

# 天然气输气行业清洁生产审核分析

高冀, 刘强

(中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司, 四川 成都 610215)

**摘要:**清洁生产是我国持续发展和科学发展的一项重要内容,也是实现我国污染控制重点由末端治理向生产过程控制转变的重要措施,而“清洁生产审核”是推行清洁生产的一种管理思路和方法。以中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司输气管理处进行清洁生产审核分析为例,阐述天然气输气行业开展清洁生产审核的意义。

**关键词:**天然气行业;清洁生产审核全过程控制

## 1 清洁生产与清洁生产审核的概念

清洁生产包含了两个全过程控制:即生产全过程控制和产品整个生命周期全过程控制。对前者而言,清洁生产的目的是节约原材料和能源,淘汰有毒有害的原材料,并在全部非产品物料和废物离开生产过程以前,尽最大可能减少它们的排放量和毒性;对后者而言,清洁生产旨在减少产品整个生命周期过程中(从原料的提取到产品的最终处置)对人类和环境的影响。“清洁生产审核”是推行清洁生产的一种管理思路和方法,其对象是现有生产装置和生产过程方案,对生产过程中从原材料使用到生产的每个环节、每个岗位进行审定,有意识地寻找污染产生的“地点”和“原因”,并提出可行的解决方案,也称“污染预防审核或污染预防评价”。对于不进行改造的现有产品和装置,结合物料衡算、能量衡算,实施清洁生产审核、采取减污措施、加强生产管理,可以减少污染物的产生量和排放量。

## 2 天然气输气行业开展清洁生产审核的目的

为进一步控制废气、废水、废渣对周围环境的影响,提高企业的输气效率,降低输气中资源能源消耗、天然气损失,减轻污染压力,提升企业的竞争力和品位,依据《中华人民共和国清洁生产促进法》、《清洁生产审核暂行办法》和相关的国家标准、行业标准及技术规范以及公司相关文件和资料,开展审核工作。

## 3 清洁生产审核的过程

输气管理处开展清洁生产审核工作主要分以下步骤:(1)审核重点确立及审核;(2)方案的产生与筛选;(3)方案实施。

### 3.1 审核重点的确立及审核

输气管理处下设7个输气作业区和6个后服单位,涉及到96座输、配气站点和138座阀室、阀井。对各作业站点在输气过程中各个主要废弃物产生源,从天然气的管理和指标监测、输气过程控制、技术工艺、设备维护和更新、资源能源的使用、废弃物、管理和员工等八个方面分析浪费产生原因,最后决定将合江作业区的纳溪站作为审核的重点区域,充分运用清洁生产方法,发现其资源能源流失的环节,找出资源能源浪费的主要原因,查找输气过程、作业区管理、站场维护以及废弃物排放等方面存在的问题,为清洁生产方案的产生提供了依据。

### 3.2 方案的产生和筛选

通过审核小组的宣传动员、组织座谈、发动全处广大职工参与,同时结合项目专家组的建

收稿日期:2009-02-28。

作者简介:高冀,男,毕业于河北省承德石油高等专科学校环境工程专业,主要从事油气田环境保护工作。电话:028-85601648,13980698830,E-mail:gaoji@petrochina.com.cn

议，从天然气的管理和指标监测、输气过程控制、技术工艺、设备维护和更新、资源能源的使用、废弃物、管理和员工等八个方面出发，共提出了155条方案。审核小组对这些方案进行了整理汇总，从技术可行性、环境可行性、经济可行性、实施难易程度等方面对方案进行讨论及分析，最终选定了“F8-3放空天然气的回收再利用”方案、“F8-7站场探照灯更换为节能灯”和“F8-15更新淘汰低效高耗设备”三个主要方案。

3.3 方案实施

3.3.1 F8-3 放空天然气的回收再利用

天然气的放空量占到总输气量的0.02%，因此，应采取措施加强对放空天然气的回收再利用。具体方案是：采用可移动式的收集装置，将放空天然气通过管道收集到集气囊，当气囊被充满到一定程度时，气体进入到缓冲罐中，并自动启动压缩机系统，将天然气压缩到一定的气压状态（略大于下游管线的压力）后，通过管道并入下游管线，当气囊中的天然气排空后，自动停止压缩机，收集的天然气也可以用于站点和周围农户生活用气。

3.3.2 F8-7 站场探照灯更换为节能灯

为了保证晚间输气的正常运行以及其它意外事故发生，输气管理处各作业区站场都使用探照灯，消耗掉大量的电量。因此在必须使用照明的前提下就要考虑节约用电。该方案主要是将现有站场探照灯更换为节电型HID探照灯，不仅提高灯具的使用寿命，而且节约电量消耗。

3.3.3 F8-15 更新淘汰低效高耗设备

目前在输气管理处部分作业区及站点使用的变压器已属于年代久远应淘汰的设备或不符合国家对此类设备应采用高效低耗能设备的产业政策，同时白白浪费大量的电能。因此，对17台变压器设备进行改造或更换。

