

# 煤矿灾害智能防控“云-边-端”体系建设

王灵龙

中煤科工集团沈阳研究院有限公司 辽宁 抚顺 113122

煤矿安全技术国家重点实验室 辽宁 抚顺 113122

**摘要:** 火灾是煤矿事故中的常见因素, 如何科学有效地推进煤矿火灾防控体系建设是当今煤矿管理的重要问题。因此, 基于文献理论分析与实践总结, 研究基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系对火灾防控有重要价值。研究认为, 应建立完善的云平台, 配备高性能的边缘设备, 并搭建可靠的网络连接。同时, 加强应急响应能力, 提高救援人员的专业素养。实现对火灾风险的实时监控, 帮助管理人员判断灾情, 从而减少火灾事故的发生。

**关键词:** 煤矿建设; 火灾防控; 智能化; “云-边-端”协同

## Construction of a “cloud-edge-end” system for intelligent coal mine disaster prevention and control

Wang Linglong

China Coal Science and Industry Group Shenyang Research Institute Co., LTD. Fushun Liaoning 113122

State Key Laboratory of Coal Mine Safety Technology, Fushun Liaoning 113122

**Abstract:** Fire is a common factor in coal mine accidents, and how to scientifically and effectively promote the construction of coal mine fire prevention and control system is an important issue in coal mine management today. Therefore, based on theoretical analysis and practical summary of literature, researching an intelligent coal mine fire prevention and control system based on “cloud-edge-end” collaboration has important value for fire prevention and control. Research suggests that a comprehensive cloud platform should be established, equipped with high-performance edge devices, and reliable network connections should be established. At the same time, strengthen emergency response capabilities and improve the professional literacy of rescue personnel. Realize real-time monitoring of fire risks, help management personnel determine the disaster situation, and thus reduce the occurrence of fire accidents.

**Keywords:** coal mine construction; fire prevention and control; intelligent; “cloud-edge-end” coordination

### 前言

在煤矿行业中, 传统的火灾防控手段存在一定局限性, 无法满足复杂多变的煤矿环境下的火灾预防和应急处理需求。因此, 建立一套基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系具有重要的意义和价值。该体系通过将云平台、边缘计算和终端设备相结合, 实现对煤矿火灾的实时监控、预测和预警, 并快速响应火灾风险, 提高火灾防控的效率和准确性。推动煤矿管理的科学化和智能化, 提供可靠的数据支持和决策依据, 为煤矿安全生产提供有力保障, 促进煤矿行业的可持续发展。

#### 1 基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系建设价值

首先, 可以提高煤矿火灾的监测和预警能力, 通过实时监测煤矿内各种数据指标, 预测和预警火灾的发生, 有效降低火灾风险。其次, 智能化防控体系可以提升火灾应急处理

的效率, 及时响应火灾、准确判断火灾发展态势, 快速采取有效的灭火和人员撤离措施, 减少火灾损失和人员伤亡。同时, 通过智能化防控体系的建设, 煤矿的管理也将更加科学化和智能化, 实时了解煤矿的运行和安全状况, 提供科学依据的数据分析和决策支持, 推动煤矿管理水平的提升。最后, 基于“云-边-端”的智能化防控体系建设将推动人工智能技术的应用和发展, 为煤矿行业的智能化改造提供一个示范, 为其他行业的安全防控和智能化建设提供了借鉴和启示<sup>[1]</sup>。

#### 2 基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系建设难点

##### 2.1 数据采集和传输难题

煤矿环境中的设备通常需要长时间连续工作, 传感器设备需要具备低功耗和长寿命的特性, 以保证数据采集和传输的稳定性和可靠性。然而, 煤矿地下环境通常存在高温、高



湿度、尘土飞扬等恶劣条件, 这些因素容易对传感器设备产生影响, 导致数据采集和传输的困难, 并消耗设备寿命。同时, 煤矿地下环境还存在大量的电磁干扰源, 如电力设备、矿山机械等, 这些干扰会对传感器信号的采集和传输产生负面作用, 影响数据的准确性和稳定性。煤矿地下的网络覆盖通常较差, 传输设备需要面对信号覆盖范围有限、信号强度不稳定等问题。

