

火力发电厂热控自动化研究

王 朋

江投国华信丰发电有限责任公司 江西 赣州 341600

摘 要：在能源需求不断增长且环保要求日益严苛的当下，火力发电厂作为重要电力供应源，其发展面临新挑战。本文聚焦火力发电厂热控自动化展开研究。首先阐述了热控自动化的基本概念，接着深入剖析了分散控制系统（DCS）、传感器技术、自动控制策略、可编程逻辑控制器（PLC）以及现场总线技术等关键技术。随后指出其面临技术更新换代快、系统整合难度大、安全风险高和人员技术水平不足等挑战。针对这些问题，提出采用先进控制设备和传感器、引入智能控制系统、加强数据采集分析、实现全面网络化管理和提升热控元件质量等改进措施，以推动火力发电厂热控自动化的发展。

关键词：火力；发电厂热控；自动化；研究

引言：在当今能源需求不断增长的背景下，火力发电依然是重要的发电方式之一。热控自动化对于火力发电厂提高生产效率、保障运行安全、降低成本有着关键作用。随着科技的飞速发展，热控自动化技术不断革新，为火力发电带来了新的机遇和挑战。一方面，先进的热控自动化技术能实现更精准的控制和更高效的运行；另一方面，技术的快速发展也使火力发电厂面临诸多难题。因此，深入研究火力发电厂热控自动化技术，对提升其综合竞争力和可持续发展能力意义重大。

1 火力发电厂热控自动化概述

火力发电厂热控自动化是现代电力生产的核心支撑，深度融合了自动化、计算机、通信等多领域前沿技术，旨在实现火力发电全流程的智能化管控。在整个发电过程中，从煤炭、天然气等燃料被送入锅炉开始，热控自动化系统便即刻发挥作用。它借助高精度的传感器，对炉膛内的燃烧温度、压力，以及蒸汽的流量、温度等关键参数进行实时监测。这些参数通过高速数据传输线路，迅速反馈至中央控制系统。中央控制系统依据预设的控制策略和算法，对采集到的数据进行深度分析与处理。一旦发现参数偏离理想值，系统会立即生成精准的控制指令，并快速传达至各类执行机构。例如，当检测到炉膛燃烧温度过高时，系统会自动调节燃料输送量与进风量，使燃烧过程保持在最佳状态，以此提升能源利用效率，降低污染物排放。同时，热控自动化系统还能对汽轮机、发电机等关键设备的运行状态进行动态监测与智能调控，确保整个发电系统稳定、高效运行。热控自动化的广泛应用，极大地减少了人工干预，降低了人为操作失误的风险，显著提高了火力发电厂的生产安全性与稳定性^[1]。

2 火力发电厂热控自动化关键技术

2.1 分散控制系统（DCS）

分散控制系统（DCS）宛如火力发电厂热控自动化的“中枢神经”。它将控制功能分散到各个现场控制站，各站独立负责一部分设备的监测与控制，极大提升了系统可靠性。当某个现场站出现故障，其余站仍能正常工作，不会导致整个系统瘫痪。现场控制站配备多种数据采集模块，能实时获取温度、压力、流量等参数。这些数据经高速通信网络传输至中央操作站，运行人员可在操作站对整个发电流程集中监控。比如在锅炉燃烧环节，DCS 系统依据负荷变化，精准调控燃料量、送风量与引风量，使燃烧保持高效稳定，有效提高能源利用率，降低污染物排放，确保发电过程的安全与稳定。

2.2 传感器技术

在火力发电厂，传感器种类繁多且分布广泛。温度传感器时刻监测锅炉炉膛、蒸汽管道及汽轮机轴承等关键部位温度，一旦超温，立即发出警报，防止设备损坏。压力传感器精准测量管道蒸汽压力、炉膛压力，为控制蒸汽流量、维持炉膛负压提供依据。流量传感器则对燃料、水、蒸汽等介质流量进行精确计量，助力实现能量平衡精准控制。像汽轮机润滑油系统中的液位传感器，实时监测油位，避免因油位过低致使润滑不良，损坏汽轮机。高精度、高可靠性的传感器是热控系统准确感知设备状态的基石，其性能优劣直接影响热控系统运行成效。

2.3 自动控制策略

自动控制策略赋予火力发电厂热控自动化一颗“智慧大脑”。它基于数学模型与控制算法，根据设备运行参数及实际工况，自动生成最佳控制指令。常见的 PID

控制,通过对偏差的比例、积分、微分运算,稳定控制温度、压力等参数,在汽包水位控制中应用普遍。先进的模型预测控制,借助系统动态模型,提前预判未来状态并调整控制量,增强控制的前瞻性与准确性,在复杂的燃烧过程控制中效果显著。不同控制策略针对不同控制对象与工况优化,使热控系统能适应火力发电过程中多变的运行条件,保障发电设备高效稳定运转,提升能源转换效率。

