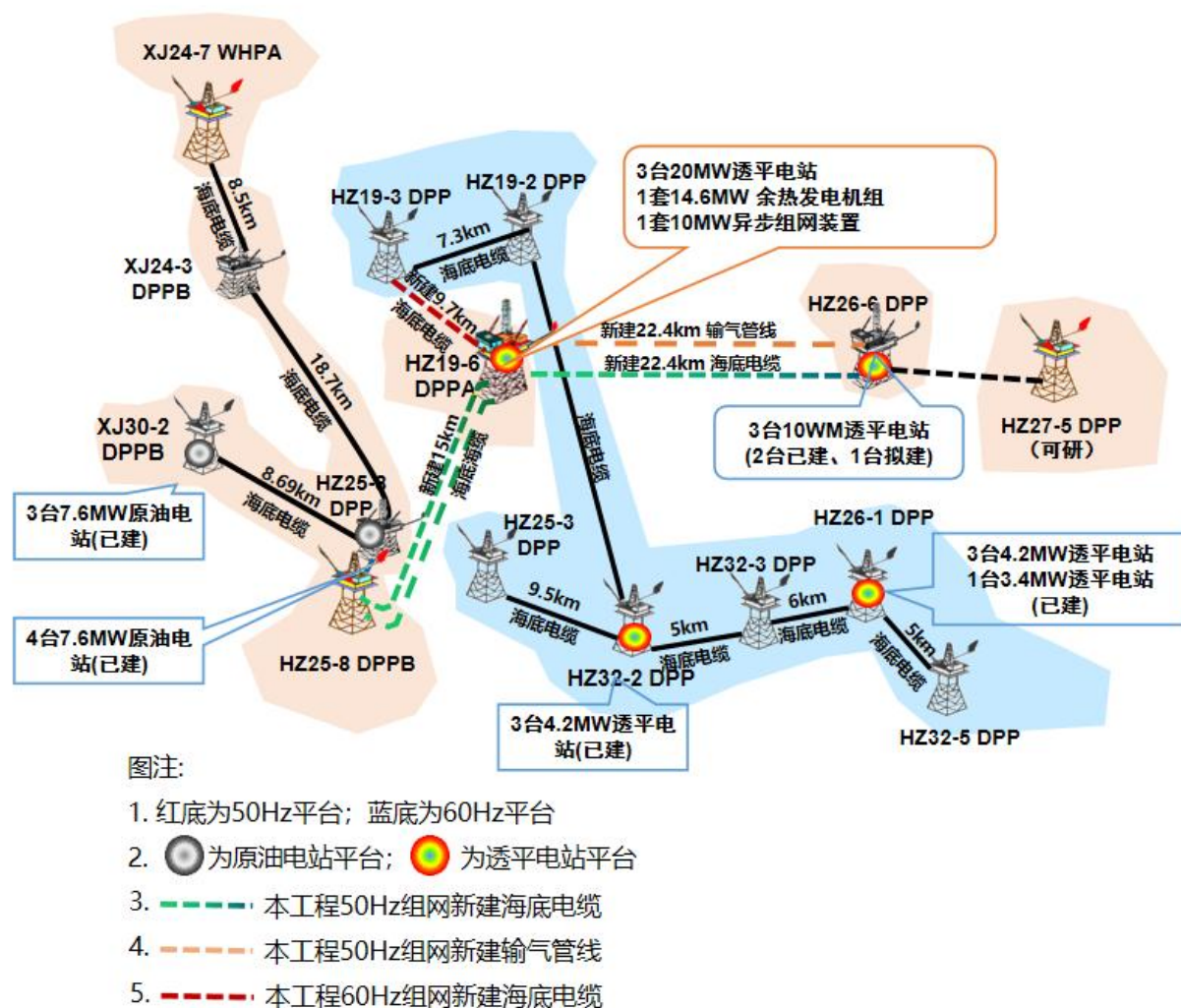


图 3.2-3 本项目投产后的区域电网

本项目投产后区域最大用电负荷为 124.050MW，惠西区域电力组网工程投运后在推荐工况下的供电能力为 129MW，满足了区域用电需求。新建 HZ19-6 DPPA 平台设置 1 套总发电量在 14.6MW 的余热发电机组利用 3 台透平发电机余热，能源利用效率较高，项目全生命周期内增加电力供应 11.37 亿千瓦时，节约能耗 43.4 万吨标煤。项目通过 50Hz 电网向 60Hz 电网供电可实现惠西区域具备双向供电能力，同时提高了组网内燃气透平和原油发电机的机组效率。组网方案实施后将减少原油发电，增加天然气发电，同时采用余热发电使得本方案碳排放量较独立供电方案降低；组网后 2028 年~2036 年总减碳量为 98.1 万吨，年均减碳 10.9 万，减排效果显著。

本项目总体开发方案示意图见图 3.2-4。



3.3 新建工程

3.3.1 工程组成

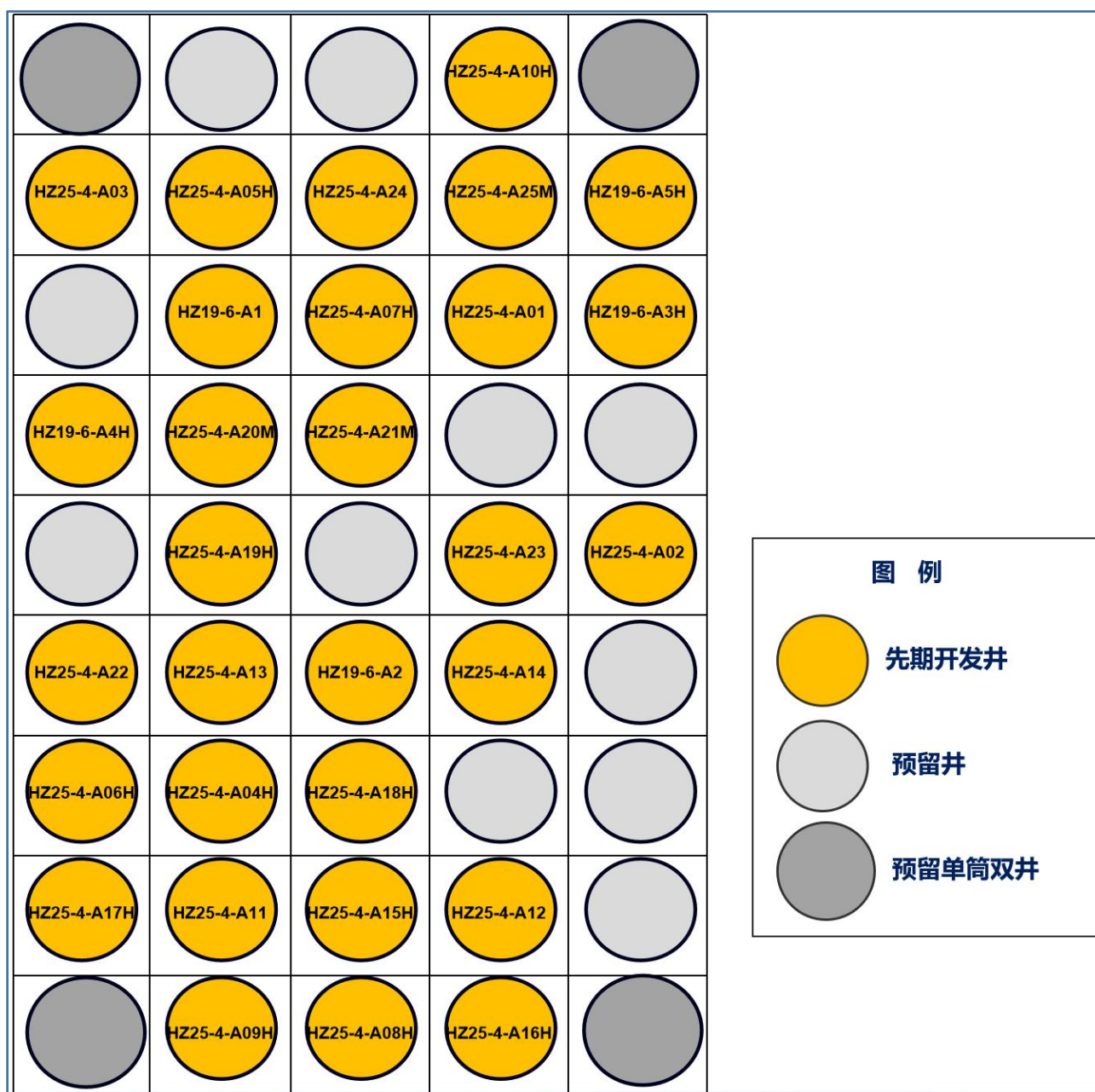
本项目计划新建 1 座钻采平台、2 条海底管道和 4 条海底电缆。新建工程组成见表 3.3-1。

表 3.3-1 本项目新建工程组成

工程组成	设施及规模			
平台	HZ19-6 DPPA 平台是一座 8 腿导管架中心平台，设置 45 个井槽（4 口单筒双井），先期开发 30 口井（27 口生产井，3 口注水井，后期两口生产井转注水井），预留 19 口井。平台设有模块钻机、120 人生活楼、主工艺系统、透平电站、余热回收装置、余热发电系统、注水系统、柴油系统、化学药剂注入系统、火炬系统、开闭排系统、消防系统、组网装置等设施。			
海底管道	名称	数量	管径 (in)	管长 (km)
	新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道	1	10/16	15
	已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道	1	8	22.4
海底电缆	名称	数量	长度 (km)	
	新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底电缆	2	15	
	新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台海底电缆	1	22.4	
	新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台海底电缆	1	9.7	

3.3.2 HZ19-6 DPPA 平台

新建一座 8 腿导管架钻采平台 HZ19-6 DPPA，导管架工作点间距为 $(14\text{m}+48\text{m}+14\text{m})\times 25\text{m}$ 。共设有四层甲板，分别是直升机甲板、上层甲板、中层甲板、下层甲板。井口区位于 A/B 轴及 1/2 轴之间，共有 45 个井槽（4 口单筒双井），按照 9（行） \times 5（列）排列，井槽间距为 $2.3\text{m}\times 2.2\text{m}$ ，采用模块钻机钻修井作业。平台设置模块钻机、120 人生活楼及直升机甲板、主工艺系统、透平电站、余热回收装置、注水系统、柴油系统、化学药剂注入系统、火炬系统、开闭排系统、消防系统、组网装置等设备。HZ19-6 DPPA 平台井槽布置示意图见图 3.3-1，立面图见图 3.3-2。



注: HZ25-4-A11、HZ25-4-A13、HZ25-4-A23 为注水井, 采油井 HZ25-4-A22 和 HZ25-4-A24 分别于 2033 年和 2032 年转为注水井。

图 3.3-1 HZ19-6 DPPA 平台井槽布置示意图

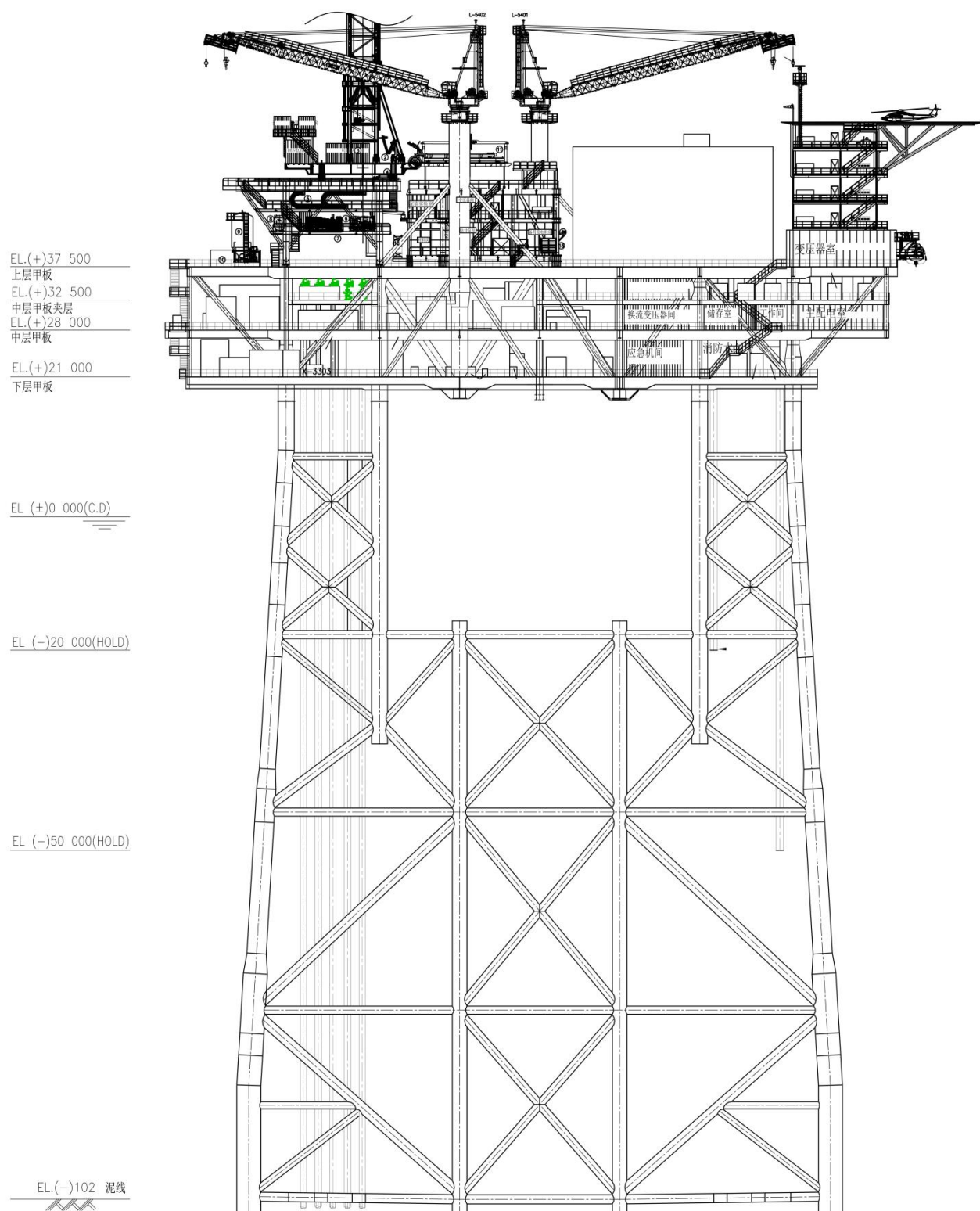


图 3.3-2 HZ19-6 DPPA 平台立面图

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.(+)59.2m。甲板周围设有 1.5 米宽的安全网。

3.3.2.2 上层甲板

上层甲板尺寸为 106m×52m，标高 EL.(+)37.5m。

上层甲板主要布置模块钻机、透平电站、余热回收装置、余热发电系统(ORC)和 120 人生活楼，自西向东依次布置了灰罐、钻机设备模块、钻机支持模块、透平电站、余热回收装置、热介质系统、余热发电系统(ORC)、变压器间及 120 人生活楼。火炬臂位于甲板的西侧。

生活楼尺寸为 12.5m×30m×16.2m。两艘救生艇悬挂于生活楼东侧舷外。

在甲板 2.2 轴北侧和 2.1 轴南侧各布置一台吊机，北侧电动吊机吊装能力为 20T@20m&8T@40m；南侧柴油吊机吊装能力为 40T@20m&8T@40m。

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 104.5m×52m，标高为 EL.(+)28m。

中层甲板的 2.1 轴处设有一道 H60 防火墙。西侧危险区主要布置了井口区、注水管汇、一级/二级生产分离器、低压气压缩机、伴生气压缩机、燃料气处理系统等设备；东侧非危险区主要布置了膜制氮系统、超滤单元、柴油日用罐、冷却水系统、以及换流站变压器间、开关间、换流站等房间。

中层甲板夹层主要布置多路阀、溴化锂空调设备、FM200 间、电潜泵控制间、中控室、储藏室、空调机组等。

中层甲板平面布置见图 3.3-4-1，中层甲板夹层平面布置见图 3.3-4-2。

3.3.2.4 下层甲板

下层甲板主尺寸为 94m×52m，标高为 EL.(+)21m。

下层甲板的 2.1 轴处设有一道 H60 防火墙。西侧危险区主要布置了闭排系统、段塞流捕集器、外输泵、高效聚结分离器、高压火炬分液罐、污油罐、污水罐以及清管球发射器/接收器等；东侧非危险区主要布置了注水系统、海水处理系统、应急机间、应急开关间、电池间、柴油消防泵、海水提升泵以及生活

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 HZ19-6 DPPA 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 68.7kg，阳极块数量为 4660 块。

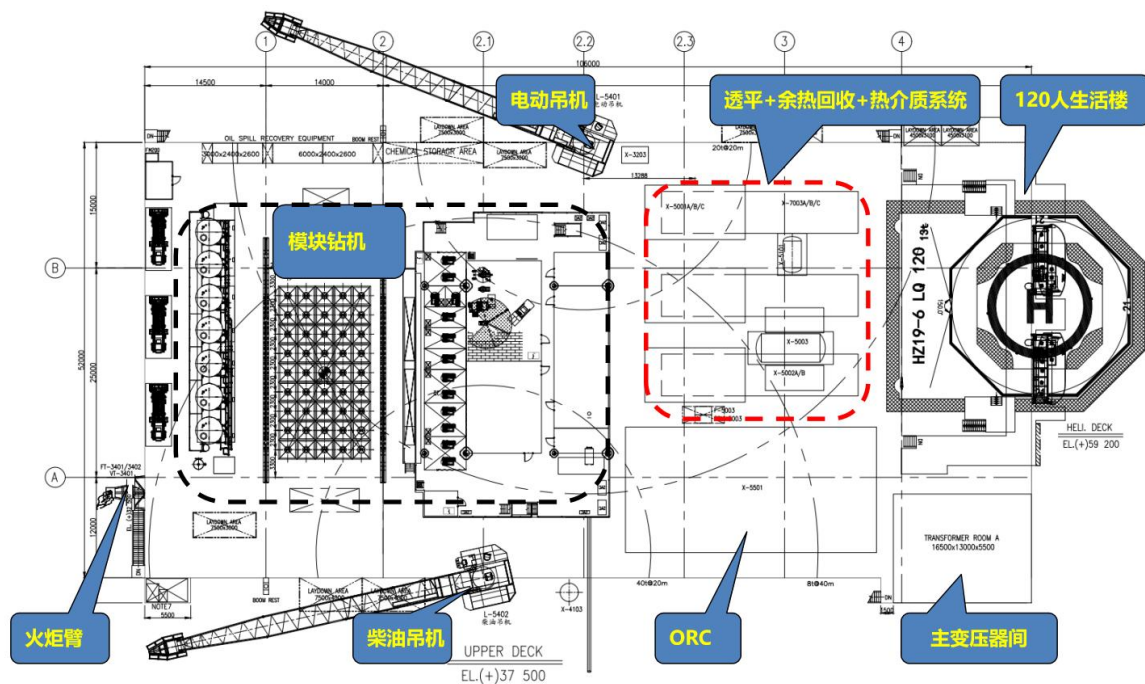


图 3.3-3 新建 HZ19-6 DPPA 平台上层甲板平面布置图

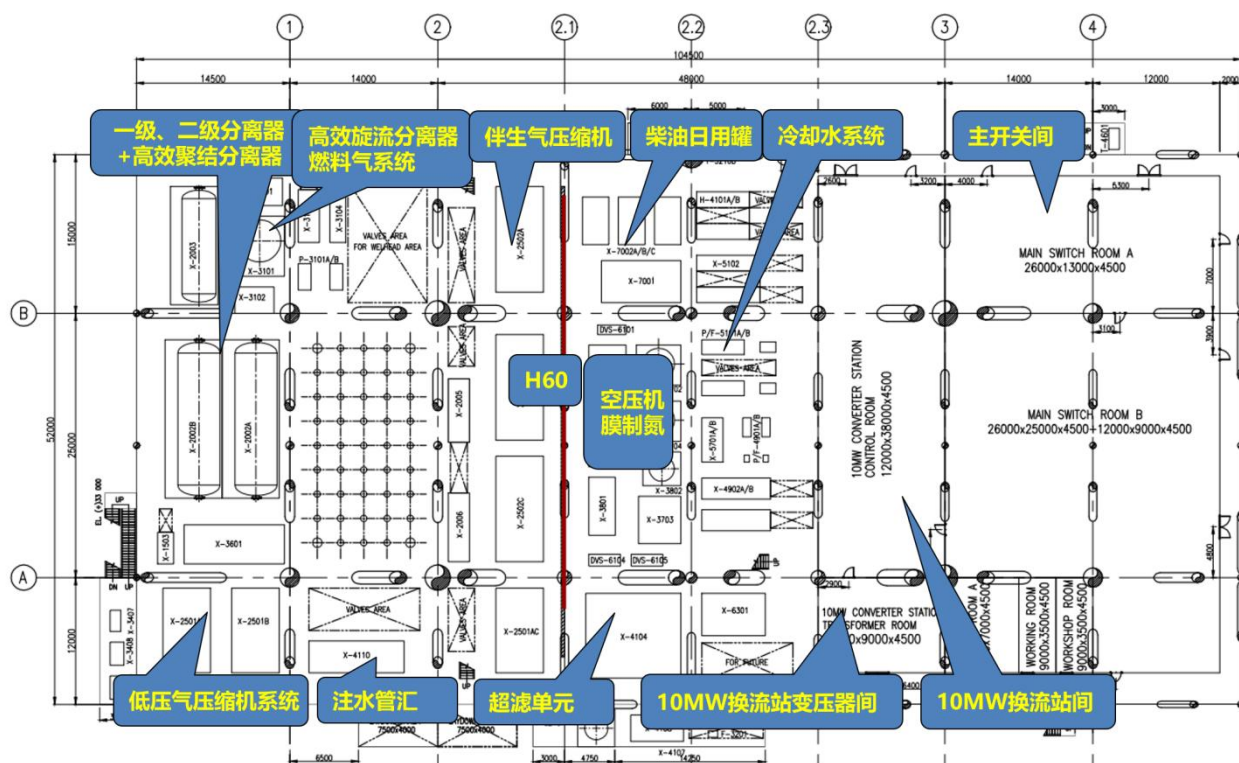


图 3.3-4-1 新建 HZ19-6 DPPA 平台中层甲板平面布置图

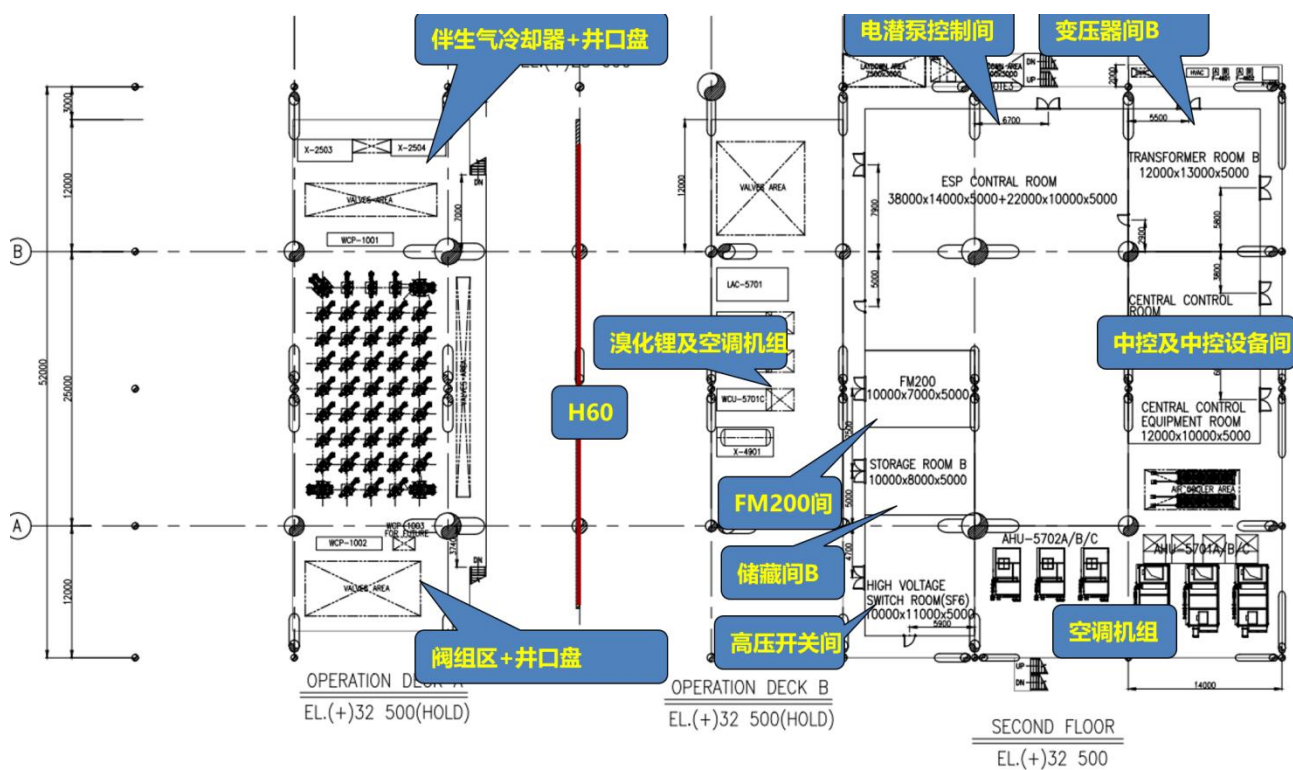


图 3.3-4-2 新建 HZ19-6 DPPA 平台中层甲板-夹层平面布置图

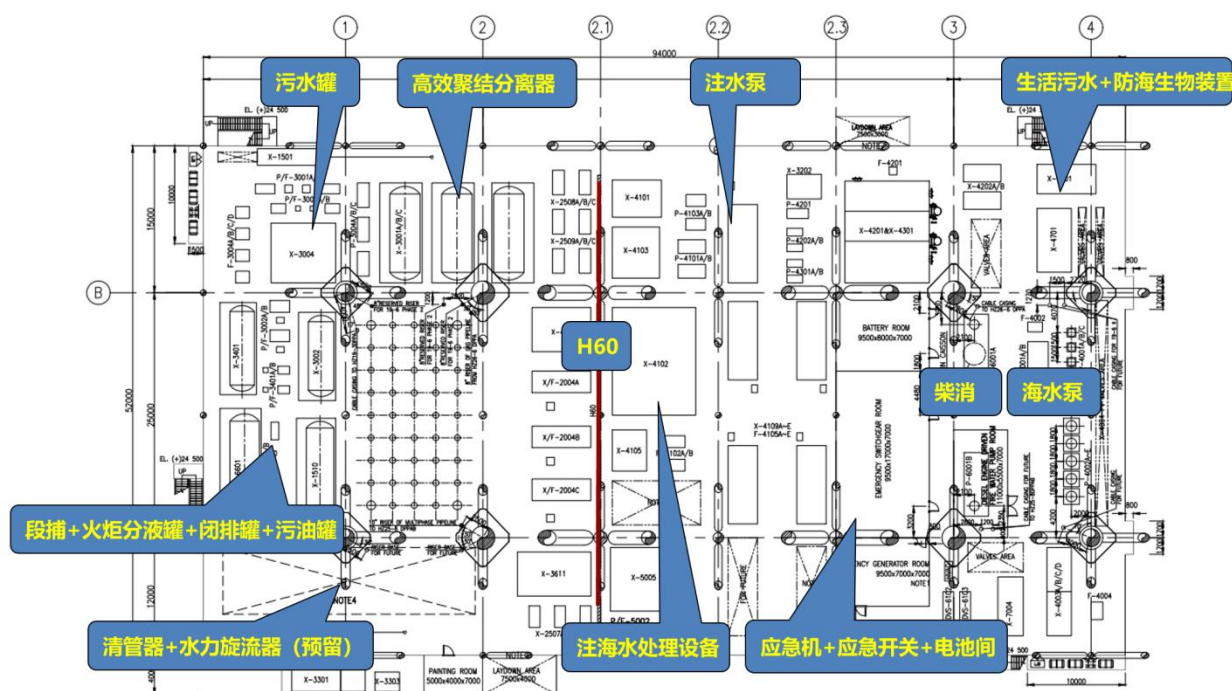


图 3.3-5 新建 HZ19-6 DPPA 平台下层甲板平面布置图

3.3.3 海底管道

3.3.3.1 海管结构

本项目计划铺设 2 条海底管道，均直接铺设于海底，管道的长度和管径等参数见表 3.3-2。新建 1 条 15km 从新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道，采用双层保温结构型式钢管；新建 1 条 22.4km 从 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道，采用单层管结构型式钢管，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)	腐蚀裕量 (mm)	设计温度 (℃)	设计压力 (MPaA)	设计 寿命 (a)
新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道	15	10	16	45	6	93	7.92	40
已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道	22.4	8 (单层钢管)		—	1.5	60	8	40

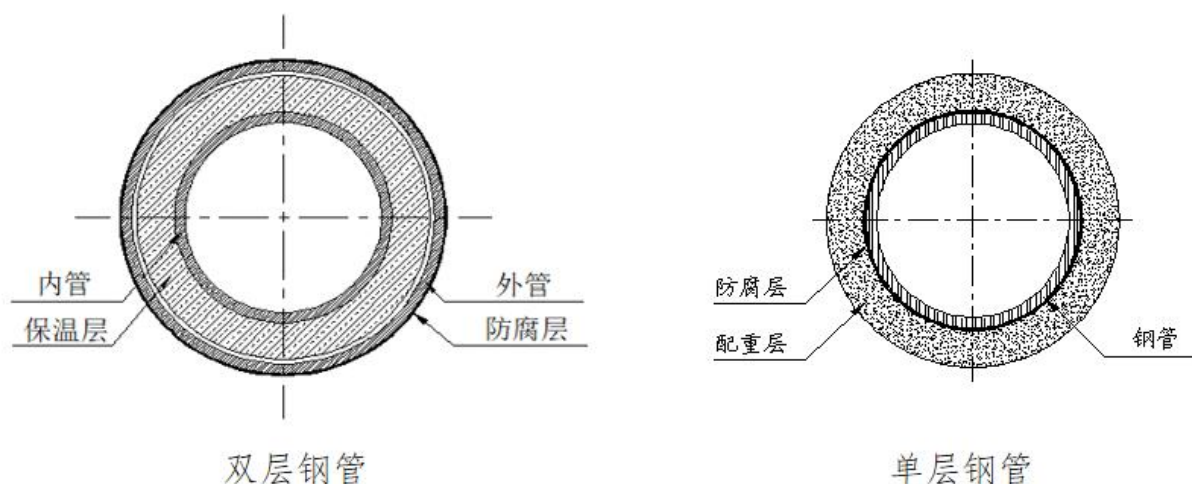


图 3.3-6 新建海底管道钢管截面示意图

3.3.3.2 海管防腐

新建 2 条海底管道外防腐均采用防腐涂层与阴极保护的联合保护方法。新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道采用手镯型铝基牺牲阳极, 阳极块单重为 62.3kg, 共 260 块, 阳极块的间隔约为 85.4m。已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道采用手镯型铝基牺牲阳极, 阳极块单重为 48.7kg, 共 220 块, 阳极块的间隔约为 122m。

新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道内防腐按“碳钢+6 mm 内腐蚀裕量+缓蚀剂+杀菌剂”考虑。已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道内防腐按“碳钢+1.5mm 内腐蚀裕量”考虑。

3.3.4 海底电缆

本项目计划铺设 4 条海底电缆, 实现惠西区域电力组网。海底电缆参数见表 3.3-3。

表 3.3-3 电缆设计参数

电缆名称	长度 (km)
HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底电缆 (2 条)	15
HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台海底电缆 (1 条)	22.4
HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台海底电缆 (1 条)	9.7

根据区域负荷和潮流分析, HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台最大传输功率为 50MW。本区域最高电压等级为 35kV, 该电压等级应用的最大截面为 3*500mm², 其单根传输容量约为 32MW, 因此 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8

DPPB 平台的海缆采用 2 根 35kV, $3 \times 300\text{mm}^2$ 海缆平行铺设, 能够满足 50MW 的传输需求, 该供电方案在海油系统应用案例较多, 技术成熟可靠。若考虑单根海缆方案, 则需采用 $3 \times 1000\text{mm}^2$ 截面海缆, 目前无相关市场应用。从技术成熟及安全的角度考虑, 本项目 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台的海缆采用 2 根 35kV, $3 \times 300\text{mm}^2$ 海缆, 平行铺设, 间距 20m。

3.4 生产工艺流程

3.4.1 新建 HZ19-6 DPPA 平台工艺流程

3.4.1.1 生产工艺流程

新建 HZ19-6 DPPA 平台设置油气水处理设施, 高压井物流经高压多路阀进入气液高效分离器进行气液分离, 分离出的伴生气直接进入燃料气接收罐, 分离出的液相经节流降压后与低压井的物流、以及来自段塞流捕集器分离出的液相汇合, 进入一级生产分离器进行油气水三相分离, 分离出的气相进入伴生气压缩机增压, 分离出的生产水进入生产水处理系统, 分离出的含水油水混合物经节流降压后进入二级生产分离器进一步三相分离, 分离出的气相进入低压气压缩机增压, 分离出的生产水经生产水增压泵提升压力后进入生产水处理系统, 分出的含水油水混合物经外输泵增压后进入原油冷却器, 冷却后通过海底管道输送到 HZ25-8 DPPB 平台。

HZ19-6 DPPA~HZ25-8 DPPB 海管的最小输送量是 $3800\text{m}^3/\text{d}$, 由于 HZ19-6 DPPA 平台产油量逐年变化, 只有高峰产油年 (2030~2032 年) 油量较高时, HZ19-6 DPPA 平台按约 20% 含水率外输, 其他年份外输原油含水率均高于 20%。

二级分离器分离出的气相经低压气压缩机, 与一级分离器分离出的气相一起经伴生气压缩机进一步增压后, 汇合来自高压气液高效旋流分离器的气相以及惠州 26-6 油田外输气一同进入燃料气接收罐, 经涤气、聚结过滤后供给区域透平使用。

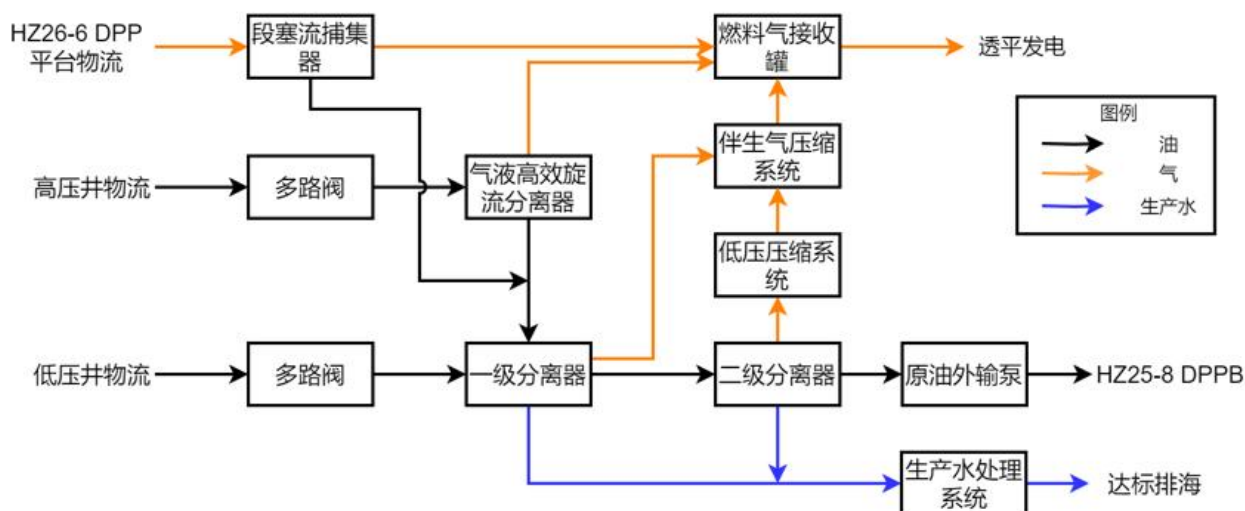


图 3.4-1 HZ19-6 DPPA 平台生产工艺流程图

3.4.1.2 生产水处理工艺流程

从新建 HZ19-6 DPPA 平台二级分离器分离出的生产水经增压泵增压后与一级分离器分离出的生产水依次进入过滤器和高效聚结分离器进行处理，处理后的生产水达标后（含油浓度不大于 45mg/L）排放。高效聚结生产水分离器分出的油进入污油罐中，由污油泵打回一级分离器处理。生产水处理系统的设计规模为 36000m³/d（1500m³/h）。新建 HZ19-6 DPPA 平台生产水处理系统工艺流程见图 3.4-2。

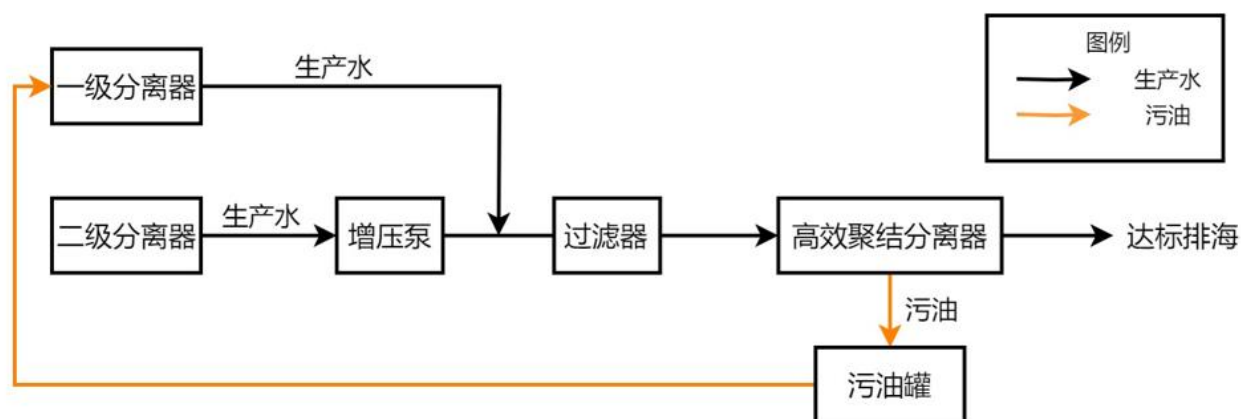


图 3.4-2 HZ19-6 DPPA 平台生产水处理系统流程图

3.4.1.3 注水处理系统工艺流程

a. 注水水源比选

HZ19-6 DPPA 平台潜在注水水源为生产水、水源井水和海水。其中其中生产水和海水在平台上较易获得。水源井水由于惠州 25-4 文昌组储层物性相对差，

估算水体倍数小，定向水源井的产水能力较小（预测 800m³/d），此外，目前文昌组还未钻遇油水界面。因此不建议利用文昌组的水源井作为文昌组注水水源。以下注水水源对生产水和海水做比选。

b. 结垢分析

生产水结垢分析：经结垢预测软件模拟，注入生产原水至目的层文昌组 WC622，结垢类型以 CaCO₃ 为主，结垢量峰值 413.183mg/L，有地层结垢风险。

注入水与地层水在地层温度 147℃ 下出现结垢，岩心渗透率急剧下降，损害率达 46.25%；加入 2% 耐高温防垢剂后，损害率下降至 28.93%，防垢剂效果不能达到储层保护要求。

结论：未处理生产水与地层水不配伍，即使加入耐高温防垢剂仍不能满足防垢要求。经过分析，注入除硬 80% 和 90% 的生产水至目的层文昌组 WC622，结垢类型以 CaCO₃ 为主，结垢量峰值为 246.046mg/L 和 174.477mg/L，满足注入要求。

海水原水结构分析：经结垢预测软件模拟，注入未处理的海水至目的层文昌组 WC622，结垢类型以 CaCO₃ 为主，结垢量峰值 285.424mg/L，有地层结垢风险。

结论：未处理海水与地层水不配伍，即使加入耐高温防垢剂仍不能满足防垢要求。经结垢预测软件模拟，注入钙镁离子脱除率 90% 的海水至目的层文昌组 WC622，结垢类型以 CaCO₃ 为主，结垢量峰值 133.966mg/L，地层结垢风险较小。针对目前海水离子含量，去除 90% 的硬度可满足本项目地层注入需求。

c. 注水处理流程比选

依据《碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法》（SY/T 5329-2012），本项目注水的含油量、固悬物含量、悬浮物颗粒直径粒径要求较高，注水水源需经过膜过滤达到精度要求。本项目注水水质指标见下表。

表 3.4-1 本项目油田注水水质指标

项目	指标	项目	指标
固悬物含量(mg/l)	<8	铁细菌, 个/ml	$n \times 10^2$
悬浮物颗粒直径粒径 (μm)	≤3	腐生菌, 个/ml	$n \times 10^2$
含油量 (ppm)	≤5	溶解氧, mg/l	≤0.05
SRB 菌, 个/ml	≤10	腐蚀速率, mm/a	<0.076

注：1<n<10

由于新建平台潜在注水水源与地层存在不配伍、易结垢的情况。为解决不配伍的问题，需要去除结垢离子，主要为二价的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等离子。常见的去除离子的方法主要有：纳滤膜法、电化学调控+磁分离、反渗透膜法、电渗析法、热法、树脂交换法、双碱法等，离子去除法技术对比见表 3.4-2。从经济性、实用性、二价结垢离子去除效率的角度考虑，结合国内外工程案例，选择装置运行平稳、出水水质稳定的纳滤膜作为本项目结垢离子去除技术。

表 3.4-2 离子去除法技术对比

序号	方法	技术对比
1	纳滤法	① 膜法，介于反渗透（RO）和超滤（UF）之间的膜分离技术，渗透压低于反渗透 ② 来水水质要求较高、不适用于含油污水
2	电化学调控+磁分离	① 电化学+物理分离，流程复杂、操作难度大 ② 无相关小试中试实验，无可借鉴操作参数 ③ 与海水纳滤相比无经济优势
3	树脂交换	① 离子树脂交换法，矿化度高的场景需使用螯合树脂，造价昂贵 ② 来水水质要求严格，易污染失去活性，定期再生及更换费用高 ③ 对运输和储藏有温度和湿度要求
4	反渗透膜	① 膜法，无明显区别分离二价离子和一价离子功能，渗透压高，能耗高 ② 来水水质要求较高、不适用于含油污水
5	电渗析	① 电法，对胶体、悬浮物等无脱除能力，无明显分离二价离子和一价离子功能，能耗非常高 ② 来水水质要求严格 ③ 易结垢，膜寿命短
6	热法	① 热法，设备投资高 ② 热能消耗高
7	双碱法	① 沉淀法，化学药品消耗量大、产生大量污泥 ② 操作复杂

纳滤膜对于进口水中含油量的要求为 $\leq 1\text{mg/L}$ ，新建平台生产水经过生产水处理系统处理后，含油量 $< 45\text{mg/L}$ 。对于海上已有工程经验，采用陶瓷膜过滤后，生产水中含油量可降低至 5mg/L ，然而要达到纳滤膜进水要求，还需要继续降低水中含油量，这项要求十分严格。对于海上平台来说，目前还没有可靠且兼具经济型的技术将生产水处理至满足纳滤膜进水要求，因此不推荐采用生产水作为回注水源。

d. 注水比选结论

1) 经过研究，本项目平台注水有 3 种水源：生产水、海水和水源井水。水源井水由于惠州 25-4 文昌组储层物性相对差，估算水体倍数小，定向水源井的产水能力较小（预测 $800\text{m}^3/\text{d}$ ），此外，目前文昌组还未钻遇油水界面。因此不

建议利用文昌组的水源井作为文昌组注水水源。生产水和海水水质均存在不同程度的不配伍性。研究表明生产水和海水结垢类型以 CaCO_3 为主， Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等二价离子脱除后可满足地层配伍性要求。

2) 经过研究和调研国内外应用情况分析，使用纳滤装置脱除水中的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等二价离子是普遍采用的作法。

3) 由于纳滤膜对进口水中含油量有严格的要求，生产水要满足此要求，对于海上平台来说，尚无可靠且兼具经济型的技术。所以不推荐采用生产水作为回注水。

4) 对于海水，采用纳滤技术国内外均有应用经验，且可以降低对地层的不利影响。流程推荐采用海水细过滤器+超滤膜+纳滤膜+脱氧塔。

5) 综合技术比选，本项目推选择采用海水回注流程。

e. 注水处理流程

注水处理主要流程为：海水首先进入细过滤器脱出其中的较大颗粒杂质，随后进入有机超滤装置脱出水中小颗粒悬浮物和胶体，满足浊度值（NTU） <1 的水质指标后进入纳滤装置，脱出水中大部分 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等离子，经换热器换热后进入脱氧塔除氧，后进入由注水泵注入地层。

注水水质指标为含油量 $\leq 5\text{mg/L}$ ，悬浮物含量 $\leq 8\text{mg/L}$ ，粒径中值 $\leq 3\mu\text{m}$ ，注水系统设计处理能力为 $5760\text{m}^3/\text{d}$ （ $240\text{m}^3/\text{h}$ ），新建 HZ19-6 DPPA 平台注水系统工艺流程见图 3.4-3。取水采用 1 台 $500\text{m}^3/\text{h}$ 的海水提升泵。

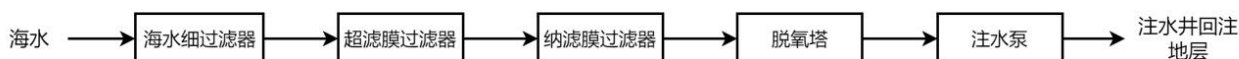


图 3.4-3 HZ19-6 DPPA 平台注水系统流程图

3.4.1.4 余热回收发电工艺流程

本项目采用立式余热回收装置，布置在透平发电机组上方。为满足余热发电系统用热温位需求，采用高温导热油，尽可能回收烟气热量，导热油温度 $160^\circ\text{C} \sim 310^\circ\text{C}$ 。

透平发电机组产生的烟气与导热油进行换热后温度降低至 190°C 后排出；导热油吸收烟气热量温度升高至 310°C 后进入余热发电机组的取热换热器，温度降低后流出余热发电机组，导热油返回温度为 160°C 。有机工质经工质泵升压后依次进入回热器、预热器和蒸发器，在蒸发器中与导热油换热后被加热成有机

工质蒸汽。有机工质蒸汽进入透平膨胀机膨胀做功，膨胀机带动发电机转动发电，输出电能。膨胀后的有机工质乏汽与工质泵出口的液态有机工质在回热器中换热后进入冷凝器中被冷凝成液态有机工质，再进入工质泵升压，完成一个循环。

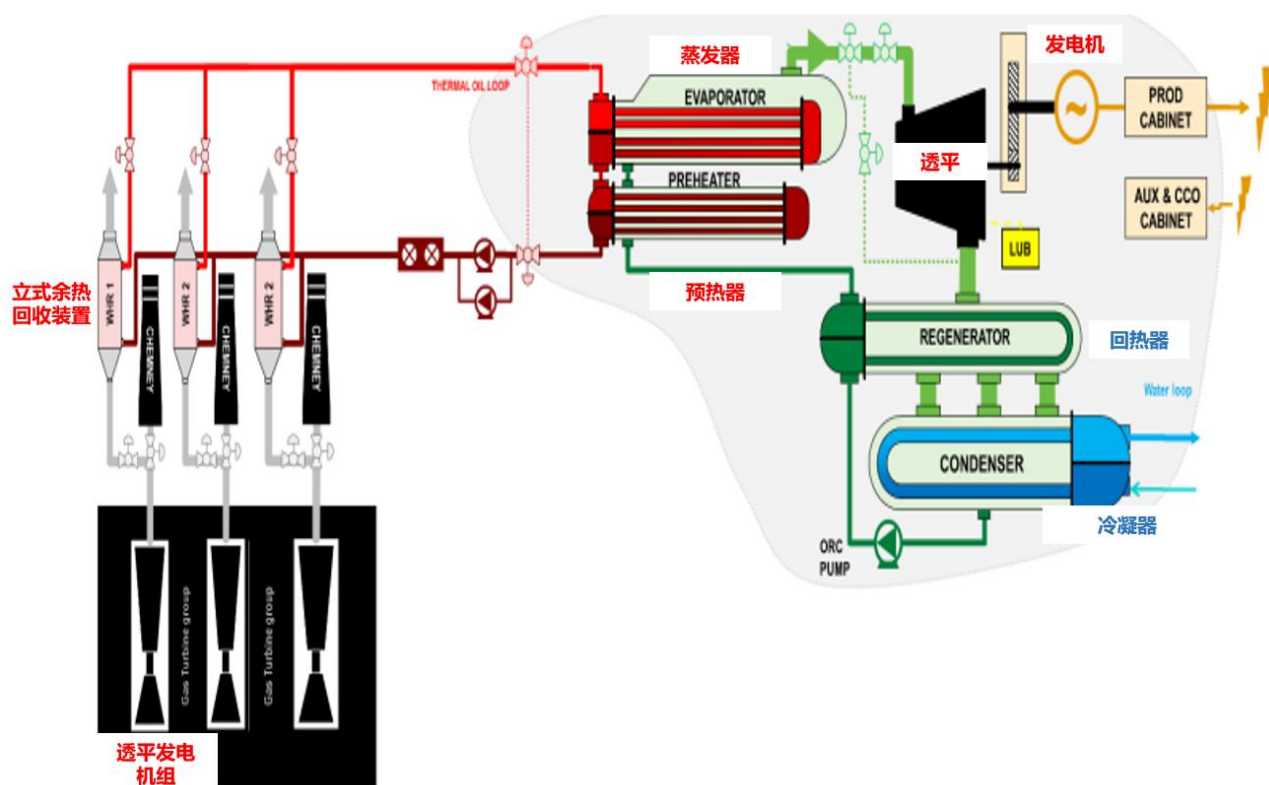


图 3.4-4 余热回收发电工艺流程图

3.4.2 依托 HZ25-8 DPPB 平台工艺流程（2027 年）

3.4.2.1 原油生产工艺流程

在建的 HZ25-8 DPPB 平台设有油气水处理设施。2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流通过新建的海底管道进入 HZ25-8 DPPB 平台，与 HZ25-8 DPPB 平台物流混合一起进入一级分离器分离，分离出的含水 10%原油通过栈桥输往已建 HZ25-8 DPP 平台进一步处理，最终通过区域已建海管最终输往海洋石油 115 FPSO 处理、储存和外输；分离出的气体与 HZ25-8 DPP 平台部分伴生气共同进入 HZ25-8 DPPB 平台燃料气系统后进微透平综合利用；分离出的水进入本平台生产水系统处理。2028 年及以后，HZ19-6 DPPA 平台生产物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线越站 HZ25-8 DPP 平台，经已建海管最终输往南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。

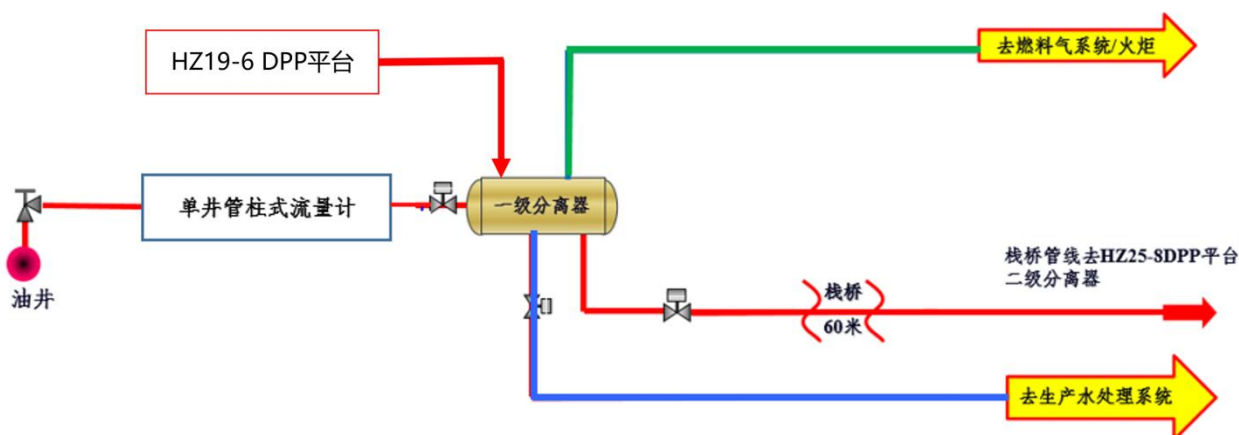


图 3.4-5 在建 HZ25-8 DPPB 平台生产工艺流程图

3.4.2.2 生产水/注水处理工艺流程

HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统互相联通。从在建 HZ25-8 DPPB 平台一级分离器分离出的全部生产水和已建 HZ25-8 DPP 平台生产分离器分离出的部分生产水进入高效聚结生产水处理系统进行处理。高效聚结生产水分离器分出的油进入污油罐中，由污油泵打回工艺流程处理。通过高效聚结生产水分离器初步分离出的水与来自 HZ25-8 DPP 平台紧凑式气浮（CFU）的生产水（经余热回收装置进行余热回收利用后）部分进入双介质过滤器进一步过滤处理，双介质过滤器出口的生产水达到注水指标要求后通过注水增压泵、注水泵回注地层，剩余生产水通过栈桥在已建 HZ25-8 DPP 平台达标排放。

根据《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022）注水水质指标为：含油量 $\leq 15\text{mg/L}$ ，悬浮物含量 $\leq 5\text{mg/L}$ ，粒径中值 $\leq 3\mu\text{m}$ ，HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统和注水系统设计处理能力均为 $50400\text{m}^3/\text{d}$ ，在建 HZ25-8 DPPB 平台生产水/注水系统工艺流程见图 3.4-6。

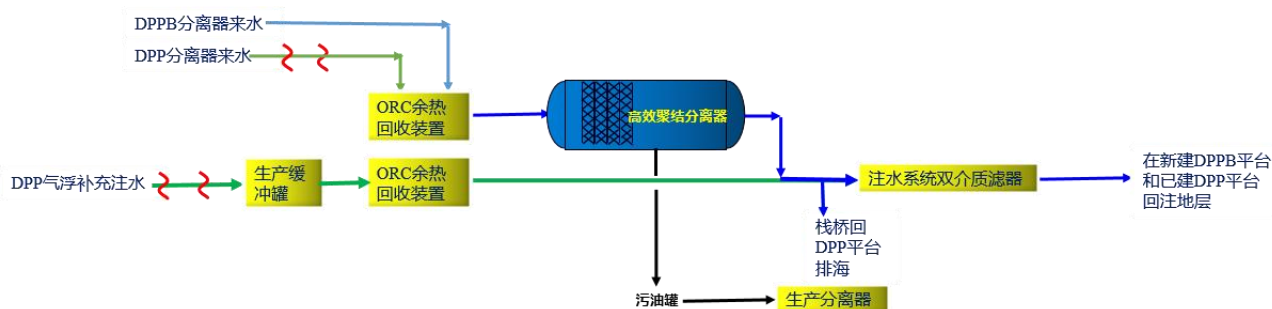


图 3.4-6 在建 HZ25-8 DPPB 平台生产水/注水系统流程图

3.4.3 依托 HZ25-8 DPP 平台工艺流程（2027 年）

3.4.3.1 原油生产工艺流程

已建 HZ25-8 DPP 平台物流首先进入一级分离器进行油、气、水三相分离，分离出的含水原油进入二级分离器进行三相分离。来自 HZ25-8 DPPB 平台一级分离器的物流（2027 年含 HZ19-6 DPPA 平台生产物流）通过栈桥输往已建 HZ25-8 DPP 平台与该平台一级分离器处理的物流混合进入二级分离器处理后，一起通过已建海管最终输往海洋石油 115 FPSO 处理、储存和外输。一级生产分离器和二级分离器分离出的气体部分进入火炬系统，部分输往 HZ25-8 DPPB 平台微透平进行发电。分离出的含油生产水进入 HZ25-8 DPP 平台和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统处理达标后回注或排放。2028 年及以后，HZ19-6 DPPA 平台生产物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线越站 HZ25-8 DPP 平台，经已建海管最终输往南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。已建 HZ25-8 DPP 平台工艺流程及水处理流程见图 3.4-7。

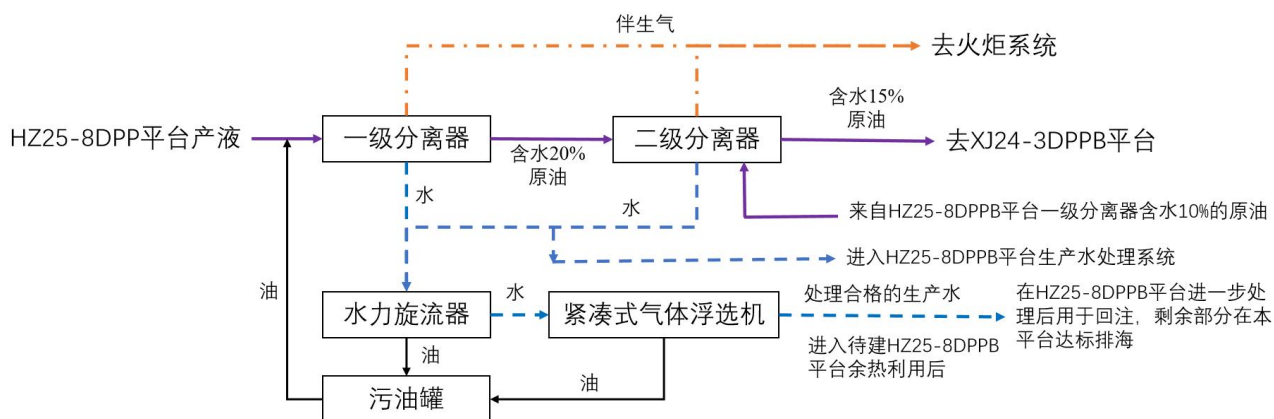


图 3.4-7 依托 HZ25-8 DPP 平台工艺流程及水处理流程

3.4.3.2 生产水处理工艺流程

已建 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统采用“水力旋流器+紧凑式气体浮选机”的两级处理流程，设计处理能力为 $21600\text{m}^3/\text{d}$ 。在建的 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统采用高效聚结生产水处理系统进行处理，设计处理能力为 $50400\text{m}^3/\text{d}$ 。HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 生产水处理系统互相联通，生产水处理系统总能力达到 $72000\text{m}^3/\text{d}$ 。

3.4.4 依托设施海洋石油 115 FPSO 工艺流程（2027 年）

西江油田群的物流经 XJ23-1 DPP 平台至海洋石油 115 FPSO 海底管道输至海洋石油 115 FPSO，首先进入合格原油/原油换热器，与来自电脱水器和电脱盐

器的合格原油进行换热，再经过加热器将物流进一步加热升温，然后进入生产分离器进行油气水分离。经生产分离器出来的原油含水约为 10%，进入电脱水器与电脱盐器进行进一步分离；从电脱水器与电脱盐器出来的合格原油经换热、冷却后进入货油舱储存定期外输；经生产分离器分离出的气体进入火炬系统燃烧放空；经生产分离器、电脱水器和电脱盐器分离出的生产水进入生产水处理系统处理达标后排海。

海洋石油 115 FPSO 生产水处理采用“污水沉降舱+水力旋流器”的两级处理流程，污水沉降舱分离出的水通过水泵进入水力旋流器，经进一步旋流处理后达标排海，分离出的污油返回污油舱，然后通过污油泵打回生产分离器。海洋石油 115 FPSO 工艺流程和水处理流程见图 3.4-8。

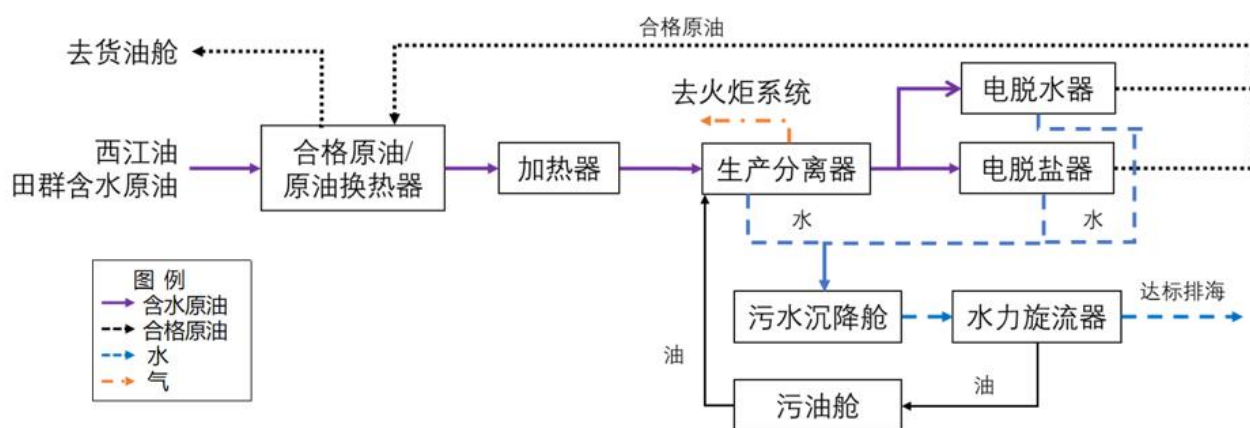


图 3.4-8 海洋石油 115FPSO 工艺流程和水处理流程示意图

3.4.5 南海奋进 FPSO 工艺流程（2028 年及以后）

3.4.5.1 原油生产工艺流程

目前南海奋进 FPSO 接收 HZ32-2 DPP 平台、HZ32-3 DPP 平台、HZ26-1 DPP 平台、HZ21-1 WHPA 平台、HZ21-1 DPPB 平台、HZ32-5 DPP 平台、HZ26-6 DPP 平台、XJ30-2 DPPB 平台（XJ30-2 DPPB 平台物流 2028 年及以后去海洋石油 115 FPSO）共 8 个平台的物流。HZ32-2 DPP 平台、HZ32-3 DPP 平台、HZ26-1 DPP 平台、HZ21-1 WHPA 平台、HZ21-1 DPPB 平台、XJ30-2 DPPB 平台和 HZ32-5 DPP 平台物流通过 HZ32-5 DPP 平台至南海奋进 FPSO 海管输送至南海奋进 FPSO；HZ26-6 DPP 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 HZ26-6 DPP 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 HZ32-5DPP 平台海管输送的惠州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，经处理合格后达标排放。

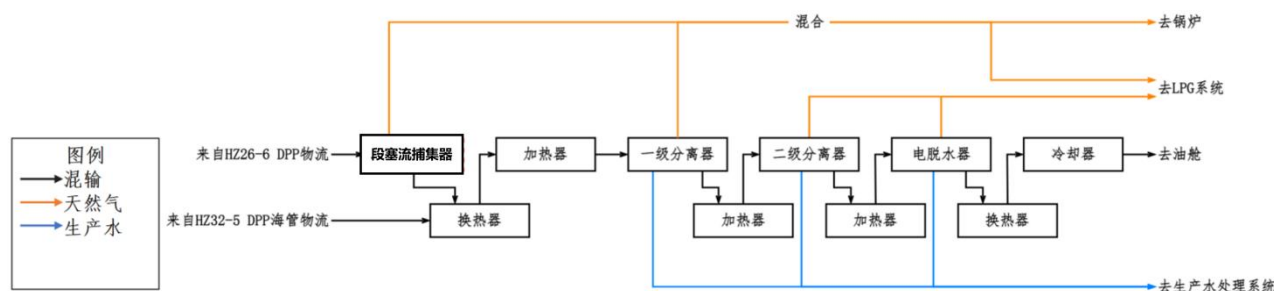


图 3.4-9 南海奋进 FPSO 原油处理工艺流程图

南海奋进 FPSO 升级改造工程环评已于 2025 年 2 月 15 日取得生态环境部的批复，详见附件 2-5，南海奋进 FPSO 升级改造工程计划 2025 年 4 月投用，建设时序满足本项目依托要求。

3.4.5.2 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后达标排海。南海奋进 FPSO 生产水设计处理能力为 13920m³/d。

南海奋进 FPSO 生产水处理工艺流程见图 3.4-10。

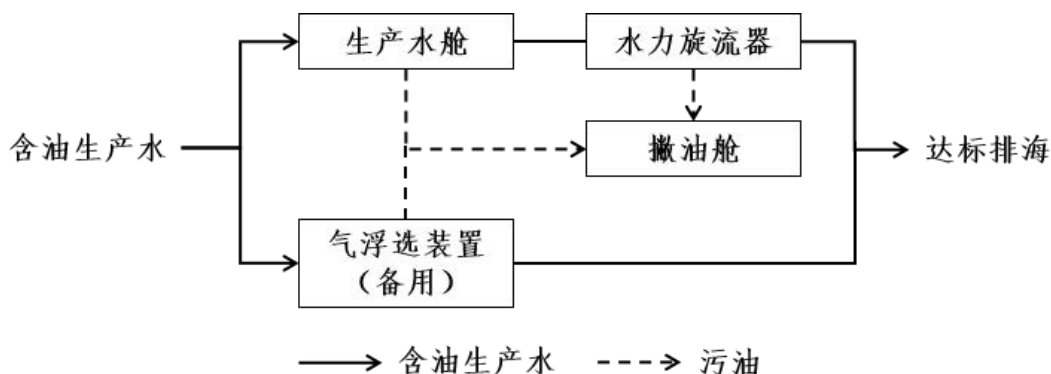


图 3.4-10 南海奋进 FPSO 生产水处理工艺流程图

3.5 现有设施校核与改造

3.5.1 依托及改造工程组成

本项目新建工程主要依托 4 座平台（HZ25-8DPP 平台、HZ25-8DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台）、6 条海底管道和 2 艘 FPSO，对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台和南海奋进 FPSO 进行适应性改造，基本情况见表 3.5-1。

表 3.5-1 依托及改造工程概况

名称	平台/设施	基本情况
依托改造及适应性改造工程	HZ25-8DPP 平台	1 座 8 腿导管架钢结构平台，平台设施包括模块钻机、生产工艺系统、生产水处理系统、原油电站、生活污水处理系统、开闭排系统、149 人生活楼等公用系统等设施。原油设计处理能力为 6902m ³ /d，天然气设计处理能力为 15000m ³ /d，生产水设计处理能力为 21600m ³ /d。
	HZ25-8DPPB 平台	1 座 8 腿导管架钢结构平台，平台设施包括模块钻机、生产工艺系统、生产水处理系统、燃气电站、开闭排系统等公用系统等设施。原油设计处理能力为 2393m ³ /d，天然气设计处理能力为 13300m ³ /d，生产水设计处理能力为 50400m ³ /d。
	HZ26-6 DPP 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 6700m ³ /d，天然气设计处理能力为 13300m ³ /d。
	HZ19-3 DPP 平台	1 座 4 腿导管架结构的原油生产平台，设 88 人生活楼及生活污水处理系统、开闭排系统和公用系统等设施。
	HZ19-2 DPP 平台	一座 4 腿桩基导管架结构的原油生产处理平台，设 90 人生活楼及生产水处理系统、生活污水处理系统、开闭排系统和公用系统等设施。
	海洋石油 115FPSO	12 万吨级浮式生产储油卸油装置，设有油气水处理系统、合格原油储存系统、含油生产水处理系统、生活污水处理系统、开闭排系统及公用系统等设施，生活楼定员为 120 人。海洋石油 115FPSO 用于接收、处理、储存西江油田/惠州油田群的流体，合格原油进入货油舱储存，分离出的

名称	平台/设施	基本情况			
		伴生气进入火炬系统，分离出的生产水处理达标后排海。原油设计处理能力为 13070m ³ /d，液设计处理能力为 15000m ³ /d，生产水设计处理能力为 12000m 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）。FPSO 通过海底电缆向 2 个井口平台供电。设置有 120 人生活楼，原油设计处理能力为 10704m ³ /d，天然气设计处理能力为 132000m ³ /d，生产水设计处理能力为 13920m ³ /d。			
	海底管道	名称	输送介质	管径 (in)	长度 (km)
		HZ25-8DPP 至 XJ24-3DPPB 平台海底混输管道	油水	10/14	18.3
		XJ24-3DPPB 至 XJ24-3FDD 平台海底混输管道	油水	12/16	8.3
		XJ24-3FDD 至 XJ23-1DPP 平台海底混输管道	油水	12/16	20.7
		XJ23-1DPP 至海洋石油 115FPSO 海底混输管道	油水	12/16	2.3
		HZ25-8DPP 至 HZ32-5DPP 平台海底混输管道	油水	12	31.4
		HZ 32-5DPP 至南海奋进 FPSO 海底混输管道	油水	10	4.2

本项目对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台和 HZ26-6 DPP 平台和南海奋进 FPSO 进行适应性改造，主要工程量见表 3.5-2。

表 3.5-2 依托设施改造工程概况

名称	改造内容
HZ25-8DPPB 平台	下层甲板：新增清管球接收器，新增 2 台外输掺水泵，新增电缆和新增电缆接线箱。2028 年及以后在 HZ25-8 DPPB 平台至 HZ25-8 DPP 平台栈桥增加原油管线。海管出口增设流量计。
南海奋进 FPSO	新增 1 台一级分离器、新增一台热油加热器，更换热油加热器至二级分离器的所有管线。
HZ26-6 DPP 平台	中层甲板：新增变压器间及 FM200 间，新增甲板布置进风机盐雾滤器，新增高压开关间。新增甲板避免落物作业风险。 下层甲板：新增甲板 20m×3.5m 布置新增清管球发球筒；新增电缆接线箱，新建混输管立管利用 A1 腿立管、新建海缆利用 A1 腿预留电缆护管。
HZ19-3 DPP 平台	底层甲板：利用已有空间位置增加电缆接线箱，利旧 B2 腿立管；改造封存立管作为电缆护管；主开关间拆除现有高压盘，新增 4 面高压盘。
HZ19-2 DPP 平台	对 HZ19-2 DPP 平台至 HZ19-3 DPP 平台的海缆出线开关(HV-7101-4)综保系统进行改造。

3.5.2 依托设施 HZ25-8DPP 平台和 HZ25-8DPPB 平台校核与改造（2027 年）

3.5.2.1 HZ25-8DPP/HZ25-8DPPB 平台校核（2027 年）

已建 HZ25-8 DPP 平台和在建 HZ25-8 DPPB 平台栈桥相连, 2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流通过新建的海底管道进入 HZ25-8 DPPB 平台, 与 HZ25-8 DPPB 平台物流混合一起进入一级分离器分离, 分离出的含水 10%原油通过栈桥输往已建 HZ25-8 DPP 平台与该平台一级分离器处理的物流混合进入二级分离器处理后, 处理后的原油通过已建海管最终输往海洋石油 115FPSO 处理、储存和外输。

HZ25-8 DPPB 平台环评已于 2025 年 2 月 15 日取得生态环境部的批复, 详见附件 2-5, HZ25-8 DPPB 平台计划 2026 年 1 月投产, 建设时序满足本项目依托要求。

a. 原油系统校核

(1) HZ25-8 DPPB 平台校核

本项目投产后, HZ25-8DPPB 平台设计处理能力及处理量详见表 3.5-3~表 3.5-4。

表 3.5-3 本项目投产后 2027 年 HZ25-8 DPPB 平台一级分离器处理量

年份	HZ25-8 DPPB 平台			HZ19-6 DPPA 平台			HZ25-8 DPPB 平台一级分离器合计处理量		
	油	水	液	油	水	液	油	水	液
	m ³ /d			m ³ /d			m ³ /d		
2027	1518	6405	7923	330	3470	3800	1848	9875	11723

表 3.5-4 本项目投产后 2027 年 HZ25-8 DPPB 平台一级分离器处理能力校核

HZ25-8 DPPB 平台	设计处理能力 (m ³ /d)	本项目投产后 2027 年最大处理量 (m ³ /d)	依托是否可行
油	2393	1848	可行
水	32671	9875	可行
液	32913	11723	可行

经校核, HZ25-8 DPPB 平台一级分离器油、生产水、液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。

(2) HZ25-8 DPP 平台校核

本项目投产后, HZ25-8 DPP 平台设计处理能力及处理量详见表 3.5-5~表 3.5-6。

表 3.5-5 本项目投产后 2027 年 HZ25-8 DPP 平台二级分离器处理量

年份	HZ25-8DPP 平台			HZ25-8DPPB 平台			HZ19-6 DPPA 平台			HZ25-8DPP 平台二级分离器合计处理量		
	油	水	液	油	水	液	油	水	液	油	水	液
	m ³ /d			m ³ /d			m ³ /d			m ³ /d		
2027	1040	260	1300	1518	169	1687	330	36	366	2888	465	3353

表 3.5-6 本项目投产后 2027 年 HZ25-8 DPP 平台二级分离器处理能力校核

HZ25-8DPP 平台	现有设计处理能力 (m ³ /d)	本项目投产后 2027 年最大处理量 (m ³ /d)	依托是否可行
油	6902	2888	可行
水	1726	465	可行
液	7669	3353	可行

经校核，HZ25-8 DPP 平台二级分离器油、生产水、液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。

b. 生产水处理能力校核

2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流依次进入 HZ25-8 DPPB 平台和 HZ25-8 DPP 平台生产分离器，分离出的生产水进入 HZ25-8 DPP 平台和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统处理(HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 生产水处理系统互相联通)，本项目接入后，HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 生产水最大处理水量为 30693m³/d。HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 生产水处理系统互相联通，生产水处理系统能力合计达到 72000m³/d。经校核，在建 HZ25-8 DPPB 平台和已建 HZ25-8 DPP 平台生产水处理量小于设计处理能力，可以满足本项目投产后需求。

表 3.5-7 2027 年在建 HZ25-8 DPPB 平台和已建 HZ25-8 DPP 平台水平衡表

年份	本项目接入前，在建 HZ25-8DPPB 平台+已建 HZ25-8DPP 平台 (m ³ /d)					新建 HZ19-6 DPPA 平台 (m ³ /d)	本项目接入后，在建 HZ25-8DPPB 平台+已建 HZ25-8DPP 平台 (m ³ /d)				
	产水量	处理水量	注水量	排放量	外输水量	来水量	处理水量	注水量	外输水量	排放量	外排水量增加
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2027	27435	26893	26600	293	542	3470	30693	26600	212	4093	3800

注：产水量 (A)=回注量 (C)+排放量 (D)+海管外输量 (E)

本项目接入前两个平台生产水处理量 (B) =产水量 (A) -外输量 (E) =回注量 (C) +排放量 (E)

产水量 (A) +来水量 (F) =水处理量 (G) +外输水量 (I)

本项目接入后排放量 (J)=产水量 (A)+来水量 (F) -回注量 (H) -外输水量 (I)

本项目接入后水处理量 (G) +外输水量 (I) =生产水处理量 (B) +海管外输量 (E) +来水量 (F)

本项目接入后外排水量增加 (K) =本项目接入后排放量 (J) -本项目接入前排放量 (D)

由表 3.5-7 可以看出，本项目投产后，2027 年由于 HZ25-8 DPP 平台外输油量增加，外输液含水量降低，生产分离的生产水量增加，本平台排水量增大，外输水量减少。

3.5.2.2 HZ25-8 DPPB 平台改造

下层甲板：新增清管球接收器，新增 2 台外输掺水泵，新增电缆和新增电缆接线箱。2028 年及以后在 HZ25-8 DPPB 平台至 HZ25-8 DPP 平台栈桥增加原油管线。海管出口增设流量计。

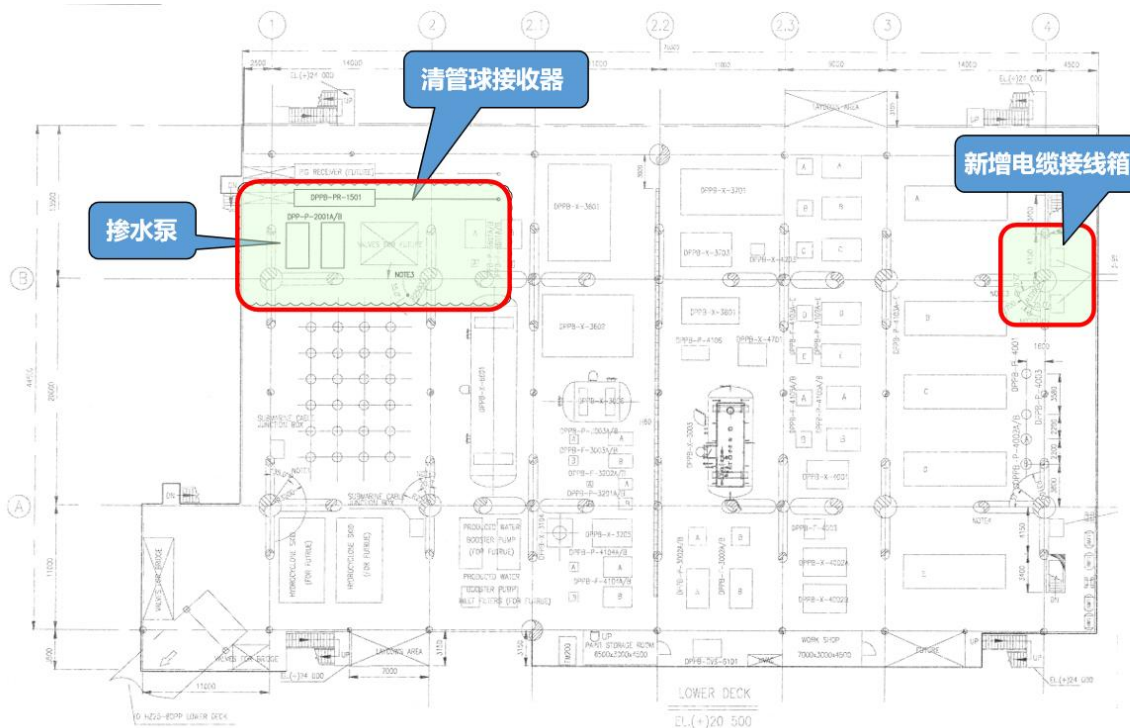
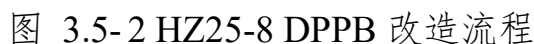


图 3.5-1 HZ25-8 DPPB 平台下层甲板改造布置图

2028 年及以后，HZ19-6 DPPA 平台生产物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线越站 HZ25-8 DPP 平台，经已建海管最终输往南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。2028 年及以后，为了保证 HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5 DPP 平台海管最低 5200m³/d 输送流量，HZ19-6 DPPA 平台外输物流在 HZ25-8 DPPB 平台处掺生产水（1400m³/d）后外输。HZ25-8 DPPB 的生产水聚结分离器处理后的生产水引水经外输掺水泵掺入 HZ25-8 DPP~HZ32-5 DPP 海管外输。



目前海洋石油 115FPSO 主要接收、处理、储存 XJ24-3 DPPB、XJ24-3 FDD、XJ23-1 DPP、HZ25-3 DPP、HZ19-2 DPP、HZ19-3 DPP、HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB（在建）平台物流，2027 年接收本项目 HZ19-6 DPPA 平台物流（仅 2027 年），2028 年及以后还接收 XJ30-2 DPPB 和 XJ30-2 FDD 平台物流。输往 FPSO 的物流首先进入合格原油/原油换热器，与来自电脱水器和电脱盐器的合格原油进行换热，再经过加热器将物流进一步加热升温，然后进入生产分离器进行油气水分离；经生产分离器分离的原油含水约为 10%，进入电脱水器/电脱盐器进行进一步分离；从电脱水器/电脱盐器出来的合格原油经换热、冷却后进入货油舱储存定期外输。经生产分离器分离出的气体进入火炬系统燃烧放空；经生产分离器、电脱水器/电脱盐器分离出的生产水进入生产水处理系统处理达标后排放。

本项目投产后，海洋石油 115FPSO 处理量见表 3.5-8，海洋石油 115FPSO 设计处理能力及处理量详见表 3.5-9。

表 3.5-8 本项目投产后2027年海洋石油115FPSO处理量

年份	XJ24-3DPPB、XJ24-3FDD、 XJ23-1DPP 平台			HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB、HZ19-6DPPA 平台			海洋石油 115FPSO 处理 量		
	油	水	液	油	水	液	油	水	液
	m³/d			m³/d			m³/d		
2027	5570	887	6457	2888	212	3100	8458	1099	9557

注: XJ24-3DPPB 平台物流已包含 HZ25-3DPP、HZ19-2DPP、HZ19-3DPP、XJ24-7WHPA 平台物流。

表 3.5-9 本项目投产后 2027 年海洋石油 115FPSO 处理能力校核

海洋石油 115FPSO	设计处理能力 (m ³ /d)	2027 年最大处理量 (m ³ /d)	依托是否可行
油处理能力	13070	8458	可行
生产水处理能力	12000	1099	可行

液处理能力	15000	9557	可行
-------	-------	------	----

经校核，本项目投产后海洋石油 115FPSO 的油、生产水、液的最大处理量均小于设计处理能力，依托可行。

3.5.4 南海奋进 FPSO 校核和改造（2028 年及以后）

3.5.4.1 南海奋进 FPSO 校核

目前南海奋进 FPSO 接收 HZ32-2 DPP 平台、HZ32-3 DPP 平台、HZ26-1 DPP 平台、HZ21-1 WHPA 平台、HZ21-1 DPPB 平台、HZ32-5 DPP 平台、HZ26-6 DPP 平台、XJ30-2 DPPB 平台（XJ30-2 DPPB 平台物流 2028 年及以后去海洋石油 115 FPSO）共 8 个平台的物流。2028 年及以后，HZ19-6 DPPA 平台生产物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线进入 HZ25-8 DPP 平台（越站），经已建海管最终输往南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。目前，南海奋进 FPSO 的一级分离器的设计处理能力不足，需要进行改造。改造后处理量及处理能力见下表 3.5-10 和表 3.5-11。

南海奋进 FPSO 升级改造工程环评已于 2025 年 2 月 15 日取得生态环境部的批复，详见附件 2-5，南海奋进 FPSO 升级改造工程计划 2025 年 4 月投用，建设时序满足本项目依托要求。

本项目原油油品比南海奋进 FPSO 目前接收的原油油品好，原油密度较低，属于轻质低粘高凝油，南海奋进 FPSO 现有的生产水处理系统可以对本项目产生的生产水进行高效处理，处理后满足排放标准要求。

表 3.5-10 本项目投产后（2028 年及以后）南海奋进 FPSO 处理量

年份	本项目投产前南海奋进 FPSO ¹			HZ19-6 DPPA 平台外输量			掺水量 ²	南海奋进处理量		
	油	水	液	油	水	液	水	油	水	液
	m ³ /d			m ³ /d			m ³ /d	m ³ /d		
2028	6213	496	6709	1151	2649	3800	1400	7364	4545	11909
2029	7192	783	7975	2492	1308	3800	1400	9684	3491	13175
2030	6137	1201	7338	3035	765	3800	1400	9172	3366	12538
2031	4883	2207	7090	3339	461	3800	1400	8222	4068	12290
2032	3906	2601	6507	3100	700	3800	1400	7006	4701	11707
2033	2942	2459	5401	2782	1018	3800	1400	5724	4877	10601
2034	2263	1807	4070	2230	1570	3800	1400	4493	4777	9270
2035	1818	1942	3760	1830	1970	3800	1400	3648	5312	8960
2036	1449	1980	3429	1414	2386	3800	1400	2863	5766	8629
2037	825	2230	3055	1389	2411	3800	1400	2214	6041	8255

年份	本项目投产前南海奋进 FPSO ¹			HZ19-6 DPPA 平台外输量			掺水量 ²	南海奋进处理量		
	油	水	液	油	水	液	水	油	水	液
	m ³ /d			m ³ /d			m ³ /d	m ³ /d		
2038	623	1963	2586	1191	2609	3800	1400	1814	5972	7786
2039	485	1777	2262	1035	2765	3800	1400	1520	5942	7462
2040	477	1799	2276	866	2934	3800	1400	1343	6133	7476
2041	382	1535	1917	765	3035	3800	1400	1147	5970	7117
2042	295	1380	1675	661	3139	3800	1400	956	5919	6875
2043	278	1220	1498	562	3238	3800	1400	840	5858	6698
2044	289	1100	1389	397	3403	3800	1400	686	5903	6589
2045	265	1117	1382	304	3496	3800	1400	569	6013	6582
2046	283	1062	1345	264	3536	3800	1400	547	5998	6545
2047	222	998	1220	221	3579	3800	1400	443	5977	6420
2048	161	976	1137	199	3601	3800	1400	360	5977	6337
2049	162	666	828	135	3665	3800	1400	297	5731	6028
2050	152	610	762	116	3684	3800	1400	268	5694	5962

注：1、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、HZ32-5DPP 平台、HZ26-6DPP 平台共 7 个平台的物流。

2、为了保证 HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5DPP 平台海管最低 5200m³/d 输送流量，HZ19-6 DPPA 平台外输物流在 HZ25-8DPPB 平台处掺生产水 1400m³/d 后外输。

3、HZ19-6 DPPA~HZ25-8 DPPB 海管的最小输送量要求为 3800m³/d。

表 3.5-11 南海奋进 FPSO 处理能力校核

南海奋进 FPSO	设计处理能力 (m ³ /d)	最大处理量 (m ³ /d)	依托是否可行
油处理能力	10704	9684	可行
生产水处理能力	13920	6133	可行
液处理能力	15156	13175	可行

经校核，南海奋进 FPSO 的油、水和液的最大处理量小于等于设计处理能力，可以满足本项目投产后需求。

3.5.4.2 南海奋进 FPSO 改造

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。南海奋进 FPSO 改造经过改造后，一级分离器的最大处理量小于等于设计处理能力，可以满足本项目投产后需求。

