

大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的应用分析

门雷鸣, 薛光昌

(鄂托克前旗长城六号矿业有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 016215)

摘要 煤矿安全监测监控系统是保证煤矿生产安全的重要支撑, 大数据技术的深入应用, 使得煤矿安全监测监控系统由“数据采集”转变为“智能决策”。本文立足于煤矿安全监测监控的核心需求, 对大数据技术在系统中的应用进行系统的分析, 阐述大数据技术支撑煤矿安全监测监控系统运行的逻辑和基础, 分析大数据技术在环境监测、设备运维、人员管控等重要方面的应用路径, 探讨大数据技术凭借数据整合、智能分析、精准预警等特点来提高监测监控的效能和价值, 以期为促进煤矿安全监测监控系统智能化发展提供参考。

关键词 大数据技术; 煤矿安全; 监测监控系统; 智能分析

中图分类号: TP3; TD7

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.05.008

0 引言

煤矿生产环境的复杂性、高危性, 决定了安全监测监控工作在煤矿生产全过程中的基础性、关键性地位。传统煤矿安全监测监控系统可以完成基本数据的采集和传输, 但是在海量数据处理、风险精准预判、资源协同调度等几个方面存在明显的不足。随着大数据技术的飞速发展, 其海量数据存储、高速数据处理、多维度数据关联分析等核心优势, 给煤矿安全监测监控系统升级优化提供了一条全新的路径。大数据技术与煤矿安全监测监控系统深度融合, 可以冲破传统监测模式的数据壁垒, 实现对煤矿生产“人一机一环”全部要素的全方位、全时段智能监测, 促使安全管理由“被动应对”转向“主动预防”^[1]。本文主要研究大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的具体应用, 分析大数据技术应用的逻辑框架和实践路径, 全方位体现大数据技术对煤矿安全监测监控效能的提升价值, 助力煤矿行业实现高质量安全发展。

1 大数据技术支撑煤矿安全监测监控系统的应用基础

1.1 煤矿安全监测多源数据的采集与整合基础

大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的运用, 最基本的前提就是建立一个全域、高效的多源数据采集整合体系。煤矿生产场景中的监测数据来源广泛, 包含井下环境参数、设备运行状态、人员作业信息等

各个方面, 不同类型的数据在格式、传输方式、更新频率等方面存在明显的差别。大数据技术依靠布置的兼容多种协议的智能采集终端, 对瓦斯浓度、顶板位移、通风风量等环境数据, 设备振动、温度、电流等运行数据, 人员定位、作业轨迹、生理状态等人员数据实施实时采集。在此基础上, 利用大数据分布式存储和数据融合技术, 对多源异构数据进行标准化处理和系统化整合, 消除数据冗余、格式差异, 建立统一的煤矿安全监测大数据资源池, 为之后的数据深度分析和智能应用奠定坚实的数据基础^[2]。

1.2 大数据技术与监测监控系统的技术适配基础

大数据技术与煤矿安全监测监控系统相融合, 创建契合煤矿生产场景的技术支撑体系。大数据技术与5G、工业以太网这些高速传输技术相结合, 可以实现监测数据的低延迟、高可靠传输, 保证井下复杂环境下的数据传输稳定性以及实时性。在数据处理方面, 依靠大数据并行计算框架, 可以对大量的监测数据实施快速运算和深入挖掘, 冲破传统监测系统数据处理能力的束缚, 实现对数据价值的有效提取^[3]。从技术协同角度来讲, 大数据技术与人工智能、物联网、数字孪生等技术存在协同联动关系, 依靠人工智能算法改善数据分析的智能化程度, 借助物联网实现监测终端的全域互联, 依靠数字孪生技术创建煤矿生产场景的虚拟映射, 全方位加强监测监控系统的感知、分析、决策能力, 实现技术优势的互补与叠加。

作者简介: 门雷鸣 (1986-), 男, 本科, 助理工程师, 研究方向: 煤矿安全。

1.3 煤矿安全监测大数据的治理体系基础

大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的有效应用,需要科学完善的数据治理体系来保证。数据治理体系包括数据质量控制、数据安全保证、数据全生命周期管理等主要环节。在数据质量控制方面,利用大数据清洗、去重、补全技术,去除无效数据和异常数据,保证监测数据的准确性、完整性、一致性^[4]。就数据安全保障来说,按照煤矿安全监测数据的敏感程度和重要性采用数据加密、访问控制、安全审计等技术手段来构建从数据采集、传输、存储到应用的全流程安全防护体系,防止数据泄露、篡改、滥用。在数据全生命周期管理上,创建数据分类分级管理机制,确定各类数据的存储期限、使用权限和销毁程序,对监测数据实行规范化、精细化的管理,给大数据技术的持续应用提供安全、可靠的数据环境。

