

火力发电厂热工自动控制实用技术

贺 磊

国家能源集团陕西公司郭家湾电厂 陕西 榆林 719300

摘 要：热工自动控制技术是火力发电厂运行的关键支撑，推动发电技术向智能化、高效化发展。该技术高度集成，通过检测元件、变送器、控制器、执行器协同工作，实现全方位、高精度检测与控制。常见实用技术包括集散控制系统（DCS）、可编程逻辑控制器（PLC）和智能控制技术。在锅炉、汽轮机、发电机等系统中应用广泛，提升发电效率与安全性。然而，技术集成、设备老化与网络安全问题仍需解决。未来，热工自动控制技术将持续创新，助力发电行业高效、智能、环保发展。

关键词：火力发电厂；热工自动控制；实用技术；研究

引言：在火力发电领域，发电系统的稳定、高效运行对于保障能源供应和推动社会发展至关重要。热工自动控制技术作为火力发电厂运行体系的核心支撑，集成了先进的检测、控制与调节技术，实现对发电过程中复杂热力参数的精准把控。它不仅提升了发电过程的自动化程度，更在提高发电效率、保障设备安全、促进节能减排等方面发挥着不可替代的作用。本文将深入探讨热工自动控制技术的构成、实用技术、在火力发电厂不同系统中的应用，以及面临的挑战与解决策略，以期为火力发电行业的发展提供有益参考。

1 热工自动控制技术概述

热工自动控制技术作为火力发电厂运行体系中的关键支撑，是现代发电技术走向智能化、高效化的重要标志。它依托自动化装置，对火力发电厂内复杂的热力过程展开全方位、高精度的检测、控制与调节，确保整个发电系统严格遵循预设规律稳定运行。（1）从技术构成来看，热工自动控制技术是一个高度集成的系统，由检测元件、变送器、控制器、执行器等多个核心部分协同工作。检测元件如同敏锐的“感官”，能够实时捕捉温度、压力、流量、液位等关键热工参数的细微变化；变送器则承担着“信号转换”的重要职责，将检测元件获取的模拟信号精准转换为标准信号，为后续处理提供统一格式的数据输入；控制器作为系统的“智慧大脑”，依据预设的控制策略和算法，对接收到的信号进行快速分析和处理，生成相应的控制指令；执行器则如同精准的“行动执行者”，严格按照控制指令对发电设备进行调节，确保各项参数始终处于最佳运行状态。（2）在火力发电厂的实际运行中，热工自动控制技术发挥着不可替代的作用。以锅炉燃烧过程为例，通过实时监测炉膛温度、压力、烟气含氧量等参数，控制器能够精确计算

并调整燃料供给量和空气配比，实现燃烧过程的优化控制。这不仅提高了燃烧效率，降低了燃料消耗，还有效减少了有害气体的排放，实现了经济效益与环保效益的双赢。（3）热工自动控制技术的应用显著提升了发电过程的自动化程度，减少了人为操作带来的误差和不确定性。在应对突发工况时，系统能够迅速响应，通过自动调节相关参数，确保发电设备的安全稳定运行，大大提高了系统的可靠性和稳定性。（4）随着科技的不断进步，热工自动控制技术也在持续创新发展。先进的控制算法、智能传感器技术、大数据分析等前沿科技的融入，使得热工自动控制系统的性能不断提升，控制精度和响应速度达到了前所未有的高度。未来，热工自动控制技术将继续在火力发电领域发挥核心作用，推动发电行业向更加高效、智能、环保的方向发展，为实现能源的可持续利用和社会的绿色发展贡献力量^[1]。

2 常见热工自动控制实用技术

2.1 集散控制系统（DCS）

集散控制系统是当前火力发电厂应用最为广泛且成熟的热工自动控制技术。它采用分散控制、集中管理的架构模式，将整个控制系统划分为现场控制站、操作站和工程师站等不同部分，各部分分工明确、协同工作。

（1）现场控制站是DCS的数据采集与执行前端，它配备各类高精度传感器，实时采集现场的温度、压力、流量、液位等热工参数。采集到的数据经初步处理后，现场控制站依据预设的控制策略对执行器发出控制指令，实现对现场设备的精准调节。操作站作为人机交互界面，为运行人员提供直观、全面的系统监控画面。运行人员可通过操作站实时掌握设备运行状态、查看历史数据、进行参数设置和操作干预。工程师站则是系统的技术支撑平台，技术人员在此进行系统设计、编程调试、

