

煤矿开采自动化与智能化装备的应用与优化

王建国

府谷县华泰煤矿

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1839

[摘要] 传统煤矿开采方式受限于技术陈旧的问题,开采效率和开采质量长期难以达到行业发展的理想标准。面对这些瓶颈问题,智能化技术在煤矿采煤机中的深度应用成为破解难题的关键所在。本文结合煤矿开采行业当前的智能化技术发展与应用现状,对其中的智能控制系统、传感器技术、智能运输技术、大数据与云计算等进行探讨。这些技术的应用不仅显著提高了开采效率,还通过实时监测与预警系统有效降低了开采过程中的安全风险。各种智能化设备的广泛应用,也为煤炭企业的生产管理提供了宝贵的数据支持,促进了煤炭行业向更加智能化、绿色化、可持续发展的方向发展。

[关键词] 煤矿开采; 深井作业; 智能化设备; 采煤机

中图分类号: TD82 文献标识码: A

Application and optimization of automatic and intelligent equipment in coal mining

Jianguo Wang

Fugu County Huaqin Coal Mine

[Abstract] The traditional coal mining method is limited by the problem of obsolete technology, and the mining efficiency and mining quality are difficult to reach the ideal standard of industry development for a long time. Faced with these bottleneck problems, the deep application of intelligent technology in coal mining machines has become the key to solve the problem. Based on the current development and application status of intelligent technology in coal mining industry, this paper discusses the intelligent control system, sensor technology, intelligent transportation technology, big data and cloud computing. The application of these technologies not only significantly improves the mining efficiency, but also effectively reduces the safety risk in the mining process through real-time monitoring and early warning system. The wide application of various intelligent equipment also provides valuable data support for the production management of coal enterprises, and promotes the development of the coal industry in the direction of more intelligent, green and sustainable.

[Key words] coal mining; Deep well operation; Intelligent equipment; Coal cutter

引言

近年来,国家高度重视煤矿开采的智能化发展,出台了一系列政策文件以加快煤矿智能化建设。国家能源局发布的《关于进一步加快煤矿智能化建设促进煤炭高质量发展的通知》明确提出了煤矿智能化建设的目标和要求,强调了智能化在煤炭产业转型升级中的重要性。国家发改委、应急管理部等部门也联合发布了相关政策,为煤矿智能化发展提供了有力的政策保障和支持。实际应用中,采掘设备中的自动化牵引采煤机显著提升了采掘作业的便捷程度和规范程度;检测监测设备则借助自动化技术实现了对生产环境的实时监控,有效预防了安全事故的发生。

1 煤矿开采自动化与智能化装备应用现状

煤矿开采的自动化与智能化装备应用现状呈现出蓬勃发展的态势,这一进程得到了国家政策的强有力支持。近年来,国家发展改革委、国家能源局等部门相继出台了多项政策文件,《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》《关于进一步加快煤矿智能化建设促进煤炭高质量发展的通知》等,明确提出了煤矿智能化发展的目标与任务,为煤矿开采的自动化与智能化装备应用提供了政策保障。在具体技术方面,煤矿开采已广泛采用物联网、云计算、大数据、人工智能等先进技术,实现了生产过程的全面感知、实时互联、智能决策和协同控制^[1]。智能装备如智能采煤机、智能运输设备、智能监控系统等的应用,不仅提高了开采效率,还显著降低了人工成本。这些装备通过高度自主化和智能化的工作方式,实时监测设备状态,预测设备故障,实现故障自

动诊断和修复,为煤矿的安全生产提供了有力支撑。从应用范围来看,煤矿开采的自动化与智能化装备已广泛应用于采掘、运输、通风、洗选等多个环节。特别是大型煤矿和灾害严重煤矿,更是成为智能化改造的重点对象。通过智能化建设,显著增强了生产安全保障能力,为煤炭行业的高质量发展奠定了坚实基础。

2 煤矿开采自动化与智能化装备的应用优化

2.1 智能化采矿设备的应用优化

2.1.1 钻机自动化钻探

钻机作为矿体探测与爆破准备的核心设备,可将其集成高精度GPS导航系统与地质勘探数据分析软件,从而获得能够在复杂多变的地质环境中准确识别矿体位置、结构特性及岩石硬度等信息的能力。技术人员可以通过预先设定的钻孔路径和参数,钻机能够自动计算并调整最佳钻孔角度、深度和路径,确保每个钻孔都能精准达到预定目标,可以极大减少传统探测方式中的人为误差,缩短勘探周期。

