

火力发电厂水处理及水质控制策略探析

张 政

(山东省环能设计院股份有限公司, 山东 济南 250200)

摘 要 火力发电作为一种成熟的能源转换形式, 因其稳定的能源供给能力而颇受瞩目。而对于其辅助设施, 尤其是发电厂水处理系统的水质量标准, 国家近年来不断提升监控与管理的精准度, 强化了相关环保法规与技术要求。本文研究了火力发电厂水处理及水质控制技术, 旨在为相关人员实际工作提供参考, 实现经济效益与生态保护的双重优化。

关键词 火力发电厂; 水处理技术; 水质控制

中图分类号: X77

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0049-03

火力发电厂对水资源的需求迫切而频繁, 水就是火力发电厂运行的生命线。在全球水资源日趋稀缺的背景下, 我国火力发电厂在处理水资源方面的技术正在被期待达到新的高度, 以实现水资源的循环利用, 处理后的水质要达到零污染排放的标准, 以应对当前严峻的环境保护需要。这既保证了火力发电过程的稳定进行, 又提高了水资源使用的效益。

1 火力发电厂水处理的特点

火力发电厂的水处理工艺涵盖了自然科学与工程技术多个领域, 具体表现在水质净化、循环利用、环保排放等多个环节的深入探讨与应用实践中。发电过程对水质的要求极为严苛, 尤其是水中溶解固体、有机物以及微生物含量的严格控制, 对维持设备运行效率、延长设备寿命、降低故障率起着决定性作用。火力发电厂水处理技术呈现以下特点。

火力发电厂水处理技术对于水源的纯净度要求较高, 以避免锅炉结垢和腐蚀。例如, 锅炉给水和补给水需经过预处理、离子交换或反渗透等多级净化工序, 以达到去除水中的悬浮物、胶体、溶解性固体及某些化学成分的目的, 同时需要控制进一步处理后的水的电导率、pH 值等水质参数。火力发电厂的水处理过程强调节能减排与循环利用的理念^[1]。一方面, 通过采用先进的水处理装置与工艺, 优化系统设计, 提升水处理效率和处理后水的再利用率, 减少水资源的消耗; 另一方面, 通过对化学药剂的精确投加与盘控, 降低因处理工程而产生的辅助污染, 体现了生态文明建设的理念。

火力发电厂水处理技术是工艺复杂性与技术先进性的体现。如采用反渗透膜技术、电去离子化技术、超纯水制备技术等, 旨在从分子水平提升水质, 还能

在一定程度上降低运行成本。随着自动控制技术与智能化管理的应用与深入, 数据驱动模式下的工艺优化与设备维护已成为当下及未来的发展趋势。水处理技术在追求高效率、低能耗的前提下, 对环保材料和技术的应用愈发重视, 满足严格的环境保护标准, 减轻人类活动对生态系统的影响。要重视选用低环境冲击的材料和化学制剂, 推动环境友好型技术的研发和应用。

2 火力发电厂水处理概述

2.1 火力发电厂循环水处理

在火力发电厂的运营过程中, 水处理工艺起到了至关重要的作用。火力发电厂的循环水处理工艺, 创新性地运用了一系列技术手段和方法, 确保了水的回用, 减轻了对环境的压力, 也节约了资源。火力发电厂的循环水处理系统, 其主要目的就是通过一系列复杂的水处理过程, 使得从环境中取来的水能够满足循环冷却的用水品质要求。循环水系统中的水质对火力发电厂的运行安全和效率产生着重要影响。若水质处理不当, 将引发一系列问题, 如锅炉结垢、腐蚀, 给发电装置带来损害, 降低设备寿命, 影响机组效率, 甚至可能导致设备事故。

火力发电厂循环水的处理不仅仅是对水进行简单的过滤, 而是涉及物理、化学、生物等多个领域的处理技术。其初衷应从整个发电系统的角度出发, 以减少能源消耗和环境污染、提高发电效率为目标, 实现水、环境和能源三者的和谐统一。生物处理包括消除藻类、防止微生物生长等, 保证循环水的微生物处理效果, 从而避免微生物造成的腐蚀、堵塞等问题。物理处理主要针对循环水中的悬浮物, 如泥沙、颗粒物等进行处理, 保证循环水的清洁性。化学处理手段中, 又包含了脱氧处理、防垢处理、防腐处理以及 pH 值的调节

等多个环节^[2]。具体的操作方式如下：脱氧处理主要是移除水中所含的氧气，目的在于保护蒸汽轮机和锅炉管道不受腐蚀的侵害；防垢处理的任务是阻止锅炉内部的垢物生成，以维护锅炉的常态运转；防腐处理则着眼于避免锅炉内部的金属管道和设备被腐蚀破坏；对于pH值的调节，其核心任务在于保持水质的稳定性，优化其他水质处理的效率。