### 2.2 数据分析和预测算法难题

由于煤矿环境的复杂性, 煤矿火灾相关数据的质量受到多种因素的影响, 如传感器精度、设备故障等。因此, 在处理和这些数据时, 需要考虑数据的质量问题, 防止因为数据质量不好导致分析和预测的偏差。同时, 煤矿火灾的风险复杂多变, 需要选择合适的算法模型, 并考虑算法的运行速度。如何选择合适的算法模型, 并不断优化和改进算法, 是一个难题。

### 2.3 系统集成和应用难题

建立“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系需要涉及多个环节和组成部分的集成。包括云平台建设、边缘设备的部署和终端设备的应用等。如何协调各个部分的功能和接口, 确保系统的稳定性和可靠性, 以及如何实现各个环节的数据共享和通信, 是一个具有挑战性的难题。另外, 系统的应用和推广也需要克服技术推广难度、人员培训等问题, 确保系统能够在实际应用中发挥出最大的效益<sup>[2]</sup>。

### 3 基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控平台建设

基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控平台建设是一项复杂而具有挑战性的任务(如图3-1所示)。它包括云平台建设、边缘设备建设、网络连接建设、应急响应建设等多个方面。

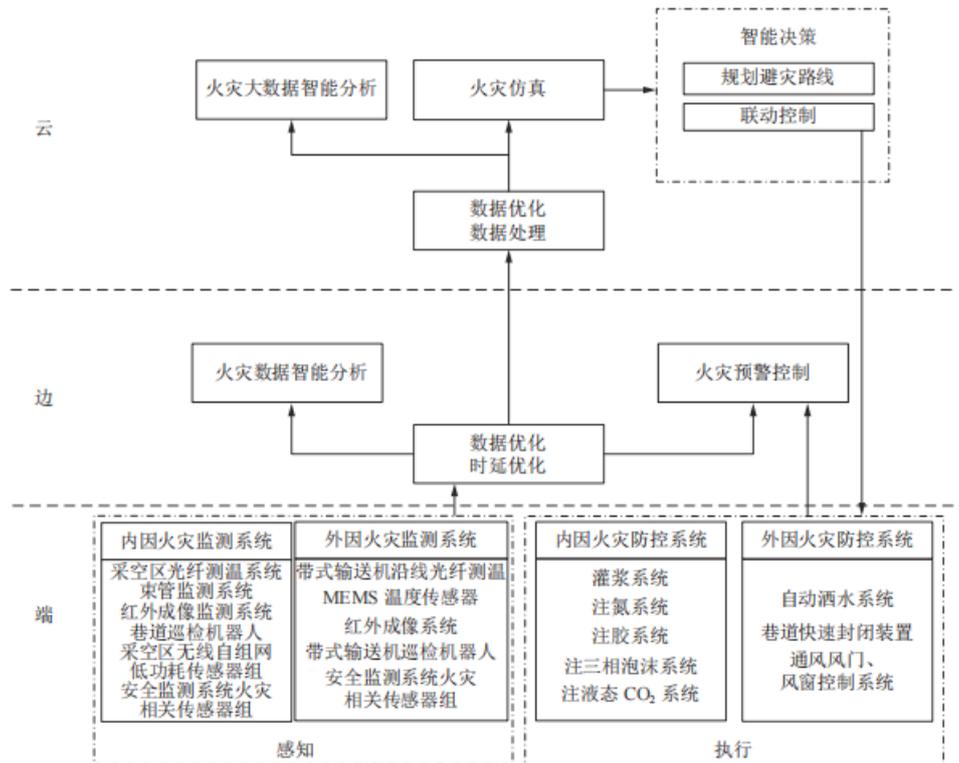


图3-1 基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控平台简图

#### 3.1 云平台建设

云平台建设是整个煤矿火灾智能化防控平台的核心。煤矿火灾防控涉及大量的数据采集和分析, 通过利用云计算的弹性资源和分布式存储技术, 可以实现高效的数据处理和存储。同时, 通过可视化的方式展示煤矿内部的环境参数和火灾预警信息, 帮助用户快速了解当前的火灾风险, 并采取相应的措施。此外, 根据煤矿的规模和需求, 选择合适的云计算服务模型, 如IaaS、PaaS或SaaS, 并根据实际情况进行网络架构、数据架构和应用架构等云架构设计, 同时, 开发和集成各种功能模块, 如数据采集、数据处理、数据存储和决

