

# 火电行业清洁生产水平分析与评价—— 以 M 火电企业为例

贾海娟, 黄显昌, 谢永平

(中国电力工程顾问集团 西北电力设计院, 陕西西安 710075)

**摘要:**火电行业在能源消耗中占有重要的地位,如果在火电行业中有效地实施清洁生产,将改变目前采取“末端治理”为主的被动污染控制模式。以 M 电力企业为例,分析了其典型的清洁生产措施,并与火电行业清洁生产主要指标进行对比,评价该企业在火电行业的清洁生产水平,其成功的清洁生产措施可以为行业开展清洁生产工作提供经验。

**关键词:**火电;清洁生产水平;可持续发展;评价

中图分类号:X38

文献标识码:B

文章编号:1006-8759(2010)02-0054-04

## ASSESSMENT AND ANALYSIS OF CLEANER PRODUCTION STANDARD IN THE POWER PLANT INDUSTRY

JIA Hai-juan, HUANG Xian-chang, XIE Yong-ping

(Northwest Electric Power Institution China Power Engineering Consulting Group  
Corporation, Xi'an 710075, China)

**Abstract:**The power plant played an important role in energy consumption,if the effective cleaner production is implemented in the power plant industry,the environmental pollution regulated pattern that end-of-pipe control at present can be changed.In this paper, the typical measures of cleaner production are analyzed,taking certain power plant enterprise in M for example,it compared with main index of cleaner production in power plant industry and assessed the cleaner production standard of enterprise.The successful cleaner production measures provided valuable experience for the industry which carried out cleaner production in the future.

**Keywords:**power plant;cleaner production standard;sustainable development;assessment

### 0 引言

清洁生产是实现经济和环境协调持续发展的重要手段之一,也是20世纪90年代初以来国际社会努力倡导的新的环境战略,其实质是把预防污染的综合环境策略持续应用于生产过程、产品

设计和服务中,以期增加生态效率并减少对人类和环境的风险<sup>[1,2]</sup>。其目的是使生产过程的污染物产生量、流失量和治理量达到最小,资源得到充分利用。长期以来,我国煤炭占国内总能源生产、消费的70%左右,电力80%是燃煤电站生产的。如果电力企业能够做到清洁生产,则我国的环境污染问题可以在很大程度上得到控制。抓好电力企业污染防治、控制和治理工业污染源、是走新型工

业化道路、避免重蹈发达国家(先污染、后治理)老路、实现可持续发展的重要举措<sup>[3]</sup>。

## 1 清洁生产是走向电力企业可持续发展的必由之路

我国的能源结构长期以来以煤炭为主,随着煤炭转化为电能的比例越来越高,电力行业加强清洁生产的任务越来越紧迫<sup>[4]</sup>。特别关注的是 2010 年 1 月 1 日起即将实施的火电厂新的大气污染物排放标准<sup>[5]</sup>,对火电厂提出了更加严格的指标限值和环管理要求,按照新的排放标准,即使燃煤电厂燃用含硫率为 0.3 % 的煤都需要加装烟气脱硫装置,同步建设脱硝装置,并且除尘效率有待进一步提高,可见,日益增加的环境管理成本已成为制约火电厂发展的一个主要因素。为此燃煤电厂必须坚持可持续发展的基本原则:即优化火电结构,大力发展水电,适当发展核电,积极利用可再生能源发电。优化火电结构的主要技术措施:关停小火电机组,改造老机组提高经济和环保效益,加快发展高效、低污染的大型火电机组,通过应用这些技术,中国将加快淘汰高耗能机组的速度,优化火电结构<sup>[6]</sup>。清洁生产是燃煤电厂可持续发展的永恒课题,国家对火电厂实行浓度达标、总量控制的双重管理,必须制定持续清洁生产计划,使清洁生产有组织、有计划地在燃煤电厂进行下去。

节能、降耗、减污、增效,提高燃煤电厂综合竞争能力;将污染物消除在生产过程中,降低污染治理设施的建设和运行费用,并有效解决污染转移问题;从而使企业在环境效益和经济效益两个方面获得双丰收,只有这样,燃煤电厂才能在一轮又一轮不间断的清洁生产审核中,提升企业可持续发展目标。

