

火电厂集控运行中的智能化技术应用探讨

王旭东 杨生睿 马 乾 李思聪
华能平凉发电有限责任公司 甘肃 平凉 744000

摘要: 本文探讨了火电厂集控运行中智能化技术的应用。分析了当前集控运行管理模式及其局限性,介绍了智能化技术应用的基础条件和应用范围。阐述了智能化技术对运行效率、安全管理、能耗控制的提升作用,以及智能监测、自动化控制、数据分析与决策支持、故障诊断与预警等具体应用。最后展望了智能化技术创新方向、集成化发展趋势及标准化建设需求。

关键词: 火电厂; 集控运行; 智能化技术; 应用; 发展趋势

引言: 随着电力行业的快速发展,火电厂集控运行面临着新的挑战与机遇。传统集控运行管理模式在应对复杂工况和设备异常时存在响应滞后等问题,难以满足现代电力生产需求。智能化技术的出现为火电厂集控运行带来了新的解决方案。本文将深入探讨智能化技术在火电厂集控运行中的应用现状、影响及具体应用,并展望其未来发展趋势。

1 火电厂集控运行智能化技术应用现状

1.1 当前集控运行管理模式

火电厂集控运行管理模式仍以传统人工监控为主导,结合基础自动化系统实现运行控制。运行人员通过分散控制系统监视机组运行参数,依靠经验判断设备状态并作出操作决策。这种管理模式虽然能够满足基本生产需求,但在处理复杂工况变化和和设备异常时表现出明显的响应滞后性^[1]。传统管理模式对运行人员的专业素质要求较高,其操作水平直接影响机组运行的安全性和经济性。随着机组容量持续增大和运行参数不断提高,传统管理模式的局限性日益凸显。特别是在应对电网负荷快速波动和环保指标严格控制等新要求时,传统管理方式已难以满足现代电力生产的需要。

1.2 智能化技术应用基础条件

火电厂集控运行智能化技术应用需要构建完善的基础支撑体系。硬件设施方面需要部署高性能数据采集系统和可靠的网络通信设备,确保海量运行数据的实时传输与安全存储。现场智能传感器和智能仪表的安装布局至关重要,其测量精度和设备可靠性直接影响后续数据分析的准确性。软件系统方面需要建立统一的数据管理平台,实现各子系统数据的有效集成与共享应用。云计算平台和大数据处理技术的引入为智能化分析提供了必要的算力支持。在人才队伍建设方面,需要重点培养既精通电厂运行又掌握智能技术的复合型人才。这些基础

条件的建设质量直接决定了智能化技术应用的实际效果和发展潜力。

1.3 现有智能化技术应用范围

智能化技术在火电厂集控运行中的应用正逐步拓展深化。设备状态监测领域已普遍采用振动监测系统和红外热成像技术,通过特征参数提取实现关键设备的早期故障预警。运行优化方面开始应用基于历史数据的负荷分配算法,提升机组运行的经济性能。安全监控系统引入智能视频分析技术,实现对危险区域人员行为的自动识别与预警。维护管理环节建立了设备健康评估系统,结合实时运行数据预测设备剩余使用寿命。这些技术应用虽然取得初步成效,但整体上仍处于探索实践阶段。各应用模块之间缺乏有效的协同整合,智能化水平与预期目标相比还存在明显提升空间。

2 智能化技术对火电厂集控运行的影响

2.1 对运行效率的提升作用

智能化技术的应用显著提升了火电厂集控运行的效率水平。先进的数据采集系统实现了运行参数的实时监测与记录,为运行人员提供了全面准确的数据支持。智能分析算法能够快速处理海量运行数据,识别出最优运行工况和参数组合。自适应控制系统可以根据机组状态自动调整控制策略,减少人工干预的频率和强度^[2]。故障预测模型通过分析设备运行特征参数的变化趋势,提前发现潜在故障隐患,避免非计划停机造成的效率损失。运行优化系统持续分析历史运行数据,建立最佳运行模式数据库,为运行人员提供操作指导建议。这些智能化技术的综合应用使机组能够长期保持在高效运行区间,大幅提升了整体运行效率。特别是在负荷快速变化时,智能控制系统能够快速响应,确保机组始终运行在最佳工况点。