钻机的智能化应用,通过配备先进的自动控制系统。在实际应用中,钻机能够根据地质反馈实时调整钻头转速、压力和进给速度等参数,优化钻孔策略,以适应不同岩层的钻探需求。同时,系统内置的传感器网络实时监控钻机的工作状态、钻孔进度及周围环境变化,确保作业安全并及时预警潜在风险。一旦发现异常情况,如卡钻、塌孔等,系统会自动调整作业参数或触发报警机制,以便操作人员迅速采取应对措施^[2]。

2.1.2 破碎设备自动化控制

煤矿开采中使用的颚式破碎机、圆锥破碎机等,目前都已经实现了智能化。通过集成先进的传感器技术、智能控制算法与大数据分析技术,可以实现对矿石的初步自动化处理。在这类破碎设备中内置多种高精度传感器,如振动传感器、压力传感器、温度传感器以及矿石粒度监测传感器等,这些传感器能够实时捕捉破碎设备的工作状态及矿石的物理特性(如硬度、湿度、粒度分布等)。基于这些数据,智能控制系统能够迅速分析并判断当前破碎过程的效率与效果,自动调整破碎机的破碎力度(如破碎腔的冲击力、压力等)、转速、给料速度以及筛分频率等关键参数。在实际的采矿作业中,破碎设备可以针对不同种类、不同性质的矿石,通过学习算法积累破碎经验,形成自适应的破碎策略。当处理新类型矿石时,系统会根据预设的初始参数进行破碎,并在破碎过程中不断收集数据,通过大数据分析 with 机器学习技术,自动优化破碎参数,以适应矿石特性的变化。

2.1.3 采煤机自适应牵引技术

自适应牵引技术的关键在于其实时感知与动态调整的能力。采煤机通过安装的高精度传感器(如力传感器、位移传感器、加速度传感器等,如表1所示),实时监测截割滚筒的受力情况、截割深度、煤层硬度以及地质条件的变化。这些数据被迅速传输至智能控制系统,系统根据预设的算法模型进行分析,自动调整采煤机的牵引速度、牵引力以及滚筒的位置和角度,以克服截割阻力^[3],确保截割任务的连续性和高效性。变频牵引控制器是自

适应牵引技术的核心部件之一,它采用先进的变频调速技术,根据采煤机的实时工作状态和煤矿企业的具体需求,实现恒功率截割牵引或截割路径规划连续牵引调节。恒功率截割牵引模式下,控制器确保采煤机在截割过程中保持恒定的功率输出,避免因负载变化导致的功率波动,从而提高截割效率和稳定性。而在截割路径规划连续牵引调节模式下,控制器则根据煤层赋存情况和预设的截割路径,自动调整采煤机的牵引方向和速度,实现精准截割,减少资源浪费和开采成本。

表1 采煤机自适应牵引的关键技术

分类	特点
1. 关键传感器	力传感器; 位移传感器; 加速度传感器; (监测截割滚筒受力、截割深度、煤层硬度及地质条件变化)
2. 数据传输	实时监测数据迅速传输至智能控制系统
3. 智能控制系统	- 分析传感器数据; 预设算法模型处理; 自动调整牵引速度、牵引力、滚筒位置和角度
4. 核心部件	变频牵引控制器
5. 变频牵引控制器功能	恒功率截割牵引: 确保采煤机截割过程中恒定功率输出; 避免负载变化导致的功率波动; 提高截割效率和稳定性

2.1.4 记忆截割技术

记忆截割技术现在已经被逐渐应用到采煤机自动化作业当中,其中截割路径记忆、自适应调高技术等作为其中的重要组成部分,发挥了重要作用。第一,截割路径记忆是记忆截割技术的核心基础,它不仅仅是对简单路径参数的记录,而是结合了高精度传感器、大数据分析以及先进的算法模型,对煤层的地质结构、煤层厚度、硬度分布等关键参数进行全方位、高精度的数据采集与记忆。这些数据通过复杂的算法处理,形成了一套可复用的截割路径模板。在实际作业中,采煤机能够依据这些模板自动规划并执行截割任务,可减少人工操作的需要,提高作业效率;第二,自适应调高技术可以提高采煤机应对复杂地质的能力。现代采煤机通常装备有先进的激光测距仪、红外线传感器以及高精度陀螺仪等多元传感器阵列,这些传感器能够实时监测采煤机截割滚筒与煤层之间的相对位置关系,以及煤层地质条件的动态变化。

