

煤矿机电运输设备智能化管理研究

郝 军

国能亿利能源有限责任公司黄玉川煤矿 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘 要：煤矿机电运输设备种类繁多、运行工况复杂，传统人工管控模式在效率与精度上已难以适配现代化矿井生产节奏。本文围绕智能感知、数据融合、自动控制与协同调度四项关键技术展开分析，搭建涵盖组织架构、全生命周期流程、智能运维体系与数据平台的智能化管理框架，并从模式优化、风险防控、人才建设与长效发展四个维度提出持续升级路径，为煤矿机电运输设备管理的数字化转型提供系统化的技术参照。

关键词：煤矿机电运输；智能化管理；设备全生命周期；智能感知；协同调度

引言：煤矿机电运输设备构成矿井生产的核心配套体系，设备品类繁多、作业链条紧密，任何单点故障都可能引发整条运输线的连锁停滞。传统人工巡检与周期性检修的管控方式在响应速度与覆盖范围上均已难以适配现代化矿井的运行需求。智能化技术的持续渗透为设备管理转型提供了可行路径，围绕智能感知、数据分析与自动控制构建全新管理体系，已成为提升矿井运输效率与设备可靠性的现实选择。

1 煤矿机电运输设备智能化管理基础体系

1.1 煤矿机电运输设备组成与运行特征

煤矿机电运输设备构成矿井生产作业的核心配套体系，整体架构涵盖采掘配套运输设备、巷道专用输送设备以及机电安全保障设备三类核心品类。设备布设范围覆盖井下采掘工作面、巷道传输通道与地面转运场地，全面支撑矿井物料输送与生产运转工作。矿井作业场景具备特殊性，设备长期处于连续运转状态，工作过程持续受到粉尘堆积、环境潮湿以及井下地质条件波动的干扰。作业推进过程中，采掘进度变化与物料输送体量增减会持续改变设备承载负荷，不同品类设备的运行频次、作业强度和损耗速率会呈现差异化特征^[1]。

1.2 智能化管理的基本内涵与适配逻辑

智能化管理依托现代信息技术、智能感知技术与自动控制技术，完成煤矿机电运输设备运行状态监测、作业流程管控与资源配置优化的精细化处理。新型管理模式打破传统人工管控的粗放运行形态，依托全域数据采集、智能数据分析和自动化调控能力，推动设备管理全流程实现数字化转型。煤矿井下复杂的作业环境与设备动态波动的运行状态，为智能化技术的落地应用提供适配场景。智能技术能够深度融入设备状态监测、动态调控和日常管控的各个环节，依托实时生成的运行数据支撑管控工作精准落地，充分适配现代化煤矿高效化、精

细化的生产发展需求。

1.3 煤矿机电运输设备传统管理模式短板

传统设备管理模式依靠人工巡检排查、周期性设备检修和人员经验判断开展工作，整体数字化与智能化层级处于较低水平。设备运行数据的采集工作存在明显滞后性，数据覆盖维度存在局限，设备运行初期的细微异常难以被及时捕捉。固定周期的检修工作无法贴合设备实时损耗状态，盲目检修会造成运维物资与人力成本的无效消耗，检修间隔阶段也会留存隐蔽性设备故障隐患。人工主导的管控模式对从业人员专业经验依赖程度较高，管控标准难以形成统一规范，故障排查精度与问题处置质量无法稳定保障，难以适配现代化矿井规模化、高强度的设备运行作业场景。

1.4 智能化管理体系的构建原则

智能化管理体系搭建严格遵循实用性准则，结合矿井真实生产工况与设备运行场景搭建专属管控架构。体系搭建依照科学发展规律，贴合设备运行机理与智能技术应用原理搭建整体框架，维持管理体系长期稳定运转。体系建设坚守整体性发展思维，统筹各类机电运输设备的管控需求，实现设备品类与生产作业流程的全方位覆盖。体系构建重视兼容适配特性，匹配煤矿现有设备硬件基础与管理机制，实现传统管理模式向智能管理模式的平稳过渡，保障智能化升级工作稳步推进。

2 煤矿机电运输设备智能化管理关键技术支撑

2.1 设备状态智能感知技术应用体系

设备状态智能感知技术是煤矿机电运输设备智能化管理的底层技术依托，依托多类型传感装置完成设备运行参数与工况信息的实时采集。技术应用覆盖机电运输设备的温度、振动、压力及运行速率等核心运行参数，实现矿井复杂作业环境下设备运行信息的全域采集。感知技术体系依托网络化布设方式，延伸数据采集覆盖范

围, 填补传统管控模式中状态信息采集的空白^[2]。高精度传感设备可捕捉设备运行过程中的细微参数波动, 为后续数据处理与智能研判提供完整精准的原始数据来源。稳定的感知架构可以持续输出设备运行动态信息, 搭建起设备智能化管理的数据基础。

