

# 建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称：流花油田群调整井项目

建设单位：中海石油（中国）有限公司深圳分公司

编制日期：2026年6月

中华人民共和国生态环境部制

# 建设项目环境影响报告表

(生态影响类)

项目名称: 流花油田群调整井项目

建设单位: 中海石油(中国)有限公司深圳分公司

编制日期: 2026年6月

中华人民共和国生态环境部制



# 目 录

一、建设项目基本情况.....	1
二、建设内容.....	4
三、生态环境现状、保护目标及评价标准.....	15
四、生态环境影响分析.....	25
五、主要生态环境保护措施.....	39
六、生态环境保护措施监督检查清单.....	43
七、结论.....	45
附录 环境风险专项评价.....	47

## 一、建设项目基本情况

建设项目名称	流花油田群调整井项目		
项目代码	/		
建设单位联系人	张美望	联系方式	0755-26334469
建设地点	中国南海珠江口盆地		
地理坐标	流花 4-1 油田水下生产系统 (LH4-1SPS) 中心管汇： [REDACTED] 流花 21-2 油田水下生产系统 (LH21-2SPS) 中心管汇： [REDACTED]		
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 <sup>2</sup> ) / 长度 (km)	利用原有水下设施实施调整井, 不新增用海面积。
建设性质	<input type="checkbox"/> 新建 (迁建) <input checked="" type="checkbox"/> 改建 <input 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)	[REDACTED]	环保投资 (万元)	[REDACTED]
环保投资占比 (%)	[REDACTED]	施工工期	约 840 天
是否开工建设	<input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 是:		
专项评价设置情况	对照“建设项目环境影响报告表编制技术指南 (生态影响类)” (试行) 中表 1 的专项评价设置原则表的相关类别和涉及项目类别, 本工程属于石油天然气开采工程, 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>流花油田群位于中国南海珠江口盆地，包含本工程所在的 [REDACTED] [REDACTED]。</p> <p>随着流花油田群滚动式开发的进行，产量自然递减趋势严重，部分油井开始进入了高含水期，为了改善流花油田群开发效果，提高产能和采油速度，中海石油（中国）有限公司深圳分公司拟在流花油田群现有水下生产系统（LH4-1SPS 和 LH21-2SPS）实施 14 口调整井，均为生产井，其中新增 2 个井槽。</p> <p>本工程投产后 LH4-1SPS 和 LH21-2SPS 最大产油量为 [REDACTED]，最大产气量为 [REDACTED]，最大产水量为 [REDACTED]，新增最大产油量为 [REDACTED]，新增最大产气量为 [REDACTED]，新增最大产水量为 [REDACTED]。</p> <p>LH21-2SPS 最大产油量为 [REDACTED]，小于《流花 16-2 油田/流花 20-2 油田/流花 21-2 油田联合开发项目环境影响报告书》（2018，中海油研究总院有限责任公司，环审（2018）63 号）中 LH21-2SPS 历史最大产能 [REDACTED]。</p> <p>LH4-1SPS 调整后最大产油量为 [REDACTED]，相比《流花 11-1 油田/流花 4-1 油田联合开发调整项目环境影响报告书》（2021，中海油研究总院有限责任公司，环审（2021）29 号）中 LH4-1SPS 历史最大产油量 [REDACTED] 超出约 [REDACTED]。</p> <p>本工程在建设阶段将产生钻井液和钻屑等污染物，施工期新增钻井液和钻屑，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）要求，需编制环境影响报告表。</p> <p>（1）与《广东省国土空间规划（2021-2035 年）》符合性分析</p> <p>流花油田群位于广东省国土空间规划管控范围约 [REDACTED]，见附图 1。经类比，本工程钻井液、钻屑排放悬浮物超一（二）类水质距平台最大距离为 0.20km，在 1h 内可恢复至一类海水水质，不会影响广东省国土空间规划生态保护红线，本工程距离生态保护红线最近为 [REDACTED]，见附图 2。在施工期和运营期妥善处理污染物，对环境和生态环境产生负面影响较小。</p> <p>（2）与广东省生态环境分区管控方案符合性分析</p> <p>流花油田群位于广东省生态环境分区管控范围之外，且距离一般管控单元较远（约 [REDACTED]），见附图 3。经类比，本工程钻井液、钻屑排放悬浮物超一（二）类水质距平台最大距离为 0.2km，在 1h 内可恢复至一类海水水质，本工程施工期和运营期均不会对其产生不利影响。</p>
---------	---

	<p>(3) 与产业政策的符合性</p> <p>本工程属于海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，符合国家《产业结构调整指导目录（2024年本）》（中华人民共和国国家发展和改革委员会令第7号）中“第一类鼓励类”的“七、石油天然气”项目。</p> <p>(4) 与《“十四五”海洋生态环境保护规划》符合性分析</p> <p>2022年发布的《“十四五”海洋生态环境保护规划》提出：强化精准治污，以近岸海湾、河口为重点，分区分类实施陆海污染源治理，深入打好重点海域综合治理攻坚战，陆海统筹持续改善近岸海域环境质量；保护修复并举，着力构建海洋生物多样性保护网络，恢复修复典型海洋生态系统，强化海洋生态监测监管，提升海洋生态系统质量和稳定性；要有效应对海洋突发环境事件和生态灾害，加强海洋环境风险源头防范，全面摸排重大海洋环境风险源，加强应急响应能力建设；坚持综合治理，强化“水清滩净、鱼鸥翔集、人海和谐”的美丽海湾示范建设和长效监管，切实解决老百姓反映强烈的突出海洋生态环境问题；推进海洋应对气候变化的响应监测与评估，有效发挥海洋固碳作用，提升海洋适应气候变化的韧性。</p> <p>本工程施工期和运营期产生的各类污染物排放及处置均符合国家或地方性法规和标准的要求。项目在运营阶段建设单位对工程周边海域的海水水质环境和海洋沉积物环境定期进行监测。同时已制定溢油应急计划和配备溢油应急资源以加强石油勘探开发海上溢油风险防范。本工程实施与《“十四五”海洋生态环境保护规划》相协调。</p> <p>(5) 与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》符合性分析</p> <p>《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》（粤环〔2022〕7号）提出：强化涉海风险源头防范。督促沿海地级以上市加强沿海石化、原油、危化品、油气管线、陆域终端等涉海环境风险源的调查、识别与评估，明确高环境风险地区，绘制环境风险地图。开展重点区域环境风险源专项检查，压实企业环境风险防控主体责任。防范海上溢油风险，建立健全海上溢油风险监控监测体系，提升风险识别和预报预警能力。</p> <p>本工程施工期和运营期产生的各类污染物排放及处置均符合国家或地方性法规和标准的要求。同时已制定溢油应急计划和配备溢油应急资源以加强石油勘探开发海上溢油风险防范。故本工程施工期和运营期对周边环境影响较小。</p> <p>本工程与《广东省海洋生态环境保护“十四五”规划》相协调。</p>
--	--

## 二、建设内容

地理位置	<p>流花油田群位于中国南海珠江口盆地，本工程位于流花 4-1 油田和流花 21-2 油田，流花 4-1 油田距深圳市福田区约 [REDACTED]，油田范围为 [REDACTED]，油田范围内水深约 [REDACTED]；流花 21-2 油田距深圳市福田区约 [REDACTED]，油田范围为 [REDACTED]，油田所在海域水深约 [REDACTED]，油田地理位置见附图 4。</p>																														
项目组成及规模	<p><b>1、工程现状</b></p> <p><b>(1) 现有油田工程设施</b></p> <p>流花油田群包含 [REDACTED]，其中流花 4-1 油田和流花 11-1 油田依托 LH11-1 钻采平台（LH11-1DPP）和海洋石油 122 浮式生产储油轮（HYSY122FPSO）处理，流花 21-2、流花 16-2 和流花 20-2 油田依托海洋石油 119 浮式生产储油轮（HYSY119FPSO）处理。</p> <p>流花 4-1 油田开发工程于 2010 年 12 月取得环评批复（《流花 4-1 油田开发工程环境影响报告书》（2010，中海油研究总院有限责任公司，国海环字〔2010〕820 号）），2012 年投产，采用水下井口开发，现有设施为 LH4-1SPS，[REDACTED]。物流依托已有设施 LH11-1DPP 和 HYSY122FPSO 处理。</p> <p>流花 21-2 油田开发工程于 2018 年 8 月取得环评批复（《流花 16-2 油田/流花 20-2 油田/流花 21-2 油田联合开发项目环境影响报告书》（2018，中海油研究总院有限责任公司，环审〔2018〕63 号）），2020 年投产，采用水下井口开发，现有设施为 LH21-2SPS，[REDACTED]。物流依托已有设施 HYSY119FPSO 处理。</p> <p>本工程设施平面布置图见附图 6。</p> <p>与本工程相关主要工程概况见表 2-1，现有主要工程组成表见表 2-2。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 2-1 与本工程相关工程概况</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">流花油田群</th> <th style="width: 15%;">设施名称</th> <th style="width: 15%;">现有生产井数量（口）</th> <th style="width: 15%;">项目实施后生产井数量（口）</th> <th style="width: 15%;">投产时间</th> <th style="width: 20%;">与本工程关系</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>流花 4-1 油田</td> <td>LH4-1SPS</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">[REDACTED]</td> <td>本次拟实施调整井 6 口（新增井槽 2 口）</td> </tr> <tr> <td>流花 21-2 油田</td> <td>LH21-2SPS</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">■</td> <td style="text-align: center;">[REDACTED]</td> <td>本次拟实施调整井 8 口</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><b>表 2-2 与本工程相关水下生产系统工程组成表</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">序号</th> <th style="width: 15%;">设施名称</th> <th style="width: 80%;">描述</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">[REDACTED]</td> <td>[REDACTED]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">[REDACTED]</td> <td>[REDACTED]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">[REDACTED]</td> <td>[REDACTED]</td> </tr> </tbody> </table>	流花油田群	设施名称	现有生产井数量（口）	项目实施后生产井数量（口）	投产时间	与本工程关系	流花 4-1 油田	LH4-1SPS	■	■	[REDACTED]	本次拟实施调整井 6 口（新增井槽 2 口）	流花 21-2 油田	LH21-2SPS	■	■	[REDACTED]	本次拟实施调整井 8 口	序号	设施名称	描述	1	[REDACTED]	[REDACTED]	2	[REDACTED]	[REDACTED]	3	[REDACTED]	[REDACTED]
流花油田群	设施名称	现有生产井数量（口）	项目实施后生产井数量（口）	投产时间	与本工程关系																										
流花 4-1 油田	LH4-1SPS	■	■	[REDACTED]	本次拟实施调整井 6 口（新增井槽 2 口）																										
流花 21-2 油田	LH21-2SPS	■	■	[REDACTED]	本次拟实施调整井 8 口																										
序号	设施名称	描述																													
1	[REDACTED]	[REDACTED]																													
2	[REDACTED]	[REDACTED]																													
3	[REDACTED]	[REDACTED]																													

<div style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;"> <p>表 2-3 主要环保工程一览表</p> </div>	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
	<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>

表 2-3 主要环保工程一览表

<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>
<div style="background-color: black; width: 100px; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>	<div style="background-color: black; width: 100%; height: 20px;"></div>

**(2) 现有工程物流走向**

本次调整井属于流花油田群的流花 4-1 油田和流花 21-2 油田。

流花 4-1 油田水下生产物输送至 LH11-1DPP，LH11-1DPP 设置生产分离器，处理流花 4-1 油田及本平台产液，处理后分离出的含水 40%原油和分离出的天然气混合输往 HYSY122FPSO 进行进一步处理，分离出的含油生产水经处理达标排海，在 HYSY122FPSO 进一步处理分离出的合格原油少量用于燃料油，其余储存、并由穿梭油轮外输，分离出的伴生气部分用于电站和热站耗气、部分火炬燃烧放空，分离出的含油生产水达标排海。HYSY122FPSO 设置电站，为流花 4-1 油田

设施供电，物流走向见下图。

### 图 2.1 流花 4-1 油田物流走向示意图

流花 21-2 油田水下生产系统井口所产物流经水下采油树通过跨接管汇入水下中心管汇，HYSY119FPSO 接收来自水下生产系统的来液，分离出的合格油进舱储存和外输，最后由穿梭油轮外输上岸；分离出的生产水处理达标排海；分离出的天然气去燃料气处理系统满足电站和热站（锅炉）用气，以及进入轻烃回收装置回收 LPG（液化石油气），多余的气去火炬系统，物流走向见下图。

### 图 2.2 流花 21-2 油田物流走向示意图

#### (3) 现有工程生产水和生活污水处理工艺流程

##### 1) LH11-1DPP

LH11-1DPP 生产水处理系统采用“水力旋流器+聚结脱气除油罐”的处理流程。从生产系统分离出的生产水进入水力旋流器进行初步分离，然后进入聚结脱气除油罐除油，最终满足排放标准后排海。水力旋流器和聚结脱气除油罐排出的污油进入污油罐中，再打回工艺流程继续处理，LH11-1DPP 生产水处理系统流程见下图。LH11-1DPP 上产生的生活污水经电解式生活污水处理装置处理达标（COD 浓度 $\leq 500\text{mg/L}$ ）后排海。

