

火力发电厂发电机组集控运行技术分析

曹金龙

(国家能源聊城发电有限公司, 山东 聊城 252000)

摘要 发电机组集控运行技术是对发电厂的各类内部系统进行统一管理的关键技术, 在降低能耗、控制排放以及提供生产效率等方面具有重大作用, 是火力发电厂持续稳定输出电力能源的重要技术保障。基于火力发电厂的实际生产情况, 从发电机组集控技术运行的角度探讨发电厂生产管理模式的优化具有现实意义。本文详细讨论了火力发电厂发电机组集控运行技术的运行条件与控制模式, 并提出了优化策略, 以期为火力发电厂的生产管理优化提供有益参考。

关键词 火力发电厂; 发电机组; 集控系统

中图分类号: TM621

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.06.029

0 引言

电力能源是我国能源消费结构中的重要组成部分, 无论是社会生产活动, 还是人们的日常生活, 都离不开电力能源的供应。在巨大的电力能源需求下, 电力能源供应端面临着较大的压力。火力发电作为传统的发电模式, 在我国的电力能源生产中仍然占有重要地位。火力发电是一种利用发电装置, 将可燃物燃烧时产生的热能转化为电能的发电模式。得益于我国丰富的煤炭资源, 在过去一段时间内, 我国的火力发电产业快速发展。但随着我国经济发展方式转变和“双碳”目标的提出, 火力发电产业碳排放量大、能耗高以及成本持续上升等问题日益凸显。在能源市场快速变革的大环境下, 火力发电厂也需要改变生产方式与管理模式, 以适应快速变化的市场需求, 积极响应国家政策。

1 集控运行技术概述

集控运行技术是基于控制技术、通信技术、计算机和自动化技术而形成的一种多学科、多领域的复合型新兴技术。这一技术能够全面覆盖火力发电厂的多重生产环节, 实现多个生产流程的有效监督, 能够从优化生产管理的层面, 提高火力发电的生产效率, 保证火力发电厂的电力能源供应的稳定^[1]。

计算机技术与自动化技术的突破, 为集控运行技术的大范围应用奠定了硬件基础, 以集成电路和微处理器为主要构成部件的新型集控运行系统的出现, 使集控运行技术的智能化、信息化水平进一步提高。集控运行技术在火力发电产业的大规模应用, 极大地提高了火力发电厂的能源生产效率, 提高了火力发电厂的自动化水平, 这不仅使火力发电厂的产出比大幅度

提高, 更增强了火力发电作业的安全性, 使火力发电厂在向可持续发展模式的转变中迈出重要的一步。

2 火力发电厂集控运行系统分析

2.1 集控运行系统分析

在传统生产模式下, 火力发电厂所采用的发电机组管理模式, 具有明显的资源利用率低、污染排放量大、能耗高、电力供应稳定性差等方面的短板。而集控运行系统的应用, 推动了火力发电厂管理模式向集约化、精细化的方向发展, 极大地降低了发电机组的故障率, 提高了应急维修维护的响应速度, 推动了火力发电厂运行管理模式的现代化^[2]。

火力发电厂集控运行系统可以分成三部分:

1. 阶梯式管控。集控运行系统遵循分散控制的理念, 将火力发电厂分解成多个系统, 并基于不同系统的阶梯级别, 设定具体的管理标准和目标, 这样既能够做到对不同系统的差异化管理模式, 又能够做到不同系统的统一调度。

2. 独立管理分散系统。独立管理分散系统, 就是对火力发电厂的各个生产设备进行独立管理, 当其中一台设备出现故障时, 有针对性地进行维修维护, 而不会影响同一机组其它关联设备的正常运行, 降低了发电厂整体停止运行的可能, 确保电力能源供应的稳定。这一管理系统的实现, 重点在于同一系统内多个计算机的独立运行, 每台计算机对应不同的生产设备, 生成该生产设备的运行状况数据, 并进行分析与检测。在这样一个有序的系统内, 不仅能够将故障的影响范围控制到最小, 还能够更迅速地定位故障点, 改变了传统管理模式下一旦出现故障就需要大规模摸排的低

效模式,缩短整体维修时间,提高运维效率。

3. 综合控制系统。集控运行系统是一个既分散又统一的系统。将其它控制系统统一纳入计算机的控制下,实现对生产数据信息的高效传输和利用。相较于传统生产模式下,火力发电厂的单一管理模式,综合控制系统有效地解决了发电机组间的数据交互隔阂、系统更新慢、电压增速过快等问题。在以往的单一管理模式下,不同机组间的数据处理是独立的,数据的收集与分析所能够起到的作用极其有限,而在综合控制系统下,数据的高频交互能够避免数据孤岛的形成,根据机组的实际运行情况有选择地进行系统更新,并实现电流值的实时精准检测,保证机组运行稳定。

