

• 解析评价 •

doi:10.3969/j.issn.1674-6732.2011.04.011

南海油田开发环境影响实例分析

江志华
(国家海洋局南海环境监测中心, 广东 广州 510300)

摘 要:陆丰 22-1 是中国第一个正式弃置的海上油田, 处于南海 330 m 深水区。分析开发前期、中期及末期油田附近海域表层海水、表层沉积物和底栖甲壳类体内石油烃含量数据, 结果表明油田附近海域环境质量较好, 油田开发对环境的主要污染影响是表层海水和底栖生物体内石油类污染物质含量有所升高, 尚未见生活污水和食品废弃物的排放对环境造成影响的迹象。含石油类污染物质的排放是海上油田开发环境保护中首要关注的污染因子。建议将污染监测的必测指标优化为表层海水中油类和底栖生物体内石油烃含量。

关键词:油田开发; 海洋环境; 环境影响

中图分类号: X55 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-6732(2011)-04-0038-04

An Case Study of the Environmental Impact by the Development of Oilfield at the South China Sea

JIANG Zhi-hua
(South China Sea Environmental Monitoring Center, State Oceanic Administration, Guangzhou, Guangdong 510300, China)

ABSTRACT: The Lufeng 22-1 oilfield is the first decommissioned oilfield of China, which located at the profundal zone with the depth of 330 m in the South China Sea. According to the amount of discharged pollutant in the production period, with survey data of surface water, surface sediments and marine organisms around the oilfield area at August 1990, July 2003 and Apr~May 2008, the marine environmental impacts in the development period of Lufeng 22-1 oilfield had been studied. The results showed that the content of petroleum in surface water and benthos body increased, but no significant adverse impact on the water quality because of the sewage and food waste emissions. The sewage contained oil pollutants is the first pollution factor in the offshore oilfield development. It is suggested that monitoring index should be the oil concentration in surface seawater and oil contents in benthos body.

KEY WORDS: oilfield poject; marine environment; environmental impact

环境影响是石油开发工程关注的首要问题之一^[1]。随着海洋石油工业的发展和对石油资源需求的增加, 海上油气开采逐渐向深海区推进。深海区是受人类活动干扰和污染影响较小的海域, 其开发活动相对较少。对于深水油气开发活动的环境影响研究, 多属于预测性的, 实际观测的结果较少。陆丰 22-1 油田位于珠江口盆地, 水深 330 m 左右, 1997 年 12 月投入生产, 是中国首个采用水下井口模式生产的深水油田, 没有海上平台, 共有 5 口生产井, 生产物流直接送浮式生产储油轮(FPSO)处理。陆丰 22-1 油田于 2010 年 6 月 15 日正式停产, 成为中国第一个正式弃置的海上油田。通过研究陆丰 22-1 油田开发前、中、后

期的环境调研资料, 初步探讨了南海深水油田开发的海洋环境污染影响, 为海洋油气开发环境监测优化提供实证资料。

1 油田主要污染物

1.1 海洋石油开发工程主要环境影响要素识别

海洋石油开发工程的物探、钻井、测井、井下作业、采油和集输等环节都会对环境产生不同程度的影响^[1,2], 海上油田开采主要污染物排放见表

收稿日期: 2010-10-21

作者简介: 江志华(1978—), 男, 工程师, 硕士, 从事海洋环境监测与评价研究。

1. 海上油田在建设和生产过程中,向海洋排放量较大、污染影响时间较长的污染要素有:(1) 钻屑和钻井液,主要污染物质为重金属和石油类,沉积在油田附近海床上,影响表层沉积物质量;(2) 含油污水,主要为生产废水、机舱废水和事故排放油类,石油类为油田开发过程中排放量最多的污染物质;(3) 生活污水,主要污染物质为氨氮和耗氧物质;(4) 食品废弃物。

