 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i5.5674

The Application of Internet of Things Technology in Coal Mine Information Management

Hui Yang

Shaanxi Huadian Yuheng Coal and Electricity Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

The Internet of Things is to realize the effective connection between the Internet and goods, and complete information exchange and transmission with the help of information sensing equipment. Based on IoT technology, it can perform intelligent recognition and positioning, as well as dynamic tracking and management. The rise of the Internet of Things not only changes the way things are processed in the past, but also lays a solid foundation for the application and popularization of information technology. Coal mining is the core part of China's energy strategy. Reasonable application of IoT technology can improve the quality and effectiveness of coal mine information management, and provide strong basis for the production and development of coal mining. In this context, this article analyzes the Internet of Things technology and explores its application in coal mine information management.

Keywords

Internet of Things; Technology application; Coal mining production; information management

物联网技术在煤矿信息管理中的应用

杨慧

陕西华电榆横煤电有限责任公司，中国 · 陕西 榆林 719000

摘　要

物联网是借助信息传感设备，实现互联网和物品的有效连接，并完成信息交换和传递。基于物联网技术，既能进行智能识别和定位，又能完成动态跟踪与管理等工作。物联网的兴起不仅改变了以往事物的处理方法，还为信息技术的应用、普及奠定坚实的基础。煤炭开采是我国能源战略的核心部位，合理应用物联网技术开展工作，能够提高煤矿信息管理的质量、有效性，还能为煤矿开采的生产与发展提供有力的依据。在此背景下，本文围绕物联网技术进行分析，对该技术在煤矿信息管理中的应用进行探讨。

关键词

物联网；技术应用；煤矿生产；信息管理

1 引言

伴随社会的发展，煤矿行业面临安全生产压力大、管理效率低等问题，以往采用的管理方法过于依赖人工巡检、分散式数据采集，存在信息滞后、隐患预警能力不足等问题。而互联网技术的引入，为煤矿信息化提供了依据、路径。如，部署传感器网络实时监测瓦斯浓度、温湿度以及设备运行状态等参数，依据无线通信技术同步数据，将其上传到中央管理平台，动态监控并智能预警井下环境。又或者为矿工提供智能定位设备，实时追踪矿工的位置，能够预防人员误入危险区域；借助设备振动传感器，提前识别机械故障，也能减少停机风险。由此可见，物联网技术在煤矿信息管理中的应用至关重要，能够提高煤矿安全管理效能，推动煤矿行业持续、健康的发展。

【作者简介】杨慧（1987–），男，中国江西南昌人，本科，助理工程师，从事煤矿信息研究。

2 物联网技术概述

物联网技术体系主要涉及感知层、网络层、应用层，具有智能协同、数据驱动等特点。首先，感知层主要安装传感器、摄像头等终端设备，可以实时采集物理环境数据，如设备振动频率、井下温湿度与瓦斯浓度等，并将采集到的数据转化为数字信号。其次，网络层主要利用无线通信技术、有线传输网络来提高数据传输的有效性、低延时性。如，在相对复杂的矿井环境中，借助多模融合组网有效解决信号覆盖盲区问题，精准定位井下人员，将人员、设备等信息实时传输到地面控制中心。最后，应用层即利用云计算、边缘计算、人工智能算法等有机整合海量数据，从而驱动智能决策。

针对物联网技术，其具有实时性、智能化、异构设备协同等特点。实践操作中，密集部署传感器节点，全场景、全时段采集数据信息，通常井下每间隔 10 秒更新一次环境

参数，很好突破了人工巡检的时间、空间等限制。应用 AI 算法，还能自主分析数据并进行响应，如设备故障诊断系统会自动触发停机指令，同步推送维修方案。另外，物联网技术还支持不同协议、品牌的终端设备相互联通，有利于构建系统、统一的管理平台。

3 以物联网技术为基础的煤矿信息管理系统

煤矿生产中，基于物联网技术构建信息管理系统，能够推动煤矿信息管理工作顺利、高效的开展。该系统主要涉及上述提到的三个层面，分别感知层、网络层、应用层，具体见图 1。

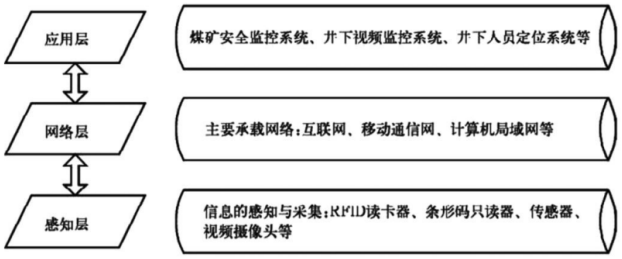

图 1 以互联网技术为基础的煤矿信息管理系统架构图

结合图 1，管理系统涉及三个层次，分别感知层、网络层和应用层。其中，感知层部署诸多设备，主要用于采集各类信息，而不同的设备在采集到数据后会第一时间将数据信息上传到计算机控制中心，再基于诸多通信模块，有效实现数据的采集与检测。

