# 智能控制技术在煤矿机电设备中的运用

韩少龙

宁夏王洼煤业有限公司　宁夏　固原　756000

**摘　要：**智能控制技术依托计算机、传感及控制算法，实现煤矿机电设备自主感知与动态调整，提升采掘、运输、通风、排水等环节的运行效率与安全性。本文系统阐述该技术在采煤机截割调控、运输设备负荷自适应、通风量智能适配及排水系统联动控制中的具体应用，并剖析其在设备状态监测、故障诊断、能耗管控及协同调度方面的优化路径，为煤矿机电设备智能化升级提供实践参考。

**关键词：**智能控制技术；煤矿机电设备；应用优化

**引言：** 煤矿机电设备覆盖采煤、运输、通风等核心生产环节，长期面临潮湿、粉尘、高负荷等复杂工况挑战。传统人工操控模式存在调控滞后、精度不足、故障排查困难等问题，难以适应高效安全生产需求。智能控制技术通过实时数据采集、智能算法分析与自主调控，可有效解决上述痛点，推动设备从“人工操控”向“智能化控制”转变，成为煤矿机电设备升级的关键技术支撑。

## 1 智能控制技术与煤矿机电设备的基础认知

智能控制技术是依托计算机技术、传感技术和控制算法，实现设备自主感知、决策与调控的综合性技术，核心是无需人工全程介入，就能根据运行工况的变化，自动调整设备运行参数，保障设备稳定高效运转。核心构成包括传感检测模块、数据处理单元和执行调控机构，三者协同工作，实现对设备运行状态的实时监测、精准判断和动态调整，适配煤矿井下复杂的作业环境。煤矿机电设备是煤矿生产的核心装备，覆盖采煤、运输、通风、排水等各个生产环节，常见类型包括采煤机、刮板输送机、通风机、排水泵等；这些设备长期在井下潮湿、多粉尘、高负荷的环境中运行，对运行稳定性和安全性要求极高，传统控制方式依赖人工操作，调控精度低、响应速度慢，难以满足高效生产需求。智能控制技术与煤矿机电设备的结合，核心是通过技术适配，解决传统机电设备操作复杂、调控滞后、故障排查困难等问题；智能控制技术可实现对机电设备运行参数的实时采集与分析，及时识别异常工况，自动触发调控指令，同时完成故障的初步定位，为设备维护提供支撑[1]。这种结合不仅能提升机电设备的运行效率，还能降低人工劳动强度，减少人为操作失误带来的安全隐患，是煤矿机电设备升级的核心方向。

## 2 智能控制技术在煤矿机电设备中的核心应用

### 2.1 在采掘设备中的应用

采掘设备是煤矿生产的前端核心，智能控制技术的融入核心是解决传统采掘设备操作繁琐、调控不精准、适配性差的问题，让设备更好适配井下复杂采掘工况。智能控制技术在采掘设备中的应用聚焦实操层面，可实现多维度调控。（1）采煤机智能截割调控：通过传感模块实时捕捉煤层厚度、硬度变化，自动调整截割深度和截割速度，避免截割过深损伤设备、截割过浅浪费资源，无需人工调整参数，降低操作难度。（2）掘进机姿态自动校正：依托定位和姿态检测技术，实时识别掘进机运行偏差，自动调整机身姿态和掘进方向，确保掘进轨迹符合预设要求，减少人工校准，提升掘进精度。（3）采掘设备负荷自适应调节：根据井下采掘阻力、物料输送情况，自动调整设备运行负荷，保证采掘效率的同时，避免设备长期超负荷运行，延长设备使用寿命，降低故障发生率。智能控制技术的应用，让采掘设备实现了从“人工操控”向“自主调控”的转变，既提升了采掘作业的效率和精度，又减少了人工干预失误，为煤矿采掘环节高效开展提供了技术支撑。

### 2.2 在运输设备中的应用

井下物料转运依靠各类运输设备持续作业，工况波动大且运行环境复杂，传统控制方式难以匹配多变的生产需求，智能控制技术的融入让运输设备的运行调控更贴合实际作业场景。智能控制模块可实时采集运输设备的运行参数，针对带式输送机与刮板输送机等核心装备，根据现场物料输送量自动调整运行转速，保持设备出力与实际需求相匹配。设备运行过程中可自主检测输

