

煤矿综采工作面自动化技术研究

官 勇

国家能源集团宁夏煤业公司麦垛山煤矿 宁夏 银川 750401

摘 要：本文深入分析煤矿综采工作面自动化技术的发展与应用，从自动化采煤设备的设计应用、智能控制系统与数据处理技术、自动化监控与远程操作等核心技术入手，系统分析了综采工作面自动化技术的实施流程、效率提升方法及安全性应用。同时探讨了新兴技术、人工智能与机器学习在综采自动化中的应用前景，以及与可持续发展目标的结合路径。自动化技术的深度应用显著提升了煤矿生产效率和安全性，为煤炭工业的智能化转型提供了重要技术支撑。

关键词：综采工作面；自动化技术；智能控制

引言

随着工业4.0时代的到来，煤矿智能化建设已成为行业发展的必然趋势。煤矿综采工作面作为煤矿生产的核心区域，其自动化水平直接影响着煤矿的生产效率和安全性^[1]。传统的人工操作方式已难以满足现代化煤矿建设的需求，发展先进的自动化技术成为提升煤矿生产效率、保障安全生产的关键。文章聚焦综采工作面自动化技术的核心要素，探讨其实施优化策略并对未来发展方向进行展望，以为煤矿智能化建设提供理论和实践指导。

1 煤矿综采工作面自动化技术的核心技术

1.1 自动化采煤设备的设计与应用

现代煤矿综采工作面自动化采煤设备的设计与应用是一项系统工程，涉及机械、电气、控制等多个领域的技术集成。采煤机械化程度的提升需要采用高度集成的自动化设备系统，包括采煤机、液压支架、刮板输送机等核心装备^[2]。采煤机自动化系统采用先进的传感器技术，实现了采煤机的自动割煤、自动调高和遥控操作。液压支架控制系统通过电液比例控制技术，实现了支架的自动拉架、初撑力自动设定和工作阻力自动调节。刮板输送机的自动化控制系统则采用变频调速技术，根据采煤机的割煤量自动调节运行速度，确保运输系统的连续稳定运行。

这些设备的自动化设计充分考虑了煤层赋存条件的差异性，采用模块化设计理念，提高了设备的适应性和可靠性。在设备选型方面需要综合考虑煤层厚度、倾角、顶板、顺槽巷道高度、坡度条件等地质因素，选择合适的设备参数和控制方案。同时，设备的机械结构设计需要充分考虑防爆、防尘、防水等特殊要求，确保在井下恶劣环境中的可靠运行^[3]。设备的维护保养系统也采用了智能化设计，通过实时监测设备运行状态，预判可能出现的故障，实现预防性维护，延长设备使用寿命。

设备的自动化控制系统采用分布式控制架构，各子系统之间通过工业以太网实现数据交互和协同控制，保证了整个系统的可靠性和实时性。

1.2 智能控制系统与数据处理技术

智能控制系统采用了多层次控制架构，包括现场控制层、过程控制层和管理控制层。现场控制层主要实现设备的基本控制功能，采用可编程控制器和分布式控制系统相结合的方式，确保控制指令的实时执行。过程控制层负责工作面各设备之间的协同控制，通过建立数学模型和控制算法，实现采煤、支护、运输等工序的优化配合。管理控制层则负责生产调度和决策支持，通过数据分析和优化计算，为生产管理提供依据^[4]。在数据处理技术方面，系统采用大数据分析和云计算技术，对采集的生产数据进行实时处理和分析。通过建立数据采集网络，实现对设备运行状态、工作环境参数、生产工艺参数等数据的全面采集。

数据处理系统采用分布式存储架构，确保数据的安全性和可靠性。通过数据挖掘技术，从海量数据中提取有价值的信息，为生产优化和决策提供支持。系统还建立了完善的数据质量控制机制，通过数据清洗、验证和补偿等手段，保证数据的准确性和可用性。智能控制系统的软件平台采用模块化设计，便于系统的维护和升级。通过建立标准化的数据接口，实现与其他系统的无缝集成。

1.3 自动化监控与远程操作技术

自动化监控系统采用了多种传感器技术，包括图像传感器、气体传感器、应力传感器、角度传感器、行程传感器、张紧力传感器等，实现对工作面环境和设备运行状态的全方位监测。监控系统采用分层分布式架构，在工作面设置多个监测点，通过工业总线网络将数据传输到监控中心。系统具备实时报警功能，当监测参数超

