

# 煤矿采矿过程机电设备自动化控制优化研究

张成龙 魏浩

甘肃煤电股份有限公司砚北煤矿 甘肃 平凉 744100

**摘要:** 煤矿采矿机电设备自动化控制对提升作业效率与安全性至关重要。本文研究煤矿采矿过程机电设备自动化控制优化,分析自动化控制核心技术基础,包括控制架构、信号传输与处理机制、核心算法原理。探讨现存核心问题,如控制信号稳定性、多设备协同控制、控制与设备运行状态适配性、控制系统响应速度等。提出优化方向与关键路径,构建技术支撑体系,为煤矿采矿机电设备自动化控制优化提供理论依据与实践指导。

**关键词:** 煤矿采矿; 机电设备; 自动化控制; 控制算法; 抗干扰优化

引言: 煤矿采矿作业环境复杂,对机电设备自动化控制提出极高要求。传统控制模式难以适应复杂多变的采矿环境,存在控制信号不稳定、多设备协同困难、控制策略与设备状态不匹配等问题,影响采矿效率与安全性。随着传感技术、数据驱动技术、智能控制算法等快速发展,煤矿采矿机电设备自动化控制优化成为可能。研究煤矿采矿机电设备自动化控制优化,对提升采矿作业效率、保障安全生产具有重要意义。

## 1 煤矿采矿机电设备自动化控制核心技术基础

### 1.1 采矿核心机电设备自动化控制架构

煤矿采矿核心机电设备自动化控制架构是保障采矿作业高效、稳定运行的关键。该架构以分层分布式设计理念为基础,涵盖感知层、控制层与执行层<sup>[1]</sup>。感知层借助各类高精度传感器,如位移传感器、压力传感器、温度传感器等,每分钟可实时采集超过500条采矿机电设备的运行状态信息,包括设备位置、负载压力、温度变化等,为后续控制提供精准数据支撑。控制层作为架构核心,采用可编程逻辑控制器(PLC)或工业控制计算机,依据预设程序与算法对感知层传来的数据进行处理分析,做出科学决策并生成控制指令。执行层则由变频器、伺服驱动器等设备构成,接收控制层指令后,精确驱动采矿机电设备,如采煤机、刮板输送机、提升机等,实现设备的自动化运行与精准控制。各层之间通过高速通信网络紧密连接,通信速率可达100Mbps以上,确保信息传输的及时性与准确性,共同构建起一个高效协同的自动化控制体系。

### 1.2 自动化控制信号传输与处理机制

自动化控制信号传输与处理机制是保障采矿机电设备自动化控制稳定运行的重要环节。在信号传输方面,采用现场总线技术与工业以太网相结合的方式,实现设备间的高速、可靠通信。现场总线负责连接近距离设备,可连

接设备数量最多达64台,以较低成本实现数据传输;工业以太网则用于构建覆盖整个采矿区域的高速网络,满足大量数据实时传输需求。信号处理环节,先对采集到的原始信号进行滤波、放大等预处理,消除噪声干扰,提高信号质量。随后,运用数字信号处理技术,每秒可处理超过10000个信号样本,对预处理后的信号进行特征提取与分析,挖掘出反映设备运行状态的关键信息,为控制决策提供依据。

### 1.3 采矿机电设备自动化控制核心算法原理

采矿机电设备自动化控制核心算法是实现设备精准控制的核心要素。经典PID控制算法通过比例、积分、微分三个环节的协同作用,对设备运行偏差进行实时调整,确保设备稳定运行于设定状态。在稳定工况下,PID控制可使设备运行偏差控制在 $\pm 0.1\text{mm}$ 以内。模糊控制算法则模拟人类思维,将精确的数学模型转化为模糊规则,适用于处理具有不确定性与非线性的采矿机电设备控制问题。神经网络控制算法凭借强大的自学习与自适应能力,通过对大量历史数据的学习训练,训练数据量可达10000组以上,建立设备运行状态与控制参数之间的复杂映射关系,实现对采矿机电设备的智能控制,提升控制精度与适应性。

## 2 煤矿采矿机电设备自动化控制现存核心问题

### 2.1 复杂采矿环境下控制信号稳定性问题

煤矿采矿作业环境极为复杂,存在诸多干扰因素,这给自动化控制信号的稳定性带来严峻挑战。地下矿井空间狭小且巷道纵横交错,大量金属设备与电缆分布其中,易形成电磁干扰源,对控制信号的传输产生干扰,导致信号失真或中断<sup>[2]</sup>。采矿过程中产生的粉尘、水汽等也会附着在传感器与通信线路上,影响信号采集与传输质量。此外,矿井地质条件多变,岩石硬度、断层分布等因素的不确定性,可能引发设备振动与冲击,进一步破坏控制

