

## 煤矿井下机电一体化技术实践探析

崔庆东

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司石槽村煤矿, 宁夏 银川 750000

**[摘要]**煤矿井下作业环境复杂且充满风险, 依赖人工操作及机械设备的传统生产模式存在较大的安全隐患, 并面临效率提升的瓶颈。近年来, 机电一体化技术在煤矿中的逐步应用, 推动了生产过程的自动化、智能化监控以及远程调度的实施。然而, 设备升级、人员培训等挑战, 仍在技术推广过程中存在。深入研究该技术在煤矿中的实际应用, 将为提升煤矿行业的安全生产水平与可持续发展提供关键支持。

**[关键词]**煤矿; 井下; 机电一体化

DOI: 10.33142/ect.v3i3.15717

中图分类号: TD671

文献标识码: A

## Exploration into the Practice of Mechatronics Technology in Coal Mine Underground

CUI Qingdong

Shicao Village Coal Mine of CHN Energy Ningxia Coal Industry Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750000, China

**Abstract:** The working environment underground in coal mines is complex and full of risks. The traditional production mode that relies on manual operation and mechanical equipment has significant safety hazards and faces bottlenecks in improving efficiency. In recent years, the gradual application of mechatronics technology in coal mines has promoted the automation, intelligent monitoring, and implementation of remote scheduling in the production process. However, challenges such as equipment upgrades and personnel training still exist in the process of technology promotion. In depth research on the practical application of this technology in coal mines will provide key support for improving the safety production level and sustainable development of the coal mining industry.

**Keywords:** coal mine; underground; mechatronics

### 引言

煤矿行业, 作为我国能源供应的核心领域, 面临着提升生产效率与保障安全的双重任务。随着科技的不断进步, 机电一体化技术, 作为机械、电气与自动化控制技术的综合应用, 已成为提高煤矿生产效率、保障安全以及推动智能化发展的关键力量。通过优化设备运行, 降低人工干预的风险, 这项技术加速了煤矿行业向自动化与智能化方向的转型。传统作业模式及设备的局限性, 依然成为煤矿生产提升的瓶颈。因此, 如何在煤矿井下深入应用机电一体化技术, 已成为当前亟需解决的重大课题。

### 1 机电一体化技术概述

机电一体化技术通过将机械技术、电气电子技术、微电子技术及计算机技术等多种技术进行有效整合, 实现在各系统之间的高效协作与无缝连接。这一技术并非简单地将多个技术叠加, 而是在科学指导下对各类技术的优化组合, 形成了完整且精密的技术体系。其核心目标是通过技术间的互补优势, 促进整体系统的优化, 推动创新与发展。随着应用需求的不断增加, 传统机电一体化技术已难以满足日益复杂的工作环境, 这促使功能扩展与技术精细化领域迎来新的突破。现代机电一体化技术不仅注重多技术的有效集成, 还强调对冗余部分的简化, 提升了系统的高效性与简便性。在这一过程中, 技术优化大幅降低了操作与

维护的难度, 提升了控制精度与系统稳定性。从功能角度看, 机电一体化技术广泛应用于自诊断、自动监测、自动保护等关键环节。这些功能使设备能够实时进行自我检测、快速识别潜在故障等, 从而降低了人为干预的需求, 增强了设备的安全性和稳定性。尤其在高风险的煤矿井下作业中, 机电一体化技术不仅提高了操作效率, 还有效预防了许多安全隐患, 确保了生产过程的顺利进行。在煤矿行业, 机电一体化技术不仅带来了显著的技术突破, 也推动了技术人员专业能力的提升。它为煤矿企业的成本控制提供了有力的技术保障, 为长期发展奠定了坚实的基础。随着自动化与智能化的进一步发展, 机电一体化技术必将成为提升煤矿生产效率、安全性与经济效益的核心动力, 助力煤矿行业向更加高效、安全与绿色的未来迈进。

