

# Application research of mine mechatronics control system in mine safety production

Chenrui Jiao

Jinneng Holding coal industry Group Jinhuaogong mine, Datong, Shanxi, 037001, China

## Abstract

With the complexity of mine production environment and the improvement of safety requirements, the application of mine mechatronics control system in mine safety production has gradually become an important means to ensure mine safety. The system provides effective data support for the safe operation of the mine by real-time monitoring of key parameters such as gas concentration, mine temperature and humidity, roadway deformation and support pressure. In addition, the application of mechatronics technology in coal mine production has also been widely promoted, such as the intelligent control of mine lifting equipment, shearer and fully mechanized mining hydraulic support equipment, which greatly improves production efficiency and reduces safety risks. Through the comprehensive application of these technologies, the safety, stability and efficiency of mine production have been significantly improved, providing a solid guarantee for mine safety production.

## Keywords

mine mechatronics; Mine safety; Coal mine production

# 矿山机电一体化控制系统在矿井安全生产中的应用研究

焦琛瑞

晋能控股煤业集团晋华宫矿, 中国 · 山西 大同 037001

## 摘 要

随着矿山生产环境的复杂性和安全要求的提高, 矿山机电一体化控制系统在矿井安全生产中的应用逐渐成为保障矿山安全的重要手段。该系统通过实时监测瓦斯浓度、矿井温湿度以及巷道变形和支护压力等关键参数, 为矿井的安全运行提供了有效的数据支持。此外, 机电一体化技术在煤矿生产中的应用也得到了广泛推广, 如矿井提升设备、采煤机和综采液压支架等设备的智能化控制, 极大提升了生产效率并降低了安全隐患。通过综合应用这些技术, 矿井生产的安全性、稳定性和效率得到了显著提升, 为矿山安全生产提供了坚实的保障。

## 关键词

矿山机电一体化; 矿井安全; 煤矿生产

## 1 引言

伴随煤矿开采深度持续增加且开采环境复杂, 矿井安全正面临更棘手的挑战。瓦斯泄漏、矿井塌方、设备故障等安全隐患一再出现, 极大破坏了矿山生产的安全性与效率。传统矿山安全监测及生产管理方式无法契合现代矿山对高效、实时、精准控制的需求。矿山机电一体化控制系统借势问世, 依托集成传感技术、数据采集与智能控制, 实时检探矿井环境及设施状态, 为矿井安全生产给予科学、高效的技术后盾。

## 2 矿山机电一体化控制系统在矿井安全检测中的应用

### 2.1 瓦斯浓度实时监测

对瓦斯浓度实时监控是矿山机电一体化控制系统必要点, 它凭借先进的传感技术及大数据分析手段, 实际提升了矿井安全生产的保障等级。该系统凭借部署多点激光光谱传感器跟红外传感器等高精度设备, 能在微量阶段 (ppm 级) 精准探测出瓦斯气体的浓度变动。这些传感器可深入矿井诸多要区, 即刻采集瓦斯气体的浓度数据, 绕开了人工监测的限度及盲点。依恃高速通讯网络, 实时采集的瓦斯浓度数据顿时传到中央控制单元, 数据步入整合分析阶段。其次, 为增进预警的精准度, 系统采用机器学习算法对历史数据做周全剖析, 辨别出瓦斯浓度递增的潜在趋势。该预测功能令系统不只可凭借展示实时瓦斯浓度, 还可预先给予预警, 提示大概潜在的安全隐患。当监测到瓦斯浓度开始上升并接近危

【作者简介】焦琛瑞 (1996-), 女, 中国山西浑源人, 本科, 从事矿山机电研究。

险临界值时，系统会迅即触发警报并采取相应的应急手段。像自动通风、发出人员撤离引导，进而切实减少瓦斯爆炸等安全事故的发生几率。此外，系统亦拥有自我校准的功能，凭借实时更新监测模型，增进检测的精密度。采用云计算手段，矿井管理者不管什么时候都可凭借远程平台查看瓦斯浓度数据，并做出合理判定，借助采用这些革新手段，矿山机电一体化控制系统为矿井的瓦斯监控赋予更精准智能的技术保障，极大优化了矿井的安全管理模式<sup>[1]</sup>。