2.2 集控运行系统的优势分析

集控运行系统的应用明显提高了火力发电厂生产过程的安全性。在集控运行系统下,自动化设备和控制技术极大地减少了人工操作空间,减少了由于操作人员经验不足、疲劳或疏忽而导致的误操作。同时,自动化系统会严格遵循录入系统中的标准化操作流程进行操作,降低了操作过程的随意性,并且不再需要工人和技术人员频繁进入高温、高压、高噪声的现场环境,降低了作业人员的人身危险性。

除此之外,集控运行系统中设置了集成传感器和智能仪表,能够实时检测生产设备的运行情况,将设备的温度、压力、振动幅度等数据与标准范围进行比对,及时发现生产过程中可能存在的隐患,避免锅炉结焦、管道泄漏等突发性重大事故的发生。集控运行系统还设计了安全连锁机制,在超温、超压、设备过载等紧急情况下自动触发保护措施,提高应急响应速度,并且设置了一键紧急停机的托底保障功能,在紧急状况下实现对现场的快速处置。

集控运行系统能够有效地提高火力发电厂的生产效率。基于智能算法的计算结果,对发电机组的燃烧效率、蒸汽温度、给水量等关键参数进行实时的动态调整,使机组运行参数稳定在最佳区间,降低煤耗和热损失。同时,在同一控制下,实现锅炉、汽轮机、发电机等设备的协同控制,既能减少系统内循环的损耗,又能够降低系统间循环的能耗,智能算法还能够做到在低负荷时段将机组切换到低能耗的经济模式,避免“大马拉小车”的能源浪费。

传统火力发电厂长期以来一直面临着一个关键性的问题,就是不同时间段,电力的需求不同,并且有可能在较短的时间内出现巨大的波动。而集控运行系统的一大优势就是快速响应电网调峰需求,精准调节发电出力,缩短机组启停和变负荷时间,提高负荷响应能力。除此之外,集控运行系统下的集中监控减

少了对分散控制室和现场操作人员的依赖,降低了人力成本。并通过形成预防性维护计划,来取代定期检修,减少非计划停机时间和维护费用。

3 火力发电厂集控运行技术应用条件与管理方法

3.1 火力发电厂集控运行技术应用条件

火力发电厂的运行,必然受到发电厂电力能源供应方式、发电机组运行环境和管控系统的网络环境等因素的影响,任何一项因素的波动,都会影响火力发电厂运行的稳定性。比如,电力能源供应方式异常时,会引发发电厂设备的误动作,发出错误的讯号,严重时还有可能导致设备停机。发电机组运行环境也会影响发电厂运行的稳定,尤其是机组环境湿度大幅度升高时,就容易导致电路板结露,进而使电路板发生短路。在潮湿季节或者低温天气,气源管附近还容易出现积水或结冰,这对控制系统也有极强的破坏性^[3]。而网络运行环境,主要是影响系统的网络安全和系统运行的流畅性,当系统网络连接出现故障,就有可能导致系统指令错误,进而干扰发电厂设备的运行,影响火电厂能源生产的稳定,这就要求火力发电厂的技术人员对集控运行系统的运行环境和条件有准确的把握,实时地调整系统的管理办法,确保集控运行系统的流畅和稳定,比如做好电磁干扰防护、防潮、防水处理等。

3.2 火力发电厂集控运行技术管理办法

集控运行控制系统可以分成几个主要的组成部分,具体包括:电缆执行模块、集散控制系统的软件与硬件、变送器、盘台设备与测量设备。每一个模块在集控运行系统中都有其功能,任一模块出现了问题,都会影响系统的整体性功能,导致发电机机组的设备损毁。计算机技术与电气工程技术的进步为集控运行系统的优化奠定了基础,将新的信息技术和自动化技术应用到集控运行系统中,能够有效地推动系统功能的升级和完善。

当前,火力发电厂集控运行系统以集成电路(Integrated Circuits, ICs)和微处理器(Microprocessors)作为核心硬件基础。集成电路和微处理器共同构成了火力发电厂集控运行系统的“神经”与“大脑”。集成电路通过高精度信号处理、可靠通信和冗余设计,保障了数据采集与传输的实时性和安全性;微处理器则通过高效算法执行、边缘智能和灵活扩展,实现了复杂控制策略与智能化管理^[4]。维护好微处理器和集成电路是火力发电厂集控运行技术管理的重要内容。这要求火电厂的技术人员使用无尘布或者压缩空气定期清洁机柜内部灰尘,避免粉尘堆积导致散热不良或电路短路。在硫化物

等腐蚀性气体较多的区域,采用密封机柜或防腐涂层电路板。考虑到火力发电厂的生产环境,尽可能使用屏蔽电缆和金属机柜,减少外部电磁干扰。在信号输入输出端加装滤波器抑制高频噪声。在检修环节,做好静电防护,要求维护人员做到佩戴防静电手环、使用防静电工具等要求。

