

火力发电厂自动控制技术探讨

袁楠

浙能宁夏枣泉发电有限责任公司, 宁夏 银川 750411

[摘要]随着社会电力需求的不断增加,火力发电作为主要的电力生产方式之一,面临更高效率和更环保性能的要求。为迎接日益复杂的能源市场和环境保护挑战,火力发电厂迫切需要借助先进的自动控制技术,以提升运行的灵活性、精确性和稳定性。当前自动控制系统在应对复杂工艺、环境变化和能源转型时依然面临一系列挑战。因此,深入研究火力发电厂自动控制技术的基础、问题及未来发展趋势,对于推动行业升级和可持续发展具有重要的理论和实践价值。

[关键词]火力发电; 自动化控制技术; 生产效率

DOI: 10.33142/hst.v7i1.11203

中图分类号: TM621

文献标识码: A

Exploration on Automatic Control Technology in Thermal Power Plants

YUAN Nan

Zhejiang Energy Ningxia Zaoquan Power Generation Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750411, China

Abstract: With the continuous increase in social electricity demand, thermal power generation, as one of the main power production methods, faces the requirements of higher efficiency and more environmentally friendly performance. In order to meet the increasingly complex energy market and environmental protection challenges, thermal power plants urgently need to use advanced automatic control technology to improve operational flexibility, accuracy, and stability. The current automatic control system still faces a series of challenges in dealing with complex processes, environmental changes, and energy transformation. Therefore, in-depth research on the foundation, problems, and future development trends of automatic control technology in thermal power plants has important theoretical and practical value for promoting industry upgrading and sustainable development.

Keywords: thermal power generation; automation control technology; production efficiency

引言

火力发电厂作为传统能源领域的主要力量,在满足社会对电能需求的同时,也面临着日益复杂的运行环境和不断提升的环保要求。自动控制技术作为提高火力发电厂运行效率、保障安全生产的关键手段,不断受到关注和研究。深入探讨火力发电厂自动控制技术的基础原理、现存问题以及提升性能的方法,为推动火力发电行业的智能化和可持续发展提供理论支持。

1 火力发电厂自动控制技术基础

火力发电厂自动控制技术基础是实现高效、安全运行的核心。在这个领域,自动控制系统扮演着关键的角色,它负责监测、调整和优化火力发电过程的各个环节。首先,基础环节包括对发电机、锅炉、蒸汽涡轮等关键设备的自动化控制。发电机的调速、锅炉的燃烧控制以及蒸汽涡轮的负荷调整等关键参数的实时监测与调整,直接影响到整个发电厂的稳定性和效率。自动控制技术的基础还在于先进的传感器和执行器的应用。通过高精度的传感器,能够实时采集各种关键数据,如温度、压力、流量等,从而为控制系统提供准确的反馈。同时,执行器的高效运行,保障了控制系统对于生产过程的实时响应能力。这些先进的技术手段相辅相成,使得火力发电厂能够更加智能、自适应地运行,提高能源利用效率的同时降低对人工干预的依赖。

2 火力发电厂自动控制技术出现的问题分析

2.1 环境条件对自动控制技术的影响

火力发电厂自动控制技术在实际运行中面临着诸多问题,其中之一即是环境条件对自动控制技术的影响。环境条件的变化给自动控制系统带来了一系列挑战,直接影响到系统的稳定性和可靠性。首先,高温、高湿等极端环境条件对传感器和执行器的性能提出了严苛要求。在火力发电厂内部,温度常常处于较高水平,而湿度波动大,这对设备的正常运行产生了负面影响。传感器在高温环境下易受损影响测量准确性;执行器在潮湿环境中可能出现腐蚀和短路等问题,直接影响其工作寿命和可靠性。其次,环境条件的不稳定性也给自动控制系统带来了挑战。气象变化、季节变迁等因素导致的环境波动使得控制系统需要具备更强的适应性。特别是在温度剧烈波动的情况下,系统需要迅速调整以应对这些变化,否则可能引发设备故障、能效降低等问题。此外,环境条件对通信系统的稳定性也构成了潜在威胁。在极端环境下,电磁干扰、气象影响等因素容易导致通信信号的干扰和丢失,从而影响控制指令的传递和执行。