送带跑偏、链条松弛等问题，及时触发纠偏与张紧调节动作，维持稳定的输送状态。运行期间持续监测电机电流、机体温度等指标，出现参数偏离正常范围时，自动调整运行模式，防止设备因过载或异常磨损引发停机。整套智能调控方式减少了人工现场值守与频繁操作的工作量，让运输环节能够保持连续稳定的作业状态；设备运行逻辑与生产前端的采掘节奏相互适配，避免出现物料堆积或设备空耗的情况[2]。智能控制在运输设备上的落地，既提升了井下物料转运的流畅度，也延长了设备核心部件的使用寿命，为煤矿整体生产流程的顺畅推进提供可靠保障。

2.3 在通风设备中的应用

通风设备是煤矿井下安全作业的关键保障，井下空气流通、有害气体排出都依赖其稳定运行，智能控制技术的融入，核心是提升通风设备的调控精准度，适配井下复杂的通风工况。智能控制技术在通风设备上的应用贴合井下安全需求，实操中可实现精准管控：（1）风量智能适配调控：实时采集井下不同区域的瓦斯浓度、风量需求，自动调整通风机的运行转速，确保各区域风量达标，既避免风量不足导致有害气体积聚，也防止风量过大造成能耗浪费。（2）通风机异常自主处置：实时监测通风机的运行温度、振动频率等参数，识别设备异常后自动调整运行状态，无法自主恢复时及时触发预警，避免设备故障导致通风中断。（3）多通风机协同调控：根据井下作业面分布和通风需求，自动协调多台通风机的运行参数，实现通风系统的整体优化，确保井下通风均匀、稳定，提升通风系统的整体运行效率。智能控制技术的应用，让通风设备摆脱了传统人工调控的局限，实现了按需调控、精准管控，既保障了井下作业的空气环境安全，又优化了通风能耗，为煤矿井下安全高效作业提供了基础支撑。

2.4 在排水设备中的应用

井下积水是影响煤矿作业安全的重要隐患，排水设备的稳定运行直接关系到井下作业环境安全，智能控制技术的融入，重点解决传统排水设备调控被动、能耗过高、适配性不足的问题，让排水作业更精准高效。智能控制技术可实现排水设备的全流程智能管控，通过内置传感模块实时采集井下水位、水质等关键信息，自动适配调整排水参数；根据井下积水深度的变化，自动调节排水泵的运行功率和启停状态，积水较多时加大排水力度，积水达标后自动停机，避免无效运行造成的能耗浪费。同时能实时监测排水泵的运行状态，捕捉泵体温度、运行噪音、电流变化等异常信号，及时调整运行参数，防止泵体过载、空转等问题出现，减少设备故障。智能控制还能实现排水系统的自主联动，根据不同区域积水情况，合理分配多台排水泵的工作负荷，确保积水快速排出，避免局部积水积聚[3]。智能控制技术的应用，让排水设备实现了从“被动排水”向“主动管控”的转变，既提升了排水效率，又降低了人工操作强度，有效防范井下积水隐患，同时优化了能耗分配，为煤矿井下安全作业筑牢了排水保障。

## 3 智能控制技术在煤矿机电设备中的优化与发展

3.1 设备运行状态智能监测

智能控制技术对煤矿机电设备的优化，首要体现在运行状态监测的升级上，传统监测依赖人工巡检，易出现漏测、滞后问题，智能监测则实现了全方位、全天候的精准管控，贴合井下设备长期高负荷运行的需求。智能监测的核心是通过技术升级实现设备状态的精准捕捉与高效反馈，实操中重点落地于三个核心方向：（1）多参数同步监测：依托分布式传感技术，同时捕捉设备运行温度、振动频率、电流电压等关键参数，全面掌握设备运行状态，避免单一参数监测导致的漏判问题。（2）异常精准预警：通过智能算法对监测数据进行实时分析，快速识别参数异常波动，及时触发预警信号，提醒工作人员及时处置，避免小故障扩大为设备停机事故。（3）监测数据自主整合：自动汇总各设备、各环节的监测数据，形成完整的运行状态报告，无需人工手动整理，为设备维护和参数优化提供精准的数据支撑。智能监测技术的应用，彻底改变了传统人工监测的局限，实现了设备运行状态的实时化、精准化管控，既能提前防范设备故障，又能为设备后续优化升级提供依据，进一步提升煤矿机电设备运行的稳定性和长效性。