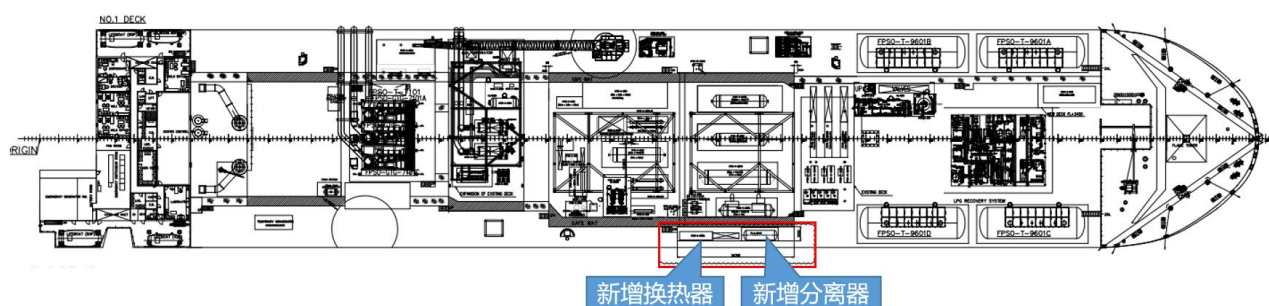


图 3.5-3 南海奋进 FPSO 改造布置图

3.5.5 HZ26-6 DPP 平台适应性改造

中层甲板：新增变压器间及 FM200 间，新增甲板布置进风机盐雾滤器，新增高压开关间。新增甲板避免落物作业风险。

下层甲板：新增甲板 20m×3.5m 布置新增清管球发球筒；新增电缆接线箱，新建混输管立管利用 A1 腿立管、新建海缆利用 A1 腿预留电缆护管。

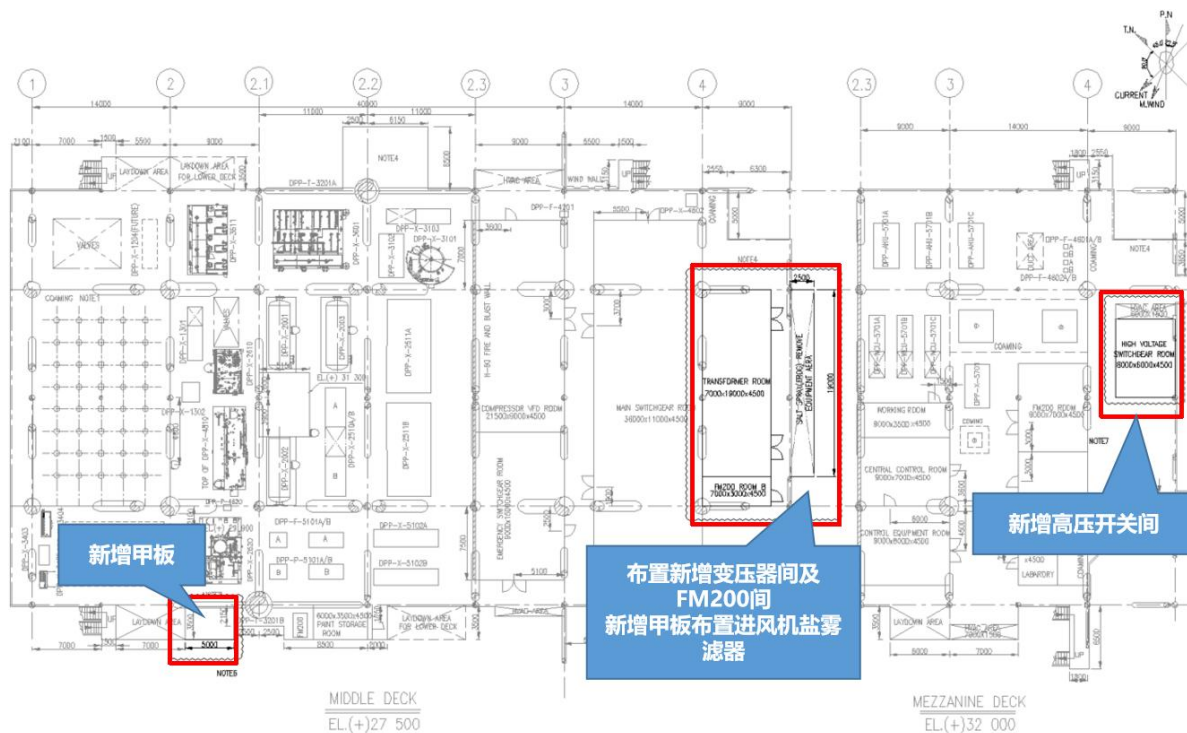


图 3.5-4 HZ26-6 DPP 平台中层甲板改造布置图

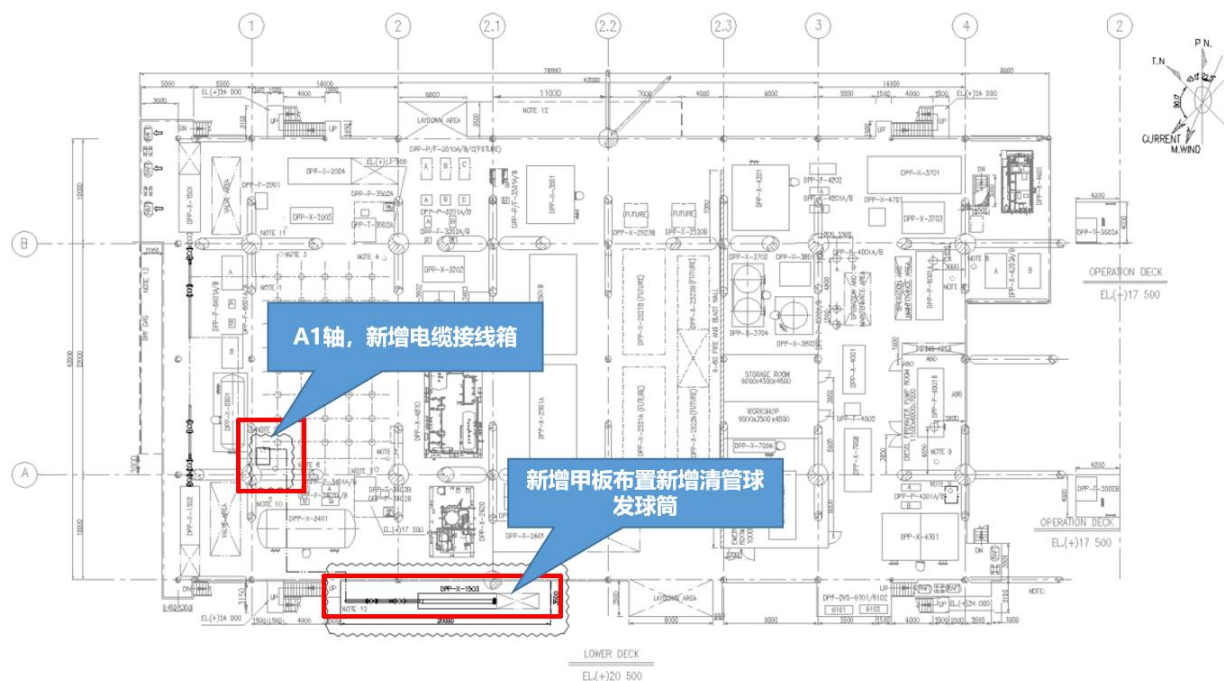


图 3.5-5 HZ26-6 DPP 平台下层改造布置图

3.5.6 HZ19-3 DPP 平台适应性改造

下层甲板：利用已有空间位置增加电缆接线箱，利旧 B2 腿立管；改造封存立管作为电缆护管；

主开关间拆除现有高压盘，新增 4 面高压盘。



仅对 HZ19-2 DPP 平台至 HZ19-3 DPP 平台的海缆出线开关综保系统进行改造。

本项目投产后 2027 年将依托已建 HZ25-8DPP 平台至 XJ24-3DPPB 平台海底混输管道、XJ24-3DPPB 平台至 XJ24-3FDD 平台海底混输管道、XJ24-3FDD 平台至 XJ23-1DPP 平台海底混输管道和 XJ23-1DPP 平台至海洋石油 115FPSO 海底混输管道，2028 年及以后将依托 HZ25-8DPP 平台至 HZ32-5DPP 平台混输管道、HZ32-5DPP 平台至南海奋进 FPSO 的海底管道。本项目依托海底管道校核情况见表 3.5-12。

表 3.5-12 依托海底管道校核

海管	投产时间	设计年限(年)	管径(″)	管长(km)	设计压力(kPaA)	最高操作压力(kPaA)	设计温度(℃)	最高操作温度(℃)	校核结果
HZ25-8 DPP 至 XJ24-3 DPPB 混输管道	2014 年	20	10	18.3	7390	4600	95	82.8	满足依托要求
XJ24-3 DPPB 至 XJ24-3 FDD 混输管道	2014 年	20	12	8.3	6300	2900	95	82.3	满足依托要求
XJ24-3 FDD 至 XJ23-1 DPP 混输管道	2010 年	25	12	20.7	4620	2200	90	79.6	满足依托要求
XJ23-1 DPP 至海洋石油 115 FPSO 混输管道	在建 (2026 年 1 月投产)	20	12	2.3	4600	750	87	72	满足依托要求
HZ25-8 DPP 至 HZ32-5 DPP 混输管道	2021 年	20	12	31.4	4750	3100	85	76.6	满足依托要求
HZ32-5 DPP 至南海奋进 FPSO	2023 年	20	10	4.2	6350	1800	85	69.2	满足依托要求

根据校核结果，本项目投产后依托的海底混输管道校核压力和校核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 HZ19-6 DPPA 平台设置 45 个井槽（4 口单筒双井），先期开发 27 口生产井（后期两口生产井转注）和 3 口注水井，预留 19 口井，30 口开发井总进尺 123022m，平均井深 4101m，最大井深 5442m，预留 19 口井，总进尺约 97760m，平均井深约 5145m。采用模块钻机进行钻井作业。

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 3.6-7，预留 19 口井身结构参考详见表 3.6-1，实际井身结构可能会根据现场钻井情况进行调整。

表 3.6-1 HZ19-6 DPPA 平台井身结构及套管参数

分类	井号	井深(m)	钻头尺寸(in)×井深(m)	套管尺寸(in)×下深(m)
第一类	HZ25-4-	2387	24″ 隔水导管入泥 60m	

分类	井号	井深(m)	钻头尺寸(in)×井深(m)	套管尺寸(in)×下深(m)
2000~3000m 水平井	A8H		16"×900m+12-1/4"× 2085m+8-1/2"×2387m	13-3/8"×895m +9-5/8"×2080m
	HZ25-4-A9H	2436	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 1828m+8-1/2"×2436m	13-3/8"×895m +9-5/8"×1823m
	HZ25-4-A10H	2491	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 1803m+8-1/2"×2491m	13-3/8"×895m +9-5/8"×1798m
	HZ25-4-A7H	2540	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 2133m+8-1/2"×2540m	13-3/8"×895m +9-5/8"×2128m
第二类 3000~4000m 定向井	HZ25-4-A3	3124	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 3124m	13-3/8"×895m +9-5/8"×3119m
	HZ25-4-A2	3315	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 3315m	13-3/8"×895m +9-5/8"×3110m
	HZ19-6-A1	3675	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1100m+12-1/4"× 3675m	13-3/8"×1095m +9-5/8"×3670m
第三类 3000~4000m 水平井	HZ25-4-A1	3685	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 3685m	13-3/8"×895m +9-5/8"×3680m
	HZ19-6-A5H	3014	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 2287m+8-1/2"×3014m	13-3/8"×895m +9-5/8"×2282m
	HZ25-4-A5H	3058	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 2728m+8-1/2"×3058m	13-3/8"×895m +9-5/8"×2723m
第四类 4000~5000m 水平井	HZ19-6-A3H	3392	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 2678m+8-1/2"×3392m	13-3/8"×895m +9-5/8"×2673m
	HZ19-6-A4H	3746	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1100m+12-1/4"× 3350m+8-1/2"×3746m	13-3/8"×1095m +9-5/8"×3345m
	HZ25-4-A4H	4149	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×900m+12-1/4"× 3451m+8-1/2"×4149m	13-3/8"×895m +9-5/8"×3446m
	HZ25-4-	4725	24" 隔水导管入泥 60m	

分类	井号	井深(m)	钻头尺寸(in)×井深(m)	套管尺寸(in)×下深(m)
	A17H		16"×1500m+12-1/4"× 4317m+8-1/2"×4725m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4312m
	HZ25-4- A15H	4745	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4334m+8-1/2"×4745m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4329m
	HZ25-4- A19H	4827	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4424m+8-1/2"×4827m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4419m
	第五类 4000~5000m 定向井	HZ25-4- A22	4353	24" 隔水导管入泥 60m
16"×1500m+12-1/4"× 4353m				13-3/8"×1495m +9-5/8"×4348m
HZ19-6- A2		4428	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4428m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4423m
HZ25-4- A23		4444	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4444m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4439m
HZ25-4- A24		4631	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4631m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4626m
HZ25-4- A14		4760	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4760m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4655m
HZ25-4- A12		4968	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4968m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4963m
HZ25-4- A13		4800	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4800m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4795m
第六类: 5000~5500m 定向井		HZ25-4- A11	5108	24" 隔水导管入泥 60m
	16"×1500m+12-1/4"× 5108m			13-3/8"×1495m +9-5/8"×5103m
第七类: 5000~5500m 水平井	HZ25-4- A16H	5142	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4342m+8-1/2"×5142m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4337m
	HZ25-4- A18H	4972	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4418m+8-1/2"×4972m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4413m
第八类: 5000~5500m 分支井	HZ25-4- A20Ma/ Mb	5442	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"× 4756m+8-1/2"×5442m +8-1/2"×5261m +8-1/2"×5257m +8-1/2"×5079m	13-3/8"×1495m +9-5/8"×4751m

分类	井号	井深(m)	钻头尺寸(in)×井深(m)	套管尺寸(in)×下深(m)
预留井 (19 口)			+8-1/2"×5290m	
	HZ25-4-A21Ma/Mb	5129	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"×4625m+8-1/2"×5129m+8-1/2"×5041m	13-3/8"×1495m+9-5/8"×4620m
			24" 隔水导管入泥 60m	
	HZ25-4-A25Ma/Mb	5142	16"×1500m+12-1/4"×4551m+8-1/2"×4968m+8-1/2"×5142m	13-3/8"×1495m+9-5/8"×4546m
			24" 隔水导管入泥 60m	
预留井 (19 口)	水平井 (14 口)	5135	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"×4535m+8-1/2"×5135m	13-3/8"×1495m+9-5/8"×4530m
	分支井 (1 口)	5070	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"×4470m+8-1/2"×5070m+8-1/2"×5070m	13-3/8"×1495m+9-5/8"×4465m
	定向井 (4 口)	5200	24" 隔水导管入泥 60m	
			16"×1500m+12-1/4"×5200m	13-3/8"×1495m+9-5/8"×5195m

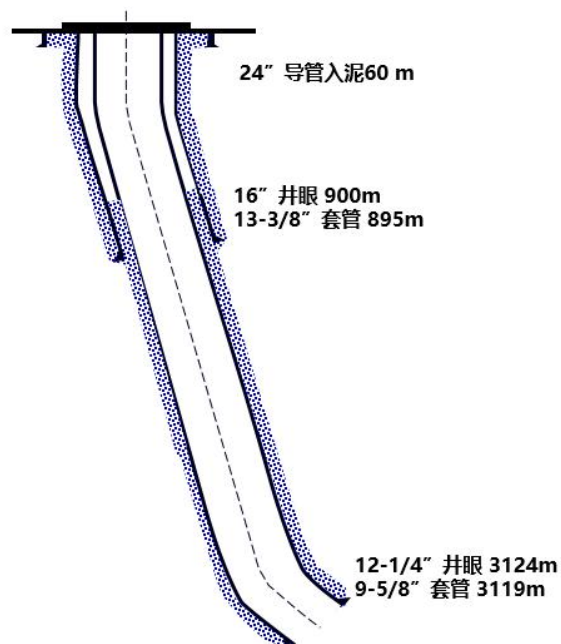
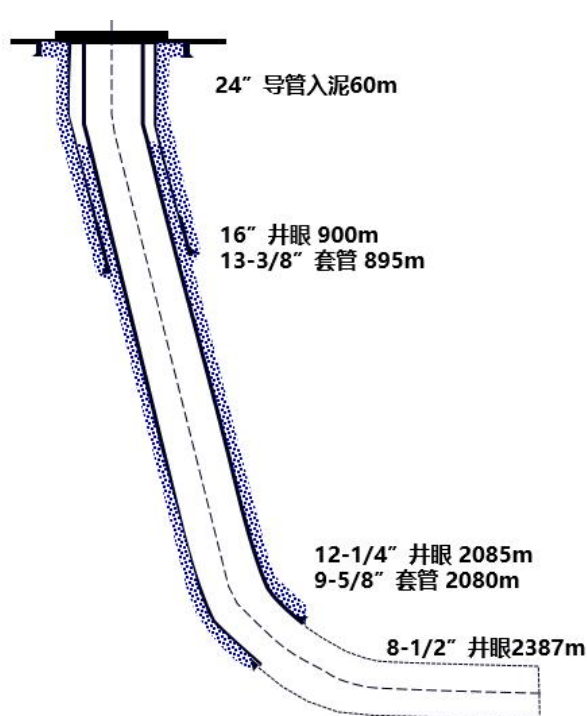


图 3.6-1 第一类 2000~3000m 水平井井身结构示意图(以 HZ25-4-A8H 井示例) 图 3.6-2 第二类 3000~4000m 定向井井身结构示意图 (以 HZ25-4-A3 井示例)

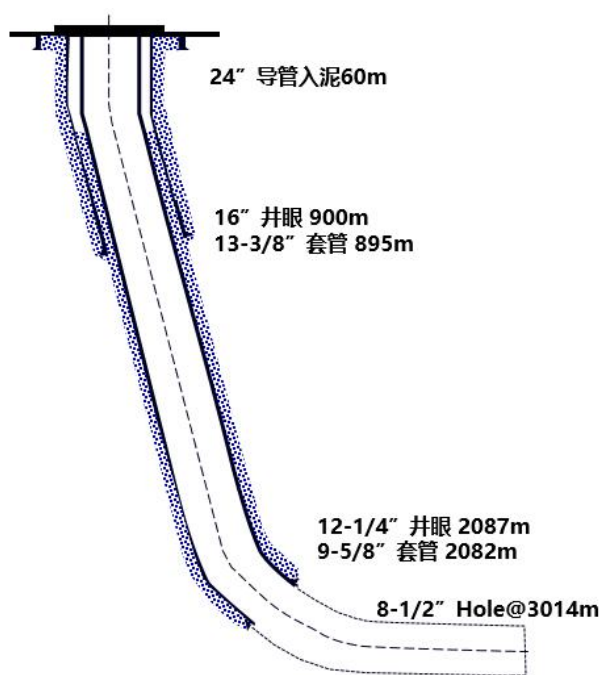


图 3.6-3 第三类 3000~4000m 水平井井身结构示意图(以 HZ19-6-A5H 井示例)

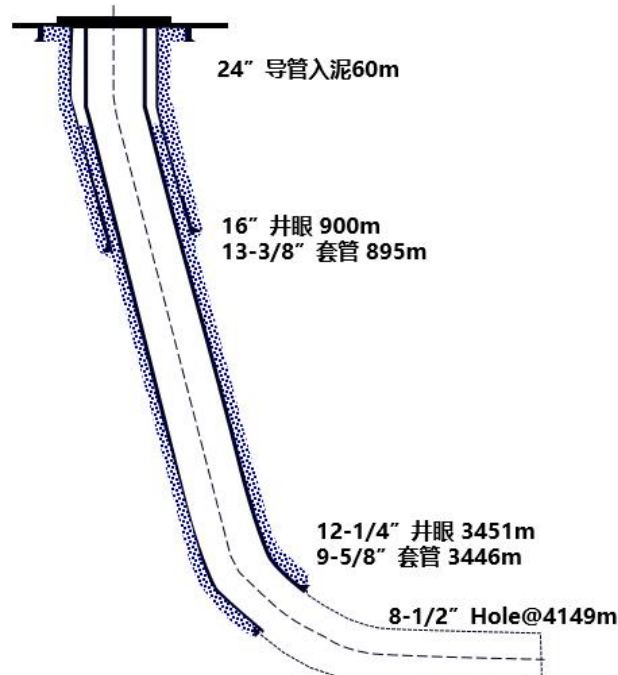


图 3.6-4 第四类 4000~5000m 水平井井身结构示意图(以 HZ25-4-A4H 井示例)

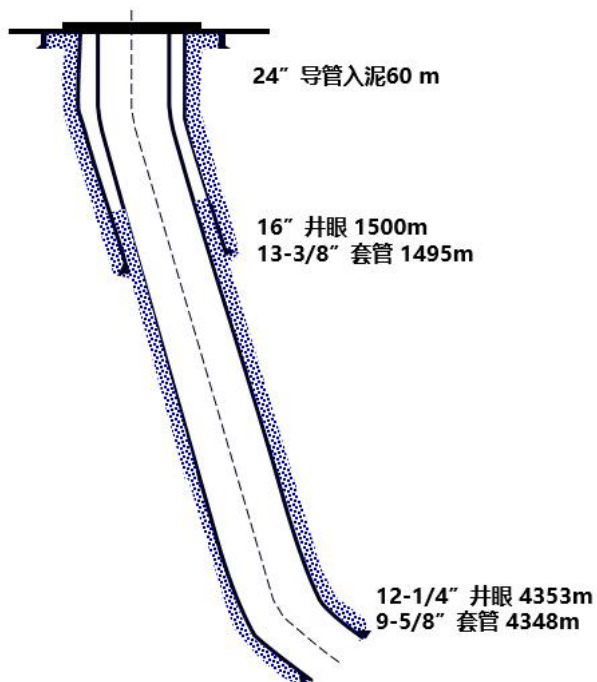


图 3.6-5 第五类 4000~5000m 定向井井身结构示意图(以 HZ25-4-A22 井示例)

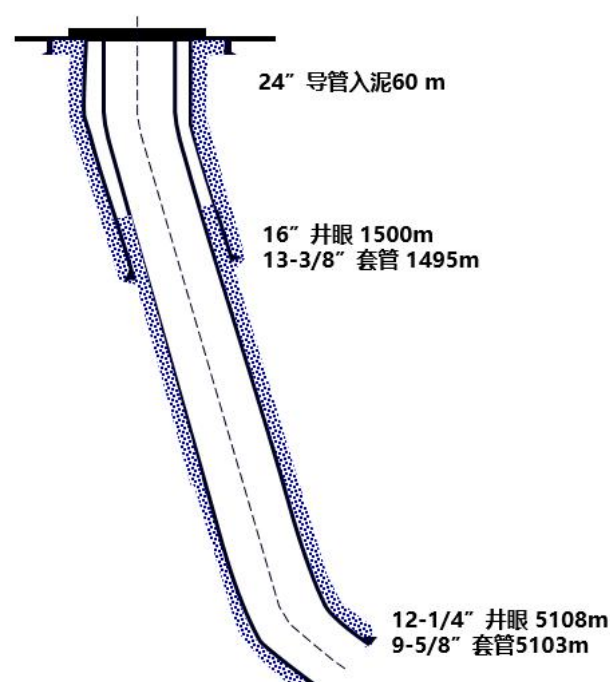


图 3.6-6 第六类 5000~5500m 定向井井身结构示意图(以 HZ25-4-A11 井示例)

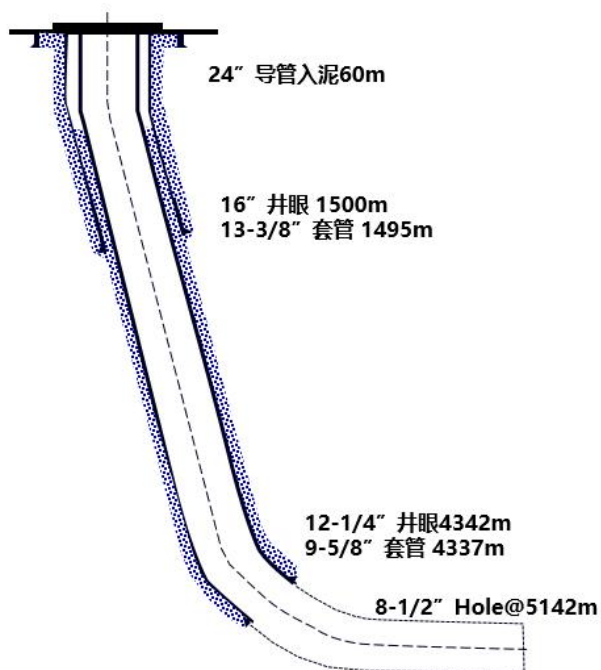


图 3.6-7 第七类 5000~5500m 水平井井身结构示意图（以 HZ25-4-A16H 井为例）

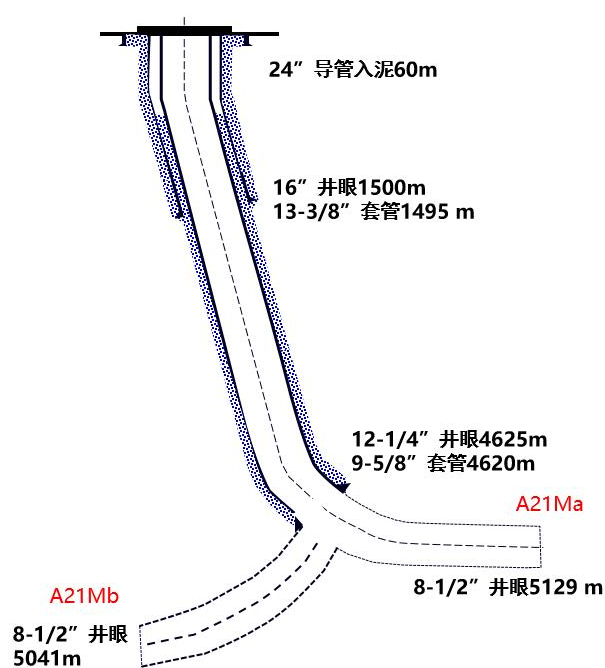


图 3.6-8 第八类 5000~5500m 分支井井身结构示意图（以 HZ25-4-A21Ma/Mb 井为例）

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。本项目各井段优先采用水基钻井液体系，仅文昌组水平井 8-1/2" 井段采用油基钻井液，不同井型各井段采用的钻井液体系见表 3.6-2。

表 3.6-2 本项目钻井液体系

井段	钻井液类型
16"	海水/膨润土浆
12-1/4"	水基聚合物体系
8-1/2"	油基钻井液体系 ^①
	无固相水基钻井液体系

注：①仅文昌组水平井 HZ25-4-A15H、HZ25-4-A16H、HZ25-4-A17H、HZ25-4-A18H、HZ25-4-A19H、HZ25-4-A20M、HZ25-4-A21M、HZ25-4-A22M 井在 8-1/2" 井段使用油基钻井液体系。

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、海底电缆铺设及改造等工作。本项目计划 2027 年 2 月~2030 年 8 月施工，施工总天数为 1280 天，最大同时作业人数为 500 人。

3.6.2.1 钻完井作业

本项目 HZ19-6 DPPA 平台计划采用模块钻机进行钻完井及修井作业。

采油井 HZ25-4-A22 和 HZ25-4-A24 分别于 2033 年和 2032 年转注水井，其注水层段与采油层段一致。采用一体式管柱形式，原管柱直接转注，不新增转注井下施工，泵下设置滑套，泵前设置单流阀，前期采油阶段滑套打开，转注水时钢丝作业关闭滑套。

3.6.2.2 平台就位及安装

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台导管架和上部组块均计划在陆地场地建造，滑移装船，滑移下水。浮托安装平台上部组块，吊装安装导管架。

3.6.2.3 海底管道和海底电缆铺设

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。

本项目新建海底电缆拟采用铺缆船铺设，后挖沟，埋深 1.5m。其中平行铺设的两条 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台海底电缆，先挖沟施工完其中一条，再挖沟施工另一条。

3.6.2.4 海底管道/海底电缆跨越

根据前期收集的历史资料显示，新建的海底管缆与已建的海底管缆共发生 13 次跨越。

(1) 新建海底管道/电缆与已建海底管道/电缆跨越方式

在已建海底管道/电缆上方放置 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。

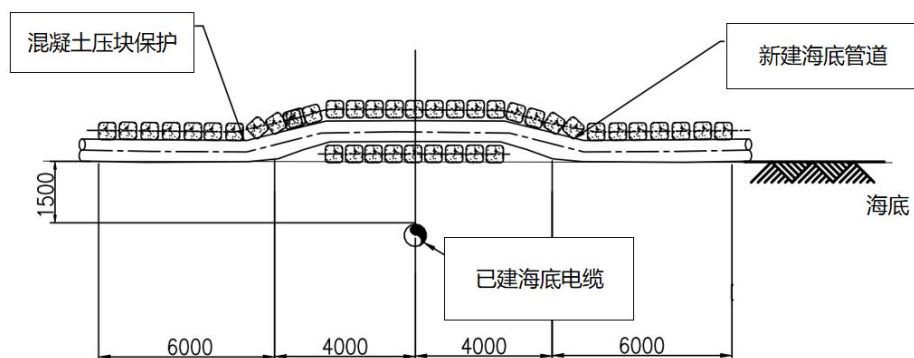


图 3.6-9 新建海底管道与已建海底电缆跨越示意图

(2) 新建海底管缆与已建光缆跨越方式

在已建海底光缆两侧布置支撑压块，管道或电缆铺设在支撑压块上方，铺设管道或电缆后在上方放置混凝土压块保护。

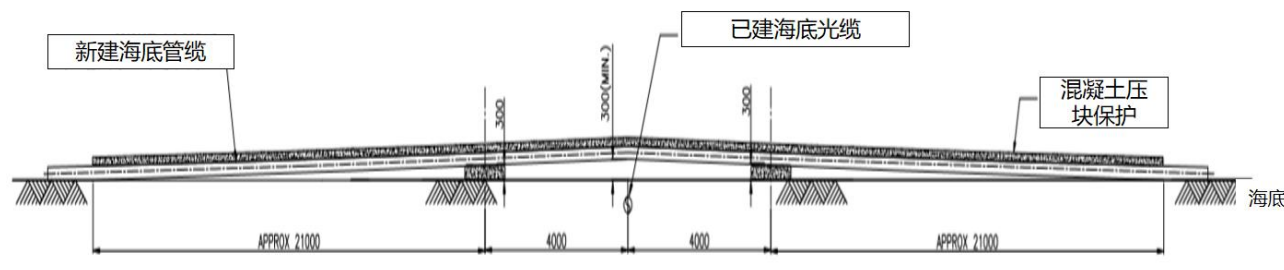


图 3.6-10 新建管缆与已建光缆跨越示意图

3.6.2.5 已建平台/设施改造

新建工程依托的 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台、南海奋进 FPSO 改造采用浮吊进行。

3.6.2.6 平台调试

主要在新建 HZ19-6 DPPA 平台上部进行，不需使用大型施工船舶。

3.6.2.7 施工船舶

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 拖轮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)
HZ19-6 DPPA 平台	导管架海上安装	浮吊	1	60	150
		驳船	1		
	组块海上安装	浮吊	1	60	200
		驳船	1		
	新建平台连接调试	生活支持船	1	60	200
		拖轮/供应船	1		
	钻完井	拖轮	2	860	100
	钻完井 (预留井)	拖轮	2	287	100
HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台、南海奋进 FPSO 适应性改造		浮吊	1	30	150
		驳船	1		
海底管道铺设		铺管船	1	85	150
		拖轮	2		
		驳船	2		
		多功能工程船	1	53	50

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)
海底电缆铺设	拖轮	1	66	30
	铺缆船	1		
	多功能工程船	1	70	50
	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、驳船、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、多功能工程船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。

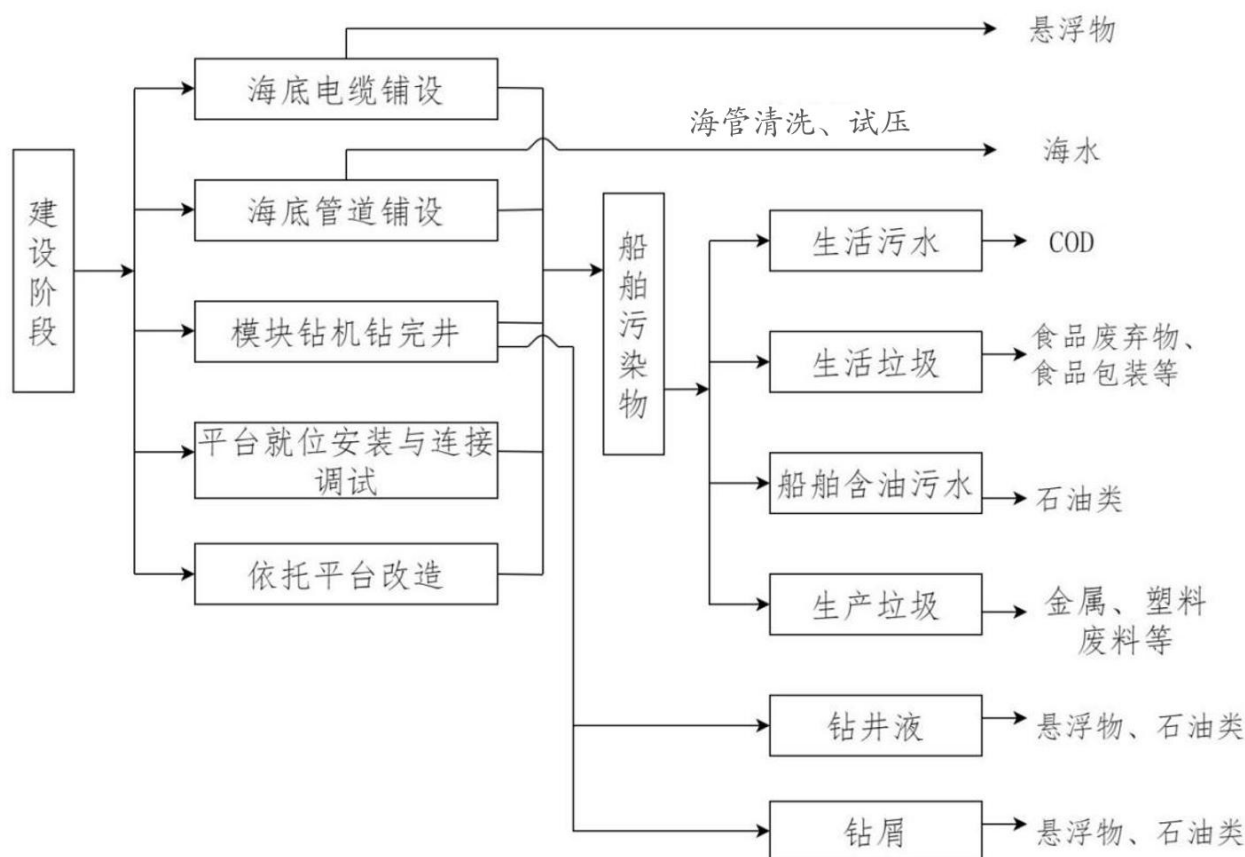


图 3.7-1 建设阶段产污环节和污染物种类

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。同时，项目生产阶段守护船将产生一定量船舶污染物，其污染物种类与建设阶段产生的船舶污染物种类相同。

生产阶段产污环节及污染物种类参见图 3.7-2。

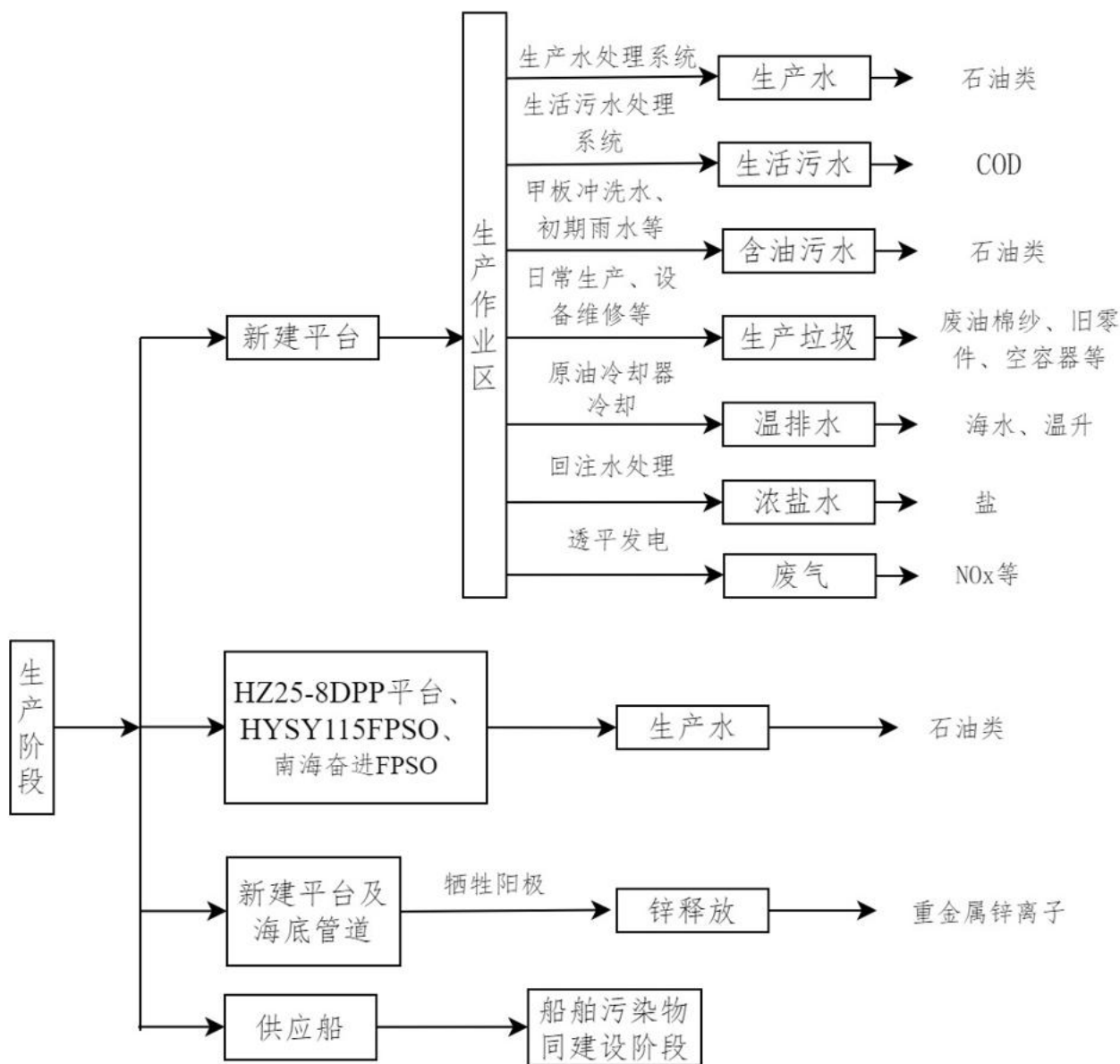


图 3.7-2 生产阶段产污环节和污染物种类

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 HZ19-6 DPPA 平台先期计划钻井 30 口，预留 19 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（m³）；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，HZ19-6 DPPA 平台先期钻井产生的钻屑量约为 25155m³（堆体积），其中非钻井油层水基钻井液钻屑量 22609m³（堆体积），钻井油层水基钻井液钻屑量 1951m³（堆体积），油基钻井液钻屑量 595m³（堆体积）。产生的钻屑总量（含预留井）约为 45029m³（堆体积），其中非钻井油层水基钻井液钻屑量 41254m³（堆体积），钻井油层水基钻井液钻屑量 2725m³（堆体积），油基钻井液钻屑量 1050m³（堆体积）。钻屑水下 40m 排放，最大排放速率为 207m³/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)	钻井油层水基钻 井液钻屑量 (m ³)	油基钻井液钻 屑量 (m ³)
HZ19-6 DPPA	先期钻井	30	25155	22609	1951	595
	预留井	19	19874	18645	774	455
	合计	49	45029	41254	2725	1050

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和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。

油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 HZ19-6 DPPA 平台上，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）的要求后水下 40m 排海。

热脱附技术装置为封闭系统，通过螺旋输送泵或柱塞泵将油基钻井液钻屑输送至减压热解釜装置内，在高温真空状态下，油基钻井液钻屑在容器内发生热解反应，基础油和水以气体馏分的形式分离出来，经冷凝装置冷却液化成油和水加以回收用于钻井液配置，剩余的固态残渣自动排出，处理工艺流程见图 3.8-1。

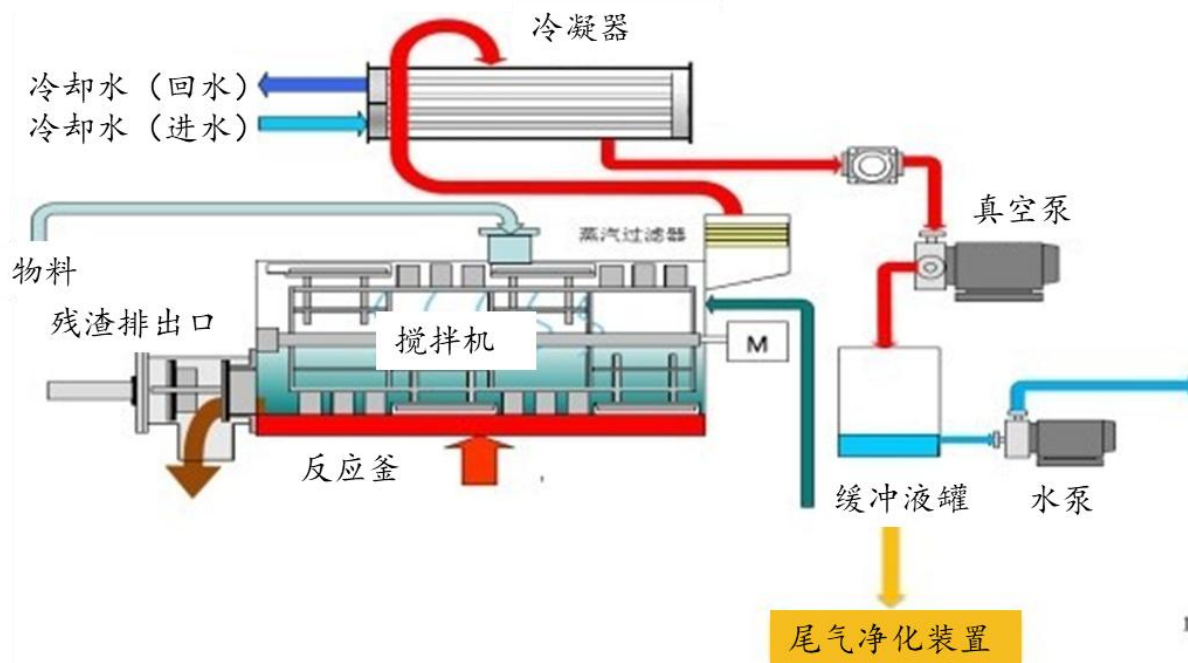


图 3.8-1 油基钻井液钻屑热脱附处理工艺

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，仅文昌组水平井 8-1/2" 井段使用油基钻井液。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（m³）；

V₁—钻屑黏附量（m³），V₁=V_{钻屑量}×10%（m³）；

V₂—起钻携带量（m³），V₂=起钻次数×10m³/次；

V₃—固井置换量（m³），V₃=固井次数×15m³/次；

V₄—一次性排放量（m³），V₄=套管内泥浆量+V_{泥浆池}×90%（m³）。

本项目先期钻井和预留井均采用批钻方式，具体钻井作业产生的钻井液量可能根据实际钻井情况有所调整。本项目各井段优先采用水基钻井液体系，当钻至油层段时，会有含水的水基钻井液产生，仅文昌组水平井 8-1/2" 井段使用油基钻井液，钻井液量计算结果统计见表 3.8-2。经核算，本项目 HZ19-6 DPPA 平台先期钻井钻井液产生量约为 41778m³，其中水基钻井液产生量约为 37364m³，油基钻井液约为 4413m³；使用的水基钻井液中，非钻井油层水基钻井液约为

24631m³，钻井油层水基钻井液为 12733m³。HZ19-6 DPPA 平台总钻井液（含预留井）产生量约为 73110m³，其中水基钻井液产生量约为 64485m³，油基钻井液约为 8625m³；使用的水基钻井液中，非钻井油层水基钻井液约为 44815m³；钻井油层水基钻井液约为 19670m³。

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）要求的水基钻井液排放，油基钻井液和不达标的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；HZ19-6 DPPA 平台一次性最大排放量约为 1156m³，排放速率约为 35m³/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)	水基钻井液量 (m ³)			油基钻井液量 (m ³)
				非钻井油层水 基钻井液	钻井油层水基 钻井液量	水基钻井 液总量	
HZ19-6 DPPA	先期钻井	30	41777	24631	12733	37364	4413
	预留井	19	31333	20184	6937	27121	4212
	合计	49	73110	44815	19670	64485	8625

3.8.1.3 悬浮物

本项目新铺 4 条海底电缆（2 条 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台长度约 15km，1 条 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台长度约 22.4km，1 条 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台长度约 9.7km），均采用后挖沟的方式埋设，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/cm³。

本项目海底电缆后挖沟截面示意图见图 3.8-1。

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)

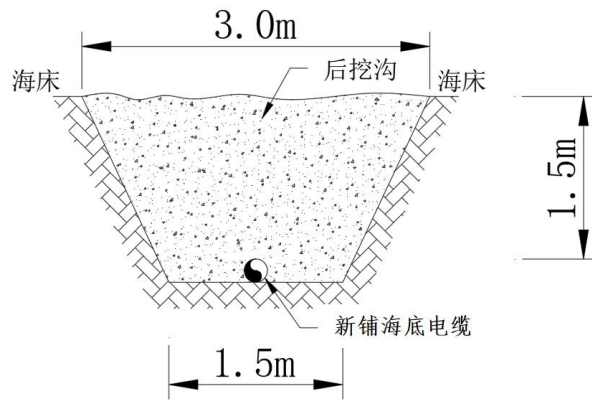


图 3.8-1 海缆后挖沟示意图

表 3.8-3 海缆铺设悬浮物源强核算结果

管缆名称	长度(km)	埋深(m)	挖沙总量(m ³)	悬浮物排放速率(kg/s)
HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台海底电缆(2条)	15	1.5	10126	19.92
HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台海底电缆(1条)	22.4	1.5	7560	19.92
HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台海底电缆(1条)	9.7	1.5	3274	19.92
合计	/	/	20960	/

3.8.1.4海管清洗水

海底管道铺设完毕后,需要对海管进行清管,本项目新铺设2条海管在清管过程中会产生部分清管水,产生量合计约1486m³,详见表3.8-4。清管全部采用海水,通常无其他添加成分,其主要污染因子为少量悬浮物。

表 3.8-4 新铺管道清管水量

海底管道	管长(km)	管径(in)	清管水量(m ³)
HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台 海底混输管道	15.0	10/16	760
HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台 海底混输管道	22.4	8	726
合计	/	/	1486

3.8.1.5试压水

本项目海管建成后,使用海水进行试压,产生海管试压水,产生量约1486m³,

海管试压完成后直接排放。

3.8.1.6 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 3.8-5。

表 3.8-5 本项目建设阶段船舶污染物核算结果

施工内容		船舶含油污水 (m ³)	生活污水 (m ³)	生活垃圾 (t)	生产垃圾 (t)
新建平台	导管架海上安装	60.0	3150.0	13.5	1.6
	组块海上安装	60.0	4200.0	18.0	1.6
	新建平台连接调试	60.0	4200.0	18.0	1.6
	钻完井（先期钻井）	286.7	30100.0	129.0	2.4
	钻完井（预留井）	95.7	10045.0	43.1	0.8
	小计	562.4	51695.0	221.6	8.1
HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台、南海奋进 FPSO 适应性改造		30.0	1575.0	6.8	0.8
海底管道铺设		191.2	5390.0	23.1	4.5
海底电缆铺设		79.7	1918.0	8.2	2.0
合计		863.3	60578.0	259.6	15.4

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，参照《水运工程环境保护设计规范》（JT/S149-2018）中要求“船舶舱底油污水水量宜按实测资料确定”，本项目根据中国海洋石油集团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）m³/（船·日），本次浮吊船、铺缆船、铺管船、多功能工程船、驳船计算取 0.5m³/（船·日）；一般工作船舶含油污水产生量按（3~5）m³/（船·月），本次拖轮等一般工作船舶计算取 5m³/（船·月）。据此计算本项目建设阶段船舶含油污水产生量约 863.3m³，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 60578.0m³，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。根据中国海洋石油集团有限公司石油开发工程的多年统计资料，生活垃圾按 $1.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ 计算，其中食品废弃物按 $1\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ ；其它生活垃圾按 $0.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ 。同时参考《水运工程环境保护设计规范》（JTS149-2018），沿海船舶生活固体废物单位发生量为 $1.5\text{kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ ，与中国海洋石油集团有限公司的统计数据是相同的。由此估算本工程建设阶段共产生生活垃圾约 259.6t ，其中食品废弃物 173.1t ，其它生活垃圾 86.5t 。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。根据中国海洋石油集团有限公司石油开发工程的多年统计资料，浮吊船、铺管船、铺缆船等大型施工船舶按 $5\text{t}/\text{年}$ 计算，拖轮等小型船舶 $0.5\text{t}/\text{年}$ 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 15.4t ，均运回陆地处理。

3.8.1.7 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 3.8-6。

表 3.8-6 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 45029m^3 (含预留井)	非钻井油层水基钻井液钻屑量 (m^3)	41254	$207\text{m}^3/\text{d}$ (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
	钻井油层水基钻井液钻屑量 (m^3)	2725		悬浮物、石油类	
	油基钻井液钻屑量 (m^3)	1050			
钻井液 73110m^3 (含预留井)	非钻井油层水基钻井液量 (m^3)	44815	$35\text{m}^3/\text{h}$ (最大)	悬浮物	
	钻井油层水基钻井液量 (m^3)	19670		悬浮物、石油类	
	油基钻井液 (m^3)	8625	—	悬浮物、石油类	运回陆地处理
悬浮物 (m^3)		20960	$19.92\text{kg}/\text{s}$	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
船舶污 染物	船舶含油污水 (m ³)	863.3	—	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 ³)	60578.0	—	COD 等	处理达标后间断排放
	生活垃圾 (t)	259.6	—	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)	15.4	—	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、生产垃圾等。

3.8.2.1 含油生产水

a. HZ19-6 DPPA 平台

新建 HZ19-6 DPPA 平台设置油气水处理设施, 油田采出液经生产分离器处理后增压输送到 HZ25-8 DPPB 平台。分离器分出的生产水进入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 $\leq 45\text{mg/L}$, 一次容许值 $\leq 65\text{mg/L}$) 后排海。本项目 HZ19-6 DPPA 平台含油生产水最大排放量为 $31467\text{m}^3/\text{d}$ (2035 年), 采用开排沉箱水下 50m 排海, HZ19-6 DPPA 平台水平衡见表 3.8-7。

表 3.8-7 HZ19-6 DPPA 平台水平衡表

时间	日产水	外输水量	处理水量	注水	排放量
	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d
2027	3470	3470	0	0	0
2028	2649	2649	0	0	0
2029	4536	1308	3228	0	3228
2030	10524	765	9759	1536	9759
2031	21539	461	21078	1972	21078
2032	25761	700	25061	3266	25061
2033	29639	1018	28621	3853	28621

时间	日产水	外输水量	处理水量	注水	排放量
	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d
2034	32051	1570	30481	4800	30481
2035	33437	1970	31467	4795	31467
2036	33846	2386	31460	4767	31460
2037	33876	2411	31465	4754	31465
2038	32774	2609	30165	4745	30165
2039	32593	2765	29828	4738	29828
2040	32294	2934	29360	4733	29360
2041	32484	3035	29449	4730	29449
2042	30378	3139	27239	4727	27239
2043	27853	3238	24615	4594	24615
2044	22048	3403	18645	4459	18645
2045	17619	3496	14123	4454	14123
2046	16953	3536	13417	4265	13417
2047	16929	3579	13350	4194	13350
2048	15760	3601	12159	3907	12159
2049	11551	3665	7886	3637	7886
2050	11302	3684	7618	3103	7618

注：本项目注水采用海水处理后回注。

b. HZ25-8 DPPB/HZ25-8 DPP 平台

2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流进入 HZ25-8 DPPB 平台，与 HZ25-8 DPPB 平台物流混合一起进入一级分离器分离，分离出的含水 10%原油通过栈桥输往已建 HZ25-8 DPP 平台与该平台一级分离器处理的物流混合进入二级分离器处理后外输。分离出含油生产水进入 HZ25-8 DPP 平台和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统和注水系统处理达标后部分回注，部分在已建 HZ25-8 DPP 平台达标排放（水下 56m 排海）；已建 HZ25-8 DPP 平台和在建 HZ25-8 DPPB 平台水平衡见表 3.8-8，已建 HZ25-8 DPP 平台含油生产水最大排放量为 4093m³/d（2027 年），未超过《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）中批复的 HZ25-8 DPP 平台最大排放量 21600m³/d。

表 3.8-8 已建 HZ25-8 DPP 和在建 HZ25-8 DPPB 平台水平衡表

年份	本项目投产前 ¹ (m ³ /d)		本项目增减量 ² (m ³ /d)		项目投产后 (m ³ /d)	
	排放量	外输量	排放量	外输量	排放量	外输量
2027	293	542	3800	-330	4093	212

注：1、本项目投产前包括现有 HZ25-8DPP 平台和惠州 25-8 油田综合调整项目投产后。

2、本项目投产后外输油量增加，海管掺水量减少。排放量变化详见表 3.5-7。

c. 海洋石油 115FPSO

2027 年本项目投产后海洋石油 115FPSO 含油生产水最大排放量为 1099m³/d, 未超过《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）批复的生产水最大排放量 6180m³/d, 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。本项目投产后, 2027 年由于 HZ25-8 DPP 平台外输油量增加, 海管掺水量减少, 海洋石油 115FPSO 接收的水量减少 330m³/d, 水平衡见表 3.8-9。

表 3.8-9 海洋石油 115FPSO 水平衡表

年份	海洋石油 115FPSO		
	现有平台排放量 ¹ (m ³ /d)	本项目+HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台 (m ³ /d)	总排放量 (m ³ /d)
2027	887	212	1099

注: 1、现有平台包括: XJ24-3 DPPB、XJ24-3 FDD、XJ23-1 DPP、HZ19-2 DPP、HZ19-3 DPP、HZ25-3 WHP 平台。

d. 南海奋进 FPSO

本项目投产后南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为 6133m³/d(2040 年), 从 2036 年~2050 年南海奋进 FPSO 含油生产水排放量均超过《海洋石油 115 南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》（环审〔2022〕83 号）批复的生产水最大排放量 5431m³/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。

表 3.8-10 南海奋进 FPSO 水平衡表

年份	现有工程 排放量 ¹ (m ³ /d)	因本项目新增量			本项目投产后 南海奋进排放 量 (m ³ /d)
		HZ19-6 DPPA 新 增排放量 (m ³ /d)	掺水量 ² (m ³ /d)	合计量 (m ³ /d)	
2028	496	2649	1400	4049	4545
2029	783	1308	1400	2708	3491
2030	1201	765	1400	2165	3366
2031	2207	461	1400	1861	4068
2032	2601	700	1400	2100	4701
2033	2459	1018	1400	2418	4877
2034	1807	1570	1400	2970	4777
2035	1942	1970	1400	3370	5312
2036	1980	2386	1400	3786	5766

年份	现有工程 排放量 ¹ (m ³ /d)	因本项目新增量			本项目投产后 南海奋进排放 量 (m ³ /d)
		HZ19-6 DPPA 新 增排放量 (m ³ /d)	掺水量 ² (m ³ /d)	合计量 (m ³ /d)	
2037	2230	2411	1400	3811	6041
2038	1963	2609	1400	4009	5972
2039	1777	2765	1400	4165	5942
2040	1799	2934	1400	4334	6133
2041	1535	3035	1400	4435	5970
2042	1380	3139	1400	4539	5919
2043	1220	3238	1400	4638	5858
2044	1100	3403	1400	4803	5903
2045	1117	3496	1400	4896	6013
2046	1062	3536	1400	4936	5998
2047	998	3579	1400	4979	5977
2048	976	3601	1400	5001	5977
2049	666	3665	1400	5065	5731
2050	610	3684	1400	5084	5694

注：1、现有工程包括：HZ32-2 DPP 平台、HZ32-3 DPP 平台、HZ26-1 DPP 平台、HZ21-1 WHPA 平台、HZ21-1 WHPB 平台、HZ32-5 DPP 平台、HZ26-6 DPP 平台。

2、为了保证 HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5DPP 平台海管最低 5200m³/d 输送流量，HZ19-6 DPPA 平台外输物流在 HZ25-8 DPPB 平台处掺入 1400m³/d 生产水后外输。

3.8.2.2 其他含油污水

本项目新建 HZ19-6 DPPA 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 60m³/a。

3.8.2.3 生活污染物

新建 HZ19-6 DPPA 平台设有 120 人生活楼，配备 150 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 180 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 0.35m³，则新建 HZ19-6 DPPA 平台生活污水产生量约为 63m³/d (22995m³/a)。本项目在新建 HZ19-6 DPPA 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 75.6m³/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，处理满足《海洋石油开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级标准（COD≤500mg/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石油开发工程的多年统计资料，海上平台生活垃圾产生量约 1.5kg/（人·日），其中食品废弃物按 1kg/（人·日），其它生活垃圾按 0.5kg/

(人·日)。新建 HZ19-6 DPPA 平台生活垃圾产生量约为 98.6t/a，其中食品废弃物产生量约为 65.7t/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 32.9t/a，全部运回陆地处理。

3.8.2.4 温排水

HZ19-6 DPPA 平台设置冷却海水系统，将产生温排水。温排水为连续排放，最大排量为 5619m³/h，在海表排放，排海温度为 30.6~41℃；排海口海水环境温度为 21.6~32℃，温排水最大温升 9℃。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。

3.8.2.5 浓盐水

本项目采用海水作为注水水源，海水采用：“细过滤器+有机超滤+纳滤装置+脱氧塔”的处理流程，纳滤将脱出水中大部分 Ca²⁺、Mg²⁺等离子，产生浓盐水。产生浓盐水水量 129m³/h，浓盐水矿化度 42981mg/L，盐度 41.933，海表排放。

3.8.2.6 发电机废气

HZ19-6 DPPA 平台设主电站，包括 3 台 20000kW 燃气透平发电机组和 1 套 14.6MW 余热发电机组，与惠西区域其他电站组网为区域供电。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和二氧化硫。本项目投产后，HZ19-6 DPPA 平台投产后最大耗气量为 37.64×10⁴m³/d，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_x 产污系数：9.82g/m³ 原料），由此估算新增 NO_x 排放量约为 3696.2kg/d（1349t/a）；根据天然气中 H₂S 含量，估算新增 SO₂ 排放量（按照 H₂S 含量 0.007%，年运行 365 天核算）约为 75.28kg/d（27.48t/a）。

3.8.2.7 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石油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 HZ19-6 DPPA 平台最大年产油量约为 108×10⁴m³/a（2031 年），原油密度按 0.832t/m³ 计算，同年最大年产气量约为 0.6×10⁸m³/a（2031 年），则最高年产油当量 94.6×10⁴t/a，生产垃圾产生量最大约 227.1t/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。

3.8.2.8 平台和海管牺牲阳极中锌的释放量

新建 HZ19-6 DPPA 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 4660 块，释放到海水中的锌 6.136t/a，锌释放源强 0.194g/s。

HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 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 62.3kg，阳极块的间隔约为 85.4m，释放到海水中的锌 0.023t/a，单块阳极块锌释放源强 7.4×10^{-4} g/s。HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPP 平台海底输气海管阳极块锌含量为 5.75%，单块阳极块净重约为 46.7-48.7kg，阳极块的间隔约为 61-122m，释放到海水中的锌 0.018t/a，单块阳极块锌释放源强 5.7×10^{-4} g/s。本项目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 3.8-11。

表 3.8-11 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)	单块阳极块锌净量 (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)
HZ19-6 DPPAB 平台	3	5.75%	68.7	4660	3.950	1.317	6.136	0.194
HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道	40	5.75%	62.3	260	3.582	0.090	0.023	7.4×10^{-4}
HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台海底输气海管	40	5.75%	46.7-48.7	260	5.486	0.137	0.018	5.7×10^{-4}

3.8.2.9 船舶污染物

本项目投产后，本项目计划新增一艘供应船。根据统计资料，一般供应船

的船舶含油污水产生量按 $(3\sim5) \text{ m}^3/(\text{船}\cdot\text{月})$ 计算，本次取 $5\text{ m}^3/(\text{船}\cdot\text{月})$ ；生活污水平均每人每天按 0.35 m^3 计算，生活垃圾按 $1.5\text{ kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ 计算，其中食品废弃物按 $1\text{ kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ ，其它生活垃圾按 $0.5\text{ kg}/(\text{人}\cdot\text{日})$ ；守护船等小型船舶生产垃圾按 $0.5\text{ t}/\text{年}$ 计算；作业天数按 359 天计。据此估算出本项目生产阶段船舶污染物产生量见表 3.8-12。本项目船舶含油污水、生活污水、生活垃圾及生产垃圾的处理按照《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）执行。

表 3.8-13 本项目生产阶段船舶污染物核算结果

作业内容	船舶类型	数量 (艘)	作业人数 (人)	船舶含油污水 (m^3/a)	船舶生活污水 (m^3/a)	船舶垃圾 (t/a)	
						生活垃圾	生产垃圾
日常物资供应与巡视	供应船	1	17	60	2136.1	9.2	0.5

3.8.2.10 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 3.8-14。

表 3.8-14 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
HZ19-6 DPPA 平台	含油生产水	最大排放量为 $31467\text{ m}^3/\text{d}$ (2035 年)	石油类	处理满足标准后排放
	其它含油污水	$60\text{ m}^3/\text{a}$	石油类	经开、闭排收集后，进入生产流程
	生活污水	$22995\text{ m}^3/\text{a}$	COD	处理满足标准后排放
	生活垃圾	$98.6\text{ t}/\text{a}$	食品废弃物、食品包装等	除食品废弃物外其他生活垃圾全部运回陆地处理。
	温排水	$5619\text{ m}^3/\text{h}$ (最大)	热污染	海面排放
	生产垃圾	$227.1\text{ t}/\text{a}$	固体废物	分类收集，运回陆地处理
	发电机废气	NO_x : $3696.2\text{ kg}/\text{d}$ SO_2 : $75.28\text{ kg}/\text{d}$	NO_x 、 SO_2	透平发电后排放
HZ25-8DPP 平台	含油生产水	本项目新增排放量为 $3800\text{ m}^3/\text{d}$ (2027 年)，总排放量 $4093\text{ m}^3/\text{d}$ ，未超总量排放指标	石油类	处理达标后在本平台部分回注，部分排海
海洋石油 115FPSO	含油生产水	本项目减少排放量为 $330\text{ m}^3/\text{d}$ (2027 年)，总排放量 $1099\text{ m}^3/\text{d}$ ，未超总量排放指标	石油类	处理达标后 (月均含油浓度 $\leq 45\text{ mg}/\text{L}$ ，一次容许值 $\leq 65\text{ mg}/\text{L}$) 排海
南海奋进	含油生产水	本项目最大新增排放	石油类	处理达标后 (月均含油浓度

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
FPSO		量为 5084m ³ /d (2050 年)，总最大排放量 6133m ³ /d (2040 年)，超总量排放指标		≤45mg/L，一次容许值≤65mg/L) 排海
供应船	船舶含油污水	60m ³ /a	石油类	处理达到《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)后排放
	船舶生活污水	2136.1m ³ /a	COD 等	
	船舶生活垃圾	9.2t/a	食品废弃物、食品包装等	执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)
	船舶生产垃圾	0.5t/a	固体废物	
				分类收集，运回陆地处理

3.9 环境影响评价因子筛选

3.9.1 环境影响要素识别

本项目的主要不利影响是建设阶段水基钻井液和钻屑排放及海底电缆铺设挖沟时搅起的悬浮物对海水水质、底质和海洋生态的影响。另外，生产阶段生产水和生活污水排放也将对海水水质、海洋生态以及海洋资源利用等产生不利影响。主要海洋环境影响要素识别见表 3.9-1。

表 3.9-1 本项目主要海洋环境影响要素识别

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、海管/海缆铺设	海洋水质	水基钻井液和钻屑排放及海底电缆铺设挖沟时搅起的悬浮物对海水水质、海洋沉积物和海洋生态环境等的影响	B
		海洋沉积物		B
		海洋生态		B
		海洋生态	占用海域，影响局部使用功能	D
		水文动力	水下结构物对局部潮流的影响	D
	施工船舶活动	海洋水质、海洋生态	船舶污染物排放对海水水质和海洋生态环境等的影响	C
生产阶段	平台及海管占用海域、生产/生活排污	海洋水质	生产水、生活污水等污染物排放对海水水质和海洋生态环境等的影响	C
		海洋生态		C

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

根据对本项目各阶段污染源、污染物种类及其排放量、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因子对环境的影响程度，并由此确定本项目的重点评价因子：钻完井阶段的钻井液

和钻屑、海底电缆挖沟产生的悬浮物、生产阶段的含油生产水，以及潜在的事故性溢油等。评价因子筛选见下表 3.9-2。

表 3.9-2 本项目评价因子筛选表（海洋污染影响）

工程内容	污染物	主要污染因子	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	符合排放标准的钻屑和钻井液，间歇式点源排放，油基钻井液和不达标的全部运回陆地交有资质单位处理	水质、沉积物及海洋生物	B
	非钻井油层水基钻井液				B
	钻井油层水基钻井液钻屑	悬浮物、石油类			B
	钻井油层水基钻井液				B
	油基钻井液钻屑				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	水质、沉积物及海洋生物	B
施工作业	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
	船舶生活垃圾	食品废弃物等	除食品废弃物以外的生活垃圾回收运回陆地处理	海水水质	D
	船舶生产垃圾	固体废物	分类回收，运回陆地处理	/	N
生产作业	含油生产水	石油类	处理达标后排海	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	/	D
	生活污水	COD	处理达标后排海	海水水质	C
	温排水	热污染	直接排海	水质、海洋生物	D
	生活垃圾	食品废弃物等	除食品废弃物以外的生活垃圾运回陆地处理	海水水质	D
	生产垃圾	固体废物	分类回收，运回陆地处理	/	N
	牺牲阳极	Zn	缓慢释放	水质、沉积物	D
事故	溢油	海面浮油	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。

表 3.9-3 评价因子筛选表（海洋生态影响）

工程内容及影响方式	受影响对象	评价因子	影响性质及影响时段
钻完井、海底电缆挖沟铺设，直接影响	初级生产力	叶绿素 a	施工期短期影响
	底栖生物、游泳动物（含鱼卵仔稚鱼）	生物量	施工期短期影响
	重要水域“三场一通道”	部分范围、生产力	施工期短期影响

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℃，最高气温为 36℃，出现在 7、8 月份，最低气温为 15℃，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 1500mm 左右，主要集中在 6~9 月。月平均湿度超过 80%。

4.1.1.3 风况

影响南海的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

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)	1.39	5.25	21.48	21.98	8.44	5.23	4.07	4.58
最大风速(m/s)	31.88	41.74	39.15	35.95	33.10	27.63	41.37	34.09
平均风速(m/s)	7.13	9.90	11.87	10.11	7.04	6.02	5.72	5.96
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)	6.25	7.85	6.27	2.74	1.77	1.05	0.72	0.93
最大风速(m/s)	34.44	27.84	31.07	30.36	34.95	31.09	30.93	34.01
平均风速(m/s)	6.17	6.99	6.78	6.11	6.02	5.82	5.05	5.58

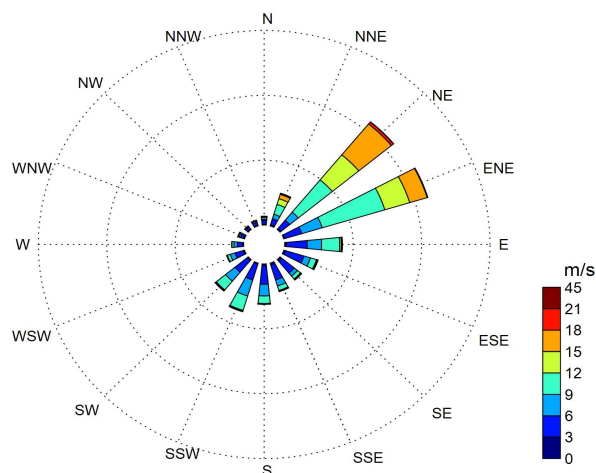


图 4.1-1 油田海域风玫瑰图

4.1.2 水文条件

油田海域水深约为 102m，表层水温平均为 29.5℃，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

方向	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
频率 (%)	0.16	0.72	6.03	34.09	23.12	7.40	3.75	4.26
最大有效波高(m)	7.56	8.98	8.94	8.70	8.63	9.80	9.42	9.55
平均有效波高(m)	2.00	2.18	1.97	1.70	1.15	1.05	1.09	1.08
方向	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
频率 (%)	8.28	9.81	1.89	0.16	0.10	0.08	0.07	0.09
最大有效波高(m)	10.08	8.35	7.94	3.88	6.41	2.77	8.10	8.10
平均有效波高(m)	1.03	1.03	1.18	1.95	1.73	1.68	2.86	2.71

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。

1) 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~2024 年在本油田工程海域开展了 6 个测站 YC1~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	115°01'27.36"E, 21°11'16.02"N	2022.05.31~06.01	潮位、潮流
YC2	114°58'02.342"E, 21°25'59.941"N	2023.09.28~09.29	潮位、潮流
YC3	114°59'48.902"E, 21°21'22.080"N	2023.09.28~09.29	潮流
YC4	114°43'02.664"E, 21°20'28.148"N	2024.06.22~06.23	潮流
YC5	115°25'40.60"E, 21°20'43.78"N	2022.03.06~03.07	潮流
YC6	115°18'26.62"E, 21°14'20.93"N	2022.03.08~03.09	潮流

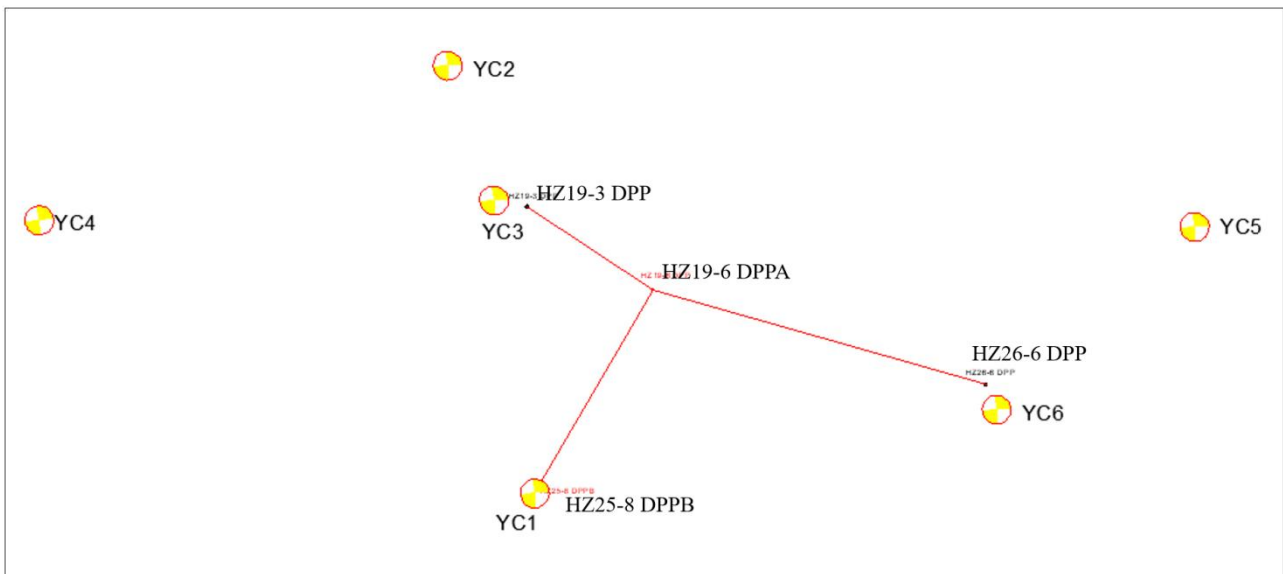


图 4.1-2 测站位置示意图

2) 海流特征分析

根据 6 个测站的实测海流数据统计及调和分析, 6 个测站反映的海流特征基本一致, 现以 YC3 测站为例描述分析结果如下。

根据统计结果, 观测期间表层最大可能潮流流速为 75.5cm/s, 流向为 350.2°, 中层最大可能潮流流速为 49.1cm/s, 流向为 301.7°, 底层最大可能潮流流速为 38.3cm/s, 流向为 322.4°。

根据实测资料通过调和分析得到的各层的潮流性质参数（表 4.1-4）可知调查海区表层、中层和底层全日潮流（O1 和 K1）>半日潮流（M2 和 S2）。

表 4.1-4 各层潮流性质参数

层次	表层	中层	底层
潮流性质参数 $(W_{O1}+W_{K1})/W_{M2}$	3.12	2.36	2.09

根据实测资料分别绘制了大潮和小潮期间的潮流矢量图，见图 4.1-3。

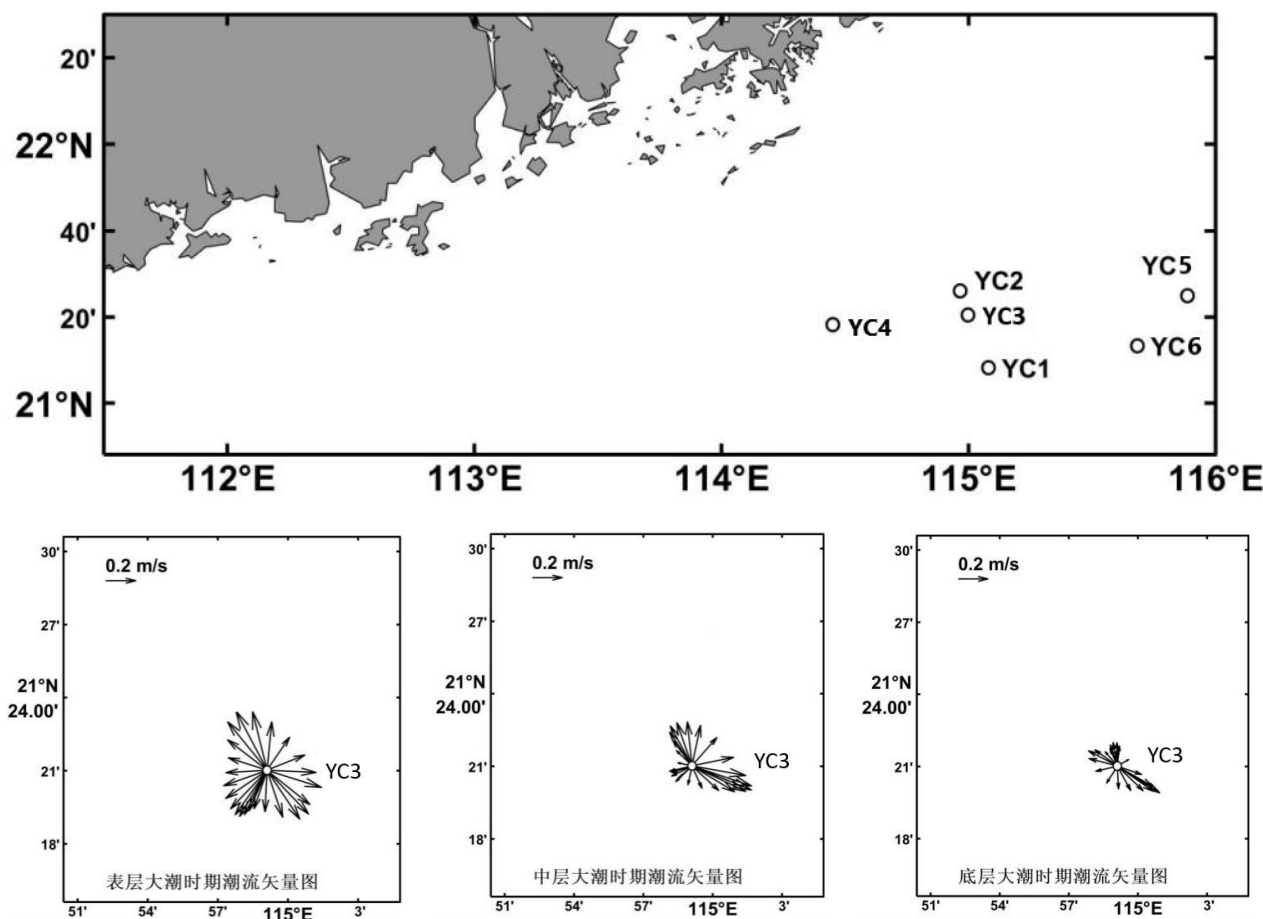


图 4.1-3 YC3 测站潮流矢量图

根据实测资料进行了涨、落潮期间的流速统计，见表 4.1-5。

表 4.1-5 涨落潮期间流速统计(流速单位 cm/s，流向单位°)

层次	涨潮			落潮		
	最大流速	对应流向	平均流速	最大流速	对应流向	平均流速
表层	51.9	342.4	28.6	67.7	106.2	41.0
中层	42.9	336.8	25.6	44.3	101.8	33.6
底层	29.5	307.2	20.1	51.8	125.6	26.0

根据实测资料计算了最大可能潮流流速和余流等特征参数，见表 4.1-6。

表 4.1-6 最大可能潮流和余流特征（流速单位 cm/s，流向单位°）

层次	最大可能潮流		余流	
	流速	流向	流速	流向
表层	75.5	350.2	17.1	67.2
中层	49.1	301.7	5.2	278
底层	38.3	322.4	1.1	25.4

4.1.2.3 潮汐

南海的潮汐主要由太平洋经过台湾与菲律宾之间的巴士海峡和巴林塘海峡一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。

1) 现场调查概况

根据实测验潮数据推算，6 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 YC3 测站为例描述分析结果如下。

2) 潮汐特征分析

根据 YC3 测站潮位观测资料调和分析，根据潮汐学潮汐类型公式： $EI=(H_{k1}+H_{o1})/H_{M2}$ ，可以得出 $EI=(H_{k1}+H_{o1})/H_{M2}=2.39$ ，式中 H 为 K₁、O₁、M₂ 分潮调和常数的振幅。因此，YC3 测站潮汐类型属于不正规全日潮。依据振幅大小可知主要分潮按重要程度依次排序如下：K₁>O₁>M₂>S₂。

该测站主要分潮调和常数见下表 4.1-7。

表 4.1-7 YC3 测站主要分潮调和常数

分潮	H (cm)	G (deg)	分潮	H (cm)	G (deg)
M ₂	22.9	250.0	N ₂	6.7	270.0
S ₂	12.2	294.9	K ₂	2.6	283.4
O ₁	25.4	236.1	M ₄	3.0	250.2
K ₁	29.1	305.0	MS ₄	1.8	338.5

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 1.82m，最低天文潮位为 -0.00m。各特征水位相对关系示意图见图 4.1-4 4。

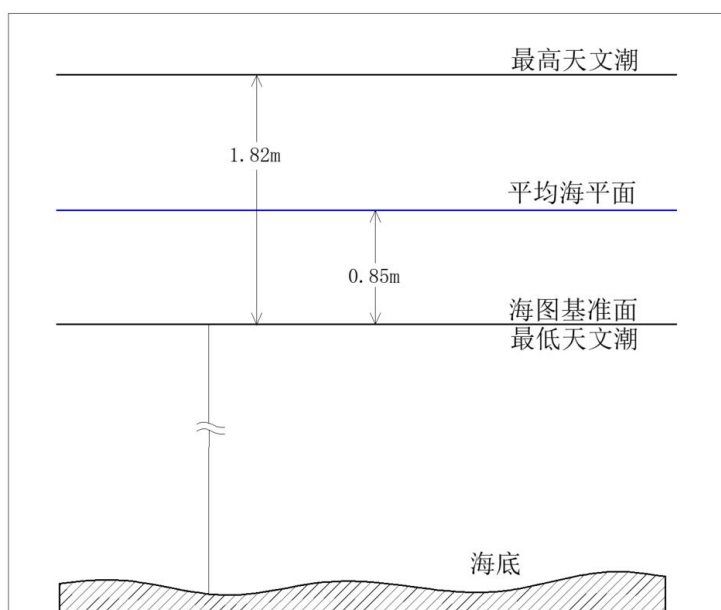


图 4.1-4 YC3 测站特征水位示意图（单位：m）

根据 YC3 测站实测水位统计，涨潮历时平均为 10h28min，落潮历时平均为 7h13min，涨潮时间大于落潮时间。

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 2025 年 3 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

1) HZ19-6 DPPA 平台场址

根据新建 HZ19-6 DPPA 平台场址调查资料，调查区域海底整体地形平坦，水深在 101m 至 103m 之间变化。HZ19-6 DPPA 平台位置水深约为 102.2m。该调查区域水深分布见图 4.1-5。

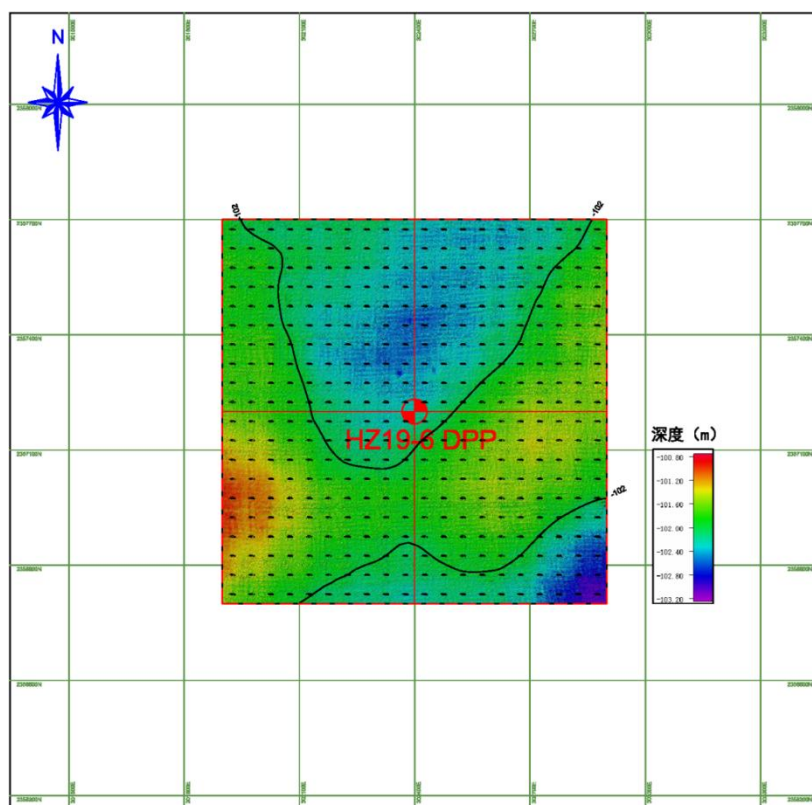


图 4.1-5 HZ19-6 DPPA 场址水深图

2) HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台路由

在现有调查资料覆盖范围内, HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台路由水深在 101.1m 至 113.2m 之间变化, 自北向南逐渐加深, 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 0-4m 之间。

该调查区域水深分布见图 4.1-6。

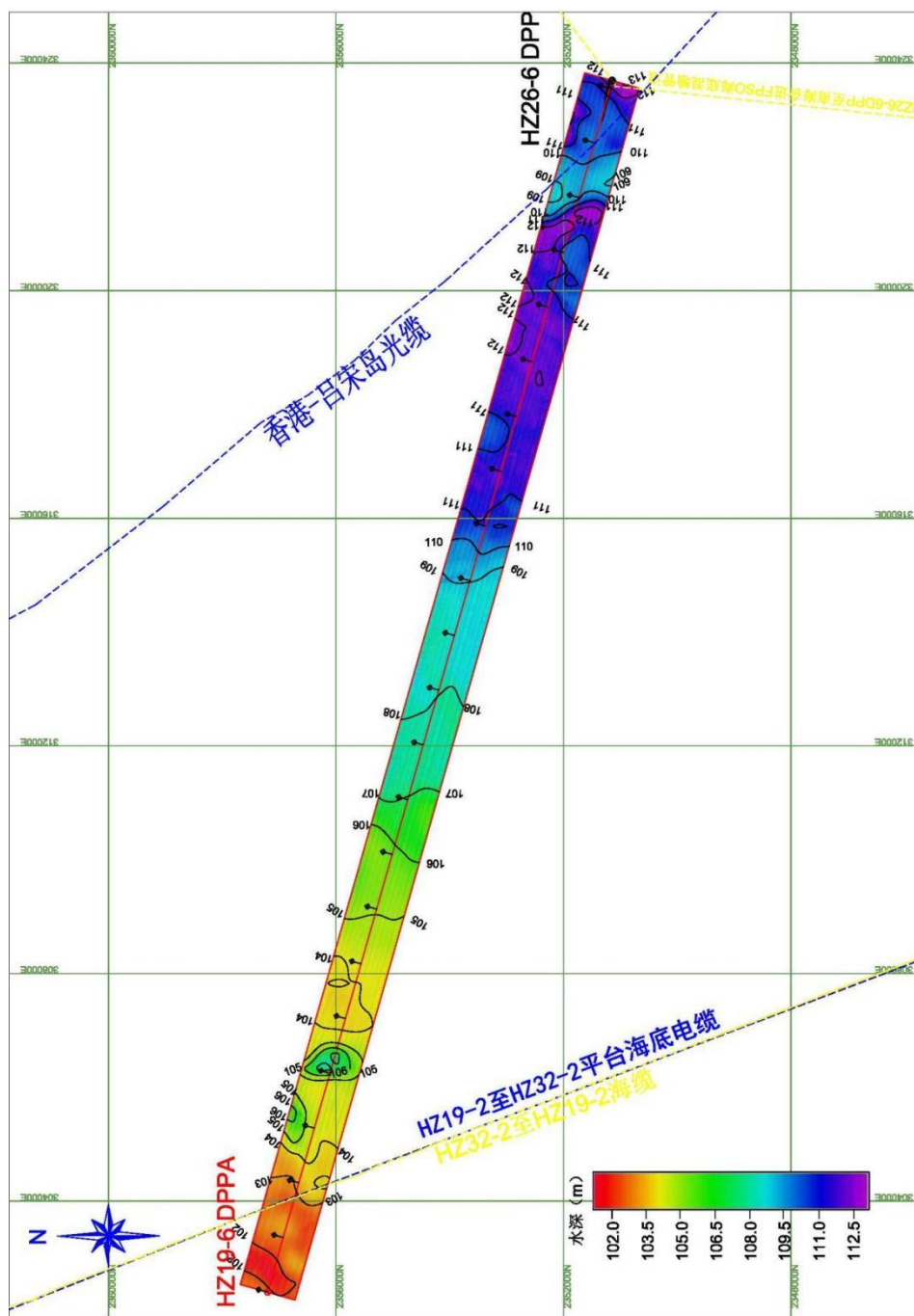


图 4.1-6 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台路由水深图

3) HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台路由

在现有调查资料覆盖范围内，HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台路由水深在 98.8m 至 104.1m 之间变化，自东北向西南逐渐加深，海底地形变化平缓。局部存在一些小的凸起和凹坑，凸起和凹坑的高差介于 0-1.5m 之间。

该调查区域水深分布见图 4.1-7。

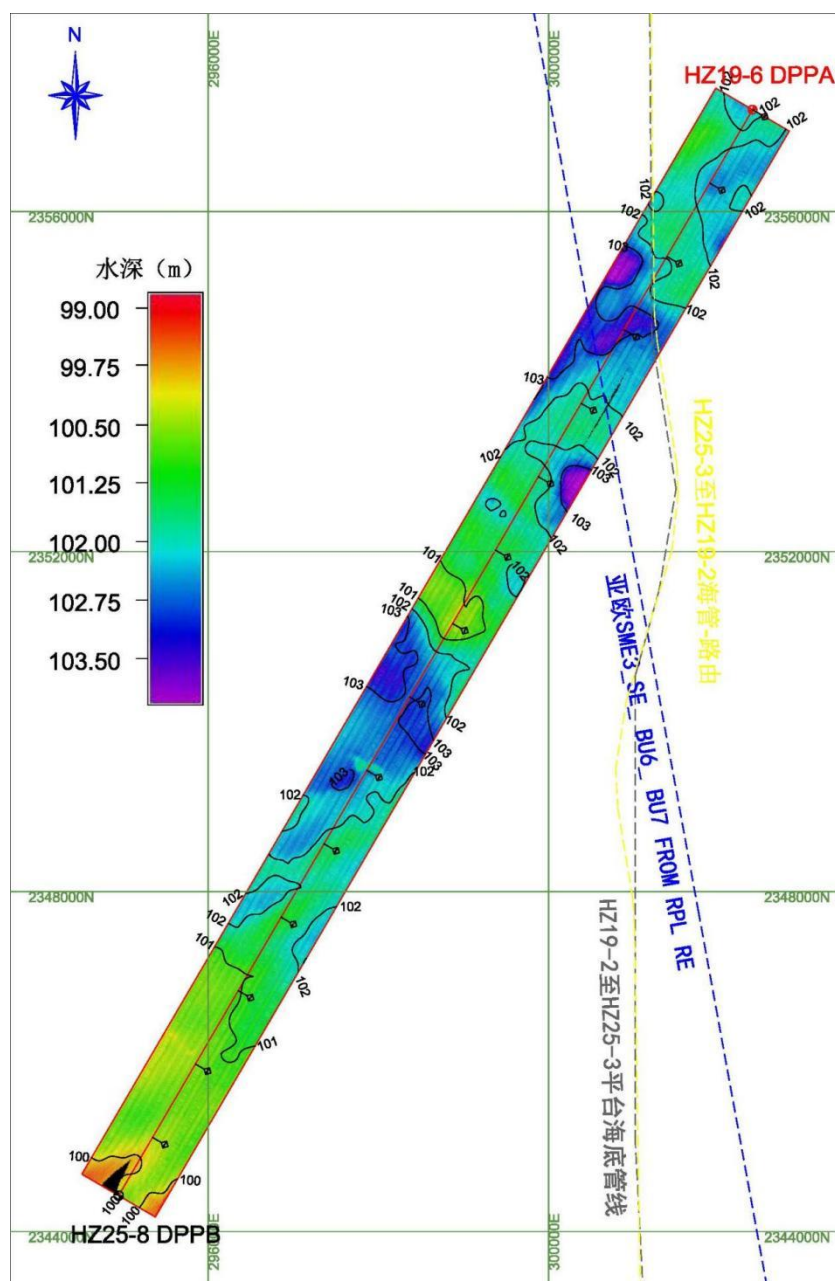


图 4.1-7 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台路由水深图

4) HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台路由

在现有调查资料覆盖范围内, HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台路由水深在 96.1m 至 103.3m 之间变化, 自北向南逐渐加深, 海底地形变化平缓。局部存在一些凹坑, 凹坑的高差介于 0-2m 之间。