2.2 复杂的火力发电工艺

火力发电厂的工艺复杂性是自动控制技术面临的另一主要问题。火力发电涉及多个工序和子系统,包括燃烧

过程、锅炉控制、蒸汽轮机操作等，这些复杂的工艺流程相互交织，使得自动控制系统需要处理大量且相互关联的信息^[1]。首先，火力发电厂的燃烧过程是一个高度动态的系统。燃烧涉及到燃料的供应、空气的调节、烟气的排放等多个因素，而这些因素之间存在非线性关系，随着负荷和燃料种类的变化，燃烧过程的稳定性变得难以维持。其次，锅炉控制涉及到水位、压力、温度等多个参数的调节，而这些参数的相互影响使得锅炉系统变得异常复杂。工艺中可能出现的水位波动、压力失控等问题都会对自动控制系统提出严峻挑战。蒸汽轮机操作是火力发电厂工艺中的另一个复杂环节。与燃烧过程和锅炉控制相比，蒸汽轮机涉及到更多的机械和热力学因素，如转子的运行状态、叶片的角度调整等。这些因素的复杂性增加了自动控制系统的调试和设计的难度。

2.3 负荷波动与系统动态响应

负荷波动与系统动态响应是火力发电厂自动控制技术面对的另一重要挑战。电力系统中存在的负荷波动，即电力需求的瞬时变化，对火力发电厂产生直接而迅速的影响。这种负荷波动可能是计划内的、例如日夜电力需求差异，也可能是非计划的、如设备故障或突发性负荷变化。系统动态响应的问题主要体现在两个方面。首先，火力发电厂的主要设备，如锅炉、蒸汽轮机等，需要在极短的时间内适应负荷的快速变化。这要求自动控制系统具备高度的灵活性和响应速度，以确保在瞬时负荷波动下，系统能够迅速实现平衡。其次，系统动态响应对于稳定运行和设备寿命的影响值得关注。频繁的负荷波动可能导致设备的过度调整，进而影响设备的稳定性和寿命。这种动态响应问题不仅会加大运行成本，还可能引发设备的频繁故障，对整个火力发电厂的可靠性产生负面影响。在面对这一问题时，自动控制系统需要有效应对电力系统的负荷波动，使得火力发电厂能够在短时间内实现平稳运行，提高能源利用效率，并减少对设备的损耗。

3 提高火力发电厂自动控制性能的方法

3.1 先进的传感技术

提升火力发电厂自动控制性能的有效途径之一是采用先进的传感技术。传感技术在自动控制系统中的关键作用不可忽视，对于实时监测和准确感知各种工艺参数至关重要。先进的传感技术具备更高的精度和灵敏度，能够实现对于关键参数更准确地测量。通过采用先进的传感器，系统可以获得更精细的数据，从而提高对火力发电过程的实时监测水平。高精度的传感技术有助于提升系统对温度、压力、流量等关键参数的感知能力，使得自动控制系统能够更加准确地调整工艺参数，确保火力发电过程的高效稳定运行。另一方面，先进的传感技术还可以提供更强环境适应性。在火力发电厂的极端工况下，例如高温、高湿等环境条件，传感器通常要经受严苛的考验。采用先进的

材料和封装技术，可以使传感器更具耐高温、耐腐蚀的特性，保证其在极端环境中的稳定运行。此外，多模式传感和多参数一体化传感是先进传感技术的又一特点。这种设计不仅能够获得更多工艺参数的信息，而且通过多参数的综合分析，系统可以更全面地理解和调整整个火力发电过程。这对于提高系统的自适应性和整体性能具有积极的影响。因此，引入先进的传感技术是提升火力发电厂自动控制性能的重要手段，通过提高数据采集的准确性和系统的适应性，有效地推动了自动控制系统的现代化和智能化。