### 图 2.3 LH11-1DPP 生产水处理系统图

##### 2) HYSY122FPSO

HYSY122FPSO 生产水处理系统采用“水力旋流器+脱气除油罐”的二级处理流程。处理合格的生产水排海，不合格的生产水进入污油水舱暂存，并通过污水泵打回流程处理，HYSY122FPSO 工艺流程见下图，HYSY122FPSO 上产生的生活污水经电解式生活污水处理装置处理达标（COD 浓度 $\leq 500\text{mg/L}$ ）后排海。

### 图 2.4 HYSY122FPSO 生产水处理系统图

##### 3) HYSY119FPSO

HYSY119FPSO 生产水处理系统接收流花 16-2 油田、流花 20-2 油田和流花 21-2 油田在 HYSY119FPSO 上分离出的生产水，处理达标后排海。生产水系统采用“沉降水舱+水力旋流器+紧凑式气浮”的三级处理流程，生活污水经 HYSY119FPSO 上设置的电解式生活污水处理装置处理达标（COD 浓度 $\leq 500\text{mg/L}$ ）后排海，生产水处理流程见下图。

### 图 2.5 HYSY119FPSO 生产水处理系统图

## 2、本工程建设内容及规模

### 1) 调整井建设方案

本工程拟在流花油田群 LH4-1SPS 和 LH21-2SPS 共计 2 个水下生产系统实施 14 口调整井，均利用移动式钻井平台进行钻完井作业。具体工程情况为：LH4-1SPS 实施 6 口调整井（4 口井为侧钻井，2 口井为新增井槽），LH21-2SPS 实施 8 口调整井（均为侧钻井）。

表 2-4 本工程建设情况

设施	原井信息			调整井信息			
	井名	井别	井型	井名	井别	井型	工程内容
T							
T							

### 2) 调整井井身结构

本工程共计 14 口调整井，调整井井身结构及尺寸数据见下表。

表 2-5 调整井井身结构基本参数

序号	设施	井名	井别	钻头尺寸	井深	水平段长	套管尺寸 (in)	套管下深 (m)
1	T							
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								

				■	■		■	■
				■	■		■	■
■		■	■	■	■	■	■	■
				■	■		■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■
				■	■		■	■
■		■	■	■	■	■	■	■
				■	■		■	■
■		■	■	■	■	■	■	■
				■	■		■	■
■		■	■	■	■	■	■	■
				■	■		■	■
■		■	■	■	■	■	■	■
				■	■		■	■
■		■	■	■	■	■	■	■
				■	■		■	■

本工程典型井身结构见下图。

图 2.6 井身结构示意图（侧钻和新钻）

### 3) 钻井液

本工程根据地层岩性、井底温度和压力确定各井段钻井液体系，以达到防塌、防漏、减阻润滑、安全和快速钻进、保护好油气层、保护好环境的要求。本工程所用到的钻井液为水基钻井液。

### 4) 产能预测

本次 14 口调整井投产后各设施产能预测表见下表。

表 2-6a 调整井投产前后 LH4-1SPS 产能预测表（日产量）





	[REDACTED]			[REDACTED]			[REDACTED]		
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

本工程投产后 LH4-1SPS 和 LH21-2SPS 最大产油量为 [REDACTED]，最大产气量为 [REDACTED]，最大产水量为 [REDACTED]，新增最大产油量为 [REDACTED]，新增最大产气量为 [REDACTED]，新增最大产水量为 [REDACTED]。

LH21-2SPS 调整后最大产油量为 [REDACTED]，小于《流花 16-2 油田/流花 20-2 油田/流花 21-2 油田联合开发项目环境影响报告书》（2018，中海油研究总院有限责任公司，环审（2018）63 号）中 LH21-2SPS 历史最大量 [REDACTED]；

LH4-1SPS 调整后最大产油量为 [REDACTED]，相比《流花 11-1 油田/流花 4-1 油田联合开发调整项目环境影响报告书》（2021，中海油研究总院有限责任公司，环审（2021）29 号）中 LH4-1SPS 历史最大产油量 [REDACTED] 超出约 [REDACTED]。

### 5) 生产水平衡分析

LH21-2SPS 产液经 HYSY119FPSO 生产水处理设施处理合格后排海。LH4-1SPS 产液和 LH11-1DPP 分离出的生产水经平台生产水处理设施处理合格后排海，LH11-1DPP 处理后的原油最终输送至 HYSY122FPSO 进行进一步处理，分离出的生产水经生产水处理设施处理合格后排海，其余水量全部在 LH11-1DPP 处理，水平衡见下表。

表 2-7 流花油田群水平衡一览表

	[REDACTED]			[REDACTED]			[REDACTED]		
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]





			(艘)	
LH4-1SPS	360	210	1	2
LH21-2SPS	480	210	1	2

表 2-12 本工程各水下生产设施施工计划

设施	计划施工开始时间	计划施工结束时间
LH4-1SPS	2026 年下半年	2028 年下半年
LH21-2SPS	2026 年下半年	2028 年下半年

其他	无
----	---



## (二) 调查结果

### 1、水环境质量调查结果

#### (1) 评价因子

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

#### (2) 评价标准

根据《海水水质标准》(GB3097-1997)、《海洋沉积物质量》(GB18668-2002)和《海洋生物质量》(GB18421-2001)，本工程春季海洋环境质量调查站位的水质从第一类标准开始评价；针对超过一类标准的因子，进一步采用第二类、第三类或第四类标准评价，评价至符合某类标准为止，根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》(HJ1409-2025)，采用各站位表层和 50m 层调查结果平均值进行评价。

#### (3) 评价结果

调查海域 pH、COD、石油类、无机氮、活性磷酸盐、汞、砷、锌、镉、铅、铜、总铬、硫化物、挥发性酚均满足第一类海水水质标准。调查海区海水 DO 有 6 个站位符合第二类海水水质标准；其余站位满足一类海水水质标准。

表 3-2 2026 年 3 月调查超出第一类水质标准的因子及站位

评价因子	汇总	符合标准
DO	S9、S10、S11、S12、S14、S15	满足《海水水质标准》(GB3097-1997) 第二类水质标准要求。

### 2、海洋生态现状调查结果

#### (1) 叶绿素 a

2026 年 3 月，春季调查海域监测点位叶绿素 a 最大值为 0.0692 mg/m<sup>3</sup>，最小值为 0.0104 mg/m<sup>3</sup>，平均值为 0.0330mg/m<sup>3</sup>，调查海区叶绿素 a 处于贫营养状态。

#### (2) 初级生产力

2026 年 3 月，初级生产力最大值为 29.6 mgC · m<sup>-2</sup> · d<sup>-1</sup>，最小值为 4.4 mgC · m<sup>-2</sup> · d<sup>-1</sup>，平均值为 14.1mgC · m<sup>-2</sup> · d<sup>-1</sup>，初级生产力处于低水平。

#### (3) 浮游植物

本次春季调查海域共鉴定出 4 门 50 种，其中硅藻门 35 种，浮游植物种类名录见附表 2。占总种数的 66.0%，硅藻的种类占优势。浮游植物细胞密度变化范围为 0.50~1.19 × 10<sup>3</sup> cells/L，平均细胞密度为 0.79 × 10<sup>3</sup> cells/L，各测站分布较不均匀，浮游植物个体数量处于低水平，硅藻细胞数量占绝对优势。调查海域浮游植物主要优势种为柔弱拟菱形藻、锥状斯氏藻、劳氏角毛藻、菱形海线藻、尖刺拟菱形藻、大洋角管藻、并基角毛藻和叉状辐杆藻等。浮游植物多样性指数

平均值为3.32，均匀度平均值为0.84，丰富度指数平均值为2.23。总体来说，该海域在调查期间，处于清洁状态，浮游植物种间分布较不均匀，浮游植物多样性指数处于“优秀”水平。

#### (4) 浮游动物

调查海域共鉴定出浮游动物 93 种；其中，桡足类最多，有 51 种，占浮游动物总物种数的 54.8%，浮游动物种类名录见附表 3。浮游动物的平均丰度为 13.47 ind./m<sup>3</sup>，平均生物量为 25.22 mg/m<sup>3</sup>，丰度和生物量均呈不均匀的斑块状分布。浮游动物的优势种为平滑真刺水蚤、达氏筛哲水蚤、普通波水蚤、棒笔帽螺、肥胖箭虫、长尾类幼体、箭虫幼体、美丽大眼水蚤、细角间哲水蚤、亚强次真哲水蚤、叉真刺水蚤和小哲水蚤。根据评价标准，海域污染状况为“清洁”，群落结构处于稳定的状态，生态质量处于“优秀”状态。

#### (5) 底栖生物

调查海域调查共鉴定底栖动物 5 门 5 纲 23 种，其中环节动物门多毛纲种类数最多，有 11 种，占总种类数的 47.8%。各站位底栖动物栖息密度在 4~44 ind./m<sup>2</sup> 之间，平均为 [REDACTED]；生物量在 0.08~2.04 g/m<sup>2</sup> 之间，[REDACTED]。优势种主要有真节虫、吻沙蚕、扁尾和美虾和倍棘蛇尾。根据各生物指数评价标准，调查海域生态环境质量处于“中等”状态。

### 3、生物质量调查结果

本次生物质量监测共布设 6 个采样站位，采集生物质量，监测项目包括：重金属（包括 Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr、As）、石油烃，共 8 项。本次监测仅捕获到鱼类，下面以鱼类的生物质量做现状评价。

#### (1) 评价因子

本次评价以生物体内的铬、铜、铅、锌、镉、砷、总汞、石油烃作为评价因子。

#### (2) 评价结果

本次监测海域所有站生物受检样品生物质量较好，满足《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）和《海洋生物质量》（GB18421-2001）中质量评价标准。

### 4、沉积物调查结果

本次海洋沉积物监测共布设 15 个采样站位，均只采集表层沉积物，监测项目包括：重金属（包括铜、铅、总汞、镉、锌、铬、砷）、石油类、有机碳、硫化物，共 10 项。

#### (1) 评价因子

本次选取总汞、铜、铅、镉、锌、铬、砷、石油类、硫化物及有机碳作为评价因子。

#### (2) 评价标准

海洋沉积物采用不劣于现状的沉积物标准，评价首先采用《海洋沉积物质量》（GB18668-2002）中第一类海洋沉积物质量标准，对不符合第一类海洋沉积物标准的评价因子采用第二类、第三类标准。

### (3) 评价结果

2026年3月调查海域,有机碳含量范围为 $(0.26\sim 0.44)\times 10^{-2}$ ;硫化物含量范围为 $(85\sim 17.3)\times 10^{-6}$ ;石油类含量范围为 $(19.2\sim 38.6)\times 10^{-6}$ ;汞含量范围为 $(0.02\sim 0.046)\times 10^{-6}$ ;铜含量范围为 $(7.96\sim 11.3)\times 10^{-6}$ ;铅含量范围为 $(19.9\sim 29.8)\times 10^{-6}$ ;镉含量范围为 $(0.078\sim 0.152)\times 10^{-6}$ ;锌含量范围为 $(34.5\sim 44.3)\times 10^{-6}$ ;铬含量范围为 $(19.9\sim 29.8)\times 10^{-6}$ ;砷含量范围为 $(0.26\sim 5.75)\times 10^{-6}$ 。

本次调查结果显示,调查海域表层沉积物中有机碳、硫化物、汞、砷、铜、铅、锌、镉、铬和石油类的含量全部符合第一类海洋沉积物质量标准限值要求。调查海域表层沉积物质量好。

## 5、渔业资源调查结果

### (1) 鱼卵、仔稚鱼

调查共鉴定出鱼卵和仔稚鱼共15种(类),其中,鱼卵10种(类),仔稚鱼5种(类)。

鱼卵密度为11-33粒/网,平均为18.1粒/网,鱼卵丰度为39-96粒/100 m<sup>3</sup>, [REDACTED],其中以狗母鱼科(*Synodontidae ge. sp.*)为优势类群;仔稚鱼密度为1-6粒/网,平均为 $5.6\pm 2.9$ 尾/网,仔稚鱼丰度为4-20尾/100 m<sup>3</sup>, [REDACTED],其中以褐篮子鱼(*Siganus fuscescens*)为最高;经计算,调查海域鱼卵、仔稚鱼多样性指数与均匀度指数均处于中等偏上水平,说明调查海域多样性水平较高,种类分布比较均匀,生态环境质量处于“良好”状态。

### (2) 鱼类

调查海域共采集鉴定出游泳动物三类9目22科31种。其中,鱼类5目18科26种。优势种包括六带鲈、鲷、蓝带篮子鱼、奥奈银鲈等;甲壳类和头足类种类较少,优势种为三疣梭子蟹、日本蟳。

鱼类重量密度范围为 $(81.78\sim 501.84)$  kg/km<sup>2</sup>,平均重量资源密度为 [REDACTED],尾数资源密度范围为 $(4060.00\sim 9610.00)$ 尾/km<sup>2</sup>,平均 [REDACTED]。成体重量资源密度 [REDACTED],成体尾数资源密度为 [REDACTED];幼体重量资源密度 [REDACTED] 幼体尾数资源密度 [REDACTED]。

