

矿山综采自动化系统的研究与设计

张文龙 (阳煤集团寿阳开元矿业有限责任公司, 山西 晋中 045400)

摘要: 矿山综采自动化采矿技术的应用, 提升了矿山开采的生产效率, 符合当代社会的发展需要。该技术的应用提高了开采的安全性, 减少了安全事故的发生, 还实现了对综采工作面的远程操控, 为采矿的安全生产提供了有利保障, 可有效促进矿山开采行业的可持续发展。鉴于此, 本文主要对综采自动化采矿技术的问题和应用及发展进行了分析。

关键词: 矿山综采; 自动化系统; 设计

Abstract: the application of fully mechanized mining automation mining technology improves the production efficiency of mining and meets the development needs of contemporary society. The application of this technology not only improves the safety of mining, reduces the occurrence of safety accidents, but also realizes the remote control of fully mechanized mining face, provides a favorable guarantee for the safe production of mining, and can effectively promote the sustainable development of mining industry. In view of this, this paper mainly analyzes the problems, application and development of fully mechanized automatic mining technology.

Key words: fully mechanized mining; Automation system; Design

随着矿山市场竞争的加剧, 各矿山企业不断升级综采技术方案, 提高综采作业效率和自动化程度。但由于矿山地质环境复杂, 工作环境恶劣, 综采过程中的远程监控是通过各种传感器进行的, 直观性差, 无法准确判断传感器的工作状态是否完好, 液压支架支护状态的监控精度差, 无法及时判断和调整支架的支护姿态, 导致综采过程中液压支架出现片帮的异常情况, 给综采效率和安全带来严重隐患。因此, 需要配备专业人员来判断和调整各种传感器的运行状态和液压支架的支撑状态。利用物联网技术和高清摄像技术建立的井下高清视频实时监控、液压支架姿态智能监控和防片帮控制系统, 可实现“无人化”综采作业。

1 自动化工作面目前存在的问题

目前大部分自动化工作面采用记忆割煤 + 视频远程调整的作业方式。目前, 记忆割煤不能适用于煤层倾角大、地质环境复杂的条件, 导致在开采过程中缺乏强有力的指导。但远程视频手动调节过程受摄像头清晰度和位置的影响, 对远程操作人员的经验和主观判断要求较高。

其次, 惯性导航系统和煤岩识别系统的投入成本较高。但是目前还没有成熟的应用, 所以在煤层复杂的地质条件下, 采煤机常态化自动割煤并不能正常工作。虽然矿山行业机电设备的安全性和可靠性有了很大的提高, 但液压系统泄漏、漏电等设备故障时有发生, 两个顺槽的超前沿顶板支护、工作面浮煤的清理、自移尾的拉移还没有全面机械化。煤层起伏、顶板破碎、断层变化等特殊条件下的特殊开采工作, 导致自动化综采工作面目前可以降低工人的劳动强度, 但不能大规模减少工人, 提高生产效率。目前记忆割煤、远程视频监控割

煤、矿山识别割煤的方法都不成熟, 有一定的局限性。但随着数字矿山的自动割煤方式, 需要基于 GIS 三维仿真技术的发展, 逐步实现工作面地质环境的全透明, 包括煤层厚度、倾角、硬度、瓦斯含量、顶板岩性等。透明工作面是实现采煤工艺正常运行的基础。自动化工作面存在的主要问题有: 自动化工作面的发展还处于初级阶段, 设备、人员和资金投入不够, 自动化采煤技术还不完善; 其次, 自动化厂商的人员大多远离生产现场, 对现场的情况和需求了解不够, 现场的问题不能及时反馈。

2 综采工作面智能开采关键技术分析

2.1 无线通信网络

目前, 矿山企业在综采过程中使用的无线通信网络大多采用电缆载波传输和光缆传输。电缆载波传输方式存在传输效率低、可靠性差、数据传输量小等缺点, 无法实现综采过程中信息的实时传输; 光缆传输虽然可以实现信息的实时传输, 满足大量数据的传输, 但在应用过程中存在信号穿透性差、抗干扰能力弱、使用寿命短、建设成本高等缺点, 无法为综采无人化生产提供必要的通信网络基础。与上述两种网络通信技术相比, 无线通信技术凭借其优越的应用优势, 能够满足综采无人化生产的实际需求。具体来说, 无线通信网络技术在应用过程中具有自动组网、自动修复、自动平衡、自动管理的特点, 传输带宽超过 50Mbit/s, 可与工业以太网直接连接, 可与矿山骨干网协同工作, 为无人综采提供先进的通信网络。另一种可选的网络通信技术是 Li-Fi 技术, 这是一种先进的无线连接技术。在该技术的应用过程中, 数据传输依赖于可见光谱, 因此需要在照明设备上安装微型芯片, 使照明设备同时具备信息传输和照明

