

# 加拿大石油开采业 清洁生产及其对中国的启示

李 勇

(中国石油天然气集团公司安全环保与节能部)

**摘 要** 文章论述了加拿大石油开采业环保管理和清洁生产现状,与我国石油开采业的相关现状做了对比,提出对中国石油开采业清洁生产的启示和建议。

**关键词** 石油开采 清洁生产 环境保护

中图分类号: X383 文献标识码: A 文章编号: 1005-3158(2011)06-0061-03

## 0 引 言

加拿大西部地区储存了大量的石油和天然气,自1913年该区发现杜尼尔谷油田(Turner vally)以来,其产品和储量均占全国的90%以上,其中阿尔伯塔省(盆地)又占西部产品和储量的80%以上,其次是萨斯喀彻温省和不列颠哥伦比亚省<sup>[1]</sup>。阿尔伯塔省占有全国常规石油储量的44%,天然气储藏的69%,以及100%的重油和合成原油储藏。该省集中了约1500家油气生产公司、 $1.1 \times 10^5$ 口生产井、700家天然气处理厂、 $3.17 \times 10^5$  km的能源管线、483家低硫天然气处理厂、250家高硫天然气处理厂、22个商业性油砂矿、4个炼油厂,炼油能力为 $6.5 \times 10^4$  m<sup>3</sup>/d。加拿大的石油工业有以下特点:西部石油储量多,东部石油储量少;中小油田多,大型油田少;碳酸盐岩、礁灰岩油田多,砂岩油田少;石油工业外国投资多(美国投资占60%),本国投资少。而对于石油和天然气开采行业而言,生产过程一般包括物探、钻井、井下作业(包括试油、酸化及酸压、压裂、修井)、采油及采气生产等<sup>[2-3]</sup>,为了努力创造能源与环境的和谐,加拿大在石油生产过程中不断实施清洁生产技术,在环境和经济效益上都取得了较大成果。

## 1 钻井清洁生产措施

### 1.1 钻井废物处理处置要求

阿尔伯塔能源委员会(EUB)发布的钻井废物在井场和井场之外处理处置的要求包括告知和批准要求、取样方法和毒性评估等。在井场处置泥浆的方法(对油基泥浆不适用)包括:混合—填埋—覆盖方式和

土地铺洒方式;在井场外处置泥浆的方法(对油基泥浆不适用)包括:土地喷洒、泵抽吸和边钻边边喷洒方式;对于含烃钻井废物可采取土地处理方式,将废物与表土混合,并经常翻耕和施肥,利用土壤对废物组分进行降解,这一过程可能需要几年的时间,并要对土壤的恢复过程进行取样监测。井场建设许可证的持有者在井场开挖泥浆池时必须保证泥浆池不收集地表径流,保证泥浆不溢出泥浆池围堰之外。如果当地的土壤渗透性很低,泥浆池可不做防渗处理,但相关钻井公司必须将粘土的渗透系数报EUB审核;如果土壤的渗透性不能满足设计和建设要求,则废弃钻井泥浆必须进罐储存。

### 1.2 污染防治措施

加拿大钻井公司井场发电、泥浆、材料等各系统全部密闭,各种泥浆材料包装物全部收集在集装箱内,振动分离出来的岩屑直接排入候用的翻斗车的槽内,并及时转入在旁等候的岩屑拉运车运至规定地方处理与处置。移动式废泥浆池一直在泥浆循环系统旁安装等候使用,同时在井场边另有一个移动式废泥浆池留作备用。

钻井时分层施工,将表土挖至一边,露出渗透率低的粘土,待施工完成后将表土推回摊平。废弃的钻井泥浆储存在泥浆罐中,采用土地喷洒的方式进行处理,并保证喷洒完成后,处理区域的土壤里的盐、重金属离子等控制指标在EUB规定限值内。加拿大约有15%的钻井现场还在用泥浆坑,但必须是水基泥浆。废油基泥浆和含盐泥浆不允许采用土地处理的方式。在加拿大有专门的泥浆公司,钻井公司将不能再重复

利用的油基泥浆以一定的价格卖给泥浆公司,废油基泥浆在泥浆公司里集中进行油水分离,油回收后出售,废水回注地下。

## 2 采油过程清洁生产措施

### 2.1 油井区

根据重油密度大、黏度高和流动性差的特点,Husky 公司一般采用单井罐的生产方式。从油井抽取的原油暂时储存在井场的油罐中,待积累到一定量后再用卡车运输到转运站进行脱水处理。重油与一定量的轻油(凝析油或石脑油)混合,降低稠度后,再通过 Husky 公司和第三方的管道输送到重油升级厂。

