

惠州 32-5 平台至惠州 25-8 平台
海管更换项目

环境影响报告表

中海油研究总院有限责任公司

中国 北京

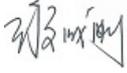
2020 年 9 月

目 录

1	项目基本情况	1
2	工程概况与分析	2
2.1	概述.....	2
2.2	工程地理位置.....	6
2.3	现有工程概况.....	7
2.4	新铺海管工程概况.....	20
2.5	新铺海管工程分析.....	27
3	污染与非污染要素分析	33
3.1	建设阶段污染与非污染要素分析.....	33
3.2	生产阶段污染与非污染要素分析.....	33
3.3	环境影响因子的筛选与判别.....	33
4	环境现状分析	34
4.1	自然环境概况.....	34
4.2	环境质量现状.....	36
4.3	渔业资源现状.....	46
4.4	海洋环境状况回顾分析.....	50
5	环境敏感区和环境敏感目标分析	63
5.1	海洋主体功能区划符合性分析.....	63
5.2	海洋功能区划符合性分析.....	63
5.3	《广东省海洋生态红线》符合性分析.....	64
5.4	产业政策符合性分析.....	64
5.5	环境敏感目标及环境保护目标分布.....	68
5.6	产卵场.....	71
6	环境影响预测与分析	74
6.1	新铺设海管建设阶段影响分析.....	74
6.2	新海管生产阶段影响分析.....	75
6.3	原管道处置影响分析.....	76

6.4	对环境敏感目标影响分析.....	76
6.5	溢油事故风险分析.....	77
6.6	溢油风险影响分析.....	79
7	环境保护对策措施	84
7.1	清洁生产措施分析.....	84
7.2	污染防治对策措施.....	84
7.3	生态保护对策措施.....	85
7.4	海管生产阶段风险防控措施.....	86
7.5	溢油事故防范与应急措施分析.....	86
7.6	海洋生态建设方案.....	109
8	环境影响评价结论	112
8.1	产业政策符合性.....	112
8.2	海洋功能区划符合性.....	112
8.3	环境可行性.....	112
8.4	环境保护对策建议.....	112
附件 1: 任务委托书.....		113
附件 2: 环评批复.....		114
附件 3: 竣工验收文件		134
附件 4: 海洋石油勘探开发溢油应急计划备案登记表		138
附件 5: 固废处理协议		139
附件 6: 固废处理资质		141
附件 7: 附件中英文注释表		142

1 项目基本情况

项目名称	惠州 32-5 平台至惠州 25-8 平台 海管更换项目	建设单位	中海石油（中 国）有限公司深 圳分公司
法人代表		建设地点	中国南海珠江口 盆地
通讯地址	广东省深圳市南山区后海滨路 3168 号中海油大厦 A 座	联系人	张晓东
邮政编码	518052	联系电话	0755-26022571
电子信箱	zhangxd13@cnooc.com.cn	传真	0755-26688577
项目设立部门	——	文号	——
项目性质	<input type="checkbox"/> 新建 <input checked="" type="checkbox"/> 改扩建 <input type="checkbox"/> 技改	工程总投资	***万元
其中环保投资	***万元	所占比例	***%
报告表编制单位	中海油研究总院有限责任公司	环评经费	***万元
建设规模（按工程性质可增减下列内容）			
总工程量	本项目计划更换 1 条海管，即 HZ32-5DPP 平台至 HZ25-8DPP 平台 31.4km 12"/18"海底混输管道	陆域挖方量	/
海域挖方量	0m ³ （不挖沟）	海域填方量	/
海域使用面积	/	水下疏浚量	/
滩涂使用面积	/	占用岸线长度	/
年污水排放量	/	年用水量	/
年废弃物倾倒量	/	建设总面积	/
非油层水基钻井 液钻屑	/	非油层水基 钻井液	/
油层水基钻井液 钻屑	/	油层水基 钻井液	/
非水基钻井液 钻屑	/	非水基 钻井液	/

2 工程概况与分析

2.1 概述

2.1.1 项目由来

惠州 32-5 油田隶属于惠州油田群，已开发的油气田包括：惠州 21-1 油田、惠州 21-1 气田、惠州 26-1 油田、惠州 32-2 油田、惠州 32-3 油田、惠州 25-3 油田、惠州 25-1 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 油田以及惠州 33-1 油田。

惠州 25-8 油田隶属于西江油田群，已开发的油田包括西江 30-2 油田、西江 23-1 油田、西江 24-3 油田西江 24-3 区、西江 24-3 油田西江 24-1 区、惠州 25-8 油田。

惠州油田群和西江油田群位于中国南海珠江口盆地，惠州 25-8 油田距香港东南约 150km，惠州 32-5 油田距香港东南约 174km。惠州 32-5 钻井生产平台（以下简称 HZ32-5 DPP 平台）于 2018 年投产，主要工程设施为 HZ32-5 DPP 平台及相应的海底管道/电缆，并依托惠州 25-8 钻井生产平台（以下简称 HZ25-8 DPP 平台）以及相应的海底管道/电缆进行开发。

HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台的 12"/18"海底管道于 2018 年 12 月 13 日投产，管长 31.4 km，设计年限 20 年，采用双层保温，海管材质为碳钢，设计腐蚀裕量为 3 mm。2020 年 2 月，海管内物流出口温度出现异常下降情况。经检测，认为海管存在内管局部腐蚀穿孔情况。为保证油田后续生产，消除安全隐患，现有 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台的 31.4km 双层保温混输海底管道需要尽快进行更换。建设单位对周边油气田海管进行检测，未发现类似情况。

本项计划新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台长约 31.4km（12"/18"）的双层保温钢管。原海管清洗后封堵原地弃置。新建海管投入使用后，油田产量不增加，未新增生产设施。HZ32-5 DPP 平台输送物流由在 HZ25-8 DPP 平台越站输送改为在 HZ25-8 DPP 平台处理后通过海底管道转输。

本项目属于海洋油气开发中油田或平台间的海管铺设，属于《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）中的“海洋油（气）开发及其附属工程”。本项目不涉及污水排放及新增油气产量，根据《海洋工程环境影响评价技术导则》（GB/T19485-2014）等级判定，各评价等级小于 3 级。因此，惠州 32-5 平台至惠州 25-8 平台 海管更换项目编制环境影响报告表。受中海石油（中国）有限公司深圳分公司委托，由中海油研究总院有限责任公司承担并完成本次海管更换项目的环境影响评价工作。

2.1.2 评级范围

本次评价范围确定以海底管道路由两侧 5km 范围内的海域，面积为 415km²，示意图见图 2-1，评价范围四至坐标见表 2-1。

表 2-1 评价范围拐点坐标

拐点坐标	东经	北纬
A		
B		
C		
D		

图 2-1 评价范围示意图

2.1.3 评价内容

依据本项目的工程特点，在对评价项目进行筛选的基础上，确定本项目的主要评价内容如下：

- 建设阶段生活污水、船舶含油污水等污染物和原海管清洗废水对管道周围海域海水水质的影响范围和程度；
- 生产阶段牺牲阳极锌释放对周围海域沉积物的影响范围和程度；
- 已建相关工程的回顾性分析；
- 潜在溢油事故对设施周围海域的海洋渔业资源、海洋生态环境等环境敏感目标的影响及防范措施。

2.1.4 评价标准

本项目评价采用的污染物排放标准见表 2-2。本项目评价采用的环境质量标准见表 2-3。

表 2-2 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
管道清洗废水	海洋石油勘探开发污染物生物毒性分级（GB18420.1-2009）	二级	生物毒性容许值≥50,000mg/L	现有海管清洗过程中产生的含油废水
	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限	三级	含油浓度≤45mg/L（月平均）； 含油浓度≤65mg/L（一次容许	

污染物		采用标准	等级	标准值	适用对象
		值 (GB4914-2008)		值)	
船舶 污染物	船舶 生活 污水	《船舶水污染物排放控制标准》 (GB3552-2018) 《国内航行海船法定检验技术规则》 (2020)	/	BOD ₅ ≤50mg/L SS≤150mg/L 耐热大肠菌群数≤2500 个/L	2012 年 1 月 1 日前安装 (含更换) 生活污水处理装置的建设阶段船舶距岸 3 海里以内(含)生活污水排放
			/	BOD ₅ ≤25mg/L SS≤35mg/L 耐热大肠菌群数≤1000 个/L COD _{Cr} ≤125mg/L pH:6~8.5 总氯(总余氯)< 0.5 mg/L	2012 年 1 月 1 日及以后安装 (含更换) 生活污水处理装置的建设阶段船舶距岸 3 海里以内(含)生活污水排放
			/	使用设备打碎固形物和消毒后排放; 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<距岸最近距离≤12 海里的海域内建设阶段船舶生活污水排放
			/	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	距岸最近距离>12 海里海域的建设阶段船舶生活污水排放
	船舶 垃圾		/	食品废弃物, 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。其他固体废弃物收集排入接受设施。	施工/生产作业船舶产生的船舶垃圾
	船舶 含油污水		/	含油量≤15mg/L	施工/生产作业船舶污染物的排放
船舶	《船舶大气污染物	/	船舶所使用的燃料油和大气污染	在排放控制区 (包	

污染物		采用标准	等级	标准值	适用对象
	大气 污染物	排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》的要求		物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》的要求，其中海船进入排放控制区应使用硫含量不大于0.5% <i>m/m</i> 的船用燃油	括沿海控制区和内河控制区）内航行、停泊、作业的船舶

表 2-3 环境质量标准

类别	采用标准		等级	适用对象
海水 水质	《海水水质标准》（GB3097-1997）		一类	环境质量 现状评价、 环境影响评价
海洋沉 积物	海洋沉积物质量（GB18668-2002）		一类	海洋沉积物 质量评价
海洋生 物质量	贝类		《海洋生物质量》（GB18421-2001） 的第一类标准	海洋生物 质量评价
	软体动 物、鱼 类、甲 壳类	除石油烃、 砷、铬外的 污染物质含量	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》	
		石油烃	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》 （第二分册）	

2.2 工程地理位置

惠州 32-5 油田和惠州 25-8 油田位于中国南海珠江口盆地，惠州 25-8 油田距香港东南约 150km，惠州 32-5 油田距香港东南约 174km。地理位置为北纬 21°07'00"~21°10'00"，东经 115°16'00"~115°20'00"，所在海域水深约 113m。本次海管更换项目涉及的 HZ32-5 DPP 平台和 HZ25-8 DPP 平台地理坐标（新铺设海管起止位置）见表 2-4。本项目地理位置见图 2-2。

图 2-2 本项目地理位置

表 2-4 海上设施地理位置

海上设施	经度 (E)	纬度 (N)
HZ32-5 DPP 平台		
HZ25-8 DPP 平台		

2.3 现有工程概况

2.3.1 现有工程设施

西江油田群工程设施由 5 座平台和 1 艘浮式生产储油轮组成,分别为 XJ30-2 FDD 平台、XJ24-3 FDD 平台、XJ24-3 DPPB 平台、HZ25-8 DPP 平台、XJ23-1 DPP 平台及“海洋石油 115”FPSO。

惠州油田群工程设施由 9 座平台和 1 艘浮式生产储油轮组成,分别为 HZ21-1A/B 平台、HZ26-1 平台、HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ32-5 DPP 平台、HZ19-2 平台、HZ19-3 平台和 HZ25-3 平台和“南海发现号”FPSO。“南海发现号”FPSO 于 2019 年 9 月退役,原惠州油田各平台输送至 NHFX FPSO 的物流将接入西江油田,惠州油田群物流最终将输送至“海洋石油 115”FPSO 处理、储存、外输。

惠州/西江油田群相关设施平面布置示意图见图 2-3,本项目附近相关工程设施见表 2-5。

表 2-5 主要相关已建设施

设施名称	设施描述
HZ32-5 DPP 平台	HZ32-5 DPP 平台是 1 座 4 腿导管架钢结构平台,设有模块钻机、原油和生产水处理系统、生活污水处理装置、公用辅助系统等设施,生活楼定员 120 人。HZ32-2、HZ32-3、HZ26-1 和 HZ21-1A/B 平台的含水原油在 HZ26-1 平台处理后,通过 HZ26-1 平台至 HZ32-5DPP 平台的海底管道输送至 HZ32-5DPP 平台,与 HZ32-5DPP 平台的产液一起处理后,在 HZ25-8DPP、XJ24-3DPPB、XJ24-3FDD 和 XJ23-1DPP 平台越站输送至“海洋石油 115”FPSO 进行处理、储存和外输。
HZ25-8 DPP 平台	HZ25-8 DPP 平台是 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、原油电站等设施,生活楼定员 149 人。平台共有 24 口井,均为生产井。HZ25-8 DPP 平台收集和来自惠州 25-8 油田的生产物流,处理后通过海底管道输送至 XJ24-3DPPB 平台,分离出的生产水处理达标后排海。
“海洋石油 115”FPSO	“海洋石油 115”FPSO 是 1 艘 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等,生活楼定员为 120 人。“海洋石油 115”FPSO 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,分离出的伴生气进入火炬系统,分离出的生产水处理达标后排海。

图 2-3 惠州/西江油田群相关设施平面布置示意图

(1) 待更换海底管道

本次海管更换项目涉及的现有 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台双层管结构混输海底管道（管径 12"/18"；长度：31.4km）于 2018 年 12 月 13 日投产，设计年限 20 年。

2020 年 2 月，海管内物流出口温度出现异常下降情况。经检测，认为海管存在内管局部腐蚀穿孔情况。结合内检测和腐蚀监测结果综合研判：海管内管运行温度是 CO₂ 腐蚀的敏感温度，且内管检测出存在嗜热硫酸盐还原细菌，液相中硫酸盐和有机质促进硫酸盐还原细菌在适宜条件下繁衍发展，生成 H₂S，导致在垢下形成快速且严重的局部腐蚀。

原管道设计参数见表 2-6。

表 2-6 现有 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台海底管道设计参数

管线长度	约 31.4km
内管外径	323.9mm
外管外径	457.0mm
钢管密度	7850kg/m ³
安装温度	11.6℃
设计温度	93℃
设计压力	8798kPa
内腐蚀裕量	3mm
外防腐层	3.1mm（PE 聚乙烯）
外防腐层密度	940kg/m ³
保温层厚度	48mm
保温层密度	(40~60)kg/m ³

(2) 已建设施

HZ32-5 DPP 平台为 4 腿导管架钢结构平台，平台上设有模块钻机、原油和生产水处理系统、生活污水处理装置、公用辅助系统和 120 人生活楼等设施。HZ26-1 平台为 HZ32-5 DPP 平台供电。

HZ25-8 DPP 平台为 8 腿导管架钢结构平台，平台上设有模块钻机、生产工艺系统、生产水处理、原油电站、149 人生活楼等。

“海洋石油 115”FPSO 是 1 艘 12 万吨级浮式生产储油外输系统；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、120 人生活楼等设施。

(3) 现有工程物流走向

惠州油田群 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台和 HZ21-1A/B 平台的含水原油在 HZ26-1 平台处理后, 通过 HZ26-1 平台至 HZ32-5 DPP 平台的海底管道输送至 HZ32-5 DPP 平台, 与 HZ32-5 DPP 平台的含水原油一起处理, 处理后的原油通过 HZ25-8 DPP 平台、XJ24-3 DPPB 平台、XJ24-3 FDD 平台和 XJ23-1 DPP 平台越站输送至“海洋石油 115”FPSO 处理、储存、外输。物流走向见图 2-4。

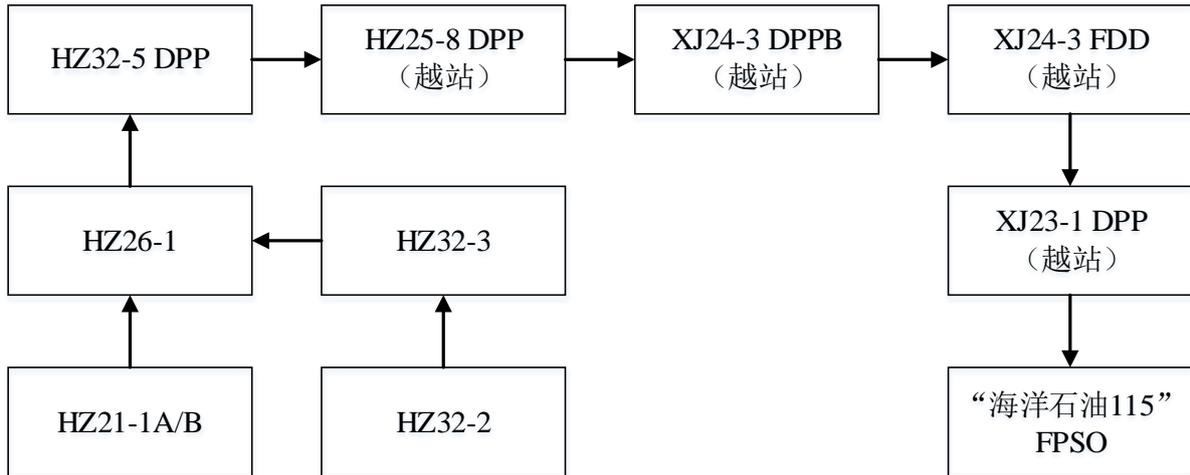


图 2-4 物流走向图

2.3.2 公用及环保设施

本项目新铺设海管管输物流依托 HZ32-5 DPP 平台、HZ25-8 DPP 平台、XJ24-3 DPPB 平台、XJ24-3 FDD 平台、XJ23-1 DPP 和“海洋石油 115”FPSO 现有设施进行输送和处理, 无需新增公用及环保设施。主要公用及环保工程包括供电、给排水和供热等系统, 与本项目相关各平台的公用系统见表 2-7, 与本项目相关各平台的主要环保设施见表 2-8。投产以来, 各平台环保设施运行良好。

表 2-7 与本项目相关平台的主要公用系统

序号	设施	公用设施
1	HZ32-5 DPP 平台	淡水系统、海水系统、消防系统、空调系统、柴油应急发电机
2	HZ25-8 DPP 平台	仪表气系统、公用气系统、氮气系统、淡水系统、柴油系统、海水系统、淡水系统, 发配电系统, 应急发电系统、空调系统, 通讯系统
3	“海洋石油 115”FPSO	仪表风/公用风系统, 惰气系统, 海水系统, 淡水系统, 发配电系统, 应急发电系统, 空调系统, 通讯系统

表 2-8 与本项目管输物流相关各平台的主要环保设施

序号	设施	环保设施
1	HZ32-5 DPP 平台	生产水处理系统（水力旋流器+立式旋流气浮）
2		开式排放系统（开式排放沉箱和开式排放泵）
3		闭排兼火炬系统 （闭排兼火炬分液罐、闭式排放泵和火炬头等）
4		生活污水处理装置
5		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）
1	HZ25-8 DPP 平台	生产水处理系统（水力旋流器+紧凑式气体浮选机）
2		开式排放系统（开式排放沉箱和开式排放泵）
3		闭式排放系统（闭式排放罐和闭式排放泵）
4		火炬系统
5		生活污水处理装置
6		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）
1	“海洋石油 115”FPSO	生产水处理系统（污水沉降舱+水力旋流器）
2		开式排放系统（开式排放罐和开式排放泵）
3		闭式排放系统（闭式排放罐和闭式排放泵）
4		火炬系统
5		生活污水处理装置
6		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）

2.3.3 现有主要工艺流程

惠州油田群 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台和 HZ21-1A/B 平台的含水原油在 HZ26-1 平台处理后, 通过 HZ26-1 平台至 HZ32-5 DPP 平台的海底管道输送至 HZ32-5 DPP 平台, 与 HZ32-5 DPP 平台的含水原油一起处理, 处理后的原油通过 HZ25-8 DPP 平台、XJ24-3 DPPB 平台、XJ24-3 FDD 平台和 XJ23-1 DPP 平台越站输送至“海洋石油 115” FPSO 处理、储存、外输。

(1) HZ32-5 DPP 平台工艺流程

惠州油田群 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台和 HZ21-1A/B 平台的含水原油在 HZ26-1 平台处理后, 通过 HZ26-1 平台至 HZ32-5 DPP 平台的海底管道输送至 HZ32-5 DPP 平台, 与 HZ32-5 DPP 平台自身产液汇集后, 进入 HZ32-5 DPP 平台的生产分离器进行油、气、

水三相分离。分离出的含水原油输往 HZ25-8 DPP 平台，在 HZ25-8 DPP 平台越站输送；分离出的伴生气去火炬系统；分离出的生产水进入生产水处理系统，经水力旋流器、立式旋流气浮进行油水分离，处理合格的生产水进入开排沉箱进一步缓冲除油后排海，分离出的污油返回生产分离器进行处理。HZ32-5 DPP 平台工艺流程见图 2-5。

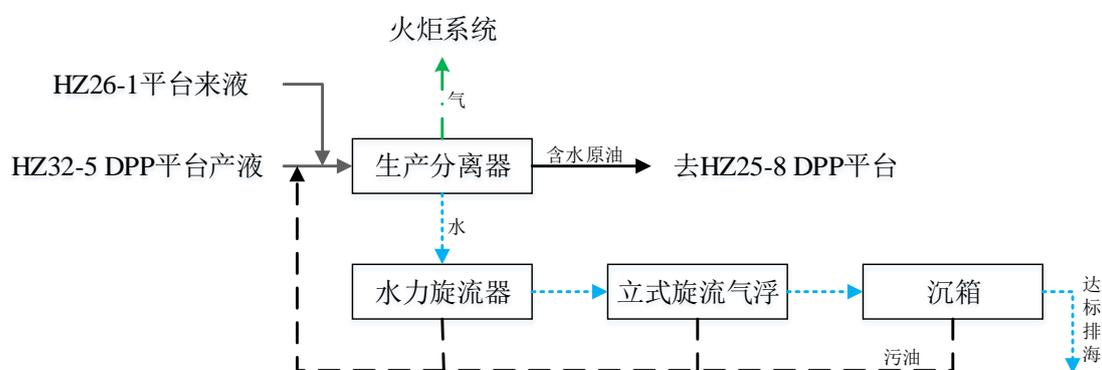


图 2-5 HZ32-5 DPP 平台工艺流程

(2) HZ25-8 DPP 平台工艺流程

HZ25-8 DPP 平台所产物流经计量后进入一级分离器进行三相分离，分离出的含水原油进入二级分离器进行三相分离，分离出的含水原油与 HZ32-5 DPP 平台来液一起，输往 XJ24-3 DPPB 平台。一级生产分离器和二级分离器分离出的气体进入火炬系统，分离出的含油生产水进入生产水处理系统。

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，处理合格的生产水进入开排沉箱进一步缓冲除油后排海。从水力旋流器和紧凑式气体浮选机分离出的污油进入污油罐，通过污油泵打回到一级分离器的入口。

HZ25-8 DPP 平台工艺流程见图 2-6。

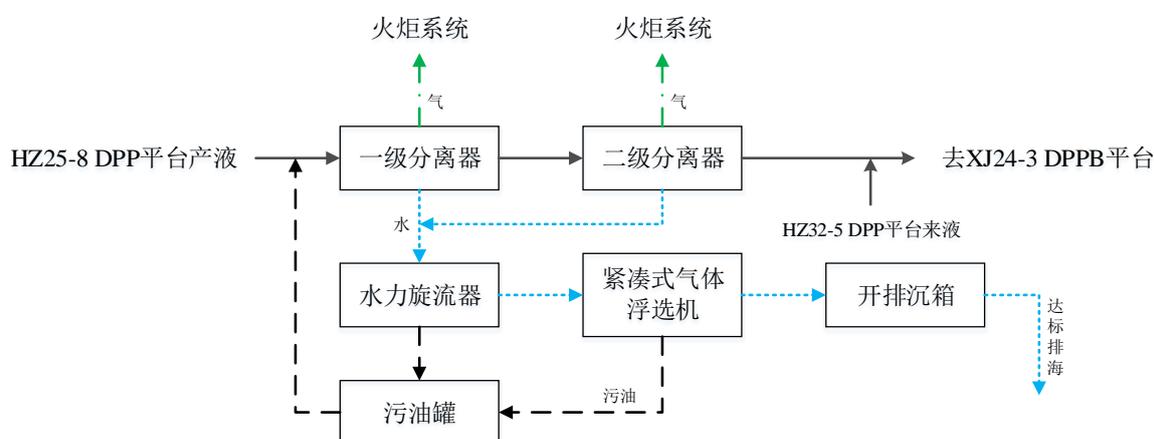


图 2-6 HZ25-8 DPP 平台工艺流程

(3) “海洋石油 115”FPSO 工艺流程

惠州和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/盐器的合格原油进行换热，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进入电脱水/盐器进一步分离出乳化水（原油含水小于 0.5%），进入合格原油/原油换热器后进入货油舱储存。经生产分离器分离出的气体进入火炬系统；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合格后排海。

“海洋石油 115”FPSO 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。生产水首先进入污水沉降舱中沉降分离，沉降后的生产水进入水力旋流器，分离出的污油进入污油罐，分离出的生产水达标排海。

“海洋石油 115”FPSO 工艺流程见图 2-7。

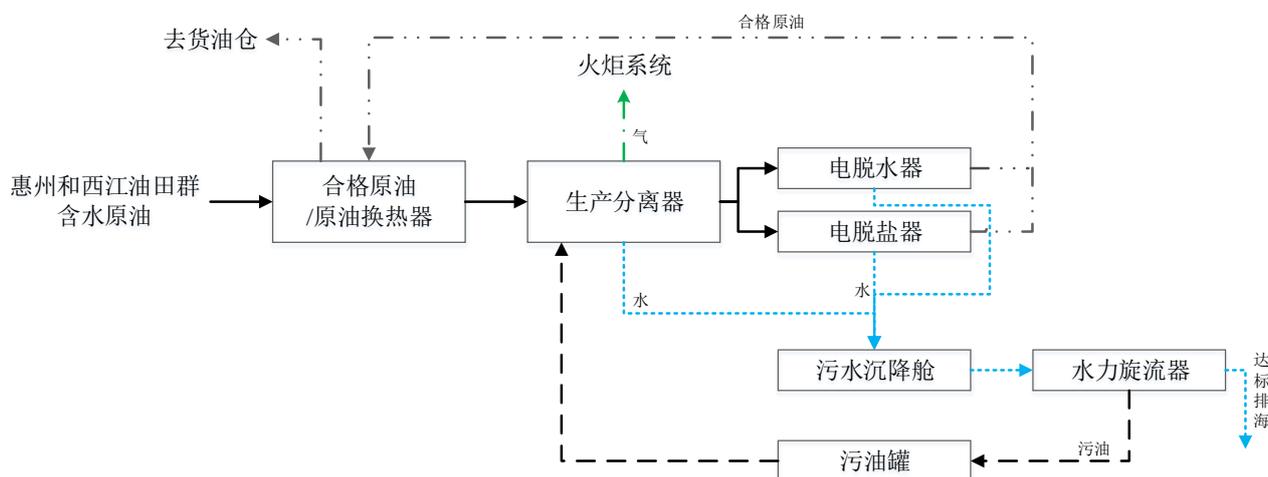


图 2-7 “海洋石油 115”FPSO 工艺流程

2.3.4 环评审批情况

与本次 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台海管更换相关的环境影响报告书批复及竣工验收情况见表 2-9。相关环境影响报告书核准意见的复函及环保设施竣工验收的复函见附件 2 和附件 3。

《南海西江 24-3 油田环境影响报告书》于 1989 年获得国家环境保护局批复（环监字 [89]220 号）。该报告中对新建 XJ24-3 FDD 平台及相应海底管道进行描述。

《西江 23-1 油田开发工程环境影响报告书》于 2005 年获得国家海洋局批复（国海环字 [2005]240 号）。该报告中对新建 XJ23-1 DPP 平台和“海洋石油 115”FPSO 及相应海底管道进行描述。核准意见中指出工程要严格控制主要污染物的排放总量和排放浓度，按照“总量控制

方案建设”的指标执行，即“海洋石油 115”FPSO 外排含油生产水的总量控制指标为 $117.7 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ，石油类排放控制指标为 35 t/a，排污混合区应当控制在“海洋石油 115”FPSO 外缘 500m 以内海域。

《西江 24-3/30-2 油田接入“海洋石油 115 号”FPSO 工程环境影响报告书》于 2010 年获得国家海洋局核准（国海环字[2010]702 号）。该报告中新建 XJ24-3 FDD 平台至 XJ23-1 DPP 平台海底管道，西江 24-3/30-2 油田含水原油通过 XJ23-1 DPP 平台输往“海洋石油 115”FPSO。核准意见中指出工程污染物的排放应当严格控制污染物的排放总量和排放浓度，工程投产后，西江各平台及“海洋石油 115”FPSO 排污混合区范围不变。

《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 年获得国家海洋局核准（国海环字[2013]274 号）。该报告中对新建 HZ25-8 DPP 和 XJ24-3 DPPB 平台及相应海底管道进行描述。核准意见中指出工程污染物的排放应当严格按照报告书中所提出的排污总量控制指标执行，即 HZ25-8 DPP 平台外排含油生产水的总量控制指标为 $373 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ，石油类排放控制指标为 168 t/a，排污混合区应当控制在 HZ25-8 DPP 平台外缘 600m 以内海域。

《惠州 32-5 油田综合调整/惠州 33-1 油田联合开发项目环境影响报告书》于 2017 年获得国家海洋局核准（国海环字[2017]421 号）。该报告对新建 HZ32-5 DPP 平台及相应海底管道进行描述。核准意见中指出工程污染物的排放应当严格按照报告书中所提出的排污总量控制指标执行，即 HZ32-5 DPP 平台外排含油生产水的总量控制指标为 $576.1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ ，石油类排放控制指标为 260 t/a，排污混合区应当控制在 HZ32-5 DPP 平台外缘 800m 以内海域。