表 1 海上油田开采排放的主要污染物

开发阶段	主要排放污染物
地质调查阶段	船舶含油废水,废气,生活污水
钻井阶段	废钻井液,钻屑,钻井废水,滴漏原油,船舶含油废水、废气,钻机废气,生活污水,食品废弃物
井下作业阶段	滴漏原油,完井废液,跑、冒、漏、滴废液
生产阶段	含油污水,生活污水,烃类气体,燃油废气,食品废弃物,事故溢油

根据污染特征,选择分析油田及其附近海域的环境要素为:(1) 表层海水中油类、COD_{Mn}、氨氮、溶解氧;(2) 表层沉积物中油类、有机碳和铬含量;(3) 底栖生物体内石油烃含量。

1.2 油田石油类排放情况

陆丰 22-1 油田生产阶段排放量较大的是含油生产污水,主要污染物是石油类。通过数值模拟估算,当石油类源强为 13.8 g/s 时(1 年连续排放),0.03 mg/L 质量浓度增量在距排放点 500 m 以内,距排放点 1 000 m 处,海水中石油类增量接近 0,因而将以油田为中心、半径 500 m 范围内海域确定为污水混合区。该油田累计生产原油 4 200 万桶,排放石油类 7.36×10⁵ kg。油田历年石油类排放量见图 1。

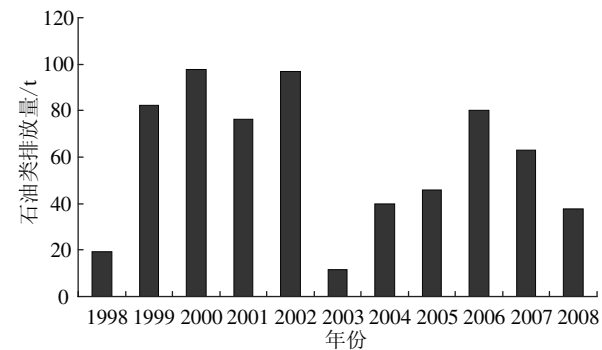


图 1 油田历年石油类排放量

2 海洋环境要素变化

2.1 环境资料来源

环境资料来源为 1990 年 8 月、2003 年 7 月和 2008 年 4—5 月的环境调查监测资料。范围在以油田为中心,东西约 30 km、南北约 20 km 的矩形范围内。1990 年 8 月为本底调查,共布设 9 个调查站,2003 年 7 月和 2008 年 4—5 月监测站位相同,在污水混合区边界上增加了 4 个站。各站调查监测内容详见表 2,站位相对位置见图 2(1 号站靠近油田)。样品的采集、保存和分析按照《海洋监测规范》、《海洋调查规范》执行^[3,4]。

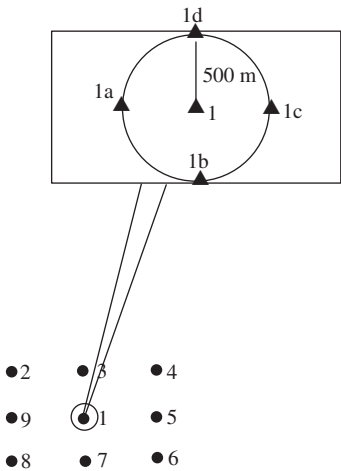


图 2 环境调查站位

表 2 各站调查内容

站 号	监 测 介 质
1	表层海水
2	表层海水、表层沉积物、底栖生物体
3	表层海水、表层沉积物、底栖生物体
4	表层海水、表层沉积物、底栖生物体
5	表层海水、表层沉积物
6	表层海水、表层沉积物、底栖生物体
7	表层海水、表层沉积物
8	表层海水、表层沉积物、底栖生物体
9	表层海水、表层沉积物、底栖生物体
1a	表层海水、表层沉积物
1b	表层海水、表层沉积物
1c	表层海水、表层沉积物
1d	表层海水、表层沉积物

注:2003 年和 2008 年站位相同,1990 年没有调查 1a、1b、1c 和 1d 站。

2.2 表层水质变化

表层海水水质要素统计结果见表 3。3 次调查中,海水水质各要素基本符合一类海水水质标准^[5],说明表层海水较清洁。从空间上看,混合区溶解氧、COD_{Mn}和油类含量与全调查海区无明显区别,说明水质较均匀,污水排放后,能很快混合。从时间上看,溶解氧、COD_{Mn}和氨氮均无明显

