

专论与综述

我国油气田环境污染源分析

陈长兴 张士权 刘植椿 汪严明

(中国石油天然气总公司环境监测总站, 河北廊坊 102801)

摘要 在概述油气田环境污染源总体构成的基础上,对油气田环境污染源的分布特点、排放特点、污染特点及环境影响进行了宏观分析和研究,阐述了油气田环境污染源与其它行业污染源的区别。

关键词 石油天然气,污染源,分布,排放,环境影响。

1 油气田环境污染源的构成

油气田环境污染源在构成上是以油气田勘探开发过程中形成的污染源为主体,此外还包括:石油炼制污染源、自备电厂污染源、机械加工污染源、机动车船污染源以及人为生活污染源等。油气田环境污染源的总体构成见框图 1。

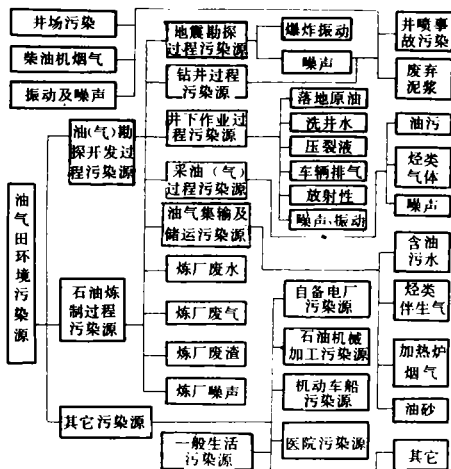


图 1 油气田环境污染源的总体构成

作为石油工业的主体——油气田勘探开发过程是一项包含有地下、地上等多种工艺技术的系统工程。其主要工艺过程有地质调查、钻井、测井、井下作业(包括射孔、压裂、酸化、下泵、验泵、试油、洗井、清蜡、除砂等)、采油(采气)、油气集输、储运等。在这些具体的开发生产活动中,不同

