

煤矿“一通三防”技术概况及智能化应用

冯良兵 张娟宁 孔 雷

山东省天安矿业集团有限公司 山东济宁 273100

摘要：煤矿作为我国重要的能源资源，其安全生产一直备受关注。为了提高煤矿生产安全性，煤矿“一通三防”技术应运而生。这项技术以通风、防尘、防火、防瓦斯为核心，通过智能化应用，有效预防和控制煤矿事故的发生，保障矿工的生命安全。基于此，本文介绍了煤矿“一通三防”技术的概况，并提出该技术的智能化应用。

关键词：煤矿；“一通三防”；智能化

Overview and Intelligent Application of “One Ventilation and Three Prevention” Technology in Coal Mines

Liangbing Feng, Juanning Zhang, Lei Kong

Shandong Tian'an Mining Group Co., Ltd., Jining, Shandong 273100

Abstract: Coal mining, as a crucial energy resource in our country, has always been a subject of intense safety concern. In order to enhance the safety of coal mining operations, the “One Ventilation and Three Preventions” technology has emerged. This technology is centered around ventilation, dust prevention, fire prevention, and gas prevention, and through intelligent applications, it effectively prevents and controls coal mining accidents, ensuring the safety of miners' lives. In this context, this paper provides an overview of the “One Ventilation and Three Preventions” technology in coal mining and proposes the intelligent application of this technology.

Keywords: Coal Mine; One Ventilation and Three Prevention Measures; Intelligence

前言：

伴随着我国国民经济的快速发展，煤炭的产量逐渐增加。现阶段，我国对于煤炭的需求比较高，部分企业为了自身利益超负荷生产，导致矿井事故频发。“一通三防”工作包括通风、防尘、防火、防瓦斯，这几个因素对煤矿安全生产有着直接影响。在传统人工巡视中，耗时耗力，通过引入智能机器人，有效促进工作效率的提升，减少安全隐患。在煤矿“一通三防”中，保障矿井回采、掘进中通风良好，预防回采和掘进过程中产生的粉尘、瓦斯气体以及不规范引发的火灾等，以保证井下作业的安全。

一、煤矿“一通三防”技术概况

煤矿“一通三防”技术是指通过科学合理的通风系统和综合防护措施，预防和控制煤矿事故的技术体系，其核心包括通风、防尘、防火和防瓦斯四个方面。

通风是煤矿安全生产的基础，通过合理的通风系统，可以保持矿井空气的新鲜和流动，有效降低瓦斯、煤尘

等有害气体的浓度，提高矿工的工作环境；煤矿中的煤尘是引发事故的主要因素之一，采用防尘技术可以有效减少煤尘的产生和扩散，降低煤尘爆炸的风险；煤矿火灾是煤矿事故中最为严重和危险的一种，通过科学的防火措施，如安装火灾报警系统、设置防火墙等，可以有效预防和控制煤矿火灾的发生，保障矿工的生命安全^[1]。在煤矿“一通三防”技术的应用中，对于井巷中的风流速度，应符合表1要求；瓦斯预防在煤矿生产中非常关键，瓦斯涌出无法提前预测，所以，一旦发生，则会对

表1 井巷中风流速度的要求

井巷名称	允许风速 / (m/s)	
	最低风速	最高风速
架线电机车巷道	1.0	8
掘进中的岩巷	0.15	4
运输机巷，采区进、回风巷	0.25	6
采煤工作面、掘进中国的煤巷和半煤岩巷	0.25	4

生产人员的安全造成极大的威胁,还会引发爆炸,通过实施瓦斯管理,降低矿井的瓦斯浓度,有效降低瓦斯事故发生概率。

二、煤矿“一通三防”技术的智能化应用

以某煤矿为例,依托该煤矿智能化建设情况,对“一通三防”的技术的应用展开研究分析。

1. 通风智能化

(1) 问题

煤矿智能化通风建设主要从通风参数自动精准感知、通风管理智能化决策、通风设施远程智能控制这三个方面切入。现阶段多数煤矿依赖于现有监测监控系统,在该煤矿通风智能化设施上,虽然通风网络、设施、通风机具有智能化功能,但因通信条件、信息技术等多种因素的影响,在自动调控、风险辨识等多个方面未得到良好发展,核心算法有待突破,通风系统的智能化程度不够,且应用平台的操作比较复杂^[2]。

