

陆丰 22—1 油田开发工程

环境影响报告书

陆丰 22—1 油田开发工程

环境影响报告书

中海石油工程设计公司

天津·塘沽

一九九五年八月

环境影响评价证书

单位名称：中国海洋石油总公司
渤海工程设计公司

证书等级：甲 级

证书编号：国环评证 甲 字第 0112 号

发证单位：



一九九〇年九月十五日



国家环境保护局印制

CERTIFICATE OF EIA (CLASS A)

Issued by NEPA of China

陆丰 22—1 油田开发工程

环境影响报告书

主编：任叙合 高级工程师

编写：李 淳 工 程 师

刘万山 工 程 师

曹 静 工 程 师

校对：刘万山 工程师

审核：刘书改 项目经理

审定：耿福东 副总工程师

批准：麦宁 副总经理

前 言

陆丰 22—1 油田位于中国广东省深圳市东南约 250 km 的南海海域。该油田最早是中国海洋石油总公司(CNOOC)与美国西方石油远东公司(OXY)及澳大利亚安波利克斯(东方)有限公司(Ampl)合作在南海珠江口盆地 17/22 合同区块内发现的海上油田。西方石油远东公司曾于 1990 年 8 月委托中国海洋石油开发工程设计公司(COODEC),即前渤海工程设计公司(BEDC)承担该区块多井生产试验系统环境影响评价项目(合同号:LF-17/90/EIR)。COODEC 于 1990 年 8 月编写了《陆丰 22—1 油田多井生产试验系统环境影响评价大纲》(以下简称“大纲”)。中华人民共和国国家环境保护局于 1990 年 8 月 30 日在北京召开了“大纲”评审会,并于 1990 年 9 月 17 日以(90)环监字第 067 号文对“大纲”评审意见作了批复。COODEC 于 1990 年 10 月完成了《陆丰 22—1 油田多井生产试验系统环境影响报告书》初稿,并提交给西方石油远东公司。这时,由于西方石油远东公司放弃了陆丰 22—1 油田,并终止了环境影响评价合同,致使 COODEC 未能完成最终的《陆丰 22—1 油田多井生产试验系统环境影响报告书》。

继西方石油远东公司之后,安波利克斯(东方)有限公司成为 17/22 区块的操作者,准备正式开发陆丰 22—1 油田,并于 1993 年 10 月 28 日和 12 月 6 日分别下了订单(SO # 60012)和签订了合同(合同号:S0071),委托 COODEC 编写《陆丰 22—1 油田开发工程环境影响报告书》。

中海石油工程设计公司为陆丰 22—1 油田环境影响评价项目的总承包单位。中国科学院南海海洋研究所、中国水产科学研究院南海水产研究所和国家海洋局第一海洋研究所,分别承担了油田海区环境质量现状调查、渔业资源现状调查和入海污染物影响数值预测。此外,参加本评价项目的协作单位还有广州石油科技发展公司。

17/22 合同区块操作者的变动只带来了生产规模和开发工程方案的某些变化,而油田地理位置未变。因此,1994 年国家环境保护局在《关于陆丰 22—1 油田开发工程环评工作请示的便函》中已经确认 1990 年 9 月批准的“大纲”和已经做过的油田海区环境质量现状调查仍然有效,同时进一步补充了渔业资源和渔业生产方面的资料。考虑到我国近几年建设项目环境影响技术的迅速发展和评价方法的日臻成熟,本着环境影响评价要为

“生产和环境保护管理”服务的原则,本报告书超过了“大纲”规定的内容。

由于油田作业者的变更和开发项目可行性研究工作的延期,其环境影响评价也做了相应的顺延。就陆丰 22—1 项目的环境影响评价工作而言,始于 1990 年 8 月。在这漫长的时间里,油田操作者和分包商们同我们保持了良好的、密切的合作关系,向他们表示衷心的感谢。

编 者

1995.8

目 录

C 陆丰 22—1 油田开发工程环境影响评价结论与建议	1
C.1.1 陆丰 22—1 油田开发工程的主要污染源和污染物	1
C.1.2 陆丰 22—1 油田开发工程的风险排污	1
C.2.1 油田海区环境现状	2
C.2.2 开发工程的环境影响	3
C.2.3 溢油事故的环境风险	5
C.3.1 开发工程与环境保护法规	6
C.3.2 环境/经济损益	6
C.4.1 结论	7
C.4.2 建议	7
1 总则	9
1.1 编写环境影响报告书的目的	9
1.2 编写环境影响报告书的依据	9
1.3 评价采用的标准	10
1.4 污染控制目标与环境保护目标	10
1.4.1 污染控制目标	10
1.4.2 环境保护目标	12
1.5 评价范围和评价重点	13
1.5.1 评价范围	13
1.5.2 评价重点	13
2 油田概况	14
2.1 油田地理位置和自然环境概述	14
2.1.1 油田地理位置	14
2.1.2 油田海区水文气象概述	14
2.1.3 油田海区环境条件	17
2.1.4 油田海区生态环境概况	20
2.1.5 油田海区环境质量概况	21
2.2 油田规模及其基本数据	21

