

电厂辅控运行中的自动化控制技术应用研究

兰国强 辛宇博

内蒙古京能检修工程管理有限公司 内蒙古 丰镇 012199

摘要: 文章聚焦电厂辅控系统,针对其手动操作效率低、故障检测滞后、能源浪费与污染等问题,深入探讨自动化控制技术的应用。通过分析系统组成功能、现存问题及自动化技术适用性,提出在锅炉、汽轮机、发电机等子系统的具体改造方案。研究表明,自动化控制技术可实现实时监测、远程调节与智能诊断,有效提升电厂运行效率、降低能耗、减少污染,为电厂辅控系统智能化升级提供重要参考。

关键词: 电厂辅控系统; 自动化控制; 智能控制

1 电厂辅控系统的组成与功能

1.1 锅炉辅控系统

锅炉辅控系统是电厂能量转换的核心环节之一,其主要功能是为锅炉的安全、稳定运行提供保障,并确保燃烧过程高效进行。该系统包含众多辅助设备与控制模块,例如给煤系统、通风系统、除灰除渣系统等。给煤系统精确控制燃料的输送量,确保锅炉燃烧所需的燃料供应稳定;通风系统调节空气的吸入与排出,为燃烧过程提供充足的氧气,并维持炉膛内合理的压力;除灰除渣系统则及时清理燃烧产生的灰渣,防止其堆积影响锅炉的正常运行^[1]。通过这些设备与模块的协同工作,锅炉辅控系统将燃料的化学能高效转化为热能,为后续发电环节奠定基础。

1.2 汽轮机辅控系统

汽轮机辅控系统围绕汽轮机的运行需求构建,旨在保障汽轮机安全、稳定、高效地将热能转化为机械能。该系统主要包括润滑油系统、调节保安系统、凝汽器系统等。润滑油系统为汽轮机的各个转动部件提供润滑与冷却,减少摩擦损耗,防止部件因过热而损坏;调节保安系统根据电网负荷变化,精确调节汽轮机的进汽量,控制汽轮机的转速与功率输出,同时在出现异常情况时迅速触发保护机制,保障设备和人员安全;凝汽器系统通过冷却蒸汽,使其凝结成水,维持汽轮机排汽口的真空度,提高汽轮机的热效率。

1.3 发电机辅控系统

发电机辅控系统承担着保障发电机正常运行、提高发电效率和电能质量的重要任务。它主要由励磁系统、冷却系统、同期装置等组成。励磁系统通过调节发电机的励磁电流,控制发电机的端电压和无功功率输出,以满足电网对电能质量的要求;冷却系统采用空气冷却、

氢气冷却或水冷却等方式,及时带走发电机运行过程中产生的热量,确保发电机各部件处于合理的工作温度范围内,防止因过热而降低发电效率甚至损坏设备;同期装置则用于在发电机并网时,精确调节发电机的频率、电压和相位,使其与电网参数匹配,实现平稳并网。这些子系统协同工作,保障发电机稳定、高效地将机械能转化为电能,并将合格的电能输送到电网。

1.4 水处理与循环系统

水处理与循环系统对于电厂的安全稳定运行和水资源的合理利用至关重要。它主要包括原水预处理系统、化学水处理系统和循环水系统。原水预处理系统通过沉淀、过滤等工艺,去除原水中的悬浮物、胶体等杂质,为后续的深度处理提供合格的水源;化学水处理系统采用离子交换、反渗透等技术,进一步去除水中的各种离子,制备出符合电厂生产要求的除盐水,用于锅炉补水、汽轮机冷却等环节,防止因水质问题导致设备结垢、腐蚀等故障;循环水系统则负责为汽轮机凝汽器等设备提供冷却用水,通过循环水泵将冷却水输送到各冷却设备,吸收热量后返回冷却塔进行冷却,实现水资源的循环利用,减少水资源的消耗。

1.5 燃料输送与燃烧控制系统

燃料输送与燃烧控制系统负责将燃料安全、高效地输送到锅炉,并实现燃料的充分燃烧。该系统涵盖燃料的储存、输送、计量和燃烧调节等环节。在燃料储存环节,通过合理的仓储设计和管理,确保燃料的质量和数量满足生产需求;燃料输送过程中,利用皮带输送机、斗式提升机等设备,将燃料从储存区域输送到锅炉的燃烧设备;计量装置精确测量燃料的输送量,为燃烧控制提供数据支持;燃烧调节系统根据锅炉的负荷需求和燃料特性,实时调节燃料的供给量和燃烧空气量,优化燃烧过程,提高燃烧效率,降低污染物排放。