信号的稳定性。信号不稳定会使控制系统无法准确获取设备运行状态信息,进而影响控制决策的精准性,降低采矿作业效率与安全性。

## 2.2 多设备协同控制的联动协调性问题

煤矿采矿涉及多种机电设备协同作业,如采煤机、刮板输送机、转载机、破碎机等,各设备之间存在紧密的工艺关联与逻辑顺序。然而,当前自动化控制系统在多设备协同控制方面存在联动协调性不足的问题。不同设备可能采用不同品牌与型号的控制系統,通信协议与接口标准存在差异,导致设备间信息交互不畅,难以实现无缝对接与协同运行。在设备启动、停止或运行参数调整时,容易出现各设备动作不一致、时间差过大等情况,影响采矿作业的连续性与流畅性,甚至可能引发设备故障与安全事故。

## 2.3 自动化控制与设备运行状态适配性问题

煤矿采矿机电设备运行状态复杂多变,受设备老化、负载变化、工作环境等因素影响,设备性能与运行参数会不断发生变化。但现有自动化控制系统往往采用固定的控制策略与参数设置,难以根据设备实际运行状态进行动态调整与优化,导致控制效果不理想。当设备负载较轻时,控制参数可能过于保守,无法充分发挥设备性能;而当设备负载较重或出现故障隐患时,控制参数又可能无法及时做出响应,加剧设备磨损与故障风险。

## 2.4 控制系统响应速度与采矿作业节奏匹配问题

煤矿采矿作业节奏紧凑,对控制系统响应速度要求极高。在实际运行中,部分控制系统存在响应速度滞后的问题,无法及时对设备运行状态变化做出反应。这可能是由于控制系统硬件性能不足、软件算法复杂度过高或通信延迟等原因导致。响应速度滞后会使设备无法按照预期要求运行,影响采矿作业效率,在紧急情况下甚至可能因无法及时采取控制措施而引发安全事故。

# 3 煤矿采矿机电设备自动化控制优化方向与关键路径

## 3.1 控制信号抗干扰优化路径

煤矿采矿环境复杂,电磁干扰、粉尘水汽等因素严重影响控制信号稳定性。优化控制信号抗干扰能力,可从硬件与软件两方面着手<sup>[3]</sup>。硬件上,选用抗干扰性能强的传感器与通信设备,采用屏蔽电缆降低电磁干扰,对关键设备进行接地处理,减少静电积累与电磁耦合。软件层面,设计智能滤波算法,对采集到的信号进行实时滤波处理,去除噪声干扰;运用信号增强技术,提升信号强度与质量,确保在复杂环境下信号仍能准确传输。同时建立信号监测与预警机制,每10分钟实时监测一次信号质量,一旦发现异常及时采取措施,保障控制信号稳定

可靠。

## 3.2 多设备协同控制逻辑优化设计

多设备协同控制是煤矿采矿高效运行的关键。优化协同控制逻辑,需统一不同设备的通信协议与接口标准,实现设备间信息无缝交互。构建基于工艺流程的协同控制模型,明确各设备启动、停止顺序及运行参数匹配关系,确保设备协同作业流畅。引入智能调度算法,根据采矿作业实际需求,动态调整设备运行策略,实现资源优化配置。建立设备间故障连锁保护机制,当某一设备出现故障时,能迅速通知相关设备采取相应措施,避免故障扩大,保障采矿作业安全。

## 3.3 基于设备运行状态的自适应控制优化

煤矿采矿机电设备运行状态多变,传统固定控制模式难以满足需求。基于设备运行状态的自适应控制优化,通过实时监测设备运行参数,如温度、压力、振动等,每分钟采集一次设备运行参数,利用数据分析技术判断设备健康状况与运行趋势。根据分析结果,动态调整控制策略与参数,使设备在不同运行状态下都能保持最佳性能。当设备负载较轻时,适当提高运行速度,提升效率;当设备负载较重或出现故障隐患时,降低运行参数,延长设备使用寿命,实现设备运行与控制的精准适配。

## 3.4 控制算法优化与运算效率提升路径

控制算法是自动化控制的核心。优化控制算法,可引入先进的智能算法,如神经网络算法、模糊控制算法等,提升控制精度与适应性。对现有算法进行改进,简化算法结构,减少计算量,提高运算效率。采用并行计算技术,将复杂计算任务分解为多个子任务,同时进行计算,缩短计算时间。定期对算法进行更新与升级,结合实际应用反馈,不断优化算法性能,满足煤矿采矿日益增长的控制需求。

