

# 智能控制技术在煤矿机电设备中的运用研究

郭林刚

(陕西彬长胡家河矿业有限公司, 陕西 咸阳 713600)

**摘要** 为解决过往煤矿机电设备运行效率不足、安全性较差、能耗严重的问题, 本文结合电工高级技师工作视角, 分析智能控制技术在煤矿机电设备中的具体运用形式, 旨在促进煤矿机电设备向智能化方向转型。结合案例分析, 系统梳理与电气内容相关的智能控制技术, 探究此类技术在井内监测提升机、采煤机等设备中的具体应用情况。结果表明, 在煤矿机电设备中融入智能控制技术, 可进一步缩短煤矿机电设备故障时间, 降低 30% 左右的能源损耗, 提高 20% 以上的采煤效率, 在削减成本的基础上保障生产安全, 为煤矿产业实现高质量发展提供有力支持。

**关键词** 智能控制技术; 煤矿; 机电设备

中图分类号: TD67

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.15.007

## 0 引言

在“双碳”工作的持续推进下, 煤矿产业正从原有的规模扩张转向高质量发展。在转型中可发现, 过往煤矿机电设备在运行时存在严重的效率不足、能耗偏高等问题, 制约行业的整体建设。所以, 从电工高级技师的视角探究智能控制技术在煤矿机电设备中的具体应用意义重大, 可改变传统电气控制模式下设备故障排查滞后、能源损耗严重、井下作业风险较高的问题。智能控制技术利用技术赋能, 融合自动化、AI 等形式, 有效破解设备运行难点, 为煤矿机电设备自动化、智能化转型提供充分的实践指导, 助推煤矿产业绿色高效发展。

## 1 智能控制技术的内涵

智能控制技术融合了 AI、自动化、计算机等多个领域内容, 以实现复杂系统的智能化控制。从定义的角度来看, 智能控制是利用智能机器自主或与人交互的形式完成规定性任务, 其会模拟人类思维和决策, 使控制系统能充分感知、分析和决策周边环境, 进而对目标对象完成智能控制。智能控制技术之所以能实现智能调节和控制, 主要基于数据学习掌握被控对象的特性与规律。例如: 神经网络包含大量神经元, 能依据样本数据的研究控制神经元连接网络, 进而打造出不同的映射关系, 实现系统控制。对于煤矿机电设备运行而言, 智能控制技术会借助传感器实时分析设备运行的温度、压力以及振动参数, 然后将其传递给控

制系统。控制系统则会根据预定算法和模型进行深度分析和处理, 并基于其结果作出决策, 发出指令, 实现设备的有效控制, 使其能在复杂工况下平稳运行<sup>[1]</sup>。

## 2 智能控制技术在煤矿机电设备中的重要性

### 2.1 提高煤矿产业生产效率

煤矿生产期间可借助智能控制技术, 有效实现生产效率提升的目标。以某煤矿企业为例, 在智能化综采系统运行下, 所有工作面上的液压支架均可自动上传数据, 完成信息交互, 工作人员只需要在移动端便可控制地下 400 m 深处的采煤作业, 不仅能简化操作流程, 而且还可强化生产效率。相关数据显示, 与传统人工形式相比, 其生产效率提高约 20%。此外, 智能控制技术还可对煤矿机电设备的运行数据加以把控, 将实时数据与预设算法中的信息一一对比, 不断实现智能调节, 使设备一直以最佳工况的状态运行<sup>[2]</sup>。

### 2.2 保障全过程生产安全性

煤矿行业工作特殊, 受生产环境的影响, 经常产生各种风险隐患, 而智能控制技术具有强大的动态监测和预警能力, 能保障生产安全性。例如: 某地区煤矿生产设置了完善的 5G 网络, 安装了 45 套 5G 基站, 能为井下作业提供有效的通信支持。在智能化场景中, AI 智能分析系统以及智能报警系统会实时感知机电设备运行情况, 一旦参数超出设计阈值, 便会发出预警, 并以 5G 网络将信息传递给有关人员。其中, AI 智能分析系统还会对采集到的数据展开深入研究, 判断其可

**作者简介:** 郭林刚 (1978-), 男, 本科, 电工高级技师, 研究方向: 矿山机电设备运维与技术管理。

能带来的影响状况以及影响范围,为后续针对性故障处理提供建议,以便及时修复,从根本上规避安全事故。在瓦斯监测方面,智能控制技术也可通过布置高精度瓦斯传感器,监测井内瓦斯浓度的具体数值,一旦临近安全阈值,系统便会发出声光警报,并智能打开通风设备,增加通风量,控制瓦斯浓度。与此同时,还会同步切断所有区域内的电源,以免受火花影响出现瓦斯爆炸。据不完全统计,在智能控制技术运用下,瓦斯事故发生率减少约40%。