2.3	原油及天然气特性	22
2.4	油田开发方案和工艺流程简述	25
2.4.1	油田开发方案	25
2.4.2	原油生产工艺流程简述	26
3	油田开发工程分析	30
3.1	油田开发工程概述	30
3.2	油田正常作业情况下的污染因素分析	33
3.2.1	钻井阶段的污染因素	33
3.2.2	海上施工/安装阶段的污染因素	34
3.2.3	原油生产阶段的污染因素	37
3.2.4	油田废弃阶段的污染因素	38
3.2.5	环境影响因子的识别与筛选	39
3.3	油田工程风险排污分析	42
3.3.1	钻井阶段的风险排污分析	42
3.3.2	原油生产阶段的风险排污分析	44
3.3.3	风险排污的识别与筛选——环境风险树分析	50
3.4	环境保护措施分析	55
3.4.1	油田正常作业情况下的环境保护措施	55
3.4.2	事故防治措施	62
3.4.3	溢油应急计划编制原则	65
4	油田海区海洋环境现状调查与评价	69
4.1	油田海区水质、底质和海洋生物现状调查与评价	69
4.1.1	调查概况	69
4.1.2	海水质量状况及评价	71
4.1.3	底质状况及评价	77
4.1.4	海洋生物	79
4.2	油田海区渔业资源、渔业生产现状调查与评价	84
4.2.1	调查概述	85
4.2.2	鱼类资源状况	85
4.2.3	头足类资源状况	90
4.2.4	虾类资源状况	92

4.2.5	渔业资源的稳定性分析·····	92
4.2.6	油田周围海区渔业生产概况·····	97
4.2.7	油田周围海区海洋生物体石油类及重金属含量现状·····	99
5	油田开发工程环境影响评价与环境风险预测·····	103
5.1	油田正常作业情况下的环境影响评价·····	103
5.1.1	环境影响预测数学模型·····	103
5.1.2	污染物扩散模拟结果·····	106
5.1.3	正常作业情况下对渔业资源及渔业生产的影响分析·····	112
5.2	溢油事故情况下的环境风险评价·····	121
5.2.1	溢油漂移数值预测·····	121
5.2.2	溢油事故情况下的环境风险预测·····	129
5.3	小结·····	134
5.3.1	正常生产情况下的环境影响·····	134
5.3.2	事故溢油情况下对环境的影响结论·····	136
6	环境管理与监测·····	137
6.1	环境管理计划·····	137
6.1.1	环境管理的任务和内容·····	137
6.1.2	环境管理机构与岗位设置·····	137
6.1.3	环境保护管理制度·····	138
6.1.4	环境保护管理的法律依据·····	139
6.2	环境监测计划·····	139
6.2.1	监测项目与频率·····	139
6.2.2	监测机构与设备·····	140
7	陆丰 22—1 油田开发工程环境经济损益分析·····	141
7.1	环境经济损益指标分析·····	141
7.1.1	费用指标·····	143
7.1.2	环境经济损失指标·····	143
7.1.3	环境经济收益指标·····	144
7.2	环境保护措施的费用比例分析·····	145
7.2.1	环境保护投资与工程总投资的比例·····	145

7.2.2	环境保护投资与环境经济损失的比例	146
7.2.3	环境保护年费用与年销售收入的比例	147
7.2.4	环境保护年费用与效益比	148
7.3	油田工程的环境经济评价.....	148
7.3.1	油田工程的直接经济效益	148
7.3.2	油田工程的环境经济效益	149
参考文献		150

C 陆丰 22—1 油田开发工程环境影响评价结论与建议

C.1.1 陆丰 22—1 油田开发工程的主要污染源和污染物

(1) 钻井阶段的主要污染源及污染物

钻井作业阶段产生的主要污染物为来自岩层的钻屑(约 $1\,300\text{ m}^3$)、泥浆(约 420 m^3)、船舶含油污水(约 273 m^3)、生活污水(约 $1\,147\text{ m}^3$)和垃圾;此外,还有试油作业中的残油和废气以及少量发动机废气。