《惠州和西江油田群合并项目环境影响报告书》于 2018 年获得生态环境部批复（环审[2018]35 号）。该报告书中对惠州和西江油田群合并及新建相应海底管道进行描述。核准意见中对“海洋石油 115”FPSO 的排污总量控制指标进行了调整，“海洋石油 115”FPSO 含油生产水年最大排放量不得超过 $261 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，石油类年最大排放量不得超过 78t；排污混合区应当控制在以排放口为中心 600m 半径以内的海域。

表 2-9 与本项目相关工程环评批复及竣工验收情况一览表

工程设施	环评报告书	环评批复情况	竣工验收情况
XJ24-3 FDD	《南海西江 24-3 油田环境影响报告书》	于 1989 年获得国家环境保护局批复（环监字 [89]220 号）	—
XJ23-1 DPP	《西江 23-1 油田开发	于 2005 年获得国家海洋	已完成验收，

工程设施	环评报告书	环评批复情况	竣工验收情况
“海洋石油 115”FPSO	工程环境影响报告书》	局核准（国海环字 [2005]240 号）	于 2010 年 1 月获批（国海环字[2010]3 号）
HZ25-8 DPP	《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 年获得国家海洋局核准（国海环字 [2013]274 号）	已申请延期验收（海办环字[2015]672 号）
XJ24-3 DPPB			
HZ32-5 DPP	《惠州 32-5 油田综合调整/惠州 33-1 油田联合开发项目环境影响报告书》	于 2017 年获得国家海洋局核准（国海环字 [2017]421 号）	已申请延期验收

2.3.5 现有工程污染物排放情况回顾

油田生产阶段产生的污染物主要包括含油生产水、生活污水、生活垃圾、生产垃圾和船舶含油污水等。本次海管更换项目涉及的 HZ32-5 DPP、HZ25-8 DPP 平台和“海洋石油 115”FPSO 现有污染物产生量/排放量及其处理方式见表 2-10。

表 2-10 现有污染物排放/处理情况

污染物		产生量/排放量	批复量	主要污染因子	处理/排放方式
生产水 (2019 年)	HZ32-5 DPP	65.9×10 ⁴ m ³ /a	576.1×10 ⁴ m ³ /a	石油类	含油量≤45mg/L, 点源达标排放
	HZ25-8 DPP	245.4×10 ⁴ m ³ /a	373×10 ⁴ m ³ /a		
	“海洋石油 115”FPSO	107.8×10 ⁴ m ³ /a	261×10 ⁴ m ³ /a		
生活污水 (2019 年)	HZ32-5 DPP	11396m ³ /a	/	COD 等	处理达标后排放, COD 含量≤500mg/L
	HZ25-8 DPP	3740.8m ³ /a	/		
	“海洋石油 115”FPSO	6983m ³ /a	/		
生活垃圾	HZ32-5 DPP	43.8t/a	-	食品废弃物、食品包装等	食品废弃物粉碎为粒径≤25mm 后, 间断排放; 食品包装
	HZ25-8 DPP	55.8t/a			
	“海洋石油 115”FPSO	41t/a			

污染物		产生量/排放量	批复量	主要 污染因子	处理/排放方式
	115”FPSO				等回收后运回陆地
生产垃圾	HZ32-5 DPP	233.6 t/a	-	废旧零件等	分类回收，运回陆地
	HZ25-8 DPP	210 t/a			
	“海洋石油 115”FPSO	60t/a			
伴生 天然气	HZ32-5 DPP	1575m ³ /h	-	CO ₂ 、NO _x	火炬燃烧
	HZ25-8 DPP	6172m ³ /d	-		
船舶含油污水		192m ³ /a	-	石油类	达标间断排放

(1) 含油生产水排放及处理设施运行情况回顾

HZ32-5 DPP 平台采用“水力旋流器+立式旋流器”的处理流程，设计处理能力为***m³/d；HZ25-8 DPP 平台采用“水力旋流器+紧凑式气体浮选机”的处理流程，设计处理能力为***m³/d；“海洋石油 115”FPSO 的生产水处理系统均采用“污水沉降舱+水力旋流器”的处理流程，设计处理能力为***m³/d。

表 2-11~表 2-13 列出了 HZ32-5 DPP、HZ25-8 DPP 和“海洋石油 115”FPSO 2019 年至 1 月至今含油生产水的月排放量和月均含油浓度。根据统计结果，HZ32-5 DPP 平台 2019 年含油生产水排放量为 65.9×10⁴m³，2020 年（截止 7 月）含油生产水排放量为 146.6×10⁴m³/a，未超出 HZ32-5 DPP 平台生产水总量控制批复量 576.1×10⁴m³/a。HZ25-8 DPP 平台 2019 年含油生产水排放量为 245.4×10⁴m³，2020 年（截止 7 月）含油生产水排放量为 193.8×10⁴m³/a，未超出 HZ25-8 DPP 平台生产水总量控制批复量 373×10⁴m³/a。“海洋石油 115”FPSO 2019 年含油生产水排放量为 107.8×10⁴m³，2020 年（截止 7 月）含油生产水排放量为 57.1×10⁴m³/a，未超出“海洋石油 115”FPSO 平台生产水总量控制批复量 261×10⁴m³/a。

HZ32-5 DPP 平台排放的生产水月均含油浓度在 1.96 ~ 20.80mg/L 之间；HZ25-8 DPP 平台排放的生产水月均含油浓度在 19.00~27.75mg/L 之间；“海洋石油 115”FPSO 排放的生产水月均含油浓度在 18.23 ~ 25.04mg/L 之间，均低于《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，说明 3 个平台生产水处理系统装置运转正常，工作效率良好。

HZ32-5 DPP 平台于 2018 年 12 月投产。2018 年 12 月至 2019 年 3 月，HZ26-1 平台所产物流输送至 HZ32-5 DPP 平台，与 HZ32-5 平台物流一起处理后通过海底管道输送至“海洋石油 115”FPSO；2019 年 3 月至 2019 年 9 月，HZ26-1 物流输送至“南海发现号”FPSO，

HZ32-5 DPP 平台物流输送至“海洋石油 115”FPSO，为保证海管外输流动性，HZ32-5 DPP 平台产液全部外输，无外排；2019 年 9 月，“南海发现号” FPSO 退役，HZ21-1 A/B、HZ32-2、HZ32-3、HZ26-1 平台物流输送至 HZ32-5 DPP 平台，与 HZ32-5 DPP 平台物流一起处理后输送至“海洋石油 115”FPSO。

表 2-11 HZ32-5 DPP 平台生产水排放情况

月份	2019 年		2020 年	
	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)
1	56912	11.5	237978	15.30
2	46934	11.8	243653	7.12
3	37700	11.9	279391	5.67
4	0	0	136192	6.88
5	0	0	204186	13.10
6	0	0	206050	1.96
7	0	0	158471	20.80
8	0	0	/	/
9	26476	15.7	/	/
10	140153	16.4	/	/
11	156770	16.7	/	/
12	194856	17.7	/	/
排放量合计 /浓度最大值	65.9×10⁴	17.7	146.6×10⁴	20.80
批复总量控制指标	576.1×10⁴m³/a	45mg/L	576.1×10⁴m³/a	45mg/L

表 2-12 HZ25-8 DPP 平台生产水排放情况

月份	2019 年		2020 年	
	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)
1	188165	20.00	228151	20.35
2	171718	21.40	238165	21.13
3	183590	20.60	263249	20.27
4	182985	19.50	269015	20.53
5	205834	20.10	259943	19.75
6	210032	19.60	297866	23.00
7	224027	19.00	381570	27.75
8	229917	19.72	/	/
9	194779	19.58	/	/

月份	2019年		2020年	
	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)
10	227996	21.21	/	/
11	207701	20.42	/	/
12	227521	20.18	/	/
排放量合计 /浓度最大值	245.4×10⁴	21.4	193.8×10⁴	27.75
批复总量控制指标	373×10⁴m³/a	45mg/L	373×10⁴m³/a	45mg/L

表 2-13 “海洋石油 115”FPSO 生产水排放情况

月份	2019年		2020年	
	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	含油浓度 (mg/L)
1	82883	22.17	78437	23.29
2	74344	20.19	74141	20.68
3	88550	23.63	88156	25.04
4	86387	20.51	95560	22.62
5	95382	20.54	103040	25.04
6	102812	18.23	63492	23.56
7	93178	22.36	68520	24.69
8	97651	22.58	/	/
9	95795	23.30	/	/
10	100755	20.72	/	/
11	79295	21.12	/	/
12	81043	21.46	/	/
排放量合计 /浓度最大值	107.8×10⁴m³	23.63	57.1×10⁴m³	25.04
批复总量控制指标	261×10⁴m³/a	30mg/L	261×10⁴m³/a	30mg/L

(2) 生活污水排放情况及处理设施运行回顾

HZ32-5 DPP、HZ25-8 DPP 平台和“海洋石油 115”FPSO 上均设有生活污水处理装置，根据 2019 年 1 月至今的监测结果（见表 2-14~表 2-16），HZ32-5 DPP 平台生活污水 COD 排放浓度在 6.53~475mg/L 之间；HZ25-8 DPP 平台生活污水 COD 排放浓度在 25~405mg/L 之间；“海洋石油 115”FPSO 生活污水 COD 排放浓度在 38~491mg/L 之间，满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）要求，COD 浓度≤500mg/L，说明生活污水处理系统运行正常、稳定，处理效果良好。

表 2-14 HZ32-5 DPP 平台生活污水排放情况

月份	2019 年		2020 年	
	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
1	968	209	997	246
2	863	107	929	293
3	1012	39.9	989	421
4	1041	237	876	368
5	960	213	665	135
6	1008	196	916	75
7	885	373	560	113
8	853	224	/	/
9	853	475	/	/
10	942	384	/	/
11	930	209	/	/
12	982	6.53	/	/

表 2-15 HZ25-8 DPP 平台生活污水排放情况

月份	2019 年		2020 年	
	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
1	226.6	267	200	405
2	168.1	189	104	92
3	293.2	56	166	178
4	288.3	173	159	137
5	323.3	144	192	379
6	331.3	198	263	275
7	277	228	261	92
8	387	250	/	/
9	359	148	/	/
10	389	218	/	/
11	375	263	/	/
12	323	25	/	/

表 2-16 “海洋石油 115”FPSO 生活污水排放情况

月份	2019 年		2020 年	
	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
1	311	320	572	461
2	216	210	436	270

月份	2019 年		2020 年	
	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
3	249	219	515	291
4	258	130	603	347
5	267	284	479	246
6	310	318	446	462
7	913	78	535	112
8	1107	249	/	/
9	1166	38	/	/
10	808	469	/	/
11	631	491	/	/
12	747	473	/	/

2.4 新铺海管工程概况

2.4.1 本项目工程概况

(1) 新铺海管路由

本次惠州海管更换项目新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台 12"/18" 31.4km 的双层保温钢管，代替现有 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台的 12"/18" 31.4km 双层管结构混输海底管道；原两侧立管不更换，管道铺设完成后，采用膨胀弯和法兰与立管连接。原海管清洗后封堵原地弃置。新铺设海管与原海管平管段相距约 30m。新铺海管路由见图 2-8，海管更换示意图见图 2-9。

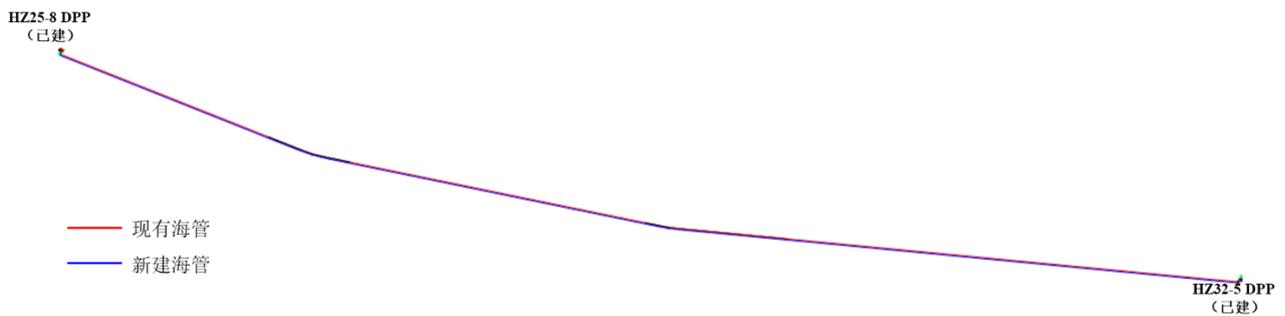


图 2-8 本项目更换管线路由示意图

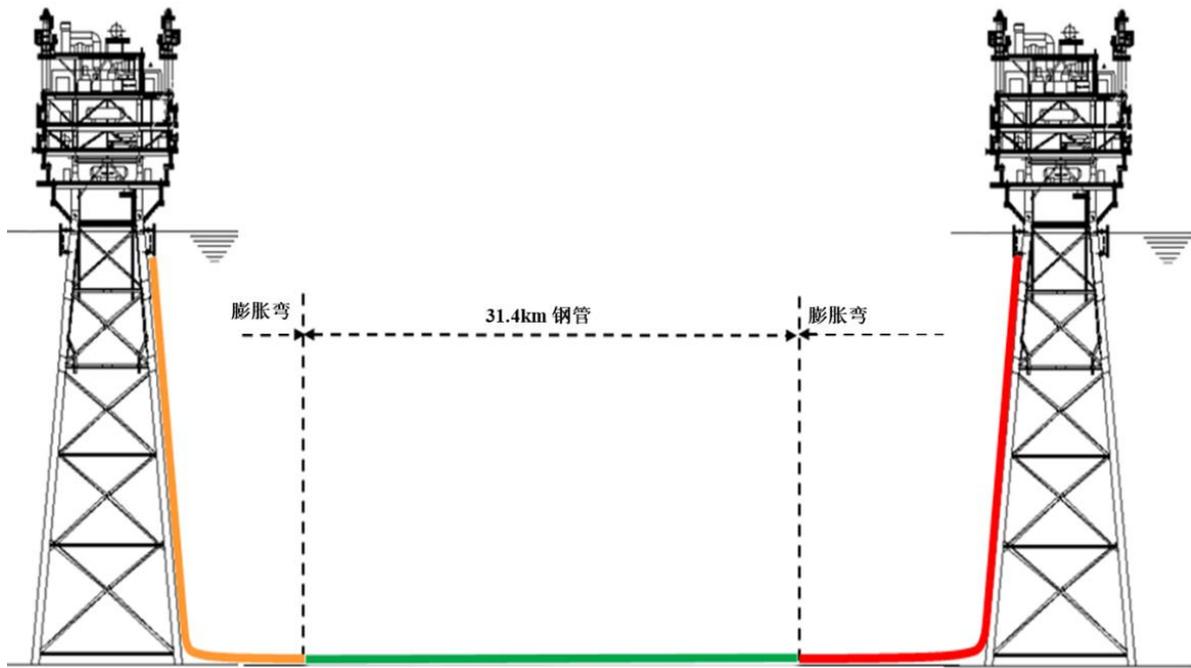


图 2-9 海管更换方案示意图

(2) 物流走向

本项目投产后，惠州油田群 HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台和 HZ21-1 A/B 平台的含水原油在 HZ26-1 平台处理后，通过 HZ26-1 平台至 HZ32-5 DPP 平台的海底管道输送至 HZ32-5 DPP 平台，与 HZ32-5 DPP 平台的含水原油一起处理后通过海底管道输送至 HZ25-8 DPP 平台，与 HZ25-8 DPP 平台产液一起处理后，通过 XJ24-3 DPPB 平台、XJ24-3 FDD 平台和 XJ23-1 DPP 平台越站输送至“海洋石油 115” FPSO 处理、储存、外输。

物流走向见图 2-10。

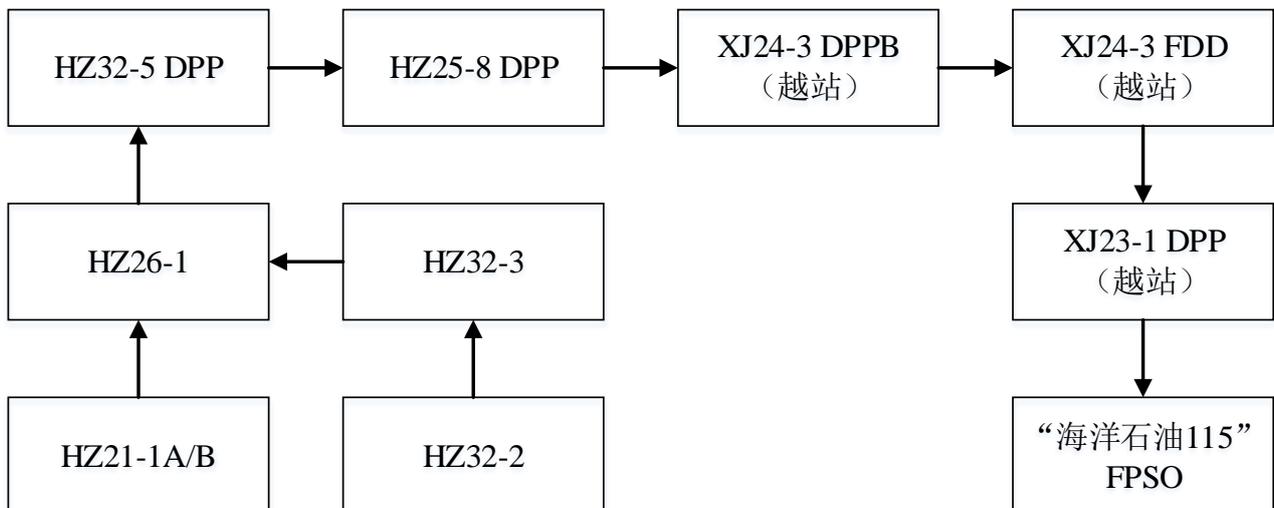


图 2-10 本项目投产后物流走向图

(3) HZ25-8 DPP 平台工艺流程

HZ32-5 DPP 平台来液与 HZ25-8 DPP 平台所产物流经计量后进入一级分离器进行三相分离，分离出的含水原油进入二级分离器进行三相分离，分离出的含水原油输往 XJ24-3 DPPB 平台。一级生产分离器和二级分离器分离出的气体进入火炬系统，分离出的含油生产水进入生产水处理系统。

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，处理合格的生产水进入开排沉箱进一步缓冲除油后排海。从水力旋流器和紧凑式气体浮选机分离出的污油进入污油罐，通过污油泵打回到一级分离器的入口。

本项目投产后 HZ25-8 DPP 平台工艺流程见图 2-11。

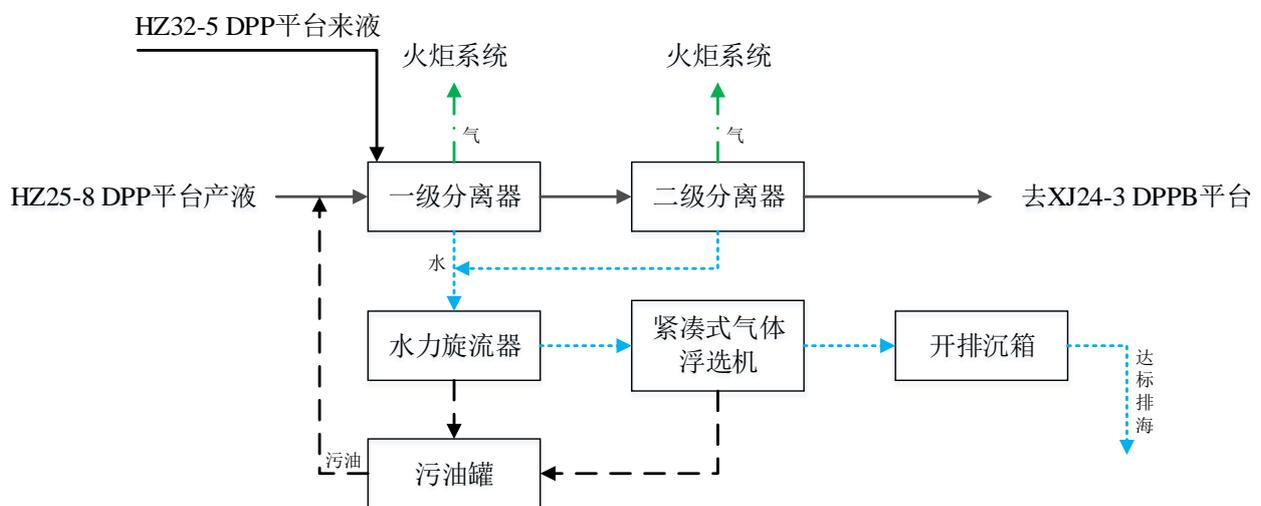


图 2-11 本项目投产后 HZ25-8 DPP 平台工艺流程图

(4) 依托设施校核

(a) 生产工艺处理能力校核

• HZ25-8 DPP 平台

HZ25-8 DPP 平台最大油处理量为***m³/d，未超出油设计处理能力*** m³/d；含油生产水最大处理量为***m³/d (**m³/a)，未超出含油生产水设计处理能力*** m³/d，未超出 HZ25-8 DPP 平台生产水总量控制批复量***m³/a。

HZ25-8 DPP 平台液量平衡见表 2-17。

表 2-17 HZ25-8 DPP 平台处理及外输量（单位：m³/d）

年份	HZ25-8 接收/处理量							HZ25-8 外输量		HZ25-8 生产水系统处理量
	HZ32-5		HZ25-8		原油系统处理量					
	来液		自产液		(HZ32-5/HZ25-8)					
	油	水	油	水	油	水	液	水	液	水
2021										
2022										
2023										
2024										
2025										
2026										
2027										
2028										
2029										
2030										
2031										
2032										
2033										
2034										
2035										
2036										

• “海洋石油 115”FPSO

“海洋石油 115”FPSO 最大油处理量为***m³/d，未超出油设计处理能力***m³/d；含油生产水最大处理量为***m³/d（***m³/a），未超出含油生产水设计处理能力***m³/d，未超出“海洋石油 115”FPSO 生产水总量控制批复量***m³/a。

海洋石油 115 FPSO 接收的液量见表 2-18。

表 2-18 海洋石油 115 FPSO 接收液量

年份	油	水	液
	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d
2021			
2022			
2023			
2024			
2025			
2026			
2027			
2028			
2029			
2030			
2031			
2032			
2033			
2034			
2035			
2036			

(b) 依托海底管道能力校核

本项目依托海底管道能力校核详见表 2-19。

表 2-19 依托海底管道能力校核

海管	最大输送压力 (kPaA)	最大输送温度 (°C)	设计压力 (kPaA)	设计温度 (°C)	校核 结果
HZ25-8 DPP 平台→XJ24-3 DPPB 平台					满足
XJ24-3 DPPB 平台→XJ24-3 FDD 平台					满足
XJ24-3 FDD 平台→XJ23-1 DPP 平台					满足
XJ23-1 DPP 平台→“海油石油 115”FPSO					满足
HZ26-1 平台→HZ32-5 DPP					满足

2.4.2 输送物流特性

本工程新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台 12"/18" 31.4km 的双层保温钢管，输送介质为油水。惠州 32-5 油田和惠州 33-1 油田依托 HZ32-5DPP 平台开发。原油性质和伴生气组分见表 2-20 和表 2-21。

表 2-20 原油性质

项 目	惠州 32-5 油田	惠州 33-1 油田
凝点 (°C)		
密度 (kg/m ³)	20°C	
	50°C	
闪点 (°C)		
粘度 50°C (mPa.s)		
含蜡量 (m%)		
起始析蜡温度 (°C)		
高峰析蜡温度 (°C)		
胶 质 (m%)		
沥青质 (m%)		

表 2-21 伴生气组分 (mol%)

伴生气组分 (mol%)	惠州 32-5 油田	惠州 33-1 油田
非烃类	N ₂	
	CO ₂	
烃类	C ₁	
	C ₂	
	C ₃	
	iC ₄	
	nC ₄	
	iC ₅	

伴生气组分 (mol%)		惠州 32-5 油田	惠州 33-1 油田
	nC ₅		
	C ₆		
	C ₆₊		
	C ₇		
	C ₈		
	C ₉		

2.4.3 海管结构方案

新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台 12"/18" 31.4km 的双层保温钢管。海管详细设计参数见表 2-22，截面见图 2-12。新铺设海管设计寿命为 20 年。

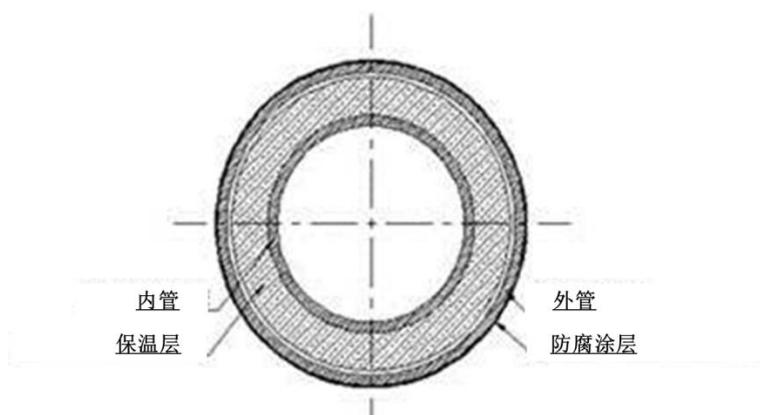


图 2-12 双层保温复合钢管截面示意图

表 2-22 新铺设海管参数

设计寿命 (年)	20
内管外径 (mm)	323.9
外管外径 (mm)	457.0
管长 (km)	约 31.4
设计温度 (°C)	85
设计压力 (kPaG)	4750
输送介质	油、水
介质密度 (kg/m ³)	835~1000
保温层厚度 (mm)	48
腐蚀裕量 (mm)	5
液体流速	>0.89m/s

2.4.4 海管工艺方案

本工程新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台海底管道用于输送惠州 21-1 油田、惠州 32-3 油田、惠州 32-2 油田、惠州 26-1 油田和惠州 32-5 油田的生产物流，输送介质为油水。根据逐年输量对典型年份新建海管运行参数的计算结果见表 2-23，管线的入口、出口压力，入口、出口温度均小于管道的设计压力（4750 kPaG）与设计温度（85℃）。

表 2-23 新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台计算结果

年份	输油量	输水量	输液量	入口压力	出口压力	入口温度	出口温度	出口液相流速
	m ³ /d	m ³ /d	m ³ /d	kPaA	kPaA	°C	°C	m/s
2021								
2022								
2023								
2024								
2025								
2026								
2027								
2028								
2029								
2030								
2031								
2032								
2033								
2034								
2035								
2036								
2037								
2038								
2039								
2040								

2.4.5 海管防腐方案

新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台 12"/18" 31.4km 的双层保温钢管采取外防腐与内防腐相结合的防腐措施。

(1) 海管外防腐措施

新建海底管道采用外防腐与牺牲阳极相结合的海管防腐措施，外防腐采用外涂敷 3PE 涂层（三层聚乙烯），总厚度不小于 3.1mm。

混输管道采用手镯型铝基牺牲阳极，手镯式阳极通常卡箍或焊接在钢管上。海管牺牲阳极单重 53.2kg，总数 280 块，总重为 14896kg。牺牲阳极成分见表 2-24。

表 2-24 牺牲阳极成分表

成分	重量百分比(%)	
	最低	最高
锌	2.5	5.75
镉	0.016	0.040
铁	--	0.09
硅	--	0.12
铜	--	0.003
镉	--	0.002
其它	--	0.02(each)
铝	剩余	

(2) 海管内防腐措施

由于混输海管内腐蚀以二氧化碳腐蚀为主,因此新建海管内防腐除采用碳钢+缓蚀剂的内防腐方案,内腐蚀裕量选取 5mm。

由于腐蚀是多因素导致的,为保证新建海管安全,加强微生物分析,优化分析技术手段,定期对水样开展微生物培养,对清出物进行微生物培养和荧光分析。在平台上脱出更多的 CO₂ 等气体,尽可能降低海管的 CO₂ 等气体分压。投产前完成基线内检测,控制进入海管砂粒径 (<150 μ m)。

为进一步保证海底管道的安全,本次新铺设海底管道的海底管道出、入口设置旁路式内腐蚀监、检测装置,在生产中定期通过内腐蚀监测装置监测腐蚀情况。

综上所述,考虑到原海管出现严重内腐蚀现象,本次新铺设海管通过增加流速,控制海管内杂质和微生物沉积;降低海管 CO₂ 等气体分压;腐蚀裕量增加 2mm;增加清管频率,控制管内沉积等措施控制最大限度减少内腐蚀现象。

2.5 新铺海管工程分析

2.5.1 新海管铺设施工方案

(1) 施工流程

新铺设 HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台 12"/18" 31.4km 的双层保温钢管从 HZ32-5 DPP 平台一侧开始铺设。新建海管直接铺设于海床上,不进行挖沟埋设;铺设完成后对原海管进行清洗和置换并拆除原海管的膨胀弯。安装新膨胀弯连接新建海管平管段与已有立管,最后完成对新建海管的清管试压。经校核,已有立管腐蚀裕量符合需求,无需更换。

本项目中新铺设的海底管道稳定性满足要求，不需要涂敷混凝土。

新建海管与原海管平行铺设，存在一处与已有海缆跨越的现象。跨越点处理方式是在原有光缆两侧放置水泥垫块（至少 30cm 高），在其上方铺设新建海管，新建海管上方再铺设水泥压块进行防护。

