

火电厂化学运行优化与节能降耗措施

李锡川

北京国电电力有限公司大同第二发电厂 山西大同 037000

摘要: 为安全高效地实现热能传递、协助完成发电过程,化学运行以制供高品质的除盐水为首要任务,是火电厂生产运行中的基础环节,涉及原水预处理、超滤、反渗透、废水回收处理与再利用等多个工序,对火电厂的稳定、绿色运行起着非常重要的作用。因此,有必要探讨火电厂化学运行优化措施,分析提高效率、节能降耗的措施,为企业降本增效以及实现双碳战略下的绿色转型提供参考。

关键词: 火电厂; 化学运行; 优化; 节能降耗

一、火电厂存在的主要问题

1. 行业能耗高

由于我国煤炭储量丰富的资源禀赋,火力发电一直是主要电源类型,根据国家能源局发布的2021年1-8月电力工业统计数据显示,火电装机12.76亿千瓦,仍占总装机容量56%^[1],尽管近几年持续推进设备改造以提高发电效率,但能耗依然较高,其中,火电厂的耗水量在2019年达到了61.1亿立方米^[2]。随着现代社会对于节能降耗问题的日益关注,火力发电的高能耗问题也已成为不容忽视的问题。除了利用风能、水能、太阳能和核能等替换火力以外,火力发电本身也需要进行技术的优化,特别是化学运行的优化和用水结构的调整,提升能源利用率,弥补火力发电的不足,从而更好地发挥火力发电的优势和长处,为经济建设与发展提供电力支撑^[3]。

2. 环保压力大

面对“3060双碳战略”的实施,作为高碳、高耗能、高污染行业的火力发电厂,节能减排和转型发展的压力非常大。火力发电厂排放出的废水、废气、煤渣等固体废弃物及噪音等,对于周边环境造成了严重影响,特别是二氧化碳等温室气体的排放更是使得燃煤电厂成为全球气候会议争论的焦点。但是,由于储能技术不成熟,新能源电力供应不稳定,清洁能源短时间内难以保障我国的能源安全,火力发电在相当一段时间内仍然是我国电力供应的主要来源。因此,必须要对火力发电厂的化学运行进行优化,深挖厂内废水再利用潜力,实施废水零排放改造,推动实现火电厂的绿色发展,最大程度地降低火力发电对生态环境的污染^[4]。

3. 煤炭供给矛盾突出

2021年以来,新冠疫情好转,全球经济逐步复苏,制造业和电力耗能需求快速增长,而受疫情和反常气候影响,以及安全检查和双碳目标压力,煤炭供应却增长

不足,导致煤价大涨,5500大卡的煤炭坑口价一度突破2000元/吨,火电行业出现普遍亏损。中长期来看,全球气候变暖以及气候问题倒逼的世界能源转型,明显加剧了能源供需的波动,能源价格势必也会剧烈波动。这给火电厂的经营带来极大挑战。对此,火力发电厂必须要优化自身运行方式,积极开展技术创新,减少对煤炭资源的过度依赖,实现可持续发展^[5]。

二、火力发电厂化学运行优化与节能降耗的主要措施

1. 以城市中水作为锅炉补给水来源

火力发电厂是高耗水用户,其耗水量占工业耗电量的18%^[1],仅一座百万千瓦装机容量的常规火电厂,年耗水量就达到2000万立方米左右;面对我国水资源匮乏的实际,尤其是内陆地区,如果能把城市日产的大量污水加以处理利用,既节约了淡水资源,又避免了废水污染环境。国电电力大同发电有限公司的2×600MW直接空冷机组于2005年投运,在国内首次全部使用城市中水作为发电生产用水。该电厂生产用水全部来自大同市西郊污水处理厂来的中水,正常情况下不再使用地表水和地下水。为使中水满足作为锅炉补给水的条件,系统加设了超滤和反渗透装置,然后再进行离子交换除盐处理。该化学系统运行以来,出水水质完全满足锅炉补给水的品质要求,能够保证电厂的稳定运行。另外,在减少淡水资源的消耗外,采用中水发电,制水运行成为约为0.6元/吨,比自来水节约了0.3元/吨,实现了经济效益和社会效益最大化^[6]。

2. 综合施策实现电厂废水零排放

在环保考核的硬约束条件下,实现废水零排放是电厂绿色发展的必然选择。大同第二发电厂是海河流域向首都供电的枢纽电厂,环保压力大,提出了以细化和优化用水管理为主要举措的在废水零排放实施方案。首先是编制全厂水平衡表,实现全厂用水的量化和统筹管

理。水平衡表是科学用水的基础, 据此, 可以掌握电厂用水现状和各水系统用水量之间的定量关系, 把握用水调整的重点和潜力点^[7]。其次是根据水平衡表分析全厂用水量高的原因, 并制定正对性的解决措施, 包括减少源头来水、全面排查并消除管道泄漏、减少脱硫排浆和输煤栈桥冲洗水量以降低水系统末端废水量。再次是按照“梯级优化利用, 避免高质低用”的原则制定了《用水优化管理办法》, 将全厂水系统划分为脱硫系统、燃煤系统、灰系统、工业废水系统等13个模块进行模块化管控; 同时建立全厂的用水协调、监督机制, 实施用水统筹管理。最后, 为了实现最劣质废水的处理后再利用, 在水系统终端增设废水零排放处理系统, 通过膜分离技术对劣质水进行净化处理。通过实施废水零排放工程, 大同厂日节约废水4800吨, 年节约水资源成本约700万元。