工艺和不同开发阶段,其排放的污染物及构成的环境污染源是不尽相同的,图 2 为油气田勘探开发过程中污染源构成情况及排污流程示意图。

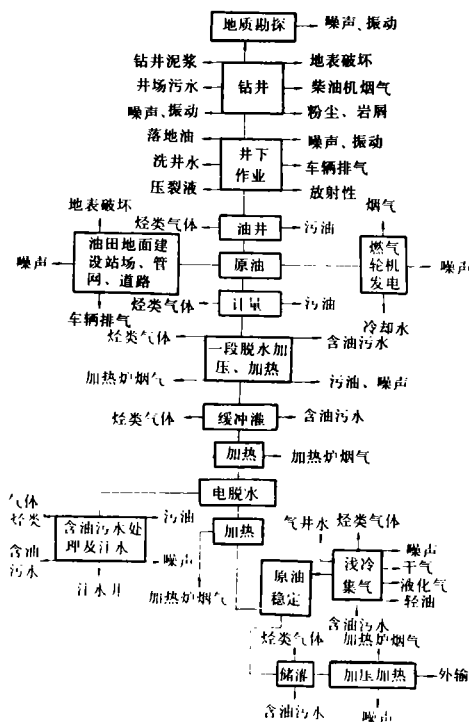


图 2 油气田勘探开发过程污染源构成及污染物排放流程。

由图 2 可见,在石油勘探开发全过程中,由于各环节工作内容多、工序差别大、施工情况多

样、设备配置不同,所形成的污染源类型和源强也不同,其情形十分复杂,而其中最主要的污染源是在钻井过程、井下作业过程和原油集输储运中形成的。

2 油气田环境污染源主要污染物及其分类

2.1 水体污染物及其分类

(1)油气田勘探开发过程所排污染物^[1] ①原油脱出含油废水由采油时产生,在联合站、伴生气处理站、废水处理站排出。主要污染物为石油类、COD_{Cr}、破乳剂、腐生菌、可溶性矿物质、有机质等;pH 值较高,偏碱性。②钻井废水为钻井台、钻具、设备冲洗水,泥浆筛冲洗水,泥浆泵冲洗水,泥浆池上清液,柴油机冷却水,井场生活污水。其主要污染物为石油类、泥浆混入物(铁铬盐、褐煤、磺化酚)、SS、可溶性重金属、高分子处理剂等,pH 值偏高。③洗井及作业废水为压裂后洗井、酸化后洗井、注水井洗井等及替喷、自喷液。其主要污染物为石油类、SS、压裂液溶入物或混入物(重铬酸钾、三氯甲苯)及酸化液(盐酸、硫酸、硝酸)、pH 值偏低。④稠油开采注气站废水由蒸汽注气站产生。其主要污染物为盐类、酸、碱。⑤矿区雨水由降雨后地表径流产生。其主要污染物为石油类、泥沙。

(2)炼油生产过程^[2] ①含油废水由炼油装置的油品洗涤、油气冷凝时产生。其主要污染物有油、硫化物、酚、有机溶剂等。②含硫废水主要由炼化厂的二次加工装置产生。其主要污染物为硫化物、油、酚、氨。③含碱废水由常减压和催化裂化装置产生。其主要污染物为氢氧化钠、油、酚等。④含盐废水由原油电脱盐和酸碱中和时产生。其主要污染物为氯化物、油、挥发酚。⑤循环系统排水由冷却水循环系统产生。其主要污染物为盐、水质稳定剂等。

(3)自备热电厂^[3] ①水力冲灰水由冲粉煤灰、炉渣工艺产生。其主要污染物为无机盐、SS 等。②循环冷却水由电厂循环冷却系统产生。主要污染物为盐分,水温较高。

(4)石油机械加工过程^[4] ①含油废水在锻冲、零件加工、热处理、表面处理过程中产生。主

要污染物为油、COD_{Cr}。②电镀废水为镀件清洗液、废镀液及洗刷水。其主要污染物为各种金属离子、酸及碱类物质等。

(5)机动船舶^[5] ①洗舱及压舱水在船舱中产出。主要污染物为油、COD_{Cr}。②舱内清洗及设备冲刷水在船舱及某些设备中产出。其主要污染物为油、COD_{Cr}。

(6)油田生活污染源 ①医院污水在病房、手术室、洗衣房中产出。主要污染物为病原微生物、BOD₅、氨等。②一般生活污水由厨房、厕所、浴池等排出。主要污染物为 BOD₅、氨、病原微生物等。

2.2 大气污染物及其分类

(1)油气田勘探开发过程 ①生产工艺过程散发的烃类及其污染物为钻井柴油机排烃、采油井口密封不严排烃、原油接转站及联合站排烃、施工车辆排烃、落地原油及伴生气处理站和污水处理站排烃。主要污染物为甲烷烃、非甲烷烃(乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、少量 C₆—C₁₄ 的烷烃)、其它(氢气、氮气、碳氧化物、硫化氢)等。②燃料燃烧烟气中的污染物在油气集输过程的加热炉、锅炉、稠油开采时蒸汽发生器、油田施工中生活炉灶中排出。主要污染物为 NO_x、硫氧化物、CO、烟尘、烃类等。

(2)炼油生产过程^[6] ①无机类:含硫化合物、含氮化合物、卤化物、其它(O₃ 等)。②有机类:烃、胺、酚、醛、醚等。③粉尘类:烟尘、逸散催化剂等。④异臭类:H₂S、有机硫化物、乙醇衍生物等。

(3)自备电厂^[3] ①燃烧排气:NO_x、SO₂、CO、烃类等。②燃烧粉尘类:烟尘、粉煤灰等。

(4)石油机械加工制造^[7] ①燃烧烟气:NO_x、SO₂、CO、烃类等。②机加粉尘在铸造、熔炼、锻冲、清砂、表面处理、切削、磨光、焊接等工序中产生。主要污染物是金属粉尘(铬、镉、镍等)、二氧化硅粉尘、烟尘等。

