

矿山安全监控系统及预警技术应用研究

张智峰 林永明

青海山金矿业有限公司, 青海 海西州 816100

[摘要]随着矿山开采作业变得越来越复杂,传统的依靠人工进行巡检以及按照固定周期开展检查的方式,已经很难契合现代安全管理方面的需求了。矿山安全监控系统把信息技术、物联网还有大数据分析综合起来,能够达成对生产现场以及环境状态的实时监控、数据采集、智能分析以及预警响应的目的,从而在事故尚未发生之时便及时将隐患识别出来,进而提升安全管理水平。聚焦于矿山安全监控以及预警技术,全面且细致地剖析了高清视频监控、环境参数监测、智能行为识别以及远程应急指挥等一系列关键技术,同时对预警系统的架构以及应用效果展开了深入探讨,并且还对其在安全效益、管理效率以及智能化发展层面所具备的优化空间予以了评估,从而为矿山安全管理走向现代化给予理论层面以及实践层面的参考依据。

[关键词]矿山安全; 监控技术; 预警技术

DOI: 10.33142/ect.v3i8.17498

中图分类号: TE58

文献标识码: A

Research on the Application of Mine Safety Monitoring System and Early Warning Technology

ZHANG Zhifeng, LIN Yongming

Qinghai Shanjin Mining Co., Ltd., Haixi Prefecture, Qinghai, 816100, China

Abstract: With the increasing complexity of mining operations, the traditional methods of relying on manual inspection and conducting inspections according to fixed cycles are no longer suitable for the needs of modern safety management. The mining safety monitoring system integrates information technology, the Internet of Things, and big data analysis to achieve real-time monitoring, data collection, intelligent analysis, and early warning response of production sites and environmental conditions. This enables the timely identification of hidden dangers before accidents occur, thereby improving the level of safety management. Focusing on mining safety monitoring and early warning technology, a comprehensive and detailed analysis was conducted on a series of key technologies such as high-definition video surveillance, environmental parameter monitoring, intelligent behavior recognition, and remote emergency command. At the same time, the architecture and application effects of the early warning system were deeply explored, and the optimization space in terms of safety benefits, management efficiency, and intelligent development was evaluated, providing theoretical and practical reference for the modernization of mining safety management.

Keywords: mine safety; monitoring technology; early warning technology

引言

矿山生产风险颇高且复杂程度不低,其作业环境恶劣不堪,流程也多种多样,若稍有疏忽,就极有可能引发严重的事故。传统的依靠人工巡检以及定期检查来开展的安管理工作存在着诸多盲区,信息更新往往滞后。随着信息技术、物联网还有人工智能不断取得发展,矿山安全监控系统慢慢变成了提高管理水平的一项重要途径。借助于在关键区域去部署高清摄像设备、环境传感器以及数据采集终端,该系统能够达成对生产现场、人员行为、设备运行还有环境参数展开实时监测以及智能分析的目标。预警技术能够在潜在风险还没有演变成事故之前发出警报,给管理者给予科学决策方面的依据。本文主要是针对矿山安全监控系统以及预警技术的关键技术、应用实践以及优化策略加以分析,从而为矿山安全管理走向现代化给予理论层面以及实践方面的参考内容。

1 矿山安全监控系统概述

矿山安全监控系统,是现代矿山安全生产管理中的重

要组成部分。依托于先进的信息技术、物联网技术以及大数据分析技术,通过在矿山的关键区域和重点部位部署高清摄像头、各类传感器等监控设备,构建起全方位、立体化的监控网络。系统不仅能够实时捕捉并清晰显示矿山的现场画面,让管理者随时掌握矿山的生产状况和环境变化,更重要的是,还能够借助智能分析算法,对监控数据进行深度挖掘和智能分析,自动识别出潜在的安全隐患和违规行为。在传统的矿山安全管理中,往往依赖于人工巡检和定期的安全检查来发现安全隐患,但该方式存在诸多局限性。而矿山安全监控系统的引入,则彻底改变了这一状况。系统能够 24h 不间断地对矿山进行监控,及时发现并报告任何异常或违规行为,从而大大提高了矿山安全管理的时效性和准确性。系统检测到潜在的安全隐患或违规行为,即发出预警信号。使得管理者能够迅速响应,采取必要的措施来消除隐患或纠正违规行为,从而有效防止事故的发生,保障矿山的安全生产。管理者通过信息数据,深入了解矿山的生产状况、安全状况以及存在的问题和风险,为