3. 优化循环冷却水处理方案

循环冷却水是火电厂重要的冷却介质, 其水质优劣直接影响锅炉系统的安全运行, 深入研究循环冷却水水质的影响因素, 优化形成具有针对性的水处理方案可以提高循环水系统和机组运行的安全性和稳定性。结垢、腐蚀、微生物是循环冷却水系统出现问题的最主要方面, 结垢会增加凝汽器内水流阻力, 降低流量, 并影响导热率, 需要综合考虑水质、碱度、流速等因素, 选择阻垢效果好、化学稳定性好、环境友好的稳定剂达到理想阻垢效果; 凝汽器腐蚀造成换热管泄漏严重威胁机组安全, 循环水的pH值、硬度、阴离子含量、溶解氧、温度等都是导致腐蚀发生的因素, 要采用投加复合缓蚀剂来减缓系统腐蚀; 水中微生物的代谢产物容易腐蚀金属, 要适当投加杀菌剂控制微生物的繁殖^[8]。

4. 凝结水精处理高速混床氢型运行

凝结水精处理的目的是去除凝结水中的金属腐蚀产物和微量的溶解性盐, 以保证热力系统水品质合格和机组安全稳定运行。凝结水精处理混床铵化运行能够延长设备运行周期、节省运行费用、降低劳动强度并减少再生废液的排放量。铵化混床运行可分为氢型运行阶段、转型阶段和铵化运行阶段。在氢型混床向铵化混床过渡期间(即转型阶段), 出水中铵泄漏量逐渐上升, pH值、电导率也逐渐上升, 钠离子、氯离子或硫酸根泄漏量均增大。钠离子会引起汽轮机高压缸积盐, 氯离子则会导致低压缸发生点蚀^[9]。氢电导率大于 $0.10\mu\text{S}/\text{cm}$ 是凝结水精处理高速混床控制运行终点的重要指标之一, 但混床开始漏铵或进入铵化运行阶段后即使氢电导率合格, 其出水中钠离子和氯离子质量浓度也可能会超过 $1.0\mu\text{g}/\text{L}$ 。

为有效保证高速混床氢型运行, 可结合其出水电导

率及钠离子、氯离子、二氧化硅含量等判断失效终点。根据《火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量》的要求, 过热蒸汽压力大于 18.3MPa 的锅炉其凝结水除盐后氢电导率应 $\leq 0.10\mu\text{S}/\text{cm}$, 其它离子含量也有严格的限制。高速混床采用氢型运行方式可有效降低机组发生腐蚀、结垢和积盐的风险, 但氢型混床周期产水量少、自用除盐水量和酸碱消耗量显著增加, 严重影响凝结水精处理运行的经济性。为达到节能降耗的目的, 部分电厂采用自动加氨方式精确控制给水pH值的上限、调整高速混床阴阳树脂配比以及优化再生技术参数等措施, 取得了较好的效果^[9]。

三、结论

全球各国纷纷推行“碳达峰、碳中和”的低碳发展战略, 燃煤火电厂未来的发展形势严峻, 但是鉴于我国煤炭储量大的资源禀赋, 我国现有火电厂需要着力节能降耗、绿色高效发展, 才能适应发展新形势, 实现企业与行业的健康、良性发展。所以在水资源和废水零排放成为能源企业发展制约因素的条件下, 火电厂优化化学运行, 做到严控耗水总量、提高用水效率, 对控制电力生产成本提高火力发电企业竞争力具有重要意义。

参考文献:

- [1] 国家能源局. 国家能源局发布1-8月份全国电力工业统计数据[EB/OL]. http://www.nea.gov.cn/2021-09/18/c_1310196220.htm, 2021-09-18/2021-10-21.
- [2] 刘志强, 赵毅, 潘荔. 基于层次分析法的火电企业节水水平综合评价[J]. 电力科技与环保, 2021, 37(2): 45-50.
- [3] 陆海伟, 张超, 周庆岩, 等. 火力发电厂化学运行优化与节能降耗措施探讨[J]. 节能与环保, 2020(5): 32-33.
- [4] 刘建彬. 火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施探究[J]. 山东工业技术, 2019(4): 177.
- [5] 林恩志. 火力发电锅炉节能降耗的对策与措施分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2019, 9(12): 54-55.
- [6] 刘润来, 李永生. 采用直接空冷和中水回用技术建设节水型火电厂[J]. 发电技术, 40(10): 17-19.
- [7] 刘炳伟, 徐秀萍, 陈周燕, 崔爱臻. 某发电厂节水及废水综合利用改造实例[J]. 工业水处理, 39(9): 111-114.
- [8] 李先宏. 电厂循环水化学腐蚀结垢影响因素与控制研究[J]. 盐科学与化工, 50(10): 5-8.
- [9] 陈强, 周晓庆, 陈建锋. 火力发电厂电气节能降耗的问题与技术措施[J]. 硅谷, 2013, 6(15): 128-129.