

基于物联网的煤矿智能化开采系统构建

朱士强 朱军伍

国电建投内蒙古能源有限公司察哈素煤矿

DOI:10.12238/etd.v5i6.10917

[摘要] 随着煤矿开采行业面临的安全隐患与资源枯竭等挑战日益加剧,基于物联网技术的智能化开采系统应运而生。本文首先探讨了物联网技术在煤矿开采中的应用价值,然后分析了煤矿智能化开采的安全监控、实时数据传输与决策、设备远程控制等需求。最后详细阐述了煤矿智能化开采系统的具体构建,包括系统架构设计、核心功能模块,以及系统集成与协同优化,旨在通过高效的智能管理手段,提高煤矿作业的安全性与生产效率。

[关键词] 物联网; 煤矿智能化开采系统; 构建

中图分类号: TD82 **文献标识码:** A

Construction of intelligent coal mine mining system based on the Internet of Things

Shiqiang Zhu Junwu Zhu

Chahasu Coal Mine of State Power Construction Investment Inner Mongolia Energy Co., Ltd.

[Abstract] With the increasing challenges faced by the safety risks and resource depletion in the coal mining industry, the intelligent mining system based on the Internet of Things technology has emerged at the historic moment. This paper first discusses the application value of Internet of Things technology in coal mining, data transmission and decision-making, and remote control of equipment in intelligent coal mining. Finally, the specific construction of the intelligent coal mine mining system is elaborated in detail, including the system architecture design, core function module, and system integration and collaborative optimization, aiming to improve the safety and production efficiency of coal mine operation through efficient intelligent management means.

[Key words] Internet of Things; coal mine intelligent mining system; construction

引言

煤矿开采作为重要的能源生产行业,面临着安全事故频发、环境污染严重等一系列问题。传统开采方式已难以满足现代社会对安全与效率的高要求,物联网技术的引入,为煤矿智能化开采提供了新的解决方案。通过将先进的传感器、通信技术及数据分析手段相结合,构建全面监控与管理的智能化系统,能够提升煤矿的安全性,优化生产效率。因此文章重点探究了基于物联网的煤矿智能化开采系统构建策略。

1 物联网技术在煤矿开采中的应用价值

物联网是通过各种传感设备,比如温湿度传感器、气体探测器、设备状态监测装置等,实现物理世界中事物的连接与互动。物联网技术依赖于无线传感器网络、射频识别、大数据分析云计算等先进技术,实现了信息的全方位感知、可靠传输和智能处理。随着信息技术的不断发展,物联网技术逐渐应用于各行各业,尤其在高风险的煤矿开采领域中。物联网的引入,极大地改变了传统开采方式,有助于提高生产效率与安全水平。物

联网技术能够将各类感知设备与矿井现场相连,实现数据的实时采集、传输、分析与控制,为煤矿的智能化开采提供坚实的技术基础^[1]。

物联网技术在煤矿开采中的应用,首先有助于提高安全性。煤矿作业环境复杂且伴随诸多潜在危险,比如瓦斯爆炸、透水等安全隐患。通过物联网技术的应用,能够实时监测矿井的气体浓度、地质变化等环境参数,一旦检测到异常情况,系统将自动发出预警信号,提前采取措施,防范事故发生。其次,有利于提升管理效率。物联网不仅能够实现对设备状态的实时监控与远程控制,还能通过数据分析技术优化生产流程。例如,井下设备的运行状态,可以实时传输至地面监控中心,管理人员能够通过平台远程调控设备,及时处理故障,避免现场操作的安全风险。最后,还能够节约人力成本。由于物联网技术的应用,大量人工监测与管理工作可以通过自动化系统替代,这不仅降低了人员配置的需求,也能减少人工失误的发生概率。

2 煤矿智能化开采的需求分析

煤矿作业环境复杂且风险系数高, 智能化开采成为解决这一问题的关键路径。智能化开采系统主要涉及下列三大需求:

(1) 安全监控需求。安全问题始终是煤矿作业的核心关注点。煤矿作业中, 存在瓦斯爆炸、透水、塌方等重大安全隐患, 这些风险的管理要求实时、精确的监控与预警。传统的人工巡检方式由于频率低、覆盖面不全, 无法及时应对突发危险, 而智能化系统的安全监控功能可以极大地改进这一点。基于物联网的安全监控系统, 可以通过各类传感器实时监测矿井内外的环境变化, 包括瓦斯浓度、粉尘含量、温湿度、地质结构变化等。一旦监测到异常, 系统会自动发出预警, 管理人员可以通过系统及时获取详细的环境参数, 采取应急处理措施, 防止事故扩大。

