

# 煤矿主煤流输送智能化管控系统探究

聂贺雷

内蒙古鄂尔多斯永煤业有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

**摘要:** 煤矿主煤流输送作为煤炭生产核心环节,传统模式面临运行成本高、人工干预频繁、安全风险突出等挑战。本文通过构建智能化管控系统架构,集成设备状态实时感知、运输效率动态优化、安全风险主动防控三大核心技术,结合边缘计算与数据融合技术,实现输送流程的精准控制与高效管理。该系统推动煤矿生产向少人化、无人化转型,有效提升生产稳定性与经济效益,为煤炭行业智能化升级提供关键技术支撑。

**关键词:** 煤矿主煤流输送;智能化管控系统;核心技术

引言:煤炭作为我国基础能源,其主煤流输送环节直接影响生产连续性与安全性。当前传统输送系统面临设备监测滞后、能耗管理粗放、安全防控被动等痛点。随着物联网、人工智能等技术发展,智能化管控成为行业转型方向。聚焦主煤流输送全流程智能化改造,通过技术融合与数据驱动,构建实时感知、动态优化、主动防控的智能管理体系,为煤炭行业高质量发展提供技术支撑。

## 1 煤矿主煤流输送智能化管控系统概述

煤矿主煤流输送是煤炭生产关键环节,其智能化管控系统通过技术融合实现运输流程精准控制与高效管理。系统聚焦设备监测、效率优化及安全防控,构建全流程智能管理网络,推动传统输送模式向数字化、智能化转型。(1)设备运行状态实时感知:系统在输送带、驱动装置等位置部署传感器,采集振动、温度、转速等参数,结合边缘计算节点分析数据,动态评估设备健康状态,为运维提供实时依据,减少人工巡检频次。(2)运输效率动态优化:系统基于输送量、设备性能及能耗数据,通过智能算法调整输送带速度、启停频率等参数,提升运输效率,降低无效空转能耗,实现效率与能耗平衡优化。(3)安全风险主动防控:系统针对跑偏、打滑、异物混入等异常,通过多源数据融合分析提前识别风险,触发声光报警或自动停机保护,将风险控制在萌芽阶段,减少故障导致的生产中断。该系统通过数据驱动与技术赋能,提升输送环节稳定性与效率,降低人工干预强度,为煤炭生产连续性提供技术保障<sup>[1]</sup>。各环节智能协同构建高效输送管理体系,推动煤矿生产向少人化、无人化迈进,助力煤炭行业高质量发展。

## 2 煤矿主煤流输送智能化管控系统核心技术

### 2.1 主煤流输送状态实时感知技术

主煤流输送状态实时感知技术是智能化管控系统的基

础支撑,通过多维度数据采集实现输送过程透明化。该技术聚焦设备运行参数、煤流特性及环境状态实时获取,为后续智能决策提供可靠数据源。(1)多参数协同采集:在输送带、托辊、驱动装置等关键部位部署振动、温度、压力传感器,同步采集设备运行状态参数,结合煤流厚度、速度传感器获取煤流动态特性,形成设备与煤流多维度数据流。(2)边缘侧快速处理:通过边缘计算模块对原始数据初步清洗、聚合,提取关键特征值,减少无效数据传输压力,确保数据实时性,为上层系统提供轻量级、高价值数据输入。(3)异常状态精准识别:基于设备运行参数与煤流特性关联分析,系统可快速识别输送带跑偏、打滑、煤流堆积等异常,定位故障位置,为运维人员提供明确排查方向,缩短故障处理时间。该技术通过实时数据采集与快速处理,实现输送状态动态感知与异常预警,提升输送过程可控性,为后续智能优化与安全防控提供数据基础,推动输送环节向更精准、更高效方向发展。

### 2.2 输送数据传输与融合处理技术

输送数据传输与融合处理技术是智能化管控的关键支撑,直接影响系统决策的准确性和响应速度。其核心聚焦数据传输效率与融合质量,通过优化传输链路和融合算法,提升数据价值利用率,与前期强调的硬件部署形成互补。在数据传输环节,采用工业级无线与有线混合传输方案,适应矿井复杂环境下的信号干扰问题;通过数据压缩和优先级调度,减少非必要数据占用带宽,确保关键参数实时传输,降低传输延迟风险;这种混合传输方式不仅提升数据传输稳定性,还能有效应对矿井环境中的信号波动问题。数据融合则通过多维度数据关联分析实现,将设备运行参数与煤流特性数据进行时空对齐,结合历史运行规律挖掘潜在关联,为智能决策提供更全面的数据支撑;融合后的数据不仅用于实时监控,