2.2 对安全管理的强化效果

智能化技术为火电厂集控运行安全管理带来了质的提升。智能监控系统实现了对关键设备运行状态的连续监测,通过特征参数分析及时发现异常征兆。安全预警模型基于多维度数据分析,能够准确评估系统安全状态并分级预警。视频智能分析技术实现了对生产现场人员行为的自动识别和违规预警,有效防范人为操作失误。设备健康管理系统通过实时监测关键部件的性能参数,预测其剩余使用寿命,为预防性维护提供科学依据。应急决策支持系统在事故工况下能够快速生成处置方案,显著提高应急响应速度和处置效果。这些智能化安全技术的应用构建了全方位的安全保障体系,大幅降低了安全事故发生的概率和影响程度。通过建立设备全生命周期的健康档案,实现了从被动检修到主动预防的转变。

2.3 对能耗控制的优化影响

智能化技术为火电厂能耗控制提供了新的技术手段和方法。能耗监测系统实现了对各类能源消耗的精确计量和实时分析,为能耗管理提供数据基础。能效分析模型通过挖掘历史运行数据,识别出影响机组能效的关键因素和优化空间。负荷优化分配算法根据电网需求和机组特性,自动计算最优负荷分配方案,提高整体运行经济性。燃烧优化控制系统通过实时分析燃烧参数,动态调整风煤配比,提高锅炉燃烧效率。辅机协同优化技术实现了主要辅机运行参数的智能匹配,降低厂用电消耗。这些智能化技术的综合应用使火电厂能够持续优化能耗指标,实现节能减排目标,提升市场竞争力。通过建立能效对标体系,可以及时发现运行偏差并采取纠正措施,确保机组始终处于最优运行状态。智能照明系统和暖通空调系统的优化控制,进一步降低了辅助系统的能耗水平。

3 火电厂集控运行中智能化技术的具体应用

3.1 智能监测技术应用

智能监测技术在火电厂集控运行中发挥着基础性作用。设备状态实时监测系统通过部署在关键设备上的传感器网络,持续采集温度、压力、振动等运行参数。这些高精度传感器以毫秒级间隔采集数据,确保监测的实时性和准确性^[3]。数据采集单元对原始信号进行滤波和放大处理,消除干扰噪声的影响。预处理后的数据通过工业以太网传输至中央监控平台,形成设备运行状态的完整画像。运行参数智能分析模块采用深度学习算法,对海量监测数据进行特征提取和模式识别,建立设备正常运行的特征模型。当监测数据偏离正常范围时,异常检测算法能够快速识别并定位问题源。趋势预测功能通过时间序列分析技术,预测设备性能退化过程,为预防性

维护提供依据。三维可视化平台将监测数据转化为直观的图形界面,支持多维度数据对比和历史趋势查询。运行人员可以通过任意终端设备实时查看设备状态,及时发现潜在问题。这种全方位的智能监测体系大大提升了运行人员对设备状态的感知能力,为后续的控制和决策提供了可靠依据。

3.2 自动化控制技术应用

自动化控制技术是智能化集控运行的核心组成部分。智能调节系统基于模型预测控制算法,能够根据机组运行工况自动优化调节参数。控制系统通过实时分析锅炉燃烧效率、汽轮机振动特性等关键参数,动态调整控制策略以适应负荷变化。先进的前馈控制算法可以预测扰动影响,提前采取调节措施。自动启停控制系统采用分级控制策略,实现了机组启动和停运过程的程序化控制。该系统按照预设的启停曲线,精确协调燃料供给、风量调节、汽温控制等子系统的动作时序。在冷态启动过程中,自动控制系统能够优化升温升压速率,减少热应力损伤。正常运行期间,多变量协调控制算法维持机组在最佳运行区间,减少人为干预带来的波动。控制参数的在线自整定功能基于实时运行数据,自动调整PID参数,保持控制品质的稳定性。这些自动化控制技术的应用显著提高了机组运行的稳定性和经济性,减轻了运行人员的工作压力。

3.3 数据分析与决策支持技术应用

数据分析与决策支持技术为集控运行提供了智能化辅助。大数据分析平台采用分布式架构,整合了来自DCS、SIS、MIS等系统的运行数据。平台通过数据清洗和特征工程处理,构建了高质量的数据仓库。并行计算框架支持复杂分析任务的快速执行,处理能力达到TB级数据量。智能决策系统基于知识图谱技术,构建了包含设备参数、运行规程、故障案例的知识库。系统通过实时状态评估和趋势预测,为运行人员提供操作建议和故障处理方案。负荷分配优化模块采用多目标规划算法,综合考虑经济性、环保性和设备寿命等因素,自动生成最优负荷分配方案^[4]。运行绩效评估系统通过数据挖掘技术,识别影响机组能效的关键因素,生成详细的评估报告。知识管理系统实现了运行经验的数字化存储和智能检索,支持经验知识的快速传承。这些数据分析技术的应用使运行决策更加科学合理,有效提升了机组运行的经济性和环保性。

