

# 火电厂废水“零排放”系统

李 锐<sup>1</sup>, 何世德<sup>1</sup>, 杜云贵<sup>2</sup>, 张占梅<sup>1</sup>, 杨运平<sup>1</sup>

(1. 重庆远达水处理工程有限公司, 重庆市 400039; 2. 重庆大学资源与环境科学学院, 重庆市 400044)

**摘 要:**随着中国经济的快速增长, 水资源的短缺矛盾日益突出。作为耗水大户的电力企业, 必须提高水资源的重复利用率、节约用水, 这就要求火电厂实施废水“零排放”。概要介绍了火电厂废水“零排放”应用现状, 阐述了火电厂废水“零排放”实现的措施及确保火电厂废水“零排放”的有效方法。

**关键词:**火电厂; 节水; 零排放

**Abstract:** With the rapid rise of our national economy, the contradiction of water lacking becomes acute increasingly. Because of using water greatly, the power plant must improve the reusing rate of water and use water frugally. It means the power plant must realize the zero discharge of waste water. The application status of zero discharge of waste water is introduced briefly, and the measures of realizing zero discharge of waste water are described as well as some effective methods for guaranteeing the zero discharge of waste water in power plant.

**Key words:** power plant; water saving; zero discharge of waste water.

**中图分类号:** X703; TK227.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6954(2008)02-0088-03

中国是一个淡水资源极度匮乏的国家, 随着经济社会的发展, 资源型和水质型缺水已成为制约中国经济社会可持续发展的瓶颈。电力工业是国民经济的基础产业, 经济发展离不开电力的增长, 电力工业既是用水大户, 也是排水大户。在中国, 火力发电厂作为耗水大户, 其用水量约占工业用水量的 30%~40%, 仅次于农业用水量。近年来, 随着环保监管力度的加强, 特别是水资源费和排污费征收更趋合理, 水的成本在电厂运行成本中所占份额越来越大。火电厂节约用水、提高水的重复利用率、减少排放的实施势在必行, 意义重大, 节水工作的开展与否直接影响电力企业的生产经营和持续发展。火电厂废水“零排放”是节水的最佳途径。所谓“零排放”, 是指不向外界排出对环境有任何不良影响的水, 进入电厂的水最终以蒸汽的形式进入大气中, 或是污泥等适当的形式封闭、填埋处置。实现废水“零排放”, 电厂必然将实现最大程度的节水, 同时最大限度的保护水环境, 最终实现电厂经济效益和社会效益的全面改善<sup>[1-3]</sup>。

## 1 国内外火电厂废水“零排放”现状

火力发电厂废水“零排放”工艺是美国、加拿大

重庆市重点攻关项目 (CSTS, 2007AD7036)。

20 世纪 70 年代提出的工艺, 经 30 年来的研究、设计、运用, 近年来该工艺已基本成熟。许多发达国家在引进该工艺的基础上, 根据本国的具体情况, 充分利用当今的新技术、新设备, 真正做到火电厂用水闭路循环, 确保废水“零排放”。美国科罗拉多州的 R. D. Nixon 电厂、Hayden 电厂和澳大利亚立德尔贝司渥德火电厂等成功实现废水“零排放”, 并取得了多年运行的满意经验<sup>[4]</sup>。

中国火电厂废水“零排放”启动较晚, 该项目在国家重点建设项目西柏坡火电厂进行试验应用, 达到了国家电力公司科学技术项目合同预期目标和要求的主要技术经济指标。实现了火电厂废水“零排放”的总目标, 环保效益和社会效益显著<sup>[5]</sup>。目前, 国内部分电厂也相继完成了废水“零排放”, 如北票发电厂、大同热电厂、河津发电厂、沙角 C 电厂、神华阳光电厂和太原第一热电厂等。由于火电厂废水“零排放”项目经济、环境、社会效益巨大, 一些火电厂也正陆续开展此项工作。

## 2 火电厂各水系统水质特征

火电厂废水系统一般由循环冷却排污水、脱硫废水、含油废水、含煤废水、排泥废水、除灰废水、其他工业废水和生活污水等构成。其中循环冷却排污水和除灰废水排水水量较大, 占整个火电厂废水的 80%

