

# 新时期煤矿安全生产中对物联网技术的运用

张 航

(山东光安智能科技有限公司, 山东 济南 250000)

**摘要:** 煤矿行业具有高投入、高能耗、高污染等特点, 进入新时期后通过转变煤矿行业经济增长方式、产业转型升级, 从根本上推进了煤矿产业的高质量发展。当前, 正值我国现代化改革时期, 煤矿企业应在结合高质量建设与高水准运营目标的同时持续加强安全生产。本研究以此为出发点, 概述了物联网技术, 剖析了新时期煤矿安全生产中的物联网技术运用模式、关键技术, 并在此基础上对其相关运用进行了具体探讨。

**关键词:** 煤矿; 安全生产; 物联网

**中图分类号:** TP391

**文献标识码:** A

**DOI:** 10.12230/j.issn.2095-6657.2023.18.035

我国幅员辽阔, 但自然能源分布不均, 存在富煤少油的基本特征。在新一轮工业化改革浪潮期间, 煤矿企业结合高质量发展主题, 在技术赋能路径下普遍扩大了对新材料、新技术、新设备、新工艺的应用, 改变了局部生产内容, 提高了煤矿安全生产建设要求。经过近几年实施安全生产标准化建设, 一方面提高了安全管理水平, 为煤矿企业依托统一大市场参与全球同行业竞争奠定了坚实基础; 另一方面借助互联网加快改革, 为其提质增效提供了技术支撑。新时期, 此类企业应积极吸取前期改革经验, 进一步加强对物联网技术的配置, 为其实践赋能。

## 1 物联网概述

物联网 (Internet of Things, IoT) 是一种基于互联网与电信网等信息承载体的网络, 可通过网络接入对人-物、物-物进行泛在连接, 实现其互联互通。作为综合性技术, 涉及对各种装置与技术的配套应用, 具体包括: (1) 信息传感器; (2) 射频识别技术; (3) 红外感应器; (4) 全球定位系统; (5) 激光扫描器等。

该技术的核心是物-物、人-物之间的信息交互, 特征十分鲜明, 集中表现在整体感知、可靠传输、智能处理三大方面。尤其在信息处理方面, 具有获取信息→传送信息→处理信息→施效信息的功用, 有利于围绕信息的流动过程实现系统性的信息采集与关联分析, 为其实践提供科学依据。目前, 经过近几年的物联网建设, 我国在农业、工业、物流、安保、环境、交通、医疗、电力等领域, 扩大了对该技术研发及推广应用, 产生了较好的效果, 有利于推动新时期产业升级与高质量发展等<sup>[1]</sup>。

## 2 新时期煤矿安全生产中的物联网技术运用模式

### 2.1 运用背景

从笔者对煤矿安全生产相关资料的自主学习、同行研讨及管理经验看, 一方面新时期煤矿行业的经济增长方式已发生变化, 预期从传统时期的外延式、粗放型、低质量经济增长方式转变为内涵式、集约型、高质量经济增长方式; 另一方面通过对中国式现代化理论的运用, 煤矿企业加强了对数字化、生态化、产业化相关资源的整合, 旨在通过数字化技术推动生态产业化、产业生态化转型。

### 2.2 运用现状

由于安全生产是实现上述目标的必要条件, 因而新时期煤矿企业在生产中普遍提高了对安全管理的重视程度, 不仅设置了本质性安全管理目标, 还引入了双重预防机制, 实现了对煤矿生产风险分级管控和隐患排查治理, 整体上提高了安全管理水平。同时, 煤矿企业结合生态文明思想、“双碳”目标、产业升级需求等, 扩展了安全生产相关内容, 强化了环境管理。另外, 此类企业在技术赋能路径下借助技术要素主导的资源配置方案, 通过配置物联网技术建立了适用范围更广的现代信息安全管理系统, 形成了线上加线下混合管理模式<sup>[2]</sup>。

### 2.3 运用模式

从新时期部分煤矿运用物联网技术的模式看, 表面上以线上加线下混合管理模式为主, 实质上依托于对感知层-传输层-应用层基本架构的运用。具体而言, 物联网技术兼具理论与技术双重属性, 煤矿企业在安全生产中运用该技术时, 把重点放在对人、机、材、技、法、环、钱、管等各项要素数据的采集→传输→存储→提取→分析→报表管理等方面, 并且能够借助监测、预警、识别、分析、处理等风险管理或故障诊断系统, 有效辅助安全管理人员, 及时发现潜在的风险并规避可能发生