故障诊断与维护等工作。(2) DCS具有诸多显著优点。高可靠性是其重要特征之一,分散的控制结构使得局部故障不会影响整个系统的运行。灵活性体现在可根据不同工艺需求灵活配置控制模块和功能。易于扩展性则方便了系统的升级和改造,能够适应火力发电厂规模扩大和工艺改进的需求。通过DCS,火力发电厂可实现对各个系统的全面监控和控制,提高系统运行稳定性与管理效率。

2.2 可编程逻辑控制器(PLC)

可编程逻辑控制器以微处理器为核心,通过编程实现逻辑控制、顺序控制、定时控制等功能,在火力发电厂的局部控制中占据重要地位。(1) PLC具有抗干扰能力强、编程简单、维护方便等特点。在火力发电厂复杂的环境中,其强大的抗干扰能力确保了控制的稳定性和准确性。编程简单使得技术人员能够快速上手,根据实际需求进行程序编写和修改。维护方便则降低了系统的运维成本和难度。(2) PLC常用于输煤系统、除灰除渣系统等对控制要求相对较低但可靠性要求较高的系统。以输煤系统为例,PLC根据煤仓的煤位、皮带的运行状态等信号,自动控制皮带输送机、给煤机等设备的启停和运行。通过精确的逻辑控制,实现输煤过程的自动化,减少人工干预,提高输煤效率 and 安全性^[2]。

2.3 智能控制技术

随着人工智能技术的飞速发展,智能控制在火力发电厂热工自动控制中的应用日益广泛。智能控制技术涵盖模糊控制、神经网络控制、专家系统等多种方法。模糊控制能够处理复杂的非线性、不确定性问题。在火力发电过程中,许多热工过程具有非线性和不确定性特征,模糊控制通过模糊推理和模糊决策,对热工过程进行有效控制,提高系统的适应性和鲁棒性。神经网络控制具有自学习、自适应能力,它能够对复杂的热工系统进行建模和控制。通过不断学习和优化,神经网络控制能够适应系统参数的变化和外界干扰,提高控制精度和稳定性。专家系统则是将领域专家的知识和经验以规则的形式存储在计算机中,通过推理机制解决实际问题。在火力发电厂中,专家系统可用于故障诊断、优化运行等方面,为运行人员提供决策支持。智能控制技术的应用提高了热工自动控制系统的智能化水平,使其能够更好地适应火力发电过程中复杂多变的工况,为火力发电厂的高效、稳定运行提供了有力保障。

3 热工自动控制在火力发电厂不同系统中的应用

3.1 锅炉控制系统

锅炉作为火力发电厂的能量转换核心设备,其运行

状态直接影响着发电效率和安全性。热工自动控制在锅炉控制系统中发挥着至关重要的作用,主要用于精确控制锅炉的燃烧过程、蒸汽温度和水位等关键参数。

(1) 在燃烧过程控制方面,通过对燃料量、风量、给水量等参数的精准调控,实现锅炉的高效燃烧。以集散控制系统(DCS)为例,它能够实时采集锅炉的各项运行数据,依据负荷变化自动调整燃料量和风量的配比。当负荷增加时,DCS系统迅速响应,增大燃料量和风量的供应,确保燃烧充分,提高锅炉热效率;反之,当负荷降低时,则相应减少燃料量和风量,避免能源浪费。

(2) 蒸汽温度和水位的稳定控制同样重要。水位控制系统根据蒸汽流量和给水流量的变化,自动调节给水泵的转速或调节阀的开度,维持锅炉水位在正常范围内。一旦水位偏离设定值,控制系统会立即采取措施,防止出现满水或缺水事故,保障锅炉的安全运行。蒸汽温度控制则通过调节减温水量等方式,确保蒸汽温度符合工艺要求,提高蒸汽品质。

3.2 汽轮机控制系统

汽轮机是火力发电厂将热能转化为机械能的关键设备,其控制系统主要负责控制汽轮机的转速、负荷和轴向位移等参数。热工自动控制在汽轮机控制系统中通过调节汽轮机的进汽量,实现对转速和负荷的精确控制。(1) 电液调节系统(EH)是汽轮机控制的重要手段。该系统通过高精度的传感器实时监测汽轮机的转速和负荷信号,并将信号准确传输给控制器。控制器根据预设的控制策略,经过快速计算和分析,输出精确的控制信号,调节进汽调节阀的开度。这样,无论负荷如何变化,汽轮机都能保持稳定的转速和输出功率,满足电网的需求。(2) 轴向位移保护系统也是汽轮机安全运行的重要保障。它实时监测汽轮机转子的轴向位移,当位移超过允许值时,自动采取保护措施,如关闭进汽阀门、启动紧急停机程序等,防止汽轮机发生严重损坏,确保设备和人员的安全。