2.2 智能化运输设备的应用优化

2.2.1 无人驾驶矿卡

无人驾驶矿卡作为智能化运输设备的新一代代表性产品,其应用已逐渐从概念走向实践,深刻改变了矿山的作业生态。无人驾驶矿卡目前已经能集成激光雷达(LiDAR)、高清摄像头、GPS定位系统以及惯性导航系统(INS)等多源传感器(如表2所示),无人驾驶矿卡能够在复杂多变的矿区环境中实现厘米级精度的

定位。在运输作业过程中,结合先进的地图构建与路径规划算法,矿卡能够自主规划最优行驶路线,灵活应对矿区内的弯道、坡道及临时障碍物。通过实时分析传感器数据,无人驾驶矿卡能够即时识别并规避道路上的静态(如岩石、设备)和动态(如其他车辆、行人)障碍物,降低了碰撞事故的风险。

表2 无人驾驶矿卡关键技术

分类	特点/优势
1.集成传感器	激光雷达(LiDAR); 高清摄像头; GPS 定位系统; 惯性导航系统(INS)
2.定位精度	能够在复杂多变的矿区环境中实现厘米级精度定位
3.路径规划	结合先进地图构建与路径规划算法,自主规划最优行驶路线
4.环境适应性	灵活应对矿区内的弯道、坡道及临时障碍物
5.障碍物识别与规避	实时分析传感器数据; 识别并规避静态(如岩石、设备)和动态(如其他车辆、行人)障碍物; 降低碰撞事故风险

2.2.2 自动化轨道运输系统

在矿井的复杂环境中,自动化轨道运输系统以其高效稳定,可自动化运行的特性,成为矿石与废料运输领域的革新者。自动化轨道运输系统采用无人驾驶的轨道车,避免传统人为操作可能带来的运输安全风险。这些轨道车装备有先进的传感器套件,包括激光雷达、红外探测器以及高清摄像头,能够实时监测周围环境,确保在狭窄、昏暗的矿井隧道中安全行驶。同时,自动避障系统能够在检测到障碍物时迅速响应,执行紧急制动或绕行策略。在井下巷道采矿作业时,该系统以轨道为载体,利用电力或清洁能源驱动轨道车,实现了矿石与废料的高速、大批量运输,相较于传统的人工或半机械化运输方式,自动化轨道运输系统

能够显著提升运输效率。

2.2.3 自动化皮带输送机

目前智能化皮带输送机在矿山作业中的应用远不止于基本的物料短距离运输,还可以实现对物料、环境的实时监测。智能皮带输送机集成了多种高精度传感器,如张力传感器、速度传感器、温度传感器以及环境监测传感器(如粉尘浓度、湿度传感器等),这些传感器能够全方位地监测输送带的实时运行状态。当检测到输送带张力异常、速度波动、温度升高等潜在问题时,系统会立即进行分析,并自动调整电机的输出功率或减速装置,以稳定输送速度,防止过载或故障发生。

3 结语

煤矿开采领域的智能化转型已成为不可逆转的趋势,其对于提升开采效率、保障开采安全、优化开采质量以及推动煤炭行业的可持续发展具有深远的意义。智能化采煤机、自动化破碎设备、无人矿卡等技术的应用,不仅代表了煤炭开采技术的重大进步,更是煤炭行业转型升级的重要里程碑。其背后所依赖的精准定位、智能控制、机器视觉与识别、大数据与云计算等关键技术,共同构成了煤矿开采智能化的核心支撑体系。未来在智能化技术的引领下,煤炭行业也将朝向更加高效、绿色、可持续发展的方向发展,为能源领域的发展奠定基础。

[参考文献]

[1]董向龙.智能化煤矿管路系统的设计与优化[J].产业创新研究,2024,(14):93-95.

[2]康宇博.S 煤矿薄煤层智能化开采技术研究[J].产业创新研究,2024,(14):102-104.

[3]刘世明.煤矿采煤新技术应用分析[J].能源与节能,2024,(07):243-245+267.

作者简介:

王建国(1986--),男,汉族,黑龙江省鹤岗市人,本科,工程师,研究方向:采矿。