(2) 策略

通风智能化技术的应用,应保证其稳定可靠。煤矿通风系统智能化分析,应将传统风网解算模型突破,并融合云计算、人工智能等技术,搭建一体化“神经中枢”,集监测、管控为一体,将各种运行参数、设备运行状态全部显示出来,可以一键启动、自动调节风量等,从而逐渐实现智能化通风^[3]。通风智能化系统配备有多种传感器和监测设备,能够实时监测煤矿内的气体浓度、温度、风速等参数,并通过智能化算法进行分析和预警。智能通风主要是实时精准地感知通风参数,包括风速、一氧化碳、瓦斯。一旦感知到风速低于传感器下限,则会向智能通风系统推送有关预警信息,实现通风设施的自动化控制,通过远程调节,将风速恢复至规定区间内,实现智能通风。

2. 防尘智能化

(1) 问题

在煤矿粉尘治理中,依然处于防治阶段,在防尘智能化的应用上依然有很大的提升空间。其一,技术设备不完善。防尘智能化技术设备尚未完善,缺乏高效、精准的防尘装备和设备。其二,数据处理与分析不足。防尘智能化应用需要大量的数据支持,但是当前的数据采集和分析处理能力仍然较弱,缺乏有效的数据管理和分析平台。其三,人员培训与意识不到位。煤矿中的工作人员对于防尘智能化技术的使用和操作了解不足,缺乏相关技术的培训和指导。

(2) 策略

长期以来,煤矿行业一直面临着煤尘防治难题。煤

尘不仅对矿工的身体健康造成威胁,还容易引发火灾和爆炸等安全事故。对此,实现防尘智能化尤为重要。首先,设置无人值守监测装置,利用现代化的传感器技术和通信技术,煤矿建立起一套完善的无人值守监测系统。该系统能够实时监测矿井中的煤尘浓度、氧气含量等指标,并及时报警。通过防尘智能化技术,矿工可以远程监控矿井的防尘情况,及时采取措施,保障矿工的安全。其次,设置智能化喷雾系统。传统的煤矿喷雾系统往往存在喷雾量难以控制、喷雾位置不准确等问题,而防尘智能化技术的应用可以解决这些问题。智能化喷雾系统能够根据实时监测的煤尘浓度,自动调节喷雾量和喷雾位置,提高喷雾效果,减少煤尘的产生。最后,煤矿通风系统的设置对于煤尘防治至关重要。防尘智能化技术可以使通风系统实现智能化控制,通过监测矿井内的煤尘浓度和氧气含量等指标,智能化通风系统能够自动调节通风量和通风方向,保持矿井空气的清洁和流通,降低煤尘爆炸的风险。

3. 防火智能化

(1) 问题

在防火智能化的应用中,其存在的问题主要表现为内因、外因两大类。在内因火灾监测中,该煤矿采用的灭火措施为黄泥灌浆为主、喷洒阻化剂为辅,在矿井上下均设置有安全监测监控系统以及防灭火系统,满足安全监测的需求。但是,采空区气体并未实现实时在线监测,无法及时识别火灾的早期隐患。在外因火灾监测预警方面,由于火灾具有较强的突发性,影响范围比较大,缺乏完善的智能监测预警技术,应急处理比较滞后,且在人员避险、安全撤离等方面缺乏深入研究^[4]。

(2) 策略

防火是煤矿安全的首要任务之一,随着科技的发展,防火智能化应用成为煤矿一通三防技术的重要组成部分,相关管理人员应提高对井下防火的重视程度,对现有防火监控系统进行优化。其一,智能火灾监测系统。借助先进的传感器技术,智能火灾监测系统能够实时监测煤矿各个区域的温度、烟雾等指标。一旦发现异常情况,系统会立即报警并将报警信息传输到监控中心,实现火灾的早期预警和快速反应,最大程度地减少火灾事故带来的损失。其二,智能灭火系统。传统的煤矿灭火装置主要依靠人工操作,效率低、风险高。而智能灭火系统通过引入自动化和智能化技术,可以实现对煤矿各个区域的火灾自动探测和灭火。系统会根据火灾的位置和程度,自动启动相应的灭火装置,有效地扑灭火灾,保障煤矿人员的生命安全。其三,智能逃生导引系统。火灾

发生时, 煤矿内部常常出现浓烟和黑暗, 给人员的逃生带来极大困难。智能逃生导引系统利用先进的定位技术和导航算法, 能够实时监测人员的位置并提供最短、最安全的逃生路线。同时, 系统还可以向人员提供逃生时的指引和警示, 提高逃生效率和安全性。其四, 智能安全培训系统。防火安全培训对于煤矿人员来说至关重要, 智能安全培训系统可以利用虚拟现实技术和仿真模拟场景, 对煤矿人员进行真实、全面的防火培训。通过模拟火灾场景和应急情况, 培训系统可以帮助人员了解火灾发生时的正确反应和自救方法, 提高他们的安全意识和应对能力。