2026年3月调查中鱼类幼体占有所有鱼类的尾数比例变化范围为71.21%-88.54%。

### (3) 头足类

调查头足类2目2科2种,占总物种数的6.45%。头足类重量密度范围为 $(0.00\sim 16.47)$ kg/km<sup>2</sup>,平均重量资源密度为 [REDACTED];尾数资源密度范围为 $(0\sim 670)$ 尾/km<sup>2</sup>,平均 [REDACTED]。成体重量资源密度 [REDACTED],成体尾数资源密度为 [REDACTED];幼体重量资源密度 [REDACTED],幼体尾数资源密度 [REDACTED]。

(4) 甲壳类

调查甲壳类 2 目 2 科 3 种，占总物种数的 9.68%。甲壳类重量密度范围为 (40.50~168.62) kg/km<sup>2</sup>，平均重量资源密度为 [REDACTED] 尾数资源密度范围为(720~3390)尾/km<sup>2</sup>，平均 [REDACTED] [REDACTED] 其中，幼体的平均重量和尾数资源密度分别为 [REDACTED]；成体平均重量和尾数资源密度分别为 [REDACTED]。

调查渔业资源资源密度变化范围为 (140.18~560.61) kg/km<sup>2</sup>，平均 [REDACTED]，资源尾数密度变化范围为 (6220~11410) 尾/km<sup>2</sup>，平均为 [REDACTED]。

与  
项

1、相关工程环保手续执行情况







根据《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008），油田所在海域属于三级海域；根据《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第1部分：分级》（GB18420.1-2009），油田所在海域属于二级海区。本工程所采用的污染物排放标准详见下表。

表 3-9 污染物排放标准

污染物	采用标准	等级/海区等级	污染因子	标准值	适用对象
钻井液、钻屑	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	三级	含油量	≤8%	钻井作业中排放的钻井液和钻屑
			Hg（重晶石中最大值）	≤1mg/kg	
			Cd（重晶石中最大值）	≤3mg/kg	
	《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	水基钻井液生物毒性容许值≥20000mg/L；非水基钻井液生物毒性容许值≥10000mg/L		
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	石油类≤45mg/L（月平均值）；石油类≤65mg/L（一次容许值）	生产阶段排放的含油生产水
	《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第1部分：分级》（GB18420.1-2009）	二级	生物毒性容许值≥50000mg/L		
机舱含油污水	《防治船舶污染海洋环境管理条例》和《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）	/	含油浓度≤15mg/L		施工期施工船舶产生的含油污水
	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	/	含油浓度≤15mg/L		施工期移动式钻井平台产生的含油污水
生活污水	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	三级	COD	≤500mg/L	建设阶段和生产阶段各设施排放的生活污水
	《防治船舶污染海洋环境管理条例》和《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）	/	根据船舶类别和安装（含更换）生活污水处理装置的时间来分别执行对应标准。		船舶产生的生活污水
生产垃圾	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）	三级	禁止排放或弃置入海		建设阶段和生产阶段排放的生产垃圾和生活垃圾
生活垃圾			除颗粒直径<25mm的食品废弃物以外，禁止其它生活垃圾排放或弃置入海		

其他

本工程核算了2026年-2036年的LH11-1DPP、HYSY122FPSO和HYSY119FPSO含油生产水，调整井投产后最大年排放量均未超出原环评批复量维持原环评核定的最大排放量。各设施维持原环评总量指标。

表3-10本项目调整并投产后生产水量变化一览表

调整前	调整后	变化量	调整后	调整后
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████
██████████	██████████	██████████	██████████	██████████

本工程投产后未新增定员，未新增生活污水排放量，因此生活污水最大排放量维持原环评核算的最大值不变。

## 四、生态环境影响分析

### 1、施工期产污环节及污染源分析

本工程产生的污染物主要为钻井液和钻屑等,此外还有参加钻完井作业的人员产生的少量生活污水、生活垃圾和生产垃圾,施工船舶的船舶污染物等。

#### (1) 钻井液

本工程钻井液采用水基钻井液,核算结果见表4.1。产生水基钻井液总量约9097m<sup>3</sup>。满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)三级标准,处理达标排海。排放方式为水下排放,单井单排。钻井液在钻井结束后一次性排放,排放速率约35m<sup>3</sup>/h。

**表 4-1 本工程调整井钻井液核算结果**

水下井口系统	水基钻井液产生量 (m <sup>3</sup> )	油层段水基钻井液产生量 (m <sup>3</sup> )	非油层段水基钻井液产生总量 (m <sup>3</sup> )	水基钻井液一次性最大排放量 (m <sup>3</sup> )	钻井液排放速率 (m <sup>3</sup> /h)
LH4-1SPS	3529	1448	2081	637	35
LH21-2SPS	5568	2032	3536	383	35
合计	9097	3480	5617	6588	/

#### (2) 钻屑

本工程钻屑产生量约为6910m<sup>3</sup>。钻屑单井最大排放速率约150m<sup>3</sup>/d,具体见下表。

**表 4-2 本工程钻屑量统计**

水下井口系统	水基钻屑产生量 (m <sup>3</sup> )	油层段水基钻屑产生量 (m <sup>3</sup> )	非油层段水基钻屑产生总量 (m <sup>3</sup> )	钻井时间 (d)	最大排放速率 (m <sup>3</sup> /d)
LH4-1SPS	2781	217	2564	85	150
LH21-2SPS	4129	375	3754	121	31
合计	6910	592	6318	206	/

钻屑确保含油率小于8%检测合格后达标排海。

钻屑排放方式:排放方式为水下排放,钻屑随钻随排,钻井期间连续排放。钻屑的排放应满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008)三级标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性第1部分:分级》(GB18420.1-2009)的要求。若达不到标准则收集运回陆地,交由陆地有资质的单位接收处理。

#### (3) 生活垃圾、生活污水

海上施工阶段产生的生活垃圾主要是食品废弃物和食品包装物等。

根据日常运营经验数据:生活垃圾按1.5kg/(人·日)计算,其中食品废弃物按1.0kg/(人·日)计算,生活污水根据中国海油多年海上油气开发经验数值,按0.35m<sup>3</sup>/(人·日)计算。

本工程作业天数约为840天,作业人数为420人,生活垃圾产生量约264.6t,其中食品废弃物生产量为176.4t,生活污水约61740m<sup>3</sup>。

表 4-3 施工期生活污水核算结果表

设施	施工内容	施工人员 (人/每天)	施工天数(天)	生活污水 (m <sup>3</sup> )		生活垃圾 (t) (含食品废弃物)		食品废弃物 (t)	
				产生负荷	产生量	产生负荷	产生量	产生负荷	产生量
LH4-1SPS	移动式钻井平台 1	130	360	0.35m <sup>3</sup> (人·天)	16380	1.5kg (人·天)	70.2	1.0kg (人·天)	46.8
	支持船 1	40		0.35m <sup>3</sup> (人·天)	5040	1.5kg (人·天)	21.6	1.0kg (人·天)	14.4
	支持船 2	40		0.35m <sup>3</sup> (人·天)	5040	1.5kg (人·天)	21.6	1.0kg (人·天)	14.4
LH21-2SPS	移动式钻井平台 2	130	480	0.35m <sup>3</sup> (人·天)	21840	1.5kg (人·天)	93.6	1.0kg (人·天)	62.4
	支持船 3	40		0.35m <sup>3</sup> (人·天)	6720	1.5kg (人·天)	28.8	1.0kg (人·天)	19.2
	支持船 4	40		0.35m <sup>3</sup> (人·天)	6720	1.5kg (人·天)	28.8	1.0kg (人·天)	19.2
	合计	/	/	/	61740	/	264.6	/	176.4

(4) 生产垃圾

施工过程中产生的少量边角料、包装材料等固体废弃物属于一般工业固体废物；产生的一些含油的废旧器件等属于危险废物。按每口井产生生产垃圾 0.5t 计算，本次 14 口井产生生产垃圾为 7t，全部运回陆地处理，其中危险废物交由有资质的单位处置。

(5) 机舱含油污水

本工程需移动式钻井平台和支持船，产生一定的机舱含油污水，参考《水运工程环境保护设计规范》，结合实测及日常运营经验数据，按照每船每天 0.5m<sup>3</sup> 计，总共约 2100m<sup>3</sup>。

表 4-4 施工期污染物及污染防治措施汇总表

污染物		污染物的产生量	污染物的排放量	最大排放速率	主要污染因子	排放/处理方式
钻井液	水基钻井液	9097m <sup>3</sup>	9097m <sup>3</sup>	35m <sup>3</sup> /h	悬浮物	按相关要求达标排海
钻屑	水基钻屑	6910m <sup>3</sup>	6910m <sup>3</sup>	150m <sup>3</sup> /d	悬浮物	按相关要求达标排海
生活污水（船舶）		23520m <sup>3</sup>	23520m	/	化学需氧量	经生活污水处理装置处理达标后排海
生活污水（移动式钻井平台）		38220m <sup>3</sup>	38220m <sup>3</sup>	/	化学需氧量	经生活污水处理装置处理达标后排海
机舱含油污水		2100m <sup>3</sup>	/	/	石油类	按相关要求达标排海
生活垃圾		264.6t	176.4t (食品废弃物)	/	食品废弃物、食品包装等	食品废弃物按相关要求处理处置/排海，其他生活垃圾运回陆地处理
生产垃圾		8t	0t	/	废弃边角料、包装材料等	分类收集、运回陆上进行处理，危险废物运回陆上交由



2) 钻井液影响类比分析结果

①LH4-1SPS:

根据《流花11-1油田/流花4-1油田联合开发调整项目环境影响报告书》(2021, 中海油研究总院有限责任公司, 环审(2021)29号), 钻井液的预测结果。钻井液排放对水质的影响主要在表层(海面以下10m), 表层以下无超标面积, 超一类包络面积约为0.769km<sup>2</sup>, 离排放点的最大距离为0.75km, 停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为10.5h。

表 4-6 LH11-1DPP 钻井液预测结果 (表层)

超标倍数	超一类面积 (km <sup>2</sup> )	超三类面积 (km <sup>2</sup> )	超四类面积 (km <sup>2</sup> )	超一类最大距离 (km)	恢复时间 (h)
包络面积	0.769	0.155	0.108	0.75	10.5

表4-7 LH11-1DPP 钻井液浓度区间面积 (表层)

超标倍数	Bi<1 (10~20mg/L)	1≤Bi<4 (20~50mg/L)	4≤Bi<9 (50~100mg/L)	Bi≥9 (≥100mg/L)
包络面积	0.348	0.149	0.116	0.155

②LH21-2SPS:

根据《流花16-2油田/流花20-2油田/流花21-2油田联合开发项目环境影响报告书》(2018, 中海油研究总院有限责任公司, 环审(2018)63号) 钻井液的预测结果。LH20-2SPS钻井液排放对水质的影响主要在表层(海面以下10m)主流向上0.82km的范围内, 表层以下无超标水域, 超一类包络面积约为1.021km<sup>2</sup>, 离排放点的最大距离为0.82km, 停止排放恢复到一类水质所需最大时间约为11.5h。表层以下无超标区域。

表 4-8 LH20-2SPS 工程海域钻井液预测结果 (表层)

超标面积	超一类面积 (km <sup>2</sup> )	超三类面积 (km <sup>2</sup> )	超四类面积 (km <sup>2</sup> )	超一类最大距离 (km)	恢复时间 (h)
包络面积	1.021	0.039	0.007	0.82	11.5

表4-9 LH20-2SPS 工程海域钻井液浓度区间面积 (表层)

超标面积	Bi<1 (10~20mg/L)	1≤Bi<4 (20~50mg/L)	4≤Bi<9 (50~100mg/L)	Bi≥9 (≥100mg/L)
包络面积 (km <sup>2</sup> )	0.755	0.181	0.046	0.039

(2) 钻屑排放对海洋环境影响预测

1) 钻屑影响类比条件分析

本工程 LH4-1SPS 钻屑排放的水质影响分析类比周边区域的《陆丰油田群综合调整项目环境影响报告书》(2026, 海油环境科技(北京)有限公司, 环审(2026)18号)中钻屑排放预测结果, 本工程钻屑排放量和排放速率不超该报告书钻屑排放量和排放速率, 水文动力条件相似。

本工程 LH21-2SPS 钻屑排放的水质影响分析类比原环评《流花 16-2 油田/流花 20-2 油田/流花 21-2 油田联合开发项目环境影响报告书》(2018, 中海油研究总院有限责任公司, 环审(2018)63号), 本

工程钻屑排放量和排放速率不超该报告书钻屑排放量和排放速率，水文动力条件一致。

具体类比环境条件如下：

表 4-10 钻屑排放类比条件一览表

工程名称	排放位置	排放速率	排放浓度
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]		

①LH4-1SPS:

根据《陆丰油田群综合调整项目环境影响报告书》（2026，海油环境科技（北京）有限公司，环审（2026）18号），由于LF13-1DPP钻屑于水下20米排放，引起悬浮物超海水水质标准的范围主要影响在第三~五层（水深15m~45m），其它层无超海水水质标准范围。第三层钻屑悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络面积约0.020km<sup>2</sup>，无超三类、超四类海水水质标准范围；第四层钻屑悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络面积约0.032km<sup>2</sup>，无超三类、超四类海水水质标准范围；第五层钻屑悬浮物超一（二）类海水水质标准的包络面积约0.047km<sup>2</sup>，无超三类、超四类海水水质标准范围。悬浮物超一（二）类海洋水质标准离排放点最大影响距离为0.20km。钻屑停止排放后，在1h内悬浮物恢复到一类水质。