制定科学、合理的安全管理决策提供依据。

2 矿山安全监控关键技术

2.1 高清视频监控

高清视频监控属于矿山安全监控系统里极为重要的一部分,它所起到的作用并不仅仅是能实时地将生产现场的图像给捕捉下来,而且还能够凭借智能分析算法去识别出异常的情况,进而达成对矿山作业环境以及人员行为展开动态管理的目的。高清视频设备一般都有着高分辨率这样的特性,其对于低光照的适应能力是比较强的,并且远程控制起来也比较方便,在矿井那种复杂的环境下依旧能够稳定地运行。当对关键作业区、运输通道、井下工作面还有设备操作区域实施全面布控的时候,该系统就能够把高清视频数据实时地传送到监控中心,以此来实现对作业整个过程的动态监控。在实际的应用当中,高清视频监控不但能够给出清晰的现场画面,而且还能与行为分析、图像识别等人工智能技术相结合,针对违规操作、人员异常行为以及潜在危险场景展开自动识别并且做好记录,从而为安全管理给予直观且可追溯的依据,切实提高矿山安全管理的可视化程度。

2.2 环境参数监测与传感器技术

矿山作业环境复杂且多变,其中瓦斯浓度、粉尘含量、温湿度变化以及水文条件等环境参数,都和矿山的安全运行有着直接的关联。环境参数监测技术会于矿山各个关键节点去部署多种传感器,如此便能对这些关键指标展开实时采集以及监测,进而构建起一套全方位的环境监控体系。传感器技术涵盖了气体传感器、粉尘检测器、水位传感器还有温湿度探测器等等,可于第一时间察觉到异常的环境变化情况。监测所获取的数据会经由数据采集与传输系统汇聚到中心平台,再结合历史数据来加以分析,从而给管理者给予准确的安全预警依据。凭借传感器技术,矿山安全管理已经从以往单纯依靠人工巡检的状态,慢慢转变成智能化、实时化的管理模式,达成了对井下作业环境的动态把控,也为事故的预防以及应急响应给予了稳固的技术支撑。

2.3 智能行为识别与数据分析

智能行为识别与数据分析技术,经由对矿山监控数据展开深度挖掘的方式,达成了针对人员操作行为、设备运行状态以及生产环节的智能监控目的。该系统能够凭借人工智能算法来自动识别出作业人员所存在的违规操作情况、危险行为以及异常状态,进而可及时地发出相应的警示信息。与此设备运行数据在经过实时采集以及与历史数据加以比对之后,是能够对设备故障以及潜在危险做出预测的,这便为维护决策提供了相关的依据。大数据分析技术可将视频数据、传感器数据以及生产管理系统数据予以整合,以此实现对矿山整体安全状况展开综合评估的目标。借助数据建模以及风险预测手段,管理者一方面能够知晓当前的安全状态,另一方面还能够事前发现那些潜在的风险点,进而开展科学的调度工作以及资源的合理配置事宜。此项技术的应用,促使矿山安全管理从原本的被动监

