

火力发电厂凝结水精制工艺优化研究

任冰雪

惠生工程(中国)有限公司郑州分公司 河南 郑州 450000

摘要: 火力发电厂凝结水精制工艺优化研究旨在提升水质净化效率与资源利用效率, 确保电厂安全稳定运行。本研究通过深入分析现有凝结水处理工艺存在的问题, 提出了一系列优化措施, 包括树脂输送与再生技术的改进、控制阴阳树脂的比例、布水装置与混合床设计的优化、预处理与后处理流程的调整以及智能监测与控制系统的引入。这些优化措施不仅提高出水水质, 还降低运营成本, 为火力发电厂的节能减排和可持续发展提供有力支持。

关键词: 火力发电厂; 凝结水精制; 工艺优化

1 火力发电厂凝结水精制工艺概述

1.1 凝结水来源与特点

火力发电厂的凝结水主要来源于汽轮机凝汽器中的蒸汽冷凝。除了汽轮机凝结水外, 还接收从热用户返回的凝结水。凝结水具有一些显著特点: 第一, 高品质水源。凝结水是蒸汽冷凝而成, 理论上非常纯净。在理想的条件下, 不含有杂质, 但由于实际运行中的多种因素, 凝结水会遭受不同程度的污染。第二, 流量大。凝结水是锅炉给水的主要来源, 其流量大, 占整个热力系统水循环的主要部分。第三, 易受污染。凝结水在生成和输送过程中, 可能受到凝汽器泄漏、热力设备金属腐蚀、锅炉补给水中残留杂质等多种因素的影响, 从而引入各种污染物。

1.2 凝结水精制的目的与任务

凝结水精制的主要目的是去除凝结水中的各种污染物, 以提高锅炉给水质量, 从而确保热力系统的安全、高效运行。具体任务包括: (1) 去除杂质。通过一系列工艺步骤, 去除凝结水中的溶解盐类、悬浊物、溶解氧等杂质; (2) 提高水质纯度。通过精制处理, 将凝结水的水质提升到符合锅炉给水的高标准要求, 以减少热力设备中的盐类沉积和腐蚀现象; (3) 延长设备寿命。高质量的水可以减少热力设备中的结垢和腐蚀, 从而延长设备的使用寿命^[1]; (4) 提高热力系统效率。清洁的凝结水可以确保热力系统中的水汽循环更加顺畅, 提高整个系统的运行效率; (5) 保障安全运行。凝结水精制可以防止因水质问题导致的设备故障和停机, 从而保障电厂的安全运行。

1.3 现行凝结水精制工艺

现行凝结水精制工艺主要包括预处理、脱盐处理、除氧处理、加药处理以及监测控制等环节。预处理是凝结水精制的第一步, 主要通过过滤器去除较大的颗粒

物, 如机械杂质等。这些过滤器可以是滤芯过滤器、多介质过滤器或活性炭过滤器等, 用于粗滤和精滤, 以去除悬浮物和部分有机物。脱盐处理是凝结水精制的核心环节, 旨在去除水中的溶解盐类。常用的脱盐方法有离子交换法和反渗透(RO)法。利用阴阳离子交换树脂或者半透膜, 去除水中的阴阳离子, 从而降低电导率, 提高水质纯度。RO系统通常与EDI(电去离子)装置联合使用, 以进一步提高出水水质。溶解于水中的氧气会加速热力设备的腐蚀, 因此必须进行除氧处理。常用的除氧方法有化学除氧、热力除氧和解析除氧。整个凝结水精制过程中, 需要设置相应的在线监测仪器, 如pH计、电导率仪等, 实时监控水质状况, 并据此调整操作参数。这些监测仪器可以及时发现水质问题, 确保精制工艺的稳定运行。

2 火力发电厂凝结水精制工艺现存问题分析

2.1 树脂相关问题

火力发电厂凝结水精制工艺中, 树脂作为离子交换的核心材料, 其性能与稳定性直接关系到整个处理系统的效率和出水水质。树脂的泄漏是一个不容忽视的问题, 当凝结水精处理系统发生树脂泄漏时, 不仅会造成树脂的浪费, 还会影响机组的正常运行。泄漏的树脂可能堵塞给水泵滤网, 导致给水泵跳闸, 甚至引发停机事故。树脂进入热力系统后, 其有机物成分会在炉管壁上生成碳质沉积物, 常导致金属过热和爆管事故, 严重威胁机组的安全运行。树脂泄漏的原因多样, 包括水帽变形损坏、水帽滤元绕丝间隙超标、树脂捕捉器滤元损坏等。树脂的配比与再生效果也是影响凝结水精制工艺的关键因素, 树脂的配比不合理, 如阳阴树脂比例失调, 会导致树脂的交换能力不足, 影响出水水质。而树脂的再生效果则直接影响到树脂的使用寿命和处理效率。再生过程中, 如果树脂输送不彻底或再生剂用量不足, 都

