

建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称：荔湾 3-1 气田调整开发项目

建设单位：中海石油深海开发有限公司

哈斯基石油中国有限公司

编制日期：2023 年 12 月

编制单位和编制人员情况表

项目编号	4692b2		
建设项目名称	荔湾3-1气田调整开发项目		
建设项目类别	54--150海洋矿产资源勘探开发及其附属工程		
环境影响评价文件类型	报告表		
一、建设单位情况			
单位名称 (盖章)	中海石油深海开发有限公司		
统一社会信用代码	91440400551686504E		
法定代表人 (签章)	齐美胜		
主要负责人 (签字)	齐美胜		
直接负责的主管人员 (签字)	张美望		
单位名称 (盖章)	哈斯基石油中国有限公司		
统一社会信用代码	91440300X26002370P		
法定代表人 (签章)	Tracy Lee Mosness		
主要负责人 (签字)	张长智		
直接负责的主管人员 (签字)	李兵团 崔磊		
二、编制单位情况			
单位名称 (盖章)	中海油研究总院有限责任公司		
统一社会信用代码	911100007109260782		
三、编制人员情况			
1. 编制主持人			
姓名	职业资格证书管理号	信用编号	签字
胡琴	2015035110350000003512110613	BH018761	胡琴
2. 主要编制人员			

姓名	主要编写内容	信用编号	签字
胡琴	生态环境现状、保护目标及评价标准、生态环境影响分析	BH018761	胡琴
尹晓娜	生态环境保护措施、生态环境保护措施监督检查清单、附表、附图	BH023443	尹晓娜
郭静	环境风险专项评价	BH023440	郭静
李海平	建设项目基本情况、建设内容、结论	BH023452	李海平

一、建设项目基本情况

建设项目名称	荔湾 3-1 气田调整开发项目		
项目代码	无		
建设单位联系人	吴雷/崔磊/李兵团	联系方式	0755-26022694/23536493/ 23536849
建设地点	中国南海珠江口盆地 29/26 合作区块		
地理坐标	荔湾 3-1 中心平台 (LW3-1 CEP) : ██████████ PLEM (中心管汇) : ██████████		
建设项目行业类别	五十四、海洋工程 150 海洋矿产资源勘探开发 及其附属工程	用地 (用海) 面积 (m ²) / 长度 (km)	在既有海域使用范围内 新铺设海底电缆、 脐带缆, 新增水下压缩机, 无新增用海面积。
建设性质	<input type="checkbox"/> 新建 (迁建) <input type="checkbox"/> 改建 <input checked="" type="checkbox"/> 扩建 <input type="checkbox"/> 技术改造	建设项目 申报情形	<input checked="" type="checkbox"/> 首次申报项目 <input type="checkbox"/> 不予批准后再次申报项目 <input type="checkbox"/> 超五年重新审核项目 <input type="checkbox"/> 重大变动重新报批项目
项目审批 (核准/ 备案) 部门 (选填)	/	项目审批 (核准/ 备案) 文号 (选填)	/
总投资 (万元)	██████████	环保投资 (万元)	██████████
环保投资占比 (%)	██████████	施工工期	5 年
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是: _____		
专项评价 设置情况	根据《建设项目环境影响报告表编制技术指南 (生态影响类) (试行)》“表 1 专项评价设置原则表”的涉及项目类别, 本项目属于石油和天然气开采工程, 设置“环境风险”专项评价。		
规划情况	无		
规划环境影响 评价情况	无		
规划及规划环境 影响评价符合性 分析	无		

其他符合性分析	<p style="text-align: center;">(一) 项目由来</p> <p>荔湾 3-1 气田群位于中国南海珠江口盆地白云凹陷内，距香港东南部 [REDACTED]</p> <p>荔湾 3-1 气田于 2014 年 4 月投产，产气量于 2021 年达到最高峰。随着地层压力的下降，自 2022 年开始，气田产量将逐步下降，为了保证销售合同气量，需要在 2027 年 1 月采取稳产措施，以进一步提高气田采收率。</p> <p>荔湾 3-1 气田调整开发项目推荐工程方案采用水下增压+平台增压组合方案，即 2027 年 1 月平台增压投入使用，从 2028 年开始在平台增压继续使用的基础上水下增压也投入使用。</p> <p>已建 LW3-1 CEP 平台新增 1 台段塞流捕集器，段塞流捕集器气相出口新增 3 台预增压湿气压缩机，液相出口改造凝析油增压泵。气相和液相经增压后按照原工艺流程处理后输往高栏终端销售。</p> <p>在中心管汇南侧新建 1 套水下压缩机组，新建 1 条电缆和 1 条脐带缆（LW3-1 CEP 平台→水下压缩机组，长度均为 [REDACTED]）。同时配置 1 台水下变压器，为水下压缩机组供电。增压物流经过中心管汇输送至 LW3-1 CEP 平台进行处理。LW3-1 CEP 平台上主要新增水下压缩机供电及控制系统、燃气透平发电机组，并改造现有控制系统、供电系统。</p> <p>本项目为海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，根据《建设项目环境保护分类管理名录》（2021 年版）中规定，需编制环境影响报告表。受建设单位中海石油深海开发有限公司、哈斯基石油中国有限公司委托，由中海油研究总院有限责任公司承担并完成荔湾 3-1 气田调整开发项目的环境影响评价工作。</p> <p style="text-align: center;">(二) 与相关规划符合性分析</p> <p>(1) 与产业政策的符合性分析</p> <p>本项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)》（2021 年修改）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。</p> <p>(2) 与《全国海洋功能区划》的符合性分析</p> <p>根据《全国海洋功能区划》（2011~2020 年），荔湾 3-1 气田位于珠江口盆地油气资源勘探开发区，区域主要功能为矿产与能源开发、渔业、海洋保护，区域重点加强珠江口盆地油气资源勘探开发，</p>
---------	---

	<p>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。</p> <p>油气区海洋环境保护要求为：水质执行不劣于现状海水水质标准；沉积物执行不劣于现状海洋沉积物质量标准；海洋生物质量执行不劣于现状海洋生物质量标准；在生态环境方面，应减少对海洋水动力环境产生影响，防止海岛、岸滩及海底地形地貌发生改变，不对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。</p> <p>本项目新铺设电缆、脐带缆不挖沟埋设，海上施工期生活垃圾中的食品废弃物经粉碎后排海，其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地处理；船舶机舱含油污水、生活污水经处理后达标排海。施工期污染物排放对海洋环境影响较小，且属于短期、可恢复性影响。生产阶段含油生产水、生活污水经处理后达标排海，对排放口周围海域海水水质产生局部轻微影响，不会对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生不利影响。</p> <p>本项目所在海域的主导功能为矿产与能源开发，项目工程建设用海符合全国海洋功能区划在本海域的功能定位。</p> <p>(3) 与《广东省海洋功能区划》的协调性分析</p> <p>本项目位于广东省海洋功能区划范围之外，且距离广东省海洋功能区较远（100km 以上），正常施工期和运营期均不会对广东省海洋功能区产生不利影响，与《广东省海洋功能区划（2011~2020）》要求不冲突。</p> <p>(4) 与《全国海洋主体功能区规划》的符合性分析</p> <p>根据《全国海洋主体功能区规划》（2015 年 8 月），荔湾 3-1 气田所处海域属于专属经济区和大陆架及其他管辖海域，该海域划分为重点开发区域和限制开发区域。海洋工程和资源开发区（包括海洋能源、矿产资源勘探开发利用等）属于规划中的重点开发区域。</p> <p>本项目的建设符合《全国海洋主体功能区规划》对该海域的规划要求相协调，符合全国海洋主体功能区规划要求。</p> <p>(5) 与《广东省海洋主体功能区规划》的符合性分析</p> <p>本项目位于广东省海洋主体功能区规划范围之外，且距离各海洋主体功能区较远（100km 以上），施工期和运营期均不会对广东省海洋主体功能区产生不利影响，工程建设与《广东省海洋主体功能区规划》的管理要求不冲突。</p>
--	---

(6) 与《广东省海洋生态红线》的协调性分析

根据《广东省海洋生态红线》，本项目距各生态红线区的距离较远（100km 以上），项目施工建设和正常生产过程中不会对周边的海洋生态红线区产生不利影响，项目建设用海与《广东省海洋生态红线》的相关要求不冲突。

(7) “三线一单”符合性分析

本项目位于广东省“三线一单”管控区域之外，项目建设用海与“三线一单”的相关要求不冲突。

(8) 与《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》符合性分析

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》（2021 年 3 月）提出“十四五期间，实施能源资源安全战略，坚持立足国内、补齐短板、多元保障、强化储备，完善产供储销体系，增强能源持续稳定供应和风险管控能力，实现煤炭供应安全兜底、油气核心需求依靠自保、电力供应稳定可靠。夯实国内产量基础，保持原油和天然气稳产增产，做好煤制油气战略基地规划布局和管控。扩大油气储备规模，健全政府储备和企业社会责任储备有机结合、互为补充的油气储备体系；有序放开油气勘探开发市场准入，加快深海、深层和非常规油气资源利用，推动油气增储上产”。

本项目属于海洋油气勘探开发项目，促进推动油气增储上产，符合《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》要求。

(9) 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析

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

本项目距离周边海洋保护区等敏感目标均较远，在海上施工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，不会影响海洋保护区内的海洋环境质量，不会对海洋生物多样性造成影响。荔湾 3-1 气田群已制定详细的污染事故应急预案，做到事前防范，形成严格的风险防范体系。因此，本项目建设符合《“十四五”海洋

	<p>生态环境保护规划》要求。</p> <p>(10) 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》</p> <p>《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》提出：“提升海洋油气勘探开采能力，建设大型海洋油气资源开发基地，加快建设国家海上油气战略接续区，加强南海北部海上石油基地开发，建设湛江雷州乌石 17-2 油田群开发项目，加大珠江口盆地番禺-流花、白云、荔湾凹陷海上常规天然气勘探开发力度，加快天然气水合物商业化开采进程，支持潮汐能、波浪能、海流能、海洋生物质能、海水制氢等示范工程建设，加快资源普查和实验性基地建设。”</p> <p>本项目属于海洋油气资源勘探开发项目，符合《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》要求。</p>
--	---

二、建设内容

荔湾3-1气田群位于中国南海珠江口盆地白云凹陷内，距香港东南部■■■■■。目前共包括荔湾3-1、流花34-2、流花29-1及流花29-2四个气田生产开发，其中荔湾3-1、流花34-2和流花29-1气田位于珠江口盆地合作区29/26区块（■■■■■），荔湾3-1气田水深范围在■■■■■。荔湾3-1气田群地理位置见图2-1，工程开发方案示意图2-2。

地理
位置

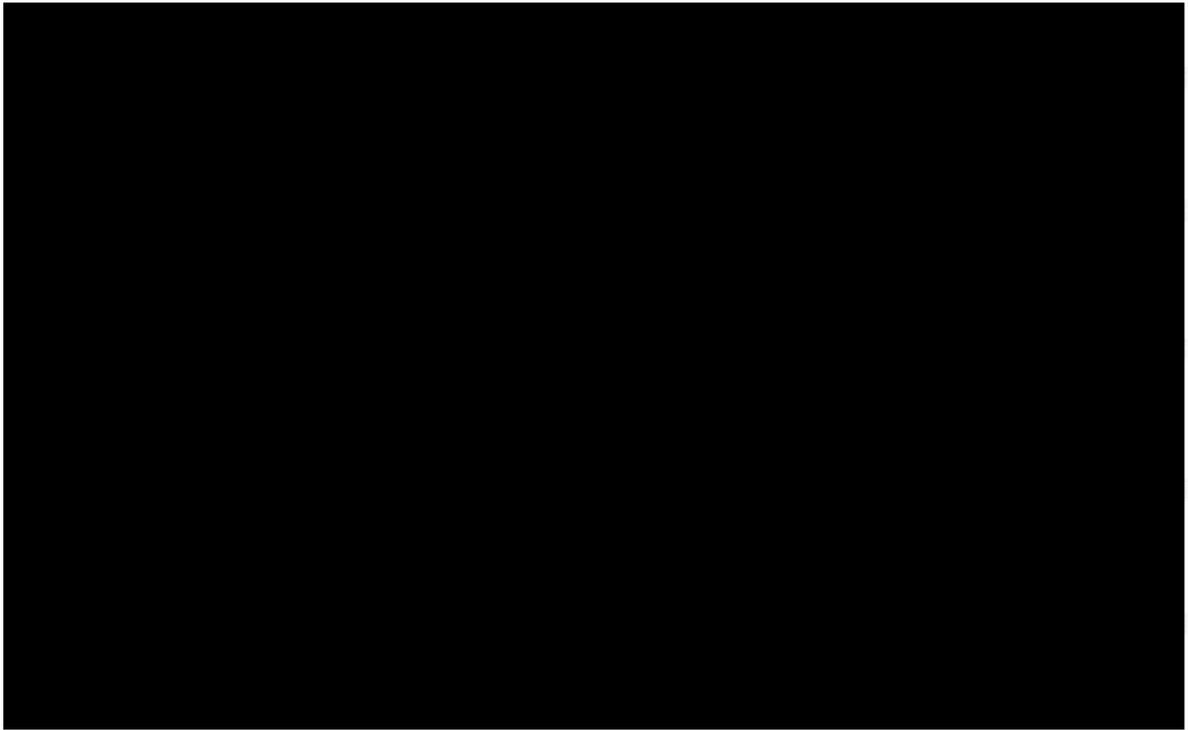


图 2-1 工程地理位置示意图

荔湾 3-1 气田调整开发项目采用水下增压+平台增压组合方案，即 2027 年 1 月平台增压投入使用，从 2028 年开始在平台增压继续使用的基础上水下增压也投入使用。

平台增压：LW3-1 CEP 平台新增 1 台段塞流捕集器，段塞流捕集器气相出口新增 3 台预增压湿气压缩机，液相出口改造凝析油增压泵。气相和液相经增压后按照原工艺流程处理后输往高栏终端销售。

水下增压：在中心管汇南侧新建 1 套水下压缩机站，新建 1 条电缆和 1 条脐带缆（长度均为■■■■■）。同时配置 1 台水下变压器，为水下压缩机站供电。增压物流经过中心管汇输送至 LW3-1 CEP 平台进行处理。LW3-1 CEP 平台上主要新增水下压缩机供电及控制系统、燃气透平发电机组，并改造现有控制系统、供电系统。

(一) 现有工程概况

荔湾3-1气田开发工程主要由深水部分、浅水部分以及陆上终端处理厂/码头三部分组成。深水部分包括水下生产系统、水下管汇、气田内部管线、以及深水区至浅水平台海底管线（长度约为██████）。浅水部分包括浅水平台（LW3-1 CEP）、浅水平台至终端处理厂海底管线（长度约为██████）；终端气体处理厂位于珠海市高栏港经济开发区南端，天然气与凝析油在陆上终端经工艺处理后（气/液分离、天然气脱水、干燥处理等），合格天然气经加压、外输计量，进入外输管网（广东省天然气管网），供终端用户使用；液态产品包括凝析油、稳定轻烃、丙烷、丁烷和液化石油气（LPG）等，装车或装船外运。

LW3-1 CEP平台为一座能提供天然气处理、天然气增压、深水气田生产支持和生活动力等设施的综合平台，其处理规模本着统一规划、分期实施的原则进行设计和建设。其中，I期设计天然气处理能力为██████亿方/年，并预留II期处理能力（██████亿方/年）的设施平台空间。I期设计增压能力为（██████亿方/年，II期设计增压能力为（██████）亿方/年。

浅水段海底管道长度约██████，设计输气能力██████亿方/年。终端天然气处理厂I期设计处理能力为██████亿方/年，II期设计处理能力为██████亿方/年，远期设计处理能力为██████亿方/年。

项目组成及规模

表 2-1a 开发工程主要工程设施（荔湾 3-1 气田）

水下生产/回接系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 2条██████海管，长度约为██████（水下管汇→中心平台） ● 1条██████乙二醇管线，长度约为██████（中心平台→水下管汇） ● 3座水下管汇（位于荔湾 3-1 气田中央） ● 4条气田内部管线，总长度约为██████（水下管汇→东/西管汇） ● 9条连接井口与管汇的支管线/跨接线，总长度约为██████ ● 脐带缆 ● 9口水下生产井
中心平台	1座综合平台（LW3-1 CEP）
外输海管	1条██████海管，长度约为██████（中心平台→高栏岛终端）
终端处理厂	1座高栏岛终端天然气处理厂
码头	1座外输码头

*注：荔湾3-1气田于2014年4月投产

表 2-1b 主要工程设施（流花 34-2 气田）

水下生产/ 回接系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 条 生产管线，长度约为 ● 1 条 乙二醇管线，长度约为 ● 1 条脐带缆，长度约为 ● 1 口水下生产井 ● 卧式采油树 ● 流花 34-2 气田于 2014 年 12 月投产
---------------	--

表 2-1c 主要工程设施（流花 29-1 气田）

水下生产/ 回接系统	<ul style="list-style-type: none"> ● 1 条 生产管线，长度约为 (流花 29-1 水下生产管汇→LH34-2 PLET) ● 1 条 乙二醇管线，长度约为 ● 1 条脐带缆，长度约为 ● 7 口水下生产井（卧式采油树） ● 1 个水下生产管汇（8 槽口） ● 7 条连接井口与管汇的支管线/跨接线，总长度约为 ● LH29-1 气田于 2020 年 11 月投产
---------------	---

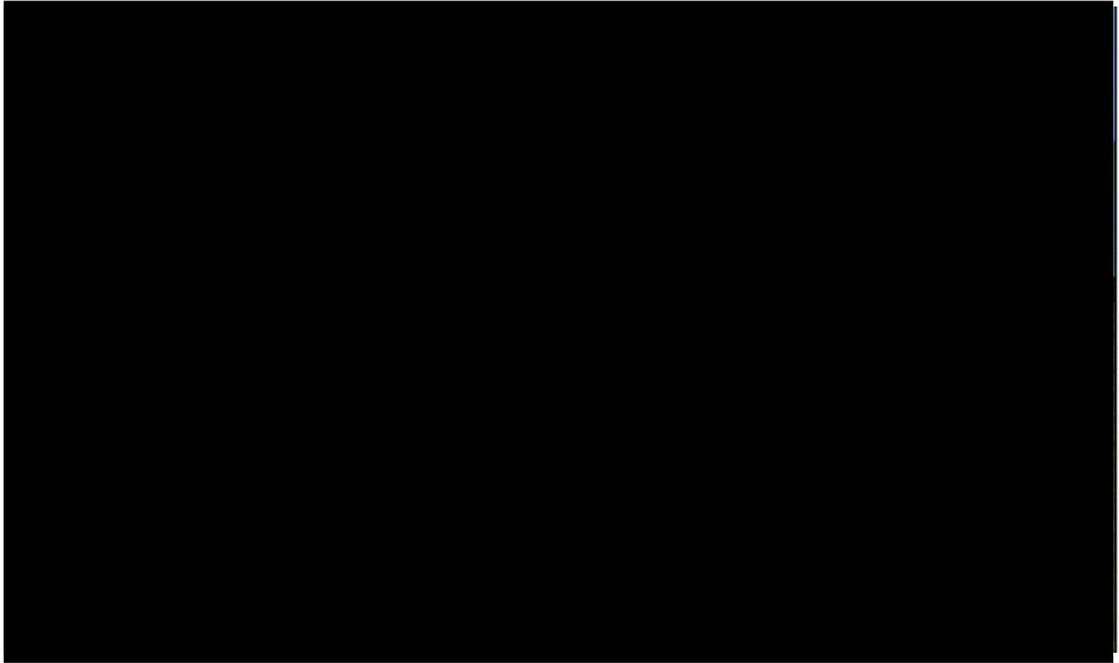


图 2-2 荔湾 3-1 气田群开发方案示意图

1.1 涉及的主要工程设施

荔湾3-1气田开发工程主要工程设施描述见表2-2。

表 2-2 主要工程设施描述（荔湾 3-1 气田）

水下生产/回接系统	<ul style="list-style-type: none"> * 9口水下生产井：位于██████████水深处，采用常规水平水下采油树； * 水下管汇：包括东西管汇以及1个PLEM（管线终端管汇）；东侧管汇汇集来自6口生产井的产出物流，西侧管汇汇集来自4口生产井的产出物流； * PLEM（管线终端管汇/中心管汇）：PLEM位于深水设施中央位置，汇集来自东西侧管汇的井流以及2口直接接入PLEM的生产井井流；PLEM设计考虑了其未来改造，以满足安装压缩设备的潜在要求； * PLEM至浅水平台（LW3-1 CEP）海管：管径██████████，长度约为██████████ * 水下生产设施的化学药剂注入、电力控制以及信号、液压控制等由LW3-1 CEP平台通过海底控制脐带缆、乙二醇（MEG）管线提供。
中心平台	<p>一座能提供天然气处理、天然气增压、深水气田生产支持和生活动力等设施的综合平台，平台采用 8 腿 16 裙桩导管架结构形式。平台共设 4 层甲板，分别为直升机甲板、上层、中层和下层工作甲板。设有 120 人生活楼、透平电站、天然气处理及增压设施、火炬系统、化学药剂系统和其他公用系统等。</p> <p>主工艺系统主要包括气/液分离系统、湿气压缩系统、天然气脱水系统、凝析油处理系统、干气压缩&外输系统等。</p> <p>公用系统包括燃料气系统、高压放空气体除液及高/低压火炬放空系统、闭排及低压火炬液烃收集系统、开式排放系统、化学药剂注入系统、三甘醇再生系统、乙二醇再生系统、乙二醇回收&脱盐系统、柴油系统、航空燃料系统、仪表风/公用风系统、膜法制氮气系统等。</p> <p>水工艺/消防安全系统包括海水系统、消防系统、淡水系统、含油生产水、生活污水处理系统等；以及电气仪控系统、主发电/配电系统、通讯系统、救逃生系统等。供电由设置在平台上天然气发电站提供。</p> <p>用于接收并处理来自深水水下生产系统和周边气田天然气。天然气经气/液分离、脱水（TEG/三甘醇）处理后，干气与凝析油经增压，通过海底管线输送至珠海高栏岛陆上终端（OSGP）；少量产出水经处理后，达标排放入海。</p>
终端处理厂	<p>位于广东省珠海市高栏港经济开发区，距珠海市区约██████████由生产区（天然气处理厂、产品储运罐区）、生活办公区（西枕湾）、外输码头区和火炬区等。天然气与凝析油在陆上终端处理厂经工艺处理后（气/液分离、脱水/脱汞/制冷/分馏、干燥处理等），合格天然气经加压、外输计量，进入外输管网，供终用户使用；液态产品包括稳定凝析油、稳定轻烃、丙烷、丁烷和 LPG 等，采用装车或装船方式外销。</p> <p>外输码头设有凝析油外输泊位（██████████）和 LPG 外输泊位（██████████）。</p>

1.2 涉及的主要环保设施

LW3-1 CEP平台主要环保设施见表2-3。

表 2-3 主要环保设施 (LW3-1 CEP 平台)

设施	环保设施
LW3-1 CEP 平台	开式排放系统 (开排沉箱、开式排放泵)
	闭式排放系统 (闭式排放罐、分液泵)
	高/低压火炬放空系统 (分液罐、放空火炬)
	2 套生活污水处理装置 (1 备 1 用, 处理能力可满足 150 人使用)
	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)
	含油生产水处理系统 1 套 CFU (小型气浮选装置), 设计处理能力为 [REDACTED] 1 套超滤单元 (备用), 设计处理能力为 [REDACTED]

1.3 工艺流程

(1) 主工艺系统流程

来自 LW3-1 水下生产设施的生产物流通过 2 条海管 ([REDACTED]) 输送至 LW3-1 CEP 平台后, 进入相应的气/液分离系统进行处理, 分离出的气相依次进入湿气增压系统、天然气脱水系统进行处理; 分离出的液相一起进入凝析油处理系统。来自 PY34-1 CEP 的干气&脱水凝析油混合液通过 1 条 [REDACTED] 海管输送至 LW3-1 CEP 平台, 进入气/液分离系统, 分离出的干气与经天然气脱水系统处理后的 LW3-1 干气混合, 一道进入干气压缩系统增压; 分离出的脱水凝析油与来自凝析油处理系统的脱水凝析油混合, 经过缓冲、增压后, 与增压后的干气一道进入外输海管 ([REDACTED]), 输往陆上终端天然气处理厂。

LW3-1 CEP 平台上主工艺系统主要包括气/液分离系统、湿气压缩系统、天然气脱水系统、凝析油处理系统、干气压缩&外输系统等。LW3-1 CEP 平台工艺流程示意参见图 2-3。

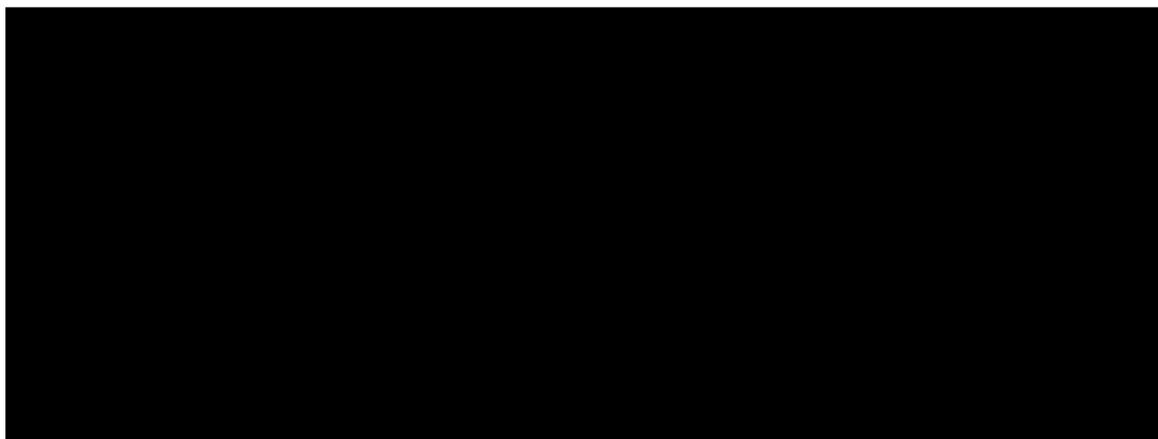


图 2-3 工艺流程示意图 (LW3-1 CEP 平台)

(2) 生产水处理系统

LW3-1 CEP平台设置1套生产水处理系统，采用CFU（小型气浮选装置）处理流程，设计处理能力为[REDACTED]。同时设置1套超滤单元（备用），设计处理能力为[REDACTED]，需要时可与CFU系统串联运行。含油生产水经处理后进入开排沉箱，达标排放。生产水处理流程示意参见图2-4。

含油生产水处理系统监测统计数据显示，LW3-1 CEP平台含油生产水最高日产量为[REDACTED]，含油生产水月均含油浓度变化范围为[REDACTED]，石油类浓度一次值 $\leq 65\text{mg/L}$ ，可满足达标排放要求（月均含油浓度 $\leq 45\text{mg/L}$ ，一次容许值 $\leq 65\text{mg/L}$ ）。含油生产水系统运行稳定，处理效率良好。

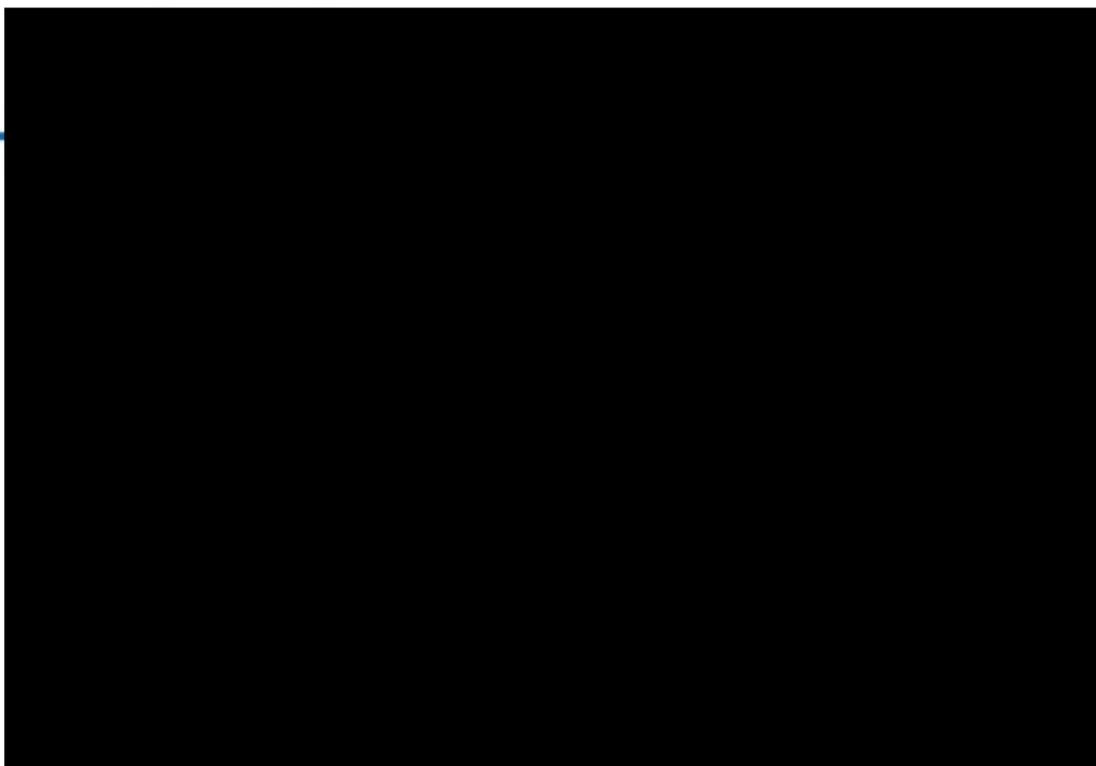


图2-4 含油生产水处理流程

考虑到MRU（乙二醇回收及脱盐系统）间歇排盐时，生产水中含盐量较高，会造成超滤过滤器堵塞现象，导致设备运行不稳定。建设单位在生产水处理系统增设预处理单元（自清洗过滤器+滤芯式过滤器+聚结除油器+填料式滤器），以确保生产水处理系统的稳定运行。目前该预处理单元在安装、调试中。

预处理单元安装于CFU上游，可根据需要选择与CFU串联运行或旁通该装置单独运行CFU。与CFU串联运行时处理流程为“自清洗过滤器+滤芯式过滤器+聚结除油器+填料式滤器+气浮选”，其设计处理能力[REDACTED]d。

(二) 本项目建设内容及规模

荔湾3-1气田自投产后，产气量于2021年达到最高峰，随着地层压力的下降，

自2022年开始，气田产量将逐步下降，为了保证销售合同气量，需要在2027年1月采取稳产措施，以进一步提高采收率。

荔湾 3-1 气田调整开发项目推荐工程方案采用水下增压+平台增压组合方案，即 2027 年 1 月平台增压投入使用，从 2028 年开始在平台增压继续使用的基础上水下增压也投入使用。

LW3-1 CEP 平台新增 1 台段塞流捕集器，段塞流捕集器气相出口新增 3 台预增压湿气压缩机，液相出口改造凝析油增压泵，满足 LW3-1 CEP 平台放空气回收操作压力要求。气相和液相经增压后按照原工艺流程处理后输往高栏终端销售。