## 2 火电厂实现清洁生产的措施

将清洁生产的思想和理念运用在火电生产中,那么在原材料选用上应优先考虑使用清洁能源,燃煤采用清洁利用的方法;在发电过程中通过改进技术工艺、设备和优化过程控制,以减少粉尘、二氧化硫、氮氧化物、噪声、废水、灰渣等污染物的产生;通过废水回收处理和再循环利用技术,减少废水排放对环境的影响;通过干排灰、干排渣技术,提高灰渣的综合利用水平;通过变压器经济运行等技术,减少发电设备的电能损耗。

针对污染物产生部位及产生原因,下面从燃料选择及净化处理、生产过程、污染物回用或综合利用等方面总结出企业实现清洁生产的措施,如表 1。

表 1 火电厂的清洁生产措施

过程及排放物	工艺及技术
燃料输送	全封闭除尘,燃料清洁输送;燃用低硫燃料,高硫燃料脱硫后燃用,燃煤中加入多种改良元素,脱硫并生成水泥胶凝材料矿物质;采用高效低氮燃烧方式
燃烧过程	杜绝对跑、冒、滴、漏;余热利用
过程节能	因地制宜,采用高效脱硫、脱硝方法,低氮燃烧技术
SO <sub>2</sub> 、NO <sub>x</sub>	选用低噪声设备,并采用吸声、隔声、消声等措施
噪声	采用高效除尘器,如电除尘器
尘	分级利用:高级(提取铁粉、碳粉等);中级(生态水泥、加气混凝土等);低级利用(筑路、填埋)
粉煤灰	采用膜处理及电去离子水处理法,减少运行中酸碱废水;其它废水多级处理,梯级利用,达到零排放
废水	回收处理
废料	

火电厂清洁生产,把污染治理从被动的末端治理转化为直接创造财富,由污染大户转变为生态型企业。从表 1 可以看出,火电厂清洁生产提高了资源能源利用效率,实现了废物排放最小化,所以其可持续性提高<sup>[7]</sup>。随着生产技术的发展和管理水平的提高,新的清洁生产技术不断出现,企业必须不断推进清洁生产,研究和开发新的清洁生产技术,加大技术改造力度,强化全面管理,提高清洁生产水平<sup>[8]</sup>。

## 3 企业清洁生产水平分析与评价

### 3.1 企业清洁生产水平调查与分析

现阶段部分火电企业在推行清洁生产的过程中,仅注重节约能源与资源,而忽视了减少污染物的排放。在调研同类型电厂生产现状的基础上,结合本厂的实际情况,类比同行业部分电厂原料消耗水平和产污水平,见表 2 和表 3。类比是产生方案的一种快捷、有效的方法,电厂工程技术人员可在广泛收集国内外同行业的先进技术,制定清洁生产方案<sup>[9]</sup>,推进火电厂节能、降耗、减污、增效工作的开展。

M 电厂总装机容量 2 600 MW,采用清洁生产方式:石灰石-石膏法脱硫,脱硫副产品石膏与粉煤灰、渣送往建材厂;采用低氮燃烧方式,废气达标排放;废水零排放处理。从源头削减污染,提高资源的利用率,减少了火电生产过程中污染物的产生和排放,使得主要清洁生产指标达到标准要求。

表2 国内部分机组原料消耗水平

项目名称	容量	发电耗标煤/ ( $\text{g} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )	年平均水耗/ ( $\text{m}^3 \cdot (\text{SGW})^{-1}$ )
邹县电厂三期	2×1 000 MW(湿冷)	292.0	0.660
潍坊电厂	2×670 MW(湿冷)	297.0	0.610
华电土右电厂一期	2×600 MW(空冷)	325.0	0.158
宁夏灵武电厂	2×600MW(空冷)	304.0	0.148
韩城二厂二期	2×600MW(空冷)	304.6	0.134
陕西府谷电厂一期工程	2×600MW(空冷)	302.3	0.128
M电厂(二期)	2×600MW级(空冷)	291.0	0.116
国内平均水平		390.0	0.940
《火电厂节水技术导则》对空冷机组要求		/	0.100~0.200
发改能源[2004]864号文对空冷机组要求		305.0	0.180

由表2可以看出,M电厂标准煤耗指标优于国内平均水平,符合发改能源[2004]864号文对煤耗要求;水耗指标优于国内平均水平,符合规程要求及对空冷机组的耗水要求,充分体现了高参数超临界空冷机组在清洁生产方面的优势。

