

# 智能化技术对煤矿机电运输的影响

刘德华

山东义能煤矿有限公司 山东 济宁 273100

**摘要:**智能化技术对煤矿机电运输有多方面影响:提升效率上,运输设备自动化控制、智能感知与数据采集、智能决策支持等技术,优化路径、精准匹配能耗、提升系统效率;强化安全性上,故障预测与健康管理和安全监控与应急响应、无人化运输技术,降低安全风险;优化可靠性上,设备、运维、系统抗干扰能力提升;控制成本上,能耗优化、人力资源配置优化、全生命周期成本管理,降低能源、人力等成本,实现全方位精细化管控。

**关键词:**智能化技术;煤矿机电运输;运输效率提升机制

引言:在煤矿产业升级转型的关键时期,智能化技术成为推动煤矿机电运输变革的核心驱动力。它不仅重塑了传统运输模式,更在效率提升、安全强化、可靠性优化及成本控制等维度展现出显著优势。通过自动化控制、智能感知、决策支持等技术手段,运输系统实现动态优化与精准匹配;借助故障预测、安全监控与无人化技术,安全风险得到源头管控;设备可靠性增强、运维智能化升级及抗干扰能力提升,进一步夯实了运输系统的稳定基础。

## 1 智能化技术对煤矿机电运输效率的提升机制

### 1.1 运输设备自动化控制技术

智能调度系统依托自动化控制技术,实现运输路径的动态优化,根据运输任务的实时变化调整路线分配,避免路径拥堵,提升运输周转速度。变频调速技术应用于皮带输送机,可根据运输量的波动灵活调节运行速度,在保证运量需求的同时,最大限度降低能耗消耗,实现能耗与运量的精准匹配。多设备协同控制算法打破单一设备的独立运行模式,实现各类运输设备的联动配合,合理分配运输任务,减少设备闲置时间,显著提升运输系统的整体吞吐能力,保障运输流程高效运转。

### 1.2 智能感知与数据采集技术

多参数传感器网络广泛部署于运输系统各环节,能够实时采集设备运行状态、运输负荷、环境参数等各类数据,为后续数据分析和决策提供全面、准确的基础支撑。高效通信技术保障井下数据传输的实时性与可靠性,确保各类采集数据能够快速、稳定传输至控制中心,避免因数据延迟导致的调度失误。边缘计算节点实现本地化数据处理与决策支持,无需将所有数据传输至远端服务器,减少数据传输压力,提升数据处理效率,快速响应设备运行异常和运输需求变化,为运输效率优化提供及时保障。

### 1.3 智能决策支持系统

数字孪生技术构建运输系统的虚拟模型,实现对实际运输系统的精准映射,通过仿真模拟不同运行场景,分析运输过程中的瓶颈问题,提出针对性的优化方案,持续提升运输系统的运行效率。机器学习算法对历史运输数据进行深度分析,挖掘运输需求的波动规律,提前预判运输高峰与低谷,为运输任务分配和设备调度提供科学依据。动态路径规划算法根据实时运输数据,实时调整运输路线,减少运输过程中的空载率和设备等待时间,优化运输资源配置,进一步提升煤矿机电运输的整体效率。

## 2 智能化技术对煤矿机电运输安全性的强化路径

### 2.1 故障预测与健康管理技术

故障预测与健康管理技术是强化煤矿机电运输安全性的核心手段,通过全方位监测与智能化分析,实现设备故障的提前预警与科学管控,从源头降低安全风险。振动分析与油液监测技术可捕捉设备运行过程中的细微异常信号,精准捕捉设备内部部件的磨损、老化、松动等潜在隐患,及时发出预警信息,有效避免故障扩大升级引发的安全事故,为故障处置争取充足时间<sup>[1]</sup>。基于深度学习的故障模式识别技术,通过对海量设备运行数据的深度挖掘与分析,不断优化识别逻辑与判断标准,显著提升故障识别的准确率,减少误判与漏判现象,为故障类型界定和处置方向提供可靠依据。预测性维护系统结合设备实时运行状态数据与历史故障数据,科学优化设备检修周期,既避免过度检修造成的资源浪费和设备损耗,也防止检修不及时带来的安全隐患,同时合理规划备件库存,确保故障发生时能够快速响应、及时处置,保障设备安全稳定运行,筑牢运输安全第一道防线。