4. 防瓦斯智能化

在目前的煤矿中, 已经构建比较完善的瓦斯监控体系, 主要是对生产、环境进行监测。但在实际运用中, 依然存在设备连接、传感器精度等问题, 不利于瓦斯监控系统的智能化发展。

(1) 问题

对于瓦斯监控系统的应用效果, 主要有四大因素影响, 包括设备的连接、传感器的精度、信息传输、矿井管理。以该煤矿的超长掘进工作面为例, 通常要对瓦斯、粉尘等进行监控, 但因监测设备比较多, 线缆之间的连接结构存在一定的复杂性。在系统的通信过程中, 由于瓦斯监控系统设立初期主要是对井下各个重点区域进行监控, 特别是一些高风险区域, 但无法避免通信系统之间兼容性差这一问题的出现, 导致信息缺失, 对智能通风系统起到制约作用。对于传感器, 大多数使用寿命较短, 且灵敏度较差, 不利于井下有害气体的检测。同时, 多数传感器需要定期进行调校, 这对于工作人员技术水平要求非常高, 若无法按照要求调校、维护传感器, 也会对瓦斯的监测产生影响。

(2) 策略

防瓦斯智能化应用是利用现代信息技术、传感器技术和控制技术, 对煤矿中的瓦斯浓度、氧气浓度、温度等参数进行实时监测和数据分析。通过智能化的控制系统, 可以及时发现瓦斯超标、瓦斯积聚等异常情况, 并采取相应的措施进行处理。防瓦斯智能化应用的核心是瓦斯监测系统, 瓦斯监测系统通过在煤矿井下布设传感器, 实时监测瓦斯浓度、氧气浓度等参数^[5]。当监测到瓦斯浓度超过安全范围时, 系统会自动发出警报, 并启动排风设备进行瓦斯抽采, 保证矿井的安全。防瓦斯智能化应用还可以与其他设备进行联动, 实现自动化操作。

例如, 当瓦斯浓度超标时, 系统可以自动关闭煤机、停止矿井运输设备的运行, 避免瓦斯积聚引发事故。在该煤矿中, 联合研发了煤矿瓦斯巡检机器人系统, 如图1所示, 为瓦斯巡检机器人的构成, 主要由五个部分组成, 通过环网, 运输至云计算大数据一张图系统。该系统能够全天性自动进行瓦斯检测, 并在现场显示出来, 将数据记录汇总传输至巡检机器人云大脑中进行分析, 然后自动出报表。一旦发现异常情况, 系统会自动报警。

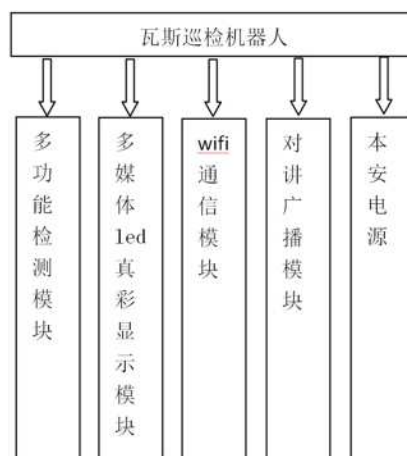


图1 瓦斯巡检机器人的构成

三、结语

煤矿“一通三防”技术的智能化应用, 将为煤矿安全生产带来革命性的变化。通过引入先进的传感技术、数据分析和人工智能等手段, 实现对煤矿生产环境的实时监测、预警和控制。它不仅提高了煤矿事故的预防和控制能力, 还提高了矿工的工作环境和生产效率, 为煤矿行业的可持续发展做出了重要贡献。智能化应用可以通过传感器对煤矿环境参数进行实时监测, 如瓦斯浓度、煤尘浓度、温度等, 及时发现异常情况, 并通过数据分析和人工智能算法, 预测和预警潜在的事故风险。

参考文献:

- [1] 范志国. 一通三防技术在煤矿安全生产中的应用[J]. 矿业装备, 2020(02): 92-93.
- [2] 冯同安, 吴云涛. 一通三防技术在煤矿安全生产中的应用探究[J]. 科技资讯, 2019(34): 88+90.
- [3] 郭建雄. 煤矿“一通三防”智能化技术问题探讨与展望[J]. 内蒙古煤炭经济, 2023(01): 154-156.
- [4] 张延雷, 张兴营, 李强. 一通三防技术在煤矿安全生产中的应用[J]. 山东工业技术, 2019(05): 92.
- [5] 丁彦雄, 管隆刚, 王宏等. 煤矿“一通三防”智能化技术问题探讨与展望[J]. 智能矿山, 2022(09): 2-10.