

# 火电厂化学水质控制对设备寿命的影响及改善措施

胡莹

国能丰城发电有限公司, 中国·江西 丰城 331100

**摘要:** 在火电厂的生产过程中, 水质控制对设备寿命、生产效率和运行安全性具有重要影响。火电厂水质问题主要涉及水垢、腐蚀和杂质对设备的损害。因此, 如何通过科学的化学水质控制措施来延长设备使用寿命是当前研究的重点。论文分析了火电厂化学水质控制对设备寿命的影响, 探讨了常见的水质问题及其危害, 提出了水质控制的改善措施和管理建议, 以期之火电厂设备的高效、长效运转提供理论参考。

**关键词:** 火电厂; 化学水质控制; 设备寿命; 腐蚀; 改善措施

## The Impact of Chemical Water Quality Control in Thermal Power Plants on Equipment Lifespan and Improvement Measures

Ying Hu

Guoneng Fengcheng Power Generation Co., Ltd., Fengcheng, Jiangxi, 331100, China

**Abstract:** In the production process of thermal power plants, water quality control has a significant impact on equipment life, production efficiency, and operational safety. The water quality issues in thermal power plants mainly involve damage to equipment caused by scale, corrosion, and impurities. Therefore, how to extend the service life of equipment through scientific chemical water quality control measures is currently the focus of research. The paper analyzes the impact of chemical water quality control on equipment life in thermal power plants, explores common water quality problems and their hazards, proposes improvement measures and management suggestions for water quality control, in order to provide theoretical reference for the efficient and long-term operation of thermal power plant equipment.

**Keywords:** thermal power plant; chemical water quality control; equipment lifespan; corrosion; improvement measures

### 0 前言

火电厂在运行过程中消耗大量的水资源, 水的质量直接影响锅炉冷却效果和蒸汽产生的效率, 因此水质的化学控制在火电厂的日常运行中显得尤为重要。若水质未得到有效控制, 容易导致设备腐蚀、结垢以及杂质沉积等现象, 进而加剧设备的磨损, 缩短其使用寿命。这些水质问题不仅会影响火电厂的运行效率, 还可能增加运行成本和设备维护费用。研究表明, 通过合理的水质控制和管理措施, 火电厂可以有效减少水质问题对设备的损害, 延长设备的使用寿命, 从而提升整个系统的经济效益和稳定性。论文将深入分析火电厂水质控制的实际意义, 系统探讨水质对设备寿命的具体影响, 并提出相应的改善措施, 以确保设备的长期可靠性和运行的稳定性, 最终实现火电厂的高效和可持续发展。

### 1 火电厂化学水质控制的重要性

水质控制对于火电厂的稳定运行至关重要。水中的不同化学成分直接影响着锅炉、冷凝器等关键设备的使用寿命和工作效率, 甚至会影响到整体生产的稳定性和可靠性。因此, 通过合理的化学水质控制, 减少腐蚀和结垢等不利因素对设备的损害, 能够有效提高火电厂的整体效率和经济效益, 确

保火电厂的安全和高效运转, 进而为绿色环保和可持续发展目标的实现提供支持。

#### 1.1 水质控制对设备腐蚀的影响

水中的一些杂质和化学成分, 如氯离子、硫酸盐和溶解氧等, 会加剧设备的腐蚀。这种腐蚀现象会导致金属表面被氧化, 从而产生孔洞和裂纹, 直接危及锅炉、冷凝器等设备的安全性, 降低其运行效率和使用寿命。化学水质控制在这一方面的作用非常显著, 通过减少腐蚀性成分, 可以有效降低设备腐蚀速率。例如, 使用脱氧剂可显著降低水中的溶解氧含量, 而缓蚀剂能够在设备表面形成保护膜, 减少金属与水中腐蚀性物质的接触。这样不仅减少了腐蚀的发生频率, 还延长了设备的使用年限, 使火电厂的设备维护更加轻松, 为安全运行提供了保障。