### 2 煤矿井下机电一体化技术应用的优势

#### 2.1 提升煤矿井下机电设备操作便捷性

煤矿井下作业环境复杂且条件严苛, 传统机电设备的操作往往依赖大量人工干预, 且过程繁琐、耗时。随着机电一体化技术的引入, 煤矿井下设备的操作变得显著简化, 这项技术通过集成多种功能模块, 使得设备在运行过程中能够自动完成许多本应由人工执行的任务。例如, 自动化控制系统能够实时监控设备运行状况, 自动调整工作参数, 减少了人工操作的复杂度, 操作人员仅需通过简洁的界面

进行监控和调整,操作流程变得更加高效且容易执行。智能化的机电一体化系统确保设备间信息能迅速共享和协调,避免了人工输入及调整数据的繁琐。传统的故障诊断常依赖技术人员的经验与大量的手动检查,而现代机电一体化技术通过自诊断及实时监控功能,能够在设备异常时自动发出警报,及时提醒操作人员采取必要措施,这种智能化处理有效降低了人为错误的发生,确保了设备操作的顺畅。尤其值得注意的是,机电一体化技术将设备控制与操作集中在统一平台上,从而减少了操作的分散性。操作员无需频繁切换不同的系统,而是只需掌握一个操作界面,这在节省时间和精力同时,显著提高了整体工作效率。

## 2.2 增强煤矿井下机电设备操作安全性

煤矿井下作业环境充满了高度的不确定性与危险性,任何操作失误或设备故障都可能引发严重的安全事故。机电一体化技术的应用大大增强了井下设备的安全性,设备的运行状态通过智能化监控系统得以实时跟踪,关键参数如温度、电压、压力等被持续监测。若设备出现异常,系统会自动发出警报并立即采取保护措施,防止过载或故障引发更严重的问题。通过这种“早发现、早预警”的机制,安全风险得到了显著降低,避免了人为疏忽或设备故障引起的潜在危险。此外,机电一体化技术通过集成自诊断功能,进一步提高了设备的自我检测能力。利用内部传感器采集到的数据,设备能够自动进行故障检测,并通过操作界面报告问题,必要时可自动停机进行保护,这种机制不仅有效避免了因未能及时发现故障而引发的事故,还帮助维修人员精确地定位故障点,减少了盲目检查和不必要的停机。另一项安全优势来自自动化控制系统,在设备运行过程中,若出现异常工况或故障,系统能迅速介入,调整或停机,防止设备进一步损坏或产生潜在的安全隐患。智能化的响应能力显著减少了对操作人员的干预需求,避免了操作失误或经验不足带来的安全风险。

## 2.3 提高煤矿井下机电设备操作效率

在煤矿井下作业中,机电设备的高效运行直接影响矿井的生产效率。通过智能化与自动化的结合,机电一体化技术显著提升了设备的操作效率。智能控制系统实时调整设备的工作状态,确保其始终在最佳工况下运行。例如,采煤机和输送带等设备会根据煤层的硬度与负载情况自动调节工作参数,从而避免了人为调节的延迟与误差,减少能源浪费并提升整体作业效率。自动化监控与调度系统的引入,使得煤矿各环节间的协同作业得到了更高效的支持。在传统煤矿作业中,人工调度与协调不仅繁琐且易出现误差,而机电一体化技术则使设备之间的信息得以实时共享与协同作业。调度系统能根据实时数据自动调整,从而减少了设备停机及空转时间,进而提高了作业的流畅性与生产节奏。另外,设备的自诊断与在线监控功能为提升操作效率提供了坚实的支持,通过实时监控设备运行状况,系统能

够快速识别潜在故障并提前发出预警,这种前瞻性的维护方式显著减少了非计划停机时间,确保了生产的连续性与稳定性。同时,技术人员还可通过数据分析提前规划维护与修复周期,从而避免了传统维护模式下的低效与盲目操作。