(2) 主要施工工艺

(a) 平管段铺设

新铺设海底管道全长大约 31.4km，使用一艘铺管船，将海管直接铺设于海床上，不进行挖沟埋设。从 HZ32-5 DPP 平台一侧法兰连接点开始铺设，由于铺管船选用动力定位船舶，不需要抛锚，正常铺设至 HZ25-8 DPP 平台南侧。

海管铺设起始、正常、终止施工图见图 2-13。

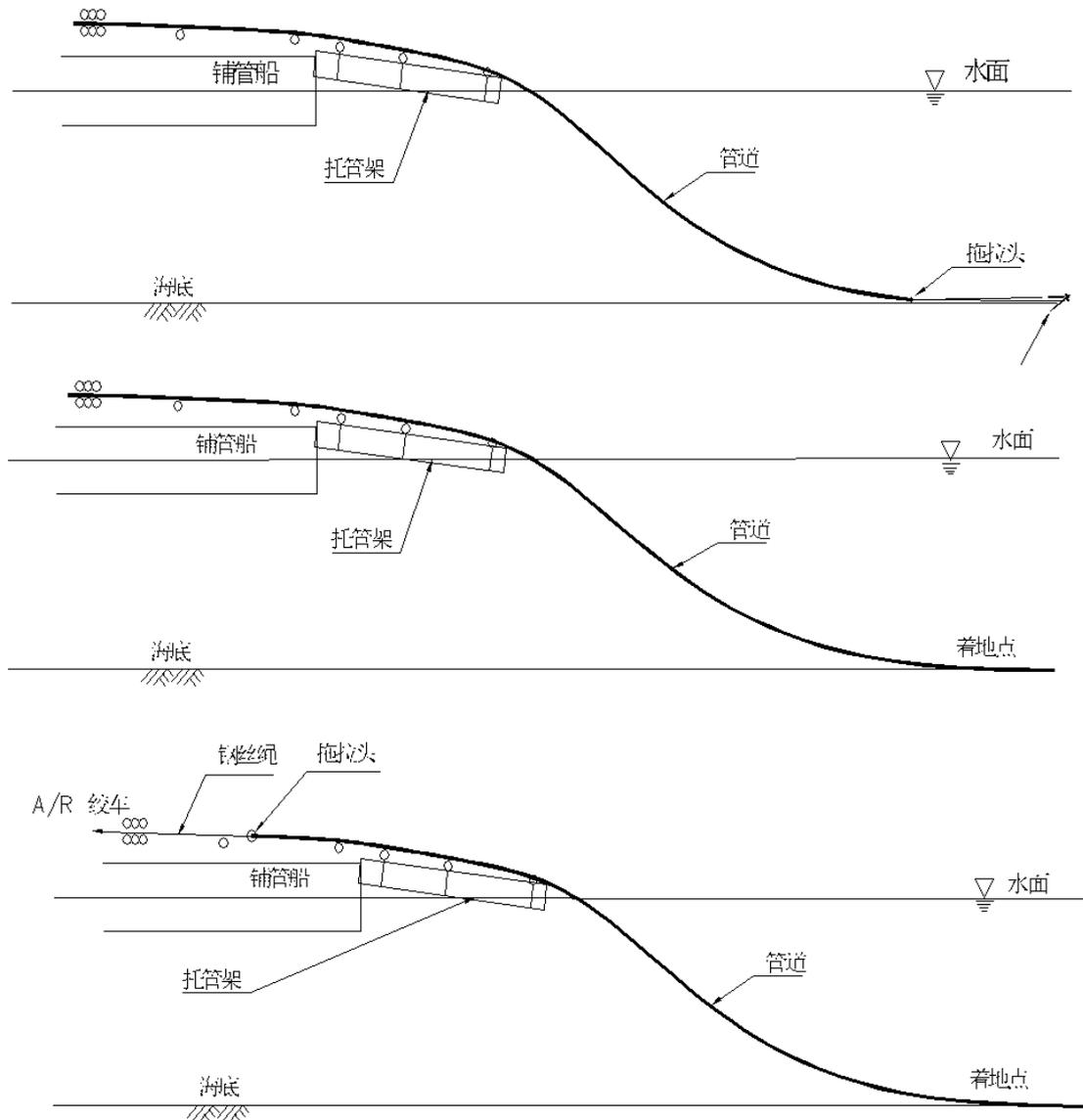


图 2-13 铺管铺设施工图

(b) 新海管膨胀弯安装

管道铺设完成后，对 HZ32-5 DPP 平台和 HZ25-8 DPP 平台侧膨胀弯使用饱和潜水船进行吊装安装，每侧膨胀弯初步分三段安装。在水下连接安装过程中，应用饱和潜水员及 ROV（水下机器人）配合进行平管/膨胀弯和膨胀弯/立管的法兰连接。

(c) 清管试压

膨胀弯全部连接完毕后，需要对管道进行清管、试压。管道安装连接完成后，将 HZ32-5 DPP 平台清管泵接入清管球发射器，进行清管，在 HZ25-8 DPP 平台侧进行收球。直至 HZ25-8 DPP 一端收到所有清管球为止后，安装盲板准备进行试压工作。在清管作业完成后，进行管线的试压作业。试压时，试验压力根据工程设计确定，稳压 24h。清管试压采用除氧海水，清管试压后海水直接排放。

2.5.2 原管道处置方案

(1) 施工流程

本项目计划新海管铺设完成后对旧海管原地海水封存，封存作业时首先对原海管进行清洗工作，然后分别在 HZ32-5 DPP 平台、HZ25-8 DPP 平台进行膨胀弯与平管段、立管与膨胀弯之间的连接法兰分离，最后平台立管连接到新建的膨胀弯上。为不影响新膨胀弯安装，原膨胀弯段移位后与原海管平管清洗后封堵原地弃置。

使用 HZ32-5 DPP 平台处理后的生产水冲洗海管内部的原油。使用盲板法兰两头封堵原海管，实现物理隔离。

(2) 海管清洗施工工艺

海底管道清洗采用通球清洗的方法。取出清管球后，将管线封存。原海管使用处理后的生产水进行清洗。产生的清洗废液进入生产流程，最终去往 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统统一处理。

2.5.3 平台停产方案

为保证油田正常生产，新建海管平管铺设时，原海管正常使用。在新建海管平管段铺设完成前一周，HZ21-1A/B、HZ32-2、HZ32-3、HZ26-1 和 HZ32-5DPP 平台停产，进行原海管的置换、清洗等工作。平管段铺设完成后，开始拆除已有膨胀弯，然后安装新的膨胀弯，将原立管和新的平管段连接起来。膨胀弯安装完成后，开展清管试压、预调试、基线检测，上述工作完成后，管道可投入使用。

平台停产时间约需 2 个月。

2.5.4 施工船舶和施工计划

拟用一艘铺管船完成海管铺设；拟用两艘饱和潜水船完成膨胀弯的安装等工作；本项目清管试压由平台现场作业人员完成，使用一艘驳船和一艘拖轮。施工天数约 129 天。本项目海上施工阶段作业内容及船舶人员见表 2-25。

表 2-25 海上施工阶段作业内容和作业船舶及人员

施工过程	施工天数	施工人员	施工船舶
海管铺设	80 天	160 人	1 艘铺管船、 1 艘驳船、2 艘拖轮
膨胀弯安装	40 天	140 人	2 艘饱和潜水船、 2 艘拖轮
清管试压	9 天	40 人	1 艘驳船、1 艘拖轮

2.5.5 建设阶段污染物核算

根据本次海底管道更换项目的工程特征以及污染源分析结果，HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台混输海底管道不挖沟铺设，铺设阶段的污染物主要为参加作业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；此外新管道清管还会产生一定量的清管试压水（主要成分为海水）；原海管清洗会产生清洗废水，主要污染物是石油类。

(1) 船舶污染物

铺设阶段参加作业产生的生活污水和船舶含油污水经船舶上配置的处理装置处理达标排放；生活垃圾中食物残渣经粉碎后排海，其它生活垃圾和生产垃圾全部送回岸上交给有资质单位处理。本项目建设阶段船舶污染物核算见表 2-26。

表 2-26 海上建设阶段船舶污染物核算

施工过程	施工天数	施工人员	施工船舶	船舶生活污水 (m ³)	船舶生活垃圾 (t)	船舶含油污水 (m ³)	船舶生产垃圾 (t)
海管铺设	80	100	铺管船 1 艘	2800	12.00	40.00	1.10
		20	驳船 1 艘	560	2.40	13.33	0.11
		40	拖轮 2 艘	2240	9.60	53.33	0.44
膨胀弯安装	40	100	饱和潜水船 2 艘	2800	12.00	80.00	1.10

施工过程	施工天数	施工人员	施工船舶	船舶生活污水 (m ³)	船舶生活垃圾 (t)	船舶含油污水 (m ³)	船舶生产垃圾 (t)
		40	拖轮 2 艘	1120	4.80	26.67	0.22
清管试压	9	20	驳船 1 艘	63	0.27	1.50	0.01
		20	拖轮 1 艘	63	0.27	1.50	0.01
合计				9646	41.34	216.33	2.99

注：生活污水中按每人每天 350L；生活垃圾按每人每天 1.5kg；船舶含油污水：铺管船大型船舶为 0.5m³/d，驳船和值班船为 5m³/船·月；生产垃圾铺管船、饱和潜水船等大型船舶为每船 5t/年，驳船和值班船为 0.5t/年计算。

(2) 海管试压水和清洗废水

新管道清管还会产生一定量的试压水，按照新铺设管道容积 1.5 倍进行考虑，约为 3436.69m³，主要成分为海水，直接排放。

原海管使用处理后的生产水进行清洗，产生清洗废水，按照原海管管道容积 1.5 倍进行考虑，约为 3436.69m³，主要污染物为石油类。进入 HZ25-8 DPP 生产水处理流程处理达标后排海(石油类含量≤45mg/L)。

根据 2.5.3 节，在新建海管平管段铺设完成前一周，HZ21-1A/B 平台、HZ32-2 平台、HZ32-3 平台、HZ26-1 平台和 HZ32-5DPP 平台停产，进行原海管的置换、清洗等工作。由表 2-17 可知，HZ25-8 DPP 平台 2021 年生产水最大水量为 4239 m³/d，考虑本项目进入 HZ25-8 DPP 平台的海管清洗废水 3436.69m³，未超过 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统的处理能力***m³/d。海上建设阶段主要污染源及处理方式见表 2-27。

表 2-27 海上建设阶段主要污染源及处理方式

污染物	产生量	主要污染因子	处理方式
旧海管清洗废水	3436.69 m ³	石油类	进入 HZ25-8 DPP 生产水处理流程
船舶生活污水	9646m ³	COD 等	处理达到《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 排放
船舶含油污水	216.33m ³	石油类	执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)
船舶生活垃圾	41.34t	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	2.99t	废旧器件等	运回陆地交有资质单位接收处理
新海管试压水	3436.69m ³	/	试压水为海水，直接排放

2.5.6 生产阶段污染物核算

在正常生产运营期间，生产物流在海底管道内均为密闭式输送，没有污染物产生，但海管防腐牺牲阳极溶解的重金属会对海洋环境产生影响。

本工程海底管道采用手镯型铝基牺牲阳极。牺牲阳极中锌含量通常为 2.5%~5.75% 左右（重量），锌在氧化还原反应后，可能会以溶解状态的锌离子形态存在，使管道周围环境中锌含量略有增加。新建海管布设 280 个牺牲阳极块，单个阳极块重量约为 53.2kg 阳极块重量约为 14896kg，锌含量按 5.75% 考虑，计算出新建海管牺牲阳极中锌含量约为 856.52kg。新建海管寿命设计为 20 年，考虑到阳极使用寿命的余量，则单个阳极块每年释放到环境中的锌量 $\leq 0.15\text{kg}$ ，海管共 280 块铝阳极每年释放的锌 $< 42\text{kg}$ 。

2.5.7 本工程污染物汇总

本工程产生的污染物汇总及处理方式见表 2-28。

表 2-28 污染物汇总一览表

阶段	污染源	产生量	污染因子	处理方式和去向
海上 施工	船舶含油污水	216.33m ³	石油类	执行《船舶水污染物排放控制标准》 (GB3552-2018)
	船舶生活污水	9646m ³	COD 等	处理达到《船舶水污染物排放控制标准》 (GB3552-2018) 排放
	船舶生活垃圾	41.34t	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	2.99t	废旧器件等	运回陆地交有资质单位接收处理
	旧海管清洗废水	3436.69 m ³	石油类	进入生产水处理流程处理
	新海管试压水	3436.69m ³	/	清管试压水为海水，直接排放
生产 阶段	重金属	42kg/a	Zn	缓慢释放

3 污染与非污染要素分析

3.1 建设阶段污染与非污染要素分析

(1) 海底管道铺设阶段产生的污染物主要是施工作业船舶产生的船舶污染物，海底管道铺设阶段作业船舶产生的船舶含油污水以及作业人员产生的生活污水的排放对海水水质和海洋生物等产生影响。

(2) 新铺设海底管道的清管试压水采用海水，直接排放，对周围海洋环境影响微小。

(3) 原海管清洗产生的清洗废水进入 HZ25-8 DPP 平台生产水处理流程，处理达标后排放，对周围海洋环境影响微小。

(4) 可能发生的溢油事故对工程附近渔业资源以及重点岸线处的海洋保护区、自然保护区、海水养殖区、旅游区等环境敏感目标的潜在影响。

3.2 生产阶段污染与非污染要素分析

在正常生产运营期间，生产物流在海底管道内均为密闭式输送，不会对海洋环境产生影响。混输海底管道在生产运营期间存在因材料缺陷、腐蚀和第三方破坏等因素导致的油气泄漏可能性，因而非正常情况会有潜在的事故性溢油发生。同时，生产阶段海管防腐牺牲阳极释放少量重金属锌对海洋环境产生影响。

3.3 环境影响因子的筛选与判别

本次海底管道铺设项目海洋环境影响因子见表 3-1。通过对建设期和生产期污染与非污染要素的分析，本次管道工程主要环境影响因子为建设阶段船舶生活污水、船舶含油污水、海底管道的清洗废水排放，生产阶段海管牺牲阳极块对海水水质、沉积物、海洋环境产生影响，以及潜在的溢油事故。

表 3-1 本次海管更换项目环境影响因子识别与筛选

污染物	影响因子	排放方式	影响对象	影响程度
船舶生活污水	COD 等	处理达标后排海	海洋环境	小
船舶含油污水	石油类	处理达标后排海	海洋环境	小
原海管清洗废水	石油类	处理达标后排海	海洋环境	小
牺牲阳极块	重金属锌	溶出	沉积物、水质	小
油气泄漏	石油类	潜在事故	渔业资源保护区、产卵场、 海洋保护区	小~大

4 环境现状分析

4.1 自然环境概况

4.1.1 气象

本次海管更换项目位于中国南海珠江口盆地，海域冬半年（平均 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。

(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。

(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%。

(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 23.29%；全年最大风速为 30.02m/s，方向为 SSW 向。

(4) 热带气旋

夏秋季影响该区域的主要灾害性天气系统是热带气旋，热带气旋到达油田海区时能产生较强烈的海况。热带气旋影响油田海域 500km 范围的次数年平均为 8 个。影响油田海域的热带气旋产生的源地有两个：一是菲律宾以东洋面，一是南海本地。台风在菲律宾以东洋面生成后，在一定的环流形势配合下一向西北移动，方向以 WNW，NW 和 W 为主。据南海四十年来的统计资料表明，每年 7 月至 9 月为热带气旋活动的频繁期，平均每月出现 1~2 次；6 月和 10 月次之；1 月至 3 月很少有热带气旋。5、6 月份的热带气旋主要自南海产生。7 月至 12 月份的热带气旋主要来自菲律宾以东洋面。

4.1.2 水文

中海油田服务股份有限公司于 2016 年 04 月在惠州 32-5 油田及周边海域开展了潮流、潮位调查,以下的资料引自调查报告《海洋环境调查报告》。调查站位 B: 21°8.419'N, 115°9.518'E。

(1) 潮汐特征

由潮汐学可知,潮汐类型指数(E1)计算公式如下:

$$E1 = (H_{K1} + H_{O1}) / H_{M2}$$

式中 H_{K1} 、 H_{O1} 、 H_{M2} 分别为 K_1 、 O_1 、 M_2 分潮的振幅。

根据本项目水文动力环境现状调查数据,并使用上述公式计算可知本项目潮汐类型为不正规全日潮,见表 4-1。

观测期间,最大潮差为 133cm,平均潮差为 98cm,最高潮位为 70cm(相对平均海平面),最低潮位为-75cm(相对平均海平面)。

表 4-1 潮汐类型表

站位名称	潮汐类型指数(E1)	潮汐类型
B 站	2.8	不正规全日潮

(2) 海流

B 站位观测期间,涨潮(西向)时段表层最大流速为 58cm/s、平均流速为 23cm/s,表层平均涨潮历时约为 13 小时;落潮(东向)时段表层最大流速为 66cm/s、平均流速为 27cm/s,中层平均落潮历时约为 11 小时。

观测期间,涨潮(西向)时段底层最大流速为 31cm/s、平均流速为 6cm/s,表层平均涨潮历时约为 11 小时;落潮(东向)时段底层最大流速为 45cm/s、平均流速为 8cm/s,底层平均落潮历时约为 13 小时。

由各层的潮流性质参数($W_{O1} + W_{K1}$)/ W_{M2} 统计参数(表 4-2)可以看出表层和底层均为不正规全日潮流。

表 4-2 各层潮流性质参数

层次	表层	底层
潮流性质参数($W_{O1} + W_{K1}$)/ W_{M2}	2.02	5.23

表层各分潮流的量值大小按下列次序排列为 $K_1 > M_2 > O_1 > S_2$, 底层各分潮流的量值大小按下列次序排列为 $K_1 > O_1 > M_2 > S_2$ 。

按照海港水文规范（JTS 145-2-2013）计算出表层和底层的近最大可能潮流流速分别为 32.9cm/s 和 11.3cm/s，潮流方向依次为 196 度和 248 度。

（3） 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，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。

4.1.3 地形地貌

油田海区处于珠江口外盆地北缘断裂，沿断裂带有燕山期花岗岩侵入。该海区位于华南大陆边缘带，东临东沙群岛，向南靠近大陆坡，向北靠近珠江口古水下三角洲平原，因而具有大陆架、大陆坡和岛坡的地貌特征，本海区最大坡降为 16。沉积物属晚更新世砂质残留相，因海平面变化而多次被改造，并在此基础上覆盖着现代的沉积。构造上，由于是大陆型地壳与海洋型地壳的过渡带，断裂构造异常发育，其性质多属张性断裂，并随着陆壳的碎解和升降运动，形成逐级下降的台阶和断槽。

油田海区位于南海北部大陆架边缘的大陆坡。该海区的沉积物类型主要为粉砂质砂土，大颗粒的砾石及细颗粒的粘土成份均较少。油田周围海域的水深分布基本呈现北浅南深、西浅东深的特征，且南北方向的变化较大，东西方向的变化较小，等深线呈东北东—西南西走向。

根据中海油田服务股份有限公司勘察中心在 2016 年 4 月至 5 月对 HZ32-5DPP 至 HZ25-8DPP 海管的调查结果，HZ32-5 DPP 至 HZ25-8 DPP 管道路由调查区域内大部分海底相对平坦，水深基本上由东南向西北变浅，路由水深在 89.5m~116.2m 之间变化，沿路由中心线方向平均坡度约为 0.3‰。调查区域内主要的地貌特征包括少量凹坑，广泛分布的拖痕和锚痕。除上述地貌特征外，调查区域内未发现其它对管线铺设具有不利影响的地貌特征及障碍物。在调查区域内未发现埋藏古河道、断层和浅层气等灾害地质条件。

4.2 环境质量现状

4.2.1 调查概述

本项目所在海域的环境质量现状调查与评价资料主要根据《惠州和西江油田群春季环境质量现状调查与评价》报告中国家海洋局南海环境监测中心于 2018 年 4 月 24 日~5 月 14 日

的调查结果。本次调查共计 24 个环境现状调查站位（P1~P24），设置 4 个横断面，断面间距 20km，以垂直于横断面设 6 个纵断面，断面间距 20km。其中水质站位 24 个，沉积物站位 15 个，叶绿素 a 站位 24 个，海洋生态站位（浮游植物、浮游动物、底栖生物等）和生物质量站位 15 个调查站位布设见图 4-1 和表 4-3。

图 4-1 调查站位示意图

表 4-3 调查站位及调查项目

序号	站号	经度 (E)	纬度 (N)	监测内容
1	P1			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
2	P2			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
3	P3			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
4	P4			水质
5	P5*			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
6	P6			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
7	P7			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
8	P8			水质
9	P9			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
10	P10			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
11	P11			水质
12	P12			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
13	P13			水质
14	P14			水质
15	P15*			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
16	P16			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
17	P17			水质
18	P18			水质
19	P19			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
20	P20			水质
21	P21			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
22	P22			水质
23	P23			水质、沉积物、海洋生态、生物质量
24	P24			水质、沉积物、海洋生态、生物质量

4.2.2 环境质量现状调查结果分析与评价

(1) 海水水质

海水水质调查要素主要包括水深、水温、盐度、pH、COD、DO、活性磷酸盐、无机氮、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、砷、汞、铜、铅、镉、锌、总铬等 19 项。水质调查分 5 层取样，分别为表层（水深 0.5 m）、10m、50m、100m 和底层（离底 2m），其中石油类仅进行表层取样调查。海水水质现状评价选用的评价因子包括 pH、溶解氧、化学需氧量、活性磷酸盐、无机氮、砷、汞、铜、铅、锌、镉、总铬、石油类、挥发酚和硫化物共 15 项。海水水质标准见表 4-4，海水水质调查项目检出限见表 4-5，海水水质现状调查项目分析结果见表 4-6，单项标准指数分析结果见表 4-7。

表 4-4 海水水质各评价因子的评价标准值

项目	一类标准值	二类标准值	三类标准值	四类标准值
pH	7.8~8.5 同时不超出该海域正常变动范围的 0.2 pH 单位		6.8~8.8 同时不超出该海域正常变动范围的 0.5 pH 单位	
溶解氧	> 6 mg/L	> 5 mg/L	> 4 mg/L	> 3 mg/L
化学需氧量	≤ 2 mg/L	≤ 3 mg/L	≤ 4 mg/L	≤ 5 mg/L
活性磷酸盐	≤ 0.015 mg/L	≤ 0.030 mg/L		≤ 0.045 mg/L
无机氮	≤ 0.20 mg/L	≤ 0.30 mg/L	≤ 0.40 mg/L	≤ 0.50 mg/L
石油类	≤ 0.05 mg/L		≤ 0.30 mg/L	≤ 0.50 mg/L
铜	≤ 0.005 mg/L	≤ 0.010 mg/L	≤ 0.050 mg/L	
铅	≤ 0.001 mg/L	≤ 0.005 mg/L	≤ 0.010 mg/L	≤ 0.050 mg/L
锌	≤ 0.020 mg/L	≤ 0.050 mg/L	≤ 0.10 mg/L	≤ 0.50 mg/L
镉	≤ 0.001 mg/L	≤ 0.005 mg/L	≤ 0.010 mg/L	
总铬	≤ 0.05 mg/L	≤ 0.10 mg/L	≤ 0.20 mg/L	≤ 0.50 mg/L
总汞	≤ 0.00005 mg/L	≤ 0.0002 mg/L		≤ 0.0005 mg/L
砷	≤ 0.020 mg/L	≤ 0.030 mg/L	≤ 0.050 mg/L	
硫化物	≤ 0.020 mg/L	≤ 0.050 mg/L	≤ 0.10 mg/L	≤ 0.25 mg/L
挥发性酚	≤ 0.005 mg/L		≤ 0.010 mg/L	≤ 0.050 mg/L

表 4-5 海水水质调查项目检出限

项目	检出限	项目	检出限
盐度	-	铜	0.6μg/L
pH	-	铅	0.3μg/L

项目	检出限	项目	检出限
DO	0.32mg/L	锌	1.2μg/L
COD	0.10mg/L	镉	0.09μg/L
亚硝酸盐氮	0.0005mg/L	总铬	0.10μg/L
硝酸盐氮	0.0030mg/L	汞	0.007μg/L
氨氮	0.0044mg/L	砷	0.5μg/L
挥发酚	0.8μg/L	悬浮物	-
石油类	0.010mg/L	活性磷酸盐	0.0010mg/L
硫化物	0.1μg/L	-	-

表 4-6 海水水质要素分析结果统计

分析项目	表层	10m 层	50 m 层	100 m 层	底层
水温 (°C)	26.27~27.78	26.20~27.42	23.14~24.23	19.57~20.18	17.83~21.82
盐度	33.63~34.66	33.36~34.56	33.71~34.63	33.43~34.75	33.35~34.56
pH	8.28~8.32	8.29~8.31	8.28~8.32	8.25~8.30	8.29~8.31
DO (mg/L)	6.41~6.89	6.32~7.16	6.49~7.06	5.78~6.42	6.32~7.16
COD (mg/L)	0.17~0.70	0.15~0.41	0.15~0.34	0.16~0.60	0.15~0.41
石油类 (mg/L)	未检出~0.02	/	/	/	/
挥发性酚 (μg/L)	未检出~1.00	0.80~1.20	0.90~1.40	0.09~1.30	0.80~1.20
硫化物 (μg/L)	0.10~0.10	0.10~0.10	0.10~0.10	0.10~0.20	0.10~0.10
悬浮物 (mg/L)	0.80~10.00	0.00~12.40	0.80~10.60	0.80~14.20	0.00~12.40
DIN (mg/L)	21.10~58.20	22.10~53.20	20.90~52.90	79.90~124.40	22.10~53.20
PO ₄ -P (mg/L)	1.20~3.50	1.10~4.50	1.00~5.10	6.00~16.20	1.10~4.5
汞 (μg/L)	0.016~0.026	0.016~0.024	0.016~0.024	0.016~0.024	0.016~0.024
砷 (μg/L)	1.50~2.10	1.50~1.80	1.50~1.90	1.50~1.90	1.50~1.80
锌 (μg/L)	2.50~8.30	2.40~7.80	2.10~8.70	2.80~6.00	2.40~7.80
镉 (μg/L)	未检出~0.30	未检出~0.49	未检出~0.75	0.15~0.49	未检出~0.49
铅 (μg/L)	0.40~1.10	0.30~0.90	0.30~1.00	0.50~0.90	0.30~0.90
铜 (μg/L)	未检出~2.60	0.60~2.10	0.60~2.40	未检出~2.00	0.60~2.10
总铬 (μg/L)	0.41~0.79	0.38~0.70	0.40~0.80	0.40~0.79	0.38~0.70

表 4-7 海水水质单项标准指数分析结果统计

分析项目	表层	10m 层	50 m 层	100 m 层	底层
pH	0.31~0.49	0.40~0.46	0.37~0.49	0.29~0.43	0.06~0.37
DO	0.57~0.80	0.44~0.85	0.57~0.80	0.86~ 1.07	0.84~ 1.28
COD	0.09~0.35	0.08~0.21	0.08~0.17	0.08~0.30	0.08~0.27
石油类	nd~0.32	/	/	/	/

分析项目	表层	10m 层	50 m 层	100 m 层	底层
挥发性酚	nd~0.20	0.16~0.24	0.18~0.28	0.18~0.26	0.18~0.26
硫化物	0.00~0.01	0.00~0.01	0.01~0.01	0.01~0.01	0.01~0.02
DIN	0.11~0.29	0.11~0.27	0.10~0.26	0.40~0.62	0.27~0.85
PO ₄ -P	0.08~0.23	0.07~0.30	0.07~0.34	0.40~ 1.08	0.47~ 1.37
汞	0.32~0.52	0.32~0.48	0.32~0.48	0.32~0.48	0.32~0.48
砷	0.08~0.11	0.08~0.09	0.08~0.10	0.08~0.10	0.08~0.10
锌	0.12~0.42	0.12~0.39	0.11~0.44	0.14~0.30	0.19~0.40
镉	nd~0.31	nd~0.49	nd~0.75	0.15~0.49	nd~0.41
铅	0.04~ 1.10	0.30~0.90	0.30~1.00	0.50~0.90	0.40~ 1.10
铜	nd~0.52	0.12~0.42	0.12~0.48	nd~0.40	nd~0.32
总铬	0.01~0.02	0.01~0.01	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02

注：nd 表示未检出，下同

调查海区海水中 pH、COD、无机氮、悬浮物、石油类、挥发性酚、硫化物、砷、汞、铜、镉、锌、总铬的含量总体水平较低，所有样品的上述评价因子的含量均符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）第一类海水水质标准。

DO 在 18 个站位超一类标准、活性磷酸盐在 4 个站位超一类标准、铅在 1 个站位超一类标准，以上超标样品均满足《海水水质标准》（GB3097-1997）第二类水质标准要求。DO 含量超标主要受水深影响，底层海水氧气交换较差，100m 层、底层活性磷酸盐含量超标主要原因是有机体死亡后沉降到海底，其腐烂和降解过程中产生的活性磷酸盐溶解于海水中。铅含量超标可能与大气沉降输送以及海区铅含量本底值较高有关。

（1）沉积物质量现状

调查海区表层沉积物中有机碳、硫化物、铜、镉、铬、汞、砷、锌、石油类、铅含量均较低，站点间差异不大，其含量均符合《海洋沉积物标准》（GB18668-2002）第一类海洋沉积物质量标准限值要求，沉积物质量较好。各评价因子的评价标准值列于表 4-8。沉积物调查项目检出限见表 4-9。沉积物质量现状分析结果见表 4-10 和表 4-11。