#### 1.2 水质控制对结垢的影响

结垢是火电厂设备运行中面临的常见问题之一, 在高温高压条件下尤其严重。水中的钙镁离子在热交换表面上容易形成水垢, 这种沉积会导致热传导受阻, 直接降低火电厂设备的热传导效率。水垢的形成不仅增加了设备的运行温度和能耗, 还直接影响到能效和安全性。科学合理的水质控制措施可以显著降低结垢倾向, 如通过软化水处理或离子交换树脂法减少水中钙镁离子的浓度, 从而有效防止水垢的生成。

减少结垢不仅提升了设备的热传导效率,降低了能耗,还减少了清理和维护的频率,进一步提升了火电厂的整体运行效率和设备的安全性,为稳定生产提供了保障。

### 1.3 水质控制对运行成本的影响

水质问题往往会大幅增加火电厂的运行和维护成本,因为腐蚀和结垢问题需要频繁的清理和维护,甚至会缩短设备的使用寿命,导致设备需要提前更换,从而带来额外的成本支出。通过科学的水质控制手段,火电厂可以显著延长设备的使用寿命,减少维护频率,从而节约设备更换成本。例如,改善水质控制可以减少化学清洗的频次,从而节省相关费用,降低了水处理药剂的消耗,进而减少了对环境的影响。水质控制带来的长远经济价值显著,为火电厂节省了大量维护费用,使其能够在保障设备安全的前提下实现更好的成本控制,为企业的整体经济效益作出贡献。

## 2 水质问题对火电厂设备的具体影响

火电厂设备在运行过程中经常面临水质问题,尤其是腐蚀、结垢和沉积物积累等现象。这些问题不仅会影响设备的运行效率,还显著缩短设备的使用寿命。全面了解和有效控制这些水质问题,对于延长设备寿命、提升火电厂整体效率至关重要。

### 2.1 腐蚀对设备寿命的影响

水中的腐蚀成分,如溶解氧、氯离子和硫酸盐等,容易加速设备表面的氧化反应,导致金属材料产生锈蚀或孔洞。这类腐蚀现象在锅炉、管道等高温高压设备中尤其明显,极易加速设备老化并降低其安全性。腐蚀不仅降低了设备的机械强度,使材料的承受能力逐渐弱化,还可能引发设备密封性问题,导致泄漏,甚至在极端情况下引发爆炸等安全事故。为了减少腐蚀影响,火电厂采取多种措施控制水中的腐蚀成分浓度,如使用除氧剂降低溶解氧含量、添加缓蚀剂以保护设备表面,减少氯离子浓度等。此外,定期检测设备表面腐蚀状况,以及及时采取防护措施,也是减少腐蚀影响的重要手段。这些手段的综合应用,有助于火电厂的安全、稳定运行,保障设备在高负荷下的长期可靠性。

### 2.2 结垢对设备性能的影响

水垢是由于水中的钙、镁离子在高温条件下沉积在设备表面形成的硬质沉积物,对火电厂设备造成多方面的不良影响。结垢会显著增加热传导阻力,导致设备温度上升,从而降低传热效率,影响设备的整体运行效率并导致能耗上升。尤其在锅炉和换热器设备中,结垢引发的传热不良会导致能耗大幅增加,降低火电厂的经济效益。严重情况下,水垢会堵塞管道,阻碍流体输送并增加管道压力,导致设备承载负荷超标。为减少结垢问题,火电厂通常通过水软化处理减少钙镁离子含量。与此同时,采用化学药剂对水质进行处理或安装在线清洗装置,可以有效抑制结垢的生成,从而确保设备的高效、稳定运行,延长设备的使用寿命,降低维护和清理成本。

## 2.3 沉积物对设备的堵塞和磨损

沉积物是水中颗粒物或不溶性杂质在设备表面或管道内沉积而成的。随着设备运行时间的增加,沉积物逐渐积累,形成较厚的沉积层,直接影响流体流动,阻碍管道和泵的正常运转,甚至可能导致管道和设备的堵塞。此外,沉积物在设备表面产生摩擦作用,会加速设备的磨损,增加维修频率,缩短设备的使用寿命。沉积物积累不仅增加了设备的运行负担,还会导致系统能耗上升,降低火电厂的整体运行效率。为减少沉积物对设备的影响,火电厂通常通过过滤和水质净化处理来降低水中杂质含量。高效的过滤系统能有效去除固体杂质,显著降低沉积物的形成速率,从而减少设备堵塞和磨损的概率,保障设备在长期运转过程中的性能稳定。这些改善措施的应用,为火电厂的可持续、高效运转提供了坚实的技术支撑。

