

# 基于智能技术的煤矿机电运输系统设计

杨玉伟

陕西彬长胡家河矿业有限公司, 陕西 咸阳 713602

**摘要：**本研究聚焦基于智能技术的煤矿机电运输系统设计。通过构建包含感知层、数据处理层、控制层与应用层的系统架构,实现对运输设备全方位监测与智能调控。精心选型智能运输设备、传感器与控制设备,优化运输流程,如精准规划路线、智能调度任务、构建无人化轨道运输体系并实现运输定时定位。同时,设计安全监控与预警系统保障运行安全,利用智能定位技术对煤矿井下作业设备、人员进行实时定位监控。通过智能技术的应用,旨在提高煤矿机电运输系统的效率、可靠性和安全性,为煤矿企业的高效生产提供有力保障。

**关键词：**智能技术; 煤矿; 机电; 运输系统; 传感器

## Design of Coal Mine Electromechanical Transportation System Based on Intelligent Technology

Yang Yuwei

Shaanxi Binchang Hujiahe Mining Co., Ltd. Xianyang, Shaanxi 713602

**Abstract：** This study focuses on the design of coal mine electromechanical transportation system based on intelligent technology. By constructing a system architecture that includes a perception layer, data processing layer, control layer, and application layer, comprehensive monitoring and intelligent regulation of transportation equipment can be achieved. Carefully select intelligent transportation equipment, sensors, and control devices, optimize transportation processes, such as precise route planning, intelligent task scheduling, building unmanned rail transportation systems, and achieving transportation timing and positioning. At the same time, design a safety monitoring and early warning system to ensure operational safety, and use intelligent positioning technology to perform real-time positioning and monitoring of coal mine underground operation equipment and personnel. Through the application of intelligent technology, the aim is to improve the efficiency, reliability, and safety of coal mine electromechanical transportation systems, providing strong guarantees for the efficient production of coal mining enterprises.

**Keywords：** intelligent technology; coal mines; mechanical and electrical; transportation system; sensor

煤矿机电运输系统是煤矿生产的重要环节,其运行效率和安全性直接影响到整个煤矿的生产效益和人员安全。传统的煤矿机电运输系统存在自动化程度低、设备故障率高、运输效率受限以及安全管理难度大等问题。而智能技术的兴起为解决这些问题提供了新的途径,通过引入智能传感器、物联网、大数据分析、人工智能等先进技术,可以实现煤矿机电运输系统的智能化升级,提高系统的整体性能,推动煤矿行业向智能化、高效化方向发展。

### 一、煤矿机电运输系统设计需求

#### (一) 高效运输能力需求

煤矿生产规模庞大,要求机电运输系统具备高效的物料与人员运输能力。需在单位时间内运输大量煤炭、矿石以及各类设备、材料等,以满足井下开采、加工等环节的连续性作业需求。运输线路应合理规划,减少运输瓶颈与迂回,确保运输流程顺畅无阻,最大程度提高运输效率,降低运输时间成本,保障煤矿整

体生产节奏稳定高效。

#### (二) 高可靠性与稳定性需求

煤矿环境恶劣,机电运输系统需在高粉尘、高湿度、复杂地质条件等环境下长期稳定运行。设备应具备高可靠性,减少故障发生频率与维修时间<sup>[1]</sup>。关键设备如运输皮带机、提升机、电机车等需有冗余设计或备用机组,在突发故障时能迅速切换,避免运输中断引发生产停滞。同时,系统应具备良好的抗干扰能力,应对井下电磁干扰、震动等不利因素,确保信号传输准确、控制

作者简介: 杨玉伟(1987.12-),男,河南省永城市,大学本科,机电工程师,研究方向:煤矿主运输系统机电设备管理。

指令及时有效执行，保障运输作业安全可靠。

### （三）精准的自动化控制需求

为提高运输效率与安全性，系统应实现精准自动化控制。能够依据运输物料的种类、数量自动调整运输设备的运行参数，如皮带机的速度、提升机的提升速度与负载平衡等。运输过程中的装卸、转运环节应实现自动化衔接，减少人工干预，降低人为失误带来的安全风险。此外，自动化控制还应涵盖设备的远程监控与操作功能，方便地面调度人员实时掌握井下运输设备的运行状态，并能在必要时进行远程应急操作与调整<sup>[2]</sup>。