表 4-8 海洋沉积物质量标准

评价因子	第一类	第二类	引用标准
有机碳	$\leq 2.0 \times 10^{-2}$	$\leq 3.0 \times 10^{-2}$	《海洋沉积物质量》 (GB18668-2002)
硫化物	$\leq 300.0 \times 10^{-6}$	$\leq 500.0 \times 10^{-6}$	
石油类	$\leq 500.0 \times 10^{-6}$	$\leq 1000.0 \times 10^{-6}$	
总汞	$\leq 0.20 \times 10^{-6}$	$\leq 0.50 \times 10^{-6}$	

铜	$\leq 35 \times 10^{-6}$	$\leq 100 \times 10^{-6}$
铅	$\leq 60.0 \times 10^{-6}$	$\leq 130.0 \times 10^{-6}$
锌	$\leq 150.0 \times 10^{-6}$	$\leq 350.0 \times 10^{-6}$
镉	$\leq 0.50 \times 10^{-6}$	$\leq 1.50 \times 10^{-6}$
铬	$\leq 80.0 \times 10^{-6}$	$\leq 150.0 \times 10^{-6}$
砷	$\leq 20.0 \times 10^{-6}$	$\leq 65.0 \times 10^{-6}$

表 4-9 沉积物调查项目检出限

项目	检出限	项目	检出限
粒度	-	锌	0.2×10^{-6}
有机碳	0.03×10^{-2}	镉	0.02×10^{-6}
石油类	3.0×10^{-6}	铬	0.1×10^{-6}
硫化物	4×10^{-6}	汞	0.002×10^{-6}
铜	0.1×10^{-6}	砷	0.6×10^{-6}
铅	0.1×10^{-6}	-	-

表 4-10 沉积物现状分析

站位	有机碳	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
	%	$\times 10^{-6}$								
P1	0.41	9	0.048	2.32	6.9	14.3	0.08	35.8	18.2	nd
P2	0.38	9	0.017	2.98	6.6	13.5	0.11	39.7	15.9	nd
P3	0.42	6	0.030	4.46	5.7	10.2	0.08	42.0	17.2	nd
P5	0.38	5	0.015	3.40	6.3	9.4	0.10	40.8	15.1	nd
P6	0.27	4	0.017	2.98	6.8	4.2	0.12	49.3	18.2	nd
P7	0.57	5	0.018	4.00	7.2	7.8	0.19	42.0	19.7	4.54
P9	0.51	4	0.026	2.03	7.3	3.9	0.11	33.5	18.4	4.01
P10	0.45	7	0.018	2.47	5.1	26.3	0.15	37.6	13.4	6.27
P12	0.51	6	0.026	2.32	5.7	12.2	0.23	44.1	15.0	6.32
P15	0.41	6	0.023	5.53	7.7	13.2	0.17	49.8	20.6	nd
P16	0.51	6	0.020	2.25	8.2	23.8	0.14	53.3	23.0	6.74
P23	0.48	6	0.015	3.11	4.3	3.5	0.21	36.5	8.6	nd
P24	0.52	6	0.016	3.25	7.9	13.5	0.08	51.4	15.4	nd
P21	0.49	5	0.013	4.12	4.8	7.5	0.16	44.3	11.7	nd
P19	0.53	7	0.015	2.02	4.2	10.1	0.07	28.9	14.8	nd
最小值	0.27	4	0.013	2.02	4.2	3.5	0.07	28.9	8.6	nd
最大值	0.57	9	0.048	5.53	8.2	26.3	0.23	53.3	23	6.74

表 4-11 沉积物各评价因子的标准指数和超标率

站位	有机碳	硫化物	汞	砷	铜	铅	镉	锌	铬	石油类
P1	0.21	0.03	0.24	0.12	0.20	0.24	0.16	0.24	0.23	nd
P2	0.19	0.03	0.09	0.15	0.19	0.23	0.22	0.26	0.20	nd
P3	0.21	0.02	0.15	0.22	0.16	0.17	0.16	0.28	0.22	nd
P5	0.19	0.02	0.08	0.17	0.18	0.16	0.20	0.27	0.19	nd
P6	0.14	0.01	0.09	0.15	0.19	0.07	0.23	0.33	0.23	nd
P7	0.29	0.02	0.09	0.20	0.21	0.13	0.38	0.28	0.25	0.01
P9	0.26	0.01	0.13	0.10	0.21	0.07	0.22	0.22	0.23	0.01
P10	0.23	0.02	0.09	0.12	0.15	0.44	0.30	0.25	0.17	0.01
P12	0.26	0.02	0.13	0.12	0.16	0.20	0.46	0.29	0.19	0.01
P15	0.21	0.02	0.12	0.28	0.22	0.22	0.34	0.33	0.26	nd
P16	0.26	0.02	0.10	0.11	0.23	0.40	0.28	0.36	0.29	0.01
P23	0.24	0.02	0.08	0.16	0.12	0.06	0.42	0.24	0.11	nd
P24	0.26	0.02	0.08	0.16	0.23	0.23	0.16	0.34	0.19	nd
P21	0.25	0.02	0.07	0.21	0.14	0.13	0.32	0.30	0.15	nd
P19	0.27	0.02	0.08	0.10	0.12	0.17	0.14	0.19	0.19	nd
最小值	0.14	0.01	0.07	0.10	0.12	0.06	0.14	0.19	0.11	nd
最大值	0.29	0.03	0.24	0.28	0.23	0.44	0.46	0.36	0.29	0.01
超标率(%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(2) 生物生态现状

海洋生物生态现状主要调查项目为叶绿素 a 及初级生产力、浮游植物、浮游动物、底栖生物和生物质量等。

(a) 叶绿素 a 及初级生产力

调查海域各站叶绿素含量变化为(0.12~0.24) mg/m³, 均值为 0.15mg/m³, 属贫营养海区, 除 10m 层相对较低外, 各个层次叶绿素 a 含量差异不大, 叶绿素 a 含量水平总体较低。

各站位海洋初级生产力分布差异不大, 变化范围在(1.47~5.71)×10²(mgC/(m²·d)), 平均为 3.05×10²(mgC/(m²·d)), 处于中等水平。

(b) 浮游植物

调查海域共出现浮游植物 3 门 23 属 74 种，以硅藻最多，14 属 40 种，占总种数 54.1%；甲藻有 8 属 33 种，占总种数 44.6%；蓝藻 1 属 1 种。海区各站的浮游植物个体总数差异不大，多样性指数不高。

(c) 浮游动物

调查海域共鉴定出终生浮游动物 11 类 122 种（类）和阶段性浮游幼体（包括鱼卵、仔稚鱼）20 类，各类群以桡足类种类最多，共出现 55 种，占总种类数的 38.7%；调查海区浮游动物的平均生物量为 25.11mg/m³，变化范围为（4.75~152.35）mg/m³ 调查海区浮游动物群落的生物多样性水平较高，群落间的种类分布也较为均匀，浮游动物群落结构较稳定，海区生态环境处于健康状态。

(d) 底栖生物

调查海域底栖生物定性和定量样品经鉴定共获生物 8 大类 110 种，以节肢动物 42 种为最多，约占总种数的 38.2%，底栖生物种类组成以暖水性大洋广布种类为主。海区底栖生物的平均栖息密度为 19.0 个/m²，平均生物量为 8.8g/m²。调查区生物多样性指数和丰富度都较高，均匀度良好，显示底栖生物群落结构比较稳定，底栖生物的种类丰富，种类丰富度高。

(e) 生物质量

贝类评价标准采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）；软体类、甲壳类和鱼类的生物体内污染物质（除铬、砷、石油烃外）含量评价标准采用《全国海岸和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，石油烃含量（软体类、鱼类）的评价标准采用《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。评价标准见表 4-12。底栖生物质量统计结果和标准指数计算见表 4-13 和表 4-14。

表 4-12 生物体污染物评价标准（湿重：×10⁻⁶）

标准	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
贝类（一类）	0.05	1.0	10	0.1	0.2	20	0.5	15
贝类（二类）	0.1	5.0	25	2.0	2.0	50	2.0	50
贝类（三类）	0.3	8.0	50 (牡蛎 100)	6.0	5.0	100 (牡蛎 500)	6.0	80
鱼类	0.3	/	20.0	2	0.6	40	/	20
甲壳类	0.2	/	100.0	2	2.0	150	/	/

标准	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
软体动物	0.3	/	100	10	5.5	250	/	20

表 4-13 底栖生物体内污染物含量统计（湿重： $\times 10^{-6}$ ）

站位	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
	检出限	0.002	0.2	0.1	0.1	0.02	0.1	0.10	0.5
P1	圆板赤虾	0.024	1.1	5.7	0.2	0.16	13.5	0.34	3.08
P1	翼红娘鱼	0.028	0.8	0.1	nd	0.18	3.9	0.27	1.77
P2	圆板赤虾	0.017	1.6	5.8	0.4	0.34	13.5	0.58	2.63
P2	翼红娘鱼	0.022	1.4	0.1	0.2	0.18	5.8	0.32	1.58
P3	圆板赤虾	0.017	0.9	3.4	0.3	0.16	8.6	0.43	2.25
P3	翼红娘鱼	0.018	0.7	0.3	0.2	0.08	2.9	nd	1.67
P5	圆板赤虾	0.021	1.9	3.1	0.4	0.23	11.9	0.27	2.23
P5	鳄齿贻	0.023	2.7	0.4	0.7	0.09	4.2	0.55	3.15
P6	鳄齿贻	0.02	1.8	0.2	0.1	0.16	2.7	0.48	2.74
P6	圆板赤虾	0.015	1.4	4.1	0.1	0.17	9.1	0.16	2.64
P6	黄斑织纹螺	0.028	1.8	7.6	0.2	0.43	21.5	0.16	1.59
P7	网纹裸胸鱧	0.021	2.2	0.5	0.3	0.18	7.4	0.28	2.35
P7	凹管鞭虾	0.014	1.3	3.2	0.1	0.34	11.5	0.17	3.36
P7	翼红娘鱼	0.017	1.5	0.2	0.1	0.05	4.2	0.24	1.71
P9	圆板赤虾	0.028	1.2	4.2	0.2	0.35	11.0	0.28	2.48
P10	鳄齿贻	0.036	2.3	0.3	0.6	0.10	4.6	0.27	2.11
P10	圆板赤虾	0.021	0.7	4.4	0.7	0.41	9.6	0.67	2.58
P12	翼红娘鱼	0.027	1.0	0.2	0.4	0.06	2.4	nd	2.05
P12	圆板赤虾	0.017	1.1	5.2	0.5	0.25	14.9	0.42	2.86
P15	凹管鞭虾	0.018	0.7	2.2	0.2	0.26	10	0.13	3.94
P15	翼红娘鱼	0.021	1.3	0.3	nd	0.08	3.2	0.42	1.71
P16	虎斑乌贼	0.03	1.4	5.9	0.4	0.20	10.7	0.22	4.44
P16	羊舌鲆	0.017	2.0	0.3	0.4	0.26	4.8	0.23	2.35
P16	黄斑织纹螺	0.016	1.9	8.1	0.1	0.30	19.2	nd	1.31
P19	翼红娘鱼	0.027	1.4	0.3	0.3	0.11	4.8	0.16	1.70
P21	圆板赤虾	0.015	0.7	3.0	0.3	0.19	12.2	0.24	2.39
P21	短蛸	0.026	2.1	5.8	0.2	0.15	18.0	0.27	2.46
P21	翼红娘鱼	0.019	2.0	0.2	0.1	0.21	3.9	0.14	3.09
P23	圆板赤虾	0.015	1.5	3.9	0.1	0.10	10.0	0.40	2.12
P23	鳄齿贻	0.024	2.5	0.3	0.3	0.11	3.8	0.44	3.00
P23	黄斑织纹螺	0.016	1.7	8.6	0.1	0.39	18.2	nd	1.92

站位	种名	Hg	As	Cu	Pb	Cd	Zn	Cr	石油烃
	检出限	0.002	0.2	0.1	0.1	0.02	0.1	0.10	0.5
P24	网纹裸胸鳝	0.026	2.0	0.7	0.1	0.30	6.8	0.35	2.71

表 4-14 底栖生物生物质量各评价因子的标准指数和超标率统计

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	石油烃
P1	圆板赤虾	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
P1	翼红娘鱼	0.1	0.0	nd	0.3	0.1	0.1
P10	鳄齿鳢	0.1	0.0	0.3	0.2	0.1	0.1
P10	圆板赤虾	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1	0.1
P12	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
P12	圆板赤虾	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1
P15	凹管鞭虾	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
P15	翼红娘鱼	0.1	0.0	nd	0.1	0.1	0.1
P16	虎斑乌贼	0.6	0.6	4.0	1.0	0.5	0.3
P16	羊舌鲆	0.1	0.0	0.2	0.4	0.1	0.1
P16	黄斑织纹螺	0.3	0.8	1.0	1.5	1.0	0.1
P19	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1
P2	圆板赤虾	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
P2	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1
P21	圆板赤虾	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
P21	短蛸	0.5	0.6	2.0	0.8	0.9	0.2
P21	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	0.2
P23	圆板赤虾	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
P23	鳄齿鳢	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.2
P23	黄斑织纹螺	0.3	0.9	1.0	2.0	0.9	0.1
P24	网纹裸胸鳝	0.1	0.0	0.1	0.5	0.2	0.1
P3	圆板赤虾	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
P3	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
P5	圆板赤虾	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
P5	鳄齿鳢	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1	0.2
P6	鳄齿鳢	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1
P6	圆板赤虾	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
P6	黄斑织纹螺	0.6	0.8	2.0	2.2	1.1	0.1
P7	网纹裸胸鳝	0.1	0.0	0.2	0.3	0.2	0.1
P7	凹管鞭虾	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2
P7	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1

站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	石油烃
P9	圆板赤虾	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1
鱼类	平均值	0.077	0.015	0.130	0.239	0.109	0.112
	超标率 (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
甲壳类	平均值	0.093	0.040	0.146	0.123	0.075	0.136
	超标率 (%)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
软体类	平均值	0.464	0.720	2.000	1.470	0.876	0.156
	超标率 (%)	0%	0%	100%	80%	40%	0%

调查中底栖生物样品中，鱼类、甲壳类体内各污染物含量都不高，各项评价因子均满足海洋生物质量标准，软体类体内 Pb、Cd 和 Zn 共 3 项污染物都检测出不同程度的超标，超标率分别为 100%、80%和 40%；特征污染物石油烃未出现超标。与软体类体生活习性和生物链所处位置有关系。

4.3 渔业资源现状

4.3.1 调查概况

本项目渔业资源现状主要根据《西江/惠州油田综合调整工程 2020 年春季渔业资源现状调查报告书》中国家海洋局南海调查技术中心于 2020 年 3 月 30 日至 4 月 3 日进行的现场调查资料及有关科学研究成果。调查范围为东经 114°30'至 115°30'、北纬 20°58'至 21°30'的海域，共有 12 个采样站位，站位示意图见图 4-2，站位坐标见表 4-15。

图 4-2 渔业调查站位示意图

表 4-15 渔业资源调查站位表

监测内容	站位号	经度 (E)	纬度 (N)
渔业资源	Y1		
	Y2		
	Y3		
	Y4		
	Y5		
	Y6		
	Y7		
	Y8		
	Y9		
	Y10		

监测内容	站位号	经度 (E)	纬度 (N)
	Y11		
	Y12		

4.3.2 渔业资源调查与评价结果

(1) 游泳生物

本次调查,共捕获游泳生物 83 种,其中:鱼类 65 种,甲壳类 11 种(虾蛄类 2 种、虾类 3 种和蟹类 6 种)和头足类 7 种。

(a) 渔获率

渔业资源的平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 11.49kg/h 和 643.83 尾/h,其中:甲壳类(虾类、蟹类、虾蛄类)的平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 2.58kg/h 和 51.67 尾/h,占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 22.50%和 8.02%;鱼类平均重量渔获率和平均个体渔获率分别为 8.43 kg/h 和 572.50 尾/h,占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 73.39 %和 88.92 %;头足类重量渔获率和个体渔获率分别为 0.47 kg/h 和 19.67 尾/h,占平均总重量渔获率和平均总个体渔获率分别为 4.11 %和 3.05 %。

鱼类出现率 100%,总渔获量共 50.57kg、3435 尾。各站平均重量渔获率为 8.43kg/h,重量渔获率变化范围为(5.87~13.25) kg/h。各站平均个体渔获率为 572.50 尾/h,个体渔获率变化范围为(438.00~724.00) 尾/h。

虾类出现率 91.67%,总渔获量共 0.25kg、62 尾。各站平均重量渔获率为 0.04kg/h,重量渔获率变化范围为(0.00~0.09) kg/h。各站平均个体渔获率为 10.33 尾/h,个体渔获率变化范围为 0.00~20.00 尾/h。

蟹类出现率 100%,总渔获量共 15.17kg、244 尾。各站平均重量渔获率为 2.53kg/h,重量渔获率变化范围为(1.20~4.84) kg/h。各站平均个体渔获率为 40.67 尾/h,个体渔获率变化范围为(26.00~64.00) 尾/h。

虾蛄类出现率 33.33%,总渔获量共 0.08kg、4 尾。各站平均重量渔获率为 0.01kg/h,重量渔获率变化范围为(0.00~0.06) kg/h。各站平均个体渔获率为 0.67 尾/h,个体渔获率变化范围为(0.00~2.00) 尾/h。

头足类出现率 100%,总渔获量共 2.84kg、118 尾。各站平均重量渔获率为 0.47kg/h,重量渔获率变化范围为(0.10~1.17) kg/h。各站平均个体渔获率为 19.67 尾/h,个体渔获率变化范围为(2.00~40.00) 尾/h。

(b) 资源密度

渔业资源总平均重量密度为 $193.80\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $(135.72 \sim 251.59)\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度为 $10863.82\text{尾}/\text{km}^2$ ，范围为 $(8369.3 \sim 13802.65)\text{尾}/\text{km}^2$ 。

鱼类各站平均重量密度为 $142.23\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $(99.09 \sim 223.65)\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度分别为 $9660.16\text{尾}/\text{km}^2$ ，范围为 $(7390.66 \sim 12216.52)\text{尾}/\text{km}^2$ 。幼体尾数密度为 $8338.65\text{尾}/\text{km}^2$ ，幼体平均资源密度为 $103.81\text{kg}/\text{km}^2$ 。

虾类各站平均重量密度为 $0.71\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $(0.00 \sim 1.60)\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度为 $174.36\text{尾}/\text{km}^2$ ，范围为 $(0.00 \sim 337.47)\text{尾}/\text{km}^2$ 。幼体尾数密度为 $22.49\text{尾}/\text{km}^2$ ，幼体平均资源密度为 $0.1\text{kg}/\text{km}^2$ 。

蟹类各站平均重量密度为 $42.66\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $(20.33 \sim 81.71)\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度为 $686.19\text{尾}/\text{km}^2$ ，范围为 $(438.71 \sim 1079.91)\text{尾}/\text{km}^2$ 。幼体尾数密度为 $225.07\text{尾}/\text{km}^2$ ，幼体平均资源密度为 $0.08\text{kg}/\text{km}^2$ 。

虾蛄类各站平均重量密度为 $0.22\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $(0.00 \sim 0.97)\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度分别为 $11.25\text{尾}/\text{km}^2$ ，范围为 $(0.00 \sim 33.75)\text{尾}/\text{km}^2$ 。幼体尾数密度为 $0\text{尾}/\text{km}^2$ ，幼体平均资源密度为 $0\text{kg}/\text{km}^2$ 。

头足类各站平均重量密度为 $7.97\text{kg}/\text{km}^2$ ，范围为 $(1.74 \sim 19.67)\text{kg}/\text{km}^2$ ；平均个体密度分别为 $331.85\text{尾}/\text{km}^2$ ，范围为 $(33.75 \sim 674.95)\text{尾}/\text{km}^2$ 。幼体尾数密度为 $137.82\text{尾}/\text{km}^2$ ，幼体平均资源密度为 $2.29\text{kg}/\text{km}^2$ 。

(2) 鱼卵和仔稚鱼

在采集的水平拖网和垂直拖网两种方法的 24 个样品中，经鉴定，至少共出现了鱼卵仔鱼 13 种，其中鲷形目、鳗鲡目、灯笼鱼目、鳕形目和未定种各鉴定出 1 种，鲈形目鉴定出 8 种。

本次水平拖网调查共采到鱼卵 738 个，仔鱼 45 尾。调查海域的鱼卵平均密度为 $199.24 \times 10^{-3}\text{粒}/\text{m}^3$ ，范围在 $(100.43 \sim 349.89) \times 10^{-3}\text{粒}/\text{m}^3$ ；仔鱼的平均密度为 $12.15 \times 10^{-3}\text{尾}/\text{m}^3$ ，范围在 $(0.00 \sim 45.36) \times 10^{-3}\text{尾}/\text{m}^3$ 。

垂直拖网共采到鱼卵 30 个，仔鱼 4 尾。调查海域的鱼卵平均密度为 $51.68 \times 10^{-3}\text{粒}/\text{m}^3$ ，范围在 $(20.83 \sim 121.95) \times 10^{-3}\text{粒}/\text{m}^3$ ；仔鱼的平均密度为 $7.30 \times 10^{-3}\text{尾}/\text{m}^3$ ，范围在 $(0.00 \sim 43.01) \times 10^{-3}\text{尾}/\text{m}^3$ 。

4.3.3 小结

(1) 游泳生物

本次调查共捕获游泳生物 83 种，其中鱼类 65 种，甲壳类 11 种（虾蛄类 2 种、虾类 3 种和蟹类 6 种）和头足类 7 种。

总平均渔获率为 11.49 kg/h，总平均尾数渔获率为 643.83 尾/h。总平均资源密度为 193.80kg/km²，总平均资源尾数密度为 10863.82 尾/km²。

调查海域鱼类资源量在 (99.09~223.65) kg/km²，平均值为 142.23kg/km²，资源密度在 (7390.66~12216.52) 尾/km²，平均值为 9660.16 尾/km²，幼体尾数密度为 8338.65 尾/km²，幼体平均资源密度为 103.81kg/km²；头足类资源量在 (1.74~19.67)kg/km²，平均值为 7.97kg/km²，资源密度在 (33.75~674.95) 尾/km²，平均值为 331.85 尾/km²，幼体尾数密度为 137.82 尾/km²，幼体平均资源密度为 2.29kg/km²；虾类资源量在 (0.00~1.60) kg/km²，平均值为 0.71 kg/km²，资源密度在 (0~337.47) 尾/km²，平均值为 174.36 尾/km²，幼体尾数密度为 22.49 尾/km²，幼体平均资源密度为 0.1kg/km²；蟹类资源量在 (20.33~81.71) kg/km²，平均值为 42.66kg/km²，资源密度在 (438.71~1079.91) 尾/km²，平均值为 686.20 尾/km²，幼体尾数密度为 225.07 尾/km²，幼体平均资源密度为 0.08kg/km²；虾蛄类资源量在 (0.00~0.97) kg/km²，平均值为 0.22kg/km²，资源密度在 (0.00~33.75) 尾/km²，平均值为 11.25 尾/km²，幼体尾数密度为 0 尾/km²，幼体平均资源密度为 0kg/km²。

(2) 鱼卵、仔稚鱼资源状况

本次水平拖网调查共采到鱼卵 738 个，仔鱼 45 尾。调查海域的鱼卵平均密度为 199.24×10⁻³ 粒/m³，范围在 (100.43~349.89)×10⁻³ 粒/m³；仔鱼的平均密度为 12.15×10⁻³ 尾/m³，范围在 (0.00~45.36)×10⁻³ 尾/m³。

垂直拖网共采到鱼卵 30 个，仔鱼 4 尾。调查海域的鱼卵平均密度为 51.68 ×10⁻³ 粒/m³，范围在 (20.83~121.95)×10⁻³ 粒/m³；仔鱼的平均密度为 7.30×10⁻³ 尾/m³，范围在 (0.00~43.01) ×10⁻³ 尾/m³。

4.4 海洋环境状况回顾分析

为了对油田周围海域环境质量进行较为系统的分析，收集了该海域的历史环境质量资料，以进行本项目及附近海域的环境质量回顾分析。

历史环境资料采用 2011 年 4 月、2015 年 5 月和 2018 年 4 月在惠州油田海区进行的调查资料，3 次调查站位大多数重合，2015 年 5 月调查范围覆盖历次调查站位，站位对比见

图 4-3。历次调查均由南海环境监测中心按照《海洋监测规范》和《海洋调查规范》的要求进行。历次调查内容均包括水质、沉积物、浮游植物、浮游动物、鱼卵仔鱼、底栖生物和生物质量。对比历次调查各项目分析方法，各项目的分析方法基本一致，评价标准一致，调查结果具有可比性。

图 4-3 历次调查站位布设图

4.4.1 海水水质质量回顾

通过对比 2011 年 4 月、2015 年 5 月和 2018 年 4 月海洋水质一类标准指数统计结果见表 4-16，分析得出：评价海域海水水质的环境质量总体较好，历次调查中 pH、COD、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、硫化物、挥发性酚共计 12 项均满足海水水质第一类标准。溶解氧、活性磷酸盐、铅在个别调查站位超过海水水质第一类标准。

(1) 溶解氧

历次调查中，2011 年 4 月和 2018 年 4 月 100m 层、底层 DO 出现超标现象；2015 年 5 月 50m 层、100 层、底层 DO 出现超标现象。2015 年 5 月和 2018 年 4 月 DO 超标率高于 2011 年 4 月。

(2) 活性磷酸盐

历次调查中，仅 2018 年 4 月 100m 层、底层活性磷酸盐出现超标现象，超标率分别为 15.4%、16.7%；2011 年 4 月和 2015 年 5 月调查没有出现超标现象。2018 年 100m 层、底层活性磷酸盐浓度水平较 2011 年和 2015 年有所升高。

(3) 铅

历次调查中，2018 年 4 月的表层、底层出现不同程度的超标现象，超标率均为 4.2%。2011 年 4 月和 2015 年 5 月没有出现超标现象。从最大浓度分析，2015 年 5 月和 2018 年 4 月铅最大浓度均高于 2011 年 4 月。

(4) 小结

综上所述，油田周边海域历次调查 pH、COD、无机氮、石油类、铜、锌、镉、总铬、汞、砷、硫化物、挥发性酚共计 12 项均满足海水水质一类标准；溶解氧、活性磷酸盐、铅在个别调查站位超过海水水质第一类标准。

2015 年和 2018 年 DO 超标率高于 2011 年。2018 年 100m 层、底层活性磷酸盐浓度水平较 2011 年和 2015 年有所升高。2015 年和 2018 年铅浓度最大值高于 2011 年 4 月。

(5) 超标原因分析

50m 层、100m 层和底层 DO 含量较低主要受水深影响，底层海水氧气交换较差，100m 层、底层活性磷酸盐含量超标主要原因是有机体死亡后沉降到海底，其腐烂和降解过程中产生的活性磷酸盐溶解于海水中。

铅仅在极个别站位出现超一类海水水质标准现象，根据工程分析结果结合海上石油开发工程特点，惠州油田和西江油田的开发及经营活动过程中不会产生和排放铅，因此，海水中铅超标与油田开发无必然联系。

表 4-16 调查海区海水水质要素回顾比较

调查时间 调查项目		2011年4月					2015年5月					2018年4月				
		表层	10m层	50m层	100m层	底层	表层	10m层	50m层	100m层	底层	表层	10m层	50m层	100m层	底层
pH 值	范围	0.00~0.17	0.00~0.17	0.03~0.20	0.03~0.26	0.00~0.23	0.26~0.34	0.26~0.34	0.11~0.26	0.00~0.11	0.00~0.11	0.37~0.49	0.40~0.46	0.37~0.49	0.29~0.43	0.06~0.37
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溶解氧	范围	0.22~0.48	0.26~0.51	0.45~0.62	0.64~2.11	0.58~2.20	0.07~0.64	0.28~0.70	0.91~1.17	1.12~1.33	1.17~1.54	0.57~0.80	0.44~0.85	0.57~0.80	0.86~1.07	0.84~1.28
	超标率	0	0	0	28.6%	7.1%	0	0	73.3%	100%	100%	0	0	0	53.8%	75.0%
化学需氧量	范围	0.15~0.50	0.13~0.20	0.11~0.19	0.11~0.17	0.10~0.16	0.15~0.29	0.14~0.28	0.13~0.19	0.10~0.13	0.02~0.11	0.09~0.35	0.08~0.21	0.08~0.17	0.08~0.30	0.08~0.27
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
活性磷酸盐	范围	0.07~0.37	0.12~0.34	0.11~0.33	0.33~0.88	0.17~0.79	0.27~0.39	0.31~0.42	0.29~0.55	0.33~0.54	0.38~0.72	0.08~0.23	0.07~0.30	0.07~0.34	0.40~1.08	0.47~1.37
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.4%	16.7%
无机氮	范围	0.08~0.18	0.07~0.20	0.08~0.22	0.31~0.60	0.18~0.64	0.09~0.19	0.11~0.20	0.13~0.24	0.21~0.27	0.17~0.36	0.11~0.29	0.11~0.27	0.10~0.26	0.40~0.62	0.27~0.85
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石油类	范围	0.10~0.72	/	/	/	/	0.21~0.50	/	/	/	/	“-”~0.32	/	/	/	/
	超标率	0	/	/	/	/	0	/	/	/	/	0	/	/	/	/
铜	范围	0.28~0.56	0.26~0.58	0.26~0.64	0.28~0.52	0.22~0.56	0.24~0.46	0.24~0.44	0.12~0.46	0.22~0.48	0.24~0.48	“-”~0.52	0.12~0.42	0.12~0.48	“-”~0.40	“-”~0.32
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
铅	范围	0.40~0.80	0.40~0.85	0.30~0.85	0.40~0.60	0.30~0.80	0.50~1.00	0.50~1.00	0.60~1.00	0.70~1.00	0.50~1.00	0.40~1.10	0.30~0.90	0.30~1.00	0.50~0.90	0.40~1.10
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2%	0	0	0	4.2%
锌	范围	0.33~0.83	0.31~0.75	0.33~0.80	0.40~0.67	0.31~0.72	0.26~0.46	0.27~0.51	0.24~0.50	0.19~0.42	0.23~0.49	0.12~0.42	0.12~0.39	0.11~0.44	0.14~0.30	0.19~0.40
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
镉	范围	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	“-”~0.31	“-”~0.49	“-”~0.75	0.15~0.49	“-”~0.41
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