该调查区域水深分布见图 4.1-8。

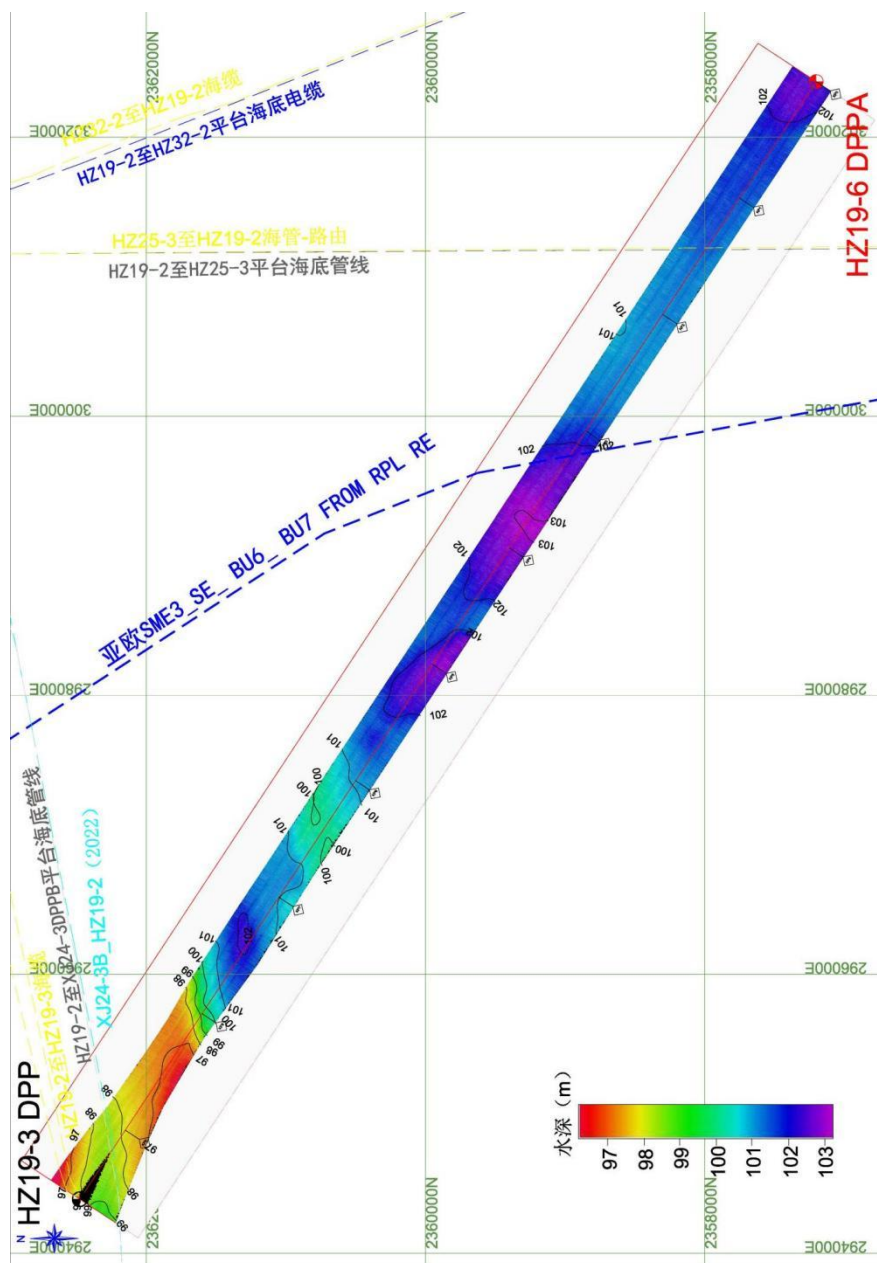


图 4.1-8 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台路由水深图

4.1.3.2 地貌

1) HZ19-6 DPPA 平台场址

根据新建 HZ19-6 DPPA 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拖痕、渔业活动痕迹和凹坑。

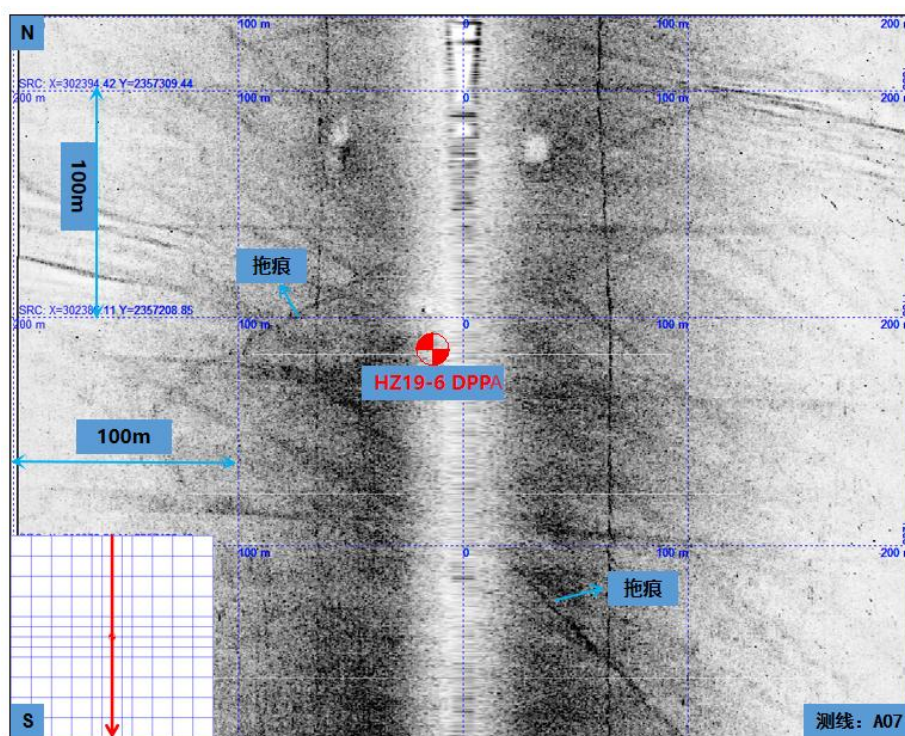


图 4.1-9 HZ19-6 DPPA 场址海底地貌

2) HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台路由

HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台路由调查区域内海底坡度整体在 0° 至 4° 之间变化，局部海床凸起和凹坑的边缘坡度超过 4° 。除凸起边缘外，大部分区域小于 2° 。

根据现有调查资料，在预定路由区域内可辨识的地貌特征包括：已建平台、已建海底管缆、疑似障碍物、凹坑、拖痕和底质异常区等。

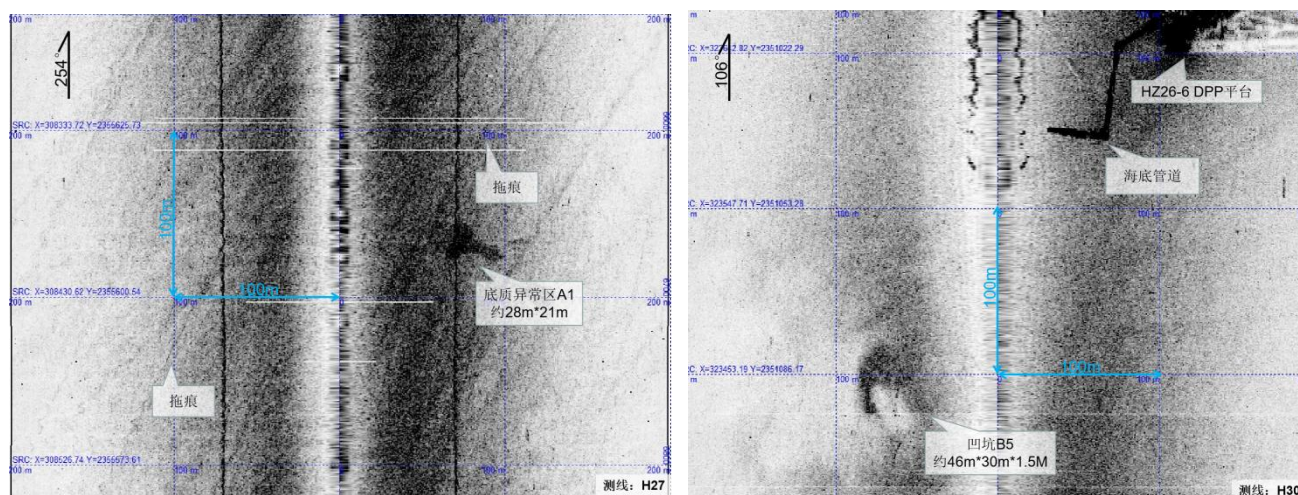


图 4.1-10 HZ19-6 平台 DPPA 至 HZ26-6 DPP 平台路由海底地貌

3) HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台路由

HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台路由调查区域内海底坡度整体在 0° 至 5° 之间变化，局部海床凸起和凹坑的边缘坡度超过 5° 。除凸起边缘外，

大部分区域小于 2° 。

根据现有调查资料，在预定路由区域内可辨识的地貌特征包括：已建平台、已建海底管缆、疑似障碍物、凹坑和拖痕等。

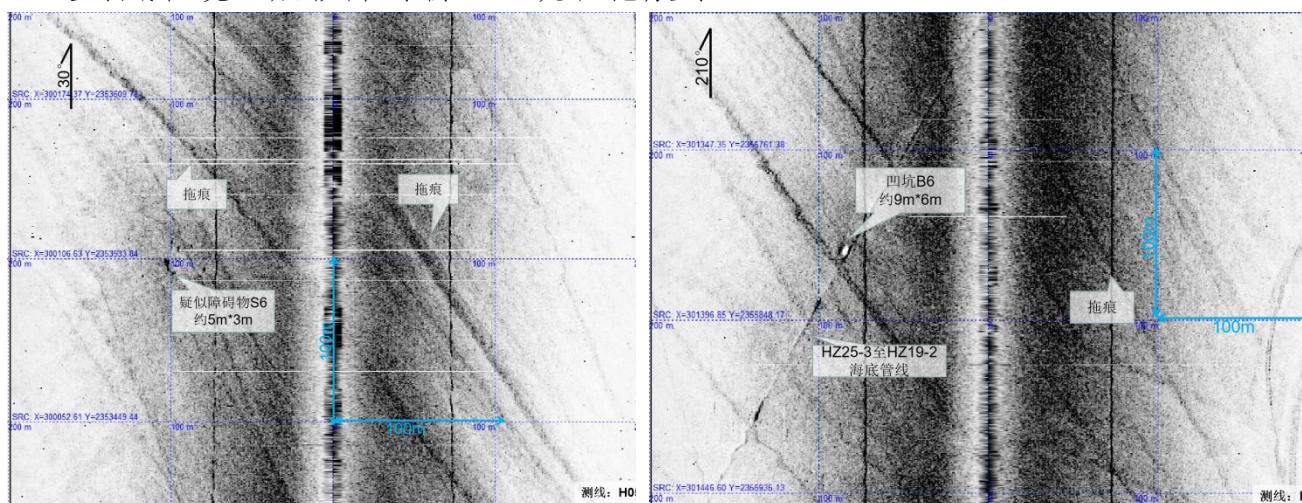


图 4.1-11 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台路由海底地貌

4) HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台路由

HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台路由调查区域内海底坡度整体在 0° 至 3° 之间变化，局部海床凸起和凹坑的边缘坡度超过 3° 。除凸起边缘外，大部分区域小于 2° 。

根据现有调查资料，在预定路由区域内可辨识的地貌特征包括：已建平台、已建海底管缆、疑似障碍物、凹坑和拖痕等。

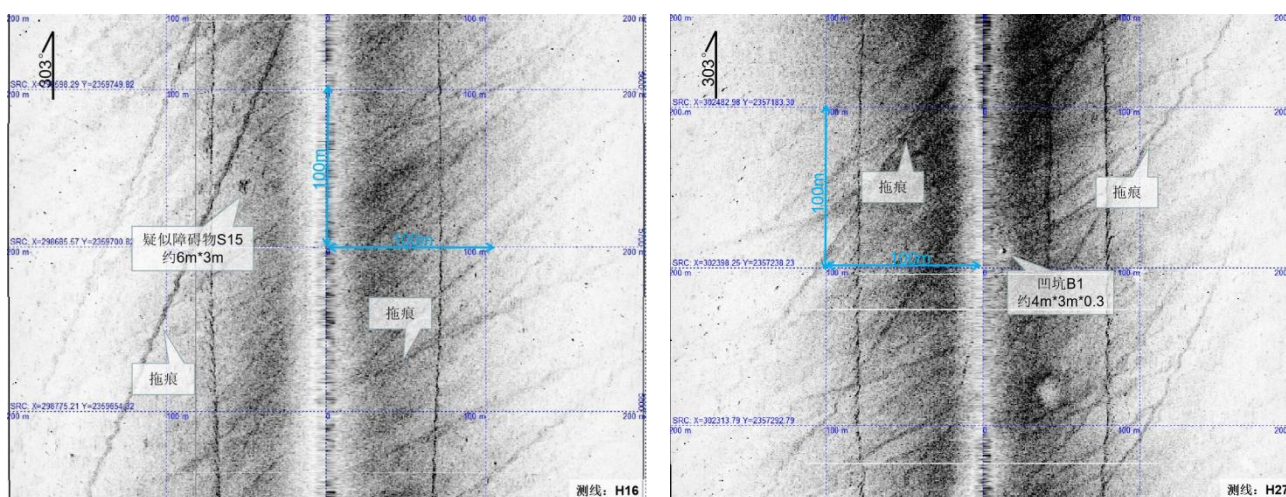


图 4.1-12 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台路由海底地貌

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，水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松散的粘质砂。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。

4.2 国土空间规划及相关规划符合性

4.2.1 国家产业结构调整目录符合性分析

本工程为海洋油（气）工程及其附属工程，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，本工程的建设符合国家《产业结构调整指导目录（2024 年本）》的要求。

4.2.2 《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）》，本工程新建设施位于《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》范围之外，本工程新建设施距离海洋开发利用空间最近距离为 65km，具体位置见图 4.2-1。本工程与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》相协调。



图 4.2-1 本工程与广东省国土空间规划符合性分析

4.2.3 《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”。

本工程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。

4.2.4 《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

根据《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》，本工程位于管控方案划定范围之外，本工程新建工程设施距一般管控单元（珠海—潮州近海农渔业区）最近约 65km，详见图 4.1-2。

本工程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，投产后依托平台生产水经处理达标后水下排放，含油生产水排放造成的超一类最大影响距离约 0.6km，对 65km 外海域生态环境的影响不会增加。同时，本工程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，本工程与《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》要求不冲突。

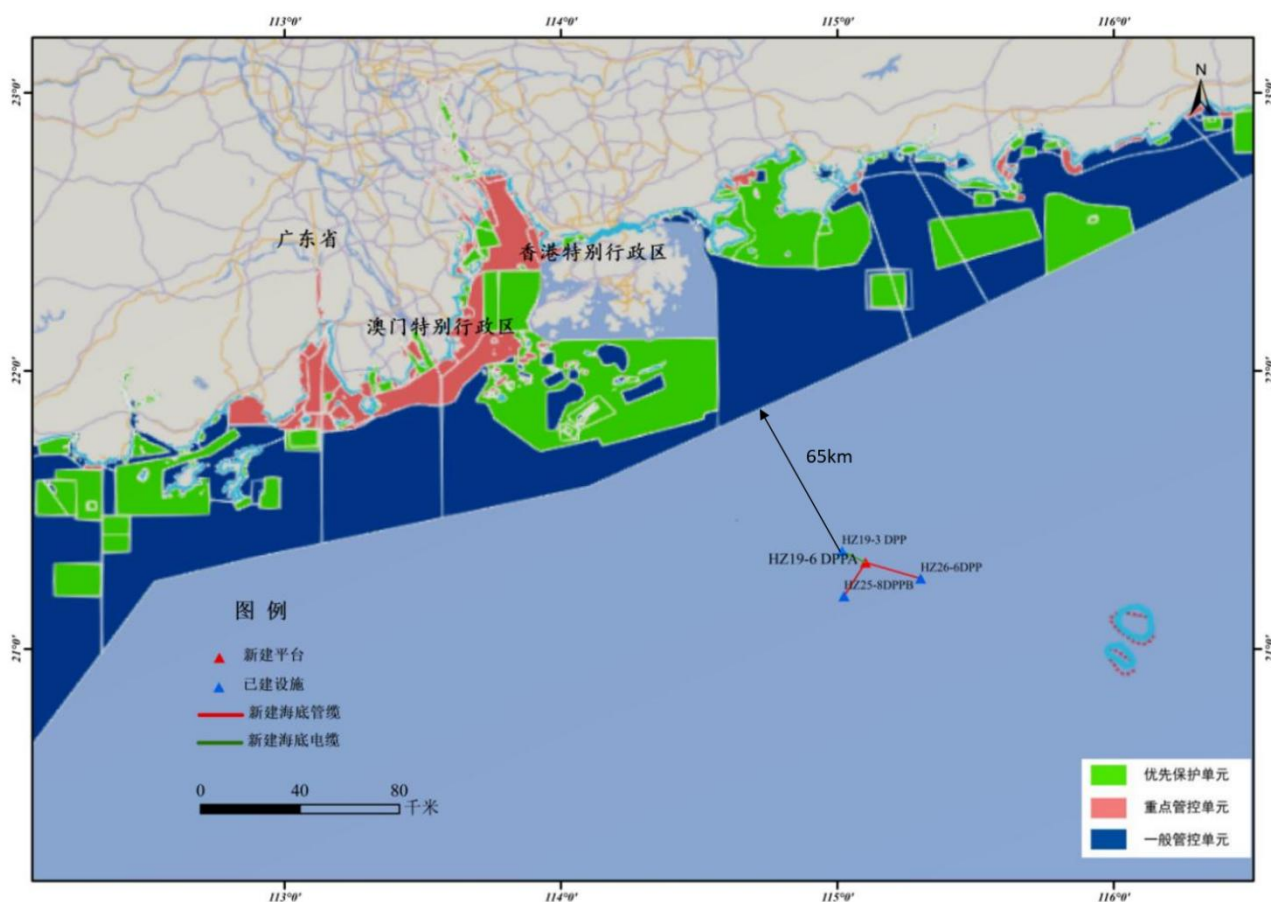


图 4.2-2 本工程与广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果图

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十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出：“十四五期间，实施能源资源安全战略，坚持立足国内、补齐短板、多元保障、强化储备，完善产供储销体系，增强能源持续稳定供应和风险管控能力，实现煤炭供应安全兜底、油气核心需求依靠自保、电力供应稳定可靠。夯实国内产量基础，保持原油和天然气稳产增产，做好煤制油气战略基地规划布局和管控。扩大油气储备规模，健全政府储备和企业社会责任储备有机结合、互为补充的油气储备体系；持续改善环境质量，深入打好污染防治攻坚战，建立健全环境治理体系，推进精准、科学、依法、系统治污，协同推进减污降碳，不断改善空气、水环境质量，有效管控土壤污染风险。”

本工程属于海洋油（气）工程及其附属工程，符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》要求。

4.2.5.2 《“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。”

本工程距离周边国家级自然保护区等在 129.7km 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 129.7km 外的海洋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。本工程制定详细的溢油风险应急预案，做到事前防范，形成严格的风险防范体系。对运营期可能发生的污染事故进行预测和防范，形成严格的风险防范体系。因此，本工程建设符合《“十四五”海洋生态环境保护规划》要求。

4.2.5.3 《“十四五”现代能源体系规划》符合性分析

根据国家能源局发布的《“十四五”现代能源体系规划》（发改能源〔2022〕210 号），到 2025 年，国内能源年综合生产能力达到 46 亿吨标准煤以上，原油年产量回升稳定在 2 亿吨水平，天然气年产量达到 2300 亿立方米以上。本工程为海洋油气资源勘探开发项目，与《“十四五”现代能源体系规划》的目标相符。

4.3 工程周围海洋生态环境保护目标分布

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。

本项目评价范围内海洋生态环境保护目标有鲐鱼珠江口近海区产卵场、鲐鱼粤东外海区产卵场、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、绯鲤类珠江口近海产卵场、绯鲤类珠江口粤西外海产卵场、长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场、黄鲷南海北部产卵场和短尾大眼鲷南海北部产卵场。

本项目新建工程设施均不在海洋生态红线、国家级自然保护区等重要敏感区中，距最近的重要敏感区为海洋生态红线，最近距离约为 79.5km，在正常建设和生产阶段本工程不会对上述海洋生态敏感区产生明显影响。

4.3.1 海洋生态保护红线

根据《自然资源部办公厅关于北京等省（区、市）启用“三区三线”划定成果作为报批建设项目用地用海依据的函》（自然资办函〔2022〕2207 号），广东省完成了“三区三线”划定工作，划定成果符合质检要求，自 2022 年 10 月 14 日起正式启用，作为建设项目用地用海组卷报批的依据。

本工程位于“三区三线”的海洋生态保护红线划定范围外，新建工程设施距海洋生态保护红线中的其他红线区最近距离约 79.5km，见图 4.3-1。

本工程不涉及围填海工程，在建设和正常生产阶段，污染物排放超一类水质最大影响距离约 0.6km，不会影响到 79.5km 外红线区内的海洋生态质量。

综上所述，本工程与“三区三线”的海洋生态保护红线的管理要求相协调。

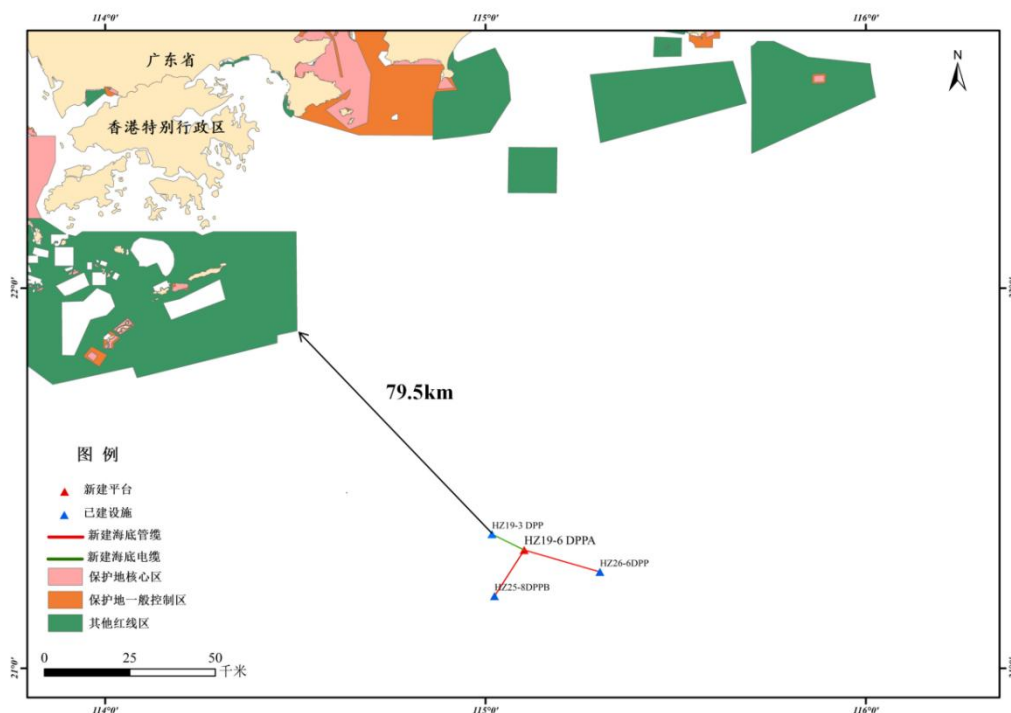


图 4.3-1 本工程与“三区三线”中的海洋生态保护红线位置关系图

4.3.2 国家级自然保护区

本工程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，本工程新建设施距珠江口中华白海豚国家级自然保护区最近距离约 151.0km；新建设施与广东惠东港口海龟国家级自然保护区最近距离约 129.7km。与本工程位置关系见图 4.3-2。

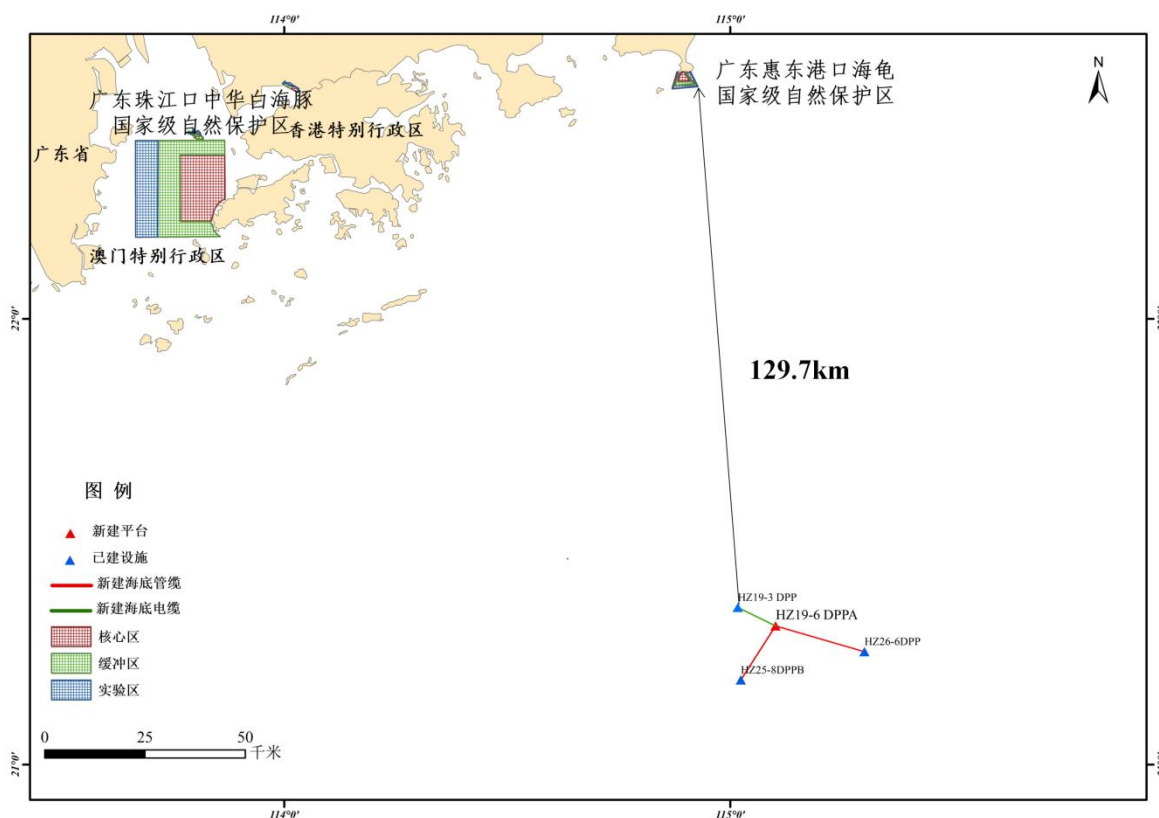


图 4.3-2 本工程周边国家级自然保护区位置关系图

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）。

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 460km²，核心区面积 140km²，缓冲区面积 128km²，实验区面积 192km²。

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 $22^{\circ}33'15''\sim 22^{\circ}33'20''$ ，东经 $114^{\circ}52'50''\sim 114^{\circ}54'33''$ 。

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^2 （海域面积 16km^2 ）。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、棱皮龟和蠵龟。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。

4.3.3 产卵场

根据农业部《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。本工程新建平台及管缆位于或部分穿越鲐鱼珠江口近海区产卵场、鲐鱼粤东外海区产卵场、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、黄鲷南海北部产卵场和短尾大眼鲷南海北部产卵场中，上述产卵场与工程位置关系见图 4.3-3~图 4.3-6。

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 $115^{\circ}\sim 116^{\circ}30'$ ，北纬 $20^{\circ}30'\sim 22^{\circ}35'$ 范围内，水深约为 $70\sim 180\text{m}$ ，产卵期 3~5 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台及新建管缆均位于该产卵场中。

鲐鱼粤东外海区产卵场：位于东经 $115^{\circ}10'\sim 116^{\circ}15'$ ，北纬 $20^{\circ}33'\sim 22^{\circ}10'$ 范围内，水深约为 $90\sim 200\text{m}$ ，产卵期 3~4 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台距该产卵场最接近约 7.5km ，新建管缆部分穿越（穿越长度 13.8km ）该产卵场。

鲐鱼珠江口近海区产卵场：位于东经 $113^{\circ}15'\sim 116^{\circ}20'$ ，北纬 $21^{\circ}\sim 22^{\circ}25'$ 范围

内，水深 30~80m，产卵期 2~3 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台距该产卵场最近约 0.7km，新建管缆部分穿越（穿越长度 14.3km）该产卵场。

本工程附近的南海底层、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，产卵期 3~5 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台位于该产卵场内，新建管缆部分穿越（穿越长度 38.2km）该产卵场。

深水金线鱼产卵场：从海南岛东岸东经 110°30'以东一直延伸至东经 117°00'的水深 90m 至 200m 范围内，产卵期 5~7 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台距该产卵场最近约 13.3km，新建管缆距部分穿越（穿越长度 7km）该产卵场。

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，产卵期 5 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台位于该产卵场内，新建管缆部分穿越（穿越长度 39km）该产卵场。

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，产卵期 1 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台和新建管缆均位于该产卵场内。

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，产卵期 5~7 月。本项目新建 XJ24-7 WHPA 平台至 XJ24-3 DPPB 平台间的管缆部分穿越该产卵场，新建 XJ23-1DPP 至 HYSY115 FPSO 间的海管位于该产卵场中，新建 XJ24-7 WHPA 平台距该产卵场距离均约 0.2km，本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台距该产卵场最近约 13.2km，新建管缆距该产卵场距离均约 4.4km。

绯鲤类珠江口近海产卵场：位于东经 112°55'~115°40'，北纬 21°30'~22°15'，水深为 20~87m，产卵期 4~5 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台距该产卵场的最近距离约 24.5km，新建管缆距该产卵场最近约 17.3km。

绯鲤类珠江口-粤西外海产卵场：位于东经 111°30'~114°40'，北纬 19°50'~21°，水深为 60~100m，产卵期 5 月。本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台距该产卵场最近约 56.4km，新建管缆距该产卵场最近约 42.1km。

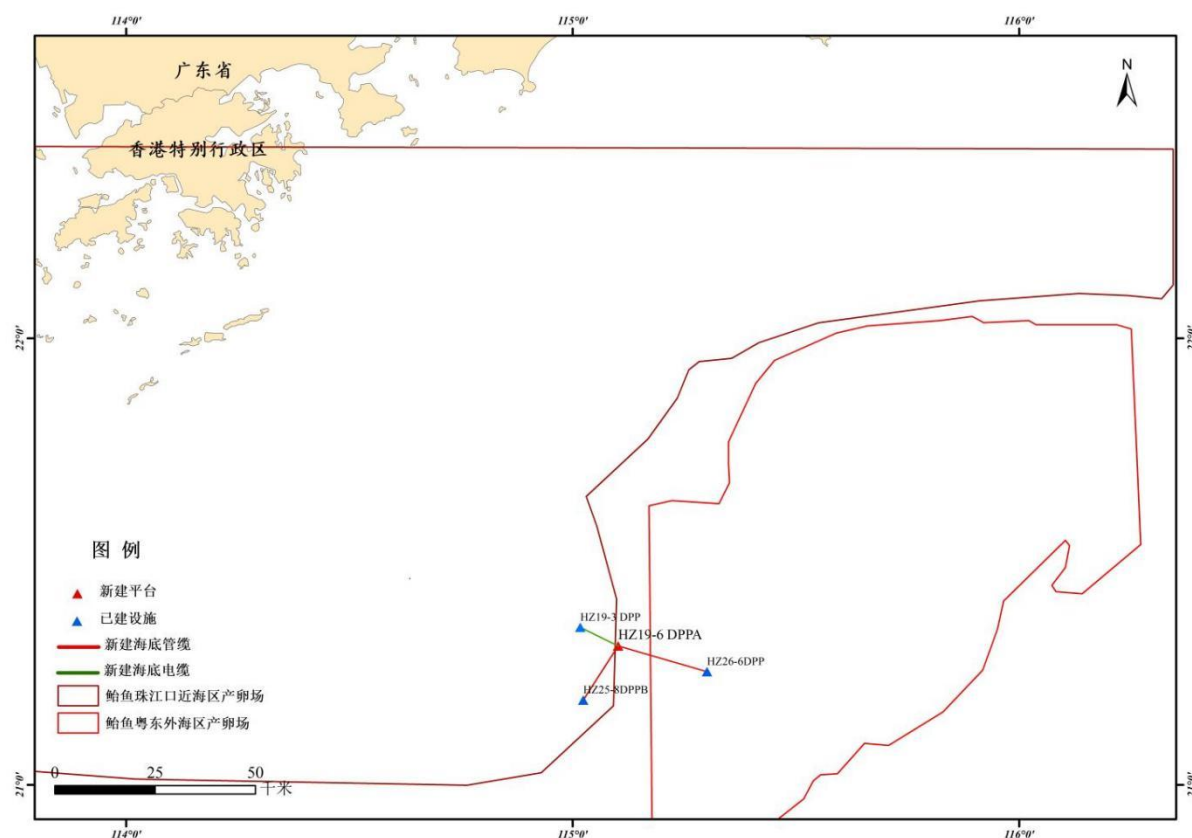


图 4.3-3 本工程与中上层产卵场（鲈鱼）位置关系图

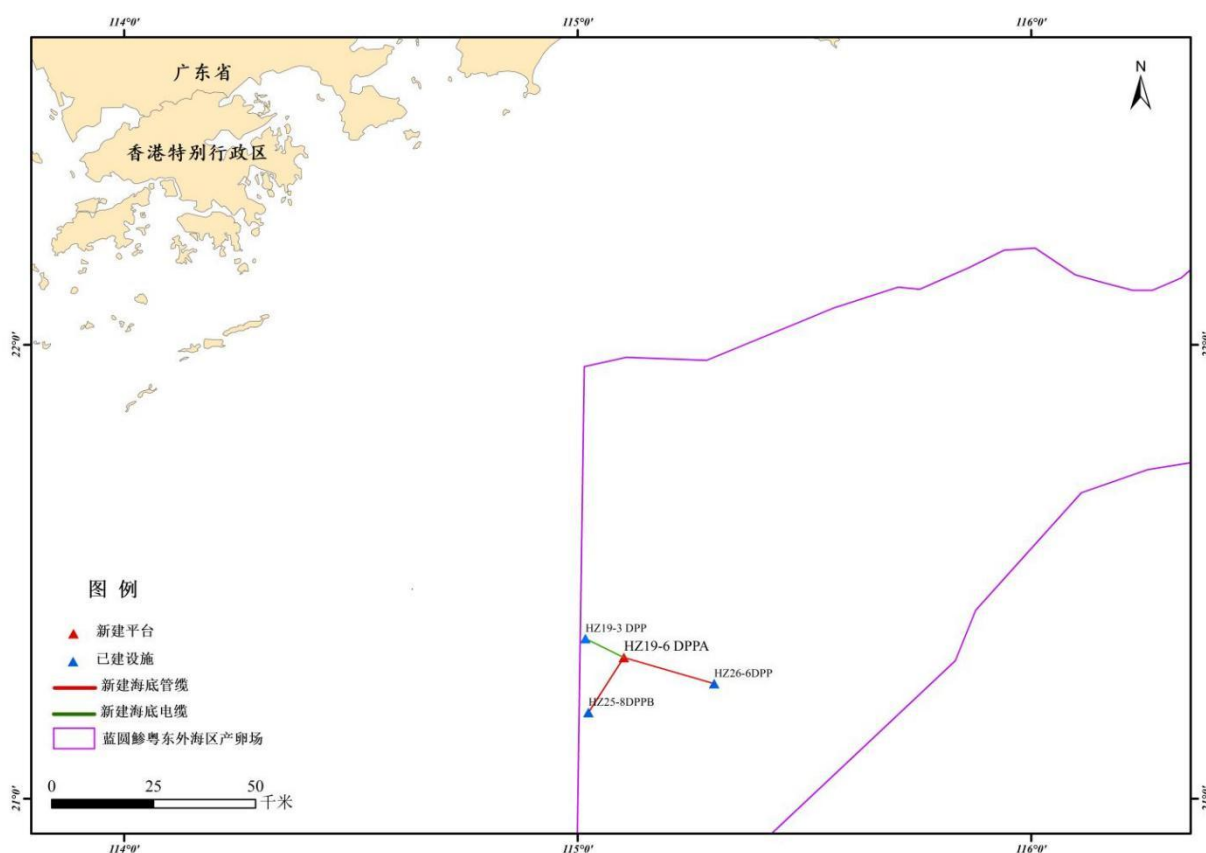


图 4.3-4 本工程与中上层产卵场（蓝圆鲈）位置关系图

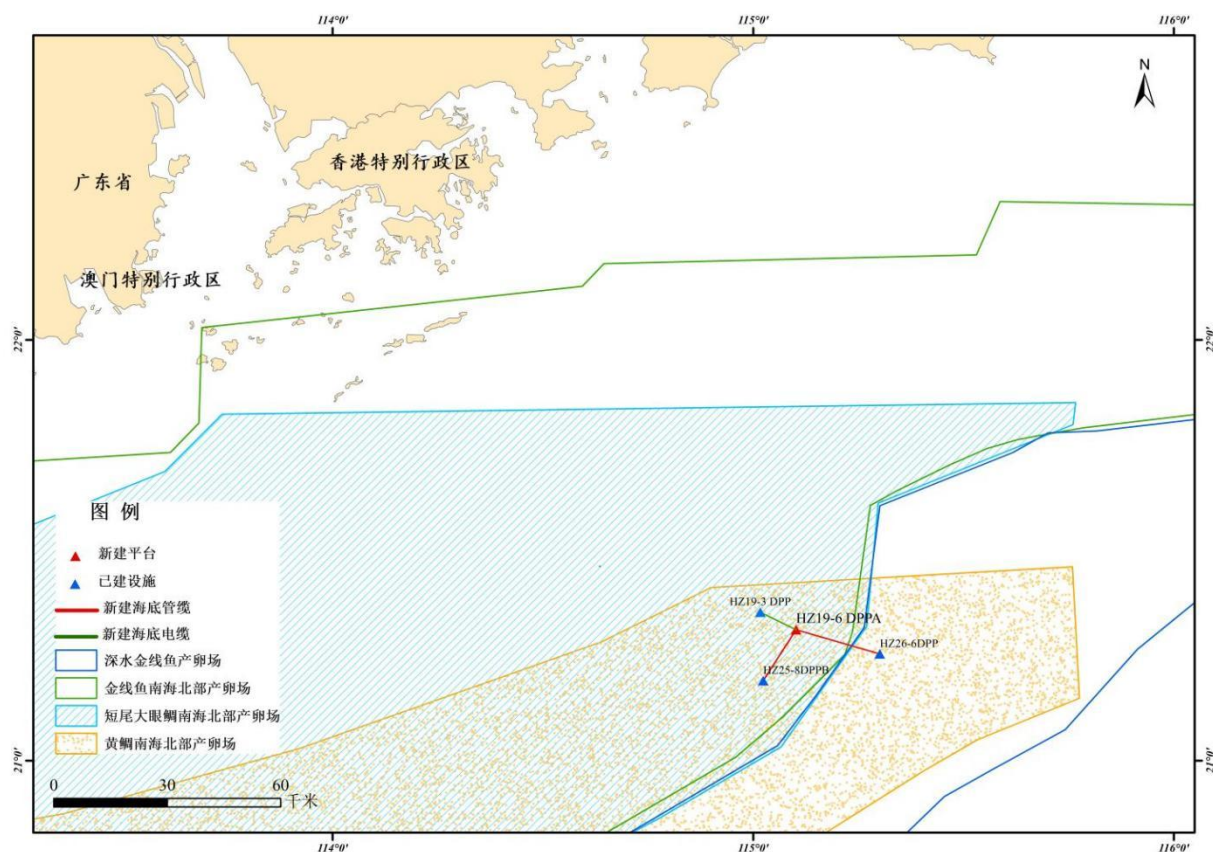


图 4.3-5 本工程与底层和近底层产卵场位置关系图

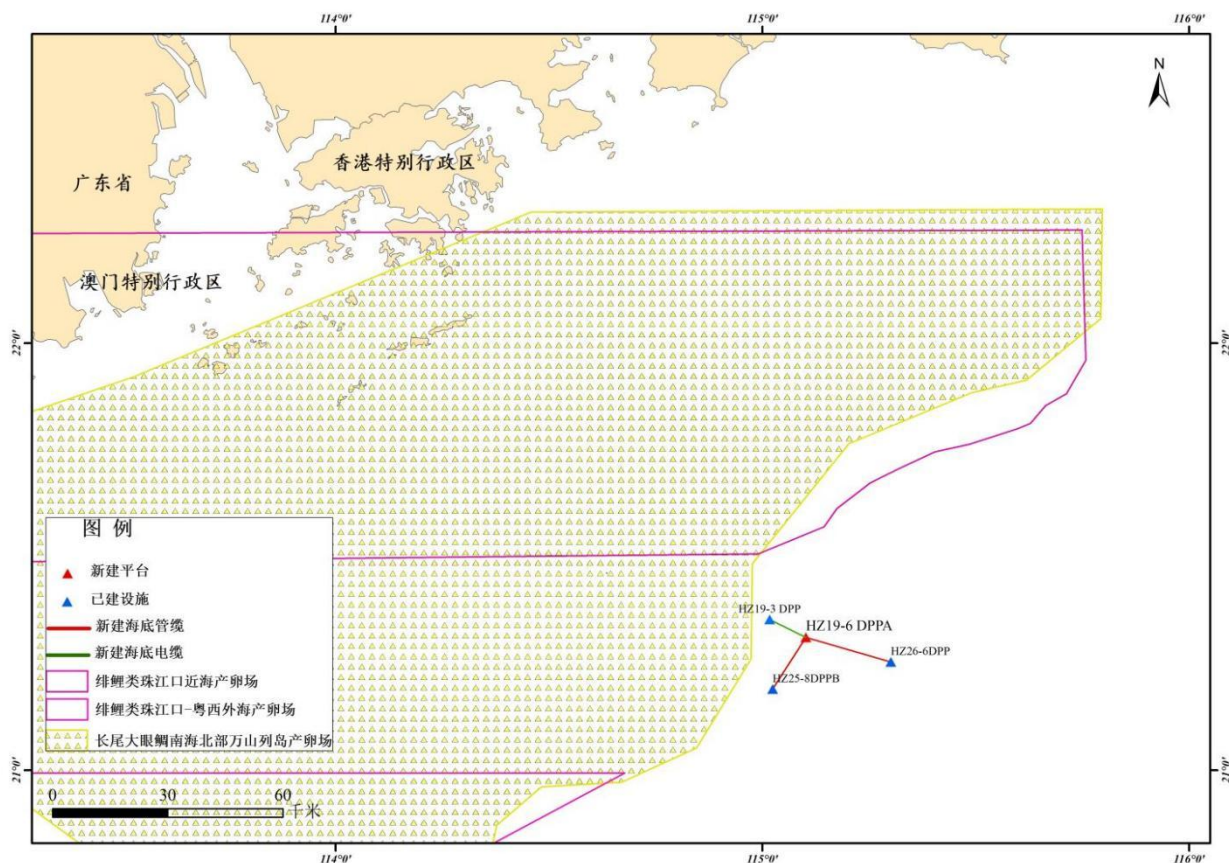


图 4.3-6 本工程与底层和近底层产卵场位置关系图

4.3.4 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鲐鱼珠江口近海区产卵场、鲐鱼粤东外海区产卵场、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、绯鲤类珠江口近海产卵场、绯鲤类珠江口粤西外海产卵场、长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场、黄鲷南海北部产卵场和短尾大眼鲷南海北部产卵场。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。

表 4.3-1 本项目周边海洋生态环境保护目标

类型	名称	与 HZ19-6 DPPA 平台最近距离及方位	与新建海底管缆最近距离及方位	产卵期
一般敏感区	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	位于	部分穿越 (39km)	5 月
	金线鱼南海北部产卵场	位于	部分穿越 (38.2km)	3~5 月
	鲐鱼珠江口近海区产卵场	0.7km/W	部分穿越 (14.3km)	2~3 月
	鲐鱼粤东外海区产卵场	7.5km/E	部分穿越 (13.8km)	3~4 月
	深水金线鱼产卵场	13.3km/E	部分穿越 (7km)	5~7 月
	长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场	13.2km/W	4.4km/W	5~7 月

5 海洋生态环境现状调查与评价

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 140km，依据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），本项目位于其他海域，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，横纵断面交点为站点所在位置。布设水质调查站位 28 个，沉积物和生物生态调查站位各 17 个。同时在海洋石油 115 FPSO 半径 600 m 处布设 4 个加密站位（L1-L4），在南海奋进 FPSO 半径 500 m 处布设 4 个加密站位（L5-L8），在 HZ25-8 DPP 平台半径 600 m 处布设 4 个加密站位（L9-L12），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。

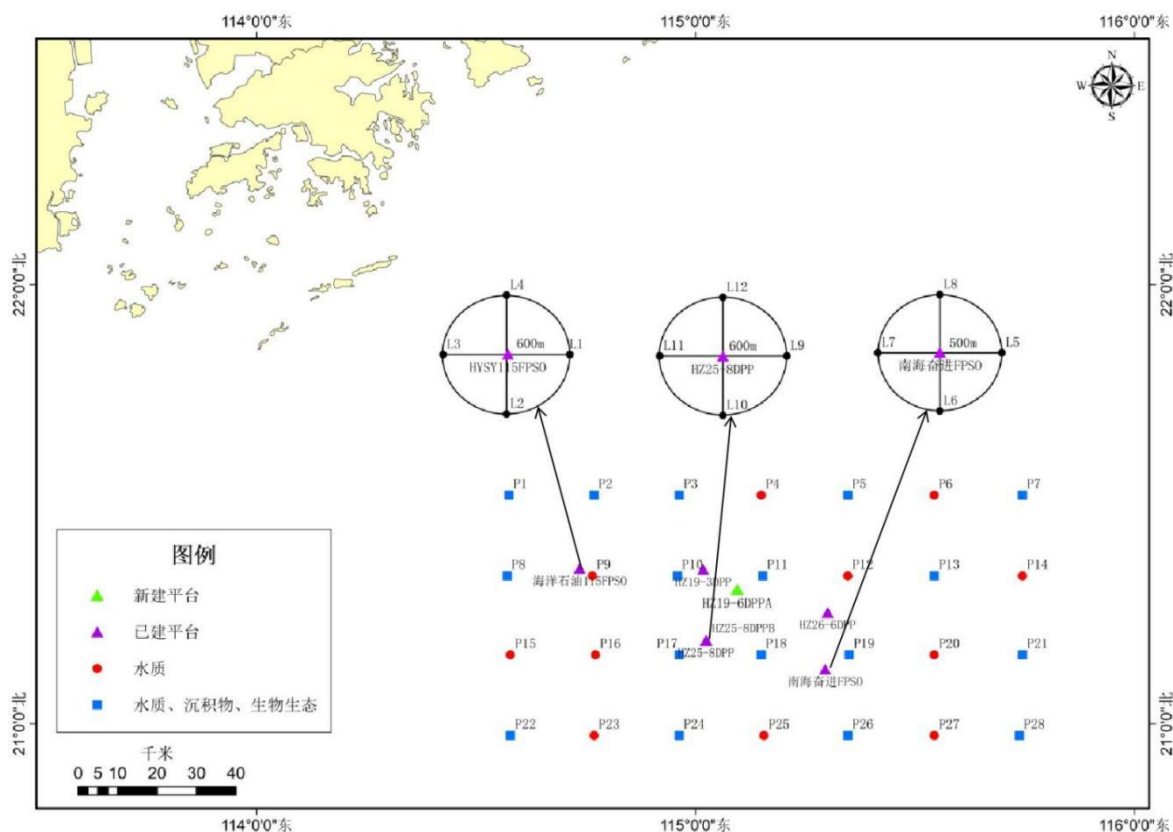


图 5.1-1 本项目环境质量现状调查站位布设

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	114°34.500'	21°31.224'	水质、沉积物、生物生态
P2	114°46.140'	21°31.224'	水质、沉积物、生物生态
P3	114°57.780'	21°31.224'	水质、沉积物、生物生态
P4	115°9.000'	21°31.224'	水质
*P5	115°20.820'	21°31.224'	水质、沉积物、生物生态
P6	115°32.640'	21°31.224'	水质
P7	115°44.700'	21°31.224'	水质、沉积物、生物生态
P8	114°34.260'	21°20.202'	水质、沉积物、生物生态
P9	114°45.900'	21°20.202'	水质
P10	114°57.540'	21°20.202'	水质、沉积物、生物生态
P11	115°9.180'	21°20.202'	水质、沉积物、生物生态
P12	115°20.820'	21°20.202'	水质
P13	115°32.640'	21°20.202'	水质、沉积物、生物生态
P14	115°44.700'	21°20.202'	水质
*P15	114°34.680'	21°9.390'	水质
P16	114°46.320'	21°9.390'	水质
P17	114°57.780'	21°9.390'	水质、沉积物、生物生态
P18	115°9.000'	21°9.390'	水质、沉积物、生物生态
P19	115°21.000'	21°9.390'	水质、沉积物、生物生态
P20	115°32.640'	21°9.390'	水质
P21	115°44.700'	21°9.390'	水质、沉积物、生物生态
P22	114°34.680'	20°58.368'	水质、沉积物、生物生态
P23	114°46.140'	20°58.368'	水质
P24	114°57.780'	20°58.368'	水质、沉积物、生物生态
*P25	115°9.360'	20°58.368'	水质
P26	115°20.820'	20°58.368'	水质、沉积物、生物生态
P27	115°32.640'	20°58.368'	水质
P28	115°44.280'	20°58.368'	水质、沉积物、生物生态
L1	114°44.489'	21°21.214'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L2	114°44.142'	21°20.889'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L3	114°43.795'	21°21.214'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
*L4	114°44.142'	21°21.539'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L5	115°17.989'	21°7.446'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L6	115°17.700'	21°7.175'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L7	115°17.411'	21°7.446'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L8	115°17.700'	21°7.717'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L9	115°1.778'	21°11.389'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
*L10	115°1.428'	21°11.064'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L11	115°1.083'	21°11.389'	表层石油类、COD (表层、50m 层)
L12	115°1.428'	21°11.709'	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 和水文气象站同水质站。(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：采集泥面表层样品（0~2cm）。

5.1.2.3 海洋生物生态

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 0.1m²，网口直径 37cm，网长为 280cm）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 0.5m²，网口直径 80cm，网长为

280cm) 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 1.5m 宽的阿氏网采集, 每站慢速(1~2kn)拖曳 15min(约 1500m), 拣出所有生物; 定量样品用 0.1m² 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	引用标准
海水水质	盐度	盐度计法	-	GB 17378.4-2007
	水温	CTD	-	GB/T 12763.2-2007
	水深	现场测定	-	-
	化学需氧量	碱性高锰酸钾法	0.15 mg/L	GB 17378.4-2007
	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	HY/T 147.1-2013
	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	GB 17378.4-2007

介质	测定项目	分析方法	检出限	引用标准
	砷	电感耦合等离子体质谱法	0.05 µg/L	HY/T 147.1-2013
	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	2.0×10 ⁻⁶	GB 17378.5-2007
	铅	火焰原子吸收分光光度法	3.0×10 ⁻⁶	
	锌	火焰原子吸收分光光度法	6.0×10 ⁻⁶	
	镉	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10 ⁻⁶	
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	2.0×10 ⁻⁶	
	石油类	紫外分光光度法	3.0×10 ⁻⁶	
	硫化物	碘量法	4.0×10 ⁻⁶	
	砷	原子荧光法	0.06×10 ⁻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	0.005×10 ⁻⁹	HY/T 147.2-2013
海洋 生物 质量	粒度	激光法	-	GB/T 12763.8-2007
	石油烃	荧光分光光度法	0.2×10 ⁻⁶	GB 17378.6-2007
	砷	原子荧光法	0.2×10 ⁻⁶	
	总汞	热分解冷原子吸收光度法	0.005×10 ⁻⁹	HY/T 147.3-2013
	铅	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10 ⁻⁶	GB 17378.6-2007
	铬	无火焰原子吸收分光光度法	0.04×10 ⁻⁶	
	锌	火焰原子吸收分光光度法	0.4×10 ⁻⁶	
	铜	火焰原子吸收分光光度法	2.0×10 ⁻⁶	
生物 生态	镉	火焰原子吸收分光光度法	0.08×10 ⁻⁶	GB 17378.7-2007
	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	-	GB/T 12763.6-2007

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），水质按不劣于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），沉积物质量按不劣于现状标准评价。《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 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.20	0.50	1.00
2	镉 ($\times 10^{-6}$) ≤	0.50	1.50	5.00
3	铅 ($\times 10^{-6}$) ≤	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 ^I	0.05	1.0	10	0.1	0.2	20	0.5	15
贝类（双壳类） 第二类 ^I	0.10	5.0	25	2.0	2.0	50	2.0	50
贝类（双壳类） 第三类 ^I	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） ^{II}	0.3	1	100	10	5.5	250	--	20
甲壳类 ^{II}	0.2	1	100	2	2.0	150	--	20
鱼类 ^{II}	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 j 点的标准指数；

$C_{i,j}$ —i 评价因子在 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 (mg/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 (5.02~1.14×10²) µg/L，平均为 35.4µg/L。

5.2.1.7 活性磷酸盐 (PO₄³⁻-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) $\mu\text{g/L}$, 平均为 1.76 $\mu\text{g/L}$ 。

5.2.1.13 铜

调查海域各站铜含量变化于 (0.23~2.59) $\mu\text{g/L}$, 平均为 0.50 $\mu\text{g/L}$ 。

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) mg/L , 平均为 0.006 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) mg/L , 平均为 4.5 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 (见表 5.2-1)。

表 5.2-1 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	-	-
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	0.0	33.1	64.7	2.2	ST 砂质粉砂
P2	0.0	67.2	31.9	0.9	TS 粉砂质砂
P3	0.0	73.3	26.4	0.2	TS 粉砂质砂
P5	0.0	21.9	74.7	3.4	T 粉砂
P7	0.1	81.0	18.6	0.3	S 砂
P8	0.0	44.8	50.4	4.8	ST 砂质粉砂
P10	0.0	56.8	41.1	2.1	TS 粉砂质砂

站号	粒级含量(%)				代号及名称
	砾	砂	粉砂	粘土	
P11	0.0	69.0	30.6	0.4	TS 粉砂质砂
P13	0.0	69.7	30.2	0.1	TS 粉砂质砂
P17	0.0	62.0	36.3	1.7	TS 粉砂质砂
P18	0.0	82.7	17.3	0.0	S 砂
P19	0.0	74.5	24.9	0.6	S 砂
P21	48.5	51.5	0.0	0.0	GS 砾砂
P22	0.0	72.0	27.4	0.5	TS 粉砂质砂
P24	0.0	74.3	25.5	0.2	TS 粉砂质砂
P26	0.0	91.7	7.9	0.3	S 砂
P28	0.0	53.8	43.2	3.0	TS 粉砂质砂
最小值	0.0	21.9	0.0	0.0	-
最大值	48.5	91.7	74.7	4.8	-
平均值	2.9	63.5	32.4	1.2	-

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）

站位	有机碳	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
	10 ⁻²	10 ⁻⁶								
P1	0.70	—	0.013	3.66	8.1	13.6	—	65.5	41.4	5.6
P2	0.74	—	0.011	3.55	8.3	12.1	0.04	70	46.0	8.4
P3	0.75	—	0.009	2.92	8.3	11.5	0.04	70	42.5	12.8
P5	0.56	—	0.010	2.51	5.8	8.5	0.04	52.5	32.9	7.0
P7	0.22	—	0.005	3.59	2.7	8.8	—	47.4	22.7	4.5
P8	0.69	—	0.011	2.66	8.3	12.7	—	67.9	41.2	10.3
P10	0.58	—	0.009	2.47	7.1	10.3	0.04	60.1	36.8	11.1
P11	0.49	—	0.008	2.43	5.5	8.2	0.04	47.5	30.2	13.3
P13	0.33	—	0.007	2.63	3.6	6.4	0.04	39.4	25.6	3.9
P17	0.54	—	0.009	2.36	5.8	9.1	0.05	51.8	33.4	21.6
P18	0.51	—	0.009	2.61	5.8	9.1	0.04	46.3	30.6	12.4
P19	0.36	—	0.008	2.14	3.9	7.3	0.04	40.9	25.6	6.6
P21	0.18	—	0.006	4.69	2.4	6.7	0.04	33	18.5	—
P22	0.53	—	0.008	1.97	5.9	9.7	0.05	51.2	33.1	15.1
P24	0.50	—	0.008	1.89	5.3	8.2	0.05	44.5	29.2	16.4
P26	0.06	—	0.003	3.55	—	5.5	—	21.6	16.3	—
P28	0.76	—	0.015	6.74	12.3	17.5	0.07	55.3	34.1	—
最小值	0.06	—	0.003	1.89	—	5.5	—	21.6	16.3	—
最大值	0.76	—	0.015	6.74	12.3	17.5	0.07	70	46.0	21.6
平均值	0.50	—	0.009	3.08	5.9	9.7	0.04	50.9	31.8	9.0

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 $(\text{未检出}\sim12.3) \times 10^{-6}$ ；铅含量范围为 $(5.5\sim17.5) \times 10^{-6}$ ；镉含量范围为 $(\text{未检出}\sim0.07) \times 10^{-6}$ ；锌含量范围为 $(21.6\sim70) \times 10^{-6}$ ；铬含量范围为 $(16.3\sim46.0) \times 10^{-6}$ ；石油类含量范围为 $(\text{未检出}\sim21.6) \times 10^{-6}$ 。

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	0.35	0.00	0.07	0.18	0.23	0.23	0.04	0.44	0.52	0.01
P2	0.37	0.00	0.06	0.18	0.24	0.20	0.08	0.47	0.58	0.02
P3	0.38	0.00	0.04	0.15	0.24	0.19	0.08	0.47	0.53	0.03
P5	0.28	0.00	0.05	0.13	0.17	0.14	0.08	0.35	0.41	0.01
P7	0.11	0.00	0.03	0.18	0.08	0.15	0.04	0.32	0.28	0.01
P8	0.35	0.00	0.06	0.13	0.24	0.21	0.04	0.45	0.52	0.02
P10	0.29	0.00	0.05	0.12	0.20	0.17	0.08	0.40	0.46	0.02
P11	0.25	0.00	0.04	0.12	0.16	0.14	0.08	0.32	0.38	0.03
P13	0.17	0.00	0.03	0.13	0.10	0.11	0.08	0.26	0.32	0.01
P17	0.27	0.00	0.04	0.12	0.17	0.15	0.10	0.35	0.42	0.04
P18	0.26	0.00	0.04	0.13	0.17	0.15	0.08	0.31	0.38	0.02
P19	0.18	0.00	0.04	0.11	0.11	0.12	0.08	0.27	0.32	0.01
P21	0.09	0.00	0.03	0.23	0.07	0.11	0.08	0.22	0.23	0.00
P22	0.27	0.00	0.04	0.10	0.17	0.16	0.10	0.34	0.41	0.03
P24	0.25	0.00	0.04	0.09	0.15	0.14	0.10	0.30	0.37	0.03
P26	0.03	0.00	0.01	0.18	0.03	0.09	0.04	0.14	0.20	0.00
P28	0.38	0.00	0.08	0.34	0.35	0.29	0.14	0.37	0.43	0.00
最小值	0.03	0.00	0.01	0.09	0.03	0.09	0.04	0.14	0.20	0.00
最大值	0.38	0.00	0.08	0.34	0.35	0.29	0.14	0.47	0.58	0.04
平均标准指数	0.25	0.00	0.04	0.15	0.17	0.16	0.08	0.34	0.40	0.02

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~0.065） mg/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） mg/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） mg/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^3)		初级生产力
	表层	50m 层	$\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
P1	未检出	0.314	266.12
P2	0.026	0.394	349.01
P3	0.034	0.068	84.76
P4	未检出	未检出	10.14
P5*	未检出	未检出	10.14
P6	0.027	0.052	66.94
P7	0.041	0.027	57.62
P8	未检出	0.087	75.97
P9	未检出	0.052	47.46
P10	未检出	未检出	10.14
P11	未检出	0.041	38.34
P12	0.065	0.025	73.03
P13	未检出	0.053	50.20
P14	未检出	0.070	64.61
P15*	0.030	未检出	29.53
P16	0.054	0.079	107.92
P17	未检出	未检出	10.14
P18	0.029	未检出	29.29
P19	未检出	未检出	10.39
P20	未检出	0.030	30.71
P21	未检出	未检出	10.14
P22	未检出	未检出	9.78
P23	未检出	0.060	51.81
P24	未检出	0.032	29.92
P25*	0.040	0.067	83.69
P26	0.036	0.041	60.22
P27	未检出	未检出	10.14
P28	未检出	未检出	10.14

站位	叶绿素 a (mg/m^3)		初级生产力
	表层	50m 层	$\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$
最小值	未检出	未检出	9.78
最大值	0.065	0.394	349.01
平均值	0.018	0.056	60.30

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；符号“--”表示无该水层，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 $(9.78\sim 349.01)\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，平均为 $60.30\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。

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 $(0.62\sim 63.07)\times 10^4$ 个/ m^3 之间，平均密度为 9.8×10^4 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	61.88	1.14	0.000	0.05	63.07
P2	59.69	0.27	0.000	0.11	60.07
P3	11.01	0.31	0.000	0.33	11.65
P5	6.87	0.11	0.000	0.03	7.01
P7	1.03	0.11	0.000	0.13	1.27
P8	3.90	0.12	0.000	0.01	4.03
P10	1.92	0.09	0.000	0.16	2.17
P11	2.43	0.15	0.000	0.30	2.88
P13	2.99	0.14	0.004	0.07	3.20
P17	2.21	0.20	0.000	0.05	2.46
P18	1.42	0.16	0.000	0.18	1.76
P19	0.67	0.17	0.000	0.00	0.85
P21	0.72	0.15	0.004	0.08	0.95
P22	0.36	0.14	0.006	0.11	0.62
P24	0.48	0.17	0.000	0.11	0.76
P26	2.89	0.12	0.016	0.03	3.05

站号	硅藻	甲藻	金藻	蓝藻	小计
P28	0.77	0.05	0.004	0.00	0.82
最小值	0.36	0.05	0.000	0.00	0.62
最大值	61.88	1.14	0.016	0.33	63.07
平均值	9.48	0.21	0.002	0.10	9.80

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	1.51	0.26	2.65
P2	0.67	0.12	2.40
P3	1.70	0.31	2.73
P5	3.15	0.54	3.42
P7	4.23	0.77	3.30
P8	2.91	0.53	2.94
P10	3.11	0.57	2.92
P11	3.18	0.58	2.90
P13	4.30	0.76	3.34
P17	3.29	0.61	2.81
P18	3.30	0.61	2.98
P19	4.06	0.75	3.22
P21	4.20	0.79	2.95
P22	4.07	0.79	2.78
P24	3.66	0.74	2.33
P26	2.88	0.52	3.02
P28	3.31	0.61	3.15
最小值	0.67	0.12	2.33
最大值	4.30	0.79	3.42
平均值	3.15	0.58	2.93

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） mg/m^3 之间，平均为 65.23 mg/m^3 ；密度变化范围为（44.77~158.61）个/ m^3 ，平均为 92.05 个/ m^3 。

表 5.4-4 浮游动物的生物量和密度

站位	生物量 (mg/m^3)	密度 (个/ m^3)
P1	49.68	143.18
P2	101.91	133.90
P3	52.88	108.62
P5	53.06	84.77
P7	72.71	50.74
P8	32.93	88.82
P10	75.19	118.37
P11	53.34	135.62
P13	84.29	100.42
P17	83.18	158.61
P18	65.13	86.10
P19	43.49	79.91
P21	63.79	69.74
P22	53.46	55.54
P24	105.83	44.77
P26	43.88	51.09
P28	74.16	54.69
最小值	32.93	44.77
最大值	105.83	158.61
平均值	65.23	92.05

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	2.86	0.47	9.63	P18	4.58	0.72	12.45
P2	3.64	0.56	12.46	P19	4.62	0.72	13.13
P3	3.14	0.51	10.79	P21	3.00	0.54	7.67
P5	4.91	0.75	14.36	P22	4.22	0.72	9.84
P7	3.49	0.59	10.41	P24	4.43	0.72	13.13
P8	3.64	0.62	8.96	P26	4.10	0.64	14.63
P10	3.94	0.62	11.33	P28	4.42	0.66	17.15
P11	3.23	0.54	9.18	最小值	2.86	0.47	7.67
P13	3.17	0.50	11.73	最大值	4.91	0.75	17.15
P17	3.41	0.53	11.90	平均值	3.81	0.61	11.69

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/m² 之间, 平均值为 3.03g/m²; 密度变化范围在 (5.0~35.0) ind/m² 之间, 平均值为 19.1ind/m²。

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 ²)	生物量 (g/m ²)
P1	20.0	8.53
P2	5.0	1.01
P3	10.0	1.79
P5	25.0	1.64
P7	10.0	0.69
P8	20.0	0.06
P10	25.0	1.55
P11	20.0	2.91
P13	25.0	1.07
P17	15.0	3.13
P18	30.0	2.82
P19	15.0	0.51
P21	20.0	12.97
P22	35.0	5.84
P24	15.0	0.67
P26	10.0	2.87
P28	25.0	3.45
最小值	5.0	0.06
最大值	35.0	12.97
平均值	19.1	3.03

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、鳄齿贻、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	3.70	0.92	2.69
P2	3.95	0.93	3.63
P3	3.74	0.80	3.89
P5	3.37	0.82	2.82
P7	2.65	0.77	1.89
P8	3.18	0.96	2.43
P10	4.55	0.91	4.84
P11	4.34	0.85	4.93
P13	2.64	0.83	1.82
P17	3.70	0.83	3.60
P18	3.51	0.88	2.80
P19	4.32	0.94	4.29
P21	3.84	0.86	3.92
P22	3.16	0.83	2.58
P24	3.11	0.82	2.21
P26	1.78	0.47	1.99
P28	3.81	0.84	3.67
最小值	1.78	0.47	1.82
最大值	4.55	0.96	4.93
平均值	3.49	0.84	3.18

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 底栖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	绿鳍马面鲀	鱼类	nd	0.13	nd	7.3	0.55	0.0073	0.23	0.6
P17	短蛸	软体类	6.5	3.5	0.73	22.4	0.37	0.03	6.05	2.09
P17	假长缝拟对虾	甲壳类	6.3	0.67	0.1	11.5	0.18	0.021	15.6	3.73
P8	瓦鲽	鱼类	nd	nd	nd	6.1	0.2	0.017	1.92	1.16
P11	尖吻蛇鳗	鱼类	nd	0.04	nd	38.8	0.75	0.063	8.47	0.93
P11	假长缝拟对虾	甲壳类	5.3	0.3	0.11	12.4	0.27	0.021	13.3	2.61
P5	日本金线鱼	鱼类	nd	nd	nd	nd	0.17	0.033	5.58	0.5
P5	假长缝拟对虾	甲壳类	7.6	nd	0.29	11.8	0.16	0.02	6.19	2.04
P19	基岛鱼衔	鱼类	nd	0.09	nd	3.2	0.18	0.021	2.43	0.55
P19	尖吻蛇鳗	鱼类	nd	0.09	0.08	6	0.25	0.062	11.2	0.46
P13	鳄齿鳕	鱼类	nd	0.06	nd	nd	0.31	0.023	2.42	0.4
P7	羊舌鲆	鱼类	nd	nd	nd	4	0.21	0.027	0.24	1.31
P22	少鳞舌鳎	鱼类	nd	0.1	nd	1.1	0.21	0.032	5.24	3.25
P22	须棘吻鱼	鱼类	nd	0.17	nd	1.8	0.48	0.02	3.03	1.13

站位	种名	类别	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	Hg	As	石油烃
P26	网纹裸胸鳝	鱼类	nd	0.04	0.08	5.7	0.15	0.136	2.9	0.96
P28	东海红虾	甲壳类	9.6	0.12	0.17	14.1	0.24	0.055	15.9	1.17
P28	新棘鲉	鱼类	nd	nd	nd	2.8	0.22	0.019	2.99	0.23
P10	假长缝拟对虾	甲壳类	10.6	0.04	0.11	12.9	0.15	0.022	13.4	3.28
P1	羊舌鲆	鱼类	nd	nd	nd	3.8	0.53	0.014	0.33	1.72
P1	鰕齿鳎	鱼类	nd	nd	nd	nd	0.08	0.007	nd	1.13
P3	假长缝拟对虾	甲壳类	5.2	nd	0.11	9.2	0.14	0.01	12.3	2.57
P3	大牙斑鲆	鱼类	nd	nd	nd	6.7	0.17	0.022	4.17	0.88
P24	鰕齿鳎	鱼类	nd	nd	nd	6.1	0.2	0.015	nd	1.28
P2	瓦鲽	鱼类	nd	nd	nd	2.6	0.29	0.024	2.18	0.64
P18	勒氏蓑鲉	鱼类	nd	nd	nd	nd	0.19	0.01	2.81	0.84
P18	绿鳍马面鲀	鱼类	nd	nd	nd	5.6	0.26	0.0064	3.68	0.63

注：“nd”表示未检出，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。“/”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 78.95%，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 底栖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	绿鳍马面鲀	鱼类	0.03	0.07	0.03	0.18	/	0.02	0.23	0.03
P17	短蛸	软体类	0.07	0.35	0.13	0.09	/	0.10	6.05	0.10
P17	假长缝拟对虾	甲壳类	0.06	0.34	0.05	0.08	/	0.11	15.6	0.19
P8	瓦鲽	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.15	/	0.06	1.92	0.06
P11	尖吻蛇鳎	鱼类	0.03	0.02	0.03	0.97	/	0.21	8.47	0.05
P11	假长缝拟对虾	甲壳类	0.05	0.15	0.06	0.08	/	0.11	13.3	0.13
P5	日本金线鱼	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.01	/	0.11	5.58	0.03
P5	假长缝拟对虾	甲壳类	0.08	0.01	0.15	0.08	/	0.10	6.19	0.10
P19	基岛鱼鲷	鱼类	0.03	0.05	0.03	0.08	/	0.07	2.43	0.03
P19	尖吻蛇鳎	鱼类	0.03	0.05	0.13	0.15	/	0.21	11.2	0.02
P13	鰕齿鳎	鱼类	0.03	0.03	0.03	0.01	/	0.08	2.42	0.02
P7	羊舌鲆	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.10	/	0.09	0.24	0.07
P22	少鳞舌鳎	鱼类	0.03	0.05	0.03	0.03	/	0.11	5.24	0.16
P22	须棘吻鱼	鱼类	0.03	0.09	0.03	0.05	/	0.07	3.03	0.06
P26	网纹裸胸鳝	甲壳类	0.03	0.02	0.13	0.14	/	0.45	2.9	0.05
P28	东海红虾	鱼类	0.10	0.06	0.09	0.09	/	0.28	15.9	0.06
P28	新棘鲉	甲壳类	0.03	0.01	0.03	0.07	/	0.06	2.99	0.01
P10	假长缝拟对虾	鱼类	0.11	0.02	0.06	0.09	/	0.11	13.4	0.16
P1	羊舌鲆	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.10	/	0.05	0.33	0.09

站位	种名	类别	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	Hg	As	石油烃
P1	鳄齿鳐	甲壳类	0.03	0.01	0.03	0.01	/	0.02	0.10	0.06
P3	假长缝拟对虾	鱼类	0.05	0.01	0.06	0.06	/	0.05	12.3	0.13
P3	大牙斑鲆	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.17	/	0.07	4.17	0.04
P24	鳄齿鳐	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.15	/	0.05	0.10	0.06
P2	瓦鲽	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.07	/	0.08	2.18	0.03
P18	勒氏菱鲂	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.01	/	0.03	2.81	0.04
P18	绿鳍马面鲀	鱼类	0.03	0.01	0.03	0.14	/	0.02	3.68	0.03
超标率	鱼类		0	0	0	0	/	0	78.95%	0
	软体类		0	0	0	0	/	0	100%	0
	甲壳类		0	0	0	0	/	0	100%	0

注：“/”表示无 Cr 评价标准，不予评价，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 ($0.15\sim 0.45\mu\text{g/L}$) 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 (AsB)。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 $114^{\circ}00'$ 至 $116^{\circ}00'$ 、北纬 $20^{\circ}30'$ 至 $22^{\circ}00'$ 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。

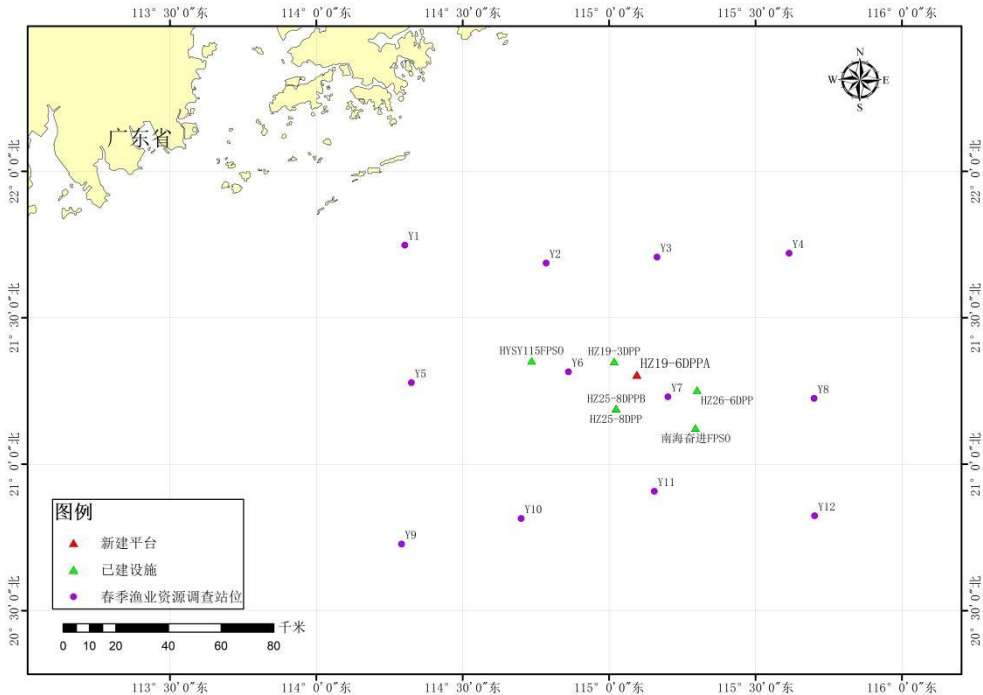


图 5.6-1 渔业资源调查站位图

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	114°18'9"	21°44'53"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y2	114°47'6"	21°41'13"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y3	115°9'49"	21°42'26"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y4	115°36'53"	21°43'13"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y5	114°19'30"	21°16'43"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y6	114°51'40"	21°18'57"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y7	115°12'3"	21°13'49"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y8	115°42'1"	21°13'29"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y9	114°17'29"	20°43'39"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y10	114°41'59"	20°48'53"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y11	115°9'16"	20°54'27"	鱼卵仔稚鱼、游泳生物
Y12	115°42'7"	20°49'26"	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 (kg/km²)；

A=每小时扫海面积 (km²/h)；

S=调查监测水域面积 (km²)；

Y=平均渔获率 (kg/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 (ind/m³)；

I = 每网枚数(尾数) (ind);

W = 滤水量 (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	238	480	718	4.13	8.90	13.03
Y2	273	752	1025	8.97	23.14	32.11
Y3	515	1059	1574	4.29	9.03	13.32
Y4	579	2164	2743	3.89	10.54	14.43
Y5	488	2673	3161	8.85	42.93	51.78

Y6	158	361	519	4.66	11.16	15.82
Y7	324	664	988	1.93	3.51	5.44
Y8	128	591	719	4.38	18.20	22.58
Y9	301	1463	1764	5.73	20.69	26.42
Y10	383	2215	2598	5.13	24.88	30.01
Y11	3221	11028	14249	16.10	50.57	66.67
Y12	30	101	131	1.21	3.54	4.75
合计	6638	23551	30189	69.27	227.09	296.36
最小值	30	101	131	1.21	3.54	4.75
最大值	3221	11028	14249	16.10	50.57	66.67
平均值	553	1962	2516	5.77	18.92	24.70

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/km²，平均 316.78kg/km²；尾数资源密度范围为 (1680~182773) ind/km²，平均 32270ind/km²。成鱼平均重量资源密度 242.73kg/km²，平均尾数资源密度 25173ind/km²；幼鱼平均重量资源密度 74.05kg/km²，平均尾数资源密度 7097ind/km²。

表 5.6-3 调查海域鱼类资源密度

站号	重量资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (ind/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1	52.96	114.19	167.15	3051	6159	9210
Y2	115.10	296.80	411.90	3500	9648	13148
Y3	55.02	115.89	170.91	6609	13581	20190
Y4	49.93	135.14	185.07	7428	27757	35185
Y5	113.54	550.63	664.17	6261	34285	40546
Y6	59.73	143.18	202.91	2025	4626	6651
Y7	24.77	45.00	69.77	4155	8525	12680
Y8	56.22	233.36	289.58	1648	7575	9223
Y9	73.54	265.29	338.83	3864	18757	22621
Y10	65.75	319.22	384.97	4908	28417	33325
Y11	206.54	648.60	855.14	41319	141454	182773
Y12	15.52	45.42	60.94	391	1289	1680
最小值	15.52	45.42	60.94	391	1289	1680
最大值	206.54	648.60	855.14	41319	141454	182773
平均值	74.05	242.73	316.78	7097	25173	32270

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	0.48	0.41	0.89	14	15	29
Y2	0.63	0.59	1.22	15	13	28
Y3	0.87	0.88	1.75	41	52	93
Y4	0.65	0.62	1.27	32	39	71
Y5	1.18	0.84	2.02	269	256	525
Y6	0.48	0.4	0.88	21	26	47
Y7	0.83	0.75	1.58	37	44	81
Y8	0.56	0.23	0.79	27	12	39
Y9	0.89	0.8	1.69	57	77	134
Y10	2.58	2.66	5.24	298	402	700
Y11	5.98	4.63	10.61	388	332	720
Y12	0.03	0.01	0.04	3	1	4
最小值	0.03	0.01	0.04	3	1	4
最大值	5.98	4.63	10.61	388	402	720
平均值	1.26	1.07	2.33	100	106	206

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/km²，平均

29.92kg/km²；尾数资源密度范围为（51~9236）ind/km²，平均 2642ind/km²。成体平均重量资源密度 13.72kg/km²，平均尾数资源密度 1356ind/km²；幼体平均重量资源密度 16.2kg/km²，平均尾数资源密度 1286ind/km²。

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 ²)			尾数资源密度 (ind/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1	6.16	5.27	11.43	185	187	372
Y2	8.11	7.57	15.68	184	171	355
Y3	11.16	11.27	22.43	532	661	1193
Y4	8.38	7.91	16.29	416	495	911
Y5	15.15	10.71	25.86	3456	3278	6734
Y6	6.09	5.16	11.25	269	337	606
Y7	10.64	9.62	20.26	472	572	1044
Y8	7.18	3	10.18	346	154	500
Y9	11.44	10.3	21.74	735	983	1718
Y10	33.07	34.14	67.21	3823	5156	8979
Y11	76.71	59.42	136.13	4979	4257	9236
Y12	0.35	0.21	0.56	34	17	51
最小值	0.35	0.21	0.56	34	17	51
最大值	76.71	59.42	136.13	4979	5156	9236
平均值	16.2	13.72	29.92	1286	1356	2642

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	0.3	0.89	1.19	11	37	48
Y2	0.23	0.64	0.87	5	14	19
Y3	0.02	0.35	0.37	39	554	593
Y4	0.11	1.29	1.40	201	2872	3073
Y5	0.7	3.36	4.06	23	324	347
Y6	0.42	1.26	1.68	8	31	39
Y7	0.05	0.3	0.35	3	38	41
Y8	0.03	0.09	0.12	2	4	6
Y9	0.28	1.25	1.53	15	175	190
Y10	0.13	0.91	1.04	5	62	67
Y11	0.23	3.53	3.76	57	891	948
Y12	0	0.01	0.01	0	5	5
最小值	0	0.01	0.01	0	4	5
最大值	0.7	3.53	4.06	201	2872	3073
平均值	0.21	1.16	1.37	31	417	448

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/km², 平均 17.52kg/km²; 尾数资源密度范围为(64~39418) ind/km², 平均 5746 ind/km²。其中: 甲壳类幼体的平均重量和尾数资源密度分别为 2.67kg/km²和 393 ind/km²; 甲壳类成体平均重量和尾数资源密度分别为 14.84kg/km²和 5352 ind/km²。在甲壳类的各类群中, 蟹类的平均重量资源密度为 10.43 kg/km², 其中: 蟹类幼体的平均尾数资源密度为 43 ind/km², 成体的平均重量资源密度为 8.56 kg/km²; 虾类的平均重量资源密度为 5.52 kg/km², 其中: 虾类幼体的平均尾数资源密度为 340 ind/km², 虾类成体的平均重量资源密度为 4.99 kg/km²; 虾蛄类只是在个别站位出现, 平均重量资源密度为 1.56 kg/km², 其中: 虾蛄类幼体的平均尾数资源密度为 10 ind/km², 虾蛄类成体的平均重量资源密度为 1.28 kg/km²。

表 5.6-7 甲壳类资源密度

站号	重量资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (ind/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y1	3.87	11.42	15.29	138	478	616
Y2	2.88	8.22	11.10	62	179	241
Y3	0.31	4.41	4.72	496	7110	7606
Y4	1.4	16.58	17.98	2573	36845	39418

站号	重量资源密度 (kg/km ²)			尾数资源密度 (ind/km ²)		
	幼体	成体	总计	幼体	成体	总计
Y5	8.93	43.1	52.03	301	4150	4451
Y6	5.36	16.23	21.59	100	399	499
Y7	0.66	3.77	4.43	38	484	522
Y8	0.41	1.18	1.59	20	57	77
Y9	3.59	16.06	19.65	189	2246	2435
Y10	1.71	11.62	13.33	66	793	859
Y11	2.96	45.3	48.26	734	11426	12160
Y12	0.01	0.16	0.17	4	60	64
最小值	0.01	0.16	0.17	4	57	64
最大值	8.93	45.3	52.03	2573	36845	39418
平均值	2.67	14.84	17.52	393	5352	5746

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/km², 平均为 364.21kg/km²; 尾数资源密度在(1796~204169) ind/km², 平均为 40656ind/km², 具体见表 5.6- 8。

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 ²)	尾数渔获率 (ind/h)	尾数资源密度 (ind/km ²)
Y1	15.11	193.87	795	10198
Y2	34.20	438.68	1071	13743
Y3	15.44	198.06	2260	28989
Y4	17.10	219.34	5887	75513
Y5	57.85	742.06	4033	51732
Y6	18.38	235.75	605	7756
Y7	7.36	94.46	1111	14246
Y8	23.49	301.36	764	9800
Y9	29.64	380.23	2087	26774
Y10	36.29	465.51	3365	43163
Y11	81.04	1039.53	15917	204169
Y12	4.81	61.67	140	1796
最小值	4.81	61.67	140	1796
最大值	81.04	1039.53	15917	204169
平均值	28.39	364.21	3170	40656

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/1000m³，平均密度为 56 粒/1000 m³；仔稚鱼在 5 个站位捕获，密度变化范围为（0~315）粒/1000m³，平均密度为 74 尾/1000 m³。

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 ³ ）	仔稚鱼（尾/1000m ³ ）
Y1	70	211
Y2	0	0
Y3	0	0
Y4	0	0
Y5	82	0
Y6	0	315
Y7	211	105
Y8	137	0
Y9	174	87
Y10	0	170
Y11	0	0
Y12	0	0
最小值	0	0
最大值	211	315
平均值	56	74

6 环境影响回顾性分析

本项目所涉及的现有工程设施包括惠州油田群的相关设施及海洋石油 115FPSO。

本项目计划新建 1 座钻采平台 HZ19-6 DPPA，新铺设 1 条海底混输管道（HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台）、1 条海底输气管道（HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台）和 4 条海底电缆（2 条 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台、HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台和 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ19-3 DPP 平台），并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台和南海奋进 FPSO 进行适应性改造。

新建 HZ19-6 DPPA 平台所产物流经本平台生产分离器分离后，分离出的原油经新建海底混输管道输往 HZ25-8 DPPB 平台，2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流依次进入 HZ25-8 DPPB 平台和 HZ25-8 DPP 平台的原油处理流程，处理后的原油经已建海管最终外输至海洋石油 115 FPSO 进一步处理、储存、外输；2028 年及以后，惠州 19-6 油田物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线进入 HZ25-8 DPP 平台（越站），经已建海底管道进入南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。

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	HZ25-8 DPPB	2027 年，新建 HZ19-6 DPPA 平台物流进入一级分离器处理后外输； 2028 年之后，越站输送
	HZ25-8 DPP	2027 年，经 HZ25-8 DPPB 平台一级分离器分离出的物流进入 HZ25-8 DPP 平台二级分离器处理后外输； 2028 年之后，越站输送
	HZ26-6 DPP 平台	引气，为电力组网提供气源
	HZ19-3 DPP 平台	电力组网，为 HZ19-3 DPP 平台供电
	HZ19-2 DPP 平台	电力组网
FPSO	海洋石油 115FPSO	2027 年，接收、处理来自新建 HZ19-6 DPPA 等平台含水原油
	南海奋进 FPSO	2028 年之后，接收、处理来自新建 HZ19-6 DPPA 等平台含水原油
海底管道	HZ25-8 DPP 平台至 XJ24-3 DPPB 平台海底混输管道	区域物流输送

设施名称	依托功能
XJ24-3 DPPB 平台至 XJ24-3 FDD 平台海底混输管道	
XJ24-3 FDD 平台至 XJ23-1 DPP 平台海底混输管道	
XJ23-1 DPP 平台至 HYSY115 FPSO 海底混输管道	
HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5 DPP 平台海底混输管道	
HZ32-5 DPP 平台至南海奋进 FPSO 海底混输管	