的风险事件，从根本上斩断事故传导链等，如图 1 所示。

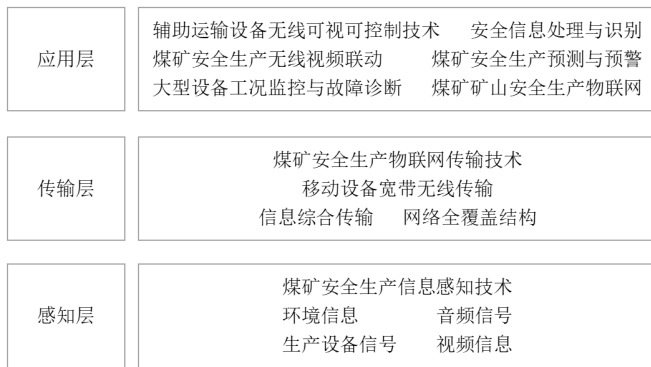


图 1 面向煤矿安全生产的物联网运用模式示意图

### 3 新时期煤矿安全生产中运用物联网的关键技术

目前，煤矿安全生产中对物联网的运用相对增多，所涉及的技术多达几十种。从以往的实践经验看，其中运用多、作用大、效用高、反馈良好的关键技术主要包括：(1) 对自动化装置和故障诊断技术；(2) 预测预警信息系统技术；(3) 煤矿分布式灾害感知技术。

#### 3.1 自动化装置和故障诊断技术

该技术在运用时，需要先提取采煤机、刮板输送机、液压支架及其他设备运行参数，并通过对相关数据的关联分析，实时调整三机运行参数，形成自适应的三机系统协调控制，进而确保其开展“无人化”管理。另外，煤矿企业一般会结合物联网理论，设置大型机电设备故障诊断系统、煤矿生产自动化子系统装备故障诊断系统等，通过线上远程控制方式与网络化运作，进行实时故障监测、预警、识别、诊断、分析、维保、处理等工作。

#### 3.2 预测预警信息系统技术

在现代煤矿安全生产工作中，对各类设备、仪器的使用日益增多，除常规的结构数据外，半结构数据、非结构数据增多，使用传统的数据采集与数据存储方式，已不能满足其要求。运用物联网技术后，可以选择其中的预测预警信息系统技术，在多源异构数据统一描述条件下，利用联动规则设计与数据库建设方式，创建适用于煤矿开采快速反应联动预警系统。例如，井下作业十分危险，通常面临氧含量不足、有毒有害气体浓度过大、地下涌水、顶板坍塌等风险，应用井下视频监控系統后，可以将地面数据管理平台 and 井下现场作业联动起来，在线上加线下混合管理模式下，可快速实现对矿井环境数据的采集、集成、历史数据关联分析等，并利用数据库的建成与二次开发利用，提高井下作业风险预测精准性并及时发出预警信息等<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 煤矿分布式灾害感知技术

煤矿所在区域受客观地质、水文、气象等条件限定，不排

除发生地质灾害、气象灾害等风险的可能，加上煤矿中的煤炭开采、存储、运输等流程较长，辅助环节较多，一旦发生灾害会对煤矿企业、作业人员造成严重危害，包括经济损失、人员伤亡等。在这种条件下，煤矿企业将物联网高精度定位技术、无线宽带技术、煤矿危险区域目标行为可视可控技术进行资源整合后，能够构建煤矿分布式灾害感知系统，并通过物联网设备对相关灾害数据的实时采集、传输，以及数据管理平台的分析处理，实现对相关灾害的预测预防等。

## 4 新时期煤矿安全生产中对物联网技术的具体运用

### 4.1 以监测预警信息系统为例

煤矿企业要想提高生产安全性，首先应结合物联网思想与技术构建监测预警信息系统。具体而言，目前煤矿企业已配置了工业摄像头、温湿度传感器、CO<sub>2</sub> 气体监测装置、瓦斯监测装置、手持数据采集设备等物联网设备，可以通过煤矿安全生产物联网系统，将监测预警信息配置到整个系统之中，借助对相关数据的采集、数据库建设，分析各种事故成因，并借助于专家系统中配置的安全评价技术，有效完成对煤矿安全事故的监测、预警及智能化诊断处理。

例如，在当前部分企业应用的系统中，主要包括煤矿安全生产物联网传输平台移动宽带无线模块，其中设置有如下子系统：(1) 煤矿生产的广播通信系统；(2) 煤矿工业以太环网；(3) 矿井无人传感网系统；(4) 矿井抢险救灾无线音视频传输系统。同时，在生产过程安全监控系统 and 联动模块中配置了如下子系统：(1) 悬臂式掘进机远程监控系统；(2) 皮带无线视频巡检系统；(3) 流媒体信息传输和监控系统；(4) 移动设备无线传输和监控系统。

另外，在辅助运输过程中人员和危险区域移动的无线模块中配置有三个子系统：(1) 井下人员定位和安全管理系統；(2) 危险区域移动目标检测和跟踪系统；(3) 斜巷绞车轨道运输综合监控系统。在上述三大模块中，按“大系统 + 小系统”建设各个子系统后，辅以煤矿预警联动信息软件平台和煤柱生产自动化装备故障诊断系统，既能够实现整体上的监测预警信息系统管理，也可以使整个煤矿生产监测预警落实到具体的作业当中<sup>[4]</sup>。

### 4.2 以人员安全环境感知系统为例

煤矿安全生产中，人员安全、环境感知始终是安全管理关注的对象。从当前的实践经验看，煤矿企业在人员定位方面，应配置具有监测功能的可穿戴设备或者安装相关定位跟踪仪器。这样，可以把工作人员所在区域与无人工作面、矿工周边环境等全方位监测起来，并通过定位、感知、信息采集等，及