3.2 设备故障智能诊断

煤矿机电设备长期在井下复杂工况下高负荷运行，故障发生率较高，传统故障诊断依赖人工经验判断，不仅效率低，还易出现误判，智能控制技术推动下的故障智能诊断，核心是实现故障的精准识别、快速定位和高效处置。智能故障诊断依托智能算法和传感技术，无需人工逐点排查，就能实现设备故障的全流程管控；通过实时采集设备运行过程中的各类参数，结合设备运行的标准阈值，精准识别异常参数背后的故障类型，摆脱了对人工经验的依赖。智能诊断能精准定位故障发生的具体部位和成因，无需工作人员全面拆解设备，大幅缩短故障排查时间；同时，智能诊断系统能根据故障类型和严重程度，自动给出针对性的处置建议，引导工作人员快速处理故障，减少故障停机时间，降低故障带来的影

响，还能记录故障相关信息，为后续设备维护和故障预防提供支撑[4]。智能故障诊断技术的优化应用，弥补了传统诊断模式的短板，提升了煤矿机电设备故障处置的精准度和效率，有效减少设备故障对生产的影响，同时降低了人工排查的劳动强度，为机电设备的长效稳定运行提供了有力保障。

3.3 设备能耗智能管控

煤矿机电设备运行能耗较高，传统能耗管控模式粗放，多采用固定参数运行，易造成能源浪费，智能控制技术下的能耗智能管控，核心是在保障设备正常运行的前提下，实现精准降耗。智能能耗管控通过精准调控实现能源高效利用，实操中可通过多维度管控落地：（1）负荷动态适配降耗：根据设备运行工况和生产需求，自动调整设备运行负荷，避免设备长期处于高负荷空转状态，在不影响生产效率的前提下，降低无效能耗。（2）智能启停管控：结合设备运行节奏和生产间隙，自动控制设备启停时间，避免设备闲置运行，减少不必要的能源消耗，同时保护设备部件。（3）能耗实时调控优化：实时采集设备能耗数据，通过智能算法分析能耗异常点，自动调整运行参数，优化能耗分配，实现全流程能耗管控，让每一份能源都能精准匹配生产需求。智能能耗管控技术的应用，打破了传统粗放式能耗管理的局限，既有效降低了煤矿机电设备的运行能耗，又不影响生产进度，实现了节能与高效的兼顾，进一步提升了煤矿机电设备运行的经济性和长效性。

3.4 设备协同智能调度

煤矿生产中各类机电设备分工不同却紧密关联，传统调度依赖人工协调，往往出现各设备运行节奏脱节、资源浪费的问题，智能协同调度技术的应用，就是要打破设备孤立运行的局限，实现全流程高效联动。智能协同调度依托智能管控系统，统筹各类机电设备的运行状态，实时采集各环节设备的运行数据，结合生产进度动态调整运行参数。采掘设备调整作业节奏时，调度系统会自动适配运输设备的运行速度，确保物料转运与采掘进度精准匹配，避免出现物料积压或设备空转；通风、排水设备也会根据采掘作业的实时需求，自动调整运行状态，与前端设备形成联动，既保障作业安全，又避免无效能耗。调度系统还能根据设备运行状态，合理分配工作负荷，避免部分设备过载、部分设备闲置，提升整体运行效率[5]。智能协同调度技术的优化，摆脱了人工调度的滞后性和局限性，实现了各类机电设备的精准联动、高效适配，减少了设备衔接损耗，提升了煤矿生产的整体协同效能，为机电设备高效、稳定运行提供了支撑。

**结束语：**未来，智能控制技术在煤矿机电设备中的应用将向更深层次拓展。随着物联网、大数据及人工智能技术的融合发展，设备状态监测将实现更精准的预测性维护，故障诊断将转向智能自愈方向，能耗管控将形成全流程动态优化体系，协同调度将构建跨设备、跨环节的智能联动网络。同时需关注技术适配性、系统安全性及数据隐私保护等问题，推动智能控制技术与煤矿机电设备的深度融合，助力煤矿行业实现高效、安全、绿色发展。

**参考文献**

[1] 马鹏武, 罗永刚, 赵宏涛. 智能控制技术在煤矿机电设备中的运用 [J]. 内蒙古煤炭经济,2025(3):156-158.

[2] 高锋, 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(8):28-30.

[3] 张工厂. 智能控制技术在煤矿机电设备中的运用研究 [J]. 中文科技期刊数据库（全文版）工程技术,2023(7):1-4.

[4] 张盛林. 智能控制技术在煤矿机电设备中的运用研究 [J]. 中国科技纵横,2024(1):74-76.

[5] 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(5):111-113.