变化趋势,油类则从 1990 年到 2008 年逐渐递增。油田所在 1 号站 1990 年 8 月表层油类含量为 0.017 mg/L,2003 年 7 月为 0.032 mg/L,2008 年 4—5 月为 0.027 mg/L。

从 3 次调查结果来看,油田开发没有造成海域表层海水水质恶化,但表层海水中油类含量有所上升,受污染迹象较明显。

表 3 表层海水水质要素统计结果对比 mg/L

时间	区域	ρ (溶解氧)	ρ (COD _{Mn})	ρ (氨氮)	ρ (油类)
1990 年 8 月	全调查区	范围:6.48~6.66 平均值:6.54	范围:0.37~0.70 平均值:0.56	—	范围:未检出~0.030 检出率:67% 平均值:0.014
	混合区	范围:5.96~6.24 平均值:6.15	范围:0.29~0.42 平均值:0.35	范围:0.005 3~0.014 3 平均值:0.009 7	范围:0.024~0.032 平均值:0.028
2003 年 7 月	全调查区	范围:5.96~6.36 平均值:6.17	范围:0.29~0.42 均值:0.35	范围:0.005 3~0.036 8 平均值:0.015 1	范围:0.019~0.037 平均值:0.029
	混合区	范围:6.37~6.56 平均值:6.51	范围:0.25~0.34 平均值:0.30	范围:0.006 0~0.009 4 平均值:0.007 7	范围:0.022~0.034 平均值:0.029
2008 年 4—5 月	全调查区	范围:6.37~6.67 平均值:6.58	范围:0.24~0.45 平均值:0.32	范围:0.004 6~0.009 4 平均值:0.007 5	范围:0.022~0.047 平均值:0.033

注:1990 年 8 月未调查氨氮。

2.3 表层沉积物质量变化

沉积物污染物含量的比较结果列于表 4。表层沉积物有机碳、铬和油类含量均符合一类海洋沉积物标准^[5]。从空间上看,混合区没有明显高于全调查区的迹象。从时间上看,有机碳、铬和油类含量均没有升高。结果表明,油田开发没有对表

层沉积物产生明显影响。

2.4 底栖生物体内石油烃含量变化

底栖甲壳类生物体内石油烃含量对比见表 5。虽然甲壳类体内石油烃含量较低,但 2008 年 4—5 月的含量明显高于 2003 年 7 月,显示了累积石油烃的污染迹象。

表 4 表层沉积物污染物含量对比(干重)

时间	区域	ω (有机碳)/%	ω (铬)/(mg·kg ⁻¹)	ω (油类)/(mg·kg ⁻¹)
1990 年 8 月	全调查区	范围:0.20~1.30 平均值:0.91	范围:34.4~81.4 平均值:56.1	范围:26.7~237.0 平均值:85.7
	混合区	范围:0.77~0.98 均值:0.91	范围:39.3~43.4 均值:42.3	范围:22.7~36.1 均值:28.7
2003 年 7 月	全调查区	范围:0.23~1.04 平均值:0.73	范围:27.5~47.9 平均值:41.0	范围:9.83~36.1 平均值:27.3
	混合区	范围:0.32~0.40 均值:0.35	范围:3.7~6.7 均值:5.2	范围:16.9~21.4 均值:18.3
2008 年 4—5 月	全调查区	范围:0.19~0.40 平均值:0.30	范围:3.7~11.5 平均值:7.7	范围:16.5~44.9 平均值:26.5

表 5 底栖甲壳类体内石油烃含量(鲜重)对比

2008 年 4—5 月	2003 年 7 月	1990 年 8 月
变化范围:(1.34~14.3)×10 ⁻⁶	变化范围:未检出~1.8×10 ⁻⁶	
检出率为 100%	检出率:50%	未调查
平均值:7.08×10 ⁻⁶	平均值:1.0×10 ⁻⁶	