由表3可以看出,M电厂的产污水平与国内同类电厂相比较低,与东部先进电厂相比,单位电量SO<sub>2</sub>排放量和单位电量的烟尘排放量均有一定的下降空间。

### 3.2 计算实例

表4 M火电企业定量评价指标评价结果

一级指标	二级指标	权重分值	评价基准值	本工程指标	单项评价指数	考核总分值
能源消耗指标	纯凝汽机组供电煤耗 (空冷机组)/( $\text{kgce} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )	35	0.375	0.291	1.29	42
	单位发电量耗水量 (空冷机组)/( $\text{kgce} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )	10	0.80	0.42	1.90	12
资源消耗指标	工业用水重复利用率 (闭式循环)/%	10	95	95.7	0.99	99
	全厂汽水损失率/%	5	1.5	1.05	1.43	6.0
综合利用指标	粉煤灰综合利用率/%	10	60	100	1.67	12.0
	脱硫石膏利用率/%	5	100	100	1.00	5.0
污染物排放指标	烟尘排放量/( $\text{g} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )	5	1.8	0.12	15.0	6.0
	SO <sub>2</sub> 排放量/( $\text{g} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )	10	6.5	0.37	17.6	12
	废水排放量/( $\text{kg} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )	5	1.0	0	1.2	6.0
	厂界噪声/dB(A)	5	≤60	55	1.09	5.45
	综合评价指数/P					116.4

注:1. 评价基准值的单位与其相应指标的单位相同;2. 企业清洁生产评价指标针对发电企业全厂清洁生产水平进行评定,企业包括不同类型发电机组时,分别确定指标,按全年发电量加权平均;3. 企业综合利用电不在机组能耗范围计算。

通过对企业10项主要清洁生产指标的评价,结果全部指标均达到清洁生产水平要求,可见企业在推行清洁生产的过程中,采用了上述典型的节能、降耗、减排、污染治理等措施,取得了明显的经济与环境效益,评价其为清洁生产企业。

根据我国目前火电行业的实际情况,不同等级清洁生产企业的综合评价指数列于表5。

表3 国内部分电厂产污水平

电厂名称	容量 (MW)	单位电量SO <sub>2</sub> 排放量/ ( $\text{g} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )	单位电量烟尘 排放量/ ( $\text{g} \cdot (\text{kWh})^{-1}$ )
河津电厂一期	2×350	2.79	0.28
广安电厂一期	2×300	23.95	0.25
蒲城电厂一期	2×330	22.10	0.71
锦界电厂一期	2×600	0.35	0.17
韩城二厂二期	2×600	0.96	0.13
邹县电厂三期	2×1000	0.40	0.13
陕西府谷电厂	2×600	0.30	0.08
M电厂	2×600	0.37	0.12

为了指导和推动火电企业依法实施清洁生产,提高资源利用率,减少和避免污染物的产生以及保护和改善环境,国家发改委颁布了《火电行业清洁生产评价指标体系(试行)》<sup>[10]</sup>。该指标体系用于评价火电企业的清洁生产水平,并为企业推行清洁生产提供技术指导。参照体系给出的燃煤电厂生产过程清洁生产水平的技术指标,对企业的物耗、能耗、污染物因子进行调查,并作出清洁生产水平评价,其定量评价指标项目、权重分值及考核评分计算结果见表4。

由表4可以看出,本工程各项评价指标值均优于《火电行业清洁生产评价指标体系(试行)》中所列出的评价基准值,综合评价指数116.4,大于清洁生产先进企业清洁生产综合评价指数95。因此本工程清洁生产水平达到了清洁生产先进水平。

表 5 火电行业不同等级的清洁生产企业综合评价指数

清洁生产企业等级	清洁生产综合评价指数
清洁生产先进企业	$P \geq 95$
清洁生产企业	$80 \leq P < 95$

#### 4 结束语

清洁生产是以节能、降耗、减少污染排放为目的,以科学管理、技术进步为手段,达到保护人类健康和生态环境的目的<sup>[1]</sup>。清洁生产为火电厂有效管理不仅开创了良好条件、开辟了崭新道路,而且丰富和完善了火电厂管理思想,还可以帮助火电厂提高自身素质、综合实力和市场竞争力,是火电厂实现可持续发展目标的环境保护战略。清洁生产的推行为中国环保产业的发展带来了机遇和希望,对完善和发展中国的环境管理体系也有积极的推动作用。