(2) 实时数据传输与决策需求。在煤矿开采中, 实时数据的传输和处理, 对安全监控和生产调度起着重要作用。煤矿开采环境变化快速, 数据量庞大且复杂, 传统信息传递方式无法满足及时性的要求。物联网技术的引入, 使得矿井中的数据能够实现自动、快速、稳定地传输, 确保管理者可以实时获取矿井作业数据。

(3) 设备远程控制与自动化需求。随着煤矿作业环境的复杂性和开采深度的增加, 现场人工操作面临着巨大的安全和效率挑战, 设备的远程控制和自动化操作需求日益凸显。物联网技术的应用, 使得煤矿设备能够通过网络实现远程操作与自动化运行, 既提高了生产效率, 又降低了现场操作人员的安全风险^[2]。

3 基于物联网的煤矿智能化开采系统具体构建

3.1 系统架构设计

煤矿智能化开采系统的架构设计, 需充分考虑煤矿复杂的作业环境及其对实时性、可靠性的高要求。该系统的设计主要分为感知层、网络层和应用层三个部分, 各层次共同协作, 构建起一个高效运作、智能化的开采平台, 支持全方位的开采监控和管理。

(1) 感知层。感知层是智能化开采系统的基础, 其核心任务是实时、精准地收集矿井内部各类环境和设备数据。为实现这一目标, 必须在矿井的关键位置部署各类传感器和采集设备, 包括气体浓度传感器、温湿度监测设备、粉尘检测装置、设备状态监测器等, 这些设备可以监控瓦斯浓度、温湿度变化、地质活动情况以及设备运行状态。传感器的合理部署与科学配置, 是保证数据采集准确性和全面性的关键。感知层设备通过无线传感器网络或其他通信方式, 将数据实时上传至网络层, 为后续的数据处理和决策提供基础信息支持^[3]。

(2) 网络层。网络层是数据传输的核心, 其主要任务是确保感知层采集到的数据能够稳定、迅速、无损地传输到应用层。为了实现这一目标, 煤矿智能化开采系统依赖于先进的物联网通信技术, 比如5G网络、无线传感器网络、低功耗广域网络等, 这些技术保证了矿井数据的实时、高效传输。网络安全保障也是网络层的重中之重。煤矿智能化系统在运行过程中, 会产生大量

敏感数据, 包括矿井设备状态、环境安全参数等, 任何信息泄露或数据传输的中断, 都会导致严重后果。因此在网络层设计中, 必须引入强有力的安全机制, 包括数据加密技术、身份认证机制、网络攻击防护措施等。

(3) 应用层。应用层是智能化开采系统中最为核心的部分, 负责对感知层传输的数据进行分析处理, 并提供决策支持。该层次的功能, 包括数据存储、数据分析、智能决策和可视化展示等。智能化开采平台的开发, 旨在构建一个集成的管理系统, 通过大数据分析和人工智能算法, 对矿井的各类数据进行深度挖掘。平台能够实时监控矿井作业的各个方面, 包括环境安全、设备运行状况、生产进度等。应用层还可以根据分析结果, 自动生成优化建议或报警提示, 帮助管理人员更好地掌控矿井的开采过程。平台还支持远程设备控制和作业流程自动化, 大大提高了开采的效率和安全性。

3.2 核心功能模块

煤矿智能化开采系统的核心功能模块, 是其实现高效、安全作业的关键。通过物联网技术的支持, 系统需要能够在实时环境监测、设备远程控制、数据分析决策及人员定位应急管理等方面发挥作用, 显著提升煤矿作业的智能化水平。

(1) 实时环境监测与预警系统。该系统通过部署在矿井中的各类传感器, 实时监控环境中的关键参数, 包括瓦斯浓度、温湿度、粉尘浓度、地质活动等。当系统检测到异常数据时, 会立即发出预警信号, 提醒管理人员及时采取应对措施, 避免安全事故的发生。例如, 瓦斯浓度一旦超过设定的安全阈值, 系统将自动停机, 并向地面管理中心发出警报, 从而有效预防瓦斯爆炸事故。该模块不仅能够实现环境参数的实时监控, 还具备预测功能, 能够根据数据趋势进行风险预测和提前干预, 进一步提升煤矿作业的安全性。

(2) 设备远程监控与自动化控制系统。该系统主要负责煤矿设备的运行管理。借助物联网技术, 系统可以实时获取井下设备的运行状态, 并支持远程监控与操作, 这不仅减少了人工巡检的频次, 还能提升设备管理的效率。例如, 采煤机、运输机等大型设备的运行状态, 可通过系统实时传输到地面控制中心, 管理人员借助远程平台直接调控设备的运行参数, 或执行停机、启动等操作, 避免人工操作带来的安全风险。更重要的是, 部分设备可以实现自动化运行, 按照预设程序执行开采任务, 从而大大提高了作业效率, 减少人力成本。