2 大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的应用

2.1 基于大数据的煤矿井下环境安全智能监测

大数据技术在煤矿井下环境安全监测中的应用,实现了对环境风险的精准预判和动态控制。通过对井下各个区域环境监测数据进行整合,采用大数据关联分析和趋势预测算法来挖掘环境参数之间潜在的联系,准确找到环境风险演变的规律^[5]。对瓦斯浓度、通风风量、温度、湿度等各方面数据进行综合分析,可以实时判断瓦斯积聚的风险等级,提前预判瓦斯浓度异常升高的趋势,结合地质构造数据优化通风系统调控方案,实现对瓦斯风险的主动防控。根据顶板坍塌、水害等地质灾害风险,将顶板位移、应力变化、水文地质等监测数据整合起来,利用大数据机器学习算法建立风险预测模型,可以准确识别地质灾害的早期征兆,及时发出预警信号,给灾害防控和人员撤离争取足够的时间,全方位提高井下环境安全监测的智能化水平。

2.2 基于大数据的煤矿生产设备智能运维监测

大数据技术为煤矿生产设备的智能运维监测提供了一条全新的路径,把设备运维从“计划检修”转变为“预测性维护”。通过实时采集煤矿生产设备的电机转速、轴承温度、振动频率、能耗参数等运行数据,应用大数据技术对设备运行状态做全方位的分析评价,准确找到设备运行异常特征以及潜在故障。利用大数据构建设备全生命周期健康管理模型,根据历史运行数据、故障数据预测设备的剩余使用寿命以及可能出现的故障类型,提前制定有针对性的维护计划,防止由于设备突发故障造成生产停滞和安全隐患。同时,

利用大数据分析设备运行参数与生产效率的关系,优化设备运行参数,提高设备运行的稳定性、经济性,实现设备运维的智能化、精准化管理,为煤矿生产连续安全运行提供保障。

2.3 基于大数据的煤矿作业人员安全精准管控

大数据技术在煤矿作业人员安全管控中实现了对人员作业状态的全面、精准的监测。利用人员定位数据、作业轨迹数据、生理状态数据等众多信息,结合大数据技术创建人员安全管控模型,可实时掌握到工作人员的位置信息、作业范围以及作业进度,并可即时发现工作人员进入危险区、违规作业等安全隐患,及时地发出预警。针对井下作业人员的生理状况监测,对心率、血氧饱和度等生理参数的变化趋势进行大数据分析,可以预知人员疲劳状态及健康风险,及时提醒人员休息,防止因疲劳作业而发生安全事故。大数据对人员作业数据进行积累和分析,可以优化作业人员的排班方案和作业流程,提高人员作业的安全性、效率,形成人员、环境、设备三者相互配合的安全生产控制体系。

3 大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的实现路径

3.1 煤矿安全监测大数据平台的构建路径

平台构建要按照数据汇聚、数据处理、智能应用、服务输出的核心逻辑,采用分层架构设计,分为数据采集层、数据存储层、数据处理层、应用服务层^[6]。数据采集层负责多源监测数据的实时捕获和传输;数据存储层用分布式存储技术,实现海量监测数据的安全存储和高效访问;数据处理层利用大数据计算框架和智能算法完成数据的清洗、整合、分析、挖掘;应用服务层根据环境监测、设备运维、人员管控等核心需求提供风险预警、决策支持、报表统计等个性化服务。平台创建时要重视与已有的监测监控系统之间的兼容性以及扩展性,使得数据资源可以实现相互沟通,各个功能模块也能够得到灵活的扩充,从而保证平台能够满足煤矿生产不断变化的需求。

3.2 大数据驱动的煤矿安全风险智能预警路径

创建大数据驱动的安全风险智能预警体系,是改善煤矿安全监测监控效能的重要途径。该路径依靠大量的监测数据,创建多维度的风险预警模型,从而实现对各种安全风险的准确识别并实施分级预警。首先,利用大数据技术对历史安全事故数据、监测数据、地质数据等进行挖掘,发现各类安全风险的特征指标及其变化规律,给预警模型的创建提供数据支持。其

次,利用机器学习、深度学习等智能算法来建立多维、多层次的风险预警模型,从而实现对瓦斯、顶板、水害等各种风险的实时监测和准确预测。最后,建立分级预警响应机制,按照风险等级的不同自动触发相应的预警信号和处置方案,利用终端设备、广播系统等多种渠道及时推送预警信息,保证相关人员可以迅速响应、有效处置,实现安全风险闭环管控。

