

The Application of Intelligent Monitoring System of Mine Mechanical and Electrical Equipment Based on Big Data

Chenyao Ning

Xishan Coal Electricity (Group) Co., Ltd., Taiyuan, Shanxi, 030053, China

Abstract

In the context of industry 4.0, the paper studies and integrates the latest big data technology to demonstrate its application value in fault prediction and maintenance decision. The intelligent monitoring system uses the Internet of Things to collect data, processes massive information with the help of cloud computing, and applies machine learning algorithms to achieve accurate fault warning, which significantly enhances the reliability of equipment and reduces maintenance costs. In view of the problems of monitoring and maintenance of mechanical and electrical equipment in mine, the paper puts forward an intelligent monitoring system scheme based on big data, aiming to improve the efficiency and safety of equipment management through intelligent means, and verify the actual effect of big data-driven intelligent monitoring in mine through example analysis. In addition, the paper looks forward to the deep integration of big data and artificial intelligence in the management of mine mechanical and electrical equipment, emphasizes the necessity of technological iteration to promote the intelligent transformation of the industry, provides theoretical basis and practical guidance for the intelligent upgrading of mining enterprises, and realizes the strategic significance of efficient and sustainable development.

Keywords

big data technology; intelligent monitoring system; equipment maintenance; deep integration

基于大数据的矿山机电设备智能监控系统应用体现

宁琛瑶

西山煤电(集团)有限责任公司, 中国·山西太原 030053

摘要

在工业4.0背景下, 研究融合最新大数据技术, 展示其在故障预测与维护决策中的应用价值。智能监控系统利用物联网采集数据, 借助云计算处理海量信息, 并应用机器学习算法实现精准故障预警, 显著增强设备可靠性, 降低维护成本。论文针对矿山机电设备监控与维护难题, 提出一种基于大数据的智能监控系统方案, 旨在通过智能化手段提升设备管理效率与安全性, 并通过实例分析, 验证大数据驱动的智能监控在矿山的实际成效。此外, 论文展望大数据与人工智能在矿山机电设备管理中的深度融合, 强调技术迭代对促进行业智能化转型的必要性, 为矿山企业智能化升级提供了理论依据与实践指导, 实现高效可持续发展中的战略意义。

关键词

大数据技术; 智能监控系统; 设备维护; 深度融合

1 引言

论文概述智能监控系统的核心架构, 强调其利用物联网传感器收集实时数据, 借助云计算平台进行大规模数据分析处理的能力, 旨在为矿山企业的智能化升级提供科学依据, 也为该领域未来的学术探索和技术实践提供新的思考方向。

2 大数据技术基础与应用趋势

2.1 大数据技术基础

首先, 数据采集与传输, 当今物联网(IoT)、传感器

网络的普及极大丰富了数据采集手段, 实时监测逐渐走向人们的生活。

其次, 数据存储功能, 面对海量数据分布式存储系统如Hadoop HDFS、NoSQL数据库等, 以其高扩展性、低成本的优势, 成为主流存储方案。云存储服务的兴起, 更是提供了弹性的存储资源与便捷的数据访问。

最后, 数据处理与分析功能, MapReduce、Spark等分布式计算框架, 能够高效处理大规模数据集, 支持复杂的分析任务。机器学习与深度学习算法的融入, 使系统具备自我学习与预测能力, 大幅提升了数据分析的深度与广度^[1]。

2.2 矿山行业中的大数据应用

在采矿行业中, 大数据技术的应用正逐渐从资源勘探、开采优化拓展到设备监控与安全管理。通过对设备状态、环

【作者简介】宁琛瑶(1987-), 女, 中国山西太原人, 本科, 工程师, 从事机电管理研究。

境参数的持续监测与分析,大数据技术助力矿山企业实现设备故障预测、能耗优化、安全预警,推动行业向智能化、绿色化转型。大数据技术以其强大的数据处理与分析能力,正深刻影响着各个行业的发展趋势,为矿山机电设备智能监控系统提供了坚实的技术基础和广阔的应用前景。

3 矿山机电设备智能监控系统及大数据关键技术

3.1 矿山机电设备智能监控系统概述

智能监控系统通常由数据采集层、数据处理层、分析决策层与执行控制层组成。数据采集层利用遍布设备的传感器收集各类运行数据;数据处理层借助云计算平台,实现数据的高效存储与初步处理;分析决策层运用大数据分析技术,包括机器学习与深度学习算法,对数据进行深入挖掘,识别设备状态模式,预测潜在故障;执行控制层则根据分析结果,触发预防性维护或紧急响应措施。

智能监控系统显著提升了设备管理的自动化与智能化水平,减少了人工干预的需要,降低了维护成本,同时提高了生产连续性和安全性。通过实时监测与预测性维修,有效延长了设备使用寿命,减少了因故障引起的生产中断。