调查时间 调查项目		2011年4月					2015年5月					2018年4月				
		表层	10m层	50m层	100m层	底层	表层	10m层	50m层	100m层	底层	表层	10m层	50m层	100m层	底层
总铬	范围	0.01~0.02	0.01~0.02	0.02~0.02	0.02~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.01	0.01~0.02	0.01~0.02	0.01~0.02
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
汞	范围	0.30~0.52	0.32~0.54	0.30~0.52	0.38~0.49	0.30~0.50	0.34~0.48	0.34~0.50	0.32~0.50	0.30~0.48	0.28~0.48	0.32~0.52	0.32~0.48	0.32~0.48	0.32~0.48	0.32~0.48
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
砷	范围	0.09~0.16	0.09~0.27	0.10~0.17	0.11~0.16	0.10~0.17	0.07~0.10	0.07~0.10	0.07~0.10	0.07~0.10	0.07~0.10	0.08~0.11	0.08~0.09	0.08~0.10	0.08~0.10	0.08~0.10
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
硫化物	范围	“-”~0.010	“-”~0.010	“-”~0.010	-	“-”~0.010	-	-	“-”~0.01	“-”~0.01	0.01~0.02	0.00~0.01	0.00~0.01	0.01	0.01	0.01~0.02
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
挥发性酚	范围	-	-	-	-	-	0.20~0.42	0.20~0.34	0.20~0.34	0.24~0.32	0.20~0.32	“-”~0.20	0.16~0.24	0.18~0.28	0.18~0.26	0.18~0.26
	超标率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4.4.2 海洋沉积物质量回顾

沉积物环境采用 2011 年 4 月、2015 年 5 月和 2018 年 4 月三次调查结果进行对比，历次表层沉积物调查各项评价因子对比统计结果见表 4-17。

通过对比可知，三次调查中沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铜、铅、镉、锌、铬和石油类的含量均符合《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)中第一类海洋沉积物的质量标准，评价海域沉积物质量良好。

表 4-17 历次表层沉积物调查各项评价因子对比

调查时间		2011 年 4 月	2015 年 5 月	2018 年 4 月
有机碳	含量范围(10^{-2})	0.49~0.76	0.41~0.78	0.27~0.57
	平均含量(10^{-2})	0.64	0.62	0.46
	最大标准指数	0.38	0.39	0.29
	超标率(%)	0	0	0
硫化物	含量范围(10^{-6})	7~34	31~80	4~9
	平均含量(10^{-6})	14	52	6
	最大标准指数	0.11	0.27	0.03
	超标率(%)	0	0	0
汞	含量范围(10^{-6})	0.008~0.037	0.002~0.013	0.013~0.048
	平均含量(10^{-6})	0.021	0.007	0.021
	最大标准指数	0.18	0.07	0.24
	超标率(%)	0	0	0
砷	含量范围(10^{-6})	2.8~4.3	5.59~16.9	2.02~5.53
	平均含量(10^{-6})	3.30	10.18	3.15
	最大标准指数	0.22	0.85	0.28
	超标率(%)	0	0	0
铜	含量范围(10^{-6})	4.9~8.5	7.2~10.5	4.2~8.2
	平均含量(10^{-6})	6.5	8.7	6.3
	最大标准指数	0.24	0.30	0.23
	超标率(%)	0	0	0
铅	含量范围(10^{-6})	7.3~11.5	7.6~11.0	3.5~26.3
	平均含量(10^{-6})	9.1	9.4	11.6
	最大标准指数	0.19	0.18	0.44
	超标率(%)	0	0	0

调查时间		2011年4月	2015年5月	2018年4月
镉	含量范围(10^{-6})	0.08~0.25	0.09~0.23	0.07~0.23
	平均含量(10^{-6})	0.16	0.15	0.13
	最大标准指数	0.5	0.46	0.46
	超标率(%)	0	0	0
锌	含量范围(10^{-6})	46.7~73.6	44.5~58.6	28.9~53.3
	平均含量(10^{-6})	58.2	50.3	41.9
	最大标准指数	0.49	0.39	0.36
	超标率(%)	0	0	0
铬	含量范围(10^{-6})	14.7~23.1	22.4~30.9	8.6~23.0
	平均含量(10^{-6})	18.1	26.5	16.3
	最大标准指数	0.29	0.39	0.29
	超标率(%)	0	0	0
石油类	含量范围(10^{-6})	12.0~32.4	4.31~34.9	nd~6.74
	平均含量(10^{-6})	17.2	15.5	5.84
	最大标准指数	0.06	0.07	0.01
	超标率(%)	0	0	0

4.4.3 海洋生态回顾

生物生态状况回顾采用各次生物生态评价要素包括：叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物和生物质量。

(1) 叶绿素 a 和初级生产力

叶绿素 a 及初级生产力比对结果列于表 4-18，从表可见：海区叶绿素 a 浓度水平总体变化差异不大，各层次的浓度水平差异不大，处于低水平。与前两次调查相比，2018 年调查海区叶绿素 a 浓度总体均值较低，与 2011 年同期调查相比下降较多，但与 2015 年同期调查差异不大。不同水层叶绿素 a 浓度的变化趋势相似，均在 50m 或 100m 处较高，表层或 10m 较低。这种现象可能是由于水温高，水体层化现象明显，水体稳定度高，底层丰富的营养盐难以补充到表层，使得叶绿素 a 浓度最大值出现在温跃层下方、营养盐跃层的上方。

2011 年初级生产力高于 2015 年和 2018 年。

表 4-18 叶绿素 a 和海洋初级生产力回顾分析

项目		叶绿素 a (mg/m ³)						初级生产力 (mg·C/(m ² ·d))
		表层	10m	50m	100m	底层	全层均值	
2011.4	范围	0.22~0.58	0.22~0.84	0.38~4.58	—	0.10~1.34	0.31~1.66	244~1558
	平均值	0.41	0.40	1.42	—	0.69	0.72	618
2015.5	范围	0.05~0.16	0.06~0.12	0.08~0.32	0.19~0.86	0.07~1.26	0.07~1.66	56.17~214.45
	平均值	0.10	0.09	0.21	0.38	0.28	0.20	102.20
2018.4	范围	0.06~0.28	0.03~0.13	0.12~0.32	0.11~0.49	0.04~0.45	0.12~0.24	147~571
	平均值	0.12	0.09	0.19	0.21	0.18	0.12	305

(2) 浮游植物

调查海区浮游植物回顾比较见表 4-19 和表 4-20。由表可知：

(1) 三次调查浮游植物种类数变化不大，浮游植物种类数相对丰富。

(2) 2011 年和 2015 年调查浮游植物个体数量、多样性、均匀度高于 2018 年调查。除 2018 年调查外，多样性较高，群落组成稳定。

(3) 海区出现的优势种多，束毛藻、角毛藻、根管藻是海区常见优势种。

表 4-19 历次监测浮游植物群落主要指标比较

调查时间	种属数	个体数量平均值 (×10 ⁵ 个/m ³)	多样性平均值	均匀度平均值
2011 年 4 月	4 门 26 属 70 种	0.75	3.67	0.78
2015 年 5 月	3 门 31 属 77 种	0.34	3.70	0.79
2018 年 4 月	3 门 23 属 74 种	0.13	2.34	0.51

表 4-20 历次监测浮游植物群落主要指标比较

调查时间	优势种
2011 年 4 月	密聚角毛藻(0.283)、短刺角毛藻(0.221)、垂缘角毛藻(0.092)、柔弱菱形藻(0.049)、扁面角毛藻(0.035)、洛氏角毛藻(0.028)、旋链角毛藻(0.022)
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)
2018 年 4 月	红海束毛藻 (0.674)、距端根管藻 (0.024)、笔尖根管藻 (0.023)

(3) 浮游动物

表 4-21 为历次调查浮游动物群落各主要指标的变化情况。由表 4-21 可知：

(1) 2018 年调查浮游动物种类数 142 种，显著低于 2015 年和 2011 年的同期调查结果。

(2) 2018 年调查生物量和丰度平均值下降最为明显，多样性指数和均匀度平均值较往期调查有所下降，但下降幅度不明显，仍处于较高的多样性水平；丰富度平均值低于往年同期调查。

(3) 优势种方面，2018 年调查的优势种与往期调查重合度较低。此次调查的第一优势种叉真刺水蚤和海洋真刺水蚤属于同物异名，所以叉真刺水蚤为此次调查和 2011 年春季调查的共有优势种。普通波水蚤和达氏筛哲水蚤的生态习性相似，同为外海暖流指示种，这两种桡足类都为调查海区的常见优势种。

(4) 从回顾分析的结果来看，本次调查浮游动物群落种类数等指标较以往调查结果均有一定程度的下降，但总体上处于正常的波动之中，群落多样性仍处于较好水平，水体环境较好。

表 4-21 调查海区浮游动物历次调查数据比对

调查时间	2011 年 4 月	2015 年 5 月	2018 年 4 月
种类数	287	258	142
生物量平均值(mg/m ³)	146.86	38.89	25.11
丰度平均值(个/m ³)	78.72	32.9	13.84
多样性平均值	5.74	5.86	4.04
均匀度平均值	0.77	0.77	0.72
丰富度平均值	29.26	21.29	14.29
主要优势种	夜光虫、太平洋箭虫、肥胖箭虫、狭额次真哲水蚤、丹氏厚壳水蚤、抱球虫、海洋真刺水蚤、角锚哲水蚤、达氏筛哲水蚤和细螯虾	狭额次真哲水蚤、肥胖箭虫、双尾纽鳃樽东方亚种、丹氏厚壳水蚤、芦氏拟真刺水蚤、达氏筛哲水蚤和抱球虫	叉真刺水蚤、普通波水蚤、微刺哲水蚤、驼背隆哲水蚤、飞龙翼箭虫

(4) 底栖生物

将 2011 年 4 月、2015 年 5 月和 2018 年 4 月三次调查的数据相比较，结果见表 4-22。结果显示：

(1) 三次调查底栖生物种类数量略有变化，但整体保持稳定；主要种类组成基本一致，以节肢动物、脊索动物和软体动物为主。

(2) 主要优势种变化较大，可能由于调查海区水深跨度较大导致的种类组成变化。

(3) 平均栖息密度和平均生物量波动较大, 2011 年 4 月出现异常低值, 低于正常水平, 2018 年调查数值中等, 与 2015 年同季节对比则有所下降。

(4) 平均每站拖网样品个体数量除 2011 年 4 月, 均为正常水平。

(5) 多样性指数、丰富度指数和均匀度指数波动较小, 基本处于较高的水平。

总之, 三次调查中底栖生物调查结果基本相近, 表明调查海区底栖生物群落结构比较稳定, 基本未受油气开发活动的影响。

表 4-22 底栖生物历次调查类比分析

项目	2011 年 4 月	2015 年 5 月	2018 年 4 月
种类数	111	139	110
主要种类组成	节肢动物(43.2%) 脊索动物(17.1%)	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%)
优势种	银光梭子蟹、仿对虾、 凹管鞭虾、北原左鲷和 刺管萨欧虫	黄斑织纹螺和北原左鲷	羊舌鲷、鳄齿贻、圆板 赤虾、屈足口虾蛄、银 光梭子蟹、凹管鞭虾、 黄斑织纹螺、滑指矾沙 蚕、海绵精干蟹
第一优势种	仿对虾	黄斑织纹螺	黄斑织纹螺
栖息密度(个/m ²)	9.3	37.7	19.0
生物量(g/m ²)	0.9	15.1	8.8
每站拖网生物个体数 量	21	48	93
多样性指数平均值	3.99	3.58	3.51
丰富度指数平均值	3.61	4.09	3.53
均匀度指数平均值	0.93	0.86	0.78

(5) 生物质量回顾评价

将 2011 年 4 月、2015 年 5 月和 2018 年 4 月三次调查的数据相比较, 结果见表 4-23。结果显示:

(1) 2011 年 4 月调查中软体动物 (非双壳类)、甲壳类和鱼类体内重金属铜、锌、镉、总汞和铅含量符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准要求。石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》(第二分册)中规定的生物质量标准要求。

(2) 2015 年 5 月调查中软体动物（非双壳类）、甲壳类和鱼类体内重金属铜、锌、镉、总汞和铅含量符合《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准要求。石油烃含量满足《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准要求。

(3) 甲壳类和鱼类生物质量良好，未出现超标样品，显示甲壳类和鱼类生物受到重金属等污染物污染的潜在可能性较低，软体类则有一部分出现污染物超标，其中 Pb 的超标情况较严重，Cd 和 Zn 也出现超标。

(4) 2018 年 4 月部分站位软体动物体内 Pb、Cd 和 Zn 超标；2011 年 4 月和 2015 年 5 月生物质量状况较好。

表 4-23 调查区历次生物质量标准指数统计结果

时间	站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	石油烃
2011 年 4 月	P2	短蛸	0.061	0.073	0.006	0.012	0.067	0.171
	P6	仿对虾	0.131	0.104	0.073	0.027	0.102	0.123
	P9	仿对虾	0.37	0.051	0.101	0.018	0.086	0.132
	P11	斑鳍天竺鱼	0.058	0.011	0.025	0.048	0.094	0.274
		仿对虾	0.513	0.052	0.057	0.018	0.101	0.152
	P17	斑条裸胸鳝	0.245	0.01	0.091	0.037	0.237	0.107
	P18	尖尾鳗	0.404	0.018	0.077	0.068	0.155	0.211
	P19	斑条裸胸鳝	0.124	0.008	0.042	0.113	0.174	0.097
	P21	鱸齿鲉	0.08	0.014	0.054	0.088	0.22	0.289
		无备虎鲉	0.167	0.006	0.061	0.017	0.077	0.278
	P22	北原左鲆	0.05	0.005	0.185	0.061	0.216	0.373
P23	北原左鲆	0.171	0.007	0.105	0.068	0.215	0.325	
	仿对虾	0.073	0.037	0.17	0.022	0.078	0.13	
2015 年 5 月	P9	大鳞舌鳎	0.05	0.01	0.20	0.12	0.09	0.75
	P9	短蛸	0.09	0.03	0.03	0.07	0.07	0.67
	P9	假长缝拟对虾	0.16	0.05	0.20	0.07	0.10	0.33
	P9	黄斑织纹螺	0.07	0.08	0.04	0.07	0.14	0.49
	P10	假长缝拟对虾	0.13	0.07	0.05	0.04	0.16	0.28
	P10	黄斑织纹螺	0.10	0.10	0.01	0.13	0.11	0.45
	P10	裸胸红娘鱼	0.05	0.03	0.10	0.07	0.06	0.36
	P11	裸胸红娘鱼	0.03	0.02	0.15	0.10	0.15	0.31
	P11	假长缝拟对虾	0.08	0.05	0.15	0.04	0.11	0.28
P11	短蛸	0.08	0.04	0.01	0.08	0.05	0.60	

时间	站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	石油烃
	P13	裸胸红娘鱼	0.05	0.02	0.20	0.05	0.11	0.33
	P13	长缝拟对虾	0.09	0.04	0.15	0.08	0.11	0.39
	P16	日本金线鱼	0.07	0.01	0.25	0.17	0.18	0.22
	P17	北原左鲆	0.10	0.03	0.05	0.12	0.13	0.35
	P17	日本金线鱼	0.05	0.02	0.15	0.12	0.15	0.23
	P18	日本金线鱼	0.17	0.02	0.20	0.10	0.24	0.26
	P18	棘鲷[鱼尉]	0.07	0.02	0.30	0.37	0.36	0.25
	P19	日本金线鱼	0.04	0.02	0.25	0.10	0.29	0.30
	P19	高脊管鞭虾	0.26	0.02	0.15	0.06	0.09	0.58
	P20	黑鳃舌鳎	0.07	0.02	0.35	0.22	0.14	0.23
	P20	凹管鞭虾	0.10	0.04	0.15	0.15	0.10	0.24
	P23	深水金线鱼	0.09	0.01	0.35	0.07	0.12	0.22
	P25	食蟹豆齿鳗	0.15	0.03	0.10	0.07	0.38	0.18
	P26	日本金线鱼	0.05	0.03	0.10	0.13	0.21	0.24
	P26	高脊管鞭虾	0.08	0.04	0.20	0.03	0.11	0.40
2018年 4月	P1	圆板赤虾	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
	P1	翼红娘鱼	0.1	0.0	-	0.3	0.1	0.1
	P10	鳄齿贻	0.1	0.0	0.3	0.2	0.1	0.1
	P10	圆板赤虾	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1	0.1
	P12	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
	P12	圆板赤虾	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1
	P15	凹管鞭虾	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2
	P15	翼红娘鱼	0.1	0.0	-	0.1	0.1	0.1
	P16	虎斑乌贼	0.6	0.6	4.0	1.0	0.5	0.3
	P16	羊舌鲆	0.1	0.0	0.2	0.4	0.1	0.1
	P16	黄斑织纹螺	0.3	0.8	1.0	1.5	1.0	0.1
	P19	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1
	P2	圆板赤虾	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1
	P2	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1
	P21	圆板赤虾	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
	P21	短蛸	0.5	0.6	2.0	0.8	0.9	0.2
	P21	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	0.2
	P23	圆板赤虾	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
	P23	鳄齿贻	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.2
	P23	黄斑织纹螺	0.3	0.9	1.0	2.0	0.9	0.1
P24	网纹裸胸鳝	0.1	0.0	0.1	0.5	0.2	0.1	

时间	站号	种名	Hg	Cu	Pb	Cd	Zn	石油烃
	P3	圆板赤虾	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
	P3	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
	P5	圆板赤虾	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
	P5	鳄齿贻	0.1	0.0	0.4	0.2	0.1	0.2
	P6	鳄齿贻	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1
	P6	圆板赤虾	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
	P6	黄斑织纹螺	0.6	0.8	2.0	2.2	1.1	0.1
	P7	网纹裸胸鳝	0.1	0.0	0.2	0.3	0.2	0.1
	P7	凹管鞭虾	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2
	P7	翼红娘鱼	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
	P9	圆板赤虾	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.1

4.4.4 海洋环境质量现状回顾性评价结论

经 2011 年~2018 年共计 3 次在惠州油田和西江油田周边海域的环境质量现状调查回顾分析，得出如下结论：

除少部分调查站位的海水水质出现超标现象以外，本海域大部分调查站位的海水水质、所有站位的沉积物均处于稳定状态，均满足相应的标准限值。

除 2018 年 4 月部分站位软体动物体内 Pb、Cd 和 Zn 超标外；其他历次调查海洋生物质量均处于稳定状态，均满足相应的标准限值。

调查海域各期调查中海洋生物的生物量、生物密度、种类数、优势种有一定变化，但与油田开发工程无必然的相关性，项目周边海洋生态基本处于正常范围内。

5 环境敏感区和环境敏感目标分析

5.1 海洋主体功能区划符合性分析

5.1.1 全国海洋主体功能区划符合性分析

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

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

本项目位于南海大陆架珠江口盆地东部，属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程类，符合全国海洋主体功能区划要求。

5.1.2 《广东省海洋主体功能区划》符合性分析

根据《广东省海洋主体功能区划》，本项目位于《广东省海洋主体功能区划》之外，距离广东省海洋主体功能区划中的优化开发区最近，最近距离约84km。本项目在建设和正常生产阶段，污染物排放对周围海洋环境造成局部轻微影响，不会影响到《广东省海洋主体功能区划》中的相关区域。因此，本项目与《广东省海洋主体功能区划》的管理要求相协调。

本项目与《广东省海洋主体功能区划》的位置示意图见图5-1。

5.2 海洋功能区划符合性分析

5.2.1 全国海洋功能区划符合性分析

根据《全国海洋功能区划》(2011~2020)，本工程位于中国南海珠江口盆地，属于南海北部海域。本区域海域使用管理要求为“矿产与能源开发、渔业、海洋保护，区域重点加强珠江口盆地、琼东南盆地、莺歌海盆地、北部湾盆地油气资源勘探开发，加强渔业资源利用和养护，加强水产种质资源保护区建设，保护重要海洋生态系统和海域生态环境”。本区域环境保护管理要求“对该海区的水质、沉积物和生物质量要求不劣于现状水平；生态环境要求为应减少对海洋水动力环境产生影响，防止海岛、岸滩及海底地形地貌发生改变，不对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响”。

本次工程属于油气资源勘探开发工程，与南海北部海域主要功能之一的矿产与能源开发具有一致性，符合全国海洋功能区划的功能定位。本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，不会影响工程海域水文动力环境，不会造成海底地形地貌发生改

变；仅有产生少量船舶污染物、海管清洗废水对周围海洋环境造成局部轻微影响。生产阶段牺牲少量阳极锌释放对周围海域沉积物产生一定影响，不会对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生不利影响。

综上所述，本项目用海符合《全国海洋功能区划（2011~2020年）》的要求。

5.2.2 《广东省海洋功能区划》符合性分析

根据《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》，本项目位于《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》之外，周围海域和沿岸的海洋功能区主要分为海洋保护区、农渔业区、港口航运区、旅游休闲区等。本项目距离该海洋功能区划的海洋保护区、港口航运区、旅游休闲区较远，均在80km以上。本项目无论建设阶段还是正常生产阶段，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80km外功能区内的海洋环境。本工程与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》位置关系见图5-2。

综上所述，本项目与《广东省海洋功能区划（2011-2020年）》相协调。

5.3 《广东省海洋生态红线》符合性分析

根据《广东省海洋生态红线》（2017.9），本项目位于《广东省海洋生态红线》之外，本项目距离海洋主体功能区划中的万山群岛重要渔业海域限制类红线区最近，距离约94km。

本项目与《广东省海洋生态红线》的位置示意图见图5-3。

万山群岛重要渔业海域限制类红线区管控措施：禁止围填海，周边海域不得设置排污口、工业排水口或其他污染源。禁止设置海洋倾倒区，禁止开采海砂，不得设置明显改变水动力环境的构筑物。维持海域自然属性，严格保护万山群岛海域渔业资源。开展人工鱼礁、增殖放流活动，保护和恢复水产资源。

本项目在建设和正常生产阶段，造成的环境影响范围均较小，不会影响到94km外红线区内的海洋环境质量。

因此，本项目与《广东省海洋生态红线》的管理要求相协调。

5.4 产业政策符合性分析

本目为海洋油气开发项目，属于《产业结构调整指导目录》（2019年本）中鼓励类“常规石油、天然气勘探与开采”项目，本项目建设符合国家产业政策要求。

图 5-1 本项目与广东省海洋主体功能区划示意图

图 5-2 本项目与广东省海洋功能区划示意图

图 5-3 本项目与广东省海洋生态红线示意图

5.5 环境敏感目标及环境保护目标分布

本项目位于中国南海珠江口盆地，油田所在海域附近的主要环境敏感目标为鱼类产卵场和海洋保护区等，本项目周围海域的环境敏感目标分布见图 5-4 和表 5-1。本项目位于蓝圆鲹产卵场、鲐鱼产卵场、深水金线鱼产卵场、黄鲷产卵场和短尾大眼鲷产卵场内，距离长尾大眼鲷产卵场约 7.9km，距金线鱼产卵场约 19.6km；其它环境敏感目标距离本项目均在 30km 以上。本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，仅有产生少量的海管清洗废水、船舶污染物可对鱼类产卵场等敏感目标产生一定影响，对其它敏感目标影响较小。生产阶段生产物流在海底管道内均为密闭式输送，没有污染物排放，仅有少量牺牲阳极锌释放，不会对以上敏感目标产生影响。

惠州海管更换项目的环境保护目标主要是油田周围的海水水质、海洋沉积物及周边海域海洋渔业资源、海洋生态环境等。根据《海水水质标准》(GB3097-1997)和《渔业水质标准》(GB11607-89)的要求，所排放的污染物确保不影响邻近功能区的水质。

溢油情况下的环境保护目标为油田周围海域海洋渔业资源、海洋生态环境以及重点岸线的海洋保护区等环境敏感目标，本工程应加强风险防范措施，以避免对海洋保护区等造成影响。

5.5.1 海洋保护区

根据《广东省海洋功能区划(2011~2020年)》，本项目附近海洋保护区主要有东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区、碣石湾近海海洋保护区、遮浪南海洋保护区、针头岩海洋保护区、珠江口海洋保护区、担杆列岛海洋保护区、佳蓬列岛海洋保护区、大亚湾海洋保护区和港口海洋保护区等。本项目涉及平台距海洋保护区和自然保护区距离均在 90km 以上。

(1) 东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区

东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区面积约 89520 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护海域生态环境；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目东南距东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区最近约 144.8km。

(2) 碣石湾近海海洋保护区

碣石湾近海海洋保护区与汕尾海马自然保护区位置大体一致，位于碣石镇南部海域(115°41'50"E~116°00'51"E, 22°20'40"N~22°32'53"N)，面积为 48115 公顷。海洋环境保护管

理要求为：保护海马及其生境；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目东北距碣石湾近海海洋保护区最近约 139.7km。

(3) 针头岩海洋保护区

针头岩海洋保护区面积约为 27585 公顷，海洋环境保护管理要求为：执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目北距针头岩海洋保护区最近约 115.8km。

(4) 遮浪南海洋保护区

遮浪南海洋保护区面积约为 15552 公顷，海洋环境保护管理要求为：严格保护遮浪上升流海洋生态系统；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目东北距遮浪南海洋保护区最近约 147.3km。

(5) 担杆列岛海洋保护区

担杆列岛海洋保护区面积约为 42471 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护担杆上升流海洋生态系统；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目西北距担杆列岛海洋保护区最近约 94.3km。

(6) 佳蓬列岛海洋保护区

佳蓬列岛海洋保护区与珠海市庙湾珊瑚自然保护区所在位置相同，面积约为 6151 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护珊瑚礁生态系统；加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目西北距佳蓬列岛海洋保护区最近约 124.5km。

(7) 珠江口海洋保护区

即珠江口中华白海豚自然保护区，海洋环境保护管理要求为：保护中华白海豚及其生境；加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。珠江口中华白海豚自然保护区始建于 1999 年 10 月，2003 年 6 月升级为国家级自然保护区。其位于珠江口北端，属珠海市水域范围内，总面积 460 平方公里，东界线为粤港水域分界线，西界线为 113°40'00"E，南界线为 22°11'00"N，北界线为 22°24'00"N，核心区面积 140 km²，缓冲区面积 192 km²，实验区面积 128km²，是我国目前资源数量最大的中

华白海豚栖息地。珠江口海域的中华白海豚主要活动在水深 20m 左右等深线内的沿海区域。本项目西北距珠江口海洋保护区最近约 164.2km。

(8) 大亚湾海洋保护区

大亚湾海洋保护区面积约为 73743 公顷，岸段长度约 10227m，海洋环境保护管理要求为：保护大亚湾重要水产资源及其生境；加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目西北距大亚湾海洋保护区最近约 139km。

(9) 港口海洋保护区

港口海洋保护区面积约为 1828 公顷，岸段长度约 5178m，海洋环境保护管理要求为：保护海龟产卵场、洄游通道及其栖息地；保护海岸生态，加强保护区海洋生态环境监测；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目东北距港口海洋保护区最近约 147.6km。

5.5.2 农渔业区

工程附近农渔业区主要有湛江—珠海近海农渔业区和珠海—潮州近海农渔业区及捕捞区。本项目涉及平台距农渔业区距离均在 80km 以上。

(1) 湛江—珠海近海农渔业区

湛江—珠海近海农渔业区面积约为 3053896 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目西北距湛江—珠海近海农渔业区最近约 160.1km。

(2) 珠海—潮州近海农渔业区

珠海—潮州近海农渔业区面积约为 1272845 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护重要渔业品种的产卵场、索饵场、越冬场和洄游通道；执行海水水质一类标准、海洋沉积物质量一类标准和海洋生物质量一类标准。本项目东北距珠海—潮州近海农渔业区最近约 86.8km。

5.5.3 保留区

工程海域附近有万山群岛保留区。万山群岛保留区面积约为 499200 公顷，海洋环境保护管理要求为：保护万山群岛海域生态环境；加强对海岛污染物及船舶排污、海洋工程和海洋倾废的监控；海水水质、海洋沉积物质量和海洋生物质量等维持现状。本项目西北距万山群岛保留区最近约 87.4km。

5.6 产卵场

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。上述产卵上与工程位置关系见图 5-4。

南海中上层鱼类产卵场，具体包括：

蓝圆鲹粤东外海区产卵场：位于东经 115°~116°30'，北纬 20°30'~22°35'范围内，水深约为 70~180m，产卵期 3~7 月。

蓝圆鲹粤东近海区产卵场：位于东经 115°20'~117°，北纬 21°55'~22°15'范围内，水深约为 40~75m，产卵期 1~4 月。

蓝圆鲹珠江口近海区产卵场：位于东经 112°50'~114°30'，北纬 21°~22°范围内，水深为 60m 以内，产卵期 12~3 月。

鲐鱼粤东外海产卵场：位于东经 115°10'~116°15'，北纬 20°33'~22°10'范围内，水深约为 90~200m，产卵期 2~4 月。

鲐鱼珠江口近海产卵场：位于东经 113°15'~116°20'，北纬 21°~22°25'范围内，水深 30~80m，产卵期 1~3 月。

鲐鱼珠江口外海区产卵场：位于东经 113°30'~114°40'，北纬 19°30'~20°26'范围内，水深 90~200m，产卵期 1~3 月。

本项目位于蓝圆鲹粤东外海产卵场、鲐鱼珠江口近海产卵场和鲐鱼粤东外海产卵场。

本项目附近的南海底层、近底层鱼类产卵场，具体包括：

金线鱼南海北部产卵场：分布范围较广，由海南岛东岸一直延伸到汕尾附近（约为东经 111°45'~115°45'），水深为 25~107m，主要是 40~80m，产卵期 3~8 月。其中以 3~5 月为盛卵产期。