3.3 大数据赋能的煤矿安全监测协同联动路径

大数据技术赋能的协同联动路径,就是打破煤矿安全监测各个环节、各个系统之间的信息壁垒,实现监测监控的全域协同。借助大数据技术整合煤矿生产各个环节的监测数据和管理数据,创建跨部门、跨系统的数据共享机制,从而实现安全管理、生产调度、设备运维等各个部门之间的信息交流以及协同联动。当监测系统发现瓦斯浓度异常时,大数据平台会立即把预警信息发送给生产调度部门和通风管理部门,调度部门可以及时调整生产计划,通风部门也可以快速地改善通风方案,从而实现各部门之间的协同处理。同时,大数据技术可以实现煤矿安全监测监控系统与应急管理系统、监管平台的协同联动,保证安全风险信息可以迅速上报、共享,提高应急处置的效率和科学性,构建全域覆盖、协同高效的煤矿安全监测监控体系。

4 大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的应用价值体现

4.1 提升煤矿安全监测的精准性与前瞻性

大数据技术的应用使煤矿安全监测的精确性和前瞻性得到明显提高,突破了传统监测模式重采集轻分析的局限。通过多源数据关联分析以及智能挖掘,可以精准识别出安全风险的核心诱因和演变趋势,从而实现安全隐患的早期发现与精准定位^[7]。相比传统的监测模式依靠单一数据来做出判断,大数据技术可以整合多种数据,从各个方面考虑影响安全的各种因素,大大提高了风险判断的准确性。

4.2 优化煤矿安全管理的模式与效能

大数据技术推动煤矿安全管理模式由“经验驱动”向“数据驱动”转型,大大提高了安全管理的效能。大数据平台的数据分析和输出可以为安全管理决策提供客观、精确的数据支撑,避免传统管理决策依靠个人经验而造成的主观性和局限性。同时,大数据技术使安全管理工作更加精细化、智能化,通过全方位监测人员、设备、环境,精准控制,优化管理流程,

提高管理效率。通过大数据设备预测性维护可以大大降低设备维修费用、减少故障停机时间;利用大数据对人员进行精准控制可以规范作业行为,提高人员作业的安全性。数据驱动的管理模式,可以全面提升煤矿安全管理的科学化、规范化水平。

4.3 筑牢煤矿安全生产的长效保障体系

大数据技术的深度应用为构建煤矿安全生产长效保障体系提供了核心支撑。利用大数据技术对煤矿生产全流程、全要素进行实时监测和智能控制,构建监测、分析、预警、处置、复盘的全闭环安全管理链条,形成持续改进的安全管理机制。同时,大数据技术积累起来的海量监测数据和管理数据,可以给煤矿安全管理的优化升级提供宝贵的经验支撑,通过对数据的不断挖掘和分析,不断完善安全风险预警模型和管控方案,提高安全管理的适应性、有效性。以大数据技术为依托的长效保障体系,可以给煤矿安全生产提供持续、稳定的科技支持,促使煤矿行业实现安全、高效、可持续发展。

5 结束语

大数据技术在煤矿安全监测监控系统中的应用,是煤矿行业智能化转型的重要方向,其最大的价值是对数据进行深入挖掘、智能利用,将煤矿安全监测从被动应对转向主动预防。从多源数据的采集整合到技术体系的适配构建,从环境、设备、人员多维度的应用落地到平台构建、智能预警、协同联动的路径实现,大数据技术正在全方位地重塑煤矿安全监测监控的模式和效能。

参考文献:

- [1] 孔磊,王凯,李海雄.大数据在煤矿安全监测监控系统中的应用研究[J].煤炭新视界,2025(02):16-18.
- [2] 李伟.数据挖掘在煤矿安全监测监控系统中的应用[J].陕西煤炭,2020,39(S2):209-213.
- [3] 贾兴会.煤矿安全监测监控系统难点与对策应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2025(21):103-105.
- [4] 高留刚.煤矿安全监测监控系统的设计与实现[J].内蒙古煤炭经济,2025(08):79-81.
- [5] 翟庆龙,代存海.基于物联网的煤矿安全监控系统研究[J].山东煤炭科技,2025,43(04):184-188.
- [6] 尹强.煤矿安全监测监控系统难点与对策应用研究[J].能源与节能,2025(01):279-283.
- [7] 贾林杰.数字化煤矿安全监测监控系统的应用分析[J].西部探矿工程,2024,36(11):122-124.