网络层承载着各种网络，如计算机局域网、互联网等。有机整合先进技术，能够实时传递（交互）数据，确保数据信息可以精准、高效的传递 [1]。

应用层是管理系统的核心，往往用来分析并处理数据，基于各类设备的运行情况、人员行动，可以智能控制并调配各方力量，确保煤矿生产以及信息管理工作顺利、高效的进行。

从功能角度分析，管理系统的感知层主要部署传感类设备，在井口、井下等区域安装各类设备，基于传感器 / 视频监控来采集并传递数据，形成一个系统、完整的接入网络，可以实时接入并传输设备采集到的信息。至于网络层，作为网络的主要载体，包含各级监控网络中心，通过采用分级监管与响应模式，可以构建一套系统的煤矿物联网架构，通过覆盖煤矿生产的各项数据专线，能够保证数据的完整性、有效性。应用层则是发挥监控作用，确保煤矿安全生产，利用各类视频监控、人员定位等，能够顺利、定向地完成煤矿作业。

4 物联网技术在煤矿信息管理中的应用

4.1 采集并监测各类信息

具体应用中，基于物联网技术多维度采集数据并实时监测，有助于提高矿井生产的安全性与管理效率。环境监测工作中，依据井下作业情况合理部署高精度甲烷传感器，实时追踪瓦斯浓度，在其超过 1% 时，管理系统自动声光报警，同步联动通风设备，保证井下环境安全，为井底人员作业提供稳定、安全的环境。温湿度传感器通常每 1 分钟更新一次数据，再与粉尘监测装置有机联动，能够实时监测并反馈 PM2.5 浓度，若其浓度在 500 毫升 / 立方米以上，智能喷雾系统第一时间启动并进行降尘处理 [2]。针对设备管理，将振动传感器安装在采煤机、输送带等设备上，能够以每秒千次的频率来采集轴承振动数据，再依据 AI 算法预测潜在的故障问题，可以提前预警设备异常，通常能提前 8~9 个小时，设备的故障率也能大幅降低。

应用红外热像仪实时扫描电气设备的温度，在其表面温度达到 80 摄氏度及以上时，系统会将预警信息传送到控制中心，规避过热风险。在人员安全管理上，基于 UWB 高精度定位技术，为矿工提供智能手环，能够将定位误差（实时）降到 50 厘米以下，一旦人员靠近危险区域，手环自动震动提醒，还会下发撤离指令到调度中心。智能手环的应用，很大程度上保障了人员安全。

4.2 预警生产事故

就目前而言，我国针对煤矿事故的预测水平仍有提升与发展空间，在预测事故方面存在即时性不足、不够连贯等问题。并且事故预测过程中缺少对预警临界数据的考虑，大大影响了煤矿企业对数据资源的处理，其事故预警作用、价值难以发挥。随着云计算、大数据以及物联网等技术的发展、革新，上述问题得到很好的解决。首先，在物联网的支持下预警数据采集 / 传递不连贯得到有效的解决，数据采集 / 传递的实时性、连续性大幅提升，不仅能第一时间预警煤矿事故，还能依据情况有机预测发展趋势。其次，云计算与物联网技术的普及使得人们突破了信息存储、成本高等局限。基于物联网技术，预警机制的启动环境更加优良，临界变量阈值不断完善。然而，在设定阈值的过程中还要考虑诸多因素。比如，依据情况合理测算井下有毒 / 害气体的含量；全面、精准地监控各类设备的运行情况；注重对煤矿生产的监测；以矿工为核心，监督并管理施工作业情况，如检查人员是否出现违章操作或擅自离岗，提高预警的精准性、及时性。

4.3 定位并识别人员身份

煤矿信息管理中，物联网技术基于高精度定位及智能身份识别系统，大幅提高了井下人员的安全管理水平。从人员定位角度分析，利用超宽带技术、多模融合定位方案，要求矿工佩戴轻量化智能手环，手环内部配置 UWB 标签、加速度计以及陀螺仪，可以实时追踪人员位置及运动轨迹，其定位精度在 30 厘米内，精准识别人员是否进入危险区域（采空区、瓦斯聚集区）[3]。以某煤矿工程为例，通过采用物联网技术智能定位并识别人员身份，人员误入禁区的事件减少 56%，应急救援响应时间缩短到 2 分钟。