## 二、系统架构

本次煤矿机电运输系统智能化设计，由以下感知层、数据处理层、控制层、应用层构成。

感知层是整个系统的基础，主要由各种智能传感器组成。这些传感器分布在煤矿机电运输设备的各个关键部位，用于采集设备的运行参数、环境信息等数据。在运输皮带上安装温度传感器、速度传感器、张力传感器等，可实时监测皮带的运行状态；在电机上安装振动传感器、电流传感器，用于监测电机的工作情况；在巷道内设置瓦斯传感器、粉尘传感器等，监测环境安全状况。传感器采集到的数据通过无线传输或有线网络传输到数据处理层。

数据处理层负责对感知层传来的海量数据进行处理和分析。采用大数据处理技术，对数据进行清洗、整理、存储和挖掘。通过建立数据模型，分析设备的运行趋势、故障特征等信息。利用机器学习算法对历史数据进行训练，建立设备故障预测模型，提前发现潜在的故障隐患<sup>[3]</sup>。同时，数据处理层还与煤矿企业的管理信息系统（MIS）进行数据交互，为企业的生产决策提供数据支持。

控制层根据数据处理层的分析结果，对煤矿机电运输设备进行智能控制。通过可编程逻辑控制器（PLC）、分布式控制系统（DCS）等智能控制设备，实现对运输设备的启停、速度调节、运输路线切换等操作。当运输皮带机出现过载或跑偏等异常情况时，控制层能够及时调整电机的转速或启动纠偏装置，确保设备的正常运行。控制层还可以实现设备的远程控制，操作人员可以在地面监控中心对井下设备进行远程操作，提高了操作的便捷性和安全性。

应用层主要面向煤矿企业的管理人员和操作人员，提供各种智能化的应用功能。包括设备运行监控界面，可实时显示设备的运行状态、参数信息等；故障报警与诊断系统，当设备出现故障时，能够及时发出警报并提供故障诊断报告，帮助维修人员快速定位和排除故障；运输调度管理系统，根据生产计划和设备运行情况，合理安排运输任务，优化运输路线，提高运输效率；安全管理系统，对环境安全数据进行监测和分析，制定安全防范措施，保障煤矿生产安全。

## 三、系统硬件设计

### （一）智能运输设备

#### 1. 智能带式输送机

采用具有智能调速、自动张紧、跑偏检测与自动纠偏等功能

的带式输送机。智能调速系统可根据输送物料的和皮带的负载情况自动调整电机转速，实现节能运行。自动张紧装置能够实时监测皮带的张力，保持皮带的合适张紧度，延长皮带使用寿命。跑偏检测与自动纠偏装置利用传感器检测皮带的跑偏情况，并及时启动纠偏机构进行纠正，确保皮带稳定运行。

#### 2. 智能电机车

智能电机车配备有先进的导航系统、自动驾驶功能和远程通信模块。导航系统可利用激光雷达、摄像头等传感器对巷道环境进行感知，实现电机车的精确定位和自主导航。自动驾驶功能可根据预设的运输路线和运行参数，自动控制电机车的启停、加速、减速和转向等操作。远程通信模块则可实现电机车与地面监控中心的实时数据交互，方便监控人员对电机车的运行状态进行远程监控和调度<sup>[4]</sup>。

### （二）智能传感器

选用高精度的温度传感器、压力传感器、流量传感器等，提高数据采集的准确性（见图1）。例如，高精度温度传感器能够精确监测设备关键部位的温度变化，及时发现设备的过热隐患；高精度压力传感器可用于监测液压系统、气动系统的压力情况，确保系统正常运行<sup>[6]</sup>。采用集多种功能于一体的传感器，如同时具备温度、湿度、瓦斯浓度检测功能的传感器，减少传感器的数量和安装空间。多功能传感器还可以通过数据融合技术，提高对复杂环境参数的监测精度和可靠性。