表 1 火电厂各水系统水质特征

废水名称	废水来源	排放特征	主要污染物	占总废水百分比(%)
生活污水	生活区生活污水	连续水量	BOD、SS	0.5~3
	生产区生活污水	变化系数 2.5		
冷却系统排污水	湿式冷却塔排污水	连续, 定值	Ca <sup>2+</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、SS	30~70
含油废水	油库油处理间有洗涤排水	经常, 不连续	油污	0.1~1
	大小修或事故排放含油废水	非经常性排水		
	工业冷却及杂用排水	连续, 基本定量		
经常性化学排水	化学除盐再生水	经常, 不连续	pH、COD、Cl <sup>-</sup> 、SS	2~7
	化学预处理污泥水	经常, 不连续		
	锅炉高温排污水	连续, 定期		
	取样排水	不连续, 量少		
非经常性化学排水	锅炉化学清洗	非经常	Ph、COD、SS、Ca <sup>2+</sup> 、 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、重金属	2~5
	炉管、空气预热器、除尘器及烟囱的不定期冲洗水	非经常		
	凝汽器管泄漏检查水	非经常		
	湿冷塔清洗水	非经常		
除灰废水	冲灰水	连续, 定量	COD、SS、Ca <sup>2+</sup> 、 SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> 、重金属	20~50
	冲渣水及水封溢流水			
煤场排水	输煤系统冲洗水	经常, 不连续	SS	0.5~2(随降雨量而定)
	煤场雨水	不定期		

左右。其它废水水量由火电厂的具体用水情况而定。火电厂各废水系统水质详见表 1。

### 3 火电厂废水“零排放”实现的措施

火电厂废水实施“零排放”从技术上讲有多种方案, 根据产生废水的种类分类收集, 进行分质、分类处理和综合处理。例如将电厂废水集中处理后再用, 但由于电厂废水的水量大, 水质差别大, 同时许多污染物的含量极低, 因此处理难度大, 从经济角度考虑是不可行的。而将各系统废水分别处理和回收利用, 在生产过程中减少用水和排水, 不仅技术上可行, 经济上也可以承受<sup>[6]</sup>。火电厂废水“零排放”的实现必须采取有效、可行的措施; 依据火电厂各用水系统的现状, 对火电厂水系统水量平衡进行分析, 做出总体规划; 使水在各用水系统之间梯度循序使用, 将多余废水处理回用, 或水在单个水系统中自身闭路循环使用, 从而达到废水“零排放”的目的。

#### 3.1 水系统水量平衡分析, 总体规划

火力发电厂内存在着各种用水系统, 各用水点的

用水量以及对水质的要求也不尽相同。准确的水量平衡是实现火电厂“零排放”的关键, 必须把全厂用水看作一个整体, 统筹规划全厂的取排水水量、水质, 协调好各用水系统用水分配, 做好水量平衡。优化各用水系统的关系, 根据其水质、水量要求, 为废水处理回用找到归宿, 减少系统补给水量, 最终达到节水、“零排放”的目的。

#### 3.2 梯度循序使用

火电厂各用水系统繁多、复杂, 水质、水量不尽相同。采用梯度循序使用水资源可充分利用水资源, 节省电厂运行成本, 降低环境污染程度。辅机冷却水和循环冷却水排水水质相对较好, 仅 TDS 浓度较高, 可充分用于水质要求相对较低的脱硫工艺用水等, 脱硫废水经处理后可用于除灰、煤场用水等。

#### 3.3 闭路循环使用

清污分流是用水单位常采用的手段, 污染较重的废水不宜与轻污染水混合处理, 以减轻处理难度和降低处理成本。除灰废水和煤场废水污染物种类繁多, 污染较重, 处理后回用于其它水系统不经济。一般经济措施为除灰废水和煤场废水经简单处理后, 闭路自身循环使用。