2 当前电厂辅控系统运行中的主要问题

2.1 手动操作导致的效率低下

目前,部分电厂的辅控系统仍依赖大量的手动操作。例如,在燃料输送过程中,操作人员需要手动调节皮带输送机的速度、控制燃料仓的进料量,这种操作方式不仅劳动强度大,而且容易出现操作误差,导致燃料输送量不稳定,影响锅炉的燃烧效率^[2]。在设备启停过程中,手动操作需要操作人员依次对各个设备进行操作,操作流程繁琐,耗时较长,难以快速响应电网负荷的变化,降低电厂的整体运行效率。同时手动操作还受到操作人员经验和工作状态的影响,不同操作人员的操作水平存在差异,进一步影响了系统运行的稳定性和效率。

2.2 系统故障检测与响应延迟

传统的电厂辅控系统故障检测手段相对落后,主要依赖操作人员的定期巡检和设备的简单报警装置。这种方式存在明显的局限性,一方面,人工巡检的时间间隔较长,难以及时发现设备的早期故障隐患;另一方面,简单的报警装置只能在故障发生到一定程度时才发出警报,无法提前预测故障的发生。当故障发生后,由于系统各子系统之间的关联性较强,故障可能会迅速蔓延,而操作人员在接到报警后,需要花费大量时间进行故障排查和定位,导致故障响应延迟,增加了设备损坏的风险和停机时间,给电厂带来较大的经济损失。

2.3 能源浪费与环境污染

在当前的运行模式下,电厂辅控系统存在较为严重的能源浪费和环境污染问题。例如,在锅炉燃烧过程中,由于燃烧控制不够精准,燃料无法充分燃烧,导致大量的能源被浪费,同时还会产生大量的污染物,如二氧化硫、氮氧化物和烟尘等,对环境造成污染。在水处理与循环系统中,由于缺乏有效的节水措施和水质监测手段,可能会出现水资源的过度消耗和废水排放不达标等问题。汽轮机和发电机在运行过程中,由于设备效率不高、调节不及时等原因,也会造成一定的能源浪费。

3 自动化控制在电厂辅控系统中的应用性分析

3.1 实时监测与数据采集

自动化控制技术能够实现对电厂辅控系统各设备和运行参数的实时监测与数据采集。通过在设备关键部位安装各类传感器,如温度传感器、压力传感器、流量传感器等,可以实时获取设备的运行状态信息和工艺参数,如温度、压力、流量、转速等。这些数据能够以极高的频率被采集并传输到控制系统中,形成丰富的运行数据资源。控制系统可以对这些数据进行实时分析和处理,及时发现设备运行过程中的异常情况,为设备的运

行优化和故障诊断提供准确的数据支持。与传统的人工巡检和简单监测方式相比,自动化实时监测与数据采集具有更高的准确性、及时性和全面性^[3]。

3.2 远程控制与自动化调节

利用自动化控制技术,电厂辅控系统可以实现远程控制和自动化调节功能。操作人员无需亲临现场,即可通过控制中心的计算机系统对设备进行远程操作,如设备的启停、参数的调节等。系统能够根据设定的控制策略和实时采集的数据,自动对设备的运行参数进行调节,以适应不同的工况需求。例如,在锅炉燃烧过程中,系统可以根据锅炉的负荷变化,自动调节燃料的供给量和燃烧空气量,使燃烧过程始终保持在最佳状态;在汽轮机运行过程中,系统可以根据电网负荷的变化,自动调节汽轮机的进汽量,控制汽轮机的转速和功率输出。这种远程控制和自动化调节方式提高系统的响应速度和运行效率,减少人工操作误差,保障了系统运行的稳定性和可靠性。

3.3 故障诊断与预警系统

自动化控制技术可以构建先进的故障诊断与预警系统。该系统基于实时采集的数据和先进的故障诊断算法,能够对设备的运行状态进行实时评估和分析,提前预测设备可能出现的故障,并发出预警信息。当故障发生时,系统能够迅速定位故障点,分析故障原因,并提供相应的解决方案,帮助操作人员快速排除故障。通过对设备历史运行数据的分析和学习,故障诊断与预警系统还能够不断优化诊断模型,提高故障诊断的准确性和可靠性,降低设备的故障率和停机时间,保障电厂的安全稳定运行。

4 自动化控制在电厂辅控系统中的应用

自动化控制在电厂辅控系统的各个子系统中都具有广泛的应用前景,通过对各子系统进行自动化改造和升级,可以显著提高电厂的运行效率和经济效益。

4.1 锅炉辅控系统的自动化改造

对锅炉辅控系统进行自动化改造,主要包括燃料供给自动化、燃烧过程自动化和除灰除渣自动化等方面。在燃料供给环节,安装自动化计量和输送设备,通过控制系统根据锅炉的负荷需求,精确调节燃料的输送量,实现燃料的稳定供给。在燃烧过程中,利用自动化控制系统实时监测炉膛温度、压力、氧量等参数,根据设定的控制策略自动调节燃料量、送风量和引风量,优化燃烧过程,提高燃烧效率,降低污染物排放。除灰除渣系统采用自动化控制的除灰除渣设备,根据灰渣堆积情况自动启动除灰除渣程序,及时清理灰渣,减少人工操作