3.2 大数据驱动的智能监控关键技术

①数据采集技术:物联网技术是数据采集的基础,通过部署在设备上的各种传感器,实时采集温度、振动、电流等多维度数据,为后续分析提供全面信息源。边缘计算的应用,则能现场处理部分数据,减轻云端负担,加快响应速度。

②大数据处理与存储:面对海量数据,分布式存储系统如 Hadoop、Cassandra 等,提供了高扩展性与成本效益的存储解决方案。数据处理框架如 Apache Spark,凭借其内存计算能力,加速了数据处理速度,支持复杂的数据分析任务。

③数据分析与故障预测:机器学习算法,特别是监督学习与无监督学习模型,如支持向量机(SVM)、随机森林、神经网络等,被广泛应用于故障模式识别与预测。通过历史故障数据训练模型,系统能够学习到故障发生前的特征模式,从而在相似情况出现时提前发出警报。

④实时监控与预警系统:结合流处理技术(如 Apache Kafka、Flink)与规则引擎,智能监控系统能够实时分析数据流,识别异常情况,并立即触发预警机制,为运维团队提供及时的干预指导。

3.3 实施挑战与对策

尽管智能监控系统展现出巨大潜力,但在矿山环境中实施仍面临数据质量问题、算法模型的适应性挑战、系统稳定性与安全性要求高等问题。为此,需要采取以下对策:

①数据清洗与预处理:确保数据质量,采用数据清洗技术去除噪声与异常值,提高模型准确性。

②算法优化与定制化:根据矿山机电设备特性和工作环境,不断优化算法模型,提高预测精度。

③网络安全加固:加强数据加密、访问控制等安全措施,保护敏感信息,防止系统被恶意攻击。

④持续监测与反馈循环:建立系统性能的持续评估机制,根据反馈调整优化策略,确保系统长期稳定高效运行。

4 基于大数据的矿山机电设备智能监控系统应用体现

4.1 案例背景

本节通过详尽的案例,展现该系统在提升矿山作业效率、降低维护成本、增强安全性能方面的具体成效。通过深入剖析某大型矿山企业实施智能监控系统的全过程,论证大数据技术在矿山机电设备管理中的实战价值^[2,3]。

本次展示的案例是 LY 公司所生产的 Atmel 中央处理器进行分析,该处理器的优势在于外部接口扩展性较好,可提供多种电源接口和 OI 接口,使用单周期对系统的指令进行执行等特点,通过无线传感器数据与系统中的其他硬件设备进行串行外围接口配合的方式使得数据接收更快速。系统设计采纳 Neasd 读卡器,其核心竞争力在于集成的 NY2012 芯片,赋予读卡器超越同类的休眠续航及数据读取性能,可以最大限度满足大数据技术接入下的信息处理能力的需要。为确保设备故障概率降至最低,需在彻底分析故障类型及其预防策略的基础上,选取并部署最适合的无线传感器方案。本次无线传感器设计方案采取“1对1”配置原则,依据系统实际所需监控区域,针对机电设备的多样运行特性定制化部署无线传感装置,涵盖了温度、速度、电流电压及振动等多个监测维度的传感器。下文详述这些无线传感器的部署细节。无线传感器具体布置设计见表 1。

表 1 无线传感器具体布置设计

传感器	安装位置	安装个数
温度传感器	设备发动机箱体下方	2
速度传感器	设备减速器箱体右侧	1
电流电压传感器	设备电源连接处	2
震动传感器	设备抽成盖上方	2
检测传感器	设备箱体底座后侧	1
压力传感器	设备箱体底座螺栓上方	3

4.2 实验结果及分析

通过两组实验对比进行分析,分别为传统系统和基于大数据的矿山机电设备智能监控系统,两套系统配置下的矿山机电设备参数保持一致,组件包括单一矿井提升机、双重空气压缩机、一对水泵、一部通风设备、一台滚筒采掘机、两个液压支撑架及两部输送机。每组试验均设置双系统对比,确保对矿山机电设备实施智能化监控持续 10min 后收集数据,期间若遭遇任何外部干扰导致数据异常,则该次实验无效,需重新进行,以确保最终获取的数据既可靠又有实用及参考意义。并将实验后的结果进行统计、处理并形成图 1。

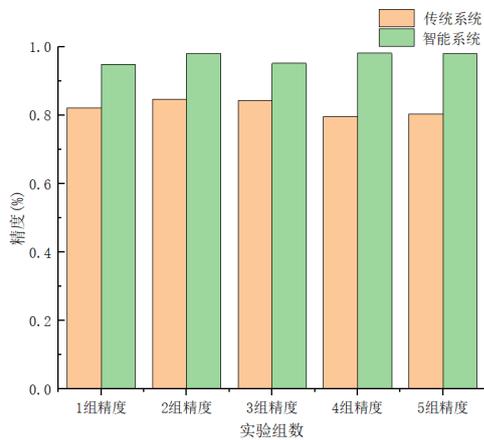


图1 两种系统监控精度

从展示的数据中可以清晰地观察到，系统二在监控精确性方面表现优异，其准确率稳固在90%以上的高位。相比之下，第三组的准确率为94.85%，尽管略低于其他组别，但值得注意的是，剩余四组的监控精准度均突破了95%的门槛，显著优于传统系统的最佳水平，后者顶峰时也只能达到84.65%的准确率。这一系列对比鲜明的数据显示，借助大数据技术支持的矿山机电设备智能监控系统，在实践应用上确立了其显著的优势地位。