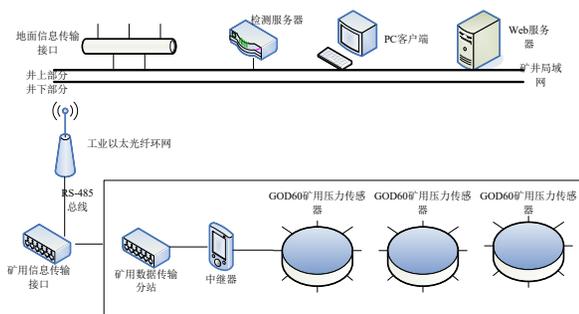


图1 煤矿机电运输设备智能监测

### （三）智能控制设备

PLC具有可靠性高、编程灵活、控制功能强等优点，广泛应用于煤矿机电运输系统的控制。通过编写控制程序，实现对运输设备的逻辑控制、顺序控制和过程控制。PLC还可以与其他智能设备进行通信，组成分布式控制系统，提高系统的整体控制性能。智能变频器用于控制电机的转速，实现电机的节能调速运行。它能够根据负载的变化自动调整输出频率和电压，使电机始终工作在最佳效率状态<sup>[7]</sup>。同时，智能变频器还具有过流、过压、过载等多种保护功能，提高电机运行的安全性。

## 四、煤矿机电运输系统功能实现

### （一）运输路线规划

利用智能技术对煤矿井下的运输路线进行优化规划。根据矿井的巷道布局、运输设备的分布以及物料的运输需求，通过算法计算出最优的运输路线。采用最短路径算法或多目标优化算法，在满足运输安全和效率的前提下，尽量减少运输距离和运输时间。同时，

考虑到设备的维护和检修需求,合理规划备用运输路线,当主运输路线出现故障时,能够及时切换到备用路线,确保运输的连续性。

### (二) 运输任务调度

建立智能运输任务调度系统,根据生产计划和设备运行状况,合理安排运输任务。系统首先对运输需求进行分析,确定物料的种类、数量、运输起点和终点等信息。然后,根据运输设备的能力和状态,将运输任务分配到合适的运输设备上<sup>[9]</sup>。在调度过程中,充分考虑设备的维护计划、人员的排班情况以及运输的优先级等因素。对于紧急的生产物资优先安排运输,对于正在进行维护的设备不安排运输任务。通过智能调度,提高运输设备的利用率,减少运输等待时间,提高运输效率。

### (三) 无人化轨道运输体系

构建无人化轨道运输体系是提升煤矿机电运输智能化水平的关键举措。采用智能电机车作为运输载体,其配备先进的导航系统、自动驾驶功能和远程通信模块。导航系统利用激光雷达、摄像头等传感器对巷道环境进行精确感知,构建三维地图,实现电机车的精准定位与自主导航<sup>[9]</sup>。自动驾驶功能依据预设的运输路线和运行参数,自动控制电机车的启停、加速、减速和转向等操作,无需人工驾驶干预。同时,借助远程通信模块,地面监控中心可实时掌握电机车的运行状态,并能远程下达指令,实现对运输过程的全面监控与灵活调度。

### (四) 物料配送管理

采用智能物料配送管理系统,实现对物料的精准配送。在物料仓库设置智能识别装置,对物料进行编码和标识。当有运输任务时,系统根据运输需求自动生成物料配送清单,并指导叉车或其他搬运设备将物料准确地装载到运输设备上。在运输过程中,通过定位技术对物料的运输位置进行实时跟踪,确保物料能够按时、准确地送达目的地。同时,系统还可以对物料的库存情况进行实时监控,及时提醒采购部门补充库存,避免因物料短缺而影响生产。

### (五) 运输定时定位

为了进一步优化运输管理,引入运输定时定位系统。通过在运输设备和物料上安装高精度定位标签,结合井下定位基站网络,能够实时获取运输对象的位置信息,并精确记录其运输时间。这不仅有助于精确掌握物料的运输进度,确保生产环节的紧密衔接,还能在设备或物料出现异常情况时,迅速确定其所在位置,及时采取应对措施。当运输的煤炭在途中发生洒落或运输设备偏离预定路线时,系统可立即发出警报并提供准确位置信息,方便工作人员快速定位问题源头并进行处理<sup>[10]</sup>。