(2) 施工阶段的主要污染源及污染物

施工阶段的主要排放物/废弃物为船舶含油污水(机舱水、甲板和设备冲洗水等约 277 m^3)、生活污水(约 408 m^3)、食品废弃物(约 20.4 t)及其他船舶垃圾,此外还有少量工程废料和发动机废气。

(3) 原油生产阶段的主要污染源及污染物

生产阶段的主要排放物/废弃物,除了来自穿梭油轮、供应船和 FPSO 的船舶含油污水、生活污水(约 $1.86\times 10^4\text{ m}^3$)和食品废弃物(约 93 t)等船舶垃圾外,更主要的是生产水(约 $2\,310\times 10^4\text{ m}^3$)和伴生气天然气(约 $495\times 10^4\text{ m}^3$)。

(4) 油田废弃阶段的排放物

油田废弃阶段的主要排放物/废弃物有工艺管路清洗水($<15\,100\text{ m}^3/\text{d}$)、船舶含油污水(约 65^3 m^3)、生活污水(约 115 m^3)、食品废弃物(约 5.8 t)等船舶垃圾、工程废料、海底表层沉积物和少量发动机废气。

综上所述,陆丰 22—1 油田工程主要环境影响因子为施工安装阶段的生活污水、钻井阶段的泥浆和钻屑、生产阶段的生产水和油田废弃阶段的生活污水以及清洗水,而产生这些污染物的主要污染源为 FPSO、施工作业船和钻井船。主要污染物排放量详见 3.2 节。

C.1.2 陆丰 22—1 油田开发工程的风险排污

(1) 钻井阶段的风险排污

产生风险排污的主要行为为井喷、火灾和爆炸、燃料油泄漏、直升飞机坠落,其中主要为井喷。根据统计分析,陆丰 22—1 项目钻井阶段可能的风险排污量为:

井 喷	井 流	排放量很大
钻井平台爆炸	燃料油	800 m ³
供应船油舱破裂	燃料油	450 m ³
输油软管破裂或误操作	燃料油	50 m ³
直升飞机坠毁	燃料油	—

关于钻井阶段的风险事故率分析详见 3.3.1 节。

(2) 原油生产阶段的风险排污

原油生产阶段的主要风险排放物为井流、原油和燃料油。根据统计分析结果,陆丰 22—1 油田生产阶段可能的风险排污量如下:

FPSO 破舱	原油	6 000 m ³
FPSO 爆炸	原油和燃料油	45 000 m ³ 和 800 m ³
穿梭油轮破舱	原油	3 000 m ³
立管破裂	井流	36 m ³
旋转头密封失效	井流	36 m ³
海底管汇破裂	井流	30 m ³
供应船破舱	燃料油	450 m ³
输油软管破裂	燃料油	10 m ³
卸载软管破裂	原油	30 m ³

关于生产阶段的风险事故率分析详见 3.3.2 节。

通过事故频率计算和环境风险树分析(详 3.3.3 节)可以看到,总的来说,各种事故频率均处于相当低的水平。而相对环境风险而言,井喷、穿梭油轮溢油事故和 FPSO 上工艺流程渗漏引起的火灾和爆炸等因素应引起较高度的重视。

C.2.1 油田海区环境现状

(1) 水质现状

对于 COD、铜、铅、锌、镉、总铬而言,海水属清洁级($Q_{ic} < 0.3$);对于油类和 pH 值,海水属尚清洁级($0.3 < Q_{ic} < 0.7$);对于溶解氧,海水属允许级($0.7 < Q_{ic} < 1.0$)。

(2) 底质现状

对于总铬、油类、硫化物、有机质而言,沉积物均处于正常状态($Q_{ic} < 1.0$)。只是沉积物中总铬的含量稍高,值得注意。

(3) 浮游植物

油田海区浮游植物的生物量以 8 号站为最高,达 1.9×10^5 个/ m^3 ;6 号站最低,为 1.2×10^4 个/ m^3 ,平均为 5.0×10^4 个/ m^3 ,生物量较低。

从平面分布来看,浮游植物的表层数量在 $2.5 \times 10^4 \sim 4.4 \times 10^5$ 个/ m^3 之间变化,由西南向东北递减,中层的数量以 6 号站最低,呈辐射状向西北部海区增大,底层以 2 号站最高,其平面分布是由西北向东南递减。