强度,保障锅炉的正常运行。

4.2 汽轮机辅控系统的自动化升级

汽轮机辅控系统的自动化升级主要涉及润滑油系统、调节保安系统和凝汽器系统的自动化改造。在润滑油系统中,安装在线监测传感器,实时监测润滑油的温度、压力、油质等参数,当参数出现异常时,系统自动进行调节或报警,确保润滑油系统的正常运行。调节保安系统采用先进的自动化控制技术,实现对汽轮机进汽量的精确调节和保护功能的自动化控制,能够快速响应电网负荷变化,保障汽轮机的安全稳定运行。凝汽器系统通过自动化控制循环水泵的转速和冷却塔风机的运行状态,根据汽轮机的排汽量和环境温度自动调节冷却水量和冷却强度,维持凝汽器的真空度在最佳状态,提高汽轮机的热效率。

4.3 发电机辅控系统的自动化集成

发电机辅控系统的自动化集成主要包括励磁系统、冷却系统和同期装置的自动化改造。励磁系统采用自动励磁调节器,根据电网电压和无功功率需求,自动调节发电机的励磁电流,实现发电机端电压和无功功率的自动控制,提高电能质量。冷却系统安装温度传感器和流量传感器,实时监测发电机各部件的温度和冷却介质的流量,根据监测数据自动调节冷却系统的运行参数,确保发电机处于合理的工作温度范围内。同期装置采用自动化的并网控制技术,在发电机并网过程中,自动检测发电机和电网的参数,快速调节发电机的频率、电压和相位,实现发电机的快速、平稳并网。

4.4 水处理与循环系统的自动化管理

水处理与循环系统的自动化管理包括原水预处理、化学水处理和循环水系统的自动化控制。在原水预处理系统中,通过安装水质监测传感器和自动化控制设备,根据原水水质自动调节加药量和处理工艺参数,确保预处理后的水质满足后续处理要求。化学水处理系统采用自动化的离子交换设备和反渗透装置,通过在线监测水质和树脂的工作状态,自动进行再生和清洗操作,保证除盐水的质量稳定。循环水系统利用自动化控制系统,根据循环水的温度、水质和汽轮机的冷却需求,自动调节循环水泵的转速和冷却塔风机的运行台数,实现循环水的合理利用和节能运行。

4.5 燃料输送与燃烧控制系统的自动化优化

燃料输送与燃烧控制系统的自动化优化主要包括燃料输送自动化和燃烧过程优化控制两大核心板块。在燃料输送方面,引入皮带秤、刮板秤等高精度计量设备,结合变频调速技术与PLC控制系统,实现燃料从仓储区到锅炉的全流程自动化输送。皮带输送机通过实时监测皮带张力、速度和跑偏状态,自动调整运行参数,避免断料或撒料;智能分配系统依据各锅炉负荷需求,动态调节分料阀门,确保燃料精准分配^[4]。配合三维料场扫描技术,可实时掌握燃料库存,提前规划输送路径,显著提升燃料输送的稳定性和准确性。燃烧过程优化控制则构建了多参数协同监测与智能调控体系。通过安装红外温度传感器、压力变送器、氧化锆氧量分析仪和火焰图像监测装置,对炉膛温度场、压力波动、烟气成分及火焰形态进行毫秒级动态监测。基于神经网络算法和模糊控制策略,系统可自动计算最佳风煤比,驱动电动执行机构精准调节给煤机转速、一次风机和二次风机挡板开度,使燃料在炉内充分燃烧。针对不同煤质特性,系统还能自动调用适配的燃烧模型,动态调整燃烧器角度、配风方式,降低飞灰含碳量和NO_x排放。实际应用数据显示,自动化优化后,锅炉燃烧效率可提升3%-5%,污染物排放量减少20%以上,有效兼顾了经济性与环保性。

结束语

综上所述,自动化控制在电厂辅控系统的应用,成功解决了传统运行模式的诸多弊端,显著提高了电厂运行的安全性、稳定性与经济性。通过各子系统的自动化改造与优化,实现了能源高效利用与环境友好发展。然而技术发展永无止境,未来还需持续探索更先进的智能控制算法与技术,进一步提升电厂辅控系统性能,推动电力行业向智能化、绿色化方向迈进。

参考文献

- [1]曹起芳.电厂热控自动化的优化探讨[J].设备管理与维修,2020(19):86-87.
- [2]杨杨.电厂热控自动化改造技术探索[J].电力设备管理,2023(20):223-225.
- [3]连达得,柯一鸿,黄培松.热电厂DCS热控自动化技术的智能应用研究[J].装备维修技术,2023(05):29-32.
- [4]曹起芳.电厂热控自动化的优化探讨[J].设备管理与维修,2020(19):86-87.