3.2 智能控制算法

提高火力发电厂自动控制性能的另一重要方法是采用智能控制算法。传统的控制算法在应对复杂、非线性的火力发电工艺时可能显得有限，而引入智能控制算法则为系统带来更灵活、自适应的控制策略。智能控制算法主要包括模糊逻辑控制、神经网络控制、遗传算法等。这些算法能够通过学习和适应性调整，不仅能够处理复杂的非线性关系，还能够适应工艺参数的变化和不确定性。与传统的PID控制相比，智能控制算法更具自主学习和优化的能力，能够更好地适应火力发电工艺的多变性。在实际应用中，智能控制算法能够对火力发电过程进行在线优化和自适应调整。例如，神经网络控制算法可以通过大量历史数据学习系统的动态特性，实现对复杂非线性系统的精准控制。而模糊逻辑控制则能够通过模糊规则的定义，处理模糊和不确定性信息，提高系统对于复杂工况的鲁棒性。此外，智能控制算法还能够实现系统的优化调度。通过综合考虑多个目标和约束条件，遗传算法等优化算法能够找到系统运行的最佳策略，从而提高火力发电厂的整体效率和经济性。因此，采用智能控制算法是提高火力发电厂自动控制性能的关键一步。通过引入自适应、学习型的算法，系统能够更好地适应多变的工况，实现对整个发电过程的智能化控制，为提升效率和降低运营成本提供了有力支持。

3.3 硬件升级与优化

为提高火力发电厂自动控制性能，进行硬件升级与优化是一项关键战略。硬件升级主要集中在提升控制系统的处理能力、通信速度，以及可靠性等方面。首先，控制系统的硬件升级包括提升主控制单元的处理性能。更强大的处理器能够更快速地执行控制算法和处理大量实时数据，确保系统能够快速而准确地响应各种工况变化^[2]。此外，采用多核处理器和并行计算技术，能够更有效地处理复杂控制任务，提高整个系统的并发处理能力。其次，硬件的通信模块也是一个需要升级的关键点。采用高速、稳定的通信模块能够提高控制系统与各个子系统之间的数据传输效率。这对于确保控制指令的实时性和准确性至关重要，尤其是在应对负荷波动等突发情况时，高效的通信模块能够保证系统的快速响应。此外，硬件升级还包括提升传感器和执行器的性能。采用更先进、更稳定的传感器，

能够提高对工艺参数的采集精度。同样,优化执行器的设计,增加其响应速度和稳定性,有助于提高系统对控制指令的执行效率。最后,硬件优化还应考虑能效和可维护性。采用低功耗的硬件设计,不仅有助于降低能源消耗,还可以减少硬件故障的概率。此外,优化硬件结构和布局,提高硬件的可维护性,有利于降低维护成本和提高系统的可靠性。

3.4 培训与人员素质提升

在提升火力发电厂自动控制性能的战略中,注重培训与人员素质提升是至关重要的一环。自动控制系统的有效运行不仅仅依赖于先进的技术设备,更需要具备相关技能和知识的操作人员。首先,培训人员需要深入了解自动控制系统的原理和运行机制。这包括对传感技术、控制算法、硬件结构等方面的全面理解。培训人员要了解不同控制策略的优劣势,能够熟练应对各种工艺异常情况,确保系统能够在复杂工况下依然高效运行。其次,人员需要具备良好的问题解决和应变能力。由于火力发电厂自动控制系统面临的环境和工况变化多端,培训人员应具备快速响应、分析问题并迅速采取措施的能力。这种灵活性和应变性的培养是提高系统性能的关键。培训人员还需具备团队协作和沟通能力。火力发电厂自动控制系统通常由多个子系统组成,不同的操作人员需要密切协作,协调各个环节以确保整个系统的协同运行。培训人员的团队合作精神和有效沟通技能对于提高整个自动控制系统的效能至关重要。此外,定期的培训和技能更新也是必要的。随着自动控制技术的不断发展,培训人员需要不断更新自己的知识体系,了解最新的技术发展和系统优化方法,以确保其在应对新挑战时有充足的准备。