浮游植物的垂直分布趋势为由表层到中层至底层依次递减。

(4) 浮游动物

本调查海区浮游动物生物量,表层为 $41.2 \sim 77.2$ mg/ m^3 按其平面分布来看,中部和东南部较高,西北部海区较低;中层的生物量在 $50.8 \sim 86.0$ mg/ m^3 之间,平均值为 64.7 mg/ m^3 ,稍高于表层。其平面分布为南部海区明显高于北部海区;底层生物量在 $16.8 \sim 30.2$ mg/ m^3 之间变化,平均值为 24.9 mg/ m^3 ,西南和东北部稍高。

(5) 底栖生物

本海区底栖生物的平均生物量为 4.91 g/ m^2 ,平均栖息密度为 69.6 个/ m^2 。其中,7 号站的生物量和栖息密度最高,分别为 12.4 g/ m^2 和 240 个/ m^2 。栖息密度中多毛类占绝对优势,其数量占总数量的 67.44% ,其次是软体动物,占 16.28% 。栖息密度和生物量的高值区位于调查海区的南部,向北逐渐减小。

(6) 海洋珍稀动物

广东近海及外海均有海豚栖息。其中有列为国家一级重点保护动物的

中华白海豚(俗称海马),还有列为国家二级保护动物的灰海豚(俗称海猪)。在广东近海(如珠江口和大亚湾)及外海,于春、夏季有雾天气时常有海豚出现,群体里有数只至100余只不等。

被列为国家二级保护对象的绿海龟和玳瑁,一般于每年5~10月份出现于广东沿岸线浅海区,例如惠东县沿海一带。

(7) 鱼类资源

根据历次拖网渔业调查资料和渔业生产资料统计,陆丰22—1油田开发区周围海域底层和近底层鱼类资源的平均密度为 2.23 t/km^2 。依据扫海面积法(密度指数法)计算,6个渔区的现存资源量为 $3.84 \times 10^4 \text{ t}$,可捕量为 $2.31 \times 10^4 \text{ t}$ 。另外,本海区中上层鱼类的平均资源密度为 1.25 t/km^2 ,其现存资源量和可捕量分别为 $2.15 \times 10^4 \text{ t}$ 和 $1.29 \times 10^4 \text{ t}$ 。

(8) 生物体石油烃含量

所有样品的总石油烃的含量均处于 10^{-6} 数量级水平,但头足类的平均含量高于鱼类和虾类的含量。采自四个渔区的同类生物样品的总石油烃平均含量间没有明显的差异。与南海其他海区海洋动物体总石油烃含量比较表明,陆丰22—1油田开发区周围海域海洋动物体的总石油烃含量水平较低,其受石油污染的程度是较低的。

C.2.2 开发工程的环境影响

(1) 对水质及底质的影响

• 石油烃对水质的影响

生产水排放后,将在距FPSO周围200 m以内的范围内产生超一类水质标准区。在距离FPSO 1 000 m以外的海域将不受其影响。

• 生活污水对水质的影响

由于生活污水排放量相当小,不会对水质产生影响。

• 钻井过程中钻屑及泥浆的影响

钻屑和泥浆的排放不会改变现有水质状况。对底质而言仅表现为覆盖了一部分原海底,覆盖范围为半潜式钻井平台周围500 m以内。

• 泥浆一次性排放的影响

一次性向海中排放 250 m^3 泥浆将在排放口处海区产生高值悬浮物增

量区,超过一类水质标准的海域面积约为 0.086 km^2 ,但 5 小时后即可恢复到一类水质标准。

(2)对渔业资源及渔业生产的影响

• 含油污水的影响

正常生产情况,由于排放点周围可能出现超渔业水质标准区域,故在这一区域内可能对处于产卵及仔鱼、仔虾阶段的生物产生影响,但这一区域最大不超过 0.16 km^2 。

• 钻屑及泥浆的影响

钻屑及泥浆的影响主要表现为对底栖生物的影响,影响范围局限于半潜式钻井平台周围 200 m 以内的海域,钻井结束后几个月内,底栖生态可望得到恢复。

(3)对海上交通及其它活动的影响

该油田所处地理位置距交通要道较远,再加上油田很小,故不会给海上交通及其它海上生产活动产生影响。

C. 2. 3 溢油事故的环境风险

(1) 陆丰 22—1 油田在其整个开发建设过程中,虽不能彻底排除发生溢油的可能性,但通过工程分析可知,因其在严密的保护措施下和溢油事故发生的低概率水平,环境风险是很小的;