## 3.5 自动化控制系统硬件与软件适配优化

硬件与软件适配性直接影响自动化控制系统性能。硬件方面,根据控制需求选择性能匹配的处理器、存储器等设备,确保硬件具备足够运算能力与存储空间。软件层面,优化操作系统与控制软件,提高软件运行稳定性与响应速度。加强硬件与软件之间接口设计,确保数据传输准确高效。建立硬件与软件协同调试机制,在系统开发过程中进行充分测试,及时发现并解决适配问题,提升自动化控制系统整体性能。

# 4 煤矿采矿机电设备自动化控制优化的技术支撑体系

## 4.1 高精度传感技术在控制优化中的应用支撑

在煤矿采矿机电设备自动化控制优化进程中,高精度传感技术扮演着关键角色。高精度传感器能够实时、精准

地采集设备运行过程中的各类参数，如位移、速度、温度、压力等<sup>[4]</sup>。高精度位移传感器精度可达 $\pm 0.01\text{mm}$ ，这些详细且准确的数据为控制系统的决策提供了坚实基础。以采煤机为例，通过高精度位移传感器，可精确掌握采煤机的截割位置与行程，使控制系统能依据预设的采煤工艺要求，精准调整采煤机的运行轨迹与截割深度，提升采煤效率与质量。高精度温度传感器能实时监测设备关键部位的温度变化，当温度异常时及时发出预警，避免设备因过热而损坏，保障设备稳定运行，为自动化控制优化提供可靠的数据保障。

#### 4.2 数据驱动技术对控制优化的赋能作用

数据驱动技术为煤矿采矿机电设备自动化控制优化注入强大动力。借助大数据分析技术，可对采集到的大量设备运行数据进行深度挖掘与分析，发现数据背后的潜在规律与关联。大数据分析可处理的数据量级可达TB级别，通过对设备历史运行数据的分析，能预测设备可能出现的故障类型与时间，提前安排维护计划，实现预防性维护，减少设备停机时间。数据驱动技术还能优化控制策略，根据实时数据分析结果，动态调整控制参数，使设备在不同工况下都能保持最佳运行状态，提升控制系统的智能化水平与适应性。

#### 4.3 抗恶劣环境的控制硬件升级支撑

煤矿采矿环境恶劣，存在粉尘、潮湿、高温、强电磁干扰等问题，对控制硬件的稳定性与可靠性提出极高要求。抗恶劣环境的控制硬件升级是保障自动化控制优化的重要支撑。采用具有防尘、防水、防腐蚀功能的硬件设备，能有效抵御恶劣环境对硬件的侵蚀，延长设备使用寿命。防尘等级可达IP6X，防水等级可达IPX8。选用抗电磁干扰能力强的通信模块与处理器，确保在强电磁环境下数据传输的准确性与控制指令的及时执行，保障控制系统的稳定运行。

#### 4.4 控制软件模块化与可扩展性构建

控制软件模块化与可扩展性构建是提升煤矿采矿机电设备自动化控制优化能力的重要途径。模块化设计将控制软件划分为多个功能独立的模块，每个模块负责特定的控制任务，便于软件的开发、维护与升级。当需要增加新的控制功能时，只需添加相应的模块，无需对整个软件进行大规模修改，提高软件的可扩展性。可扩展性强的软件可支持新增功能模块数量不少于20个。可扩展性强的控制软件能快速适应煤矿采矿工艺的变化与设备更新换代的需求，为自动化控制优化提供灵活的平台支持。

#### 结束语

煤矿采矿机电设备自动化控制优化，是提升采矿作业效率与安全性的关键。通过分析现存问题，提出控制信号抗干扰优化、多设备协同控制逻辑优化、基于设备运行状态的自适应控制优化等方向与路径，并构建高精度传感技术、数据驱动技术、抗恶劣环境控制硬件升级等技术支撑体系，为自动化控制优化提供有力保障。实际应用中，需结合具体采矿环境与设备特点，灵活应用优化策略，推动煤矿采矿机电设备自动化控制水平持续提升。

#### 参考文献

- [1]孙德福,甘强.煤矿机电设备自动化控制策略研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(18):148-150.
- [2]田勇.煤矿机电设备自动化控制的优势与技术分析[J].电子技术与软件工程,2023,(06):103-106.
- [3]贺瑞强.煤矿机电设备自动化控制优势和应用[J].内蒙古煤炭经济,2022,(18):127-129.
- [4]刘宁.煤矿机电设备自动化控制优势和应用[J].能源与节能,2021,(02):189-190.