会导致树脂再生效果不佳,进而影响后续处理效果。

2.2 运行效率问题

火力发电厂凝结水精制工艺的运行效率直接关系到整个电厂的能效和经济效益。在实际运行中,该工艺常常面临运行效率不高的问题。设备的老化与磨损是导致运行效率下降的主要原因之一,随着设备运行时间的增长,设备的性能会逐渐下降,如过滤器堵塞、树脂交换能力减弱等,这些都会降低处理效率。工艺参数的设定与优化也是影响运行效率的关键因素。如果工艺参数设置不合理,如水流速度、温度、压力等,都会导致处理效果不佳,甚至造成设备的损坏。凝结水精制工艺中的自动化程度也直接影响运行效率,如果自动化程度不高,需要人工频繁干预和调整,不仅增加了运行人员的工作负担,还可能导致处理效果的不稳定^[2]。

2.3 成本问题

火力发电厂凝结水精制工艺的成本问题主要体现在两个方面:一是运行成本,二是维护成本。运行成本主要包括电力消耗和化学药剂的使用,凝结水精制工艺需要消耗大量的电力来驱动泵和风机等设备,同时还需要使用化学药剂来进行预处理、脱盐、除氧等步骤。这些都会增加电厂的运行成本。维护成本则包括设备的维修、更换以及树脂的再生与更换等。设备在长期运行中会出现磨损和故障,需要进行定期维修和更换。而树脂作为易耗品,需要定期再生和更换,这也增加了维护成本。如果设备选型不当或工艺设计不合理,还会导致设备频繁故障和树脂的快速消耗,进一步增加成本。

3 火力发电厂凝结水精制工艺优化研究

3.1 树脂输送与再生优化

在火力发电厂的凝结水精制工艺中,树脂的输送与再生环节是确保系统稳定运行和出水水质达标的关键。针对当前树脂输送易泄漏、再生效率低等问题,开展树脂输送与再生优化研究具有重要意义。树脂输送系统的优化主要着眼于减少泄漏和提高输送效率。通过改进树脂输送管道的设计,如采用耐磨、耐腐蚀的材料,增加管道的强度和密封性,可以有效减少树脂在输送过程中的泄漏。同时,优化树脂输送泵的选型,确保其能够提供稳定的输送压力和流量,避免因压力波动导致的树脂泄漏。引入先进的树脂输送技术,如气动输送或磁力输送,可以进一步减少树脂与管道的摩擦,降低泄漏风险,如采用水气合送树脂时,需合理调节进气、进水时间和流速,避免混床内残留大量失效树脂。在树脂再生方面,优化再生剂的种类和用量是关键。传统的再生剂如食盐和硫酸等,虽然具有一定的再生效果,但存在再

生效率低、环境污染大等问题。研发新型高效、环保的再生剂,如有机酸、无机盐复合物等,成为当前的研究热点。优化再生工艺参数,如再生时间、温度、pH值等,也可以显著提高树脂的再生效率和出水水质。

3.2 控制阴阳树脂的比例

需要根据凝结水的水质特点调整凝结水出力混床树脂的比例,以保证制水量和出水水质的稳定。凝结水中的阳离子主要为给水中加入的氨,根据火力发电厂汽水质量标准,凝结水PH约为9.0~9.2,氨浓度约为0.3~0.5mg/L,正常情况下,凝汽器不泄露, Cl^- , SO_4^{2-} , Na^+ 等离子质量浓度很小,因此阳离子浓度远高于阴离子浓度,因此可将高速混床的阳离子:阴离子的比例由1:1调整为3:2,可以提高混床每个周期内的产水量。

3.3 布水装置与混合床优化

布水装置和混合床是凝结水精制工艺中的核心设备,其性能直接影响出水水质和系统稳定性。针对当前布水不均、混合效率低等问题,开展布水装置与混合床优化研究具有重要意义。布水装置的优化主要着眼于提高布水均匀性和减少水流阻力。一方面,通过改进布水孔的设计,如采用多孔板、喷嘴等结构,可以确保水流在布水装置上均匀分布,避免局部水流过大或过小导致的处理效果不佳。另一方面,优化布水装置的材质和制造工艺,如采用耐腐蚀、耐磨损的材料,提高布水装置的耐用性和稳定性。混合床的优化则主要关注提高混合效率和出水水质。传统的混合床存在混合不均、出水水质波动大等问题。研发新型高效混合床技术,如采用多层结构、不同粒径树脂混合等技术,可以显著提高混合效率和出水水质。优化混合床的操作参数,如水流速度、树脂填充量等,也可以进一步提高混合效果。