3 油田开发主要污染影响分析及监测指标优化建议

3.1 主要环境污染影响分析

根据开发前期(1990 年 8 月)、开发中期(2003 年 7 月)和开发末期(2008 年 4—5 月)油田附近海域表层海水、表层沉积物和底栖甲壳类生物体内石油烃含量调查结果,油田附近海域环境质量较好,油田开发对环境的主要污染影响是表层海水和底栖生物体内石油类污染物质含量有所升高。随着油田的弃置,污染物排放结束,这些污染影响将逐渐消失。尚未见生活污水和食品废弃物的排放对环境造成影响的迹象。

3.2 监测指标优化建议

目前,海洋环境监测部门在海上油气开发区监视监测中,将污染监测的必测指标定为:水质(油类、COD_{Mn}、悬浮物)和沉积物质量(有机碳、油类)。从陆丰 22-1 油田环境污染影响来看,这些指标设置尚需优化。建议将污染监测的必测指标优化为:表层海水中油类和底栖生物体内石油烃含量。根据各油田的实际情况,可增加一些其他指标。

4 结论

(1) 通过分析开发前期(1990 年 8 月)、开发中期

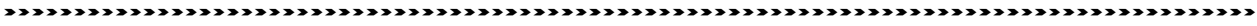
(2003 年 7 月)和开发末期(2008 年 4—5 月)油田附近海域表层海水、表层沉积物和底栖甲壳类生物体内石油烃含量数据,表明油田附近海域环境质量较好,油田开发对环境的主要污染影响是表层海水和底栖生物体内石油类污染物质含量有所升高,尚未见生活污水和食品废弃物的排放对环境造成的影响迹象。含石油类污染物质是海上油田开发环境保护中首要关注的污染因子。

(2) 建议将污染监测的必测指标设置为表层海水中油类和底栖生物体内石油烃含量。

[参考文献]

[1] 李巍,张震,闫毓霞. 油田生产环境安全评价与管理 [M]. 北京:化学工业出版社,2005: 20-38.
[2] 江志华,王华,蔡伟叙,等. 海洋石油开发工程环境影响后评价初探 [J]. 油气田环境保护,2006,16(3): 52-54.
[3] GB 17378-1998,海洋监测规范[S].
[4] 盖广生,杨绥华,刘涛,等. 海洋环境保护法规汇编 [M]. 北京:海洋出版社,2004.

(本栏目编辑 黄 珊)



(上接第 37 页)

本研究所涉及的钢绳产业区学龄前儿童发铅和发锌含量的平均值均在正常参考标准值内,儿童发铅超标率为 7.5%,远远低于 1998 年市区儿童的发铅超标率。儿童发锌值表明该地区儿童并不存在缺锌现象,这主要与当地农产品中锌的含量较高有关。钢绳产业区主要的污染因子是铅和锌,当地水、土壤、农产品中的铅、锌含量也较高。头发中锌与铅含量存在的负相关性,可能是造成钢绳产业区儿童铅超标率较低的原因之一。

[参考文献]

[1] 王春,陈刚,陈褚建. 南通市学龄前儿童发铅相关因素初讨[J]. 预防医学情报杂志,1999,15(4): 202-203.

[2] 饶光大,王保英,陈泽堂. 826 例儿童发铅、锌、铜、铁、钙含量分析[J]. 广东微量元素科学,2001,8(8):28-33.
[3] 秦俊法. 中国居民的头发铅、镉、砷、汞正常值上限[J]. 广东微量元素科学,2004,11(4):29-37.
[4] 南通市土壤有机氯、重金属含量调查协作组. 南通市农业土壤环境背景值[M]. 1987:7-9.
[5] 高歌. 微量元素锌与铅[J]. 天津医科大学学报,1998,4(2):181.
[6] 付雪,王之华,甘平,等. 昆明市区 400 名学龄前儿童发铅锌测定及其相关分析[J]. 广东微量元素科学,1999,6(6): 29-31.
[7] 李梨平,刘建良,高德保. 长沙市 1047 名幼儿头发锌和铅含量分析[J]. 实用预防医学,1999,6(2): 15-17.