在中心管汇南侧新建 1 套水下压缩机站（含压缩机、冷却器、吸力桩、结构物等），新建 1 条电缆和 1 条脐带缆（LW3-1 CEP 平台→水下压缩机站，长度均为 81.5 公里）。同时配置 1 台水下变压器，为水下压缩机站供电。增压物流经过中心管汇输送至 LW3-1 CEP 平台进行处理。LW3-1 CEP 平台上主要新增水下压缩机供电及控制系统、燃气透平发电机组，并改造现有控制系统、供电系统。

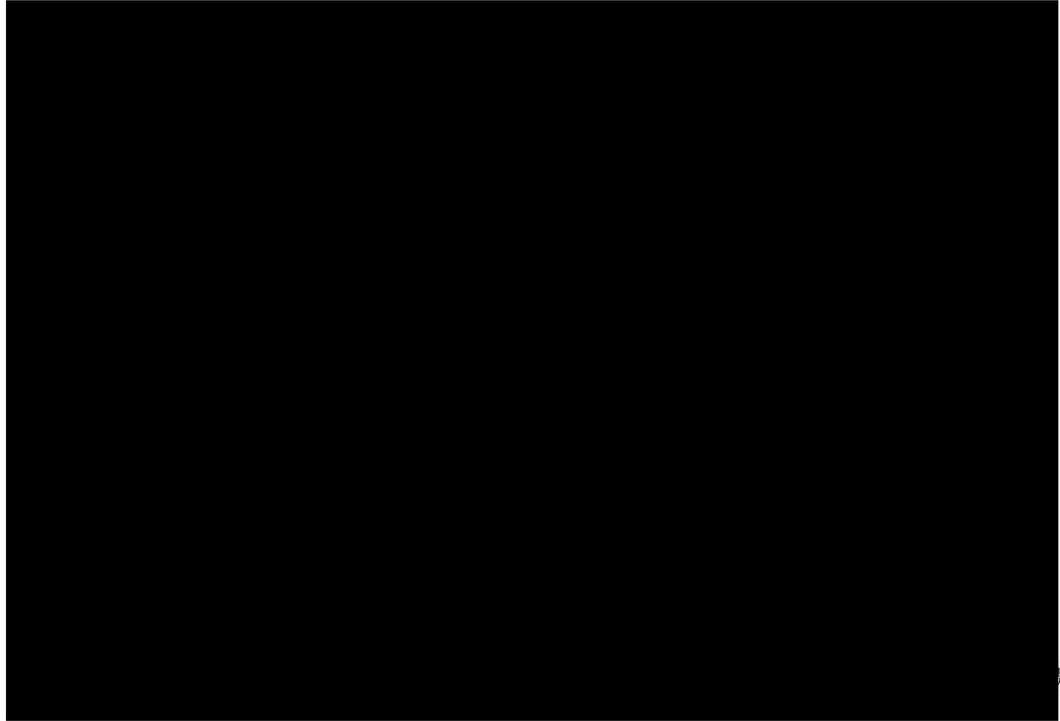


图2-5 荔湾3-1气田群调整开发方案示意图

2.1 本项目主要工程设施

（1）水下压缩机

水下压缩机橇布置在荔湾3-1气田中心管汇PLEM附近，水下压缩机橇主要包括压缩机站、压缩机单元、压缩机冷却器、压缩机基础和隔离液系统等。油气通过东、西管线跨接管进入压缩机，增压后通过压缩机出口跨接管进入中心管汇PLEM，继

续输送至LW3-1 CEP平台。

水下压缩机系统,设计压力█ bar,设计寿命█年;压缩机电机工作电压█kV,每个电机最大功率█MW。水下压缩机站尺寸█

3根柔性跨接管长度约为█,内径为█,设计压力█MPaA。

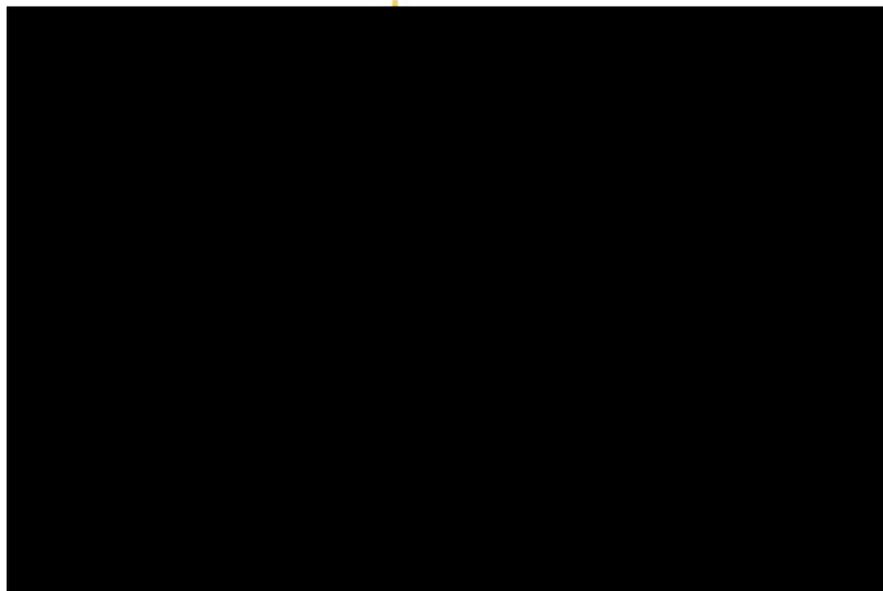


图2-6 水下压缩机橇

(2) 海底电缆和脐带缆

新铺脐带缆和海底电缆平行于现有主脐带缆路由铺设,经过SDH(水下分配中心)后转向中心管汇PLEM铺设,路由如图2-7所示。

管缆跨越共有23处,其中新铺脐带缆/电缆跨越已有海底管道8处、跨越已有脐带缆2处、跨越已有海缆8处,新安装柔性跨接管跨越已有海底管道4处,跨越已有脐带缆1处。

管缆跨越时,底部的管缆用混凝土压块保护。对于新铺脐带缆和电缆,在跨越处加装Uraduct(套管)保护。管缆跨越处上下管缆垂直间距要求至少30cm。跨越方式参见附图3。

海底电缆长度约为█km,电缆规格█)kV,█mm²。

脐带缆长度约为█km,包括2根隔离液管线、2根低压电缆和1根光纤。隔离液管线用于向水下压缩机系统传送隔离液,低压电缆向水下压缩机SCM(水下控制模块)提供电力供应,光缆用于实现水下压缩机系统与上部控制系统的通讯功能。

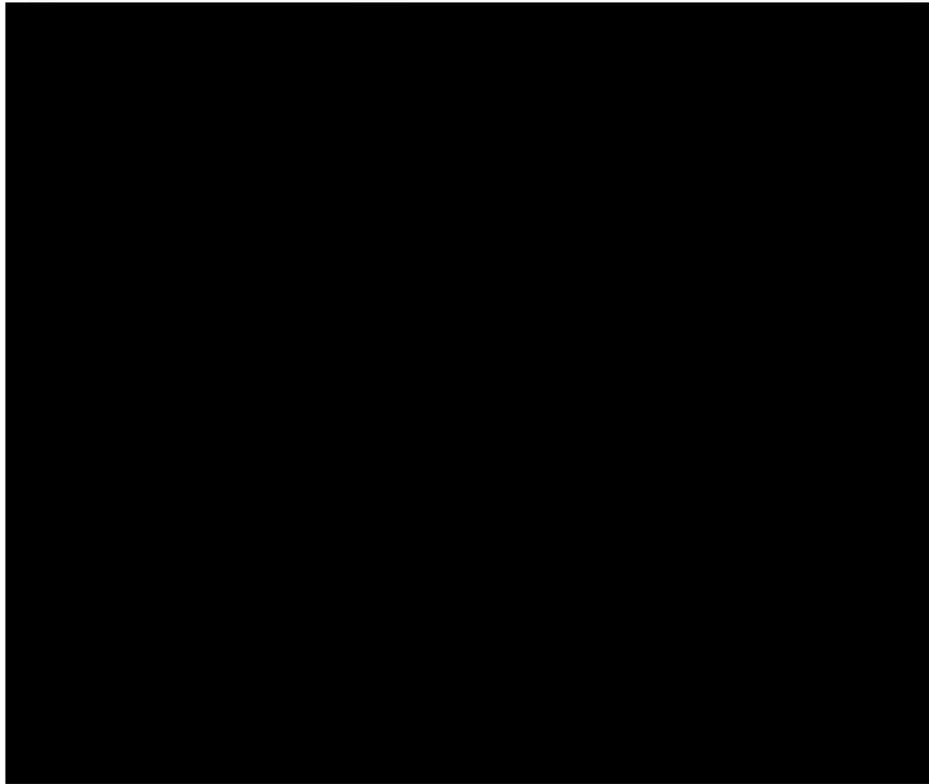


图2-7 新铺脐带缆和电缆路由示意图

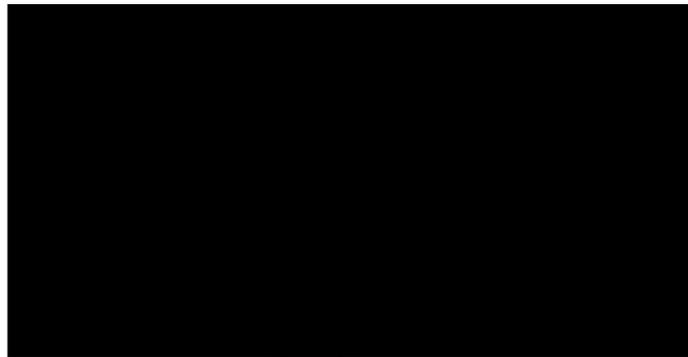


图2-8 脐带缆截面图

2.2 平台改造工程

LW3-1 CEP平台上新增1台段塞流捕集器、3台预增压湿气压缩机、燃气透平发电机组、水下压缩机供电及控制系统，并改造凝析油增压泵、现有控制系统以及供电系统。

(1) 工艺流程改造

LW3-1 CEP平台新增1台段塞流捕集器，段塞流捕集器气相出口新增3台预增压湿气压缩机，液相出口改造凝析油增压泵，满足LW3-1 CEP平台放空气回收操作压力要求。气相和液相经增压后按照原工艺流程处理后输往高栏终端销售。

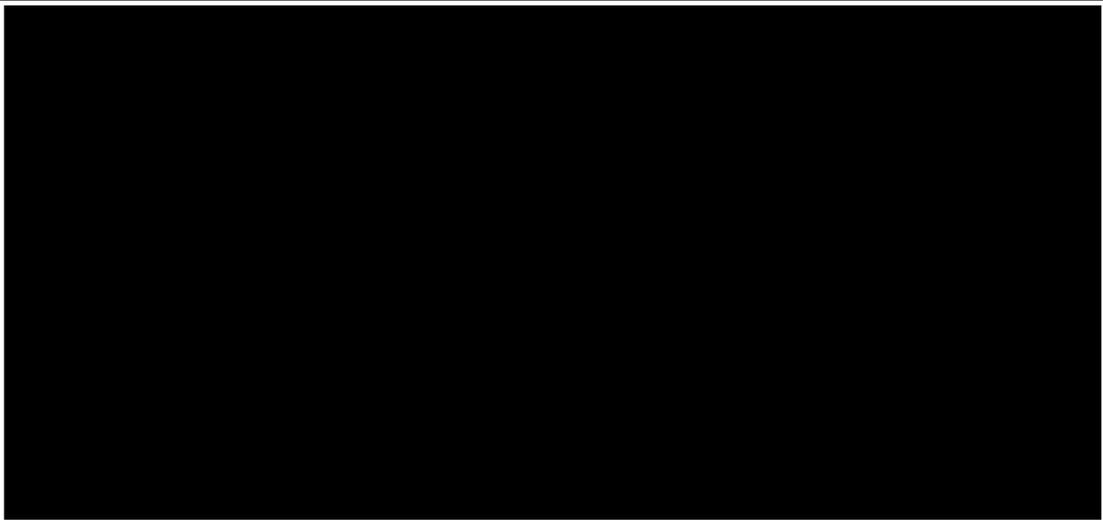


图2-9 LW3-1 CEP平台工艺流程改造示意图

(2) 燃气透平发电机组

LW3-1 CEP 现有 2 台 T130 燃气透平发电机组（1 运 1 备，现场功率 [redacted]）为平台供电。水下增压投用后，因增加电驱水下压缩机等设备，平台高峰年负荷增加至 [redacted]（2029 年），现有电站无法满足供电需求，需新增 1 台 [redacted] 燃气透平发电机组。届时 2 台透平发电机组运行（2 运 1 备），负荷率 [redacted]

(3) 平面布置

LW3-1 CEP 平台上层甲板预留空间布置新增 3 台湿气预增压压缩机以及 3 台出口后冷却器、3 台进口涤气罐；利用原预留透平位置新增 1 台 [redacted] MW 透平发电机，利用生活楼侧平台北侧空间新增 2 台变压器。中层甲板利用原预留干气/湿气压缩机入口涤气罐位置新增 1 台段塞流捕集器，在原电气间南侧布置新增预增压湿气压缩机控制间。下层甲板新增 3 台凝析油增压泵及过滤器。参见图 2-12、图 2-13。

2.3 气田群生产预测

调整方案实施后，气田群生产预测如表 2-4 所列。

表 2-4a 气田群生产预测（2027 年后/日产量）

年份	LW3-1			LH29-1			LH29-2			总产量		
	气 10 ⁴ Sm ³ /d	油 m ³ /d	水 m ³ /d	气 10 ⁴ Sm ³ /d	油 m ³ /d	水 m ³ /d	气 10 ⁴ Sm ³ /d	油 m ³ /d	水 m ³ /d	气 10 ⁴ Sm ³ /d	油 m ³ /d	水 m ³ /d
2027	[redacted]											
2028	[redacted]											
2029	[redacted]											
2030	[redacted]											
2031	[redacted]											

2032	
2033	
2034	

表 2-4b 气田群生产预测 (2027 年后/年产量)

年份	LW3-1			LH29-1			LH29-2			总产量		
	气 10 ⁸ Sm ³	油 10 ⁴ m ³	水 10 ⁴ m ³	气 10 ⁸ Sm ³	油 10 ⁴ m ³	水 10 ⁴ m ³	气 10 ⁸ Sm ³	油 10 ⁴ m ³	水 10 ⁴ m ³	气 10 ⁸ Sm ³	油 10 ⁴ m ³	水 10 ⁴ m ³
2027												
2028												
2029												
2030												
2031												
2032												
2033												
2034												

2.4 现有设施能力校核

LW3-1 CEP平台为一座能提供天然气处理、天然气增压、深水气田生产支持和生活动力等设施的综合平台，具有气/液分离系统、湿气增压系统、天然气脱水系统等处理系统。目前LW3-1 CEP平台已建成的天然气设计处理能力为 亿方/年，总增压能力为 亿方/年。校核结果显示，LW3-1 CEP平台现有处理能力、海管输送能力均可满足本次调整方案实施后的处理和输送需求。

表 2-5 LW3-1 CEP 平台工艺系统设计规模

主工艺系统	单系列设计规模	系列数量				总设计规模
		I 期 (已建)		II 期		
		合计	备用	合计	备用	I 期+II 期运行
气/液分离系统		2		1		
		1				
湿气压缩系统		3	1	2		
天然气脱水系统		2		1		
凝析油处理系统		2	1	0		
凝析油外输系统		3	1	1		

注： I 期天然气设计处理能力为 亿方/年，预留 亿方/年设施的平台空间；
I 期设计增压能力为 () 亿方/年；
II 期天然气设计处理能力为 亿方/年，增压能力达到 ；

表 2-6 LW3-1 CEP 平台处理能力校核

系统名称	设计处理能力/已建处理能力	调整项目实施后 最大生产预测
天然气处理系统		
凝析油处理系统		
生产水处理系统		
海管输送能力 (LW3-1 PLEM →LW3-1 CEP)		

循环冷却水系统：LW3-1 CEP平台原设置一套闭式循环冷却水系统，为压缩机后冷却器、三甘醇换热器等用户供应冷却水，冷却水采用淡水。循环冷却水设计用量为[]，海水冷却设计用量为[]。本项目水下增压后，闭式循环冷却水最大量为[]，未超过原设计能力[]，原系统满足要求。

(一) 荔湾 3-1 气田群平面布置

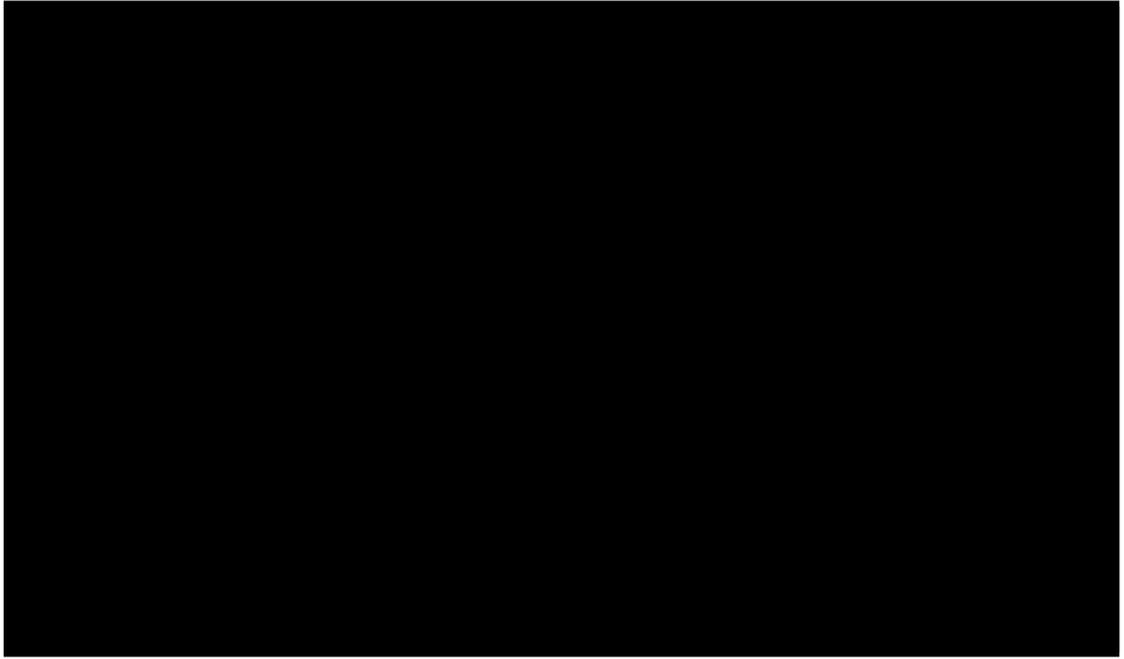


图 2-10 荔湾 3-1 气田群海上设施布置示意图

总平面及现场布置

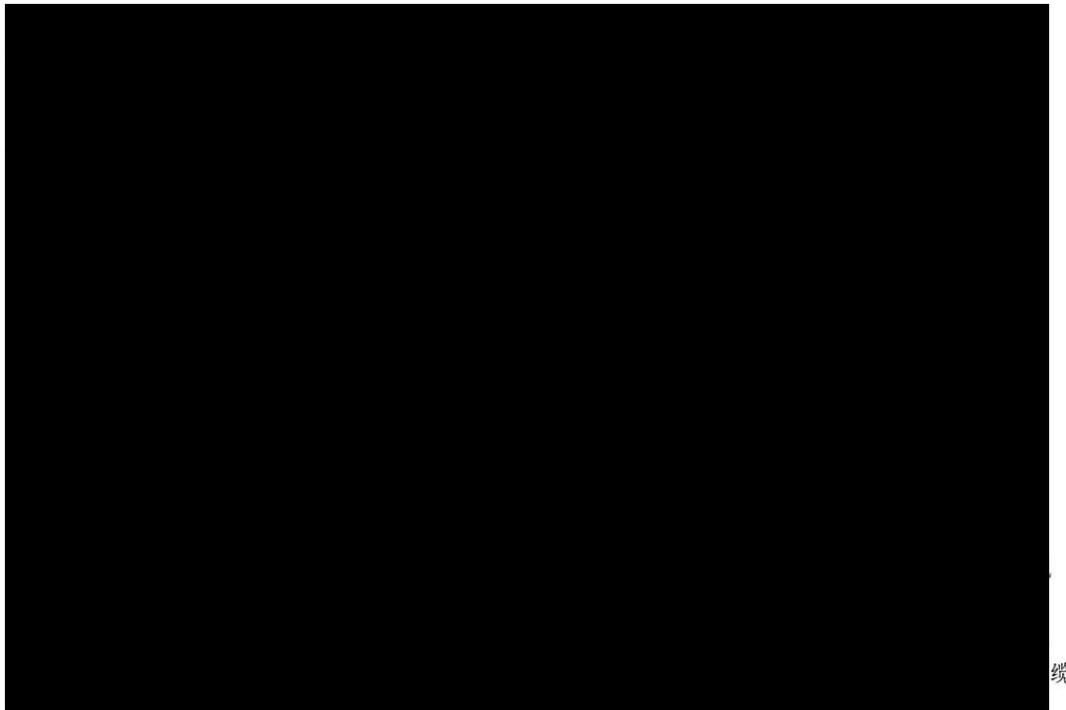


图2-11 荔湾3-1气田群调整开发方案示意图

(二) 平台改造方案平面布置

- ① 预增压湿气压缩机
- ② 入口洛气罐 出口冷却器

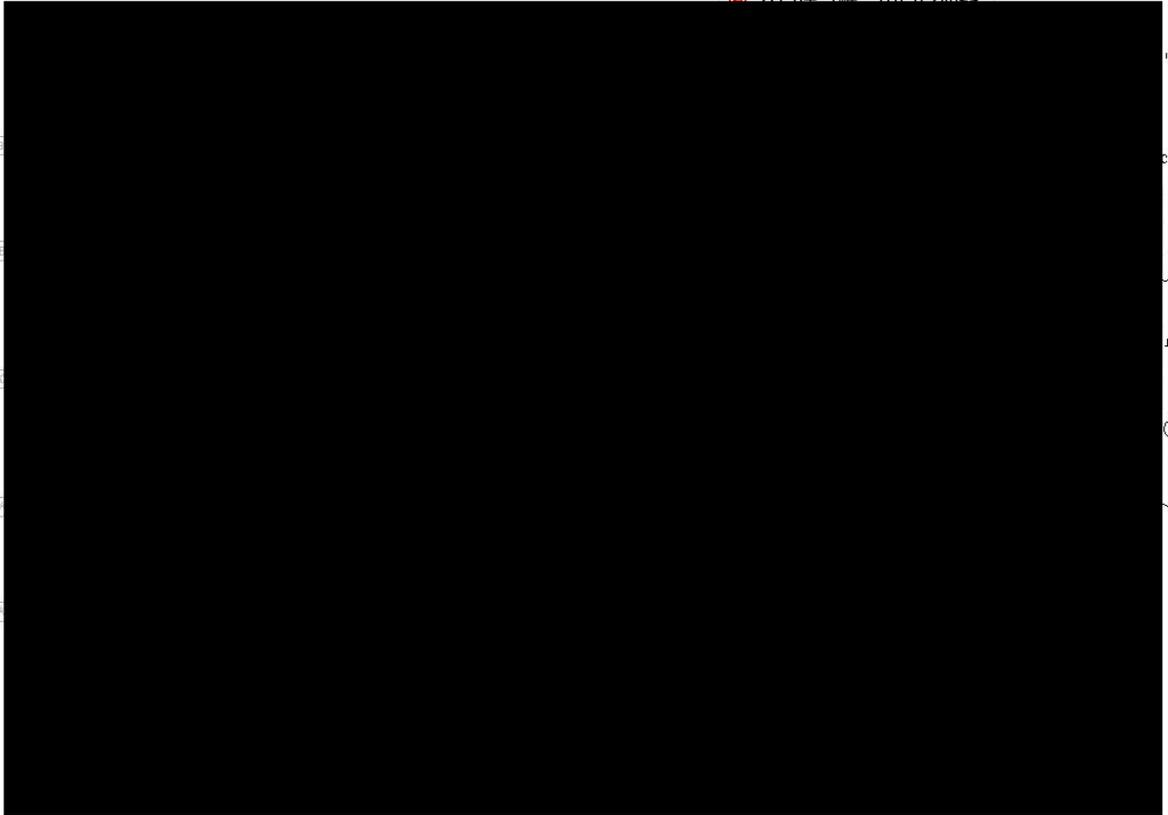


图2-12 LW3-1 CEP上层甲板平面布置

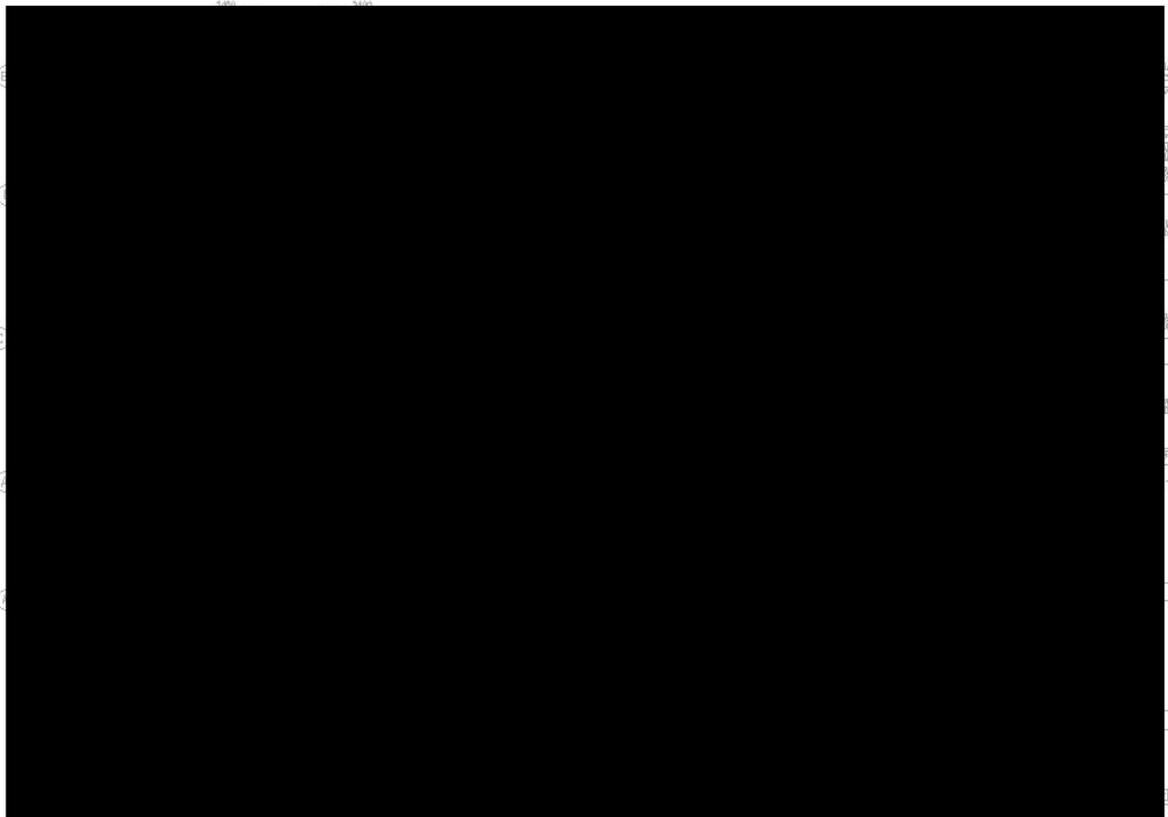


图2-13 LW3-1 CEP中层甲板平面布置

(一) 项目施工方案

海上施工/安装作业主要包括水下压缩机系统安装、脐带缆和电缆铺设、飞线安装、跨接管拆除和安装、管缆跨越保护、平台上部设施改造以及系统调试等。

- 压缩机基础和压缩机站安装：拟采用 Seven Arctic 或同等能力船舶安装；
- 水下压缩机模块/冷凝器模块/变压器安装：拟采用 HYSY286 或同等能力船舶安装；
- 脐带缆和电缆拟采用“深达号”或同等能力船舶铺设，将海底电缆/脐带缆直接铺设于海床上，进行安装、连接，不挖沟埋设；在 LW3-1 CEP 平台侧需要饱和潜水支持将脐带缆和电缆牵拉上平台；
- 跨接管/飞线拆除和安装：拟采用 HYSY287 或同等能力船舶安装；
- 预增压湿气压缩机、段塞流捕集器使用浮吊吊装，透平发电机组采用铺缆船吊装，其余设备使用平台吊机吊装；
- 管缆跨越保护：拟采用 HYSY287 或同等能力船舶进行管缆跨越保护。管缆跨越时，底部的光缆/脐带缆用混凝土压块保护，上部的脐带缆/电缆/柔性跨接管在跨越处加装套管保护，跨越处上下管缆垂直间距要求至少

(二) 项目施工作业计划

项目海上施工/安装作业计划见表2-7。

表2-7 海上施工/安装作业计划

作业内容	施工船舶	海上作业期 (d)
水下压缩机系统安装	浮吊、拖轮、驳船、供应船	20
海底电缆/脐带缆铺设	铺管船、拖轮、驳船、供应船	90
平台改造/系统调试	浮吊、拖轮、驳船、供应船	90

施工方案

其他

无

三、生态环境现状、保护目标及评价标准

本项目位于南海北部海域，离岸较远，位于《广东省海洋功能区划》和《广东省海洋生态红线》范围之外。

根据《全国海洋功能区划》（2011~2020年），荔湾3-1气田位于珠江口盆地油气资源勘探开发区，区域主要功能为矿产与能源开发、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。

油气区海洋环境保护要求为：水质执行不劣于现状海水水质标准；沉积物执行不劣于现状海洋沉积物质量标准；海洋生物质量执行不劣于现状海洋生物质量标准；在生态环境方面，应减少对海洋水动力环境产生影响，防止海岛、岸滩及海底地形地貌发生改变，不对毗邻海洋生态敏感区、亚敏感区产生影响。

（1）调查资料来源

本项目海洋环境质量现状调查与评价引用《荔湾3-1气田开发工程及流花34-2气田开发工程环境影响后评价报告书》中的现状资料。监测单位 [REDACTED] 于2021年7月在荔湾3-1气田群附近海域开展了海洋环境质量现状调查，调查范围为东经114°42'~115°52'、北纬19°40'~20°24'的海域。

调查范围以垂直于主流向为横断面，共设7个横断面，断面间距约为19 km，每个调查断面设置4个监测站点，共布设28个调查站，站位设置见图3-1。共设28个水质调查站位，10个沉积物调查站位和11个生物生态调查站位。

表 3-1 调查站位坐标

站位	北纬 (N)	东经 (E)	调查项目
P1	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P2	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P3	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P4	[REDACTED]	[REDACTED]	水质
P5	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P6	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P7	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P8	[REDACTED]	[REDACTED]	水质
P9	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P10	[REDACTED]	[REDACTED]	水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P11	[REDACTED]	[REDACTED]	水质

生态环境现状

P12				水质
P13				水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P14				水质、海洋生物、生物质量
P15				水质
P16				水质
P17				水质、沉积物、海洋生物、生物质量
P18				水质
P19				水质
P20				水质
P21				水质
P22				水质
P23				水质
P24				水质
P25				水质
P26				水质
P27				水质
P28				水质