策支持等。只有建设出高效、安全、可靠的云平台, 才能够实现煤矿火灾智能化防控的目标, 保障煤矿的安全生产。

#### 3.2 边缘设备建设

边缘设备包括各种传感器、控制器和智能终端设备。这些设备需要能够实时采集和监测煤矿内部的环境参数, 如温度、湿度、瓦斯浓度等(如图3-2所示)。为了保证实时性和可靠性, 边缘设备需要具备高性能的计算和通信能力, 能够对采集到的数据进行实时处理和分析, 以便对火灾风险进行判断和预警。同时, 边缘设备需要能够与云平台进行数据通信, 将采集到的数据传输到云平台进行进一步的分析和

处理。在建设时,选择适合煤矿环境的设备,并进行互联网接入和系统集成,配置合适的网络接口和协议,进行系统集成,以实现设备和平台之间的无缝连接和数据交互<sup>[3]</sup>。

JSG6矿井火灾束管监测系统结构图

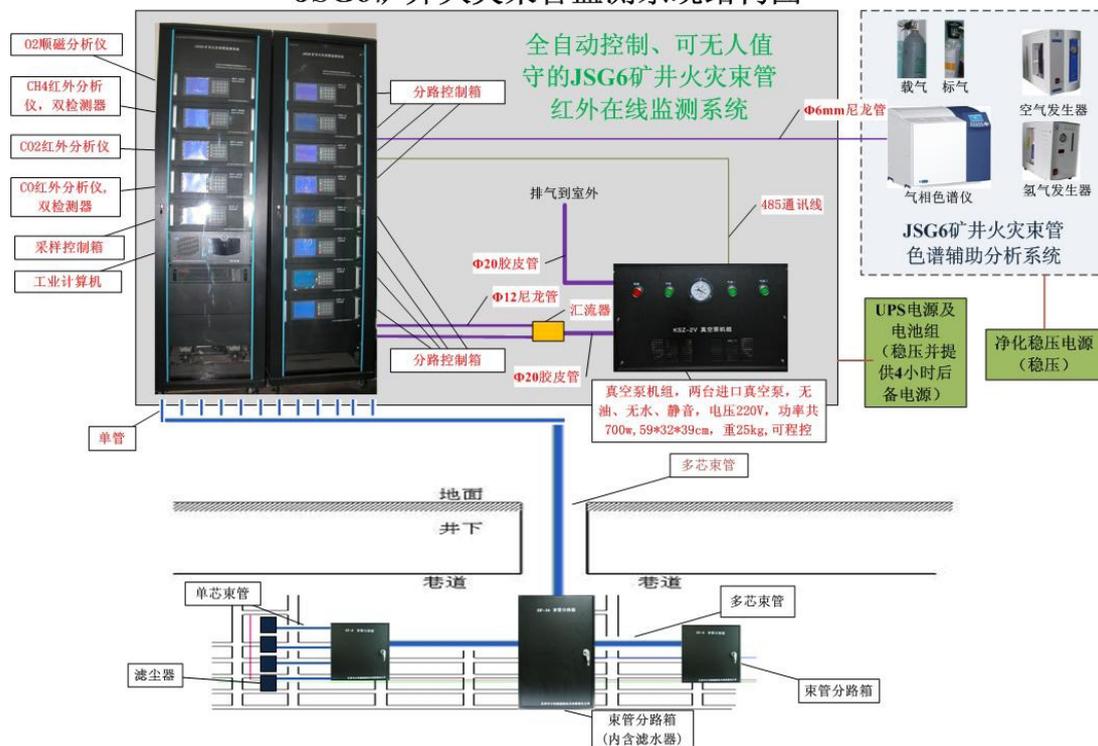


图3-2 某煤矿火灾智能化监测系统

### 3.3 网络连接建设

有线网络使用高带宽的光纤或以太网线进行数据传输,具有稳定性和可靠性。无线网络可以使用Wi-Fi或蜂窝网络,可以灵活覆盖煤矿的不同区域,但需要考虑信号覆盖范围和干扰问题。其次,网络优化可以通过调整网络参数、增加网络设备等方式来提升网络连接的稳定性和传输速度。同时,需要采取安全防护措施,如设置防火墙、加密通信等,保护网络数据的安全性和完整性。在建设时,要考虑煤矿地下环境的特殊性和设备的布局,采取防水防尘等相关措施,以确保网络连接的稳定性和可靠性。