### 2.3 控制成本与能源消耗

在物联网、大数据、AI技术融入下,可对机电设备全应用周期进行数据监测与故障预警。在设备产生异常时,便会立即发出预警信息,帮助工作人员有效定位,制定维修方案,提高检修效率。此种环境下,可进一步控制设备维修成本,减少额外支出。在能源消耗层面,煤矿机电设备类型较多,传统设备运行期间经常存在设备空转等资源浪费问题,而智能控制技术则可通过变频调速等手段,结合实际工况调整设备运行,从根本上控制能源消耗,保障企业效益<sup>[3]</sup>。

## 3 智能控制在煤矿机电设备中的具体运用

### 3.1 智能控制在井内监测中的运用

煤矿产业有很多作业需要在井下完成,为保障井下工作人员安全,需要实时分析周围环境。智能控制技术可对瓦斯、温度等核心参数实现动态监测。瓦斯一般聚集在掘进工作面,回风巷采煤工作面等区域,此类区域周围要布置大量瓦斯传感器,该传感器能敏锐感知细小的浓度变化,其精准度约为 $\pm 0.1\%$ 。考虑到不同矿井内环境情况有所差异,可结合具体工况,运用催化燃烧式、热导式等不同类型的传感器,以适应实际应用所需。例如:某煤矿在井内部署智能监测体系,针对瓦斯聚集点设置大量传感器,在某日监测时发现,该区域瓦斯浓度从原有正常的0.5%上升,在短时间内上升至1.2%,超出了安全阈值1%。为此,智能系统快速捕捉参数异常,展开智能分析,确认浓度超标后,启动预警装置,其中声光报警器会发出尖锐的爆鸣声,同时,井下工作人员的定位设备也会收到警报,提醒其有效撤离。地面控制中心会重点标注瓦斯浓度较高的区域,并弹出应急处理建议<sup>[4]</sup>。

### 3.2 智能控制在提升机中的运用

井下作业是一项专业性极强且危险性较高的工作。提升机作为生产中不可缺少的设备形式,不仅是保障工作人员人身安全的重要通道,而且还要在日常输送

各种生产物资,为开采作业营造有利条件。由于此类设备需要在地表地下进行移动,因此对性能稳定性方面要求较高。在其中引入智能控制技术,可实现动态监测与调节,在保障矿井安全的基础上提升工作效率。例如:数控提升机便融入了CNC系统以及各种类型的控制器,既能对设备运行展开动态控制,又可结合实际工况灵活调节参数。此种升降机还具备监测功能,可将监测到的数据实时传递给总线。在智能控制技术运用下,工作人员可随时掌握设备的运行工况,在控制成本的基础上提升生产效率。图1为煤矿提升机智能控制系统示意图<sup>[5]</sup>。

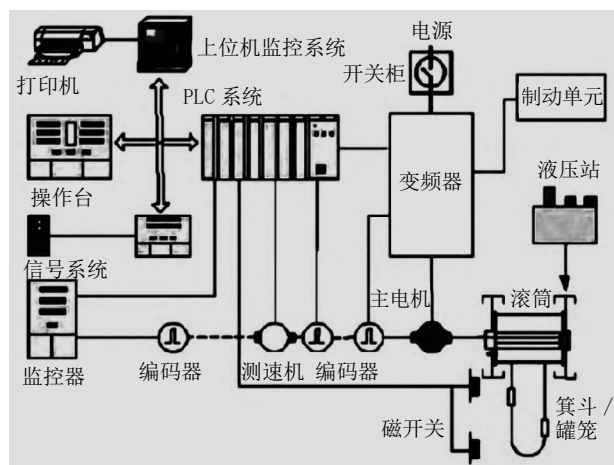


图1 煤矿提升机智能控制系统示意图

### 3.3 智能控制在采煤机中的运用

采煤机运行期间要结合煤层厚度,硬度不断调整截割参数,在过去其运行效率一直较低,甚至会带来严重的资源浪费。而智能采煤机则借助智能控制算法和传感器有效调节截割控制参数。其设备截割部分设置激光测距、超声波等不同类型的传感器,此类传感器会快速分析煤层厚度、硬度以及倾角,然后结合智能控制系统以及机器学习算法进行参数分析,调节设备截割参数,包括截割速度、深度、牵引力度等。若煤层较薄,则会降低截割深度,而若煤层较硬,则会增加截割速度,提高截割功率。例如:某煤矿企业引入了智能采煤机,在遇到2 m厚度、硬度较大的煤层时,其根据传感器所收集到的数据,实现智能参数调节,将截割速度从原有的5 m/min增加到7 m/min,牵引速度从原有的3 m/min增加到4 m/min,确保设备能良好地完成截割任务。在技术引入下,该煤矿的整体开采效率提高30%<sup>[6]</sup>。

