

# 火力发电厂循环水处理技术的发展趋势

杨海燕<sup>1</sup>,包明山<sup>2</sup>,董素芹<sup>1</sup>

(1 内蒙古农业大学职业技术学院,内蒙古 包头 014109;2. 乌海市蒙西电厂,内蒙古 乌海 016014)

**摘要:**本文分析了几种典型水处理技术的主要发展特点与趋势,从水处理工艺方面阐述火力发电厂水处理技术的最新进展与应用情况。

**关键词:**火电厂;水处理技术

**中图分类号:**TM621 **文献标识码:**A **文章编号:**1007—6921(2007)20—0068—02

水,是一种宝贵的自然资源。水资源的日益匮乏已经逐渐制约着地区经济的发展。目前,能源工业发展迅速,火电厂大容量、高参数机组逐渐成为主力机组。众所周知,火电厂是工业中用水最大用户之一,因此,对其运行管理过程中优先考虑节水措施,努力实现对外零排放已势在必行。而在电厂工业用水中,火力发电厂耗水最多的是循环冷却系统的水损失,循环冷却水耗量占全电厂水耗量的60%~80%。提高循环冷却水的浓缩倍率、减少排污是实现电厂节水的重要环节。然而,提高浓缩倍率又会增大凝汽器冷却水通道内结垢与腐蚀的倾向,影响机组的安全经济运行。这样,从解决腐蚀问题和节水的角度优化选择循环水处理方案,提高循环水浓度倍率,就对我们经济建设过程中如何合理保护利用水资源具有十分重要的意义。

从不同地域的电厂各自运行状况可知,循环水管道的腐蚀不仅与材质有关,也与水质有关,即不同材质在同一介质或同一材质在不同的介质中腐蚀速率不同。因此基建过程中设备选型和水质处理应统筹考虑。在以往的循环水设备选型问题上,只考虑水质对凝结器管材的影响,而忽视了循环水管道的腐蚀问题。循环水管路不但长,且埋在地下,腐蚀现象不易发现,处理和更换也比较困难。为避免循环水管道腐蚀,在设备选型时,应考虑循环水管道的材质,同时寻找适当的水处理方案。目前循环冷却水处理的方式多种多样,下面通过几种典型的处理方式的不断优化说明火力发电厂循环水处理技术的发展趋势。

## 1 过滤法

过滤是最常用的旁流处理方式(通称旁滤),其处理量通常为循环水量的2%~5%,可以去除水中大部分悬浮固体、粘泥和微生物等,但不能降低水的硬度和含盐量,反冲洗时杂质将随反洗水排出系统。由于反冲洗水中杂质浓度比排污水高得多,所以系统排出的杂质多而消耗的水量少,即通过旁滤可使

排污量显著降低。大型循环冷却水系统一般采用以石英砂或无烟煤为滤料的重力无阀旁滤池,其滤速只能控制在10m/h以下,而冷却水的悬浮物浓度只能控制在10mg/l以下,过滤及占地面积的增大导致基础投资较大。与石英砂相比,纤维滤料具有孔隙率高、孔隙分布合理和比表面积大等特点,采用纤维滤料时滤速可高达20~85m/h。由于纤维具有柔软性和可压缩性,故随着水流阻力的增大而逐渐被压缩,使滤料上层受力小、孔隙大,下层受力大、孔隙小,充分体现出纤维滤料纳污量大、过滤周期长的特点。纤维滤料过滤器通常需采用汽水反冲,借助气体的搅动使截留的悬浮物与滤料分离,再随反洗水排出。纤维过滤器对悬浮物、铁、锰、微生物粘泥都具有良好的截留作用,其过滤精度高,通常出水浊度<1NTU。除此以外,还可与水中钙、镁离子进行离子交换,具有软化水质的功能。所以将这种旁滤法引入火力发电厂循环冷却水处理工艺值得我们关注。

## 2 膜分离法

反渗透法和电渗析法是常见的两种膜分离方法,可以有效去除冷却水中的硬度、微生物等有害成分,有较高的脱盐率,水回收率可以达到75%~90%。由于渗透膜易被污染导致运行成本不断增大,通常先采用石灰软化法去除大部分硬度和悬浮物后,再采用反渗透法做进一步的降硬处理,以达到循环水补充水的水质要求。膜分离法的缺点是对进水水质要求苛刻,且运行过程中的压力波动易导致膜被破坏,水中的腐蚀产物和微生物易使预滤装置和反渗透膜堵塞、污染,频繁的清洗增大了运行费用,且一次性投入成本较高,故该法已经不适用于电厂这样的大型循环冷却水系统。

## 3 化学沉淀软化法

通常采用石灰—纯碱软化法来降低水中的碳酸盐硬度和非碳酸盐硬度。在化学沉淀法中加入混凝剂可使呈胶体状态的CaCO<sub>3</sub>和Mg(OH)<sub>2</sub>等形成