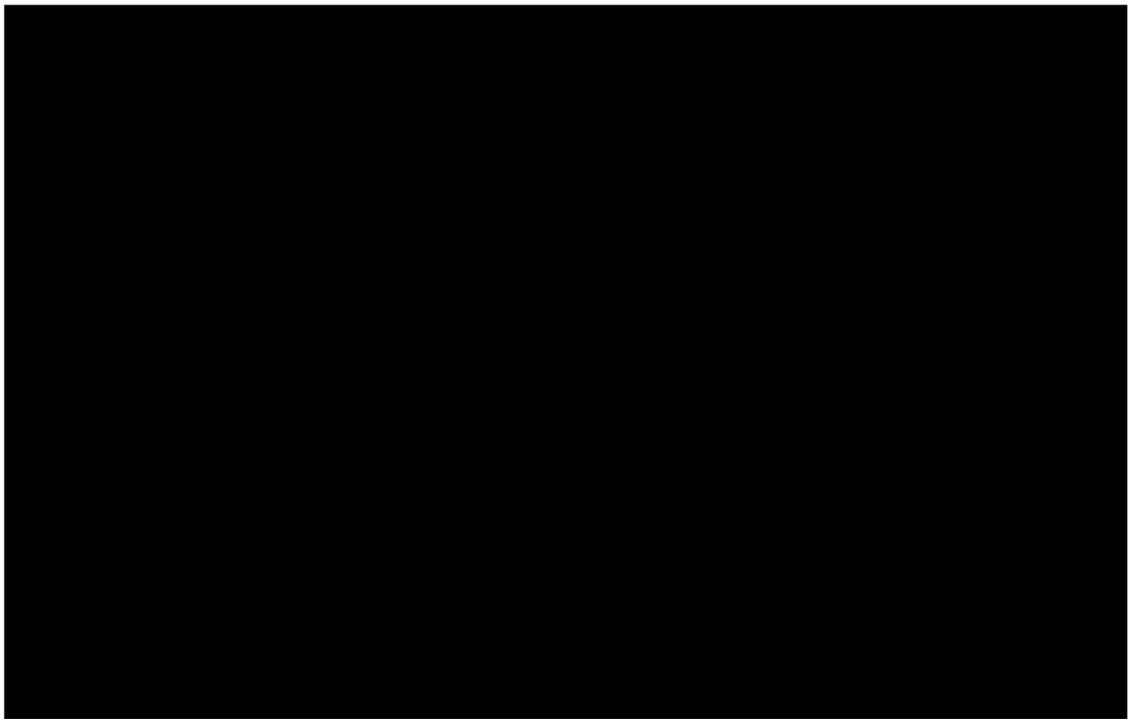


图3-1 调查站位示意图

(2) 海水水质现状

评价结果显示，调查海区海水样品中pH、COD、石油类、汞、镉、铅、锌、总铬、砷、硫化物和挥发性酚的单项标准指数均小于1，均符合第一类海水水质标准。

其中铜含量均符合二类海水水质标准（93.71%样品符合一类海水水质），DO和无机氮均符合三类海水水质标准，活性磷酸盐满足四类水质标准。

综上所述，调查海区海水样品中pH、COD、石油类、汞、镉、铅、锌、总铬、砷、硫化物和挥发性酚均符合第一类海水水质标准。铜符合第二类水质标准，DO、无机氮满足三类水质标准，活性磷酸盐满足四类水质标准。

（3）沉积物底质现状

沉积物评价因子为有机碳、硫化物、石油类、铜、铅、锌、镉、汞、铬和砷共10项。砷、镉满足第二类海洋沉积物质量标准，其余各评价因子的标准指数均小于1，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。调查海域沉积物质量总体较好。

（4）海洋生物生态现状

1) 叶绿素 a 及初级生产力

调查海域各站叶绿素a浓度的变化范围为(0.10~0.41)mg/m³，平均值为0.19mg/m³，调查海区属于贫营养海区。调查海域各站初级生产力差异不大，变化范围为（121~571）mg·C/(m²·d)，海区平均值为292mg·C/(m²·d)。

2) 浮游植物

调查海域共出现浮游植物4门40属112种。其中硅藻门27属76种，占总种数的67.9%；甲藻门11属33种，占总种数的29.5%；蓝藻门1属2种；金藻门1属1种。硅藻的种类占优势。

调查海域浮游植物密度变化范围在（0.64~1.63）×10⁴个/m³之间，平均密度为1.23×10⁴个/m³。

优势种为铁氏束毛藻、细弱海链藻、拟夜光梨甲藻、纺锤梨甲藻、佛朗梯形藻和三叉角藻等共6种。各站位蓝藻门占优势，优势种为铁氏束毛藻（*Trichodesmium thiebaultii*）。

调查海域各站浮游植物多样性指数（*H'*）变化范围为0.53~3.15，平均值为1.80；均匀度（*J*）变化范围0.09~0.64，平均值为0.38；丰富度指数（*D*）变化范围1.44~2.31，平均值为1.81。根据浮游植物多样性指数评价结果，在调查期间该海域整体处于中度污染状态。广布种铁氏束毛藻的大量存在，造成种间分布较不均匀，浮游植物种类较丰富，浮游植物多样性指数处于中等水平。

3) 浮游动物

调查海域共鉴定出浮游动物139种。其中，桡足类最多，有74种，占浮游动物总物种数的53.2%；端足类有13种，占浮游动物总物种数的9.4%；浮游幼体类有12种，占浮游动物总物种数的8.6%。各站位浮游动物生物量分布不均

匀, 生物量(湿重)变化范围为90.98~214.59mg/m³, 平均值为156.24mg/m³。

浮游动物的优势种为异尾宽水蚤、长尾类幼体、狭额次真哲水蚤、叉真刺水蚤、肥胖箭虫、帽形次真哲水蚤、亚强次真哲水蚤、叉大眼水蚤、弯尾叶水蚤、箭虫幼体、黑点叶水蚤、瘦新哲水蚤、奇桨水蚤、伪细拟真哲水蚤和细角间哲水蚤, 其中优势度最高的是异尾宽水蚤。

浮游动物多样性指数(H')变化范围为4.26~5.66, 平均值为5.24; 均匀度指数(J)变化范围为0.80~0.92, 平均值为0.89; 丰富度指数(D)范围为4.11~7.80, 平均值为5.88。三项指数在各调查站有所差异。总体来看, 调查海域浮游动物的种类多样性指数、均匀度均处于较高水平, 群落结构处于比较稳定的状态, 生态质量属于优秀。

4) 底栖生物

调查海域共鉴定底栖动物4门6纲43种, 其中软体动物门腹足纲有22种, 占总种类数的51.2%; 软体动物门双壳纲有14种, 占总种类数的32.6%; 节肢动物门甲壳纲有3种, 占总种类数的7.0%。

各站底栖动物栖息密度变化范围为0~148 ind./m², 平均为40 ind./m²; 大部分站位底栖动物数量均以双壳纲和腹足纲生物为优势。生物量变化范围为0~9.16g/m², 平均生物量为3.19g/m²; 以珊瑚纲的生物量为主要贡献。

各站多样性指数变化范围为0~4.09, 平均值为1.85; 均匀度指数变化范围为0~0.98, 平均值为0.65; 丰富度指数变化范围为0~4.03, 平均值为1.41。根据底栖动物各指数评价标准, 调查海域生态环境质量一般。

5) 生物质量

调查海域共采集到9份海洋生物样品(鱼类7种、甲壳类2种), 检测其体内铜、铅、锌、镉、铬、砷、总汞和石油烃的含量。

评价结果显示, 各项评价因子均未超标, 底栖生物的生物质量状况良好。

(5) 渔业资源现状

渔业资源状况资料主要引用[]在荔湾3-1气田周围海域开展的渔业资源调查资料及有关科学研究成果, 调查时间为2021年10月17日~27日。调查范围为[]共设12个调查站位。调查项目包括游泳生物、鱼卵仔稚鱼, 给出游泳生物的种类组成、渔获物生物学特征、优势种分布、渔获量分布和资源密度(重量、尾数), 以及渔业生产情况。

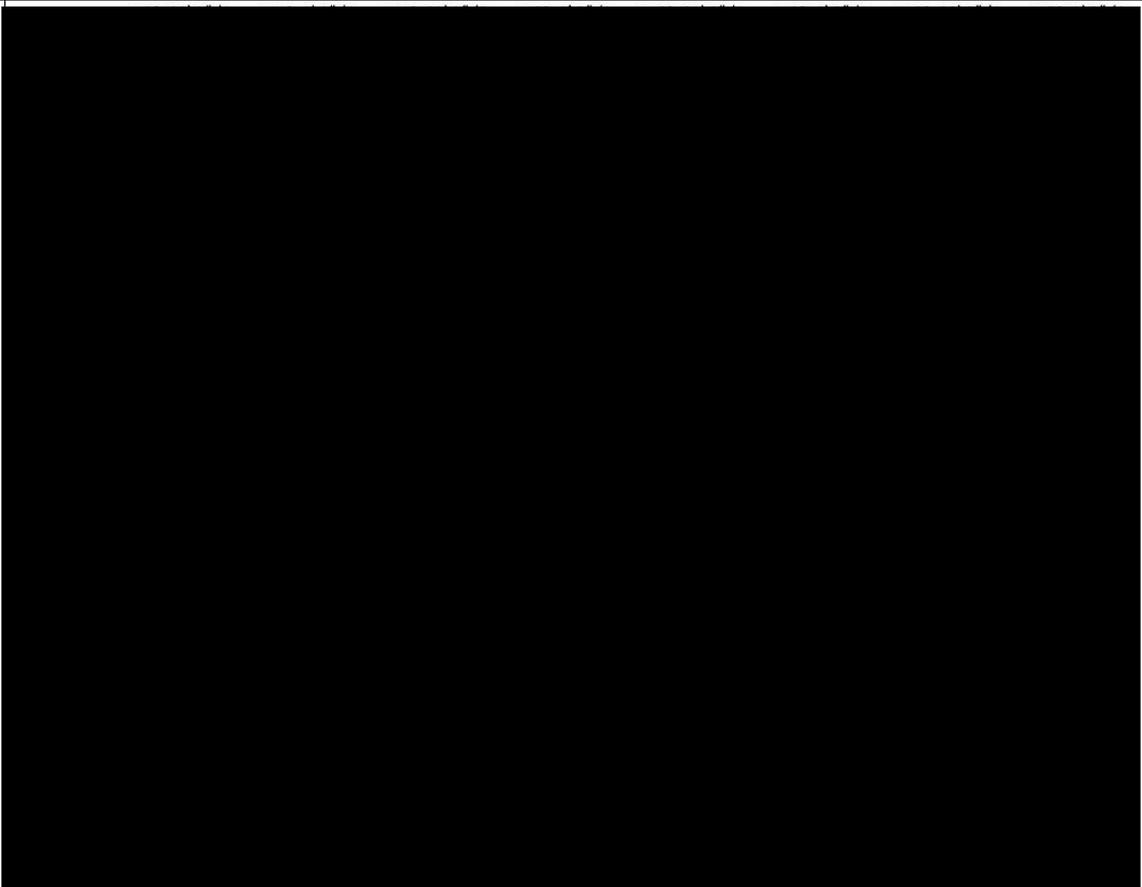


图3-2 荔湾3-1气田海域渔业资源调查站位

1) 鱼类资源状况

调查捕获鱼类25种，隶属于5目17科23属。其中鲈形目最多，为10科16属18种；其次为鲷形目，鉴定出4科4属4种。捕获的鱼类大多数属于印度洋、太平洋区系，并以栖息于表层、近表层及中上层的暖水性种类占优势。

鱼类的平均重量密度和平均尾数密度分别为2242.24kg/km²和53667 ind/km²。鱼类重量密度最高为16686.87kg/km²，最低为11.65kg/km²；鱼类尾数密度最高为430268ind/km²，最低为127ind/km²。

鱼类优势种为白点宽吻鲷、日本乌鲂、细鳞圆鲹和脂眼凹肩鲷。

鱼类多样性指数变化范围在2.65~4.49之间，平均为3.69；均匀度指数变化范围在0.60~0.91之间，平均0.81；物种丰富度指数变化范围在1.96~5.20之间，平均为3.46。调查海域鱼类游泳动物生境良好，生物多样性整体处于中等水平。

2) 头足类资源

调查共捕获头足类有4种（菱鳍乌贼、鸢乌贼、太平洋褶柔鱼和杜氏枪乌贼），隶属于2目3科4属。

头足类的平均重量密度和平均尾数密度分别为976.62kg/km²和18087 ind/km²。重量密度最高为4474.96kg/km²，最低值为13.80kg/km²；尾数密度最高

	<p>值为63856 ind/km²，最低为411 kg/km²。</p> <p>3) 甲壳类资源 调查未获甲壳类。</p> <p>4) 总资源评估 调查海域共捕获游泳动物29种，其中鱼类25种，占总种类数的86%；头足类4种，占14%。</p> <p>渔业资源总重量渔获率和总尾数渔获率分别为114.84kg/h和1567ind/h，其中鱼类重量渔获率和尾数渔获率分别为69.51kg/h和1153ind/h，占总重量渔获率和总尾数渔获率的比例分别为60.53%和73.57%；头足类重量渔获率和尾数渔获率分别为45.32kg/h和414ind/h，占总重量渔获率和总尾数渔获率的比例分别为39.47%和26.43%。</p> <p>平均重量密度为3218.86kg/km²，最高为16843.64kg/km²，最低为175.28kg/km²；平均尾数密度为71754ind/km²，尾数密度最高为432680ind/km²，最低为1644ind/km²。</p> <p>5) 鱼卵、仔稚鱼 调查共鉴定出鱼卵仔鱼18种，其中经济种5种，属于优质种类有带鱼和鲷科。</p> <p>水平拖网鱼卵平均密度为3.24粒/1000m³，各站鱼卵变化范围为（0~8.64）粒/1000m³；仔鱼的平均密度为7.20尾/1000m³，变化范围为（0~21.6）尾/1000m³。</p> <p>垂直拖网共捕获鱼卵共5粒，仔鱼25尾。鱼卵平均密度为16.67粒/1000m³，变化范围为（0~120）粒/1000m³；仔鱼平均密度为83.33尾/1000m³，变化范围为（0~160）尾/1000m³。</p>
与项目有关的原有环境污染和生态破坏问题	<p>(1) 环保程序执行情况</p> <p>按照荔湾3-1气田开发工程环境影响报告书及其批复等文件中提出的环保要求，落实了相关环保措施及建议，进行了增殖放流等渔业补偿措施，能够满足海洋环境保护管理工作的要求。开展污染物的日常监测，污染物处理达标后排放。严格进行环保设施的日常维护和保养，环保设施运转正常。</p>

表 3-2 相关环评批复/核准

环评报告书	批复/核准
《荔湾 3-1 气田开发工程环境影响报告书》	于 2011 年 10 月获得国家海洋局核准（国海环字[2011]717 号）
《流花 34-2 气田开发工程环境影响报告书》	于 2013 年 5 月获得国家海洋局核准（国海环字[2013]265 号）
《流花 29-1 气田开发工程环境影响报告书》	于 2019 年 1 月获得生态环境部的批复（环审[2019]1 号）
《流花 29-2 气田开发工程环境影响报告书》	于 2019 年 9 月获得生态环境部的批复（环审[2019]115 号）

表 3-3 荔湾 3-1 气田开发工程环评批复及执行情况

批复要求	执行情况	是否符合
1. 施工期钻井采用的泥浆应尽量循环使用。非含油钻屑和水基泥浆在钻井/完井作业完成后，经油类物质分离处理后达标一次性排入海；油基泥浆循环使用，钻井作业完成后全部运回陆地交附有资质单位处理，严禁排放或弃置入海；机舱含油污水经油水分离后达标排入海；生活污水经处理装置处理、消毒后排入海。	使用海水胶液进行钻进之后排海；油基泥浆循环使用，剩余的油基泥浆由泥浆服务公司（南海麦克巴泥浆服务公司）回收处置；含油钻屑经油类物质分离处理达标后排放入海，机舱含油污水经油水分离后达标排放入海；生活污水经处理装置处理、消毒后排入海。	符合
2. 运营期中心平台上的开式排放系统用于收集初期雨水、冲洗废水、含油污水、检修废水、生活污水等，经处理后达标排放入海；含油生产水经 CFU（小型气浮选装置）系统处理后达标排放入海；平台上设高、低压火炬放开系统用于收集、处理高、低压设备释放或泄放的气体；生活垃圾和固体废物集中收集运回陆地处置。	中心平台设有开/闭式排放系统及开式排放沉箱，对平台其他含油污水进行收集，开式排放沉箱中的浮油打回闭式排放系统，可做到其他含油污水达标排放。含油生产水采用一级 CFU 处理达标后排海（新增 1 台超滤设备备用，超滤设备已备案，详见附件 5）；平台上设高、低压火炬放开系统用于收集、处理高、低压设备释放或泄放的气体；生活垃圾和固体废物集中收集运回陆地处置	符合
3. 严格控制污染物的排放总量。中心平台含油生产水排放量 ██████，其中石油烃排放量 ██████ 平台外缘 500m 范围内为含油生产水排污混合区；钻井阶段钻屑排放总量为 ██████ 其中 ██████ 含油钻屑经处理后达标排放，其余非含油钻屑直接排放；泥浆产生量 ██████ 其中油基泥浆需运回陆地交有资质单位处理，严禁排放或弃置入海，非油基泥浆处理后达标排放，排放总量 ██████	平台含油生产水排放量最大为 ██████（2021 年），远小于环评总量；钻井阶段钻屑排放总量为 ██████ 含油钻屑经处理达标后排放，其余非含油钻屑直接排放；油基泥浆由泥浆服务公司（南海麦克巴泥浆服务公司）回收处置，不排海。	符合
4. 采用先进的生产和施工技术、工艺、合	海上工程采用了先进的生产和施工	符合

<p>理选择铺管、疏浚、打桩等施工期，避开海洋生物的敏感季节以及底栖生物、幼鱼幼虾的保护期。</p>	<p>技术、工艺、合理选择铺管、打桩等施工期。</p>	
<p>5. 应按照报告中拟建工程对海洋生态和渔业资源等影响预测分析，对有直接损害的渔业资源进行补偿，实际补偿方式应与当地主管部门协商确定。造成环境污染和生态破坏的，应当依法予以赔偿。</p>	<p>建设单位 2015 年进行了海洋渔业资源补偿项目增殖放流活动及红树林湿地生态系统修复项目。</p>	符合
<p>6. 严格执行钻井作业规程，同时在钻井阶段安装井口防喷器，设置通风系统和烃类气体探测器；应在平台上危险区采取有效的隔离措施，在关键部位设置温度或压力报警装置，并设置相应的应急关断系统。</p>	<p>严格执行了钻井作业规程，安装了井口防喷器，设通风系统和烃类气体探测器；在平台上危险区采取了隔离措施，在关键部位设置温度及压力报警装置，应急关断系统。</p>	符合
<p>7. 强化工程设施保护管理。建设和运营期间应发布明确的通航通告和设置海图标记，划定安全界限。应加强沿途巡视，防止渔船拖网或船只抛锚等损伤海底管道、水下生产管汇事故的发生。应严格海底管道、水下生产管汇防腐措施的落实，定期对管线进行安全检测、保养维护，并制定切实可行的作业规程。一旦发现滴漏现象，应立即停止作业或生产进行应急处理，并及时上报。</p>	<p>建设单位落实了环评批复中相关安全管理要求。</p>	符合
<p>8. 加强作业船舶的管理，落实安全措施，避免发生碰撞及由此引发的环境污染事故。</p>	<p>建设单位落实了环评批复中船舶相关管理工作。</p>	符合
<p>9. 制定与本工程建设运营相适应的切实有效的溢油应急程序和应急计划。</p> <p>(1)在投入生产运营前应将溢油应急计划上报国家海洋局审批。应统筹考虑附近海域其它油气田的溢油应急计划、应急响应程序，并落实应急设备和力量，以及本海域周边油气田和区域的应急资源联动响应，以备溢油事故发生的应急需要</p> <p>(2)一旦发生溢油，应立即采取有利措施，切断溢油源并排除危害。同时立即报告国家海洋局南海分局，并通报当地海事、渔业、军队等有关部门。</p>	<p>建设单位制定和落实了溢油应急程序及计划，最新《白云天然气作业公司溢油应急计划》于 2021 年 3 月 15 日在生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局的备案登记。项目投产以来未发生溢油事故。</p>	符合
<p>10. 认真落实报告书中所提出的各项污染防治措施、对策及建议，严格执行“三同时”、“竣工验收”等制度，按照相关法律法规的要求报批。</p>	<p>认真落实报告书中所提出的各项污染防治措施、对策及建议，环保设施已于 2013 年 12 月获得国家海洋局三同时检查批复（国海环字[2013]777 号），竣工验收于 2022 年 06 月获得生态环境部批复（环验[2022]5 号）。</p>	符合

(2) 环保设施运行情况

LW3-1 CEP平台设置1套生产水处理系统，采用CFU（小型气浮选装置）处理流程，设计处理能力为[REDACTED]。同时设置1套超滤单元（备用），设计处理能力为[REDACTED] 需要时可与CFU系统串联运行。含油生产水经处理后进入开排沉箱，达标排放。

含油生产水处理系统监测统计数据显示，LW3-1 CEP平台含油生产水月均含油浓度变化范围为[REDACTED]，石油类浓度一次值 $\leq 65\text{mg/L}$ ，可满足达标排放要求（月均含油浓度 $\leq 45\text{mg/L}$ ，一次容许值 $\leq 65\text{mg/L}$ ）。含油生产水系统运行稳定，处理效率良好。

LW3-1 CEP平台上设有2套生活污水处理系统(1备1用,可满足150人使用)，采用电解法生活污水处理装置，其出水水质指标满足《海洋石油开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的三级海域排放要求。目前系统运行稳定，处理效率良好，可满足达标排放的要求（ $\text{COD} \leq 500\text{mg/L}$ ）。

表 3-4 LW3-1 CEP 平台含油生产水监测/排放统计

月份	月排放量 (m^3)	石油类月均值 (mg/L)	月排放量 (m^3)	石油类月均值 (mg/L)
	2020 年		2021 年	
1	[REDACTED]			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
合计/范围				
	2022 年		2023 年	
1	[REDACTED]			
2				
3				
4				
5				

6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
合计/范围		
标准/总量	1000m ³ /d, 35 万 m ³ /a	≤65mg/L (一次性) ≤45mg/L (月均值)

表 3-5 LW3-1 CEP 平台生活污水监测/排放统计

月份	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)	月排放量 (m ³)	COD 浓度 (mg/L)
	2020 年		2021 年	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
合计/范围				
	2022 年		2023 年	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

	11																														
	12																														
	合计/范围																														
	标准/总量																														
	<p>(3) 溢油事故回顾</p> <p>荔湾3-1气田自投产以来未发生油气泄漏事故。</p>																														
生态环境 保护 目标	<p>根据调查分析，工程周围海域及沿岸主要环境敏感目标包括海洋保护区、农渔业区以及经济鱼类产卵场等。</p> <p>(1) 海洋保护区</p> <p>根据《广东省海洋功能区划》（2011~2020年）工程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等。本项目距离上述保护区较远，均在100km以上。</p> <p>(2) 农渔业区</p> <p>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，距离本项目最近约180km。</p> <p>(3) 产卵场</p> <p>工程附近海域的中上层鱼类产卵场包括蓝圆鲹、刺鲳和鲐鱼产卵场、蛇鲭类产卵场、鲱鲤类产卵场和金线鱼产卵场，底层、近底层鱼类产卵场主要包括深水金线鱼产卵场。LW3-1 CEP平台位于底层、近底层鱼类产卵场内，其水下生产系统位于鱼类产卵场25km外。其它产卵场距离本项目均在55km以外。</p>																														
	<p>表 3-6 重要环境敏感目标</p>																														
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">保护区名称</th> <th colspan="3">与工程设施最近距离（km）和方位</th> </tr> <tr> <th>LW3-1 CEP 平台</th> <th>LW3-1 水下生产系统</th> <th>LH29-1 水下生产系统</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>蓝圆鲹、刺鲳和鲐鱼产卵场</td> <td>约 74/北</td> <td>约 114/北</td> <td>约 74/北</td> </tr> <tr> <td>鲱鲤类产卵场</td> <td>约 55/西北</td> <td>约 90/西北</td> <td>约 90/西北</td> </tr> <tr> <td>金线鱼类产卵场</td> <td>约 55/北</td> <td>约 90/北</td> <td>约 80/北</td> </tr> <tr> <td>底层、近底层鱼类产卵场</td> <td>包含</td> <td>约 25/西北</td> <td>约 25/西北</td> </tr> <tr> <td>东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区</td> <td>约 189/东北</td> <td>约 150/东北</td> <td>约 111/东北</td> </tr> </tbody> </table>				保护区名称	与工程设施最近距离（km）和方位			LW3-1 CEP 平台	LW3-1 水下生产系统	LH29-1 水下生产系统	蓝圆鲹、刺鲳和鲐鱼产卵场	约 74/北	约 114/北	约 74/北	鲱鲤类产卵场	约 55/西北	约 90/西北	约 90/西北	金线鱼类产卵场	约 55/北	约 90/北	约 80/北	底层、近底层鱼类产卵场	包含	约 25/西北	约 25/西北	东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区	约 189/东北	约 150/东北	约 111/东北
	保护区名称	与工程设施最近距离（km）和方位																													
		LW3-1 CEP 平台	LW3-1 水下生产系统	LH29-1 水下生产系统																											
	蓝圆鲹、刺鲳和鲐鱼产卵场	约 74/北	约 114/北	约 74/北																											
鲱鲤类产卵场	约 55/西北	约 90/西北	约 90/西北																												
金线鱼类产卵场	约 55/北	约 90/北	约 80/北																												
底层、近底层鱼类产卵场	包含	约 25/西北	约 25/西北																												
东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区	约 189/东北	约 150/东北	约 111/东北																												

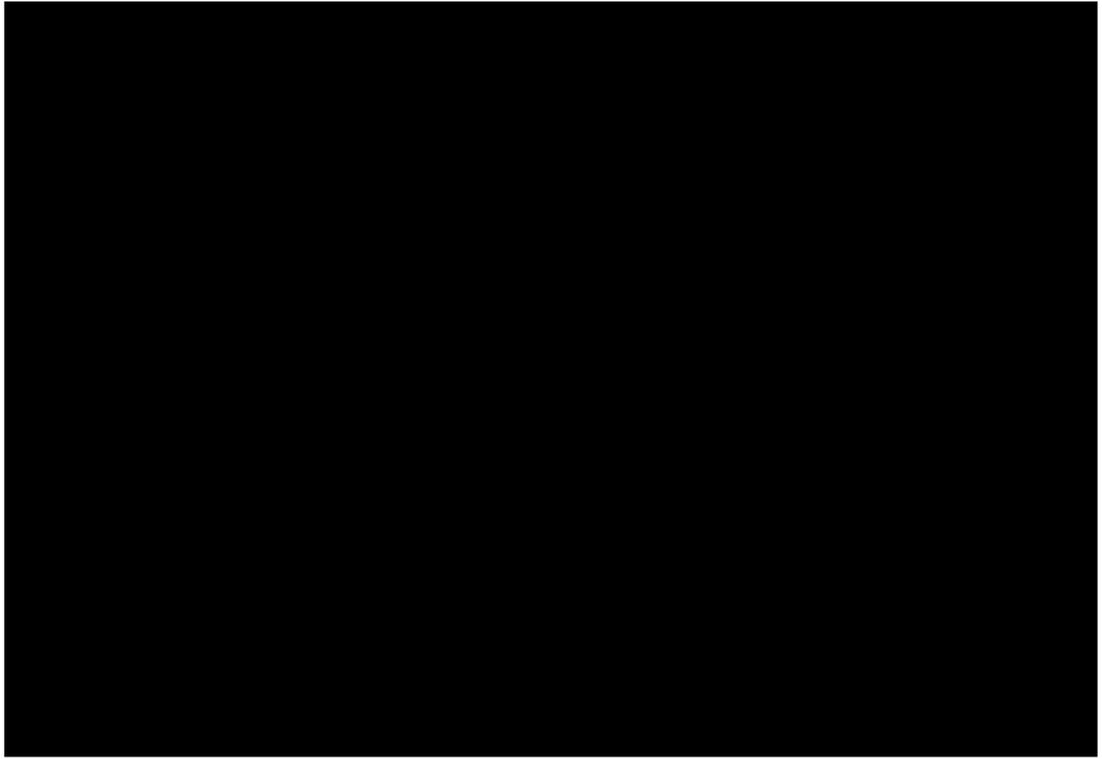


图3-3 工程附近经济鱼类产卵场示意图（底层、近底层）

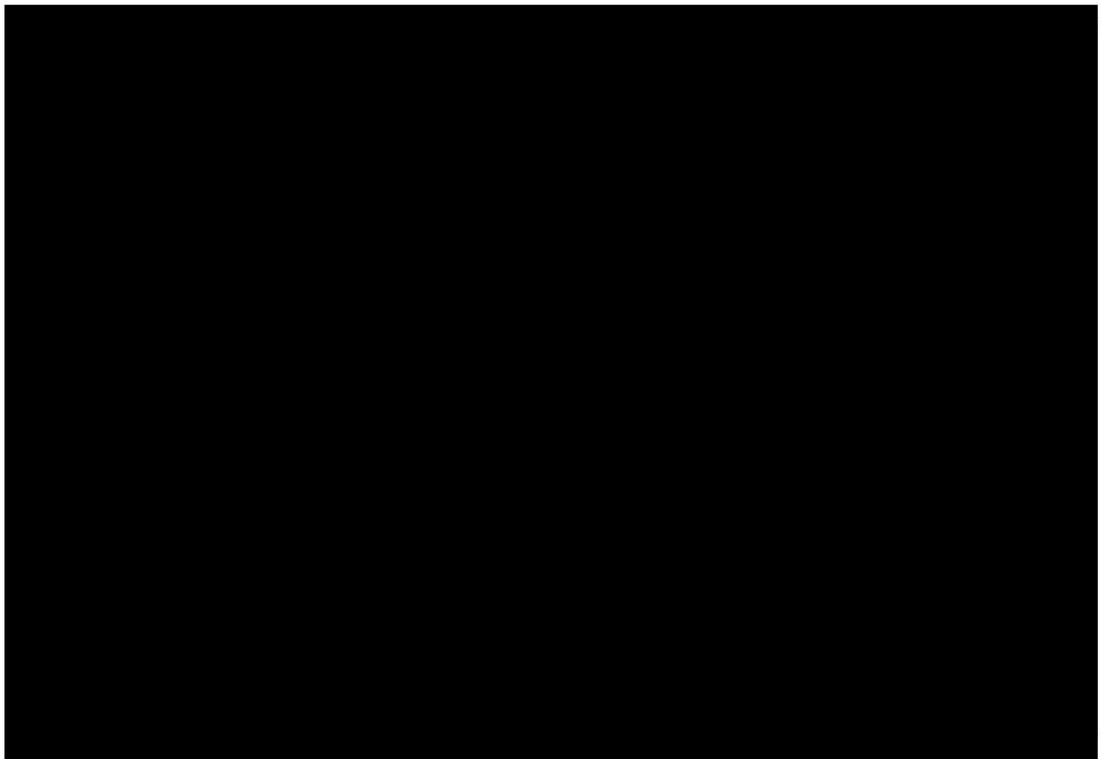


图3-4 中上层经济鱼类产卵场示意图

(1) 环境质量标准

荔湾3-1气田群位于《全国海洋功能区划》中的南海北部海域，该区域是我国重要的油气资源分布区，主要功能为矿产与能源开发、渔业。根据“海洋功能区分类及海洋环境保护要求”，油气区的海水水质质量、海洋沉积物质量和海洋生物质量应不劣于现状水平。环境评价中所采用的环境质量标准见表3-7至表3-10。

