

基于热控自动化技术的电力工程节能减排研究

高 翔

申能吴忠热电有限责任公司 宁夏 吴忠 751100

摘 要：随着全球能源需求的持续增长和环境保护意识的日益增强，电力工程领域的节能减排已成为亟待解决的重要课题。热控自动化技术作为电力工程中的关键技术之一，在提高能源利用效率、降低污染物排放方面发挥着重要作用。本文深入探讨了热控自动化技术在电力工程节能减排中的应用，分析了当前面临的问题与挑战，并提出了相应的解决策略和发展建议，旨在为推动电力工程实现绿色、可持续发展提供理论支持和实践参考。

关键词：热控自动化技术；电力工程；节能减排；能源利用效率

1 引言

电力行业作为能源消耗和污染物排放的大户，在经济发展中占据着举足轻重的地位。然而，传统电力生产方式往往伴随着高能耗、高污染的问题，给生态环境带来了巨大压力。在全球积极应对气候变化、倡导低碳发展的大背景下，电力工程节能减排已成为实现能源可持续利用和环境保护的必然选择。热控自动化技术通过先进的传感器、控制器和执行器等设备，对电力生产过程中的温度、压力、流量等热工参数进行实时监测、精确控制和优化调节，能够有效提高电力设备的运行效率，降低能源消耗和污染物排放。因此，深入研究基于热控自动化技术的电力工程节能减排，对于推动电力行业转型升级、促进经济社会可持续发展具有重要的现实意义。

2 热控自动化技术概述

热控自动化技术是综合运用自动控制理论、计算机技术、传感器技术、通信技术等多学科知识，对电力生产过程中的热力设备和系统进行自动监测、控制和调节的技术。其基本原理是通过安装在热力设备上的各类传感器，实时采集温度、压力、流量、液位等热工参数，并将这些参数转换为电信号传输给控制器。控制器根据预设的控制策略和算法，对采集到的数据进行分析处理，输出控制信号给执行器，执行器根据控制信号调节阀门开度、风机转速等，从而实现对热力设备和系统的自动控制，确保设备在安全、稳定、高效的状态下运行。

3 热控自动化技术在电力工程节能减排中的具体措施

3.1 锅炉燃烧优化控制

(1) 采用先进的燃烧控制算法：如模糊控制、神经网络控制等智能控制算法，根据锅炉的运行工况和燃料特性，实时调整燃料量和风量，使燃烧过程始终处于最佳状态。这些智能控制算法能够更好地处理燃烧过程中的非线性、时变性和不确定性，提高燃烧控制的精度和

稳定性。(2) 安装在线监测与分析系统：在锅炉炉膛内安装先进的火焰监测器、烟气成分分析仪等设备，实时监测火焰的形状、温度分布以及烟气中氧气、一氧化碳、氮氧化物等成分的含量。通过对这些监测数据的分析处理，及时调整燃烧参数，优化燃烧过程，降低燃烧过程中的污染物排放^[1]。(3) 实施低氮燃烧技术改造：采用低氮燃烧器、空气分级燃烧、燃料分级燃烧等低氮燃烧技术，改变燃烧过程中的空气动力场和温度场分布，降低燃烧区域的温度和氧气浓度，从而抑制氮氧化物的生成。同时，结合热控自动化技术对低氮燃烧设备进行精确控制，确保低氮燃烧技术的有效实施。

3.2 汽轮机调节系统优化

(1) 应用数字电液控制系统(DEH)：DEH系统采用先进的计算机技术和液压控制技术，能够实现对汽轮机转速、负荷、压力等参数的精确控制和快速响应。通过优化DEH系统的控制策略和算法，提高汽轮机的调节性能和运行效率，减少调节过程中的能量损失。(2) 开展汽轮机通流部分改造：采用先进的汽轮机通流部分设计技术和加工工艺，对汽轮机的叶片、隔板等部件进行改造，提高汽轮机的通流能力和内效率。同时，利用热控自动化技术对改造后的汽轮机进行实时监测和优化调整，确保汽轮机在高效区运行。(3) 实施汽轮机冷端优化：汽轮机的冷端系统包括凝汽器、循环水泵、冷却塔等设备，其运行性能直接影响汽轮机的排汽压力和热效率。通过热控自动化技术对冷端系统的运行参数进行实时监测和分析，优化循环水泵的运行方式和冷却塔的冷却效果，降低汽轮机的排汽压力，提高汽轮机的热效率。

