

智能化背景下矿山机电安全管理创新路径

高旭 秦敏敏

陕西小山川矿产资源开发建设有限公司, 中国·陕西 渭南 714000

摘要: 矿山生产的核心支撑, 矿山机电系统的安全稳定运行, 与矿山整体安全生产水平有直接的关系, 随着智能化技术与矿山产业的深度融合, 监测时效、风险预判、管理效能等传统机电安全管理模式短板日益凸显, 现代矿山安全管控需求难以匹配。从技术升级、系统重构、人员赋能、数据治理、风险防控五个维度, 立足矿山机电安全管理实际, 结合智能化技术趋势, 分析当前矿山机电安全管理中存在的设备监控滞后、管理制度脱节、人员能力不足、数据应用低效等核心问题, 探索矿山机电安全管理的新路径。

关键词: 智能化矿山; 机电安全管理; 创新路径

Innovative Approaches to Mine Electromechanical Safety Management in the Digital Transformation Era

Gao Xu, Qin Minmin

Shaanxi Xiaoshanchuan Mineral Resources Development and Construction Co., Ltd., China Shaanxi Weinan 714000

Abstract: The safe and stable operation of mine electromechanical systems serves as the fundamental pillar of mining production and is directly linked to the overall safety standards of mines. With the deep integration of intelligent technologies into the mining industry, shortcomings in traditional electromechanical safety management models—such as delayed monitoring, inadequate risk prediction, and inefficient management—have become increasingly apparent, making it difficult to meet modern safety control demands. From five perspectives—technical upgrades, system restructuring, personnel empowerment, data governance, and risk prevention—we analyze core challenges in current mine electromechanical safety management—including lagging equipment monitoring, disconnected management systems, insufficient staff capabilities, and inefficient data utilization—based on practical realities and aligned with intelligent technology trends, aiming to explore new approaches for enhancing mine electromechanical safety management.

Keywords: Intelligent mining; Electromechanical safety management; Innovation path

0 引言

在传统的矿山机电安全管理方面, 多是依赖于人工巡检、定期检修以及经验判断这样的模式; 然而, 此模式存在着诸多问题, 像监测覆盖面窄、数据滞后、故障预判能力弱, 还有管理标准不统一等, 因而难以实现对机电设备全生命周期的动态管控。随着《关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见》等政策的出台, 并且, 5G、工业互联网、大数据、人工智能、数字孪生等智能化技术于矿山领域的应用在不断地深化, 这便为矿山机电安全管理模式的革新, 提供了技术支撑。

在智能化发展的大环境里, 矿山机电安全管理早已不只是针对单一设备做故障排查的工作, 而是转向了“实时监测、智能预警、协同控制、溯源分析”的全流程管理方式, 矿山企业想要运用智能化技术解决传统管理里的各类难题, 打造贴合现代矿山发展需求的机电安全管理系统框

架, 这是当下矿山企业迫切需要解决的关键问题, 此次论文写作结合矿山机电安全管理的实际工作情况, 对接智能化技术的各类应用场景, 完整归纳了当下存在的各类问题, 摸索出科学合理的创新办法, 给矿山机电安全管理的高质量发展提供了理论和实践方面的强有力支持。

1 智能化背景下矿山机电安全管理的核心内涵与现实意义

1.1 核心内涵

智能化矿山机电安全管理, 把矿山机电设备全生命周期的安全管控当作关键内容, 依靠传感器、物联网、人工智能、大数据等智能化技术, 打造出“数据采集 - 分析研判 - 预警处置 - 溯源优化”的闭环管理架构。这一管理方式的核心特点展现在三个方面, 矿山企业运用多类传感器与智能监控设备完成布设, 能对机电设备的运行参数和环境状态做全天候的实时收集与传送, 代替了过去人工巡检

的方式,工作人员在大数据分析和人工智能算法的基础上,对设备运行的各类资料做深度挖掘,能准确找出潜藏的故障隐患,让设备管理从“事后处理”转向“提前预警”的模式,工作人员依靠智能化管理平台,把设备台账、检修记录、人员操作、风险资料等内容整合到一起,完成机电设备、作业人员、安全流程的统一管理,让管理的标准性和规范性得到更好提升。

1.2 现实意义

智能化监测和预警系统能实时抓取设备的异常信号,提前判断故障的风险,避免设备失控、漏电、过载等问题引发安全事故,从源头搭建起牢固的安全防线,矿山企业想要提高设备运行的效率,就要运用智能化的资料分析手段,准确找到设备故障的根本原因,优化设备的检修安排,减少没必要的检修和过度维护的情况,延长设备的使用期限,降低运维的成本,让机电设备保持连续稳定的运行状态,这种管理方式打破了过去人工管理的局限,让机电安全管理完成数字化、可视化、智能化的转型,提高了管理效率和决策的合理性,推动矿山安全管理架构向现代化方向升级,智能化是矿山产业转型的必定走向,创新机电安全管理的方式,能推动矿山机电系统和智能化技术的深度结合,帮助矿山企业达成“少人化、无人化”的安全生产目标。