2.3 固体废弃物及其分类

(1)石油勘探开发过程 ①钻井废弃泥浆主要污染成分是铁铬盐、木质素磺酸盐、丙烯腈、丙烯酰胺、丙烯酸等。②钻井岩屑主要污染物是与

岩屑混 杂的泥浆及油分。③落地原油主要污染物是石油类和泥浆杂质。④油砂及油罐底泥主要污染物是原油。⑤废水处理站污泥主要污染物是石油类、 COD_{Cr} 、微生物胶团等。

(2) 石油炼化过程⁽⁸⁾ ①碱渣含油 10%—20%、游离碱 1%—10%、环烷酸、酚、磺酸钠、高分子脂肪酸等。②酸渣游离酸浓度 40%—60%、含油 10%—30%、叠合物、磺化物、脂类、胶质、沥青质、硫化物等。③废催化剂主要污染物是硅、铝氧化物。④添加剂废渣主要污染物是钼的硫化物、石油醚、氧化锌、硅藻土、硫、磷、酚、磺酸钠、硫酸钠等。⑤油罐底泥主要污染物是油、泥沙黑色残留物。⑥废水处理及检修渣 主要污染物是油、微生物胶团、 COD_{Cr} 、硫酸铝等。

(3) 自备电厂⁽⁹⁾ ①炉渣主要污染物是各种金属氧化物如：氧化铝、氧化铁、氧化钙等。②粉煤灰主要污染物是各种金属氧化物及少量有害微量元素如银、铟、镉、锑等。

(4) 机加工厂 金属废渣主要污染物是铜渣、镍渣、锌渣等。

(5) 生活污染源 生活垃圾主要污染物是粪便、病原微生物等。

2.4 噪声污染及其分类

噪声,一般分为机械噪声、空气动力性噪声、电磁噪声。在油气田行业这几种噪声源都是存在的。

(1) 石油勘探开发过程 ①爆炸噪声由地震勘探产生,约为 110dB。②机械设备噪声(包括作业施工)主要发声源有钻井大型柴油机(约为 90—105dB)、钻井大型泥浆机(约为 70—85dB)、钻井大型柴油发电机组(约为 80—90dB)、采油注水泵(约为 90—100dB)、电动抽油机(噪声值约为 70—80dB)、压风机、压裂车(约为 100—110dB)、通风机(约 90—100dB)。

(2) 炼油厂⁽⁶⁾ ①机械设备噪声主要发声源有加热炉(约为 100—110dB)、压缩机和风机(约为 90—95dB)、电机(约为 90—110dB)、空气冷却器(约为 80dB)、冷水塔(约为 40—65dB)、调节阀与管道(约为 100dB 以上)。②放空噪声主要发声源为放空口(为 130dB 以上)。③燃烧噪声主要发

声源为火炬。

(3) 自备电厂 主要发声源为压缩机和风机等。

(4) 机加工厂 主要发声源为锻冲、焊接、车削等机械设备。

2.5 放射性污染

油气田勘探开发过程中的放射性测井和动态测井中的放射性同位素测井与环境有关,可能形成放射性污染源。

在放射性测井中使用中子源、同位素等放射性物质有²⁴¹Am-Be、¹³⁷Cs、¹²⁶Ra、¹³¹Ba、¹³¹I、¹¹³Sn、¹¹³In、⁶⁰Co 等。从使用情况可分为密闭源和开放源 2 种。

3 油气田环境污染源的特点

3.1 分布特点

(1) 地域分步的广阔性 油气田环境污染源地域分布的广阔性主要是由油气资源的分布决定的。油气资源一般生成在陆相沉积、海相沉积和海陆过度相中。就我国目前已开发或正在开发的大庆、胜利、辽河、新疆、长庆、中原、四川、江苏、华北、滇黔桂、塔里木等陆上油气田看,其分布遍及我国的东北、西北、华北、中原、西南、华中以及东部沿海各地。在开发这些油气田的过程中所形成的污染源和带来的环境影响,从地域上讲是十分广阔的。