表 3-7 环境质量标准

类别	采用标准		等级
海水水质	《海水水质标准》（GB3097-1997）		不劣于现状
海洋沉积物	《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）		
海洋生物质量	贝类（双壳类）	《海洋生物质量》（GB18421-2001）	
	软体类（除双壳类以外）、甲壳类和鱼类（重金属）	《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》（参考）	
	鱼类、软体类（石油烃）	《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）（参考）	

表 3-8 海水水质标准

评价因子	第一类	第二类	第三类	第四类
水温	人为造成的海水温升夏季不超过当时当地 1℃，其他季节不超过 2℃		人为造成的海水温升不超过当时当地 4℃	
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（DO）	>6mg/L	>5mg/L	>4mg/L	>3mg/L
化学需氧量（COD）	≤2mg/L	≤3mg/L	≤4mg/L	≤5mg/L
石油类	≤0.05mg/L		≤0.30mg/L	≤0.50mg/L
无机氮	≤200μg/L	≤300μg/L	≤400μg/L	≤500μg/L
活性磷酸盐	≤15μg/L	≤30μg/L		≤45μg/L
总汞	≤0.05μg/L	≤0.2μg/L		≤0.5μg/L
砷	≤20μg/L	≤30μg/L	≤50μg/L	
锌	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤500μg/L
镉	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	
铅	≤1μg/L	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L
铜	≤5μg/L	≤10μg/L	≤50μg/L	
总铬	≤50μg/L	≤100μg/L	≤200μg/L	≤500μg/L
硫化物	≤20μg/L	≤50μg/L	≤100μg/L	≤250μg/L
挥发性酚	≤5μg/L		≤10μg/L	≤50μg/L

评价标准

表 3-9 海洋沉积物质量标准

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

软体类中贝类（双壳类）生物体内污染物质含量的评价标准采用《海洋生物质量》（GB 18421-2001）规定的第一类标准值，其他类（甲壳类、软体类和鱼类）生物体内污染物质（Hg、Cu、Zn、Pb和Cd）含量评价标准参考《全国海岸带和海涂资源综合调查简明规程》中规定的生物质量标准，鱼类、软体类体内石油烃类含量的评价标准参考《第二次全国海洋污染基线调查技术规程》（第二分册）中规定的生物质量标准。

表 3-10 生物体污染物评价标准 ($\times 10^{-6}$ 湿重)

类别	Hg	Cu	As	Pb	Cd	Zn	石油烃	Cr
软体类	0.30	100	/	10	5.5	250	20	/
贝类	0.05	10	1.0	0.1	0.2	20	15	0.5
甲壳类	0.20	100	/	2	2	150	/	/
鱼类	0.30	20	/	2	0.6	40	20	/

(2) 污染物排放标准

根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），项目所在海域属于三级海域，应执行三级污染物排放标准。根据《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第1部分：分级》（GB18420.1-2009），工程所在海区属于二级海区，应执行二级生物毒性容许值标准。所采用的污染物排放标准见表3-11。

表 3-11 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级	标准值	适用对象
含油生产水	海洋石油勘探开发污染物生物毒性 第1部分：分级（GB18420.1-2009）	二级	生物毒性容许值 \geq 50,000mg/L	生产阶段排放的含油生产水
	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）	三级	石油类 \leq 45mg/L（月平均） 石油类 \leq 65mg/L（一次容许值）	
生活污水	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）	三级	COD \leq 500mg/L	海上生产阶段生活污水的处置
生活垃圾	海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值（GB4914-2008）	三级	食品废弃物处理至颗粒直径 $<$ 25mm时，可排放或弃置入海；其他生活垃圾禁止排放或弃置入海	生活垃圾和生产垃圾的处置
生产垃圾			禁止排放或弃置入海	
机舱含油污水	《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）、《73/78 防污公约》、《国内航行海船法定检验技术规则》（2020年）	/	石油类 \leq 15mg/L	船舶污染物的排放
船舶生活垃圾			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 $<$ 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收设施	船舶产生的船舶垃圾
船舶生产垃圾			禁止投入海域	船舶污染物的处置
船舶生活污水			BOD ₅ \leq 50mg/L SS \leq 150mg/L 耐热大肠菌群数 \leq 2500个/L	2012年1月1日前安装（含更换）生活污水处理装置的船舶距岸3海里以内（含）生活污水排放
	BOD ₅ \leq 25mg/L	2012年1月1日及以后安装（含更换）生活污水处理		

			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	理装置的船舶距岸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海里海域的船舶生活污水排放
船舶大气污染物	船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）	/	船舶所使用的燃料油和大气污染物的排放应满足《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》的要求	/
其他	无			

四、生态环境影响分析

（一）施工期污染物核算

本项目海上施工建设阶段的主要污染源/污染物为施工人员产生的生活污水、船舶机舱含油污水、生活垃圾以及少量生产垃圾等。

根据各项施工作业活动的作业历时和参与作业船舶的种类、数量，以及中国海洋石油集团有限公司所属平台、船舶的污染物产生量的统计资料，可计算出各作业期内船舶污染物（包括生活污水、机舱含油污水及生活垃圾）的产生量。

表 4-1 海上施工期船舶污染物核算

作业内容	作业船舶	作业人数	作业期 (d)	生活污水 (m ³)	生活垃圾 (t)	机舱污水 (m ³)
水下压缩机系统安装	浮吊	120	20	1610.1	7.0	
	拖轮	60				
	驳船	10				
	供应船	40				
海底电缆/脐带缆铺设	铺管船	120	90	7245.6	31.5	
	拖轮	60				
	驳船	10				
	供应船	40				
平台改造/系统调试	浮吊	120	90	7245.6	31.5	
	拖轮	60				
	驳船	10				
	供应船	40				

备注：生活污水按每人每天350L，食品垃圾每人每天1.5kg；小型船舶机舱含油污水按每船每月3m³，大型船舶为0.3~0.5m³/d；生产垃圾按每船每月0.4吨计算。

海上施工作业期船舶机舱含油污水产生量约为 [REDACTED]、生活污水约为 16101.4m³、生活垃圾约 70t 以及生产垃圾约 10.7t。生活污水经处理达标后间断排放，机舱含油污水经船用油水分离器处理达标后间断排放，生产垃圾运回陆地处理/处置。

施工期生态环境影响分析

	<p style="text-align: center;">(二) 施工期环境影响分析</p> <p>本项目施工期主要污染物包括施工作业人员产生的少量生活污水、生活垃圾，施工船舶机舱含油污水和生产垃圾等。</p> <p>生活污水、生活垃圾产生量较少，除少量食品废弃物粉碎后排海外，其余所有生活垃圾和生产垃圾全部送至陆上处理，生活污水、船舶机舱含油污水按《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）、《73/78 防污公约》相关要求排海。施工期污染物排放仅对海洋环境造成短暂、局部的轻微影响。</p> <p>LW3-1 CEP 平台位于底层、近底层鱼类产卵场内，其水下生产系统位于鱼类产卵场 25km 外，新铺海底电缆、脐带缆不挖沟埋设。施工作业不会对鱼类产卵场产生影响。</p>
运营期生态环境影响分析	<p style="text-align: center;">(一) 生产阶段污染源/污染物</p> <p>本项目生产阶段产生的污染物主要包括含油生产水、生活垃圾、生活污水、生产垃圾等。</p> <p style="text-align: center;">(1) 含油生产水</p> <p>LW3-1 CEP平台设置1套生产水处理系统，采用CFU（小型气浮选装置）处理流程，设计处理能力为[REDACTED]。同时设置1套超滤单元（备用），设计处理能力为[REDACTED]，需要时可与CFU系统串联运行。含油生产水经处理后进入开排沉箱，达标排放；CFU分离出的污油进入闭式排放罐中，然后由闭排泵输送到工艺处理流程继续处理。</p> <p>考虑到MRU（乙二醇回收及脱盐系统）间歇排盐时，生产水中含盐量较高，会造成超滤过滤器堵塞现象，导致设备运行不稳定。建设单位在生产水处理系统增设预处理单元（自清洗过滤器+滤芯式过滤器+聚结除油器+填料式滤器），以确保生产水处理系统的稳定运行。目前该预处理单元在安装、调试中。</p> <p>预处理单元安装于CFU上游，可根据需要选择与CFU串联运行或旁通该装置单独运行CFU。与CFU串联运行时处理流程为“自清洗过滤器+滤芯式过滤器+聚结除油器+填料式滤器+气浮选”，其设计处理能力 [REDACTED]/d。</p> <p>本调整项目投产后，生产水最大预测量为[REDACTED]，新增装置可满足生产水处理需求。</p>

荔湾3-1气田开发工程环评报告书已核准的生产水排放量为 [REDACTED]，石油类排放总量仍执行原环评报告书已核准的排放总量建议指标 [REDACTED]（含油生产水排放量为 [REDACTED]，含油浓度 $\leq 45\text{mg/L}$ ），排污混合区范围维持不变，即平台外缘500m半径以内的海域。

（2）生活污水

LW3-1 CEP平台上设有2套生活污水处理系统（1用1备，可满足150人使用），采用电解法生活污水处理装置，其出水水质指标满足《海洋石油开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）中的三级海域排放要求。目前系统运行稳定，处理效率良好，可满足达标排放的要求（ $\text{COD}\leq 500\text{mg/L}$ ）。

本次调整项目实施后，LW3-1平台生产运行和维护人员由120人增加至150人，需要重新核算生活污水排放量，增加至 [REDACTED]（每人350L/d），以满足实际生产需要。

（3）生产垃圾

生产垃圾主要包括废弃的零件、边角料、油棉纱、包装材料等。分类收集，运回陆地交有资质单位处理/处置。本调整项目投产后，生产垃圾未超原环评报告书中的核算值。

（4）天然气燃烧烟气

本项目投产后，燃料气最大需求 [REDACTED]，小于燃料气设计能力 [REDACTED]。

天然气燃烧烟气中主要污染物有 CO_2 、 NO_x ， NO_x 排放系数为 [REDACTED]³， NO_x 年排放量最大约为 [REDACTED]。

（5）生产阶段污染物排放一览表

表 4-2 LW3-1 CEP 平台生产阶段污染物排放一览表

污染物		调整项目实施后	原环评核算值	处理/排放方式	调整项目实施后
海上平台	含油生产水 (m ³ /a)			经处理达标后排海	未超原环评
	天然气燃烧废气			直排	未超原环评
	生活污水 (m ³ /a)	19162.5	9855	处理达标后排海	重新核算排放量
	生活垃圾 (t/a)	81	65	除经粉碎后颗粒直径<25mm 的食品废弃物排海外, 其它运回陆地处理	符合原环评要求
	生产垃圾 (t/a)	110	110	分类收集, 运回陆地处理	符合原环评要求
值班船	船舶含油污水 (m ³ /a)			处理达标后排海	符合原环评要求

(二) 运营期环境影响分析

本项目投产后, 含油生产水经处理达标后排放, 其排放量小于原环评报告书的批复值, 含油生产水排放对海洋环境的影响不会超过原环评; 生活垃圾中的食品废弃物经粉碎后排海, 其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地交由有资质的单位进行处理/处置, 不会对周边海域环境产生影响。

选址
选线
环境
合理性
分析

本项目新铺脐带缆和海底电缆平行于现有主脐带缆路由铺设 (距离 150m 范围内), 现有主脐带缆路由两侧 2km 范围内以及管汇周围海域已进行过相应的地质调查, 选址选线合理可行。

五、主要生态环境保护措施

施工期生态环境保护措施	<p>(一) 污染防治对策措施</p> <p>本项目海上施工建设阶段的主要污染源/污染物为施工人员产生的生活污水、船舶机舱含油污水、生活垃圾以及少量生产垃圾等。</p> <p>(1) 生活污水和生活垃圾</p> <p>施工人员的生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海；生活垃圾中食品废弃物用食品粉碎机粉碎到粒径<25mm后间断排放，其他运回陆地处理。</p> <p>(2) 生产垃圾</p> <p>施工期产生的生产垃圾经收集后全部运回陆地委托有资质单位进行处理，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定的要求进行回收利用或处置。</p> <p>(3) 船舶机舱含油污水</p> <p>施工船舶机舱含油污水按《船舶水污染物排放控制标准》(GB3552-2018)相关要求，处理至石油类≤15mg/L后排海。</p> <p>(4) 废气</p> <p>施工期废气主要来自于施工船只及机械排放的柴油机尾气，主要污染物NO₂、SO₂、CO、烟尘等，此类废气只在施工期间产生，为间歇排放，随着项目施工结束而结束。</p> <p>本项目位于《船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）》排放控制区之外，施工船舶应满足《2020年全球船用燃油限硫令实施方案》（海事局公告2019年第20号）相关规定：自2020年1月1日起，国际航行船舶进入中华人民共和国管辖水域应当使用硫含量不超过0.50% m/m的燃油。</p> <p>(二) 生态保护对策措施</p> <p>新铺海底电缆、脐带缆均不挖沟埋设。</p> <p>统筹组织海上施工作业资源，合理安排施工作业期，尽可能减少污染物的产生量/排放量，从而降低海上施工作业对海洋生态环境的不利影响。</p>
-------------	--

运营期生态环境保护措施	<p>本项目投产后,生产运行期产生的主要污染物为含油生产水、生活污水、生产垃圾以及生活垃圾等。含油生产水经处理达标后排放,其排放量小于原环评报告书的批复值,含油生产水排放对海洋环境的影响不会超过原环评;生活垃圾中的食品废弃物经粉碎后排海,其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地交由有资质的单位进行处理/处置,不会对周边海域环境产生影响。</p>
其他	<p>本项目环境管理与监测纳入原荔湾 3-1 气田环境管理与监测计划中。</p> <p>LW3-1 CEP 平台上配备有化验员,负责该气田的环境监测和污水化验工作,化验员经培训合格后取证上岗。化验员负责对平台上排放的污水定期进行取样分析化验,监测其是否符合排放标准;负责填写防污报表。</p> <p>本次调整项目实施后,LW3-1平台生产运行和维护人员由120人增加至150人,需要重新核算生活污水排放量,增加至[REDACTED] (每人350L/d),以满足实际生产需要。</p> <p>此外,依托LW3-1 CEP平台开发的PY34-1平台生产运行和维护人员由120人已增加至150人,需要重新核算生活污水排放量,增加至[REDACTED],以满足实际生产需要。</p> <p>荔湾3-1气田、番禺30-1气田、番禺34-1/35-2/35-1气田同属于白云天然气作业公司运营管理。番禺30-1气田于2009年3月投产,平台已运行15年,考虑到设备增加、设备老化、设施锈蚀等因素,平台生产运行和维护人员随之增加,由90人增加至142人,需要重新核算生活污水排放量,增加至[REDACTED],以满足实际生产需要。详情详见附件11。</p>
环保投资	<p>约[REDACTED],主要用于生活、生产垃圾处理/处置。</p>

六、生态环境保护措施监督检查清单

内容要素	施工期		运营期	
	环境保护措施	验收要求	环境保护措施	验收要求
陆生生态	/	/	/	/
水生生态	海底电缆、脐带缆不挖沟埋设；生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海；船舶机舱含油污水处理达标后排海。	平台生活污水排放需符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）；船舶生活污水和机舱含油污水排放需符合《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）。	平台生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海；含油生产水经生产水处理装置处理达标后排海。	符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）、《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第1部分：分级》（GB18420.1-2009）。
地表水环境	/	/	/	/
地下水及土壤环境	/	/	/	/
声环境	/	/	/	/
振动	/	/	/	/
大气环境	船舶大气污染物排放控制区实施方案（交海发[2018]168号）		/	/
固体废物	食品废弃物粉碎到粒径<25mm后间断排放，其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地处理；生产垃圾全部运回陆地交由有资质单位处理/处置。	生产垃圾全部运回陆地交由有资质的单位处理/处置。	食品废弃物粉碎到粒径<25mm后间断排放，其他生活垃圾运回陆地处理；生产垃圾全部运回陆地交由有资质单位处理/处置。	符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）；生产垃圾全部运回陆地交由有资质的单位处理/处置。
电磁环境	/	/	/	/
环境风险	施工时做好通航安全保障措施；一旦发生溢油按照溢油应急计划开展溢油应急工作。	《中海石油深海开发有限公司白云天然气作业公司溢油应急计划》	/	《中海石油深海开发有限公司白云天然气作业公司溢油应急计划》
环境监测	/	/	执行原环评报告书环境管理与监测计划	/
其他	/	/	/	/

七、结论

（一）产业政策及区划规划符合性

本项目为海洋油气勘探开发及其附属工程，属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（2021年修改）中的“鼓励类”，符合国家产业政策；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）》相关要求；位于《广东省海洋功能区划》和《广东省海洋生态红线》范围之外，施工期和运营期均不会对其产生不利影响。

（二）环境可行性

本项目所在海域海水、沉积物和生物环境质量现状较好，距离自然保护区、海洋保护区、海洋生态红线较远，施工期和运营期均不会对其产生不利影响。LW3-1 CEP平台位于底层、近底层鱼类产卵场内，其水下生产系统位于鱼类产卵场25km外，新铺海底电缆、脐带缆不挖沟埋设。生活污水、含油生产水等污染物排放会对海洋生态环境造成局部轻微影响。

本项目海上施工期生活垃圾中的食品废弃物经粉碎达标后排海，其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地处理；船舶机舱含油污水处理至石油类 $\leq 15\text{mg/L}$ 后排海，生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海。施工期污染物排放对海洋环境影响较小，且属于短期、可恢复性影响。

本项目投产后，生产运行期含油生产水经处理达标后排放，其排放量小于原环评报告书的批复值，含油生产水排放对海洋环境的影响不会超过原环评；生活垃圾中的食品废弃物经粉碎后排海，其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地交由有资质的单位进行处理/处置，不会对周边海域环境产生影响。

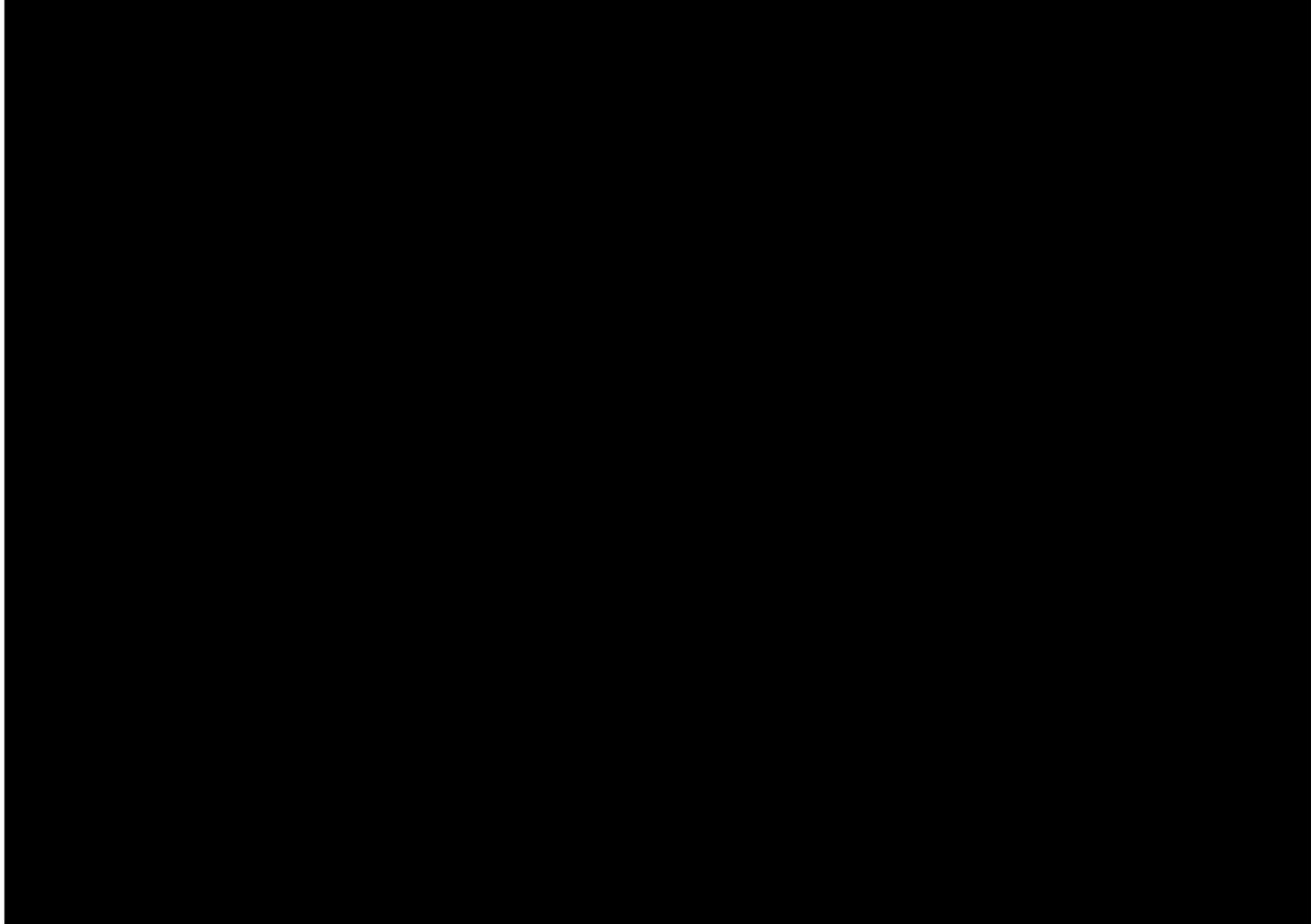
因此，在建设单位切实落实了本环境影响报告表提出的各项污染防治措施，切实落实了风险事故应急对策措施和应急预案的前提下，从环境保护角度而言，本项目建设可行。

附图

附图 1 项目与《广东省海洋功能区划（2011~2020）》的位置关系



附图 2 项目与《广东省海洋生态红线》的位置关系



附图 3 海底管道/电缆/脐带缆交越方式



附录及附件

附录I 水质因子调查结果统计表

站位	水温	pH	盐度	COD	悬浮物	DO	石油类	无机氮	活性磷酸盐	挥发性酚	硫化物	铜	铅	锌	镉	砷	总铬	汞
	°C	-	-	mg/L						ug/L								
P1	29.5	8.08	34.30	1.0	1.15	6.32	0.039	0.004	0.004	ND	ND	ND	ND	5.49	ND	1.74	0.18	0.011
	29.5	8.08	34.03	0.9	1.68	6.35	/	0.024	0.003	ND	ND	0.29	0.42	9.21	0.06	1.37	0.24	ND
	23.3	8.05	34.40	1.0	1.70	6.58	/	0.015	0.006	ND	ND	ND	ND	6.45	ND	1.52	0.15	ND
	19.1	7.93	34.58	1.1	2.70	5.60	/	0.075	0.016	ND	ND	ND	ND	7.62	ND	1.71	ND	ND
P2	29.0	8.11	34.46	0.8	1.61	6.20	ND	0.041	0.009	ND	ND	ND	ND	3.13	ND	1.54	0.11	ND
	28.0	8.10	35.02	0.7	2.00	6.17	/	0.023	0.003	ND	ND	ND	0.11	3.62	ND	1.34	0.09	ND
	25.4	8.07	34.36	0.6	2.12	6.54	/	0.009	0.002	ND	ND	ND	ND	2.79	ND	1.56	0.10	0.008
	21.2	7.97	34.63	0.8	1.97	6.05	/	0.048	0.010	ND	ND	ND	ND	3.65	ND	1.71	0.13	0.008
	18.3	7.90	34.57	0.9	2.37	5.31	/	0.110	0.024	ND	ND	ND	ND	3.87	ND	1.65	0.09	0.011
P3	29.0	8.11	34.94	0.8	1.73	6.39	ND	0.040	0.007	ND	ND	ND	0.21	1.30	ND	1.87	0.17	0.009
	28.3	8.10	35.04	0.6	2.34	6.24	/	0.010	0.004	ND	ND	ND	0.46	2.74	0.03	1.82	0.10	0.010
	24.6	8.07	34.33	0.7	2.22	6.78	/	0.017	0.003	ND	ND	ND	0.15	2.47	ND	1.91	0.14	ND
	19.5	7.94	34.63	0.8	2.32	6.17	/	0.132	0.029	ND	ND	ND	0.27	3.47	ND	1.86	0.23	0.011
	16.1	7.86	34.56	0.9	2.46	5.41	/	0.146	0.033	ND	ND	ND	0.15	3.63	0.05	1.58	0.13	0.011
P4	29.8	8.10	33.85	1.2	1.03	6.31	0.029	0.038	0.009	ND	ND	ND	0.10	0.97	0.05	1.44	0.15	ND
	29.6	8.10	34.08	1.1	1.16	6.36	/	0.027	0.004	ND	ND	0.40	0.78	1.28	ND	1.64	0.20	0.011
	24.5	8.10	34.40	0.8	1.10	6.75	/	0.039	0.005	ND	ND	0.22	0.49	2.37	ND	1.68	0.10	ND
	19.8	7.98	34.65	0.8	1.07	6.23	/	0.216	0.056	ND	ND	ND	0.21	6.30	0.07	1.60	0.12	ND
	11.9	7.78	34.45	0.8	1.55	6.04	/	0.222	0.057	ND	ND	ND	0.47	1.92	0.04	1.88	0.21	ND

P5	29.2	8.08	35.35	1.1	0.82	6.23	ND	0.045	0.009	ND	ND	ND	0.12	0.98	ND	1.49	0.13	0.007
	27.4	8.09	35.29	1.0	1.50	6.25	/	0.036	0.003	ND	ND	0.16	0.38	1.44	ND	1.50	0.12	0.008
	24.3	8.05	34.27	1.0	1.29	6.80	/	0.005	0.004	ND	ND	ND	0.12	1.00	ND	1.54	0.17	0.008
	21.2	7.96	34.56	1.1	1.12	6.12	/	0.073	0.015	ND	ND	ND	0.72	2.70	0.04	1.87	0.14	ND
	19.3	7.92	34.55	1.2	1.81	5.48	/	0.080	0.020	ND	ND	ND	0.41	3.38	ND	1.85	0.19	ND
P6	29.0	8.09	35.09	0.7	0.92	6.20	ND	0.046	0.011	ND	ND	0.36	0.85	2.62	0.25	1.54	0.22	ND
	28.7	8.07	34.40	0.7	1.08	6.33	/	0.024	0.004	ND	ND	ND	0.19	1.41	ND	1.56	0.20	0.011
	24.0	8.05	34.26	0.7	0.82	6.90	/	0.023	0.007	ND	ND	ND	0.44	1.20	ND	1.58	0.09	ND
	21.5	7.98	34.54	0.8	1.07	5.96	/	0.116	0.026	ND	ND	ND	0.13	2.17	ND	1.73	0.13	ND
	17.5	7.89	34.59	0.9	1.54	5.29	/	0.126	0.029	ND	ND	ND	0.80	2.28	ND	1.50	0.20	ND
P7	29.1	8.12	35.22	1.3	1.10	6.40	ND	0.055	0.011	ND	ND	0.45	0.49	1.26	0.04	1.67	0.27	ND
	27.6	8.11	34.78	1.2	1.26	6.37	/	0.033	0.004	ND	ND	0.31	0.41	1.59	ND	1.69	0.26	ND
	24.2	8.07	34.31	1.3	1.27	6.79	/	0.010	0.007	ND	ND	0.30	0.35	1.76	ND	1.74	0.18	ND
	20.8	7.98	34.67	1.4	1.20	6.04	/	0.079	0.016	ND	ND	0.25	0.24	0.96	ND	1.44	0.22	ND
	15.7	7.85	34.55	1.6	1.40	5.28	/	0.167	0.037	ND	ND	0.24	1.00	4.62	0.05	1.87	0.17	0.011
P8	29.2	8.11	34.06	0.6	0.83	6.33	ND	0.023	0.006	ND	ND	ND	0.61	1.11	ND	1.73	0.13	ND
	28.1	8.11	34.78	0.7	1.13	6.32	/	0.009	0.004	ND	ND	ND	0.23	0.30	ND	1.52	0.16	ND
	23.3	8.10	34.34	0.6	1.28	6.44	/	0.004	0.004	ND	ND	ND	0.09	ND	ND	1.47	0.09	ND
	19.1	7.97	34.68	0.7	1.31	5.94	/	0.309	0.082	ND	ND	0.31	0.23	2.02	0.07	1.58	0.21	ND
	8.3	7.66	34.39	0.7	1.74	5.47	/	0.115	0.028	ND	ND	ND	0.44	1.63	0.04	1.73	0.15	0.007
P9	29.2	8.08	34.25	0.8	1.04	6.45	ND	0.022	0.008	ND	ND	ND	ND	0.84	ND	1.90	ND	ND
	28.7	8.08	34.18	0.7	1.62	6.28	/	0.006	0.003	ND	ND	0.13	0.10	1.19	ND	1.95	0.09	ND
	24.7	8.07	34.26	0.5	1.46	6.79	/	0.005	0.003	ND	ND	ND	ND	0.88	ND	1.75	0.13	ND
	21.9	7.98	34.45	0.6	1.63	6.22	/	0.061	0.014	ND	ND	ND	ND	0.97	0.03	1.83	0.14	0.011
	19.3	7.91	34.57	0.5	2.36	5.02	/	0.089	0.016	ND	ND	ND	ND	1.48	ND	1.82	0.08	ND