## 3 煤矿井下机电一体化技术应用实践

### 3.1 煤矿生产监控系统中的应用

煤矿生产监控系统是确保井下作业高效与安全进行的核心平台。随着机电一体化技术的引入,监控系统的智能化与自动化水平得到了显著提升,精确度与响应速度大幅提高。传统的煤矿监控依赖人工巡查与手动记录,这不仅使工作繁重,还容易遗漏关键信息或出现延误<sup>[1]</sup>。如今,现代监控系统通过机电一体化技术的支持,能够实时采集各类设备及环境的运行数据,包括采煤机、通风系统、输送带等设备状态。温度、湿度、压力、电流等参数通过传感器进行实时监控,并将数据传输至中央控制系统。集成化的监控平台使得矿井整体运行状况得以全面掌控,系统对实时数据进行快速处理与分析,实时显示设备状态及潜在的隐患。一旦某设备的温度或电流值超出安全范围,系统将自动发出警报,并根据预设条件启动紧急停机或调整措施,以确保设备与人员的安全。无需人工值守的自动监控系统不仅大大减轻了人工操作的负担,还能在故障或危险初现时,及时发出预警,有效避免事故的发生。机电一体化技术的应用使得煤矿生产监控系统具备了远程控制与诊断的能力。无论是地面控制中心,还是在移动设备上的管理人员,都能随时查看井下的实时数据并进行远程操作,这种远程监控与调度显著提高了响应速度与决策效率,特别是在井下复杂环境中,能够避免不必要的人员进出,从而降低了安全风险。

### 3.2 采煤机中的应用

采煤机作为煤矿井下的核心设备,其性能直接影响矿井的生产效率与安全性。随着机电一体化技术的应用,现代采煤机已实现智能化与自动化,作业效率与安全性得到了极大提升。传统的采煤机依赖人工操作,设备的运行状态及参数调整均由操作员手动完成,这不仅增加了操作的复杂性,还容易导致人为失误。如今,得益于机电一体化技术,采煤机集成了自动控制系统、传感器及多种监测仪器,从而实现了自我调节与实时监控。借助自动化控制系统,采煤机能够根据煤层的硬度、厚度及作业环境的变化,自动调节切割深度与工作速度,确保作业过程的稳定与高效<sup>[2]</sup>。例如,当采煤机切入较硬的煤层时,系统会自动增加动力输出,确保作业不中断,同时避免能源的浪费。在这种智能自适应控制下,采煤机得以以最优状态运行,从而大大减少了人工干预与设备损耗,提升了整体作业效率。与此同时,采煤机还配备了实时监测与故障诊断功能。通过传感器,采煤机的电流、温度、振动等关键参数被实时监控。一旦发现异常,系统会立即发出警报,并根据需要

自动停机或调整工作状态,以防设备损坏或安全隐患的发生。通过这种智能化的监控与自诊断机制,不仅提高了设备的安全性,还有效减少了因故障引起的生产停滞。

### 3.3 带式输送机中的应用

带式输送机作为煤矿生产中的关键设备,肩负着将煤炭从采矿作业点输送至地面或其他工艺环节的重要任务。随着机电一体化技术的引入,带式输送机的工作效率、安全性及稳定性得到了显著提升。传统的带式输送机依赖人工调节与手动监控,操作过程既复杂又容易受到人为因素的影响,这无疑增加了故障发生的风险。而如今,机电一体化技术使输送机系统不仅实现了自动化控制,还具备了实时监控与远程调度功能。自动化控制系统的集成,使得带式输送机能够根据实时数据,如运输负荷、带速、料堆积等,自动调整工作状态。举例而言,当输送机负荷增大时,系统便会自动调整带速,确保运输过程既稳定又高效;一旦发生设备故障或堵塞,系统会迅速检测出异常并发出警报,同时自动启动停机或采取保护措施,防止故障蔓延,减少停机时间。这种自动调节机制大大提升了输送机的效率与可靠性。通过在输送机上安装多种传感器,机电一体化技术还实现了对温度、振动、电流等关键指标的实时监控,从而确保设备始终处于最佳运行状态。传感器采集到的数据将被汇总并传输至中央控制系统,操作人员能够随时查看设备的运行情况,及时发现潜在故障隐患,并采取预防性维护措施。这一智能化监控系统不仅显著降低了故障发生的概率,也延长了设备的使用寿命。此外,带式输送机系统的远程控制功能进一步突显了机电一体化技术的优势。通过与煤矿生产监控系统的无缝连接,管理人员可以在远程终端上实时掌握输送机的运行状态,进行调度与故障诊断,避免了井下人员频繁进出,从而有效减少了潜在的安全风险。