2.2 机电运输数据融合与智能分析技术

机电运输系统运行会产生多维度、多类型的海量运行数据, 单一维度数据处理方式无法满足智能化管控的使用需求。数据融合技术可对多源设备运行数据进行整合处理, 统一数据标准与传输口径, 消除数据孤岛带来的信息壁垒。智能分析技术依托算法模型对整合后的运行数据进行深度挖掘, 梳理设备运行参数的变化规律与内在关联。技术应用能够精准甄别设备运行中的异常数据特征, 挖掘常规人工排查难以识别的运行隐患。数据处理与智能分析的深度结合, 提升设备运行状态研判的精细化程度, 为管控决策提供可靠的数据依据。

2.3 设备自动控制与联动运行技术

自动控制技术依托数字化控制单元对接前端感知设备, 实现机电运输设备运行参数的自主调节与动态管控。技术应用摆脱人工操作的干预限制, 根据现场运行工况自动适配设备运行模式, 优化设备作业状态。联动运行技术打通各类机电运输设备的运行壁垒, 建立设备之间的运行关联机制。不同功能的运输设备可依据整体作业需求完成运行状态的协同调整, 优化矿井运输作业的整体流程。技术体系能够弱化单设备独立运行的弊端, 提升机电运输系统整体运行的流畅度与规整性。

2.4 矿井运输智能化协同调度技术

矿井运输作业涉及多区域、多设备的交叉作业场景, 传统调度模式难以适配智能矿井的作业需求。智能化协同调度技术依托全域设备运行数据与生产作业需求, 统筹规划矿井运输作业流程与设备运行时序。技术架构可以根据采掘作业进度与物料转运需求, 动态调配各类运输设备资源, 优化运输路径与作业排布。智能化调度方式能够均衡各区域设备作业负荷, 减少运输作业中的资源闲置与作业阻滞问题。先进调度技术重塑矿井运输作业的运行逻辑, 推动机电运输系统朝着高效化、规整化的方向升级。

3 煤矿机电运输设备智能化管理体系构建

3.1 智能化管理组织架构搭建

智能化管理工作的有序推进需要完善组织架构提供支撑, 架构搭建围绕煤矿机电运输设备整体管控需求开展层级划分与职能配置。新型组织模式突破传统分散式管理形态, 围绕智能管控、设备运维、数据运维等核心

工作划分职能模块。各职能模块对应设备智能化管理的不同工作维度, 明确岗位权责与工作内容, 实现管理工作的专业化细分^[3]。层级化的架构模式可以理顺设备管控各环节的工作链路, 推动管理工作有序落地, 适配智能化模式下设备管控的全新运行模式。

3.2 设备全生命周期智能化管理流程设计

机电运输设备从投入使用到报废淘汰具备完整的运行周期, 传统管理流程仅聚焦设备检修环节, 覆盖维度较为单一。全生命周期智能管理流程覆盖设备投入、日常运行、故障处置、维护升级以及报废更迭等各个阶段。流程设计结合设备运行规律与智能管控技术特性, 重构各阶段管理工作的推进方式。数字化管控手段融入流程各个节点, 实现设备全周期运行状态的动态管控与流程规范, 补齐传统流程管控覆盖不全的短板。

3.3 智能运维管理体系搭建

智能运维管理体系依托智能感知与数据分析技术重构传统运维模式, 转变人工经验主导的运维工作形态。体系建设围绕设备状态监测、隐患预判、故障处置与日常维护等核心工作搭建完整运维链路。依托实时运行数据完成设备健康状态的动态研判, 替代固定周期的运维作业模式, 让运维工作贴合设备真实运行状态。体系架构可以实现运维工作的前置化与精细化, 减少无效运维作业, 提升机电运输设备运维工作的整体质量与效率。

3.4 智能化管理数据平台架构设计

数据平台是承接设备感知数据、支撑智能管控决策的核心载体, 平台架构设计贴合煤矿机电运输系统的数据运行特征开展层级规划。架构设置数据采集传输、整合存储、智能分析与终端应用等核心层级, 搭建完整的数据运行链路。各层级相互配合完成海量设备数据的规整处理, 保障数据传输与分析工作的稳定运转。平台架构适配矿井多类型机电运输设备的数据输出形式, 满足智能化管理过程中各类数据调取与技术应用的实际需求。