P10	29.7	8.08	34.19	1.0	1.80	6.30	0.031	0.018	0.007	ND	ND	0.12	ND	0.86	ND	1.29	0.14	ND
	29.3	8.08	34.39	1.1	2.22	6.15	/	0.015	0.003	ND	ND	ND	ND	0.53	ND	1.36	0.05	ND
	23.8	8.06	34.34	1.1	2.03	6.69	/	0.004	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	1.84	0.11	ND
	20.4	7.95	34.50	1.2	2.08	5.97	/	0.082	0.015	ND	ND	0.18	0.08	1.17	ND	1.75	0.06	ND
	15.6	7.83	34.55	1.1	3.11	5.29	/	0.143	0.033	ND	ND	0.31	ND	2.22	ND	1.76	0.08	ND
P11	30.8	8.07	34.48	0.7	0.86	6.41	ND	0.005	0.002	ND	ND	6.23	ND	0.44	ND	1.92	ND	ND
	30.5	8.06	34.61	0.7	1.16	6.43	/	0.005	0.002	ND	ND	0.71	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	25.1	8.08	34.30	0.6	1.24	6.70	/	0.004	0.002	ND	ND	5.50	ND	ND	ND	2.35	ND	ND
	19.5	7.94	34.59	0.5	1.23	6.06	/	0.078	0.015	ND	ND	9.61	ND	ND	ND	1.92	ND	ND
	10.5	7.68	34.40	0.4	1.42	5.01	/	0.298	0.058	ND	ND	9.05	ND	0.72	0.05	2.12	ND	ND
P12	31.0	8.08	34.52	1.0	1.96	6.42	ND	0.005	0.002	ND	ND	7.95	ND	ND	ND	1.86	ND	ND
	30.2	8.08	34.48	0.9	2.50	6.37	/	0.007	0.001	ND	ND	7.84	ND	ND	ND	1.86	ND	ND
	25.1	8.08	34.17	0.8	2.26	6.73	/	0.004	0.001	ND	ND	8.52	ND	ND	ND	1.98	ND	ND
	20.2	7.93	34.57	0.6	2.60	5.69	/	0.091	0.016	ND	ND	8.57	ND	ND	0.04	2.24	ND	ND
	9.5	7.62	34.39	0.6	3.52	4.89	/	0.329	0.063	ND	ND	8.13	ND	1.02	0.07	1.92	ND	ND
P13	29.3	8.09	34.34	1.3	1.44	6.45	ND	0.017	0.007	ND	ND	0.29	ND	1.55	ND	1.82	0.13	ND
	27.5	8.08	35.06	1.3	1.74	6.39	/	0.005	0.003	ND	ND	0.36	0.11	1.42	0.05	1.94	0.08	ND
	24.0	8.05	34.32	1.1	1.56	6.74	/	0.004	0.004	ND	ND	ND	ND	1.03	ND	1.99	0.06	ND
	21.2	7.96	34.54	1.3	1.79	6.29	/	0.052	0.015	ND	ND	0.30	ND	0.83	ND	1.78	0.19	ND
	15.8	7.83	34.55	1.3	2.50	5.60	/	0.124	0.031	ND	ND	0.27	ND	2.30	0.05	1.95	0.12	ND
P14	29.3	8.09	34.61	1.2	0.99	6.23	ND	0.028	0.009	ND	ND	0.39	ND	0.74	ND	1.67	0.12	ND
	28.2	8.10	35.14	1.2	1.49	6.18	/	0.007	0.004	ND	ND	0.18	ND	1.34	ND	1.72	0.15	ND
	23.8	8.07	34.38	1.1	1.30	6.57	/	0.004	0.003	ND	ND	0.30	ND	1.07	ND	1.72	0.13	ND
	19.9	7.95	34.54	1.3	1.48	5.98	/	0.054	0.016	ND	ND	0.26	ND	0.76	ND	1.74	0.16	ND
	13.9	7.78	34.50	1.4	2.56	5.00	/	0.187	0.046	ND	ND	0.40	ND	1.98	0.04	2.33	0.21	ND

P13	30.8	8.07	33.64	0.5	0.93	6.40	ND	0.004	0.002	ND	ND	0.79	ND	0.57	ND	2.07	ND	ND
	30.0	8.07	34.22	0.5	1.60	6.27	/	0.005	0.002	ND	ND	0.86	ND	0.60	ND	1.88	0.08	ND
	25.5	8.09	34.20	0.7	1.32	6.78	/	0.004	0.002	ND	ND	0.92	0.17	3.01	ND	1.90	ND	ND
	20.3	7.93	34.56	0.6	1.56	5.63	/	0.102	0.017	ND	ND	0.86	ND	0.47	ND	1.98	ND	ND
	10.0	7.62	34.39	0.5	2.72	5.00	/	0.305	0.050	ND	ND	0.98	0.23	1.47	0.10	2.36	0.08	ND
P16	30.8	8.03	34.34	0.5	1.10	6.44	ND	0.004	0.002	ND	ND	1.03	0.24	1.24	ND	1.74	ND	ND
	30.8	8.08	34.42	0.5	1.34	6.36	/	0.005	0.001	ND	ND	0.98	ND	0.58	ND	1.83	ND	ND
	26.2	8.09	34.03	0.4	1.14	6.82	/	0.004	0.002	ND	ND	1.01	ND	0.89	ND	1.94	ND	ND
	20.2	7.96	34.57	0.6	1.24	6.16	/	0.068	0.013	ND	ND	1.18	0.22	0.91	ND	2.01	0.06	ND
	9.8	7.64	34.39	0.8	1.94	4.73	/	0.335	0.063	ND	ND	0.89	ND	1.32	ND	2.12	0.07	ND
P17	30.1	8.07	34.58	0.7	0.96	6.40	ND	0.012	0.007	ND	ND	0.43	ND	1.42	ND	2.04	0.18	ND
	29.8	8.08	34.77	0.8	1.08	6.16	/	0.005	0.001	ND	ND	0.53	ND	1.15	ND	1.91	0.17	ND
	24.4	8.06	34.26	0.7	0.99	6.66	/	0.005	0.007	ND	ND	0.66	ND	1.69	ND	1.87	0.15	ND
	20.3	7.94	34.55	0.8	0.91	6.10	/	0.008	0.008	ND	ND	0.57	ND	1.35	ND	1.97	0.19	ND
	11.3	7.73	34.43	0.8	1.40	5.40	/	0.080	0.029	ND	ND	0.78	ND	4.14	0.07	2.22	0.20	ND
P18	31.2	8.10	34.39	0.6	0.96	6.46	ND	0.007	0.002	ND	ND	1.06	ND	0.66	ND	2.02	ND	ND
	30.6	8.09	34.29	0.6	1.02	6.26	/	0.005	0.002	ND	ND	1.33	ND	0.89	ND	1.89	0.05	ND
	25.5	8.09	34.27	0.5	1.17	6.79	/	0.004	0.002	ND	ND	1.21	ND	0.47	ND	2.12	ND	ND
	20.7	7.97	34.51	0.5	1.64	6.16	/	0.041	0.009	ND	ND	1.34	ND	0.63	ND	2.12	0.07	ND
	9.6	7.65	34.39	0.4	2.22	5.12	/	0.334	0.065	ND	ND	1.23	ND	1.64	ND	2.20	0.11	ND
P19	31.1	8.09	33.86	1.0	0.74	6.32	ND	0.005	0.002	ND	ND	1.09	ND	1.49	ND	1.84	ND	ND
	30.6	8.08	34.13	0.9	0.98	6.35	/	0.006	0.002	ND	ND	1.38	0.52	1.42	ND	1.90	ND	ND
	25.6	8.09	34.18	0.9	1.13	6.70	/	0.004	0.002	ND	ND	1.24	ND	0.79	ND	1.84	ND	0.009
	21.4	7.96	34.47	0.7	1.12	6.22	/	0.053	0.011	ND	ND	1.35	ND	0.66	ND	2.14	0.09	ND
	9.9	7.64	34.39	0.7	1.90	4.82	/	0.313	0.060	ND	ND	1.48	ND	2.79	ND	1.88	0.10	ND

P20	30.6	8.10	34.18	0.5	0.72	6.42	ND	0.004	0.001	ND	ND	1.62	0.09	1.58	ND	1.63	0.08	ND
	30.5	8.10	34.06	0.4	0.91	6.35	/	0.005	0.002	ND	ND	1.76	0.40	2.62	ND	1.60	0.24	ND
	25.6	8.10	34.13	0.3	1.15	6.62	/	0.006	0.002	ND	ND	1.90	ND	3.30	ND	1.66	0.10	ND
	21.3	7.99	34.50	0.3	1.24	6.04	/	0.038	0.010	ND	ND	1.74	ND	2.06	ND	1.95	0.10	ND
	9.9	7.63	34.39	0.2	2.06	4.53	/	0.320	0.061	ND	ND	1.71	0.08	2.75	ND	1.99	ND	0.008
P21	31.1	8.07	34.69	0.7	1.00	6.43	ND	0.007	0.002	ND	ND	1.95	0.11	2.16	ND	1.77	ND	ND
	30.5	8.07	35.07	0.7	1.33	6.38	/	0.011	0.001	ND	ND	2.08	0.12	2.62	ND	1.62	ND	ND
	23.9	8.06	34.30	0.6	1.51	6.88	/	0.005	0.002	ND	ND	1.98	ND	1.56	ND	1.73	0.08	ND
	19.9	7.94	34.51	0.7	1.29	6.45	/	0.072	0.015	ND	ND	1.64	ND	1.47	ND	1.54	ND	ND
	10.9	7.69	34.41	0.9	2.60	5.16	/	0.280	0.054	ND	ND	2.01	ND	1.78	0.03	1.81	ND	ND
P22	31.2	8.08	34.73	1.0	0.88	6.35	0.022	0.005	0.002	ND	ND	1.82	ND	1.43	ND	1.76	ND	ND
	29.9	8.08	35.17	0.9	1.06	6.45	/	0.005	0.001	ND	ND	1.82	ND	1.36	ND	1.80	ND	ND
	25.1	8.08	34.39	0.8	1.32	6.65	/	0.005	0.003	ND	ND	2.00	ND	0.84	ND	1.55	ND	ND
	20.2	7.91	34.58	0.7	1.17	5.76	/	0.093	0.016	ND	ND	2.03	ND	1.01	ND	2.00	0.16	ND
	9.7	7.64	34.40	0.7	2.31	4.62	/	0.356	0.066	ND	ND	1.87	ND	2.45	0.04	1.74	0.45	0.009
P23	30.9	8.08	35.13	0.5	1.12	6.43	ND	0.005	0.002	ND	ND	3.68	ND	1.87	ND	1.62	ND	ND
	30.7	8.07	34.72	0.5	1.29	6.30	/	0.005	0.001	ND	ND	2.00	ND	1.48	ND	1.08	ND	ND
	25.2	8.07	34.19	0.3	1.55	6.61	/	0.006	0.001	ND	ND	1.73	ND	1.17	ND	0.86	ND	ND
	19.8	7.91	34.60	0.2	1.37	5.82	/	0.058	0.010	ND	ND	1.85	ND	1.35	ND	0.97	ND	ND
	10.0	7.65	34.39	0.2	2.39	4.79	/	0.312	0.052	ND	ND	2.06	ND	2.07	ND	1.77	ND	0.009
P24	30.6	8.08	34.65	0.4	0.95	6.47	0.020	0.005	0.002	ND	ND	1.60	ND	1.64	ND	1.55	ND	ND
	30.6	8.07	34.39	0.5	1.31	6.37	/	0.005	0.002	ND	ND	2.06	ND	2.32	ND	1.87	ND	ND
	25.0	8.08	34.20	0.4	1.27	6.75	/	0.004	0.001	ND	ND	2.12	0.12	2.20	ND	1.60	ND	ND
	20.0	7.94	34.58	0.4	1.58	6.04	/	0.083	0.015	ND	ND	1.94	ND	1.67	ND	1.83	ND	ND
	9.3	7.62	34.39	0.2	2.27	4.75	/	0.197	0.031	ND	ND	1.78	ND	2.63	0.04	0.99	ND	ND

P25	31.2	8.08	34.53	0.5	1.10	6.45	ND	0.005	0.001	ND	ND	2.09	ND	2.38	ND	1.11	ND	ND
	30.3	8.08	34.66	0.5	1.66	6.48	/	0.004	0.001	ND	ND	1.50	ND	2.30	ND	0.85	ND	ND
	24.7	8.08	34.28	0.5	1.59	6.85	/	0.004	0.001	ND	ND	1.61	ND	2.19	ND	1.22	ND	ND
	20.4	7.96	34.54	0.4	1.78	6.24	/	0.022	0.009	ND	ND	1.99	0.13	2.21	ND	1.41	ND	ND
	10.1	7.71	34.39	0.3	2.04	5.86	/	0.210	0.050	ND	ND	1.92	0.14	5.10	ND	1.80	ND	ND
P26	31.1	8.09	34.16	0.3	1.15	6.48	ND	0.005	0.003	ND	ND	2.26	ND	2.70	ND	2.13	ND	0.008
	30.4	8.08	34.37	0.3	1.51	6.36	/	0.007	ND	ND	ND	1.81	ND	3.55	ND	0.95	ND	ND
	24.7	8.08	34.29	0.3	1.39	6.76	/	0.005	ND	ND	ND	1.85	ND	0.93	ND	0.75	ND	ND
	21.0	7.95	34.51	0.2	1.58	6.32	/	0.029	0.002	ND	ND	2.06	0.30	2.64	ND	1.60	ND	0.009
	10.0	7.68	34.39	0.3	1.89	5.50	/	0.139	0.032	ND	ND	1.81	0.18	3.64	ND	1.45	ND	ND
P27	30.6	8.10	33.72	0.6	0.92	6.41	ND	0.004	0.001	ND	ND	2.30	ND	1.93	ND	1.67	ND	ND
	30.6	8.09	33.87	0.5	1.03	6.40	/	0.005	0.002	ND	ND	1.69	ND	1.76	ND	0.67	ND	ND
	25.9	8.10	34.08	0.4	1.25	6.75	/	0.004	0.006	ND	ND	2.67	0.21	4.84	ND	1.55	ND	ND
	20.7	7.94	34.54	0.4	1.28	5.78	/	0.013	0.002	ND	ND	1.90	ND	1.79	ND	1.02	ND	ND
	9.9	7.66	34.39	0.2	2.24	4.70	/	0.352	0.066	ND	ND	2.59	0.10	3.52	0.03	2.39	ND	ND
P28	30.8	8.09	34.46	0.2	1.00	6.48	0.038	0.005	0.002	ND	ND	2.19	ND	2.14	ND	1.09	ND	ND
	30.3	8.08	34.46	0.3	1.04	6.44	/	0.006	0.002	ND	ND	1.92	ND	2.08	ND	0.66	ND	0.015
	25.1	8.08	34.16	0.4	1.71	6.78	/	0.005	0.001	ND	ND	2.96	ND	1.45	ND	1.37	ND	0.014
	20.2	7.94	34.57	0.3	1.66	6.09	/	0.077	0.012	ND	ND	2.71	ND	2.88	ND	1.46	ND	ND
	9.5	7.64	34.39	0.3	2.24	4.47	/	0.131	0.021	ND	ND	2.74	ND	2.30	ND	0.87	ND	ND
最小值	8.3	7.62	33.65	0.20	0.72	4.47	ND	0.004	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
最大值	31.2	8.12	35.35	1.60	3.52	6.90	0.039	0.356	0.082	ND	ND	9.61	1.00	9.21	0.25	2.39	0.45	0.015
平均值	23.5	7.99	34.46	0.72	1.53	6.13	0.030	0.065	0.014	ND	ND	1.88	0.30	2.03	0.06	1.70	0.14	0.010

备注：无机氮为氨氮、亚硝酸盐和硝酸盐之和，“/”表示无数据，“ND”表示未检出。

附录II 水质各评价因子的标准指数（一类标准）

站号	层次	pH	DO	COD	石油类	活性磷酸盐	无机氮	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	砷	硫化物	挥发性酚
P1	表层	0.72	0.95	0.50	0.78	0.27	0.02	0.22	0.01	0.02	0.01	0.27	0.004	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.94	0.45	/	0.20	0.12	0.04	0.06	0.42	0.06	0.46	0.005	0.07	0.04	0.1
	50 m	0.70	0.91	0.50	/	0.40	0.08	0.04	0.01	0.02	0.01	0.32	0.003	0.08	0.04	0.1
	底层	0.62	1.07	0.55	/	1.07	0.38	0.04	0.01	0.02	0.01	0.38	0.010	0.09	0.04	0.1
P2	表层	0.74	0.97	0.40	0.02	0.60	0.21	0.04	0.01	0.02	0.01	0.16	0.002	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.73	0.97	0.35	/	0.20	0.12	0.04	0.01	0.11	0.01	0.18	0.002	0.07	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.92	0.30	/	0.13	0.04	0.16	0.01	0.02	0.01	0.14	0.002	0.08	0.04	0.1
	100 m	0.65	0.99	0.40	/	0.67	0.24	0.16	0.01	0.02	0.01	0.18	0.003	0.09	0.04	0.1
	底层	0.60	1.13	0.45	/	1.60	0.55	0.22	0.01	0.02	0.01	0.19	0.002	0.08	0.04	0.1
P3	表层	0.74	0.04	0.40	0.02	0.47	0.20	0.18	0.01	0.21	0.01	0.07	0.003	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.73	0.96	0.30	/	0.27	0.05	0.20	0.03	0.46	0.01	0.14	0.002	0.09	0.04	0.1
	50 m	0.71	0.88	0.35	/	0.20	0.09	0.04	0.01	0.15	0.01	0.12	0.003	0.10	0.04	0.1
	100 m	0.63	0.97	0.40	/	1.93	0.66	0.22	0.01	0.27	0.01	0.17	0.005	0.09	0.04	0.1
	底层	0.58	1.11	0.45	/	2.20	0.73	0.22	0.05	0.15	0.01	0.18	0.003	0.08	0.04	0.1
P4	表层	0.73	0.95	0.60	0.57	0.60	0.19	0.04	0.05	0.10	0.01	0.05	0.003	0.07	0.04	0.1
	10 m	0.73	0.02	0.55	/	0.27	0.14	0.22	0.01	0.78	0.08	0.06	0.004	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.74	0.89	0.40	/	0.33	0.20	0.04	0.01	0.49	0.04	0.12	0.002	0.08	0.04	0.1
	100 m	0.65	0.96	0.40	/	3.73	1.08	0.04	0.07	0.21	0.01	0.32	0.002	0.08	0.04	0.1
	底层	0.52	0.99	0.40	/	3.80	1.11	0.04	0.04	0.47	0.01	0.1	0.004	0.09	0.04	0.1
P5	表层	0.72	0.96	0.55	0.02	0.60	0.23	0.14	0.01	0.12	0.01	0.05	0.003	0.07	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.96	0.50	/	0.20	0.18	0.16	0.01	0.38	0.03	0.07	0.002	0.08	0.04	0.1

站号	层次	pH	DO	COD	石油类	活性磷酸盐	无机氮	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	砷	硫化物	挥发性酚
	50 m	0.70	0.88	0.50	/	0.27	0.03	0.16	0.01	0.12	0.01	0.05	0.003	0.08	0.04	0.1
	100 m	0.64	0.98	0.55	/	1.00	0.37	0.04	0.04	0.72	0.01	0.14	0.003	0.09	0.04	0.1
	底层	0.61	1.09	0.60	/	1.33	0.40	0.04	0.01	0.41	0.01	0.17	0.004	0.09	0.04	0.1
P6	表层	0.72	0.97	0.35	0.02	0.73	0.23	0.04	0.25	0.85	0.07	0.13	0.004	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.95	0.35	/	0.27	0.12	0.22	0.01	0.19	0.01	0.07	0.004	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.70	0.87	0.35	/	0.47	0.12	0.04	0.01	0.44	0.01	0.06	0.002	0.08	0.04	0.1
	100 m	0.65	1.01	0.40	/	1.73	0.58	0.04	0.01	0.13	0.01	0.11	0.003	0.09	0.04	0.1
	底层	0.59	1.13	0.45	/	1.93	0.63	0.04	0.01	0.80	0.01	0.11	0.004	0.08	0.04	0.1
P7	表层	0.74	0.13	0.65	0.02	0.73	0.28	0.04	0.04	0.49	0.09	0.06	0.005	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.74	0.94	0.60	/	0.27	0.17	0.04	0.01	0.41	0.06	0.08	0.005	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.88	0.65	/	0.47	0.05	0.04	0.01	0.35	0.06	0.09	0.004	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.65	0.99	0.70	/	1.07	0.40	0.04	0.01	0.24	0.05	0.05	0.004	0.07	0.04	0.1
	底层	0.57	1.14	0.80	/	2.47	0.84	0.22	0.05	1.00	0.05	0.23	0.003	0.09	0.04	0.1
P8	表层	0.74	0.95	0.30	0.02	0.40	0.12	0.04	0.01	0.61	0.01	0.06	0.003	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.74	0.95	0.35	/	0.27	0.05	0.04	0.01	0.23	0.01	0.02	0.003	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.73	0.93	0.30	/	0.27	0.02	0.04	0.01	0.09	0.01	0.01	0.002	0.07	0.04	0.1
	100 m	0.65	1.01	0.35	/	5.47	1.54	0.04	0.07	0.23	0.06	0.10	0.004	0.08	0.04	0.1
	底层	0.44	1.10	0.35	/	1.87	0.57	0.14	0.04	0.44	0.01	0.08	0.003	0.09	0.04	0.1
P9	表层	0.72	0.19	0.40	0.02	0.53	0.11	0.04	0.01	0.02	0.01	0.04	0.010	0.10	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.96	0.35	/	0.20	0.03	0.04	0.01	0.10	0.03	0.06	0.002	0.10	0.04	0.1
	50 m	0.71	0.88	0.25	/	0.20	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01	0.04	0.003	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.65	0.96	0.30	/	0.93	0.31	0.22	0.03	0.02	0.01	0.05	0.003	0.09	0.04	0.1
	底层	0.61	1.20	0.25	/	1.07	0.44	0.04	0.01	0.02	0.01	0.07	0.002	0.09	0.04	0.1

站号	层次	pH	DO	COD	石油类	活性磷酸盐	无机氮	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	砷	硫化物	挥发性酚
P10	表层	0.72	0.95	0.50	0.62	0.47	0.09	0.04	0.01	0.02	0.02	0.04	0.003	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.98	0.55	/	0.20	0.08	0.04	0.01	0.02	0.01	0.03	0.001	0.07	0.04	0.1
	50 m	0.71	0.90	0.55	/	0.27	0.02	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.002	0.08	0.04	0.1
	100 m	0.63	1.01	0.60	/	1.00	0.41	0.04	0.01	0.08	0.04	0.06	0.001	0.09	0.04	0.1
	底层	0.56	1.13	0.55	/	2.20	0.72	0.04	0.01	0.02	0.06	0.11	0.002	0.08	0.04	0.1
P11	表层	0.71	0.91	0.35	0.02	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	1.25	0.02	0.010	0.07	0.04	0.1
	10 m	0.71	0.82	0.35	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.14	0.01	0.010	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.90	0.30	/	0.13	0.02	0.04	0.01	0.02	1.10	0.01	0.010	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.63	0.99	0.25	/	1.00	0.39	0.04	0.01	0.02	1.92	0.01	0.010	0.08	0.04	0.1
	底层	0.45	1.20	0.20	/	3.87	1.49	0.04	0.05	0.02	1.81	0.04	0.010	0.09	0.04	0.1
P12	表层	0.72	1.15	0.50	0.02	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	1.59	0.01	0.010	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.37	0.45	/	0.07	0.04	0.04	0.01	0.02	1.57	0.01	0.010	0.10	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.89	0.40	/	0.07	0.02	0.04	0.01	0.02	1.70	0.01	0.010	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.62	1.05	0.30	/	1.07	0.45	0.04	0.04	0.02	1.71	0.01	0.010	0.08	0.04	0.1
	底层	0.41	1.23	0.30	/	4.20	1.65	0.04	0.07	0.02	1.63	0.05	0.010	0.07	0.04	0.1
P13	表层	0.72	0.22	0.65	0.02	0.47	0.09	0.04	0.01	0.02	0.06	0.08	0.003	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.94	0.65	/	0.20	0.03	0.04	0.05	0.11	0.07	0.07	0.002	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.70	0.89	0.55	/	0.27	0.02	0.04	0.01	0.02	0.01	0.05	0.001	0.08	0.04	0.1
	100 m	0.64	0.95	0.65	/	1.00	0.26	0.04	0.01	0.02	0.06	0.04	0.004	0.09	0.04	0.1
	底层	0.56	1.07	0.65	/	2.07	0.62	0.04	0.05	0.02	0.05	0.12	0.002	0.07	0.04	0.1
P14	表层	0.73	0.96	0.60	0.02	0.60	0.14	0.04	0.01	0.02	0.08	0.04	0.002	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.73	0.97	0.60	/	0.27	0.04	0.04	0.01	0.02	0.04	0.07	0.003	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.71	0.91	0.55	/	0.20	0.02	0.04	0.01	0.02	0.06	0.05	0.003	0.09	0.04	0.1

站号	层次	pH	DO	COD	石油类	活性磷酸盐	无机氮	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	砷	硫化物	挥发性酚
	100 m	0.64	1.00	0.65	/	1.07	0.27	0.04	0.01	0.02	0.05	0.04	0.003	0.09	0.04	0.1
	底层	0.52	1.20	0.70	/	3.07	0.93	0.04	0.04	0.02	0.08	0.10	0.004	0.08	0.04	0.1
P15	表层	0.71	0.59	0.25	0.02	0.13	0.02	0.04	0.01	0.02	0.16	0.03	0.010	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.71	0.96	0.25	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.17	0.03	0.002	0.08	0.04	0.1
	50 m	0.73	0.88	0.35	/	0.13	0.02	0.04	0.01	0.17	0.18	0.15	0.010	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.62	1.07	0.30	/	1.13	0.51	0.04	0.01	0.02	0.17	0.02	0.010	0.08	0.04	0.1
	底层	0.42	1.20	0.25	/	3.33	1.53	0.04	0.10	0.23	0.20	0.07	0.002	0.08	0.04	0.1
P16	表层	0.69	0.99	0.25	0.02	0.13	0.02	0.04	0.01	0.24	0.21	0.06	0.010	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.64	0.25	/	0.07	0.03	0.04	0.01	0.02	0.20	0.03	0.010	0.09	0.04	0.1
	50 m	0.73	0.16	0.20	/	0.13	0.02	0.04	0.01	0.02	0.20	0.04	0.010	0.07	0.04	0.1
	100 m	0.64	0.97	0.30	/	0.87	0.34	0.04	0.01	0.22	0.24	0.05	0.001	0.09	0.04	0.1
	底层	0.42	1.27	0.40	/	4.20	1.68	0.04	0.01	0.02	0.18	0.07	0.001	0.09	0.04	0.1
P17	表层	0.72	0.42	0.35	0.02	0.47	0.06	0.04	0.01	0.02	0.09	0.07	0.004	0.08	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.97	0.40	/	0.07	0.03	0.04	0.01	0.02	0.11	0.06	0.003	0.07	0.04	0.1
	50 m	0.71	0.90	0.35	/	0.47	0.03	0.04	0.01	0.02	0.13	0.08	0.003	0.08	0.04	0.1
	100 m	0.63	0.98	0.40	/	0.53	0.04	0.04	0.01	0.02	0.11	0.07	0.004	0.09	0.04	0.1
	底层	0.48	1.11	0.40	/	1.93	0.40	0.04	0.07	0.02	0.16	0.21	0.004	0.10	0.04	0.1
P18	表层	0.74	1.61	0.30	0.02	0.13	0.04	0.04	0.01	0.02	0.21	0.03	0.010	0.10	0.04	0.1
	10 m	0.73	0.09	0.30	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.27	0.04	0.001	0.09	0.04	0.1
	50 m	0.73	0.01	0.25	/	0.13	0.02	0.04	0.01	0.02	0.24	0.02	0.010	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.64	0.97	0.25	/	0.60	0.21	0.04	0.01	0.02	0.27	0.03	0.001	0.09	0.04	0.1
	底层	0.43	1.17	0.20	/	4.33	1.67	0.04	0.01	0.02	0.25	0.08	0.002	0.06	0.04	0.1
P19	表层	0.72	0.50	0.50	0.02	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.22	0.07	0.010	0.07	0.04	0.1

站号	层次	pH	DO	COD	石油类	活性磷酸盐	无机氮	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	砷	硫化物	挥发性酚
	10 m	0.72	0.40	0.45	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.52	0.28	0.07	0.010	0.09	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.90	0.45	/	0.13	0.02	0.18	0.01	0.02	0.25	0.04	0.010	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.64	0.96	0.35	/	0.73	0.27	0.04	0.01	0.02	0.27	0.03	0.002	0.09	0.04	0.1
	底层	0.43	1.24	0.35	/	4.00	1.57	0.04	0.01	0.02	0.30	0.14	0.002	0.10	0.04	0.1
P20	表层	0.73	0.73	0.25	0.02	0.07	0.02	0.04	0.01	0.09	0.32	0.08	0.002	0.0002	0.04	0.1
	10 m	0.73	0.35	0.20	/	0.13	0.02	0.04	0.01	0.40	0.35	0.13	0.005	0.12	0.04	0.1
	50 m	0.73	0.91	0.15	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.38	0.17	0.002	0.10	0.04	0.1
	100 m	0.66	0.99	0.15	/	0.67	0.19	0.04	0.01	0.02	0.35	0.1	0.002	0.11	0.04	0.1
	底层	0.42	1.32	0.10	/	4.07	1.60	0.16	0.01	0.08	0.34	0.14	0.010	0.09	0.04	0.1
P21	表层	0.72	1.39	0.35	0.02	0.13	0.04	0.04	0.01	0.11	0.39	0.11	0.010	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.71	0.74	0.35	/	0.07	0.06	0.04	0.01	0.12	0.42	0.13	0.010	0.10	0.04	0.1
	50 m	0.70	0.87	0.30	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.40	0.08	0.002	0.11	0.04	0.1
	100 m	0.63	0.93	0.35	/	1.00	0.36	0.04	0.01	0.02	0.33	0.07	0.010	0.10	0.04	0.1
	底层	0.46	1.16	0.45	/	3.60	1.40	0.04	0.03	0.02	0.40	0.09	0.010	0.09	0.04	0.1
P22	表层	0.72	1.07	0.50	0.44	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.36	0.07	0.010	0.10	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.66	0.45	/	0.07	0.03	0.04	0.01	0.02	0.36	0.07	0.010	0.10	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.90	0.40	/	0.20	0.03	0.04	0.01	0.02	0.40	0.04	0.010	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.61	1.04	0.35	/	1.07	0.47	0.04	0.01	0.02	0.41	0.05	0.003	0.10	0.04	0.1
	底层	0.42	1.30	0.35	/	4.40	1.78	0.18	0.04	0.02	0.37	0.12	0.009	0.08	0.04	0.1
P23	表层	0.72	1.38	0.25	0.02	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.74	0.09	0.010	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.71	0.38	0.25	/	0.07	0.03	0.04	0.01	0.02	0.40	0.07	0.010	0.09	0.04	0.1
	50 m	0.71	0.91	0.15	/	0.07	0.03	0.04	0.01	0.02	0.35	0.06	0.010	0.09	0.04	0.1
	100 m	0.61	1.03	0.10	/	0.67	0.29	0.04	0.01	0.02	0.37	0.07	0.010	0.12	0.04	0.1