表 4-11 LF13-1DPP 钻屑排放预测结果

平台	层位	超一（二）类 (km <sup>2</sup> )	超三类 (km <sup>2</sup> )	超四类 (km <sup>2</sup> )	超一（二）类距平台 最大距离 (km)
LF13-1DPP	第三层	0.020	0	0	0.20
	第四层	0.032	0	0	
	第五层	0.047	0	0	

表 4-12 LF13-1DPP 钻屑浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

平台	层位	Bi≤1 (10mg/L<SS ≤20mg/L)	1<Bi≤4 (20 mg/L< SS≤50mg/L)	4<Bi≤9 (50 mg/L<SS ≤100mg/L)	Bi>9 (SS>100mg/L)
LF13-1DPP	第三层	0.010	0.008	0.002	0
	第四层	0.018	0.010	0.004	0
	第五层	0.029	0.013	0.004	0

②LH21-2SPS:

根据《流花16-2油田/流花20-2油田/流花21-2油田联合开发项目环境影响报告书》（2018，中海油研究总院有限责任公司，环审（2018）63号），由预测结果可以看出，钻屑对水质的影响主要在排放点附近，且主要影响海水表层，表层超一类水质海域的包络面积为0.303km<sup>2</sup>，离排放点的最大距离为0.38km；超三类包络面积分别为0.091km<sup>2</sup>；钻屑停止排放后4.5h工程海域可恢复到一类水质；钻屑覆盖厚度超过2cm的面积约0.085km<sup>2</sup>。计算过程采用泥沙输运模块，泥沙输运模块基于水动力模块的流场计算结果，并包括沉降和再悬浮在内的泥沙输运过程。

表 4-13 LH20-2SPS 工程海域钻屑排放预测结果

层次	超一类包络 面积 (km <sup>2</sup> )	超三类包络 面积 (km <sup>2</sup> )	超四类包络 面积 (km <sup>2</sup> )	超一类最大 距离 (km)	恢复时间(h)	覆盖 2cm 厚 度面积 (km <sup>2</sup> )
海面 0~10m	0.303	0.091	0.061	0.38	4.5	0.085
10~20m	0.004	/	/			
20m 以下	/	/	/			

表 4-14 LH20-2SPS 工程海域钻屑浓度区间面积 (km<sup>2</sup>)

层位	Bi<1	1≤Bi<4	4≤Bi<9	Bi≥9
海面 0~10m	0.115	0.061	0.036	0.091
10~20m	0.004	/	/	/
20m 以下	/	/	/	/

(3) 钻井液和钻屑排放对海洋生态影响分析

本工程对生态环境的影响主要表现为施工期钻屑、钻井液排海产生的悬浮物对海洋生物资源造成的损害。根据《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》（SC/T9110-2007），结合现状调查结果，本工程钻井液生物资源损失量按以下公式计算：

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

式中：

Wi——第 i 种类生物资源一次性平均损失量，单位为尾或个或千克（kg）；

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

Sj——某一污染物第 j 类浓度增量区面积，km<sup>2</sup>；Kij——某一污染物第 j 类浓度增量区第 i 种类生物资源损失率，%；

n——某一污染物浓度增量分区总数。

本工程钻屑生物资源损失量按以下公式计算：

$$M_i = W_i \times T$$

Mi——第 i 种类生物资源累计损失量，单位为尾、个或千克（kg）；

Wi——第 i 种类生物资源一次平均损失量，单位为尾、个或千克（kg）；

T——污染物浓度增量影响的持续周期数（以年实际影响天数除以 15），单位为个。

项目施工期排放的钻屑沉降覆盖区域，使海洋生物资源栖息地丧失。底栖生物资源损害量评估按下面公式计算：

$$W_i = D_i \times S_i$$

式中：

Wi——第 i 种类生物资源受损量，单位为尾（尾）、个（个）、千克（kg），这里指底栖生物资源受损量；

Di——评估区域内第 i 种类生物资源密度，单位为尾（个）每平方千米[尾（个）/km<sup>2</sup>]、尾（个）每立方千米[尾（个）/km<sup>3</sup>]、千克每平方千米（kg/km<sup>2</sup>），在此为底栖生物生物量；

Si——第 i 种类生物占用的渔业水域面积或体积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）或立方千米（km<sup>3</sup>）。本报告中指钻屑沉降覆盖 2cm 厚度和 50cm 厚度的海底面积。

底栖生物和渔业资源密度取2026年春季调查数据中各站位调查结果，各站位平均值能较好反映该海域生物资源情况。

表 4-15 海洋生物资源密度及来源

本项目钻井液为一次性排放，LH4-1SPS 6 口井共排放 6 批次，LH21-2SPS 8 口井共排放 8 批次。根据计算结果，钻井液排放造成的超标范围在表层，因此计算时取表层超标面积平均值，影响水深取本工程附近海域表层水深（10m），按一次性损失估算钻井液排放对渔业生物资源造成的损失，钻井液排放造成的损失量具体见下表。

① 钻井液

各类生物的损失量计算结果如下：

表 4-16 本工程钻井液排放造成渔业资源损失量

井名	批次	超标面积 (m <sup>2</sup> )	超标水深 (m)	受影响生物种类	受影响生物数量	损失量 (kg)	损失率 (%)	备注
LH4-1SPS	1	1000	10	大黄鱼	10000	1000	10	
	2	1000	10	小黄鱼	10000	1000	10	
	3	1000	10	鳓鱼	10000	1000	10	
	4	1000	10	带鱼	10000	1000	10	
	5	1000	10	鲳鱼	10000	1000	10	
	6	1000	10	鳗鱼	10000	1000	10	
	7	1000	10	海鲈	10000	1000	10	
	8	1000	10	黑鲷	10000	1000	10	
	9	1000	10	牙鲆	10000	1000	10	
	10	1000	10	鲈鱼	10000	1000	10	
LH21-2SPS	1	1000	10	大黄鱼	10000	1000	10	
	2	1000	10	小黄鱼	10000	1000	10	







Wi—第 i 类渔业生物资源的损失量 (kg)；

Ei—生物资源的商品价格，生物资源、底栖生物的价格接近三年当地海洋捕捞产值与产量均值的比值计算，鱼类、头足类、甲壳类成体为 1.2 万元/t，底栖生物为 1.2 万元/t。幼鱼的价格接近三年主要鱼类苗种平均价格 1 元/尾计算，底栖生物为 1.2 万元/t，头足类幼体为 0.4 元/尾，甲壳类幼体为 0.3 元/尾。

根据中华人民共和国水产行业标准《建设项目对海洋生物资源影响评价技术规程》的规定，“一次性生物资源的损害补偿为一次性损害额的 3 倍”，本次调整井施工阶段悬浮物扩散造成的生物资源损害属一次性损害，按 3 倍进行补偿。

经计算可知，本次调整井造成生物资源损失金额约 [REDACTED]。

表 4-19 本工程造成的渔业损失价值估算

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

运营期生态环境影响分析	1、运营期环境影响分析																																		
	<p>本工程投产后，油田含油生产水最大排放量未超过原报告书中生产水的预测源强，对所在海域生物生态和渔业资源的影响没有增加，含油生产水造成的渔业资源损失已在原报告书中进行了评估，对周围环境的影响以及造成的渔业损失等内容，生产修复和补偿方案以及相应费用已在原项目建设中做统一考虑。</p>																																		
	<p>(1) 含油生产水</p> <p>本工程核算了2026年-2036年的LH11-1DPP、HYSY122FPSO以及HYSY119FPSO的含油生产水排放量。本工程投产后最大年排放量未超出《流花11-1油田/流花4-1油田联合开发调整项目环境影响报告书》（2021，中海油研究总院有限责任公司，环审〔2021〕29号）和《流花16-2油田/流花20-2油田/流花21-2油田联合开发项目环境影响报告书》（2018，中海油研究总院有限责任公司，环审〔2018〕63号）核算量，故本工程含油生产水排放对海洋环境的影响未超过原环评含油生产水预测的排放范围。</p>																																		
	<p>(2) 生产垃圾</p> <p>生产阶段工程运营将会产生一些生产垃圾，如废弃的器件、边角料、油棉纱、包装材料等，运营期按每新增1口井生产垃圾产生量约为1t/a计算，则年产生的生产垃圾共约2t/a，经分类收集后运回陆上进行处理，生产垃圾中的危险废物运回陆地交有资质单位接收处理。</p>																																		
	<p><b>表 4-20 本工程运营期污染物及污染防治措施汇总表</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																																		
选址选线环境合理性分	<p>本工程属于流花油田群调整井作业，在油田现有安全作业区范围内建设，不会影响周边的通航安全和渔船拖网作业等，选址合理可行。</p>																																		

析	
---	--

## 五、主要生态环境保护措施

施工期 生态环 境保护 措施	<p><b>1、污染防治对策措施</b></p> <p>本工程施工期产生的污染物为钻井液、钻屑、生活污水、船舶污染物（机舱含油污水、生活垃圾、生产垃圾）和固体废弃物（包括生活垃圾和生产垃圾）。</p> <p><b>（1）钻井液、钻屑</b></p> <p>钻井阶段产生的水基钻井液和钻屑经检验合格、满足《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级标准和《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）二级标准后排海。若检验不合格，收集运回陆地交有资质单位处理。</p> <p><b>（2）生活污水和生活垃圾</b></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，施工期移动式钻井平台生活污水执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）相关要求。</p> <p>船舶生活污水和生活垃圾的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求，生活垃圾中食品废弃物用食品粉碎机粉碎到粒径<math>\leq 25\text{mm}</math>后间断排放，其他运回陆地处理；</p> <p><b>（3）生产垃圾</b></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><b>（4）机舱含油污水</b></p> <p>施工机舱含油污水经机舱含油污水处理装置处理达标后排海。</p> <p>依照《防治船舶污染海洋环境管理条例》和《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）的规定，所有参加海上施工作业船舶都按要求配备油水分离器，机舱含油污水经船用油水分离器处理，使其含油浓度不大于 <math>15\text{mg/L}</math>。</p> <p>施工期移动式钻井平台船舶机舱含油污水执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）相关要求，使其含油浓度不大于 <math>15\text{mg/L}</math>。</p> <p><b>（5）废气</b></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 <math>\text{NO}_2</math>、<math>\text{SO}_2</math>、<math>\text{CO}</math>、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。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 <math>0.50\% \text{ m/m}</math> 的燃油。</p> <p><b>2、生态保护对策措施</b></p>
-------------------------	--

施工期产生的不合格钻屑、不合格钻井液、生产垃圾和生活垃圾（除食品废弃物）均运回陆地处理。运营期产生的含油生产水和生活污水处理达标后排海，生活垃圾（除食品废弃物）运回陆地处理。尽量减少污染物排海，最大限度降低对海洋环境的影响。

本工程尽量优化缩短施工周期，合理选择施工时间，加强科学管理，选择适宜的海况条件，提高施工效率。钻井作业过程中使用水基钻井液，通过循环使用减少钻井液的排放量；水基钻井液和钻屑检测达标后排放，不能满足排放要求的钻井液及钻屑均收集后运回陆地处理。

钻井过程中应严格控制钻屑和钻井液的排放速率。钻屑排放在钻井作业期间持续排放，速率和强度不大，本工程钻屑单井最大排放速率约 150m<sup>3</sup>/d。钻井液间断性排放，最大排放速率为 35m<sup>3</sup>/h。实际中可通过钻井液循环使用，减少排放量；通过闸阀开关程度控制其排放速率，降低钻井液入海后的扩散范围，减少悬浮物超标面积，从而减少对渔业资源的影响。

### 3、施工期环境风险防范与应急措施

针对本项目可能发生的环境风险及拟采取的环境风险防范措施，编制了“环境风险专项分析”，详见附录，本小节摘录施工期重点环境风险防范与应急措施，如下：

#### （1）井喷和火灾爆炸防范措施

规范全流程钻井操作，提前编制钻井方案，实时监测钻井异常，规范关井、压井处置流程；配齐井口监控、防喷器、压井材料等全套井控设备，定期检修更换配件；钻台、泥浆区域布置通风与烃类气体探测装置，实时预警油气积聚；井控岗位人员持证上岗、专项培训，完善井控管理制度；井喷突发时第一时间启动应急处置等。

#### （2）实施调整井的防碰风险措施

选用适配钻具组合，减轻钻具撞击对邻井套管的损伤；明确定向、录井、泥浆、现场班组分工，防碰段全员在岗值守，禁用自动送钻，通过磁铁装置持续监测金属碎屑；实时记录钻进参数，出现蹩跳等碰撞征兆立即提钻、低速循环研判；随钻人员持续监控磁测数据，参数超标及时复测、重新校核井眼轨迹与防碰风险；提前收集高危邻井井身、压力等资料，高风险段临时关停邻井，专人井口监听套管动静等。

#### （3）地质性溢油风险防范措施

优化定向井轨迹，主动规避近海海底断层；确需穿断层时配套随钻堵漏、加厚套管、强化固井等工艺；结合地层压力数据优化表层套管下入深度，严控压井压力，避免地层破裂渗漏油气。