还可用于设备健康趋势预测,提前发现潜在故障风险,避免生产中断<sup>[2]</sup>。该技术通过高效传输与智能融合,提升了数据利用效率,增强了系统对输送过程的动态掌控能力,推动煤矿主煤流输送向更智能、更可靠的方向发展,为煤炭生产的高效运行提供坚实数据基础。

### 2.3 输送过程智能决策与自动控制技术

输送过程智能决策与自动控制技术是智能化管控的核心执行层,直接作用于输送设备的运行调整。其核心依托实时采集的设备状态与煤流数据,借助智能算法实现运行参数的动态调整与设备动作的精准控制。在决策层面,系统基于设备健康状态、煤流特性及能耗数据,自动计算最优运行策略,例如根据煤流量变化动态调整输送带速度,避免高负载超速运行或低负载空转,平衡运输效率与设备损耗;同时,结合设备运行历史规律,预测潜在故障风险,提前调整运行参数或触发维护指令,降低故障概率。控制层面则通过执行机构实现决策指令快速响应,驱动装置根据速度指令自动调节输出功率,纠偏装置在检测到输送带跑偏时自动调整托辊角度,确保输送带稳定运行;这种闭环控制不仅提升了输送过程稳定性,还减少人工干预频次,降低操作风险。整套方案依托智能决策与精准控制,实现了输送过程的动态优化与安全保障。从参数调整到设备动作,各环节协同运作提升自动化水平,推动煤矿生产向更高效、更安全方向发展,为煤炭行业智能化转型提供关键技术支撑。

### 2.4 输送设备健康状态监测与故障预警技术

设备健康状态监测是保障输送系统稳定运行的关键,该技术通过持续跟踪设备运行参数,提前发现潜在故障风险。不同于传统定期检修模式,它更注重设备运行中的动态健康评估,实现从被动维修到主动预防的转变。监测范围覆盖输送带、驱动电机、托辊等核心部件,通过振动、温度、电流等多维度参数采集,捕捉设备性能变化趋势,例如驱动电机电流异常升高可能预示负载过大或轴承磨损,振动频率变化则可能反映托辊失衡或基础松动问题;这些参数通过实时分析,形成设备健康画像,为运维提供精准依据。故障预警则基于健康状态数据,结合设备运行规律设定阈值,当参数超出正常范围时,系统自动触发预警,并标注故障可能发生的部位及类型;这种预警机制不仅缩短了故障响应时间,还降低了因突发故障导致的生产停滞风险,提升了输送环节的连续性和安全性<sup>[3]</sup>。依托动态监测与智能预警,构建起设备健康管理的主动防御体系,为煤矿主煤流输送的稳定运行提供可靠保障,推动设备维护模式向更智能、更高效的方向升级。

## 3 煤矿主煤流输送智能化管控系统优化与升级

### 3.1 系统运行效率提升路径

系统运行效率的提升需从多维度协同优化入手,通过技术调整与流程优化实现效率跃升。整体优化围绕设备协同、能耗管理及响应速度展开,推动输送环节向更高效、更稳定方向发展,与前期侧重设备状态监测的思路形成互补。(1)设备协同优化:调整输送带、驱动装置等设备运行参数,确保各设备在最佳状态下协同工作,例如根据煤流量动态匹配输送带速度与驱动功率,减少因参数不匹配导致的能源浪费,提升整体运输效率。(2)能耗动态管理:结合煤流量变化和设备实时状态,动态调整能耗分配;高负载时优先保障关键设备能耗,低负载时减少无效空转耗能,实现效率与能耗平衡优化,降低单位运输成本。(3)响应速度提升:通过算法优化和硬件升级,缩短数据采集、传输、处理及决策执行的时间延迟,优化边缘计算模块数据处理逻辑,提升系统对输送带跑偏、打滑等突发情况的快速响应能力,减少故障导致的生产停滞。多维度协同优化不仅提升了输送环节运行效率,还增强系统稳定性与可靠性,为煤矿生产连续高效运行提供坚实支撑,推动智能化管控系统向更高水平迈进。