3.3 发电机控制系统

发电机控制系统主要用于控制发电机的电压、频率和无功功率等参数,热工自动控制在发电机控制系统中通过调节发电机的励磁电流来实现对电压和无功功率的控制。(1) 自动电压调节器(AVR)是发电机电压控制的核心设备。它根据发电机的端电压和无功功率的变化,自动调节励磁电流,使发电机的端电压保持在额定值附近,并合理分配无功功率。当电网负荷变化导致发电机端电压波动时,AVR能够迅速做出反应,调整励磁电流,稳定电压水平,保证电力系统的供电质量。(2) 频率控制系统则通过调节汽轮机的进汽量,调整发电机的转速,维持电网频率的稳定。当

电网频率偏离额定值时,控制系统会根据频率偏差的大小和方向,调节汽轮机的进汽量,使发电机转速发生变化,从而使电网频率恢复到正常范围^[3]。

4 热工自动控制系统应用面临的挑战及解决策略

4.1 技术集成与兼容性问题

火力发电厂热工自动控制系统常由不同厂家的设备与系统构成,技术集成与兼容性问题较为突出。不同厂家的DCS系统在通信协议、数据格式等方面存在差异,这导致系统间数据传输受阻,影响整体控制效果。例如,当需要实现不同系统间的数据共享与协同控制时,因数据格式不匹配,无法准确读取和处理数据,进而影响控制指令的准确执行。为解决这一问题,应制定统一的技术标准和通信协议,为设备和系统的集成提供规范依据。加强设备和系统的兼容性测试,在设备选型和系统设计阶段充分考虑兼容性,确保所选设备和系统能够无缝对接。采用中间件技术实现不同系统之间的数据交互和集成,中间件可作为不同系统之间的桥梁,对数据进行转换和适配,保障数据传输的顺畅。

4.2 设备老化与维护问题

部分火力发电厂的热工自动控制设备使用年限较长,设备老化严重,性能下降,故障率增加。同时,维护人员技术水平有限,对设备的维护不及时、不到位,进一步影响了系统的正常运行。设备老化可能导致测量精度降低、控制响应变慢等问题,影响发电效率 and 安全性。针对设备老化与维护问题,需建立完善的设备维护管理制度,明确维护周期、维护内容和责任人。定期对设备进行巡检、维护和保养,及时发现设备潜在问题。及时更换老化和损坏的设备,避免因设备故障引发更大的事故。加强对维护人员的技术培训,提高其专业技能和维护水平,使其能够熟练掌握设备的维护方法和技巧。采用状态监测技术对设备的运行状态进行实时监测,提前发现设备故障隐患,及时进行处理。

4.3 网络安全问题

随着热工自动控制系统与网络的深度融合,网络安全问题日益凸显。恶意软件攻击、网络入侵等可能导致控制系统瘫痪、数据泄露等严重后果。一旦控制系统遭受攻击,可能引发发电设备误动作,造成安全事故,同时数据泄露也会给企业带来巨大的经济损失。为保障热工自动控制系统的网络安全,应加强网络安全防护体系建设,采用防火墙、入侵检测系统、加密技术等多种安全措施,构建多层次的网络安全防线。建立健全网络安全管理制度,加强对人员的安全意识教育,规范操作流程,避免因人员操作不当导致的网络安全问题。定期进行网络安全漏洞检测和修复,及时发现并消除安全隐患,确保热工自动控制系统的安全稳定运行^[4]。

结束语

热工自动控制在火力发电厂中的应用意义重大,它贯穿于发电厂各个关键系统,为发电过程的高效、稳定、安全运行提供了坚实保障。尽管在技术集成、设备维护、网络安全等方面面临诸多挑战,但通过制定统一标准、加强设备管理、构建安全防护体系等解决策略,能够有效应对这些问题。未来,随着技术的不断创新与发展,热工自动控制技术将继续在火力发电领域发挥核心作用,推动发电行业迈向更加高效、智能、环保的新阶段,为能源的可持续利用和社会的绿色发展贡献更大力量。

参考文献

- [1]李龙.自动控制理论在火电厂热工自动化中的应用研究[J].中国新通信,2020,22(16):97.
- [2]刘东茶,李卫东.热工自动控制在火电厂中的可靠性分析[J].建筑工程技术与设计,2020(21):4482.
- [3]李千海.自动控制理论在火电厂热工自动化中的应用[J].中小企业管理与科技,2020(21):182-183.
- [4]罗炳荣.热工自动控制在供热系统中的节能效果研究[J].光源与照明,2021(02):139-140.