控状态转变为了主动预防的状态,其显著提高了安全管理在精准性方面以及效率方面的表现。

2.4 远程应急指挥与信息管

远程应急指挥与信息管技术属于矿山安全监控系统的保障环节,其关键作用在于借助统一平台来整合监控数据,达成对安全事件的快速应对以及科学调度,该系统可把井下监控数据、环境监测信息还有人员以及设备状态实时汇总起来,给管理者呈现全局视图,方便制定应急方案并做出指挥决策,在突发事件出现时,远程指挥系统能够凭借可视化界面迅速确定事故区域,分析事件原因,调动资源展开应急处置,信息管模块针对安全事件的整个过程予以记录与分析,为后续的安全管理以及制度优化给予数据支持。依靠远程应急指挥与信息管,矿山安全管理达成了“监控-预警-响应”的闭环机制,使得事故发生的几率和影响程度大幅度降低,同时提高了矿山安全管理的整体效率与科学性。

3 矿山安全预警技术及应用

3.1 预警技术原理

矿山安全预警技术的关键之处就在于,其会针对矿山监控系统所采集的各种各样的数据展开实时的分析以及风险评估工作,进而于事故发生之前便能够及时地发出预警信号。其预警原理主要涵盖阈值判断法、趋势预测法还有模型分析法这几种。其中,阈值判断法是依据各类环境参数以及设备运行数据所设定的安全上限与下限,来实时对出现的异常情况予以报警提示;而趋势预测法则会通过历史数据展开动态分析的方式,去发现那些潜在的危险变化趋势,进而提前给出预警信息;至于模型分析法,则是依靠数学建模以及人工智能算法,对矿山各个生产环节、各类环境条件以及人员行为等各方面加以综合分析,以此达成对复杂风险的系统性预测目标。这些不同的技术相互融合在一起,便构建起了一套多层次且全方位的安全预警体系,能够让管理者在潜在风险还没有演变成成为事故之时,便采取行之有效的干预举措,从而降低事故发生的概率以及可能造成的损失程度。

3.2 预警系统技术架构

3.2.1 数据采集与传输

预警系统得以运行的基础,在于其具备高效且可靠地采集以及传输数据的能力。在矿山内部所部署的各类传感器、高清视频监控设备等其他诸多监控终端,会持续不断地去采集有关环境参数、人员活动状况以及设备运行状态等方面的信息。这些所采集到的信息又会通过有线或者无线网络的方式,传送到中心处理平台那里。为了确保数据能够保有实时性并且完整无缺,该系统往往会采用冗余数据传输的方式,同时还会运用边缘计算技术,针对那些关键数据给予优先处理,并且开展本地分析工作,如此一来便能有效降低出现网络延迟以及数据丢失的风险情况。凭借着这样高效的采集与传输数据的机制,预警系统就能够

给后续的数据处理环节以及智能分析操作给予准确且可靠的、作为基础的数据方面的有力支撑。

3.2.2 数据处理与智能分析

数据处理以及智能分析在预警系统里属于极为关键的环节,其主要任务是要把所采集来的大量数据转变成能够实际操作的安全方面的信息。该系统会先针对原始数据展开清洗工作,并且对其进行标准化处理,借此来清除掉其中的异常值以及噪声。随后再借助机器学习算法还有数据挖掘技术去对数据开展模式识别、异常检测以及风险评估等相关操作。智能分析能够全面综合地考量环境参数、设备状态以及人员行为彼此之间的关联性,以此来预测潜在危险事件出现的可能性以及其可能达到的严重程度。与此历史数据不断地进行积累,模型也持续地开展训练,如此便能持续对风险预测的准确性加以优化,进而为矿山的安全生产工作给予科学且可靠的决策方面的依据。

3.2.3 智能预警与响应机制

智能预警与响应机制依靠对分析结果加以判断,达成自动报警以及应急指挥的闭环式管理。当系统察觉到环境参数超出限定范围、人员操作出现异常或者设备运行存在异常情况时,会依据预先设定的规则以及智能模型立刻发出预警信号,并且同时启动相关的应急响应流程。这些响应举措涵盖调度现场的管理人员、启动设备保护方面的机制、调整作业的相关安排,还要向上级管理平台汇报风险方面的信息。智能预警与响应机制在实施之后,可以大幅度缩减事故响应所花费的时间,减少人为决策滞后的状况给安全管理所带来的影响,进而切实有效地降低矿山事故的发生比率,提升矿山安全的管理水准。