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

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。

6.1.1 惠州 19-3/2/1 油田开发工程

惠州 19-3/2/1 油田开发工程新建 HZ 19-3 平台和 HZ 19-2 平台以及相应的海底管道和电缆。《惠州 19-3/2/1 油田开发工程环境影响报告书》于 2002 年 11 月 29 日获得国家海洋局批复（国海环字〔2002〕356 号），见附件 2-1。惠州 19-3/2/1 油田开发工程环保设施于 2007 年 4 月 5 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函（国海环字〔2007〕156 号），正式投产，见附件 3-1。

6.1.2 惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目

惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目新建 HZ25-8 DPP 和 XJ24-3 DPPB 平台以及相应的海底管道和电缆。《惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书》于 2013 年 5 月 14 日获得国家海洋局批复（国海环字〔2013〕274 号），见附件 2-2。惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环保设施于 2018 年 3 月 2 日获得国家海洋局环境保护设施竣工验收的复函（国海环字〔2018〕92 号），正式投产，见附件 3-2。

6.1.3 惠州 26-6 油田开发项目

惠州 26-6 油田开发项目新建 HZ26-6 DPP 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 2-3。

6.1.4 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 DPP 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 2-4。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自主验收。

6.1.5 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 平台以及的海底管道和电缆，并对南海奋进 FPSO 进行升级改造。《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〕30 号）。

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

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

报告名称	环评批复情况	竣工验收情况
《惠州 19-3/2/1 油田开发工程环境影响报告书》	2002 年 11 月 29 日 获得国家海洋局批复 (国海环字〔2002〕356 号)	2007 年 4 月 5 日获得国家海洋局同意通过竣工验收的复函 (国海环字〔2007〕156 号)
《惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书》	2013 年 5 月 14 日 获得国家海洋局批复 (国海环字〔2013〕274 号)	2018 年 3 月 2 日获得国家海洋局同意通过竣工验收的复函 (国海环字〔2018〕92 号)
《惠州 26-6 油田开发项目环境影响报告书》	2023 年 2 月 28 日 获得生态环境部批复 (环审〔2023〕22 号)	—

报告名称	环评批复情况	竣工验收情况
《海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》	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 日已完成自主验收
《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》	2025 年 2 月 15 日 获得生态环境部批复 (环审〔2025〕20 号)	—

6.2.2 环保措施落实情况

本项目相关油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，防止排放入海；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
《国家海洋局关于惠州 19-3/2/1 油田开发工程环境影响报告书审批意见的复函》 (国海环字〔2002〕356 号)	严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度。在 HZ19-2 平台排污口位于海面以下 60 米、FPSO 排污口位于海面以下 12 米时，同意按照报告中总量控制建议的指标执行；HZ19-2 平台外缘 300 米以内海域、FPSO 排污口为中心 300 米半径以内的海域作为排污混合区。	工程在运行过程中严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度，严格执行已批复的排放总量和排污混合区。
	该工程海上施工周期长，建设单位应当按照有关法规的要求，加强施工期的监控管理，并将工程进展情况及时通报国家海洋局南海分局。施工期间产生的工业和生活垃圾除食品废弃物外应当确保全部回收，船舶含油污水排放严格按照有关规定执行。	施工期产生的污染物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。
	工程海上施工阶段应当尽量避开渔业敏感季节，尽可能地减少对渔业资源和渔业生产的影响。	施工阶段合理安排了作业时间，尽可能减少对渔业资源和渔业生产的影响。
	制定切实可行的溢油应急计划，配备相应的溢油应急设备，防范溢油风险。一旦溢油抵	建设单位编制了溢油应急计划，并在国家海洋主管部门登记备

批复	批复要求	落实情况
《国家海洋局关于惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书核准意见的批复》（国海环字〔2013〕274 号）	岸，可能对珠江口近岸的经济鱼类繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区等环境敏感目标构成威胁，并可能影响珠江口及附近沿岸的风景旅游区。因此，发生溢油事故时，要尽快采取措施，阻止油污向沿岸方向蔓延，并立即报告国家海洋局南海分局，同时通报渔业、海事、军队等有关部门。	案，配备了相应的溢油应急设备。
	加强海底管道运营期间的安全管理工作，制定相应的管道保护和检测制度，避免油田管道事故对海洋环境的污染损害。	建设单位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。
	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。不含油钻屑和泥浆以及含油量不超过 8% 的钻屑和泥浆经海区主管部门批准后方可排海；含油量超过 8% 的钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位处理；含油生产水、生活污水和机舱含油污水等废水经处理达标后方可排海；生产垃圾和除食品废弃物外的生活垃圾运回陆地处理。	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。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。
	严格执行钻井作业规程，配备安全有效的防喷设备及良好的压井材料和井控设备，关键部位应安装温度和压力报警装置，并设置相应的应急关断系统。	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。
	切实落实生态保护措施，施工作业应尽量避免主要经济鱼类的产卵期，并采取增殖放流等措施对渔业资源进行养护与修复。	建设单位严格落实了生态保护措施，合理安排了施工作业时间，采取了增殖放流等修复措施。
	定期对海底管道进行检测与维护，及时发现并消除事故隐患；采取必要的工程防护措施，避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害；对依托的已有海管，在达到其原有设计寿命前需进行检测评估，必要时予以更换。	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，制定溢油应急计划。HZ25-8DPP 平台和 XJ24-3DPPB 平台应配备相应的溢油应急设备以应对小型溢油事故。发生事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局南海分局，并及时通报渔业、海事、军队等有关部门。	建设单位严格落实了风险防范和应急措施，制定了溢油应急计划并在国家海洋主管部门登记备案；HZ25-8DPP 和 XJ24-3DPPB 平台配备了相应的溢油应急设备。
	严格控制污染物的排放总量和排放浓度。工程投产后，HZ25-8DPP 平台含油生产水年排放总量不得超过 373 万立方米，石油类年排放量不得超过 168 吨，排污混合区范围为以平台外缘为中心 600 米半径以内的海域；XJ24-3DPPB 平台含油生产水年排放总量不	工程在运行过程中严格控制污染物的排放总量和排放浓度，严格执行已批复的排放总量控制指标和排污混合区范围。

批复	批复要求	落实情况
	得超过 540 万立方米，石油类年排放量不得超过 243 吨，排污混合区范围为以平台外缘为中心 600 米半径以内的海域；“海洋石油 115” FPSO 生产水排放总量控制指标和排污混合区范围不变。	
	加强施工期的环境监控管理，落实报告书中的监测计划，并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局南海分局。严格执行“三同时”制度，环境保护设施未经检查批准不得投入试运行。	建设单位在施工期加强了环境监控管理，严格落实了报告书上的监测计划，严格执行了“三同时”制度。
	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上的监测计划，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、机舱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，并视情况及时通报关广东省渔业、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。

批复	批复要求	落实情况
	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,并严格控制排放速率,排放时间应尽量避免黄鲷、蓝圆鲹、鲐鱼、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。	建设单位严格执行钻井液和钻屑在海面 40 米以下排放,并严格控制排放速率,避开了经济鱼类产卵盛期(1 月、3 月至 7 月),无法避让时降低施工强度,减轻对海洋生态环境和渔业资源的影响。
《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。加强海底管道巡检,定期进行全面检测盒清管作业,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。	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。
	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,并视情况及时通报关广东省渔业、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。

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 HZ19-6 DPPA 平台所产物流经本平台生产分离器分离后,分离出的原油经新建海底混输管道输往 HZ25-8 DPPB 平台,2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流依次进入 HZ25-8 DPPB 平台和 HZ25-8 DPP 平台的原油处理流程,处理后的原油经已建海管最终外输至海洋石油 115 FPSO 进一步处理、储存、外输;2028 年及以后,惠州 19-6 油田物流越站 HZ25-8 DPPB 平台,通过栈桥新建原油管线进入 HZ25-8 DPP 平台(越站),经已建海底管道进入南海奋进号 FPSO 进一步处理、储存、外输。

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
HZ19-3DPP 平台	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
	放空系统	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
HZ25-8DPP 平台	生产水处理系统（水力旋流器+紧凑式气体浮选机）	1 套	正常
	开式排放系统（开式排放沉箱和开式排放泵）	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
	开式排放系统（开式排放沉箱和开式排放泵）	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
HZ25-8 DPPB 平台	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
	生产水处理系统（高效聚结生产水处理系统）	1 套	正常
	开式排放系统（开式排放沉箱和开式排放泵）	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
海洋石油 115 FPSO	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
	生产水处理系统（污水沉降舱+水力旋流器）	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
南海奋进 FPSO	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
	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

本项目新建工程所依托的 HZ25-8 DPP、南海奋进 FPSO 和海洋石油 115 FPSO 在正常生产阶段排放的主要污染物为生产水和生活污水，其排放情况见表 6.3-2~表 6.3-7。

根据近两年的统计数据可知，HZ25-8 DPP、南海奋进 FPSO 平台和海洋石油 115 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 $\leq 65\text{mg/L}$ ）及原环评批复的控制排放浓度限值要求，生产水排放量（年排放量最大分别为 7042324m^3 、 1065872m^3 和 1154531m^3 ）均未超过批复的总量控制指标（HZ25-8 DPP 批复指标为： $788 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ ，南海奋进 FPSO 批复指标为： $198.2 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ ，海洋石油 115 FPSO 批复指标为： $261 \times 10^4\text{m}^3/\text{a}$ ）。HZ25-8 DPP、南海奋进 FPSO 平台和海洋石油 115 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 6839m^3 、 6246.8m^3 和 8683m^3 ）均未超过批复的总量控制指标（HZ25-8 DPP 批复指标为： $9300\text{m}^3/\text{a}$ ，南海奋进 FPSO 批复指标为： $18396\text{m}^3/\text{a}$ ，海洋石油 115 FPSO 批复指标为 $18396\text{m}^3/\text{a}$ ）。

综上所述，HZ25-8 DPP、南海奋进 FPSO 和海洋石油 115 FPSO 的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 HZ25-8 DPP 平台生产水排放情况

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m^3)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m^3)	含油浓度 (mg/L)
1	452595	19.60	527615	20.08
2	427315	20.27	508870	20.04
3	487173	19.95	552806	19.64
4	457445	20.16	583453	20.89
5	478706	19.97	625623	20.55
6	466121	19.69	625467	20.22
7	392746	19.89	660573	20.23
8	483519	20.00	566480	20.23
9	423534	19.16	521498	20.26
10	403711	20.07	619530	20.00
11	521959	19.67	589421	20.42
12	541994	19.84	660988	20.37
最小值	392746	19.16	508870	19.64
最大值	541994	20.27	660988	20.89

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)
平均值	461402	20.00	586860	20.00
年排放量	5536818	/	7042324	/

表 6.3-3 HZ25-8 DPP 平台生活污水排放情况

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	COD 浓度 (mg/L)
1	200.88	75	611	13
2	528	33	485	34
3	694	34	662	34
4	641	50	660	23
5	606	111	706	139
6	642	156	674	31
7	455	80	564	22
8	614	11	677	33
9	624	63	312	59
10	542	126	382	25
11	612	38	415	30
12	669	13	691	13
最小值	200.88	11	312	13
最大值	694	156	706	139
平均值	569	64	570	38
年排放量	6827.88	/	6839	/

表 6.3-4 南海奋进 FPSO 生产水排放情况

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)
1	-	-	70439	16.01
2	-	-	73144	14.37
3	-	-	149667	15.67
4	-	-	138459	17.96
5	-	-	145524	17.88
6	-	-	91209	15.67
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	6572	18.00	-	-
10	75289	17.20	114074	17.22
11	56774	16.81	135235	17.61
12	59502	16.04	148121	20.12
最小值	6572	16.04	70439	14.37
最大值	75289	18.00	149667	20.12
平均值	49534	17.01	118430	17.00

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)
年排放量	198137	/	1065872	/

注：南海奋进 FPSO 2023 年 9 月 28 日（入列惠州油田）投用；2024 年 6 月 19 日南海奋进 FPSO 生产检修，生产水处理系统暂未投入使用，2024 年 10 月 8 日重新投用。

表 6.3-5 南海奋进 FPSO 生活污水排放情况

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	COD 浓度 (mg/L)
1	-	-	541.10	38.00
2	-	-	388.40	33.00
3	-	-	521.20	45.00
4	-	-	517.70	37.00
5	-	-	537.10	65.00
6	-	-	531.50	42.00
7	-	-	544.40	72.00
8	-	-	881.60	83.00
9	331.90	47.00	529.90	110.00
10	318.20	76.00	396.70	66.00
11	445.90	22.00	319.20	50.00
12	523.10	27.00	538.00	42.00
最小值	318.2	22.00	319.20	33.00
最大值	523.1	76.00	881.60	110.00
平均值	404.8	43.00	521.00	57.00
年排放量	1619.1	/	6246.80	/

表 6.3-6 海洋石油 115 FPSO 生产水排放情况

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)
1	98666	22.51	坞修	坞修
2	84901	20.78	5038（坞修结束， 28 日开始生产）	0.66
3	95556	21.87	112117	22.78
4	89331	25.23	102280	19.19
5	77161	21.31	105838	19.56
6	79066	21.56	104362	17.82
7	79802	22.00	107867	18.00
8	102752	21.62	126352	19.13
9	106868	20.83	107965	18.35
10	45600（本月涉及惠州转向，坞修前停产准备）	21.00	128763	19.00
11	坞修	坞修	121507	18.35
12	坞修	坞修	132442	18.04

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	含油浓度 (mg/L)
最小值	45600	20.78	5038	0.66
最大值	106868	25.23	132442	22.78
平均值	85970	22	104957	17
年排放量	859703	/	1154531	/

表 6.3-7 海洋石油 115 FPSO 生活污水排放情况

月份	2023 年		2024 年	
	排放量 (m³)	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m³)	COD 浓度 (mg/L)
1	761	211	坞修	坞修
2	937	56	196 (坞修结束, 28 日开始生产)	110
3	1054	65	320	90
4	1051	222	806	152
5	865	154	673	181
6	793	82	907	98
7	733	105	606	438
8	1067	114	563	91
9	762	150	436	153
10	660 (本月涉及惠州转向, 坞修前停产准备)	146	493	87
11	坞修	坞修	548	152
12	坞修	坞修	941	118
最小值	660	56	196	87
最大值	1067	222	941	438
平均值	868	131	590	152
年排放量	8683	/	6489	/

6.3.3 其他污染物处理/排放情况

6.3.3.1 其他含油污水

HZ25-8 DPP、海洋石油 115 FPSO 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，HZ25-8 DPP、XJ24-3 DPPB 平台、海洋石油 115 FPSO 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

HZ25-8 DPP、海洋石油 115 FPSO 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 18.9m³。

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 DPP 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 DPP 平台及上游各设施开排系统等水下设施检查，发现 HZ26-1 DPP 平台生产水沉箱注入管线存在漏点。现场采集 HZ26-1 DPP 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 DPP 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 DPP 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 DPP 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 DPP 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 5 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。

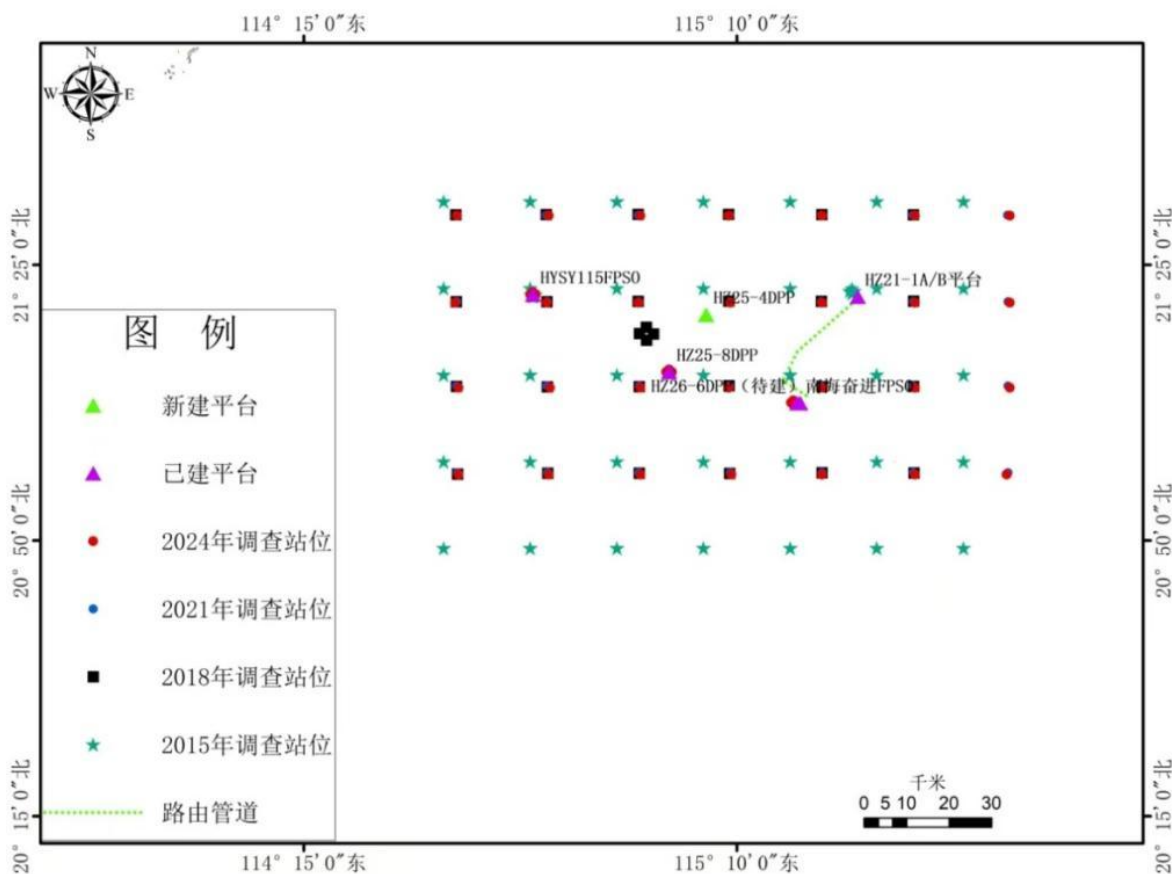


图 6.5-1 历次调查站位分布

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、硫化物和挥发性酚共 17 项作为本次回顾性分析评价因子，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、汞、砷、锌、镉、铜、总铬、硫化物和挥发性酚的含量均较低，远低于第一类海水水质标准。

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 月调查 DO 的平均含量只符合第二类海水标准，稍低于其他几次调查的结果。历次调查大部分样品的溶解氧含量符合第一类海水水质标准，部分样品符合第二类或第三类海水水质标准，主要出现在 50m 层及以下，符合大洋海水自然变化规律。

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，除 2021 年 5 月调查中有 1 个站位的无机氮含量符合第二类海水水质标准外，其余样品均符合第一类海水水质标准。除 2015 年 5 月调查外，其余三次调查中均有部分站位活性磷酸盐含量符合第二（三）类海水水质标准，集中出现在 100m 层及以下，其余样品的活性磷酸盐含量均符合第一类海水水质标准。深层营养盐的含量较高的现象与海洋中的生物地球化学过程有关，属于自然规律。

除 2021 年 5 月调查外，其余三次调查中均有部分站位海水中铅的含量符合第二类海水水质标准，涉及的站位较为分散，但均不位于平台周围，并且在各层次均有零星分布，表明铅含量略高的区域较为随机，与平台作业无直接关系，可能与南海区域铅含量本底较高有关。本次调查中铅的平均含量最低。

总体来看，调查海域多数水质评价因子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，油田特征污染物石油类仍保持在很低的水平，说明油气田工程的开发未对海水水质产生明显影响。

表 6.5-1 历次调查海域海水水质要素分析结果比较

调查时间		2015 年 5 月	2018 年 4-5 月	2021 年 5 月	2024 年 4 月
水温	范围	11.58~28.50	17.83~27.78	16.17~31.36	14.04~28.04

调查时间		2015 年 5 月	2018 年 4-5 月	2021 年 5 月	2024 年 4 月
(°C)	平均值	24.75	23.66	25.47	23.72
盐度	范围	33.660~34.879	33.349~34.979	33.521~34.618	34.183~34.715
	平均值	34.262	34.092	34.172	34.412
pH	范围	8.07~8.27	8.17~8.32	8.04~8.22	8.11~8.25
	平均值	8.22	8.28	8.16	8.18
DO (mg/L)	范围	5.05~6.24	5.12~7.16	4.89~6.79	5.12~7.11
	平均值	5.97	6.36	6.12	6.21
COD (mg/L)	范围	Δ~0.58	0.15~0.70	Δ~0.51	Δ~0.86
	平均值	0.31	0.28	0.31	0.45
石油类 (mg/L)	范围	Δ~0.035	Δ~0.016	Δ~0.027	Δ~0.013
	平均值	0.020	0.006	0.009	0.006
无机氮 (μg/L)	范围	18.0~88.9	21.1~170	Δ~274	5.0~147
	平均值	36.6	61.3	36.1	52.5
PO4-P (μg/L)	范围	3.1~12.9	1.1~20.6	2.0~25.8	0.9~19.2
	平均值	5.9	5.4	8.4	5.6
汞 (μg/L)	范围	-	-	0.009~0.047	0.011~0.026
	平均值	-	-	0.026	0.018
砷 (μg/L)	范围	1.3~2.0	1.5~2.1	1.09~2.81	1.40~2.27
	平均值	1.6	1.7	1.89	1.79
锌 (μg/L)	范围	3.7~12.5	2.1~8.7	0.36~9.93	0.48~8.30
	平均值	7.7	4.7	2.51	2.14
镉 (μg/L)	范围	Δ	Δ~0.75	Δ~0.04	Δ~0.12
	平均值	Δ	0.24	0.01	0.01
铅 (μg/L)	范围	0.5~1.1	0.3~1.1	0.09~0.97	0.10~2.03
	平均值	0.8	0.7	0.41	0.33
铜 (μg/L)	范围	-	-	0.13~2.71	0.20~2.59
	平均值	-	-	0.52	0.48
总铬 (μg/L)	范围	-	-	0.13~2.12	0.18~1.08
	平均值	-	-	0.35	0.29
硫化物 (μg/L)	范围	Δ~0.3	Δ~0.3	Δ~0.16	Δ~0.15
	平均值	0.2	0.1	0.11	0.06
挥发性酚 (μg/L)	范围	0.8~2.2	Δ~1.4	Δ~0.9	Δ~2.5
	平均值	1.4	1.0	0.2	0.6
悬浮物 (mg/L)	范围	1.1~3.2	Δ~14.2	Δ~13.6	3.1~10.6
	平均值	2.0	4.6	3.4	4.5

注：“Δ”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})	0.41~0.78	0.27~0.57	0.24~1.26	0.06~0.76
	平均含量(10^{-2})	0.62	0.46	0.71	0.50
硫化物	含量范围(10^{-6})	31~91	4~9	未	未
	平均含量(10^{-6})	61	6	未	未
汞	含量范围(10^{-6})	0.002~0.014	0.013~0.048	0.004~0.042	0.003~0.015
	平均含量(10^{-6})	0.008	0.021	0.014	0.009
砷	含量范围(10^{-6})	5.14~19.1	2.02~5.53	1.92~5.49	1.89~6.74
	平均含量(10^{-6})	9.4	3.15	3.16	3.08
铜	含量范围(10^{-6})	4.9~11.5	4.2~8.2	1.3~7.2	未~12.3
	平均含量(10^{-6})	8.8	6.3	4.9	5.9
铅	含量范围(10^{-6})	7.6~12.3	3.5~26.3	5.4~10.9	5.5~17.5
	平均含量(10^{-6})	9.3	11.6	8.1	9.7
镉	含量范围(10^{-6})	0.06~0.23	0.07~0.23	未	未~0.07
	平均含量(10^{-6})	0.13	0.13	未	0.04
锌	含量范围(10^{-6})	44.5~58.6	28.9~53.3	27.7~65.7	21.6~70.0
	平均含量(10^{-6})	50.8	41.9	49.7	50.9
总铬	含量范围(10^{-6})	20.4~33.0	8.6~23.0	16.3~36.8	16.3~46.0
	平均含量(10^{-6})	26.8	16.3	26.6	31.8
石油类	含量范围(10^{-6})	4.31~36.9	未~6.74	4.73~14.9	未~21.6
	平均含量(10^{-6})	19.2	5.84	9.11	9.0

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 (mg/m ³)			初级生产力 (mg·C/(m ² ·d))
		表层	50m	均值	
2024 年 4 月	范围	0.006~0.065	0.006~0.394	0.006~0.137	9.78~228.11
	均值	0.018	0.056	0.036	58.95
2021 年 5 月	范围	0.03~0.17	0.08~1.68	0.09~0.53	84.23~771.04
	均值	0.09	0.25	0.22	280.36
2018 年 5 月	范围	0.06~0.28	0.12~0.32	0.12~0.24	146.8~570.6
	均值	0.12	0.19	0.12	304.9
2015 年 5 月	范围	0.05~0.16	0.08~0.32	0.07~1.66	56.17~214.45
	均值	0.10	0.21	0.20	102.20

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，本次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 ⁵ 个/m ³)	多样性 (H')	均匀度 (J')
2024 年 4 月	4 门 54 属 151 种	0.98	3.15	0.58
2021 年 5 月	3 门 40 属 136 种	0.13	3.79	0.75
2018 年 5 月	3 门 23 属 74 种	0.13	2.34	0.51
2015 年 5 月	3 门 31 属 77 种	0.34	3.70	0.79
优势种				
2024 年 4 月	柔弱菱形藻(0.715)、大西洋角毛藻那不勒斯变种(0.044)、翼根管藻纤细变型(0.026)、菱形海线藻(0.021)			
2021 年 5 月	菱形海线藻 (0.23)、红海束毛藻 (0.10)、佛朗梯形藻 (0.04)、翼根管藻纤细变型 (0.02)			
2018 年 5 月	红海束毛藻 (0.674)、距端根管藻 (0.024)、笔尖根管藻 (0.023)			
2015 年 5 月	笔尖形根管藻长棘变种 (0.142)、铁氏束毛藻 (0.127)、笔尖形根管藻 (0.083)、胞内植生藻 (0.056)、窄隙角毛藻 (0.044)、长海毛藻 (0.042)、短刺角毛藻 (0.041)			

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	2024.05	2021.05	2018.05	2015.05
种类数	251	264	142	258
生物量 (mg/m ³)	65.23	46.07	25.11	38.89
密度 (个/m ³)	92.05	64.91	13.84	32.90
多样性 (H')	3.81	4.35	4.04	5.86
均匀度 (J)	0.61	0.71	0.72	0.77
丰富度 (d)	11.69	13.36	14.29	21.29
主要优势种	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、窄缝真刺水蚤	狭额次真哲水蚤、肥胖软箭虫、窄缝真刺水蚤、普通波水蚤、芦氏拟真刺水蚤、双尾萨利纽鳃樽、羽长腹剑水蚤	窄缝真刺水蚤、普通波水蚤、微刺哲水蚤、驼背隆哲水蚤、飞龙翼箭虫	狭额次真哲水蚤、肥胖软箭虫、双尾萨利纽鳃樽、丹氏厚壳水蚤、芦氏拟真刺水蚤、达氏宇哲水蚤、抱球虫属

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 5 月
种类数 (种)	139	110	111	183
主要种类组成	节肢动物 (41.7%) 脊索动物 (25.2%) 软体动物 (14.4%)	节肢动物 (38.2%) 软体动物 (15.5%) 脊索动物 (19.1%)	节肢动物 (34.2%) 脊索动物 (27.9%) 软体动物 (13.5%) 环节动物 (13.5%)	节肢动物 (32.2%) 脊索动物 (21.9%) 软体动物 (17.5%) 环节动物 (12.6%)

时间	2015 年 5 月	2018 年 5 月	2021 年 5 月	2024 年 5 月
优势种	定性：黄斑织纹螺和北原左鲃	定性：羊舌鲂、鰕齿鱼、圆板赤虾、屈足口虾蛄、银光梭子蟹、凹管鞭虾、黄斑织纹螺、滑指矶沙蚕、海绵精干蟹	定性：假长缝拟对虾、银光梭子蟹、短鰕齿鱼、纤羊舌鲂； 定量：扇形珊瑚科未定种	定性：假长缝拟对虾、银光梭子蟹、鰕齿螺、异杯珊瑚属一种、羊舌鲂一种； 定量：拟节虫属一种、杰氏内卷齿蚕、日本美人虾
栖息密度 (个/m ²)	37.7	19.0	12.4	19.12
生物量 (g/m ²)	15.1	8.8	1.5	3.03
多样性 (H')	3.58	3.51	2.17	3.49
丰富度 (d)	4.09	3.53	3.66	3.18
均匀度 (J)	0.86	0.78	0.82	0.84

6.5.3.5 生物质量

底栖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，总体上，各调查要素含量处于较低水平，生物质量状况良好。

表 6.5-7 历次调查底栖生物体内污染物平均含量对比（鲜重：×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	0.029	6.1	0.3	0.42	25.4	0.13	3.0	9.77
	2024 年 4 月	0.030	6.5	3.50	0.73	22.40	0.37	6.05	2.09
甲壳类	2015 年 5 月	0.025	4.3	0.3	0.12	17.4	0.22	2.7	7.74
	2018 年 5 月	0.019	4	0.3	0.25	11.3	0.34	1.175	2.71
	2021 年 5 月	0.038	6.9	0.01	0.44	17.3	0.25	5.8	2.67
	2024 年 4 月	0.025	6.35	0.16	0.12	12.04	0.18	12.94	2.76
鱼类	2015 年 5 月	0.023	0.4	0.4	0.09	7.6	0.17	1.4	5.57
	2018 年 5 月	0.023	0.3	0.3	0.14	4.4	0.32	1.7	2.25
	2021 年 5 月	0.015	0.5	0.01	0.02	3.3	0.29	1.4	2.04
	2024 年 4 月	0.029	—	0.04	0.01	5.35	0.28	3.15	0.98

6.6 环境影响回顾分析结论

本项目所依托的 HZ25-8 DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 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批复量。

现有工程投产以来，有较大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属于典型的贫营养海区，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,本项目主要污染物为施工期新建 HZ19-6 DPPA 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 HZ19-6 DPPA 平台处理达标排放的生产水、生活污水和温排水,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,因此需进行重新预测。因此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

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:

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

y 向动量方程:

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

z 向动量方程:

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

式中:

t —时间 (s) ;

g —重力加速度 (m/s^2) ;

ρ —海水密度 (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(m/s);

P —水压力 (kg/m^3) ;

N_x, N_y, N_z — x, y, z 方向上的紊动粘性系数 (m^2/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, (τ_{bx}, τ_{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, ω 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 9 个分潮经调和分析给出。

b. 初始条件

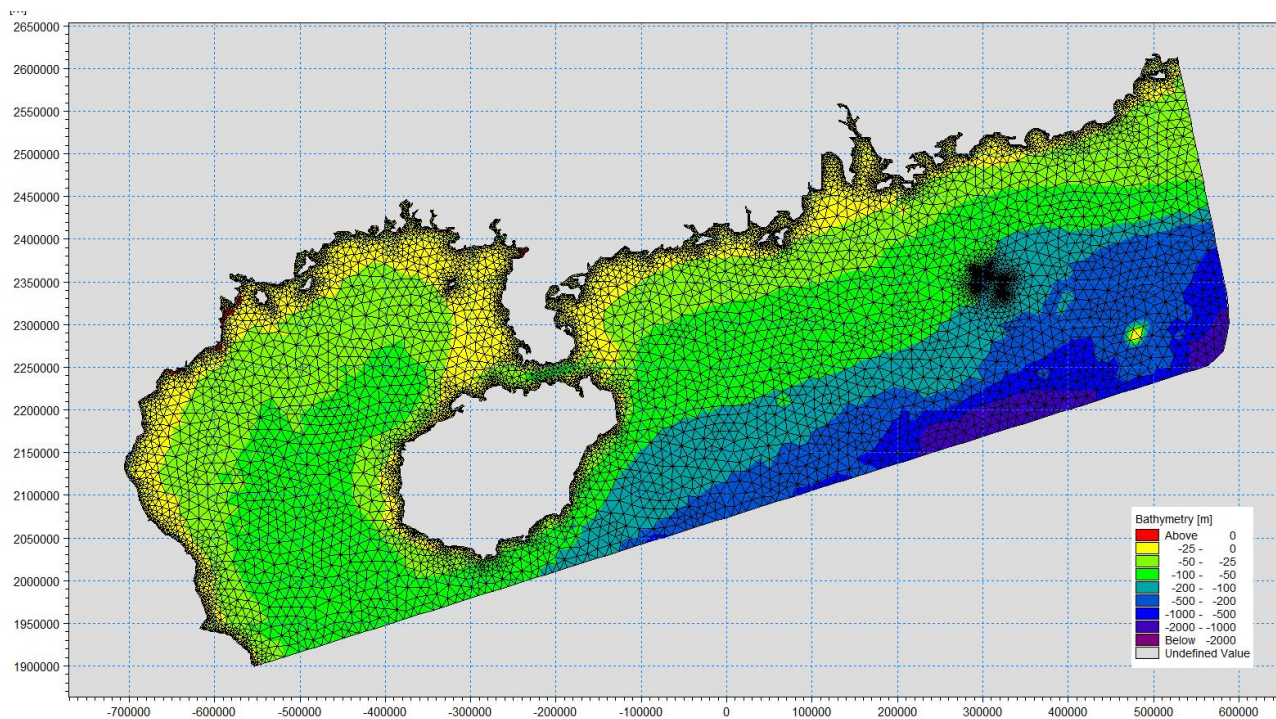
取零初始条件, 即从静止水位开始起算, 初始时刻水位起伏及各向流速均

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 100m，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

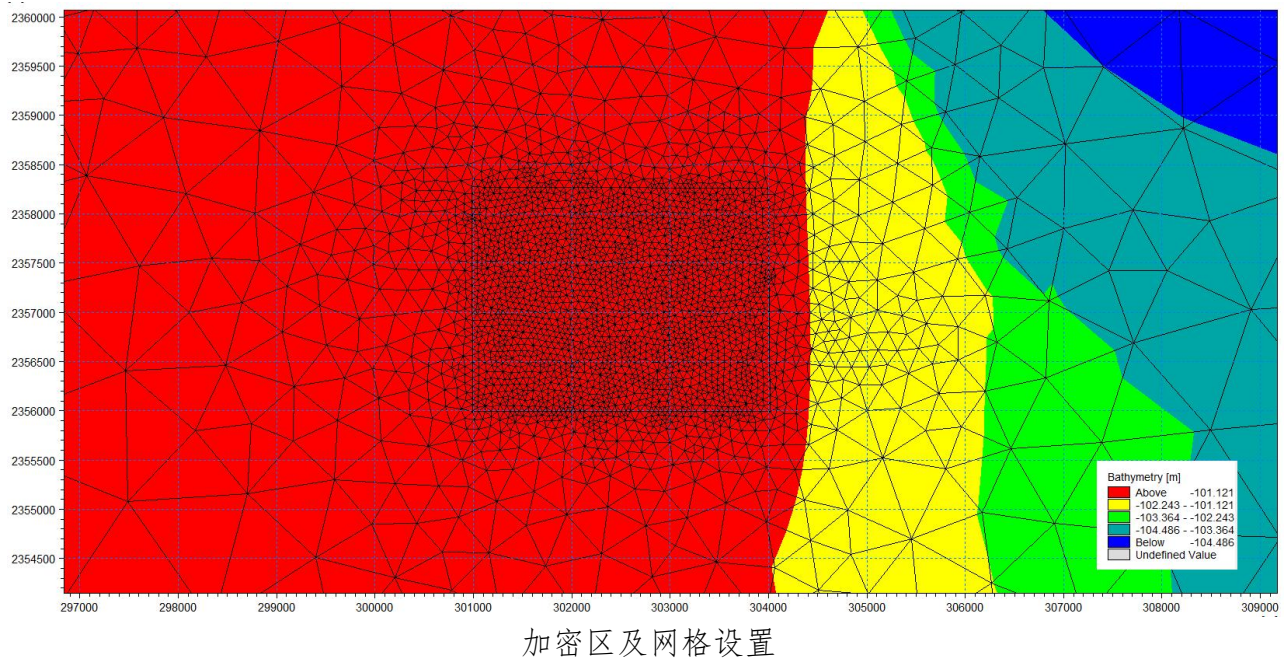


图 7.1-1 水深地形及网格设置情况

表 7.1-1 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)	10	25	10	10	10	15	10	10
分层厚度 (m)	0~10	10~35	35~45	45~55	55~65	65~80	80~90	90~100

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	115°01'27.36"E, 21°11'16.02"N	2022.05.31~06.01	潮位、潮流
YC2	114°58'02.342"E, 21°25'59.941"N	2023.09.28~09.29	潮位、潮流
YC3	114°59'48.902"E, 21°21'22.080"N	2023.09.28~09.29	潮流
YC4	114°43'02.664"E, 21°20'28.148"N	2024.06.22~06.23	潮流
YC5	115°25'40.60"E, 21°20'43.78"N	2022.03.06~03.07	潮流
YC6	115°18'26.62"E, 21°14'20.93"N	2022.03.08~03.09	潮流

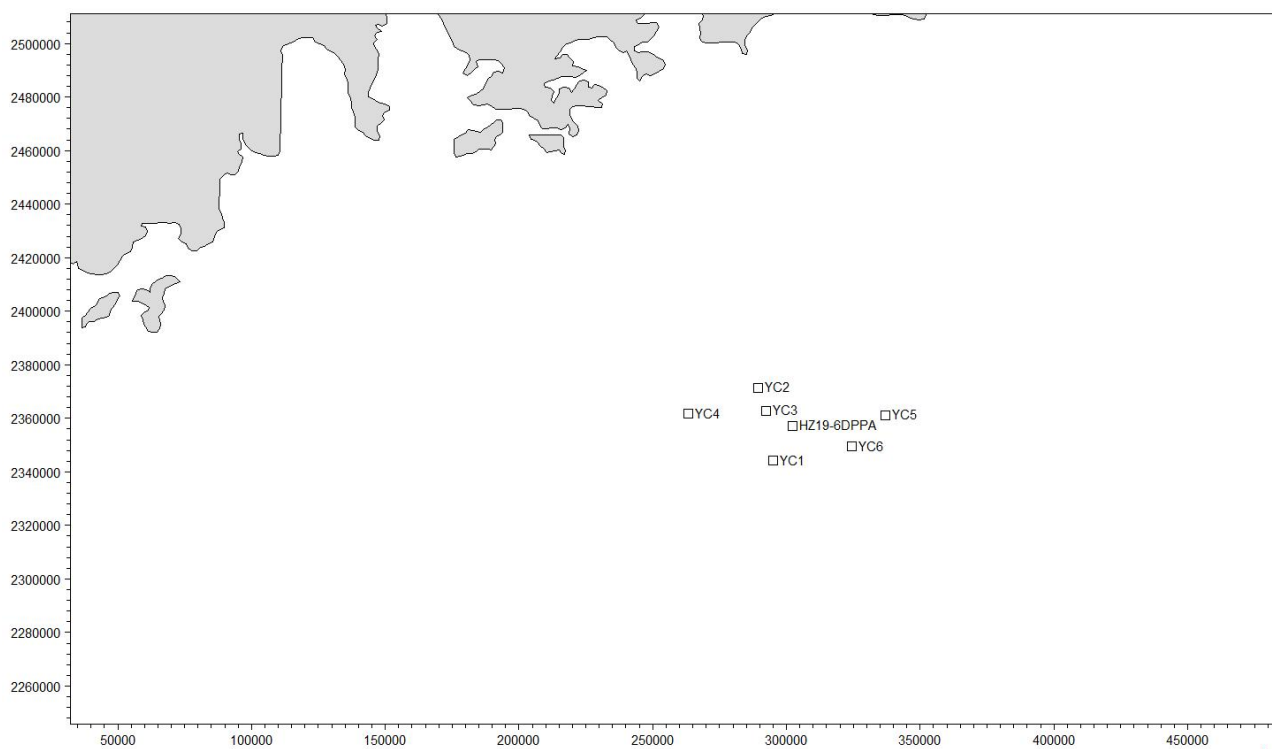
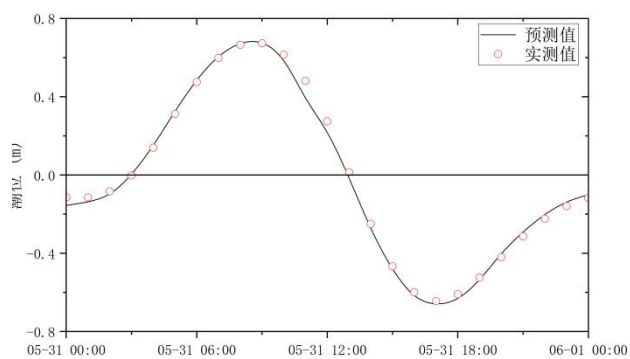
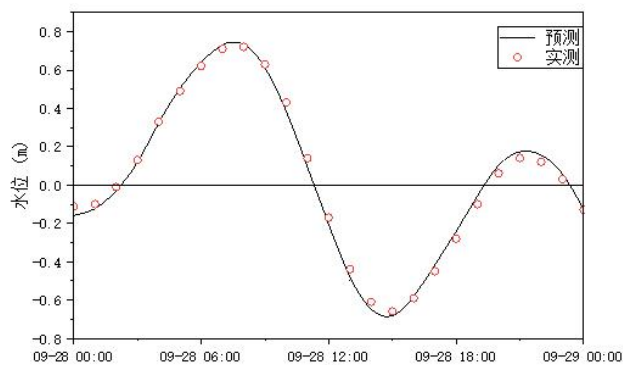


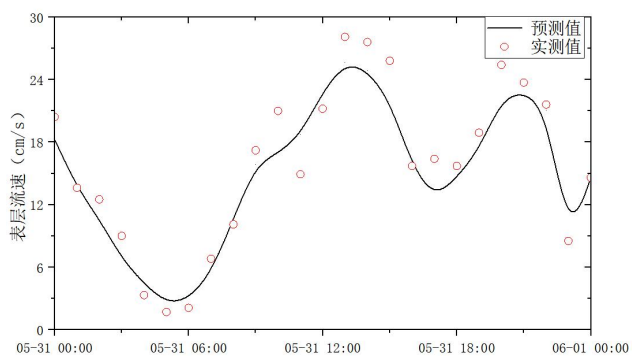
图 7.1-2 验证点地理位置示意图



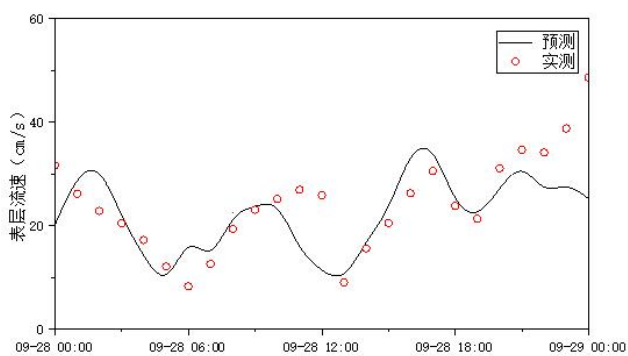
YC1 潮位验证



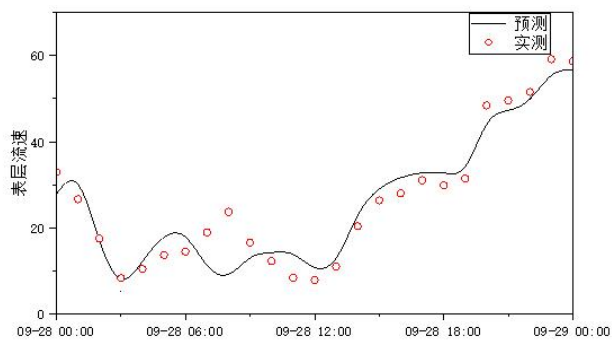
YC2 潮位验证



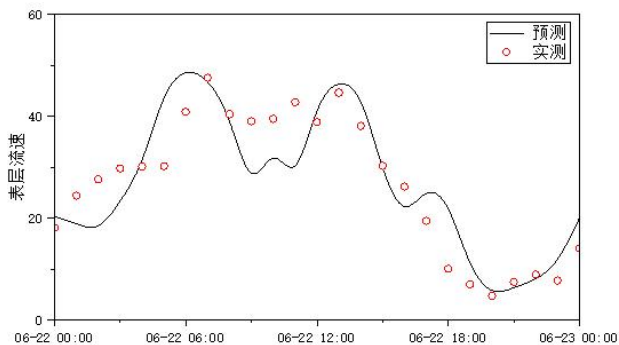
YC1 表层流速验证



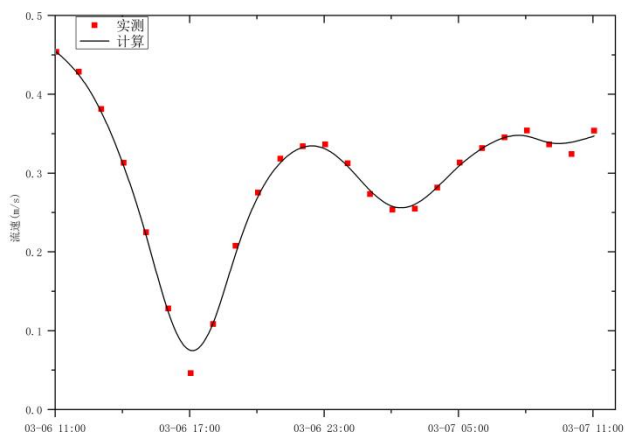
YC2 表层流速验证



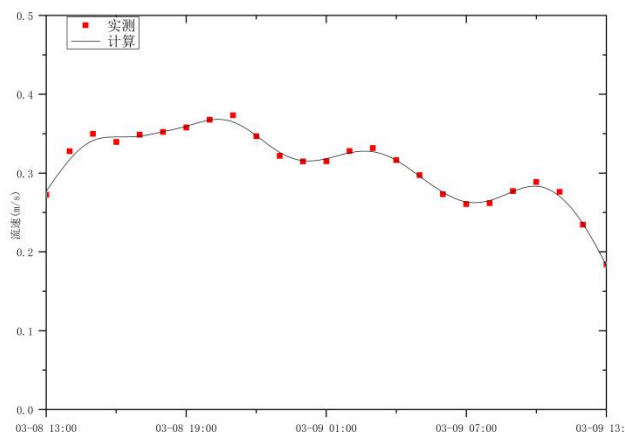
YC3 表层流速度验证



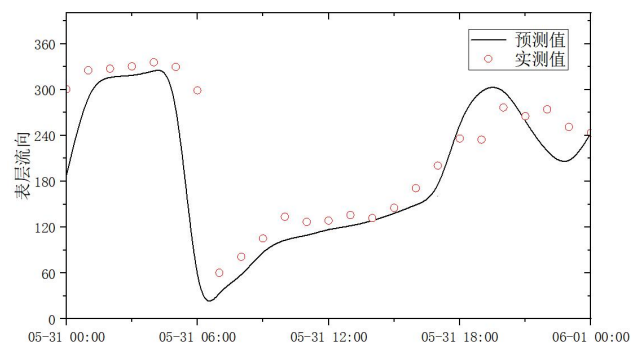
YC4 表层流速度验证



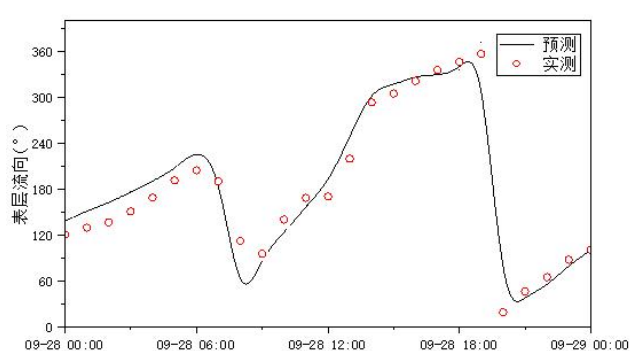
YC5 表层流速度验证



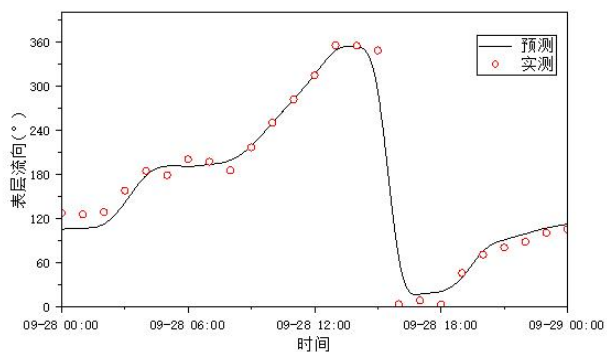
YC6 表层流速度验证



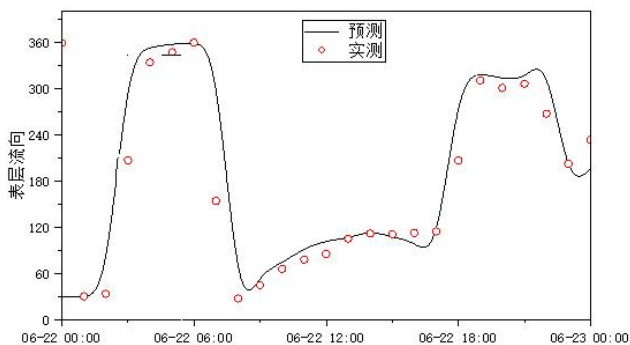
YC1 表层流向验证



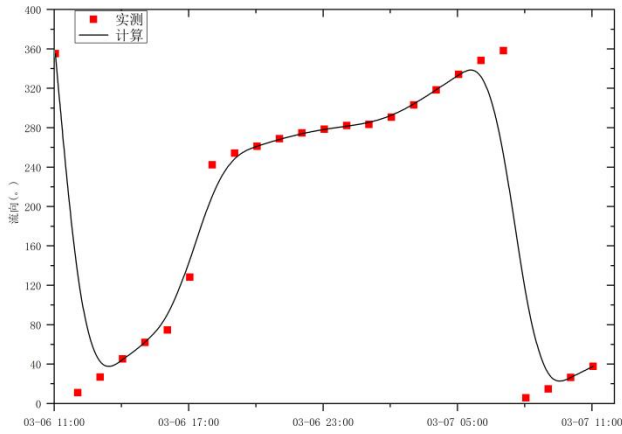
YC2 表层流向验证



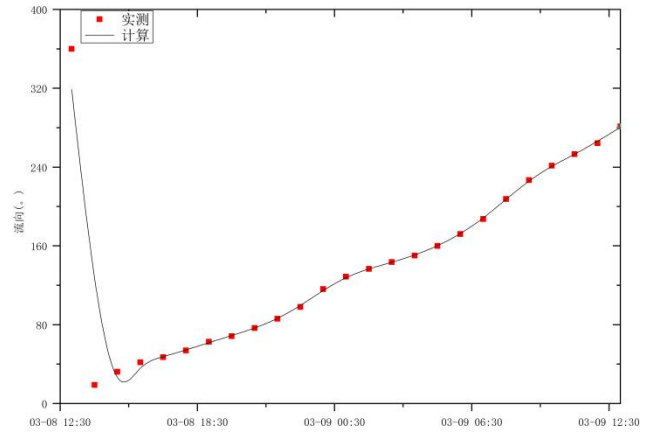
YC3 表层流向验证



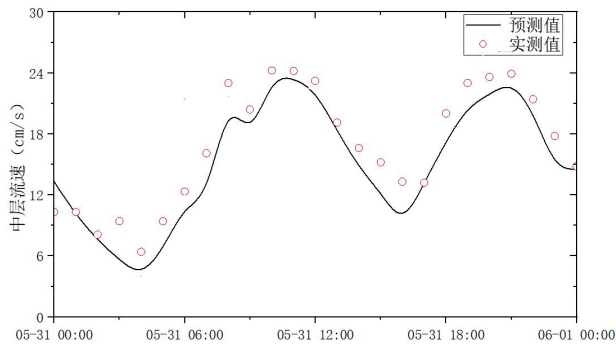
YC4 表层流向验证



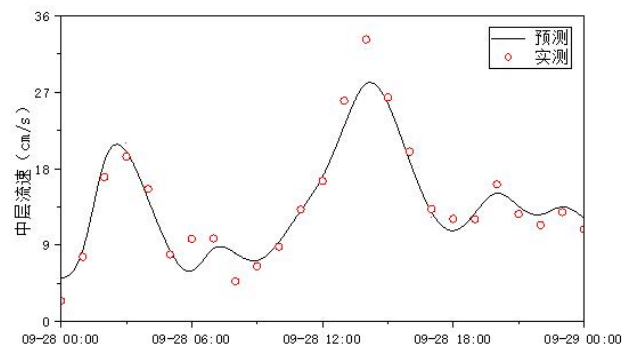
YC5 表层流向验证



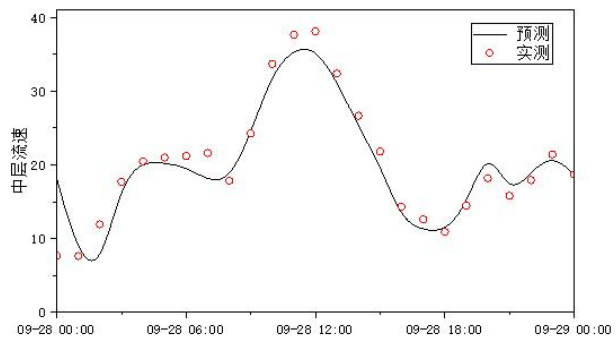
YC6 表层流向验证



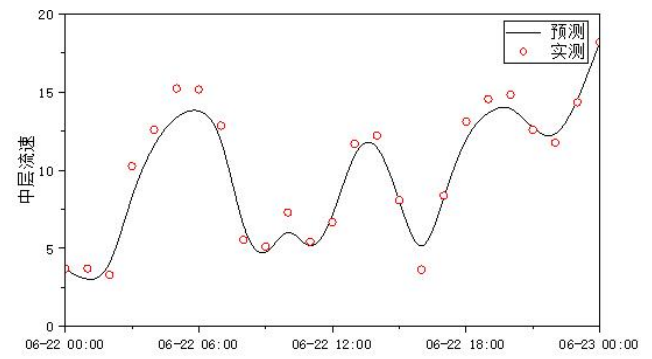
YC1 中层流速验证



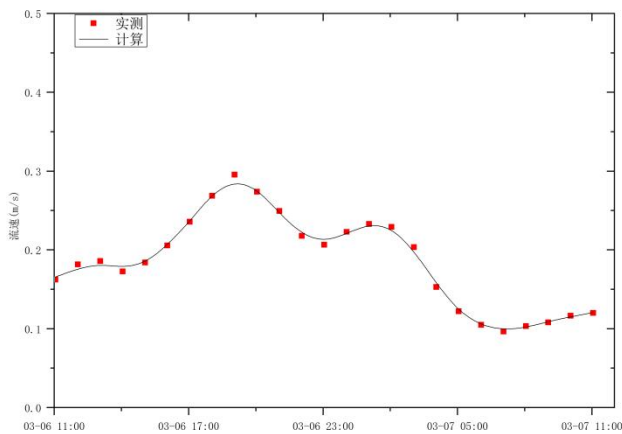
YC2 中层流速验证



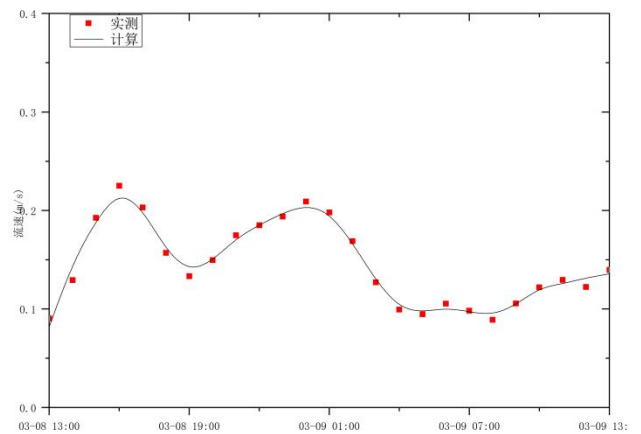
YC3 中层流速验证



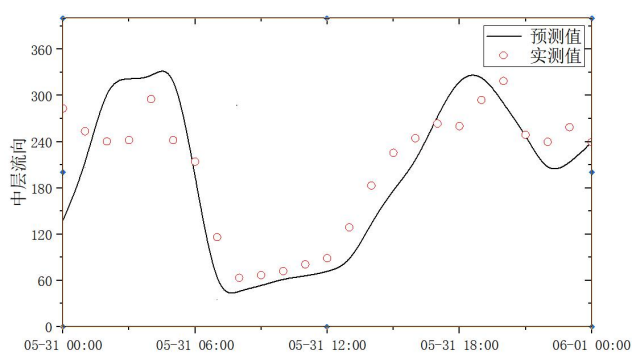
YC4 中层流速验证



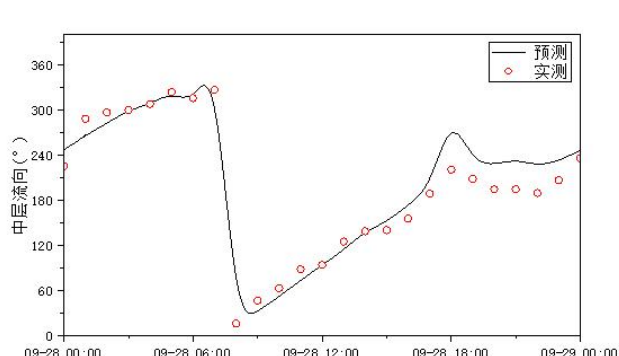
YC5 中层流速验证



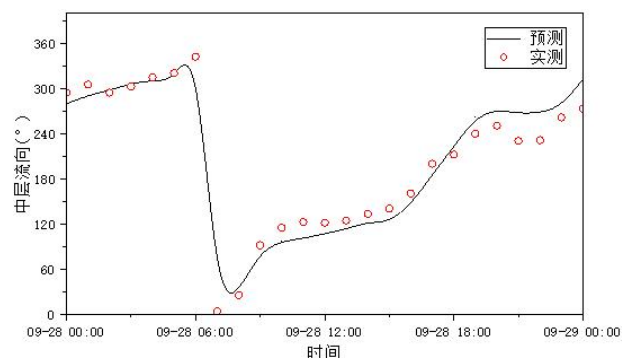
YC6 中层流速验证



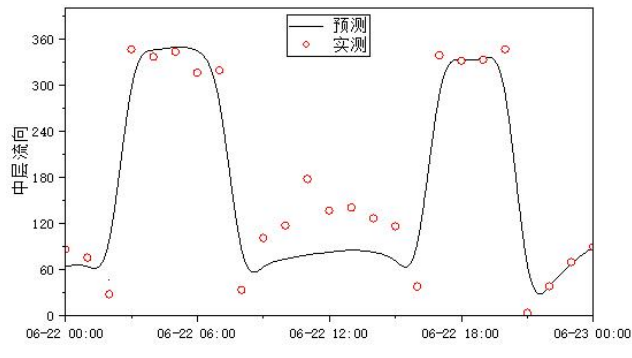
YC1 中层流向验证



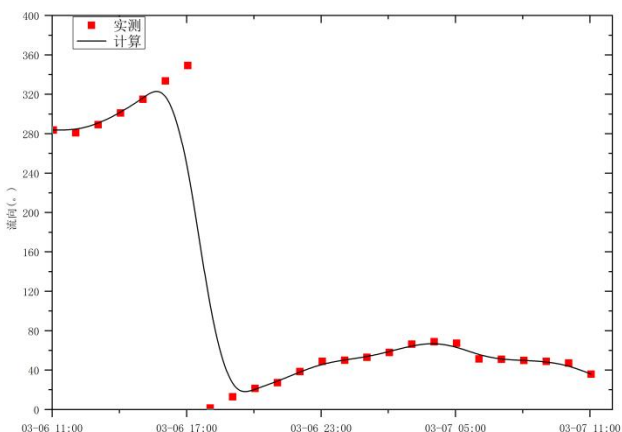
YC2 中层流向验证



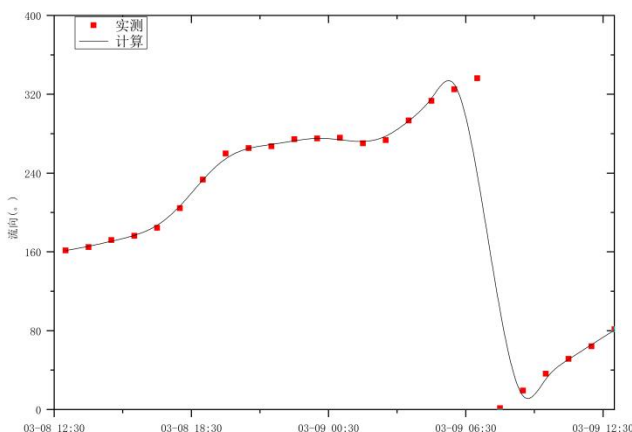
YC3 中层流向验证



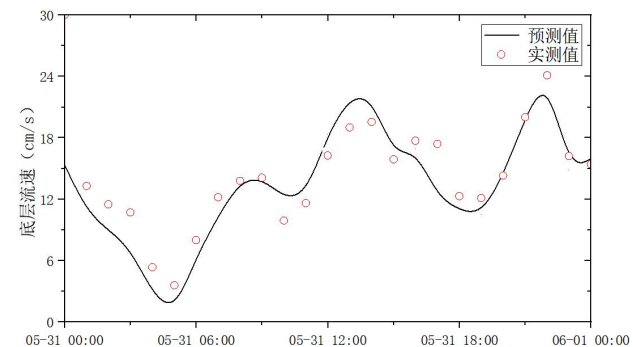
YC4 中层流向验证



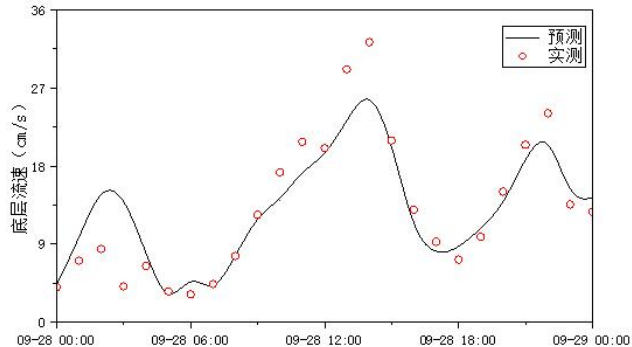
YC5 中层流向验证



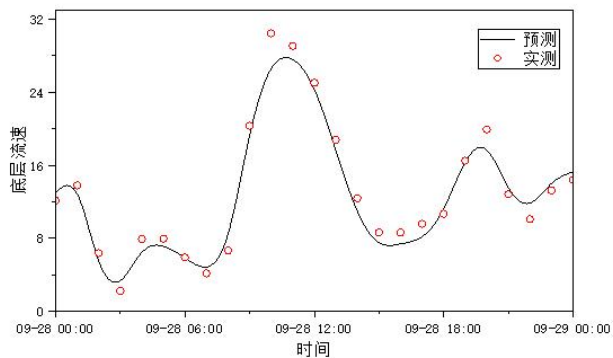
YC6 中层流向验证



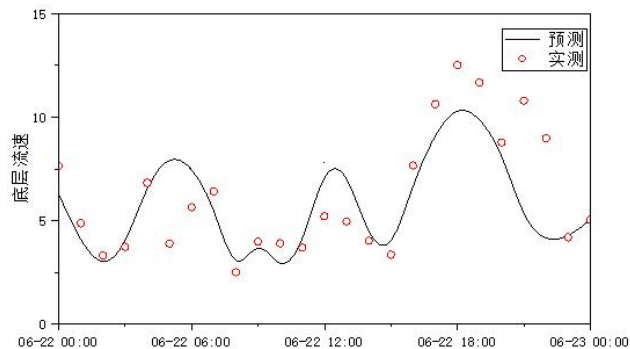
YC1 底层流速验证



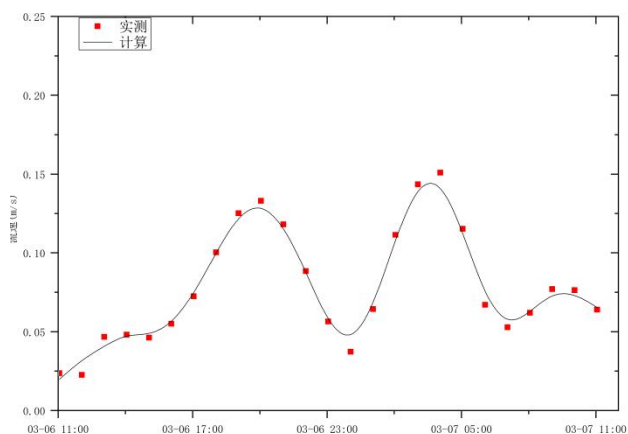
YC2 底层流速验证



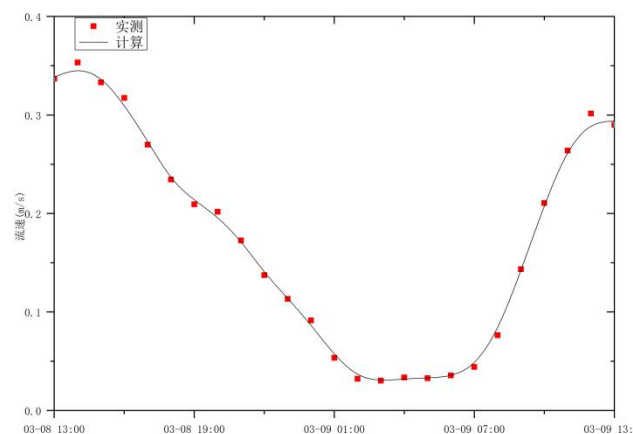
YC3 底层流速验证



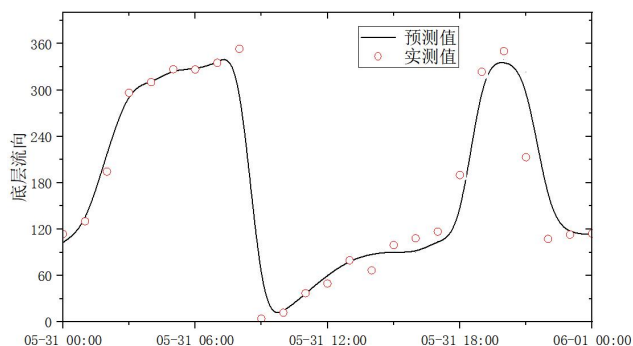
YC4 底层流速验证



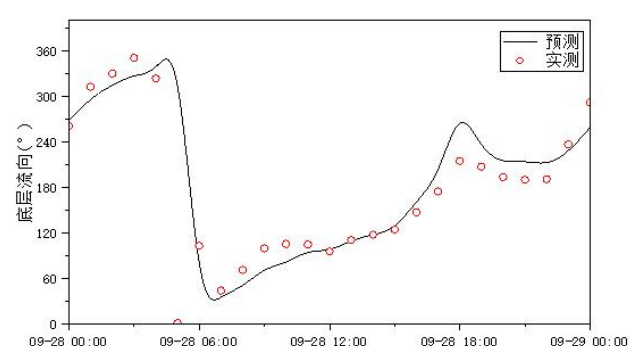
YC5 底层流速验证



YC6 底层流速验证



YC1 底层流向验证



YC2 底层流向验证

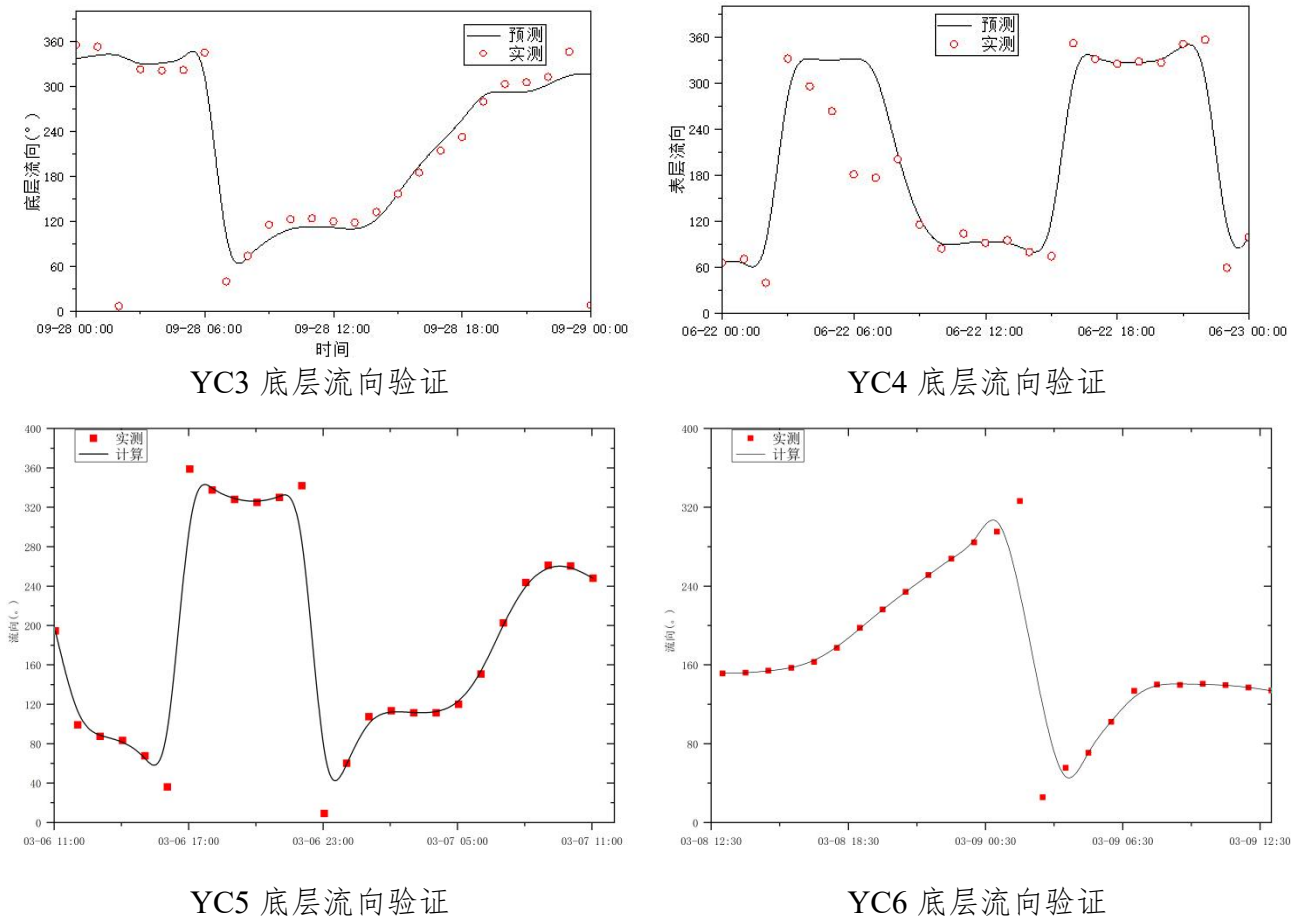


图 7.1-3 潮位潮流验证结果

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 kg/m^3 ； w_s 为泥沙沉降速度，单位 m/s ； D_h 、 D_v 分别为水平和垂向泥沙扩散系数，单位 m^2/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 kg/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 m ; s 为泥沙密度, 单位 kg/m^3 ; ν 为运动粘滞系数; g 为重力加速度, m/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 m/s ; C_b 为近底含沙量, 单位 kg/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 τ_b 、 τ_{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 $0.07\text{N}/\text{m}^2$ 。

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

对于未固结粘性床沙侵蚀速率有：

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

式中， α 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， Γ 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，HZ19-6 DPPA 平台包括预留井槽钻屑总量约为 45029m^3 （堆体积），其中非钻井油层水基钻井液钻屑量 41254m^3 （堆体积），钻井油层水基钻井液钻屑量 2725m^3 （堆体积），油基钻井液钻屑量 1050m^3 （堆体积）。钻屑水下 40m 排放，最大排放速率为 $206.7\text{m}^3/\text{d}$ ，详见表 7.1-3。

表 7.1-3 新建 HZ19-6 DPPA 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)	钻井油层水基钻井液钻屑 (m^3)	油基钻井液钻屑 (m^3)	最大排放速率 (m^3/d)	排放位置
45029	41254	2725	1050	207	水下 40m

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

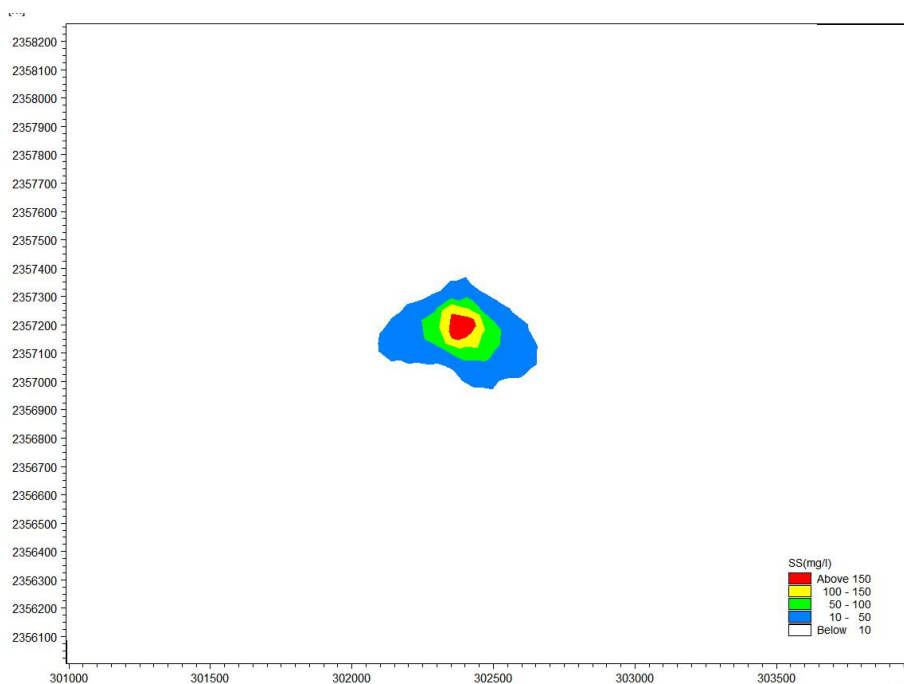
表 7.1-4 钻屑粒径分布

钻屑粒径	$<105\mu\text{m}$	$105\sim140\mu\text{m}$	$140\sim178\mu\text{m}$	$>178\mu\text{m}$
占比 (%)	25	35	25	15

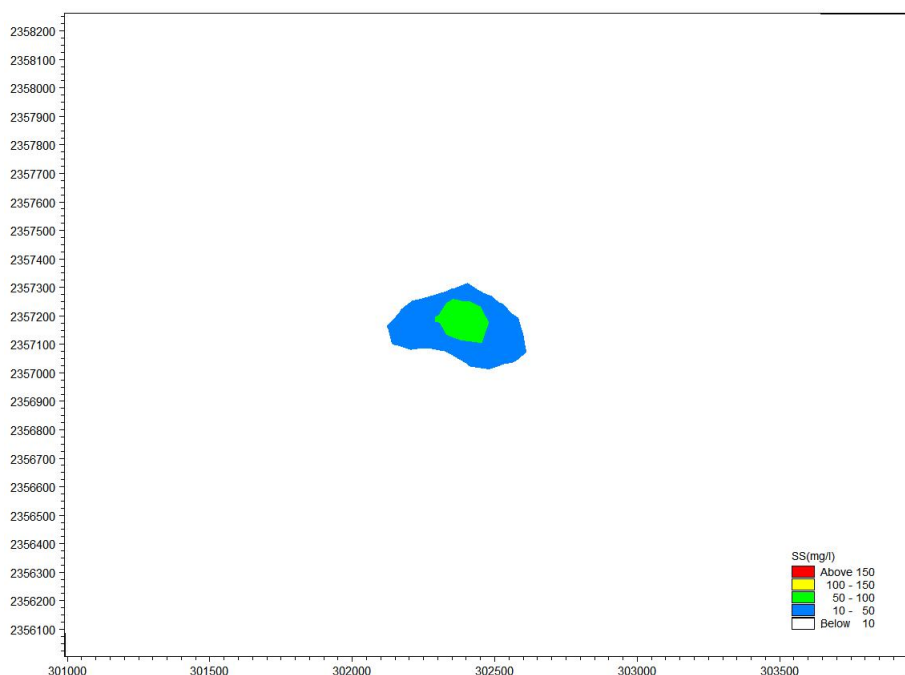
b. 预测方法及预测结果

由于钻屑为水下 40m 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。新建 HZ19-6 DPPA 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图 7.1-4、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, 由于本项目平台钻屑于水下 40m 排放, 钻屑源强较小, 沉降速度较快, 因此悬浮物超标范围主要集中在排放层 (35~45m) 及下一层 (45~55m), 根据统计, 悬浮物第 3 层超一 (二) 类包络面积为 0.226km^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 0.30km ; 第 4 层超一 (二) 类包络面积为 0.102km^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 0.094km^2 。



第 3 层



第 4 层

图 7.1-4 HZ19-6 DPPA 平台钻屑排放浓度包络线

表 7.1-5 新建 HZ19-6 DPPA 平台钻屑排放预测结果

	超一（二）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)	超一（二） 类最大距离 (km)	恢复 时间 (h)	覆盖 2cm 面积(km ²)
第 3 层	0.226	0.033	0.024	0.30	3.5	0.094
第 4 层	0.102	0	0			

表 7.1-6 新建 HZ19-6 DPPA 平台钻屑排放浓度区间面积 (km²)

	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
第 3 层	0.102	0.055	0.036	0.033
第 4 层	0.056	0.035	0.010	0
平均	0.079	0.045	0.023	0.016

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，其排放环节主要有 4 个：外排钻屑粘附、固井置换、提钻携带以及钻完井结束后的一次性排放，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，本项目 HZ19-6 DPPA 平台钻井液一次性最大排放量约为 1156m³，排放速率约为 35m³/h，水下 40m 排放。本项目

钻井液排放情况详见表 7.1-7。

表 7.1-7 新建 HZ19-6 DPPA 平台钻井液排放速率

最大一次性排放量 (m ³)	最大排放速率 (m ³ /d)	排放位置
1156	35	水下 40m

b. 预测方法及预测结果

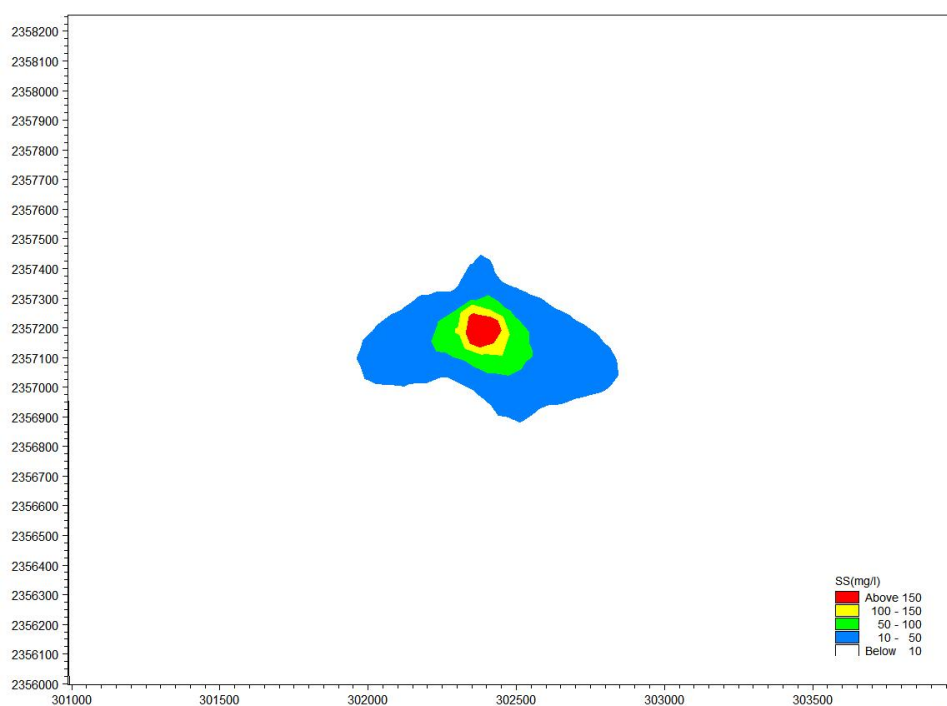
由于钻井液排放时间较长，故预测结果与开始排放时刻关系不大，本次预测于大潮期排放，取最大浓度包络线作为预测结果。HZ19-6 DPPA 平台钻井液排放预测结果见表 7.1-8~表 7.1-9 和图 7.1-5。从预测结果可以看出，由于本项目平台钻井液于水下 40m 排放，钻井液排放源强较小，仅在排放层（35~45m）及下一层（45~55m）存在海水水质超标，第 3 层悬浮物超一（二）类包络面积为 0.367km²，超三、四类面积相对较小；第 4 层超一（二）类包络面积为 0.239km²，无超三、四类面积。悬浮物超一（二）类最大距离约为 0.55km，停排后恢复时间约为 9 h。

表 7.1-8 新建 HZ19-6 DPPA 平台钻井液排放预测结果

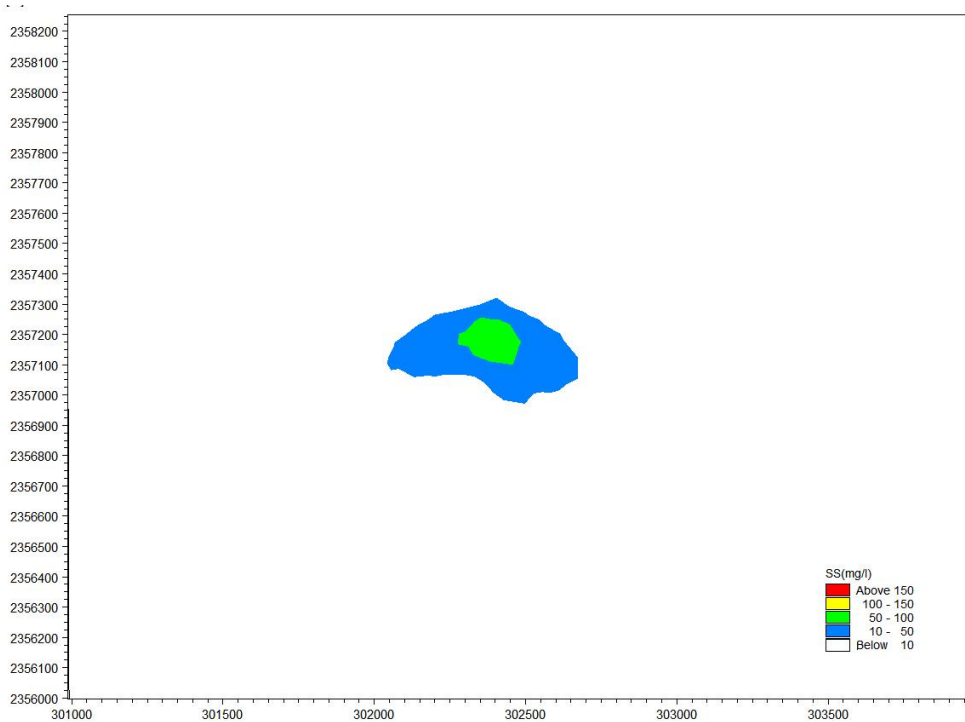
	超一（二）类包络面积(km ²)	超三类包络面积(km ²)	超四类包络面积(km ²)	超一（二）类最大距离(km)	恢复时间(h)
第 3 层	0.367	0.060	0.041	0.55	9
第 4 层	0.239	0.000	0.000		

表 7.1-9 新建 HZ19-6 DPPA 平台钻井液排放浓度区间面积 (km²)

	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
第 3 层	0.166	0.090	0.051	0.060
第 4 层	0.108	0.059	0.072	0.000
平均	0.137	0.074	0.062	0.030



第 3 层



第 4 层

图 7.1-5 HZ19-6 DPPA 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 2 条海底管道、4 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

海底电缆挖沟埋设，挖沟截面近似梯形，海底泥沙湿容重约为 1.7g/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

管缆名称	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)
HZ19-6 DPPA~HZ25-8 DPPB (在建) 海底电缆 (2 条)	15	3.0/1.5/1.5	3	19.92
HZ19-6 DPPA~HZ26-6 DPP 海 底电缆 (1 条)	22.4	3.0/1.5/1.5	3	19.92
HZ19-6 DPPA~HZ19-3 DPP 海 底电缆 (1 条)	9.7	3.0/1.5/1.5	3	19.92

注：平行铺设的两条 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ26-6 DPP 平台海底电缆，先挖沟施工完其中一条，再挖沟施工完另一条。

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）下的浓度增加值，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，形成海底管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，悬浮物扩散包络图见图 7.1-6~图 7.1-8。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 90~100m）和次底层（第 7 层 80~90m），即主要存在于海底以上 20m 范围内，海底 20m 以上无超标面积。超标面积与海底电缆长度正相关，海底电缆越长超标面积越大，以长度最长的 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台海底电缆为例，其底层（第 8 层）超一（二）类面积约为 15.680km^2 ，超三、四类面积分别为 2.235km^2 、 1.577km^2 ，超一类最大距离 0.4km，施工作业停止后约 7h 即可恢复施工前的水质。