3.3 辅助设备节能控制

(1) 风机、水泵变频调速改造：对电力工程中的引风机、送风机、给水泵、循环水泵等大功率辅助设备运行变频调速改造，安装变频调速装置。根据设备的实际

运行负荷和压力需求,自动调节电机的转速,使设备始终在高效区运行,降低设备的能耗。同时,采用先进的控制算法对变频调速系统进行优化,提高系统的响应速度和稳定性。(2)优化设备运行方式:通过热控自动化技术对辅助设备的运行状态进行实时监测和分析,根据电力生产的实际需求,合理调整设备的运行台数和运行时间,避免设备的空载运行和过度运行。例如,在低负荷时段,可以停运部分辅助设备,减少能源消耗。(3)实施设备节能诊断与维护:利用热控自动化技术采集设备的运行数据,建立设备节能诊断模型,对设备的能耗状况进行实时评估和分析。及时发现设备存在的能耗异常问题,并采取相应的维护措施,确保设备始终处于良好的运行状态,提高设备的能源利用效率。

3.4 余热回收利用系统建设

(1)安装余热锅炉:在锅炉尾部烟道安装余热锅炉,回收锅炉排烟中的余热,产生蒸汽用于发电或供热。通过热控自动化技术对余热锅炉的运行参数进行实时监测和控制,确保余热锅炉的安全稳定运行,提高余热回收效率。(2)建设热管换热系统:热管是一种高效的传热元件,利用热管换热器可以回收电力生产过程中的各种余热,如汽轮机排汽余热、冷却水余热等。通过热控自动化技术对热管换热系统的温度、流量等参数进行精确控制,实现余热的高效回收和利用^[2]。(3)推广热电联产技术:热电联产是一种将发电和供热有机结合的能源利用方式,能够大大提高能源的综合利用效率。在电力工程中建设热电联产项目,利用汽轮机排汽余热进行供热,同时发电。通过热控自动化技术对热电联产系统进行优化控制和协调运行,实现能源的梯级利用,降低能源消耗和污染物排放。

4 当前面临的问题与挑战

4.1 技术层面

虽然我国在热控自动化技术领域取得了一定的进展,但与国外先进水平相比,仍存在较大差距。在核心技术和关键设备方面,如高精度传感器、智能控制器等,还依赖进口,缺乏自主创新能力。这限制了热控自动化技术在电力工程节能减排中的进一步应用和发展。电力工程中的热控自动化系统涉及多个子系统和设备,如DCS系统、变频调速系统、余热回收利用系统等。这些子系统和设备来自不同的厂家,采用不同的技术标准和通信协议,系统集成难度大。如何实现各子系统之间的无缝对接和信息共享,提高整个热控自动化系统的协同运行能力,是当前面临的一个重要技术难题。智能控制算法在热控自动化技术中的应用为电力工程节能减排

带来了新的机遇,但目前这些算法在实际应用中还存在适应性不强的问题。由于电力生产过程的复杂性和不确定性,智能控制算法在不同工况下的控制效果差异较大,需要进一步优化算法模型,提高算法的适应性和鲁棒性。

4.2 管理层面

部分电力企业对节能减排工作的重要性认识不足,缺乏节能减排的主动性和积极性。在企业管理中,往往更注重经济效益,而忽视了环境保护和社会责任,对热控自动化技术在节能减排中的应用投入不足,导致节能减排措施难以得到有效落实。目前,我国电力企业在节能减排管理方面还存在管理体系不完善的问题。缺乏统一的节能减排标准和考核机制,对能源消耗和污染物排放的监测和统计不够准确和及时,难以对节能减排工作进行科学有效的评估和管理。同时,企业内部各部门之间在节能减排工作中缺乏有效的协调和配合,导致工作效率低下。热控自动化技术在电力工程节能减排中的应用需要既懂电力工程又懂自动化技术的复合型人才。然而,目前我国电力行业这类人才相对短缺,尤其是具有创新能力和实践经验的高端人才更是匮乏。人才培养体系的不完善和人才流失现象的存在,进一步加剧了人才短缺的问题,制约了热控自动化技术在电力工程节能减排中的推广应用。

4.3 政策与市场层面

虽然国家出台了一系列鼓励电力工程节能减排的政策措施,但在实际执行过程中,还存在政策支持力度不够的问题。例如,节能减排补贴标准较低,难以充分调动企业开展节能减排工作的积极性;税收优惠政策不够完善,对企业的激励作用有限。此外,政策的稳定性和连续性也有待提高,避免因政策调整给企业带来不必要的风险^[3]。目前,我国电力市场机制还不够完善,能源价格形成机制不合理,难以反映能源的稀缺性和环境成本。这使得电力企业在生产过程中缺乏节能减排的内在动力,不利于热控自动化技术在电力工程节能减排中的应用和推广。同时,碳交易市场等环境市场的发展还处于初级阶段,市场规则和监管体系不完善,难以发挥市场机制在节能减排中的作用。