### 3.4 处理后回用

火电厂循环冷却水排水量一般较大,其他用水系统如脱硫用水、除灰煤场用水等水系统用水量有限,不能全部采纳循环冷却排污水。为达到电厂废水“零排放”的目的,就必须将多余的循环冷却排污水处理后回用。一般将多余循环冷却排污水经膜处理后自身回用或回用作锅炉补给水。

## 4 确保火电厂废水“零排放”有效方法

### 4.1 加强水务管理

火电厂废水“零排放”设计建设是短期的过程,而运行管理才是长久之事。火电厂废水“零排放”的实施离不开强有力的管理措施,必须加强水务管理。水务管理的目的在于:“在满足电厂安全运行的前提下,按照各工艺系统用水量及对水质的要求,结合水源条件,合理选择水源和供水系统;根据各排水点的水量水质和环保要求,合理确定各排水系统及废水处理方案;通过行之有效的技术措施,对电厂各车间各设备用排水量进行平衡及重复使用,并监测和控制运行中的用排水量和排水水质,以最小的投资获得最大的节能效益,从而达到节约用水和保护环境的。”<sup>[7]</sup>

### 4.2 提倡节约用水

火电厂节约用水将减少电厂取水量和废水排放量,更有利于火电厂废水“零排放”的实现。火电厂循环冷却排污水占电厂总废水量的比例最大,直接影响电厂废水“零排放”项目的顺利实施。而浓缩倍率直接决定循环冷却水系统的补水量和排水量,电厂减少耗水量和废水量的关键是提高循环水的浓缩倍率。以2×600 MW机组循环冷却系统为例,浓缩倍率为2时,其补充水量和排污水量分别为3 592 t/h和1 680 t/h;当浓缩倍率提高到4时,其补充水量和排污水量分别降到2 394 t/h和471 t/h<sup>[8]</sup>。因此,如何提高浓缩倍率、减少排污水量,是当前火电厂节水治污、废水“零排放”的重要研究课题。西柏坡电厂采用分级浓缩串联补水新技术,以提高整个循环水系统的浓缩倍

率。即1、2号机组循环水浓缩倍率为1.76,其循环排污水用弱酸阳离子交换树脂处理后作为3、4号冷却塔的循环补给水,3、4号机组的循环水浓缩倍率为4。西柏坡电厂循环水浓缩倍率的提高,为其废水“零排放”的实施提供了有利的条件<sup>[5]</sup>。

## 5 结束语

火电厂废水“零排放”是一个复杂的系统工程,必须统筹规划,完善水系统水量平衡,采取水资源梯度循序使用、自身循环使用及处理后回用等措施,兼顾治水、管水、节水,以确保火电厂废水“零排放”的实现。废水“零排放”方案的实施,不仅保护了环境,同时还节约了用水,缓解了当地水资源短缺矛盾,为发电公司带来巨大的经济效益。

### 参考文献

- [1] 王文兵. 火电厂废水零排放改造方案[J]. 电力建设, 2000, 12: 41~44.
- [2] 魏飞, 张雅杰. 火电厂废水处理发展现状[J]. 内蒙古环境保护, 2004, 17(3): 22~25.
- [3] 龙国庆. 火电厂废水零排放工艺综述[J]. 机电工程技术, 2004, 33(8): 9~10.
- [4] 王佩璋. 火力发电厂全厂废水零排放[J]. 电力环境保护, 2003, 19(4): 25~29.
- [5] 王家生, 黄种买, 易赛莉, 等. 大同热电有限责任公司废水零排放工艺研究[J]. 电力环境保护, 2002, 18(2): 21~23.
- [6] 裘晟, 李磊. 火电厂水务管理与零排放设计研究[J]. 水利电力机械, 2004, 26(5): 49~53.
- [7] 张贵祥, 董建国, 李志民等. 火电厂废水“零排放”设计研究与应用[J]. 电力建设, 2004, 25(2): 52~54.
- [8] 张福常, 杨培育. 西柏坡电厂废水零排放工程的设计与施工[J]. 电力建设, 2001, 22(1): 23~27.

### 作者简介:

李锐(1971~), 男, 高级工程师, 主要从事火电厂废水处理设计工作。

(收稿日期: 2007-12-28)

# 节约能源 保护环境