3.4 预处理与后处理优化

预处理和后处理环节是凝结水精制工艺中不可或缺的部分,其效果直接影响出水水质和系统稳定性。针对当前预处理效果不佳、后处理成本高等问题,开展预处理与后处理优化研究具有重要意义。预处理环节的优化主要着眼于提高去除效率和降低处理成本。通过改进预处理设备的选型和设计,如采用高效过滤器、活性炭吸附器等设备,可以显著提高去除效率。优化预处理工艺参数,如过滤速度、吸附时间等,也可以进一步提高去除效果^[3]。引入新型预处理技术,如膜分离技术、生物处理技术等,也可以为预处理环节提供更多的选择。后处理环节的优化则主要关注提高出水水质和降低处理成本。一方面,通过优化后处理设备的选型和设计,如采用精密过滤器、反渗透膜等设备,可以进一步提高出水

水质。另一方面,优化后处理工艺参数,如操作压力、温度等,也可以降低处理成本。研发新型后处理技术,如电渗析技术、离子交换膜技术等,也可以为后处理环节提供更多的选择。

3.5 智能监测与控制优化

随着信息技术的不断发展,智能监测与控制技术在火力发电厂凝结水精制工艺中的应用越来越广泛。针对当前监测与控制精度不高、自动化程度低等问题,开展智能监测与控制优化研究具有重要意义。智能监测技术的优化主要着眼于提高监测精度和实时性。通过引入高精度传感器和在线监测仪器,如电导率仪、pH计等,可以实时监测水质参数的变化情况。利用物联网技术将传感器与远程监控中心连接起来,实现数据的实时传输和远程监控。引入人工智能技术,如机器学习、深度学习等,可以对监测数据进行智能分析和预测,为工艺优化提供数据支持。智能控制技术的优化则主要关注提高自动化程度和降低能耗,通过优化控制算法和逻辑,实现设备的自动启停、自动调节等功能,提高系统的自动化程度。利用智能控制技术对工艺参数进行精确控制,如精确控制水流速度、温度等参数,可以降低能耗并提高处理效率。引入先进的控制策略,如模糊控制、神经网络控制等,也可以进一步提高控制精度和稳定性。

4 火力发电厂在凝结水处理方面的未来发展规划

火力发电厂在凝结水处理方面的未来发展规划,将紧密围绕提高水资源利用效率、保障水质安全与环保达标、以及推动智能化与自动化技术进步三大核心目标展开。首先,在提升水资源利用效率方面,火力发电厂将致力于研发更高效、更环保的凝结水处理技术。这包括但不限于对现有离子交换树脂的改良,开发新型高性能树脂材料,以提高树脂的交换容量和再生效率,减少水资源的浪费。将加强对凝结水回收系统的优化,采用先进的膜分离技术和热交换技术,实现凝结水的最大化回收和再利用,降低对新鲜水资源的依赖^[4]。其次,在保障

水质安全与环保达标方面,火力发电厂将严格按照国家环保法规和政策要求,加强凝结水处理过程中的水质监测与控制。通过引入高精度在线监测仪器和智能分析系统,实现对凝结水水质的实时监测和预警,确保出水水质达到或超过国家和行业标准。将加大对废水处理设施的投资与改造力度,采用先进的废水处理技术和工艺,减少废水排放,降低对环境的影响。最后,在推动智能化与自动化技术进步方面,火力发电厂将积极拥抱数字化、智能化转型浪潮。通过引入物联网、大数据、人工智能等先进技术,构建智能凝结水处理系统,实现凝结水处理的自动化、智能化和远程监控。这将有助于提高凝结水处理的效率和精度,降低运营成本,同时提升电厂的整体运行安全性和可靠性。

结束语

本研究通过对火力发电厂凝结水精制工艺的优化研究,实现了工艺效率与环保性能的双重提升。未来,随着智能化、自动化技术的不断发展,凝结水处理工艺将更加注重系统的集成化与智能化水平,以实现更高效、更环保的水处理目标。本研究成果为火力发电厂的凝结水处理工艺优化提供了有益参考,也为行业的可持续发展贡献了一份力量。

参考文献

- [1]王俊平.对发电厂凝结水精处理系统的应用分析[J].模具制造,2023,23(09):139-141.
- [2]畅巨东,丁卫华,于海全,等.火力发电厂凝结水精处理系统运行问题分析及改造优化[J].清洗世界,2023,39(04):16-18+21.
- [3]陈建伟,郑志强,叶明君,等.某发电厂凝结水精处理再生系统问题分析与解决[J].工业水处理,2022,42(09):207-210.
- [4]张宝军.凝结水精处理运行控制现状与优化研究[J].给水排水,2020,56(01):73-76.