2 智能化背景下矿山机电安全管理现存突出问题

2.1 设备监测体系滞后,智能化覆盖不足

当下大部分矿山的机电设备监测还在沿用传统方式,智能化监测设备的布设比例很低,工作中存在十分明显的短板,矿山企业的监测方式过于单一,大多依靠人工巡检和定点仪表做监测工作,只能收集设备表面的运行参数,没办法深入检测设备内部核心部件的工作状态,人工巡检还会出现巡检盲区、漏检、资料误差大等情况,没办法做到实时动态的监测工作,矿山企业的智能化监测覆盖范围不够均衡,核心采掘设备、提升机等关键设备的智能化监测覆盖率比较高,辅助运输设备、小型机电设备、供电线路等部位的监测工作存在缺失,进而形成了安全管控的空白区域。

2.2 安全管理体系脱节,智能化融合不深

矿山机电安全管理的系统框架还没有和智能化技术做到深度结合,过去的管理模式和智能化技术的应用工作相互脱节,没办法把管理的实际效果发挥出来,矿山企业现有的制度框架不够完善,现有的安全管理制度大多按照传统管理模式制定,缺少针对智能化监测、资料管理、预警处理等环节的专门制度,管理的标准不够统一,智能化设

备的应用和管理工作的依据可以遵循,机电设备监测、检修、运维、安全监管等环节的资料相互独立,没有做到互通共享,智能化管理平台的整合效果很差,没办法形成闭环式的管理模式,智能化环境下机电安全管理的责任划分不够清晰,设备运维人员、技术人员、管理人员的工作内容相互交叉,出现安全隐患时很难完成溯源和追责工作,责任体系没有发挥出实际作用。

2.3 人员专业能力不足,智能化适配性不强

大部分工作人员长期从事传统机电设备的操作、检修工作,只掌握基础的机械、电气知识,对 5G、工业互联网、人工智能、大数据分析等智能化技术的了解不够充分,矿山企业开展的安全培训大多聚焦传统安全知识和操作技能,针对智能化机电设备操作、资料解读、风险处理等内容的培训数量很少,培训的方式单一且针对性不足,工作人员的智能化工作能力提升速度十分缓慢。

2.4 数据治理能力薄弱,价值挖掘不充分

矿山机电设备运行的过程中会产生海量的资料,但是企业的资料治理能力偏弱,不能给安全管理决策提供有效的支持,智能化监测设备的种类、型号不够统一,资料的格式和标准也不一致,部分资料存在缺失、冗余、错误的情况,资料质量好坏不一,设备运行资料、环境监测资料、人员操作资料、检修记录资料分散在不同系统,没有完成统一的整合与共享,企业缺少专业的大数据分析团队和算法模型,只能对资料做简单的统计和展示,没办法深度挖掘资料背后的故障规律、风险关联,很难做到精准预警。

2.5 风险防控机制不完善,闭环管理未形成

智能化环境下矿山机电安全风险预判、预警、处理、溯源的制度安排不够完善,没有形成闭环式的管理体系,传统风险识别大多依靠工作人员的经验判断,尤其是多设备联动、资料异常引发的新型风险,预警的制度安排不够健全,预警阈值的设置不够合理,会出现误报、漏报的情况,预警信息的传送渠道不够顺畅,预警响应的速度也会受到影响,安全隐患处理完毕之后,企业没有对隐患成因、处理过程、改进措施做系统的溯源分析,没办法形成经验反馈,同类隐患会反复出现。

3 智能化背景下矿山机电安全管理创新路径

3.1 升级智能化监测体系,实现全维度动态管控

矿山企业要按照“全覆盖、无盲区”的原则,给所有机电设备布设多类智能化传感器,实时收集设备温度、振动、转速、电流、电压、绝缘电阻等核心运行参数,同时监测设备周边瓦斯浓度、粉尘浓度、湿度、温度等环境参数,完成设备状态和环境状态的同步监测工作,企业要对提升机、刮板输送机、液压支架等关键设备,加装高清

智能摄像头、红外测温仪、振动分析仪等高精度监测设备,提高监测工作的准确程度,企业要依靠 5G、工业以太网、物联网技术,搭建矿山高速、低延迟、抗干扰的资料传送网络,完成智能化监测设备和管理平台的实时资料传送,确保监测资料可以及时准确上传,企业要优化网络的整体布局,在井下封闭空间、偏远作业区域增设信号基站,消除信号盲区,保证资料传送的连续性,企业要统一智能化监测设备的技术标准、资料格式,选用兼容性强、抗干扰能力强、适配矿山复杂环境的设备,避免设备之间资料无法互通、运行不稳定等问题,企业要建立监测设备定期校验、维护的制度,及时更换老化、故障的设备,保证监测系统可以连续稳定运行。