时主动地对潜在风险进行广播预警。例如，工作人员进入综采工作面后，如果监测到工作人员进入危险区域，可以及时通过平台监测到的信息向工作人员发送广播预警信息，使其快速进入安全作业区。就当前物联网思想和技术的运用现状看，在人员安全环境感知系统完善期间，应将无线视频监控系统、无线视频巡检系统扩展到各类设备设施之中。以斜巷绞车为例，将视频监控系统扩展到其中后，隔爆监视器、防跑车 PLC 控制装置、气动道岔 PLC 装置、无线摄像机等物联网设备与作业人员配置的传感器等，均可以实时采集相关信息，并可通过 PLC 信号机、无线网络将其中信息实时上传到视频监控系统，数据管理平台的工作人员可以根据该系统生成的报表及相关提示信息，对其发送相关安全指令，确保其工作处于安全状态等，如图 2 所示。

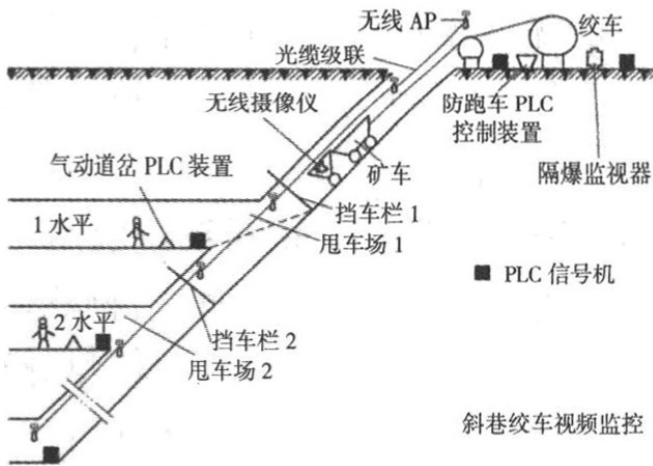


图 2 斜巷绞车无线视频监控系统构成示意图

#### 4.3 以装备健康感知和故障诊断为例

新时期由于各大煤矿安全生产标准化建设相对较好，在物联网技术与创新模式运用期间，普遍加强了物联网技术安全标准的规范建设。在这种前提下，建议此类企业进一步增加对自动化装备健康状态的感知，并协同故障诊断系统，确保井上与井下各级生产系统、辅助系统的安全运行。例如，在当前应用较多的三机协同控制系统中，将人机输入设备、显示设备、矿井自动化网络进行了关联，并且在“大平台 + 小系统”框架下，将其接入了协同控制软件平台，可以实现对采煤机监控系统数据、液压支架监控系统数据、刮板输送机监控系统数据的实时采集，并通过综合接入与控制装置，实时传输到协同控制软件平台，进而实现对此类设备健康状态的感知与对故障的监测及诊断分析，极大地提高了设备运行的效率性与安全性<sup>[5]</sup>。当其

中的任何一项设备发生短暂故障时，协同控制软件平台都能够根据自动诊断报告向其下达重启或恢复指令解决短暂故障，同时对永久性故障进行及时定位，并将相关信息共享给抢修部门，由其在第一时间完成故障排查治理等工作<sup>[6]</sup>。

#### 5 结语

总之，安全生产是煤矿企业产出综合效益、推动煤矿产业升级、从根本上改变煤矿行业经济增长方式的必要条件，此类企业应在新时期高质量发展之际，进一步结合技术赋能扩大对物联网技术的运用。结合上述分析可以看出，物联网技术内容丰富、特点鲜明，应用后可以满足扩大的煤矿安全生产管理需求。建议在当前阶段以感知层 - 传输层 - 应用层为基本架构的运用线上加线下混合管理模式下，一方面加强对其关键技术的分析，配置适配性较高的技术，另一方面结合煤矿监测预警、人员安全环境感知、自动化装置健康状态监测及故障诊断等实际需求，创建具体的管理系统，并在“大平台 + 小系统”框架下提高该技术的运用效果，全面提高煤矿企业的全要素生产率。

#### 参考文献：

- [1] 郝玉双. 2003-2021 年中国煤矿安全生产事故统计及研究热点分析[J]. 能源技术与管理, 2023, 48(01): 192-196.
- [2] 程德强, 钱建生, 郭星歌, 等. 煤矿安全生产视频 AI 识别关键技术研究综述[J]. 煤炭科学技术, 2023, 51(02): 349-365.
- [3] 赵炬, 吴佩利, 孟然. 物联网在煤矿中的应用现状及展望[J]. 陕西煤炭, 2023, 42(01): 139.
- [4] 胡善祥, 皮呈健. 煤矿生产技术管理特点及其安全管理措施分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023, 14(01): 112-114.
- [5] 李冰. 煤矿安全生产隐患排查治理分析[J]. 能源与节能, 2023, 9(04): 189-191.
- [6] 张彬. 浅析信息化在煤矿安全生产管理中的作用[J]. 矿业装备, 2023, 11(02): 76-77.

作者简介：张航（1988-），男，山东济南人，主要从事光纤传感技术及物联网大数据研究。