3.3 预警技术应用实践

在实际运用层面,矿山安全预警系统于生产现场、井下作业区域以及关键设备环节均得到了广泛的部署安排。借助该系统所集成的视频监控功能、环境参数监测手段以及智能行为识别技术,管理者可实时且全面地掌握矿山各个作业环节的安全状况^[1]。一旦系统察觉到瓦斯浓度出现异常的上升情况或者设备运转存在异常状况,其预警机制便会即刻向管理者发出警示信号,并且会触发相应的应急处理措施,以此来阻止事故进一步地蔓延扩大。与此凭借对预警数据以及处置记录展开细致的分析,企业便能够对自身的安全管理成效加以评估,进而从中发现管理上存在的薄弱环节,并且对操作流程予以优化改进。这样的实践实例切实有力地证明了预警技术在提高矿山安全管理水平、降低事故发生频次以及确保生产连续性方面所具备的实际应用价值。

4 安全效益与系统优化

4.1 安全水平提升与管理效率

矿山安全监控系统以及预警技术在实际应用当中,矿

山安全管理的整体水平得到了较为显著的提升。该系统借助实时监控、智能分析以及主动预警等功能,能够在第一时间发现潜在的风险隐患,进而降低安全事故的发生频次,有效提高矿山作业环节的安全性^[2]。管理者可凭借此系统获取到精准且详实的现场数据,如此一来便能大幅缩减人工巡检以及现场盯守方面的工作量,达成安全管理工作的智能化与高效化目标。这种由数据驱动的管理模式,一方面加快了安全响应的速度,另一方面也让安全决策更有科学依据,更加可靠,有力地推动了矿山安全管理从单纯依靠经验的状态朝着数字化、智能化的方向去转变。

4.2 系统集成与平台优化

要让监控系统和预警技术高效地运行起来,那么系统集成以及平台优化这两方面就显得格外重要了。把视频监控、传感器网络、数据处理平台还有应急指挥系统等整合到一起,进而打造出一个统一的信息管理平台,如此一来,各类数据便能够彼此之间实现互联互通,并且可以共享着去使用^[3]。与此平台优化涉及到了算法优化、数据存储结构方面的调整以及用户界面的改进等诸多内容,其目的在于提升系统的运行效率以及可操作的程度。系统集成加上平台优化,一方面能够确保监控数据具备完整性以及准确性,另一方面还能够强化矿山安全管理的整体协同性,达成信息资源最大程度的利用效果,从而促使企业的安全管理水平以及决策能力得以提升。

5 结语

矿山安全监控系统以及预警技术成功突破了传统人工巡检所存在的种种局限,达成了对生产现场还有环境的实时监控、智能分析以及主动预警。借助高清视频监控、环境参数监测、智能行为识别以及远程应急指挥等手段,该系统可及时察觉安全隐患并且快速做出相应反应,以此来保障生产的安全性与连续性。伴随技术不断向前发展,矿山安全监控与预警将会进一步朝着智能化、集成化以及数字化的方向迈进,从而为企业给予更为科学、更为可靠且更具可持续性的安全管理方案。未来的研究应当将目光聚焦于系统的优化、智能分析算法的改进以及预警效果的量化方面,以此持续为矿山安全管理的创新给予有力支撑。

【参考文献】

- [1]宋维,黎恩贵.矿山安全监控系统及预警技术应用研究[J].世界有色金属,2025(12):229-231.
 - [2]殷仁全.矿山安全监控技术与预警系统研究[J].中国金属通报,2025(3):73-75.
 - [3]张秉鹏.基于人工智能与5G技术的矿山安全智能监控系统应用[J].山西焦煤科技,2024,48(8):34-36.
- 作者简介:张智烽(1999.12—),毕业院校:辽宁科技大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就职单位:青海山金矿业有限公司,职务:机电技术员。