### 2.2 安全监控与应急响应技术

安全监控与应急响应技术通过构建全方位、立体化

的安全防护体系,实现对运输全流程的实时监控与突发情况的快速处置,全面提升煤矿机电运输的安全防控能力。视频监控与AI行为识别技术可实现对运输各环节的全程覆盖,实时监测作业人员的操作行为,精准识别违规操作行为并立即发出预警提示,规范人员操作流程,强化人员安全意识,有效降低人为因素引发的安全风险。瓦斯浓度与设备温度是煤矿机电运输过程中的核心安全隐患点,实时监测预警系统可24小时持续跟踪两项指标的动态变化,一旦指标超出安全阈值,立即触发多级预警机制,同步推送预警信息至相关负责人员,提醒及时采取通风、停机等处置措施,防范瓦斯泄漏、设备过热等安全事故发生<sup>[2]</sup>。应急预案智能匹配与远程指挥系统可根据突发安全事件的具体类型、严重程度和现场情况,自动匹配最优处置方案,同时通过远程指挥实现对现场处置工作的精准指导,优化处置流程,缩短应急响应时间,最大限度降低安全事故造成的损失,提升应急处置的科学性与高效性。

### 2.3 无人化运输技术

无人化运输技术通过减少井下作业人员数量,从根本上降低人员暴露在危险环境中的风险,是强化煤矿机电运输安全性的重要路径,实现了安全与效率的双重提升。矿用卡车无人驾驶技术具备高效的环境感知与自主决策控制能力,可精准识别井下复杂作业环境中的障碍物、坡度、路况等关键信息,自主完成行驶、装卸、停靠等全流程操作,无需人员现场操控,彻底避免人员在井下危险区域作业的安全隐患,降低人员伤亡风险。轨道电机车自主导航与避障技术依托精准定位与智能感知系统,实时捕捉轨道运行环境中的各类异常情况,确保机车在轨道运行过程中精准把控行驶轨迹,及时规避前方障碍物、会车等复杂场景,保障机车行驶安全,避免碰撞、脱轨等事故发生。远程操控中心实现对井下所有运输设备的集中管控,操作人员可在地面安全区域实时监控设备运行状态、远程操控设备启停与运行参数调整,无需进入井下危险区域,进一步提升煤矿机电运输的整体安全水平,推动运输环节安全管控模式的升级。

## 3 智能化技术对煤矿机电运输可靠性的优化策略

### 3.1 设备可靠性增强技术

设备可靠性增强技术是提升煤矿机电运输可靠性的核心支撑,通过针对性的智能化技术应用,从设备本身强化运输系统稳定运行的基础。智能润滑系统可实时感知设备运行状态、工况变化以及关键部件的磨损情况,自动调节润滑剂量、润滑频率和润滑点位,精准覆盖设备核心关键部件,有效减少部件间的摩擦损耗,延缓部件

老化进程,显著延长设备关键部件的使用寿命,降低部件故障发生率,减少因设备部件损坏导致的运输中断。自适应控制技术能够实时捕捉井下复杂工况的动态变化,自动调整设备运行参数,灵活适配不同载荷、路况和环境条件,提升设备对复杂工况的适应能力,避免因工况波动导致设备运行不稳定、停机等问题<sup>[3]</sup>。冗余设计理念应用于运输控制系统,通过设置备用模块与双重备份机制,当系统某一模块出现故障时,备用模块可快速无缝切换投入使用,避免系统整体瘫痪,保障运输控制系统持续稳定运行,进一步提升设备运行的可靠性。

### 3.2 运维管理智能化升级

运维管理智能化升级通过优化运维流程、提升运维精度和效率,进一步优化煤矿机电运输的可靠性,减少因运维不当导致的运输故障。基于大数据的设备健康状态评估模型,可整合设备运行过程中的各类运行数据、损耗数据和故障数据,通过系统分析和深度挖掘,精准判断设备健康状态,明确设备潜在隐患、性能衰减趋势以及故障发生概率,为运维工作提供科学、精准的依据,实现运维工作从被动处置向主动预防转变。AR辅助维修系统可将设备内部结构、故障点位、维修流程和操作规范等信息直观呈现,引导维修人员规范、高效开展故障处置工作,减少维修失误,缩短故障处理时间,降低设备停机损耗。运维知识库与智能诊断专家系统建设,整合各类设备故障处置经验、维修技巧和诊断逻辑,能够快速识别故障类型、精准定位故障原因,并自动推送最优维修方案,提升运维人员的诊断与维修能力,保障运维工作高效、精准开展,强化运输系统的整体可靠性。