#### （4）船舶碰撞风险防范措施

船舶配齐 AIS 等助航设备，依规显示作业信号，船员遵守海上避碰航行规范、采用安

	<p>全航速；作业船舶不间断雷达、人工瞭望，强化现场调度管控；划定合规安全作业区并公示，定时发布航行通告，阻拦无关船舶驶入；合理规划作业点位，通航船舶临近时提前避让；船舶突发险情第一时间上报主管单位；若发生碰撞，立刻封堵油舱管路，遏制油品泄漏。</p> <p>在施工期间，建立溢油应急制度，一旦突发事故造成溢油事故，应迅速做出反应，一方面尽快向部门监督和环保部门汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方面应同时尽快实施油污回收、消除等有效措施，以减少污染损害。</p> <p>建设单位按照《中华人民共和国海洋环境保护法》等相关规定，编写了《流花油田作业区溢油应急计划》（2024年版），并于2024年5月备案，溢油应急计划内容包括海上施工和生产运营阶段的溢油风险分析、溢油事故预警、溢油应急程序、溢油应急能力、溢油事故的处置等，可满足本工程溢油应急的需求。</p>
运营期生态环境保护措施	<p><b>1、污染物源头控制</b></p> <p>污染物源头控制，本工程投产后运营期不增加生产定员，故生活污水和生活垃圾产生量不增加，均在现有环评核算量范围内；运营期生产水最大产生量未超过相关设施的处理能力，不增加其他含油污水，含油生产水影响范围未超过现有环评的预测影响范围，对海洋环境的影响程度均未超过现有环评；本工程运营期不新增船舶数量，不增加船舶机舱含油污水产生量。</p> <p>（1）含油生产水</p> <p>含油生产水通过各平台生产水处理设施处理合格后（含油浓度<math>\leq 45\text{mg/L}</math>（月均值））排海。</p> <p>（2）生产垃圾</p> <p>运营期产生的生产垃圾中一般工业垃圾经收集后运回陆地进行处理，生产垃圾中危险废物运回陆地交有资质单位处理，并按照《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》要求进行回收利用或处置。</p> <p>（3）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，船舶生活污水和生活垃圾的排放与处理执行《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018）相关要求，生活垃圾中食品废弃物用食品粉碎机粉碎到粒径<math>&lt; 25\text{mm}</math>后间断排放，其他运回陆地处理，施工期移动式钻井平台生活污水执行《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）相关要求。</p> <p><b>2、运营期环境风险防范与应急措施</b></p> <p>针对运营期油气泄漏等风险，建设单位已编制《流花油田作业区溢油应急计划》（2024</p>

	<p>年版) 并报送生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案。上述溢油应急计划内容包括溢油应急组织机构及职责、溢油风险分析、溢油预测预警、海面溢油监视监测、溢油应急处置流程、溢油应急保障、溢油事故处置、应急计划维护和管理等。该溢油应急计划可以实现开发生产期间发生溢油事故时能够及时、有效、迅速地进行应急反应, 最大限度地减小溢油对环境造成的影响。</p>															
其他	<p>本工程运营期不新增污染物种类及排放量, 因此不单独设置跟踪监测计划, 本次调整并投产后, 纳入流花11-1油田、流花4-1油田、流花21-2油田现有跟踪监测计划中。</p> <p>根据《流花11-1油田/流花4-1油田联合开发调整项目环境影响报告书》(2021, 中海油研究总院有限责任公司, 环审(2021) 29号), 流花11-1油田、流花4-1油田跟踪监测计划设8个站位, 水质监测包括活性磷酸盐、COD、重金属、石油类; 沉积物监测包括重金属和石油类等; 生物生态监测包括浮游植物、浮游动物和底栖生物;</p> <p>根据《流花16-2油田/流花20-2油田/流花 21-2油田联合开发项目环境影响报告书》(2018, 中海油研究总院有限责任公司, 环审(2018) 63号), 流花21-2油田跟踪监测计划设4个站位, 水质监测包括悬浮物、营养盐(包括无机氮、磷酸盐)、COD、重金属(包括Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr、As)、石油类、硫化物、挥发酚; 沉积物监测包括重金属(包括Cu、Pb、Hg、Cd、Zn、Cr、As)、石油类、有机碳、硫化物; 生物生态监测包括叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、鱼卵、仔稚鱼); 监测频率和方法按照《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》(GB4914-2008) 和相关政府管理部门的要求执行。依托现有跟踪监测计划, 对所在海域的海水水质、沉积物、海洋生物生态(包括叶绿素a、浮游植物、浮游动物、底栖生物、生物质量) 进行跟踪监测, 使海洋生物资源和海洋生态环境得到尽快恢复和可持续利用。</p>															
环保投资	<p>本工程环保投资 ██████████, 明细如下。</p> <p style="text-align: center;"><b>表 5-1 环保投资明细</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%; text-align: center;">██████</td> <td style="width: 60%; text-align: center;">████████████████████</td> <td style="width: 30%; text-align: center;">██████████████████</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">█</td> <td style="text-align: center;">██████████████████</td> <td style="text-align: center;">█</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">█</td> <td style="text-align: center;">████████████████████</td> <td style="text-align: center;">█</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">█</td> <td style="text-align: center;">██████████████████</td> <td style="text-align: center;">██████████</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">█</td> <td style="text-align: center;">██████████████████</td> <td style="text-align: center;">██████████</td> </tr> </table>	██████	████████████████████	██████████████████	█	██████████████████	█	█	████████████████████	█	█	██████████████████	██████████	█	██████████████████	██████████
██████	████████████████████	██████████████████														
█	██████████████████	█														
█	████████████████████	█														
█	██████████████████	██████████														
█	██████████████████	██████████														

## 六、生态环境保护措施监督检查清单

要素	内容	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	水基钻井液和钻屑检测达标后排放，不满足排放标准则运回陆地处理；生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海；施工船舶机舱含油污水经机舱含油污水处理装置处理达标后排海。	《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》；（GB4914-2008）三级标准； 《海洋石油勘探开发污染物生物毒性》（GB18420-2009）二级标准； 《防治船舶污染海洋环境管理条例》； 《船舶水污染物排放控制标准》（GB3552-2018） 《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》；（GB4914-2008）	含油生产水经含油生产污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）三级标准	
地表水环境	/	/	/	/	
地下水及土壤环境	/	/	/	/	
声环境	/	/	/	/	
振动	/	/	/	/	
大气环境	/	/	/	/	
固体废物	生活垃圾中食品废弃物用食品粉碎机粉碎到粒径<25mm后排放，其他运回陆地处理；生产垃圾全部运回陆地处理。	符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》（GB4914-2008）三级标准。	/	/	
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	《流花油田作业区溢油应急计划》（2024年版）	制定溢油防范措施，配备相应的溢油应急资源，设置应急组织机构、明确其职责与应急联络方式，实现对溢油事故的有效处理，包括事故报告、应急响应程序、现场处置等。需将本工程建设内容纳入到现《流花油田作业区溢油	《流花油田作业区溢油应急计划》（2024年版）修编后向主管部门备案。	

			应急计划》（2024年版）中。	
环境监测	/	/	纳入油田现有跟踪监测计划	/
其他	/	/	/	/

## 七、结论

### 1、产业政策及区划规划符合性

本工程计划在流花油田群实施 14 口调整井（12 口为侧钻井，2 口为新增井槽），本工程投产后 LH4-1SPS 和 LH21-2SPS 最大产油量为 [REDACTED]，最大产气量为 [REDACTED]，最大产水量为 [REDACTED]，新增最大产油量为 [REDACTED]，新增最大产气量为 [REDACTED]，新增最大产水量为 [REDACTED]。

LH21-2SPS 最大产油量为 [REDACTED]，小于《流花 16-2 油田/流花 20-2 油田/流花 21-2 油田联合开发项目环境影响报告书》（环审（2018）63 号）中 LH21-2SPS 历史最大产能 [REDACTED]，LH4-1SPS 调整后最大产油量为 [REDACTED]，相比《流花 11-1 油田/流花 4-1 油田联合开发调整项目环境影响报告书》（环审（2021）29 号）中 LH4-1SPS 历史最大产油量 [REDACTED] 超出约 [REDACTED]。

本工程核算了 2026 年-2036 年的 LH11-1DPP、HYSY122FPSO 和 HYSY119FPSO 含油生产水，调整井投产后最大年排放量均未超出原环评批复量维持原环评核定的最大排放量。各设施维持原环评总量指标。本工程在建设阶段将产生钻井液和钻屑等污染物，施工期新增钻井液钻井液和钻屑，根据《建设项目环境影响评价分类管理名录》（2021 年版）要求，需编制环境影响报告表。

本工程为海洋矿产资源勘探开发及其附属工程，属于《产业结构调整指导目录（2024 年本）》中的“鼓励类”，与《广东省国土空间规划》划定成果相协调，位于广东省生态环境分区管控方案中的生态保护红线之外，施工期和运营期对其产生影响较小。

### 2、环境可行性

本工程施工期水基钻屑及水基钻井液达标后排海，生活垃圾中的食品废弃物粉碎达标后排海，其他生活垃圾及生产垃圾运回陆地处理；生活污水经生活污水处理装置处理达标后排海，对海洋环境影响较小，且工期较短，其影响属于短期、可恢复性影响。生产阶段新增生产垃圾运回陆地处理，不新增生活垃圾，不新增生活污水，含油生产水处理后达标排放，对海洋环境的影响较小。

本工程风险事故类型主要包括：井喷/井涌、船舶碰撞和地质性溢油风险事故等。根据地质溢油风险分析结果，流花 4-1 油田及流花 21-2 油田地质条件及断层风险认识清楚，钻完井方案可行，在钻井及生产过程中严格按照设计和操作规范实施，地质性溢油风险可控。油田采用天然能量开采，不涉及注水，整个开采过程为降压过程。从地质油藏来看，本工程油田无地质溢油风险。本工程所在的流花油田地质条件及断层风险认识清楚，油田范围内均未见明显浅层气特征，浅层气风险可控。根据分析，本工程的风险类型、可能最大溢油量均未超过本工程现有环评识别出的风险范畴。

工程存在一定溢油风险，一旦发生溢油事故会对生态和环境造成严重危害后果，拟采取具有针对性的安全保护措施和切实有效的溢油应急防范对策措施，建设单位已经制定了《流花油田作业区溢油应急计划》（2024 年版）并在珠江流域南海海域生态环境监督管理局备案，本工程投产后一并

纳入该溢油应急计划。

根据溢油应急计划，流花油田群各设施具备一定的溢油应急能力。一旦发生事故，流花油田群可立即响应，现有溢油应急物资可满足本工程施工期和运营期风险事故的需求本工程可以利用的溢油应急资源可以在接到应急通知后 1.2~18.3h 内抵达溢油现场并进行溢油应急处置工作。此外，海上现场作业的环保船可以在 2 至 10 小时内到达溢油事故地点进行海面溢油的围控和回收作业。可满足本工程需求。

在施工和运营过程中严格落实本报告中提出的各项环境保护措施、溢油风险防范措施及溢油应急计划的基础上，从环境保护角度讲，本工程可行。

因此，在积极落实本报告表提出的防治措施和溢油应急计划的情况下，本工程可行。

## 附录 环境风险专项评价

### 1.评价依据

参照《建设项目环境风险评价技术导则》（HJ 169-2018）的要求，并按《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ42361-2025）的要求进行本工程环境风险分析与评价。

#### 1.1 风险调查

根据《建设项目环境风险评价技术导则》，风险源调查主要包括调查建设项目危险物质数量和分布情况、生产工艺特点，收集危险物质安全技术说明书等基础资料。本工程为海洋油气开发，对海洋环境产生影响的危险物质主要为油类，理化性质及危险特性如下。

表 1.1-1 原油理化及危险性质

序号	名称	CAS号	分子量	沸点	凝固点	闪点	燃点	爆炸极限	危险特性
1	原油								
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
31									
32									
33									
34									
35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52									
53									
54									
55									
56									
57									
58									
59									
60									
61									
62									
63									
64									
65									
66									
67									
68									
69									
70									
71									
72									
73									
74									
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									
98									
99									
100									

表 1.1-2 柴油理化及危险性质

■	■	■
■	■	■
	■	■
	■	■
■	■	■
	■	■
	■	■
■	■	
	■	
	■	
	■	
■	■	
	■	
■	■	

### 1.2 风险潜势初判

根据《环境影响评价技术导则海洋生态环境》（HJ1409-2025），本工程涉及的主要危险物质为油类物质（矿物油类，如石油、汽油、柴油等；生物柴油等），其临界量：100t。

本工程评价内容主要包括 LH4-1SPS 和 LH21-2SPS 共计 2 个水下生产系统实施 14 口调整井（12 口侧钻井，2 口为新增井槽）。施工期新增船舶的最大船舶油类在线量为 ■，施工期油类最大在线量为 ■。

本工程运营期无新增船舶，新增井槽涉及 2 条约 40m 跨接管汇，最大油类在线量约为 ■，约为 ■。

根据《建设项目环境风险评价技术导则》，本工程施工期危险物质与其临界量的比值 ■。

### 1.3 风险评价等级

本工程施工阶段危险物质数量与临界量的比值 ■，根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.1，项目行业及生产工艺 M 为“石油天然气”，分值为 10；根