智能控制技术运用下,采煤机还可完成远程操控。

其中，地面控制中心会为工作人员提供实时的采煤机设备信息，如具体位置、各部件运行工况等，工作人员可运用监控系统所捕捉到的工作画面与设备参数，了解当前的开采状况，并利用远程控制终端完成设备远程操控。例如：当设备故障时，工作人员无需下井，通过地面远程控制便可调节截割参数或者关闭设备，避免因环境危险引发安全事故。与此同时，远程操控还可实现多设备协同，进一步增强生产的协调性，使各设备能在自身的采煤区域有效作业，减少互相干扰，保障煤矿开采的有序推进<sup>[7]</sup>。

### 3.4 智能控制技术在煤矿带式输送机中的运用

带式输送机是煤矿生产的重要设备，其主要工作是将煤炭资源从采区运输到地表或者加工厂，其核心参数如表 1 所示。现阶段，随着采矿产业现代化的持续推进，煤炭开采亟需借助智能控制技术的引入，完成皮带转速张紧度智能化调节，以此保障开采的连续性，提高煤炭运输成效。现阶段市面上的智能带式输送机，其以 PLC 控制系统为核心，融入变频驱动装置以及各类传感元件。该系统会有效探测输送设备的参数情况，然后将数据传递给 PLC 处理模块，PLC 处理模块则会结合实际工况得出最佳参数设定值。当驱动电机变频装置得到此参数设定值时，便会有效更改变频输出信号，进而调整输送带的运行数据。此种智能技术的融入既可实现有效调控，又能保障工作效率，减少设备运行所引发的额外支出。

表 1 带式输送机核心技术参数

项目	参数数据
输送材料内容	箱子
输送材料规格 (L*B*H) /mm	max600*540*270
单个材料的重量 /kg	max25
运行噪声 /dB (A)	≤ 70
输送带宽度 /mm	520
输送带设置高度 /mm	1 200

### 3.5 智能控制技术在掘进机中的运用

智能控制技术可为掘进机运行提供精准的导航和定位，从而使其能更好地完成掘进操作。其原理是将惯性导航系统与卫星定位融合在一起，借助卡尔曼滤波算法去除干扰信号，精准地确认掘进机位置和姿态。然后结合前期巷道设计参数，包括中心线、坡度等，有效计算掘进机的运行方向和轨迹，实现驱动控制，使掘进机可沿着预设方向自动前进。在掘进期间，当遇

到地质变化或其他干扰因素时，控制系统也会快速分析设备运行偏差，有效控制运行参数，使其能保持原有设计轨迹运行，保障施工精度。例如：某巷道掘进作业期间，受外在因素干扰，智能掘进机出现了巷道偏差，但受智能控制影响，其偏差一直在 ±50 mm 以内，能满足高精度施工需要。

智能控制技术在煤矿产业中发挥着重要作用，具有重要的应用价值。企业要继续创新技术应用形式，将技术运用在不同的工作场景中，以此强化设备运行管控水准，在降低设备故障产生概率的基础上，打造更为安全稳定的施工环境，为产业智能化升级与转型奠定有利基础<sup>[8]</sup>。

## 4 结束语

智能控制技术可在技术赋能下解决过往煤矿机电设备运行效率不足、能耗高的问题。从实践来看，智能控制技术可有效控制故障停机时间，在缩减能耗的基础上提高生产运行效率，尤其是在井内监测，提升机、采煤机、煤矿带式输送机、掘进机等设备运用中具有显著成效。煤矿产业要积极引入智能控制技术，将其作为转型升级的有力支撑，并将视角放在技术集成、标准完善等方面，以此助推智能控制在煤矿产业的广泛应用。

## 参考文献:

- [1] 聂猛猛,宗宪生.基于智能控制技术的煤矿机电设备效率提升方法研究[J].信息与电脑,2026,38(05):111-113.
- [2] 马西广,张振,王永刚.基于数字孪生的煤矿机电设备智能监控与预测性故障诊断研究[J].山东煤炭科技,2026,44(01):110-115.
- [3] 魏巍.煤矿机电设备供电安全智能监控系统设计及实践研究:基于“近场通信(NFC)”[J].中国煤炭,2025,51(S1):575-579.
- [4] 张阳,李超,符立梅,等.基于物联网技术的煤矿机电设备运行状态智能监测系统研究与应用[J].中国煤炭,2025,51(07):164-169.
- [5] 葛忠林.基于智能感知技术的煤矿机电设备故障诊断方法研究[J].仪器仪表用户,2025,32(07):82-84.
- [6] 王豪杰,刘宇飞,张帅.智能控制技术在煤矿机电设备中的应用分析[J].煤炭新视界,2024(01):134-136.
- [7] 高峰,闫文.智能控制技术在煤矿机电设备中的运用研究[J].中国设备工程,2023(08):28-30.
- [8] 张元虎,王文星.关于智能控制技术在煤矿机电设备中的应用分析[J].内蒙古煤炭经济,2022(09):51-53.