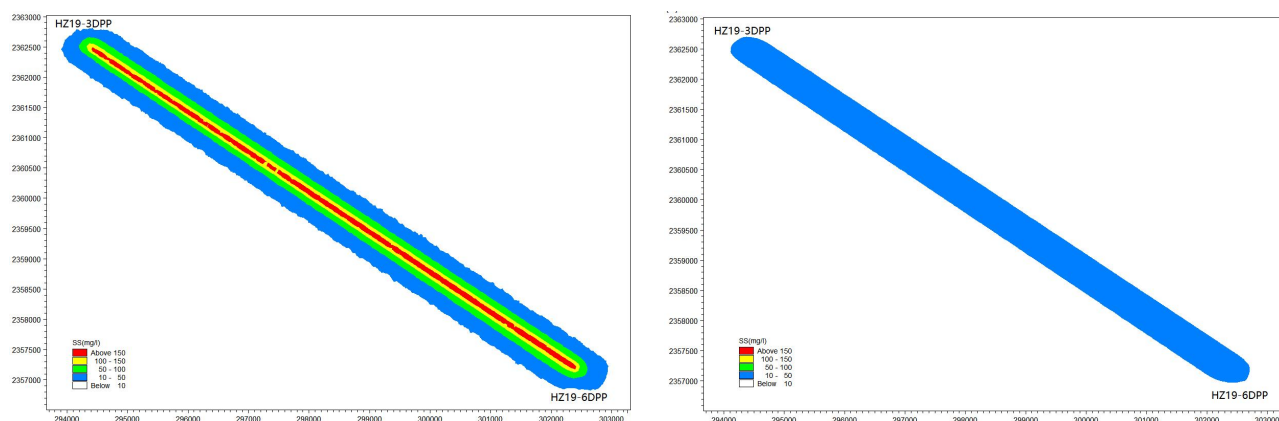


图 7.1-6 HZ19-6 DPPA~HZ19-3 DPP 海底电缆悬浮物扩散包络线

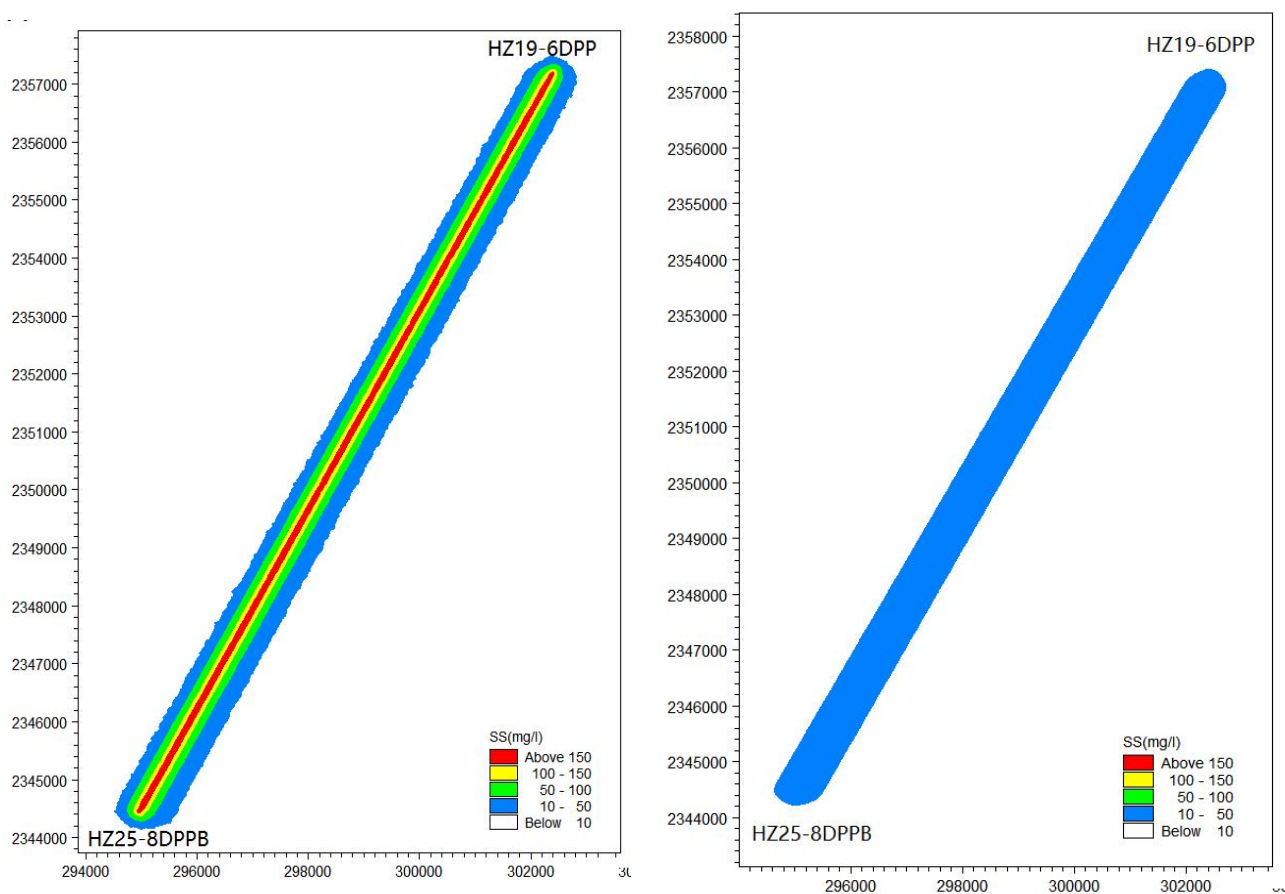


图 7.1-7 HZ19-6 DPPA~HZ25-8 DPPB 海底电缆悬浮物扩散包络线

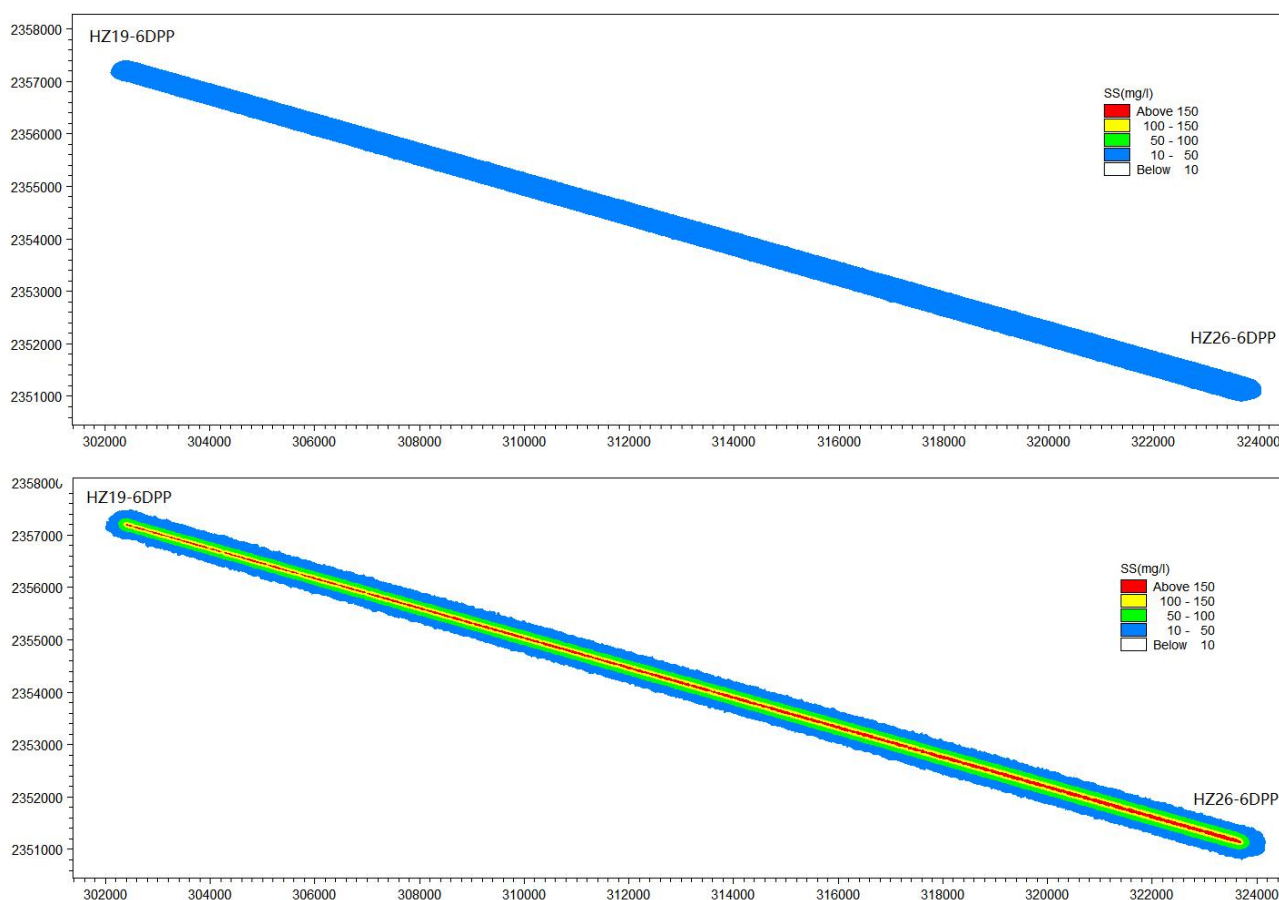


图 7.1-8 HZ19-6 DPPA~HZ26-6 DPP 海底电缆悬浮物扩散包络线

表 7.1-11 海底电缆悬浮物预测结果

层位	超一（二） 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)	超一（二） 类最大距 离(km)	恢复时间 (h)	覆盖 2cm 面积(km ²)
HZ19-6 DPPA~HZ25-8 DPPB（在建）海底电缆						
第 7 层	8.219	0	0	0.50	7	0.246
第 8 层	12.600	1.796	1.268			
HZ19-6 DPPA~HZ26-6 DPP 海底电缆						
第 7 层	10.229	0	0	0.40	7	0.306
第 8 层	15.680	2.235	1.577			
HZ19-6 DPPA~HZ19-3 DPP 海底电缆						
第 7 层	4.429	0	0	0.40	7	0.133
第 8 层	6.790	0.968	0.683			
合计						
第 7 层	31.097	0	0	/	/	0.931
第 8 层	47.670	6.794	4.796	/	/	

表 7.1-12 铺设海底电缆悬浮物不同浓度区间面积 (km²)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
HZ19-6 DPPA~HZ25-8 DPPB (在建) 海底电缆 (2 条)				
第 7 层	3.716	2.015	2.488	0
第 8 层	6.479	2.832	1.493	1.796
平均	5.098	2.424	1.991	0.898
2 条小计	10.195	4.847	3.981	1.796
HZ19-6 DPPA~HZ26-6 DPP 海底电缆				
第 7 层	4.625	2.507	3.097	0
第 8 层	8.063	3.525	1.858	2.235
平均	6.344	3.016	2.477	1.117
HZ19-6 DPPA~HZ19-3 DPP 海底电缆				
第 7 层	2.003	1.086	1.341	0
第 8 层	3.491	1.526	0.805	0.968
平均	2.747	1.306	1.073	0.484
全部总计	19.286	9.169	7.531	3.397

7.1.3 生产水预测

根据工程分析,新建 HZ19-6 DPPA 平台及依托的南海奋进 FPSO 均有生产水排放,且南海奋进 FPSO 排放量超出了原环评预测水量,这里需要重新进行预测。

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_p 为污染物降解系数 (1/s); C_s 为污染物排放源浓度 (mg/L); S 为污染物排放源强 (1/s); D_h 、 D_v 分别为污染物水平和垂向扩散系数 (m²/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

新建 HZ19-6 DPPA 平台生产水最大排放量 31467m³/d，在水下 50m 处排放，
排放源强详见表 7.1-13。

表 7.1-13 新建 HZ19-6 DPPA 平台生产水排放源强

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)
31467	45	50	16.39

本项目投产后，南海奋进 FPSO 生产水最大排放量为 6133m³/d，超过了原
环评预测水量 5431m³/d，因此这里以 6133m³/d 重新进行预测，南海奋进 FPSO
排放源强详见表 7.1-14。

表 7.1-14 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)
6133	45	海面	3.19

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 7.1-9~图 7.1-10 和表 7.1-15~表 7.1-18。

HZ19-6 DPPA 平台生产水排放影响主要在排放层（45~55m），其他层无超
标面积，石油类超一（二）类包络面积为 0.678km²，超三、四类面积分别为
0.031km²和 0.023km²，超一类最大距离为 0.6km。

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 0.099km²，超三、四类面积分别
为 0.008km²和 0.003km²，超一类最大距离为 0.27km。

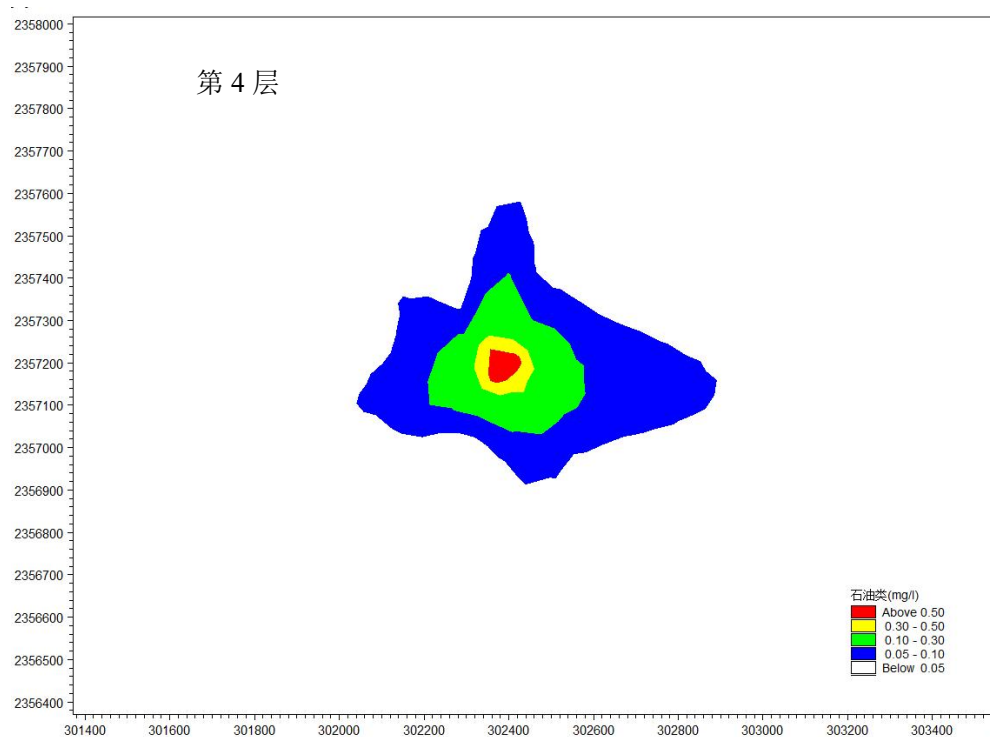


图 7.1-9 HZ19-6 DPPA 平台石油类浓度包络线

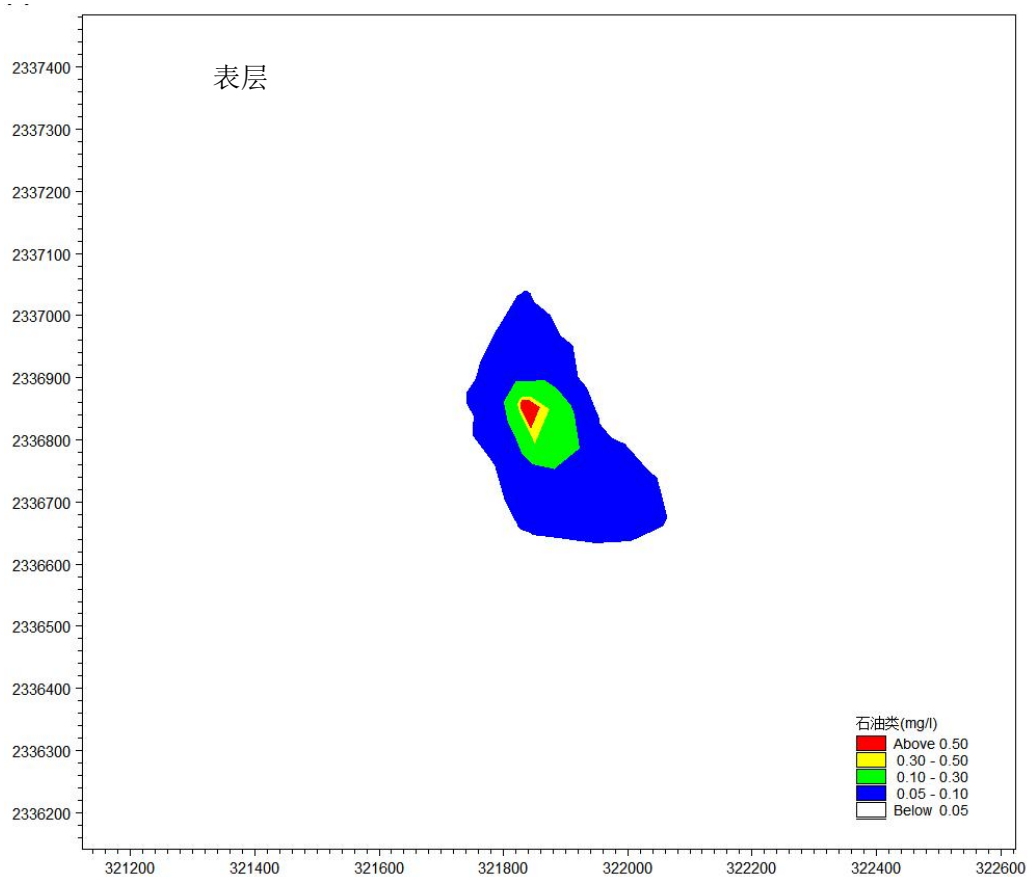


图 7.1-10 南海奋进 FPSO 石油类浓度包络线

表 7.1-15 HZ19-6 DPPA 平台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 4 层	0.678	0.031	0.023	0.6

表 7.1-16 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	0.099	0.008	0.003	0.27

表 7.1-17 HZ19-6 DPPA 平台石油类浓度区间面积(km²)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
第 4 层	0.385	0.166	0.105	0.023

表 7.1-18 南海奋进 FPSO 石油类浓度区间面积(km²)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
第 1 层	0.075	0.016	0.004	0.003

7.1.4 生活污水预测

a. COD 排放源强

根据工程分析,新建 HZ19-6 DPPA 平台生活污水产生量约为 63m³/d,处理至满足《海洋石油开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)三级标准(COD≤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 4.375 g/s,详见表 7.1-19。

表 7.1-19 HZ19-6 DPPA 平台生活污水排放源强

日最大排放量(m ³ /d)	最大排放浓度(mg/L)	COD 排放源强(g/s)	排放深度 (m)
63	500	4.375	海面

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

b. COD 预测结果

新建 HZ19-6 DPPA 平台 COD 浓度包络线分布见图 7.1-11。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, COD 浓度最大约为 0.64 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 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。

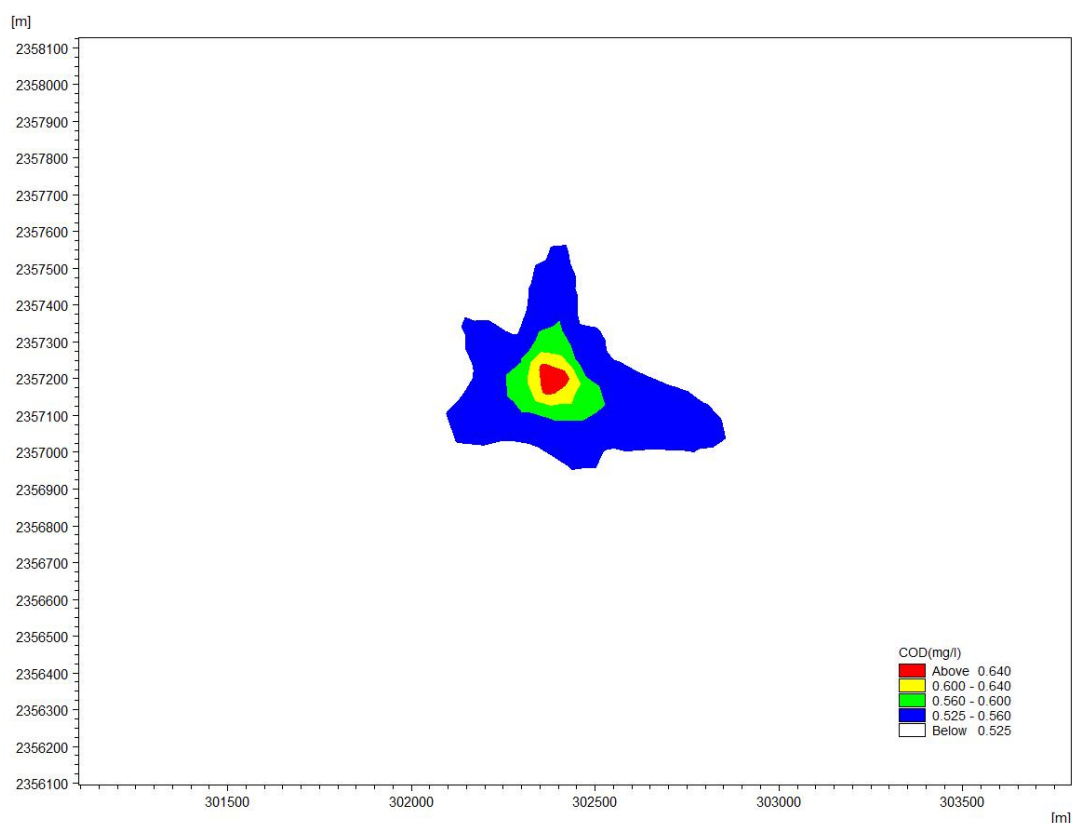


图 7.1-11 HZ19-6 DPPA 平台 COD 浓度包络线分布

7.1.5 温排水预测

7.1.5.1 热传导方程

温度的输运传导遵循对流扩散方程：

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\partial u T}{\partial x} + \frac{\partial v T}{\partial y} + \frac{\partial w T}{\partial z} = F_T + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_v \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \hat{H} + T_s S$$

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, $L=2.5 \times 10^6 \text{J/kg}$, 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：

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

式中, ρ_{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 ($\text{MJ/m}^2/\text{d}$) 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 $q_{lr,net}$ (W/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，HZ19-6 DPPA 平台设置冷却海水系统，将产生温排水，温排水最大排量为 $5619\text{m}^3/\text{h}$ ，温排水温升 9°C ，于海表排放。

在计算冷却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°C ）、空气温度取 33°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 7m/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 HZ19-6 DPPA 平台温排水造成的海水温升预测结果见图 7.1-12。由预测结果可知，本项目温排水造成周围海水最大温升约为 0.6°C ，温排水影响范围在 50m 范围之内，对海水水质影响非常小。

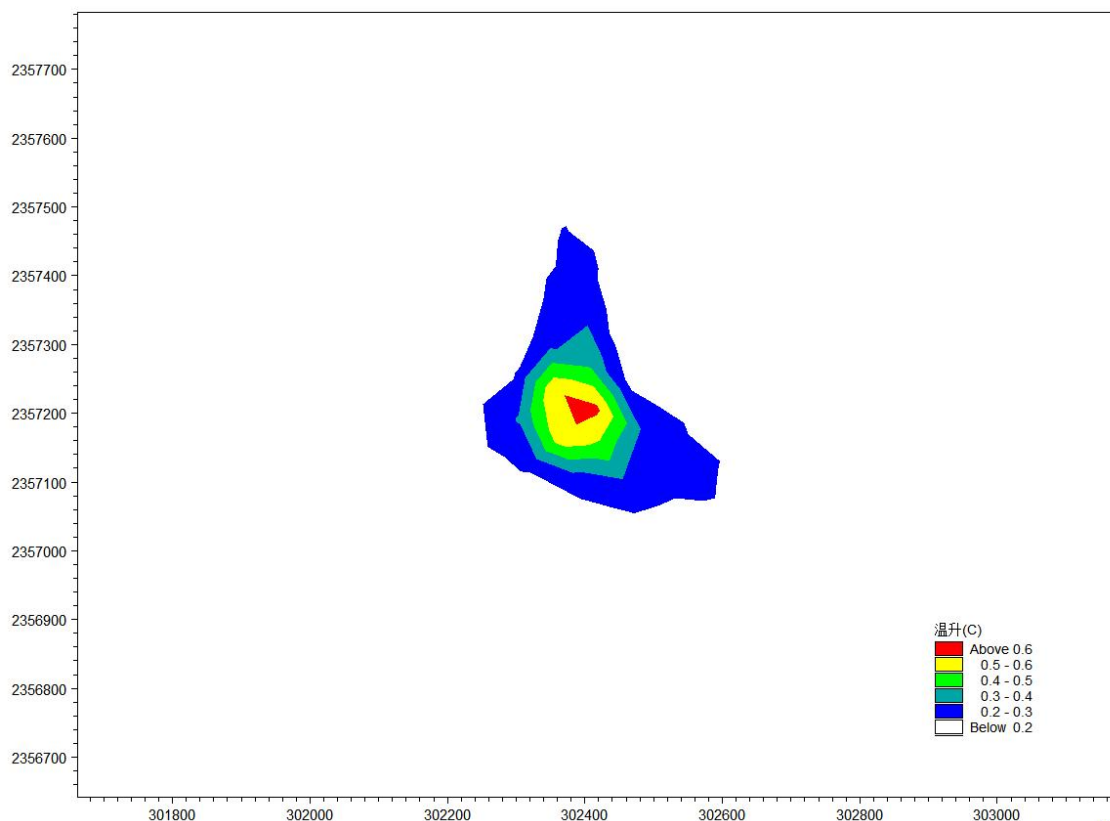


图 7.1-12 HZ19-6 DPPA 平台温升包络线

7.1.6 浓盐水浓度预测

7.1.6.1 浓盐水排放源强

新建 HZ19-6 DPPA 平台采用海水回注，海水回注前需进行脱盐等处理，会

产生一定量的浓盐水，最大排放量约为 $129\text{m}^3/\text{h}$ ，最大排放盐度 41.93，于海表进行排放。

海水盐度预测初始条件为背景浓度值，根据 2024 年 4 月调查，本项目海域表层盐度平均值为 34.352，在此基础上计算浓盐水排放形成的盐度场。

7.1.6.2 盐度场预测结果

根据计算结果 HZ19-6 DPPA 平台周围盐度包络线分布见表 7.1-13。由该图可见，排放形成的最大盐度约为 34.384，较之背景值盐度增量仅约 0.032，因此，由于浓盐水排放量较小，造成的周围海水盐度增量是极低的，排放对本海域海水的影响不大，不会明显影响项目所在海区的海水盐度。

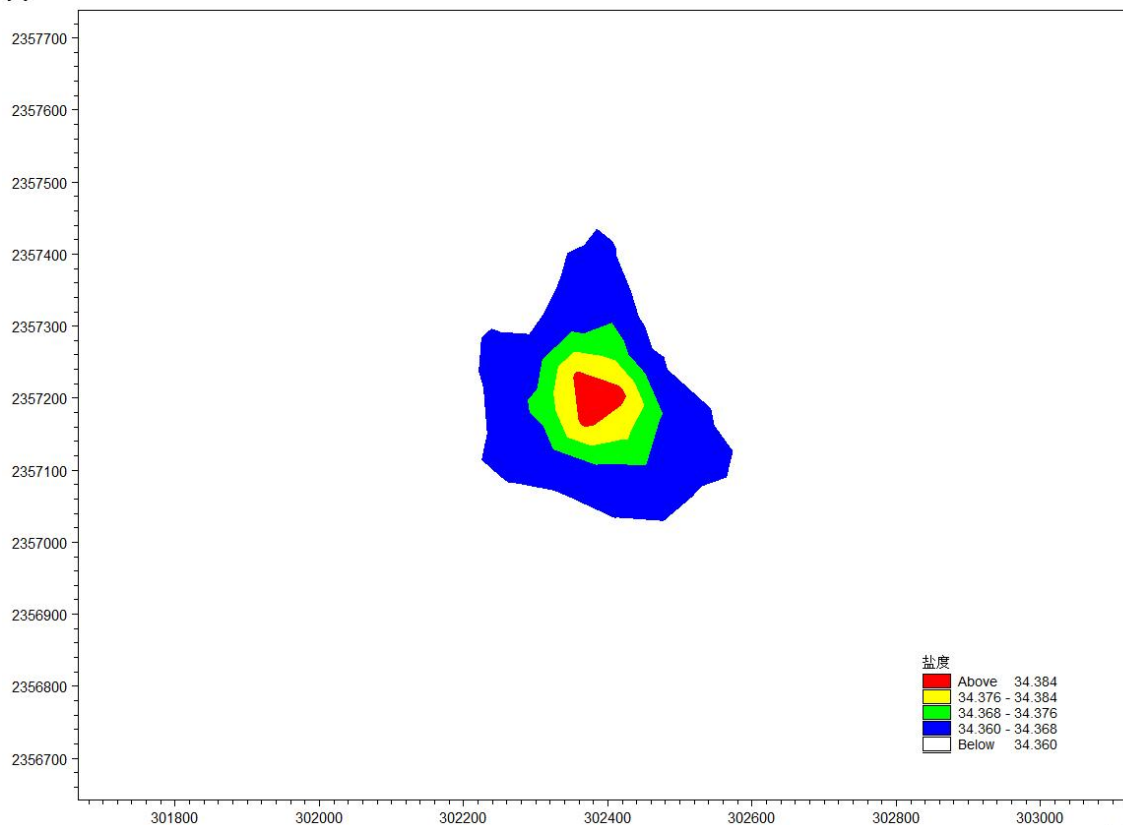


图 7.1-13 HZ19-6 DPPA 平台盐度包络线

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，将在海水中发生沉降，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。根据对新建 HZ19-6 DPPA 平台数值预测结果，钻井液排放(水下 40m)仅对排放点附近水质有影响。本项目钻井液排放造成排放层(35~45m)超一(二)类包络面积约为 0.367km^2 ，超一(二)类水质距排放点的最大距离为 0.55km；

超三、四类水质海域的包络面积为 0.060km^2 和 0.041km^2 ，其余层位影响面积相对较小，钻井液停止排放后约 9 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 HZ19-6 DPPA 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，超一（二）类面积为 0.226km^2 ，距排放点的最大距离为 0.30 km；超三、四类水质海域的包络面积为 0.033km^2 、 0.024km^2 。停止排放后约 3.5 h 内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（90~100m）和次底层（80~90m）均有影响，其余层无超标范围存在。底层最大超一类距离为 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）类包络面积合计为 47.670km^2 ，超三、四类水质海域影响范围相对较小；次底层超一（二）类包络面积为 31.097km^2 ；无超三、四类水质包络面积。

7.2.4 生产水排放对海水水质的影响

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台生产水排放，石油类超标仅限于排放点所在水层（45~55m），其他层无超标面积，超一（二）类包络最大面积 0.678km^2 ，超一（二）类最大距离约 0.6 km，超三、四类面积相对较小，生产水排放的影响范围是有限的。

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 0.099km^2 ，超三、四类面积分别为 0.008km^2 和 0.003km^2 ，超一类最大距离为 0.27km，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

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 0.64mg/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 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。

7.2.6 温排水对海水水质的影响

本项目 HZ19-6 DPPA 平台温排水造成周围海水最大温升约为 0.6°C ，温排水影响范围在 50m 范围之内，温排水排放对海水水质的影响非常小。

7.2.7 浓盐水对海水水质的影响

根据计算结果，浓盐水排放形成的最大盐度约为 34.384，较背景值盐度增量仅约 0.032，因此，由于浓盐水排放量较小，造成的周围海水盐度增量是极低的，排放对本海域海水的影响不大，不会明显影响项目所在海区的海水盐度。

7.2.8 牺牲阳极对海水水质影响

新建海底管道采用外防腐涂层与阴极保护相结合，牺牲阳极采用铝基牺牲阳极，其中含有少量锌（5.75%），在设施运行过程中将向海水水体缓慢释放锌，其释放速率一般在 10^{-4}g/s 量级。由于海底管道完全浸没在海水水体中，海水是自由流动的，因而不会在局部形成锌积聚进而造成超标现象，不会影响当地海水水质。

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 0.094 km^2 。

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 $>2\text{cm}$ 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，本项目挖沟铺设海底电缆造成悬浮物覆盖 2cm 厚度的覆盖面积合计为 0.931 km^2 。

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，使钻井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、钻屑排放及电缆铺设搅起的悬浮物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^2);

S_j ——某一污染物第 j 类浓度增量区面积, km^2 ;

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

污染物超标倍数 (B_i)	各类生物损失率 (%)		
	鱼卵、仔稚鱼	幼体	成体
$B_i \leq 1$ 倍	5	5	1
$1 < B_i \leq 4$ 倍	10	10	5
$4 < B_i \leq 9$ 倍	30	30	15
$B_i \geq 9$ 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) /km²]、尾 (个) 每立方千米 [尾 (个) /km³] 或千克每平方千米 (kg/km²)。

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 (km²) 或立方千米 (km³)。

7.5.1.3 卷载效应鱼卵、仔鱼损害评估

取水卷载效应对鱼卵、仔鱼的损害评估按以下公式计算：

$$W_i = D_i \times Q \times P_i \dots \dots \dots (4)$$

式中：

W_i ——第 i 种类生物资源年损失量（万尾）；

D_i ——评估区域第 i 种类生物资源平均分布密度，单位为尾每立方米（尾/ m^3 ）；

Q ——年取水总量，单位立方米（ m^3 ）；

P_i ——第 i 种类生物资源全年出现的天数占全年的比率，单位为百分比（%）。

7.5.1.4 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^3	中国水产科学研究院南海水产研究所	2023 年 4 月平均值
仔鱼	0.074 尾 / m^3		
幼鱼	7097 尾/ km^2		
幼虾	340 尾/ km^2		
幼蟹	43 尾/ km^2		
幼头足类	1286 尾/ km^2		
成体	364.21kg/ km^2		
底栖生物	3.03g/ m^2	国家海洋局南海环境监测中心	2024 年 4 月平均值

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

本项目钻屑排放平台年均钻井时间为 287d，为持续性损害，按 SC/T 9110-2007 规定 15d 为 1 个周期，排放 19 个周期。

根据预测结果，本项目平台钻屑排放计算损失时各区间超标面积取第 3、4 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^2 ）	$Bi \leq 1$	$1 < Bi \leq 4$	$4 < Bi \leq 9$	$Bi \geq 9$	小计	年均 19 周期
		0.079	0.045	0.023	0.016		
鱼卵	密度（粒/ m^3 ）	0.056	0.056	0.056	0.056	0.026	0.503
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量（ 10^6 个）	0.004	0.005	0.008	0.009		
仔稚鱼	密度（尾/ m^3 ）	0.074	0.074	0.074	0.074	0.035	0.664
	损失率	5%	10%	30%	50%		

资源		面积（km ² ）	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计	年均 19 周期
			0.079	0.045	0.023	0.016		
		损失量（10 ⁶ 尾）	0.006	0.007	0.010	0.012		
幼体	鱼类	密度（尾/km ² ）	7097	7097	7097	7097	167	3173
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量（尾）	28	32	49	58		
	虾类	密度（尾/km ² ）	340	340	340	340	8	152
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量（尾）	1	2	2	3		
	蟹类	密度（尾/km ² ）	43	43	43	43	0	0
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量（尾）	0	0	0	0		
	头足类	密度（尾/km ² ）	1286	1286	1286	1286	31	589
		损失率	5%	10%	30%	50%		
		损失量（尾）	5	6	9	11		
成体		密度（kg/km ² ）	364.21	364.21	364.21	364.21	3	57
		损失率	1%	5%	15%	20%		
		损失量（kg）	0	1	1	1		

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 ²)		密度 (g/m ²)	损失率	损失量 (t)
覆盖 2cm (扣除后者)	0.086	3.03	50%	0.13
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 3、4 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 ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		0.137	0.074	0.062	0.030	
鱼卵	密度 (粒/m ³)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.054

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		0.137	0.074	0.062	0.030	
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 个)	0.008	0.008	0.021	0.017	
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	0.074	0.074	0.074	0.074	0.071
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 尾)	0.010	0.011	0.028	0.022	
幼体	鱼类	密度 (尾/km ²)	7097	7097	7097	340
		损失率	5%	10%	30%	
		损失量 (尾)	49	53	132	
	虾类	密度 (尾/km ²)	340	340	340	16
		损失率	5%	10%	30%	
		损失量 (尾)	2	3	6	
	蟹类	密度 (尾/km ²)	43	43	43	2
		损失率	5%	10%	30%	
		损失量 (尾)	0	0	1	
	头足类	密度 (尾/km ²)	1286	1286	1286	62
		损失率	5%	10%	30%	
		损失量 (尾)	9	10	24	
成体		密度 (kg/km ²)	364.21	364.21	364.21	6
		损失率	1%	5%	15%	
		损失量 (kg)	0	1	3	

7.5.2.3 海底电缆铺设生物损失计算

根据预测结果可知,海底电缆施工造成水质超标范围垂向上主要集中在底层、次底层(第 7、8 层),超标范围影响面积取两层平均值,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 ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		19.286	9.169	7.531	3.397	
鱼卵	密度 (粒/m ³)	0.056	0.056	0.056	0.056	6.540
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 个)	1.080	1.027	2.530	1.902	
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	0.074	0.074	0.074	0.074	8.642
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (10 ⁶ 尾)	1.427	1.357	3.344	2.514	
幼体	鱼类	密度 (尾/km ²)	7097	7097	7097	41441
		损失率	5%	10%	30%	

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计
		19.286	9.169	7.531	3.397	
	损失量 (尾)	6844	6507	16035	12055	
虾类	密度 (尾/km ²)	340	340	340	340	1986
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (尾)	328	312	768	578	
蟹类	密度 (尾/km ²)	43	43	43	43	250
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (尾)	41	39	97	73	
头足类	密度 (尾/km ²)	1286	1286	1286	1286	7509
	损失率	5%	10%	30%	50%	
	损失量 (尾)	1240	1179	2906	2184	
成体	密度 (kg/km ²)	364.21	364.21	364.21	364.21	895
	损失率	1%	5%	15%	20%	
	损失量 (kg)	70	167	411	247	

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 ²)		密度 (g/m ²)	损失率	损失量 (t)
覆盖 2cm (扣除后者)	0.311	3.03	50%	0.47
两侧各 5m	0.621	3.03	100%	1.88
合计				2.35

7.5.2.4 生产水排放海洋生物损失

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台排放生产水，同时依托的南海奋进 FPSO 生产水排放量有所增加，考虑到南海奋进 FPSO 生产水排放已经进行了生态补偿，此次只计算其超标面积增量，并与 HZ19-6 DPPA 平台超标面积相加，以此计算生产水排放的生物损失，详见表 7.5-8。

表 7.5-8 石油类超标面积合计 (km²)

		Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9
HZ19-6 DPPA 预测面积		0.385	0.166	0.105	0.023
南海奋进 FPSO	原预测面积	0.067	0.014	0.004	0.003
	新预测面积	0.075	0.016	0.004	0.003
	面积增量	0.008	0.002	0.000	0.000

合计	0.393	0.168	0.105	0.023
----	-------	-------	-------	-------

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。

表 7.5-9 生产水排海海洋生物损失

资源	面积 (km ²)	Bi≤1	1<Bi≤4	4<Bi≤9	Bi≥9	小计	年 24 周 期
		0.393	0.168	0.105	0.023		
鱼卵	密度 (粒/m ³)	0.056	0.056	0.056	0.056	0.045	1.068
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 ⁶ 个)	0.011	0.009	0.018	0.006		
仔稚鱼	密度 (尾/m ³)	0.074	0.074	0.074	0.074	0.059	1.412
	损失率	5%	10%	30%	50%		
	损失量 (10 ⁶ 尾)	0.015	0.012	0.023	0.009		
幼体	鱼类	密度 (尾/km ²)	7097	7097	7097	564	13536
		损失率	5%	10%	30%		
		损失量 (尾)	139	119	224		
	虾类	密度 (尾/km ²)	340	340	340	28	672
		损失率	5%	10%	30%		
		损失量 (尾)	7	6	11		
	蟹类	密度 (尾/km ²)	43	43	43	3	72
		损失率	5%	10%	30%		
		损失量 (尾)	1	1	1		
	头足类	密度 (尾/km ²)	1286	1286	1286	103	2472
		损失率	5%	10%	30%		
		损失量 (尾)	25	22	41		
成体	密度 (kg/km ²)	364.21	364.21	364.21	364.21	12	288
	损失率	1%	5%	15%	20%		
	损失量 (kg)	1	3	6	2		

7.5.2.5 卷载效应鱼卵、仔鱼损害计算

本项目取海水量最大为 6240m³/h，年最大取水量 5466.24×10⁴m³，根据公式 (4) 估算取水卷载效应造成的鱼卵、仔鱼损失见表 7.5-10。

表 7.5-10 卷载效应海洋生物损失

资源	资源密度 (尾、个/m ³)	年取水量 (10 ⁴ m ³ /年)	损失率	年损失量 (10 ⁶ 粒、尾)
鱼卵	0.056	5466.24	10%	0.306
仔稚鱼	0.074	5466.24	10%	0.405

7.5.2.6 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，按照平台投影面积下底栖生物损失 100% 保守计算，新建平台投影面积约为 5145m²，则平台占海造成的底栖生物损失约为 0.016 t。

表 7.5-11 平台占海造成的底栖生物损失

占海面积	底栖生物密度 (g/m ²)	损失率	损失量 (t)
5145	3.03	100%	0.016

7.5.2.7 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 7.5-12。

表 7.5-12 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	卷载	平台占海	小计
鱼卵 (10 ⁶ 粒)	0.054	0.503	6.540	1.068	0.306	/	8.471
仔稚鱼 (10 ⁶ 尾)	0.071	0.664	8.642	1.412	0.405	/	11.194
鱼类幼体 (尾)	340	3173	41441	13536	/	/	58490
虾类幼体 (尾)	16	152	1986	672	/	/	2826
蟹类幼体 (尾)	2	0	250	72	/	/	324
头足类幼体 (尾)	62	589	7509	2472	/	/	10632
成体 (kg)	6	57	895	288	/	/	1246
底栖生物 (t)	/	0.15	2.35	/	/	0.016	2.516

7.6 环境敏感目标影响分析

根据第四章环境敏感目标分析，新建 HZ19-6 DPPA 平台位于短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中；新建管缆全部及部分穿越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、鲈鱼珠江口近海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、深水金线鱼产卵场。

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 HZ19-6 DPPA 钻井液、钻屑采取水下排放措施，于水下 40m 处排放，新建 HZ19-6 DPPA 平台生产水采取水下排放措施，于水下 50m 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（软管段埋设于海床下），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定的冲刷现象，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 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在建设阶段和生产阶段可能存在的事故风险进行识别。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，分析应急设施的数量和能力，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，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，环境风险评价等级为三级；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，环境风险评价等级为三级。

鉴于海洋溢油风险事故一旦发生，将对周围环境造成较大不利影响，保守考虑，本项目海洋生态环境风险评价参考二级评价的要求进行评估分析。

8.1.4 评价范围

根据《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018），环境风险评价范围应根据环境敏感目标分布情况、事故后果预测可能对环境产生危害的范围综合确定。项目周边所在区域，评价范围外存在需要特别关注的环境敏感目标，评价范围需延伸至所关心的目标。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ 1409-2025），海洋生态环境风险评价范围根据评价等级合理确定，一般不小于相应评价等级的生态环境影响评价范围。一、二级评价项目的评价范围分别根据危险物质 72h、48h 扩散范围确定，可根据海域特征、生态敏感区分布情况等做适当调整。

本项目环境风险评价等级为二级，根据溢油漂移数值预测结果及溢油应急响应时间，确定本项目风险事故状态下以 HZ19-6 DPPA 平台（危险物质泄漏到海洋的排放点）为中心 60km（平均风况下油膜 48 小时漂移最大距离）的范围为环境风险重点评价范围。

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。根据第三章 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、海底管缆铺设等环节，共计划使用浮吊船、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，单艘拖轮的油舱总容积约为 146m³。

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（新建平台）

风险源	环境风险源名称	危险物质名称	最大在线量(t)	概述
平台	新建 HZ19-6 DPPA 平台	原油	344.6	HZ19-6 DPPA 平台是一座 8 腿导管架中心平台，平台设有模块钻机、120 人生活楼、主工艺系统、透平电站、余热回收装置、余热发电系统、注水系统、柴油系统、化学药剂注入系统、火炬系统、开闭排系统、消防系统、换流站等设施。
		天然气	3.83	
		燃料油	171.7	

表 8.2-2 环境风险源汇总表（新建管道）

风险源	环境风险源名称	危险物质名称	最大在线量(t)	长度(km)	管径(in)	设计压力(MPaA)
管道	新建 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道	原油	530	15	10	7.92
		天然气	37.9	22.4	8	8
	新建 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道	原油	14.1			

8.2.2 海洋生态环境风险敏感目标调查

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 HZ19-6 DPPA 平台最近距离及方位	保护期
海洋生态保护红线	其他红线区	79.5km/NW	—
产卵场	短尾大眼鲷南海北部产卵场	位于	5 月
	金线鱼南海北部产卵场	位于	3~5 月
	黄鲷南海北部产卵场	位于	1 月
	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	位于	3~5 月
	鲈鱼珠江口近海区产卵场	0.7km/W	2~3 月
	鲈鱼粤东外海区产卵场	7.5km/E	3~4 月
	长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场	13.2km/W	5~7 月
	深水金线鱼产卵场	13.3km/E	5~7 月
	绯鲤类珠江口近海产卵场	24.5km/NW	3~6 月
	绯鲤类珠江口粤西外海产卵场	56.4/SW	3~6 月

8.3 评价等级及评价范围

8.3.1 环境风险潜势初判断

建设项目环境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 8.3-1 确定环境风险潜势。

表 8.3-1 建设项目环境环境风险潜势划分

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

8.3.2 危险物质及工艺系统危险性分级确定

8.3.2.1 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)：

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

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) $Q \geq 100$ 。

8.3.2.2 施工期

本项目施工期共计划使用浮吊船、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的频率最高的典型施工船舶为拖轮，单艘拖轮的油舱总容积约为 146m^3 (约 124.1t)，即 $Q=1.241$ ， $1 \leq Q < 10$ 。

8.3.2.3 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 8.3-2。

表 8.3-2 生产运行期危险源识别结果

平台	物质	最大在线量 (t)	临界量 (t)	qi/Qi
新建 HZ19-6 DPPA 平台	原油	344.6	2500	0.138
	天然气	3.83	10	0.383
	燃料油	171.7	2500	0.069
新建 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道	原油	530	2500	0.212
新建 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道	原油	14.1	10	1.410
	天然气	37.9	10	3.790
合计				Q=6.002

8.3.2.4 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 8.3-3 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) $10 < M \leq 20$; (3) $5 < M \leq 10$; (4) $M = 5$, 分别以 M1、M2、M3 和 M4 表示。本项目风险工艺识别见表 8.3-4。

表 8.3-3 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)、氯化工艺、硝化工艺、合成氨工艺、裂解(裂化)工艺、氟化工艺、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 $\geq 300^{\circ}\text{C}$, 高压指压力容器的设计压力 (P) $\geq 10.0\text{MPa}$;
b 长输管道运输项目应按站场、管线分段进行评价。

表 8.3-4 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

8.3.2.5 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 8.3-5 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 8.3-5 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
$Q \geq 100$	P1	P1	P2	P3
$10 \leq Q < 100$	P1	P2	P3	P4
$1 \leq Q < 10$	P2	P3	P4	P4

本项目施工期危险物质与临界量比值划分为 $1 \leq Q < 10$ ，生产工艺与生产运营期保持一致，识别为 M3，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 $1 \leq Q < 10$ ，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。

8.3.3 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 8.3-6。

本项目位于多个产卵场内部，属于危险物质泄漏到海洋的排放点位于一般敏感区，因此本项目位于环境中度敏感区 E2。

表 8.3-6 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。

8.3.4 评价等级

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，环境风险评价等级划分为一级、二级、三级。根据建设项目环境风险潜势初判，确定评价工作等级。

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，环境风险评价等级为三级。

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，环境风险评价等级为三级。

综合本项目施工期、生产运行期评价等级判断情况，确定本项目环境风险评价等级为三级。

鉴于海洋溢油风险事故一旦发生，将对周围环境造成较大不利影响，保守考虑，本项目海洋生态环境风险评价参考二级评价的要求进行评估分析。

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

参考化学品安全技术说明书数据库，本项目涉及的主要风险物质的理化性质及危险特性见表 8.4-1~表 8.4-3。

表 8.4-1 原油理化性质及危险特性

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：832kg/m ³			
	沸点（℃）：120-200℃		禁忌物：强氧化剂	
	稳定性：稳定		聚合危害：不聚合	
危险特性	危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体		引燃温度（℃）：350	
	闪点（℃）：44		燃烧（分解）产物：CO、CO ₂	
	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 ₅₀ ：500-5000mg/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。			
	急性中毒：			
急救	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。
	食入：误服者给充分漱口、饮水，就医
泄漏处理	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 天然气理化性质及危险特性

标识	中文名：天然气		英文名：Natural Gas	
	危规号：21007	UN 编号：1971		CAS 号：74-82-8
理化特性	外观与性状：无色无臭易燃易爆气体		溶解性：微溶于水，溶于乙醇、乙醚	
	熔点（℃）：-182		沸点（℃）：-161.49	
	相对密度：（水=1）0.45（液化）		相对密度：（空气=1）0.59	
	饱和蒸气压（kPa）53.32（-168.8℃）		禁忌物：强氧化剂、卤素	
	临界压力（MPa）:4.59		临界温度（℃：）-82.3	
	稳定性：稳定		聚合危害：不聚合	
危险特性	危险性类别：第 2.1 类易燃气体		燃烧性：易燃	
	引燃温度（℃）：482~632		闪点（℃）：-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 ₂ 、水。			
	危险特性：与空气混合能形成爆炸性混合物、遇火星、高热有燃烧爆炸危险。			
	灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。			
毒理性质	工作场所最高容许浓度 MAC：300（mg/m ³ ）。			
	毒性判别：微毒类，多为窒息损害。毒性危害分级 IV 类。			
健康危害	侵入途径：吸入。			
	健康危害：当空气中浓度过高时，使空气中氧气含量明显降低，使人窒息。皮肤接触液化甲烷可致冻伤。			
	急性中毒：当空气中浓度达到 20%~30%时，可引起头痛、头晕、乏力、注意力不集中、呼吸和心跳加快，若不及时逃离，可致窒息死亡。			
急救	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处。保持呼吸道通畅。如呼吸困难，给输氧。如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。			
泄漏处理	迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并立即隔离，严格限制出入。切断火源，戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。合理通风，禁止泄漏物进入受限制的空间（如下水道），以避免发生爆炸。切断气源，喷洒雾状水稀释，抽排（室内）或强力通风（室外）。			

	如有可能，将残余气或漏出气用排风机送至空旷地方，或装设适当喷头烧掉。也可将漏气的容器移至空旷处，注意通风。漏气容器要妥善处理，修复、检验后再用。
储运	储运于阴凉、通风仓间内。仓温不宜超过 30℃。原理或中、热源。防止阳光直射。应与央企、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。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 燃料油理化性质及危险特性

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（℃）：-18	沸点（℃）：180-370
	相对密度：（水=1）0.810-0.84	饱和蒸气压（kPa）37.1（20℃）
	禁忌物：强氧化剂	聚合危害：不聚合
危险特性	危险性类别：可燃液体	燃烧性：易燃
	引燃温度（℃）：257	闪点（℃）：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。	
毒理性质	灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉、砂土等。	
	工作场所最高容许浓度 MAC：300（mg/m ³ ）	
	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。	
	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。	
急救	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。	

标识	中文名：燃料油	英文名：Fuel Oil
	UN 编号：1202	CAS 号：68334-30-5
	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 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括原油、天然气及燃料油，原油和燃料油泄漏向环境转移的途径主要通过水体污染（海水污染）。本项目建设阶段存在井喷事故风险及地质性溢油风险，发生井喷事故时，井流中的天然气将直接扩散至大气环境中。本项目在生产阶段中存在容器泄漏风险及地质性溢油风险，在发生容器泄漏事故时，天然气将直接扩散至大气环境中；在发生地质性溢油事故时，天然气将从地层泄漏至海水中，但由于天然气溶解度较低，大部分泄漏的天然气将从海水扩散至大气环境中。环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析如表 8.3-4。

表 8.3-4 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质	危险物质特性	环境风险类型	危险物质影响环境的途径和影响方式
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）/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 风险事故源项分析

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、施工船舶碰撞等；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、海底管道与立管泄漏、FPSO 与穿梭油轮外输软管泄漏及船舶碰撞等。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。具体情形分析如表 8.5-1。

表 8.5-1 环境风险事故源项分析

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，将会有原油和天然气物质喷出，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。

阶段	油气泄漏事故原因	油气泄漏事故情形分析
	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	详见本篇 8.5 小节。
	浅层气风险	详见本篇 8.5 小节。
生产阶段	平台火灾、爆炸	生产阶段在平台上进行油气的输送或处理等作业，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。
	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。
	海底管道与立管泄漏	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。
	FPSO 与穿梭油轮外输软管泄漏	在 FPSO 与穿梭油轮实施外输作业时，外输软管可能因断裂、穿孔等原因导致油气泄漏，导致该事故发生的主要原因包括恶劣水位气象条件、设备故障、人员误操作等。
	供应船船舶碰撞	本项目计划新增 1 艘供应船用于日常物资供应及巡视，在此过程中，该艘供应船可能与平台及该海域航行的外来航船发生碰撞，导致储油舱发生泄漏。

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风险评估数据指南》（以下简称指南）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，对部分油气泄漏事故做定量分析。

8.5.2.1 井喷

《国际油气生产商协会风险评估数据指南》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	4.8×10^{-5}	次/每钻一口井
生产	2.6×10^{-6}	次/(井·年)

本项目拟新钻 49 口生产井（初期共钻 30 口生产井，预留 19 口井）。本项目在钻完井过程中发生井喷事故的概率为 2.4×10^{-3} 次；在生产过程中发生井喷事故的概率为 12.7×10^{-5} 次/年。

8.5.2.2 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	3×10^{-4} 次/a
油气处理区	4×10^{-3} 次/a
储油区	2×10^{-3} 次/a

本项目计划新建 1 座生产平台 HZ19-6 DPPA 平台，设有油气处理区及油气传输区，其发生火灾事故的概率为 4.3×10^{-3} 次/a；而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。

8.5.2.3 平台容器泄漏

《国际油气生产商协会风险评估数据指南》统计的储罐事故概率和本项目新增储罐泄漏计算结果见下表。通常容器泄漏可进行自动关断，通过及时收集和清理泄漏现场，可避免泄漏物入海。

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	3.0×10^{-6}	(次/罐·年)
带压罐	罐破裂	4.7×10^{-5}	

表 8.5-4 本项目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)
新建 HZ19-6 DPPA 平台	常压罐	24	7.2×10^{-5}
	带压罐	22	1.0×10^{-3}

8.5.2.4 海底管道及立管泄漏

根据《国际油气生产商协会风险评估数据指南》，不同海底管道的泄漏概

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）	输送处理后的油气，管径≤24 英寸	5.1×10^{-5}	次/km·a
立管	钢管-管径≤16 英寸	9.1×10^{-4}	次/年

本项目新建 1 条长约 15km 从 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台的 10 英寸海底混输管道并在平台两侧新建两根立管，新建 1 条长约 22.4km 从 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台的海底输气管道并在两侧新建两根立管，计算结果见表 8.5-6。

表 8.5-6 本项目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	立管泄 漏概率
新建 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道	钢管	15	10	油水	2.3×10^{-4}	1.8×10^{-3}
新建 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台海底输气管道	钢管	22.4	8	气	2.7×10^{-4}	1.8×10^{-3}

8.5.2.5 FPSO 与穿梭油轮外输软管泄漏

本项目所产物流最终经已建海底混输管道输往海洋石油 115 FPSO(2027 年)及南海奋进 FPSO (2028 年及以后)进行进一步处理，合格的原油进入油舱储存定期外输。本项目投产后，海洋石油 115FPSO/南海奋进 FPSO 外输频率未增加。当外输软管发生泄漏事故时，其上加装的破断阀会迅速封闭管道以阻止软管中的原油进入海洋，而外输软管的两端设置应急释放装置，可以使整根软管快速释放入海，防止原油溢出。

8.5.2.6 船舶碰撞

根据《国际油气生产商协会风险评估数据指南》，船舶发生碰撞的概率见表 8.5-7。

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	8.8×10^{-5}	0.17	26%	3.9×10^{-6}
航船	2.5×10^{-5}	0.17	26%	1.1×10^{-6}

在生产阶段，本项目投产后，建设单位计划新增 1 艘供应船用于日常物资

供应与巡视，在此过程中，该艘供应船可能与平台及该海域航行的外来航船发生碰撞；在建设阶段，本项目主要涉及驳船、浮吊船、拖轮、铺管船、工作船等船舶类型，用于包括导管架海上安装、组块海上安装、海底管道铺设、依托平台改造等不同施工阶段，因停留时间、海域有所不同，所以本项目施工船舶相互碰撞的可能性非常小。本项目平台、海管铺设所使用的施工船舶占用水域较小，附近航线船舶密度较小，且在项目施工期间会划定安全作业区，本项目的建设基本不会对附近航线上船舶的安全行驶构成影响。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，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。

本项目船舶碰撞产生严重损伤的概率为 5×10^{-6} 次/年，而发生严重损伤不一定引起溢油事故，因此，引发溢油事故的概率将更小。

8.5.3 油气泄漏事故后果分析

8.5.3.1 建设阶段油气泄漏量

海上建设阶段的油气泄漏事故所可能溢出的物质主要是井流（原油、天然气等）和燃料油。发生井喷事故时，油气的喷放量可能很大，但具体数量难以估计。对于燃料油泄漏事故，根据拖轮单舱储油量以及燃料油输油软管过油量，可估算施工阶段的可能最大油气泄漏排放量见表 8.5-8。

表 8.5-8 建设阶段可能溢油量

事故	排放物质	排放量 (m ³)
井喷	井流	难以估算
平台储油罐破裂	燃料油	40
铺管船储油舱破裂	燃料油	146
输油软管破裂或误操作	燃料油	5

8.5.3.2 生产阶段事故泄漏量

本项目生产阶段溢油事故的排放物质主要是原油。

当平台发生泄漏事故时，视事故发生的位置和严重程度，可采取相应级别的应急关断，将事故限制在较小范围内，一般不会导致大量原油入海。

当海管发生泄漏事故时，其应急关断系统将关断相应的输送系统，关断后管道内部分原油会缓慢泄出。这里考虑了管道的容积、应急关断时间、海水压

力和油水不容的特性，估算 150m^3 作为海管泄漏溢油量。上述的溢油量是本着保守原则在极端前提下给出的，实际上的溢油量的大小受断裂部位、裂口大小及应急反应措施的及时性和有效性的制约。对于燃料油泄漏事故，根据守护船单舱储油量进行估算。

根据对本项目生产设施的分析，生产阶段可能发生的事故排放量见表 8.5-9。

表 8.5-9 生产阶段可能溢油量

排放源	排放物	泄漏量 (m^3)
平台火灾失控	井流/生产物流	难以估计
海管破裂	原油	150
平台容器泄漏	原油/燃料油	48
外输软管破裂	原油	5
供应船	燃料油	130

8.5.3.3 最具代表性事故

根据 8.4.2 小节分析可知，海管发生溢油事故概率大于其他事故类型发生概率。海管断裂泄漏事故的泄漏量可达 150m^3 。综合上述分析，本项目海管泄漏发生概率较大，且一旦发生造成的环境危害较为严重，因此确定海管泄漏事故为最具代表性事故。

8.6 地质性溢油及浅层气风险分析

8.6.1 构造特征

惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区韩江组~珠海组是发育在正断层上升盘上的断鼻构造，并且被局部发育具有“Y”字型组合的断层复杂化。文昌组发育在基底隆起之上，构造形态受基底控制，经后期压实和断裂作用，形成目前的断圈构造。

8.6.2 断裂系统特征

惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区发育共 8 条断层 (F1~F8)，均为正断层。根据断层发育特征可划分为深层及中浅层两套断层系统，整体上断层继承性较好。

韩江组~珠海组断层系统发育正断层 4 条 (F1/2/3/4)，其中 F1 及 F4 为深层断层系统继承性活动形成，F2 及 F3 为新近纪张扭背景下形成，倾向北北东，平面展布特征为右行左阶雁列式组合；且珠江组上段以浅层位，F1 及 F2 两断层搭接，控制了圈闭主体形成，珠江组下段以下层段，两断层逐渐分开，圈闭主

要受 F2 控制。断裂 F1/2/3/4 均没有断至海底，距海底距离最近的断层为 F1，最近距离 80m。考虑断层对圈闭的控制作用，重点对油田范围内的 4 条主要断层进行了编号，具体断层编号及其断层要素见表 8.6-1。

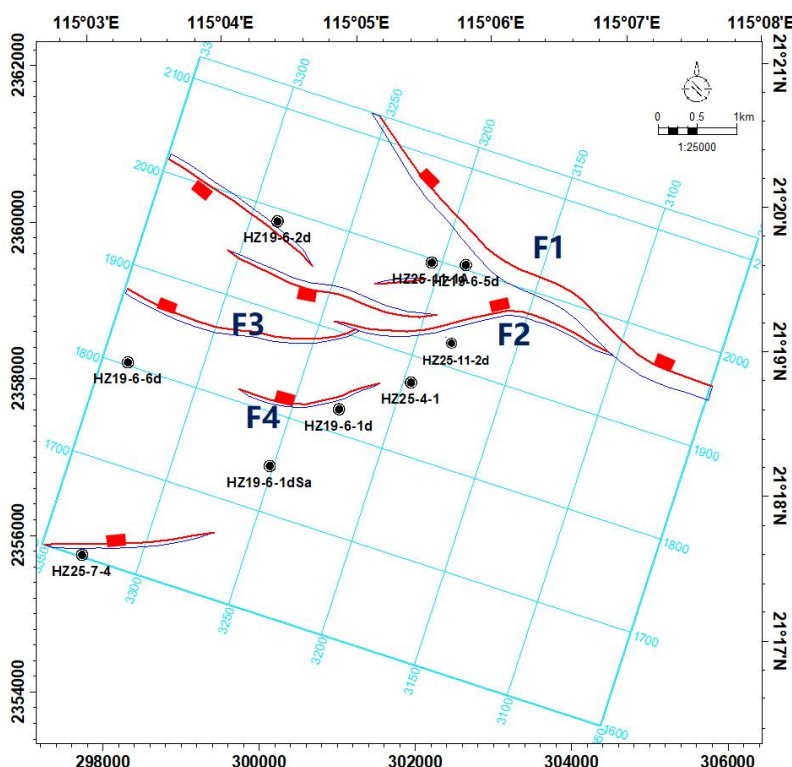


图 8.6-1 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区韩江组~珠海组断裂系统分布图

表 8.6-1 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区韩江组~珠海组断层要素表

油田	断层编号	错段层位	目的层最大断距/m	延伸长度/km	钻遇井号
惠州 25-4 油田	F1	Tg~T30	250	8.3	HZ19-6-5d
	F2	Tg~T30	100	2.4	HZ25-4-1
	F3	T70~T30	330	3.8	HZ19-6-1d
	F4	T80~T50	102	1.8	

文昌组断层系统发育正断层 6 条 (F1/4/5/6/7/8)，F1、F8 为北西-南东走向，前者倾向北东、后者倾向南西；F4、F5、F6 为北东-南西走向，倾向分别为北西、北西、南东；F7 为近东-西走向，倾向北；上述断层中的 F1、F4 为长期活动断层，F8 为早期断层，三者所夹持的垒块形成油田基本构造格局，其余断层将圈闭复杂化。考虑断层对圈闭的控制作用及与浅层断层关系，重点对油田范围内的 6 条主要断层进行了编号，具体断层编号及其断层要素见表 8.6-2。

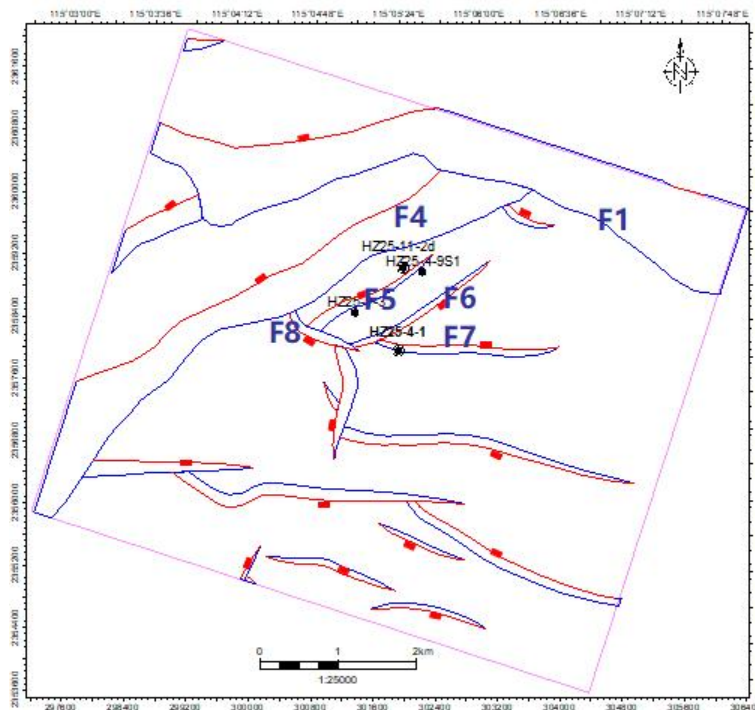


图 8.6-2 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区文昌组断裂系统分布图

表 8.6-2 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区文昌组断层要素表

油田	断层编号	错段层位	目的层最大断距/m	延伸长度/km	钻遇井号
惠州 25-4 油田/ 惠州 19-6 惠州 5d 井区	F1	Tg~T30	100	2.4	
	F4	Tg~T80	510	10.1	
	F5	Tg~T80	270	2.06	HZ25-4-3/9S1
	F6	Tg~T80	120	2.18	
	F7	Tg~T80	80	2.65	HZ25-4-1
	F8	Tg~T80	235	1.06	

8.6.3 储盖分析

惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区韩江组、珠江组处于三角洲前缘，发育了多套分布稳定的区域性海泛泥岩，成为后期良好的区域性盖层。对油气的遮挡和成藏起了非常重要的作用。通过区域地层对比，韩江组、珠江组、珠海组储层油层连续发育，油水分布主要受构造控制；各油藏间均有一定厚度的稳定泥岩相隔，形成多套独立的油水系统，形成多个独立油藏，形成良好的储盖组合，具有安全注水油藏地质条件，如图 8.6-3 所示。文昌组油层位于辫状河三角洲侧翼的水下隆起，受辫状河三角洲供源，经湖浪改造，整体为一套洲-滩复合体沉积，砂体厚度大。整个文昌组油层内部泥岩不发育，但上覆厚层文四段泥岩，为统一的油水系统，具有安全注水油藏地质条件，如图 8.6-4 所示。

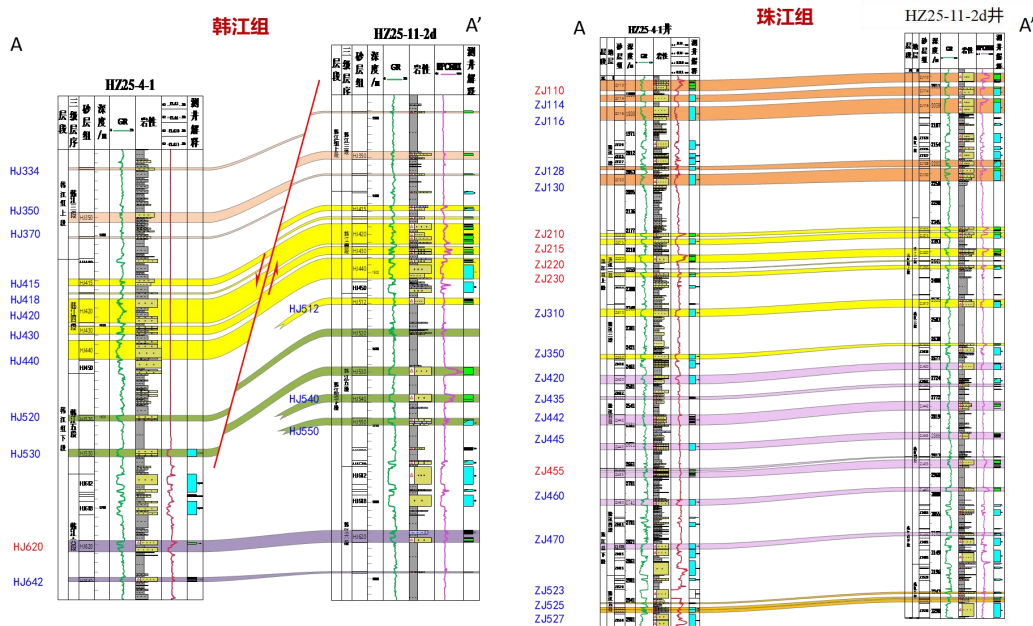


图 8.6-3 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区韩江组和珠江组油层对比图

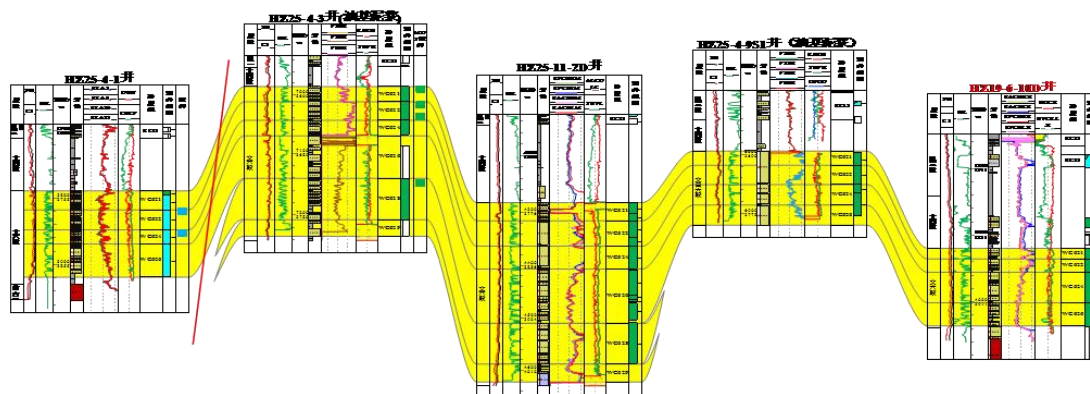


图 8.6-4 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区文昌组油层对比图

8.6.4 过井断层分析

经分析,惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区 30 口开发井中, HZ19-6-A1、HZ19-6-A2、HZ19-6-A3、HZ19-6-A4H、HZ19-6-A5H 钻遇断层。由于断层均未断至海底, 且有稳定泥岩, 泥岩涂抹和遮挡作用较强, 可对油藏形成有效遮挡, 溢油风险相对较低。

表 8.6-3 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区过断层开发井概述表

井名	是否钻遇断层	钻遇断层深度
HZ19-6-A1	是	MD980~MD1140 钻遇断层
HZ19-6-A2	是	MD1040~MD1200 钻遇断层
HZ19-6-A3H	是	MD2410~MD2570 钻遇断层
HZ19-6-A4H	是	MD832~MD992 钻遇断层

井名	是否钻遇断层	钻遇断层深度
HZ19-6-A5H	是	MD1800~MD1960 钻遇断层

注：钻遇断层的 5 口井均为采油井，HZ19-6-A1、HZ19-6-A2 为定向井，HZ19-6-A3H、HZ19-6-A3H、HZ19-6-A5H 为水平井。

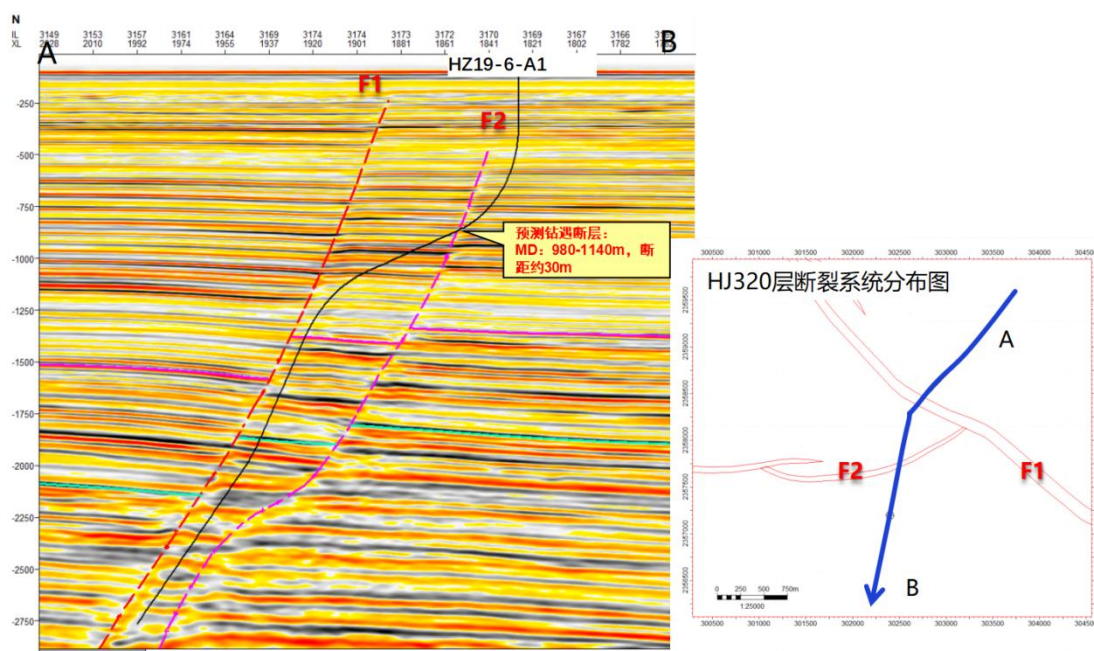


图 8.6-5 过 HZ19-6-A1 井轨迹地震剖面

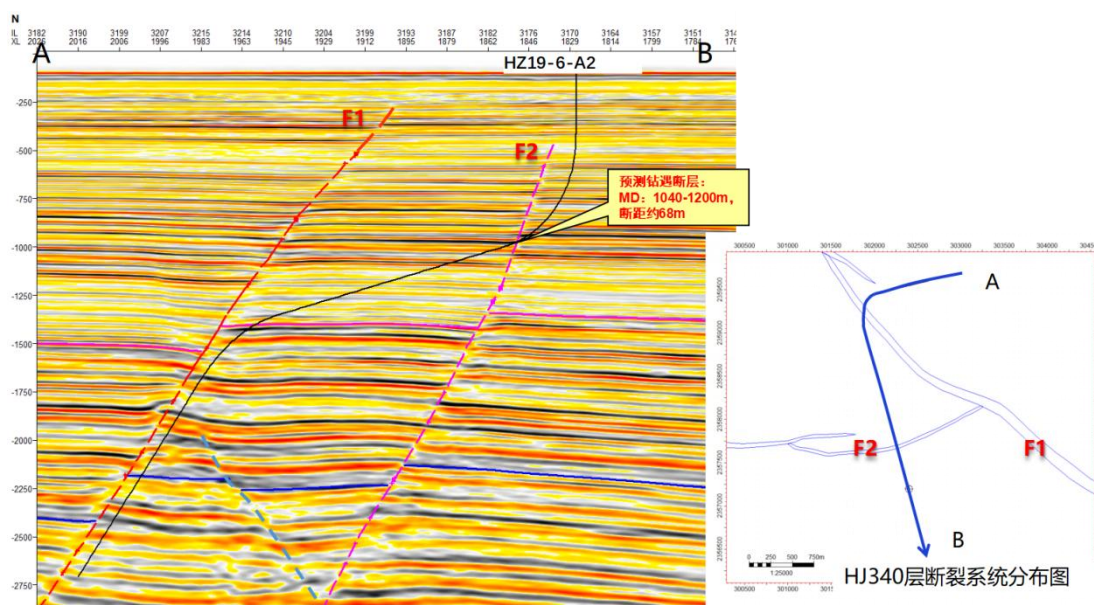


图 8.6-6 过 HZ19-6-A2 井轨迹地震剖面

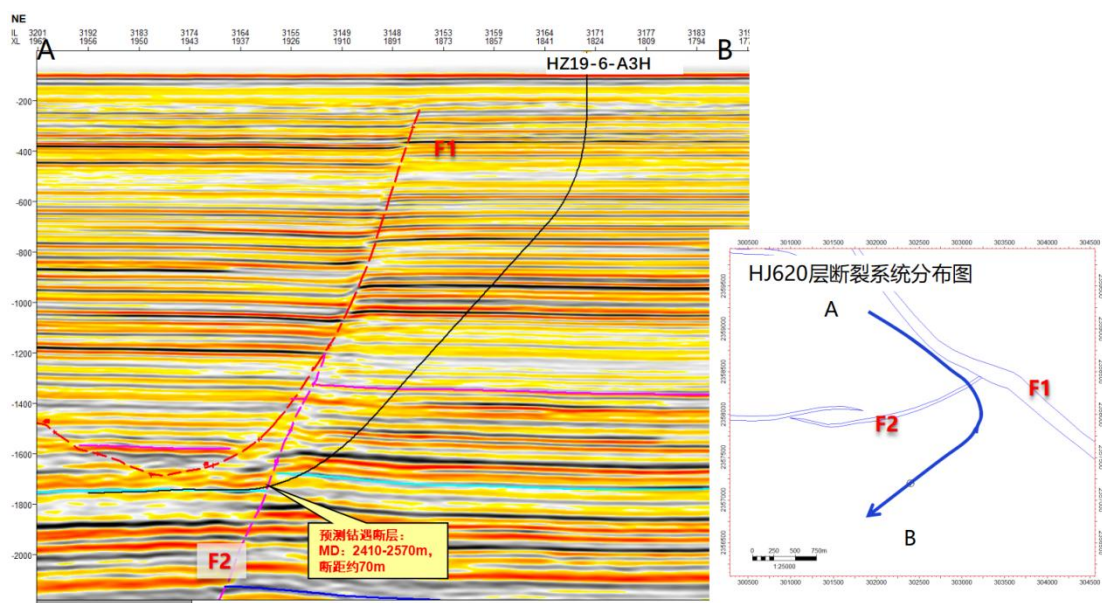


图 8.6-7 过 HZ19-6-A3H 井轨迹地震剖面

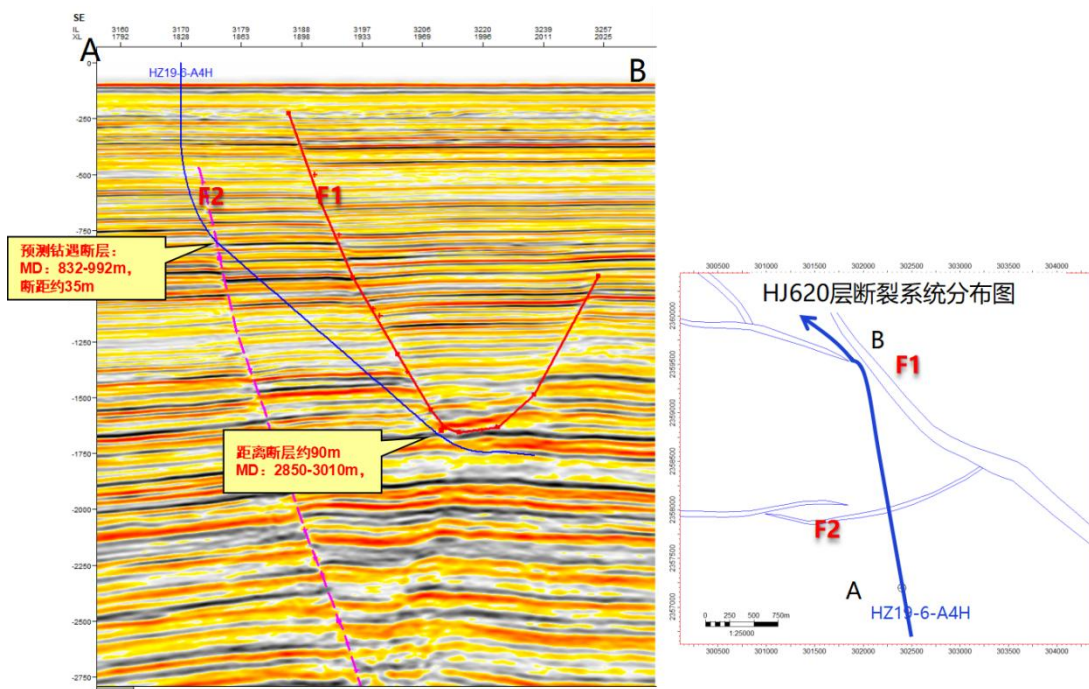


图 8.6-8 过 HZ19-6-A4H 井轨迹地震剖面

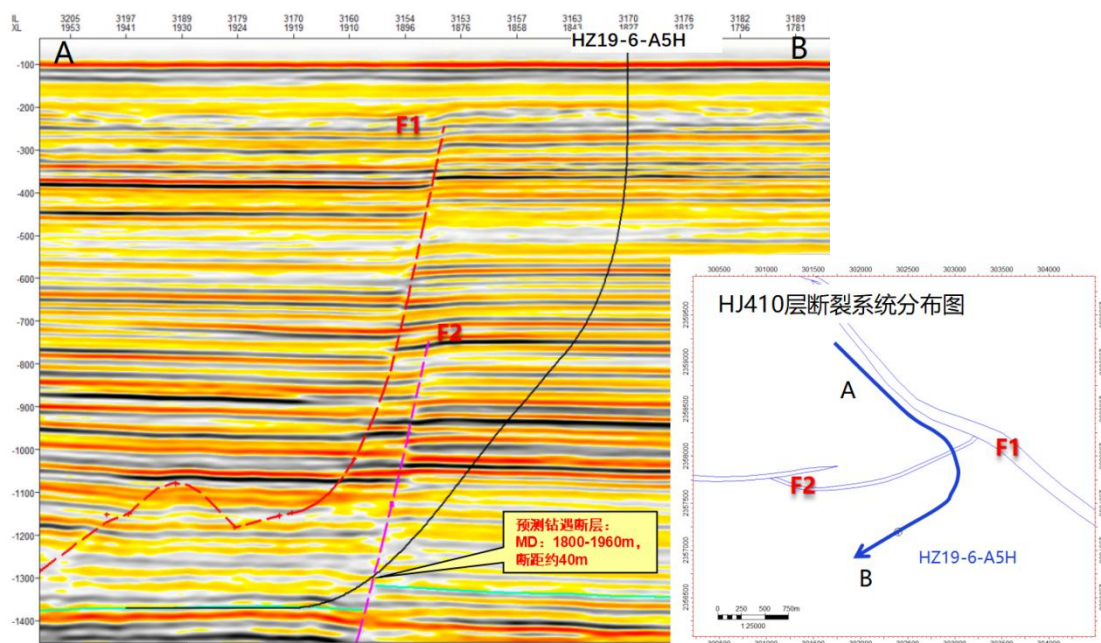


图 8.6-9 过 HZ19-6-A5H 井轨迹地震剖面

8.6.5 注采分析

8.6.5.1 注采连通情况

惠州 25-4 油田和 HZ19-6-5d 井区韩江组、珠江组均采用天然能量开发，文昌组采用天然能量和人工注水结合的开发方式。基于文昌组油藏的静态地质资料、地震资料、动态生产资料，动静结合，从井间砂体连通性、井间动态连通性方面分析，综合形成了储层连通性认识。根据区域沉积相研究，文昌组主要发育厚层滩坝砂体；部分层段发育辫状河三角洲前缘分流河道砂，含油范围内以滩坝砂为主，根据 3 口井储层对比剖面，WC621、WC622、WC624、WC626、WC628 储层厚度较为稳定，横向连续性较好，储层具有连通性，HZ25-4-3 井 WC626 井段发育干层；地震反演剖面上文昌组砂体横向分布较为稳定，连续性较好；生产动态方面，HZ25-4-9S1 井生产 7 年井底压力相对稳定，数值模拟压力拟合表明存在一定的水体规模，且能够为油井提供一定的能量补充，表明储层具有较好的连通性。整体注采井网中注水井与生产井之间的砂体整体连通，不存在“只注不采”的现象。

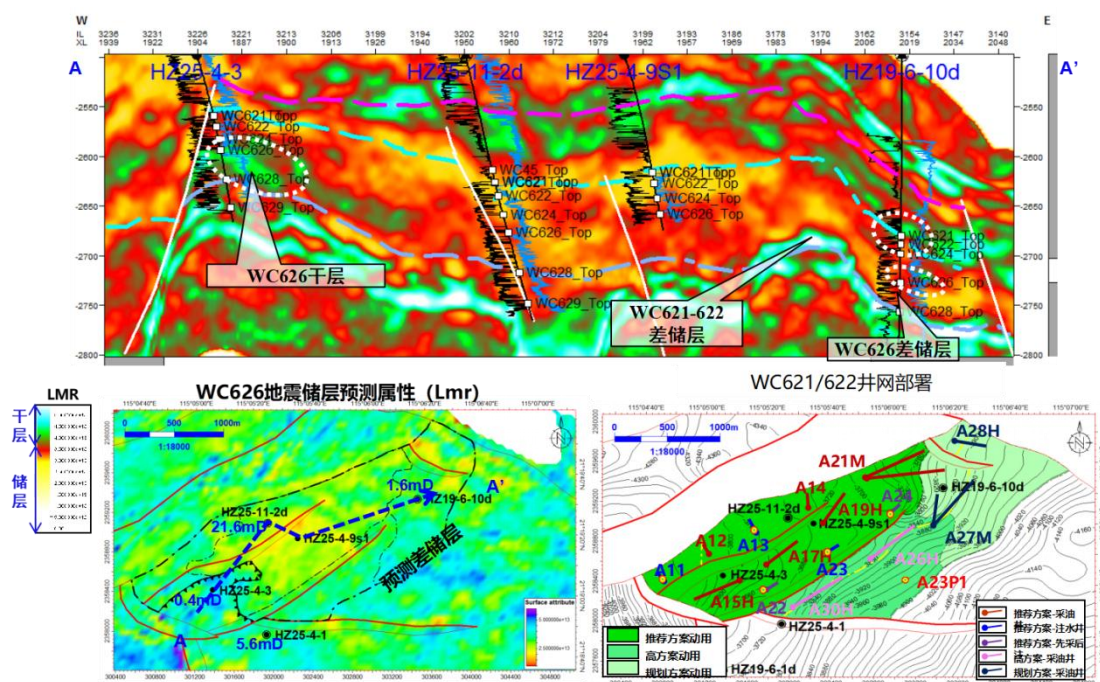


图 8.6-10 惠州 25-4 油田文昌组 LMR 属性图与井网设计

8.6.5.2 注水井与采油井的注采对应关系

注水井 HZ25-4-A11 的拟受效井为 HZ25-4-A12; 注水井 HZ25-4-A13 的拟受效井为 HZ25-4-A12/A14 ; 注水井 HZ25-4-A23 的拟受效井为 HZ25-4-A17H/A18H/A19H ; HZ25-4-A22 转注后的拟受效井为 HZ25-4-A15H/A16H/A17H/A18H ; HZ25-4-A24 转注后的拟受效井为 A18M/A19H/A20M/A21M/A25M。

表 8.6-4 注采对应关系表

注水井井名	拟受效井名
HZ25-4-A11	HZ25-4-A12
HZ25-4-A13	HZ25-4-A12/A14
HZ25-4-A23	HZ25-4-A17H/A18H/A19H
HZ25-4-A22 转注后	HZ25-4-A15H/A16H/A17H/A18H
HZ25-4-A24 转注后	HZ25-4-A18M/A19H/A20M/A21M/A25M

8.6.5.3 注采井网

本项目注水井在目的层与断层的最近距离均不小于 100m, 处于安全的距离范围内, 见表 8.6-5。本工程方案中注采井距在 250m~400m 范围内, 注采连通关系较好。

表 8.6-5 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区注水井 (目的层) 距断层距离统计表

注水井井名	与相邻最近断层距离 (m)
HZ25-4-A11	100/F5
HZ25-4-A13	100/F5
HZ25-4-A22 (先采后注)	100/F6
HZ25-4-A23	100/F6
HZ25-4-A24 (先采后注)	110/F6

8.6.5.4 注水时机及注水方式

惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区文昌组目前油藏压力系数 0.96，为充分利用天然能量，优先实施油井，根据投产计划，油田计划 2030 年开始注水。此外，在油藏中部的注水井排中，A24 井位于油藏边部，可利用边水能量，考虑 A24 先采后转注；同时，为提高注水井间剩余油的驱替，考虑 A22 先采后转注。结合数模预测，A24 和 A22 井 2032 年转注（即生产 3 年左右转注）。

8.6.5.5 注入压力控制

综合分析认为，油田地层压力的保持水平应充分考虑既要保证油田的安全、环保生产，又要保持油井具有旺盛的生产能力，有利于放大压差生产和强化开采，惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区文昌组油藏将根据注水井的实际动态选择注水压力，注水过程中控制最大井底流压不超过地层破裂压力的 85%，同时加强随钻及生产过程中地层压力变化监测。