## 3 火电厂化学水质控制的改善措施

为确保火电厂设备的长效运行,优化化学水质控制措施至关重要。有效的水质改善措施可以有效减少腐蚀、结垢等问题对设备的损害,显著提升系统的稳定性和可靠性,从而提高火电厂整体运行的安全性和经济效益。

### 3.1 溶解氧控制

溶解氧是导致设备腐蚀的主要因素之一,控制水中的氧含量可显著减缓金属的氧化反应速度。火电厂常使用脱氧剂如联氨或硫酸亚铁进行化学脱氧,这些脱氧剂在水中与溶解氧反应,生成无害的产物并将氧去除,从而减少氧对金属的腐蚀。此外,火电厂也可采用物理脱氧方式,如加热脱氧和真空脱氧,以进一步降低水中的氧含量。加热脱氧利用高温降低氧的溶解度,使氧气更易逸出;真空脱氧则通过降低气压将水中的氧气抽出。这些脱氧方法能有效降低氧化反应的发生概率,减少金属表面的腐蚀速度,从而延长设备的使用寿命,降低维护成本,保障火电厂运行的安全性和经济效益。

### 3.2 水软化处理

钙、镁等离子是引发结垢的主要成分,尤其在高温环境下更易形成水垢,阻碍传热效率。火电厂通过水软化处理来降低水中钙、镁离子的含量,以减少结垢风险,确保设备的传热效率和使用寿命。水软化技术主要有离子交换法和电化学法。离子交换法利用树脂材料与水中硬度离子(如钙、镁)进行交换,将其转化为不易结垢的钠离子,从而降低结垢倾向。电化学法则通过电流作用使钙、镁离子析出,达到软化水质的效果。在实际应用中,火电厂多采用离子交换法,因其操作简便且处理效果稳定。通过水软化处理,火电厂不仅能减少结垢引发的清理和维护工作,还提高了传热效率,有效延长了设备的使用周期和稳定性。

### 3.3 腐蚀抑制剂的使用

腐蚀抑制剂在设备表面形成保护膜,阻止腐蚀物质与金属接触,减少腐蚀发生。常用的腐蚀抑制剂包括磷酸盐、

铬酸盐等, 这些化学物质能在金属表面生成一层致密保护层, 有效阻止腐蚀物质的侵蚀。例如, 磷酸盐通过生成不溶性保护膜覆盖在金属表面, 减少腐蚀反应的发生概率, 从而提升设备的防护效果。合理使用腐蚀抑制剂不仅可延长设备的使用寿命, 还可有效降低设备表面腐蚀的程度。火电厂在应用腐蚀抑制剂时, 需严格控制其使用量, 确保抑制剂浓度适当, 以防止水质污染。此外, 还应定期检测水体中抑制剂的浓度, 确保其在有效范围内, 从而在减少设备腐蚀的同时保护环境, 实现水质控制的综合效果。

## 4 水质监测与管理的创新技术

随着技术进步, 火电厂在水质监测与管理方面采用了更为先进的手段和技术, 为水质控制提供了有力支持, 进一步提高了设备的运行稳定性与效率。

### 4.1 在线监测系统

在线监测系统是现代化水质管理的核心工具, 能够实时检测多项关键水质参数, 如 pH 值、电导率、溶解氧、氧化还原电位等, 为火电厂的设备运行提供精确的数据支持。通过实时监测水质变化, 系统可以及时发出警报, 便于技术人员快速响应并采取调整措施, 从而减少水质波动对设备的影响。在线监测系统的应用极大地提高了水质管理的灵活性和准确性, 为火电厂在水质控制上的高效管理提供了重要保障。这种实时数据的获得不仅降低了水质异常可能带来的设备故障风险, 还能够在异常情况发生前及时发现并解决, 进一步提升了设备的运行稳定性。