#### 参考文献:

- [1] 石虹,某火电厂实施绿色管理的实证分析[J].长沙大学学报,2008,22(5):52~55.
- [2] 牛海斌,王太.火电厂清洁生产初探[J].电站系统工程,2003,15(3):31~32.
- [3] 于吉.清洁生产与电力环保[J].中国电力企业管理 2003,6:22~23.
- [4] 付蓉.我国电力清洁生产的现状及障碍探讨[J].中国能源,2004,26(2):27~30.
- [5] 火电厂大气污染物排放标准(征求意见稿).
- [6] 段永泽,贾烁华等.燃煤电厂清洁生产技术初探[J].山西电力,2005,5:54~56.
- [7] 王灵梅,张金屯等.火电厂清洁生产的可持续性分析与评估[J].环境科学与技术,2005,28(2):64~66.
- [8] 王鹏飞,陈亢利.热电厂清洁生产水平调查与分析——以江苏省昆山市典型热电企业为例[J].中国资源综合利用,2009,27(2):42~44.
- [9] 孙大光等.燃煤火电厂清洁生产方案的选取与实施[J].能源环境保护,2004,18(2):5~7.
- [10] 火电行业清洁生产评价指标体系(试行).
- [11] 汪翠,裴锋,毛焕华.火力发电厂清洁生产的可持续发展初探[J].电力建设,2005,26(3):56~58.

(上接第 53 页)

均衡的分布,影响了能源工业协调发展,且大量的能源从外面调入将会对湖南省的交通运输造成很大的压力。

#### 4.3 以煤为主的能源结构不利于环境保护

煤炭是湖南省的基础能源,富煤、缺油、乏气的能源结构较难改变。湖南省煤炭清洁利用水平低,煤炭燃烧产生的污染多。长期以来,湖南省经济增长需要消耗大量原煤等常规能源。2008年,全社会能源消费中,煤品燃料消费量占 80.1%,是世界平均水平的 2.8 倍,由于煤炭热值比石油和天然气低很多,能源利用效率差,要实现等值的能量,必须消耗更多的煤炭资源,节能降耗难度大。这种状况持续下去,将会给生态环境带来更大压力<sup>[7]</sup>。

#### 4.4 能源结构调整难度大

由于湖南省正处于工业化、城镇化加速发展的重要阶段,经济发展较快,水泥、钢铁、电力、有色金属等高耗能产品的需求量越来越大,产品价格上涨幅度较大,结构调整难度更大了。

#### 4.5 能源技术相对落后

湖南省能源技术虽然已经取得较大进步,但与发展的要求相比还有较大差距。可再生能源、清

洁能源、替代能源等技术的开发相对滞后,节能降耗、污染治理等技术的应用还不广泛,一些重大能源技术装备自主设计制造水平还不高。

要实现“十一五”能源消费目标,湖南省在将来的社会发展中应该做到:增强全社会的节能意识,把节约能源放在首位;加大对重点耗能企业节能的监管力度,大力发展循环经济;依靠科技创新,降低单位产品能耗,提高能源利用率;优化产业结构,降低工业整体能耗水平;大力发展新能源,创造合理的能源消耗结构<sup>[8]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 李国华.国内外节能现状分析及对中国的启示[J].科学与管理,2007,5:19~21.
- [2] 刘鸿章.科技为节能插上“双翼”[J].上海人大,2006,5:18.
- [3] 赵阳,刘向,何德功.节能在国外[J].决策与信息,2005,9:72~74.
- [4] H·钱纳里.工业化和经济增长的比较研究[M].上海人民出版社,1995.
- [5] 王广斌.合同能源管理与政府机构节能问题研究[J].商业时代·学术评论,2006,16:80~81.
- [6] 倪俊.强化节能管理的措施[J].能源研究与利用,2000,3:9.
- [7] 龙敏贤,六铁军.能源管理工程[M].安徽:中国科技大学出版社,1999.
- [8] 王革华,田雅林,袁婧婷.能源与可持续发展[M].北京:化学工业出版社,2005,187.