### 3.4 在线监控系统中的应用

在线监控系统在煤矿井下安全管理与设备运维中占据了核心地位。随着机电一体化技术的不断深化,该系统的功能得到了显著增强,其操作效率与安全性也得到了大幅提升。在传统的煤矿监控模式中,主要依赖人工巡检与定期检查,这种方式不仅劳动强度大,而且容易产生遗漏或延误,增加了潜在的安全风险。如今,机电一体化技术的应用使得现代在线监控系统能够实现全天候、全方位的设备与环境监控,极大提高了煤矿作业的安全性与生产效率。在煤矿井下,通过部署传感器、摄像头等监测设备,

在线监控系统可以实时收集多项运行数据,如温度、湿度、气体浓度、电流、电压与振动等<sup>[3]</sup>。这些采集到的数据通过网络实时传输至中央控制平台,操作人员能够随时掌握设备的最新运行状态。这些数据不仅能够有效监控设备的健康状况,还能及时发现潜在故障,系统会自动发出警报并生成报告,为技术人员提供决策支持,确保能够快速应对突发问题。智能分析功能是在线监控系统的一大亮点。通过对实时数据的持续监控,系统能够精准识别出设备或环境中的潜在异常,并提前发出预警。该智能预测机制大大降低了设备故障带来的风险,减少了因操作失误或设备突发问题所引起的生产停滞和安全事故。此外,在线监控系统还具备远程控制功能,通过地面控制中心,操作人员能够实时查看井下设备的运行状况,利用计算机或移动设备进行远程操作。这一功能不仅显著提高了管理效率,还减轻了井下工作人员的工作压力,降低了潜在的安全风险。尤其在高风险或复杂工作环境中,远程操作能够有效避免人员暴露于危险,进一步保障了矿井的整体安全。

### 4 结语

煤矿井下机电一体化技术的应用,显著提升了煤矿生产效率、安全性以及智能化水平。通过机械、电气与自动化等多个领域技术的融合,煤矿设备的运行不仅变得更加稳定高效,还加强了安全管理。特别是在生产监控、采煤机以及输送系统等关键环节,机电一体化技术展现了突出的优势,为煤矿行业的现代化发展提供了强有力的推动力。展望未来,随着技术的不断创新与进步,机电一体化技术将在优化煤矿生产流程、减少人为干预以及提高工作环境安全性等方面,发挥越来越重要的作用。尽管在技术更新与人员培训等方面依然面临一定挑战,但这一技术的持续演进,必将为煤矿行业的可持续发展提供坚实的技术保障。

#### [参考文献]

- [1]胡志兰.煤矿井下机电一体化技术实践探析[J].矿业装备,2024(9):76-78.
  - [2]菅少宇.煤矿机电一体化技术应用探讨[J].工程建设与设计,2024(11):265-267.
  - [3]王祥.煤矿井下机电一体化技术应用研究[J].能源与节能,2021(12):193-194.
- 作者简介:崔庆东(1990.5—),男,毕业院校:宁夏大学,所学专业:机电一体化(本科:电气工程及其自动化),当前就职单位:国家能源集团宁夏煤业有限责任公司石槽村煤矿,职务:工人,职称:助理工程师。