### 2.2 矿井温湿度监控

矿井温湿度监控系统为矿山机电一体化控制系统必备的组成部分，它借助布置在矿井各关键部位的高精度传感器，实时抽盘矿井内的环境温湿度，这些传感器可以精细周全地采集温湿度数据，并把数据输送至中央控制单元实施处理，凭借实时数据甄别，系统可迅速掌握矿井环境变化，为矿山安全生产提供保障。其次，为了更恰当地应对温湿度的变化，系统采用了先进的揣度模型，可预先预判未来一段时间矿井内温湿度的变化，考虑到矿井的通风条件，系统依靠自动操控通风设备的工作情形，切实实现矿井内部环境的优化升级。当温度超出适宜水准或湿度超出合理水准时，系统可自主变更通风系统风速，维持矿井内的温湿度保持在恰当的范围，减轻湿气对设备的侵蚀，防止产生不良后果。此外，系统整合了物联网技术，夯实了各设备彼此的智能互联。传感器、通风设备跟控制单元等组成一个互联系统，各设备彼此可实时交流数据，保证信息准确流通及即时反馈。采用物联网手段，系统自动化程度迅猛上扬，实现温湿度控制趋向更精准、即时。云计算同样赋予系统强大的数据处理能力，支持温湿度监控系统在大规模矿井环境中依旧高效开展工作。凭借上述技术的采用，矿井温湿度监控系统不仅提升了操作效率，还极大改进了矿工的工作环境，极大减少了因环境状况引起的安全风险，为矿井安全生产夯实了核心保障<sup>[2]</sup>。

### 2.3 巷道变形与支护压力监测

在巷道变形跟支护压力监测中，矿山机电一体化控制系统采用了一整套高精度地压监测仪、位移传感器之类的设备，实时获取矿洞内巷道的结构数据，这些传感器可精准记载矿井巷道的变形程度和支护结构压力变动，为矿山安全运行给予实时监测辅助。借助顶尖的实时数据采集与边缘计算技术，系统能迅速处理海量的监控数据，并在异常现象出现时马上作出反馈，夯实煤矿安全。其次，该系统又借助深度学习算法对巷道变形和支护压力的历史数据进行剖析，从而能够预测其变化趋势。若检测到潜在结构问题，系统能自动辨别并发出警示音，预先采取应急行动，防止矿井出现塌方、支护失效类重大安全隐患。深度学习技术的运用采纳，不仅增进了监测的精准度，还可以依照各座矿井的实际情形，实时修改预警策略，最大程度守护矿井的安全系数。该监测系统还把建筑信息模型（BIM）技术融合起来，靠三维可视化方式直观呈现矿井巷道的结构情形，矿井管理人员能清楚查看到巷道实时变形情形及支护结构压力分布，进而更高效地

开展管理相关判定。BIM技术的采纳引入，让系统不仅可提供无误的数值资料，还能从可视化层面助力管理者更直观地把握矿井安全形势。当系统揪出潜在隐患时，预警机制会迅即运转，自动迅速预警相关人员采取动作，且可利用自动化控制对通风、支护等设备运行态调控，根绝潜在隐患。

## 3 煤矿生产中机电一体化技术的应用

### 3.1 矿井提升设备的应用

矿井上下运输提升效率水平，得益于机电一体化技术的进一步创新升级，尤其是在矿井提升设备这方面，明显增强了矿井提升系统的整体效率。矿井生产规模逐步扩大，技术要求稳步上升，矿井上下层间的沟通与运输协调变得愈加关键，因此，要求矿井提升设备运行效率提升至更高层次。为跟上这些变化，矿井提升设备不断推进技术改进与升级，应用成熟的机电一体化技术，为提升设备开辟了新的发展道路。如图1所示，矿井提升设备借助机电一体化技术升级，设备运行实现自动化、智能化、高效化。直流式提升机是煤矿生产中普遍采用的提升设备，该装置将机电一体化技术与自动化控制系统无缝结合。其次，精确操控是直流提升机电机的核心，实现了提升动作的平稳高效，消除了传统提升手段的不稳定隐患。系统内的自动化控制装置对提升设备各项运行参数进行实时跟踪，涉及提升速度、载荷、温度等监控参数变量，保障设备运行的安全高效。伴随着机电一体化技术的进步，矿井提升设备自带自动调节功能，实施故障诊断与预警手段。设备在出现异常之际，系统及时响应，发出警报后进行调整，避免故障造成事故升级。尤为关键的是，远程监控与控制是这些提升设备的一大亮点，地面管理人员可远程掌握矿井设备的运行状态，及时捕捉并处理潜在隐患。采用机电一体化技术使得矿井提升设备的智能化水平明显提升，明显提升了矿井生产的安全性、可靠性及效率。采用该技术降低了操作风险，提升了设备的使用寿命及整体生产效率。随着技术逐步进步，未来矿井提升系统将实现智能化与高效化双重提升，引领煤矿行业走向自动化与绿色化新阶段<sup>[3]</sup>。