### 3.3 系统抗干扰能力提升

系统抗干扰能力提升是保障煤矿机电运输系统长期稳定运行的重要举措,通过针对性的智能化设计优化,抵御各类干扰因素对系统运行的影响,降低故障发生率。电磁兼容设计通过合理布局电子设备、优化线路走向、增设屏蔽装置和滤波设备等方式,减少不同电子设备之间的电磁信号相互干扰,避免电磁干扰导致的设备误操作、信号失真、数据丢失等问题,保障电子设备在复杂电磁环境下能够稳定运行。防爆技术升级针对井下特殊作业环境的需求,优化设备防爆结构、提升防护性能,强化设备的防爆能力,确保设备在井下环境中能够安全、稳定运行,满足井下安全运行要求,避免因防爆性能不足引发设备故障和安全隐患<sup>[4]</sup>。抗粉尘与防潮设计通过优化设备密封结构、采用耐粉尘、防潮性能优良的材料,减少粉尘和潮气对设备内部电路、部件的侵蚀,延缓设备老化速度,降低因粉尘、潮气导致的设备故障,延长

设备使用寿命,全面提升运输系统的整体可靠性。

#### 4 智能化技术对煤矿机电运输成本的控制模式

##### 4.1 能耗优化控制技术

能耗优化控制是智能化技术管控煤矿机电运输成本的核心路径,通过精准调控能源消耗环节,最大限度降低能源支出,实现成本精细化控制。智能调速技术可实时感知皮带输送机的实际运量变化,在空载或低载状态下自动调整运行速度,避免无效能耗产生,显著降低皮带输送机的空载能耗,提升能源利用效率。能量回收装置应用于提升系统,可将提升过程中产生的多余能量进行回收储存,再循环利用于设备运行,减少能源浪费,降低整体能耗成本。峰谷电价策略下的运输设备错峰运行,依托智能化调度系统合理规划设备运行时间,避开电价高峰时段运行高能耗设备,在电价低谷时段集中完成运输任务,有效降低电费支出,进一步优化能耗成本控制效果,实现能源与成本的双重节约。

##### 4.2 人力资源配置优化

人力资源配置优化通过智能化技术替代人工、精简岗位,降低人力成本支出,提升人力资源利用效率,是成本控制的重要环节。运输系统集中监控实现了井下运输设备的远程管控,操作人员可在地面完成设备监控、调度与操作,无需大量人员在井下现场值守,大幅减少井下作业人员数量,降低人力投入成本。智能巡检机器人具备高效、精准的巡检能力,可全面覆盖运输系统各环节,替代人工完成设备巡检、隐患排查等重复性工作,减少人工巡检人员配置,同时避免人工巡检的疏漏,降低因巡检不到位引发的额外成本。运维人员技能转型与培训体系构建,针对智能化设备运维需求,提升运维人员的专业技能,实现一人多岗、精准运维,减少运维人员数量,降低人力培训与薪酬支出,优化人力资源配置成本<sup>[5]</sup>。

##### 4.3 全生命周期成本管理

全生命周期成本管理通过智能化技术贯穿设备采购、

使用、运维、更新全流程,实现成本的全方位、精细化管控,最大化降低整体运输成本。智能化设备选型与采购决策支持系统,整合设备性能、能耗、运维成本等各类数据,通过系统分析精准测算设备全生命周期成本,为设备选型与采购提供科学依据,避免盲目采购导致的成本浪费。设备剩余寿命评估可精准判断设备运行状态与剩余使用年限,制定科学的更新换代策略,避免设备过早更换造成的成本损失,同时防止设备超期运行引发的故障成本与安全成本。运维成本动态监控与预警机制,实时跟踪运维过程中的各类成本支出,及时识别成本异常波动,发出预警信号,便于相关人员及时采取管控措施,优化运维成本分配,实现全生命周期内运输成本的合理控制。

结束语:智能化技术为煤矿机电运输带来了全方位的变革。从效率提升上,自动化、感知与决策支持技术协同发力;安全性强化方面,故障预测、监控应急及无人化技术筑牢防线;可靠性优化中,设备增强、运维升级与抗干扰提升多管齐下;成本控制上,能耗优化、人力配置优化及全生命周期管理精准发力。未来,随着技术持续创新,智能化技术将在煤矿机电运输领域发挥更大作用,推动煤矿产业向更高效、安全、可靠、低成本的方向不断迈进。

#### 参考文献:

- [1]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.
- [2]郑朝生.智能化技术对煤矿机电运输的影响[J].设备管理与维修,2021(24):125-126.
- [3]李鑫.智能化技术对煤矿机电运输的影响[J].工程建设与设计,2020(22):251-252.
- [4]张晔.煤矿机电地面智能化发展现状及前景[J].矿业装备,2022,(03):156-157.
- [5]白玉军.煤矿机电智能化控制技术的应用实践之研究[J].冶金管理,2022,(05):79-81.