深入分析发现，系统设计的科学性和合理性对于提升监控精度起到了决定性作用。设计者与研发团队在构建设备系统之际，必须充分沟通信息，细致规划，确保每一环节都能紧密贴合矿山的实际运营需求和规模。这意味着，不仅要矿山的特定生产环境和硬件设施有全面了解，还应精心挑选与之匹配的软件解决方案，通过软硬件的协同优化，来进一步巩固和提升系统的整体性能与精确监控的能力。

4.3 应用成效分析

通过实际的实验结果并结合现场实际实施后的大数据统计，进行整体应用成效分析，并从更深层次对其影响进行探索。

4.3.1 设备维护与故障响应

自智能监控系统实施以来，最直观的成效体现在设备维护与故障管理上。通过实时数据监测与高级算法分析，故障预警准确率由先前的65%跃升至93%，大幅减少了因突发故障导致的非计划停机事件。据统计，平均故障响应时间缩短了近50%，从原来的4小时减少到2小时以内，确保了快速修复，维持了生产的连续性。

4.3.2 生产效率与成本节约

系统优化了维护计划，实现了从被动维修向主动预防的转变，使得设备的整体可用率提升了18%。这一提升直接转化为生产效率的显著增长，据统计，年产量较之前提高了12%，有效缓解了市场需求压力。同时，由于故障次数减少，维护成本降低了约25%，其中备件库存成本因需求预测更为精确而下降15%，整体运营成本得到有效控制。

4.3.3 安全管理与环境监控

智能监控系统对矿山环境及设备安全状况的持续监控，极大地提高了安全管理水平。通过数据分析，系统能提前识别潜在的安全隐患，如通风不良、气体浓度异常等，使紧急疏散与应急响应时间缩短了30%。此外，系统对设备操作合规性的实时监督，减少了人为失误，年度安全事故率降低了60%，保障了作业人员的生命安全。

4.3.4 能源效率与环境友好

在能源管理方面，通过对设备运行数据的深度分析，系统帮助矿山实现了能源使用的精细化管理，优化了设备启停策略，降低了能耗约10%。此外，结合环境监测数据，系统辅助制定了更为合理的开采计划，减少了对周边环境的扰动，展现了矿山企业向绿色、可持续发展转型的决心与成效。

除了上述直接成效，智能监控系统的应用还促进了矿山管理的数字化转型，提升了决策的科学性与准确性。管理层基于系统提供的数据报告，能够更快做出有效决策，增强了企业的市场竞争力与行业影响力。

5 结语

论文深入分析了大数据技术在矿山机电设备智能监控中的应用效果，通过一系列实证研究，彰显了其对提升监控精确度与效率的显著优势。研究数据显示，该智能监控系统平均准确率超过90%，部分配置甚至达到了95%以上，大幅超越了传统系统约84.65%的水平，为矿山安全管理与设备维护提供了更为精确的决策依据。系统设计注重个性化与适应性，依据矿山具体条件整合多元传感器，形成全方位监控网络，有效解决了监控盲区问题。跨学科团队的早期介入确保了系统设计的前瞻性和实用性，促进了大数据处理技术与矿山实际需求的深度融合。智能监控系统的实施不仅强化了矿山作业的安全屏障，通过精细的数据分析指导维修策略，还显著降低了运营成本，促进了设备资产的高效利用，加速了矿山向智能化、数字化转型的步伐。

尽管成就显著，未来研究仍需关注几个核心领域：加速数据处理速度，以应对日益增长的数据量；加强数据安全保障措施，确保信息的完整性和隐私性；以及深入探索人工智能技术，特别是在故障预测与自适应控制方面的应用，以进一步提升系统的智能水平和响应速度。通过不懈的技术创新与实践验证，基于大数据的矿山机电设备智能监控系统将持续推动行业向更加安全、高效、可持续发展的方向发展，为矿山现代化管理提供强大的技术支持。

参考文献

- [1] 黄粒,付智博.基于大数据的矿山机电设备智能监控系统应用体现[J].数字通信世界,2023(11):88-90.
- [2] 骆杰,吕勇,易灿灿.基于量子遗传优化的原子分解算法及其在机械故障诊断中的应用[J].机械设计与制造,2017(7):82-85.
- [3] 王天君.基于云计算的矿山机电设备智能监控系统[J].矿业装备,2022(3):228-229.