8.6.6 浅层气风险分析

8.6.6.1 已有井地质资料分析

惠州 25-4 油田已钻井录井气测 800~1000m 左右开始，未见明显的气层特征。已钻井测井从 700m~800m 左右开始，未见明显的气层特征。

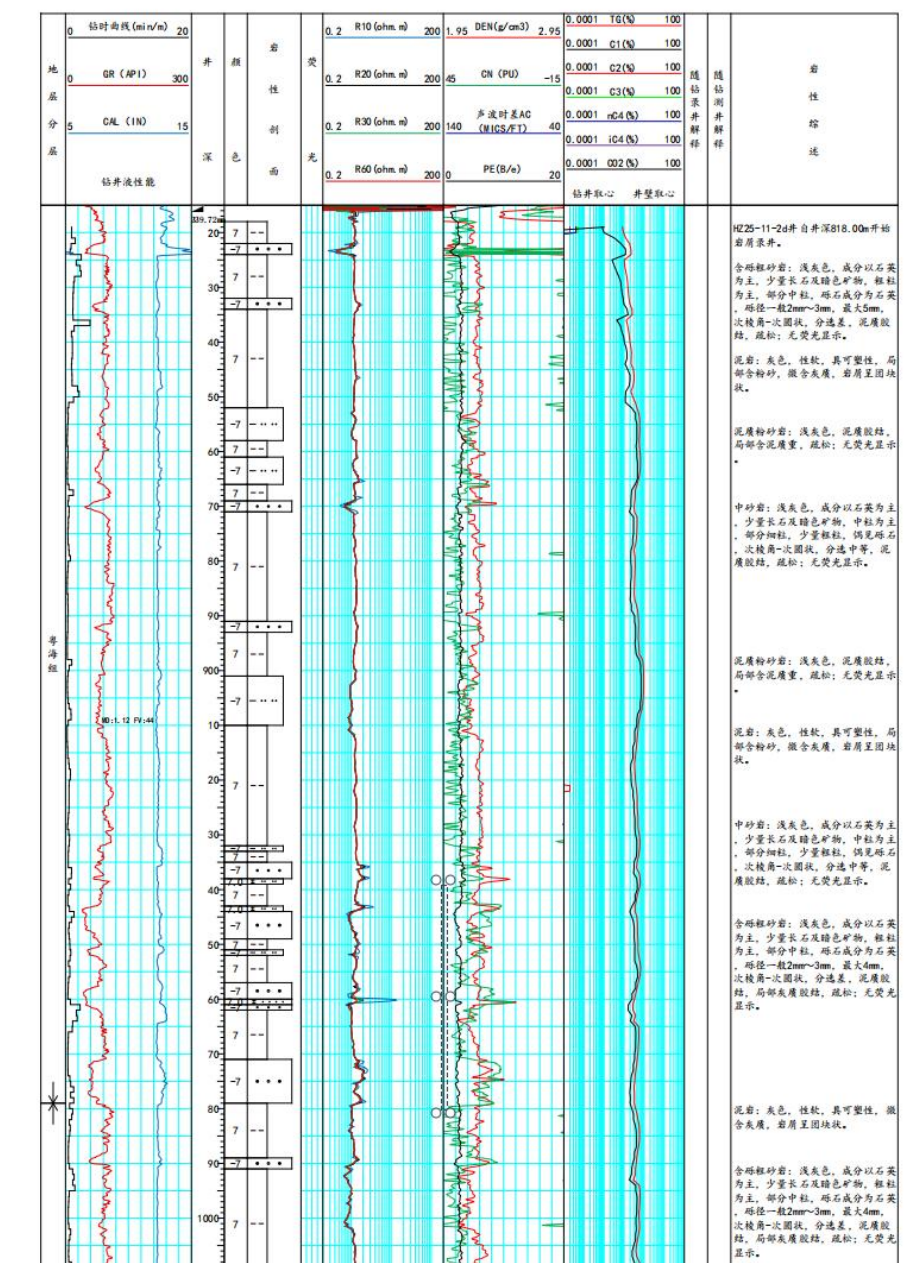


图 8.6- 11 HZ25-11-2d 井地质综合图

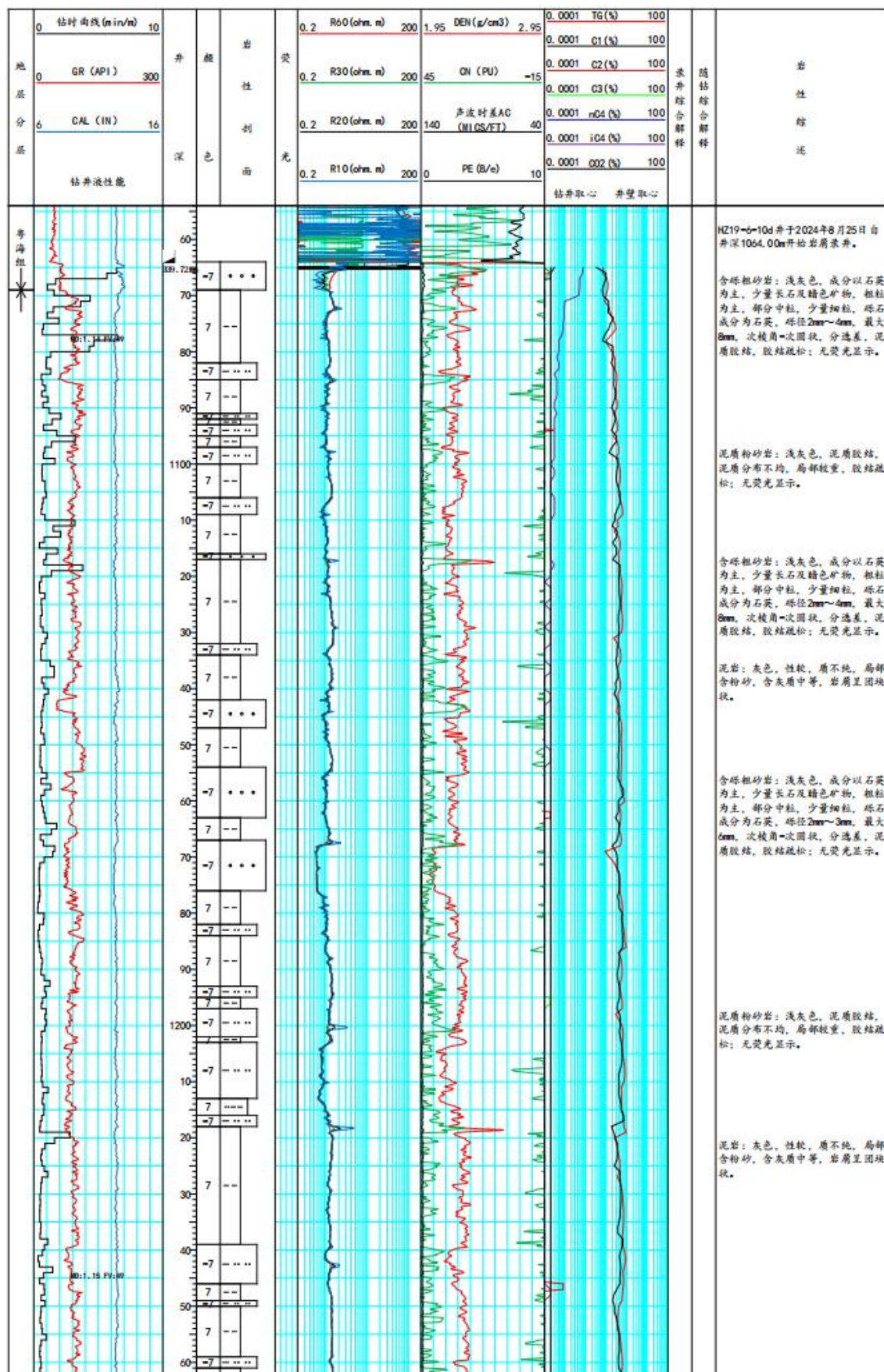


图 8.6-12 HZ19-6-10d 井地质综合图

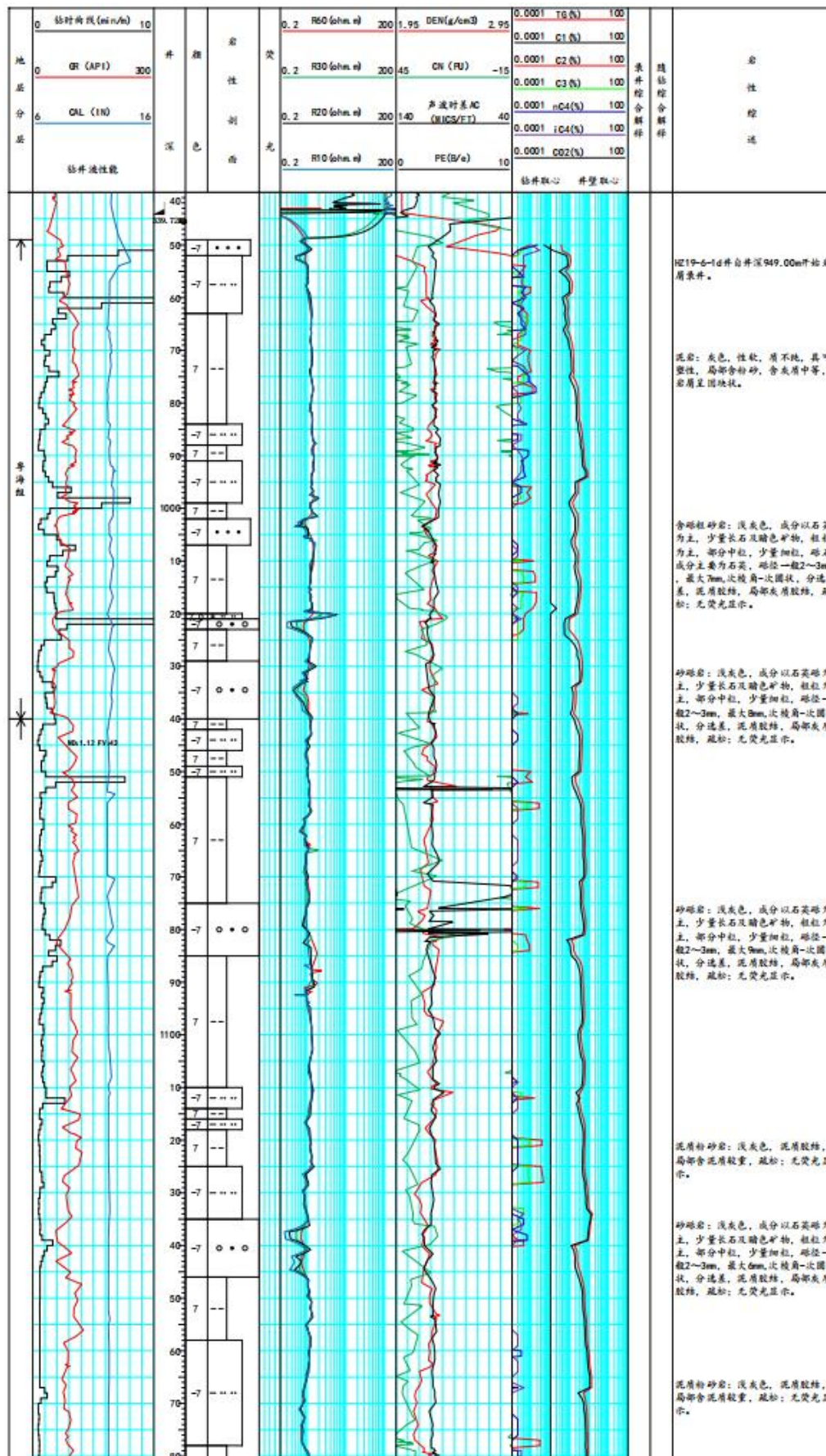


图 8.6-13 HZ19-6-1d 井地质综合图

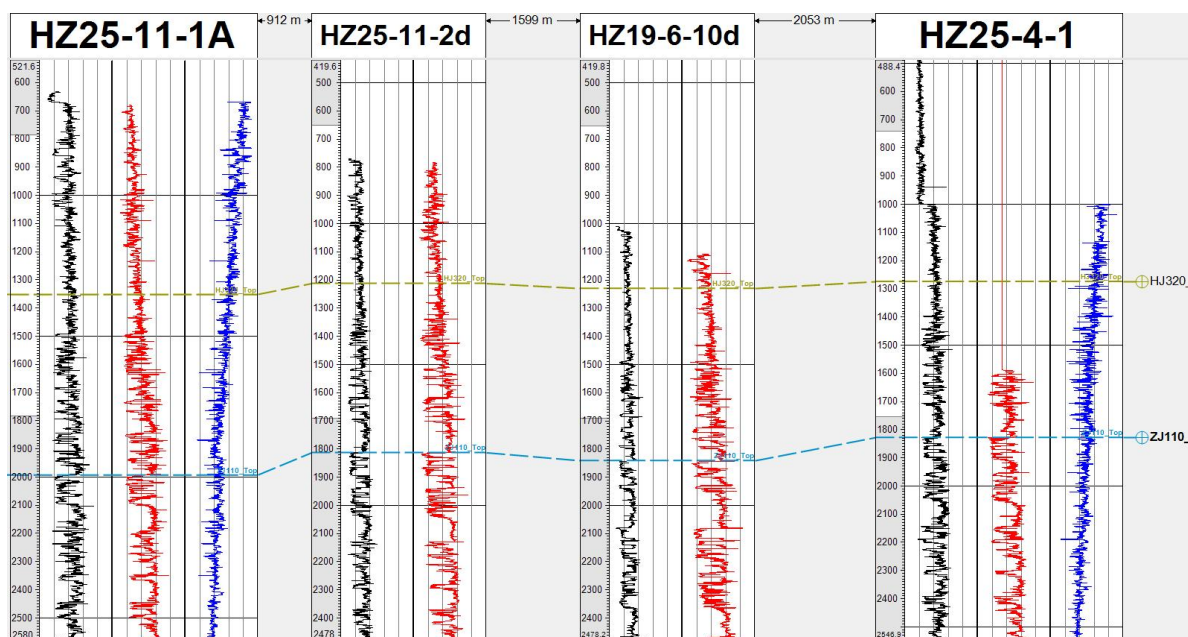


图 8.6-14 HZ25-11-1A_HZ25-11-2d_HZ19-6-10d_HZ25-4-1 井测井曲线图

8.6.6.2 研究区地震资料分析

惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区的连井地震剖面显示在目的层段之上不存在振幅异常区，振幅切片上未见明显振幅异常，浅层气存在概率低。

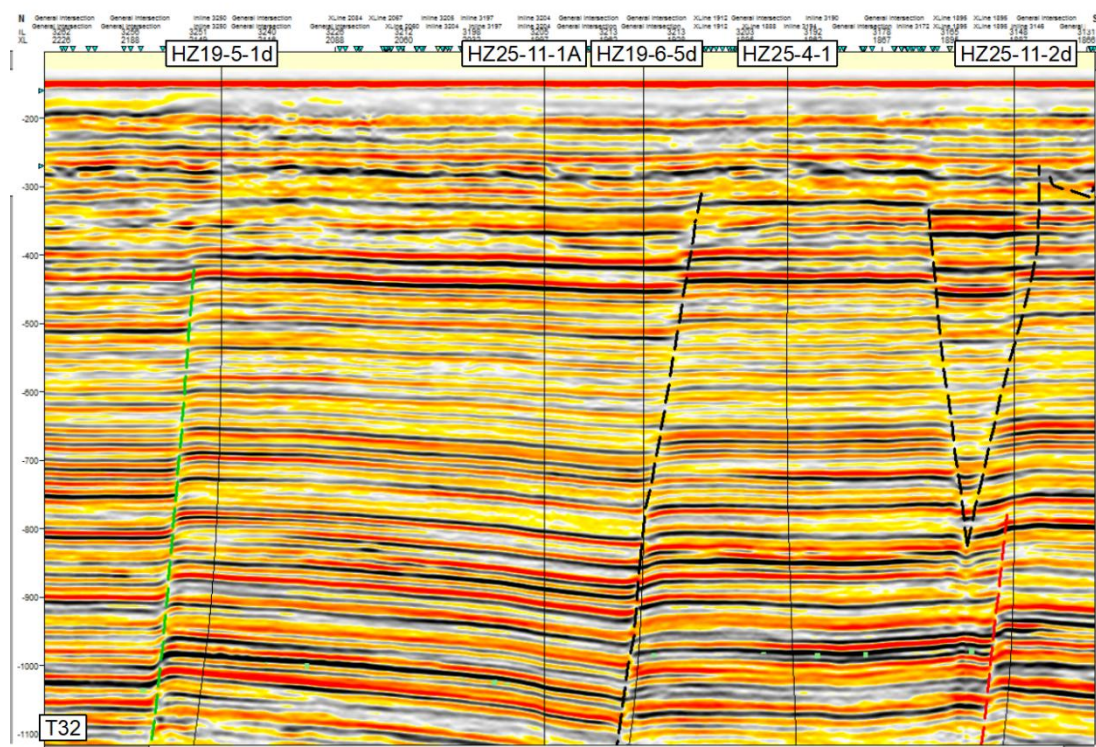


图 8.6-15 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区连井地震剖面

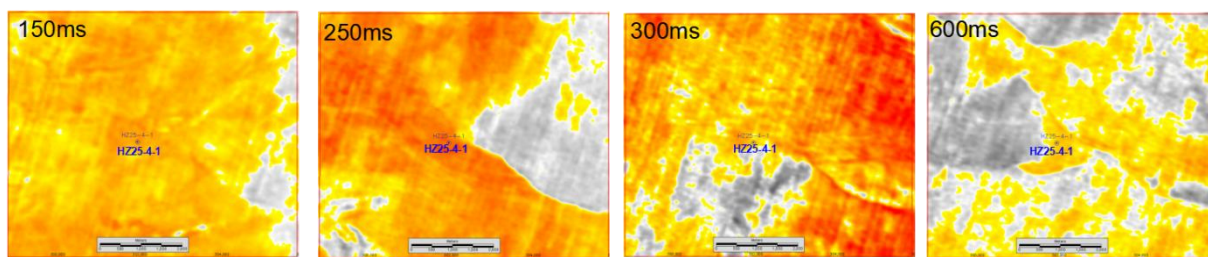


图 8.6-16 惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区浅层振幅切片

8.6.6.3 工程物探调查

根据现有的地层剖面资料分析，在调查区域的资料解释深度范围内（海底至海底以下约 500m），地层内未发现浅层气。

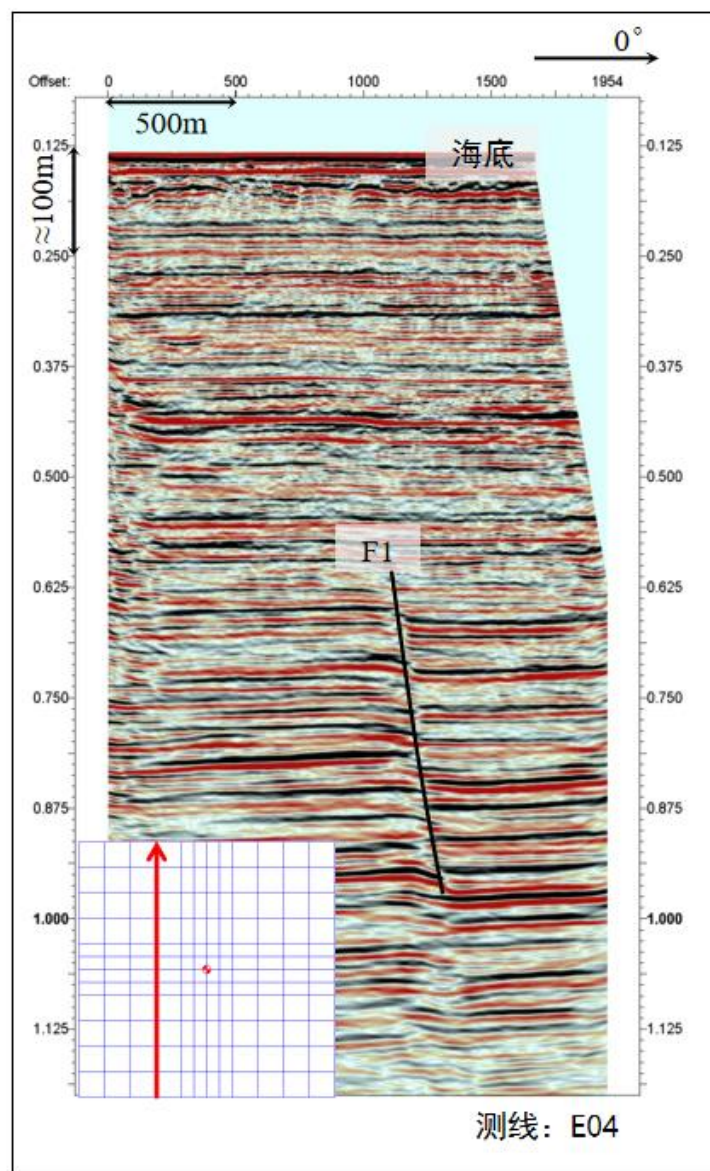


图 8.6-17 数字地震剖面记录（测线：E04）

8.6.7 地质性溢油事故防范措施

8.6.7.1 钻采方案中地质性溢油事故防范措施

(1) 油田区域内发育断层，但断层发育较小，定向井设计时已充分考虑与周边断层的关系，尽量避免穿越断层。根据地质研究结果优化钻井轨迹设计，事先识别并避开延伸到海底或接近海底的地质断层。

(2) 部分井井身轨迹复杂，在套管程序设计中依据地层孔隙压力、破裂压力预测专题研究成果，以压井过程中套管鞋处的最大压力始终小于套管鞋处地层破裂压力为条件优化设计表层套管下入深度以满足下部井段钻进的井控要求；根据钻完井过程中可能存在的溢油风险，预防措施如下：

- 定向井设计时，充分考虑与周边断层的关系，优化井身轨迹，尽量避免穿越断层。

- 在油田开发各个阶段钻井时，每口井实钻前需依据油藏提供该井可能钻遇的最大地层压力和深度，进行单井井控分析，校核井身结构及套管程序，根据油藏压力预测变化情况变更井身结构或者钻井液密度。

- 各层套管封固时，水泥浆要封固该井段钻遇的断层。

- 在钻完井作业过程中备足钻井液材料，以备及时、妥善的处理可能遇到的溢流和井涌。

- 事先识别压力异常地层，合理设计套管程序，制定有针对性的井控预案并加强随钻监测。

- 对于碰撞风险点，加强钻进过程的跟踪与监测，根据碰撞风险征兆判断是否具有碰撞风险；利用防碰模拟软件，对轨迹进行跟踪分析；加强现场测量，提高轨迹精度。

8.6.7.2 注水溢油风险预防措施

(1) 严格按设计注入压力和注入量进行注水作业，加强注水压力和注水量的监测；优化注入水量和采出液量，实现注采平衡，从而保持地层压力稳定；注水井进行精细注水管理措施。

(2) 后期开发井作业时，应根据当时具体情况按规定提前关闭或限注周围前期已经投产并有可能对后期钻井有影响的注水井。

(3) 定期监测注水层位压力及吸水剖面。

(4) 注入水与地层岩石及流体做配伍性实验以防止黏土膨胀及结垢。

(5) 对注水水质加强监测，使保证注水水质达到回注注水水质标准后回注。

(6) 制定注水系统日常作业和监控程序，设置注水压力和流量实时监测，一旦发现注水压力和流量异常，立即停止注水，待查明原因并采取相应措施后再恢复注水作业。

8.6.7.3 应急措施

一旦发生地质性溢油后，应采取以下应急措施：

(1) 关停注入井

先关停溢油源附近的注入井，然后由近及远地分批关闭其它注入井或减少其注入量。

(2) 分析溢油原因

根据溢油源周边井网、注入井情况，分析引起溢油可能的层位、注入井、溢油通道等，为制定溢油处理措施提供依据。

(3) 研究制定溢油处理对策

根据溢油原因分析，研究制定有效的溢油处理对策，如加大油井排液泄压、封堵断层等措施。

(4) 加强后勤资源保障

根据溢油对策和控制措施，加强在溢油处置过程中的后勤资源保障，如加大海上监测和水下持续监测保障，溢油物资调配及技术支持等。

8.6.8 浅层气钻完井应对措施

从设计到施工的全过程浅层气风险控制措施，具体如下：

8.6.8.1 钻井方案设计

(1) 根据实钻情况调整表层套管下深，钻遇浅层气则表层套管下浅，不钻遇则表层套管下深；根据钻进情况，合理控制泥浆密度，从而确定出适合于区块的泥浆密度；

(2) 固井设计方面，采用单级固井设计，表层套管全封固，技术套管封固至表层套管鞋以上，全井段测固井质量。

8.6.8.2 钻井技术措施

(1) 根据实钻情况调整优化钻井液性能及泵排量等，如密度、粘度、切力

等；

(2) 钻井过程中要密切观察钻井液池体积的变化情况，储备足够的堵漏材料及加重材料，接单根及下钻到底开泵要平缓，防止憋漏地层；

(3) 合理规定起下钻和下套管速度，避免抽吸和压力激动导致井喷或井漏；

(4) 及时进行短起下作业及循环清洁井壁，清除井壁上的沉砂，减小或避免井壁一次性形成的虚泥饼厚度，防止“拔活塞”现象的发生；

(5) 控制钻井液固相含量，降低泥浆失水，增加泥浆的封堵能力，减小井壁泥饼厚度；

(6) 在起下钻过程中专人观察井眼液面变化情况，计量钻井液的灌入量和返出量，发现有轻微“拔活塞”现象，应立即接顶驱循环；

(7) 起钻后及空井期间要注意观察井眼液面的变化情况，防止钻井液在表层渗滤速度过快，井眼液面快速下降，会导致液柱压力降低，应及时灌满钻井液。

8.6.8.3 钻遇浅层气的应急措施

(1) 采用闭路循环，井口安装分流器；

(2) 钻遇浅层气，停止钻进上提钻具离开井底；

(3) 循环观察，保持最大泵排量；

(4) 关掉平台上所有不必要设施，以减少潜在的火源，并保证井口附近的消防设施处于立即可用状态；

(5) 循环的同时，做好撤离所有不必要人员准备；

(6) 如果井口气涌量得以控制并在减小，继续循环观察确认无浅层气溢流，钻进 3 米新地层循环，无浅层气溢流，方可恢复正常作业；

(7) 如果井口气涌量在增加，撤离所有不必要人员，向基地汇报，继续循环观察；

如果气涌量增加很快以致气流极大，拉响弃船警报，撤离所有平台人员。

8.6.9 结论

惠州 25-4 油田/惠州 19-6 惠州 5d 井区 30 口开发井中，HZ19-6-A1、HZ19-6-A2、HZ19-6-A3、HZ19-6-A4H、HZ19-6-A5H 钻遇断层。由于断层均未断至海底，且上部有稳定泥岩，泥岩涂抹和遮挡作用较强，可对油藏形成有效遮挡，溢油风险相对较低。油田开发方案对井身结构、井口装置、钻井工艺技术、井筒选材

满足设计规范要求，在日常生产开发过程中严格按照设计和操作规范实施，并在实际工作中密切加强监测，生产过程中地质性溢油风险是可控的。

综合分析本项目现有已钻井资料、地震资料和区域类比资料认为，研究区无明显存在浅层气异常区域。本项目浅层气风险是可控的。

8.7 溢油风险后果分析

海上一旦发生溢油事故，溢出油漂浮在海面，一方面在风和流作用下向一定方向运移，另一方面，油膜同时不断向四周扩展，使油膜面积增大。此外，油膜中的不同组分还将发生蒸发、乳化、溶解和被悬浮物吸附沉降及生物降解等复杂的物理、化学和生物过程。

本次溢油漂移数值预测主要考虑了原油在海面上的物理过程（平流、扩散过程）和蒸发、乳化过程，其它过程由于其参数化的复杂性未能计入。

8.7.1 油膜轨迹预测

在环境动力模型提供的环境动力参数的基础上，采用欧拉--拉格朗日追踪方法，进行油膜中心轨迹的预测。油膜中心漂移速度，取决于海面风速与表层流，是空间和时间的函数，其值用油膜中心点所在网格点上的速度内插而得。空间每个网格节点上的 x 、 y 方向上的速度在某时刻为：

$$\begin{cases} V_x = V_{rx} + \alpha V_{wind} \sin(180 + \theta_0 + \theta) \\ V_y = V_{ry} + \alpha V_{wind} \cos(180 + \theta_0 + \theta) \end{cases}$$

其中 V_{rx} 、 V_{ry} 为网格点上表层流速的 x 、 y 方向分量，皆由环境动力学模型求出； V_{wind} 网格点上的风速， α 为风因子，计算时取 0.03； θ_0 为风向， θ 为油粒子受风影响的漂移偏角， θ 的取值与风速的大小有关，公式为：

$$\theta = \begin{cases} 40 - 8\sqrt{V_{wind}} & 0 \leq V_{wind} \leq 25 \text{ m/s} \\ 0 & V_{wind} \geq 25 \text{ m/s} \end{cases}$$

油粒子漂移轨迹计算公式为：

$$\vec{S} = \vec{S}_0 + \int_t^{t+\Delta t} V_l(x(t), y(t), t) dt$$

其中： S_0 为初始时刻， S 为油膜中心点所在位置， $V_l(x(t), y(t), t)$ 为拉格朗日追踪速度

$$V_l = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

由于空间和时间不同，流况不同，有时风速、风向也不同，所以在不同地

点、不同时刻发生溢油后所追踪到的油膜中心运移轨迹就不同。

8.7.2 油膜扩展输移预测

剪流和湍流引起的扩散过程属于随机运动，可用随机走动法实现模拟。由于每个粒子的随机运动而导致整个粒子云团在水体中的扩散过程。对于水体表面随机扩散过程可用下式描述

$$ra' = R (6k\alpha\Delta t)^{1/2}$$

其中： ra' 为 $\alpha=(x,y,z)$ 方向上的湍动扩散距离； R 为 $[-1, 1]$ 间均匀分布随机数。 $k\alpha$ 为 α 方向上的湍流扩散系数， Δt 为时间步长。

溢油的漂移是平流过程、扩散过程、风共同作用的结果。

第 i 个粒子在 Δt 时段内的位移可表示为：

$$x_i = u_i\Delta t + r_x'$$

$$y_i = v_i\Delta t + r_y'$$

其中： r_x' 、 r_y' 为在 x 、 y 方向上的随机移动距离； u_i 、 v_i 为第 i 个粒子拉格朗日速度在 x 、 y 方向上的分量。

由于每个粒子代表一定的油量，根据标识粒子所在的位置和所代表的油量可计算溢油的扩展面积和油膜厚度。

8.7.3 油的挥发与乳化

溢油在其输移和扩展过程中，也同时经历着各种化学和生物过程，这些过程直接导致油膜的理化性质的变化，使得溢油在海上的量不断减少。

8.7.3.1 溢油的挥发

油膜挥发过程受油性质、风及油组分控制。采用 Stiver 和 Mackay 提出的一个暴露模式来计算油的挥发：

$$F_v = \ln(1 + \theta \cdot \frac{VP_a}{RT^2} \cdot BT_G \cdot \exp(B(1 - T_0/T)))T / BT_G$$

式中： B —系数，取 10.3； T_G —挥发曲线梯度；

T —油表面温度，通常与大气温度相近，根据不同月份取不同值；

T_0 —初始时油挥发温度； P_a —大气压； V —油分子体积；

R —大气常数； θ —挥发系数，取 $2.5 \times 10^{-3} U_w^{0.78}$ ； U_w —风速。

T_0 、 T_G 的数值常参考如下常数：

$$T_0 = 532.98 - 3.1295 \cdot API$$

$$T_G = 985.62 - 13.597 \cdot \text{API}$$

式中：API—15.5℃时原油密度与 4℃时水的密度的比值。

API 度与相对密度的相关关系式为：

$$\text{API 度}(15.5^\circ\text{C}) = (141.5/\text{相对密度}) - 131.5$$

API 度越大，相对密度越小，密度大小与石油的化学组成、所含杂质数量有关。

8.7.3.2 油膜的乳化

乳化过程受风速、波浪、油的厚度、环境温度、油风化程度等因素的影响，一般用含水率来表示乳化程度（Mackay, 1990）。

$$\frac{dYW_i}{dt} = R_1 - R_2$$

$$R_1 = \frac{K_1}{\eta_0} (1 + U_w)^2 (YW_{\text{sat}} - YW_i)$$

$$R_2 = \frac{K_2}{A_{\text{sph}} \cdot W_{\text{Ax}} \cdot \eta_i} \cdot YW_i$$

式中： YW_i —第 i 个油粒子含水率； U_w —风速；

W_{Ax} —油的含蜡量； A_{sph} —油的沥青质量含量%；

η_0 —油的无水动力粘性系数； YW_{sat} —稳定含水量；

K_1 、 K_2 —常数，分别为 5.0×10^{-7} 和 1.2×10^{-5} ；

η_i —乳化后油的运动粘性系数，其计算式如下：

$$\eta_i = \eta^{\text{oil}} \exp \frac{2.5 y w_i}{1 - 0.654 y w_i}$$

式中： η_i —乳化后油的运动粘性系数；

η^{oil} —乳化前油的运动粘性系数。

8.7.4 溢油量及溢出方式

根据 8.5.3.3 小节，本项目最具代表性的事故类型为海管泄漏事故。本项目将新建 1 条长约 15km 从 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台的 10 英寸海底混输管道，本次评价选取该管道近新建 HZ19-6 DPPA 平台侧发生全管径断裂作为风险事故预测情形。本项目的原油密度约为 0.832 t/m^3 ，按中质原油考虑。

本项目新建海管配套设置关断阀、压力变送器仪表阀门设备。当海底管

道发生泄漏事故时，在 30s 内将启动自动关断系统。发生泄漏后在管段两侧截断阀关闭的情况下，管段里的油品一般不会完全泄漏。

管道泄漏时，选取最不利情形即管道断裂进行评价。通常按美国矿业管理部管道油品泄漏量估算导则给出的估算模式计算原油的泄漏量，该模式由两部分组成，一部分是阀门关闭后至压力平衡前的泄漏量，另一部分是关闭阀门前的泄漏量，两项之和即为总泄漏量，计算式为：

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

式中： V_{rel} 为原油泄漏量，bbl（1bbl≈0.159 m³）；

V_{pipe} 为管段体积，ft³（1ft³≈0.0283168 m³）；

f_{rel} 为最大释放量分数，计算过程附后；

f_{GOR} 为输运条件降低因子，取 0.43；

$V_{pre-shut}$ 为自动关断系统启动前泄漏量，bbl。

8.7.4.1 自动关断系统启动前泄漏量

自动关断系统启动前泄漏量（ $V_{pre-shut}$ ）根据 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道液体泄漏速率与泄漏时间进行计算：

$$V_{pre-shut} = Q_L \cdot t$$

式中： Q_L —液体泄漏速率，m³/s；

t ——泄漏时间，s。

根据该海底混输管道典型年份（2031 年）水力、热力计算结果，其最大输液量约为 3800m³/d（约为 0.044m³/s），该海管配有自动关断系统，当海底管道发生泄漏事故时，在 30s 内即可启动，因此泄漏时间 t 取 30s。根据上式，该管道发生全管径断裂情况下，在自动关断系统启动前的泄漏量约为 1.3m³。

8.7.4.2 自动关断系统启动后溢油量

自动关断系统启动后，管道内压力逐渐下降，当管道内压力下降至与管道外环境压力相同时，管道内流体将不再溢出管道。根据美国矿业管理部管道油品泄漏量估算导则，管道内流体最大释放量分数（ f_{rel} ）通常以溢油点管道压力与外部环境压力的相对压力比（ P_{rel} ）进行估算，详见表 8.7-1。

表 8.7-1 最大释放量分数（ f_{rel} ）与相对压力比（ P_{rel} ）关系表

P_{rel}	f_{rel}
1	0.0
1.1~1.2	0.08
1.2~1.5	0.17
1.5~2	0.30
2~3	0.40
3~4	0.47
4~5	0.50
5~10	0.55
10~20	0.64
20~30	0.71
30~50	0.74
50~200	0.76
>200	0.77

针对溢油点管道压力与外部环境压力的相对压力比（ P_{rel} ），其计算公式为：

$$P_{rel} = P_{pipe} / P_{surr}$$

式中：

P_{pipe} ——管道内的实际压力，kPaA；

P_{surr} ——环境压力，kPaA。

该管道所处海域平均水深约为 102m，则其环境压力约为 1058kPaA；该管道内压力取设计压力 7920kPaA，则 P_{rel} 约为 7.5。根据上表，该管道内流体最大释放量分数（ f_{rel} ）应为 0.55。则该管道自动关断系统启动后泄漏量应为 $0.1781 \cdot V_{pipe} \cdot f_{rel} \cdot f_{GOR}$ ，经计算得 179.75m³。

8.7.4.3 管道泄漏量合计

$$V_{rel} = 0.1781 \cdot V_{pipe} \cdot f_{rel} \cdot f_{GOR} + V_{pre-shut} \approx 181m^3$$

泄漏的流体中含油量为 80%（v%），则管道溢油量为 $181m^3 \times 80\% = 145m^3$ ，取 150m³。本项目原油密度约为 0.832t/m³，含蜡量约为 28.59%，沥青质约为 0.69%，考虑为中质原油。综合考虑溢油关断、封堵，最终确定管道内溢出液量为 150m³（125t），油膜漂移预测时间为溢油后的 72h。

8.7.5 风场

根据本项目溢油模拟预测点环境概况风场资料及敏感目标分布情况，选择其所在海域主导风向和不利风向进行溢油模拟预测，模拟预测时长为 72h。根据该海区已有多个项目溢油模拟结果，选择最不利条件大潮期涨潮时刻作为溢油

开始时刻。风场资料如表 8.7-2 所示。

表 8.7-2 项目附近风场资料

方向	N	NE (主导 风向)	E (不利 风向)	SE (不利 风向)	S (不利风 向)	SW	W	NW
平均风速(m/s)	5.70	8.83	6.15	4.78	4.95	5.95	5.02	3.98
最大风速(m/s)	15.58	18.52	29.09	28.62	29.66	24.52	25.31	22.75

8.7.6 预测结果

8.7.6.1 油膜漂移轨迹

图 8.7-1 为 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道近新建 HZ19-6 DPPA 平台侧发生溢油后，主导风向和不利风向平均风情况下溢油油膜漂移轨迹图；图 8.7-2 为 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道近新建 HZ19-6 DPPA 平台侧发生溢油后，主导风向和不利风向极值风情况下溢油油膜漂移轨迹图。

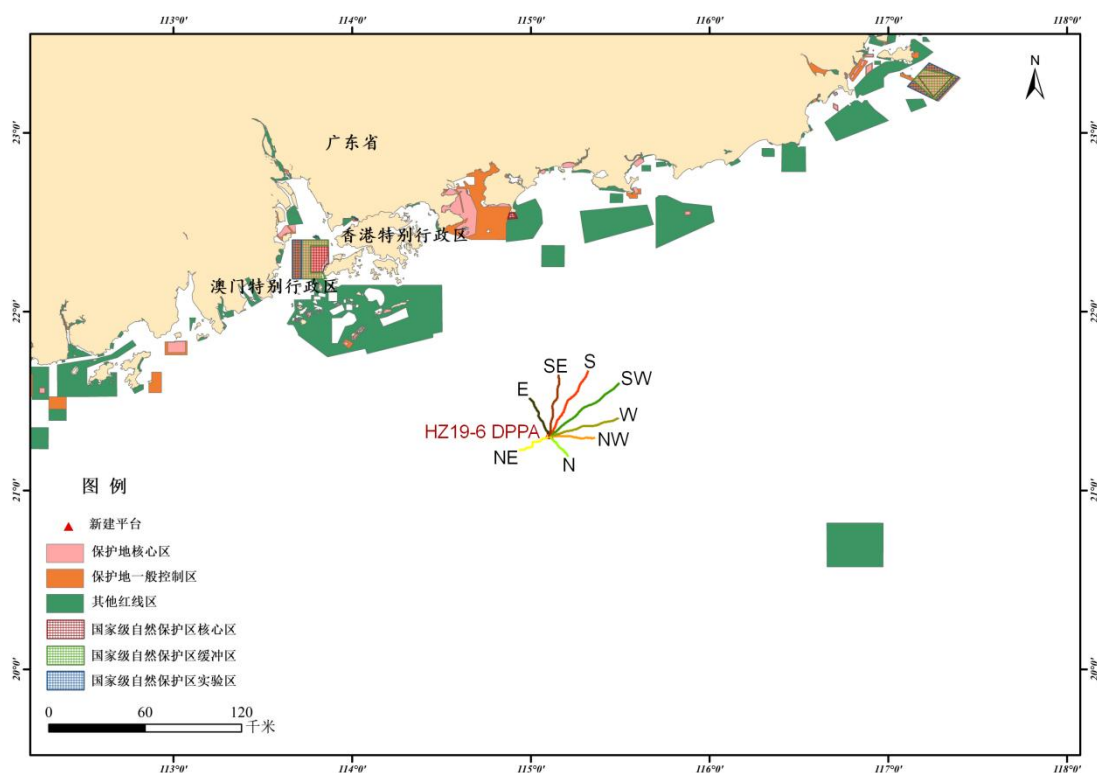


图 8.7-1 平均风速情况下油膜轨迹

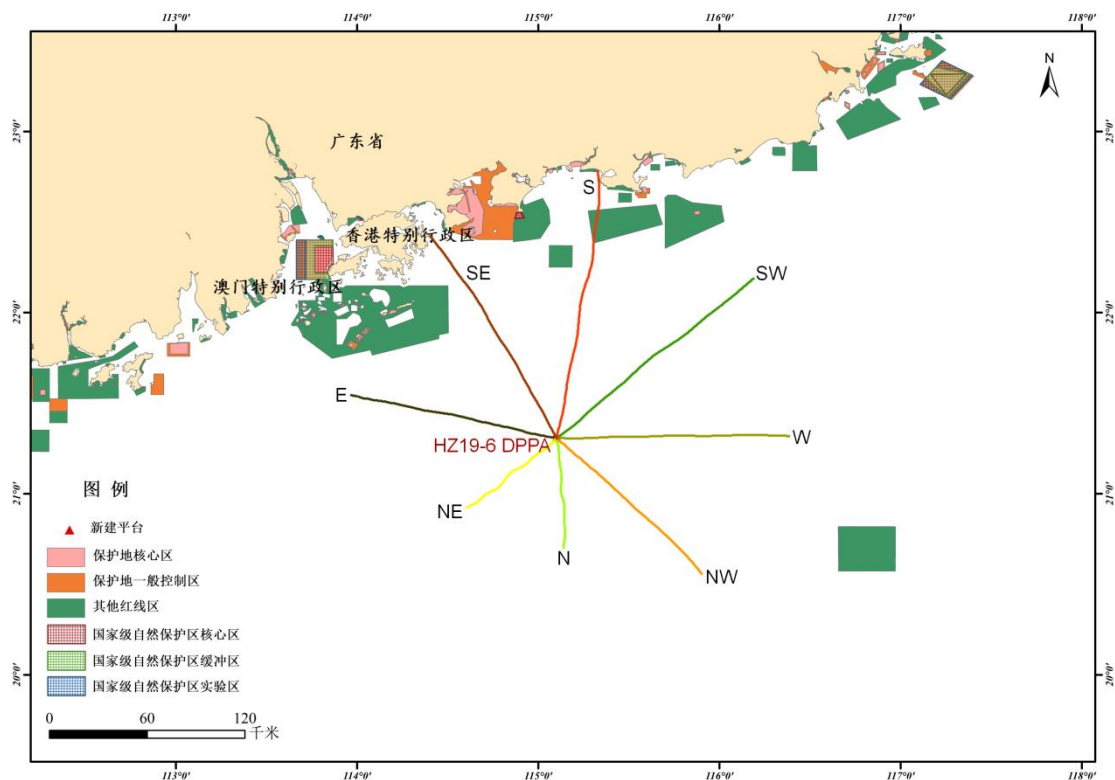


图 8.7-2 极值风速情况下油膜轨迹

8.7.6.2 油膜抵岸时间及漂移平均速率

表 8.7-3 和表 8.7-4 分别给出了不同风向平均风速和极值风速作用下，溢油开始 48h 内油膜漂移距离、漂移的平均速度、扫海的面积等，其中 2.9h 为最近溢油应急设备到达溢油现场的时间点。

表 8.7-3 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 ²)	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 8.7-4 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 ²)	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
	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

8.7.6.3 溢油对环境敏感目标的影响

除了溢油抵岸对陆域和沿岸海域造成重大影响外，在溢油漂移和扩散的过程中还会对工程海域附近的若干环境敏感目标造成影响。本项目附近海域主要环境敏感目标为海洋保护区、海洋生态红线区和鱼类产卵场等。当在 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道近新建 HZ19-6 DPPA 平台侧发生溢油后，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其他红线区。本次模拟选取了项目附近海域主要敏感目标，选取能够抵达这些敏感目标的最不利风向，计算了溢油抵达这些敏感目标的最短时间，详见表 8.7-5。

表 8.7-5 溢油抵达各环境敏感目标的时间

环境敏感目标类型	环境敏感目标名称	距 HZ19-6 DPPA 最短距离 (km) 及方位	风向/风速(m/s)	油膜到达的最短时间(h)
海洋生态保护红线	其他红线区	79.5/NW	SE/28.62	26.5
产卵场	短尾大眼鲷南海北部产卵场	位于	—	—
	金线鱼南海北部产卵场	位于	—	—
	黄鲷南海北部产卵场	位于	—	—

环境敏感目标类型	环境敏感目标名称	距 HZ19-6 DPPA 最短距离 (km) 及方位	风向/风速(m/s)	油膜到达的最短时间(h)
	蓝圆鲹粤东外海区产卵场	位于	—	—
	鲐鱼珠江口近海区产卵场	0.7/W	E/29.09	0.2
	鲐鱼粤东外海区产卵场	7.5/E	W/25.31	2.5
	长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场	13.2/W	E/29.09	4.7
	深水金线鱼产卵场	13.3/E	W/25.31	4.4
	绯鲤类珠江口近海产卵场	24.5/NW	SE/28.62	8.2
	绯鲤类珠江口粤西外海产卵场	56.4/SW	NE/18.52	37.6

8.8 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。

8.8.1 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预案，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。

8.8.2 环境风险防范措施

针对本项目可能发生油气泄漏事故，并对附近海域生态红线区、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。

8.8.2.1 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。

8.8.2.2 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；
- 整个钻井过程中实时监测井下储层特性和压力的变化；
- 设置 FM-200 灭火系统；关键场所设手提灭火器；
- 制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施；
- 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泵停输，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，在设计中已针对平台各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、防爆设备，并采取了有效的隔离措施来降低危险程度。

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. 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，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性。

按照《海上固定平台安全规则》的要求，在平台上设置助航标识灯、障碍灯、雾灯、平台标志牌等。

f. 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。

8.8.3 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。

8.8.3.1 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和西江油田群的开发活动编制了《惠州油田溢油应急计划》（2024 年版）、《西江油田作业区溢油应急计划》（2024 年版）并在主管部门登记备案（见附件 5 和附件 6）。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，并将修改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 8.8-1。

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。

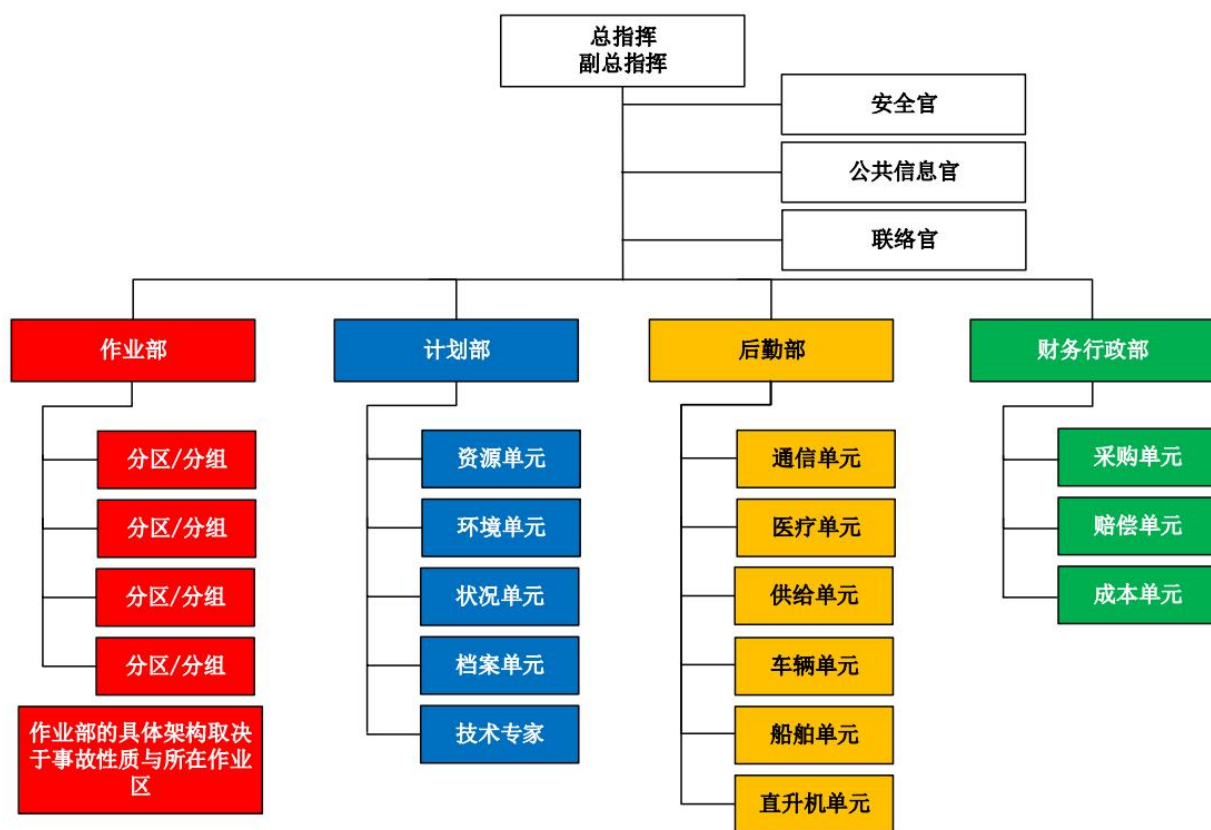


图 8.8-1 深圳分公司溢油应急事故管理团队组织架构图

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。

8.8.3.2 配置溢油应急资源

当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中的设备动员流程图，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详见图 8.8-2。

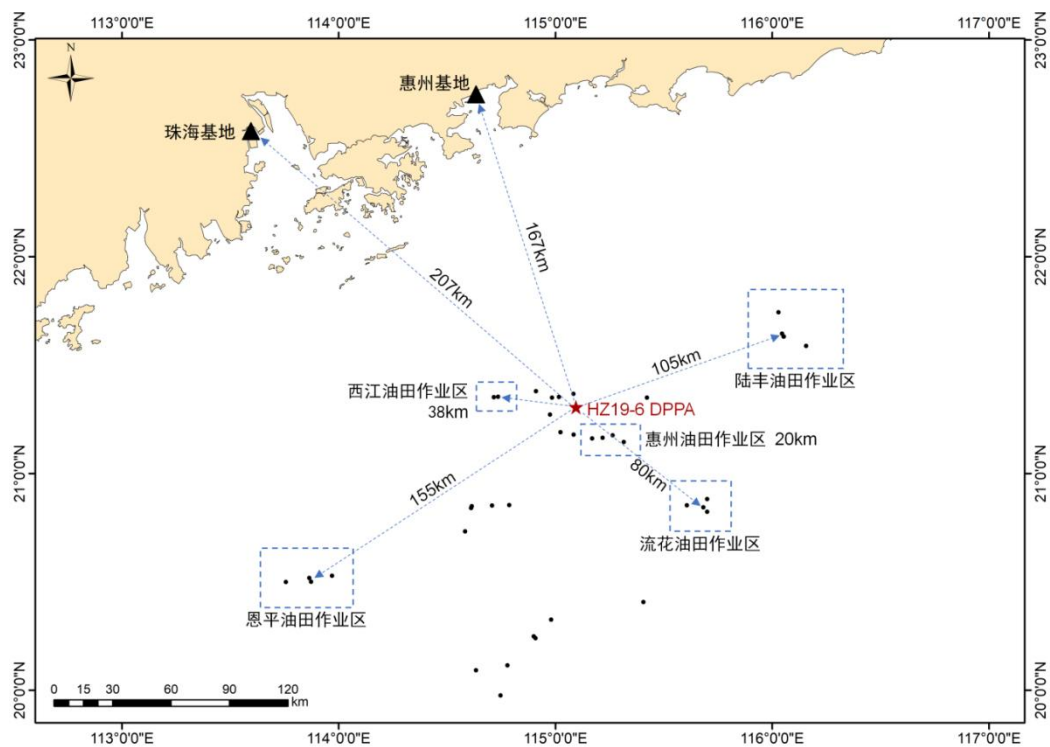


图 8.8-2 本项目附近溢油应急资源示意图

a. 本项目溢油应急资源配备

本项目计划在新建 HZ19-6 DPPA 平台上配备溢油应急物资，包括 400m 围油栏、吸油毡、铁锹、桶等，详见表 8.8-1。

表 8.8-1 本项目新建平台配备应急物资一览表

平台名称	名称	规格/单位	数量
新建 HZ19-6 DPPA	围油栏	m	400
	吸油毡	kg	200
	铁锹、桶	/	若干

b. 本项目溢油应急资源配备

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。本项目可依托惠州、西江油田作业区现有的溢油应急设备，惠州、西江油田作业区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 8.8-2 和表 8.8-3。

表 8.8-2 惠州油田作业区溢油应急资源

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
吸油毡	100片/包，43.2cmX48.3cm	包	15	惠州库房
溢油消散剂	(富肯-2号\200L/桶)	桶	20 (3.4吨)	
可压缩吸油拖栏	WYS-T200	米	400	
溢油消散剂	(富肯-2号\200L/桶)	桶	29 (4.93吨)	(HG601, TETA07 船各7桶, 其他守护船各15桶)
吸油毡	100片/包，43.2cmX48.3cm	包	4	惠州26-1平台
吸附条	吸附条3.3米	条	8	
吸附条	吸附条1.5米	条	20	
收集桶	55加仑(敞口)	个	1	
防护服	杜邦	套	9	
吸油枕	45CM×30CM	个	24	
防护面罩	过滤式呼吸保护器(含滤盒)	个	3	
护目镜	UVEX	副	8	
吸油毡	43.2cmX48.3cm	张	400	惠州21-1平台
收集桶	杰苏瑞283L	个	2	
吸附条	7.6cmX120cm, 30条	条	38	

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
	7.6cmX305cm, 8条			惠州32-3平台
橡胶手套	Ansell防化橡胶手套	双	10	
护目镜	UVEX	个	7	
吸油毡	100片/包, 43.2cmX48.3cm	包	4	
橡胶手套	Ansell防化橡胶手套	双	10	惠州32-3平台
护目镜	UVEX	副	10	
防化服	/	套	10	
吸油毡	100片/包, 43.2cmX48.3cm	包	4	
防护服	一次性防护服	件	10	惠州32-2平台
防护面罩	过滤式呼吸保护器 (含滤盒)	套	10	
橡胶手套	Ansell防化橡胶手套	双	10	
防护眼罩	UVEX防护眼罩	件	10	
可压缩吸油拖栏	WYS-T200	米	600	
充气式橡胶围油栏	WQJ-20001卷 (含拖头1个)	米	200	
吸油毡	RUG\17"×19" (200片/包)	片	200	惠州19-3平台
甲板刮油器	600mm×1200mm/铝合金	把	8	
收集桶	55加仑 (200L的塑料桶)	个	2	
防护服	一次性防护服	套	10	
防护面罩	过滤式呼吸保护器 (含滤盒)	套	10	
吸油毡 (围油绳)	3英寸×10英尺	条	4	惠州19-2平台
吸油毡	100片/包, 43.2cmX48.3cm	包	4	
吸油毡 (吸油枕)	54cmX42cmX8cm	个	8	
防护服	一次性防护服	套	22	
防护面罩	过滤式呼吸保护器 (含滤盒)	套	17	
橡胶手套	Ansell防化橡胶手套	双	18	
溢油消散剂	富肯-2号\200L/桶	桶	1	惠州32-5平台
吸油毡	吸油毡 (100片/包, 43.2cmX48.3cm)	包	4	
防化服	一次性防护服	副	12	
护目镜	UVEX	副	12	
吸油毡	吸油毡XY-350,(43.2cmX48.3cm)	包	4	惠州25-3平台
防护服	一次性防护服	套	5	
防护面罩	过滤式呼吸保护器 (含滤盒)	套	5	
护目镜	UVEX	套	5	
充气式橡胶围油栏	WQJ-2000 1卷 (含拖头2个, 插销1根)	米	200	
围油栏动	45KW含管线2套	套	1	

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
力站				
围油栏配件	充吸气机1套、缆绳1套、拖头绳3套、浮球2个、铁链8条、紧张器8个、保险绳2根、工具箱1套	套	1	
消油剂喷洒设备	PSB100含工具箱1套	套	1	
刷式收油机	ZS-30	套	1	
刷式收油机动力站	/	套	1	
刷式收油机动力站液压管线	/	套	2	
溢油消散剂	(富肯-2号\200L/桶)	桶	1	
充气式围油栏	WQJ-2000	米	600	南海奋进FPSO
围油栏动力站	45KW (防爆)	套	2	
充吸气机	2000型适用	台	2	
撇油器(30方/小时)	ZSPS30	套	1	
收油机动力站	ZSPS30-02C	套	1	
10方浮式储油囊	FN10	个	2	
消油剂喷洒装置	PS40	套	1	
高压清洗机	THERM875-1	台	1	
吸油毛毡	/	吨	1	
消油剂	(富肯-2号\200L/桶)	桶	12	
消油剂	(富肯-2号\200L/桶)	桶	5	惠州26-6平台
消油剂喷洒装置	PSB100	套	1	
吸油毡	PP-2,100片/箱	箱	5	

表 8.8-3 西江油田作业区溢油应急资源

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
消油剂	富肯-2# 1000kg	桶	6	HZ25-8 DPP平台
吸油毡	480mm×380mm×2mm\本色/潔来利	片	400	

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
吸油毡	480mm×380mm×2mm\本色/洁来利	片	400	XJ24-3 DPPB平台
消油剂	富肯-2#200L/桶	桶	5	
吸油毡	480mm×380mm×2mm\本色/洁来利	片	355	XJ24-3 FDD平台
吸油毡	480mm×380mm×2mm\本色/洁来利	片	900	XJ30-2 FDD平台
脚轮式泄漏应急处理桶	1399-YE 95加仑	桶	8	XJ23-1 DPP平台
木糠	细木糠	包	5	
刮油板	610mm×1200mm 铝合金	个	5	
吸油毡	480mm×380mm×2mm\本色/洁来利	片	1000	
充气式围油栏	青岛光明/ WQJ2000	米	400	海洋石油115FPSO
围油栏动力站	PK1650C	台	1	
充吸气机	FGC	台	1	
侧挂式收油机	劳模/ LCS-4C/收油能力：64m ³ /h	套	1	
刷式撇油器	劳模/ MINIMAX60/收油能力：60m ³ /h	套	1	
喷洒装置	青岛光明/ PSB100/喷洒速度：100升/分钟	套	1	
消油剂	富肯-2#200L/桶	桶	10	
浮式储油囊	青岛光明/ FN10/存储10m ³	套	2	
吸油毡	480mm×380mm×2mm\本色/洁来利	片	500	
收油网	青岛华海/ SW-WQJ2000	套	1	
高温高压清洗机	青岛华海/ HDS1000DE	套	2	XJ30-2 DPPB平台
压缩式吸油拖栏	广州市泰洋环保设备制造有限公司/220型	米	402	
消油剂	广州市泰洋环保设备制造有限公司\200L\桶	桶	10	
吸油毡	10KG/箱	箱	20	
溢油分散剂喷洒装置	广州市泰洋环保设备制造有限公司/ZP-100	套	1	

c. 深圳分公司配备溢油应急资源

(1) 其他作业区应急资源

除惠州、西江油田作业区外，深圳分公司可利用的作业区的应急力量主要包括陆丰油田、流花油田、恩平油田等作业区的溢油应急设施。具体配置情况

见表 8.8-4~表 8.8-6。

表 8.8-4 陆丰油田作业区溢油应急资源

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
捞油网	N/A	张	5	陆丰 13-1DPP 平台
吸油毡	捷苏瑞BH-OP101	箱	3	
消油剂	富肯2号	桶	5(0.85吨)	
消油剂	富肯2号	桶	3(0.51吨)	陆丰 13-2DPP 平台
吸油毡	捷苏瑞BH-OP101	箱	5	
消油剂	富肯2号	桶	2(0.34吨)	陆丰 13-2WHP 平台
充气式橡胶围油栏	WQJ2000	米	200	陆丰 7-2DPP 平台
撇油器	ZSPS30转刷转盘收油机	套	1	
围油栏拖	WQJ2000-01	套	2	
吸油毛毡	PP-2	千克	200	
液压充吸气机	FJY充吸器机	套	1	
消油剂	富肯2号	桶	27(4.5吨)	
充气式橡胶围油栏	WQJ2000	米	400	
空气泵	XPX8/SSSSS/TNU/TF/TF/0014/ WILDEN	套	2	“海洋石油121” FSO
捞油网	N/A	张	5	
围油栏动力站	DL-50	套	1	
吸油毡	捷苏瑞BH-OP101	箱	2	
消油剂	富肯2号	桶	5(0.85吨)	
消油剂喷洒设备	PS-140	套	1	
吸油毡	PP-2	箱	5	陆丰 14-4DPP 平台
消油剂	富肯2号	桶	5(0.85吨)	
消油剂喷洒设备	PSB-100	套	1	
充气式橡胶围油栏	WQJ2000	米	400	陆丰 15-1DPP 平台
围油栏动力站	KC41022QFB(B),45KW(防爆)	套	2	
收油机	刷式ZS-30m³/h	套	1	
收油机动力站	刷式ZS-30动力站(防爆)	套	1	
消油剂喷洒设备	PSB100	套	1	
浮式储油囊	FN-10	套	2	
高压清洗机	GML17-12	套	1	
吸油毛毡	PP-2,100片/箱/12.5KG	箱	80	
消油剂	富肯2号	吨	2	
溢油回收桶	/	个	5	
围油栏动力站备用 电池	12V45KW	个	1	
收油机动力站备用 电池	12V45KW	个	1	
消油剂	富肯2号	桶	6(1.02吨)	陆丰 8-1DPP 平台
消油剂喷洒设备	PSB100	套	1	
吸油毛毡	PP-2,100片/箱/12.5KG	箱	10	

表 8.8-5 流花油田作业区溢油应急资源

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
吸油毡	包 (100 片)	包	38	海洋石油122FPSO
吸油长条袋	6英寸× 10英尺	个	20	
吸油长条袋	3英寸× 10英尺	个	104	
吸油长条袋	3英寸× 5英尺	个	42	
吸附剂	25 磅/袋	袋	30	
吸油枕	54cmX42cmX8cm	个	35	
气动泵	1-1/2 英寸, 泵出口带快速接头	台	4	
空气软管	3/4 英寸× 100 英尺, 带快速 接头	个	6	
经化学处理的吸入/排放 软管	1-1/2 英寸× 25 英尺, 带快速 接头	根	6	
去油污剂	生物可降解 (25千克/桶)	桶	10	
消油剂	200升/桶	桶	10 桶	
喷射器	1-1/2 英寸带吸入软管	台	3	
取样器	/	个	2	
应急空气管接头	个	个	1	
充气式围油栏	WQJ-2000 (200米/条)	米	2	
围油栏动力站 (含充吸气 机)	KC4102ZQFB (B)	套	1	
消油剂喷洒设备	PSB100	套	1	
收油机	刷式ZS-30	套	1	
收油机动力站	刷式ZS-30动力站 (防爆)	套	1	
高压清洗机	GML17-12	套	1	
浮式储油囊	FN-10	套	2	
吸油长条袋	/	条	20	LH11-1DPP
吸油毡	包 (100 片)	包	12	
吸油长条袋	6英寸 x 10英尺	条	10	
吸附剂 C	25 磅/袋	袋	30	
泵*Wilden双膜片泵	1-1/2 英寸, 泵出口带快速接头 (气动操作)	台	2	
空气软管	3/4 英寸 x 100 英尺, 带快速接头	根	2	
吸入/排放软管	1-1/2 英寸 x 25 英尺, 带快速接头	根	10	
去油污剂	生物可降解 (25千克/桶)	桶	10	
消油剂	200升/桶	桶	5	
喷射器	1-1/2 英寸带吸入软管	台	3	
充气式橡胶围油栏	WQJ-2000	米	200	“海洋石油119” FPSO
围油栏动力站 (含充吸气)	KC4102ZQFB (B)	套	1	

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
机				
转盘收油机	ZSP-60	套	1	
收油机防爆动力站	KC4102ZQB	套	1	
喷洒设备	PSB100	套	1	
高压清洗机（含两个手持喷枪）	GML17-12	个	1	
储油囊	FN-10	套	4	
消油剂	200升/桶	桶	6	
气动隔膜泵	4"	台	2	
隔膜泵用水管（含接头）	/	根	4	
15米隔膜泵用气管（含接头）	/	根	2	

表 8.8-6 恩平油田作业区溢油应急资源

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
吸油毡	200片/包，10千克/包	千克	20	EP24-2 DPP
抹布	20千克	千克	20	
气动双膜片 wilden泵	1-1/2 英寸，泵出口带快速接头	台	1	
Brand吸油条	/	箱	1	
19L应急包	BH-03YE	个	1	
溢油组合桶	95加仑	桶	1	
充气式橡胶围油栏	WQJ-2000	m	400	HYSY118 FPSO
围油栏防爆动力站	KC4102ZQFB（B），45KW	套	1	
防爆动力站	KC41027ZQB，45KW	套	1	
撇油器	ZSP60；收油能力：60m³/h	套	1	
消油剂喷洒设备	PSB100；喷洒速度：100升/分钟	套	1	
手持喷枪	喷洒速度：100升/分钟	套	1	
充吸气机	FQX-2000；60m/h	套	1	
溢油设备集装箱	3000×2300×2200	套	3	
储油囊	FN10；存储10m³	套	4	
吸油毡	200片/包，2包	包	1	
消油剂	富肯2号，170千克/桶，5桶	千克	850	
收油桶	不少于30加仑	个	2	
吸油棉条	7.6cm*122cm	条	140	EP23-1 DPP
遮油布	/	张	1	



名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
吸油毡	潔来利 (XY-350), 100片/箱, 6.5千克/箱	千克	26	
溢油回收泵	气动双膜片隔膜泵/进、出口1/2英寸	套	2	
消油剂	富肯2号, 170千克/桶	千克	340	
吸油棉条	1m/条, PP-2, 200条/箱	条	200	
气动泵加管子	KIT217	套	2	EP18-1 WHPA
吸油毛毡	50片/箱	千克	10	
消油剂	富肯2号, 170千克/桶	千克	340	
充气式围油栏	2000型, Type 2000/200M	m	400	EP15-1 CEP
围油栏动力站	30kW	套	1	
充吸气机	/	套	1	
多功能收油机	60方/小时	套	1	
浮式储油囊	10m ³	套	2	
消油剂喷洒装置	PSB80	套	1	
高压清洗机	/	套	1	
消油剂	200L/桶	千克	1000	
吸油毛毡	50片/箱 4千克/箱	千克	40	
捞油网	带杆, 长度3-6M	套	2	
吸油棉条	1m/条	条	200	
气动双模片泵	(带快速接头和软管) 15方/小时	台	2	
吸油毛毡	50片/箱 4千克/箱	千克	12	EP10-2 WHPA
气动双模片泵	(带快速接头和软管) 15方/小时	台	1	
吸油毛毡	50片/箱 4千克/箱	千克	12	EP20-5 WHPA
气动双模片泵	(带快速接头和软管) 15方/小时	台	1	
消油剂	200L/桶	千克	1000	EP20-4 DPP
吸油毛毡	50片/箱 4千克/箱	千克	20	
捞油网	带杆, 长度3-6M	套	2	
吸油棉条	1m/条	条	200	
气动双模片泵	(带快速接头和软管) 15方/小时	台	2	
消油剂	富肯2号, 170千克/桶	千克	340	EP18-6 DPP
吸油毛毡	50片/箱 4千克/箱	千克	20	
吸油棉条	1m/条, PP-2, 200片/箱	条	200	

(2) 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 8.8-7。

表 8.8-7 环保船性能表

序号	主要性能	海洋石油 258	海洋石油 256
1	主尺度	79.8×16.4×7.6m	75×15.2×7m
2	主机功率	4×1520Kw	1471kw×4 (8000 匹)
3	最大航速	15.41kn	15.2kn
4	续航力	—	8000 海里
5	自持力	—	30 天
6	溢油回收能力	2×100m ³ /h	2×100m ³ /h
7	溢油/测试井液舱/ 污油水回收舱容	852.2m ³	440m ³ +240 m ³ (3 号轻柴油舱可兼做回收舱)
8	溢油监测	—	不小于 4.5 公里
9	溢油设备安装形式	舷侧内置式	舷侧内置式
10	甲板载货面积	468m ²	430m ²
11	甲板载货量	850t	600t
12	甲板载荷	6t/m ²	5t/m ²
13	消油剂储存仓	15.9 m ³	每侧喷洒能力 15 方/小时

(3) 珠海基地和惠州基地

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，主要由珠海基地、惠州基地负责。珠海基地在珠海横琴终端和珠海高栏终端，惠州基地在惠州石化物流码头。珠海基地、惠州基地溢油应急资源见表 8.8-8 和表 8.8-9。

表 8.8-8 中海环保珠海基地溢油应急资源

名称	规格/型号	数量	单位
围油栏	GFW1000固体浮子式橡胶围油栏	100	米
围油栏	GWJ900固体浮子式橡胶围油栏	240	米
消油剂喷洒装置	PSB40消油剂喷洒装置	1	套
撇油系统	MiniMax12撇油系统	1	套
收油机	ZSY5收油机	1	套
冲气机	EB-415背负式冲气机	1	套

名称	规格/型号	数量	单位
储油囊	QG5储油囊	1	套
储油囊	FN10储油囊	1	套
消油剂	—	1	吨
吸油毛毡	P125-55吸油毛毡	0.45	吨
吸油毛毡	PP-2吸油毛毡	0.5	吨
吸油拖栏	XPL-Y-220吸油拖栏	200	米
吸油拖栏	XTL-Y250吸油拖栏	60	米
围油拖栏	—	96	米
吸油毡	—	10	卷
吸油垫	TM58吸油垫	10	箱

表 8.8-9 中海环保惠州基地溢油应急资源

设备/物资名称	规格/型号	数量	单位
堰式收油机	YSJ-30	1	套
Minimax12收油机	MM12	2	套
刷式收油机	12m³/H	2	套
真空收油机	ZK30	2	套
ALLIGATOR100收油机	ALLIGATOR100	1	台
侧挂式收油机	lsc-4	2	台
HBSF30收油机	HBSF30	1	台
槽式鼓轮收油机	100m³/h	1	台
消油剂喷洒装置	80L/min	5	套
空中消油剂喷洒装置	TC-3	1	套
船用喷洒装置	HDSK40	2	台
PVC围油栏	WGV-1100	2000	米
充气式橡胶围油栏	QW2000	1000	米
充气式橡胶围油栏	QW3000	400	米
固体浮子式橡胶围油栏	GP900PVC	600	米
沙滩围油栏	HPAW600	40	条
轻便储油罐	PVC 10m³	7	个
轻便储油罐	QG9	1	台
轻便储油罐	QG5	1	台
储油罐	钢制7m³	4	个
储油囊	FN3	8	套
聚氨酯储油囊	25m³	4	套
聚氨酯储油囊	20m³	2	套
输油泵	DOP250	1	台
充吸气机	HIS1000	2	台
充吸气机	HIS300DX3	2	套
国产毛毡	PP-2型；20kg/包	102	包

设备/物资名称	规格/型号	数量	单位
吸油毛毡	500×500mm	8	吨
国产吸油拖栏	200型	1000	米
消油剂	富肯-2	8	吨
凯驰高压冷热水清洗机	HDS1000DE	4	台
凯驰高压冷水清洗机	HD6/15C	2	台

8.8.3.3 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。

8.8.3.4 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;
- 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报告, 平台操作人员进入应急状态;
- 4) 关闭油井安全装置 (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, 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计划;
 - 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, 准备撤离平台;
 - 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. 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;
- 2) 启动应急预案, 通过广播通告事故情况;
- 3) 及时向上级单位汇报事故情况, 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,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,组织本油田人员参加失事船舶抢险救援工作。

8.8.4溢油应急可行性分析

8.8.4.1应急响应时间分析

a. 本项目新建平台及惠州、西江油田作业区溢油应急响应时间

次溢油风险预测假定在 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道的近 HZ19-6 DPPA 侧发生溢油事故,动员吊装时间为 2h。本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台的应急响应时间为 2h;南海奋进 FPSO(惠州油田作业区)距离新建 HZ19-6 DPPA 为 20km,船舶航行速度为平均巡航速度 12 节(约 22.2 公里/小时),则应急响应时间为 2.9 小时;海洋石油 115FPSO(西江油田作业区)距离新建 HZ19-6 DPPA 为 38km,船舶航行速度为平均巡航速度 12 节(约 22.2 公里/小时),则应急响应时间为 3.7 小时。

b. 深圳分公司溢油应急响应时间

●其他作业区

除惠州、西江油田作业区所配备的溢油应急物资外,深圳分公司可利用的作业区的应急力量主要包括流花油田、恩平油田、陆丰油田等作业区的溢油应急设施,见表 8.8-10。

表 8.8-10 溢油应急设备到达溢油现场时间一览表

起点	终点	距离 (公里)	动员、装船时间 (小时)	航行时间 (小时)	到达溢油现场时间 (小时)
流花油田	溢油现场	80	2	3.6	5.6
陆丰油田	溢油现场	105	2	4.7	6.7
恩平油田	溢油现场	155	2	7.0	9.0

注：上表所有计算均以直线航行距离为计算基础，船舶航行速度为平均巡航速度 12 节（约 22.2 公里/小时）。在实际中，陆地运输受交通路况影响；海上受海况影响，船舶会以船舶的最大航速航行，确保溢油应急资源及相关环保专业人员能够在第一时间内到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。

●环保船

海上现场作业的环保船可以在 4 至 10 小时内到达溢油事故地点进行海面溢油的围控和回收作业。

●珠海基地和惠州基地

深圳分公司还可利用中海环保惠州和珠海基地所配备溢油应急物资对溢油事故进行响应，见表 8.8-11。

表 8.8-11 溢油应急设备到达溢油应急现场时间一览表

起点	终点	距离 (公里)	动员、装船时间 (小时)	航行时间 (小时)	到达溢油现场时间 (小时)
惠州基地	溢油现场	167	2	7.5	9.5
珠海基地	溢油现场	207	2	9.3	11.3

注：上表所有计算均以直线航行距离为计算基础，船舶航行速度为平均巡航速度 12 节（约 22.2 公里/小时）。在实际中，陆地运输受交通路况影响；海上受海况影响，船舶会以船舶的最大航速航行，确保溢油应急资源及相关环保专业人员能够在第一时间内到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。

根据本报告 8.6.6 节可知，当在 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道近新建 HZ19-6 DPPA 平台侧发生溢油后，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其他红线区。在发生溢油事故后，深圳分公司可协调相应溢油应急资源在 12 小时内对事故进行响应。因此，在海况允许的情况下，深圳分公司内部可协调溢油应急设备满足应急响应需要。

8.8.4.2 溢油应急能力分析

由于目前尚未发布海洋油气开发工程的溢油应急能力评估方法，本项目主要根据海洋油气开发工程现场溢油应急适用情况进行溢油应急能力的估算。

a. 围控与防护能力

海洋油气开发工程发生溢油事故后，通过布设围油栏等措施对水面溢油进

行围控，以防止溢油扩散、辅助溢油回收和清除。围油栏对溢油的围控、导流和防范作用，要通过适当的布放形式来实现，当 U 形布放围油栏时，回收船舶始终处于 U 形的底部，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收。此时，围油栏长度与油膜体积存在如下关系：

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

式中，

L——围控溢油所需围油栏长度，m；

m——泄漏原油质量，t；

t——溢油发生之后的时间，h。

pi——圆周率，无量纲；

d——油膜厚度，m，在 0.005-0.05m 之间，这里取 0.01m；

φ——围油栏利用系数，取 0.9；

ρ——泄漏油品密度，g/cm³。

按本次最具代表性事故海管断裂泄漏量 150m³ 进行计算围控溢油所需的围油栏长度，根据上式估算在发生溢油 3h 时所需要的围油栏长度约为 500m；发生溢油 12h（深圳分公司可协调溢油应急资源最晚到达时间）时所需要的围油栏长度约为 1400m。

b. 机械回收能力

机械回收能力按下式进行：

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

式中：E——收油机回收速率，m³/h；

V——总溢油量，m³；

b——机械回收量占总溢油量的比例，40%~60%；

α——收油机回收效率（回收液体中石油类的比率），50%~80%；

h——回收工作时间（h），取 12h；

本项目在 12h 内回收 150m³ 原油所需的机械回收能力约为 15m³/h。

c. 临时储存能力

一般情况下，临时储存能力应满足收油机工作 12h 回收的油水混合物储存

需求，则本项目临时储存能力应至少为 180m^3 。

表 8.8-12 区域溢油应急能力估算

溢油规模	所需溢油应急能力估算		本项目应急资源	深圳分公司内部应急资源			合计
				其他作业区	珠海、惠州基地	环保船	
150m ³	围油栏 (m)	500 (3h) 1400 (12h)	1800	2400	4340	/	8540
	机械回收能力 (m ³ /h)	15	184	270	391	400	1245
	临时储存能力 (m ³)	180	40	140	291	1532.2	2003.2

因此，在海况允许的情况下，本项目及深圳分公司周边可协调溢油应急设备可以满足在合理时间内对项目最具代表性事故做出适当反应。

对一般及以上级别的溢油污染环境事件，可以就近调用外部溢油应急支援力量进行应急处理。建设单位与中海石油（中国）有限公司其他分公司及中海石油环保服务股份有限公司建立了密切的联系，当发生溢油污染环境事件能及时获得可动用的溢油应急设备。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。

8.9 风险评价结论

本次评价识别出来的环境风险类型包括井喷、输油软管破裂、平台容器泄漏、地质性溢油、浅层气风险、平台火灾爆炸、海底管道泄漏、船舶碰撞泄漏等事故。本项目最具代表性事故为海底管道泄漏事故。选取了不利的溢油位置作为溢油点进行了模拟预测，溢油量最大为 150m^3 。

根据预测结果分析，在 SE 风向极值风速条件下最短 26.5 小时可到达海洋生态保护红线其他红线区，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。

本次溢油风险预测假定在 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道近新建 HZ19-6 DPPA 平台侧发生溢油事故，根据应急响应时间分析，在海况允许的情况下，深圳分公司可协调溢油应急资源可在 12h 内抵达事故现场并开展溢油回收作业。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本项目最具代表性事故溢油量的溢油应急能力要求。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《惠州油田溢油应急计划》（2024 年版）、《西江油田作业区溢油应急计划》（2024 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，并将修改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。

本项目从设计阶段采用了国际国内先进标准，在建设和生产阶段采取了各类风险事故的防范性措施，通过这些措施使得发生油气泄漏事故的概率非常小；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 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。本工程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工程进行分析,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

本工程在钻井作业过程中优先采用水基钻井液,仅文昌组水平井 8-1/2" 井段使用油基钻井液,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、油基钻井液钻屑均需满足《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。油基钻井液和其他不能满足排放要求的钻井液及钻屑经收集后运回陆地交有资质单位处理,不排海。

本工程海底管道均直接铺设于海底,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,同食品废弃物均严格执行《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 HZ19-6 DPPA 平台上设置独立的控制系统

新建 HZ19-6 DPPA 平台上设置独立的控制系统，控制系统功能包括井口控制、生产过程控制、公用系统控制、应急关断和火气探测报警。HZ19-6 DPPA 具备台风模式远程操控生产功能，陆地终端设置两台远程操作站及 1 台应急操作盘。台风模式下可实现陆地上对新建 HZ19-6 DPPA 平台的远程操控。本工程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 HZ25-8 DPPB 平台、南海奋进 FPSO、HZ25-8 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 上设置独立的控制系统，实现对平台的控制。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。

(6) 依托的 HYSY115 FPSO、南海奋进 FPSO、HZ25-8 DPP、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台及 HZ25-8 DPPB 平台产生的溢出液、设备冷却水、冷凝水、甲板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其它含油污水，经 FPSO 和依托平台上设置的开/闭式排放系统进行收集后，最终进入原油处理工艺流程进行处理。

9.2.2.2 设置污染物收集系统，减污及消除跑冒滴漏

本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台和新建工程依托的 HZ25-8 DPPB 平台、

HZ25-8 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 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

本工程新建工程产生的含油生产水在新建 HZ19-6 DPPA 平台及依托的 HZ25-8 DPP 平台(2027 年)、HZ25-8 DPPB 平台(2027 年)、海洋石油 115 FPSO (2027 年)、南海奋进 FPSO (2028 年及以后)上经生产水处理系统处理达标后回注或排海。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,本工程投产后,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。

含油生产水: 在新建 HZ19-6 DPPA 平台及依托的 HZ25-8 DPP 平台(2027 年)、HZ25-8 DPPB 平台(2027 年)、海洋石油 115 FPSO (2027 年)、南海奋进 FPSO (2028 年及以后)上经生产水处理系统处理达标后回注或排海。

其他含油污水: 由开式排放系统和闭式排放系统收集后,打回生产流程。

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: 本项目依托平台均不新增定员,不增加生活污水排放,新建 HZ19-6 DPPA 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 HZ19-6 DPPA 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，对本工程产生的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) 本工程新建 HZ19-6 DPPA 平台及依托的 HZ25-8 DPPB 平台、HZ25-8 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台、HZ19-3 DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 平台及南海奋进 FPSO 上设置有安全监督，负责贯彻执行国家相关的环境保护法规和标准，在日常生产时对本工程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，定期对本工程产生的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 19-6 油田 I 期开发/惠州 25-4 油田综合调整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。通过对比本工程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。

本工程钻井作业和采油气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钻井作业的清洁生产综合评价指数为 95.18，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工程清洁生产执行情况（钻井作业）

定量指标*						本工程钻井作业评价			
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值（修正值 K_i ）	评价基准值（ S_{oi} ）	本工程实际值（ S_{xi} ）	单项评价指标数（ S_i ）	定量评价指标的考核总分值（ P_1 ）	
（1）资源与能源消耗指标	30	占地面积	m^2	15	符合行业标准要求	符合行业标准要求	1	93.1	
		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	$\geq 60\%$	$\geq 60\%$	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	$m^3/100m$ 标准进尺	15	≤ 10	18.5	0.54		
定性指标*									
一级指标	权重值	二级指标			指标分值	本工程实际值（ F_i ）	定性评价指标的考核总分值（ P_2 ）		
（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	13.3	98.3		
（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	
		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	
本工程清洁生产综合评价指数 (P) : P=0.6P1+0.4P2; 其中						P=95.18
<div>$P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i; \quad P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$</div>						
清洁生产等级评定: P≥90 (清洁生产先进企业) ; 75≤P<90 (清洁生产企业)						本工程钻井作业评定为: 清洁生产先进企业 (P≥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 (P_1) 和定性指标 (P_2) 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工程清洁生产执行情况 (采油作业)

定量指标						本工程采油作业评价		
一级指标	权重值	二级指标	单位	权重值	评价基准值 (S_{oi})	本工程实际值 (S_{xi})	单项评价指数 (S_i)	定量评价指标的考核总分值 (P_1)
(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)	5.71	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			
		落地原油回收率	%	10	100	100	1			
		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	本工程实际值（F _i ）	定性评价指标的考核总分值（P ₂ ）			
(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				



本工程清洁生产综合评价指数 (P) : $P=0.6P_1+0.4P_2$; 其中	
<div>$P_1 = \sum_{i=1}^n S_i \times K_i; \quad P_2 = \sum_{i=1}^n F_i$</div>	
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)	本工程采油作业评定为: 清洁生产企业 ($75 \leq P < 90$)

9.3.2 清洁生产结论和建议

本工程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。本工程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。

建议本工程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，保证本工程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

本工程投产后，新建 HZ19-6 DPPA 平台含油生产水最大排放量为 $1148.55 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($31467 \text{m}^3/\text{d}$)，其中石油类 $516.85 \text{t}/\text{a}$ ，因此，建议新建 HZ19-6 DPPA 平台含油生产水和石油类的总量控制指标为 $1148.55 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 和 $516.85 \text{t}/\text{a}$ 。

根据生产预测，本工程投产后，依托的 HZ25-8 DPP 平台含油生产水最大排放量为 $149.39 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($4093 \text{m}^3/\text{d}$)，未超过已批复《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）总量值：含油生产水 $788 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类 $355 \text{t}/\text{a}$ 。因此，建议 HZ25-8 DPP 平台的含油生产水和石油类排放总量控制值维持原环评批复不变。

根据生产预测，本工程投产后，依托的海洋石油 115 FPSO 含油生产水最大排放量为 $40.11 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($1099 \text{m}^3/\text{d}$)，其中石油类最大排放量 $18.05 \text{t}/\text{a}$ ，未超过已批复《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）总量值：含油生产水 $261 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类 $78 \text{t}/\text{a}$ 。因此，建议海洋石油 115 FPSO 的含油生产水和石油类排放总量控制值维持原环评批复不变。

本工程投产后南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为 $223.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($6133 \text{m}^3/\text{d}$)，其中石油类最大排放量 $100.8 \text{t}/\text{a}$ ，超过《海洋石油 115 南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》批复的生产水最大排放量 $198.2 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类最大排放量 $89.2 \text{t}/\text{a}$ 。因此，建议南海奋进 FPSO 的含油生产水总量控制指标为 $223.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类排放总量控制指标为 $100.8 \text{t}/\text{a}$ 。

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 HZ19-6 DPPA 平台产生的生活污水量为 22995m³/a（63m³/d），经平台上的生活污水处理装置处理达标后排海（COD≤500mg/L）。因此，建议新建 HZ19-6 DPPA 平台生活污水的总量控制指标为 22995m³/a，COD 排放总量为 11.5t/a。

本工程投产后，依托的 HZ25-8 DPPB 平台、HZ25-8 DPP 平台、海洋石油 115FPSO 及南海奋进 FPSO 均不新增定员，不新增生活污水排放，无需新增生活污水总量申请。

表 9.4-1 本工程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	本工程投产后建议总量控制值	申请总量控制指标	控制排放浓度
新建 HZ19-6 DPPA 平台	含油生产水 (10 ⁴ m ³ /a)	-	1148.55	1148.55	石油类 ≤45mg/L
	其中：石油类 (t/a)	-	516.85	516.85	
	生活污水 (m ³ /a)	-	22995	22995	COD≤500mg/L
	其中：COD (t/a)	-	11.5	11.5	
依托海洋石油 115FPSO	含油生产水 (10 ⁴ m ³ /a)	261	261	维持已批复总量不变 (生产水： 261×10 ⁴ m ³ /a； 石油类：78t/a)	石油类 ≤30mg/L (同原批复)
	其中：石油类 (t/a)	78	78		
依托 HZ25-8DPP 平台	含油生产水 (10 ⁴ m ³ /a)	788	788	维持已批复总量不变 (生产水： 788×10 ⁴ m ³ /a； 石油类：355t/a)	石油类 ≤45mg/L (同原批复)
	其中：石油类 (t/a)	355	355		
依托南海奋进 FPSO	含油生产水 (10 ⁴ m ³ /a)	198.2	223.9	223.9	石油类 ≤45mg/L (同原批复)
	其中：石油类 (t/a)	89.2	100.8	100.8	