4 火力发电厂自动控制技术未来发展趋势

4.1 智能化和数字化趋势

智能化和数字化趋势是提升火力发电厂自动控制性能的重要方向。随着科技的飞速发展,智能化和数字化技术的应用正逐渐成为火力发电厂自动控制系统的新潮流。首先,智能化技术的引入使得控制系统具备更高级别的自主学习和决策能力。机器学习算法、人工智能等智能化技术可以根据系统运行数据不断优化控制策略,适应不同工况下的最优化控制^[3]。这种智能化的特点使得火力发电厂自动控制系统能够更加灵活地应对复杂多变的运行环境,实现更为智能的运行管理。其次,数字化技术的推动实现了信息的全面数字化采集和处理。传感器、执行器、控制器等硬件设备的数字化使得系统能够更加精准地感知和响应工艺参数的变化。数字化技术还有助于建立全面的实时监控系統,实时掌握火力发电厂各个关键节点的状态,

提高系统对整个发电过程的可视化管理水平。此外,智能化和数字化趋势的另一个重要体现是物联网的广泛应用。通过物联网技术,各个设备和子系统能够实现互联互通,形成一个紧密协同的工作网络。这使得系统的整体性能得以提升,能够更好地协调各个子系统的工作,实现更为高效、可靠的火力发电运行。

4.2 人工智能在控制中的应用

人工智能在火力发电厂自动控制中的应用是当前智能化趋势中的重要方向。人工智能技术的引入不仅丰富了自动控制系统功能,更为系统提供了更智能、自适应的控制策略。首先,人工智能在火力发电厂的应用主要体现在控制算法的智能化升级。传统的PID控制方式在应对复杂、非线性的工艺系统时存在一定局限性,而人工智能技术,如深度学习和强化学习,能够通过对大量历史数据的学习,自动调整控制策略,更好地适应系统的非线性和时变特性。这种智能化的控制策略使得系统能够更精准地响应不同工况下的需求,提高了整个火力发电厂的稳定性和效率。其次,人工智能在故障诊断和预测方面也展现出强大的潜力。通过分析大量的传感器数据,人工智能系统能够快速识别潜在的故障源,并提前预测可能发生的問題。这有助于减少设备停机时间,提高系统的可靠性和可维护性。另外,人工智能还在能源管理方面发挥着重要作用。通过智能算法的优化,系统能够更加精准地进行负荷预测和能耗分配,实现对能源的有效利用,降低运营成本。

5 结语

火力发电厂自动控制技术的研究揭示了系统的关键原理,同时也突显了面临的挑战。在探讨提高性能途径时,强调了先进传感技术、智能算法、硬件升级与培训的重要性。这些方法能够使自动控制系统更灵活、更智能地应对各种复杂情况,实现高效运行。火力发电厂自动控制技术的发展需要不断追求创新,应用先进技术手段,以实现更高效、稳定和环保的发电运行。

[参考文献]

- [1] 张立勋. 自动控制技术及应用探究[J]. 科技风, 2021(19): 92-93.
 - [2] 吴真. 智能控制在火电厂自动控制中的运用[J]. 电子技术与软件工程, 2021(23): 106-107.
 - [3] 冯键. 火电厂自动化控制技术的运用研究[J]. 技术与市场, 2021, 28(5): 117-118.
- 作者简介: 袁楠(1995.10—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 东北电力大学, 所学专业: 测控技术与仪器, 目前职称: 助理工程师, 目前就职单位: 浙能宁夏枣泉发电有限责任公司。