### 2.2 集油站和卸油站

稠油单井采用螺杆泵开采。天然气井口分离压缩进行发电,供螺杆泵用电和井场油、水、砂分离加热。集输工艺为单井拉油。将油拉到原油脱水处理站(热化学脱水工艺)进行深度脱水,污水和砂分别运至污水回注站和油砂回注站注入地下。污水在注入地层前一般只进行适当的沉降处理。油砂与污泥一般与适当污水混合注入 1000 m 以下的地层岩洞,但也可以给专业废物处理与处置公司处理,同时也可进行地面填埋处理。

### 2.3 修井现场

在修井现场,施工队利用油罐盛放修井废水,没有单独设罐,从而减少了设备用量。因为事故水量比较少,在转运站也没有单独设事故池,在事故发生时,污水和油一起储存在油罐里,经处理后回注地下。

### 2.4 重油升级处理厂

重油升级厂里遍布压力容器,风险等级非常高,因此,工厂十分重视安全问题。所有的员工、合同方、子合同方和参观者都负有安全责任。在该厂的控制中心大楼里准备了全套的救火设备,公司的每一名员工都接受过消防培训,能随时采取应急措施。

重油升级厂在日常工作中同样十分重视环保措施。该厂采用了十分先进的技术来减少污染物向大气的排放,在厂界的周围布设了空气质量监测站、硫酸化网络和各种设备,用于连续监测空气质量,以保证满足萨斯喀彻温省的清洁空气标准。该厂拥有可靠的废水处理、监测和管理系统,以节约水资源和保护地表水和地下水不受污染。废水尽可能地回收利用,不适宜回用的水,处理后回注到深井中。固体废物按照“减量、回用、循环和再生”的原则进行处置。

## 2.5 火炬削减要求

阿尔伯塔省在其石油开采业环保管理文件之一《指南 60:火炬和放空管理规定》的总则中要求,如果天然气回收有经济性,则必须回收。《指南 60》中有经济分析模型,如果计算得出的税前净现值大于 0,则天然气必须回收。加拿大的石油企业、政府和非政府组织三方成立了非盈利组织—清洁空气战略联盟,制订计划来减少和管理阿尔伯塔省的火炬。清洁空气战略联盟以 1996 年的燃烧气量为基准制订了火炬削减目标,2002 年的目标为减少 50%,实际为 62%。清洁空气战略联盟在减少天然气火炬方面做出了重要的贡献。

## 3 天然气处理厂清洁生产措施<sup>[2-3]</sup>

壳牌 Caroline 联合体从 1996 年开始运营,包括 1 个气田、15 口气井、3 个压缩站、1 个主要的天然气处理厂和 1 个硫磺成型和储存厂。每天有  $1.02 \times 10^9$  m<sup>3</sup> 原料气从气田输送到 Caroline 天然气处理厂,产品包括天然气液体、凝析油、天然气(甲烷)和硫磺。由于原料气中 H<sub>2</sub>S 含量达 35%,Caroline 天然气处理厂采用了壳牌专利的脱硫技术,将酸气中 99.8% 的 H<sub>2</sub>S 转化成纯硫磺,输送到 41 km 外的 Shantz 市壳牌硫磺成型厂;剩余的 H<sub>2</sub>S 则通过燃烧转化成 SO<sub>2</sub>。因此,壳牌 Caroline 联合体的 SO<sub>2</sub> 排放是世界上同等规模处理厂中最低的。处理厂用水是从红鹿河附近的水井中汲取的,水在厂里被循环利用许多次,以减少新鲜水的用量。废水被回注到地下深井中,而不是排放到工厂周围的水体中。

## 4 输送管道控制管理

Enbridge 公司利用计算机软件(SCADA 系统)控制公司管道系统,这套软件帮助员工监视管线流动和压力状态、停止和启动泵、打开和关闭压力控制阀。Enbridge 公司开发和使用其专利管线控制系统(PCS),从而可以在中央控制室监控复杂多样的商品类型和批量输送活动。Enbridge 公司配备了一套精密、可靠的计算机实时泄漏监测系统(CPM),从管线中部署的流量计、压力和温度感应器以及比重计读取数据后,CPM 系统计算进入和离开管线系统的液烃体积,再对压力和质量的进出平衡进行比较,当有异常情况时,系统就会发出泄漏警告。这样,Enbridge 公司的所有管线输送活动就能够通过控制中心得到实时监控。

## 5 变更管理

为了保证对工艺流程、化学品、技术、设备的变更

在实施前被识别、评估、记录和批准,以防止安全、环境和操作事故的发生,必须实施适当的变更管理程序。需要注意的是:在每1000个变更中只有5~10个具有潜在高风险的变更适用于变更管理,要将时间和技术精力投入到这些高风险的变更中,若不分大小地去做变更管理,企业将不堪重负。任何一名员工或合同方都可通过填写变更申请表来启动变更程序。