注：HZ25-8DPP 平台和海洋石油 115FPSO 的已批复总量控制值参考《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号），南海奋进 FPSO 的已批复总量控制值参考《惠州 26-6 油田开发项目环境影响报告书》（环审[2023]22 号）。

9.5 排污混合区建议

本工程投产后，依托的海洋石油 115 FPSO 和 HZ25-8 DPP 平台含油生产水最大排放量未超过原环评核算的最大排放值和总量值，因此维持原有排污混合区范围不变。依托的南海奋进 FPSO 的含油生产水排放量增大，最大排放总量为

223.9m³/a，其中石油类最大排放量 100.8t/a，超过《海洋石油 115 南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》批复的生产水最大排放量 198.2m³/a，其中石油类最大排放量 89.2t/a。根据本报告的影响预测结果，本工程投产后，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 0.27km。根据污染物数值模拟预测结果及安全作业区范围，因此，本工程投产后，建议依托南海奋进 FPSO 含油生产水排污混合区范围为以排放口为中心的 0.5km 半径内海域。本工程投产后，新建 HZ19-6 DPPA 平台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 0.6km。因此，本工程投产后，建议新建 HZ19-6 DPPA 平台含油生产水排污混合区为：以排放口为中心的 0.6km 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 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、铺设海底电缆时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 HZ19-6 DPPA 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，仅文昌组水平井 8-1/2" 井段使用油基钻井液。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。

油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，分离后的油基钻井液进入沉砂池，油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油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。振动筛分离出的油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 HZ19-6 DPPA 平台上。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）；回收的原油用于油基钻井液配置。

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；钻井油层水基钻井液、钻井油层水基钻井液钻屑、油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

油基钻井液经收集后运回陆地处理，不排海。

本项目 HZ19-6 DPPA 平台油基钻井液和不达标的钻井油层水基钻井液暂存于钻井平台的 550 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。检测不达标的水基钻井液钻屑和油基钻井液钻屑在平台使用密闭钻屑箱收集（平台、供应船及惠州基地上储备 150-200 个钻屑箱，每个钻屑箱容积为 2 立方米），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 天运一次，每次运 120-140 立方米。运输不能满足排放要求的水基钻井液和钻屑以及油基钻井液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。

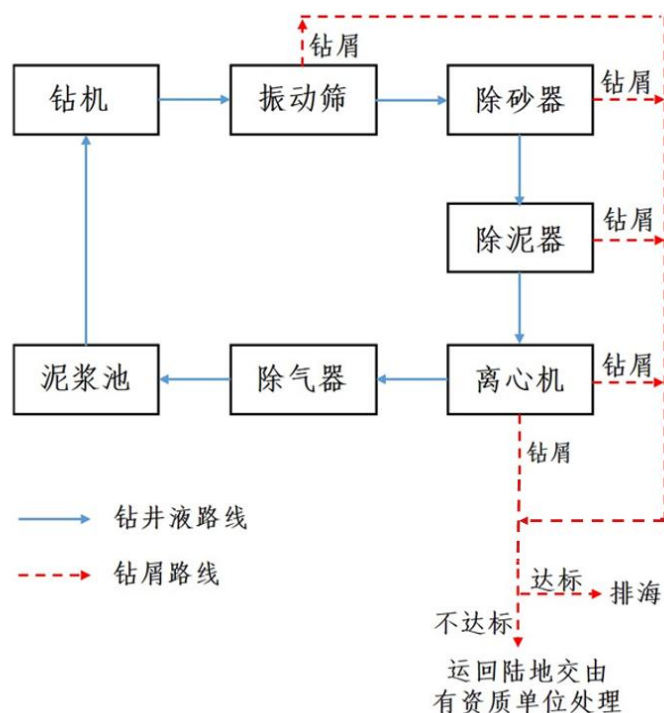


图 10.1-1 水基钻井液循环路线工艺流程

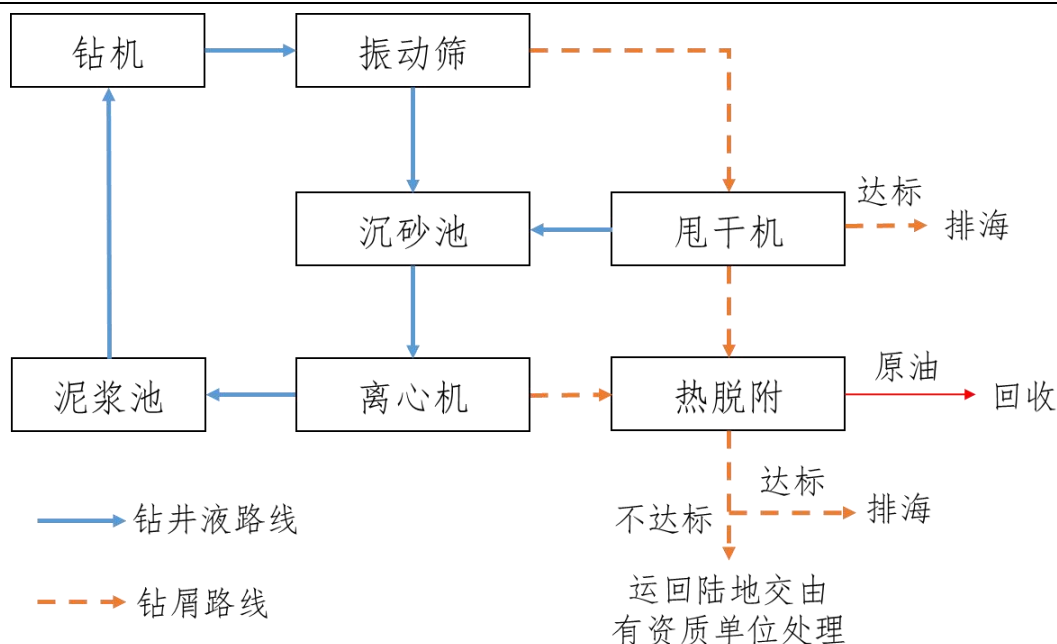


图 10.1-2 油基钻井液循环路线工艺流程

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。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钻井油层水基钻井液和钻井油层水基钻井液钻屑的含油量/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 4 年计算，建设阶段可能产生的不满足排放要求的油层水基钻井液钻屑、油层水基钻井液、油基钻井液钻屑和油基钻井液最大量约为 11201t/a，茂名市华凯石化有限公司的总处理能力为 30000t/a，剩余处理能力 20000t/a，能够满足项目建设阶段可能含油量超标的油层水基钻井液、油层水基钻井液钻屑、油基钻井液钻屑和油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 (m³)	年产生量 (t/a)	合计 (t/a)	剩余处理能力 (t/a)	处理是否 可行
钻井油层水基钻井液钻屑	2725	2359	11201	20000	是
油基钻井液钻屑	1050				
钻井油层水基钻井液	19670	8842			
油基钻井液	8625				

注：钻井液密度按 1.25g/cm³（即为 1.25t/m³）计算；钻屑密度按 2.5g/cm³（即为 2.5t/m³）计算；钻屑



堆体积换算成实际体积来计算质量。

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尽量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 海管清洗水和试压水

本项目 2 条海底管道铺设完毕后需要清管试压，采用海水进行清洗和试压，产生量合计约 2972m³。清洗水直接排放，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）	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	污染物排放监控位置：生活污水处理



内容	项目	控制要求	备注
	的海域产生的船舶生活污水	装(含更换)生活污水处理装置的船舶, $BOD_5 \leq 50\text{mg/L}$, $SS \leq 150\text{mg/L}$, 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, $BOD_5 \leq 25\text{mg/L}$, $SS \leq 35\text{mg/L}$, 耐热大肠菌群 ≤ 1000 个/L, $COD_{Cr} \leq 125\text{mg/L}$, pH: 6~8.5, 总氯(总余氯) $< 0.5\text{mg/L}$ 。	装置出水口
	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 ≤ 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、船舶污染物等。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

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台产生的含油生产水主要由本平台新建的生产水处理系统和南海奋进 FPSO 生产水处理系统进行处理, 仅 2027 年部分生产水依托 HZ25-8DPPB 平台、HZ25-8DPP 平台、海洋石油 115FPSO 生产水处理系统

进行处理。

HZ19-6 DPPA 平台生产水处理系统采用“过滤器+高效聚结分离器”的处理流程，设计处理能力为 $36000\text{m}^3/\text{d}$ 。生产水处理流程见图 10.2-1。从生产分离器分离出的生产水经处理达到《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 $\leq 45\text{mg/L}$ ，一次容许值 $\leq 65\text{mg/L}$ ）要求后排海。分离出的污油进入污油罐，由污油泵打回生产分离器。

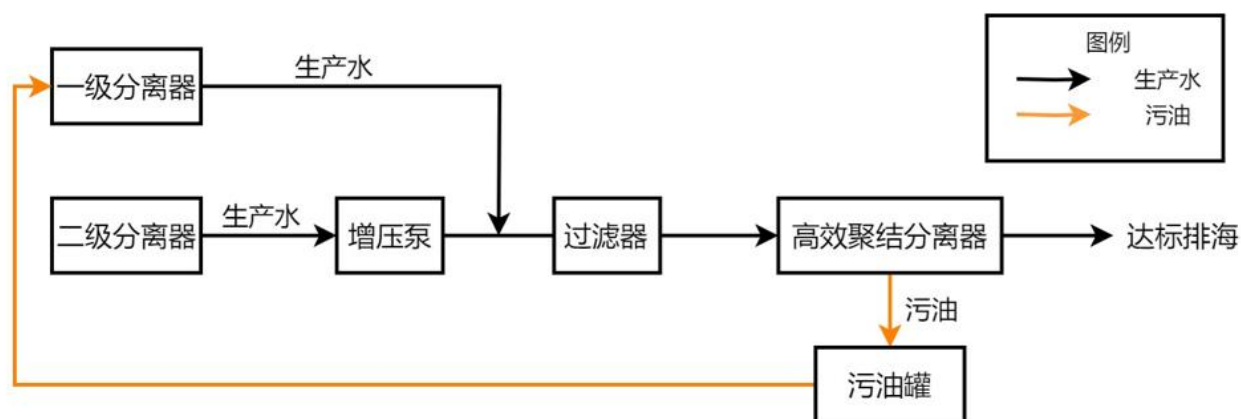


图 10.2-1 HZ19-6 DPPA 平台生产水处理流程图

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，水则通过污水泵输送到水力旋流器进行处理后达标排海。南海奋进 FPSO 生产水设计处理能力为 $13920\text{m}^3/\text{d}$ 。生产水处理工艺流程见图 10.2-2。

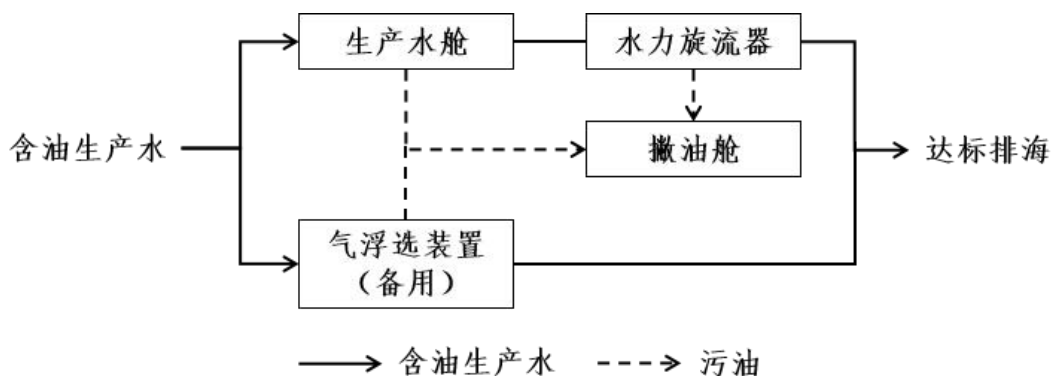


图 10.2-2 南海奋进 FPSO 生产水处理工艺流程图

本项目依托的 HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统互相联通。已建 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统采用“水力旋流器+紧凑式气体浮选机”的两级处理流程，设计处理能力为 $21600\text{m}^3/\text{d}$ 。在建的 HZ25-8 DPPB 平台生产水

处理系统采用高效聚结生产水处理系统进行处理，设计处理能力为 $50400\text{m}^3/\text{d}$ 。HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 生产水处理系统总处理能力为 $72000\text{m}^3/\text{d}$ 。

从在建 HZ25-8 DPPB 平台一级分离器分离出的全部生产水和已建 HZ25-8 DPP 平台生产分离器分离出的部分生产水进入高效聚结生产水处理系统进行处理。高效聚结生产水分离器分出的油进入污油罐中，由污油泵打回工艺流程处理。通过高效聚结生产水分离器初步分离出的水与来自 HZ25-8 DPP 平台紧凑式气浮（CFU）的生产水（经余热回收装置进行余热回收利用后）部分进入双介质过滤器进一步过滤处理，双介质过滤器出口的生产水达到《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022）（含油量 $\leq 15\text{mg/L}$ ，悬浮物含量 $\leq 5\text{mg/L}$ ，粒径中值 $\leq 3\mu\text{m}$ ）要求后回注地层；剩余部分生产水通过栈桥在已建 HZ25-8 DPP 平台达标排放。生产水处理流程见图 10.2-3~图 10.2-4。

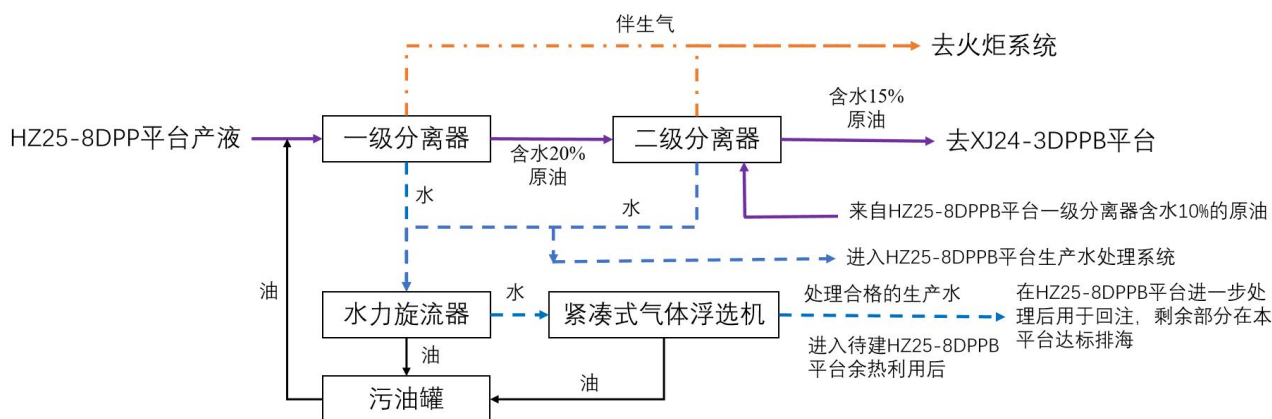


图 10.2-3 HZ25-8 DPP 平台工艺流程及水处理流程

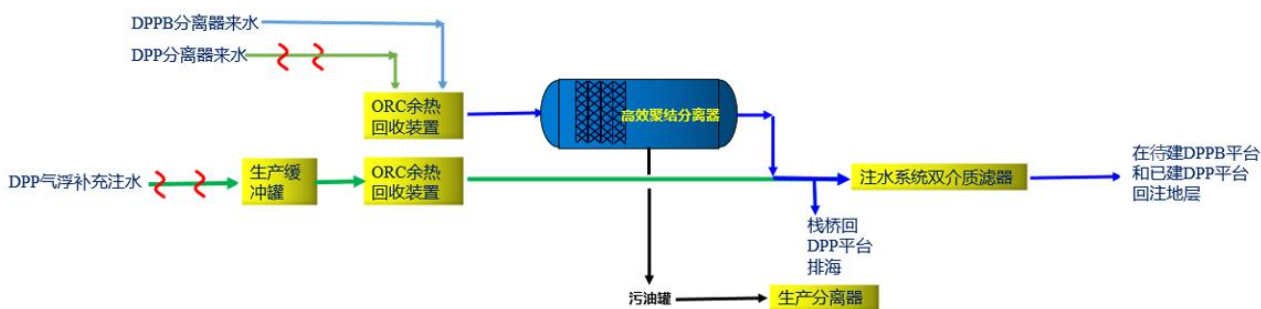


图 10.2-4 HZ25-8 DPPB 平台生产水/注水系统处理流程图

海洋石油 115 FPSO 的生产水处理系统采用“污水沉降舱+水力旋流器”的两级处理流程（见图 10.2-5）。污水沉降舱分离出的水通过水泵进入水力旋流器，经进一步旋流处理后达标排海，分离出的污油返回污油舱，然后通过污油泵打回生产分离器。

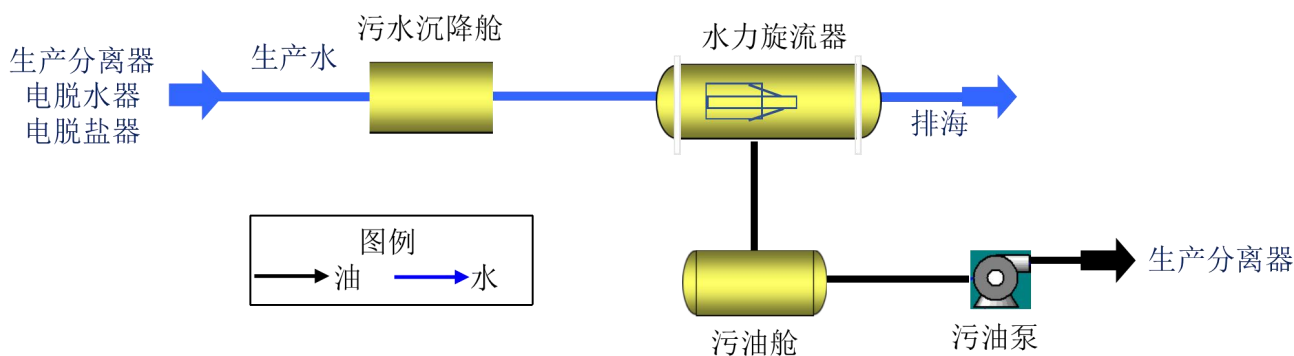


图 10.2-5 海洋石油 115FPSO 生产水处理流程示意图

10.2.1.2 含油生产水处理能力可行性分析

本项目投产后，HZ19-6 DPPA 平台生产水最大处理量为 $31467\text{m}^3/\text{d}$ ，小于生产水处理系统设计处理能力（ $36000\text{m}^3/\text{d}$ ），南海奋进 FPSO 接收处理的最大水量（ $6133\text{m}^3/\text{d}$ ）小于其生产水处理系统的设计处理能力（ $20000\text{m}^3/\text{d}$ ）。2027 年，本项目接入后，HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 生产水最大接收处理量为 $30692\text{m}^3/\text{d}$ ，小于 HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统总设计处理能力（ $72000\text{m}^3/\text{d}$ ）；海洋石油 115 FPSO 接收处理的最大水量（ $1099\text{m}^3/\text{d}$ ）小于其生产水处理系统的设计处理能力（ $12000\text{m}^3/\text{d}$ ）。因此，本项目新建平台及依托设施生产水处理系统的处理能力均能满足处理要求。

10.2.1.3 生产水回注可行性分析

2027 年，本项目部分生产水经 HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统处理达标后回注地层。HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台注采水平衡见第 3 章表 3.5-7。由表 3.5-7 可知，本项目接入后，HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理量为 $30693\text{m}^3/\text{d}$ ，回注水量为 $26600\text{m}^3/\text{d}$ ，小于注水系统的设计处理能力（ $50400\text{m}^3/\text{d}$ ），因此本项目依托设施的回注能力能够满足生产水回注地层的的要求。

10.2.1.4 含油生产水处理效果分析

生产水处理设施常用的水力旋流器和高效聚结分离器的除油效率通常在 98% 以上，保守考虑当油气水生产工艺系统产生的生产水中石油类的含量为 $1000\text{mg}/\text{L}$ 时，新增生产水处理系统可使生产水的含油量小于 $45\text{mg}/\text{L}$ 后排海。

根据近几年逐月生产水监测数据可知（见本报告第六篇），HZ25-8 DPP 平



台含油生产水月均含油浓度在（19.16~20.89）mg/L 之间，海洋石油 115 FPSO 含油生产水月均含油浓度在（0.66~25.23）mg/L 之间，南海奋进 FPSO 含油生产水月均含油浓度在（14.37~20.12）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。同时海洋石油 115FPSO 处理后的含油生产水还满足其控制排放要求（月均含油浓度不超过 30mg/L）。

在建 HZ25-8 DPPB 平台采用“高效聚结分离器+双介质过滤器”的生产水处理/注水处理流程，处理后水质指标为含油量 $\leq 15\text{mg/L}$ ，悬浮物含量 $\leq 5\text{mg/L}$ ，粒径中值 $\leq 3\mu\text{m}$ ，满足《碎屑岩油藏注水水质指标技术要求及分析方法》（SY/T5329-2022）回注要求（含油量 $\leq 15\text{mg/L}$ ，悬浮固体含量 $\leq 20\text{mg/L}$ ，悬浮物颗粒直径中值 $\leq 5\mu\text{m}$ ）。

10.2.2 其他含油污水

本项目新建的 HZ19-6 DPPA 平台上设有开式排放系统和闭排兼低压火炬分液系统，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。

HZ19-6 DPPA 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、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。HZ19-6 DPPA 平台开排系统工艺流程详见图 10.2-6。

闭排兼低压火炬分液系统主要包括闭排兼低压火炬分液罐、罐内加热器、闭排泵。闭排兼低压火炬分液罐用于收集平台上带压容器、管线等维修工况排放出的带压流体、开排系统的污油。分液罐分出的气体进入火炬冷放空系统，分出的液相经闭排泵增压后返回工艺系统进行处理。HZ19-6 DPPA 平台闭排系统工艺流程详见图 10.2-7。

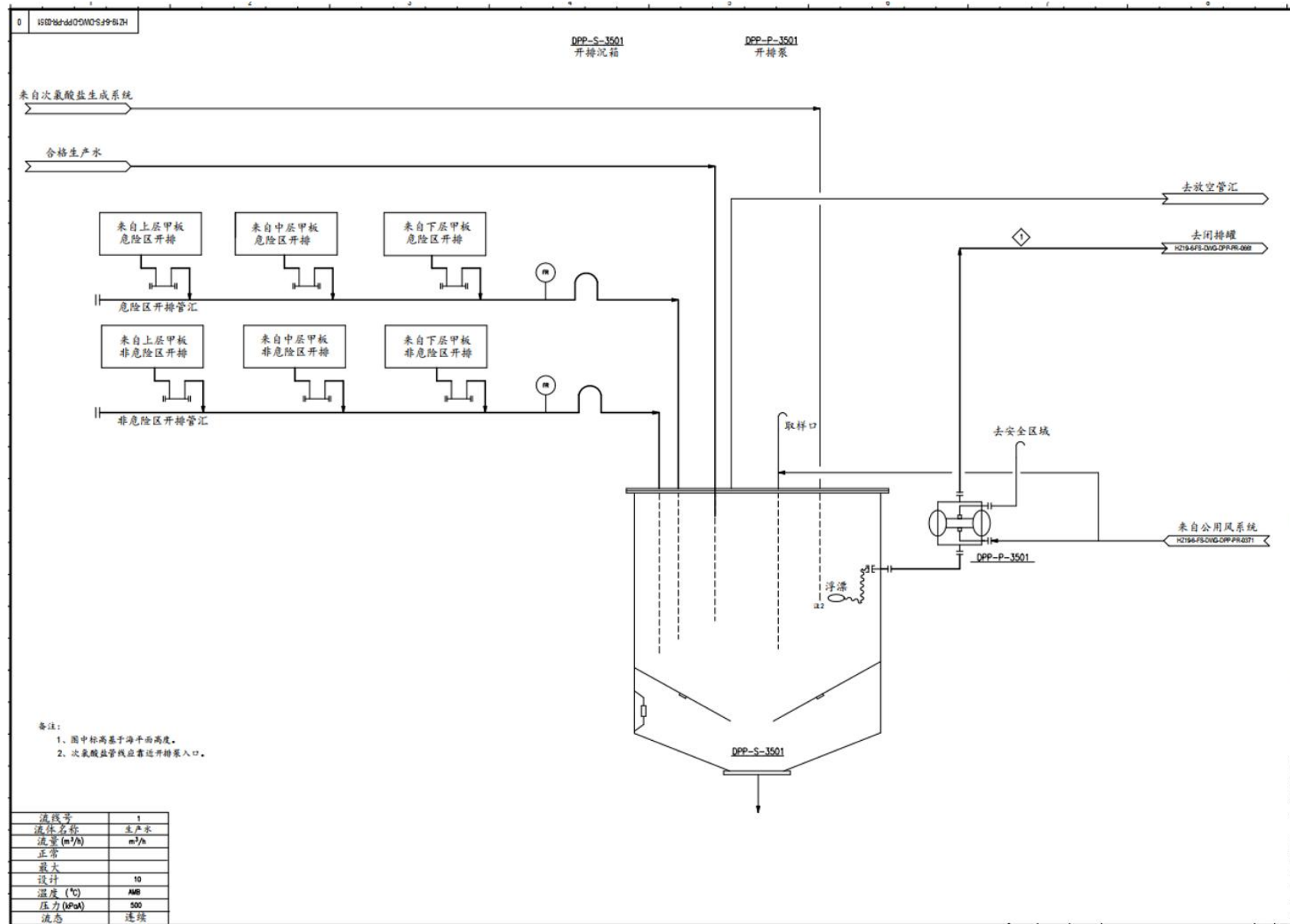


图 10.2-6 HZ19-6 DPPA 平台开排系统工艺流程图

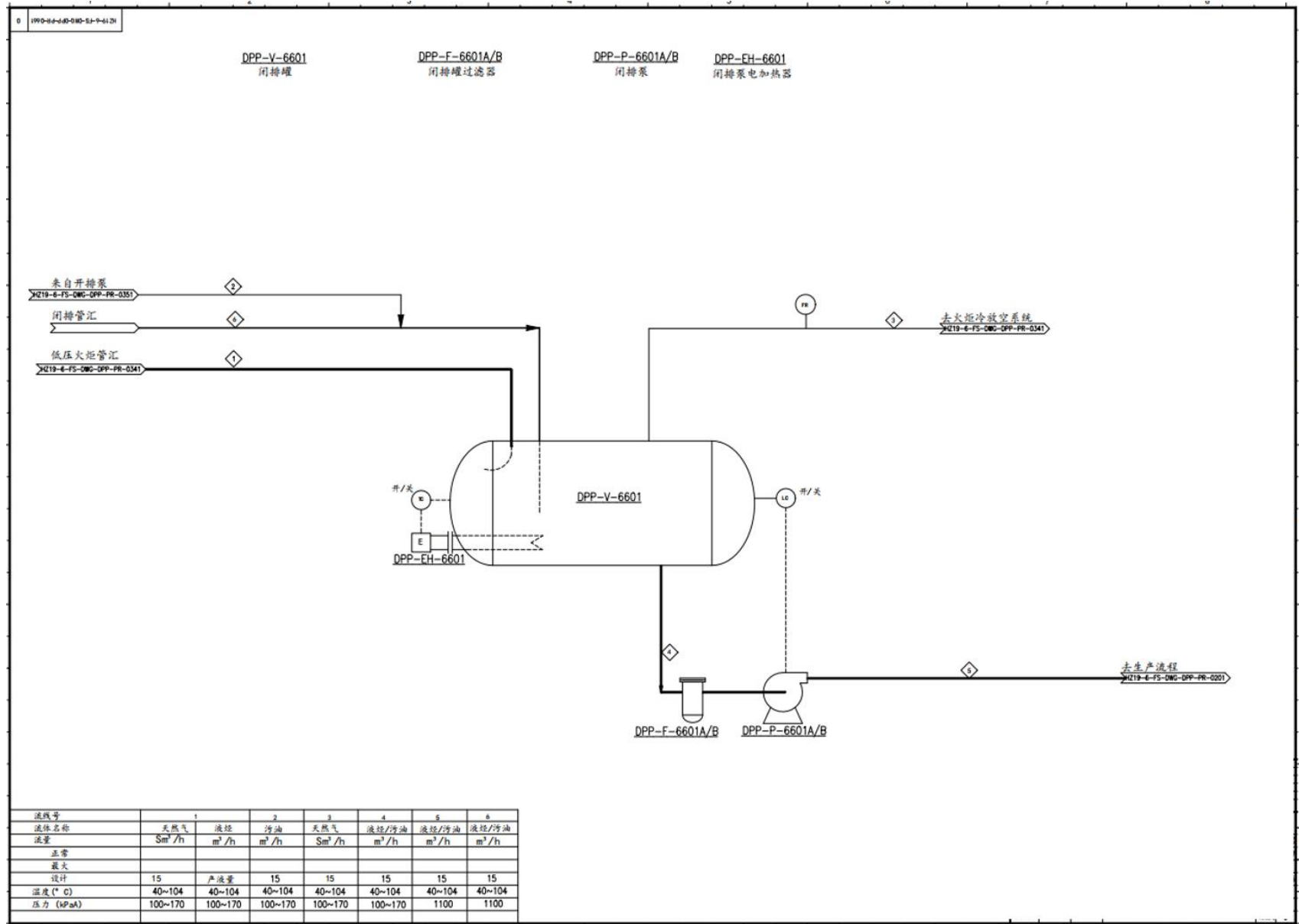


图 10.2-7 HZ19-6 DPPA 平台闭排系统工艺流程图



10.2.3 生活污水和生活垃圾

生产阶段产生的生活污水其主要污染因子为 COD。本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台生活楼定员为 120 人,平台设置 1 套处理能力为 75.6m³/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合格后排海。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

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,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。

10.2.5 发电机废气

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台设 3 台燃气透平发电机组和 1 套余热发电机组,产生的主要污染物为氮氧化物和二氧化硫。

10.2.6 船舶污染物

本项目投产后,计划新增一艘供应船。船舶含油污水、生活污水、生活垃圾及生产垃圾的处理按照《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)执行。

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 HZ19-6 DPPA 平台位于蓝圆鲹粤东外海区产卵场、短尾大眼鲷南海北部产卵场、深水金线鱼南海北部产卵场和黄鲷南海北部产卵场;新建管缆位于或部分穿越鲐鱼珠江口近海区产卵场、鲐鱼粤东外海区产卵场、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、黄鲷南海北部产卵场和短尾大眼鲷南海北部产卵场。

本项目新建平台所在产卵场的蓝圆鲹、短尾大眼鲷、深水金线鱼和黄鲷的鱼卵为浮性卵,主要位于海水的浅表层,为了尽量减小对产卵场的影响,本项



目钻屑、钻井液水下 40m 排放，运营期生产水采取水下 50m 排放的生态环境保护措施。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；本项目新建平台生产水排放石油类影响层位主要集中在排放点所在层位（第 4 层，即水下 45~55m）。因此，钻屑、钻井液及含油生产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，电缆位于或穿越产卵场的鲐鱼、蓝圆鲹、短尾大眼鲷、金线鱼和黄鲷的鱼卵为浮性卵，主要位于海水的浅表层，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使用水基钻井液，仅文昌组水平井 8-1/2" 井段使用油基钻井液，通过循环使用减少钻井液的排放量；钻井油层水基钻井液和钻屑收集并处理达标后排放，油基钻井液、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部分回注地层，部分达标排放；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，本项目在建设和生产过程中可能造成的海洋生物资源损失价值约 394.10 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。

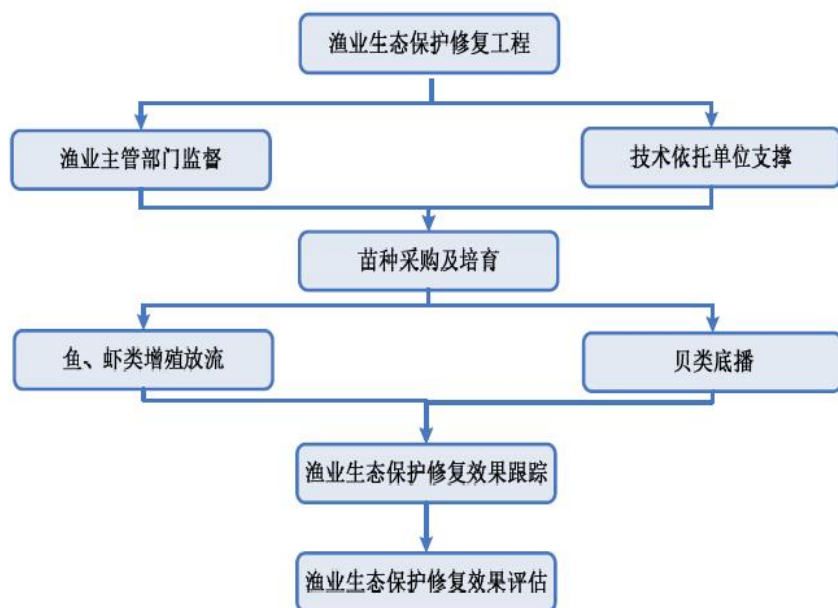


图 10.3-1 渔业资源增殖放流实施方案

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。若需要采用化学消油剂处理溢油，应事先征得相关主管部门同意。

(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	主要对钻井油层水基钻井液、油基钻井液、钻井油层水基钻井液钻屑和油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 73110m ³ （其中非钻井油层水基钻井液 44815m ³ ，钻井油层水基钻井液 19670m ³ ，油基钻井液 8625m ³ ），钻屑量约 45029m ³ （其中非钻井油层水基钻井液钻屑 41254m ³ ，钻井油层水基钻井液钻屑 2725m ³ ，油基钻井液钻屑 1050m 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≤8%，重晶石中最大值：Hg≤1mg/kg、Cd≤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；油基钻井液全部运回陆地处理	HZ19-6 DPPA 平台；与钻完井阶段同步	由建设单位负责建设、使用和管理
含油生产水	HZ19-6 DPPA 平台生产水处理系统	新建 HZ19-6 DPPA 平台生产水设计处理能力为 36000m 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≤45mg/L）后排海	HZ19-6 DPPA 平台；与生产设施同步建设，同步投入生产使用	
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、容器及设备的溢出水；闭式兼低压火炬分液罐用于收集平台上带压容器、管线维修时排放出的带压流体	HZ19-6 DPPA 平台；与生产设施同步建设，同步投入生产使用	
	闭排兼低压火炬分液系统	闭排兼低压火炬分液罐、罐内加热器、闭排泵等			
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	分类收集运回陆地处理		
生活污水	HZ19-6 DPPA 平台配备生	生活楼定员 120 人，设置	经处理达标后（COD≤500mg/L）		

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
	活污水处理装置	75.6m³/d 的生化电解式生活污水处理装置	排海		
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≤15mg/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	HZ19-6 DPPA 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
生产水 处理系统	HZ19-6 DPPA 平台新增生产水处理系统的配备、运行情况及处理效果	含油生产水经生产水处理系统处理达到《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第 1 部分：分级》二级标准（生物毒性容许值 $\geq 50000\text{mg/L}$ ）和《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》的三级排放标准（月均含油浓度 $\leq 45\text{mg/L}$ ，一次容许值 $\leq 65\text{mg/L}$ ）排海
闭式排放系统	HZ19-6 DPPA 平台上闭排兼低压火炬分液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	HZ19-6 DPPA 平台上开式排放系统的配备及运行情况	
生活垃圾	HZ19-6 DPPA 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。
生产垃圾处理系统	HZ19-6 DPPA 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 HZ19-6 DPPA 平台溢油应急物资配备、溢油应急计划落实情况。	新建 HZ19-6 DPPA 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益，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）
HZ19-6 DPPA	开式排放系统	120	100%	120
	闭式排放系统	157.2	100%	157.2
	火炬系统	977.2	50%	488.6
	消防/救生系统	1692	25%	423
	溢油设备	3.4	100%	3.4
	过程控制系统/应急关断系统/ 火气探测系统	1824.5	50%	912.25
	生产水处理系统	3768.4	100%	3768.4
	生活污水处理系统	435.4	100%	435.4
	含油钻屑处理	1338.8	100%	1338.8
海洋生物资源补偿		394.10	100%	394.10
合计				8041.15

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 40.76 亿元，环保投资为 8041.15 万元，环保投资占工程投资的比例为：

$$CT = C1/T \times 100\% = 0.804115 / 40.76 \times 100\% = 1.97\%$$

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、卷载效应及平台占海补偿年限均按 20 年计算; 含油生产水补偿年限配产年限 20 年计算, 平台占海造成的底栖生物损失按 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。

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 (×10 ⁶ 粒)		0.503	1%	0.8 元/尾	3 年	1.21
	仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)		0.664	5%	0.8 元/尾		7.97
	幼体	鱼类 (尾)	3173	0.1kg/尾	15 元/kg		1.43
		头足类 (尾)	152	0.1kg/尾	15 元/kg		0.01
		虾类 (尾)	0	0.01kg/尾	15 元/kg		0.00
		蟹类 (尾)	589	0.1kg/尾	15 元/kg		0.27
	成体 (kg)		57	100%	1.5 万元/t		0.26
	底栖生物 (t)		0.15	100%	1.5 万元/t		0.70
小计							11.83
钻井液	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)		0.054	1%	0.8 元/尾	3 倍	0.13
	仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)		0.071	5%	0.8 元/尾		0.85
	幼体	鱼类 (尾)	340	0.1kg/尾	15 元/kg		0.15
		头足类 (尾)	16	0.1kg/尾	15 元/kg		0.00
		虾类 (尾)	2	0.01kg/尾	15 元/kg		0.00
		蟹类 (尾)	62	0.1kg/尾	15 元/kg		0.03
	成体 (kg)		6	100%	1.5 万元/t		0.03
	底栖生物 (t)		--	100%	1.5 万元/t		1.19
小计							0.13

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 (×10 ⁶ 粒)		6.540	1%	0.8 元/尾	3 倍	15.70
	仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)		8.642	5%	0.8 元/尾		103.70
	幼 体	鱼类 (尾)	41441	0.1kg/尾	15 元/kg		18.65
		头足类 (尾)	1986	0.1kg/尾	15 元/kg		0.09
		虾类 (尾)	250	0.01kg/尾	15 元/kg		0.11
		蟹类 (尾)	7509	0.1kg/尾	15 元/kg		3.38
	成体 (kg)		895	100%	1.5 万元/t		4.03
	底栖生物 (t)		2.35	100%	1.5 万元/t		10.58
小计							156.24
生产水 排放	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)		1.068	1%	0.8 元/尾	20 年	17.09
	仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)		1.412	5%	0.8 元/尾		112.94
	幼 体	鱼类 (尾)	13536	0.1kg/尾	15 元/kg		40.61
		头足类 (尾)	672	0.1kg/尾	15 元/kg		0.20
		虾类 (尾)	72	0.01kg/尾	15 元/kg		0.22
		蟹类 (尾)	2472	0.1kg/尾	15 元/kg		7.42
	成体 (kg)		288	100%	1.5 万元/t		8.64
	小计						
卷载	鱼卵 (×10 ⁶ 粒)		0.306	1%	0.8 元/尾	20 年	4.90
	仔稚鱼 (×10 ⁶ 尾)		0.405	5%	0.8 元/尾		32.36
小计							37.26
平台占 海	底栖生物 (t)		0.016	100%	1.5 万元/t	20 年	0.47
合计							394.10

11.2.2 环境经济收益

11.2.2.1 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 $19375.95 \times 10^4 \text{m}^3$ ，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 185040 t ，按原油 4000 元/t 计算，折合经济价值约 7.4016 亿元 。

11.2.2.2 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，可达 2.9606 亿元 ；其它间接收益按年回收资源、能源价值的 10% 计算，为 0.7402 亿元 ，两项合计约为 3.7008 亿元 。

11.2.2.3 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 11.1024 亿元。

11.2.3 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、生活污水、生产垃圾、守护船产生的船舶污染物等，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。

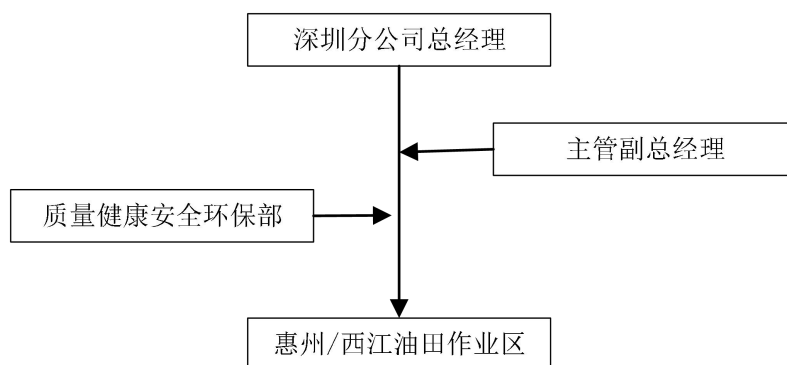


图 12.1-1 中海石油（中国）有限公司深圳分公司环境保护管理机构图

12.1.2.2 主要人员的岗位职责

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台设有 120 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 HZ25-8 DPP 平台、HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6DPP 平台、HZ19-2DPP 平台、HZ19-3DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 以及南海奋进 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，包括学习习近平生态文明思想，贯彻落实新发展理念、推动高质量发展；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，包括学习习近平生态文明思想，贯彻落实新发展理念、推动高质量发展；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；包括学习习近平生态文明思想，贯彻落实新发展理念、推动高质量发展；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，包括学习习近平生态文明思想，贯彻落实新发展理念、推动高质量发展；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，包括学习习近平生态文明思想，贯彻落实新发展理念、推动高质量发展；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 海底管道巡查制度

由值班船对本油田海底管道进行不定期巡查，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 HZ19-6 DPPA 平台部分生产水经 HZ19-6 DPPA 平台生产水处理系统处理达标后排海，生活污水经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。

本项目部分生产水依托 HZ25-8 DPP 平台（2027 年）、HZ25-8 DPPB 平台（2027 年）、海洋石油 115 FPSO（2027 年）、南海奋进 FPSO（2028 年及以后）处理达标后排海。依托的 HZ25-8 DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 和南海奋进 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 HZ19-6 DPPA 平台生活污水和部分生产水处理达标后排海。根据预测结果，生活污水排放的影响范围在 50m 内，含油生产水排放超一（二）类水质最大影响距离约 600m，建议在该平台半径为 600m 均匀布设 4 个点位，见图 12.2-1。

本项目部分生产水经依托的已建 HZ25-8 DPP 平台（2027 年）、海洋石油 115 FPSO（2027 年）和南海奋进 FPSO（2028 年及以后）处理达标后排放。本项目投产后，新建设施依托的已建 HZ25-8 DPP 平台（2027 年）和海洋石油 115 FPSO 平台（2027 年）的含油生产水最大排放量未超过原环评核算的最大排放量和总量值，且不新增生活污水排放。建议上述平台按原环评中的跟踪监测计划开展工作。南海奋进 FPSO（2028 年及以后）的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（2028 年及以后）含油生产水排放超一（二）类水质最大影响距离增加至 270m，考虑到安全作业区范围，建议在以南海奋进 FPSO 平台为中心半径 500m 范围均匀布设 4 个点位，见图 12.2-1。

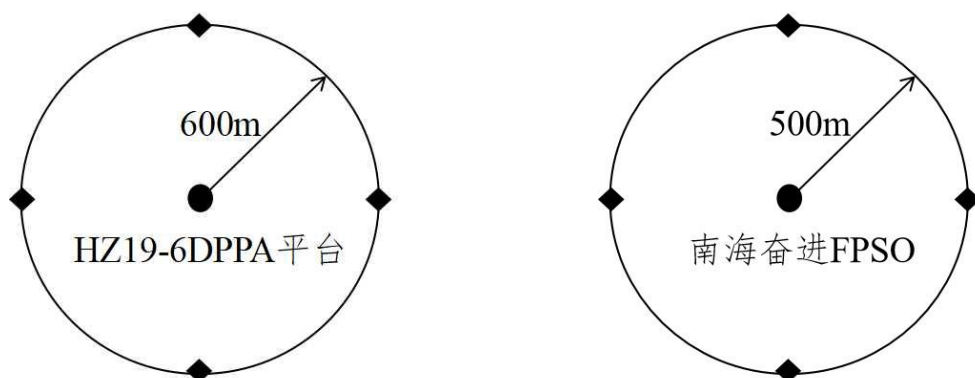


图 12.2-1 新建 HZ19-6 DPPA 平台和南海奋进 FPSO 平台海洋环境影响监测站
位布设示意图

12.2.2.2 监测内容

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。

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西江/惠州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

新建 HZ19-6 DPPA 平台以及依托的 HZ25-8 DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 和南海奋进 FPSO 平台等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 19-6 油田和惠州 25-4 油田位于中国南海珠江口盆地北部坳陷带惠州凹陷西南部。本项目拟新建 1 座钻采平台（HZ19-6 DPPA 平台）开发惠州 19-6 油田和惠州 25-4 油田，惠州 19-6 油田和惠州 25-4 油田距周边惠州 19-1 油田约 4km，距惠州 19-2 油田约 6km，距惠州 19-3 油田约 9km，所在海域水深约 102m，新建 HZ19-6 DPPA 平台距岸（深圳市）最近约 140km。同时为了推动惠西区域整体开发，合理统筹新增开发项目用电需求，进行惠西区域电力组网基础设施项目建设。

惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目计划新建 1 座钻采平台 HZ19-6 DPPA 平台，新铺设 1 条海底混输管道（新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台，10" /16"，长度约 15km），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计划在新建 HZ19-6 DPPA 平台设置透平电站、余热发电装置及组网装置，新建 1 条海底输气管道（已建 HZ26-6 DPP 平台至新建 HZ19-6 DPPA 平台，8"，长度约 22.4km），4 条海底电缆（2 条平行铺设的新建 HZ19-6 DPPA 平台至在建 HZ25-8 DPPB 平台长度约 15km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ26-6 DPP 平台长度约 22.4km，1 条新建 HZ19-6 DPPA 平台至已建 HZ19-3 DPP 平台长度约 9.7km）并对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台和 HZ19-3 DPP 平台进行适应性改造。

新建 HZ19-6 DPPA 平台设置 45 个井槽（4 口单筒双井），先期开发 27 口生产井（后期两口生产井转注）和 3 口注水井，预留 19 口井，采用模块钻机进行钻井作业，计划 2027 年 9 月投产。HZ19-6 DPPA 平台投产后最大产油量 $108 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，最大年产气量 $0.592 \times 10^8 \text{m}^3/\text{a}$ 。

本项目工程总投资（含税）40.76 亿元人民币，其中惠州 25-4 油田综合调整/惠州 19-6 油田 5d 井区开发项目工程投资 26.69 亿元，惠西区域电力组网工程项目 14.07 亿元。环保投资为 8041.15 万元人民币。

13.1.2 生产工艺流程

新建 HZ19-6 DPPA 平台所产物流经本平台生产分离器初步处理后，分离出

的含水原油经新建的海底混输管道输往在建的 HZ25-8 DPPB 平台，2027 年 HZ19-6 DPPA 平台生产物流进入 HZ25-8 DPPB 平台，与 HZ25-8DPPB 平台物流混合后一起进入一级分离器分离，分离出的含水约 10%原油通过栈桥输往已建 HZ25-8 DPP 平台与该平台一级分离器处理的物流混合进入二级分离器处理后，处理后的原油经已建 HZ25-8 DPP 平台至 XJ24-3 DPPB 平台海底混输管道、已建 XJ24-3 DPPB 平台至 XJ24-3 FDD 平台海底混输管道、已建 XJ24-3 FDD 平台至 XJ23-1 DPP 平台海底混输管道和已建 XJ23-1 DPP 平台至海洋石油 115 FPSO 海底混输管道最终外输至海洋石油 115 FPSO 进一步处理、储存、外输；2028 年及以后，HZ19-6 DPPA 平台生产物流越站 HZ25-8 DPPB 平台，通过栈桥新建原油管线进入 HZ25-8 DPP 平台（物流越站 HZ25-8 DPP 平台，HZ25-8 DPP 平台和 HZ25-8 DPPB 平台栈桥相连），经已建的 HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5 DPP 平台的海底混输管线、HZ32-5 DPP 平台至南海奋进 FPSO 的混输管线进入南海奋进 FPSO 进一步处理、储存、外输。HZ19-6 DPPA 平台设有生产水处理系统，生产水部分在 HZ19-6 DPPA 平台处理达标后排海，其余部分依托 HZ25-8DPP 平台（2027 年）、HZ25-8DPPB 平台（2027 年）、海洋石油 115 FPSO（2027 年）和南海奋进 FPSO（2028 年及以后）处理达标后排海。

新建平台分离器分离出的气体与通过 HZ26-6 DPP 平台至 HZ19-6 DPPA 平台输气管道输送来的天然气进燃料气系统后用于透平发电，新建 HZ19-6 DPPA 平台新设 3 台燃气透平发电机组、1 套余热发电装置和 1 套组网装置，并通过新建 4 条海底电缆和对依托 HZ25-8 DPPB 平台、HZ26-6 DPP 平台、HZ19-2 DPP 平台和 HZ19-3 DPP 平台的适应性改造，实现惠西区域电力组网。本项目新建平台部分开发井注水开发，利用海水处理后注入地层驱油。

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 HZ19-6 DPPA 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。海底电缆近平台区域，用混凝土压块进行覆盖保护。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。本项目（包含预留井槽）产生的钻屑总量约为 45029m^3 ，其中非钻井油层水基钻井液钻屑量 41254m^3 ，钻井油层水基钻井液钻屑量 2725m^3 ，油基钻井液钻屑 1050m^3 。本项目钻完井过程中（包含预留井槽）产生的钻井液总量约为 73110m^3 ，其中非钻井油层水基钻井液约 44815m^3 、钻井油层水基钻井液约 19670m^3 ，油基钻井液 8625m^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，油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油基钻井液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总量约为 20960m^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 863.3m^3 、生活污水产生量约为 60578.0m^3 ，生活垃圾产生量约为 259.6t ，生产垃圾产生量约为 15.4t 。

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、生产垃圾以及供应船少量的船舶含油污水、船舶生活污水及船舶垃圾等船舶污染物。本项目投产后，新建 HZ19-6 DPPA 平台产生的部分含油生产水进入本平台生产水处理系统，处理达标后水下 50m 排海，含油生产水最大排放量为 $31467\text{m}^3/\text{d}$ （2035 年）；部分生产水依托 HZ25-8 DPP（2027 年）、HZ25-8 DPPB（2027 年）、海洋石油 115FPSO（2027 年）、南海奋进 FPSO（2028 年及以后）生产水处理系统进行处理后排海。2027 年依托 HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台处理的含油生产水最大排放总量为 $4093\text{m}^3/\text{d}$ ，含油生产水经处理达标后水下 56m 排海，未超过《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）中批复的 HZ25-8 DPP 平台最大排放量 $21600\text{m}^3/\text{d}$ 。2027 年依托海洋石油 115FPSO 含油生产水最大排放总量为 $1099\text{m}^3/\text{d}$ ，含油生产水经处理达标后排海，未超过《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）批复的生产水最大排放量 $6180\text{m}^3/\text{d}$ 。2028 年及以后依托南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为 $6133\text{m}^3/\text{d}$ （2040 年），含油生产水经处理达标后排海，排放量超过《海洋石油 115 南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》批复的生产水最大排放量 $5431\text{m}^3/\text{d}$ ，需要重新申请总量指标。新建

HZ19-6 DPPA 平台设有 120 人生活楼,生活污水产生量约为 $63\text{m}^3/\text{d}$ ($22995\text{m}^3/\text{a}$), 处理达标后海面排海。本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台其它含油污水产生量约 $60\text{m}^3/\text{a}$ 。新建 HZ19-6 DPPA 平台生活垃圾产生量约为 $98.6\text{t}/\text{a}$, 其中食品废弃物产生量约为 $65.7\text{t}/\text{a}$, 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 $32.9\text{t}/\text{a}$, 全部运回陆地处理。新建 HZ19-6 DPPA 平台产生温排水量最大为 $5619\text{m}^3/\text{h}$, 换热后海水温升 9°C , 在海面排放。产生浓盐水水量 $129\text{m}^3/\text{h}$, 浓盐水盐度 41.933, 海表排放。HZ19-6 DPPA 平台设燃气透平发电机组, 新增 NO_x 排放量约为 $3696.2\text{kg}/\text{d}$ ($1349\text{t}/\text{a}$), 新增 SO_2 排放量约为 $75.28\text{kg}/\text{d}$ ($27.48\text{t}/\text{a}$)。新建 HZ19-6 DPPA 平台生产垃圾产生量最大约 $227.1\text{t}/\text{a}$, 全部运回陆地交由有资质单位进行处理。新增守护船船舶含油污水产生量约为 $60\text{m}^3/\text{a}$, 船舶生活污水 $2136.1\text{m}^3/\text{a}$, 船舶生活垃圾 $9.2\text{t}/\text{a}$, 船舶生产垃圾为 $0.5\text{t}/\text{a}$ 。

13.2 规划和政策符合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)》和广东省划定的“三区三线”海洋生态保护红线范围之外, 与《广东省 2023 年度生态环境分区管控动态更新成果公告》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十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《“十四五”海洋生态环境保护规划》《广东省生态环境保护“十四五”规划》和《广东省海洋生态环境保护十四五规划》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 $41.74\text{m}/\text{s}$, 方向为 NNE 向。工程所在海域年降雨量为 1500mm 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 。工程海域潮流为不规则全日潮流, 潮汐性质为不规则全日潮。

13.3.2 地形地貌环境现状

根据新建 HZ19-6 DPPA 平台场址调查资料，调查区域海底整体地形平坦，水深在 101.6m 至 119.7m 之间变化。HZ19-6 DPPA 平台位置水深约为 102m。海底地貌资料色度显示基本均匀，表明海底底质变化不大。结合海底表层取样结果，海底底质主要为松散的细砂含较多粘粒。调查区域主要地貌特征为已建平台、已建管缆、小凸起、锚痕、拖痕等。

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松散的粘质砂。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，调查范围均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，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）mg/m³，

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 ） mg/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（ $0.018\sim 0.056$ ） mg/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（ $9.78\sim 349.01$ ） $\text{mg}\cdot\text{C}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，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 9.8×10^4 个/ 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（ $32.93\sim 105.83$ ） mg/m^3 之间，平均为 $65.23\text{mg}/\text{m}^3$ ；密度变化范围为（ $44.77\sim 158.61$ ）个/ m^3 ，平均为 92.05 个/ 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（ $0.06\sim 12.97$ ） g/m^2 之间，平均值为 $3.03\text{g}/\text{m}^2$ ；密度变化范围在（ $5.0\sim 35.0$ ）ind/ m^2 之间，平均值为 19.1ind/ 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、鳄齿贻、日本美人虾和杰氏内卷齿蚤。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 78.95%，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 $24\mu\text{g}/\text{L}$ ，比淡水中的含量（ $0.15\sim 0.45\mu\text{g}/\text{L}$ ）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（AsB）。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 11 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 $4.99\text{kg}/\text{km}^2$ ；蟹类幼体尾数重量密度为 $43 \text{ 尾}/\text{km}^2$ ，成体平均重量密度为 $8.56\text{kg}/\text{km}^2$ ；虾蛄类幼体平均重量密度为 $10 \text{ 尾}/\text{km}^2$ ，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、仔鱼种类。垂直拖网调查共采到鱼卵 8 粒，平均密度为 $56 \text{ 粒}/1000\text{m}^3$ ，共采到仔鱼 10 尾，平均密度为 $74 \text{ 尾}/1000 \text{ m}^3$ 。

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

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台位于短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中，距离鲈鱼珠江口近海区产卵场 0.7km 、鲈鱼粤东外海区产卵场 7.5km 、距离其他产卵场均在 13.2km 以上；新建管缆全部或部分穿越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、鲈鱼珠江口近海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、深水金线鱼产卵场、鲈鱼粤东外海区产卵场，距离其他产卵场均在 4.4km 以上，距离其他敏感目标较远。

13.4 环境影响回顾性分析

本项目新建工程所依托的 HZ25-8 DPP 平台、海洋石油 115 FPSO 和南海奋进 FPSO 的生产水、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^3 ，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，有较大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属于典型的贫营养海区，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 0.367km^2 , 超一(二)类水质距排放点的最大距离为 0.55km ; 超三、四类水质海域的包络面积为 0.060km^2 和 0.041km^2 。钻井液停止排放后约 9h 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 0.226km^2 , 距排放点的最大距离为 0.30km ; 超三、四类水质海域的包络面积为 0.033km^2 、 0.024km^2 。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 90~100m)最大超一类距离为 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)类包络面积合计为 47.670km^2 , 超三、四类水质海域影响范围相对较小; 次底层(水下 80~90m)超一(二)类包络面积为 31.097km^2 ; 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

项目投产后新建 HZ19-6 DPPA 含油生产水最大排放量为 $31467\text{m}^3/\text{d}$ (2035 年), 水下 50m 排海。排放石油类超标仅限于排放点所在层位(水下 45~55m), 其他层无超标面积, 石油类超一(二)类包络面积为 0.678km^2 , 超三、四类面积分别为 0.031km^2 和 0.023km^2 , 超一类最大距离为 0.6km , 生产水排放的影响范围是有限的。

本项目依托的南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为 $6133\text{m}^3/\text{d}$, 含油生产水经处理达标后海面排海, 排放量超过《海洋石油 115 南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》批复的生产水最大排放量 $5431\text{m}^3/\text{d}$ 。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 0.099km^2 , 超三、四类面积分别为 0.008km^2 和 0.003km^2 , 超一类最大距离为 0.27km 。

13.5.1.5 生活污水对海水水质的影响

新建 HZ19-6 DPPA 平台生活污水日排放量不大，COD 排放浓度较小，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 HZ19-6 DPPA 平台温排水最大排量 $5619\text{m}^3/\text{h}$ ，温排水温升 9°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 0.6°C ，温排水影响范围在 50m 之内，温排水排放对海水水质的影响非常小。

13.5.1.7 浓盐水对海水水质的影响

新建 HZ19-6 DPP 平台浓盐水最大排放量约为 $129\text{m}^3/\text{h}$ ，最大排放盐度 41.93，于海表进行排放。经预测，浓盐水排放形成的最大盐度约为 34.384，较之背景值盐度增量仅约 0.032，因此，由于浓盐水排放量较小，造成的周围海水盐度增量是极低的，排放对本海域海水的影响不大，不会明显影响项目所在海区的海水盐度。

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。根据数值模拟结果两个新建平台钻屑覆盖厚度超过 2cm 的面积约为 0.094km^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 2cm 厚度的覆盖面积为 0.932km^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 8.471×10^6 粒，仔稚鱼 11.194×10^6 尾，鱼类幼体 58490 尾，头足类幼体 10632 尾，虾类幼体 2826 尾，蟹类幼体 324 尾，成体 1246kg，底栖生物 2.516t。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 394.10 万元。

13.5.4 工程对环境敏感目标的影响

本项目新建 HZ19-6 DPPA 平台位于短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中；新建管缆全部或部分穿越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、鲐鱼珠江口近海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、深水金线鱼产卵场、鲐鱼粤东外海区产卵场。

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）；运营期 HZ19-6 DPPA 平台生产水采取了水下 50m 排放的措施。从前文预测结果可知，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）类最大包络面积合计约 0.367km^2 ，最大影响距离 0.55km，停排后 9h 即可恢复；新建平台钻屑排放，海水中悬浮物超一（二）类最大包络面积合计约 0.226km^2 ，最大影响距离 0.30km，停排后 3.5h 即可恢复；海底电缆施工悬浮物超一（二）类最大包络面积合计约 47.670km^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。

运营期本项目生产水通过新建 HZ19-6 DPPA 平台、依托的 HZ25-8 DPP 平

台（2027 年）、海洋石油 115 FPSO（2027 年）和南海奋进 FPSO（2028 年及以后）处理达标后排放，本项目投产后依托海洋石油 115 FPSO 及 HZ25-8 DPP 平台生产水排放量不超过原环评批复值，不会增加对敏感目标的影响。根据 HZ19-6 DPPA 平台生产水排放预测结果可知，生产水排放造成的海水石油类浓度超标范围在垂向上也主要集中在排放点所在层位（即水下 50m 附近）；本项目运营期间产生的温排水造成平台附近海水表层最大温升为 0.6℃，温升超一（二）类海水水质范围不超过 50m。综上所述，由于生产水采取了水下排放的措施且处理后的石油类含量较低；温排水排放水量和温升不大，结合建设方采取的生态补偿措施，本项目运营期造成的生态环境影响是可以接受的。

13.6 环境风险分析与评价结论

本次评价识别出来的环境风险类型包括井喷、输油软管破裂、平台容器泄漏、地质性溢油、浅层气风险、平台火灾爆炸、海底管道与立管泄漏、FPSO 与穿梭油轮外输软管泄漏、船舶碰撞泄漏等事故。项目最具代表性事故为海底管道泄漏事故，选取不利溢油位置新建 HZ19-6 DPPA 平台侧海底混输管道作为溢油点进行了模拟预测，溢油量最大为 150m³（125t）。

根据预测结果分析，在 SE 风向极值风速条件下油膜最短 26.5h 可到达海洋生态保护红线其他红线区，即刻抵达短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场、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。

本次溢油风险预测假定在 HZ19-6 DPPA 平台至 HZ25-8 DPPB 平台海底混输管道的近 HZ19-6 DPPA 平台侧发生溢油事故。项目将在新建平台上配备少量吸油毡等应急物资，主要依托惠州、西江油田作业区现有的溢油应急设备，主要配备在海洋石油 115 FPSO 和南海奋进 FPSO 上，根据应急响应时间分析，配备的溢油应急资源可以在 2.9h 内响应溢油事故，深圳分公司内部溢油应急力量可在 12h 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本项目最具代表性事故溢油量的溢油应急能力要求。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《惠州油田溢油应急计划》（2024 年版）、《西江油田作业区溢油应急计划》（2024 年版）并在主管部门登记备案，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，并将修改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，在建设和生产阶段采取了各类风险事故的防范性措施，通过这些措施使得发生油气泄漏事故的概率非常小；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，本项目发生油气泄漏的概率较低，且本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。

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 95.86，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

工程投产后，新建 HZ19-6 DPPA 平台含油生产水最大排放量为 $1148.55 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ （ $31467 \text{m}^3/\text{d}$ ），其中石油类 516.85t/a，因此，建议新建 HZ19-6 DPPA 平台含油生产水和石油类的总量控制指标为 $1148.55 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 和 516.85t/a。

新建 HZ19-6 DPPA 平台产生的生活污水量为 $22995 \text{m}^3/\text{a}$ （ $63 \text{m}^3/\text{d}$ ），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 HZ19-6 DPPA 平台生活污水的总量控制指标为 $22995 \text{m}^3/\text{a}$ ，COD 排放总量为 11.5t/a。

本工程投产后，依托的 HZ25-8DPP 平台含油生产水最大排放量为 $149.39 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($4093 \text{m}^3/\text{d}$)，未超过已批复《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）总量值：含油生产水 $788 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类 $355 \text{t}/\text{a}$ 。因此，建议 HZ25-8DPP 平台的含油生产水和石油类排放总量控制值维持原环评批复不变。

本工程投产后，依托的海洋石油 115FPSO 含油生产水最大排放量为 $40.11 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($1099 \text{m}^3/\text{d}$)，其中石油类最大排放量 $18.05 \text{t}/\text{a}$ ，未超过已批复《西江油田/惠州油田综合调整项目环境影响报告书》（环审〔2021〕109 号）总量值：含油生产水 $261 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类 $78 \text{t}/\text{a}$ 。因此，建议海洋石油 115FPSO 的含油生产水和石油类排放总量控制值维持原环评批复不变。

本工程投产后南海奋进 FPSO 含油生产水最大排放量为 $223.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ($6133 \text{m}^3/\text{d}$)，其中石油类最大排放量 $100.8 \text{t}/\text{a}$ ，超过《海洋石油 115 南海奋进坞修替代项目环境影响报告书》批复的生产水最大排放量 $198.2 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类最大排放量 $89.2 \text{t}/\text{a}$ 。因此，建议南海奋进 FPSO 的含油生产水总量控制指标为 $223.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，其中石油类排放总量控制指标为 $100.8 \text{t}/\text{a}$ 。

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，仅文昌组水平井 8-1/2" 井段使用油基钻井液。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油基钻井液经收集后运回陆地处理，不排海。振动筛分离出的油基钻井液钻屑经甩干后检测达标排放，若不达标进行现场热脱附处理，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 $20000 \text{mg}/\text{L}$ 。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： $\text{Hg} \leq 1\text{mg/kg}$ 、 $\text{Cd} \leq 3\text{mg/kg}$ ）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 HZ19-6 DPPA 平台产生的含油生产水主要由本平台新建的生产水处理系统和南海奋进 FPSO 生产水处理系统进行处理，仅 2027 年部分生产水依托 HZ25-8DPPB 平台、HZ25-8DPP 平台、海洋石油 115FPSO 生产水处理系统进行处理。

HZ19-6 DPPA 平台生产水处理系统采用“过滤器+高效聚结分离器”的处理流程，设计处理能力为 $36000\text{m}^3/\text{d}$ 。从生产分离器分离出的生产水经处理达到《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 $\leq 45\text{mg/L}$ ，一次容许值 $\leq 65\text{mg/L}$ ）要求后经开排沉箱水下 50m 排放。分离出的污油进入污油罐，由污油泵打回生产分离器。

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，来自各级分离器的生产水经水力旋流器进行处理后达标排海。

HZ25-8 DPP 和 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统互相联通。已建 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统采用“水力旋流器+紧凑式气体浮选机”的两级处理流程，在建的 HZ25-8 DPPB 平台生产水处理系统采用高效聚结生产水处理系统进行处理，生产水部分回注地层，剩余部分达标排海。

海洋石油 115 FPSO 的生产水处理系统采用“污水沉降舱+水力旋流器”的两级处理流程。污水沉降舱分离出的水通过水泵进入水力旋流器，经进一步旋流处理后达标排海，分离出的污油返回污油舱，然后通过污油泵打回生产分离器。

生活污水经 HZ19-6 DPPA 平台上设置的生化电解式生活污水处理装置处理合格后排海。

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

本项目符合国家产业政策，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“三区三线”划定成果中海洋生态保护红线的管理要求相协调。

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、沉积物和生物环境质量现状较好，评价范围内的敏感目标主要为短尾大眼鲷南海北部产卵场、深水金线鱼南海北部产卵场、蓝圆鲹粤东外海区产卵场、黄鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场等、鲈鱼珠江口近海区产卵场、鲈鱼粤东外海区产卵场、长尾大眼鲷南海北部万山列岛产卵场等。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产生的悬浮物，对环境的影响属于短期性、可恢复性影响。生产运行过程中产生的主要污染物为含油生产水，经新建 HZ19-6 DPPA 平台、依托南海奋进 FPSO、HZ25-8 DPP 平台和海洋石油 115 FPSO 处理达标后排放，对环境的影响属于局部影响。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），新建



HZ19-6 DPPA 平台生产水经处理达标后水下排放，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、沉积物及海洋生态）的影响范围和程度较小。

项目的建设和生产对海洋生态环境和渔业资源会产生一定影响和损害，需采取有效的保护措施。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污染防治对策措施、生态保护措施、风险防范措施和应急预案的前提下，从环境保护角度考虑，项目建设可行。



附件 1 环评委托书

中海石油（中国）有限公司深圳分公司

关于开展惠州 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 环境影响评价委托书

中海油研究总院有限责任公司：

中海石油（中国）有限公司深圳分公司计划开展惠州 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。

根据国家环境保护相关的法律法规要求，中海石油（中国）有限公司深圳分公司现委托中海油研究总院有限责任公司按照国家有关法律法规的要求开展以上项目的环境影响评价工作，编制《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》。

特此委托。

中海石油（中国）有限公司
深圳分公司
2024 年 12 月 12 日

附件 2 相关工程环评批复

附件 2-1 《关于惠州 19-3/2/1 油田开发工程环境影响报告书审批意见的复函》（国海环字[2002]356 号）

09/12 02 MON 08:48 FAX 02225500064 CNDQC LTD HSE 0902

900Z MAY 3 /
FAXED
FAXED
/ 8 MAY 2000

国家海洋局

国海环字[2002]356号

关于惠州 19-3/2/1 油田开发工程 环境影响报告书审批意见的复函

中国海洋石油总公司：

你公司《关于报送惠州 19-3/2/1 油田开发工程环境影响报告书预审意见的函》（海油函安[2002]34号）悉。经研究，对报送的《惠州 19-3/2/1 油田开发工程环境影响报告书（报批稿）》（以下简称“报告书”）提出审批意见复函如下：

一、经审查，报告书基本符合国家环境保护有关法律法规的要求，可以作为编制可行性研究报告和开展初步设计的依据。从环境保护角度分析，在报告书所提出的各项污染防治及应急措施得到落实的前提下，同意该工程的建设。

二、为尽可能减轻污染影响程度，建设单位应当认真落实报告书中提出的各项污染防治措施、对策及建议。工程在建设和生产过程中应当特别注意以下问题：

09/12 02 MON 08:48 FAX 02225500064 CNDQC LTD HSE 0902

1. 严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度，在 HZ19-2 平台排污口位于海面以下 60 米、FPSO 排污口位于海面以下 12 米时，同意按照报告书中总量控制建议的指标执行；HZ19-2 平台外缘 300 米以内海域、FPSO 排污口为中心 300 米半径以内的海域作为排污混合区。
2. 该工程海上施工周期长，建设单位应当按照有关法规的要求，加强施工期的监控管理，并将工程进展情况及时通报国家海洋局南海分局。施工期间产生的工业和生活垃圾除食品废弃物外应当确保全部回收，船舶含油污水排放严格按照有关规定执行。
3. 工程海上施工阶段应当尽量避开渔业敏感季节，尽可能地减少对渔业资源和渔业生产的影响。
4. 制定切实可行的溢油应急计划，配备相应的溢油应急设备，防范溢油风险。一旦溢油抵岸，可能对珠江口近岸的经济鱼类繁育场保护区、幼鱼幼虾保护区等环境敏感目标构成威胁，并可能影响珠江口及附近沿岸的风景旅游区。因此，发生溢油事故时，要尽快采取措施，阻止油污向沿岸方向蔓延，并立即报告国家海洋局南海分局，同时通报渔业、海事、军队等有关部门。
5. 加强海底管道运营期间的安全管理工作，制定相应的管道保护和检测制度，避免油田管道事故对海洋环境的污染损害。


三、报告书初步设计环境保护篇章应根据经批准的环境影响报告书编写，按有关规定进行审查。

09/12 02 MON 08:50 FAX 02225500064 CNDQC LTD HSE 0902

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

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

六、国家海洋局南海分局负责工程建设和生产期间环境保护的监督管理。



二〇〇二年十二月二十九日

主题词：海洋 石油 环评 审批 函

抄送：国家计委，农业部渔业局，交通部海事局，全军环办，国家海洋局南海分局，广东省海洋与渔业局，中海石油（中国）有限公司，中海石油工程设计公司。

国家海洋局海洋环境保护司 2002 年 11 月 29 日印发

校对：人：胡松琴 打印 22 份

附件 2-2 《关于惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书核准意见的批复》(国海环字〔2013〕274 号)

国家海洋局

国海环字〔2013〕274 号

国家海洋局关于惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田 西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书 核准意见的批复

中海石油(中国)有限公司:

你公司《关于呈报<惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书(报批稿)>的报告》(中海油安〔2012〕459 号)和《惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境影响报告书(报批稿)》(2012 年 10 月版)(以下简称“报告书”)收悉。经研究,对报告书提出核准意见批复如下:

一、惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目位于南海珠江口盆地,距陆地最近约 120 公里。拟建工程主要建设内容包括:新建惠州 25-8 钻采平台(HZ25-8 DPP 平台),设 24 个井槽,钻 12 口生产井,预留 12 个井槽;新建西江 24-3 钻采 B 平台(XJ24-3 DPPB 平台),设 16 个井槽,钻 10 口生产井,预留 6 个井槽;后期在 XJ24-3 DPPB 平台原有生产井内侧钻 7 口调整井;在 HZ25-8 DPP 平台与 XJ24-3 DPPB 平台之间分别

铺设长约 18.3 公里的海管和海底电缆各 1 条;铺设 1 条 XJ24-3 DPPB 平台至西江 24-3 钻采平台(XJ24-3 FDD 平台)长约 8.3 公里的海管;“海洋石油 115”浮式生产储油装置(FPSO)新增燃料油闪蒸橇、电脱水进料泵、海水冷却器和合格油滤器,XJ24-3 FDD 平台新增 1 台清管球收球器、1 台海水预热泵和 1 根立管。

经审查,报告书基本符合国家环境保护有关法律法规的要求。从环境保护角度分析,在报告书中各项污染防治对策、生态保护及风险防范对策措施得到落实的前提下,同意核准该项目报告书。请按照报告书中所列的地点、性质、规模、环境保护对策措施及下述要求进行项目建设和运营。

二、项目建设和运营期间应当认真落实报告书中的污染防治、生态保护和风险防范措施、对策及建议,并特别做好以下工作:

(一)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。不含油钻屑和泥浆以及含油量不超过 8%的钻屑和泥浆经海区主管部门批准后方可排海;含油量超过 8%的钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位处理;含油生产水、生活污水和机舱含油污水等废水经处理达标后方可排海;生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾运回陆地处理。

(二)严格执行钻井作业规程,配备安全有效的防喷设备及良好的压井材料和井控设备,关键部位应安装温度和压力报警装置,并设置相应的应急关断系统。

(三) 切实落实生态保护措施,施工作业应尽量避免主要经济鱼类的产卵期,并采取增殖放流等措施对渔业资源进行养护与修复。

(四) 定期对海底管道进行检测与维护,及时发现并消除事故隐患;采取必要的工程防护措施,避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害;对依托的已有海管,在达到其原有设计寿命前需进行检测评估,必要时予以更换。

(五) 切实落实风险防范和应急措施,制定溢油应急计划。HZ25-8 DPP 平台和 XJ24-3 DPPB 平台应配备相应的溢油应急设备以应对小型溢油事故。发生事故时,应当按照规定立即报告国家海洋局南海分局,并及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

三、严格控制污染物的排放总量和排放浓度。工程投产后, HZ25-8 DPP 平台含油生产水年排放总量不得超过 373 万立方米,石油类年排放量不得超过 168 吨,排污混合区范围为以平台外缘为中心 600 米半径以内的海域; XJ24-3 DPPB 平台含油生产水年排放总量不得超过 540 万立方米,石油类年排放量不得超过 243 吨,排污混合区范围为以平台外缘为中心 600 米半径以内的海域;“海洋石油 115” FPSO 生产水排放总量控制指标和排污混合区范围不变。

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

运行。

五、国家海洋局南海分局负责工程建设和运营期间环境保护的监督管理。请你公司在开工建设之日 30 个工作日内将经核准的环境影响报告书送国家海洋局南海分局。



(此件依申请公开)

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

附件 2-3 《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）

中华人民共和国生态环境部

环审〔2023〕22 号

关于惠州 26—6 油田开发项目
环境影响报告书的批复

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于申请审批〈惠州 26—6 油田开发项目环境影响报告书〉的请示》（中海油安〔2022〕622 号）收悉。经研究，批复如下。

一、该项目拟在惠州 26—6 油田新建 1 座钻采平台（HZ26—6DPP 平台），先期钻井 19 口（采油井 2 口、采气井 17 口），预留井槽 21 个，海底直接铺设 1 条长 14.3 千米 HZ26—6DPP 平台至南海奋进号 FPSO 海底混输管道，以及 1 条长 15.2 千米 HZ26—6DPP 平台至 HZ21—1B 平台海底输

— 1 —

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

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

（一）污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。含油量超过 8% 的水基钻井液和钻屑应运回陆地送有资质单位处理。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、含油污水及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。

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

（三）加强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。

（四）切实落实环境风险防范措施。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

— 2 —

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。

（五）切实落实生态环境保护措施。钻井液和钻屑排放应在海面 40 米以下，并严格控制排放速率，排放时应尽量避免开黄鲷、蓝圆鲀、鲈鱼、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。

三、珠江南海局负责该项目生态环境保护的监督管理。请你公司自批复之日起 30 个工作日内将批准的报告书送珠江南海局。



（此件社会公开）

— 3 —

附件 2-4 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）

中华人民共和国生态环境部

环审〔2022〕83 号

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

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于申请审批〈海洋石油 115/南海奋进坞修替代项目环境影响报告书〉的请示》（中海油安〔2022〕29 号）收悉。经研究，批复如下。

一、该项目拟对海洋石油 115FPSO 进行解脱清洗后进坞检修，此期间由南海奋进号 FPSO 替代服役，海洋石油 115FPSO 坞修结束后双船共同服役。新建 1 套水下系泊系统，位于惠州油田群 HZ32—5DPP 平台西南侧 3.7 公里；新建 1 条 HZ32—5DPP 至南海奋进 FPSO 油气水混输海管，长度为 4.2 公里，采

— 1 —

用铺管船直接铺设海底；对现有 PY30—1DPP 平台至珠海终端海管进行开孔连接膨胀弯，并与 HZ21—1B 平台连通；对现有 XJ23—1DPP 平台、XJ24—3FDD 平台、HZ32—5DPP 平台、HZ21—1B 平台、HZ26—1 平台进行适应性改造；对 HZ32—5DPP 平台至 HZ25—8DPP 平台之间的海管进行清洗后原地封存。在全面落实报告书提出的各项生态环境保护措施后，该项目可以满足国家海洋生态环境保护相关法律法规和标准的要求。我部同意批准该环境影响报告书。

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

（一）污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。海洋石油 115FPSO 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。

（二）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。

— 2 —

（三）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，应当立即启动溢油应急计划，采取有效措施减轻事故对海洋生态环境特别是敏感目标的影响，按照规定立即报告珠江南海局，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。

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



（此件社会公开）

— 3 —

附件 2-5 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）

中华人民共和国生态环境部

环审〔2025〕20 号

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

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于申请审批〈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〉的请示》（中海油安〔2024〕596 号）收悉。经研究，批复如下。

一、该项目拟在西江油田新建 1 座无人井口平台（XJ24—7WHPA 平台），共设 16 个井槽，先期开发 10 口生产井，预留 6 个井槽；在惠州油田新建 1 座钻采平台（HZ25—8DPPB 平台），共设 24 个井槽，先期开发 15 口井（12 口采油井、3 口注水井），预留 9 个井槽。新建 HZ25—8DPPB 平台与 HZ25—8DPP 平台

— 1 —

间栈桥，长度为 60 米；新建 XJ24—7WHPA 平台与 XJ24—3DPPB 平台间海底混输管道 1 条，长度为 8.5 公里；新建 XJ23—1DPP 平台与海洋石油 115FPSO 间海底混输管道 1 条，长度为 2.0 公里；新建 XJ24—3DPPB 平台与 XJ24—7WHPA 平台间海底脐带缆 1 条，长度为 8.5 公里。同时，对 XJ24—3DPPB、HZ25—8DPP、XJ23—1DPP 平台，以及南海奋进 FPSO 进行适应性改造。其中 XJ24—3DPPB 平台新增生产分离器和水力旋流器等，提升原油和生产水处理能力；HZ25—8DPP 平台外扩甲板等，将 9 口采油井转为注水井；XJ23—1DPP 平台布置立管等；南海奋进 FPSO 新增段塞流捕集器、对原 LPG 系统进行升级改造等。在全面落实报告书提出的各项生态环境保护措施后，该项目可以满足国家海洋生态环境保护相关法律法规和标准的要求。我部原则同意环境影响报告书的总体结论和拟采取的生态环境保护措施。

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

（一）污染物的处理和排放应符合国家有关规定和标准。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

— 2 —

《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552—2018) 处理处置。

(二) 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。

(三) 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。

(四) 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。

(五) 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。

(六) 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。

— 3 —

三、珠江南海局负责该项目生态环境保护的监督管理。请你公司自批复之日起 30 个工作日内将经批准的报告书送珠江南海局。



(此件社会公开)

抄 送: 自然资源部、交通运输部、农业农村部, 中央军委后勤保障部, 中国海警局, 珠江流域南海海域生态环境监督管理局, 环境工程评估中心。

生态环境部办公厅

2025 年 2 月 17 日印发

— 4 —



附件 3 相关工程竣工验收批复

附件 3-1 《关于惠州 19-3/2/1 油田环境保护设施竣工验收的复函》（国海环字〔2007〕156 号）

国家海洋局

国海环字〔2007〕156 号

关于惠州 19-3/2/1 油田环境保护设施 竣工验收的复函

CACT 作业者集团：

你们“关于 HZ19-3/2/1 油田环保设施竣工验收的请示函”收悉。经研究，同意惠州 19-3/2/1 油田的环境保护设施通过竣工验收，准予正式投入生产。请你公司在生产中严格遵守国家环境保护的有关规定，加强环境保护管理，认真落实各项环保措施和溢油应急计划。同时，要加强环保设施的管理和维护，确保其运行效果。



主题词：惠州 环保设施 验收 函

抄送：南海分局，中国海监总队，海洋咨询中心。

国家海洋局海洋环境保护司

2007 年 4 月 6 日印发

校对入：胡松琴

打印 17 份

附件 3-2 《关于惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环保设施竣工验收的函》（国海环字〔2018〕92 号）

国家海洋局

国海环字〔2018〕92 号

国家海洋局关于惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田 西江 24-1 区联合开发项目环保设施 竣工验收的函

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于申请对惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目进行环境保护设施竣工验收的函》（中海油函〔2018〕1 号）收悉。根据《海洋环境保护法》和《海洋油气开发工程环境保护设施竣工验收管理办法》的有关规定，我局组织开展了惠州 25-8 油田/西江 24-3 油田西江 24-1 区联合开发项目环境保护设施竣工验收工作。经研究，同意该工程环境保护设施通过竣工验收。



（此件依申请公开）

部委〔2018〕第33号

001



健康安全环保部

03-14

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证



油基泥浆、油基钻屑、水基钻屑处理服务 (主合同-深分)

(合同编号: 202518697547)

甲方: 中海石油(中国)有限公司深圳分公司

乙方: 茂名市华凯石化有限公司

签订地点: 广东深圳



联系电话：0755-26022607

邮 箱：caihl@cnooc.com.cn

联系人（技术）：李柯

联系电话：0755-26022661

邮 箱：like13@cnooc.com.cn;

乙方地址：茂名市茂南区露天矿北山路6号大园之二（茂南石化工业园内）

联系人：钟建泽

联系电话：13600397767 0668-2229389

邮 箱：zhongjianze@qq.com

第五条 合同份数

5.1 本合同正本一式贰份，甲方执壹份，乙方执壹份，具有同等效力。

第六条 合同生效

6.1 本合同在以下条件全部获得满足之后生效：双方法定代表人或授权代表签字并盖章。

6.2 本合同至双方在本合同项下的全部义务履行完毕后失效。

6.3 本合同有效期自 2025 年 1 月 24 日至 2028 年 1 月 23 日止。本合同有效期届满时，若双方之间仍有基于本合同已签署工单（定单）正在履行的，则本合同有效期自动顺延至该工单（定单）履行完毕之日止。

第七条 中小企业支付条款

7.1 在本合同签订时如乙方属于《保障中小企业款项支付条例》（“条例”）规定的中小企业，本合同所约定的付款期限、方式、条件和违约责任等交易条件应遵守该条例的规定。如本合同约定的任何交易条件违反该条例，甲方应按照符

合同编号：202518697547

5 李

钟

8



油基泥浆、油基钻屑、水基钻屑处理服务

甲方（盖章）

乙方（盖章）

中海石油（中国）有限公司深圳分公司

茂名市华凯石化有限公司

法定代表人或授权代表签字：

法定代表人或授权代表签字：



姓名：金鑫

职务：物装管理部经理



姓名：钟建泽

职务：业务部经理

合同编号：202518697547

7

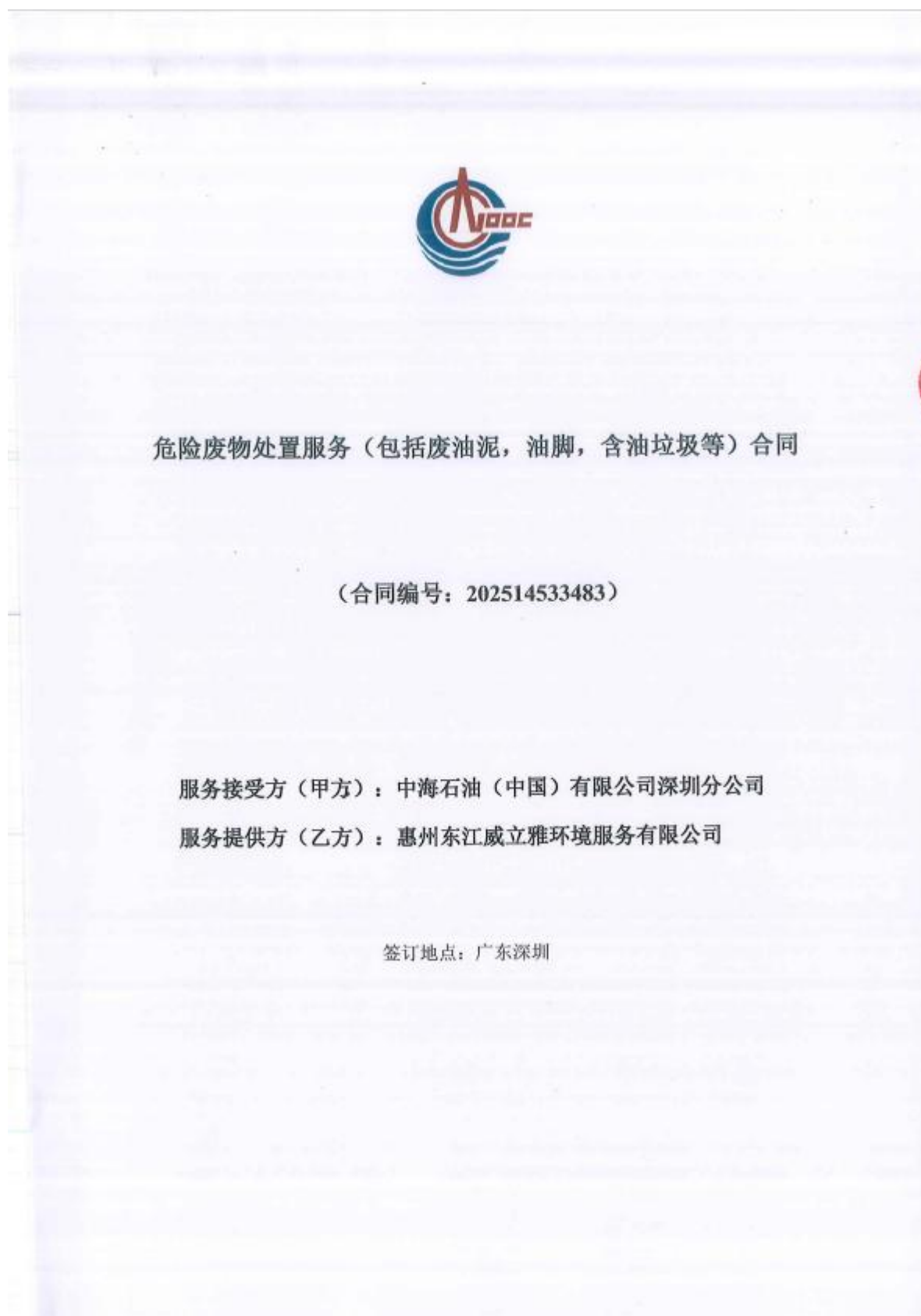
29

2

	危险废物 经营许可证	
法人名称:	茂名市华凯石化有限公司	
法定代表人:	黄士金	
住 所:	茂名市茂南区露天矿北山路 6 号大园之二 (茂南石化工业园区内)	
经营设施地址:	茂名市茂南区露天矿北山路 6 号大园之二 (北纬 21°41'39.80", 东经 110°53'20.77")	
核准经营方式:	收集、贮存、利用	
核准经营内容:	废矿物油与含矿物油废物 (HW08 类中的 071-001-08、071-002-08、072-001-08、251-002-004-08、251-006-08、251-010-012-08、900-199-08、900-200-08、900-210-08、900-213-08、900-221-08、900-249-08, 仅限污泥、废渣) 30000 吨/年。#	
编号:	440902H907N6	有效期至: 自 2020 年 11 月 2 日至 2025 年 11 月 1 日
发证机关:	广东省生态环境厅	初次发证日期: 2019 年 7 月 16 日
发证日期:	二〇二一年二月二日	