2.4 可编程逻辑控制器(PLC)

可编程逻辑控制器(PLC)在火力发电厂热控自动化里承担着关键的逻辑控制重任。它以微处理器为核心,通过编程实现各类逻辑运算、顺序控制与定时计数等功能。在输煤系统,PLC依据煤仓料位、皮带运行状态等信号,自动控制皮带输送机、给煤机的启停与运行顺序,确保煤炭输送顺畅。在除灰除渣、循环水等辅助设备系统,PLC精准执行设备连锁控制逻辑,一旦某设备故障,迅速触发相关设备保护动作,防止故障扩大。PLC可靠性高、编程简易、抗干扰能力强,为众多辅助设备自动化控制筑牢根基,提高设备运行协调性与稳定性。

2.5 现场总线技术

现场总线技术搭建起现场设备与控制系统之间的沟通桥梁。它采用数字化通信方式,把分散在现场的传感器、执行器、智能仪表等设备连成网络,实现数据高速、可靠传输。与传统模拟信号传输相比,现场总线大幅减少布线成本,提升信号传输准确性与抗干扰能力。在火力发电厂,控制系统借助现场总线,能实时获取现场设备运行参数与状态信息,并将控制指令快速下达给执行器。例如,火电机组的DCS系统与现场智能仪表通过现场总线连接,显著提高数据传输效率,使控制系统对现场设备控制更及时、精准,增强热控自动化系统整体性能,推动火力发电智能化管理进程。

3 火力发电厂热控自动化面临的挑战

3.1 技术更新换代快

在科技飞速发展的当下,火力发电厂热控自动化技术也在不断推陈出新。新的控制算法、传感器技术以及通信协议等持续涌现。然而,这对于电厂而言却带来了难题。一方面,频繁的技术更新要求电厂持续投入大量资金用于设备升级与系统改造。购置新型设备、更新软件版本都需要不菲的费用,加重了运营成本负担。另一方面,技术更新过快使得电厂技术人员难以在短时间内熟练掌握新的技术要点。从分散控制系统(DCS)的升级,到新型智能传感器的应用,技术人员面临着知识更新的巨大压力。若不能及时跟上技术更新步伐,可能导

致新设备无法充分发挥效能,甚至影响电厂的正常生产运行^[2]。

3.2 系统整合难度大

火力发电厂热控自动化系统涉及众多子系统与设备,如分散控制系统(DCS)、可编程逻辑控制器(PLC)、各类传感器及执行机构等。这些系统和设备往往来自不同厂家,其通信协议、接口标准各不相同。在进行系统整合时,需要耗费大量时间与精力去协调各方差异。不同厂家的设备在数据传输格式、通信速率等方面存在不一致,这就导致数据交互困难,难以实现无缝对接。而且,随着电厂的扩建或改造,新老系统的融合更是一大挑战。既要确保新系统能够顺利接入现有架构,又要保证不影响原有系统的正常运行,系统整合的复杂性和难度极高,一旦出现问题,可能引发整个热控自动化系统的运行故障。

3.3 安全风险高

热控自动化系统对火力发电厂的安全运行至关重要,但其自身也面临诸多安全风险。首先,网络安全问题日益突出。随着热控系统与外部网络连接的增多,如远程监控、数据共享等,恶意软件、网络攻击等威胁时刻存在。一旦系统遭受黑客入侵,可能导致关键数据泄露、控制指令被篡改,严重影响电厂的生产安全。其次,设备故障也会带来安全隐患。热控设备长期运行在高温、高压、高湿度等恶劣环境中,传感器、控制器等部件容易出现老化、损坏。若设备故障未能及时发现和修复,可能引发误报警、误动作,进而导致机组停机甚至更严重的安全事故。

3.4 人员技术水平不足

火力发电厂热控自动化系统的高效运行离不开专业技术人员的支持。然而,目前人员技术水平不足的问题较为普遍。一方面,新入职的技术人员缺乏实际工作经验。虽然他们在学校学习了相关理论知识,但面对复杂的电厂实际运行环境,对设备故障的判断和处理能力较弱。例如,在分散控制系统(DCS)出现异常报警时,难以快速准确地分析出故障根源。另一方面,部分老员工虽然有丰富的现场经验,但对新技术的接受能力有限。随着热控自动化技术不断更新,老员工在掌握如智能控制系统、先进通信技术等方面存在困难。