2.2 火力发电厂补给水处理

火力发电厂补给水处理的主旨在于确保给水系统可靠性、降低运维成本及延长设施寿命，其核心意义体现在对补给水中悬浮物质、有机物、无机盐类等杂质的精确控制，以及对水路系统中可能导致沉积、结垢、腐蚀和微生物生长等问题的有效预防。在此过程中，各类物理方法、化学方法及膜技术的协同应用十分关键。为满足高效、安全运行的要求，补给水必须经过严格处理，以达到超纯水标准。传统的补给水处理包含粗过滤、细过滤、软化、脱盐、脱氧等环节，然而现代火力发电厂更倾向于运用更为精细化、集成化的水处理方案。粗过滤旨在去除水中较大颗粒杂质，通常运用机械过滤装置完成；细过滤则进一步去除较小悬浮物，保证水质符合后续处理工艺的要求。水质软化则通过离子交换等方法移除钙镁离子，防止锅炉系统中结垢现象的出现，而脱盐过程主要是用以消减各种溶解性固体，如无机盐类，其中反渗透、电渗析和混床离子交换技术等均广泛应用于此环节。脱氧是保证补给水质量最重要的一环，化学法和物理法（如真空除气等）均能有效地去除溶解氧，防止腐蚀问题的产生。新型高效能源转换和环保法规的实施，使现代发电系统对补给水品质的要求愈加严格，进而推动了水处理技术的创新发展。高级氧化技术、在线监测与自动化控制技术的引入，使得补给水的处理与监控变得更为智能化和精准化^[3]。

2.3 火力发电厂凝结水处理

火力发电厂凝结水处理是一个关键环节，决定着发电设备的安全运行和经济效益。恰当的凝结水处理技术，可以有效处理各种潜在问题，降低能源消耗，提高产能。火力发电厂凝结水主要来自蒸汽透平机凝结器的排水。在发电过程中，由于凝结水与空气和设备接触，其纯质特性将受到影响，可能携带微量氧气、矿物盐以及油脂。这些微观污染物可能会诱发蒸汽设备及其辅助系统的腐蚀问题。尤其是氧气，在较高的温度和压力环境下，对钢铁材质具有显著的腐蚀性。对凝结水进行适当处理以去除其中的污染物和氧气至关重要。而去除氧气的过程，我们称之为脱氧。

脱氧处理作为一种关键的工艺程式，主要运用两种方式——物理脱氧和化学脱氧。物理脱氧的基本原理是通过改变物理条件，如提升水温、降低压力以及增大接触面积等方式，使得溶解于水中的氧气自然分离。除此之外，还有化学脱氧的方式，常常运用化学试剂以驱除水中的氧气。化学脱氧则是通过设备内添加化学剂将氧气转化为可溶于水的物质。除去微量污染物的方法主要有离子交换和反渗透。离子交换主要是通过离子交换树脂吸附凝结水中的离子，从而将其从水中移除。反渗透则是对凝结水施加高压，使其通过一个可截留离子的半透膜，达到去除离子的目的。油脂的处理一般采用分离式油水分离器。此类设备利用油水比重不同、浮力差异进行分离，有效去除油脂。设备出水口更设有油含量检测装置，以确保出水油含量稳定在允许范围内^[4]。

采用上述方法，可以将凝结水处理到满足锅炉高压饱和水标准，从而保障火力发电厂的稳定运行。在实际操作中，凝结水处理需结合实际情况进行，实施灵活应对策略，遵循科学原理进行有效管理。还需定期进行监测和检测，评估处理效果，提供有力数据支持。可以说，凝结水处理不仅是技术问题，更是一种管理思维的体现。火力发电厂凝结水处理的核心在于，其对每一个处理环节都进行精细的科学管理和监控，旨在实现节能减排，保护环境，提高经济效益。由此，火力发电厂凝结水处理工艺实质上是一项科学问题，是一项系统工程，它关乎电厂的运行稳定性，关乎环境的可持续发展，更关乎社会的能源保障。

3 火力发电厂的水质控制

3.1 水源水管理

火力发电厂的水质控制不可分割的首要环节即水源水管理。在此环节，水源水的质量直接关联到后续处理的复杂程度、处理成本及发电效率。合理的水源水管理策略能显著提升整体水处理系统的效能，同时降低环境风险与运营开支。水源水管理所涉及的关键性技术与方法，包括但不限于对水源水采集点的合理选择、源水品质的不断监测与评估以及潜在污染风险的前期预防。在选择取水源地时，通常依据的是水源的可靠性、水量与水质的稳定性，以及环境政策法规的限制。而水源水品质监测则不断跟踪溶解氧含量、pH值、浊度、硬度、细菌含量等指标，确保水源符合发电厂对原水质量的严格标准。为预防水源水潜在的污染问题，采用风险评估与管理程序也是关键。这依赖于对于流域水文学、水资源学及环境科学的深入理解与应用，其中包括对流域内工业活动、农业耕作和