(2) 在油田设计和安装过程中均严格按照有关国际和国内规范及法规进行,对工程质量和安全生产有着很高的保证。因此,就风险而言,陆丰 22—1 油田具有环境可接受性;

(3) 同时也应注意到,由于环境风险的不确定性,这其中包括事故发生的不确定性和环境受污染程度的不确定性,故而,操作者应对不可预见的溢油事故予以充分重视;

(4) 从溢油漂移预测结果及影响分析结果来看,如果溢油发生在偏南东南风季节,其危险性最严重。

C. 3.1 开发工程与环境保护法规

(1) 油田作业者委托中海石油工程设计公司编写了陆丰 22—1 油田开发工程环境影响报告书,这符合《建设项目环境保护管理办法》[(86)国环字第 003 号]的要求。

(2) 在油田开发工程设计、改装及安装阶段将采用国际通用的设计、建造入级规范和标准,这些规范和标准对消防、安全系统和环境保护等都有明确的要求。相应的中国的设计建造入级规范和标准也将被采用。作业者将遵守中国环境保护法规和条例等的要求。

(3) 油田作业者将要求参加海上施工/安装阶段作业的船舶必须配置油水分离器,生活污水处理装置,并按《船舶污染物排放标准》(GB3552—82)处理和排放机舱水、生活污水和船舶垃圾等,这符合《中华人民共和国海洋石油勘探开发环境保护管理条例》(国家海洋局,1983,12,29)的要求。

(4) 作业者将在 FPSO 上设置含油污水处理装置、天然气处理系统、生活污水和垃圾处理设备。这些设施可以保证所有排放海中的废弃物符合《海洋石油开发工业含油污水排放标准》(GB4914—85)和《船舶污染物排放标准》(GB3552—82)。作业者还将制定溢油应急计划,以符合有关法规的要求。

如果认真执行上述各项,陆丰 22—1 油田开发工程将符合《中华人民共和国海洋环境保护法》(1989,12,21)的要求和规定。

C. 3.2 环境/经济损益

(1) 环境影响损失

陆丰 22—1 油田投产后每年的环境影响造成的损失费用约为 4.2×10^4 US\$ (详见 7.1.2 节)。

(2) 环境经济收益

陆丰 22—1 油田环境保护工程设施的运营可产生的环境经济收益为平均每年 110.8×10^4 US\$ (详见 7.1.3 节)。

(3) 环境保护措施的费用比例

陆丰 22—1 油田环境保护投资占工程总投资的比例为 0.9%。进而, 环境保护投资与环境经济损失的比例为 2.4 : 1 (详见 7.2.1、7.2.2 节)

(4) 环境保护年费用与效益比

经计算, 陆丰 22—1 油田环境保护年费用与经济收益之比为 1:2.3。

C.4.1 结论

概括以上对陆丰 22—1 项目的环境影响评价, 可得出如下结论:

油田周围海域的生态环境、海水水质和底质处于良好状态。叶绿素 a、初级生产力、浮游生物和底栖生物状况正常。油田附近海区是多种经济鱼类和虾类索饵、肥育和产卵场, 并且沿粤东沿海一带是优越的商业捕渔区。这一海域还生存着国家一类保护动物中华白海豚和国家二类保护动物灰海豚, 绿龟和玳瑁。

除钻屑和生产水外, 陆丰 22—1 油田开发过程中产生的其他废弃物和排放物, 其种类少, 数量少, 对海洋环境影响很小。作业者将采取有效措施对生产水进行处理, 以达到国家规定的排放标准。这些排放物对海洋环境的影响范围很小, 且影响程度较轻, 均在可接受的范围之内。

对海上油田工程来说, 经常接触易燃易爆的石油和天然气, 又可能遭受极端恶劣海况的侵袭, 潜在着危害人类健康和海洋生态环境的各种事故的可能性, 尤其是溢油事故。由于油田作业者将采取各种保护设计和制定溢油应急计划, 因而发生溢油事故, 特别是大型溢油事故的可能性很小, 且一旦出现这种事故时, 及时实施溢油应急计划, 则可将溢油事故造成的危害控制在最小范围和最低程度, 不会引起油田附近海区海洋生态环境的明显改变。

总之, 陆丰 22—1 项目的经济效益和环境经济效益较好, 只要油田作业者认真实施本报告中规定的各项环境保护措施和建议, 则能够做到经济效益和环境效益的统一, 就环境保护意义来说, 陆丰 22—1 项目是可行的。

C.4.2 建议

陆丰 22—1 油田位于南中国海, 水深较深。水体中温盐跃层长年存在。