### 4.2 智能化水质控制系统

智能化水质控制系统结合大数据分析和人工智能技术, 通过自动化调节水处理设备的参数, 保持水质的持续稳定。智能化控制系统能够根据实时采集的水质数据进行分析判断, 自动调节水质处理的流量、药剂投加量等, 确保水质始终处于设定标准范围内。智能化系统有效提升了水质管理的效率, 减少了人工操作的需求, 同时降低了人为操作带来的误差。该系统还具有自我学习和优化功能, 能够在长期运行中积累数据、改进参数设定, 进一步提升水质管理的精确度。这一系统不仅简化了水质控制的操作流程, 还降低了维护频次和人力成本, 有助于火电厂水质管理的科学化和自动化发展。

### 4.3 新型水处理技术

随着水处理技术的创新发展, 膜分离技术和臭氧氧化等新型技术在火电厂的水质管理中逐渐普及。这些技术能够更高效地去除水中杂质和污染物, 改善传统水处理方法在处理效率和环保方面的局限性。例如, 膜分离技术可以有效过

滤水中的微小颗粒和有害物质, 减少化学药剂的投加, 降低水处理的二次污染; 而臭氧氧化技术则通过利用臭氧的强氧化作用, 有效去除水中的有机物和微生物, 保持水质清洁。新型水处理技术的引入, 不仅提升了水质处理的效果, 还减少了对传统化学药剂的依赖, 有助于火电厂实现更为可持续发展, 为环境保护贡献力量。

## 5 结语

火电厂化学水质控制对设备的寿命和运行效率有着至关重要的影响。科学、系统的水质控制方法可以有效减缓腐蚀、结垢和沉积物带来的不利影响, 显著延长设备的使用寿命, 从而减少停机检修的频次和维护成本。水质控制不仅要针对已有的水质问题, 还应不断借助现代技术手段, 提升水质监测的精度与管理水平。随着智能化监测系统和新型水处理技术的发展, 火电厂在水质管理方面取得了显著进步。智能化水质监测系统的应用能够实时、精确地掌握水质变化, 及时调整水处理方案, 确保水质稳定和设备运行的高效性。同时, 膜分离、臭氧氧化等新型水处理技术的引入, 有助于提升水质处理效果, 减少化学药剂的使用, 实现更加环保、可持续的水质控制。展望未来, 火电厂应继续加强水质监测与管理的智能化发展, 不断创新水处理工艺, 推动水质控制的高效化、环保化, 为设备的长期稳定运行提供有力支持。通过加强水质管理, 火电厂将能够更好地应对环境和生产需求的挑战, 实现绿色生产和可持续发展的双重目标, 为社会提供更为清洁、高效的能源供应。

### 参考文献:

- [1] 夏志林, 陈文通, 许书峤, 等. 火电厂烟塔合一技术应用现状与现存问题分析[J]. 发电技术, 2024, 45(4): 590-599.
- [2] 刘兴华. 基于国产化PLC的火电厂水处理控制系统研制[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2021.
- [3] 魏楠, 樊轩, 封帆, 等. 石灰软化—混凝澄清工艺用于火电厂中水处理的研究[J]. 清洗世界, 2020, 36(10): 17-19.
- [4] 苏跃进, 董宝林. 火电厂湿式通风冷却塔向大气排放氯离子问题研究[J]. 工业水处理, 2020, 40(10): 27-33.
- [5] 刘世念. 臭氧牡蛎壳生物固定床-MBR处理城镇污水厂尾水用于火电厂及优化用水的研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2020.
- [6] 张爱军, 晋银佳, 喻江, 等. 电化学技术处理火电厂循环水的试验研究[J]. 华电技术, 2019, 41(8): 53-56.

作者简介: 胡莹(1994-), 女, 中国江西上高人, 本科, 从事火电厂化学水质控制对设备寿命的影响及改善措施研究。