4 煤矿机电运输设备智能化管理优化与发展路径

4.1 智能化管理模式的优化方向

煤矿机电运输设备智能化管理模式需要结合矿井生产迭代节奏持续升级, 适配智能矿山建设的整体推进趋势。传统智能管理模式多停留在基础监测与简单调控层面, 管控深度和覆盖维度存在局限。管理模式优化聚焦管控精细化与动态化转型, 推动智能技术深度融入设备运行的全部作业环节^[4]。依托动态数据更新机制更新管控标准, 贴合不同采掘阶段的设备运行工况调整管理逻辑。推动粗放式智能管控向精准化、数字化管控转型, 打通设备监测、运维调度、资源调配之间的工作壁垒。

持续优化的管控模式能够适配复杂多变的井下作业环境,提升机电运输系统整体运行的稳定程度。

4.2 设备智能管理的风险防控体系完善

智能化技术落地应用会伴随新型运行风险与系统隐患,传统防控机制围绕传统机械设备搭建,无法适配智能设备管理的防控需求。智能设备依托传感模块、数据平台与自动控制系统完成作业运转,各类新型系统隐患会直接影响机电运输作业的有序推进。风险防控体系建设围绕数据运行、设备智能调控、系统联动运行等关键维度搭建防控框架。完善数据安全防护机制,规范设备运行数据的传输、存储与调用流程,规避数据丢失、数据错乱带来的管控偏差。搭建智能系统运行防控机制,针对自动化调控失灵、设备联动异常等问题设置层级防控手段。细化井下复杂工况下的设备运行防控标准,针对高负荷运行状态、高粉尘潮湿环境制定专属防控策略。强化系统边界防护与运行监测,及时拦截各类干扰因素对智能设备运行的负面影响。多层次的防控架构可以有效规避智能化管理运行中的各类隐患,保障智能管理体系稳定运行。

4.3 机电运输智能化管理人才体系建设

智能化管理体系的落地运行需要专业队伍提供核心支撑,传统技术人员掌握的设备运维知识与基础管理经验难以适配智能设备管控工作。智能机电设备的运维调控、数据解析、系统维护均具备较强专业性,从业人员需要具备复合型专业知识储备。人才体系建设围绕技能培育、专业引进、岗位赋能多个维度搭建长效培育框架。更新现有在岗人员的知识体系,开展智能设备运维、数据处理、智能系统操作的专项技能培训,弥补传统岗位人员的技术短板。拓宽专业人才引进渠道,吸纳掌握矿山智能技术、大数据分析、自动化控制的复合型专业人才,充实岗位人才梯队。搭建常态化技能实训机制,结合矿井智能设备运行特性开展实操训练,强化人员岗位适配能力。优化岗位考核与激励机制,调动从业人员主动提升专业技能的积极性,引导人员主动适配智能化岗位工作要求,夯实智能化管理落地的人才基础。

4.4 煤矿机电运输设备智能化长效发展路径

煤矿机电运输智能化升级属于长期性的系统工程,短期改造和浅层优化无法满足智能矿山的长效建设需求,需要依托科学发展路径实现稳步迭代升级。发展建设立足矿井设备基础条件与生产实际,摒弃盲目升级的建设思路,制定贴合自身发展节奏的智能化升级规划。推进智能技术与矿井机电运输作业的深度融合,持续更新设备智能改造方案与管理运行模式,贴合生产工况的迭代变化优化管控体系。推动智能管理体系与矿山数字化平台深度对接,实现多系统数据互通与协同运行,提升整体管控的一体化水平^[5]。紧跟智能矿山技术迭代趋势,吸纳行业前沿技术成果,逐步完成老旧设备的智能化升级与新型智能设备的有序更替。稳步推进管理机制与技术体系同步升级,补齐智能化管理运行中的各类短板,让机电运输智能化管理长期适配现代化煤矿的生产发展需求。

结束语

煤矿机电运输设备智能化管理是一项需要技术、制度与人才协同推进的系统性工程。智能感知与数据融合技术为设备状态研判提供了精准依据,自动控制与协同调度技术重塑了运输作业的运行逻辑,全生命周期管理流程弥补了传统模式覆盖不全的短板。风险防控体系与人才梯队建设为智能管理的长期稳定运行筑牢了根基。各环节紧密衔接、持续迭代,方能推动机电运输管理真正实现从粗放管控向精准管控的转变。

参考文献

- [1]彭振华,韩亮.煤矿机电运输设备智能化管理研究[J].内蒙古煤炭经济,2025(12):106-108.
- [2]任万杰.基于标准化管理的煤矿机电设备智能化管理探析[J].大众标准化,2024(18):98-99,102.
- [3]迟强.浅析煤矿机电运输设备的隐患排查与预防策略[J].中国设备工程,2026(2):199-201.
- [4]李永胜,邓楠.煤矿机电运输设备安全运行技术要点分析[J].内蒙古煤炭经济,2026(6):106-108.
- [5]张银超.智能化技术在煤矿机电运输系统优化中的应用探讨[J].科技资讯,2025,23(5):57-59.