据《建设项目环境风险评价技术导则》表 C.2，判定危险物质及工艺系统危险性 P 分级为 P4。根据《环境影响评价技术导则 海洋生态环境》（HJ1409-2025）表 G2，本工程不处于敏感区内，环境敏感程度判定为 E3，结合危险物质及工艺系统危险性 P 为 P4，根据《建设项目环境风险评价技术导则》表 2，最终判定环境风险潜势为 I，根据表 1.3-1，评价工作等级为简单分析。

**表 1.3-1 环境风险评价工作等级划分**

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

<sup>a</sup>是相对于详细评价工作内容而言，在描述危险物质、环境影响途径、环境危害后果、风险防范措施等方面给出定性的说明。

## 2 环境敏感目标概况

本工程附近海域环境风险敏感目标及与本工程的相对位置详见表 3-7。本项目 5km 内没有敏感目标，距离最近敏感目标为深水金线鱼产卵场，距离为 [REDACTED]

## 3 环境风险识别

### 3.1 风险事故概率分析

#### (1) 井喷/井涌

在钻井和修井期间，由于地层压力过高、钻井液比重失调以及防井喷措施不当等原因可能导致发生井喷/井涌。一旦发生井喷，将会有大量原油和天然气物质喷出，当烃类物质聚集到爆炸浓度后，遇到诸如静电火花、机械撞击火花或吸烟等点火源，便会酿成火灾和爆炸。由于钻台和泥浆池区为敞开区，自然通风良好，烃类不容易积聚；而且作业区禁止明火和吸烟，因此，由烃类积聚引起火灾或爆炸的可能性极小。

根据《风险评估数据指南》常规油井井涌和井喷的统计概率，本工程共实施 14 口调整井，均为生产井，发生井涌的概率低于  $4.06 \times 10^{-5}$  次/a，发生井喷的概率低于  $3.64 \times 10^{-5}$  次/a。

**表 3.1-1 常规油井井涌和井喷事故概率**

井别	事故频率		单位
	井涌	井喷	
生产井	$2.9 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-6}$	次/（井·a）

#### (2) 钻井期起火爆炸

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

- 井口区，约为  $1.0 \times 10^{-3}$  次/年

- 油气处理区，约为  $4.0 \times 10^{-3}$  次/年
- 储油区，约为  $2.0 \times 10^{-3}$  次/年
- 油气输送区，约为  $3.0 \times 10^{-4}$  次/年
- 分离器区，约为  $4.0 \times 10^{-4}$  次/年

本工程钻井期钻台和泥浆池区为敞开区，自然通风不易形成烃类物质积聚；而且这些地方又绝对禁止明火作业和吸烟。加之钻井期较短，钻井结束后此风险即消失。因此，由于烃类物质的释放和聚集引起火灾和爆炸的可能性应远低于井口区火灾事故发生频率（ $1.0 \times 10^{-3}$  次/年）。本工程采用水下生产系统，运营期火灾爆炸的风险极小。

### （3）设施管线或储罐泄漏

本工程新增井槽涉及 2 条约 40m 跨接管汇，涉及油类在线量极低，风险较小。

### （4）海底管道和立管油气泄漏

海底管道在生产运营期间，因长期受海流冲刷、海水腐蚀、过往船只误锚、拖锚及地震等环境因素的影响，存在着潜在的被损坏的风险。

本工程在现有水下生产系统实施调整井，新增井槽涉及海底跨接管汇长度较短，约 40 米，油类在线量较小，出现泄漏风险的影响极低；

本工程投产后管线的实际最大输送压力和最大输送温度未超过依托管线的最大允许操作压力和最大允许操作温度，没有增加所依托管线溢油的风险，因此海底管道破裂/断裂引起的溢油事故不属于本工程新增的环境风险。

### （5）地质性溢油风险事故

对于断裂系统复杂的油气田，由于自然深埋等影响，局部储层可能存在异常高压，若与连通海床的自然地质断层相沟通，储层流体可能沿断层运移至海床而造成油气泄漏事故。此外，如油气田表层套管下深不足或固井质量差，在钻遇异常高压油气层时也可能产生地质性油气泄漏事故。

### （7）船舶碰撞泄漏事故

施工期间附近主要有移动式钻井平台和拖轮等；运营期不新增值班船，运营期不新增船舶碰撞风险。此外，在该海域航行的外来航船也有可能与油田设施发生碰撞。根据《风险评估数据指南》（2010），船舶与油田设施发生碰撞的概率见下表。

表 3.1-2 船舶碰撞概率

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

本工程所在海域不位于主要航道内，施工期会划定安全施工区，禁止外来航船驶入。各船只均在遵守安全作业的前提下在相对固定位置工作，加之调整井作业时间相对较短，作业结束后发生船舶溢油的风险便随即消失。因此发生船舶碰撞进而引发溢油事故的概率极小，我国海上实施调整井作业起至今 30 余年未发生过施工船舶碰撞导致的溢油事故。综上分析可以认为本工程发生拖轮与移动式钻井平台碰撞并造成产生重大损伤的概率为  $3.9 \times 10^{-6}$  次/a，加之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低一个数量级（ $3.9 \times 10^{-7}$  次/a）。

### 3.2 风险事故源项分析

#### 3.2.1 井喷/井涌

本工程在正常生产作业过程中发生井涌或井喷的概率较小。修井作业中，由于修井液比重失调、防喷措施不当及其他误操作等，可能引发井喷事故。井喷事故溢油量一般难以估计。

#### 3.2.2 船舶碰撞

船舶碰撞主要分析施工期船舶，本工程取拖轮单舱最大舱容作为施工船舶碰撞漏油量，最大可能溢油量为 [REDACTED]。

### 3.3 地质性溢油风险分析

本节内容引自《流花 4-1 油田调整井地质性溢油风险和浅层气分析报告》（中海石油（中国）有限公司深圳分公司，2025 年 11 月）和《流花 21-2 油田调整井地质性溢油风险分析报告》（中海石油（中国）有限公司深圳分公司，2025 年 11 月）。

#### 3.3.1 流花油田构造及断层分析

[REDACTED]

[REDACTED]

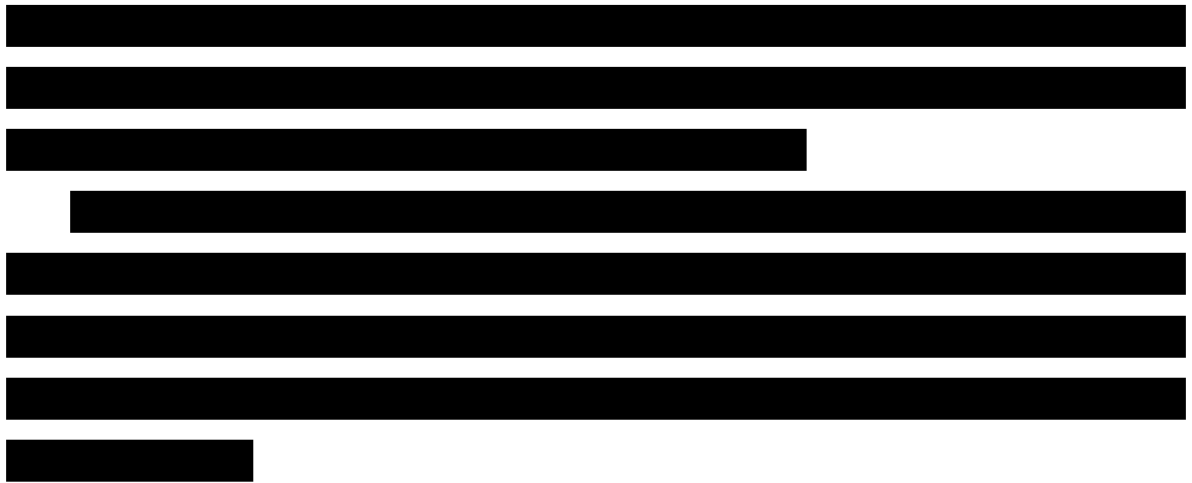


图 3.3-1 流花 4-1 油田 A2 层深度构造图 (单位:m)



表 3.3-1 流花 4-1 油田断裂要素表

[Redacted]							
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

图 3.3-2 流花 4-1 油田断裂平面图



图 3.3-3 流花 4-1 油田主干断裂解释剖面

图 3.3-4 流花 4-1 油田方差体等时地层切片

图 3.3-5 LH4-1-1 井钻遇断裂平面图

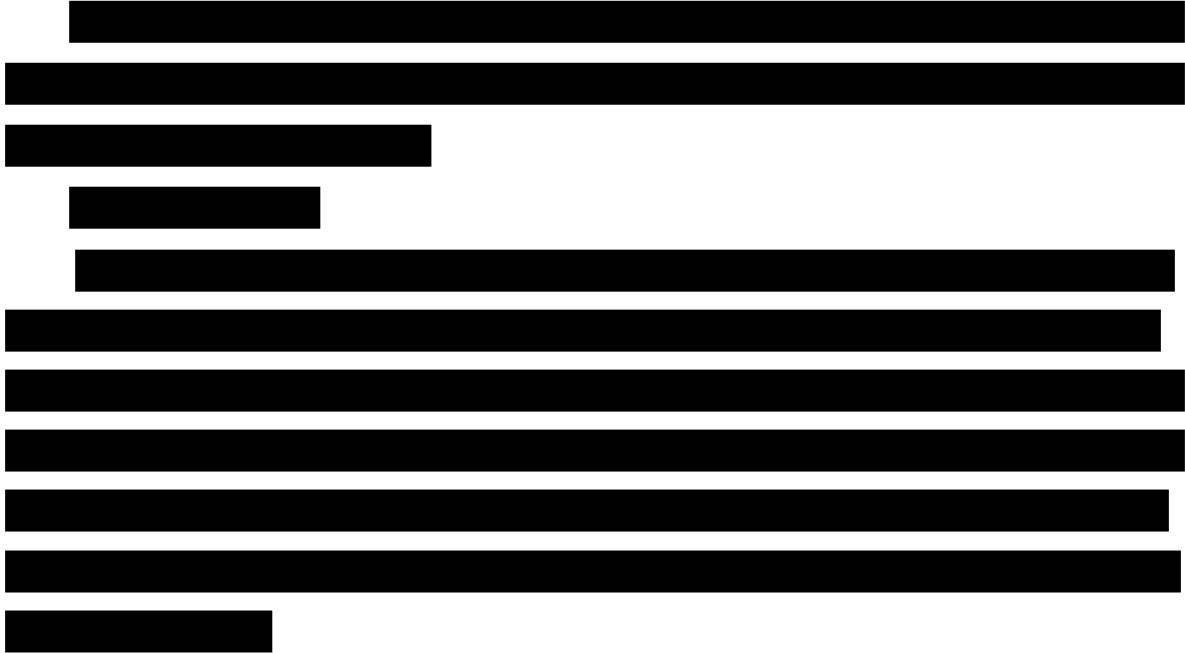


图 3.3-6 流花 21-2 油田深度构造图

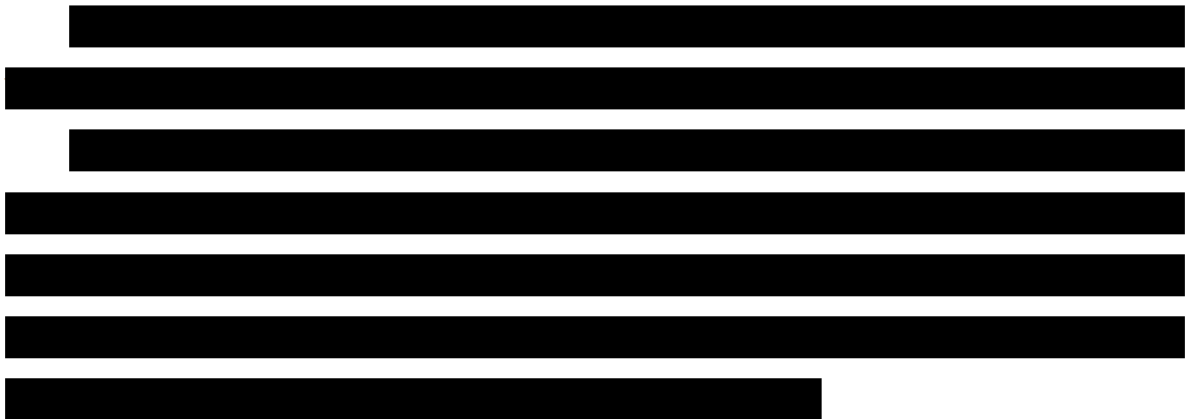
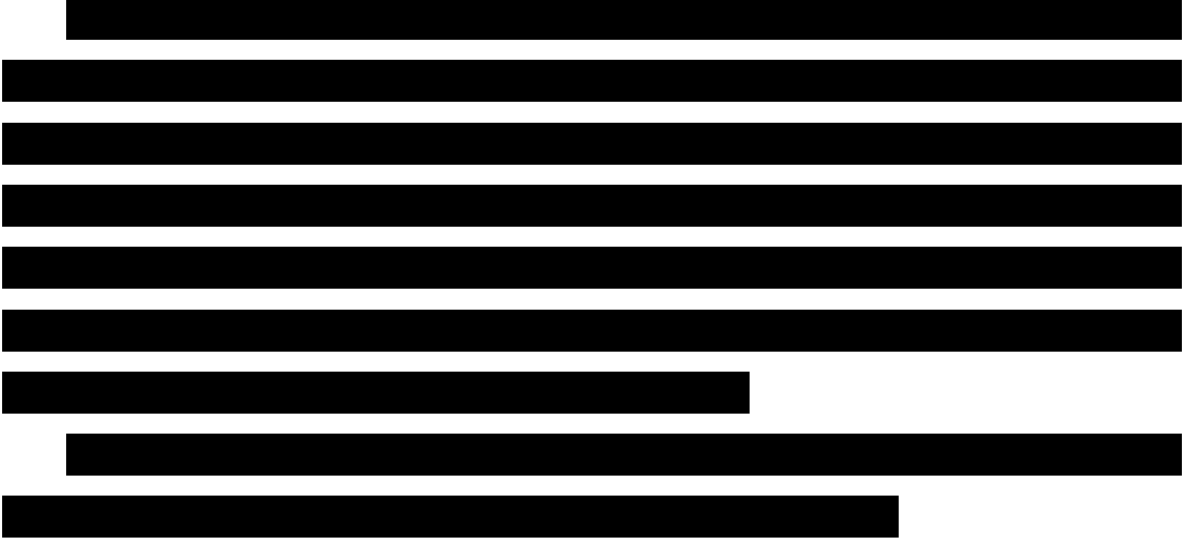