城市发展趋势的长期监测与数据分析。管理上应依法落实污水排放标准,执行严格的废水处理策略,在上游进行源头减排,避免重金属与有害化学物质污染水源,确保水质安全供应。水源水管理的难点在于,各式污染因子对水质影响的复杂性需借助现代检测技术进行综合判读,而且水质变化的周期性与随机性要求管理过程具备可适应性和前瞻性。当前,通过搭建智能化的水质监控系统,并结合地理信息系统(GIS)、遥感技术以及数据分析平台的辅助,能进一步提升水源水管理的科学性和精准度。

随着物联网、大数据与云计算技术的日益成熟,卫星遥感、自动化水质监测装置应运而生,数据驱动的管理策略将成为优化水源水管理的趋势。在此基础上,运用人工智能算法进行模式识别与预测分析,不仅能及时应对异常水质变化,也为水源水管理系统提供了决策支持,最终实现经济效益与生态保护的双重优化。

3.2 水的净化管理

对水的纯化应提出严格要求,以制止杂质的产生和积累,防止对设备造成腐蚀和破坏。一般情况下,火力发电厂所用水分为原水和补给水两类。原水来自自然界,如潮水、井水等,含有杂质较多,需要经过早期处理才可进入设备。补给水通过化学处理,移除了大部分固体杂质和溶解气体,从而减轻了锅炉和汽轮机的腐蚀问题。采用预处理、脱氧、去盐等适当的水质净化技术,是保证电厂动力设备工作安全的必要举措。在控制水质过程中,应适时调整并优化运行参数。如温度、压力、流量等均可作为效率提升的调控目标。妥善调整这些运行参数,不仅可确保电厂安全稳定运行,还可提升效能。在进行水质管理时,还需把目光投向电厂外部环境。火力发电厂对水源的依赖性极高,因此需要对水源进行科学的评估和规划,防止水源枯竭导致电厂停摆。还需关注电厂水排放对环境的影响,尽可能在源头采取节水、循环使用等措施,减少电厂对环境的影响。

3.3 循环冷却水系统管理

首先是结垢问题。在循环水中,钙、镁等矿物离子易与碳酸根等形成难溶性的碳酸盐沉淀,造成系统内部结垢,不仅直接影响热交换效率,还可能引起设备损坏。应对结垢的方法多样,包括水质减硬、运用阻垢剂,以及实施周期性化学清洗等。而在腐蚀控制方面,循环水体系必须实施缜密的电化学及化学监管,常应用腐蚀抑制剂如钝化剂,调整循环水的 pH 值至理想范围,以及监控电导率以控制溶解性固体的浓度,

从而避免金属材料的加速腐蚀。微生物的增殖对于循环冷却水系统亦是一个棘手的挑战,可能导致生物膜的形成,妨碍热交换,甚至引起管道堵塞和腐蚀加剧。对此,常规运用的是生物剂或氧化剂等生物抑制策略,如次氯酸钠、臭氧等,确保循环水系统内部环境不利于微生物生存。针对这些问题的高效控制,不断引入计算机控制系统,确立全方面的监测与自动调节机制,并集成人工智能预测与决策模型,既提升了循环冷却水管理的智能化水平,也加大了对异常状态的响应速度。利用诸如机器学习算法优化生物药剂添加频率和量,采用高精度传感器监控在线水质参数,以及运用专业的数据分析工具对大量数据进行挖掘,发现潜在的异常及其成因,制定更为科学合理的管理方略^[5]。

循环冷却水系统管理的持续优化,不但关乎火力发电厂的节能减排,更在于保障发电效率与设备使用寿命。紧跟工业 4.0 的节奏,将先进的信息技术、自动化技术、大数据分析等手段融入传统的冷却水管理体系中,是火力发电业对高效能源利用与环境保护双重目标努力追求的缩影。通过预测维护、智能决策等现代技术方法,这一系统管理进程无疑将进入新的发展阶段,促进整个冷却过程的优化,带来能源利用率的进一步革命。

4 结束语

伴随全球经济的快速增长,水资源问题已逐渐浮出水面,成为国际关注的焦点。随着能源需求的不断提升只会加剧这一问题的紧迫性,火力发电厂适应这种情况的必然选择是精细化的水处理技术和严格的水质控制。我们理应致力于实现水资源的全程回收,尽可能达成“零排放”的理想状态。为实现水资源的最大化利用,需要从节约水资源的角度出发,对火电厂的水质进行严格控制,以期引领火力发电厂对于水资源管理的深度重视。

参考文献:

- [1] 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, 2022,50(10):5-8.
- [2] 陈林, 刘东征, 陈永祥. 火力发电厂水处理及水质控制[J]. 化工管理, 2020(20):198-199.
- [3] 苏振峰. 火力发电厂循环冷却水系统的水质控制及腐蚀防护[J]. 中国海洋大学, 2020,150(10):15-18.
- [4] 陈龙. 燃煤发电厂化学水处理技术要点及应用分析[J]. 中国科技纵横, 2022(24):30-32.
- [5] 闫嵩山. 火力发电厂循环冷却水处理系统浅析[J]. 电力设备管理, 2022(23):151-152.