4 火力发电厂集控运行技术的优化策略

4.1 营造良好的运行环境

考虑到集控运行系统的整体特性,火力发电厂集控运行技术的应用首先要有一个良好的运行环境,尤其要考虑运行环境的温度和湿度。高温环境是火力发电厂生产过程中容易出现的一种环境,在高温环境下,电路板难以散热,长期在这种环境下运行,电路板就会损坏,影响集控运行系统的稳定。而在湿度较大的情况下,电路板容易出现短路问题,也会影响集控运行系统的稳定^[5]。针对这两项问题,可以给集控系统机柜配备散热风扇、空调或液冷装置,将运行环境温度控制在合适范围内。使用防潮剂或者除湿器等设置,维持相对湿度,避免湿度过高导致电路腐蚀或凝露短路。

4.2 做好定期检查与硬件维护

确定科学的硬件状态监测计划,定期检查电路板是否有烧焦痕迹、电容鼓包、焊点虚焊或氧化现象。使用热像仪等工具,扫描电路板,检查异常发热点。使用万用表或示波器测量关键信号,如电源电压、时钟频率等,确保符合设计规范。定期检查插接件的连接状态,确定其是否存在松动或氧化,必要时可以使用电子清洁剂对触点进行清理。一些震动频发的区域,容易出现松动的问题,可以采用抗震设计的连接器。

4.3 重视软件与硬件升级

微处理器是集控运行技术实现的关键部件,定期对微处理器的固件进行升级,能够有效地修复漏洞。同时,为了保证数据安全,要做好数据备份,尤其是针对一些关键的配置参数如 PID 参数、设备地址等,进行定期备份,并将其存储于独立介质。为了确保火力发电厂运行的整体稳定性,还需要建立系统镜像,在硬件更换后快速恢复运行环境,减少过度时间。

4.4 健全故障诊断与修复方案

首先,定期开展系统自检,对故障模块进行初步定位。使用逻辑分析仪、调试器等诊断工具,检测集控运行技术的运行状态,分析程序卡死或数据异常原因。优化冗余与容错设计,在关键控制模块采用双机热备或三取二表决机制,即使出现单点故障,也不会

影响机组的整体运行。其次,重视网络故障预防,建立工业防火墙和入侵检测系统(IDS),将集控系统与外部网络隔离开来,采用加密通信协议,保护数据传输安全。最后,健全集控运行系统维护体系,结合设备状态监测数据,构建寿命预测模型,优化检修周期,利用虚拟现实技术辅助现场巡检,快速定位隐患,生成解决方案。

4.5 实现人机协同优化

火力发电厂集控运行技术的应用,除了要营造良好的运行环境,从软件、硬件层面进行完善与优化,还要更加重视技术人才培养和培训,为技术人员提供充分的决策支持,实现人机的协同优化^[6]。首先,建立统一数据平台,对生产过程、设备运行、燃料投入和环保数据进行整理,并生成动态能效分析报告,重点展示并分析关键指标,为技术人员运行调整决策提供数据支持。其次,针对作业的技术人员,开展 AI 工具、数字孪生系统操作培训,提升运行人员对智能化系统的驾驭能力,引入虚拟现实模拟器,为技术人员练习应急响应操作,测试应急预案提供技术支持。最后,建立标准化流程。根据火力发电厂的实际生产情况,制定标准化操作手册和故障处理手册,引入自动化技术,自动生成运行日志和报表,降低人工负担,减少人工决策风险。

5 结束语

随着电力能源缺口的不断加大,火力发电厂也面临着日益繁重的生产任务,生产流程管理的难度也不断加大。集控运行技术的应用,能够有效地优化火力发电厂管理模式,推动火力发电厂的智能化、现代化发展,确保火力发电厂在新的需求背景下保持稳定的生产能力。

参考文献:

- [1] 汪海洋. 高效能源利用下的火力发电机组集控运行系统性能优化研究[J]. 机电信息, 2024(08):58-61.
- [2] 涂沛亮. 火力发电厂发电机组集控运行技术[J]. 通讯世界, 2024,31(04):97-99.
- [3] 沈闯. 火力发电厂发电机组集控运行技术探讨[J]. 光源与照明, 2023(06):237-239.
- [4] 文发红. 火力发电厂发电机组集控运行技术应用研究[J]. 光源与照明, 2022(06):139-141.
- [5] 马海军. 火力发电厂发电机组集控运行技术探讨[J]. 黑龙江科学, 2021,12(24):138-139.
- [6] 袁明玉, 张岩. 火力发电厂发电机组集控运行技术研究[J]. 电站系统工程, 2021,37(03):65-66.