(2) 点源分布的高度分散性 油气田最基本的污染单元是地震炮孔、探井、注水井和采油井,此外,还有计量站、转油站、联合站、压气站、油库、天然气处理站等,它们由油、气、水管网连成一个整体。在这些最基本的污染单元中,无论是地震勘探,还是各种钻井都是高度分散的。

(3) 面源分布的区域性 一个油气区通常包括许多油气田,大小不一。小的只有几 km^2 ,大的有几百或几千 km^2 。这些油气田连片的比较少,它们各自由众多点源(采油井、接转站、联合站等)组成,形成没有具体厂界的区域性污染源。

(4) 与地方工业污染源的交叉性 许多油田的开发建设,与原有地方工业及其它行业所属厂家相互交叉分布,环境污染源的分布形成“叉花”

势态,这种相互交叉的情况,随着地方工业、乡镇企业等的发展,近年来有日趋明显化的趋势。

3.2 排放特点

(1)点源与面源兼有,以点源为主 油气田最基本的组成单元是油井,单个油井可以称为最重要的点源单元;由众多的油井组成的油田称为面污染源。对于油田来说有些设施的生命期比较稳定,例如集输设备、原油处理和储存设备、注水设施等,随着油田变化只作适应性调整。在这些设施中,其污染物的排放大多以点源排放为主。

(2)无组织排放与有组织排放兼有,其情况复杂 油田废气大多以无组织形式排入环境,如钻井过程中大功率柴油机的烃类气体排放、井口伴生气释放、储罐大小“呼吸”中烃类损失等都属难以避免的无组织排放源,而加热锅炉和蒸汽炉则属有组织排放源,两者相比,无组织排放和有组织排放兼有,其情况复杂。

(3)正常生产排放和事故排放兼有,以正常生产排放为主 在油田开发过程中,由于人为因素和自然灾害(地震、暴雨、洪水、雷击等)的影响可导致油、气、水的泄漏事故,直至火灾爆炸等。最主要事故是井喷和油品储存系统的冒顶事故。因事故而造成的污染常常是严重的。在油田,近年来由于加强了必要的预防和处理措施,事故排放的几率已很小,就拿“井喷”来说,其发生率已由 1980 年的 3.6‰降到 1988 年的 1.16‰^[10]。

(4)连续排放与间歇排放兼有,以间歇排放为主 油气田开发工程各生产过程排污多以间歇方式为主。如油田污水的排放,其中钻井污水、洗井污水、井下作业污水均属在施工期间的间歇排放。只有原油采出水属连续排放,处理后回注。固体废弃物和噪声更具有间歇排放的特点。

(5)可控排放与不可控排放兼有,以可控排放为主 油气田环境污染源的“可控性”是油气田的一大特点,主要体现在油田采出水的可控性方面。目前,油气田含油污水的处理率已高达 98%,废水回注率已达 95%,大庆油田已高达 100%,这说明只要加强处理措施,在废水综合治理方面,达到零排放是可以实现的。

3.3 污染特点

(1)以石油类污染物为特征污染物 油气田开发工程,包括炼油工程,其最主要的环境污染物为石油类。这从油气田所排放的水体污染物和废气污染物的等标污染负荷及等标污染负荷百分比可以得到证实。见表 1 和表 2。

由表 1 和表 2 可以看到,油气田水体污染物排在第一位的是石油类,其等标污染负荷百分比为 52.66%,其次为挥发酚、COD_{Cr}、硫化物和 SS。油气田废气污染物石油烃仅次于 SO₂ 位居第二,其等标污染负荷百分比为 41.09%。

(2)除石油类污染外,还具有污染物多样性的特征 石油工业以石油类为其特征污染物,这是指主体工程的排放规律。但在其辅助配套工程中,如机加工厂、自备电厂、炼化工厂和医院所排放的污染物是各不相同的。如机加工业的水体污染物含有一定量的重金属离子,自备电厂能引起“热污染”,炼油工业排放复杂有机污染物,医院污水中含有病原微生物等。