深水金线鱼产卵场：从海南岛东岸东经东经 110°30'以东一直延伸至东经 117°00'的水深 90m 至 200m 范围内，主要产卵期 3 月至 9 月；

短尾鳍大眼鲷南海北部产卵场：分布范围较广，大约在 71~107 m 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，产卵期为 4~7 月。

长尾大眼鲷南海北部产卵场：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，产卵期为 5~7 月。

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，产卵期为 11 月~翌年 3 月，产卵盛期为 12 月至翌年 3 月。

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 3~6 月。

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 3~6 月。

其中，本项目位于深水金线鱼产卵场、短尾鳍大眼鲷南海北部产卵场和黄鲷南海北部产卵场。

表 5-1 本项目周围海域主要环境敏感目标

类型	功能区名称	距工程最短距离（km）及方位	敏感时间
海洋保护区	担杆列岛海洋保护区	94.3/西北	-
产卵场	蓝圆鲹粤东外海产卵场	包含	3~7 月
	鲈鱼珠江口近海产卵场	包含	1~3 月
	鲈鱼粤东外海产卵场	包含	1~3 月
	深水金线鱼产卵场	包含	3~9 月
	短尾鳍大眼鲷南海北部产卵场	包含	4~7 月
	黄鲷南海北部产卵场	包含	11 月~翌年 3 月
	金线鱼南海北部产卵场	19.6/北	3~8 月
	绯鲤类珠江口近海产卵场	38.5/北	3~6 月
	长尾大眼鲷南海北部产卵场	7.9/北	5-7 月

图 5-4 工程附近产卵场与本项目位置关系示意图

6 环境影响预测与分析

6.1 新铺设海管建设阶段影响分析

根据本次海底管道更换项目的工程特征以及污染源分析结果，HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5 DPP 平台混输海底管道不挖沟铺设，铺设阶段的污染物主要为参加作业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；原海管清洗会产生清洗废水，主要污染物是石油类；此外新铺设管道清管还会产生一定量的试压水，主要成分为海水。

铺设阶段参加作业产生的生活污水和船舶含油污水经船舶上配置的处理装置处理达标排放；生活垃圾中食物残渣经粉碎后排海，其它生活垃圾和生产垃圾全部送回岸上交给有资质单位处理。原海管的清洗废水进入生产流程，去 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统统一处理，处理合格达标排放。完工新海管不含任何油质，清管试压水使用海水，清管试压后直接排放。

6.1.1 水动力及冲淤环境影响分析与评价

本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，对底层流没有影响，不会影响工程海域水文动力环境。

根据油田海域海底地质、地貌及冲刷现状，海管路由区地形比较平坦，海底表层土主要为粘性土，地质和海洋环境相对比较稳定，一般不会发生冲刷和重力作用下的滑移。

因此，工程的建设对附近海域的水动力状况（包括潮汐、海流、波浪、余流，纳潮量等）和泥沙输移基本不产生影响。

6.1.2 水质影响分析与评价

（1）船舶生活污水、船舶含油污水

由于本项目建设阶段产生的船舶生活污水量为 9646m³，船舶含油污水量为 216.33m³，经船上配备的污水处理装置处理达标排海，且污水仅在建设阶段排放，影响是暂时的，因此，本项目建设阶段的船舶生活污水、船舶含油污水对海洋环境影响很小。

（2）海管清管试压水

新建海管不含任何油质，清管试压水为海水，约 3436.69m³，清管试压后直接排放。因此，清管试压水基本不会对海洋环境产生影响。

6.1.3 沉积物影响分析与评价

本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，不会对海底底质挖起和覆盖，不会对沉积物底质产生影响。

6.1.4 海洋生态影响分析与评价

本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，基本不会对海洋生态产生影响。保守考虑最大的海洋生态影响为海管铺设覆盖底栖生物损失。底栖生物密度采用国家海洋局南海环境监测中心于 2018 年 04 月的调查结果最大生物量为 8.8g/m²。

海洋生物资源经济损失计算：

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

式中： M ——第 i 种类生物成体生物资源的经济损失额；

W ——第 i 种类生物成体生物资源损失的资源量；

E ——生物资源的商品价格，底栖生物的价格按当地近年来海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，为 1.5 万元/t。

海洋生物资源补偿年限根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007）：“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”。

按照上述公式(1)计算，本项目海上建设阶段造成的海洋渔业资源总损失价值见表 6-1。本项目海管铺设覆盖底栖生物损失造成的渔业资源损失价值约为 3790 元。

表 6-1 底栖生物损失量

覆盖		一次性损害(t)	损失量(t)	单价 (万元/t)	补偿金额 (元)
面积(m ²)	损失率%				
9570.72 (直径*长度)	100	0.084	0.253	1.5	3790

6.2 新海管生产阶段影响分析

在正常生产情况下，生产物流在海底管道内均为密闭式输送，没有污染物产生，不会对周围环境产生不利影响。本工程海底管道防腐采用手镯型铝基牺牲阳极，生产阶段重金属释放会对海洋环境产生一定影响。

生产阶段管道防腐对海洋环境的污染主要来自牺牲阳极金属中的锌溶解，目前尚缺乏有关牺牲阳极金属消耗后污染环境方面的资料报道。采用牺牲阳极金属保护管道的措施，阳极重金属将在漫长的过程中将逐渐溶解。由于海水是流动的，锌在海水中迅速稀释不会累积造成锌浓度升高，相对于庞大的海水水体，锌浓度增量几乎为 0，因此对海管周围海水水质基本无影响；同时，从现状调查结果来看，项目所在海域海水中锌含量没有超标。由此可见，海底管道锌污染风险主要引起底质沉积物环境的重金属污染。

本项目 HZ25-8 DPP 平台至 HZ32-5 DPP 平台混输海管阳极块重量约为 53.2kg，锌含量按 5.75% 考虑，则可以计算出该海管牺牲阳极中锌含量约为 3.05kg（每块阳极）。由于阳极块间隔很远，锌离子向环境释放的影响不会相互叠加，所以把每个阳极块当做一个单独的释放源。混输海管寿命设计为 20 年，考虑到阳极使用寿命的余量，则单个阳极块每年释放到环境中的锌量最大不超过 0.15kg。若按阳极块影响的范围为周围 10m 内的海底沉积物，则阳极块周围沉积物锌的增量见表 6-2。

由表 6-2 所示，叠加沉积物现状调查的锌最大背景值（现状调查值为 53.3×10^{-6} ）后，海底管道在 20 年后周围沉积物中锌含量最大为 54.76×10^{-6} ，影响轻微，小于海洋沉积物质量标准的第一类标准值 150×10^{-6} 。因此，海底管道防腐采用的牺牲阳极的重金属锌污染在可控范围之内。

表 6-2 阳极块周围沉积物中锌的含量

含量	年限	使用年限（年）			
		5	10	15	20
沉积物中锌增量 ($\times 10^{-6}$)		0.15	0.29	0.44	0.58
叠加背景值后锌含量 ($\times 10^{-6}$)		53.45	53.74	54.18	54.76

注：管道海域背景值为 53.3×10^{-6}

6.3 原管道处置影响分析

根据工程分析，原海管清洗会产生清洗废水，主要污染物是石油类。清洗废水进入生产流程，最终去往 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统处理达标后排放。清洗废水产生量为 3436.69m^3 远小于 HZ25-8 DPP 平台生产水处理能力 $14400 \text{m}^3/\text{d}$ ，且清洗废水中含油量低。经过处理后排放不会增大对周围海洋环境的影响。

海管的牺牲阳极消耗完后，碳钢材质的海管会加速腐蚀，沉积物中的铁化合物的含量会有所增加，但不会产生明显的重金属污染。原海管原地封存，不会发生漂移现象，从而不会影响海域的其他功能。

6.4 对环境敏感目标影响分析

本项目位于蓝圆鲈产卵场、鲑鱼产卵场、深水金线鱼产卵场、黄鲷产卵场和短尾大眼鲷产卵场内，距离长尾大眼鲷产卵场约 7.9km，距金线鱼产卵场约 19.6km；其它环境敏感目标距离本项目均在 30km 以外。本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，仅有产生少量生活污水、船舶含油污水、海管清洗废水达标排放可能对鱼类产卵场等敏感目标产生一定影响，对其它敏感目标影响较小。生产阶段生产物流在海底管道内均为密

闭式输送，没有污染物排放，仅有少量牺牲阳极锌释放，不会对以上敏感目标产生影响。工程运行期间存在溢油事故风险，一旦出现，将对生物资源和渔业生态系统产生严重的影响，需要采取严格的溢油风险应急防范措施，将在溢油章节进行分析。

建议施工作业者优化施工方案，减少施工作业时间，最大限度的加强对产卵场的保护，并采取合理有效的防范措施，尽可能避免溢油事故的发生。其它敏感目标距本项目最近距离均在 30km 以外，工程的正常开发生产作业不会对其造成影响。本项目在建设和生产运营期间对周围环境敏感目标影响很小。若发生溢油事故，则视当时风况和溢油量，对特定的敏感目标可能会有一定影响。

6.5 溢油事故风险分析

6.5.1 风险识别

本工程环境风险包括建设阶段作业船舶碰撞导致燃料油泄漏事故和生产阶段海底管道和立管泄漏事故等。

(1) 海上建设阶段环境风险源项识别

平台附近主要有供应船、施工船舶等，供应船、施工船舶与平台等周围设施之间可能产生碰撞造成船舶储油舱泄漏。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与供应船、施工船舶和平台设施发生碰撞。

(2) 生产阶段环境风险源项识别

引起海底管道与立管事故发生的外部原因有海面失落重物的撞击、渔船拖网、挖泥、铺管作业或抛锚、锚拖曳、锚链磨损管道、沉船以及自然灾害，内部原因有管道腐蚀、材料与施工缺陷，此外还有人员误操作等原因。

海底管线外管及立管外管的外防腐采用防腐涂层和牺牲阳极的联合保护方法。除从设计上采取措施外，作业者还将制定相应的管线保护和检测程序，由值班船对管线沿途进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道不定期进行局部检测和定期进行全面检测，以保证海底管道的安全性。

(3) 旧海管清洗环境风险源项识别

旧海管清洗过程中主要的环境风险事故为海管破裂，海管泄漏物质主要为含油清洗废水，由于其泄漏源在水下，且清洗废水中含油量低，因而一般情况下不会出现火灾和爆炸事故。

(4) 海管封存后的漂移风险

本项目封存海管位置稳定，自铺设以来没有发生位移现象。本项目原海管在不发生重大地质灾害的情况下，发生漂移的风险几乎为零。海底管道封存后里面充满了海水，具有一定的总量，因此原海管一般不会漂移原地。

6.5.2 风险概率

(1) 船舶碰撞事故

根据《风险评估数据指南》，施工过程中船舶与平台等油田设施发生碰撞的概率见表 6-3。本项目建设阶段对平台之间的海管进行更换，船舶碰撞产生严重损伤的概率为 3.9×10^{-5} 次/年，但发生严重损伤不一定引起燃料油泄漏等溢油事故，因此引发溢油事故的概率将更小。

表 6-3 船舶碰撞概率

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	合计
本油田船舶	8.8×10^{-4}	0.17	26%	3.9×10^{-5}

(2) 海底管道和立管泄漏事故概率分析

本次溢油事故概率以《国际油气生产商协会 OGP (International Association of Oil & Gas Producers) 风险评估数据目录》(2010 年 3 月) 为依据进行分析，中海石油(中国)有限公司是其成员之一。该风险评估数据对石油开采过程中海管/立管管道泄漏等事故概率进行了统计分析。该数据主要基于挪威科学和工业研究基金会 (SINTEF)、挪威船级社 (Det Norske Veritas) 等机构统计和收集的数据，不同事故类型的概率基于不同的机构和数据进行分析和统计。海管/立管管道泄漏等事故概率数据见表 6-4。

表 6-4 海底管道及立管管道泄漏概率

管道	类别	频率	单位
海底管线 (开阔海域)	井流管线, 以及输送未处理流体的小管线	5.0×10^{-4}	次/(km·a)
	输送处理后的油气, 管径 $\leq 24"$	5.1×10^{-5}	次/(km·a)
	输送处理后的油气, 管径 $> 24"$	1.4×10^{-5}	次/(km·a)
海底管线 (平台周围安全区内, 500m 内)	管径 $\leq 16"$	7.9×10^{-4}	次/a
	管径 $> 16"$	1.9×10^{-4}	次/a
立管	钢管管径 $\leq 16"$	9.1×10^{-4}	次/a
	钢管管径 $> 16"$	1.2×10^{-4}	次/a
	软管	6.0×10^{-3}	次/a

根据表 6-4 所示, 本项目新铺设 1 条长约为 31.4km 12"/18"的混输管道 (HZ32-5 DPP 平台至 HZ25-8 DPP 平台), 对于混输管道存在油气泄漏可能性。其中平台的 500m 内均为安全区, 则事故概率为 7.9×10^{-4} 次/a; 开阔海域部分为 30.4km, 则事故概率为 1.55×10^{-3} 次/a, 立管事故概率为 9.1×10^{-4} 次/a。据此计算, 本项目管道工程的海底管道泄漏事故概率为 2.34×10^{-3} 次/a。

6.6 溢油风险影响分析

6.6.1 事故溢油量估计

由于事故发生地点和事故原因的不确定性, 溢油量是很难确定的。当海底管道发生局部泄漏事故时, 管内压力的突然降低将使平台上的自动应急关断系统启动而迅速关断物流, 对于输油管道来说, 关断后管道内部分原油还会继续从破损处溢出, 但其溢出速率将随着管道内外压差的降低而迅速减小, 在管道内外压差达到平衡后管道内的原油仅会在海流和比重作用下而缓慢置换溢出, 这时管道内残留的原油的溢出速率是缓慢的。因此可将泄漏管道达到外界压力使得原油泄漏量作为海底管道的风险溢油量。

因此一旦发生原油泄漏事故, 自动控制系统就会启动应急关断系统, 自动应急关断系统的关断时间为 60s, 如果自动应急关断系统失灵, 手动关断时间为 10min, 且由于在平台上均设置有: 过程控制系统 (用于对工艺及公用设施的运行进行控制)、安全监控系统 (包括应急关断和火气监控系统), 用于对平台设备及人员安全进行监控和保护。此外还考虑到应急关断时间、海水压力、油水不容, 路由区海底平坦以及封堵及时等因素, 其溢出量将是有限的。

原油泄漏量按《建设项目环境风险评价技术导则》中推荐的液体泄漏速率公式计算。

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

式中:

Q_L ——液体泄漏速度, kg/s;

C_d ——液体泄漏系数, 此值常用 0.6~0.64。

A ——裂口面积, m^2 ;

P ——容器内介质压力, Pa;

P_0 ——环境压力, Pa;

g ——重力加速度。

h ——裂口之上液位高度, m。

假设 HZ32-5 DPP 平台(115°18'57.263"E, 21°08'23.602"N)附近的海管发生溢油, 一般海管泄漏主要方式是腐蚀穿孔, 保守起见按穿孔面积等效半径 5mm 估算, 泄漏持续时间为 4h, 则根据上述公式计算溢油量约为 71t, 取整到 100t 作为溢油量进行计算, 离散成共计 1000 个油粒子, 每个油粒子代表油量为 0.1t。

6.6.2 风场

工程海域风场见表 6-5。

表 6-5 工程海域风场

方向	N	NE	E	SE	S	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

6.6.3 预测结果

(1) 油膜漂移轨迹

综合考虑气象资料和本工程所处海域相关敏感目标后, 按照现有风场资料, 给出了上述各个风向在平均风和最大风下的溢油油膜漂移轨迹, 见图 6-1 和图 6-2。

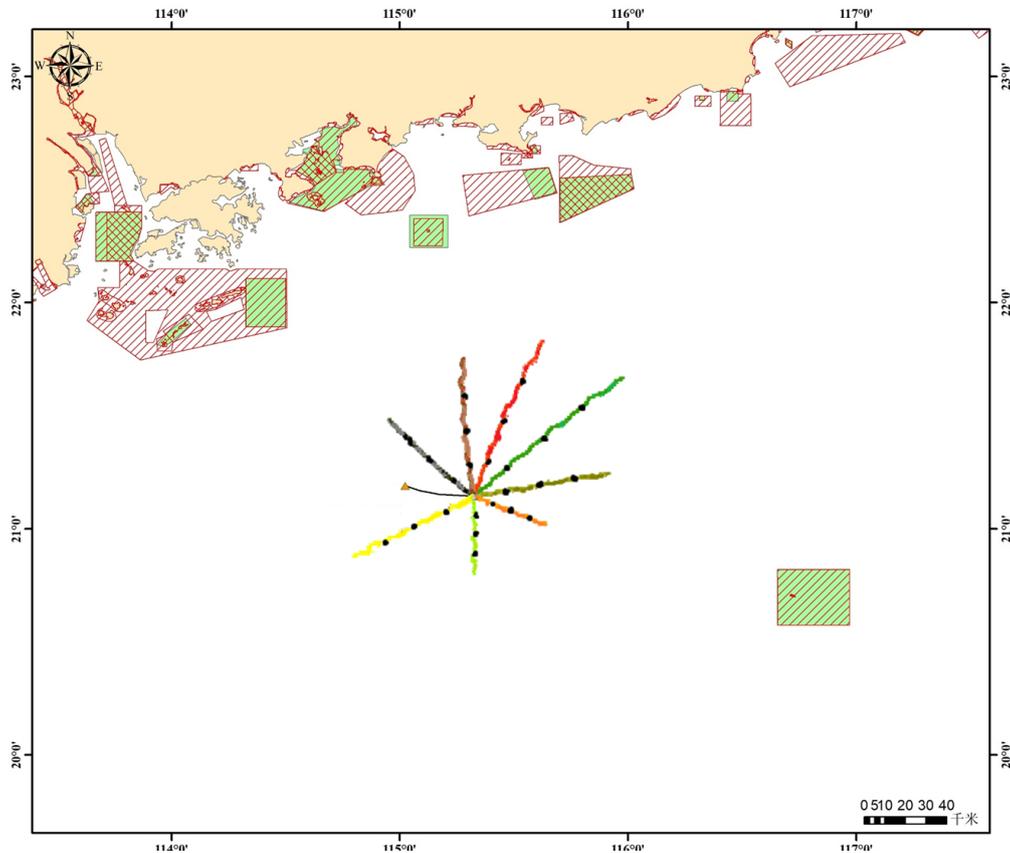


图 6-1 平均风速下溢油漂移轨迹

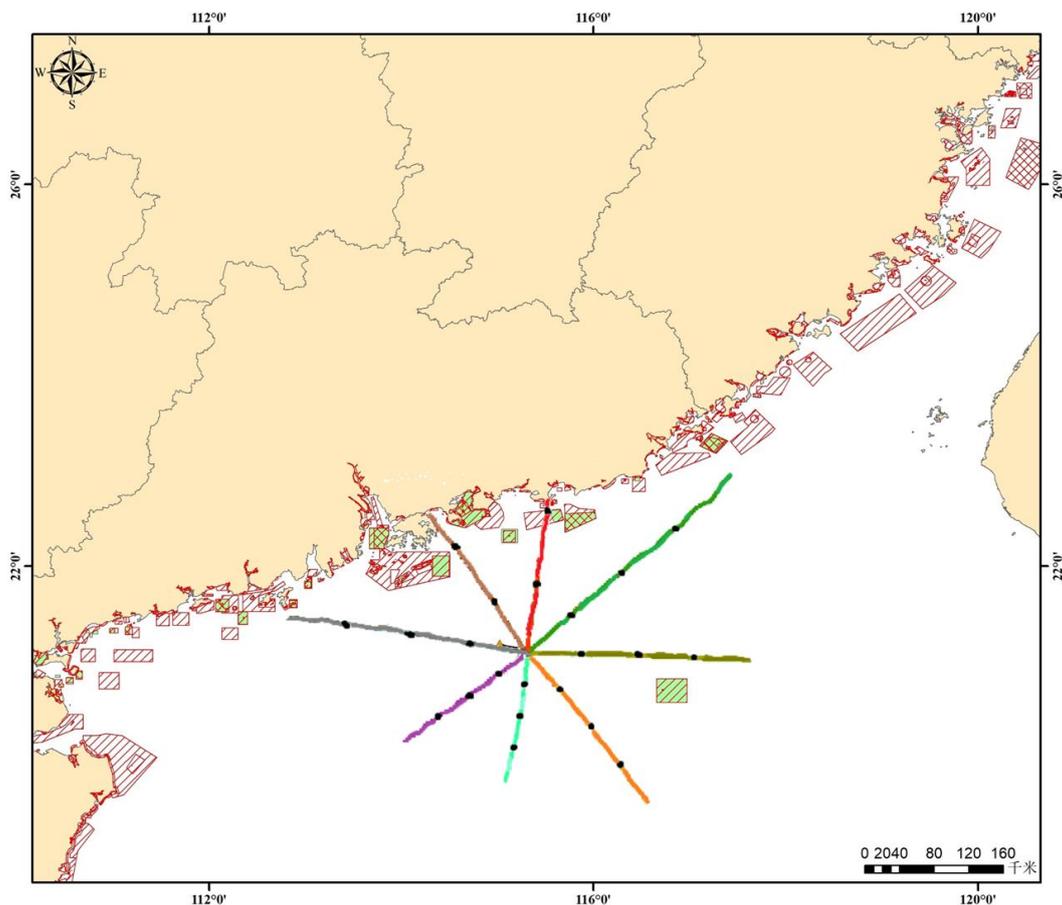


图 6-2 最大风速下溢油漂移轨迹

(2) 油膜抵岸时间及漂移平均速率

表 6-6 给出了在不同风向平均风速作用下，溢油发生至油膜消失时的油膜漂移距离、漂移的平均速度、扫海的面积等。表 6-7 给出了在不同风向最大风速作用下，溢油发生至油膜消失时的油膜漂移距离、漂移的平均速度、扫海的面积等。

由表 6-6 和表 6-7 可以看出，HZ32-5 DPP 平台附近海管发生溢油事故后，在平均风速下，任何风向下油膜均不抵岸；在最大风速下，S、SE 风向下油膜均有可能抵岸，最快抵岸时间约为 48h。

表 6-6 平均风速下溢油预测结果

方向	N	NE	E	SE	S	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	
漂移距离(km)	51.3	87.1	72.2	84.8	102.4	114.7	83.9	52.0	
最大面积(km ²)	10.1	10.8	11.6	11.7	11.5	11.1	10.2	10.1	
扫海面积(km ²)	246.6	427.0	349.6	420.9	509.3	562.0	412.8	255.4	
平均速度(km/h)	0.53	0.91	0.75	0.88	1.07	1.20	0.87	0.54	
残留量(m ³)	24h	59.7	55.9	59.1	61.4	60.9	59.2	60.9	62.9

方向		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
	48h	51.0	47.7	50.4	52.4	52.0	50.5	52.0	53.7
	72h	43.5	40.7	43.0	44.7	44.3	43.1	44.3	45.8
	96h	37.1	34.7	36.7	38.1	37.8	36.8	37.8	39.1

表 6-7 最大风速下溢油预测结果

方向		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
最大风速(m/s)		15.58	18.52	29.09	28.62	29.66	24.52	25.31	22.75
漂移距离(km)		147.1	177.9	293.7	208.1	186.9	314.8	262.0	220.7
最大面积(km ²)		11.6	13.5	15.0	17.2	15.1	17.4	13.7	16.8
扫海面积(km ²)		573.8	760.9	579.7	674.6	448.3	781.4	571.8	754.2
平均速度(km/h)		1.53	1.85	3.06	2.17	1.95	3.28	2.73	2.30
抵岸时间 (h)		/	/	/	53	48	/	/	/
残留量(m ³)	24h	55.9	54.2	68.2	49.8	49.6	51.5	51.5	52.2
	48h	49.0	47.5	59.8	43.6	43.5	45.1	45.1	45.7
	72h	43.0	41.7	52.4	/	/	39.5	39.5	40.1
	96h	37.6	36.5	45.9	/	/	34.6	34.6	35.1

6.6.4 溢油对环境敏感目标的影响

一旦发生溢油事故，在溢油漂移的过程中会对工程海域附近的若干环境敏感目标造成影响。表 6-8 给出了溢油点附近的敏感区的分布以及最大风速下溢油抵达敏感目标的最短时间等。

表 6-8 最大风速下抵达主要敏感目标的时间

项目	敏感目标	最短距离 (km)及方位	敏感时间	风向	风速 (m/s)	时间 (hr)
海洋保护区	担杆列岛海洋保护区	94.3/西北	-	SE	28.62	43
渔业水域	蓝圆鲹粤东外海产卵场	包含	3~7 月	-	-	-
	鲈鱼珠江口近海产卵场		1~3 月	-	-	-
	鲈鱼粤东外海产卵场		1~3 月	-	-	-
	深水金线鱼产卵场		3~9 月	-	-	-
	短尾鳍大眼鲷南海北部产卵场		4~7 月	-	-	-
	黄鲷南海北部产卵场		11 月 ~翌年 3 月	-	-	-
	金线鱼南海北部产卵场	19.6/北	3~8 月	S	29.66	10
	绯鲤类珠江口近海产卵场	38.5/北	3~6 月	S	29.66	20

项目	敏感目标	最短距离 (km)及方位	敏感时间	风向	风速 (m/s)	时间 (hr)
	长尾大眼鲷南海北部产卵场	7.9/北	5-7 月	S	29.66	4

由表 6-8 可以看出，本项目位于蓝圆鲹粤东外海区产卵场、鲈鱼粤东外海区产卵场、鲈鱼珠江口近海产卵场、深水金线鱼产卵场、短尾鳍大眼鲷南海北部产卵场和黄鲷南海北部产卵场内，故无论在何种风向下发生溢油事故，均会对敏感区产生影响；在 SE、S 方向溢油时，可能会对海洋保护区、产卵场等造成影响，这些风况下的溢油应引起足够重视，随时作好应急反应的准备。

7 环境保护对策措施

7.1 清洁生产措施分析

7.1.1 先进的工艺与设备

本次海管更换项目消除了原海管存在的安全隐患；海管采用双层保温管，采取外防腐与内防腐相结合的防腐措施。

海上平台采用油、气、水混输流程，实现油气全密闭输送，油气损耗率为零。本项目生产过程中的生产物流处理将采用自动化控制程度较高的全密闭工艺流程，所选用的技术和设备均为国内外先进和成熟的技术和设备，并在多个油田开发工程中已有成功的应用。

在原油生产工艺系统中的主要设备和管线处均设置了相应的压力、温度和液位安全保护装置，如在井口装置、出油管线和生产管汇上安装了低压传感器和压力安全阀，避免由于压力、液位和温度异常产生的事故隐患，避免了带压流体的跑、冒、滴、漏。

7.1.2 环境管理要求

在原油生产管输过程中，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。

7.2 污染防治对策措施

7.2.1 建设阶段

本工程建设阶段产生的污染物主要包括参加作业的船舶和人员会产生船舶含油污水、生活污水、原海管清洗废水、新管道清管试压水、生活垃圾和生产垃圾等，其中海底管道不挖沟铺设，直接置于海底。

建设阶段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)、《国内航行海船法定检验技术规则》(2020)、《船舶大气污染物排放控制区实施方案》(交海发[2018]168号)的相关要求，船舶含油污水经船舶上配备的处理装置处理达标后(石油类 $\leq 15\text{mg/L}$)排海；船舶生活污水通过设置在船舶上的生活污水处理装置处理达标后排海；船舶生活垃圾的食品废弃物在距最近陆地3海里至12海里(含)的海域，粉碎至直径不大于25mm后排放，在距最近陆地12海里以外的海域可排放，食品包装物等运回陆地处理；其他生活垃圾、船舶生产垃圾全部送回岸上交给有资质单位处理；自2019年1月1日起，海船进入排放控制区，应使用硫含量不大于0.5% m/m 的船用燃油。

原海管的清洗废水进入生产流程，经 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生产水(含油量≤45mg/L)达标排海。新管道清管试压水为海水，清管试压后直接排放。具体防治措施与对策见表 7-1。

表 7-1 污染防治措施与对策

污染物名称	污染因子	所遵循的排放标准	处理方法
船舶含油污水	石油类	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)	执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)
船舶生活污水	COD 等	《国内航行海船法定检验技术规则》(2020)	处理达到《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018) 排放
船舶生活垃圾	-	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)	执行《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)
船舶生产垃圾	固体废物	《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)	运回陆地交有资质单位接收处理
原海管清洗废水	石油类	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)	进入 HZ25-8 DPP 平台生产水处理系统处理达标排放