4 方案实施的经济效益和环境效益

4.1 F8-3 放空天然气回收再利用的经济效益和环境效益

经济效益见表1。

表1 放空天然气回收利用经济分析表

项目	费用预算
一、设备投入费用	
1. 气囊	100(个)×400(元/个)=4万元
2. 缓冲罐	21万元
3. 压缩机	2台×80000(元/个)=16万元
4. 其它管线或设备	41×20%=8.2万元
总计	设备费用总计为49.2万元
二、运行费用	
1. 压缩机	2台×36kW×4h/d×90d×0.8元/度=20736元
小计	压缩机运行费用为2.0736万元
三、设备折旧费	折旧年限为10年，年折旧费为4.92万元
四、投资回报	
产生效益	为避免同时放空的现象，采用移动式一用一备方案： 投资费用为：49.2万元×2=98.4万元 收集放空天然气：2680346×50%=134.02万立方 产生费用：134.02万立方×0.7元/立方=93.8万元
投资回报期	$N = (98.4 + 2.0736 + 9.84) \div 93.8 = 1.18$ 年

通过表1所作的经济分析可以看出，对放空天然气采取措施进行收集后，一年多时间即可收回成本。因此，该方案可取得较好的经济效益。

该方案实施后，将大大减少天然气的放空量，按放空天然气50%被收集，年减少天然气排放134万方，减少二氧化碳排放近134万方，能取得较好的环境效益。

4.2 F8-7 站场探照灯更换为节能灯

通过表2所作的经济分析可以看出，更换为节能型探照灯后一年半时间即可收回成本。因此，该方案可产生较好的经济效益。

由于节能型探照灯使用寿命是普通探照灯的4倍，因此，不但可以减轻更换灯泡的麻烦，而且使废灯泡这样的固体垃圾减少了4倍，取得了较好的环境效益。

4.3 F8-15 更新淘汰低效高耗设备

对17台旧变压器进行设备改造或更换后，产生的经济效益见表3。

表2 站场探照灯更换节能灯方案经济评估表

项 目	方案实施前后对比
一、使用寿命	
1. 普通探照灯	灯管寿命一般在4 000 h, 按每天8 h计, 可使用500 d
2. 节能型探照灯	CDM灯管寿命为16 000 h, 按每天8 h计, 可使用2 000 d
小 计	节能型探照灯使用寿命是普通探照灯的4倍
二、探照亮度	
1. 普通探照灯	目前站点使用的是400 W的灯管
2. 节能型探照灯	达到相同的探照亮度, 选用150 W即可
三、投入费用	
节能型探照灯	按输配气站共234座, 每站场共使用4个, 则有: $234(\text{座}) \times 4(\text{只/座}) \times 558(\text{元/只}) = 52.23(\text{万元})$
其它费用	$55.23 \text{ 万元} \times 1.5\% = 0.7834 \text{ 万元}$
小 计	总投入费用为53.01万元
四、投资回报	
1. 使用寿命	使用普通灯为500天, 而使用节能探照灯为2000天, 则更换灯具节约的费用: $234(\text{座}) \times 4(\text{只/座}) \times 20(\text{元/只}) \times 3 \times 50\% = 2.808(\text{万元})$
2. 节约电费	按探照灯每天开启8 h, 共开启20%计: $234(\text{座}) \times 4(\text{只/座}) \times 8(\text{h}) \times (400 \text{ W} - 150 \text{ W}) / \text{座} \times 20\% \times 0.8(\text{元/度}) = 29.952(\text{万元})$
3. 产生效益	$2.808 + 29.952 = 32.76 \text{ 万元}$
4. 投资回收期	$N = 53.01 \div 32.76 = 1.62(\text{年})$

表3 应改造的变压器效益分析

序号	作业区名称	规格型号	实际效率,%	最大负荷, kW	年运行小时数	更新后效率,%	当地电价(元/度)	节约电量按60% 负荷计(度)	效益(元)
1	成都作业区	S7-30/10	50	30	8 280	75	0.85	37 260	31 671
2		S7-20/10	50	20	8 232	75	0.61	24 696	15 064.56
3		S7-20/10	50	20	8 160	75	0.62	24 480	15 177.6
4		S7-30/10	45	30	8 424	75	0.58	45 489.6	26 383.97
5	合江作业区	S7-30/10	20	20	7 320	75	0.62	48 312	29 953.4
6		S7-30/10	20	20	8 088	75	0.61	53 380.8	32 562.29
7		S7-30/10	25	20	8 028	75	0.66	48 168	31 790.88
8	南充作业区	S7D-20/10	20	22	8 088	75	1.04	5 8718.88	61 067.64
9		S7D-20/10	20	22	8 208	75	0.96	5 9590.08	57 206.48
10		S7D-20/10	20	22	8 136	75	0.65	5 9067.36	38 393.78
11		S7D-20/10	30	22	8 328	75	0.73	4 9468.32	36 111.87
12		S7D-20/10	45	22	8 256	75	0.73	3 2693.76	23 866.44
13	仁寿作业区	S7-30/10	30	25	8 424	75	0.68	56 862	38 666.16
14		S7-20/10	30	15	8 160	75	0.68	33 048	22 472.64
15		S7-30/10	30	25	8 088	75	0.68	54 594	37 123.92
16		ICSB710	30	25	8 280	75	0.68	55 890	38 005.2
17		S7-20/10	30	25	8 028	75	0.68	54 189	36 848.5
合计								795 907.8	572 366.4