过预设阈值时,自动触发报警并启动相应的应急预案。远程操作技术方面,系统采用先进的远程控制平台,实现对采煤机、液压支架等关键设备的远程操作。

通过建立高清视频监控系统,操作人员可以在地面控制室清晰观察工作面的实际情况,实现精确操作。远程操作系统采用冗余设计,确保控制信号的可靠传输。系统还建立了完善的权限管理机制,对不同级别的操作人员设置相应的操作权限。在通信系统设计方面可以采用光纤通信和无线通信相结合的方式,确保通信系统的可靠性和灵活性^[5]。监控系统的数据处理采用实时数据库技术,支持历史数据的存储和查询为生产管理和故障分析提供依据。系统还具备自诊断功能,能够及时发现和处理系统本身的故障,确保监控系统的持续可靠运行。

2 煤矿综采工作面自动化技术的实施与优化

2.1 综采工作面自动化技术的实施流程

综采工作面自动化技术要进行详细的现场调研和技术可行性分析,包括地质条件评估、设备选型论证、人员技能评估等。实施前需要制定详细的实施方案,明确各阶段的目标和任务。在设备安装阶段,需要严格按照技术规范进行施工,确保设备的安装质量。系统调试阶段需要对各子系统进行单独调试和联合调试,确保系统各部分协调运行。运行初期需要采用人工干预和自动化相结合的方式,逐步提高自动化程度。实施过程中要注重人员培训,提高操作人员的技术水平。

同时可以建立完善的技术文档管理系统,包括设备说明书、操作规程、维护手册等,为系统的长期运行提供支持。在实施过程中要注重风险管理,制定应急预案,确保实施过程的安全可控。系统投入运行后要建立运行评估机制,定期对系统运行效果进行评估,及时发现和解决问题。实施过程中要注重经验总结,建立缺陷故障台账,形成标准化的实施流程,为后续项目实施提供借鉴。

2.2 自动化技术的效率提升与优化方法

在设备层面,通过优化设备参数设置,提高设备的运行效率。采用设备状态监测和预测性维护技术,减少设备故障停机时间。在控制系统层面,通过优化控制算法,提高系统响应速度和控制精度。采用智能优化技术,实现生产参数的自动优化调整。在生产组织层面通过优化生产流程,减少工序等待时间,提高生产连续性。建立生产效率评估体系,通过数据分析发现效率提升的关键因素。

在能源利用方面,通过优化设备启停策略,降低能源消耗。采用能源管理系统,实现能源使用的精细化管

理。在维护管理方面可以建立预防性维护体系,降低设备故障率。采用故障诊断专家系统,提高故障处理效率。在人员管理方面,优化人员配置,提高劳动生产率。建立绩效考核机制,调动员工积极性。在安全管理方面,通过优化安全监控策略,减少安全隐患。建立应急响应机制,提高突发事件处理能力。

2.3 自动化技术在提高安全性中的应用

通过建立完善的安全监控体系,实现对瓦斯、粉尘、顶板等危险源的实时监测。采用智能灾害预警技术,及时发现和处理安全隐患。在瓦斯防治方面,通过建立瓦斯动态监测系统,实现瓦斯涌出的预测和预警。采用智能通风系统,确保工作面通风效果。在顶板管理方面,通过监测支架工作阻力和顶板活动特征,预测顶板灾害。采用智能支护技术,实现顶板的主动支护。

在防尘方面通过建立粉尘监测网络,实现粉尘浓度的实时监控。采用智能喷雾系统,有效控制粉尘污染。在设备安全方面,通过建立设备安全联锁系统,防止误操作^[6]。采用设备异常检测技术,及时发现设备安全隐患。在人员安全方面,通过建立人员定位系统,实现对井下人员的实时监控。采用智能避险系统,指导人员安全撤离。在应急管理方面,建立应急指挥系统,提高突发事件处理能力。通过建立安全培训系统,提高员工安全意识和应急处理能力。

3 煤矿综采工作面自动化技术的未来发展方向

3.1 新兴技术在综采工作面自动化中的应用前景

随着科技的快速发展,新兴技术在综采工作面自动化中展现出广阔的应用前景。5G通信技术的应用将大幅提升地下通信系统的性能,实现更高速、更可靠的数据传输。工业物联网技术的深入应用将实现设备之间的智能互联,形成完整的信息网络。虚拟现实和增强现实技术将为远程操作提供更直观的交互界面,提高操作精度。边缘计算技术的应用将提高数据处理的实时性,降低网络传输压力。