### 3.4 应急响应建设

通过对煤矿内部环境参数的实时监测和数据分析,可以建立一套火灾预警规则,当监测到异常情况时,系统能够及时发出警报。同时,根据不同的火灾风险级别,制定相应的应急响应流程,明确各个环节的责任和行动措施。其次,通过短信、电话、APP等方式,将火灾预警信息快速传达给矿工、管理人员和应急人员等相关人员,使他们能够迅速做出反应,并采取相应的应急措施,以减少火灾的危害。此外,手机、对讲机、手持终端等终端设备,用于接收和传递警报信息。灭火器、呼吸器、紧急通道等应急设备,用于应对火灾事故。这些设备需要根据煤矿的具体情况和需求进行配置和安装,以确保在发生火灾时能够迅速调用<sup>[4]</sup>。

## 4 基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系建设的逻辑关系

基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系建设,是通过云计算、物联网和边缘计算等技术手段实现各个环节的相互配合和协同工作。通过各种传感器,如温度传感器、湿度传感器、瓦斯传感器等,实时采集煤矿内部的环境参数。传感器将采集到的数据发送到边缘设备上进行处理。之后,边缘设备利用物联网技术将预处理后的数据传输到云平台。物联网技术提供了边缘设备和云平台之间的连接和通信,确保数据的实时传输和交互。然后,云平台接收到传输过来的数据后,利用云计算和大数据技术进行数据分析和处理。云计算技术提供了高性能的数据处理和存储能力,可以实现对大量数据的实时分析和处理。大数据技术帮助发现隐藏的规律和趋势,提高火灾预测和风险评估的准确性。最后,通过对数据的处理和分析,云平台生成火灾风险评估报告、预警信息和决策支持。通过可视化的用户界面,用户可以实时监测煤矿内部的环境参数和火灾预警信息<sup>[5]</sup>。同时,云平台还可以提供智能决策支持,帮助用户制定相应的应急措施和救援计划。

以上的逻辑关系体现了“云-边-端”协同的建设理念和架构。通过将数据采集、处理和决策支持分布到云端、边缘设备和端设备上,实现各个环节的协同工作和相互配合。

边缘设备在煤矿内部实时采集数据并进行初步处理,云平台提供了高性能的数据处理和存储能力,而端设备通过用户界面进行实时监测和决策,将火灾防控的主动权交给用户。总之,通过“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系建设,可以实现对煤矿火灾风险的实时监测和决策支持。各个环节之间的协同配合和相互补充,提高了火灾预警和风险评估的准确性和有效性。同时,“云-边-端”协同的建设理念还能够适应煤矿环境的复杂和动态性,提高煤矿火灾防控的水平,保障煤矿的安全生产。

#### 结语

综上所述,基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系能够降低数据传输的延迟和带宽消耗,提高火灾数据的实时性和准确性。要建立完善的云平台,配备高性能的边缘设备,并搭建可靠的网络连接。同时,加强应急响应能力,提高救援人员的专业素养和技术水平。实践证明,数据

采集、数据传输、数据处理和决策支持等环节相互配合,可以实现对煤矿火灾风险的实时监测,提高煤矿火灾防控的水平,保障煤矿的安全生产。

#### 参考文献

- [1]陈晓晶.基于“云-边-端”协同的煤矿火灾智能化防控体系建设[J].煤炭科学技术,2022,50(12):136-143.
- [2]何勇军,易欣,王伟峰等.煤矿井下电气火灾智能监控与灭火技术综述[J].煤矿安全,2022,53(09):55-64.
- [3]白光星,陈炜乐,孙勇等.煤矿带式输送机运输火灾风险智能监测与早期预警技术研究进展[J].煤矿安全,2022,53(09):47-54.
- [4]周裕涛.火灾监控报警系统在煤矿中的应用[J].科技创新与应用,2017(34):154-156.
- [5]赵端,李涛,董彦强等.基于边缘智能的煤矿外因火灾感知方法[J].工矿自动化,2022,48(12):108-115.