广东省生态环境厅印制

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



危险废物处置服务（包括废油泥，油脚，含油垃圾等）

甲方地址：深圳市南山区后海滨路（深圳湾段）3168号中海油大厦A座

联系人（商务）：沈政廷

联系电话：0755-26022606

邮 箱：shenshan@cnooc.com.cn

联系人（技术）：张美望

联系电话：0755-26334469

邮 箱：zhangmw12@cnooc.com.cn

乙方地址：广东省惠东县梁化镇石屋寮南坑

邮政编码：516323

联系人：苏林

联系电话：18814041168

传真号码：8964122

第五条 合同份数

5.1 本合同正本一式贰份，甲方执壹份，乙方执壹份，具有同等效力。

第六条 合同生效

6.1 本合同经双方法定代表人或授权代表签字并盖章后生效，自双方履行完本合同项下全部权利和义务后终止。合同有效期自 2025 年 2 月 1 日至 2028 年 1 月 31 日。本合同有效期届满时，若双方之间仍有基于本合同已签署工单（定单）正在履行的，则本合同有效期自动顺延至该工单（定单）履行完毕之日止。

第七条 中小企业支付条款

7.1 在本合同签订时如乙方属于《保障中小企业款项支付条例》（“条例”）规定的中小企业，本合同所约定的付款期限、方式、条件和违约责任等交易条件应遵守该条例的规定。如本合同约定的任何交易条件违反该条例，甲方应按照符合该条例规定的交易条件履行合同，并应按照条例的规定与乙方协商变更本合同的该等交易条件，

合同编号：202514533483

第 5 页，共 65 页

12 16

危险废物处置服务（包括废油泥，油脚，含油垃圾等）

以保障乙方享有条例规定的合法权益。

第八条 农民工工资支付条款

8.1 为按时足额支付农民工工资，乙方应结合属地要求保障农民工获取劳动报酬的合法权益，落实包括不限于农民工实名制管理、农民工工资代发制度、工资保证金制度、农民工工资专用账户管理、施工现场维权信息公示等责任。若乙方违反法律规定和合同约定拖欠农民工工资，应向甲方支付已发生合同总额的 20% 作为违约金；情节严重、拒不整改的，予以解除合同，并在合同款支付或供应商违规方面进行相关处理。

甲方（盖章）

乙方（盖章）

中海石油（中国）有限公司深圳分公司

惠州东江威立雅环境服务有限公司

法定代表人或授权代表签字：

法定代表人或授权代表签字：



姓名：金

职务：物装管理部经理



姓名：苏林

职务：业务主管

合同编号：202514533483

第 6 页，共 65 页



 危险废物 经营许可证 (中国) 有效期: 2024/5/18至2025/5/18 保密文件 复印件	法人名称:	惠州东江威立雅环境服务有限公司
	法定代表人:	曾宇
	住所:	广东省惠东县平海镇石屋寮南坑
	经营设施地址:	惠州市惠东县平海镇石屋寮南坑 (北纬 23°05'11" 东经 114°40'11")
	核准经营范围:	收集、贮存、处置(焚烧)
核准经营范围:		有机溶剂与含有机溶剂废物(HW06类)、废矿物油与含矿物油废物(HW08类)、油类(烃水混合物或乳液)(HW09类)、精(蒸)馏残渣(HW11类)、染料、涂料废物(HW12类)、有机树脂废物(HW13类, 不包含 900-451-13)、感光材料废物(HW16类)、含铬废物(HW21类中的 193-002-21)、废碱(HW35类)、有色金属采选和冶炼废物(HW48类中的 321-026-48)、其他废物(HW49类中的 309-001-49、900-039-49、900-041-042-49、900-046-047-49、900-999-49)、废催化剂(HW50类中的 261-151-50、900-048-50), 共计20000吨/年。#
编号:	441923160831	
发证机关:	广东省生态环境厅	
发证日期:	二〇二二年九月一日	
有效期限:		自2022年9月1日至2027年8月31日
初次发证日期:		2016年8月31日

广东省生态环境厅印制

附件 5 西江油田作业区溢油应急计划备案登记表

海洋石油勘探开发溢油应急计划备案
登记表

报备单位名称	中海石油（中国）有限公司深圳分公司		
报备单位地址	深圳市南山区后 海滨路（深圳湾 段）3168 号中海油 大厦 A 座	邮政 编码	518054
联系电话	0755-26023381	传真	0755-26688577
电子邮箱	guona@cnooc.com.cn		
备案单位经办人	庄丽芸	联系 电话	020-85116176
<p>你单位提交的《西江油田作业区溢油应急计划》(2024 年版)， 经形式审查符合要求，予以备案。</p> <div><p>(备案单位盖章) 2024 年 7 月 5 日</p></div>			

附件 6 惠州油田溢油应急计划备案登记表

海洋石油勘探开发溢油应急计划备案
登记表

报备单位名称	中海石油（中国）有限公司深圳分公司		
报备单位地址	深圳市南山区后 海滨路（深圳湾 段）3168 号中海油 大厦 A 座	邮政 编码	518054
联系电话	0755-26023381	传真	0755-26688577
电子邮箱	guona@cnooc.com.cn		
备案单位经办人	庄丽芸	联系 电话	020-85116176
<p>你单位提交的《惠州油田溢油应急计划》（2024 年版），经 形式审查符合要求，予以备案。</p> <div><p>(备案单位盖章) 2024 年 8 月 9 日</p></div>			

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 checked="" 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：新建平台位于短尾大眼鲷南海北部产卵场、金线鱼南海北部产卵场、黄鲷南海北部产卵场和蓝圆鲹粤东外海区产卵场中；新建管缆全部或部分穿越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、鲈鱼珠江口近海区产卵场、金线鱼南海北部产卵场、深水金线鱼产卵场、鲈鱼粤东外海区产卵场。		
	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 checked="" type="checkbox"/> ；二级 <input type="checkbox"/> ；三级 <input type="checkbox"/>		
评价范围		主流向约 93km，垂直于主流向方向约 59km 的矩形海域；管缆类包含在评价范围内		
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（ $PO_4^{3-}-P$ ）、铜、铅、锌、镉、总铬、汞、砷、石油类、硫化物、挥发性酚	共 40 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；在距离已建海洋石油 115 FPSO、南海奋进 FPSO 和已建 HZ25-8 DPP 平台四周分别布设 4 个加密站位，共 12 个水质加密点位
	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，无超标因子		
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"/>		

工作内容		自查项目			
海水水质影响预测与评价	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"/> ; 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) 对自然保护区、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	888.7t	41.73t	171.7t	
	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"/> 鉴于海洋溢油风险事故一旦发生, 将对周围环境造成较大不利影响, 保守考虑, 本项目海洋生态环境风险评价参考二级评价的要求进行评估分析。			

工作内容		自查项目	
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"/>	
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		最近敏感目标 79.5km, 抵达时间 26.5h	
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 8.2 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	HZ19-6 DPPA 平台含油生产水排放量为 $1148.55 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ 、其中石油类 516.85t/a; 南海奋进 FPSO 含油生产水排放量为 $223.9 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ (新增 $25.7 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$), 其中石油类 100.8t/a (新增 11.6t/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	HZ19-6 DPPA 平台生活污水量 $22995 \text{m}^3/\text{a}$, COD 排放总量为 11.5t/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 HZ19-6 DPPA 平台半径为 600m 均匀布设 4 个点位; 依托设施的跟踪监测监测计划纳入现有西江/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	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。



工作内容		自查项目	
		动物、底栖生物、生物质量。依托设施的跟踪监测监测计划纳入现有西江/惠州油田群环境跟踪监测计划统一考虑。	
	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监测计划纳入现有西江/惠州油田群环境跟踪监测计划统一考虑。	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
总体评价结论		可接受☑；不可接受☐	
注 1：M、P 的确定参照 HJ 169。			

附表 环境质量现状调查与评价结果

附表 1 海水水质调查结果

站号	采样深度(m)	水温 ℃	盐度	pH	DO	COD	石油类	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
					mg/L				μg/L										
P1	0.5	26.67	34.304	8.21	6.86	0.86	0.008	4.5	59.0	2.38	0.020	1.69	1.46	nd	0.16	0.59	0.32	nd	nd
P1	50.0	21.67	34.387	8.23	6.22	0.57	\	5.0	39.6	4.37	0.022	1.57	2.13	nd	0.25	0.36	0.31	0.11	nd
P2	0.5	26.61	34.296	8.23	6.60	0.58	0.012	4.2	70.7	2.82	0.022	1.78	0.76	nd	0.13	0.45	0.21	nd	nd
P2	50.0	21.23	34.379	8.23	6.08	0.43	\	4.2	64.5	2.93	0.019	1.76	2.05	nd	0.25	0.36	0.24	nd	nd
P3	0.5	26.91	34.292	8.20	6.93	0.49	0.007	3.9	54.2	2.46	0.020	1.67	0.78	nd	0.15	0.42	0.20	nd	nd
P3	50.0	22.19	34.365	8.21	6.22	0.46	\	4.4	46.5	2.60	0.022	1.86	1.91	nd	0.28	0.41	0.23	0.12	nd
P4	0.5	27.00	34.294	8.21	6.66	0.63	0.005	4.3	38.3	2.21	0.021	1.77	1.05	nd	0.13	0.27	0.22	nd	nd
P4	50.0	22.94	34.300	8.18	6.06	0.44	\	3.3	42.9	2.08	0.017	1.55	3.75	0.05	0.70	0.55	0.24	0.10	nd
P5	0.5	26.57	34.334	8.20	6.79	0.62	0.008	4.6	43.8	3.08	0.022	1.63	1.01	nd	0.14	0.37	0.20	nd	nd
P5	50.0	23.38	34.450	8.22	6.15	0.46	\	3.4	47.4	5.04	0.019	1.68	4.62	0.07	0.76	0.61	0.26	nd	nd
P6	0.5	26.75	34.385	8.19	6.74	0.29	0.004	3.8	33.3	4.88	0.019	1.77	1.31	nd	0.16	0.31	0.34	nd	nd
P6	50.0	23.67	34.336	8.21	6.38	0.50	\	3.7	33.6	4.51	0.019	1.68	4.04	nd	0.20	0.31	0.21	nd	nd
P7	0.5	26.87	34.377	8.17	6.40	0.43	nd	7.0	37.9	2.61	0.018	2.02	1.59	nd	0.19	0.26	0.24	nd	nd
P7	50.0	24.22	34.343	8.21	6.20	0.20	\	4.0	26.4	1.05	0.020	1.88	3.75	0.06	0.37	0.60	0.29	nd	0.9
P8	0.5	27.32	34.277	8.17	6.44	0.51	0.012	4.0	38.9	1.11	0.021	1.70	1.62	nd	0.16	0.86	0.25	nd	nd
P8	50.0	22.20	34.385	8.21	6.34	0.35	\	4.0	1.14×10 ²	2.47	0.018	1.82	0.99	nd	0.20	0.50	0.24	nd	0.9
P9	0.5	26.88	34.353	8.18	6.74	0.56	nd	4.2	39.3	1.53	0.018	1.71	2.80	nd	0.24	0.63	0.28	nd	nd
P9	50.0	22.57	34.346	8.20	6.82	0.28	\	5.0	37.0	3.57	0.020	1.80	0.93	nd	0.14	0.41	0.26	nd	nd
P10	0.5	27.18	34.298	8.19	6.47	0.59	nd	4.0	30.2	1.05	0.018	1.86	2.11	nd	0.17	0.74	0.23	nd	nd
P10	50.0	21.95	34.375	8.24	6.62	0.47	\	4.9	40.0	1.30	0.018	1.74	1.80	nd	0.24	2.59	0.29	0.10	1.3
P11	0.5	27.34	34.292	8.17	6.69	0.61	nd	4.4	43.2	1.68	0.019	2.11	1.89	0.04	0.29	0.62	0.31	nd	1.3
P11	50.0	23.06	34.220	8.20	6.14	0.40	\	4.8	31.2	1.42	0.016	1.72	1.18	nd	0.26	0.45	0.27	0.10	1.3
P12	0.5	26.86	34.318	8.18	6.44	0.65	nd	4.0	68.8	1.64	0.021	1.71	2.10	nd	0.21	0.72	0.27	nd	nd
P12	50.0	22.90	34.449	8.19	6.28	0.50	\	4.7	39.8	1.21	0.019	1.67	1.51	nd	0.27	0.55	0.37	0.11	nd
P13	0.5	27.18	34.445	8.17	6.86	0.56	nd	3.6	55.2	2.43	0.018	1.86	2.35	0.03	0.24	0.85	0.30	nd	0.9
P13	50.0	24.13	34.393	8.20	6.13	0.43	\	4.5	38.2	1.14	0.022	1.89	1.19	nd	0.16	0.29	0.26	nd	1.3
P14	0.5	26.90	34.436	8.17	6.66	0.57	nd	3.6	30.2	1.75	0.019	1.63	1.76	nd	0.19	0.40	0.28	nd	nd
P14	50.0	22.71	34.353	8.21	6.32	0.52	\	4.1	56.9	2.82	0.020	2.13	1.26	nd	0.16	0.24	0.22	nd	nd
P15	0.5	27.43	34.313	8.15	6.81	0.42	0.013	4.3	32.4	0.94	0.022	1.60	1.57	nd	0.24	0.25	0.24	nd	nd
P15	50.0	22.86	34.316	8.18	6.56	0.18	\	4.2	34.8	0.87	0.020	1.76	2.28	nd	0.54	0.32	0.31	0.10	nd
P16	0.5	27.02	34.244	8.18	6.80	0.47	0.008	3.8	54.0	3.60	0.018	1.67	3.50	nd	0.21	0.30	0.18	nd	nd
P16	50.0	22.67	34.313	8.22	6.21	0.37	\	3.1	42.2	2.72	0.019	1.79	5.63	nd	0.39	0.60	0.27	nd	nd
P17	0.5	27.40	34.273	8.17	7.11	0.48	0.007	4.0	81.8	2.50	0.019	1.71	0.69	nd	0.21	0.26	0.25	nd	nd
P17	50.0	22.40	34.356	8.19	6.52	0.27	\	4.6	19.8	3.29	0.020	1.79	0.95	nd	0.21	0.26	0.21	0.10	nd
P18	0.5	27.81	34.291	8.17	6.65	0.43	0.007	4.9	12.1	2.14	0.018	1.63	2.04	nd	0.38	0.72	0.36	nd	2.2
P18	50.0	22.78	34.302	8.19	6.64	0.50	\	4.2	8.10	1.88	0.018	1.80	0.98	nd	0.32	0.29	0.26	nd	nd

站号	采样深度(m)	水温 ℃	盐度	pH	DO	COD	石油类	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
					mg/L				μg/L										
P19	0.5	27.77	34.377	8.19	6.70	0.46	0.006	5.2	6.59	1.53	0.015	1.60	1.09	nd	0.18	0.37	0.37	nd	1.6
P19	50.0	24.25	34.307	8.19	6.14	0.40	\	4.8	78.8	13.3	0.017	1.61	0.77	nd	0.27	0.23	0.22	nd	1.9
P20	0.5	28.04	34.388	8.19	6.70	0.54	0.005	4.4	8.15	2.07	0.017	1.56	0.88	nd	0.12	0.35	0.24	nd	2.2
P20	50.0	24.70	34.415	8.20	6.29	0.44	\	5.2	57.8	11.8	0.017	1.72	0.85	nd	0.29	0.35	0.28	0.12	2.2
P21	0.5	26.12	34.381	8.21	6.57	0.56	0.005	3.8	9.64	1.97	0.015	1.78	0.80	nd	0.17	0.43	0.26	nd	nd
P21	50.0	24.11	34.358	8.20	6.06	0.48	\	4.2	8.83	1.88	0.016	1.79	2.26	nd	0.78	0.62	0.30	nd	1.0
P22	0.5	27.74	34.274	8.19	6.84	0.54	0.010	10.6	13.9	1.88	0.017	2.15	1.11	nd	0.46	0.62	0.24	nd	nd
P22	50.0	22.38	34.367	8.21	6.16	0.52	\	3.8	7.29	1.90	0.015	2.11	2.24	nd	0.46	0.95	0.27	0.10	2.5
P23	0.5	27.80	34.385	8.19	6.50	0.62	0.008	4.2	28.6	2.36	0.015	1.81	0.84	nd	0.49	0.41	0.24	nd	1.6
P23	50.0	22.21	34.345	8.21	6.58	0.54	\	4.1	14.4	1.56	0.016	2.27	2.32	nd	0.36	0.34	0.26	nd	nd
P24	0.5	27.36	34.358	8.17	6.69	0.66	0.010	3.9	27.8	2.60	0.016	1.65	0.87	nd	0.62	0.33	0.25	nd	nd
P24	50.0	22.72	34.286	8.21	6.34	0.50	\	5.1	29.0	1.68	0.025	1.86	1.26	nd	0.47	0.29	0.29	nd	nd
P25	0.5	27.32	34.382	8.20	6.70	0.68	0.010	4.2	11.3	2.02	0.016	1.72	0.48	nd	0.14	0.23	0.26	nd	nd
P25	50.0	23.35	34.444	8.20	6.38	0.52	\	3.9	22.2	1.92	0.018	1.58	1.22	nd	0.24	0.64	0.23	nd	nd
P26	0.5	26.61	34.413	8.17	6.78	0.62	0.006	4.7	20.3	1.81	0.014	1.65	0.72	nd	0.27	0.26	0.26	nd	nd
P26	50.0	24.37	34.391	8.20	6.50	0.54	\	4.1	8.24	2.82	0.014	1.70	4.16	0.03	0.53	0.43	0.65	nd	1.3
P27	0.5	26.64	34.410	8.20	6.78	0.67	nd	6.0	15.7	2.66	0.017	1.52	0.71	nd	0.21	0.40	0.30	nd	nd
P27	50.0	24.15	34.458	8.21	6.34	0.47	\	4.7	14.3	2.11	0.015	1.82	1.85	nd	0.52	1.05	0.72	nd	nd
P28	0.5	27.03	34.358	8.18	6.78	0.59	nd	5.6	7.75	2.08	0.014	1.74	0.88	nd	0.12	0.29	0.23	nd	1.3
P28	50.0	23.98	34.409	8.22	6.82	0.55	\	4.0	5.02	2.11	0.014	1.59	2.19	nd	0.43	0.43	0.31	nd	1.6
L1	0.5	27.02	\	\	\	0.45	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L1	50.0	\	\	\	\	0.36	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L2	0.5	27.03	\	\	\	0.56	0.009	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L2	50.0	\	\	\	\	0.31	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L3	0.5	27.05	\	\	\	0.49	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L3	50.0	\	\	\	\	0.36	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L4	0.5	27.03	\	\	\	0.52	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L4	50.0	\	\	\	\	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L5	0.5	27.69	\	\	\	0.39	0.006	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L5	50.0	\	\	\	\	0.34	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L6	0.5	27.71	\	\	\	0.41	0.004	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L6	50.0	\	\	\	\	0.39	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L7	0.5	27.56	\	\	\	0.39	0.005	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L7	50.0	\	\	\	\	0.38	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L8	0.5	27.59	\	\	\	0.46	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L8	50.0	\	\	\	\	0.38	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L9	0.5	27.34	\	\	\	0.51	0.010	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L9	50.0	\	\	\	\	0.51	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L10	0.5	27.46	\	\	\	0.42	0.009	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L10	50.0	\	\	\	\	0.34	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\

站号	采样深度(m)	水温 ℃	盐度	pH	DO	COD	石油类	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
					mg/L				μg/L										
L11	0.5	27.41	\	\	\	0.45	0.010	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L11	50.0	\	\	\	\	0.27	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L12	0.5	27.36	\	\	\	0.38	0.008	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L12	50.0	\	\	\	\	0.31	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\

注：“nd”表示未检出，“\”表示该项目未测（下同）。

附表 2 海水水质各调查站位调查结果平均值

站号	pH	DO	COD	石油类	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
		mg/L				μg/L										
P1	8.22	6.54	0.72	0.008	4.8	49.3	3.38	0.021	1.63	1.80	nd	0.21	0.48	0.32	0.11	nd
P2	8.23	6.34	0.51	0.012	4.2	67.6	2.88	0.021	1.77	1.41	nd	0.19	0.41	0.23	nd	nd
P3	8.21	6.58	0.48	0.007	4.2	50.4	2.53	0.021	1.77	1.35	nd	0.22	0.42	0.22	0.12	nd
P4	8.20	6.36	0.54	0.005	3.8	40.6	2.15	0.019	1.66	2.40	0.05	0.42	0.41	0.23	0.10	nd
P5	8.21	6.47	0.54	0.008	4.0	45.6	4.06	0.021	1.66	2.82	0.07	0.45	0.49	0.23	nd	nd
P6	8.20	6.56	0.40	0.004	3.8	33.5	4.70	0.019	1.73	2.68	nd	0.18	0.31	0.28	nd	nd
P7	8.19	6.30	0.32	nd	5.5	32.2	1.83	0.019	1.95	2.67	0.06	0.28	0.43	0.27	nd	0.9
P8	8.19	6.39	0.43	0.012	4.0	76.5	1.79	0.020	1.76	1.31	nd	0.18	0.68	0.25	nd	0.9
P9	8.19	6.78	0.42	nd	4.6	38.2	2.55	0.019	1.76	1.87	nd	0.19	0.52	0.27	nd	nd
P10	8.22	6.55	0.53	nd	4.5	35.1	1.18	0.018	1.80	1.96	nd	0.21	1.67	0.26	0.10	1.3
P11	8.19	6.42	0.51	nd	4.6	37.2	1.55	0.018	1.92	1.54	0.04	0.28	0.54	0.29	0.10	1.3
P12	8.19	6.36	0.58	nd	4.4	54.3	1.43	0.020	1.69	1.81	nd	0.24	0.64	0.32	0.11	nd
P13	8.19	6.50	0.50	nd	4.1	46.7	1.79	0.020	1.88	1.77	0.03	0.20	0.57	0.28	nd	1.1
P14	8.19	6.49	0.55	nd	3.9	43.6	2.29	0.020	1.88	1.51	nd	0.18	0.32	0.25	nd	nd
P15	8.17	6.69	0.30	0.013	4.3	33.6	0.91	0.021	1.68	1.93	nd	0.39	0.29	0.28	0.10	nd
P16	8.20	6.51	0.42	0.008	3.5	48.1	3.16	0.019	1.73	4.57	nd	0.30	0.45	0.23	nd	nd
P17	8.18	6.82	0.38	0.007	4.3	50.8	2.90	0.020	1.75	0.82	nd	0.21	0.26	0.23	0.10	nd
P18	8.18	6.65	0.47	0.007	4.6	10.1	2.01	0.018	1.72	1.51	nd	0.35	0.51	0.31	nd	2.2
P19	8.19	6.42	0.43	0.006	5.0	42.7	7.42	0.016	1.61	0.93	nd	0.23	0.30	0.30	nd	1.8
P20	8.20	6.50	0.49	0.005	4.8	33.0	6.94	0.017	1.64	0.87	nd	0.21	0.35	0.26	0.12	2.2
P21	8.21	6.32	0.52	0.005	4.0	9.2	1.93	0.016	1.79	1.53	nd	0.48	0.53	0.28	nd	1.0
P22	8.20	6.50	0.53	0.010	7.2	10.6	1.89	0.016	2.13	1.68	nd	0.46	0.79	0.26	0.10	2.5
P23	8.20	6.54	0.58	0.008	4.2	21.5	1.96	0.016	2.04	1.58	nd	0.43	0.38	0.25	nd	1.6
P24	8.19	6.52	0.58	0.010	4.5	28.4	2.14	0.021	1.76	1.07	nd	0.55	0.31	0.27	nd	nd
P25	8.20	6.54	0.60	0.010	4.1	16.8	1.97	0.017	1.65	0.85	nd	0.19	0.44	0.25	nd	nd
P26	8.19	6.64	0.58	0.006	4.4	14.3	2.32	0.014	1.68	2.44	0.03	0.40	0.35	0.46	nd	1.3
P27	8.21	6.56	0.57	nd	5.4	15.0	2.39	0.016	1.67	1.28	nd	0.37	0.73	0.51	nd	nd
P28	8.20	6.80	0.57	nd	4.8	6.4	2.10	0.014	1.67	1.54	nd	0.28	0.36	0.27	nd	1.5
L1	\	\	0.41	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\

站号	pH	DO	COD	石油类	悬浮物	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
		mg/L				μg/L										
L2	\	\	0.44	0.009	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L3	\	\	0.43	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L4	\	\	0.52	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L5	\	\	0.37	0.006	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L6	\	\	0.40	0.004	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L7	\	\	0.39	0.005	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L8	\	\	0.42	nd	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L9	\	\	0.51	0.010	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L10	\	\	0.38	0.009	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L11	\	\	0.36	0.010	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L12	\	\	0.35	0.008	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\

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）

评价因子		pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
单因子标准指数值	P1	0.81	0.92	0.36	0.16	0.25	0.23	0.42	0.08	0.09	0.01	0.21	0.10	0.01	0.00	0.04
	P2	0.82	0.95	0.25	0.24	0.34	0.19	0.41	0.09	0.07	0.01	0.19	0.08	0.00	0.00	0.04
	P3	0.80	0.91	0.24	0.14	0.25	0.17	0.42	0.09	0.07	0.01	0.22	0.08	0.00	0.00	0.04
	P4	0.80	0.94	0.27	0.10	0.20	0.14	0.38	0.08	0.12	0.03	0.42	0.08	0.00	0.00	0.04
	P5	0.81	0.93	0.27	0.16	0.23	0.27	0.41	0.08	0.14	0.04	0.45	0.10	0.00	0.00	0.04
	P6	0.80	0.91	0.20	0.08	0.17	0.31	0.38	0.09	0.13	0.01	0.18	0.06	0.01	0.00	0.04
	P7	0.79	0.95	0.16	0.04	0.16	0.12	0.38	0.10	0.13	0.03	0.28	0.09	0.01	0.00	0.11
	P8	0.79	0.94	0.22	0.24	0.38	0.12	0.39	0.09	0.07	0.01	0.18	0.14	0.00	0.00	0.11
	P9	0.79	0.88	0.21	0.04	0.19	0.17	0.38	0.09	0.09	0.01	0.19	0.10	0.01	0.00	0.04
	P10	0.81	0.92	0.27	0.04	0.18	0.08	0.36	0.09	0.10	0.01	0.21	0.33	0.01	0.00	0.15
	P11	0.79	0.94	0.25	0.04	0.19	0.10	0.35	0.10	0.08	0.02	0.28	0.11	0.01	0.00	0.26
	P12	0.79	0.94	0.29	0.04	0.27	0.10	0.40	0.08	0.09	0.01	0.24	0.13	0.01	0.00	0.04
	P13	0.79	0.92	0.25	0.04	0.23	0.12	0.40	0.09	0.09	0.02	0.20	0.11	0.01	0.00	0.22
	P14	0.79	0.92	0.27	0.04	0.22	0.15	0.39	0.09	0.08	0.01	0.18	0.06	0.01	0.00	0.04
	P15	0.78	0.90	0.15	0.26	0.17	0.06	0.42	0.08	0.10	0.01	0.39	0.06	0.01	0.00	0.04
	P16	0.80	0.92	0.21	0.16	0.24	0.21	0.37	0.09	0.23	0.01	0.30	0.09	0.00	0.00	0.04
	P17	0.79	0.88	0.19	0.14	0.25	0.19	0.39	0.09	0.04	0.01	0.21	0.05	0.00	0.00	0.04
	P18	0.79	0.90	0.23	0.14	0.05	0.13	0.36	0.09	0.08	0.01	0.35	0.10	0.01	0.00	0.24
	P19	0.79	0.93	0.22	0.12	0.21	0.49	0.32	0.08	0.05	0.01	0.23	0.06	0.01	0.00	0.35

评价因子	pH	DO	COD	石油类	无机氮	活性磷酸盐	汞	砷	锌	镉	铅	铜	总铬	硫化物	挥发性酚
P20	0.80	0.92	0.25	0.10	0.16	0.46	0.34	0.08	0.04	0.01	0.21	0.07	0.01	0.00	0.44
P21	0.80	0.95	0.26	0.10	0.05	0.13	0.31	0.09	0.08	0.01	0.48	0.11	0.01	0.00	0.12
P22	0.80	0.92	0.27	0.20	0.05	0.13	0.32	0.11	0.08	0.01	0.46	0.16	0.01	0.00	0.27
P23	0.80	0.92	0.29	0.16	0.11	0.13	0.31	0.10	0.08	0.01	0.43	0.08	0.01	0.00	0.18
P24	0.79	0.92	0.29	0.20	0.14	0.14	0.41	0.09	0.05	0.01	0.55	0.06	0.01	0.00	0.04
P25	0.80	0.92	0.30	0.20	0.08	0.13	0.34	0.08	0.04	0.01	0.19	0.09	0.00	0.00	0.04
P26	0.79	0.90	0.29	0.12	0.07	0.15	0.28	0.08	0.12	0.02	0.40	0.07	0.01	0.00	0.15
P27	0.80	0.91	0.29	0.04	0.08	0.16	0.32	0.08	0.06	0.01	0.37	0.15	0.01	0.00	0.04
P28	0.80	0.02	0.29	0.04	0.03	0.14	0.28	0.08	0.08	0.01	0.28	0.07	0.01	0.00	0.29
L1	\	\	0.20	0.04	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L2	\	\	0.22	0.18	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L3	\	\	0.21	0.04	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L4	\	\	0.15	0.04	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L5	\	\	0.18	0.12	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L6	\	\	0.20	0.08	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L7	\	\	0.19	0.10	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L8	\	\	0.21	0.04	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L9	\	\	0.26	0.20	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L10	\	\	0.19	0.18	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L11	\	\	0.18	0.20	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
L12	\	\	0.17	0.16	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
最小值	0.78	0.02	0.15	0.04	0.03	0.06	0.28	0.08	0.04	0.01	0.18	0.05	0.00	0.00	0.04
最大值	0.82	0.95	0.36	0.26	0.38	0.49	0.42	0.11	0.23	0.04	0.55	0.33	0.01	0.00	0.44
超一类率 (%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

注：“—”表示该站溶解氧含量超过了现场水温和盐度下水体的饱和溶解氧含量，统计值用 0 代替，未检出的因子取其检出限的 1/2 参与统计，“\”表示无此样品，下同。

附表 4 调查海域浮游植物种类名录

序号	中文名	拉丁学名
硅藻		BACILLARIOPHYTA
1	薄壁半管藻	<i>Hemiaulus membrnaceus</i>
2	北方角毛藻	<i>Chaetoceros borealis</i>
3	北方劳德藻	<i>Lauderia borealis</i>
4	笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>
5	笔尖形根管藻粗径变种	<i>Rhizosolenia styliformis</i> v. <i>latissima</i>
6	笔尖形根管藻长棘变种	<i>Rhizosolenia styliformis</i> v. <i>longispina</i>
7	扁面角毛藻	<i>Chaetoceros compressus</i>
8	并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>
9	齿角毛藻	<i>Chaetoceros denticulatus</i>
10	垂缘角毛藻	<i>Chaetoceros laciniosus</i>
11	丛毛辐杆藻	<i>Bacteriastrum comosum</i>
12	粗针杆藻	<i>Synedra robusta</i>
13	大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i>
14	大西洋角毛藻骨条变种	<i>Chaetoceros atlanticus</i> v. <i>skeleton</i>
15	大西洋角毛藻那不勒斯变种	<i>Chaetoceros atlanticus</i> v. <i>neapolitana</i>
16	大星芒藻	<i>Asterolampra vanheurckii</i>
17	丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>
18	短刺角毛藻	<i>Chaetoceros messanensis</i>
19	短角弯角藻	<i>Eucampia zodiacus</i>
20	短纹楔形藻	<i>Licmophora abbreviata</i>
21	伏氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>
22	佛朗梯形藻	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>
23	辐环藻属	<i>Actinocyclus</i> sp.
24	辐裯藻属	<i>Actinoptychus</i> sp.
25	覆瓦根管藻	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
26	刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>
27	格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>
28	根管藻属	<i>Rhizosolenia</i> sp.
29	哈德半盘藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>
30	海链藻属	<i>Thalassiosira</i> sp.
31	海生斑条藻	<i>Grammatophora marina</i>
32	盒形藻属	<i>Biddulphia</i> sp.
33	棘冠藻	<i>Corethron criophilum</i>
34	尖刺菱形藻	<i>Nitzschia pungens</i>
35	角毛藻属	<i>Chaetoceros</i> sp.
36	巨圆筛藻	<i>Coscinodiscus gigas</i>
37	具边圆筛藻	<i>Coscinodiscus marginatus</i>
38	具槽直链藻	<i>Melosira sulcata</i>
39	距端根管藻	<i>Rhizosolenia calcar-avis</i>
40	卡氏根管藻	<i>Rhizosolenia castracanei</i>
41	颗粒直链藻	<i>Melosira granulata</i>



序号	中文名	拉丁学名
42	克氏根管藻	<i>Rhizosolenia cleivei</i>
43	镰刀斜纹藻	<i>Pleurosigma falx</i>
44	菱形海线藻	<i>Thalassionema nitzschioides</i>
45	菱形藻属	<i>Nitzschia</i> sp.
46	六角辐裯藻	<i>Actinoptychus hexagonus</i>
47	洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>
48	美丽漂流藻	<i>Planktoniella formosa</i>
49	美丽三角藻	<i>Triceratium formosum</i>
50	美丽星杆藻	<i>Asterionella formosa</i>
51	美丽星脐藻	<i>Asteromphalus elegans</i>
52	美洲三角藻	<i>Triceratium americanum</i>
53	秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>
54	密聚角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>
55	扭鞘藻	<i>Streptothecce thamesis</i>
56	奇异角毛藻	<i>Chaetoceros paradox</i>
57	琼氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus jonesianus</i>
58	热带戈斯藻	<i>Gossleriella tropica</i>
59	柔弱角毛藻	<i>Chaetoceros debilis</i>
60	柔弱菱形藻	<i>Nitzschia delicatissima</i>
61	双凹梯形藻	<i>Climacodium biconcavum</i>
62	双突角毛藻	<i>Chaetoceros didymus</i>
63	塔形冠盖藻	<i>Stephanopyxis turris</i>
64	太阳漂流藻	<i>Planktoniella sol</i>
65	透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum hyalinum</i>
66	透明根管藻	<i>Rhizosolenia hyalina</i>
67	威氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus wailesii</i>
68	萎软几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>
69	舞姿角毛藻	<i>Chaetoceros saltans</i>
70	细弱海链藻	<i>Thalassiosira subtilis</i>
71	细弱角毛藻	<i>Chaetoceros subtilis</i>
72	暹罗角毛藻	<i>Chaetoceros siamense</i>
73	小环毛藻	<i>Corethron hystris</i>
74	楔形半盘藻	<i>Hemidiscus cuneiformis</i>
75	斜纹藻属	<i>Pleurosigma</i> sp.
76	星脐藻属	<i>Asteromphalus</i> sp.
77	翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>
78	翼根管藻纤细变型	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>
79	翼根管藻印度变型	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i>
80	印度角毛藻	<i>Chaetoceros indicum</i>
81	优美辐杆藻	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>
82	圆海链藻	<i>Thalassiosira rotula</i>
83	圆筛藻属	<i>Coscinodiscus</i> sp.
84	圆柱根管藻	<i>Rhizosolenia cylindrus</i>
85	远距角毛藻	<i>Chaetoceros distans</i>



序号	中文名	拉丁学名
86	窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>
87	长辐杆藻	<i>Bacteriastrum elongatum</i>
88	掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>
89	针杆藻属	<i>Synedra</i> sp.
90	直链藻属	<i>Melosira</i> sp.
91	中华半管藻	<i>Hemiaulus sinensis</i>
92	中华盒形藻	<i>Biddulphia sinensis</i>
93	中肋骨条藻	<i>Skeletonema costatum</i>
94	中肋角毛藻	<i>Chaetoceros costatus</i>
95	中心圆筛藻	<i>Coscinodiscus centralis</i>
96	钟形中鼓藻	<i>Bellerochea horologicalis</i>
97	舟形藻属	<i>Navicula</i> sp.
甲藻		PYRROPHYTA
98	扁平多甲藻	<i>Protoperidinium depressum</i>
99	波状角藻	<i>Ceratium trichoceros</i>
100	叉分多甲藻	<i>Peridinium divergens</i>
101	叉角藻	<i>Ceratium furca</i>
102	叉形鳍藻	<i>Dinophysis miles</i>
103	粗梨甲藻	<i>Pyrocystis robusta</i>
104	大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>
105	短角角藻	<i>Ceratium breve</i>
106	多甲藻属	<i>Peridinium</i> sp.
107	二齿双管藻	<i>Amphisolenia bidentata</i>
108	二裂角藻	<i>Ceratium biceps</i>
109	反曲原甲藻	<i>Prorocentrum sigmoides</i>
110	方鸟尾藻	<i>Ornithocercus quadratus</i>
111	纺锤角藻	<i>Ceratium fusus</i>
112	戈氏角甲藻	<i>Ceratocorys gourretii</i>
113	环沟藻	<i>Gyrodinium</i> sp.
114	剑峰角藻	<i>Ceratium incisum</i>
115	角藻属	<i>Ceratium</i> sp.
116	具尾鳍藻	<i>Dinophysis caudata</i>
117	宽阔多甲藻	<i>Peridinium latissimum</i>
118	里昂多甲藻	<i>Peridinium leonis</i>
119	镰角藻	<i>Ceratium falcatum</i>
120	链状亚历山大藻	<i>Alexandrium catenella</i>
121	裸甲藻属	<i>Gymnodinium</i> sp.
122	马西里亚角藻	<i>Ceratium massiliense</i>
123	美丽鸟尾藻	<i>Ornithocercus splendidus</i>
124	拟夜光梨甲藻	<i>Pyrocystis pseudonoctiluca</i>
125	鸟尾藻属	<i>Ornithocercus</i> sp.
126	扭角藻	<i>Ceratium contortum</i>
127	偏转角藻	<i>Ceratium deflexum</i>
128	三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>

序号	中文名	拉丁学名
129	斯氏多甲藻	<i>Peridinium steinii</i>
130	四叶鸟尾藻	<i>Ornithocercus steinii</i>
131	驼背角藻	<i>Ceratium gibberum</i>
132	网纹角藻	<i>Ceratium hexacanthum</i>
133	五角多甲藻	<i>Peridinium pentagonum</i>
134	五角角藻	<i>Ceratium pentagonum</i>
135	兀鹰角藻	<i>Ceratium vultur</i>
136	膝沟藻属	<i>Gonyaulax sp.</i>
137	亚速尔角藻	<i>Ceratium azoricum</i>
138	夜光梨甲藻	<i>Pyrocystis noctiluca</i>
139	夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>
140	优美多甲藻	<i>Peridinium elegans</i>
141	圆柱角藻	<i>Ceratium teres</i>
142	长刺角甲藻	<i>Ceratocorys horrida</i>
143	长头角藻	<i>Ceratium praelongum</i>
144	钟扁甲藻	<i>Pyrophacus horologicum</i>
145	钟扁甲藻属	<i>Pyrophacus sp.</i>
146	锥形多甲藻	<i>Peridinium conicum</i>
金藻		CHRYSOPHYTA
147	球形棕囊藻	<i>Phaeocystis globosa</i>
蓝藻		CYANOBACTERIA
148	颤藻属	<i>Oscillatoria sp.</i>
149	海生束藻	<i>Symploca hydroides</i>
150	束毛藻属	<i>Trichodesmium sp.</i>
151	铁氏束毛藻	<i>Trichodesmium thiebautii</i>

附表 5 调查海域浮游动物种类名录

序号	中文名	拉丁学名
原生动物		Protozoa
1	抱球虫属	<i>Globigerina spp.</i>
2	夜光虫	<i>Noctiluca scintillans</i>
刺胞动物		CNIDARIA
3	顶大多面水母	<i>Abyla schmidtii</i>
4	三角多面水母	<i>Abyla trigona</i>
5	小拟多面水母	<i>Abylopsis eschscholtzi</i>
6	方拟多面水母	<i>Abylopsis tetragona</i>
7	八手拟间囊水母	<i>Aeginura grimaldii</i>
8	黑背多管水母	<i>Aequorea atrikeelis</i>
9	锥形多管水母	<i>Aequorea conica</i>
10	华丽盛装水母	<i>Agalma elegans</i>
11	盛装水母	<i>Agalma okeni</i>
12	半口壮丽水母	<i>Aglaura hemistoma</i>
13	气囊双手水母	<i>Amphinema physophorum</i>
14	巴斯水母	<i>Bassia bassensis</i>

序号	中文名	拉丁学名
15	瓣高手水母	<i>Bougainvillia lamellata</i>
16	爪室水母	<i>Chelophyes appendiculata</i>
17	扭歪爪室水母	<i>Chelophyes contorta</i>
18	四手卷丝水母	<i>Cirrholovenia tetranema</i>
19	半球美螳水母	<i>Clytia hemisphaerica</i>
20	美螳水母属一种	<i>Clytia sp.</i>
21	摇篮水母属一种	<i>Cunina sp.</i>
22	拟双生水母	<i>Diphyes bojani</i>
23	双生水母	<i>Diphyes chamissonis</i>
24	异双生水母	<i>Diphyes dispar</i>
25	芽外肋水母	<i>Ectopleura gemmifera</i>
26	外肋水母属一种	<i>Ectopleura sp.</i>
27	六辐和平水母	<i>Eirene hexanemalis</i>
28	尖角水母	<i>Eudoxoides mitra</i>
29	螺旋尖角水母	<i>Eudoxoides spiralis</i>
30	锥胃内胞水母	<i>Euphysilla pyramidata</i>
31	顶室真囊水母	<i>Euphysora apiciloculifera</i>
32	贝氏真囊水母	<i>Euphysora bigelowi</i>
33	褐色真囊水母	<i>Euphysora brunnescentis</i>
34	真囊水母属一种	<i>Euphysora sp.</i>
35	裸球拟海帽水母	<i>Halitiarella nudibulbus</i>
36	大胃拟棍螳水母	<i>Hydrocoryne macrogastera</i>
37	博氏八束水母	<i>Koellikerina bouilloni</i>
38	异手八束水母	<i>Koellikerina heteronemalis</i>
39	十字八束水母	<i>Koellikerina staurogaster</i>
40	台湾八束水母	<i>Koellikerina taiwanensis</i>
41	印度感棒水母	<i>Laodicea indica</i>
42	感棒水母属一种	<i>Laodicea sp.</i>
43	细浅室水母	<i>Lensia subtilis</i>
44	拟细浅室水母	<i>Lensia subtiloides</i>
45	四叶小舌水母	<i>Liriope tetraphylla</i>
46	卡玛拉水母	<i>Malagazzia carolinae</i>
47	摩勒水母属一种	<i>Moerisia sp.</i>
48	性辄小型水母	<i>Nanomia bijuga</i>
49	红斑游船水母	<i>Nausithoe punctata</i>
50	阿尔单肢水母	<i>Nubiella alvarinoae</i>
51	间腺单肢水母	<i>Nubiella intergona</i>
52	乳突单肢水母	<i>Nubiella papillaris</i>
53	单肢水母属一种	<i>Nubiella sp.</i>
54	眼八管水母	<i>Octocannoides ocellata</i>
55	宽八拟杯水母	<i>Octophialucium funerarium</i>
56	小手奥德水母	<i>Odessia microtentaculata</i>
57	宽膜棍手水母	<i>Rhopalonema velatum</i>
58	船形玫瑰水母	<i>Rosacea cymbiformis</i>



序号	中文名	拉丁学名
59	两手筐水母	<i>Solmundella bitentaculata</i>
60	细球水母	<i>Sphaeronectes gracilis</i>
61	长囊无棱水母	<i>Sulculeolaria chuni</i>
62	四齿无棱水母	<i>Sulculeolaria quadrivalvis</i>
63	水螅水母幼体	<i>Hydroidomedusae larvae</i>
栉板动物		CTENOPHORA
64	球型侧腕水母	<i>Pleurobrachia globosa</i>
枝角类		CLADOCERA
65	肥胖三角蚤	<i>Evadne tergestina</i>
桡足类		COPEPODA
66	丹氏纺锤水蚤	<i>Acartia danae</i>
67	小纺锤水蚤	<i>Acartia negligens</i>
68	太平洋纺锤水蚤	<i>Acartia pacifica</i>
69	微驼隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gracilis</i>
70	长角隆哲水蚤	<i>Acrocalanus longicornis</i>
71	中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>
72	孔雀丽哲水蚤	<i>Calocalanus pavo</i>
73	伯氏平头水蚤	<i>Candacia bradyi</i>
74	幼平头水蚤	<i>Candacia catula</i>
75	异尾平头水蚤	<i>Candacia discaudata</i>
76	厚指平头水蚤	<i>Candacia pachydactyla</i>
77	平头水蚤属一种	<i>Candacia sp.</i>
78	微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>
79	哲胸刺水蚤	<i>Centropages calaninus</i>
80	瘦胸刺水蚤	<i>Centropages gracilis</i>
81	弓角基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus arcuicornis</i>
82	奇桨水蚤	<i>Copilia mirabilis</i>
83	微胖大眼水蚤	<i>Corycaeus crassiusculus</i>
84	柔大眼水蚤	<i>Corycaeus flaccus</i>
85	叉大眼水蚤	<i>Corycaeus furcifer</i>
86	伶俐大眼水蚤	<i>Corycaeus lautus</i>
87	长刺大眼水蚤	<i>Corycaeus longistylis</i>
88	粗大眼水蚤	<i>Corycaeus robustus</i>
89	美丽大眼水蚤	<i>Corycaeus speciosus</i>
90	典型大眼水蚤	<i>Corycaeus typicus</i>
91	绿大眼水蚤	<i>Corycaeus vitreus</i>
92	达氏宇哲水蚤	<i>Cosmocalanus darwinii</i>
93	明真哲水蚤	<i>Eucalanus hyalinus</i>
94	精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>
95	长角真刺水蚤	<i>Euchaeta longicornis</i>
96	窄缝真刺水蚤	<i>Euchaeta rimana</i>
97	长角海羽水蚤	<i>Haloetilus longicornis</i>
98	克氏异肢水蚤	<i>Heterorhabdus clausi</i>
99	尖刺唇角水蚤	<i>Labidocera acuta</i>

序号	中文名	拉丁学名
100	后截唇角水蚤	<i>Labidocera detruncata</i>
101	小哲水蚤	<i>Nannocalanus minor</i>
102	瘦新哲水蚤	<i>Neocalanus gracilis</i>
103	羽长腹剑水蚤	<i>Oithona plumifera</i>
104	针刺拟哲水蚤	<i>Paracalanus aculeatus</i>
105	截拟平头水蚤	<i>Paracandacia truncata</i>
106	芦氏拟真刺水蚤	<i>Paraeuchaeta russelli</i>
107	伪细拟真哲水蚤	<i>Pareucalanus pseudattenuatus</i>
108	刺褐水蚤	<i>Phaenna spinifera</i>
109	腹突乳点水蚤	<i>Pleuromamma abdominalis</i>
110	瘦乳点水蚤	<i>Pleuromamma gracilis</i>
111	阔节角水蚤	<i>Pontella fera</i>
112	宽尾角水蚤	<i>Pontella latifurca</i>
113	羽小角水蚤	<i>Pontellina plumata</i>
114	克氏筒角水蚤	<i>Pontellopsis krameri</i>
115	皇筒角水蚤	<i>Pontellopsis regalis</i>
116	鼻锚哲水蚤	<i>Rhincalanus nasutus</i>
117	彩额锚哲水蚤	<i>Rhincalanus rostrifrons</i>
118	狭叶水蚤	<i>Sapphirina angusta</i>
119	曙光叶水蚤	<i>Sapphirina auronitens</i>
120	金叶水蚤	<i>Sapphirina metallina</i>
121	黑点叶水蚤	<i>Sapphirina nigromaculata</i>
122	玛瑙叶水蚤	<i>Sapphirina opalina</i>
123	弯尾叶水蚤	<i>Sapphirina sinuicauda</i>
124	星叶水蚤	<i>Sapphirina stellata</i>
125	弓小厚壳水蚤	<i>Scolecithricella arcuata</i>
126	小厚壳水蚤属一种	<i>Scolecithricella sp.</i>
127	丹氏厚壳水蚤	<i>Scolecithrix danae</i>
128	强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus crassus</i>
129	亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>
130	狭额次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subtenuis</i>
131	异尾宽水蚤	<i>Temora discaudata</i>
132	普通波水蚤	<i>Undinula vulgaris</i>
端足类		AMPHIPODA
133	两刺双门[虫戎]	<i>Amphithyrus bispinosus</i>
134	墙双门[虫戎]	<i>Amphithyrus muratus</i>
135	雕刻双门[虫戎]	<i>Amphithyrus sculpturatus</i>
136	甲状短腿狼[虫戎]	<i>Brachyscelus cruscum</i>
137	武装真海精[虫戎]	<i>Eupronoe armata</i>
138	中间真海精[虫戎]	<i>Eupronoe intermedia</i>
139	斑点真海精[虫戎]	<i>Eupronoe maculata</i>
140	钩虾亚目-种	<i>Gammaridea sp.</i>
141	思氏小泉[虫戎]	<i>Hyperietta stebbingi</i>
142	斯氏小泉[虫戎]	<i>Hyperietta stephensi</i>

序号	中文名	拉丁学名
143	佛氏小泉[虫戎]	<i>Hyperietta vosseleri</i>
144	长足似泉[虫戎]	<i>Hyperioides longipes</i>
145	西巴似泉[虫戎]	<i>Hyperioides sibaginis</i>
146	孟加拉蚤[虫戎]	<i>Lestrigonus bengalensis</i>
147	大眼蚤[虫戎]	<i>Lestrigonus macropthalmus</i>
148	裂颊蚤[虫戎]	<i>Lestrigonus schizogeneios</i>
149	蚤狼[虫戎]	<i>Lycaea pulex</i>
150	近法拟狼[虫戎]	<i>Lycaeopsis themistoides</i>
151	三宝拟狼[虫戎]	<i>Lycaeopsis zamboanmgae</i>
152	渔夫尖头[虫戎]	<i>Oxycephalus piscator</i>
153	优细近慎[虫戎]	<i>Paraphronima gracilis</i>
154	大西洋慎[虫戎]	<i>Phronima atlantica</i>
155	长形小慎[虫戎]	<i>Phronimella elongata</i>
156	刺拟慎[虫戎]	<i>Phronimopsis spinifera</i>
157	半月喜[虫戎]	<i>Phrosina semilunata</i>
158	深层海神[虫戎]	<i>Primno abyssalis</i>
159	武装棒体[虫戎]	<i>Rhabdosoma armatum</i>
160	小棒体[虫戎]	<i>Rhabdosoma minor</i>
161	钳形四门[虫戎]	<i>Tetrathyrus forcipatus</i>
162	黄褐小法[虫戎]	<i>Themistella fusca</i>
163	球形门足[虫戎]	<i>Thyropus sphaeroma</i>
164	似忱门足[虫戎]	<i>Thyropus typhoides</i>
165	细尖小涂氏[虫戎]	<i>Tullbergella cuspidata</i>
166	澳州路[虫戎]	<i>Vibilia australis</i>
167	端足类幼体	<i>Amphipoda larvae</i>
磷虾类		Euphausiacea
168	鸟喙磷虾	<i>Euphausia mutica</i>
169	假驼磷虾	<i>Euphausia pseudogibba</i>
170	瘦细足磷虾	<i>Nematoscelis gracilis</i>
171	宽额假磷虾	<i>Pseudeuphausia latifrons</i>
172	缘长螯磷虾	<i>Stylocheiron affine</i>
173	隆长螯磷虾	<i>Stylocheiron carinatum</i>
174	印度长螯磷虾	<i>Stylocheiron indicus</i>
175	磷虾类幼体	<i>Euphausiacea larvae</i>
十足类		DECAPODA
176	细螯虾属一种	<i>Leptochela sp.</i>
177	间型莹虾	<i>Lucifer intermedius</i>
178	正型莹虾	<i>Lucifer typus</i>
179	莹虾幼体	<i>Lucifer larvae</i>
介形类		OSTRACODA
180	小深浮萤	<i>Bathyconchoecia paulula</i>
181	齿形海萤	<i>Cypridina dentata</i>
182	细长真浮萤	<i>Euconchoecia elongata</i>
183	后圆真浮萤	<i>Euconchoecia maimai</i>

序号	中文名	拉丁学名
184	短额海腺萤	<i>Halocypris inflata</i>
185	双刺直浮萤	<i>Orthoconchoecia bispinosa</i>
186	等刺拟浮萤	<i>Paraconchoecia aequiseta</i>
187	齿形拟浮萤	<i>Paraconchoecia dentata</i>
188	小葱萤	<i>Porroecia porrecta</i>
189	刺额葱萤	<i>Porroecia spinirostris</i>
190	同心假浮萤	<i>Pseudoconchoecia concentrica</i>
191	贞洁刺萤	<i>Spinoecia parthenoda</i>
翼足类		PTEROPODA
192	龟螺属一种	<i>Cavolinia sp.</i>
193	尖笔帽螺	<i>Creseis acicula</i>
194	棒笔帽螺	<i>Creseis clava</i>
195	芽笔帽螺	<i>Creseis virgula</i>
196	锥笔帽螺	<i>Creseis virgula v.conica</i>
197	牒艇螺属一种	<i>Cymbulia sp.</i>
198	蝴蝶螺	<i>Desmopterus papilio</i>
199	四齿厚唇螺	<i>Diacria quadridentata</i>
200	玻杯螺	<i>Hyalocylix striata</i>
201	拟海若螺	<i>Paraclione longicaudata</i>
异足类		PTEROPDA
202	明螺属	<i>Atlanta sp.</i>
203	拟翼管螺	<i>Firoloida desmaresti</i>
毛颚类		CHAETOGNATA
204	凶形猛箭虫	<i>Ferosagitta ferox</i>
205	粗壮猛箭虫	<i>Ferosagitta robusta</i>
206	肥胖软箭虫	<i>Flaccisagitta enflata</i>
207	六翼软箭虫	<i>Flaccisagitta hexaptera</i>
208	飞龙翼箭虫	<i>Pterosagitta draco</i>
209	双斑箭虫	<i>Sagitta bipunctata</i>
210	太平洋齿箭虫	<i>Serratosagitta pacifica</i>
211	百陶带箭虫	<i>Zonosagitta bedoti</i>
212	纳噶带箭虫	<i>Zonosagitta nagae</i>
213	毛颚类幼体	<i>Chaetognatha larvae</i>
被囊类		TUNICATA
214	长吻纽鳃樽	<i>Brooksia rostrata</i>
215	软拟海樽	<i>Dolioletta gegenbauri</i>
216	邦海樽	<i>Doliolum nationalis</i>
217	双角住筒虫	<i>Fritillaria bicornis</i>
218	北方住筒虫	<i>Fritillaria borealis</i>
219	蚁住筒虫	<i>Fritillaria formica</i>
220	隐住筒虫	<i>Fritillaria fraudax</i>
221	单胃住筒虫	<i>Fritillaria haplostoma</i>
222	角胃住囊虫	<i>Oikopleura cornutogastra</i>
223	梭形住囊虫	<i>Oikopleura fusiformis</i>

序号	中文名	拉丁学名
224	长尾住囊虫	<i>Oikopleura longicauda</i>
225	大住囊虫	<i>Oikopleura megastoma</i>
226	红住囊虫	<i>Oikopleura rufescens</i>
227	住囊虫属未定种	<i>Oikopleura spp.</i>
228	贫肌纽鳃樽	<i>Pegea confoederata</i>
229	火体虫属一种	<i>Pyrosoma sp.</i>
230	安纽鳃樽	<i>Ritteriella amboinensis</i>
231	棱形纽鳃樽	<i>Salpa fusiformis</i>
232	大纽鳃樽	<i>Salpa maxima</i>
233	双尾萨利亚纽鳃樽	<i>Thalia democratica</i>
234	多手纽鳃樽	<i>Traustedtia multitentaculata</i>
235	筒状纽鳃樽	<i>Weelia cylindrica</i>
多毛类		Polychaeta
236	浮蚕属一种	<i>Tomopteris sp.</i>
237	明蚕属一种	<i>Vanadis sp.</i>
阶段性浮游幼体		LARVAE
238	帚虫类辐轮幼虫	<i>Actinotrocha larvae (Phoronida)</i>
239	口足类阿利玛幼虫	<i>Alima larvae (Stomatopoda)</i>
240	海星纲幼体	<i>Asteroidea larvae</i>
241	海参纲耳状幼虫	<i>Auricularia larvae (Holothurioidea)</i>
242	双壳纲幼体	<i>Bivalvia larvae</i>
243	短尾类幼体	<i>Brachyura larvae</i>
244	头足纲幼体	<i>Cephalopoda larvae</i>
245	蔓足类腺介幼虫	<i>Cypris larvae (Cirripedia)</i>
246	口足类伊雷奇幼虫	<i>Erichthus larvae (Stomatopoda)</i>
247	鱼卵	<i>Fish eggs</i>
248	仔稚鱼	<i>Fish larvae</i>
249	腹足纲幼体	<i>Gastropoda larvae</i>
250	长尾类幼体	<i>Macrura larvae</i>
251	软体动物幼体	<i>Mollusca larvae</i>
252	扁虫类牟勒氏幼虫	<i>Müller's larvae (Turbellaria)</i>
253	蛇尾纲幼体	<i>Ophiuroidea larvae</i>
254	龙虾叶状幼体	<i>Phyllosoma larvae (Palinurus)</i>
255	多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>
256	肠鳃类柱头幼虫	<i>Tornaria larvae (Enteropneusta)</i>

附表 6 调查海域底栖生物名录

序号	中文名	拉丁学名
刺胞动物CNIDARIA		
1	刺柳珊瑚属一种	<i>Echinogorgia sp.</i>
2	冠叶珊瑚属一种	<i>Stephanophyllia sp.</i>
3	海鳃属一种	<i>Pennatulula sp.</i>
4	柳珊瑚目一种	<i>Alcyonacea</i>
5	软珊瑚科一种	<i>Alcyoniidae</i>

序号	中文名	拉丁学名
6	沙箸科一种	<i>Veretillidae</i>
7	扇形珊瑚科一种	<i>Flabelliidae</i>
8	双列笔螅	<i>Pennaria disticha</i>
9	异杯珊瑚属一种	<i>Heterocyathus sp.</i>
10	羽螅属一种	<i>Aglaophenis sp.</i>
11	真枝螅科一种	<i>Eudendriidae</i>
12	锥形珊瑚属一种	<i>Balanophyllia sp.</i>
纽形动物门 NEMERTEA		
13	纽虫	<i>Nemertea</i>
环节动物门 ANNELIDA		
14	背蚓虫	<i>Notomastus latericeus</i>
15	不倒翁虫	<i>Sternaspis scutata</i>
16	巢沙蚕属一种	<i>Diopatra sp.</i>
17	刺管萨欧虫	<i>Sarsonuphis willemoesii</i>
18	短叶索沙蚕	<i>Lumbrineris latreilli</i>
19	多毛纲	<i>Polychaeta</i>
20	厚鳃蚕	<i>Dasybranchus caducus</i>
21	角海蛭	<i>Ophelia acuminata</i>
22	杰氏内卷齿蚕	<i>Aglaophamus jeffreysii</i>
23	矛毛虫	<i>Phylo felix</i>
24	拟节虫属一种	<i>Praxillella sp.</i>
25	日本强鳞虫	<i>Sthenolepis japonica</i>
26	双鳃内卷齿蚕	<i>Aglaophamus dibranchis</i>
27	双形拟单指虫	<i>Cossurella dimorpha</i>
28	太平洋长手沙蚕	<i>Magelona pacifica</i>
29	头吻沙蚕	<i>Glycera capitata</i>
30	西方似蛭虫	<i>Artacama occidentalis</i>
31	锡鳞虫科一种	<i>Sigalionidae</i>
32	细丝鳃虫	<i>Cirratulus filiformis</i>
33	相拟节虫	<i>Praxillella cf. affinis</i>
34	毡毛岩虫	<i>Marphysa stragulum</i>
35	智利巢沙蚕	<i>Diopatra chiliensis</i>
36	中华内卷齿蚕	<i>Aglaophamus sinensis</i>
软体动物门 MOLLUSCA		
37	笔螺属一种	<i>Mitra sp.</i>
38	扁平窦螺	<i>Sinum weberi</i>
39	粗糙菖蒲螺	<i>Vexillum rugosum</i>
40	带鹑螺	<i>Tonna olearium</i>
41	淡黄笔螺	<i>Mitra (Cancilla) isabella</i>
42	顶尖织纹螺	<i>Nassarius acuminatus</i>
43	短蛸	<i>Octopus ocellatus</i>
44	光织纹螺	<i>Nassarius (Zeuxis) dorsatus</i>
45	红侍女螺	<i>Ancilla rubiginosa</i>
46	黄斑织纹螺	<i>Nassarius euglyptus</i>



序号	中文名	拉丁学名
47	黄短口螺	<i>Inquistor flavidula</i>
48	焦斑织纹螺	<i>Nassarius crematus</i>
49	角贝科一种	<i>Dentaliidae</i>
50	凯蕾螺	<i>Gemmula kieneri</i>
51	美丽蕾螺	<i>Gemmula speciosa</i>
52	南方芋螺	<i>Conus australis</i>
53	嵌线螺属一种	<i>Cymatium sp.</i>
54	梭形芋螺	<i>Conus orbigny</i>
55	网纹扭螺	<i>Distorsio reticulata</i>
56	习见蛙螺	<i>Bursa rana</i>
57	细彩玉螺	<i>Natica tenuipicta</i>
58	象牙光角贝	<i>Laevidentalium eburneum</i>
59	小荚蛭	<i>Siliqua minima</i>
60	小鳍螺	<i>Biplex pulchra</i>
61	印度乐飞螺	<i>Lophiotoma indica</i>
62	芋螺属一种	<i>Conus sp.</i>
63	织纹螺属一种	<i>Nassarius sp.</i>
64	直吻骨螺	<i>Murex rectirostris</i>
65	中华衣笠螺	<i>Xenophora (S.) sinensis</i>
66	肿胀芋螺	<i>Conus praecellens</i>
67	舟异篮蛤	<i>Anisocorbula scaphoides</i>
节肢动物门 ARTHROPODA		
68	艾氏突额蟹	<i>Libystes edwardsi</i>
69	凹管鞭虾	<i>Solenocera koelbelide</i>
70	标记声蟹	<i>Psopheticus insignis</i>
71	赤虾属一种	<i>Metapenaeopsis sp.</i>
72	刺铠虾属一种	<i>Munida sp.</i>
73	刺蜘蛛蟹	<i>Maja spinigera</i>
74	刺足掘沙蟹	<i>Scalopidia spinosipes</i>
75	带纹玉蟹	<i>Leucosia vittata</i>
76	单齿玉蟹	<i>Leucosia unidentata</i>
77	等足目	<i>Isopoda</i>
78	东方板梭蟹	<i>Parathranites orientalis</i>
79	东方人面蟹	<i>Homola orientalis</i>
80	东海红虾	<i>Plesionika izumiae</i>
81	东亚近口虾蛄	<i>Quollastria imperialis</i>
82	菲岛狼牙蟹	<i>Lupocyclus philippinensis</i>
83	高脊管鞭虾	<i>Solenocera alticarinata</i>
84	沟纹拟盲蟹	<i>Typhlocarcinops canaliculata</i>
85	鼓虾属一种	<i>Alpheus sp.</i>
86	管鞭虾属一种	<i>Solenocera sp.</i>
87	合寄居蟹	<i>Sympagurus sp.</i>
88	红斑斗蟹	<i>Liagore rubromaculata</i>
89	红虾属一种	<i>Plesionika sp.</i>



序号	中文名	拉丁学名
90	华虾蛄	<i>Sinosquilla sinica</i>
91	活额寄居蟹科	<i>Diogenidae</i>
92	矶蟹属一种	<i>Pugettia sp.</i>
93	脊七刺栗壳蟹	<i>Arcania septemspinosa</i>
94	假长缝拟对虾	<i>Parapenaeus fissuroides</i>
95	口虾蛄属一种	<i>Oratosquilla sp.</i>
96	镰虾属一种	<i>Glyphocrangon sp.</i>
97	六突拟对虾	<i>Parapenaeus sextuberculatus</i>
98	隆背蟹属一种	<i>Carcinoplax sp.</i>
99	隆脊冠背蟹	<i>Lophoplax teschi</i>
100	绿虾蛄属一种	<i>Clorida sp.</i>
101	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>
102	门司赤虾	<i>Metapenaeopsis mogiensis</i>
103	拟对虾属一种	<i>Parapenaeus sp.</i>
104	强壮蛛形蟹	<i>Latreillia valida</i>
105	屈足口虾蛄	<i>Oratosquilla gonypetes</i>
106	日本美人虾	<i>Callianassa japonica</i>
107	日本异指虾	<i>Processa japonica</i>
108	锐刺长踦蟹	<i>Phalangipus hystrix</i>
109	首颈刺铠虾	<i>Cervimunida princeps</i>
110	双斑蝉虾	<i>Scyllarus bertholdi</i>
111	双椹蟹	<i>Drachiella morum</i>
112	条尾近虾蛄	<i>Anchisquilla fasciata</i>
113	五刺栗壳蟹	<i>Arcania quinquespinosa</i>
114	武士螯	<i>Charybdis miles</i>
115	细螯虾	<i>Leptochela gracilis</i>
116	象牙长螯蟹	<i>Randallia eburnea</i>
117	小眼绿虾蛄	<i>Clorida microphthalma</i>
118	须赤虾	<i>Metapenaeopsis barbata</i>
119	眼斑猛虾蛄（点斑缺角虾蛄）	<i>Harpiosquilla annandalei</i>
120	银光梭子蟹	<i>Portunus argentatus</i>
121	圆板赤虾	<i>Metapenaeopsis lata</i>
122	圆壳蟹属一种	<i>Cycloes sp.</i>
123	窄额琵琶蟹	<i>Lyreidus stenops</i>
124	长螯拳蟹	<i>Philyra platychira</i>
125	长眼寄居蟹	<i>Paguristes sp.</i>
126	紫隆背蟹	<i>Carcinoplax purpurea</i>
棘皮动物门 ECHINODERMATA		
127	薄饼干海胆	<i>Laganum depressum</i>
128	倍棘蛇尾属一种	<i>Amphioplus sp.</i>
129	多棘槭海星	<i>Astropecten polyacanthus</i>
130	光亮倍棘蛇尾	<i>Amphioplus lucidus</i>
131	海盘车一种	<i>Asterias sp.</i>
132	简氏瓷蛇尾	<i>Ophiomusium simplex</i>

序号	中文名	拉丁学名
133	吕宋棘海星	<i>Echinaster luzonicus</i>
134	绿盾海胆	<i>Clypeaster virescens</i>
135	蔷薇海星	<i>Rosaster symbolicus</i>
136	头帕科一种	<i>Cidaridae</i>
137	镶边海星	<i>Craspidaster hesperus</i>
138	星肛海胆	<i>Astropyga radiata</i>
139	须羽真海洋齿	<i>Eumetra aphrodite</i>
140	长大刺蛇尾	<i>Macrophiothrix longipeda</i>
141	栉毛头星	<i>Comatula pectinata</i>
脊索动物门 CHORDATA		
142	斑鲆	<i>Pseudorhombus sp.</i>
143	斑鳍红娘鱼	<i>Lepidotrigla punctipectoralis</i>
144	大鳞鳞鲷	<i>Onigocia macrolepis</i>
145	大头鲬	<i>Moringua macrocephalus</i>
146	大牙斑鲆	<i>Pseudorhombus arsius</i>
147	倒棘鲷	<i>Rogadius asper</i>
148	断带石斑鱼	<i>Epinephelus craigi</i>
149	鳄齿鲷	<i>Champsodon capensis</i>
150	褐菖鲉	<i>Sebastiscus marmoratus</i>
151	横带长鳍天竺鲷	<i>Archamia buroensis</i>
152	黄鳍马面鲀	<i>Thamnaconus hypargyreus</i>
153	基岛鱼衔	<i>Callionymus kaianus</i>
154	吉氏棘鲷	<i>Hoplichthys gilberti</i>
155	尖吻蛇鲻	<i>Ophichthus apicalis</i>
156	宽条天竺鱼	<i>Apogonichthys striatus</i>
157	辣茄鱼	<i>Halieutaea stellata</i>
158	蓝氏棘鲷	<i>Hoplichthys langsdorfii</i>
159	勒氏蓑鲉	<i>Pterois russellii</i>
160	李氏鱼衔	<i>Callionymus richardsoni</i>
161	绿鳍马面鲀	<i>Navodon septentrionalis</i>
162	蛇鲉	<i>Erisphex pottii</i>
163	拟蓑鲉	<i>Parapterois heterurus</i>
164	日本绯鲤	<i>Upeneus japonicus</i>
165	日本红娘鱼	<i>Lepidotrigla japonicus</i>
166	日本金线鱼	<i>Nemipterus japonicus</i>
167	日本犀鲂	<i>Bregmaceros japonicus</i>
168	少鳞舌鲷	<i>Cynoglossus oligolepis</i>
169	舌鲷属一种	<i>Cynoglossus sp.</i>
170	食蟹豆齿鲻	<i>Pisoodonophis cancrivorus</i>
171	水纹扁背鲀	<i>Canthigaster rivulatus</i>
172	松球鱼	<i>Monocentrus japonicus</i>
173	鲷科一种	<i>Uranoscopidae</i>
174	瓦鲷	<i>Poecilopsetta plinthus</i>
175	网纹裸胸鳝	<i>Gymnothorax reticularis</i>



序号	中文名	拉丁学名
176	纤羊舌鲆	<i>Arnoglossus tenuis</i>
177	小头左鲆（北原左鲆）	<i>Laeops parviceps</i>
178	新棘鲉	<i>Neomerinthe procurva</i>
179	须棘吻鱼	<i>Acanthaphritis barbatus</i>
180	羊舌鲆	<i>Arnoglossus sp.</i>
181	中线天竺鲷	<i>Apogon kiensis</i>
多孔动物PORIFERA		
182	美丽海绵属一种	<i>Callyspongia sp.</i>

附表 7 调查海域游泳动物名录

序号	中文名	拉丁学名
鳐形目		RAJIFORMES
鳐科		Rajidae
1	斑鳐	<i>Raja kanojei</i> Muller et Henle
2	何氏鳐	<i>Raja hollandi</i> Jordan et Richardson
鲭形目		MYLIOBATIFORMES
扁鲭科		Urolophidae
3	达氏深水尾鲭	<i>Urotrygon daviesis</i> Wallace
灯笼鱼目		MYCTOPHIFORMES
狗母鱼科		Synodidae
4	叉斑狗母鱼	<i>Synodus macrops</i> Tanaka
5	肩斑狗母鱼	<i>Synodus hoshinonis</i> Tanaka
6	花斑蛇鲻	<i>Saurida undosquamis</i> (Richardson)
7	多齿蛇鲻	<i>Saurida tumbil</i> (Bloch et Shneider)
鳗鲡目		ANGUILLIFORMES
康吉鳗科		Congridae
8	奇鳗	<i>Alloconger anagoides</i> (Bleeker)
海鳝科		Muraenidae
9	网纹裸胸鳝	<i>Gymnothorax reticularis</i> Bloch
10	异纹裸胸鳝	<i>Gymnothorax richardsoni</i> (Bleeker)
11	云纹裸胸鳝	<i>Gymnothorax chilospilus</i> (Bleeker)
前肛鳗科		Dysommidae
12	前肛鳗	<i>Dysomma anguillaris</i> Barnard
13	黑尾前肛鳗	<i>Dysomma melanurum</i> Chen et Weng
蠕鳗科		Echelidae
14	马拉邦虫鳗	<i>Muraenichthys malabonensis</i> Harre
蛇鳗科		Ophichthyidae
15	尖吻蛇鳗	<i>Ophichthus apicalis</i> (Bennett)
鳉形目		GADIFORMES
长尾鳉科		Macrouridae
16	多棘腔吻鳉	<i>Coelorhynchus multispinulosus</i> Katayama
金眼鲷目		BERYCIFORMES



序号	中文名	拉丁学名
	金眼鲷科	Berycidae
17	线纹拟棘鲷	<i>Centroberyx lineatus</i> (Cuvier et Valenciennes)
	松球鱼科	Monocentridae
18	松球鱼	<i>Monocentrus japonicus</i> (Houttuyn)
	海鲂目	ZEIFORMES
	海鲂科	Zeidae
19	日本海鲂	<i>Zeus japonicus</i> Cuvier et Valenciennes
	菱鲷科	Antigonidae
20	高菱鲷	<i>Antigonia capros</i> Lowe
	刺鱼目	GASTEROSTEIFORMES
	烟管鱼科	Fistulariidae
21	鳞烟管鱼	<i>Fistularia petimba</i> Lacepede
22	毛烟管鱼	<i>Fistularia villosa</i> Klunzinger
	鲷形目	MUGILIFORMES
	鲷科	Sphyraenidae
23	钝鲷	<i>Sphyraena obtusata</i> Cuvier et Valenciennes
24	油鲷	<i>Sphyraena pinguis</i> Gunther
	鲈形目	PERCIFORMES
	鲈科	Serranidae
25	日本尖牙鲈	<i>Synagrops japonicus</i> (Steindachner et Doderlein)
26	双棘石斑鱼	<i>Epinephelus diacanthus</i> (Cuvier et Valenciennes)
27	姬鲈	<i>Tosana niwaw</i> Smith et Pope
	大眼鲷科	Priacanthidae
28	短尾大眼鲷	<i>Priacanthus macracanthus</i> Cuvier et Valenciennes
	发光鲷科	Acropomidae
29	发光鲷	<i>Acropoma japonicum</i> Gunther
30	圆鳞发光鲷	<i>Acropoma hanedai</i> Matsubara
	天竺鲷科	Apogonidae
31	细条天竺鱼	<i>Apogonichthys lineatus</i> (Temminck et Schlegel)
32	黑边天竺鱼	<i>Apogonichthys ellioti</i> (Day)
33	斑鳍天竺鱼	<i>Apogonichthys carinatus</i> (Cuvier et Valenciennes)
34	中线天竺鲷	<i>Apogon kiensis</i> Jordan et Snyder
35	红天竺鲷	<i>Apogon erythrinus</i> Snyder
36	半线天竺鲷	<i>Apogon semilineatus</i> Temminck et Schlegel
37	四线天竺鲷	<i>Apogon quadrifasciatus</i> Cuvier et Valenciennes
	方头鱼科	Branchiostegidae
38	斑鳍方头鱼	<i>Branchiostegus auratus</i> (Kishinonye)
	鲹科	Carangidae
39	高体若鲹	<i>Caranx equula</i> Temminck et Schlegel
40	脂眼凹肩鲹	<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch)
41	蓝圆鲹	<i>Decapterus maruadsi</i> (Temminck et Schlegel)
42	长体圆鲹	<i>Decapterus macrosoma</i> Bleeker
43	竹荚鱼	<i>Trachurus japonicus</i> (Temminck et Schlegel)



序号	中文名	拉丁学名
44	黑纹条鰺	<i>Zonichthys nirofasciata</i> (Ruppell)
	鰺科	Leiognathidae
45	粗纹鰺	<i>Leiognathus lineolatus</i> (Cuvier et Valenciennes)
	鲷科	Sparidae
46	黄鲷	<i>Taius tumifrons</i> (Temminck et Schlegel)
47	二长棘鲷	<i>Parargyrops edita</i> Tanaka
	金线鱼科	Nemipteridae
48	金线鱼	<i>Nemipterus virgatus</i> (Houttuyn)
49	深水金线鱼	<i>Nemipterus bathybius</i> (Snyder)
	羊鱼科	Myllidae
50	条尾绯鲤	<i>Upeneus bensasi</i> (Temminck et Schlegel)
	拟鲈科	Parapercidae
51	圆拟鲈	<i>Parapercis cylindrica</i> (Bloch)
	鲷科	Uranoscopidae
52	日本鲷	<i>Uranoscopus japonicus</i> Houttuyn
	鰐齿鱼科	Champsodontidae
53	弓背鰐齿鱼	<i>Champsodon atridorsalis</i> Ohiai et Nakamura
	鰺科	Blenniidae
54	带鰺	<i>Xiphasia setifer</i> Swainson
	玉筋鱼科	Ammodytidae
55	台湾筋鱼	<i>Embolichthys mitsukurii</i> (Jordan et Evermann)
	鲭科	Callionymidae
56	李氏鲭	<i>Callionymus richardsoni</i> Bleeker
57	美尾鲭	<i>Calliurichthys japonicus</i> (Houttuyn)
58	丝鳍美尾鲭	<i>Calliurichthys dorysus</i> Jordan et Fowler
	蓝子鱼科	Siganidae
59	黄斑蓝子鱼	<i>Siganus oramin</i> (Bloch et Valenciennes)
	带鱼科	Trichiuridae
60	窄额带鱼	<i>Tentoriceps cristatus</i> (Klunzinger)
61	带鱼	<i>Trichiurus haumela</i> (Forsk.)
	鲭科	Scombridae
62	鲐	<i>Pneumatophorus japonicus</i> (Houttuyn)
	金枪鱼科	Thunnidae
63	东方狐鲣	<i>Sarda orientalis</i> (Temminck et Schlegel)
	无齿鲳科	Ariommidae
64	印度无齿鲳	<i>Ariomma indica</i> (Day)
65	无齿鲳	<i>Ariomma evermanni</i> Jordan et Snyder
	长鲳科	Centrolophidae
66	刺鲳	<i>Psenopsis anomala</i> (Temminck et Schlegel)
	鲉形目	SCORPAENIFORMES
	鲉科	Scorpaenidae
67	大鳞鳞头鲉	<i>Sebastapistes megalepis</i> (Fowler)
68	斑鳍鲉	<i>Scorpaena neglecta</i> Temminck et Schlegel



序号	中文名	拉丁学名
69	勒氏蓑鲉	<i>Pterois russelli</i> Benneu
70	环纹蓑鲉	<i>Pterois lunulata</i> Temminck et Schlegel
71	锯蓑鲉	<i>Brachypterois serrulatus</i> (Richardson)
鲂鲱科		Triglidae
72	深海红娘鱼	<i>Lepidotrigla abyssalis</i> Jordan et Starkes
73	日本红娘鱼	<i>Lepidotrigla japonica</i> Gunther
74	大棘角鲂鲱	<i>Pterygotrigla hemsiticta</i> (Temminck et Schlegel)
鲷科		Platycephalidae
75	粒突鳞鲷	<i>Onigocia tuberculatus</i> (Cuvier et Valenciennes)
棘鲷科		Hoplichthyidae
76	蓝氏棘鲷	<i>Hoplichthys langsdorfi</i> Cuvier et Valenciennes
豹鲂鲱科		Dactylopteridae
77	单棘豹鲂鲱	<i>Daicocus peterseni</i> (Nystrom)
78	东方豹鲂鲱	<i>Dactyloptena orientalis</i> (Cuvier et Valenciennes)
鲾形目		PLEURONECTIFORMES
棘鲆科		Citharidae
79	短鲾	<i>Brachypleura novaezeelandiae</i> Gunther
鲆科		Bothidae
80	大斑鲆	<i>Psettina iijimae</i> (Jordan et Starks)
81	土佐鲆	<i>Psettina tosana</i> Amaoka
82	纤羊舌鲆	<i>Arnoglossus tenuis</i> Gunther
83	多斑羊舌鲆	<i>Arnoglossus polyspilus</i> (Gunther)
84	小头左鲆	<i>Laeops parviceps</i> Gunther
85	多牙缨鲆	<i>Crossorhombus kanekonis</i> (Tanaka)
鲉形目		TETRAODONTIFORMES
革鲉科		Aluteridae
86	黄鳍马面鲉	<i>Navodon xanthopterus</i> Xu et Zhen sp. no.
87	密斑马面鲉	<i>Navodon tessellatus</i> (Gunther)
鲉科		Tetraodontidae
88	月腹刺鲉	<i>Gastrophysus lunaris</i> (Bloch et Schneider)
89	棕腹刺鲉	<i>Gastrophysus spadiceus</i> (Richardson)
90	白点宽吻鲉	<i>Amblyrhynchotus honcheni</i> (Bloch)
91	水纹扁背鲉	<i>Canthigaster rivulatus</i> (Temminck et Schlegel)
鮫鱈目		LOPHIIFORME
鮫鱈科		Lophiidae
92	黑鮫鱈	<i>Lophiomus setigerus</i> (Vahl)
蝙蝠鱼科		Ogcocephalidae
93	费氏棘茄鱼	<i>Halieutaea fitzsimonsi</i> (Gilchrist et Thompson)
枪形目		TEUTHOIDEA
柔鱼科		Ommastrephidae
94	太平洋褶柔鱼	<i>Todarodes pacificus</i> Steenstrup
枪乌贼科		Loliginidae
95	长枪乌贼	<i>Loligo bleekeri</i> Keferstein



序号	中文名	拉丁学名
96	剑尖枪乌贼	<i>Loligo edulis</i> Hoyle
97	中国枪乌贼	<i>Loligo chinensis</i> Gray
98	莱氏拟乌贼	<i>Sepioteuthis lessoniana</i> Lesson
乌贼目		SEPIOIDEA
乌贼科		Stpiidae
99	金乌贼	<i>Sepia esculenta</i> Hoyle
100	马氏乌贼	<i>Sepia madokai</i> Adam
101	神户乌贼	<i>Sepia kobiensis</i> Hoyle
102	图氏后乌贼	<i>Metasepia tullbergi</i> (Appelhof)
耳乌贼科		Depiolidae
103	后耳乌贼	<i>Sepiadarium kochii</i> Steenstrup
八腕目		OCTOPODA
蛸科		Octopodidae
104	卵蛸	<i>Octopus ovulum</i> (Sasaki)
十足目		DECAPODA
对虾科		Penaeidae
105	宽突赤虾	<i>Metapenaeopsis palmensis</i> (Haswell)
106	假长缝拟对虾	<i>Parapenaeus fissuroides</i> Crosnier
长额虾科		Pandalidae
107	爱德华红虾	<i>Plesionika edwardsii</i> (Brandt)
褐虾科		Crangonidae
108	泥污疣褐虾	<i>Pontocaris pennata</i> Bate
蝉虾科		Scyllaridae
109	九齿扇虾	<i>Ibacus novemdentatus</i> Gibbes
110	双斑蝉虾	<i>Scyllarus bertholdi</i> Paulson
馒头蟹科		Calappidae
111	肝叶馒头蟹	<i>Calappa hepatica</i> (Linnaeus)
112	卷折馒头蟹	<i>Calappa lophos</i> (Herbst)
113	短刺伊氏蟹	<i>Lzanami curtispina</i> (Sakai)
梭子蟹科		Portunidae
114	锯缘青蟹	<i>Scylla serrata</i> (Forsk.)
115	银光梭子蟹	<i>Portunus argentatus</i> (White)
116	武士蟳	<i>Charybdis miles</i> (de Haan)
117	香港蟳	<i>Charybdis hongkongensis</i> Shen
扇蟹科		Xanthidae
118	红斑斗蟹	<i>Liagore rubromaculata</i> (de Haan)
口足目		STOMATOPODA
虾蛄科		Squillaidae
119	尖刺糙虾蛄	<i>Kempina mikado</i> (Kemp et Chopra)
猛虾蛄科		Harpiosquillaidae
120	眼斑猛虾蛄	<i>Harpiosquilla annandalei</i> (Kemp)
121	猛虾蛄	<i>Harpiosquilla harpax</i> (de Haan)
齿虾蛄科		Odontodactylidae

序号	中文名	拉丁学名
122	日本齿指虾蛄	<i>Odontodactylus japonicus</i> (de Haan)

附表 8 调查海域鱼卵、仔稚鱼名录

序号	中文名	拉丁学名
1	鳊	<i>Leiognathus</i> sp.
2	鳄齿鱼	<i>Champsodon</i> sp.
3	蛇鳗科	<i>Ophichthyidae</i> sp.
4	蛇鲻	<i>Saurida</i> sp.
5	小鳍针飞鱼	<i>Oxyporhamphus micropterus</i>
6	鲚	<i>Callionymus</i> sp.
7	丽叶鲷	<i>Caranx kalla</i>
8	鲱鳅	<i>Coryphaena hippurus</i>
9	长鳍鲷	<i>Seriola rivoliana</i>
10	竹荚鱼	<i>Trachurus japonicus</i>
11	圆鲷	<i>Decapterus</i> sp.
12	金鲳	<i>Cirrhitichthys</i> sp.
13	花身鲷	<i>Terapon jarbua</i>
14	鲷	<i>Ilisha elongata</i>
15	杜氏棱鲷	<i>Thryssa dussumieri</i>
16	小沙丁鱼	<i>Sardinella</i> sp.
17	宝刀鱼	<i>Chirocentrus dorab</i>
18	鰕虎鱼科	<i>Gobiidae</i> sp.
19	天竺鲷科	<i>Apogonidae</i> sp.
20	条尾绯鲤	<i>Upeneus japonicus</i>
21	花尾胡椒鲷	<i>Plectorhinchus cinctus</i>
22	鱸	<i>Sillago</i> sp.
23	笛鲷	<i>Lutjanus</i> sp.
24	猪齿鱼	<i>Choerodon</i> sp.
25	金线鱼	<i>Nemipterus</i> sp.
26	鲉科	<i>Scorpaenidae</i> sp.
27	叫姑鱼	<i>Johnius</i> sp.
28	牙鲆	<i>Paralichthys olivaceus</i>
29	舌鲷	<i>Cynoglossus</i> sp.
30	鲷科	<i>Soleidae</i> sp.
31	日本鲭	<i>Scomber japonicus</i>
32	蛇鲭	<i>Gempylus serpens</i>
33	带鱼	<i>Trichiurus lepturus</i>
34	兔头鲈	<i>Lagocephalus</i> sp.
35	箱鲀科	<i>Ostraciidae</i> sp.
36	鳞鲀科	<i>Balistidae</i> sp.



中英文对照

英文简写	中文名称
HZ19-6 DPPA	惠州 19-6 钻采 A 平台
XJ24-7 WHPA	西江 24-7 井口 A 平台
XJ24-3 DPPB	西江 24-3 钻采 B 平台
HZ25-8 DPPB	惠州 25-8 钻采 B 平台
XJ23-1 DPP	西江 24-3 钻采平台
FPSO	浮式生产储油外输系统
HZ25-8 DPP	惠州 25-8 钻采平台
XJ30-2 DPPB	西江 30-2 钻采 B 平台
XJ24-3 FDD	西江 24-3 钻采平台
XJ30-2 FDD	西江 30-2 钻采平台
HZ32-5 DPP	惠州 32-5 钻采平台
HZ26-6 DPP	惠州 26-6 钻采平台
HZ19-2 DPP	惠州 19-2 钻采平台
HZ19-3 DPP	惠州 19-3 钻采平台
EL.	标高