### 3.2 系统稳定性与安全防护体系构建

系统稳定性与安全防护体系构建需从设备、数据、流程三方面协同发力,形成多层次防护网络。该体系以设备冗余设计为基础,通过关键部件备份降低单点故障风险,例如驱动电机采用双电源供电,确保一台故障时另一台能快速接管,维持输送连续性。数据安全方面,建立全流程加密传输通道,对设备状态数据、控制指令等敏感信息进行实时加密,防止数据泄露或篡改;同时,通过权限分级管理限制数据访问范围,确保只有授权人员能查看或修改关键参数,降低人为误操作风险。流程安全则聚焦异常情况快速响应,构建覆盖输送全流程的实时监测网络,一旦检测到输送带跑偏、打滑或设备温度异常升高,系统自动触发三级响应机制:初级阶段通过调整运行参数尝试自我修复,中级阶段启动声光报警提醒运维人员介入,高级阶段直接触发设备停机保护,避免故障扩大<sup>[4]</sup>。该体系通过设备、数据、流程的多维度防护,不仅提升了系统运行的稳定性,还增强了安全风险防控能力,为煤矿主煤流输送的连续高效运行筑牢安全防线,推动智能化管控系统向更可靠、更安全的方向发展。

### 3.3 系统兼容性与扩展性优化

系统兼容性与扩展性优化是智能化管控系统长期稳定运行的关键保障,需从硬件接口、软件协议及架构设

计三方面协同推进。不同于单一设备的独立运行,该优化更注重系统各组件间的无缝衔接与未来升级空间。硬件接口方面,采用标准化设计确保不同厂商设备能快速接入,例如输送带驱动装置、传感器等设备统一接口规范,减少因接口不匹配导致的兼容问题,提升设备更换或新增的便捷性。软件协议则聚焦数据交互的通用性,通过制定统一的数据传输协议,实现设备状态数据、控制指令等信息的跨平台共享,避免因协议差异导致的数据孤岛或通信故障,增强系统整体协同能力。架构设计上采用模块化理念,将系统划分为多个独立功能模块;各模块既可独立运行,又能通过标准接口快速组合,为未来功能扩展或技术迭代预留充足空间,例如新增的智能算法模块可快速接入现有系统,无需大规模改造原有架构。该优化方向通过提升系统兼容性与扩展性,不仅增强了现有设备的互操作性,还为未来技术升级预留了空间,推动智能化管控系统向更灵活、更可持续的方向发展,为煤矿生产的长期高效运行提供坚实支撑。

#### 3.4 系统智能化迭代升级方向

系统智能化迭代需紧跟技术前沿,聚焦实际生产需求,推动功能从“可用”向“好用”升级;不同于初期建设阶段的硬件部署,升级方向更强调技术深度融合与场景适配能力。(1)算法自优化能力提升:通过机器学习模型持续学习设备运行规律,自动调整参数阈值与决策逻辑,例如根据历史故障数据优化预警阈值,减少误报漏报,提升预警准确性。(2)多源异构数据融合深化:扩大数据采集范围,整合设备运行、环境监测、煤质分析等多维度数据,挖掘潜在关联规律,如结合煤质变化调整

输送带速度,避免高灰分煤导致输送带打滑。(3)人机协同模式创新:开发智能辅助决策工具,为运维人员提供操作建议与风险评估,例如在设备维护时,系统自动推荐最佳检修路径与备件清单,降低人为决策误差,提升维护效率<sup>[5]</sup>。该升级方向通过技术深度融合与场景创新,推动系统从“被动响应”向“主动智能”转变,为煤矿生产的高效安全运行注入持续动力,支撑智能化管控系统向更高水平演进。

结束语:未来,煤矿主煤流输送智能化管控系统将深化技术融合与场景创新。通过机器学习算法自优化、多源异构数据深度融合、人机协同模式创新三大路径,推动系统智能水平全面提升。结合5G/6G通信、量子加密等前沿技术,实现设备远程运维、故障预测性维护、能耗动态平衡等核心功能,最终构建全流程自主可控的智能输送网络,支撑煤炭行业绿色低碳转型与数字化升级,为能源产业高质量发展注入新动能。

#### 参考文献:

- [1]白志伟.煤矿主煤流带式输送机智能集控系统研究[J].能源与节能,2025(6):185-187.
- [2]谷树伟,高巾栋,郗存根.煤矿主煤流智能化监控系统设计及应用[J].煤炭技术,2023,42(10):243-246.
- [3]陈晓晶.井工煤矿运输系统智能化技术现状及发展趋势[J].工矿自动化,2022,48(6):6-14+35.
- [4]史克南,乔峰峰,靳文涛.高庄煤业主煤流运输智能管控系统的设计与应用[J].山东煤炭科技,2025,43(7):161-165.
- [5]孙歌.矿用主煤流智能运输系统应用[J].江西煤炭科技,2024(3):267-269.