变更管理实行分级管理,包括普通员工、总监、协调员和专项工程师等,每一级别有不同的职责。所有的员工和合同方要清楚启动变更管理程序的原因和变更管理的作用。总监的职责包括:批准一个变更申请进入评估程序;任命协调员;任命合适的人员评估变更的所有内容,并和其它生产单元和工厂进行联系和沟通;在变更前的安全评估结束后批准实施变更。协调员的职责包括:对每一项评估提出具体要求;保证所有的评估已经完成;保证所有文件已经更新并得到记录;保证所有的新设备被纳入维护管理体系。专项工程师是变更管理中技术方面的关键人员。他们负责在个人专长领域内开展特定评估,并将评估意见反馈给协调员。

## 6 对中国石油天然气行业清洁生产的启示

◆加方的石油企业比较注重环境风险事故的提前预防工作。壳牌Caroline联合体、Enbridge管道公司和Husky公司都建设了完善的在线监测系统,对输油管线、储油设备的运行状况进行即时监测,通过数学模型对采集到的数据进行计算,以发现非正常运行状况,并及时采取应急措施,从而防止事故的发生或污染程度的扩大。我国虽然建立了设备定期检修、巡检制度以及部分采用在线监测技术,但提前预防方面仍然缺乏及时性和系统性。

◆加方注重资源利用的可持续发展。EUB在制定法

规政策时,更注重经济地使用石油。我国部分地区在这方面还比较欠缺。

◆加方各油气开采与加工企业在污染处理与处置方面,采用回注与交给专业公司进行处理与处置的做法值得借鉴。但国内对石油天然气业废物处理与处置具备资质的专业化队伍较少,处理技术也不够完善。建议加强对石油行业废物处理的技术研究与应用示范,培育石油天然气行业废物处置与处理的专业化公司。

◆在HSE管理方面实行变更管理:从工艺、设计、设施、人员的变更上,做好变更管理,从根本上削减和消除事故隐患。虽然我国在变更管理上也做了一定的工作,但在具体实施过程中,还存在着一定的问题。

## 7 结束语

加拿大石油开采业的环境管理措施非常值得中国学习,从清洁生产角度来讲,加方的这些措施对我国的清洁生产审核提供了很好的思路,尤其是在中国的石油开采业中,在不断挖掘新的清洁生产思路的同时,还需要不断借鉴国外好的清洁生产技术,以尽可能降低石油开采业对环境的污染,实现经济效益和环境效益的双赢。

### 参考文献

- [1] 翟青,余薇,董艳丽,等.加拿大石油天然气工业的清洁生产[J].企业技术进步,2004,2:16-18.
- [2] 任磊.国外石油天然气开采行业清洁生产技术发展动态[J].油气田环境保护,2003,13(4):31-35.
- [3] 李伟.清洁生产审核在石油开采行业中的应用[J].辽宁城乡环境科技,2005,25(5):51-52.

(收稿日期 2011-11-10)

(编辑 宋淑云)

## 环境保护的起源

环境保护(简称环保)是由于工业发展导致环境污染问题过于严重,首先引起工业化国家的重视而产生的,利用国家法律法规和舆论宣传而使全社会重视和处理污染问题。

1962年美国生物学家蕾切尔·卡逊出版了一本名为《寂静的春天》的书,书中阐释了农药杀虫剂滴滴涕(DDT)对环境的污染和破坏作用,由于该书的警示,美国政府开始对剧毒杀虫剂问题进行调查,并于1970年成立了环境保护局,各州也相继通过禁止生产和使用剧毒杀虫剂的法律。该书被认为是20世纪环境生态学的标志性起点。

1972年6月5日~16日由联合国发起,在瑞典斯德哥尔摩召开“第一届联合国人类环境会议”提出了著名的《人类环境宣言》,是环境保护事业正式引起世界各国政府重视的开端。中国政府也参加了这个会议。

中华人民共和国的环境保护事业也是从1972年开始起步,北京市成立了官厅水库保护办公室,河北省成立了三废处理办公室共同研究处理位于官厅水库畔属于河北省的沙城农药厂污染官厅水库问题,导致中国颁布法律正式规定在全国范围内禁止生产和使用滴滴涕。1973年成立国家建委下设的环境保护办公室,后来改为由国务院直属的部级国家环境保护总局。各省(市、区)也相继成立了环境保护局(厅)。并设立环保举报热线12369和网上12369中心接受群众举报环境污染事件。

政府的环境保护部门主要职责是执行各级议会(人民代表大会)制定的控制污染物排放政策,鼓励开发污染物排放控制技术以控制污染,保护和改善环境。

(摘编自 央视网 2011-11-28)