5 解决策略与发展建议

5.1 技术创新与发展

加大对热控自动化技术核心技术和关键设备的研发投入,鼓励企业、高校和科研机构开展产学研合作,共同攻克高精度传感器、智能控制器等关键技术难题,提高我国热控自动化技术的自主创新能力。同时,积极

引进国外先进技术和经验,进行消化吸收再创新,加快我国热控自动化技术的发展步伐。加强热控自动化系统集成技术的研究和应用,制定统一的技术标准和通信协议,实现各子系统和设备之间的互联互通和信息共享。建立热控自动化系统集成平台,提高系统的集成度和协同运行能力,为电力工程节能减排提供更加高效、可靠的技术支持。深入研究智能控制算法在热控自动化技术中的应用,结合电力生产过程的特点和实际需求,对算法模型进行优化和改进。开展智能控制算法的仿真研究和实际应用测试,提高算法的适应性和鲁棒性,确保在不同工况下都能实现对电力生产过程的精确控制和优化调节。

5.2 加强管理与人才培养

加强对电力企业管理者和员工的节能减排宣传教育,提高他们的节能减排意识和责任感。通过开展培训、讲座等活动,普及节能减排知识和技术,使节能减排理念深入人心。同时,将节能减排指标纳入企业绩效考核体系,建立相应的奖惩机制,激励员工积极参与节能减排工作。建立健全电力企业节能减排管理体系,制定统一的节能减排标准和考核机制。加强对能源消耗和污染物排放的监测和统计,建立能源管理信息系统,实现对能源消耗和污染物排放的实时监控和分析。加强企业内部各部门之间的协调和配合,形成节能减排工作的合力,提高工作效率和管理水平。完善电力行业人才培养体系,加强高校和职业院校相关专业建设,培养既懂电力工程又懂自动化技术的复合型人才^[4]。鼓励企业开展内部培训和技能竞赛活动,提高员工的技术水平和业务能力。同时,加大人才引进力度,吸引国内外优秀人才投身电力工程节能减排事业,为热控自动化技术的应用和发展提供人才保障。

5.3 完善政策与市场机制

政府应进一步加大对电力工程节能减排的政策支持力度,提高节能减排补贴标准,扩大补贴范围,降低企业开展节能减排工作的成本。完善税收优惠政策,对采用热控自动化技术进行节能减排改造的企业给予税收减

免或优惠,激发企业的积极性。同时,保持政策的稳定性和连续性,为企业提供良好的政策环境。加快电力市场机制改革,完善能源价格形成机制,使能源价格能够充分反映能源的稀缺性和环境成本。建立合理的电价机制,对节能减排效果好的电力企业给予电价优惠,引导企业主动开展节能减排工作。积极发展碳交易市场等环境市场,完善市场规则和监管体系,充分发挥市场机制在节能减排中的作用,推动电力工程实现绿色、可持续发展。

结语

热控自动化技术在电力工程节能减排中具有重要的作用和广阔的应用前景。通过优化燃烧过程、调节热力循环参数、降低设备能耗和实现余热回收利用等措施,热控自动化技术能够显著提高电力工程的能源利用效率,降低污染物排放,带来显著的经济效益和社会效益。然而,当前热控自动化技术在电力工程节能减排中的应用还面临着技术、管理和政策市场等多方面的问题与挑战。为了推动热控自动化技术在电力工程节能减排中的进一步应用和发展,需要加强技术创新,提高自主创新能力,推进系统集成与标准化建设;加强管理,强化节能减排意识,完善管理体系,加强人才培养与引进;完善政策与市场机制,加大政策支持力度,完善市场规则。通过各方的共同努力,充分发挥热控自动化技术的优势,促进电力工程实现节能减排目标,为我国经济社会的可持续发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]石嵘.电力系统热控自动化优化策略研究[J].电子元件与信息技术,2024,8(12):35-37.
- [2]渠国防.火电厂热控自动化系统优化与性能提升研究[J].电力设备管理,2025,(02):114-116.
- [3]竺佳莹.电厂热控自动化改造技术探究[J].科技资讯,2024,22(19):99-101.
- [4]郑泽聪.热控自动化在电厂热工系统中的应用分析[J].电气技术与经济,2024,(09):179-181.