图 3.3-7 过 LH21-2-1 井地震剖面



[Redacted]

图 3.3-8 流花 21-2 油田 T50 断裂平面分布图



### 3.3.2 开发方式及地层压力分析

[Redacted]

### 3.3.3 地质性溢油风险防范措施

#### (1) 钻井设计溢油风险防范措施

流花油田均严格按照《海洋钻井手册》、《井身结构设计方法》(SY/T 5431-2017)等相关规定对井身进行设计,配备了相应的防喷设施。

目前海上使用 5000psi 压力等级采油树,材质均为 BB-CC 级,温度等级: U 级。

- 1) 井口及采油树工作压力等级为 5000psi;
- 2) 材质: BB 级;
- 3) 温度等级: U 级 (-18°C~121°C);
- 4) 采油树的主通径为 3-1/8", 设置地面气动启动安全阀、可调油嘴;
- 5) 法兰尺寸: 油管四通下法兰公称尺寸为 13-5/8", 上法兰公称尺寸为 11"。

#### (2) 地质性溢油风险防范措施

- 1) 压力系统监控完善, 合理使用钻井液密度, 钻井作业期间做好一级井控工作;
- 2) 井口井控装置满足设计标准要求, 井口材质满足防腐要求, 井身结构设计合理, 满足钻井作业和后期生产要求;
- 3) 在钻完井作业过程中, 应按《钻完井作业 HSE 工作流程图》的要求开展工作;
- 4) 钻完井液和钻屑的排放执行《深圳分公司健康安全环保体系-钻完井分册》中“钻完井液和岩屑管理”的规定;
- 5) 设备必须保持良好的工作状态, 无跑、冒、滴、漏现象;
- 6) 无论是设备漏油还是井口带出的油, 必须用吸油材料擦掉后回收处理, 禁止使用溢油分散剂处理后用水冲入海中;
- 7) 含油污水未经处理不得直接排海, 排放应符合《海洋石油勘探开发污染物排放浓度限值》的要求;
- 8) 发生溢油事故后执行分公司《应急预案》中溢油应急程序;
- 9) 定期组织溢油演习;
- 10) 按要求填写海上油田防污染报表。

#### 3.3.4 地质性溢油风险结论

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[Redacted text block]

### 3.4 浅层气分析及风险防范措施

#### 3.4.1 浅层气风险排查

##### 1) 流花 4-1 油田

[Redacted text block]

图 3.4-1 连井地震剖面及相干剖面

图 3.4-2 流花 4-1 油田振幅相干切片

##### 2) 流花 21-2 油田

[Redacted text block]

图 3.4-3 过井地震剖面及方差体剖面

图 3.4-4 流花 21-2 油田振幅及方差体切片

##### 13) 小结

[Redacted text block]

### 3.4.2 浅层气风险防范措施

根据流花油田现有掌握的资料，本次调整井工程涉及各油田整体未见明显浅层气特征。针对可能发生的浅层气事故，流花油田制定了如下风险防范措施。

本次调整井均不钻遇浅层气。

对于浅层气防护，建设单位将严格按照技术规范及规程操作。优化侧钻井槽，在侧钻后开始钻进裸眼时，井口已经安装防喷器，可以实现防喷+关井功能，满足浅层气井控所需，将浅层气风险降至最低。

针对上述风险分析，在钻完井、生产管理等相关部门严格执行相关管理规定和制定的防范措施情况下，浅层气风险是可控的。

## 4 环境风险影响分析

本节重点分析发生溢油事故后对海域要素的影响。

### 4.1 对海域环境的影响分析

海上溢油一般以溶解状态、乳化状态、吸附和沉降状态等为主，其中以溶解状态毒害最大。溢油对海洋生物的影响包括物理作用和化学毒害两个方面。物理作用包括油品黏附覆盖于生物体表，导致生物丧失或减弱活动能力，堵塞生物的呼吸和进水系统，吸附悬浮物沉降而导致生物幼体失去合适的附着基质等。油类对海洋生物的化学毒害分为两类：一类是大量的油类造成的急性中毒；另一类是长期的低浓度油类的毒性效应（于桂峰，2007）。

#### 4.1.1 溢油事故对海洋生态环境的影响

根据 3.1 小节风险识别可知，本工程的环境风险类型主要包括井喷/井涌、船舶碰撞、地质性溢油风险事故等（详见表 4.1-1）。

根据 1.3 小节风险评价等级判定可知本工程环境风险评价等级为简单分析，拟通过类比分析的方式分析本工程可能发生的溢油环境风险影响内容。类比对象选取为《流花 11-1 油田/流花 4-1 油田联合开发调整项目环境影响报告书》（2021，中海油研究总院有限责任公司，环审〔2021〕29 号）。

综合考虑井喷/井涌、平台及FPSO火灾/爆炸、新建FPSO与穿梭油轮碰撞溢油事故、FPSO与穿梭油轮外输软管溢油事故、化学药剂泄漏入海事故、直升机坠落、输油软管破裂、海底管道与立管泄漏、船舶碰撞、地质性油气泄漏等多项风险，选择最大可信

事故为可能发生的海管/立管泄漏事故进行预测，预测溢油量为██████，溢油点为LH11-1DPP至HYSY122FPSO的海底混输管道。

**表 4.1-1 本工程工程环境风险识别汇总表**

事故类型	泄漏物质	溢油规模	事故概率（次/年）
井喷	井流	难以估算	$1.95 \times 10^{-4}$
井涌	原油	难以估算	$2.18 \times 10^{-4}$
地质性溢油	原油	难以估算	-
船舶碰撞	柴油	██████	$3.9 \times 10^{-7}$

**本工程识别出的环境风险类型未超出类比环评识别的风险类型。**

综合考虑本次调整工程特点及溢油规模，溢油源项可量化、环境风险影响等多项因素，选择船舶碰撞作为本工程代表性事故类型，根据分析本工程船舶碰撞溢油源项为██████。

本工程选取本次调整井施工位置LH4-1SPS附近，本工程设定的溢油位置与类比环评选取溢油点LH11-1DPP至HYSY122FPSO的海底混输管道相对距离14.6km左右，一旦发生溢油事故对于海洋生态环境及周边目标影响基本可以代表本工程一旦发生溢油产生的影响范围和程度。

类比环评环境风险事故影响范围、程度及评价结论如下：

FPSO附近管道发生溢油事故时，在SE风向极值风速条件下最短9.3h可到达深水金线鱼产卵场。

本工程船舶碰撞溢油量为██████████，因此本工程环境风险事故影响范围和程度不会超过《流花11-1油田/流花4-1油田联合开发调整项目环境影响报告书》（2021，中海油研究总院有限责任公司，环审〔2021〕29号）中设定情景下的风险事故影响预测范围和程度。

**表 4.1-2 类比工程极值风速条件下溢油抵达各环境敏感目标的时间**

██████	██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████	██████
██████	██████	██████	██████	██████

本工程溢油事故对周边敏感目标的影响不会超过类比环评《流花11-1油田/流花

4-1 油田联合开发调整项目环境影响报告书》（2021，中海油研究总院有限责任公司，环审（2021）29号），本报告针对可能发生的风险事故制定了有针对性的风险防范措施，并针对可能发生溢油事故开展了溢油应急可行性分析。

#### 4.1.2 对浮游生物的影响

##### （1）浮游植物

海面溢油直接粘附于浮游植物细胞上，导致浮游植物在强光等不利因素的作用下很快死亡。在溢油海域中，大量溢油漂浮在水面使表层水体产生一层油膜，从而阻断了水体与大气的交换，白天浮游植物进行光合作用所需二氧化碳得不到满足，夜晚浮游植物生理代谢所需氧气也难从大气中获取，因而浮游植物的正常生理活动会受到不利影响。溢油吸附悬浮物，并沉降于潮间带或浅水海底，致使一些海藻的孢子失去了合适的附着基质，浮游植物的繁殖会受到不利影响。溢油对某些浮游植物种类有加速繁殖的作用，该类浮游植物可利用溢油中的碳、氢等元素，从而加速了细胞的分裂速度，使溢油海域浮游植物群落的多样性指数降低，优势度增高，为赤潮的形成埋下隐患。溢油的处理过程中，经常使用到的溢油分散剂在沉降过程中可能对浮游植物造成影响，造成浮游植物沉降。多环芳香烃碳氢化合物是最常见的溢油团块的基本成分之一，其分子量很大，是溢油成分中对海洋生态系统破坏性最大的化合物之一，多环芳香烃碳氢化合物能够在浮游植物的组织和器官中聚集起来，缓慢而长期地实施其毒性。由此导致，溢油发生的海域浮游植物的种类数量和细胞数量将大幅度降低。

##### （2）浮游动物

当溢油浓度较高时，其急性毒性影响可导致浮游动物在短期内死亡。当溢油浓度较低时，溢油可降低浮游动物的运动能力和摄食率，抑制浮游动物的趋化性，降低或抑制其生殖行为，影响其正常生理功能，降低生长率。浮游动物在海洋中处于被动的游动状态，会被漂浮于海面的粘稠的溢油紧紧粘住，从而失去自由活动能力，最后随油物质一起沉入海底或冲上海滩。溢油附着于浮游动物体表，还可能堵塞浮游动物的呼吸和进水系统，致使生物窒息死亡。被溢油薄膜大面积覆盖着的海域，许多浮游动物，如小虾，会错把白天视为夜幕降临，本能的从水深处游向表层，导致浮游小虾会不分昼夜的滞留于海水表层。溢油薄膜起到了类似日全蚀的作用，从而改变了浮游动物的正常活动习惯。以浮游植物为饵料的浮游动物，会由于浮游植物数量的减少而减少。浮游动物被许多经济性生物所食，浮游动物的群落结构、数量特征的变动，不仅

直接影响着海洋渔业资源，而且溢油的有毒成分可以通过生物富集和食物链传递，最终危害人类健康。浮游生物的生产力约占海洋生态系统总生产力的 95%，浮游生物受到损害，就从根本上动摇了海洋生物“大厦”的基础（张计涛，2007）。

#### 4.1.3 对游泳生物的影响

溢油黏附于海洋鱼类、甲壳类、头足类和爬行类游泳动物体表后，可能堵塞游泳动物的呼吸系统，导致游泳动物窒息而亡。大型哺乳动物体表黏上溢油后，虽然经过一段时间自己可以清除掉，但是如果摄入体内，会损害其内脏功能。因溢油污染使水域中大量的饵料生物浮游动、植物等数量减少，由此破坏了游泳生物的幼体及部分成体赖以生存的饵料基础，食物链网传递能量脱节，致使高营养级生物量下降，造成区域生态失衡。油污干扰了游泳生物正常的生理、生化机能，从而会引起病变。近些年，鱼虾贝类病害时有发生，造成了很大经济损失，水质恶化是造成病害的重要原因之一，而石油污染又是造成水质恶化的重要原因之一。油类污染物在相当长的一段时间持续影响水域生态环境，使游泳生物产生回避反应，继而使一些种类被迫改变生活习性，影响种群正常洄游、繁殖、索饵、分布，从而导致事故海域在一段时间内渔业功能衰退。一般来说，如果溢油事故发生在开阔水域，鱼类受伤害程度轻，若发生在半封闭或水体交换不良的水域，鱼类受损害程度重。