站号	层次	pH	DO	COD	石油类	活性磷酸盐	无机氮	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	砷	硫化物	挥发性酚
	底层	0.43	1.25	0.10	/	3.47	1.56	0.18	0.01	0.02	0.41	0.10	0.010	0.10	0.04	0.1
P24	表层	0.72	1.08	0.20	0.39	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.32	0.08	0.010	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.71	0.54	0.25	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.41	0.12	0.010	0.10	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.89	0.20	/	0.07	0.02	0.04	0.01	0.12	0.42	0.11	0.010	0.10	0.04	0.1
	100 m	0.63	0.99	0.20	/	1.00	0.42	0.04	0.01	0.02	0.39	0.08	0.010	0.12	0.04	0.1
	底层	0.42	1.26	0.10	/	2.07	0.99	0.04	0.04	0.02	0.36	0.13	0.010	0.09	0.04	0.1
P25	表层	0.72	1.51	0.25	0.02	0.07	0.03	0.04	0.01	0.02	0.42	0.12	0.010	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.89	0.25	/	0.07	0.02	0.04	0.01	0.02	0.30	0.12	0.010	0.10	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.88	0.25	/	0.07	0.02	0.04	0.01	0.02	0.32	0.11	0.010	0.10	0.04	0.1
	100 m	0.64	0.96	0.20	/	0.60	0.11	0.04	0.01	0.13	0.40	0.11	0.010	0.11	0.04	0.1
	底层	0.48	1.02	0.15	/	3.33	1.05	0.04	0.01	0.14	0.38	0.26	0.010	0.10	0.04	0.1
P26	表层	0.72	1.38	0.15	0.02	0.20	0.03	0.16	0.01	0.02	0.45	0.14	0.010	0.10	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.37	0.15	/	0.00	0.04	0.04	0.01	0.02	0.36	0.18	0.010	0.09	0.04	0.1
	50 m	0.72	0.89	0.15	/	0.00	0.03	0.04	0.01	0.02	0.37	0.05	0.010	0.10	0.04	0.1
	100 m	0.63	0.95	0.10	/	0.13	0.15	0.18	0.01	0.30	0.41	0.13	0.010	0.11	0.04	0.1
	底层	0.45	1.09	0.15	/	2.13	0.70	0.04	0.01	0.18	0.36	0.18	0.010	0.10	0.04	0.1
P27	表层	0.73	0.56	0.30	0.02	0.07	0.02	0.04	0.01	0.02	0.46	0.10	0.010	0.09	0.04	0.1
	10 m	0.73	0.55	0.25	/	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.34	0.09	0.010	0.11	0.04	0.1
	50 m	0.73	0.01	0.20	/	0.40	0.02	0.04	0.01	0.21	0.53	0.24	0.010	0.11	0.04	0.1
	100 m	0.63	1.04	0.20	/	0.13	0.07	0.04	0.01	0.02	0.38	0.09	0.010	0.11	0.04	0.1
	底层	0.44	1.28	0.10	/	4.40	1.76	0.04	0.03	0.10	0.52	0.18	0.010	0.09	0.04	0.1
P28	表层	0.72	1.20	0.10	0.75	0.13	0.03	0.04	0.01	0.02	0.44	0.11	0.010	0.10	0.04	0.1
	10 m	0.72	0.66	0.15	/	0.13	0.03	0.30	0.01	0.02	0.38	0.10	0.010	0.09	0.04	0.1

站号	层次	pH	DO	COD	石油类	活性磷酸盐	无机氮	汞	镉	铅	铜	锌	总铬	砷	硫化物	挥发性酚
	50 m	0.72	0.88	0.20	/	0.07	0.03	0.28	0.01	0.02	0.59	0.07	0.010	0.11	0.04	0.1
	100 m	0.63	0.99	0.15	/	0.80	0.39	0.04	0.01	0.02	0.54	0.14	0.010	0.09	0.04	0.1
	底层	0.42	1.34	0.15	/	1.40	0.66	0.04	0.01	0.02	0.55	0.12	0.010	0.08	0.04	0.1
	最小值	0.41	0.01	0.10	0.02	0.07	0.02	0.04	0.01	0.02	0.01	0.01	0.001	0.00	0.04	0.1
	最大值	0.74	1.61	0.80	0.78	5.47	1.78	0.30	0.25	1.00	1.92	0.46	0.010	0.12	0.04	0.1
	平均值	0.66	0.91	0.36	0.14	0.94	0.33	0.07	0.02	0.13	0.28	0.10	0.006	0.08	0.04	0.1
	超标率%	0	31.47	0	0	30.77	11.19	0	0	0	6.29	0	0	0	0	0

备注：“/”表示无数据。项目检出率占样品频数的 1/2 以上（包括 1/2）或不足 1/2 时，未检出部分分别取检出限的 1/2 和 1/4 量参加统计运算。

附录III 浮游植物名录

种名	拉丁文	P1	P2	P3	P5	P6	P7	P9	P10	P13	P14	P17
硅藻门 Bacillariophyta												
环状辐衲藻	<i>Actinoptychus annulatus</i>				√							
透明辐杆藻	<i>Bacteriastrum mediterraneum</i>	√	√	√			√		√	√	√	
变异辐杆藻	<i>Bacteriastrum varians</i>	√					√		√			
优美辐杆藻	<i>Bacteriastrum delicatulum</i>	√	√	√		√	√		√	√		
太阳漂流藻	<i>Planktoniella sol</i>				√			√				
大星芒藻	<i>Asterolampra vanheurckii</i>		√									
高盒形藻	<i>Biddulphia regia</i>								√			
活动盒形藻	<i>Biddulphia mobiliensis</i>								√			
大洋角管藻	<i>Cerataulina pelagica</i>	√		√		√						
大角管藻	<i>Cerataulina daemon</i>	√	√			√	√					
扁面角毛藻	<i>Chaetoceros comperssus</i>	√	√			√			√	√		√
双突角毛藻英国变种	<i>Chaetoceros didymus</i> var. <i>anglica</i>							√			√	
并基角毛藻	<i>Chaetoceros decipiens</i>		√									
并基角毛藻单胞变型	<i>Chaetoceros decipiens</i> f. <i>singularis</i>				√							
异角角毛藻	<i>Chaetoceros diversus</i>	√	√									√
窄隙角毛藻	<i>Chaetoceros affinis</i>				√			√				
卡氏角毛藻	<i>Chaetoceros castracanei</i>					√			√			
洛氏角毛藻	<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	√		√	√	√	√		√	√	√	
罗氏角毛藻	<i>Chaetoceros lauderi</i>		√									
海洋角毛藻	<i>Chaetoceros pelagicus</i>	√				√			√	√		
秘鲁角毛藻	<i>Chaetoceros peruvianus</i>		√				√				√	
远距角毛藻	<i>Chaetoceros distans</i>			√					√			

短叉角毛藻	<i>Chaetoceros messanensis</i>	√	√	√		√		√	√	√	√	
奇异角毛藻	<i>Chaetoceros paradoxus</i>											√
暹罗角毛藻	<i>Chaetoceros siamense</i>			√		√			√			
紧挤角毛藻	<i>Chaetoceros coarctatus</i>				√							
大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i>										√	
那不勒斯大西洋角毛藻	<i>Chaetoceros atlanticus</i> var. <i>neapolitana</i>					√						
大西洋角毛藻骨架变种	<i>Chaetoceros atlanticus</i> var. <i>skeleton</i>						√					
密联角毛藻	<i>Chaetoceros densus</i>						√					
角毛藻 sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.							√				√
掌状冠盖藻	<i>Stephanopyxis palmeriana</i>		√	√		√	√		√	√	√	
圆筛藻 sp.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	√		√								
格氏圆筛藻	<i>Coscinodiscus granii</i>		√	√		√		√				
非洲圆筛藻	<i>Coscinodiscus africanus</i>			√								
直链藻 sp.	<i>Melosira</i> sp.							√				
孟氏小环藻	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	√										
小环藻 sp.	<i>Cyclotella</i> sp.		√	√	√	√	√		√			
地中海指管藻	<i>Dactyliosolen mediterraneus</i>				√							
布氏双尾藻	<i>Ditylum brightwellii</i>										√	
太阳双尾藻	<i>Ditylum sol</i>					√						
柔弱几内亚藻	<i>Guinardia delicatula</i>	√										
薄壁几内亚藻	<i>Guinardia flaccida</i>		√	√	√	√	√		√			
密联海链藻	<i>Thalassiosira condensata</i>					√						
霍氏半管藻	<i>Hemiaulus hauckii</i>							√				
膜质半管藻	<i>Hemiaulus membranacus</i>	√										
丹麦细柱藻	<i>Leptocylindrus danicus</i>									√		
三角褐指藻	<i>Phaeodactylum tricorutum</i>											√

哈氏半盘藻	<i>Hemidiscus hardmannianus</i>									√		
楔形半盘藻	<i>Hemidiscus cuneiformis</i>									√		
双凹梯形藻	<i>Climacodium biconcavum</i>	√	√			√	√	√	√		√	√
宽梯形藻	<i>Climacodium frauenfeldianum</i>			√								
翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i>	√	√	√		√						
翼根管藻纤细变种	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i>	√	√	√								
印度翼根管藻	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>indica</i>			√	√			√		√		
脆弱根管藻	<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	√										
笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i>			√	√	√	√	√	√	√	√	√
长笔尖形根管藻	<i>Rhizosolenia styliformis</i> var. <i>longispina</i>	√	√		√			√				
笔尖形根管藻原变种	<i>Rhizosolenia styliformis</i> var. <i>styliformis</i>	√		√							√	
笔尖形根管藻粗径变种	<i>Rhizosolenia styliformis</i> var. <i>latissima</i>						√		√			√
伯氏根管藻	<i>Rhizosolenia bergonii</i>	√		√						√		
卡氏根管藻	<i>Rhizosolenia castracanei</i>		√	√	√	√	√	√	√			
渐尖根管藻	<i>Rhizosolenia acuminata</i>								√			
刚毛根管藻	<i>Rhizosolenia setigera</i>	√					√			√		
圆柱根管藻	<i>Rhizosolenia cylindrus</i>							√				
距端根管藻	<i>Rhizosolenia calcaravis</i>	√	√	√		√					√	√
中华根管藻	<i>Rhizosolenia sinensis</i>							√				
粗根管藻	<i>Rhizosolenia robusta</i>				√				√			
尖刺拟菱形藻	<i>Pseudo-nitzschia pungens</i>						√					
优美旭氏藻	<i>Schröderella delicatula</i>					√						
优美旭氏藻矮小变型	<i>Schröderella delicatula</i> f. <i>schröderi</i>	√										
海生斑条藻	<i>Grammatophora marina</i>			√								
伽氏针杆藻	<i>Synedra gallionii</i>										√	
亚德里亚杆线藻	<i>Rhabdonema adriaticum</i>			√								

佛氏海毛藻	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i>					√						
长海毛藻	<i>Thalassiothrix longissima</i>	√	√		√	√	√	√		√	√	√
甲藻门 Pyrrophyta												
美丽鸟尾藻	<i>Ornithocercus splendidus</i>			√								
堂皇鸟尾藻	<i>Ornithocercus magnificus</i>				√		√					√
楔形鳍藻	<i>Dinophysis cuneus</i>	√										
镰角藻	<i>Ceratium falcatum</i>					√					√	√
尖角藻	<i>Ceratium belone</i>				√	√			√			
圆头形角藻	<i>Ceratium gravidum</i>			√								
大角角藻	<i>Ceratium macroceros</i>					√						
三角角藻	<i>Ceratium tripos</i>				√	√	√	√	√		√	√
矮胖角藻	<i>Ceratium humile</i>											√
美丽角藻	<i>Ceratium pulchellum</i>		√									
蜡台角藻	<i>Ceratium candelabrum</i>	√									√	
蜡台角藻宽扁变种	<i>Ceratium candelabrum</i> var. <i>depressum</i>							√				√
奇长角藻窄变种	<i>Ceratium extensum</i> f. <i>strictum</i>											√
马西里亚角藻	<i>Ceratium massilense</i>	√					√				√	
兀鹰角藻	<i>Ceratium vultur</i>	√						√	√	√		
兀鹰角藻苏门答腊变种	<i>Ceratium vultur</i> var. <i>sumatranum</i>				√							
三叉角藻	<i>Ceratium trichoceros</i>				√							
叉角藻	<i>Ceratium furca</i>						√					
具喙原夜光藻	<i>Pronoctiluca rostrata</i>			√	√							
夜光藻	<i>Noctiluca scintillans</i>	√	√					√		√		√
海洋原多甲藻	<i>Protoperidinium oceanicum</i>			√						√		
平行多甲藻	<i>Peridinium parallelum</i>							√				
优美多甲藻	<i>Peridinium elegans</i>		√		√						√	√

斯氏多甲藻	<i>Peridinium steinii</i>						√					
多刺角甲藻	<i>Ceratocorys horrida</i>										√	
瘦长足甲藻	<i>Podolampas elengans</i>					√						
范氏扁甲藻	<i>Pyrophacus svancampoae</i>							√				
浅弧梨甲藻	<i>Pyrocystis gerbautii</i>									√		√
钩梨甲藻半圆变种	<i>Pyrocystis hamulus</i> var. <i>inaequalis</i>									√		
钩梨甲藻异肢变种	<i>Pyrocystis hamulus</i> var. <i>inaequalis</i>											√
菱形梨甲藻	<i>Pyrocystis rhomboides</i>	√										
优美梨甲藻	<i>Pyrocystis elegans</i>								√			
夜光梨甲藻	<i>Pyrocystis noctiluca</i>		√		√			√				
金藻门 Chrysophyta												
小等刺硅鞭藻	<i>Dictyocha fibula</i>	√				√				√		
蓝藻门 Cyanophyta												
红海束毛藻	<i>Trichodesmium erythraeum</i>			√								
铁氏束毛藻	<i>Trichodesmium thiebaultii</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

附录IV 浮游动物名录

中文名	拉丁名	站位										
		P1	P2	P3	P5	P6	P7	P9	P10	P13	P14	P17
枝角类	Cladocera											
肥胖三角溇	<i>Pesudevaden tergestina</i>		√	√	√			√	√	√	√	√
桡足类	Copepods											
安氏隆哲水蚤	<i>Acrocalanus andersoni</i>		√		√			√	√	√	√	√
驼背隆哲水蚤	<i>Acrocalanus gibber</i>			√			√		√	√	√	√
长角隆哲水蚤	<i>Acrocalanus longicornis</i>			√					√	√	√	√
小长足水蚤	<i>Calanopia minor</i>								√	√	√	√
中华哲水蚤	<i>Calanus sinicus</i>		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
孔雀丽哲水蚤	<i>Calocalanus pavo</i>					√			√	√	√	√
羽丽哲水蚤	<i>Calocalanus plumulosus</i>		√	√	√		√		√	√	√	√
双翼平头水蚤	<i>Candacia bipinnata</i>				√				√	√	√	√
双突平头水蚤	<i>Candacia bipinosa</i>						√		√	√	√	√
幼平头水蚤	<i>Candacia catula</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
短平头水蚤	<i>Candacia curta</i>			√	√	√	√		√	√	√	√
耳突平头水蚤	<i>Candacia guggenheimi</i>					√			√	√	√	√
长突平头水蚤	<i>Candacia longimana</i>		√		√	√		√	√	√	√	√
瘦平头水蚤	<i>Candacia tenuimana</i>								√	√	√	√
腹突平头水蚤	<i>Candacia varicans</i>				√	√			√	√	√	√
微刺哲水蚤	<i>Canthocalanus pauper</i>		√	√	√				√	√	√	√
奥氏胸刺水蚤	<i>Centropages orsinii</i>				√			√	√	√	√	√
典型胸刺水蚤	<i>Centropages typicus</i>						√		√	√	√	√
弓角基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus arcuicornis</i>			√					√	√	√	√

宽头基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus laticeps</i>				√				√	√	√	√
尖基齿哲水蚤	<i>Clausocalanus pergens</i>				√				√	√	√	√
大桨水蚤	<i>Copilia lata</i>		√	√	√				√	√	√	√
长桨水蚤	<i>Copilia longistylis</i>						√		√	√	√	√
奇桨水蚤	<i>Copilia mirabilis</i>		√	√	√	√	√		√	√	√	√
方桨水蚤	<i>Copilia quadrata</i>					√			√	√	√	√
叉大眼水蚤	<i>Corycaea furcifer</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
短大眼水蚤	<i>Corycaea giesbrechti</i>		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
美丽大眼水蚤	<i>Corycaea speciosus</i>				√	√	√	√	√	√	√	√
典型大眼水蚤	<i>Corycaea typicus</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
达氏筛哲水蚤	<i>Cosmocalanus darwinii</i>		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
长真哲水蚤	<i>Eucalanus elongatus</i>			√	√	√		√	√	√	√	√
明真哲水蚤	<i>Eucalanus hualinus</i>			√	√	√	√	√	√	√	√	√
精致真刺水蚤	<i>Euchaeta concinna</i>					√			√	√	√	√
平滑真刺水蚤	<i>Euchaeta plana</i>					√	√	√	√	√	√	√
叉真刺水蚤	<i>Euchaeta rimana</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
瘦真刺水蚤	<i>Euchaeta tenuis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
粗壮真胖水蚤	<i>Euchirella amoena</i>	√	√	√		√		√	√	√	√	√
尖额唇角水蚤	<i>Labidocera acuta</i>				√		√		√	√	√	√
双光水蚤	<i>Lucicutia aurita</i>		√		√	√			√	√	√	√
黄角光水蚤	<i>Lucicutia flavicornis</i>				√				√	√	√	√
细角间哲水蚤	<i>Mesocalanus tenuicornis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
小哲水蚤	<i>Nannocalanus minor</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
瘦新哲水蚤	<i>Neocalanus gracilis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
中隆水蚤	<i>Oceaea media</i>	√			√		√		√	√	√	√
丽隆水蚤	<i>Oceaea venusta</i>				√	√		√	√	√	√	√

拟长腹剑水蚤	<i>Oithona similis</i>	√		√	√				√	√	√	√
齿厚水蚤	<i>Pachysoma dentatum</i>								√	√	√	√
细拟真哲水蚤	<i>Pareucalanus attenuatus</i>	√	√	√	√	√			√	√	√	√
伪细拟真哲水蚤	<i>Pareucalanus pseudattenuatus</i>	√		√			√	√	√	√	√	√
刺褐水蚤	<i>Phaenna spinifera</i>			√	√				√	√	√	√
瘦乳点水蚤	<i>Pleuromamma gracilis</i>		√						√	√	√	√
粗乳点水蚤	<i>Pleuromamma robusta</i>			√					√	√	√	√
克氏角水蚤	<i>Pontella kieferi</i>				√		√		√	√	√	√
克氏筒角水蚤	<i>Pontellopsis krameri</i>						√		√	√	√	√
暗伪花水蚤	<i>Pseudanthessius obscurus</i>								√	√	√	√
鼻锚哲水蚤	<i>Rhincalanus nasutus</i>			√				√	√	√	√	√
彩额锚哲水蚤	<i>Rhincalanus rostrifrons</i>	√	√	√		√			√	√	√	√
狭叶水蚤	<i>Sapphirina angusta</i>							√	√	√	√	√
曙光叶水蚤	<i>Sapphirina auronitens</i>		√	√	√	√	√		√	√	√	√
芽叶水蚤	<i>Sapphirina gemma</i>	√		√	√	√	√	√	√	√	√	√
狭尾叶水蚤	<i>Sapphirina lactens</i>			√	√	√	√		√	√	√	√
黑点叶水蚤	<i>Sapphirina nigromaculata</i>		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
弯尾叶水蚤	<i>Sapphirina sinuicauda</i>		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
星叶水蚤	<i>Sapphirina stellata</i>				√				√	√	√	√
丹氏厚壳水蚤	<i>Scolecithrix danae</i>		√	√	√		√	√	√	√	√	√
强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus crassus</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
帽形次真哲水蚤	<i>Subeucalanus pileatus</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
亚强次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subcrassus</i>	√			√	√	√	√	√	√	√	√
狭额次真哲水蚤	<i>Subeucalanus subtenuis</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
异尾宽水蚤	<i>Temora discaudata</i>	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√
柱形宽水蚤	<i>Temora stylifera</i>		√		√	√	√	√	√	√	√	√

小三锥水蚤	<i>Triconia minuta</i>							√	√	√	√	√
普通波水蚤	<i>Undinula vulgaris</i>				√		√	√	√	√	√	√
双突黄水蚤	<i>Xanthocalanus agilis</i>					√			√	√	√	√
被囊类	Tunicate											
软拟海樽	<i>Dolioletta gegenbauri</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
宽肌纽鳃樽	<i>Iasis zonaria</i>		√						√	√	√	√
瘦住囊虫	<i>Oikopleura cophocera</i>	√				√			√	√	√	√
红住囊虫	<i>Oikopleura refescens</i>	√				√	√		√	√	√	√
双尾萨莉亚东方亚种	<i>Thalia democratica orientalis</i>					√	√		√	√	√	√
毛颚类	Chaetognatha											
龙翼箭虫	<i>Pterosagitta draco</i>			√	√				√	√	√	√
肥胖箭虫	<i>Sagitta enflata</i>	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√
凶形箭虫	<i>Sagitta ferox</i>	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√
太平洋箭虫	<i>Sagitta pacifica</i>	√	√		√		√		√	√	√	√
美丽箭虫	<i>Sagitta pulchra</i>	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√
粗壮箭虫	<i>Sagitta robusta</i>		√	√	√	√	√		√	√	√	√
十足类	Decapoda											
间型莹虾	<i>Lucifer intermdeius</i>	√	√	√			√	√	√	√	√	√
刷状莹虾	<i>Lucifer penicillifer</i>		√	√				√	√	√	√	√
磷虾类	Euphausiacea											
长额磷虾	<i>Euphausia diomedeeae</i>						√		√	√	√	√
腹足纲	Gastropoda											
强卷螺	<i>Agadina sp.</i>				√		√	√	√	√	√	√
明螺属	<i>Atlanta sp.</i>								√	√	√	√
尖笔帽螺	<i>Creseis acicula</i>				√			√	√	√	√	√
棒笔帽螺	<i>Creseis clava</i>			√	√	√	√	√	√	√	√	√

芽笔帽螺	<i>Creseis virgule</i>			√					√	√	√	√
蝴蝶螺	<i>Desmopterus papilio</i>				√			√	√	√	√	√
袋长角螺	<i>Euclio balantium</i>							√	√	√	√	√
马蹄[虫虎]螺	<i>Limacina trochiformis</i>				√	√	√		√	√	√	√
拟海若螺	<i>Paraclione longicaudata</i>		√						√	√	√	√
长轴螺	<i>Peraclis reticulata</i>								√	√	√	√
端足类	Amphipoda											
钩虾	<i>Gammaridea sp.</i>			√					√	√	√	√
斯氏小泉[虫戎]	<i>Hyperietta stephensi</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
马氏近泉[虫戎]	<i>Hyeroche medusarum</i>						√		√	√	√	√
裂颚蛮[虫戎]	<i>Lestrigonus schizogeneios</i>	√	√	√	√	√		√	√	√	√	√
小喙窄头[虫戎]	<i>Leptocotis tenuirostris</i>			√					√	√	√	√
拟波氏狼[虫戎]	<i>Lycaea bovalloides</i>		√	√		√	√		√	√	√	√
克氏尖头[虫戎]	<i>Oxycephalus clause</i>		√						√	√	√	√
曲足慎[虫戎]	<i>Phronima bucephala</i>				√	√		√	√	√	√	√
定居慎[虫戎]	<i>Phronima sedentaria</i>						√	√	√	√	√	√
小锯宽腿[虫戎]	<i>Platyscelus ovoides</i>		√	√	√		√		√	√	√	√
触角扁鼻[虫戎]	<i>Simorrhynchotus antennarius</i>				√				√	√	√	√
额枝形[虫戎]	<i>Thamnes rostratus</i>						√		√	√	√	√
思氏路[虫戎]	<i>Vibilia australis</i>				√				√	√	√	√
糠虾类	Mysidacea											
四刺刺糠虾	<i>Acanthomysis quadrispinosa</i>			√				√	√	√	√	√
刺节糠虾	<i>Siriella dubia</i>	√	√						√	√	√	√
介形类	Ostracoda											
小型海萤	<i>Cypridina nana</i>							√	√	√	√	√
双叉真浮萤	<i>Euconchoecia bifurata</i>	√		√	√		√	√	√	√	√	√

腔肠动物	Coelenterata											
三角多面水母	<i>Abyla bicarinata</i>					√		√	√	√	√	√
小拟多角水母	<i>Abylopsis eschscholtzi</i>		√						√	√	√	√
巴斯水母	<i>Basia bassensis</i>		√						√	√	√	√
尖角水母	<i>Eudoxoides mitra</i>		√	√		√	√	√	√	√	√	√
贝氏真囊水母	<i>Euphysora bigelowi</i>								√	√	√	√
介螳水母	<i>Hydractinia sp.</i>								√	√	√	√
四叶小舌水母	<i>Liriope tetraphylla</i>			√					√	√	√	√
短距珍妮水母	<i>Janiopsis brevispura</i>						√		√	√	√	√
细条浅室水母	<i>Lensia leloupi</i>					√			√	√	√	√
性軛小型水母	<i>Nanomia bijuga</i>		√	√	√				√	√	√	√
栉水母动物	Ctenophora											
卵形瓜水母	<i>Beroe ovata</i>						√	√	√	√	√	√
浮游幼体	Plankton larvae											
阿利玛幼体	<i>Alima larvae</i>	√	√	√	√	√	√		√	√	√	√
双壳纲幼体	<i>Bivalvia larvae</i>				√				√	√	√	√
短尾类溞状幼体	<i>Brachyura zoea larvae</i>	√		√			√	√	√	√	√	√
鱼卵	<i>Fish eggs</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
仔稚鱼	<i>Fish larvae</i>		√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
莹虾幼体	<i>Luciferidae larvae</i>		√	√	√	√		√	√	√	√	√
长尾类幼体	<i>Macruran larvae</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
大眼幼虫	<i>Megalopa larva</i>				√		√	√	√	√	√	√
糠虾幼体	<i>Mysidacea larvae</i>	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
蛇尾纲长腕幼虫	<i>Ophiuroidea larvae</i>	√							√	√	√	√
多毛类幼体	<i>Polychaeta larvae</i>	√	√	√		√	√	√	√	√	√	√
箭虫幼体	<i>Sagitta larvae</i>	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√

附录 V 底栖生物名录

中文名	拉丁名	站位										
		P1	P2	P3	P5	P6	P7	P9	P10	P13	P14	P17
掘足纲	Scaphopoda											
大角贝	<i>Pictodentolum vernedei</i>	√										
双壳纲	Bivalvia											
矩形同心蛤	<i>Meiocardia teragona</i>									√		
心形非洲鸟蛤	<i>Afrocardium carditaeforme</i>								√			
舟蚌	<i>Arca navicularis</i>	√	√									√
双纹须蚌	<i>Barbatia bistrigata</i>			√		√			√			
栉孔扇贝	<i>Chlamys sp.</i>			√								
多刺棘鸟蛤	<i>Frigidocardium exasperatum</i>					√						
联珠蚌	<i>Mabellarca consociata</i>	√		√								
小胡桃蛤	<i>Nucula paulula</i>								√			
深海樱蛤	<i>Bathytellina citrocarnea</i>	√										
古明圆蛤	<i>Cycladicama cumingii</i>	√		√					√			
简易劈蛤	<i>Plicatula simplex</i>							√				
尖刺劈蛤	<i>Spiniplicatula muricata</i>	√		√								
粗糙鸟蛤	<i>Trachycardium impositum</i>	√	√									
细肋线蚶蜊	<i>Tucetilla crebreliratus</i>			√					√			
腹足纲	Gastropoda											
轮螺	<i>Architectonica sp.</i>					√	√					
小梯螺	<i>Epitonium scalare minor</i>	√										
骨螺	<i>Murex sp.</i>	√										
双带玉螺	<i>Natica bibalteata</i>		√									
拟蟹守螺	<i>Cerithidea sp.</i>					√						
雕刻芋螺	<i>Conus insculptus</i>	√	√									
贞洁芋螺	<i>Conus virgo</i>					√						

假主棒螺	<i>Crassispira pseudoprincipilis</i>							√				
美丽蕾螺	<i>Gemmaia speciosa</i>		√									
乳玉螺	<i>Polynices sp.</i>		√									
假奈拟塔螺	<i>Turricula nelliae spurius</i>	√										
三带缘螺	<i>Maraginata tricineta</i>	√	√			√			√			
桑椹螺	<i>Morum sp.</i>							√				
织纹螺	<i>Nassarius sp.</i>											√
中华海因螺	<i>Hindsia sinensis</i>	√										
黄短口螺	<i>Inquistor flavidula</i>	√										
露齿螺	<i>Ringicula sp.</i>	√										
笔螺	<i>Mitridae sp.</i>	√	√	√		√						
嵌线螺	<i>Biplex sp.</i>	√										
杂色太阳螺	<i>Heliacus variegates</i>	√					√					
笋螺	<i>Diplomeriza sp.</i>		√									
钻风螺	<i>Strombus terebellatus</i>											√
甲壳纲	Crustacea											
方板赤虾	<i>Metapenaeopsis tenella</i>						√					
小蛙蟹	<i>Ranilia sp.</i>	√										
巴氏仿蛙蟹	<i>Raninoides barnardi</i>	√										
腔肠动物	Coelenterata											
丁香珊瑚	<i>Caryophyllia sp.</i>	√	√	√		√	√		√			√
棘皮动物	Echinodermata											
细腕阳遂足	<i>Amphiura tenuis</i>	√										
粗蛇尾	<i>Amphiophiura sp.</i>						√					

附录 VI 游泳动物种类名录

类群	目	科	种
鱼类 FISHES			
	颌针鱼目	BELONIFORMES	
		飞鱼科	EXOCOETIDAE
			黄斑燕鲔鱼 <i>Cypselurus katoptron</i>
	鳗鲡目	ANGUILLIFORMES	
		蛇鳗科	OPHICHTHIDAE
			杂食豆齿鳗 <i>Pisodonophis boro</i>
	金眼鲷目	Beryciformes	
		金鳞鱼科	HOLOCENTRIDAE
			日本骨鰓 <i>Ostichthys japonicus</i>
	鲈形目	PERCIFORMES	
		鲷科	CORYPHAENIDAE
			鲷 <i>Coryphaena hippurus</i>
		乌鲂科	BRAMIDAE
			日本乌鲂 <i>Brama japonica</i>
		圆鲳科	NOMEIDAE
			少鳍方头鲳 <i>Cubiceps pauciradiatus</i>
		鲈科	SERRANIDAE
			线纹鱼 <i>Grammistes sexlineatus</i>
		笛鲷科	TRICHIURIDAE
			千年笛鲷 <i>Lutjanus sebae</i>
		鲹科	CARANGIDAE
			细鳞圆鲹 <i>Decapterus macarellus</i>
			长体圆鲹 <i>Decapterus macrosoma</i>
			脂眼凹肩鲹 <i>Selar crumenophthalmus</i>
			游鳍叶鲹 <i>Atule mate</i>
			棘线若鲹 <i>Carangoides ferdau</i>
			六带鲹 <i>Caranx sexfasciatus</i>
		大眼鲷科	PRIACANTHIDAE
			短尾大眼鲷 <i>Priacanthus macracanthus</i>
		金枪鱼科	THUNNIDAE
			大眼金枪鱼 <i>Thunnus obesus</i>
			扁舵鲣 <i>Auxis thazard thazard</i>
			鲣 <i>Katsuwonus pelamis</i>
			圆舵鲣 <i>Auxis tapeinosoma</i>
		鲭科	SCOMBRIDAE
			刺鲣 <i>Acanthocybium solandi</i>
	鲈形目	TETRAODONTIFORME	
		刺鲀科	DIODONTIDAE
			艾氏刺鲀 <i>Diodon eydouxii</i>
		鲀科	TETRAODONTIDAE
			白点宽吻鲀 <i>Amblyrhynchotus honckenii</i>

		革鲀科 ALUTERIDAE
		单角革鲀 <i>Aluterus monoceros</i>
		鳞鲀科 BALISTIDAE
		黑边角鳞鲀 <i>Melichthys vidua</i>
头足类 CEPHALOPODA		
		枪形目 TEUTHOIDEA
		柔鱼科 OMMASTREPHIDAE
		鸢乌贼 <i>Symlectoteuthis oualaniensis</i>
		太平洋褶柔鱼 <i>Todarodes pacificus</i>
		枪乌贼科 LOLIGINIDAE
		杜氏枪乌贼 <i>Loligo duvaucelii</i>
		乌贼目 TEUTHOIDAE
		菱鳍乌贼科 THYSANOTEUTHIDAE
		菱鳍乌贼 <i>Thysanoteuthis rhombus</i>