3.4 故障诊断与预警技术应用

故障诊断与预警技术为机组安全运行提供了重要保障。智能故障诊断系统采用深度神经网络算法,构建了

多层次故障诊断模型。系统通过特征提取和模式匹配技术,对设备异常状态进行准确识别和分类。基于物理模型的诊断方法可以定位故障发生的具体部件和位置。提前预警机制采用剩余使用寿命预测算法,在故障发生前发出预警信号。振动监测系统通过高阶谱分析技术,能够早期发现旋转机械的微弱故障特征。热力系统故障诊断模块通过建立参数关联模型,识别系统性能的异常变化。电气设备绝缘监测系统采用高频信号检测技术,发现潜在的绝缘缺陷。故障预测与健康管理系统实现了设备全生命周期的状态评估。预警信息通过分级推送机制,确保不同严重程度的异常得到及时处理。故障案例库通过持续学习机制不断优化诊断规则,提高系统的适应性。这些技术的综合应用实现了从被动检修到主动预防的转变,大幅提高了机组运行可靠性。

4 火电厂集控运行智能化技术发展趋势

4.1 技术创新方向

火电厂集控运行智能化技术正朝着更加精准和高效的方向发展。人工智能算法持续优化升级,深度学习技术在故障诊断和运行优化领域的应用不断深化。新一代传感器技术提高了数据采集的精度和可靠性,为智能化分析提供更高质量的数据基础。数字孪生技术逐步成熟,通过构建虚拟电厂模型实现运行状态的实时仿真和预测。边缘计算技术的引入使得数据处理更加及时,减少了数据传输延迟带来的影响。自主决策算法研究取得突破,系统能够根据运行状态自主调整控制策略。5G通信技术的应用为远程监控和诊断提供了高速稳定的网络支持。这些技术创新将进一步提升集控运行的智能化水平,推动火电厂向更加高效、安全、环保的方向发展。

4.2 集成化发展趋势

智能化技术在火电厂集控运行中的集成化程度不断提高。各子系统之间的数据壁垒逐步打破,形成了统一的数据共享平台。监测、控制、诊断等功能模块实现深度融合,构建了更加完整的智能化运行体系。设备管理系统与生产运行系统深度集成,实现了从设备状态监测到维护决策的全流程智能化。能源管理系统与环保监测系统协同运行,在保证发电效率的同时满足环保要求。移动终端与固定监控系统无缝衔接,为运行人员提供了

更加灵活的工作方式。第三方应用通过标准化接口接入平台,丰富了系统功能的同时保证了数据安全^[5]。这种高度集成的发展趋势使得智能化技术应用更加系统化,各功能模块之间的协同效应得到充分发挥。

4.3 标准化建设需求

随着智能化技术的广泛应用,标准化建设需求日益凸显。数据采集标准需要统一规范,确保不同来源的数据能够有效整合和分析。通信协议标准化工作持续推进,为不同厂商设备的互联互通提供基础。功能模块接口标准逐步完善,支持系统的灵活扩展和升级。信息安全标准体系不断健全,保障智能化系统的稳定可靠运行。运行管理流程标准化程度提高,为智能化技术的推广应用创造条件。人才培养标准逐步建立,为智能化运维队伍建设提供指导。这些标准化建设作为智能化技术的健康发展提供了制度保障,促进了行业内的经验共享和技术进步。标准体系的完善将加速智能化技术在火电行业的推广应用,推动行业整体技术水平的提升。

结束语

火电厂集控运行智能化技术应用正在深刻改变传统电力生产方式。从基础监测到高级决策支持,智能化技术已渗透到运行管理的各个环节。未来随着技术创新和标准完善,智能化应用将更加系统化和规范化。持续推进智能化技术研发和应用实践,是提升火电厂运行效能和竞争力的关键。行业应加强技术交流与合作,共同推动智能化技术在电力生产中的深入应用与发展。

参考文献

- [1]李朝戩,黄中,张文博,等.火电厂智能控制系统体系架构及技术要点探究[J].电力系统装备,2024(7):37-39.
- [2]易纯林.基于物联网技术的火电厂热控自动化系统远程监控与诊断研究[J].IT经理世界,2024(10):165-167.
- [3]谈正强.火电厂集控运行节能降耗技术措施分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(21):1-3.
- [4]孔令卿.火电厂集控运行节能降耗技术研究[J].节能与环保,2023(06):52-54.
- [5]王斐.智能控制系统在火电厂集控运行中的应用与优化[J].科技与创新,2021,20(2):50-53.