通过表3所作的经济效益分析可以看出,对变压器的负荷按60%计,则年节约电量近80万度,年产生效益就为57万多元。经计算,改造或

更新设备所需投资为155.56万元,投资回收期为2.72年。因此,本方案能产生较好的经济效益。

(下转第57页)

析数据中没有氨氮,而经过絮凝沉淀池和气浮池处理后,反而分析出氨氮并有所增加。因此,絮凝剂的含量不是越多脱除效果越好,一定要控制在适当范围内才能达到最佳效果。

从停留时间上看,主要方面是提高了生物滤池生化处理能力,延长了生化时间,增加了生化反应深度,使更多的油类物质被降解。另外也增加了絮凝剂与污染物物化反应程度;时间越长脱除效果越好。

3.2 冷却塔和冷却塔风机的脱除效果

在实际污染物去除率设备对比数据中,发现忽略了一个重要的污染物去除率最大的设备—冷却塔。通过实际数据观测表明,三级冷却塔在COD和石油类去除率中发挥了巨大作用。下面是为应对苯乙烯装置汽提塔停用,如何应对污水大污染负荷冲击时,分别对各设备监测时一组冷却塔去除效果数据。下表是连续对冷却塔5 d的进水和出水对比数据。

表2 冷却塔脱除效果数据表

苯乙烯来水		冷却塔出水		去除率,%	
石油类/ (mg·L <sup>-1</sup> )	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )	石油类/ (mg·L <sup>-1</sup> )	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )	石油类/ (mg·L <sup>-1</sup> )	COD/ (mg·L <sup>-1</sup> )
69.47	176	0.91	11	99	94
70.4	190	1.13	9	98	95
68.24	188	0.72	7	99	96
81.76	217	2.03	21	98	90
69.55	153	0.75	13	99	92

从这组数据中可以明显看出冷却塔对主要污染成份的去除率是十分显著的。这种现象从原理

上也很好解释。因为油类物质在水中溶解度很小,尤其是在高温情况下更不稳定。苯乙烯工业污水水温达100℃左右,进入冷却塔多孔性填料后,变成水滴状后,与空气接触比表面积迅速增大,在冷却塔风机的强力扩散作用下,油类物质相对饱和蒸汽分压骤然减少,迅速从水中溢出。这个脱除过程是个物理化过程,效果是十分理想的。

4 优化操作增加污水处理场抗负荷冲击能力

实际操作中,日常污水处理只需要根据来水污染物分析含量,及时调整絮凝剂加药量。保证溶气比和生物滤池含氧量,定期对一二级滤器、生物滤池进行反冲洗,就可达到污水处理外排标准,保证回用水量。

在苯乙烯汽提塔停车,来水污染负荷骤增的情况下,将并联的三个冷却塔风机全部投用。从清水池接临时管线,将清水池中水返回到均质池中,即稀释了污染物的浓度,又最大增加停留时间,提高了脱除率。在提高工艺处理能力的同时,对隔油池用泵及时将油层吸出装桶。通过这些措施,确保了在苯乙烯汽提塔停用期间的外排污水水质达标。为实现清洁生产提供了必要的污水处理技术保障。

掌握现有化塑厂污水工艺控制技术,利用现有设备实现优化污水工艺操作,充分发掘污水处理装置潜力,做到正常状态时,通过科学合理污水处理药剂使用量,实现最佳脱除率。达到在确保污水处理合格的基础上,降低污水处理成本。事故紧急状态时,能够依托现有污水处理装置,最大化发挥出控制事故污水外排,确保杜绝水质污染事故发生。

(上接第54页)

变压器设备改造或者更新后,其产生的噪声和电磁辐射污染都将下降,将取得较好的环境效益。

5 结 语

以中国石油天然气股份有限公司西南油气田分公司输气管理处进行清洁生产审核分析为例,运行清洁生产审核方法确定了“F8-3放空天然气的回收再利用”、“F8-7站场探照灯更换为节能灯”和“F8-15更新淘汰低效高耗设备”三

个主要方案并进行了实施,都取得了较好的经济效益和环境效益。对其它输气站进行清洁生产审核具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 宋雷蕾,于健.清洁生产审核的实际应用步骤.循环经济的理论与实践[J].2001,183-185.  
[2] 王之顺,王凤炜.化工企业清洁生产的环境与经济效益分析[J].城市环境与城市生态,2004,17(5).33-35.