#### 4.1.4 对底栖生物的影响

发生溢油后，相当一部分油类污染衍生物甚至油类颗粒会渐渐的沉入海底，底栖生物上常附着厚厚的一层油类污染物，而底栖生物基本上不做远距离迁移，所以一旦受到溢油污染，它们便难以生存。溢油中的多环芳烃（例如 PAC 和 PCB）将会影响贝类体内脂肪的代谢平衡，从而加速贝类死亡（Smolders R, 2004）。此外，溢油区域的贝类会受到氧化胁迫，从而导致贝类酶的活性受抑制，发生突变、活动减弱，繁殖力下降，加速衰老（Thomas RE, 2007）。因而溢油污染对底栖生物的累积效应是更主要的。棘皮动物对海水中的任何物质都有敏感性，对石油污染更是如此。大量观测结果表明溢油污染对海星和海胆等棘皮动物的潜在威胁很大。

#### 4.2 对大气环境的影响分析

溢油事故发生时，其中的轻烃组分逐渐挥发进入大气，会对事故现场空气环境产生影响，因为项目位于海上，常年风速较大，气体较易得到扩散。因此，溢油事故对空气环境影响较小。泄漏的油类一旦着火，会对周围产生热辐射危害；也可能在扩散

过程中着火或爆炸，对周围造成冲击波危害；同时因燃烧产生的 SO<sub>2</sub>、烟尘、CO 会造成周围大气环境污染。

发生井喷后，若不能及时采取措施制止，即发生井喷失控，致使大量油气从井口敞喷进入环境当中，在喷射过程中若遇明火则会引发火灾和爆炸等危害极大的事故。气体喷射最大的可能是形成垂直喷射，初始喷射由于井筒内有压井液柱，因此喷出的气中携带大量的压井液，将危害周围的大气环境。事故性释放的伴生气可能立即着火，形成喷射燃烧，对周围产生热辐射危害；也可能在扩散过程中着火或爆炸，产生的次生污染物污染环境；或者经扩散稀释低于爆炸极限下限，未着火，仅污染周围环境空气。

## **5 环境风险防范措施及应急要求**

### **5.1 风险防范措施**

#### **5.1.1 井喷和火灾爆炸防范措施**

为防止钻井阶段火灾和井喷事故的发生，作业者拟采取如下措施降低相应风险：

(1) 严格实施钻井作业规程；开钻之前制定周密的钻井计划；加强钻时观测，及时发现先兆，按正确关井程序实行有效控制，及时组织压井作业；

(2) 井口控制安全屏蔽由机械或液压控制的监测装置组成，用来控制井喷；选择优质封隔器并及时更换损坏元件；配备安全有效的防喷设备和良好的压井材料及井控设备；

(3) 在钻台、泥浆池和泥浆工艺室等场所设置通风系统和烃类气体探测器，自动探测可能聚集的烃类气体；

(4) 对关键岗位的操作人员进行专业技术培训，坚持持证上岗，建立健全井控管理体系；

(5) 制定严密的溢油应急计划，一旦发生井喷便采取相应的应急措施。

#### **5.1.2 实施调整井的防碰风险措施**

(1) 钻具组合使用牙轮钻头+马达组合，确保精准绕障及降低与邻井产生碰撞险情时对邻井套管的攻击性；

(2) 定向井工程师负责整个防碰作业的轨迹控制、监控和汇报，录井负责防碰段的捞砂和岩屑鉴定，泥浆工程师保障连续稠浆上水，队长和司钻防碰期间要求同时

在钻台，并安排专人对有防碰风险的井听套管，禁止自动送钻，确保钻台通讯畅通。回流槽安装磁铁干扰器，不间断观察有无铁屑；

(3) 防碰段定向井工程师钻台值班，监测记录好各项钻进参数，增加异常情况出现时的应急反应能力，一旦出现钻具蹩跳及其他相碰征兆，立即将钻头提离井底 5m 以上范围内活动，循环观察，降低转速，禁止在井底静止大排量循环，分析汇报后决定下一步作业方案；

(4) 随钻测量工程师监测测斜数据磁干扰情况并做好记录，如有异常（Btotal 值和 Dip 值异常，超出该地区正常值的 $\pm 2\%$ ）及时汇报，必要时中途测斜（陀螺或 MWD），准确把握马达的造斜能力及轨迹走向，一旦造斜率与设计有偏差时，必须重新进行轨迹预测和防碰扫描，以制定下一步的作业措施；

(5) 与本井防碰严重的邻井，提前落实好邻井井身结构，套压，水泥返高，安全阀位置等数据，建议防碰段钻进时临时关邻井，安排专人在井口聆听套管。

### 5.1.3 地质性溢油风险防范措施

(1) 油田群内断层较为复杂，定向井设计时已充分考虑与周边断层的关系，尽量避免穿越断层。根据地质研究结果优化钻井轨迹设计，事先识别并避开延伸到海底或接近海底的地质断层。在钻穿越这些断层的开发井时，考虑采用随钻堵漏技术，在固井时封固断层，或者在钻遇漏失量较大的断层时，考虑在钻井实施中在钻遇断层前下一层套管，从而保证钻井作业安全。

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

### 5.1.4 船舶碰撞风险防范措施

为有效减少船舶碰撞事故发生，对船舶碰撞事故进行预防和综合控制，对安全航行进行计划、组织、指挥、协调和控制等活动，以达到保护人员安全和防止溢油事件发生的目的。

1) 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）。

2) 施工作业船舶在施工期间加强值班瞭望，充分利用听觉、雷达以及适合当时

环境和情况下的一切有效手段，保持不间断瞭望。

3) 协助相关部门作好进作业船舶的调度工作，严格执行操作规程，避免船舶碰撞。制定严格的船舶施工作业制度和操作规程，尽量杜绝事故的发生。

4) 合理安排施工作业面，在有船舶通过时，提前采取避让的措施。施工单位根据作业需要，须划定与施工作业相关的安全作业区时，应报经海事机构核准、公告；设置有关标志，严禁施工作业单位擅自扩大施工作业安全区，严禁无关船只进入施工作业海域，并提前、定时发布航行公告。

5) 施工作业船舶在发生紧急事件时，应立即采取必要措施，同时向上级及主管部门报告。

6) 发生船舶交通事故时，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。

在施工期间，建立溢油应急制度，一旦突发事故造成溢油事故，应迅速做出反应，一方面尽快向部门监督和环保部门汇报，并组织事故现场监测和调查，另一方面应同时尽快实施污油回收、消除等有效措施，以减少污染损害。

## **5.2 溢油事故应急处理措施**

### **5.2.1 溢油应急预案**

中海石油（中国）有限公司深圳分公司制定了《流花油田作业公司溢油应急计划》（2024年5月版）并于2024年5月29日在生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局完成备案。计划适用于流花作业公司所属的海上设施和海底管道发生的溢油事故，计划包括了环境风险事件分类与分组、组织机构与职责、监控和预警、应急响应、事故处理、应急保障、善后处置、预案管理与演练等内容。应急计划体现了分级响应、区域联动的原则，与国家及地区各级环境风险应急预案相衔接。本工程受该计划管理，无须修订。

所有参加油田开发作业的施工船舶（供应船、守护船或工程船舶等）均需参照《防治船舶污染海洋环境管理条例》和健康安全环保管理体系的相关要求向深圳分公司提供其安全应急计划和溢油应急预案。船舶发生污染事故其应急预案应符合《防治船舶污染海洋环境管理条例》规定的相关要求。

### **5.2.2 应急组织机构及职责**

中海石油（中国）有限公司实行三级应急管理架构，深圳分公司溢油应急事故管

理团队组织架构图见图 5.2-1，流花油田溢油应急组织架构图见图 5.2-2，流花油田海上设施应急组织机构见图 5.2-3 到 5.2-5。

**图 5.2-1 深圳分公司溢油应急事故管理团队组织架构图**

**图 5.2-2 流花作业公司溢油应急组织架构图**

**图 5.2-3 流花作业公司 LH11-1DPP 应急组织机构**

**图 5.2-4 流花作业公司海洋石油 122FPSO 应急组织机构**

**图 5.2-5 流花作业公司海洋石油 119FPSO 应急组织机构**

### **5.2.3 溢油事故响应策略**

#### **(1) 溢油事故报告程序**

口头报告：

一旦发生溢油，设施负责人必须立即报告流花作业公司，作业公司接报后须立即报告至分公司应急值班室、分公司 QHSE 部及分公司主管安全生产副总经理，并由分公司 QHSE 部立即电话上报集团公司 QHSE 部及生态环境部珠江南海局、广东省海上搜救中心、广东省农业农村厅-渔业资源保护处、广东海事局等相关政府部门详见下图。

书面报告：

(1)发生溢油事件，作业公司应立即向分公司 QHSE 部书面上报，QHSE 部向集团公司上报。

(2)作业公司应在溢油事故发生 30 分钟内书面报告分公司 QHSE 部，QHSE 部在审核后 1 小时内上报生态环部珠江南海局。

**图 5.2-6 溢油事故报告流程图**

#### **(2) 溢油事故相应级别划分**

依据表 5.2-1《溢油应急响应级别划分》确定应急响应级别，如果现场溢油小于 1 吨，流花作业公司将启动现场级溢油应急响应；对于 1~100 吨的溢油，深圳分公司启动分公司级溢油应急响应；100 吨及以上的溢油，启动有限公司总部级溢油应急响应。

























[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
		[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]

### 5.3.4 溢油应急设施能力估算

本工程按照自身情况配置了部分溢油应急资源及设备，在发生溢油事件的第一时间即可展开现场海上溢油的围控和回收作业。随着溢油事态发展需要时，及时向应急协调办公室报告，由应急协调办公室组织、协调周边油气田及陆地的溢油应急资源设备及环保人员进行下一步的海上溢油清理作业。



式中：L——围控溢油所需围油栏长度，m；m——泄漏油品质量，t；t——溢油发生之后的时间，h； $\pi$ ——圆周率，无量纲；d——油膜厚度，m，本次报告取0.01m； $\phi$ ——围油栏利用系数，取0.9； $\rho$ ——泄漏油品密度，取0.9g/cm<sup>3</sup>。

经计算，本项目溢油量取 [REDACTED]，本项目内部响应动员时间需1.2h，围油栏长度为115.97m。

### (2) 机械回收能力

机械回收能力按下式进行：

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

式中：E——收油机回收速率，m<sup>3</sup>/h；V——总溢油量，m<sup>3</sup>；b——机械回收量占总溢油量的比例，40%~60%； $\alpha$ ——收油机回收效率（回收液体中石油类的比率），50%~80%；h——回收工作时间（h），取12h；根据计算本工程所需收油机回收速率为20.83m<sup>3</sup>/h。

溢油总量按 [REDACTED] 计算，取b为50%， $\alpha$ 为70%，则本项目代表性事故所需的机械回收能力为2.97m<sup>3</sup>/h。

### (3) 临时储存能力

临时储存装置的储存能力应该满足合理储存并及时转运回收的溢油的需要。根据机械回收能力、储存容积、转运能力等因素计算临时储存能力，一般情况下，临时储存能力应满足收油机工作12h回收的油水混合物储存需求，可根据转运能力进行响应的调整。转运能力指通过过驳、运输、卸载等方式及时将回收的油水混合物转移处理，保障回收作业连续进行的能力。

$$C = E \times t$$

式中：E——收油机回收速率，m<sup>3</sup>/h；t——临时储存回收时间，h，一般取12h；根据前述计算的机械回收能力，本项目需要的临时储存能力为35.64m<sup>3</sup>。

表 5.3-13 本工程应急能力符合性分析

[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]
[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]


注：1、溢油应急能力根据围油栏、机械回收能力和临时储存能力三者保守取较小值。  
2、本次调整井开工前，围油栏、收油机、储油囊等相关物资已配置齐全。  
3、2023 年联合调整项目投产之后，流花 11-1FPSO 配备围油栏为 400m。

## 6 结论

本次评价识别环境风险类型主要包括井喷/井涌、船舶碰撞和地质性溢油风险事故等。

本工程可能发生的事故为船舶碰撞事故，最大可能溢油量约为 [REDACTED]，本项目溢油影响类比本油田近期环评《流花 11-1 油田/流花 4-1 油田联合开发调整项目环境影响报告书》（2021，中海油研究总院有限责任公司，环审〔2021〕29 号）中海管/立管泄漏事故（[REDACTED]）进行预测。根据溢油预测结果，一旦发生溢油，在 SE 风向极值风速条件下最短 9.3h 可到达深水金线鱼产卵场。本项目施工期一旦发生溢油风险事故，对周边敏感目标的影响不会超过《流花 11-1 油田/流花 4-1 油田联合开发调整项目环境影响报告书》中的影响范围和程度，由于项目附近分布有多个产卵场，建设单位应引起足够的重视，做好应防范和应急响应的准备。

根据应急响应时间分析，在设定情景没有溢油回收限制条件的情况下，本油田内部溢油应急力量最快可在 2h 内开展溢油应急工作。若发生更大溢油事故超出油田自身已有应急能力，可借助周边油田及其他应急力量，周边力量最快可在 2~10h 内抵达现场。因此溢油抵达敏感区之前可及时开展溢油应急工作，有效回收污油，避免对周边敏感目标产生影响。

建设单位已编写《流花油田作业公司溢油应急计划》（2024 年 5 月版）并于 2024 年 5 月 29 日在生态环境部珠江流域南海海域生态环境监督管理局完成备案。本工程主要在现有流花 4-1，流花 21-2 共计 2 个水下生产系统实施调整井，受该计划管理，不需要修订计划。项目在落实各项风险防范措施、应急措施和应急预案的前提下，环境风险是可防控的。