功能,这也满足了综采的照明需求。由于综采过程中对照明要求较高,每三个支架需要配备一个照明装置,因此在综采过程中采用 Li-Fi 通信网络技术。

2.2 智能采煤装置

可以根据具体的采煤需求,科学有效地切换工作模式。传感器装置用于采集和分析采煤机及相应支架的位置关系和工作状况,从而预测采煤机的工作轨迹,从而更好地实现采煤设备及其他辅助机械的自动化运行。智能采煤装置中安装的监控系统能够及时有效地反馈采煤机工作的具体信息,如采煤机的工作状态和位置等。同时,中央控制系统可以根据工作的实际需要,为采煤机滚筒设置提升命令,从而远程控制采煤机,最大限度地提高开采的可靠性和安全性。

2.3 自适应割煤技术

为了实现综采无人开采技术的顺利应用,采煤机必须能够自适应割煤,这就要求采煤机能够对综采过程中出现的各种情况做出科学判断,并根据煤层的实际变化进行智能调整。采煤机的自适应功能主要表现在趋势控制和模糊判断上。由于采煤机在割煤或割岩时的能见度差异很大,技术人员通过对割煤和割岩时的能见度进行检测,可以确定清楚的煤岩边界参数。传感器可以根据工作面的低粉尘浓度来判断采煤机的实际位置,进而调整滚筒的高度。自适应割煤技术是无人综采技术最重要的应用基础。由于煤层的边界在形成过程中大多是不规则的,所以顶板岩层塌陷、底板岩层抬升或煤层与岩层混合是非常常见的。如果采煤机不能自动识别煤岩界面,就无法实现采煤机的智能化操作,就无法实现无人综采。以往矿山企业使用的煤岩界面识别技术多采用激光、雷达和伽马射线探测煤层。然而,随着技术的不断发展,多参数协同传感技术在矿山企业中得到了广泛应用,并取得了良好的应用效果。

2.4 视频监控技术

借助视频监控技术,创建综采工作面三维采煤环境,科学直观地模拟工艺设备和实际开采作业。操作人员可以随时直接进入系统模拟的所有区域,达到人机交互的目的,摆脱了工作面施工时间、空间等因素带来的限制。此外,视频监控系统还可以识别物体的不同状态和具体类型以及相应设备的信息,甚至模拟设备的运行规律,从而确定空间状态,创建与实际环境几乎一致的虚拟空间,为矿山开采作业提供更加准确、系统的信息数据,最终达到优化整体生产流程的目的。

2.5 支架姿态智能监测

对液压支架支护状态的监测,主要是通过在支架上设置倾角传感器、压力传感器、行程传感器等,通过对支架支护高度、支护俯仰角、液压缸工作压力的监测来判断支架的支护状态,对支架的最大支护高度、俯仰角

度等设置超限报警,报警后系统自动对支护状态进行调整,避免支架出现支护失稳现象。为了避免在调节过程中各支架因支护高度不同而导致的煤矸石从夹缝中滑落伤人的情况,设置两个相邻支架间的支护高度差不能超过 400mm,否则会触发报警,并自动调整。

2.6 采煤机记忆截割控制系统

工作面采掘作业时,手动进行演示刀操作,采煤机内置编码器记录采煤机的位置曲线和左右摇臂的位置。记忆切割时,编码器将采煤机的位置数据传输给采煤机主控制器,主控制器根据对采煤机位置的记录和分析,不断修正采煤机的运动姿态,从而实现采煤机的记忆切割功能。在采煤机的切割过程中,可以实时播放学习模式,实现边切割边学习。

2.7 供配电系统

集中控制利用移变、组合开关、变频器的通讯模块与集控中心的上位机实现通讯,达到供配电系统集中监测、控制的功能。

3 综采工作面自动化技术发展方向

机械化方面,依托我国机械工业、材料工业等基础学科的发展,提高了机械系统、液压系统的安全性和可靠性,减少了人工维护工作,综采全过程采用标准化机械作业,减少了人工操作环节。在采煤机自动割煤方面,结合三维地震、瞬变电磁仪、地质雷达和钻孔,可以综合探测工作面的地质情况。基于物联网、大数据和人工智能自动化技术、GIS、远程控制和三维仿真技术,最终可以实现透明工作面。在开采过程中,通过煤岩识别技术实时修正地质模型,实现采煤机的智能截割。

4 结束语

自动化技术和设备在矿山开采中的应用,可以大大提高矿山开采的整体质量和效率,也可以促进矿山企业从劳动密集型向技术密集型转变。在当前背景下,越来越多的先进智能技术和设备将应用于矿山开采领域,同时软件开采系统也将进一步完善,各系统之间的信息和数据共享将更加稳定,矿山生产水平将得到全面提升,从而为矿山企业经济效益的进一步提升提供有力保障。

参考文献:

- [1] 王克泰. 矿山综采工作面自动化技术的应用研究 [J]. 石化技术, 2020, 27(8): 252-294.
- [2] 李志鹏. 矿山综采工作面自动化技术的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2019(19): 113-114.
- [3] 荣翔. 探讨自动化控制系统在综采工作面中的应用 [J]. 当代化工研究, 2019(9): 32-33.
- [4] 王虹. 综采工作面智能化关键技术研究现状与发展方向 [J]. 矿山科学技术, 2014, 42(1): 60-64.
- [5] 王国法. 矿山综采自动化成套技术与装备创新和发展 [J]. 矿山科学技术, 2013, 41(11): 1-5.