7.2.2 生产阶段

在正常生产运营期间，生产物流在海底管道内均为密闭式输送，本工程生产阶段产生的主要污染物为海管防腐产生的重金属锌离子等。

7.3 生态保护对策措施

本项目位于蓝圆鲈产卵场、鲑鱼产卵场、深水金线鱼产卵场、黄鲷产卵场和短尾大眼鲷产卵场内，距离长尾大眼鲷产卵场约 7.9km，距金线鱼产卵场约 19.6km；其它环境敏感目标距离距离本项目 30km 以外。本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，仅有产生少量生活污水、船舶含油污水、少量海管清洗废水可能对鱼类产卵场等产生一定影响。生产阶段生产物流在海底管道内均为密闭式输送，没有污染物排放，仅有少量牺牲阳极锌释放，不会对以上渔业生态环境产生影响。工程运行期间存在溢油事故风险，一旦出现，将对生物资源和渔业生态系统产生严重的影响，需要采取严格的溢油风险应急防范措施，对突发性事故及时与有关主管部门联系，采取积极措施，将对生态环境的影响程度降低到最小。

本项目主要工程为海底管道铺设直接放置于海底，不进行挖沟埋设，基本不会对海洋生态产生影响。保守考虑最大的海洋生态影响为海管铺设覆盖底栖生物损失。本项目海管铺设覆盖底栖生物损失造成的渔业资源损失价值约为 3790 元。

7.4 海管生产阶段风险防控措施

建设单位对海管生产阶段采取相应的控制措施包括：

- 加密巡检，安排守护船每天沿海管路由巡线 1 次，海上平台生产人员每 4 小时巡检和瞭望并记录；建设单位已经安排应急维修资源在库房待命；
- 生产实时监控（压力、温度监控，低压报警）；
- 提高通球清管频次（每月在线通球清管 3 次以上）。

7.5 溢油事故防范与应急措施分析

7.5.1 溢油事故防范措施

（1）船舶碰撞溢油事故防范措施

根据风险分析显示，本项目可能在施工过程中发生船舶碰撞燃料油泄漏等溢油事故，但概率很小。建设单位应做好以下风险防范措施，主要包括：

1. 作好作业船舶的调度工作，严格执行有关操作规程，杜绝恶劣天气作业，避免船舶的碰撞。制定严格的船舶施工作业制度和操作规程，尽量杜绝事故的发生。
2. 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。施工单位根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。
3. 施工作业期间所有施工船舶须按照国际信号管理规定显示信号。
4. 施工作业船舶在建设阶段间加强值班瞭望，施工作业人员应严格按照操作规程进行操作。
5. 施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要的措施，同时向公司海事部门及主管部门报告。为防止施工过程可能出现的溢油风险事故，公司应设立事故应急机构，平时协助监督部门进行安全生产监督、检查，及时发现并排除事故。
6. 制订必要的事故应急程序，配置相应的应急事故处理设施，如围油栏、吸油毡等。一旦溢油事故发生，立即启动应急程序，并及时报告相关政府部门，对溢油进行清除，将溢油造成的损失降至最低。

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

8. 在以预防为主的基础上，制定完善的事故溢油应急预案，及时发现溢油并按照应急预案立即启动溢油应急处理措施，可以有效降低海上溢油的环境污染程度。

(2) 新建海底管道和立管泄漏事故防范措施

根据对本工程所处海域已建油田设施的故障排污及溢油情况回顾，事故原因包括：外力作用破坏的海管点腐蚀等原因，为避免类似事故的发生，建设单位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，对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测，确保海底管道的安全性。

具体管线破裂溢油事故防范措施如下：

1. 严格按照相关规范设计

管道设计和建造以国际上认可的规范和标准为依据，选用大于设计寿命的环境条件重现期。

2. 采取严格防腐措施

本工程防腐主要均采取外防腐与内防腐相结合的防腐措施。涂装前钢材表面要彻底清除表面的铁锈、油污、氧化皮等。

本工程阴极保护采用牺牲阳极法，牺牲阳极采用高效铝阳极。根据满足设计寿命的要求，计算确定阳极的规格和用量，阳极直接焊接在钢结构上。本项目新铺设混输海底管道针对该海区的腐蚀环境及原海管的腐蚀情况，外防腐采取了三层聚乙烯(3PE)涂层，涂层的厚度为不小于 3.1mm；内防腐采取碳钢+缓蚀剂的内防腐方案，腐蚀裕量由 3mm 增加至 5mm。

在平台上脱出更多的 CO₂ 等气体，尽可能降低海管的 CO₂ 等气体分压。

投产前完成基线内检测，控制进入海管砂粒径 (<150μm)。

加强微生物分析，优化分析技术手段，定期对水样开展微生物培养，对清出物进行微生物培养和荧光分析。

清管采用机械通球，投产初期清管频率按典型 1 周，最大 2 周考虑，根据清出物重量和清出物分析结果，调整通球频次。

在 HZ25-8 DPP 平台加装一套旁路式腐蚀监测系统，优化出口腐蚀监测挂片的安装方式。

混输管道设置相应的压力、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，以减少腐蚀等原因对管线的影响。

3. 本海底管道建成后应严格执行海管巡线制度。生产运营期值班船将对海管沿途进行巡视，防止渔船拖网或过往船舶因抛锚等作业损伤海底管道；对海管进行不定期局部检测和定期全面检测，及早发现隐患，及时处理，防止事故发生。

(3) 清管作业过程中海底管道泄漏事故防范措施

为防止清管作业过程中海底管道泄漏事故的发生，油田作业者应采取如下措施：

(1) 作业者应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，确保海底管道的安全性。

(2) 密切关注油气储运系统中的管道相应压力、液位和温度报警系统的变化，一旦溢油事故发生，立即启动应急程序，并及时报告相关政府部门，对溢油进行清除，将溢油造成的损失降至最低。

7.5.2 溢油事故应急措施

本项目管道工程虽在设计、建造、施工和运行期间将采取各种预防措施，但仍有难以预料的内外部原因导致海上溢油事故发生的可能性。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。

(1) 溢油事故等级划分

根据《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》第 1.5 节的规定，溢油事故分为特别重大、重大、较大和一般四级：

特别重大溢油事故，指溢油 1000 吨以上的海洋石油勘探开发溢油事故；

重大溢油事故，指溢油 500 至 1000 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故；

较大溢油事故，指溢油 100 至 500 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故；

一般溢油事故，指溢油 0.1 至 100 吨（含）的海洋石油勘探开发溢油事故。

由于溢油应急处理能力受溢油事故发生地点、溢油油品、水文气象、可利用资源等因素的影响而不断发生变化，所以按照应对能力、应对对象、应对时间和应对范围，通过合理安排使有限的资源得到更充分的利用。

(2) 建立应急程序

发生特别重大、重大溢油事故后，由生态环境部相关主管部门分别启动I级、II级应急响应，海区分局组织成立现场指挥部，由生态环境部相关主管部门统一指挥。同时，生态环境部相关主管部门报告国家重大海上溢油应急处置部际联席会议，提请启动国家重大海上溢油应急处置预案。

发生较大、一般溢油事故后，生态环境部相关主管部门分别启动III级、IV级应急响应，负责分局溢油应急响应工作的组织、指挥、实施及信息发布等工作。

一旦发生溢油事故，0.1吨以下溢油启动本油田应急计划即可，0.1吨以上溢油需同时启动分公司溢油应急计划，并由分公司应急指挥中心报总公司及政府相关部门，总部和海洋主管部门及地方政府根据情况确定是否启动相应应急预案。

根据溢油的类型，建设单位实行溢油事故处理决策分级管理，对滴漏或可以控制的溢油，溢油量在0.1吨以下的，启动陆丰油田区域的溢油应急预案，溢油现场处置由各装置主要负责人根据公司的授权进行决策处置，现场应急机构为油气田应急执行小组。作业现场应及时将最新情况报告应急指挥中心，取得上级的各种支持。对溢油量在0.1吨以上，溢油现场立即报告分公司应急指挥中心，分公司应急指挥中心按分公司溢油应急计划启动应急指挥中心并直接决策处理。当发生特别重大或重大溢油事故时，要迅速上报，并根据生态环境部相关主管部门统一指挥，按照国家重大海上溢油应急处置预案进行相应的溢油应急处理。本项目的作业者将严格按照上述要求执行。

此外，根据《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的规定，溢油事故发生在敏感海域时，可适当调整响应级别。由于本项目处于敏感海域，当应急响应启动后，可根据事态发展调整响应级别，避免响应不足或响应过度。

(3) 溢油应急预案的制定

建设单位已根据《中华人民共和国海洋环境保护法》、《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》和《海洋石油勘探开发溢油应急计划编报和审批程序》，编制了溢油应急计划，见附件4。溢油应急计划基本内容包括环境资源状况、溢油与天然气泄漏风险分析、应急程序、事故处理方案和溢油应急能力等。现有应急计划适用于本次惠州海管更换项目。

发生溢油事故后无论大小，均必须按要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报。中海油三级应急管理框架见图7-1；深圳分公司溢油应急组织机构见图7-2；本

项目是依托惠州油田群和西江油田群开发，因此，本工程使用西江油田作业区和惠州油田作业区的溢油应急组织机构，见图 7-3 和图 7-4。

在通知深圳分公司应急办公室以前完成一下应急反应程序：

确保事发地人员安全；

任何人在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，并向上级汇报；

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的材料，在区域周围行成一个临时围栏以阻挡溢出的油扩散；尽量防止溢油入海。

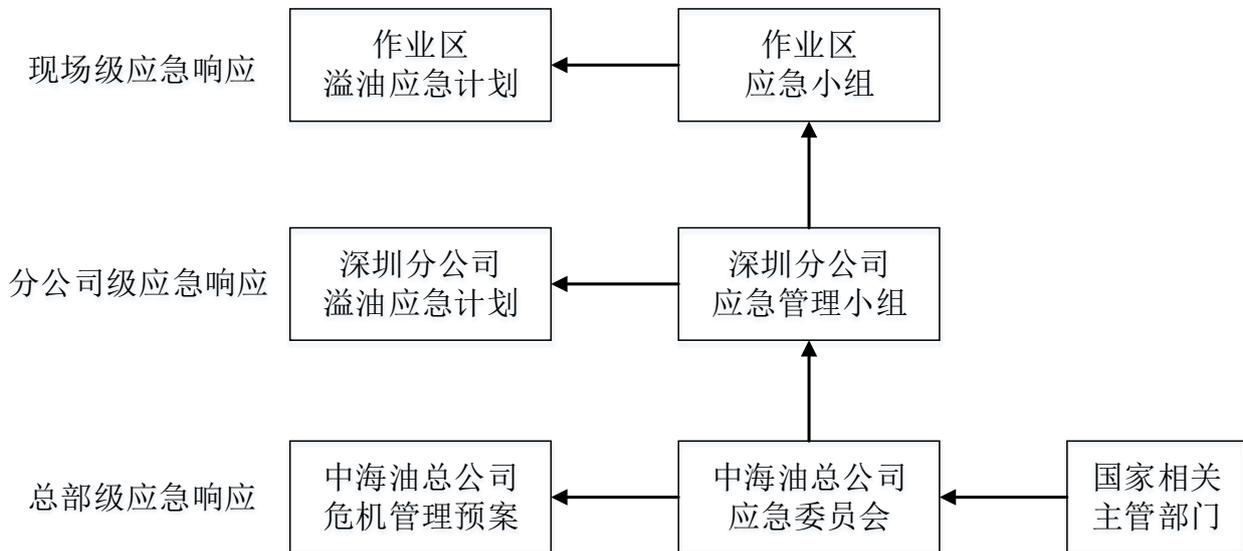


图 7-1 中海油三级应急管理架构

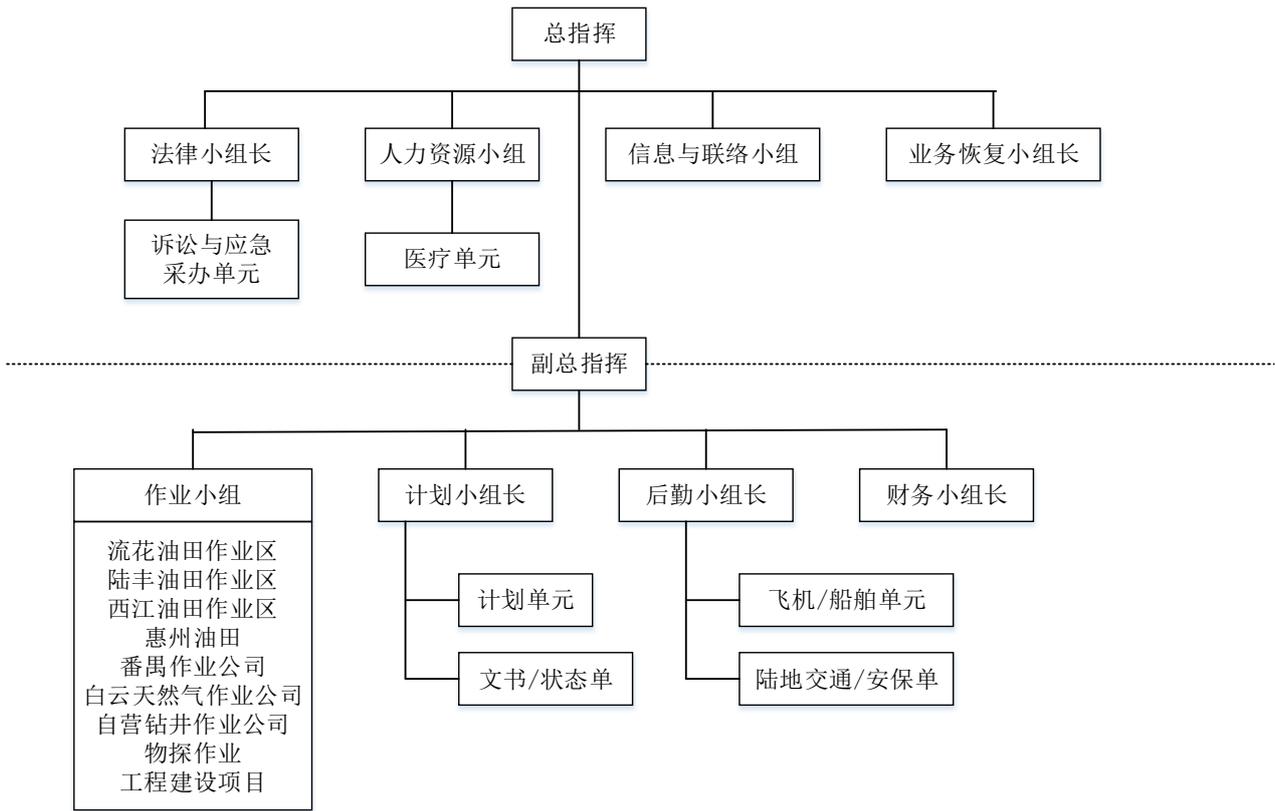


图 7-2 深圳分公司溢油应急组织机构

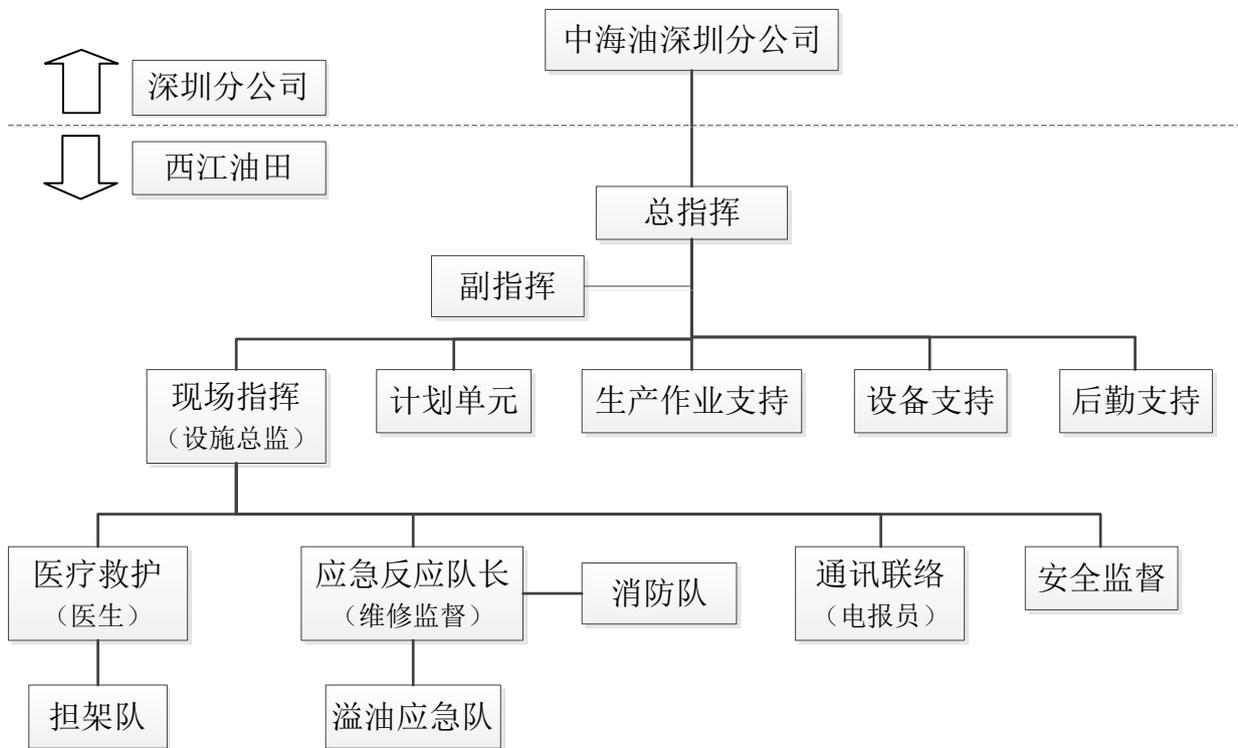


图 7-3 西江油田作业区溢油应急组织机构

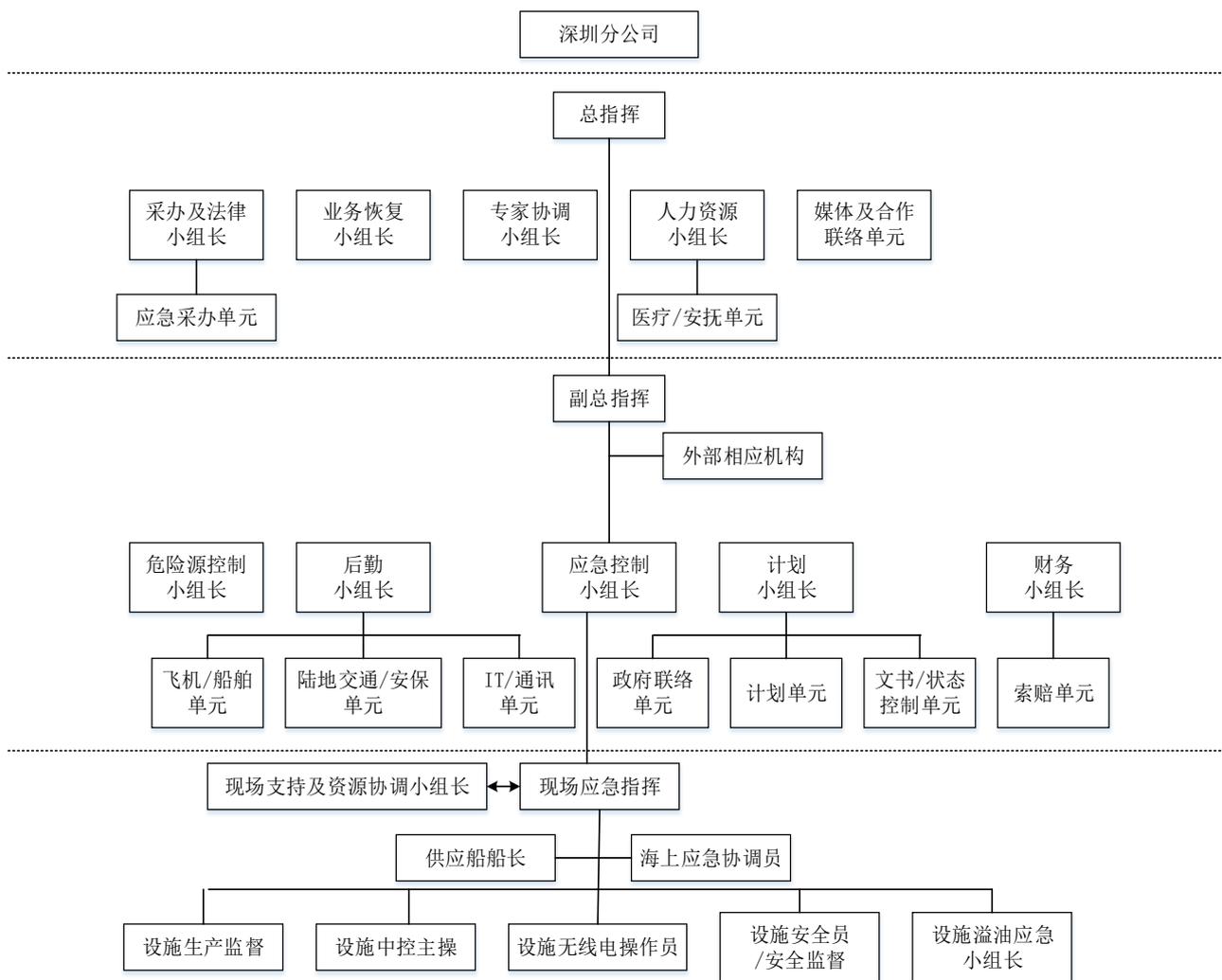


图 7-4 惠州油田作业区溢油应急组织机构

7.5.3 溢油应急响应

对应《国家海洋局海洋石油勘探开发溢油应急预案》的规定，确定应急响应级别，分为特别重大、重大、较大和一般四种类型，对应进行不同级别的应急响应。

7.5.4 海上溢油的处理措施

海洋溢油的治理分为以下三类：

物理法：使用围油栏将溢油围住，使用硬刷撇油器和一些吸油材料回收溢油；

化学法：主要包括燃烧法和使用消油剂、凝油剂等化学试剂来分散或凝集溢油，以便进一步回收；

生物法：主要是通过微生物的新陈代谢作用将油类降解，从而达到减少溢油污染的目的。

在制定溢油控制方案，选择海上溢油处理方法时，应考虑溢出的油品特性、环境因素、所需设备等。通常可选择的措施有围控和机械回收、燃烧溢油以及喷洒化学消油剂等。

7.5.5 区域应急能力分析

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。

(1) 油田自身溢油应急能力

建设单位按照有关规定的要求，配备与油田群开发规模相适应的溢油应急处理资源，包括围油栏、吸油毡、溢油分散剂、收油机等。西江油田作业区惠州油田作业区海上现场储存的应急资源分别见表 7-2 和表 7-3。

表 7-2 惠州油田溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	供围油栏和撇油器使用的动力装置	电动起动器和压缩机驱动的 18.5kw 柴油机	套	1	库房*
2	围油栏	400m 长“海洋 2000”型可膨胀式围油栏，宽 2m	个	1	库房*
3	围油栏	200m 长“QW-1500”型围油栏，宽 1.5m	个	1	库房*
4	撇油装置	撇油装置（60m ³ /h） 型号：Lamor Minimax 60	个	1	库房*
5	吸油毛毡		包	15	库房*
6	消油剂	200L/桶	桶	20	库房*
7	消油剂	200L/桶	桶	24	（NH211 船 4 桶，其它供给船 20 桶）
8	消油剂	200L/桶	桶	8	“南海发现”FPSO
9	吸油毡		箱	5	HZ26-1 平台
10	吸油毛毡		张	400	HZ21-1 平台
11	吸附垫		张	400	HZ21-1 平台
12	吸附条		个	24	HZ21-1 平台
13	吸附条		个	8	HZ21-1 平台
14	吸附枕		个	24	HZ21-1 平台
15	吸油毡		张	300	HZ32-3 平台
16	吸油毡		张	400	HZ32-2 平台
17	锹		把	3	HZ32-2 平台

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
18	橡胶刮板		个	5	HZ32-2 平台
19	溢油应急收集桶 55 加仑		个	2	HZ19-3 平台
20	吸油毡		张	400	HZ25-3 平台

表 7-3 西江油田溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	充气式围油栏	青岛光明/ WQJ2000	米	2×200	海洋石油 115FPSO
2	围油栏动力站	PK1650C	台	1	海洋石油 115FPSO
3	充吸气机	FGC	台	1	海洋石油 115FPSO
4	侧挂式收油机	劳模/ LCS-4C/收油能力: 64m ³ /h	套	1	海洋石油 115FPSO
5	刷式撇油器	劳模/ MINIMAX60/收油能力: 60m ³ /h	套	1	海洋石油 115FPSO
6	喷洒装置	青岛光明/ PSB100/喷洒速度: 100L/min	套	1	海洋石油 115FPSO
7	溢油分散剂	广州富肯/ 富肯-2	桶	10	海洋石油 115FPSO
8	浮式储油囊	青岛光明/ FN10/存储 10m ³	套	2	海洋石油 115FPSO
9	吸油毛毡		kg	200	海洋石油 115FPSO
10	收油网	青岛华海/ SW-WQJ2000	套	1	海洋石油 115FPSO
11	高温高压清洗机	青岛华海/ HDS1000DE	套	1	海洋石油 115FPSO

(2) 油田之外可借用的力量

一但发生溢油规模大于其自身应急处理能力的时候，根据《中海石油（中国）有限公司深圳分公司溢油应急计划》深圳分公司可统一安排人员、设备或其他资源。该级响应需由深圳分公司事故管理团队来统一指挥现场的溢油应急处置作业。深圳分公司其他作业区配置的溢油应急资源见表 7-4~表 7-7。

表 7-4 陆丰油田作业区溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	围油栏	(Petro Boom “OCB-36 RP/T”) 427m	套	1	海洋石油 121FSO
2	扫油网	(SW3 型) 3 套网, 20m 围油栏, 转动支架及动力装置, 固定式	套	1	海洋石油 121FSO
3	消油剂喷洒系统	(Petro Boom DSE/B/20D/6) 固定在船上 (可更换)	套	1	海洋石油 121FSO

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
		(电启动柴油机, 60gal/min)			
4	消油剂		桶	5	海洋石油121FSO
5	消油剂		桶	5	LF13-1平台
6	消油剂		桶	3	LF13-2 DPP平台
7	消油剂		桶	2	LF13-2 WHP平台
8	吸油毡		箱	5	LF13-2DPP平台
9	吸油毡		箱	3	LF13-1平台
10	吸油毡		箱	2	海洋石油121FSO
11	捞油网		张	5	LF13-1平台
12	捞油网		张	5	海洋石油121FSO
13	空气泵		套	2	海洋石油121FSO
14	充气式橡胶围油栏	WQJ2000	米	400	陆丰 7-2 平台
15	围油栏集装箱	WX4200	套	1	陆丰 7-2 平台
16	围油栏卷绕架	WJ2000	套	1	陆丰 7-2 平台
17	围油栏集装箱	WX3100	套	1	陆丰 7-2 平台
18	围油栏动力站	PK1648C	套	1	陆丰 7-2 平台
19	液压充吸气机	FJY 充吸器机	套	1	陆丰 7-2 平台
20	围油栏拖	WQJ2000-01	套	2	陆丰 7-2 平台
21	溢油分散剂	富肯-2 号	吨	4.5	陆丰 7-2 平台
22	吸油毛毡	PP-2	千克	200	陆丰 7-2 平台
23	撇油器	ZSPS30 转刷转盘收油机	套	1	陆丰 7-2 平台
24	微型溢油处理工具箱	SPC01-SKH-55	套	3	陆丰 7-2 平台

表 7-5 流花油田作业区溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	吸油毡	包 (100 片)	包	38	“南海胜利”FPSO
2	吸油长条袋	6英寸×10英尺	个	15	“南海胜利”FPSO
3	吸油长条袋	3英寸×10英尺	个	42	“南海胜利”FPSO
4	吸油长条袋	3英寸×5英尺	个	89	“南海胜利”FPSO
5	吸附剂 C	25 磅/袋	袋	50	“南海胜利”FPSO
6	吸油枕	54cmX42cmX8cm	个	35	“南海胜利”FPSO
7	气动泵	1-1/2 英寸, 泵出口带快速接头	台	4	“南海胜利”FPSO
8	空气软管	3/4 英寸×100 英尺, 带快速接头	个	6	“南海胜利”FPSO

9	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	18	“南海胜利”FPSO
10	去油污剂	生物可降解（55加仑/桶）	桶	4	“南海胜利”FPSO
11	消油剂	桶/（1.02吨）	桶	6	“南海胜利”FPSO
12	喷射器	1-1/2 英寸带吸入软管	台	3	“南海胜利”FPSO
13	取样器		个	2	“南海胜利”FPSO
14	应急空气管接头	个	个	1	“南海胜利”FPSO
15	吸油长条袋	条	条	10	“南海挑战”FPS
16	吸油毡	包（100 片）	包	12	“南海挑战”FPS
17	吸油长条袋	6英寸 x 10英尺	条	10	“南海挑战”FPS
18	吸附剂 C	25 磅/袋	袋	30	“南海挑战”FPS
19	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	“南海挑战”FPS
20	空气软管	3/4 英寸 x 100 英尺，带快速接头	根	2	“南海挑战”FPS
21	吸入/排放软管	1-1/2 英寸 x 25 英尺，带快速接头	根	10	“南海挑战”FPS
22	去油污剂	生物可降解（55加仑/桶）	桶	1	“南海挑战”FPS
23	消油剂	200升/桶	桶	10	“南海挑战”FPS
24	喷射器	1-1/2 英寸带吸入软管	台	3	“南海挑战”FPS