荔湾 3-1 气田调整开发项目环评委托书

中海油研究总院有限责任公司：

目前荔湾 3-1 气田调整开发项目已经完成可行性研究，为满足本项目环评需求，特委托贵公司按照国家有关法律法规、部门规章及有关标准、规范的相关要求，开展荔湾 3-1 气田调整开发项目环境影响评价，编制荔湾 3-1 气田调整开发项目环境影响报告表，并根据专家审查会意见进行修改完善。

特此委托。

中海石油深海开发有限公司

2023 年 5 月 5 日



哈斯基石油中国有限公司

2023 年 5 月 5 日



国家海洋局

国海环字〔2011〕717 号

关于荔湾 3-1 气田开发工程环境影响报告书 核准意见的复函

中海石油(中国)有限公司、哈斯基石油中国有限公司:

两公司共同上报的“关于核准《荔湾 3-1 气田开发工程环境影响报告书》的申请”(中海油哈斯基联[2011]001 号)及《荔湾 3-1 气田开发工程环境影响报告书(报批稿)》(以下简称“报告书”)收悉。经研究,函复如下:

一、荔湾 3-1 气田(简称 LW3-1)由中海石油(中国)有限公司、哈斯基石油中国有限公司合作开发建设。该气田位于南中国海珠江口盆地 29/26 合同区块,工程拟建设浅水海域的一座中心平台(CBP),深水海域的 10 口(4 口预留)水下生产井,深、浅水海域水下生产管汇及海底电缆管道(线)共计 16 条,1 个陆岸终端处理厂,含 2 个(分别为 3 万吨和 5 千吨级)泊位的油气输运码头。其中陆上终端处理厂及油气输运码头建设涉及围填海 61.5 公顷。

二、根据申请文件所述,中海石油(中国)有限公司负责担

任油气处理及储运等浅水设施的作业者，主要包括中心平台（CEP）、陆上天然气厂和连接两设施的 261 公里海底管道，负责上述设施的工程、采购、建造、安装和操作，并承担上述范围内因生产、作业、事故等引发的环境污染和生态破坏责任。

哈斯基石油中国有限公司负责担任深水设施的作业者，主要包括位于中心平台上的与化学剂注入有关的乙二醇回收装置及控制系统等地面设施、水下生产管汇、海底管道、控制系统、化学剂注入和回收设施、立管等，负责上述设施的工程、采购、建造、安装和操作，并承担上述范围内因生产、作业、事故等引发的环境污染和生态破坏责任。

对双方作业者存在交叉和涵盖的部分，由双方共同承担环境污染和生态破坏责任。

从环境保护角度分析，在报告书所提的各项生态保护、污染防治及应急措施得到全面落实的基础上，工程建设基本可行，同意核准该工程项目的环境影响报告书。

三、工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准。

（一）施工期钻井采用的泥浆应尽量循环使用。非含油钻屑和水基泥浆在钻井/完井作业完成后，经油类物质分离处理后达标一次性排放入海；油基泥浆循环使用，钻井作业完成后全部运回陆地交附有资质单位处置，严禁排放或弃置入海；机舱含油污水经油水分离后达标排放入海；生活污水经处理装置处理、消毒后排放入海。陆岸终端和码头施工期间生活污水及垃圾统一收集进行处理、处置，严禁排放入海。

(二)运营期中心平台上的开式排放系统用于收集初期雨水、冲洗废水、含油污水、检修废水、生活污水等,经处理后达标排放入海;含油生产水经CFU(小型气浮选装置)系统处理后达标排放入海;平台上设高、低压火炬放空系统用于收集、处理高、低压设备释放或泄放的气体;生活垃圾和固体废物集中收集运回陆地处置。

(三)运营期陆域终端及码头区等的污废水零排放,初期雨水经处理后回用于绿地和道路用水;生活垃圾由当地环卫部门进行收集处理,固体废物分类收集,含油危险废弃物按危废法律法规和相关标准处置。在油气处理中应采用无毒化学处理剂,并避免剩余药剂的二次环境污染。采用清洁燃料(天然气)发电,充分回收利用燃气透平机组的废热,大大降低大气污染物及温室效应气体的排放。

四、严格控制污染物的排放总量。中心平台含油生产水排放量 $35\times 10^4\text{m}^3/\text{a}$,其中石油烃排放量 $15.8\text{t}/\text{a}$,平台外缘500m范围内为含油生产水排污混合区;钻井阶段钻屑排放总量 5760m^3 ,其中 2880m^3 含油钻屑经处理后达标排放,其余非含油钻屑直接排放;泥浆产生量 1670m^3 ,其中油基泥浆需运回陆地交有资质单位处理,严禁排放或弃置入海,非油基泥浆处理后达标排放,排放总量 1320m^3 。

五、加强工程施工期及运营期的污染防控和生态保护。

(一)陆岸终端和码头工程等的填海工程、护岸建设严格环境管理,抑制扬尘产生,降低施工期对周围大气环境的影响;严格控制回填石料应确保不对海洋环境产生不利影响,控制含泥量

不大于 5%。

(二) 加强施工管理, 采用低噪声的施工设备, 合理安排施工作业时间, 减少施工噪声可能产生的不利影响。选用低噪声的生产设备, 降低厂界噪声值; 对于高噪声设备, 采取减震、吸声、隔声等措施, 减少因不良运行产生的噪声。

(三) 落实地下水防渗措施, 切实防治地下水和土壤污染。防控重点区域的厂区地面采取防渗处理, 采用粘土垫层, 并在地表进行硬化; 危险废物临时贮存场, 采取增加人工防渗膜等防渗处理措施。

(四) 采用先进的生产和施工技术、工艺, 合理选择铺管、疏浚、打桩等施工期, 避开海洋生物的敏感季节以及底栖生物、幼鱼幼虾的保护期。

(五) 应按照报告书中拟建工程对海洋生态和渔业资源等影响预测分析, 对有直接损害的渔业资源进行补偿, 实际补偿方式应与当地主管部门协商确定。造成环境污染和生态破坏的, 应当依法予以赔偿。

六、强化落实环境风险防范措施到位。

(一) 严格执行钻井作业规程, 同时在钻井阶段安装井口防喷器, 设置通风系统和烃类气体探测器; 应对平台上危险区采取有效的隔离措施, 在关键部位设置温度或压力报警装置, 并设置相应的应急关断系统。

(二) 强化工程设施保护管理。建设和运营期间应发布明确的通航通告和设置海图标记, 划定安全界限。应加强沿途巡视, 防止渔船拖网或船只抛锚等损伤海底管道、水下生产管汇的事故

发生。应严格海底管道、水下生产管汇防腐措施的落实，定期对管线进行安全检测、保养维护，并制定切实可行的作业规程。一旦发现滴漏现象，应立即停止作业或生产进行应急处理，并及时上报。

(三) 油品、化学品码头、设备、建筑物、构筑物的防火间距严格执行有关防火规范的要求，油品码头上设置必要的人行通道和检修通道并采用阻燃性材料，并落实各项风险防范措施。

(四) 加强作业船舶的管理，落实安全措施，避免发生碰撞及由此引发的环境污染事故。

七、制定与本工程建设运营相适应的切实有效的溢油应急程序和应急计划。

(一) 在投入生产运营前应将溢油应急计划上报国家海洋局审批。应统筹考虑附近海域其它油气田的溢油应急计划、应急响应程序，并落实应急设备和力量，以及本海域周边油气田和区域的应急资源联动响应，以备溢油事故发生的应急需要。

(二) 一旦发生溢油，应立即采取有利措施，切断溢油源并排除危害。同时立即报告国家海洋局南海分局，并通报当地海事、渔业、军队等有关部门。

八、落实报告书中的监测计划，并根据海区环境状况及工程建设进展及时调整完善，并按照海区（分局）主管部门的要求，将工程进展情况和监测结果上报南海分局，同时抄报国家海洋局。

九、认真落实报告书中所提出的各项污染防治措施、对策及建议，严格执行“三同时”、“竣工验收”等制度，按照相关法律

法规的要求报批。

十、国家海洋局南海分局负责工程建设和生产期间环境保护的监督管理。请在工程开工建设的 30 个工作日内将经核准的环境影响报告书送国家海洋局南海分局。

请两公司务必密切合作、加强沟通,按照报告书所述的地点、性质、规模、环境保护对策措施及核准意见要求,落实各项措施和要求到位,确保工程项目的开发建设不对海洋环境造成污染损害。



主题词：海洋 工程 环评 核准 函

公开方式：依申请公开

抄送：国家能源局，交通运输部海事局，农业部渔业局，全军环办，广东省海洋与渔业局，局海域司、中国海监总队、南海分局、海洋咨询中心。

国家海洋局海洋环境保护司

2011年10月27日印发

校对入：邱茂福

打印 35 份

国家海洋局

国海环字〔2013〕265 号

国家海洋局关于流花 34-2 气田开发工程 环境影响报告书核准意见的批复

中海石油（中国）有限公司、哈斯基石油（中国）有限公司：

你公司《关于核准〈流花 34-2 气田开发工程环境影响报告书〉的申请》（中海油哈斯基联[2012]001 号）和中海石油（中国）有限公司《关于再次呈报流花 34-2 气田开发工程环境影响报告书（报批稿）的报告》（中海油健[2013]106 号）及《流花 34-2 气田开发工程环境影响报告书（报批稿）》（2013 年 3 月版）（以下简称“报告书”）收悉。经研究，对报告书提出核准意见批复如下：

一、流花 34-2 气田位于香港东南 290 公里、已建的荔湾 3-1 气田东北 23 公里。拟建工程主要建设内容包括：利用已有的流花 34-2-1 探井钻 1 口水下生产井，并安装卧式采油树；在水下生产井与荔湾 3-1 气田东侧水下管汇之间，分别新建 1 条长约 23 公里的输气（含凝析油）海底管道和 1 条乙二醇海底管道；新建 1 条长约 27 公里的荔湾 3-1 气田水下分配中心至水下生产井的脐带缆。

经审查，报告书基本符合国家环境保护有关法律法规的要求。从环境保护角度分析，在报告书中各项污染防治对策、生态保护及风险防范对策措施得到落实的前提下，同意核准该项目报告书。

二、根据申请文件所述，哈斯基石油（中国）有限公司为流花 34-2 气田的作业者，负责流花 34-2 气田水下生产系统、海底管道和控制系统等设施的采购、建造、安装和操作，并承担因生产、作业及事故等引发的环境污染责任。

对双方作业者存在交叉和涵盖的部分，由双方共同承担环境污染和生态破坏责任。

三、项目建设和运营期间应当认真落实报告书中的污染防治、生态保护和风险防范措施、对策及建议，并特别做好以下工作：

（一）工程污染物的处理和排放应当符合国家关于污染物管理的规定和标准。油基泥浆运回陆地交由有资质的单位统一处理；含油量不超过 8% 的钻屑和泥浆经海区主管部门批准后方可排海；含油量超过 8% 的钻屑和泥浆运回陆地交由有资质的单位处理；含油生产水、海管清洗水、生活污水和机舱含油污水经处理达标后方可排海；生产垃圾和除食品废弃物以外的生活垃圾运回陆地处理。

（二）严格执行钻井作业规程，配备安全有效的防喷设备及良好的压井材料和井控设备，设置通风系统和烃类气体探测器，

在关键部位安装温度和压力报警装置，并设置相应的应急关断系统。

(三) 切实落实生态保护措施，施工作业应尽量避免主要经济鱼类的产卵期，并采取增殖放流、建设人工鱼礁等措施对渔业资源进行养护与修复。

(四) 定期对海底管道进行检测与维护，及时发现并消除事故隐患；采取必要的工程防护措施，避免海上作业活动对海底管道等设施造成损害；对本工程依托的已有海底管道，在达到其原有设计寿命前需进行检测评估，必要时予以更换。

(五) 切实落实风险防范和应急措施，工程投产前，应对荔湾 3-1 气田开发工程溢油应急计划进行修改完善，将本工程的溢油应急纳入该溢油应急计划中，报国家海洋局南海分局批准。发生事故时，应当按照规定立即报告国家海洋局南海分局，并及时通报渔业、海事、军队等有关部门。

(六) 采取有效措施防止项目建设与运营对军事活动产生影响，将气田开发方案及时通报南海舰队司令部，施工过程中及时通报相关信息。

四、严格控制污染物的排放总量和排放浓度。本工程投产后，荔湾 3-1CEP 中心平台排污混合区范围维持不变，含油生产水和石油类的总量控制指标不变。

五、加强施工期的环境监控管理，落实报告书中的监测计划，并将工程进展情况和监测结果及时通报国家海洋局南海分局。严

格执行“三同时”制度，环境保护设施未经检查批准不得投入试运行。

六、国家海洋局南海分局负责工程建设和运营期间环境保护的监督管理。请你公司在开工建设之日 30 个工作日内将经核准的环境影响报告书送国家海洋局南海分局。

请两公司务必密切合作、加强沟通，按照报告书所述的地点、性质、规模、环境保护对策措施及核准意见要求进行项目建设和运营，确保工程项目的开发建设不对海洋环境造成污染损害。



(此件依申请公开)

抄送：国家能源局，交通运输部海事局，农业部渔业局，全军环办，局海域司、中国海监总队、南海分局、海洋咨询中心。

海洋石油勘探开发溢油应急计划备案 登记表

报备单位名称	中海石油深海开发有限公司		
报备单位地址	深圳市南山区后 海滨路 3168 号 中海油大厦 A 座 6 楼	邮政编码	518064
联系电话	0755-26023381	传 真	0755-26688577
电子邮箱	guona@cnooc.com.cn		
备案单位经办人	庄丽芸	联系电话	020-85116176
<p>你单位提交的《中海石油深海开发有限公司白云天然气作业公司溢油应急计划》，经形式审查符合要求，予以备案。</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>2021年3月15日</p> </div>			

中海石油(中国)有限公司文件

中海油安〔2016〕292号

签发人: 宋立崧

关于荔湾 3-1 气田生产水处理系统增加 超滤膜分离处理装置的报告

国家海洋局:

中海石油(中国)有限公司所属中海石油深海开发有限公司的荔湾3-1气田现有中心平台设有一套生产水处理系统,最大处理能力为80m³/h,由一套紧凑型气浮装置CFU组成,生产水经CFU处理后进入开排沉箱排海。

荔湾3-1气田自2014年4月23日投入试运行以来,由于产水量少,生产水经现有中心平台大容量气浮装置处理后效果不甚理想。为此,荔湾3-1气田于2015年2月在现有生产水处理工艺的基础上增加了一套生产水超滤膜分离处理装置,开始进行生产水优

化处理实验，目的在于进一步降低生产水生物毒性等指标。该套生产水超滤膜分离处理装置实验运行事宜已于2015年5月向国家海洋局报告（中海油安〔2015〕133号）。

经过一年多的生产水超滤膜分离处理装置实验运行，荔湾3-1气田通过对生产水送样检测已验证该装置的处理效果。在使用生产水超滤膜分离处理装置后经多次取样检测，生产水生物毒性等指标均能达到排放标准。由于此装置试运行期间运行稳定、处理效果良好，中海石油深海开发有限公司计划对荔湾3-1气田的生产水处理系统进行改造，在现有气浮装置CFU下游增加超滤膜分离处理装置，该处理装置设备型号为UF-T-CM1-5.0（处理量为5.0m³/h），计划在9月下旬开始安装、调试，工期为35天。

以上情况，特此报告。



中海石油（中国）有限公司

2016年8月31日

（联系人及电话：高琛 010-84526992）

中海石油（中国）有限公司总裁办公室

2016年9月2日印发

— 2 —



中海石油(中国)有限公司文件

中海油安〔2022〕534 号

签发人: 曹新建

关于荔湾 3-1 平台生产水处理系统 增加电驱聚结除油装置的报告

生态环境部:

中海石油(中国)有限公司所属中海石油深海开发有限公司(以下简称深海公司)荔湾 3-1 平台设有一套生产水处理系统,最大处理能力为 80m³/h,由一套紧凑型气浮装置 CFU 和一套超滤膜分离处理装置组成,生产水经过处理达标后进入开排沉箱排海。

荔湾 3-1 平台自 2014 年 4 月投入运行以来,由于生产过程中乙二醇再生系统、乙二醇回收及脱盐系统间歇排盐,盐包油导致生产水处理效果不稳定。为了提高系统稳定性,保证设施生产水

— 1 —

持续稳定达标，深海公司计划对荔湾 3-1 平台的生产水处理系统进行改造，在现有气浮装置 CFU 上游增加一套电驱聚结处理装置。电驱聚结处理装置采用电强化破乳和聚结的耦合处理方式进行油水分离，设备型号为 PWT-G-01，处理量为 10m³/h。在生产工艺系统排盐时，使用该装置，生产水经处理后再进入 CFU 装置；在生产工艺系统不排盐时，该装置停用，生产水直接进入 CFU 装置处理。

该装置计划 8 月中下旬开始安装、调试，工期约 30 天。施工期间，荔湾 3-1 平台原生产水处理系统正常运行，深海公司将严格监控生产水的排放管理，确保达标排放。

以上情况，特此报告。



(联系人及电话：高 琛 010-84526992)

中海石油（中国）有限公司总裁办

2022 年 8 月 18 日印发

— 2 —



关于荔湾 3-1 平台更换生活污水处理装置的报告

国家海洋局:

中海石油(中国)有限公司所属中海石油深海开发有限公司荔湾 3-1 平台定员为 120 人。平台现配备两台生活污水处理装置,污水处理能力均为 34.3 方/天,处理方式均为电解法,一用一备。

由于荔湾 3-1 平台现有生活污水处理装置在运行期间有时 COD 值接近浓度限值(500mg/L)。为了进一步降低外排生活污水 COD 值,满足相关环保要求,现拟采购一台电解法生活污水处理装置,设备型号为 TE3150-II,处理能力为 75.6 方/天,以更换现有一台生活污水处理装置。新生活污水处理装置计划于 2018 年 2 月开始安装并投入使用。在施工期间,中海石油深海开发有限公司将严格监控生活污水的排放管理。

以上情况,特此报告。


中海石油(中国)有限公司

2018 年 2 月 2 日

(联系人及电话:高琛 010-84526992)

中华人民共和国生态环境部

环验〔2022〕5号

关于流花 34—2 气田开发工程等 7 个项目 环境保护设施竣工验收合格的函

中海石油（中国）有限公司：

你公司《关于再次申请对流花 19—5 气田开发工程等三个项目环境保护设施竣工验收的请示》（中海油安〔2022〕219 号）、《关于申请对流花 29—2 气田开发工程进行环境保护设施竣工验收的请示》（中海油安〔2022〕106 号）、《关于申请对惠州 32—5 油田综合调整/惠州 33—1 油田联合开发项目和 HZ25—3/1&HZ25—4 油田开发工程进行环境保护设施竣工验收的请示》（中海油安〔2022〕44 号）、《关于再次申请对崖城 13—1 天然气田开发项目环境保护设施竣工验收的请示》（中海油安〔2022〕265 号）收悉。生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局

— 1 —

局对流花 34—2 气田开发等 7 个项目的环境保护设施进行了现场检查。经研究，提出验收意见如下：

一、原则同意流花 34—2 气田开发工程、荔湾 3—1 气田开发工程（海上工程）、流花 19—5 气田开发工程、流花 29—2 气田开发工程、惠州 32—5 油田综合调整/惠州 33—1 油田联合开发项目、HZ25—3/1&HZ25—4 油田开发工程、崖城 13—1 天然气田开发项目等 7 个项目的环境保护设施通过竣工验收。

二、请你公司严格遵守环境保护的有关规定，加强环境保护管理，并特别注意以下问题：

（一）按照环评文件及批复要求，切实落实各项污染防治和生态环境保护措施，加强环保设施的管理与维护，确保环保设施稳定运行，污染物处理达标。

（二）认真落实环境风险防范措施，加强溢油应急设备管理与维护，确保发生溢油事故时能够及时、快速和有效处置。



（此件社会公开）



废油泥、油脚、含油垃圾危废处置
服务合同

合同编号：CCL2021SZPS0358

服务接受方（甲方）：中海石油（中国）有限公司深圳分公司

服务提供方（乙方）：珠海中盈环保有限公司

中海石油(中国)
有限公司

第一部分 合同书

甲方：中海石油（中国）有限公司深圳分公司

地址：深圳市南山区后海滨路(深圳湾段)3168号中海油大厦A座

乙方：珠海中盈环保有限公司

地址：珠海市高栏港经济区石油化工区平湾四路西南侧

鉴于，甲方是一家根据中华人民共和国法律合法设立并存续的企业，希望获得符合本合同和相关法律法规要求的废油泥、油脚、含油垃圾危废处置服务合同；

鉴于，乙方是一家根据中华人民共和国法律合法设立并存续的企业，具备提供符合本合同要求的废油泥、油脚、含油垃圾危废处置服务合同的全部资质、资格和条件；

鉴于，乙方在提供服务、质量保证、服务人员等方面具有较强的专业能力和良好信誉，愿意根据本合同的规定向甲方提供废油泥、油脚、含油垃圾危废处置服务合同。

根据《中华人民共和国民法典》及相关法律法规，在遵循平等、自愿、公平和诚实信用原则的基础上，经协商一致，双方订立本合同如下：

第一条 服务

- 1.1 乙方应根据本合同规定为甲方提供废油泥、油脚、含油垃圾危废处置服务，完成合同规定的全部工作。
- 1.2 工作的内容、范围、地点及工作标准和要求等详见本合同附件一。

第二条 合同总价

- 2.1 本合同执行费率模式。
- 2.2 除非根据本合同规定因工作变更或国家增值税税率调整引起合同价款调整

(本页无正文，为签章页)

甲方：(盖章)

中海石油(中国)有限公司深圳分公司

乙方：(盖章)

珠海中盈环保有限公司

法定代表人或授权代表签字：

姓名：江俊达
职务：采办共享中心总经理



法定代表人或授权代表签字：

姓名：胡国良
职务：总经理



附件 10：危险废物经营许可证

	法人名称： 珠海中盈环保有限公司
	法定代表人： 胡国良
	住 所： 珠海高栏港经济区高栏港大道 2073 号 新源大厦 9 楼部分物业
	经营设施地址： 珠海市高栏港经济区石油化工园区内 (北纬 21.990921°, 东经 113.238707°)
	核准经营方式： 收集、贮存、利用、处置(焚烧、物化处理)
<h1>危险废物 经营许可证</h1>	核准经营内容： 【收集、贮存、处置(焚烧)】医药废物(HW02类)、废药物、药品(HW03类)、农药废物(HW04类中的900-003-04)、木材防腐剂废物(HW05类)、废有机溶剂与含有有机溶剂废物(HW06类)、废矿物油与含矿物油废物(HW08类中的071-001-08、251-001-006-08、251-010-012-08、291-001-08、398-001-08、900-199-201-08、900-203-205-08、900-209-210-08、900-213-221-08、900-219-08)、油/水、烃/水混合物或乳化液(HW09类)、精(蒸)馏残渣(HW11类中的251-013-11、252-001-005-11、252-007-11、252-009-013-11、252-016-11、451-001-003-11、261-007-035-11、261-100-111-11、261-113-136-11、772-001-11、900-013-11)、染料、涂料废物(HW12类)、有机树脂类废物(HW13类中的265-101-104-13、900-014-016-13)、新化学物质废物(HW14类)、感光材料废物(HW16类)、表面处理废物(HW17类中的336-050-053-17、336-055-064-17、336-066-069-17、336-101-17)、有机氟化物废物(HW38类)、含酚废物(HW39类)、含醚废物(HW40类)、含有机卤化物废物(HW45类)、其他废物(HW49类中的309-001-49、900-039-49、900-041-042-49、900-046-047-49、900-999-49)、共20000吨/年； 【收集、贮存、处置(物化处理)】废酸(HW34类)3500吨/年、废碱(HW35类)3500吨/年、共7000吨； 【收集、贮存、利用】含铜废物(HW22类中的398-004-22、398-051-22, 仅限液态)10000吨/年、表面处理废物(HW17类中的336-066-17, 仅限液态)500吨/年、感光材料废物(HW16类)1000吨/年、无机氟化物(HW33类中的336-104-33、900-028-33)400吨/年、共11900吨/年； 共计38900吨/年。#
仅供客户备案使用	有效期限： 自2022年1月24日至2027年1月23日
编 号： 440404201116	初次发证日期： 2020年11月16日
发证机关： 广东省生态环境厅	
发证日期： 二〇二二年一月二十四日	

广东省生态环境厅印制

关于 LW3-1 CEP 平台、PY34-1 平台以及 PY30-1 平台 生活污水排放量重新核算的说明

(1) LW3-1 CEP 平台：

荔湾3-1气田于2014年4月投产，其中心平台LW3-1 CEP设有1台电解法生活污水处理装置（处理能力为[]满足120人使用）；2015年平台增设1台电解法生活污水处理装置（处理能力为[]满足120人）；2018年，平台增设1台型号为TE3150-II生活污水处理装置（处理能力为[]满足150人），替换2014年安装的生活污水处理装置，2015年安装的生活污水处理装置作为备用。

近三年生活污水排放检测统计数据显示，LW3-1 CEP平台生活污水COD浓度变化范围为[]，生活污水月排放量变化范围为[]。生活污水处理装置运行稳定，处理效率良好，可满足达标排放的要求（ $COD \leq 500mg/L$ ）。

荔湾3-1气田调整开发项目实施后，LW3-1平台生产运行和维护人员由120人增加至150人，需要重新核算生活污水排放量，增加至[]（每人350L/d），以满足实际生产需要。

(2) PY34-1 平台：

荔湾3-1气田调整开发项目实施后，依托LW3-1 CEP平台开发的PY34-1平台生产运行和维护人员由120人增加至150人，需要重新核算生活污水排放量，增加至[]（每人350L/d），以满足实际生产需要。

番禺34-1平台上目前设有1套生活污水处理系统（可满足150人使用），生活污水处理装置型号为[]，处理方式为电解法，处理能力为[]。为了进一步降低外排生活污水COD浓度，建设单位计划更换生活污水处理装置（生化法+电解，可满足150人使用）。

番禺34-1平台近三年生活污水排放检测统计数据显示，番禺34-1平台生活污水COD浓度变化范围为[]mg/L，生活污水月排放量变化范围为[]m³。生活污水处理装置运行稳定，处理效率良好，可满足达标排放的要求（ $COD \leq 500mg/L$ ）。

(3) PY30-1 平台：

番禺30-1平台上目前设有1套生活污水处理系统（可满足150人使用），生活污水处理装置型号为[]，处理方式为船用生物膜法。

番禺30-1平台近3年生活污水排放检测统计数据显示，番禺30-1平台生活污水COD浓度变化范围为 [REDACTED]，生活污水月排放量变化范围为 [REDACTED] m³。生活污水处理装置运行稳定，处理效率良好，可满足达标排放的要求（COD≤500mg/L）。

荔湾3-1气田、番禺30-1气田、番禺34-1/35-2/35-1气田同属于白云天然气作业公司运营管理，番禺30-1气田于2009年3月投产，平台已运行15年，考虑到设备增加、设备老化、设施锈蚀等因素，平台生产运行和维护人员会随之增加，由90人增加至142人，故需要重新核算生活污水排放量，增加至 [REDACTED]（生活污水按每人每天350L），以满足实际生产需要。

表 1 生活污水排放总量控制指标建议值

	LW3-1 CEP 平台	PY34-1 平台	PY30-1 平台
原环评报告书 核算值 (m ³ /a)	[REDACTED]		
重新核算值 (m ³ /a)	[REDACTED]		
平台工作人员 (POB)	由 120 人增加至 150 人	由 120 人增加至 150 人	由 90 人 增加至 142 人

备注： 平台生活污水年产生量 $Q=q*V*d$

其中： q---每人每天生活污水定额，350L/d

V---生活区人数 (POB)

d---365 天

关于荔湾3-1平台更换生活污水处理装置的报告

国家海洋局：

中海石油（中国）有限公司所属中海石油深海开发有限公司荔湾3-1平台定员为120人。平台现配备两台生活污水处理装置，污水处理能力均为34.3方/天，处理方式均为电解法，一用一备。

由于荔湾3-1平台现有生活污水处理装置在运行期间有时COD值接近浓度限值（500mg/L）。为了进一步降低外排生活污水COD值，满足相关环保要求，现拟采购一台电解法生活污水处理装置，设备型号为TE3150-II，处理能力为75.6方/天，以更换现有一台生活污水处理装置。新生活污水处理装置计划于2018年2月开始安装并投入使用。在施工期间，中海石油深海开发有限公司将严格监控生活污水的排放管理。

以上情况，特此报告。


中海石油（中国）有限公司

2018年2月2日

（联系人及电话：高琛 010-84526992）

中海石油（中国）有限公司文件

中海油安〔2016〕221号

签发人：宋立崧

关于番禺34-1平台更换生活污水处理装置的报告

国家海洋局：

中海石油（中国）有限公司所属中海石油深海开发有限公司番禺34-1平台原设计建造的生活污水处理装置的污水处理能力为30.3m³/天，处理方式为生化法。

由于番禺34-1平台现有生活污水处理装置在运行期间不太稳定，无法持续达到设施标定的处理效率，中海石油深海开发有限公司拟将其更换为一台电解法生活污水处理装置，设备型号为TE3150-II，处理能力为75.6m³/天。新生活污水处理装置计划于2016年9月30日前安装完毕并投入使用。更换生活污水处理装置后，可使番禺34-1平台生活污水更好地实现连续稳定达标排放。

— 1 —

以上情况，特此报告。



中海石油（中国）有限公司

2016年7月5日

（联系人及电话：高琛 010-84526992）

中海石油（中国）有限公司深圳分公司

中海油函深〔2013〕9号

签发人：刘再生

关于申请番禺 30-1 平台更换生活污水处理装置的函

国家海洋局南海分局：

中海石油（中国）有限公司深圳分公司番禺气田作业区所属的番禺 30-1 平台现役生活污水处理装置（WCB-100）原设计可满足 100 人的处理要求。为满足流花 19-5 油田开发工程项目现场施工临时增员需求，番禺 30-1 平台拟于今年 8 月底对现役的生活污水处理装置进行升级换代，工期一个月。新更换的生活污水处理装置（WCB-150）与原生活污水处理装置为同一厂家产品，采用船用生物膜法处理生活污水，其处理能力可满足 150 人的生活污水处理要求。现向贵局申请更换番禺 30-1 平台实施生活污水处理装置。该装置已经通过中国船级社检验发证（详见附件）。

敬请函复。

附件：中国船级社船用产品证书

中海石油（中国）有限公司深圳分公司

2013 年 8 月 30 日

荔湾 3-1 气田调整开发项目

环境风险专项评价

1. 风险调查

本项目拟新建 1 套水下压缩机站，新建 1 条电缆和 1 条脐带缆，并对 LW3-1 CEP 平台进行相应的改造。其环境风险主要为施工期船舶碰撞溢油事故。

项目投产后，油气生产预测未超过原设计处理能力，油气泄漏风险概率、后果均未超过原环评报告分析预测结果。

2. 环境风险评价等级判定

本项目涉及平台的管汇、设施凝析油最大在线量约为 149m³，远小于《建设项目环境风险评价导则》（HJ 169-2018）中对应的临界值（2500t），危险物质数量与临界量的比值 Q 小于 1，环境风险潜势为 I，由此可判断本项目风险评价等级为简要分析。