表 1 全国各油气田废水排放评价表¹⁾

单位	污染物等标污染负荷 P _i				
	石油类	挥发酚	COD _{Cr}	硫化物	悬浮物
胜利	1646.3	1386.0	678.0	161.1	39.9
玉门	3296.0	168.0	286.5	13.8	85.3
新疆	1193.8	555.1	440.3	183.8	59
中原	31.9	683.7	9.2	9.0	2.6
大庆	85.9	42.9	74.8	200.3	3.3
四川	59.1	12.1	53.0	262.3	9.6
河南	245.5	114.1	10.7	3.3	6.1
辽河	105.2	62.0	120.0	28.3	1.6
华北	33.5	118.2	30.7	19.2	0.5
青海	22.5	36.1	9.8	33.9	2.6
长庆	24.7	10.1	24.1	17.8	1.0
江苏	47.2	2.6	3.3	6.8	0.8
大港	20.6	0.5	15.6	1.2	10.3
江汉	17.7	12.6	5.9	0.9	5.8
吉林	5.1	4.6	0.4	2.6	
滇黔桂	0.4		0.1		0.1
合计	6835.4	3208.6	1762.4	944.3	228.5
负荷比(%)	56.66	24.72	13.58	7.28	1.76
污染物名次	1	2	3	4	5

1) 本表据 1991 年环境统计数据评价

表 2 全国各油气田大气污染物排放评价表¹⁾

单位	污染物等标污染负荷 P _i		
	二氧化硫	总烃	烟尘
胜利	133366.7	109286.0	19429.7
大庆	32929.3	180489.0	4753.3
新疆	94760.0	25078.0	14660.0
中原	86726.7	25927.0	4726.7
华北	73453.3	16530.5	2565.0
四川	42145.0	39296.0	438.0
辽河	19358.0	51690.0	5582.7
玉门	51924.7	1476.0	17849.0
大港	10180.0	13582.0	16966.7
长庆	24820.0	4881.5	1873.0
吉林	7406.0	10986.0	2536.3
江汉	14558.7	2478.0	1986.7
河南	6814.7	7140.0	416.0
青海	244.0	3045.5	8920.0
江苏	5098.6	2764.5	858.3
冀东	93.3	1233.0	93.3
滇黔桂		508.0	10.3
合计	607878.4	496390.5	103665.0
负荷比(%)	50.32	41.09	8.58
污染物名次	1	2	3

1) 本表据 1991 年环境统计数据评价

3.4 环境影响

(1)环境影响的时间性 油气田开发工程的环境影响有的属于暂时性的污染,如地震噪声、作业噪声、气体临时排放噪声等,在施工和作业时产生,施工停止即消失。有的属一定时间内的污染,如钻井污水、钻井废弃岩屑、落地原油、油砂等。是在施工作业中产生的,由于作业的周期有长有短,而在作业后即停止排放,这些污染物能在环境中存放一定时期,其对环境的影响也在相当时期内存在。

长期性的污染,如连续排放的采出水(含油废水)、炼化废水、烃类损失、电厂废水等在油气田生产过程中随时产生,其影响贯穿于油气田生产的全过程。

(2)环境影响的可恢复性与不可恢复性 石

油、天然气开发工程对环境的影响主要表现在对地层和地表景观的破坏,以及使原始自然生态环境发生改变。这种对原始自然生态环境的影响是不可恢复的。

(3)环境影响的全方位性 所谓环境影响的全方位性,是指油气田开发工程对环境的影响不仅表现在对大气环境、水环境,还表现在对土壤环境、生态环境、居住环境等诸多方面的影响。

(4)环境影响的双重性 油气田开发工程对环境带来不利影响的同时,还有有利影响。如油气田开发建设在改变原有生态环境的同时,又再造了一个兼原有生态环境与油气田生态环境并存的新的人工生态系统。在这一系统中,由于合理规划和建设,较之原有环境更为适合人们的生产和生活活动,同是对当地及周边地区的发展起着极大促进作用,有利于人类生存环境的改善。