3.2 重构智能化管理体系,推动管理模式深度变革

矿山企业要结合智能化技术应用的特点和矿山实际情况,修订完善机电安全管理制度,制定《智能化机电设备监测管理办法》《机电设备资料安全管理规定》《智能化预警处理流程》等制度,明确智能化监测、资料管理、预警处理、责任划分等工作要求,打造适配智能化管理的制度框架,保证各项工作都有明确的依据可以遵循,企业要整合机电设备监测、检修、运维、人员管理、风险预警、应急处理等功能,搭建矿山机电安全智能化管理平台,完成各环节资料的互通共享、集中管理,管理人员可以通过平台实时掌握机电设备运行状态、安全风险情况,完成远程监管和决策工作,企业要明确智能化环境下机电安全管理各岗位的责任,细化设备运维人员、技术人员、管理人员、监测人员的工作分工,把安全责任落实到具体岗位和具体人员身上,企业要建立责任追溯的机制,通过智能化管理平台记录各岗位工作轨迹、操作行为,出现安全隐患或事故时,准确完成溯源追责工作,倒逼各项责任落到实处。

3.3 强化人员能力赋能,打造专业化人才队伍

企业要拓宽人才招聘的渠道,重点引进拥有矿山机电、智能化技术、大数据分析等专业背景的高素质人才,提高智能化技术人才的薪资待遇,完善激励机制,增强岗位的吸引力,解决人才短缺的问题,企业要打造系统化的智能化培训体系,制定有针对性的培训计划,分层次、分岗位开展智能化技能培训,企业要针对一线操作人员,重点培训智能化监测设备操作、预警信息识别、简单故障处理等工作技能,针对技术人员,重点培训资料解读、算法模型应用、设备智能化改造等工作技能,针对管理人员,重点培训智能化管理平台操作、资料决策、风险管控等工作技能。

3.4 深化数据治理应用,激活数据安全价值

企业要统一矿山机电设备资料收集的标准、格式、编码规则,明确资料收集的内容、频率、精度要求,从源头保证资料的规范性和准确性,企业要建立资料质量审核的机制,对收集的资料做实时校验、清洗,及时剔除缺失、冗余、错误的资料,提高资料的整体质量,企业要依靠矿山工业互联网,搭建机电安全资料中心,整合设备运行资料、环境监测资料、人员操作资料、检修记录资料、风险预警资料等内容,完成资料的统一存储、管理与共享,企业要打破部门之间的壁垒,明确资料共享的权限和流程,保证各部门、各岗位可以按需求获取所需资料,把资料的协同价值充分发挥出来,企业要组建专业的大数据分析团队,引入人工智能算法、机器学习模型,对机电设备运行资料做深度挖掘,分析设备故障规律、性能衰减趋势、风险关联因素,打造设备故障预测模型、风险预警模型,企业要在资料分析结果的基础上,优化设备检修计划,让设备管理从“定期检修”转向“状态检修”的模式,准确预判潜藏的风险,提前制定防控措施,提高安全管理决策的合理性。

3.5 健全风险防控闭环机制,提升安全管控效能

安全隐患处理完毕之后,矿山企业要依靠智能化管理平台,对隐患成因、处理过程、责任划分、整改效果做全面的溯源分析,总结工作中的经验教训,形成隐患处理报告,企业要把溯源分析的结果反馈给相关岗位,优化管理制度、检修计划、操作流程,打造闭环式的风险防控体系,避免同类隐患重复出现。

4 结语

日后随着 5G、人工智能、数字孪生、工业元宇宙等技术的持续更新升级,矿山机电安全管理会向更深层次、更广范围的方向发展,后续的研究工作可以聚焦多技术融合应用、智能预警模型优化、无人化值守管理模式探索等方向,持续完善矿山机电安全管理的系统框架,给矿山安全生产提供保障,帮助矿山产业达成安全、绿色、智能、高效发展的目标。

参考文献:

- [1] 杨大明.煤矿智能化进程中的矿用装备安全管控[J].中国矿山安全, 2024 (04):1-6.
- [2] 国家矿山安全监察局.关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见[Z].2024.
- [3] 赵从宽.矿山机械设备管理及维修保养技术探讨[J].农业工程学报, 2024,40 (S2):45-50.

作者简介:高旭(1991.06.27),汉族,陕西渭南,大专,研究方向:煤矿机电。