4 火力发电厂热控自动化技术改进措施

4.1 采用先进的控制设备和传感器

先进的控制设备具备更强大的数据处理能力与更精准的控制算法。例如,新型的分布式控制系统(DCS)在硬件性能上实现了大幅升级,其运算速度更快,能够

在短时间内处理海量设备运行数据,从而对设备状态变化做出更迅速的响应。在面对复杂工况变化时,可更精准地调节设备运行参数,确保发电系统始终处于高效运行状态。同时,高精度传感器的应用不可或缺。如新一代光纤温度传感器,测量精度更高,响应速度更快,且具有更强的抗干扰能力。在锅炉高温区域以及汽轮机关键部位的温度监测中,能提供更准确的温度数据。

4.2 引入智能控制系统

智能控制系统的引入为火力发电厂热控自动化带来质的飞跃。智能控制系统基于人工智能、机器学习等先进技术,能够自主学习发电过程中的复杂模式与规律。例如,利用深度学习算法对历史运行数据进行深度挖掘,分析不同工况下设备运行参数之间的内在关联。在此基础上,系统能够预测设备未来的运行状态,提前发现潜在故障隐患。在实际运行中,智能控制系统可根据实时工况自动优化控制策略。当发电负荷发生变化时,能快速调整锅炉的燃烧参数、汽轮机的进汽量等,实现发电系统的动态优化控制,提高能源转换效率。同时,智能控制系统还具备自适应性,能够根据设备的老化程度、环境变化等因素自动调整控制参数,保障系统长期稳定运行。

4.3 加强数据采集和分析

在数据采集方面,应进一步拓展数据采集的广度与深度。除了传统的温度、压力、流量等参数,还应采集设备的振动、声音等状态数据,全面掌握设备运行状况。同时,采用更先进的数据采集技术,如无线传感器网络,提高数据采集的灵活性与实时性。对于采集到的数据,要运用专业的数据挖掘和分析工具进行深入处理。通过数据分析,能够发现设备运行中的异常模式,及时诊断设备故障。此外,数据分析还能优化热控自动化系统提供依据。通过分析不同工况下的发电效率数据,找出影响效率的关键因素,进而优化控制策略,提高发电效率。加强数据采集和分析,能够让火力发电厂热控自动化系统更具科学性与可靠性。

4.4 实现全面的网络化管理

全面的网络化管理是火力发电厂热控自动化发展的必然趋势。实现网络化管理后,电厂内各个热控设备与系统之间能够实现无缝通信与数据共享。不同区域的现

场控制站可通过高速网络将设备运行数据实时传输至中央管理平台,运行人员在中央平台即可对全厂热控设备进行集中监控与管理,大大提高了管理效率。同时,网络化管理还便于远程维护与诊断。当设备出现故障时,技术专家可通过网络远程连接到现场设备,查看设备运行数据、诊断故障原因,并及时给出解决方案,减少了故障处理时间。此外,网络化管理能够与企业的其他信息系统,如生产管理系统、设备资产管理系统等进行集成,实现信息的互联互通。

4.5 提升热控元件质量

热控元件是热控自动化系统的基础组成部分,其质量直接关系到系统的可靠性与稳定性。提升热控元件质量,首先要从元件选型入手。选择具有良好口碑、高质量标准的知名品牌元件,确保元件在精度、耐用性等方面满足火力发电厂恶劣运行环境的要求。在元件制造过程中,加强质量管控。生产厂家应严格遵循质量管理体系,对元件生产的每一个环节进行严格检测,确保元件质量符合标准。对于关键热控元件,如温度传感器、压力变送器等,可采用冗余设计,当一个元件出现故障时,备用元件能够及时投入使用,保障系统正常运行。同时,电厂在日常运行中,要加强对热控元件的维护与保养。定期对元件进行校准、清洁,及时更换老化、损坏的元件,确保热控元件始终处于良好的工作状态,为热控自动化系统稳定运行提供坚实保障^[3]。

结束语

综上所述,热控自动化对火力发电厂的高效、稳定运行意义重大。文中详细阐述了分散控制系统、传感器技术等关键技术,它们是热控自动化的基石。然而,技术更新快、系统整合难等挑战也不容忽视。通过采用先进设备、引入智能系统等改进措施,有望提升热控自动化水平。

参考文献

- [1]陈琳.火力发电厂热控自动化保护装置的检修和维护[J].中国设备工程,2020(24):128-129.
- [2]王晋杰.浅谈火力发电厂中的热工自动化技术[J].工程建设与设计,2022(12):183-184.
- [3]杜晓灵.DCS热控自动化安装调试要点分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022(02):167-189.