同时，身份识别系统有机整合生物特征、电子标签双

重验证，大幅提高了作业安全。如，利用智能矿帽有机集成指纹识别模块，入井作业前通过指纹扫描激活个人 ID，并同一时间绑定人员工种、健康档案等。在井下部分区域，设置 RFID 门禁，只有经授权的人员才能进入，一旦有人员违规闯入，系统会自动锁定闸机，将信息第一时间推送到调度中心。另外，利用智能手环实时监测矿工的生命体征，在其心率超过 120 次 / 分钟，或者血氧饱和度低于 90% 时，会自动触发声光报警，并将人员位置推送到调度中心，以便调度员调取区域监控，有机联动救援小组进行工作。

4.4 提升员工的职业素养

技能培训中，通过搭建虚拟现实培训平台，模拟井下复杂的作业场景，如设备故障、瓦斯突出等，让员工佩戴 VR 设备沉浸式演练应急操作流程，系统再实时记录员工动作（规范性）并生成评估报告 [4]。如，某煤矿引入 VR 顶板支护培训模块后，员工在支护作业环节的失误率降低 35%，事故处理的正确率提高 50%。基于物联网信息管理平台，有机整合岗位知识库与微课资源，员工可以利用智能终端随时随地地学习设备操作手册、安全规程，系统则能实时跟踪人员的学习进度，为其推送定制化试题。借助这一系统，员工理论考核的通过率大幅提高。

针对安全行为规范，智能手环可以实时监测人员操作是否合规，如果人员没有按照规定要求佩戴防护装备，或进入危险区域，手环第一时间震动提醒，并将信息推送到班组长的移动终端，这在很大程度上降低了人员的违规操作率。另外，利用系统联动分析设备状态监测数据、员工操作记录等，在设备异常时，如采煤机轴承温度异常，系统能自动调取近期操作日志，查找是否因人员操作不当而出现故障，并为其针对性推送操作规范视频教程，以便人员纠偏。

合理应用物联网系统，还能提高人员的团队协作素养。如，系统实时显示各岗位的作业进度、资源需求等，在设备如运输皮带运力不足时，调度中心第一时间协调邻近班组进行支援，并通过智能矿灯提示相关人员调整作业节奏。基于数据驱动的绩效管理体系，根据各项量化指标，如隐患排查数量、故障响应速度等来评估员工的表现，再生成员工个人的能力雷达图，酌情给出改进和提升建议，有助于帮助人员提升能力与素质。

4.5 合理调度煤矿资源

煤矿信息管理与煤矿生产中的设备 / 资源调度密切相关。经实践发现，企业要想提高煤矿生产的质量与综合效益，需要有机调度煤矿资源，合理分配内部及各部门的资源 [5]。伴随经济社会的飞速发展，物联网技术中的射频识别技术不断趋于成熟，充分发挥无线通信、集成标签封装等技术手段，可以提高煤矿信息管理的质量、水平，还能为各类设备 / 资源的有机调度提供保障。不仅如此，运输资源调度中，结合物联网定位系统实时追踪矿车位置、载重数据等，再依据井下交通热力图智能规划最优运输路径，能够减少空载率与拥堵情况。再基于物联网技术实时监测通风、排水等系统的能耗数据，基于 AI 模型进一步优化设备启停，能够节省更多的成本费用。

5 结语

总而言之，信息科技早已融入人类社会，覆盖生产、生活各个方面。不论哪一类技术的发展与应用，都会一定程度上带动管理与作业模式的优化、变革，而这一改变为我国煤矿行业的生产、管理带来诸多挑战。比如，物联网技术的应用帮助各煤矿企业构建有效、可行的信息管理系统，但对煤矿生产与经营提出了挑战，尤其是对物联网技术的经济性以及数据标准化等方面的挑战，均迫切推动着煤矿企业完善、改进信息管理模式。在此背景下，本文以物联网技术为切入点，综合分析基于该技术的煤矿信息管理系统，将该系统运用到日常生产作业中，有利于煤矿信息管理向着可视化、智能化方向发展。除此之外，日后研究中还应强化人员安全环境感知技术、终端设备等的研究，积极拓展、完善煤矿物联网技术，发挥技术的优势、作用全面提高煤矿采掘、运输、供电等的质量与效果。

参考文献

[1] 李杰,张宝鹏,王忠强. 物联网技术在煤矿信息管理中的应用[J]. 内蒙古煤炭经济,2023(12):172-174.

[2] 董文斌,张建宇,徐楚雯. RFID技术在矿用电缆信息管理中的应用[J]. 露天采矿技术,2022,37(1):42-45.

[3] 宋国栋. 煤矿排水泵故障诊断与预防性管理方法研究[J]. 自动化与仪表,2021,36(6):105-108.

[4] 韩文彬,薛彦平. 基于LoRa与UWB的复合全无线瓦斯抽采精准管控平台方案研究与应用[J]. 煤矿机械,2024,45(3):186-189.

[5] 王小雷,廖幸,于超. 基于GIS的矿山突发灾害逃生平台设计与实现[J]. 北京测绘,2020,34(7):934-938.