3. 环境风险识别

3.1 物质危险性识别

本项目涉及的主要风险物质的理化性质及危险特性如下表。

表 1 凝析油理化及危险性质

标识	中文名：凝析油		英文名：Condensate Oil	
	危规号：32003	UN 编号：1267	CAS 号：8030-30-6	
理化特性	外观与性状：黄棕色油状液体		溶解性：不溶于水，溶于多数有机溶剂	
	20℃密度：801.3kg/m ³		50℃密度：778.7kg/m ³	
	沸点（℃）：120~200℃		禁忌物：强氧化剂	
	稳定性：稳定		聚合危害：不聚合	
危险特性	危险性类别：第 3.2 类中闪点易燃液体		引燃温度（℃）：350	
	闪点（℃）：44		燃烧（分解）产物：CO、CO ₂	
	爆炸下限（v%）：1.1		爆炸上限（v%）：8.7	
	危险特性：其蒸汽与空气形成爆炸性混合物，遇明火、高热或极易燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应，若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。			
	灭火方法：喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。处在火场中的容器若已变色或从安全泄压装置中产生声音，必须马上撤离。			
灭火剂：泡沫、干粉、二氧化碳、砂土				
毒理性质	LD ₅₀ ：500-5000mg/kg（哺乳动物吸入）		毒性判别：低毒类	
健康危害	侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收			
	健康危害：其蒸汽可引起眼及上呼吸道刺激症状，如浓度过高，几分钟即可引起呼吸困难、紫绀等缺氧症状			

	急性中毒
急救	皮肤接触：脱去污染的衣着，用肥皂水及清水彻底冲洗
	眼睛接触：立即提起眼睑，用流动清水冲洗
	吸入：迅速脱离现场至空气新鲜处，注意保暖，呼吸困难时给输氧。呼吸停止时，立即进行人工呼吸，就医
	食入：误服者给充分漱口、饮水，就医
泄漏处理	疏散泄漏区人员至安全区，禁止无关人员进入污染区，切断电源。建议应急处理人员戴自给式呼吸器，穿一般消防防护服。在确保安全情况下堵漏。喷水雾可以减少蒸发，但不能降低泄漏物在受限制空间内的易燃性。用沙土、蛭石或其它惰性材料吸收，然后收集运至空旷的地方掩埋、蒸发或焚烧。如大量泄漏，应利用围堤收容，然后收集、转移、回收或无害化处理后废弃
储运	远离火种、热源。仓温不宜超过 30℃。配备相应品种和数量的消防器材。要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。灌装时应注意流速（不超过 3m/s），且要有接地装置，防止静电积聚

表 2 天然气理化及危险性质

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

标识	中文名：天然气	英文名：Natural Gas	
	危规号：21007	UN 编号：1971	CAS 号：74-82-8
与央企、压缩空气、卤素（氟、氯、溴）等分开存放。切忌混储混运。储存间内的照明、通风等设施应采用防爆型。开关设在仓外。配备相应品种和数量的消防器材。罐储时要有防火防爆技术措施。露天储罐夏天要有降温措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。运输按规定路线行驶。勿在居民区和人口稠密区停留。			

表 3 柴油理化及危险性质

标识	中文名：柴油	英文名：Diesel Oil		
	UN 编号：1202	CAS 号：68334-30-5		
理化特性	外观与性状：稍有粘性的棕色液体	溶解性：难溶于水，易溶于醇和其他有机溶剂		
	熔点（℃）：-18	沸点（℃）：180-370		
	相对密度：（水=1）0.810-0.855	饱和蒸气压（kPa）37.1（20℃）		
危险特性	禁忌物：强氧化剂	聚合危害：不聚合		
	危险性类别：可燃液体	燃烧性：易燃		
	引燃温度（℃）：257	闪点（℃）：55		
	爆炸下限（v%）：0.6	爆炸上限（%）：6.5		
	燃烧（分解）产物：氮氧化物、一氧化碳、二氧化碳等			
	危险特性：遇明火、高热可引起燃烧爆炸，与氧化剂能发生强烈反应。若遇高热，容器内压增大，有开裂和爆炸的危险。其蒸气与空气形成爆炸性混合物。			
	灭火方法：切断气源。若不能切断气源，则不允许熄灭正在燃烧的气体。喷水冷却容器，可能的话将容器从火场移至空旷处。			
灭火剂：泡沫、二氧化碳、雾状水、干粉、砂土等。				
毒理性质	工作场所最高容许浓度 MAC：300（mg/m ³ ）			
	毒性判别：低毒性			
健康危害	侵入途径：吸入、食入、皮肤吸收			
	健康危害：皮肤接触柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮；吸入可引起吸入性肺炎；柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。			
	急性中毒：吸入高浓度柴油蒸气，常先有兴奋，后转入抑制，表现为乏力、头痛、酩酊感、神志恍惚、肌肉震颤、共济运动失调；严重者出现定向力障碍、意识模糊等；蒸气可引起眼及呼吸道自己症状，重者出现化学性肺炎。吸入液态柴油可引起吸入性肺炎，严重时可发生肺水肿。摄入引起口腔、咽喉和胃肠道刺激症状，可出现与吸入中毒相同的中枢神经系统症状。			
急救	皮肤接触：立即脱去被污染衣物，用肥皂和流动清水冲洗，如出现刺激症状，就医。			
	眼睛接触：立即用流动水或生理盐水冲洗，就医。			
	吸入：迅速撤离现场至空气清新处，保持呼吸道顺畅，如呼吸困难，给输氧，如呼吸停止，立即进行人工呼吸，就医。			
泄漏处理	食入：误服者可饮牛奶，尽快彻底洗胃，就医。			
	迅速撤离泄漏污染区人员至安全处，并进行隔离，严格限制出入。切断火源。建议应急处理人员戴自给正压式呼吸器，穿防静电工作服。在确保安全情况下堵漏。防止流入下水道、排洪沟等限制性空间。小量泄漏用砂石或其他不燃材料吸附或吸收。也可以在保证安全情况下，就地焚烧。大量泄漏应构筑围堤或挖坑收容，然后收集、转移、回收或无害处理后废弃。			
储运	储存于阴凉、通风仓间内。远离火种、热源。防治阳光直射。保持容器密封。应与氧化剂分开存放。桶装堆垛不可过大，应留墙距、顶距、柱距及必要的防火检查走道。罐储时要有防火防爆技术措施。禁止使用易产生火花的机械设备和工具。充装要控制流速，注意防止静电积聚。搬运时要轻装轻卸，防止包装及容器损坏。			

表 4 隔离液理化性质

隔离液 (Barrier Fluid)	
无色, 清澈明亮, 流动液体, 不溶于水	
密度 (20°C, g/m ³):	0.7943
运动粘度 (20°C, mm ² /s):	9.183
倾点 (°C):	-81
闪点 (°C):	157
用途: 维持电机内部正压、兼具冷却作用, 润滑轴承和密封件; 组分: 隔离液为环保领先型产品, 采用全合成基础油配制而成, 其组分完全符合北海 OSPAR 法规要求, 且在其它地区进行了环境测试, 确保其合规性。	

3.2 油气泄漏风险识别及事故概率

(1) 船舶碰撞

本项目施工期作业船舶包括拖轮、铺管船、供应船等。此外, 在该海域航行的外来航船也有可能与作业船舶及平台设施发生碰撞, 导致船舶储油舱破裂发生泄漏。

根据《风险评估数据指南》, 船舶碰撞产生严重损伤的概率为 5×10^{-6} 次/年。

由于本项目施工期较短, 动用船舶较少, 且施工期船只作业均在划定的安全作业区准确定位作业, 此外发生重大损伤不一定会引起溢油事故, 因此船舶碰撞引发溢油事故的概率将更小 (低于 5.0×10^{-7} 次/a)。

表 5 船舶碰撞事故概率统计

船舶类型	碰撞频率 (次/装置·年)	亚洲地区 分配系数	严重、 重大损伤	碰撞 概率
建设阶段船舶	8.8×10^{-5}	0.17	26%	3.9×10^{-6}
航船	2.5×10^{-5}	0.17	26%	1.1×10^{-6}

(2) 平台火灾、爆炸

生产阶段 LW3-1 CEP 平台上进行油气的输送或处理等作业, 可能由于设备或人为误操作等原因引起油气泄漏, 当泄漏物浓度聚集达到爆炸极限时遇到诸如静电起火、机械撞击起火或吸烟等明火便酿成火灾和爆炸, 从而导致事故升级, 可能造成凝析油泄漏入海。

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

油气传输区	3×10^{-4} 次/a
油气处理区	4×10^{-3} 次/a

储油区 2×10^{-3} 次/a

由此估算荔湾 3-1 气田生产期间，LW3-1 CEP 平台发生火灾事故的概率为 4.3×10^{-4} 次/a，由火灾引起油气泄漏事故概率至少比火灾事故概率低一个数量级。

(3) 海底管道/立管泄漏

海底管道可能因穿孔、破裂等事故导致油气泄漏。研究表明，导致海底管道事故的外部原因包括海面失落重物的撞击、渔船拖网或误抛锚、自然灾害等；内部原因有管道腐蚀、材料缺陷等；此外还有人员误操作等原因。

根据莫特麦克唐(Mott McDonald) 公司 2003 年出版的报告《PARLOC 2001: The update of Loss of Containment Data for Offshore Pipeline》，以及挪威船级社对其进行的修正，海底管道及立管 ($>24''$) 泄漏概率分别为 1.4×10^{-5} 次/km·a、 1.2×10^{-5} 次/km·a；海底管道 ($\leq 24''$) 泄漏概率为 5.1×10^{-5} 次/km·a。

荔湾 3-1 气田开发工程浅水段海底管道(LW3-1 CEP 中心平台→高栏岛终端)长度约为 260km@30"，2 条深水段海底管道(水下管汇→LW3-1 CEP)长度均为 79km@22"。

据此估算浅水段、深水段海底管道油气泄漏概率分别为 3.12×10^{-3} 次/a、 8.06×10^{-3} 次/a。

脐带缆事故风险概率约为 4.03×10^{-3} 次/a。隔离液管线 (1/2") 位于脐带缆内，其事故风险概率会低于脐带缆风险概率一个数量级，即 4.03×10^{-4} 次/a。

3.3 危险物质向环境转移的途径识别

危险物质包括油类(凝析油、柴油)和天然气，向环境转移的途径主要通过水体污染(海水污染)，环境风险类型为危险物质泄漏，具体分析见下表。

表 6 危险物质向环境转移的途径识别

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

4. 对敏感目标的影响分析

工程附近海域的主要环境敏感目标包括自然保护区和鱼类产卵场，中上层鱼类产卵场包括蓝圆鲹、刺鲳和鲐鱼产卵场、蛇鲻类产卵场、鲱鲤类产卵场和金线鱼产卵场，底层、近底层鱼类产卵场主要包括深水金线鱼产卵场。LW3-1 CEP 平台位于底层、近底层鱼类产卵场内，其水下生产系统位于鱼类产卵场 25km 外，其它产卵场距离本项目均在 55km 以外。

表 7 重要环境敏感目标

保护区名称	与工程设施最近距离 (km) 和方位		
	LW3-1 CEP 平台	LW3-1 水下生产系统	LH29-1 水下生产系统
蓝圆鲹、刺鲳和鲐鱼产卵场	约 74/北	约 114/北	约 74/北
鲱鲤类产卵场	约 55/西北	约 90/西北	约 90/西北
深水金线鱼类产卵场	约 55/北	约 90/北	约 80/北
底层、近底层鱼类产卵场	包含	约 25/西北	约 25/西北
东沙群岛珊瑚礁和海鸟自然保护区	约 189/东北	约 150/东北	约 111/东北

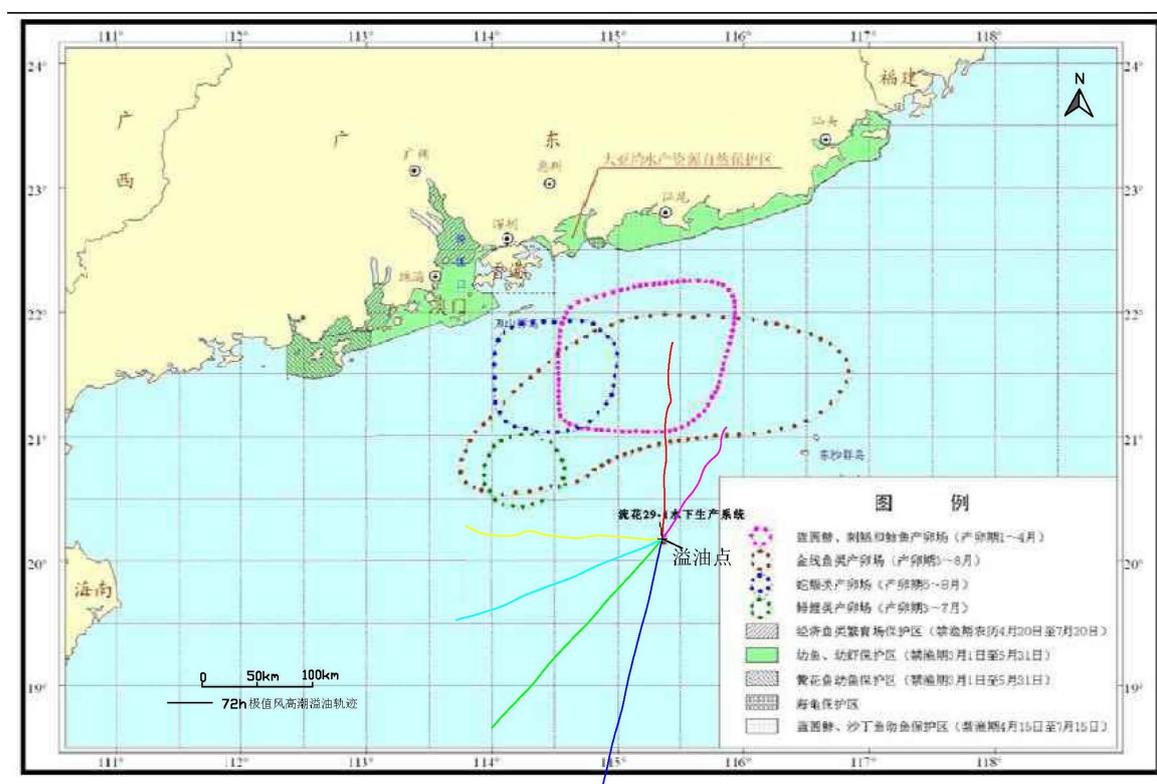


图 1 溢油事故对产卵场的影响叠置图

一旦发生溢油事故，将会对附近鱼类产卵场产生不利影响。溢油漂移预测结果显示（参考 LH29-1 气田开发工程环评报告书），极值风 S 风向下油膜在 28h 内抵达蓝圆鲹、刺鲳和鲐鱼产卵场，21h 内抵达深水金线鱼类产卵场。因此，建设单位需予以足够重视，在施工过程中，务必加强管理，杜绝溢油事故的发生。同时配备足够的溢油应急反应设施，并保持高效、可用性，使突发溢油事故得以有效控制、高效回收，方可避免溢油对敏感目标海域的危害。

建设单位已编制《白云天然气作业公司溢油应急计划》（2021 年 1 月版），并取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局的备案登记。该溢油应

急计划可以满足本项目溢油应急需求。一旦发生溢油事故，应严格按照已备案的溢油应急计划开展相应的准备和溢油应急响应工作。

5. 环境风险防范措施

防止事故发生最有效的途径就是从工程设计、施工、建造和安装以及生产管理诸多方面采取有效措施，消除事故隐患，及时制止事故苗头，防止事故的发生。严格按照设计标准进行精心设计，正确地应用设计规范和建造安装规范是油气田开发工程各系统结构强度、稳性和抗疲劳程度的基本保证。本气田开发工程的设计、施工、建造和安装以及生产管理，将严格遵循相关的国家法律、法规，采用适宜、可行的国内外规范、标准以及国际通用实践作法，从而可确保工程设计、建造和安装质量，实现安全生产。

5.1 船舶碰撞事故防范措施

- 根据本海域的特点，选派合适、合格的作业船舶和船员前往作业，并严格执行船舶安全作业规程、船舶靠泊作业规程，以确保安全作业；
- 海上施工前，将按照相关要求，申请发布航行警（通）告，提前告知航行路径。船舶在施工和运输作业中，应严格遵守相关的安全作业规程，与平台和往来船只保持安全距离；
- 制定相应的保护和管理程序，由值班船对平台周围进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，确保平台设施的安全性；
- 施工作业期间所有施工船舶须按照规定显示信号。操作人员认真学习《海上避碰规则》，严格遵守航行法规；使用安全航速；配齐必要的助航仪器（配备 AIS 船舶防撞系统）；
- 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让措施。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；
- 为防止在供应船卸载燃料油时发生输油软管泄漏，应定期对输油软管进行安全检测，对输油软管进行定期保养维护，并制定切实可行的输油作业操作规程，一旦发现输油作业有滴漏现象，应立即停止输油作业，并及时上报，进行应急处理。
- 应急措施：在施工期间，建立溢油应急制度，一旦突发船舶碰撞造成溢油事故，应迅速做出反应，一方面尽快向上逐级汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方面应同时尽快实施污油回收、消除等有效措

施，以减少污染损害；

发生船舶碰撞溢油时，应尽可能关闭所有油舱管系统阀门、堵塞油舱通气孔，防止溢油。

5.2 平台火灾/爆炸事故防范措施

- 为确保生产阶段的安全生产，LW3-1 CEP 平台在设计中各生产设施采取了充分的安全防护措施；精心设计，合理布置，对危险区采用了防火、防爆设备，并采取了有效的隔离措施来降低危险程度；
- LW3-1 CEP 平台上设置有中央控制系统(CCS)、过程控制系统(PCS)、应急关断系统(ESD)等。可实时动态显示生产流程、主要工艺参数，以声光报警形式显示生产和安全的异常状态；具有自诊断功能，监视和诊断控制系统的工作状态，并以声光报警形式显示其异常状态；自动/手动执行应急关断逻辑，从而可确保及时发现、排除故障，或启动相应级别的应急关断，防止、避免油气泄漏事故的发生。同时针对各生产设施采取充分的安全防护措施和有效的隔离措施来降低危险程度，进一步降低发生火灾、爆炸事故的风险。

5.3 海底管道泄漏事故防范措施

- 从海管路由选择、结构设计、工艺设计、管材选择和腐蚀控制、施工/安装以及运行管理等诸多方面着眼，以确保海管安全可靠运行。海管系统设置有压力、温度监控报警装置以及相应级别的应急关断。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；
- 作业者将制定相应的管道保护和检测程序，由值班船对管道沿途进行巡视，驱散在安全区范围内作业的渔船，对海底管道进行不定期局部检测和定期全面检测，确保海底管道的安全性；
- 油气传输系统中的主要设备和管道均设置相应的压力、液位和温度报警系统与安全泄压保护装置，对于易发生泄漏的管路全部根据最大压力和最高温度设计，重要位置设置相应的应急关断系统；
- 定期进行清管作业，以减少腐蚀等因素对管线的影响。

5.4 脐带缆事故防范措施

建设单位将从脐带缆结构设计、工艺设计、制造工艺、压力等级/材质选择和腐蚀控制、施工/安装以及运行管理、运行参数设置、调节等诸多方面着眼，以确保脐带缆安全可靠运行。此外脐带缆具有冗余设置，从而可实现各系统的高可靠性、有效性。

6. 溢油应急措施

建设单位中海石油深海开发有限公司和哈斯基石油中国有限公司（HOCL）已编制《白云天然气作业公司溢油应急计划》（2021年1月版），并取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局的备案登记。溢油应急计划的主要内容包括：溢油组织机构及职责、溢油应急联络、溢油风险分析、溢油事故处理和溢油应急能力等内容。本项目应该按照已经备案的溢油应急计划做好各种溢油应急准备和响应。

6.1 溢油事故等级划分

根据《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》（2022年5月）事件分级，海洋石油勘探开发溢油污染环境事件分为特别重大、重大、较大和一般四级：

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

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

（3）较大溢油污染环境事件：溢油量 100 吨以上 500 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件；

（4）一般溢油污染环境事件：溢油量 1 吨以上 100 吨以下的海洋石油勘探开发溢油污染环境事件。

对于小于 1 吨的溢油，海上现场启动现场级溢油应急响应；对于 1~10 吨的溢油，深圳分公司启动分公司级溢油应急响应；大于 10 吨的溢油，启动中海石油总部级溢油应急响应。

表 8 溢油应急响应级别划分

应急响应级别	溢油量 X（吨）
现场级	$X \leq 1$
分公司级	$1 < X \leq 10$
总部级	$X > 10$

6.2 溢油事故报告程序

发生溢油事故后，无论大小，均必须按照要求尽快向上逐级汇报，并在规定时间内向政府主管部门汇报，溢油事故报告程序见图 2。

当生产作业过程中发生溢油事故后，事故发生现场目击者立刻通知现场应急响应小组组长，由现场应急响应小组组长向白云天然气作业公司生产小组组长（生产部经理）报告，再进一步向应急响应小组组长（白云天然气作业公司总经理）报告。

白云天然气作业公司应急响应小组组长（白云天然气作业公司总经理）接到报告后立即上报深海公司应急指挥中心副总指挥。基于获得的信息以及质量健康安全环保经理的建议，深海公司副总指挥将决定是否启动应急响应，并报告总指挥，决定应急响应的规模。

- 在海洋石油勘探开发作业过程中，一旦发生溢油事故，无论溢油量大小，深海公司均应当在 12 小时内向生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局书面报告溢油事故情况。
- 溢油事故发生后，事故应急状态终止前，深海公司应每天 10:00 时将前一天现场情况和工作进展向生态环境部珠江流域南海局报送书面报告。

当溢油事故事件发生时，深海公司还应当按照相关规定将有关情况同时报告可能受溢油影响的地方人民政府应急办、海事和渔业等其他主管部门。

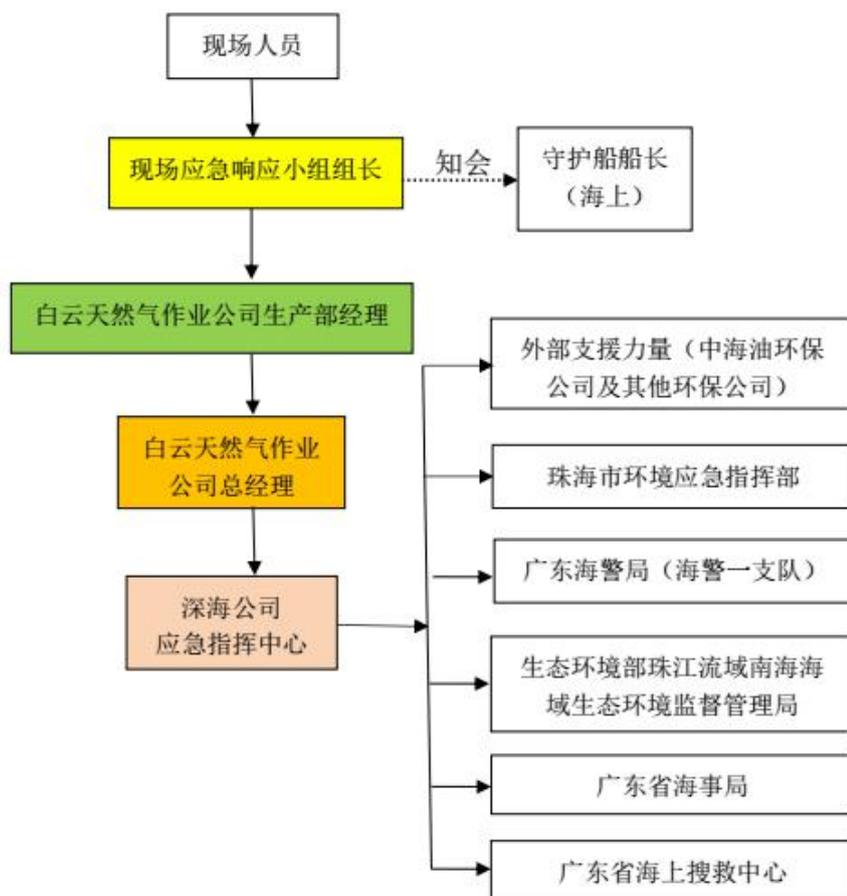


图 2 白云天然气作业公司溢油事故报告流程

6.3 溢油应急响应

对应《海洋石油勘探开发溢油污染环境事件应急预案》（2022年5月）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。

6.4 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。

6.5 溢油应急资源

当海上发生溢油事故时，根据实际情况和溢油事故现场的需要，按照预先制定的溢油应急计划，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。

荔湾 3-1 CEP 平台及白云天然气作业公司配备溢油应急设备见表 9、表 10，可以满足发生一般溢油事故的应急处理。

若发生较大、重大、特别重大溢油事故时，可借助 COES（中海油环保服务有限公司）配备的溢油应急设备进行联合处置。针对南海东部的溢油应急响应事件，主要由 COES 的珠海基地、惠州基地负责。

COES 目前在惠州基地拥有的“海洋石油 251”环保船，为全国第一艘多功能溢油应急环保船，配置了先进的溢油回收系统以及溢油雷达侦测系统。此外 COES 在南海海域还配备了另外 2 艘大型多功能溢油回收专业环保船“海洋石油 256”和“海洋石油 258”。这些环保船可在约 20h 内到达荔湾 3-1 气田海域，开展溢油应急作业。

表 9 LW3-1 CEP 平台配备的溢油应急物资

名称	溢油应急物资	数量
[Redacted Content]		

表 10 白云天然气作业公司溢油应急资源

名称	规格/型号	单位	数量	存放地点
[Redacted Content]				

--	--	--	--

表 11 流花油气田作业区配备的溢油应急设备

名称	溢油应急物资	数量	存放地点

--	--	--	--

表 12 区域性溢油应急联合组织可借助的资源

作业公司	溢油应急物资	数量	存放地点

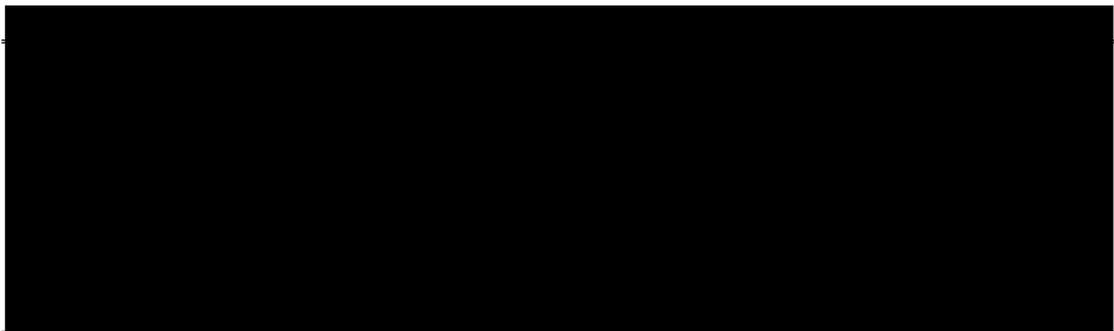


表 13 工程周边可依托的溢油应急基地应急响应时间

卫星基地	与LW3-1CEP平台距离(km)	动员时间(h)	船舶航行时间(h)	反应时间(h)
------	-------------------	---------	-----------	---------

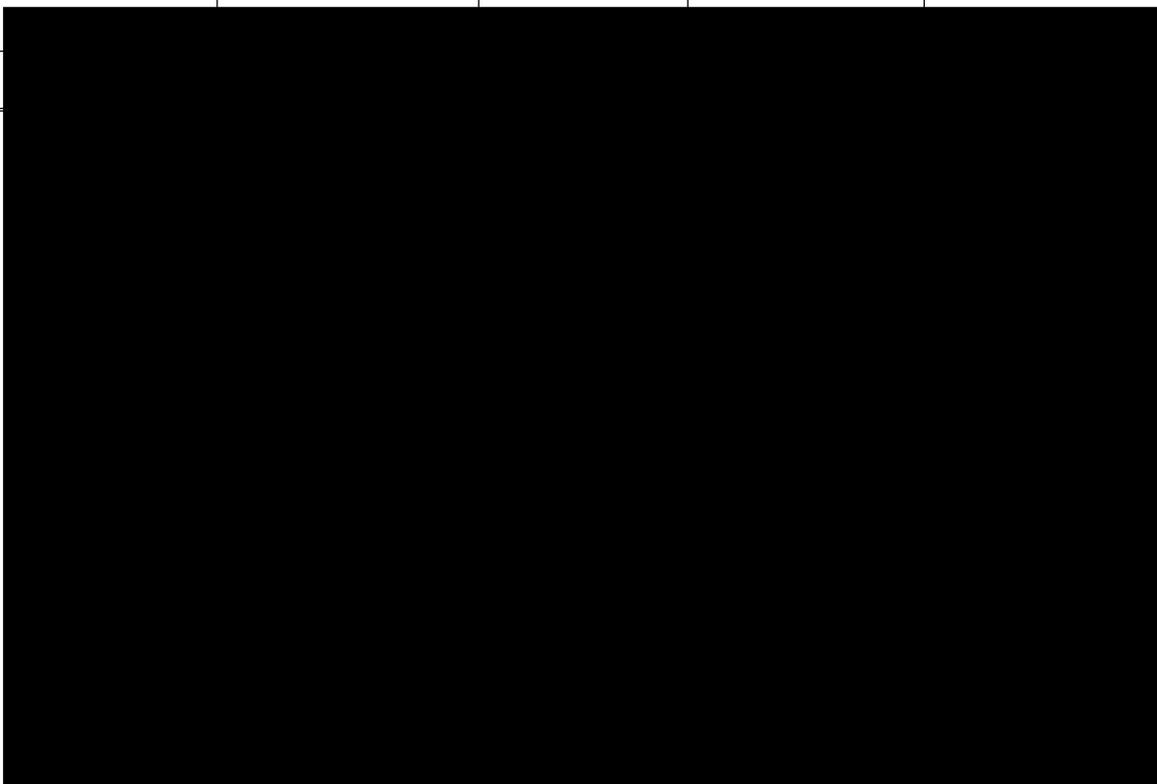


图 3 深圳分公司溢油应急物资分布示意图

7 环境风险分析结论

本项目拟新建 1 套水下压缩机组，新建 1 条电缆和 1 条脐带缆，并对 LW3-1 CEP 平台进行相应的改造。其环境风险主要为施工期船舶碰撞溢油事故。

项目投产后，油气泄漏风险概率、后果均未超过荔湾 3-1 气田开发工程原环评报告分析预测结果。

本项目附近主要环境敏感区为鱼类产卵场，其中 LW3-1 CEP 平台位于底层、近底层鱼类产卵场内，其水下生产系统位于鱼类产卵场 25km 之外。

一旦发生溢油事故，将会对附近鱼类产卵场产生不利影响。因此，建设单位需予以足够重视，在施工过程中，务必加强管理，杜绝溢油事故的发生。同时配备足够的溢油应急反应设施，并保持高效、可用性，使突发溢油事故得以有效控制、高效回收，方可避免溢油对敏感目标海域的危害。

建设单位已编制《白云天然气作业公司溢油应急计划》（2021 年 1 月版），并取得生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局的备案登记。该溢油应急计划可以满足本项目溢油应急需求。一旦发生溢油事故，应严格按照已备案的溢油应急计划开展各种准备和溢油应急响应工作。在落实好本报告提出的各项防范工作、落实溢油应急计划中各项规定的前提下，本项目环境风险可控。