表 7-6 番禺作业公司溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	气胀式围油栏及动力设备	400m	套	1	中海油环保公司（惠州基地）
2	充气式围油栏及动力设备	200m 汉海 QW2000	套	1	中海油环保公司（惠州基地）
3	多功能撇油器*	汉海 HAF50	套	1	中海油环保公司（惠州基地）
4	储油囊		套	1	中海油环保公司（惠州基地）
5	富肯2号	溢油分散剂\富肯-2号\广州富肯环保科技有限公司\200L/桶	桶	8	陆地库房（料棚）
6	消油剂喷洒系统	长度为 10m 消油臂	臂/每船	2	南海220，南海219，
7	富肯2号	溢油分散剂\富肯-2号\广州富肯环保科技有限公司\200L/桶	桶	2	南海220，南海219，海洋石油673

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
8	吸油毡		箱	11	海洋石油111
9	围油臂	(6 in x 10 ft)		11	海洋石油111
10	气动泵		台	2	海洋石油111
11	清洗剂	(55gal)	桶	5	海洋石油111
12	消油剂	溢油分散剂\富肯-2号\广州富肯 环保科技有限公司\200L/桶	桶	6	海洋石油111
13	喷射器		只	2	海洋石油111
14	油拖网		套	1	西部油服 惠州码头库房
15	吸油棉(毡)		张	500	番禺4-2A平台
16	遮油布		平方米	20	番禺4-2A平台
17	吸油围栏		m	>200	番禺4-2A平台
18	吸油泵		台	1	番禺4-2A平台
19	吸油泵吸口管线	10m	条	1	番禺4-2A平台
20	吸油泵出口管	20m	条	2	番禺4-2A平台
21	吸油泵压缩空气管	30m	条	1	番禺4-2A平台
22	吸油泵		台	1	番禺4-2B平台
23	泵进口管线	10m	条	1	番禺4-2B平台
24	泵出口管线	20m (10m/条)	条	2	番禺4-2B平台
25	泵空气管气	30m	条	1	番禺4-2B平台
26	吸油毡		张	500	番禺4-2B平台
27	遮油布		平方米	20	番禺4-2B平台
28	吸油围栏		米	200	番禺4-2B平台
29	吸油棉		张	500	番禺5-1A平台
30	遮油布		平方米	20	番禺5-1A平台
31	围栏		米	>200	番禺5-1A平台
32	塑料小桶		只	10	番禺5-1A平台
33	吸油泵		台	2	番禺5-1A平台
34	吸油泵吸口管线	10m	条	1	番禺5-1A平台
35	吸油棉		张	500	番禺5-1B平台
36	围栏		米	>200	番禺5-1B平台
37	吸油泵		台	1	番禺5-1B平台
38	吸油泵吸口管线	10m	条	1	番禺5-1B平台
39	吸油泵出口管	20m	条	2	番禺5-1B平台
40	吸油泵压缩空气管	30m	条	1	番禺5-1B平台
41	吸油毛毡		片	200	番禺10-2平台

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
42	围栏		一箱		番禺10-2平台
43	吸油泵		台	1	番禺10-2平台
44	吸油泵吸口管线	10m	条	1	番禺10-2平台
46	吸油泵出口管	20m	条	1	番禺10-2平台
46	吸油泵压缩空气管	30m	条	1	番禺10-2平台

表 7-7 恩平油田作业区溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	充气式橡胶围油栏		米	200	海洋石油118
2	防爆动力站		套	1	海洋石油118
3	吸气机		套	1	海洋石油118
4	集装箱		套	2	海洋石油118
5	撇油器		套	1	海洋石油118
6	防爆动力站		套	1	海洋石油118
7	喷洒设备		套	1	海洋石油118
8	手持喷枪		个	2	海洋石油118
9	储油囊		套	4	海洋石油118
10	吸油毛毡		箱	2	海洋石油118
11	消油剂		桶	5	海洋石油118
12	气动隔膜泵		台	2	海洋石油118
13	隔膜泵用水管	含接头	根	4	海洋石油118
14	隔膜泵用气管	15m, 含接头	根	2	海洋石油118
15	吸油毡		箱	2	海洋石油118
16	吸油毡		包	2	恩平24-2平台
17	空气软管		根	1	恩平24-2平台
18	吸入/排放软管		根	1	恩平24-2平台
19	气动双膜片wilden泵		台	1	恩平24-2平台
20	小型溢油回收桶		桶	2	恩平24-2平台
21	气动隔膜泵		台	2	恩平18-1平台
22	吸油毡		张	300	恩平18-1平台
23	遮油布		平方	20	恩平18-1平台
24	塑料小桶		个	5	恩平18-1平台
25	防护面罩		个	5	恩平18-1平台
26	吸油泵进出口管线	10m/条	条	2	恩平18-1平台
27	吸油泵气动管线	20m	条	1	恩平18-1平台
28	吸油棉条		米	200	恩平18-1平台

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
29	吸油围栏			78	恩平23-1平台
30	遮油布			1	恩平23-1平台
31	吸油毡			3	恩平23-1平台
32	溢油回收桶			14	恩平23-1平台
33	溢油回收泵			2	恩平23-1平台

表 7-8 白云天然气作业公司溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	撇油器	MINIAMX12	套	1	珠海终端
2	动力站	LPP6HA	套	1	珠海终端
3	消油剂喷洒装置	PSB40	套	1	珠海终端
4	轻便储油罐	QG5	套	1	珠海终端
5	消油剂	富肯 2 号	吨	1	珠海终端
6	吸油毛毡	SPC-MXO1000	箱	15	珠海终端
7	吸油毡	SPC-HT555	箱	18	珠海终端
8	吸油毡	SPC-CH15P	箱	7	珠海终端
9	吸油毛毡	RFODPB250	箱	13	珠海终端
10	吸油毛毡	SXTH250-C	箱	15	珠海终端
11	围油栏	Φ20CM×2M	根	50	番禺 30-1 平台
12	吸油毡	80CM×50M×3MM	卷	3	番禺 30-1 平台
13	吸油毡	40CM×50M×3MM	卷	2	番禺 30-1 平台
14	吸油毡	40CM×50CM×3MM	片	100	番禺 30-1 平台
15	溢油用品桶	容量:60L,材质:高密度聚乙烯	个	4	番禺 30-1 平台
16	吸油枕	45CM×30CM	个	10	番禺 30-1 平台
17	吸油索	Φ8CM×120CM	条	18	番禺 30-1 平台
18	消油剂	富肯-2#, 200L/桶	桶	2	番禺 30-1 平台
19	盛消油剂桶	个	1		番禺 30-1 平台
20	气动隔膜泵	台	1		番禺 30-1 平台
21	气管线	条	1		番禺 30-1 平台
22	吸油管线	条	2		番禺 30-1 平台
23	撇油器	刷式撇油器 Z S-30	套	1	LW3-1 中心平台
24	撇油器动力站		套	1	LW3-1 中心平台
25	围油栏	QW1100	米	400	高栏终端
26	围油栏动力站	HPP30	套	1	高栏终端
27	消油剂喷洒设备	PSB140	套	1	LW3-1 中心平台
28	浮式储油囊	10 立方	套	1	LW3-1 中心平台

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
29	吸油毛毡	PP-2 (20KG/包)	包	50	LW3-1 中心平台
30	消油剂	富肯-2 号 (20KG/桶)	桶	50	LW3-1 中心平台
31	吸油毛毡	100 片/包	包	11	番禺 34-1 平台
32	消油剂	富肯 2 号 (20KG/桶)	桶	2	番禺 34-1 平台
33	转盘收油器	TYZS30,30m ³ /h	台	1	高栏终端
34	收油器动力站	FBDL-40	台	1	高栏终端
35	固体浮子式橡胶围油栏	WGJ-1100	米	520	高栏终端
36	防火式围油栏	WGT900	米	400	高栏终端
37	充气式橡胶围油栏	WQJ-1100	米	960	高栏终端
38	围油栏动力站	DL-30	台	2	高栏终端
39	充气机		台	1	高栏终端
40	消油剂喷洒装置	PSB40	台	1	高栏终端
41	消油剂喷洒装置	PS40	台	1	高栏终端
42	浮式储油囊	FN10	套	2	高栏终端
43	油拖网	4M3	套	2	高栏终端
44	轻便储油罐	10M3	套	1	高栏终端
45	消油剂	富肯 2 号	KG	2000	高栏终端
46	消油剂	富肯 5 号	KG	800	高栏终端
47	吸油毛毡	PP-2	KG	2000	高栏终端

(3) 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，当发生较大溢油事故时，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”环保船主要性能如下。

表 7-9 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	4×1520 Kw	1471kw×4 (8000 匹)
3	最大航速	15.41 kn	15.2kn
4	续航力		8000 海里
5	自持力		30 天
6	溢油回收能力	2×100 m ³ /h	2×100m ³ /h
7	溢油/测试井液舱/ 污水水回收舱容	852.2m ³	440m ³ +240 m ³ (3 号轻柴油舱可兼做回收舱)

序号	主要性能	海洋石油 258	海洋石油 256
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

(4) 直升飞机资源

中信海直直升飞机公司、南航珠海直升飞机公司在深圳设有飞行基地，一旦发生溢油，建设单位可动员两个直升飞机基地的飞机，参与溢油应急。应急时，机组人员的动员时间不超过 1 小时，飞机到达溢油事故现场不超过 2 小时。

(5) 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，中海环保接收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，针对恩平油田所在的海域溢油应急响应事件，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下表。

表 7-10 中海环保珠海基地溢油应急资源

序号	名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
1	围油栏	GFW1000 固体浮子式橡胶围油栏	米	100	珠海基地
2	围油栏	GWJ900 固体浮子式橡胶围油栏	米	240	珠海基地
3	消油剂喷洒装置	PSB40 消油剂喷洒装置	套	1	珠海基地
4	撇油系统	MiniMax12 撇油系统	套	1	珠海基地
5	收油机	ZSY5 收油机	套	1	珠海基地
6	冲气机	EB-415 背负式冲气机	套	1	珠海基地
7	储油囊	QG5 储油囊	套	1	珠海基地
8	储油囊	FN10 储油囊	套	1	珠海基地
9	消油剂		吨	1	珠海基地
10	吸油毛毡	P125-55 吸油毛毡	吨	0.45	珠海基地
11	吸油毛毡	PP-2 吸油毛毡	吨	0.5	珠海基地
12	吸油拖栏	XPL-Y-220 吸油拖栏	米	200	珠海基地

13	吸油拖拦	XTL-Y250 吸油拖拦	米	60	珠海基地
14	围油拖拦		米	96	珠海基地
15	吸油毯		卷	10	珠海基地
16	吸油垫	TM58 吸油垫	箱	10	珠海基地

表 7-11 中海环保惠州基地溢油应急资源

序号	设备/物资名称	规格/型号	数量	单位	存放地
1	堰式收油机	YSJ-30	1	套	惠州基地
2	齿型转盘式收油机	ZSC50	1	套	惠州基地
3	多功能收油机	LMS	1	套	惠州基地
4	Minimax12 收油机	MM12	2	套	惠州基地
5	真空收油机	ZK30	2	套	惠州基地
6	ALLIGATOR100 收油机	ALLIGATOR100	1	台	惠州基地
7	侧挂式收油机	lsc-4	2	台	惠州基地
8	多功能收油机	HAF60	1	台	惠州基地
9	多功能收油机	HAF12	1	台	惠州基地
10	HBSF30 收油机	HBSF30	1	台	惠州基地
11	槽式鼓轮收油机	100m ³ /h	1	台	惠州基地
12	消油剂喷洒装置	80L/min	5	套	惠州基地
13	消油剂喷洒装置	PSB80	1	台	惠州基地
14	消油剂喷洒装置		2	台	惠州基地
15	消油剂喷洒装置	RO-CLEAN	1	台	惠州基地
16	空中消油剂喷洒装置	TC-3	1	套	惠州基地
17	船用喷洒装置	HDSK40	2	台	惠州基地
18	PVC 围油栏	WGV-1100	2600	米	惠州基地
19	充气式橡胶围油栏	QW2000	400	米	惠州基地
20	充气式橡胶围油栏	QW1500	400	米	惠州基地
21	固体浮子式围油栏	GP900PVC	400	米	惠州基地
22	柱状固体 PVC 围油栏	HPFC900	40	套	惠州基地
23	充气式橡胶围油栏	HRA2000	8	套	惠州基地
24	沙滩围油栏	HPAW600	40	条	惠州基地
25	轻便储油罐	PVC 10m ³	7	个	惠州基地
26	轻便储油罐	QG9	1	台	惠州基地
27	轻便储油罐	QG5	1	台	惠州基地
28	储油罐	7m ³	2	台	惠州基地

序号	设备/物资名称	规格/型号	数量	单位	存放地
29	储油罐	钢制 7m ³	4	个	惠州基地
30	储油囊	FN15	2	台	惠州基地
31	聚氨酯储油囊	25m ³	4	套	惠州基地
32	聚氨酯储油囊	100m ³	2	套	惠州基地
33	聚氨酯储油囊	20m ³	1	套	惠州基地
34	输油泵	DOP250	1	台	惠州基地
35	输油泵	DOP160	1	台	惠州基地
36	充吸气机	HIS1000	2	台	惠州基地
37	充吸气机	HIS300DX3	2	套	惠州基地
38	HIS 系列充吸气机	HIS300DX3	2	套	惠州基地
39	100 充气机		2	台	惠州基地
40	SPC 吸油毛毡	ENV150 76cm×46m ;1 卷/ 袋	20	袋	惠州基地
		ENV150 38cm×46m; 2 卷/袋	0	袋	惠州基地
		片状, 200 片/箱	5	箱	惠州基地
41	国产毛毡	PP-2 型; 20KG/包	102	包	惠州基地
42	吸油毛毡	500×500mm	8	吨	惠州基地
43	SPC 吸油拖栏	HAZ124 长条袋状; 7.6cm×366cm 4 条/箱	2	箱	惠州基地
		OIL430 长条袋状	5	箱	惠州基地
		ENV810-C; 20cm×3m 4 条 12 米/包	40	包	惠州基地
44	国产吸油拖栏	200 型; 12 米/包	13	包	惠州基地
45	消油剂	富肯-2	4.5	吨	惠州基地
46	消油剂	富肯 2 号 20KG/桶 170KG/桶	100+36	桶	惠州基地
47	凯驰高压热水清洗机	HDS1000DE	2	台	惠州基地
48	凯驰高压冷水清洗机	HD6/15C	2	台	惠州基地
49	高压清洗机	HDS1000DE	2	台	惠州基地
50	B1100 皮带		10	个	惠州基地
51	B1150 皮带		10	个	惠州基地
52	B1200 皮带		10	个	惠州基地
53	B1450 皮带		10	个	惠州基地

序号	设备/物资名称	规格/型号	数量	单位	存放地
54	B1500 皮带		10	个	惠州基地
55	B1550 皮带		10	个	惠州基地
56	B1600 皮带		10	个	惠州基地
57	柴油泵		16	个	惠州基地
58	柴油机油门调适手柄		10	个	惠州基地
59	防火罩/60 型		10	个	惠州基地
60	柴油机摇把/常柴牌	S1100AZ 型	5	把	惠州基地
61	柴油机摇把/常柴牌	R185 型	2	把	惠州基地
62	柴油机摇把/常柴牌	R180 型	5	把	惠州基地
63	进水管底阀/4 寸/配不锈 钢喉码 5 个		10	个	惠州基地
64	进水管底阀/6 寸/配不锈 钢喉码 5 个		10	个	惠州基地
65	出水管 4 寸		15	个	惠州基地
66	出水管 6 寸		15	个	惠州基地
67	涡轮-蜗杆式固定消防水 炮	PS40W-1.6	6	个	惠州基地
68	地上式消防栓		4	个	惠州基地
69	抗溶性水成膜泡沫水剂 /3%抗海水		19.775	吨	惠州基地
70	6%抗溶水层膜泡沫剂 (淡水)		11	吨	惠州基地
71	二氧化碳灭火器胶管	5 公斤	90	个	惠州基地
72	二氧化碳灭火器胶管	7 公斤	75	EA	惠州基地
73	消防器材箱 SG	700*240*800	12	个	惠州基地
74	室外栓箱双开	690*440*800	30	EA	惠州基地
75	室外栓箱单开	700*300*820	30	EA	惠州基地
76	二氧化碳灭火器	7 公斤	226	瓶	惠州基地
77	二氧化碳灭火器	5 公斤	242	瓶	惠州基地
78	二氧化碳灭火器箱	5 公斤	13	箱	惠州基地
79	二氧化碳灭火器箱	7 公斤	86	箱	惠州基地
80	防撞调压地上消火栓	150/80-1.6	29	个	惠州基地
81	消防水炮	PS40\GB19156-2003	23	个	惠州基地
82	灭火器箱	Q235B7 公斤×2	1	个	惠州基地

序号	设备/物资名称	规格/型号	数量	单位	存放地
83	排水管		3	箱	惠州基地
84	应急沙袋	200 个/包	4600	个	惠州基地
85	室外栓箱双开	690*440*800	20	EA	惠州基地
86	室外栓箱单开	700*300*820	30	EA	惠州基地
87	柴油应急发电机	KDE6500E	1	台	惠州基地
88	移动式防爆应急灯	FW6101	2	台	惠州基地

注：以上物资存放于中海油惠州物流公司，中海油环保公司惠州基地内



图 7-5 深圳分公司溢油应急物资分布示意图

(6) 应急响应时间可行性分析

(a) 惠州油田

惠州油田距离 HZ32-5 DPP 平台约 15 公里，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从惠州油田出发以平均巡航速度 12 节（22.2 公里/小时）航行约 0.7 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 2.7 小时。

(b) 各作业区

西江油田距离 HZ32-5 DPP 平台约 64 公里，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从西江油田出发以平均巡航速度 12 节航行约 2.8 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 4.8 小时。

恩平油田距离 HZ32-5 DPP 平台约 166km，人员动员、装船时间为 2h，船舶以平均巡航速度 12 节的速度向溢油点前进，航行时间 7.5 小时到达，应急响应时间共为共 9.5 小时。

流花油田距离 HZ32-5 平台约 50km，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从流花油田出发以平均巡航速度 12 节航行约 2.2 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 4.2 小时。

番禺油田距离 HZ32-5 DPP 平台约 70km，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从番禺油田出发以平均巡航速度 12 节航行约 3.1 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 5.1 小时。

陆丰油田距离 HZ32-5 DPP 平台约 99km，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从陆丰油田出发以平均巡航速度 12 节航行约 4.5 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 6.5 小时。

白云天然气作业公司距离 HZ32-5 DPP 平台约 108km，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从白云气田出发以平均巡航速度 12 节航行约 4.9 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 6.9 小时。

各油田作业区应急资源到达惠州油田群的时间参考表 7-12。

表 7-12 应急资源调动时间表

序号	应急资源分布点	距惠州油田距离 (km)	抵达时间 (hr)	准备时间 (hr)	响应时间
1	恩平油田作业区	166	7.5	2	9.5
2	西江油田作业区	64	2.8	2	4.8
3	陆丰油田作业区	99	4.5	2	6.5
4	番禺油田作业区	70	3.1	2	5.1
5	流花油田作业区	50	2.2	2	4.2
6	白云天然气作业公司	108	4.9	2	6.9

(c) 惠州基地和珠海基地

珠海基地距离 HZ32-5 DPP 平台约 219 公里，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从珠海基地出发以平均巡航速度 12 节航行约 9.9 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 11.9 小时。

惠州基地距离 HZ32-5 DPP 平台约 180 公里，溢油应急设备动员时间约 2 小时，应急船舶从惠州基地出发以平均巡航速度 12 节航行约 8.1 小时到达溢油事故现场，应急响应时间约为 10.1 小时。

表 7-13 溢油应急设备到溢油应急现场时间一览表

卫星基地	与油田距离 (km)	动员时间 (h)	船舶航行时间 (h)	响应时间 (h)
珠海基地	219	2	9.9	11.9
惠州基地	180	2	8.1	10.1

注：上表所有计算均以直线航行距离为计算基础，船舶航行速度为平均巡航速度 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到达指定地点进行海面溢油的围控和回收作业。

(d) 环保船“海洋石油 256、258”

海上现场作业的环保船可以在 2 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。

(e) 小结

根据环境风险预测结果，在最大风作用下，油膜最快需 43h 抵达沿岸的敏感目标（担杆列岛海洋保护区），深圳分公司可协调溢油应急设备在 2.7~11.9 小时内到达溢油现场，可以满足在油膜抵达沿岸的敏感目标前对其拦截。因此，在海况允许的情况下，恩平油田及深圳分公司内部可协调溢油应急设备满足应急响应需要。

(7) 区域应急能力估算与分析

由于目前尚未发布油田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、在部分参照《船舶溢油应急能力评估导则》(JT/T 877-2013)的基础上进行溢油应急能力的估算。

• 围控与防控能力

围油栏对溢油的围控、导流和防范作用，要通过适当的布放形式来实现。在开阔水域布放围油栏，主要采用两船拖带和三船拖带方式，具体还要根据实际情况而定，U 形拖带由三艘船来完成。拖带时，在前面两艘拖带船同时并进的同时，第三艘船舶则应根据两艘拖船行进的速度，始终处于 U 形的底部外侧，利用撇油器对 U 形底部聚集的油膜进行回收作业。此时，围油栏长度与油膜面积存在如下关系：

$$V = L^2 \div (2 \times \pi) \times d \times (1 - \phi)$$

式中，

V——油膜体积，m³；

L——围油栏长度，m；

π ——圆周率，无量纲。

d ——油膜厚度，单位毫 m (mm)，取 5mm

φ ——富余量，取 20%

油膜厚度取 5mm，则 400m 围油栏可以围控的溢油量约为 102m³。

• 机械回收能力

机械回收能力按下式进行：

$$E=V\div(\alpha\times h)$$

式中： E ——收油机回收速率，单位为立方 m 每小时 (m³/h)；

V ——总溢油量，单位为方 (m³)；

α ——回收油量占回收液体总量的比例 (%)，20%-80%，取 20%；

h ——回收工作时间，单位为小时 (h)，取 12h；

本项目溢油量 100 m³，计算需收油机回收速率为 41.6m³/h。

• 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，则本项目临时能力应至少为 500m³。

(a) 区域应急能力估算与分析

根据响应时间分析，恩平油田和环保船的溢油应急物资可以在 10 小时内到达，深圳分公司的溢油应急物质可以在 11.9 小时内到达溢油现场。

围油栏：惠州油田内部约 600m，其他各作业区约 4807m，珠海基地和惠州基地共 4228m，深圳分公司内部应急资源合计超过 9635m。

机械回收能力：恩平油田内部溢油回收能力为 60 m³/h；其他各作业区溢油回收能力为 402 m³/h，珠海基地和惠州基地溢油回收能力共 441m³/h，2 艘环保船的回收能力为 400 m³/h；深圳分公司内部溢油回收能力共计 1303 m³/h。

临时储油能力：2 艘环保船的环保船的储罐舱容共计 1532.2m³；其他各作业区临时储油能力为 60.4 m³，珠海基地和惠州基地储油能力为 99 m³，深圳分公司内部储油能力为 1691.6m³。

表 7-14 区域溢油应急能力估算

序号	溢油规模	溢油应急能力估算		惠州油田群内部溢油应急资源	深圳分公司内部应急资源				合计	是否满足需要
					其他各作业区	珠海基地	惠州基地	环保船		
1	100 m ³	围油栏 (m)	400	600	4807	340	3888	/	9635	满足
2		机械回收能力 (m ³ /h)	41.6	60	402	17	424	400	1213	
3		临时储存能力 (m ³)	500	/	60.4	15	84	1532.2	1691.6	

根据上表，在海况允许的情况下，惠州油田及深圳分公司周边可协调溢油应急设备可以满足本项目在合理时间内对一般溢油事故（0.1t 至 100t）做出适当的反应。

对较大及以上级别的溢油事故，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，当发生大型溢油事故时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事故时，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事故时的应急需要。

综上所述，惠州油田及深圳分公司周边可协调溢油应急设备基本可以保证在合理的时间对一般性溢油事故做出适当的反应，对于较大以上级别的溢油事故，可以借助区域性溢油应急联合组织其他成员的设备进行应急处理，能够满足项目在建设阶段和生产阶段中对溢油应急防范和处理的要求。

7.6 海洋生态建设方案

7.6.1 与规划等顶层设计的符合性

根据海洋功能区划相关符合性分析，本项目用海符合《全国海洋功能区划》（2011~2020年），同时和《全国海洋主体功能区规划》不冲突，本项目在《广东省海洋功能区划（2011~2020）》范围之外，与《广东省海洋主体功能区规划》的管理要求相协调，不涉及生态红线。

7.6.2 产业政策符合性

《产业结构调整指导目录》（2019年本）是国家产业政策的组成部分，是产业形成和发展的指导性文件，目录中明确指出石油天然气以及新能源等产业为国家鼓励类产业。本次海管更换项目是典型的油气开采项目，属于政策鼓励性投资项目，符合国家产业政策。

7.6.3 污染物源头控制

本次海管更换项目施工阶段不挖沟埋设，海管直接至于海底，不会掀起海底地质；产生的船舶含油污水生活污水处理合格达标排海；生活垃圾中食物残渣经粉碎后排海，其它生活垃圾和生产垃圾全部送回岸上交给有资质单位处理；原海管的清洗废水进入生产流程，最终去往 HZ32-5 DPP 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生产水（含油量 $\leq 45\text{mg/L}$ ）达标排海。在正常生产运营期间，生产物流在海底管道内均为密闭式输送，没有污染物排放，仅有少量牺牲阳极释放海水中。

7.6.4 溢油防范与应急

建设单位中海石油(中国)有限公司深圳分公司针对本项目陆丰油田区域工程制定了详细的溢油应急计划并获得主管部门的批准。工程在设计阶段、建设阶段以及生产阶段均制定并严格实施溢油事故防范措施，力争最大限度杜绝溢油事故的发生，防范对海洋环境的污染。

本项目位于蓝圆鲈产卵场、鲐鱼产卵场、深水金线鱼产卵场、黄鲷产卵场和短尾大眼鲷产卵场内，距离长尾大眼鲷产卵场约 7.9km，距金线鱼产卵场约 19.6km；其它环境敏感目标距离本项目均在 30km 以外。若发生事故性溢油，将会对本海域的环境敏感目标产生影响。因此，建设单位必须具备控制溢油的有效应对手段和措施。一旦溢油事故发生，应及时向相关主管部门通报情况，并采取相应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，则应按照《海洋石油勘探开发化学消油剂使用规定》的要求使用。

7.6.5 海洋生态影响及损害

本项目在建设阶段的生活污水、生活垃圾产生量较少，生活垃圾中食物残渣经粉碎后排海，其它生活垃圾和生产垃圾全部送回岸上交给有资质单位处理，生活污水通过生活污水处理装置处理达标后排放，原海管的清洗废水进入生产流程，最终去往 HZ32-5 DPP 平台生产水处理系统统一处理，处理合格的生产水（含油量 $\leq 45\text{mg/L}$ ）达标排海，对海域水质影响很小；项目在生产阶段海管牺牲阳极重金属释放会对海洋环境产生一定影响，但海底管道在 20 年后周围沉积物中锌含量最大为 54.76×10^{-6} ，小于海洋沉积物质量标准的第一类标准值 150×10^{-6} 。因此，海底管道防腐采用的牺牲阳极的重金属锌影响在可控范围之内，影响轻微。本工程建设单位对设备设施实行完整性管理，建立了设备完整性管理体系，实行全生命周期的油田设备设施管理；同时每年都安排时间，对各系统设备设施进行停产检修，确保设备设施处于良好状态，避免非正常工况的发生。且建设单位制定了严格的环境保护和管理制度，并设专人、专岗进行监督和管理。

本项目生产运营阶段跟踪监测纳入油田现有环境监测计划中，定期监测各设施外排污染物的排放浓度；此外，依托现有跟踪监测计划，定期对工程所在海域的海水水质、沉积物、海洋生物生态（包括叶绿素 a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量）进行跟踪监测，使海洋生物资源和海洋生态环境得到尽快恢复和可持续利用。此外，如果发生事故性溢油，其危害性将是严重的，将会对附近海域敏感目标产生影响。因此，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，应及时向水产主管部门通报情况，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，应事先与相关部门协商。

8 环境影响评价结论

8.1 产业政策符合性

本次海管更换项目属于海洋油气勘探开采项目的附属工程，属于《产业结构调整指导目录》（2019 年本）中国家产业政策中的鼓励类“石油、天然气勘探及开采”，其建设符合国家产业政策。

8.2 海洋功能区划符合性

根据海洋功能区划相关符合性分析，本次海管更换项目用海符合《全国海洋主体功能区规划》和《全国海洋功能区划》（2011~2020 年）要求，本项目在《广东省海洋功能区划（2011~2020）》范围之外，与《广东省海洋主体功能区规划》的管理要求相协调，不涉及生态红线。

8.3 环境可行性

本次海管更换项目对海洋环境产生的影响主要是在建设阶段，但产生的污染物种类较少，影响是有限的，且短期可恢复的；正常生产阶段基本无污染。本工程从工艺设计和施工方案上采取了一系列污染治理、环境保护措施，拟采用的污染防治方案可行，污染物达标排放后对周围环境的影响范围和程度较小。因此，只要在项目施工和生产期间，切实落实本环境影响报告表提出的各项污染防治措施的情况下，本项目建设可行。

8.4 环境保护对策建议

（1）在海管铺设阶段，为了进一步提高污染防治效果，减缓工程对周围环境的影响范围和程度，应当尽量缩短施工作业周期；且作业船舶均应配备有效的油水分离设备，使外排的船舶含油污水达标排放。

（2）海底管道运行期间，设置海图标记，划定保护界限，由值班船不定期地进行局部检查和定期进行全面检查，防止渔船拖网或过往的各种船只因抛锚等损伤管道，及早发现隐患，及时处理，防止事故发生。