大的絮状颗粒并吸附水中的悬浮物而沉降下来,达到了同时降低浊度和硬度的目的。一些电厂的循环水系统在运行过程中各种离子及悬浮物含量不断增大,导致水质稳定效果下降,而采用石灰软化-混凝沉降及二氧化碳相结合的方法,使循环水的硬度和浊度降低后返回循环水系统,取得了良好的节水效果。还有的电厂循环水系统采用石灰-纯碱软化、加酸调 pH 值的方法同时处理补充水和部分排污水,也取得了良好的节水效益。另外如果向系统投加 750mg/l 的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  和 10~15mg/l 的阴离子型聚丙烯酰胺则可将浓缩 6 倍的火电厂冷却水中钙离子、镁离子和  $\text{SiO}_2$  含量分别降至 30、10 和 20mg/l 以下后回用于冷却水系统。因此,根据电厂循环冷却水中碳酸盐硬度较高、非碳酸盐硬度较低的特点,采用石灰软化法同时进行排污水与原水的软化处理是可行的。

#### 4 离子交换法

用于制备纯水的离子交换法日常运行需消耗大量酸碱,并产生大量废水,处理成本很高,如采用 Na 型树脂进行软化处理,则购置工业盐的成本较高,再生时可能带入大量  $\text{Cl}^-$  离子,增加了循环冷却水系统的腐蚀倾向。在水质软化处理中弱酸阳离子交换树脂的应用越来越广泛。弱酸树脂的羧基团对  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  具有较大的亲和力,能有效去除水中的碳酸盐硬度,其工作交换容量是强酸树脂的 2 倍以上,但采用硫酸时必须严格控制再生液的浓度和流速以抑制  $\text{CaSO}_4$  的生成。采用双流式离子交换器

可以节约投资、水耗和占地,并可获得较高的再生效率。但是弱酸系统的建设规模与循环冷却水阻垢剂所能维持的碱度有关,碱度越高则处理量越小、经济性越好。弱酸树脂软化工艺的缺点是水中悬浮物和有机物的存在对树脂的运行周期有严重的影响,树脂价格较高、再生操作复杂也限制了其应用。所以电厂在选用此法的时候要进行严格的技术经济方案比较。

#### 5 其他方法

将排污水经加热蒸发-蒸汽压缩冷凝,可使循环冷却水中的有害成分得到浓缩,并使 95% 的排污水以冷凝液的形式得到回收并作为电厂循环水返回系统,但这种方法能耗过高,只可能在特别缺水的地区采用。

综上所述,火力发电厂循环水处理技术的发展在依附于水处理方法的不断改进提高的同时还具有其本身的特点,所以,站在合理解决腐蚀问题和节水的角度来看,火力发电厂循环水处理技术将以旁流处理方式为主,向着更科学、更合理的方向发展。

#### 【参考文献】

- [1] 李裕芳. 我国循环水处理技术的回顾及展望[J]. 工业水处理.
- [2] 王栋坤. 工业水处理[M]. 海洋出版社.
- [3] 王杏卿. 热力设备的腐蚀与防护[M]. 北京:水利电力出版社.
- [4] 施燮均. 火力发电厂水质净化[M]. 北京:水利电力出版社.

(上接第 67 页)

- 遥感极其在森林调查中的应用[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社. 1988.
- [2] 游先祥, 遥感原理及在资源环境中的应用[M]. 北京:中国林业出版社, 2003.
  - [3] 刘俊芬. 3S 技术在林业中的应用[J]. 内蒙古林业调查设计, 2006, 29(3): 31~32.
  - [4] 白降雨, 庾晓红, 彭道黎. “3S”集成技术在林业上的应用现状及发展趋势[J]. 中南林业调查规划, 2004, 23(4): 52~55.
  - [5] 罗刚, 廉洪英, 郑立波等. “3S”技术在退耕还林(草)作业设计中的应用[J]. 内蒙古林业调查设计, 2003, 26(3): 18~20.
  - [6] 高会军, 谭克龙, 姜琦刚等. “3S”技术在沙质荒漠化土地动态监测中的应用[J]. 地质灾害与环境保护, 2005, 16(2): 182~185.
  - [7] 常建国. “3S”技术在林业中的应用及发展趋势[J]. 山西林业科技, 2005, (2): 23~25.
  - [8] 《中国飞播造林四十年》编委会. 中国飞播造林四十年[M]. 北京:中国林业出版社, 1998.
  - [9] 陆守一, 唐小明, 王国胜. 地理信息系统实用教程[M]. 北京:中国林业出版社, 1998.
  - [10] 何香玲, 张跃, 郑钢等. GPS 全球卫星定位技术的发展现状、动态及应用[J]. 微计算机信息, 2002.
  - [11] Tueller PT. Remote sensing technology for range land management application[J]. Journal of Range Management, 1989, 42(6): 42~53.
  - [12] 杜自强, 王建, 沈宇丹等. 基于“3S”技术的草地退化动态监测系统[J]. 四川草原, 2005, (11): 51~54.
  - [13] 漆建中. 中国飞播治沙[M]. 科学出版社. 1998.
  - [14] 常秀云. 加快飞播造林步伐改善北京周边地区生态状况[J]. 林业资源管理, 2003, (6): 45~48.
  - [15] 王翠忠. 对提高飞播造林成效技术措施的探讨[J]. 太原科技, 2003, 2: 71~73.
  - [16] 吴晓天. 草地沙化遥感监测方法研究及应用[D]. 中国农业科学院硕士论文, 2003.
  - [17] 李国雷, 刘勇, 郭蓓等. 我国飞播造林研究进展[J]. 世界林业研究, 2006, 19(6): 44~48.
  - [18] 王茜, 任宪友, 肖飞等. RS 与 GIS 支持的洪湖湿地景观格局分析[J]. 中国生态农业学报, 2006, 14(2): 224~226.