## 五、安全监控预警

### (一) 设备故障预警

通过对设备运行数据的实时监测和分析,建立设备故障预警模型。利用机器学习算法对大量的历史故障数据和正常运行数据进行训练,提取设备故障的特征和规律。当设备运行数据出现异常变化,且符合故障预警模型的特征时,系统及时发出故障预警信号。当电机的振动幅度、温度、电流等参数超出正常范围时,系统预测电机可能即将发生故障,并提前通知维修人员进行检查

和维护,避免设备突然故障导致生产中断。

### (二) 环境安全监测与预警

在煤矿井下环境中设置多种环境传感器,对瓦斯浓度、粉尘浓度、一氧化碳浓度、温度、湿度等环境参数进行实时监测。当环境参数超过安全阈值时,系统立即发出警报,并启动相应的应急措施。当瓦斯浓度超标时,系统自动切断相关区域的电源,启动通风设备进行通风换气,防止瓦斯爆炸事故的发生。同时,系统将环境安全数据上传到地面监控中心,方便管理人员及时了解井下环境状况,制定相应的安全管理措施。

### (三) 人员安全监控

利用智能定位技术对煤矿井下作业人员进行实时定位监控。为作业人员配备智能定位终端,通过井下的定位基站实现人员位置的精确跟踪。系统可以实时显示人员的分布情况、运动轨迹等信息,当发生人员被困或迷失等紧急情况时,能够快速确定人员位置,组织救援。此外,还可以设置人员接近危险区域报警功能,当人员靠近采掘工作面、运输设备危险部位等区域时,系统发出警报,提醒人员注意安全。

## 六、结语

综上所述,基于智能技术的煤矿机电运输系统设计是煤矿智能化建设的重要组成部分。通过构建合理的系统架构,选用先进的智能设备,优化运输流程,建立完善的安全监控与预警系统,并进行系统集成与调试,可以实现煤矿机电运输系统的智能化升级,提高运输效率、降低设备故障率、增强运输安全性,为煤矿企业的高效、安全生产提供有力支撑。未来,随着科技的不断进步,煤矿机电运输系统将迎来更多技术的深度融合与创新应用,人工智能与物联网的结合将更加紧密,实现设备之间的智能协同与自主决策。同时,也将更加注重绿色可持续发展,实现降耗增效,减少能源浪费。

## 参考文献

- [1]袁超,冯立,杨洪科.浅谈煤矿机电运输中智能化技术的应用[J].中国设备工程,2024,(22):38-40.
- [2]刘体操,黄青,康虎,等.煤矿机电设备智能化管理研究[J].矿山机械,2024,52(02):64-68.
- [3]马宏伟,段优优,薛旭升,等.煤矿智能单轨吊研究进展与关键技术[J].工矿自动化,2023,49(06):57-67.
- [4]张柏.智能化技术对煤矿机电运输系统优化提升的推动作用[J].内蒙古煤炭经济,2023,(08):109-111.
- [5]鲍久圣,章全利,葛世荣,等.煤矿井下无人化辅助运输系统关键基础研究及应用实践[J].煤炭学报,2023,48(02):1085-1098.
- [6]高金良.雁宝能源第三煤矿智能矿山建设实践与探索[J].工矿自动化,2022,48(S2):46-50.
- [7]吴旗开.煤矿轨道运输智能监控系统的设计及应用分析[J].机械管理开发,2022,37(10):246-247.
- [8]崔若凡.智能化技术对煤矿机电运输系统优化提升的推动作用[J].能源与节能,2022,(02):209-211.
- [9]刘孝军,任文清.基于MES系统的煤矿智能综合管控平台探讨[J].煤炭科学技术,2021,49(S2):257-262.
- [10]杨洁.智能控制技术在煤矿机电设备中的应用——评《煤矿井下智能设备电气控制实用技术》[J].矿业研究与开发,2020,40(01):168.