(3) 数据分析与决策支持系统。这是智能化开采系统的核心大脑, 依赖于大数据技术与人工智能算法, 对采集到的海量数据进行智能处理与分析。该系统能够从矿井环境、设备运行、人员活动等方面采集到的多维度数据中提取有用信息, 为煤矿的生产管理和安全决策提供依据。例如, 系统可以通过历史数据的分析, 发现潜在的隐患趋势, 从而提前进行设备检修或调整生产计划。决策支持系统还能够结合多方面数据, 自动生成开采优化方案, 帮助管理者在复杂环境下做出精准的生产和安全决策^[4]。

(4) 人员定位与应急管理系统。该系统主要用于保障煤矿作业人员的安全,尤其在突发事故发生时,系统能够快速响应并采取有效的应急措施。借助定位设备,系统可以实时跟踪井下每个工人的位置,帮助管理者了解井下人员分布和作业状态。当发生紧急事故时,比如瓦斯泄漏、塌方等,系统会根据人员位置信息,快速制定疏散计划,并通过应急指挥平台发出撤离指令,确保人员安全撤离。该系统还支持事故后人员救援的精确定位,有助于大幅度缩短救援时间,提高救援效率。

3.3 系统集成与协同优化

煤矿智能化开采系统的构建,不仅仅是各功能模块的独立运行,更重要的是通过系统集成与协同优化,确保各个设备与平台无缝对接、数据高效共享,并实现多系统之间的协同运作。只有通过这一过程,智能化开采系统才能真正发挥其提升煤矿安全性、生产效率和管理水平的作用。具体需要关注:

(1) 设备与平台的无缝集成。矿井内的设备种类繁多,包括采煤机、运输机、通风设备等,这些设备通常由不同厂商提供,具备不同的操作系统和通信协议。因此,为了实现统一管理和高效控制,必须通过标准化的接口和通信协议将各类设备接入中央控制平台。这一过程可以采用开放式标准协议,确保数据能够实时传输至平台,并实现设备的集中监控和管理。通过设备的无缝集成,管理人员就可以在统一的界面上,查看和控制设备状态,实现自动化调度,从而提升生产效率^[8]。设备之间的协同作业,能够降低人工干预,提高生产的安全性与稳定性。

(2) 数据共享与多系统协同运作。煤矿开采涉及多个子系统,比如安全监控、设备管理、生产调度等,这些系统各自收集不同的数据,若无法实现有效共享,将导致信息孤岛现象。通过建立统一的中央数据中心,能够将各子系统的数据库,实现信息的实时共享和交互。数据共享使得系统间可以相互联动,提高决策

的科学性与及时性。例如,安全监控系统检测到异常数据时,可以立即将信息传递给设备管理系统,触发相应的应急响应机制,及时处理潜在风险。生产调度系统可根据实时数据调整作业计划,优化资源配置。通过数据共享与多系统协同,煤矿智能化系统能够实现全面风险管控与资源利用最大化,推动煤矿行业的智能化转型。

4 结语

总之,基于物联网的煤矿智能化开采系统,通过整合先进技术与管理手段,实现了对煤矿作业全方位的智能监控与管理。系统的构建不仅满足了安全监控、实时数据传输、设备控制等多方面需求,还通过数据共享与系统集成,提升了整体运行效率。随着智能化技术的不断发展,未来煤矿开采行业必将向更高水平的安全、环保和效率迈进,推动行业实现可持续发展。

[参考文献]

- [1]王佳琦.解析物联网技术与煤矿安全监测信息平台的融合[J].内蒙古煤炭经济,2022(07):91-93.
- [2]张乘风,王广龙.互联网时代下煤矿信息化建设探析[J].科学与信息化,2022,(22):193-195.
- [3]王翀,陈佳林.煤矿物联网大数据平台设计与关键技术研究[J].中国煤炭,2022,48(03):42-49.
- [4]王振平,闫振国,岳宁,等.矿井“一通三防”智能管控系统研究[J].煤矿安全,2022,53(09):193-197.
- [5]李丹宁.煤矿智能化综采远程运维共享平台[J].智能矿山,2023,4(12):78-85.

作者简介:

朱士强(1980--),男,汉族,山东泰安人,本科,毕业于国家开放大学,单位:国电建投内蒙古能源有限公司察哈素煤矿,职称:采矿工程师,研究方向:安全技术管理。