数字孪生技术将实现对工作面的虚拟仿真,为生产优化和故障诊断提供新的手段。区块链技术的应用将提高数据的安全性和可追溯性。新型传感器技术的应用将提高监测数据的准确性和可靠性。智能机器人技术将在危险区域作业中发挥重要作用。新型材料技术的应用将提高设备的可靠性和使用寿命。量子通信技术的应用将为数据传输提供更高的安全性保障。这些新兴技术的集成应用将推动综采工作面自动化向更高水平发展。

3.2 人工智能与机器学习在自动化中的作用

人工智能和机器学习技术在深度学习技术将在图像

识别、语音识别等方面发挥着重要的作用,提高系统的智能化水平。机器学习算法将用于生产参数的优化,实现生产过程的自适应控制。强化学习技术将用于设备控制策略的优化,提高控制效果。自然语言处理技术将提升人机交互的友好性,简化系统操作。专家系统技术将在故障诊断和决策支持方面发挥重要作用。知识图谱技术将用于构建完整的知识体系,支持智能决策。模式识别技术将用于异常状态的识别,提高故障预警能力。神经网络技术将用于复杂系统的建模和控制,提高控制精度。

数据挖掘技术将从海量数据中发现有价值的信息,指导生产优化。基于机器学习的预测性维护将显著提高设备的可靠性,降低维护成本。智能优化算法将用于生产调度优化,提高资源利用效率。计算机视觉技术将提高远程监控的效果,实现智能识别和跟踪。自然启发式算法将用于解决复杂的优化问题,提高系统性能。集成学习技术将提高预测和决策的准确性,降低系统风险。迁移学习技术将加快新系统的部署和优化,缩短调试周期。智能控制算法将实现更精确的设备控制,提高生产效率。边缘智能技术将实现数据的就地处理和决策,提高系统响应速度。

3.3 自动化技术与可持续发展目标的结合

在能源效率方面可以通过智能化控制和优化,降低能源消耗,减少碳排放。采用清洁能源技术,推动煤矿绿色发展;在资源利用方面通过精细化采煤技术,提高资源回收率。采用智能选矿技术,提高矿物分选效率;在环境保护方面通过智能监测系统,实现对环境影响的实时监控。采用先进的污染处理技术,降低环境负荷。

在安全生产方面可以通过智能化技术,减少事故发生,保护人员安全。建立本质安全体系,实现可持续安全生产。在矿区生态方面,通过智能化技术,实现矿区

生态修复和治理。建立生态监测系统,保护矿区生态环境;在社会效益方面通过提高自动化水平,改善工人工作环境,提高工作满意度。推动矿区经济发展,实现社会效益最大化;在技术创新方面,持续推进自动化技术创新,提高技术水平。加强产学研合作,促进技术成果转化;在管理创新方面建立现代化管理体系,提高管理效率,推动数字化转型,实现智能化管理。

结论:煤矿综采工作面自动化技术的研究与应用对提高煤矿生产效率、保障安全生产具有重要的作用。通过自动化采煤设备的创新设计、智能控制系统的优化升级、自动化监控与远程操作技术的深化应用,显著提升了综采工作面的自动化水平。同时通过科学的实施流程、持续的效率优化和全面的安全保障,确保了自动化技术的有效落地。随着新兴技术的发展和人工智能的深入应用,煤矿综采工作面自动化技术将不断创新,为煤炭工业的可持续发展提供强有力的技术支撑。

参考文献

- [1]唐利山,罗武军,栾梦涛,等. 煤矿机电设备中自动化技术的应用探究[J]. 中国设备工程,2024(4):215-218.
- [2]万萍,鹿奇,于春翎,等. 电气自动化技术在煤矿生产中的应用[J]. 能源与节能,2024(5):105-107,164.
- [3]张殿伟. 自动化技术在煤矿机电设备中的应用探讨[J]. 矿业装备,2024(3):140-142.
- [4]林爱娇. 煤矿采掘装备自动化与智能化技术探讨[J]. 内蒙古煤炭经济,2024(3):60-62.
- [5]李明清,张吉福,王祥华. 煤矿机电运输系统中自动化技术的应用探析[J]. 模型世界,2024(21):14-16.
- [6]陈军. 自动化技术在煤矿机电设备中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济,2024(14):115-117.