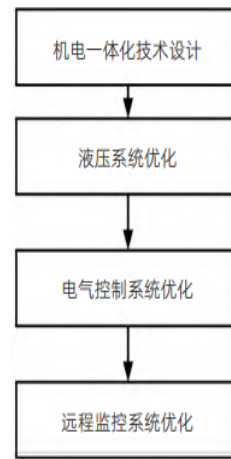


图1 机电一体化技术在矿井提升机中的应用流程

### 3.2 采煤机中的应用

采煤机的应用过程中,机电设备占据关键位置,在提升采煤机运行效率及保障其稳定操作方面尤为关键。采煤机运行仰赖机电设备的牵引力,牵引力明显提升了采煤机的作业效能。在操作实施阶段,复杂工作环境中,采煤机频繁遭遇滑动困扰,尤其是在煤层倾斜较大或操作不规范之际,滑动现象频发。该机电系统所输出的牵引力极为关键,精确调整牵引力水平,保证采煤机运行方向稳定无误,有效阻断了滑动引发的安全隐患。其次,针对大层角煤层的开采技术,通过机电一体化技术,采煤机的稳定性与安全性得到了进一步的增强,在煤层地带,角度过大常引发采煤机下滑现象,对采煤机的精准作业构成挑战性。针对这一问题,为改进系统,机电一体化系统中的暂停设备增设了防滑装置,此装置于采煤机下滑期间给予额外稳定性,防止设备在作业中偏离既定路线。借助这种防滑手段,采煤机执行预定作业任务精确度明显提高,保证了煤炭开采过程的顺利实施。此外,引入机电一体化技术后,采煤机智能化功能得到拓展,传感器与自动控制系统相辅相成,采煤机实时跟踪作业状态,若出现异常,系统将自动执行预警或者会进行停机操作,大幅提升了操作的安全与生产效率<sup>[4]</sup>。

### 3.3 综采液压支架的应用

在煤矿机械化开采作业阶段,综采液压支架是煤矿采煤机械化的核心设备,该设备的主要任务是支撑并控制煤矿工作面的顶板,维持工作面稳定并提供必需支撑,维护了煤矿作业的高效性。综采液压支架精准调整支撑力,有效控制工作面塌方、掉落等潜在威胁,明显增加了煤矿生产的安全系数。面对复杂的地质条件,综采液压支架的使用极为关键,保障了作业空间的安全性,稳固了采煤作业的支撑结构。其次,综采液压支架的效能不仅仅限于支撑范畴,凭借其先进设计及高效性能,该设备可与推进式机械化采矿系统及其他矿用设备相连接,例如,综采液压支架与采煤机、顺槽转载

机、可弯曲输送机等设备相互协作作业,能够合力推进煤矿开采作业自动化与机械化的进展,液压支架与设备共同配合,大幅增强矿井生产效率及作业灵活性。例如,当工作面需要推进时,综采液压支架自动调整以配合作业空间的变化要求,支架伸缩与推移在液压系统精确引导下进行,维持作业面的安全稳定支撑水平<sup>[5]</sup>。

## 4 结论

综上所述,本文探讨了矿井安全生产中矿山机电一体化控制系统的应用意义,并且机电一体化技术在煤矿领域的应用价值持续攀升。针对瓦斯浓度、温湿度、巷道变形及支护压力监测等关键监测领域,技术整合有效提升了安全管理水平,事故发生率降低明显。此外,智能化与自动化的设备提升了矿井提升机械、采煤机械、综采液压支架,优化煤矿作业的效率、精确度及安全水平。机电一体化技术正不断进步,煤矿生产自动化及信息化水平将实现质的飞跃,无疑能提升生产效率,并将大幅提高矿工生命安全保障水平。未来煤矿生产将更加倚重矿山机电一体化控制系统,其作用日益凸显,有望引领煤矿行业走向绿色、安全、智能化,促进实现高效可持续的矿业发展。

### 参考文献

- [1] 李伟.关于煤矿机电一体化技术的实践探讨[J].西部探矿工程,2024,36(01):74-76.
- [2] 付秀峰.煤矿机电一体化技术的应用探究[J].数字通信世界,2021,(08):159-160.
- [3] 李建国.机电一体化技术在煤矿生产中的应用探讨[J].冶金管理,2020,(11):51+53.
- [4] 郝永恒.论煤矿机电一体化产品在煤炭生产中的应用[J].石化技术,2019,26(11):350+352.
- [5] 杨世军.机电一体化技术在煤矿生产中的应用探究[J].现代工业经济和信息化,2018,8(13):103-104+120.