参考文献

1 国家环境保护局. 工业污染治理技术丛书.《石油石化工业废水治理》废水卷. 第一版, 北京: 中国环境科学出版社, 1992: 14

2 石油工业部计划司. 炼油工业环境保护. 北京: 石油工业出版社, 1986: 250—279

3 钱易, 郝吉明, 吴天宝. 工业性环境污染的防治. 北京: 中国环境科学出版社, 1989: 37—41

4 涂锦藻. 电镀废水治理手册. 北京: 机械工业出版社, 1981: 6—7

5 国家海洋局. 海洋污染及其防治. 北京: 石油工业出版社, 1986: 71—80

6 石油工业部计划司. 炼油工业环境保护. 北京: 石油工业出版社, 1986: 250—279

7 苏汝淮. 工厂防尘技术. 北京: 劳动人事出版社, 1986: 10—11

8 刘天齐主编. 石油化工环境保护手册. 北京: 烃加工出版社, 1990: 255—638

9 煤炭加工的污染与防治. 太原: 山西科学教育出版社, 1979: 6—7

10 中国石油天然气总公司情报研究所. 井喷失控事故实例汇编. 第一版, 北京: 1992: 13—14

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

recoveries were 96.1%—103.3%, and RSD ($n=6$)=2.1%—4.0%.

Key words: nitrite, catalytic decolouring spectrophotometry, determination procedure.

Study on the Spectrophotometric p-Dimethylaminobenzaldehyde in water. Sun Hong et al. (Benxi Municipal station of Environ. Monitoring, Benxi 117021); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(1), 1995, pp. 74—77

The condition for reaction of hydrazine with dimethylaminobenzaldehyde and the composition of complex formed in the presence of acid have been studied. The concentration of the complex is in proportion to the colour in a range of 1.00—0.002mg/L. The maximum absorbance is at 458nm. The relative standard deviations with in the labs are 3.7%, 0.9% and 0.6% at 0.100, 0.500 and 0.800mg/L, respectively; and those among different labs are 4.4%, 1.3% and 0.9%, respectively. The recoveries are 88% to 110%.

Key words: hydrazine, dimethylaminoben, spectrophotometric.

Analysis of the environmental pollution sources in the oil and gas fields in China. Chen Changxing et al. (Environ. Monitoring Centre, China National Petroleum Corporation, Langfang, Hebei 102801); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(1), 1995, pp. 78—82

The paper focuses on the macroscopic analysis and study of the characteristics of distribution, emission and pollution of pollution sources and also on the environmental impact, based on a general study on the overall constitution of oil and gas pollution sources. It described the differences between the environment pollution sources of oil and gas fields

and other industries.

Key words: oil and gas fields, environmental effect, review.

Evaluation and Discussion on the Test Method for the Catalytic Converter of Automobile Exhaust. Li Beilu and Li Shiyao (Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian 116023); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(1), 1995, pp. 83—86

By measuring the initial ignition temperatures at a 50% conversion of CO and HC and studying the effect of oxygen content in exhaust on the initial ignition temperature over many of practical catalysts available from home and abroad, an initial ignition temperature in the range of 210—230°C was considered generally normal. It was found that under the condition of an idling speed the exhaust temperature and oxygen content in exhaust were both at the lowest levels, leading to a conclusion that the use of an idling speed condition at present to evaluate a catalytic converter for vehicle exhaust in this country is unreasonable.

Key words: vehicle exhaust, evaluation, measure, initial ignition temperature.

Chemistry in Space Environment. Hu Dingxi (Sichuan Education College, Chengdu 610041), Zhou Tianze (Capital Normal University, Beijing 100037); *Chin. J. Environ. Sci.*, **16**(1), 1995, pp. 87—90

In this paper, a review has been made based on a survey of chemistry in the space environment, particularly, environmental chemistry in space flights and the adaptability of astronauts to the space environment.

Key words: space environment, chemistry, review.