

# 井下视频系统在矿山生产中的作用及发展趋势分析

张庆煊

晋能控股集团晋圣公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2349

**[摘要]** 井下视频系统作为现代矿山安全生产管理的关键技术手段,随着矿山智能化进程的加速,其作用愈发显著。本文依据国家矿山安全监察局山西局与山西省应急管理厅联合发布的《关于进一步增补完善煤矿重要场所工业视频的通知》(矿安晋(2025)41号)文件,回顾井下视频系统的应用背景,强调其在提升井下安全监控水平、实时把握井下作业动态及预防生产事故中的不可替代作用。针对井下作业环境复杂、光照条件差等问题,梳理当前井下视频系统在高清数字传输、自动巡检、智能识别及云平台数据管理等方面的技术改进方向。通过分析现阶段井下视频系统的应用效果,归纳其在事故预警、救援指挥、人员定位管理及设备运行状态监控中的核心价值。展望未来,井下视频系统将与人智能、物联网、大数据等新兴技术深度融合,在实现无人化监控、保障作业安全及提高矿山生产效率方面发挥更为关键的作用。

**[关键词]** 井下视频系统; 矿山安全生产; 智能监控; 事故预警; 技术发展趋势

**中图分类号:** TD-9 **文献标识码:** A

## Analysis of the Role and Development Trends of Underground Video Systems in Mine Production

Qingxuan Zhang

Jinneng Holding Group Jinsheng Company

**[Abstract]** As a key technical means for modern mine safety production management, the underground video system plays an increasingly significant role with the acceleration of mine intelligentization. Based on the joint document "Notice on Further Enhancing and Improving Industrial Video in Key Coal Mine Areas" (Mine Safety Shanxi [2025] No. 41) issued by the Shanxi Bureau of the National Mine Safety Administration and the Shanxi Provincial Emergency Management Department, this paper reviews the application background of underground video systems, highlighting their irreplaceable role in improving underground safety monitoring, real-time tracking of underground operations, and accident prevention. Addressing challenges such as complex underground working environments and poor lighting conditions, it outlines current technological advancements in high-definition digital transmission, automated inspection, intelligent recognition, and cloud platform data management for underground video systems. By analyzing the effectiveness of underground video systems at present, the paper summarizes their core value in accident early warning, rescue command, personnel positioning management, and equipment operational status monitoring. Looking ahead, underground video systems will integrate deeply with emerging technologies like artificial intelligence, the Internet of Things, and big data, playing a more critical role in achieving unmanned monitoring, ensuring operational safety, and enhancing mine production efficiency.

**[Key words]** Underground video system; mine safety production; intelligent monitoring; accident early warning; technological development trends

### 引言

在我国矿山智能化与安全生产管理体系不断完善的进程中,井下视频系统已成为保障矿井安全、提升生产效率的关键技术

之一。近年来,矿山事故发生率逐渐降低,视频监控系统的广泛推广与使用对此起到了至关重要的作用。井下作业环境复杂,存在空间狭窄、设备集中、光照不足等问题,传统监测手段难以

实现全面覆盖和实时把控。早期矿山主要依赖人工巡检及有线通讯方式,面对突发事件时响应速度和处理能力受限。随着技术升级,井下视频系统在实时监控、图像处理和智能分析方面取得了显著进展。本文依据矿安晋(2025)41号文件,对井下视频系统的安装位置、覆盖范围及功能要求作出明确规定,为井下视频系统的建设与应用提供政策依据和技术指导。

### 1 井下视频系统在矿山生产中的应用背景

矿山视频系统经历了从老式模糊监控到清晰数字监控的升级过程。过去,老式信号设备画面模糊且时常中断,难以应对矿井潮湿、粉尘多、光线差的恶劣条件。随着数字技术的成熟,矿山视频设备开始支持超高分辨率画面,呈现出色彩真实、细节丰富的监控画面。光纤网络速度的提升使得大量高清视频数据能够顺畅远距离传送,管理人员可随时随地快速查看矿井真实情况。加入人工智能识别功能后,系统能够自动察觉异常行为并报警,极大提升了安全监控的自动化程度,推动矿山安全管理全面迈进智能时代。国家矿山安全监察局要求井下视频系统具备高清、稳定、可靠的性能,适应井下恶劣环境,确保视频信号连续传输。

### 2 井下视频系统核心功能及技术特点

#### 2.1 实时监控与事故预警功能

井下视频系统在提前发现事故隐患、全面监视矿山作业环境方面功能强大。矿山环境复杂,存在空间狭窄、光照不足等不利因素,但该系统凭借先进技术,具备灵活的监控时长安排能力。部分关键区域及重点设备实行24小时不间断监控,偏远或低风险区域则根据实际成本与监控必要性灵活调整时长。管理人员通过井下关键位置安装的摄像头,清晰掌握工人工作场所情况,规范作业行为,监督设备运行。一旦出现设备异常振动、瓦斯浓度异常升高等危险端倪,系统能立刻察觉,高清画面借助先进传输技术毫无延迟地传至地面监控中心,让地面人员即时了解井下状况。系统添加AI识别功能后,可自行判断异常动作或现象,如人员未佩戴安全防护装备、设备温度异常等,并立刻警报,极大提高了突发状况的反应速度。

#### 2.2 井下人员精准定位与设备运行实时状态监测

井下视频系统核心功能聚焦于人员精准定位与设备运行动态监测。该系统深度融合定位与视频传输技术,构建全面高效监测网络,实时精准掌握井下人员与设备位置信息。人员定位采用多技术协同方式,为每位井下人员配备高精度定位标识卡,持续发送位置坐标数据,实现实时定位。同时结合视频系统,在画面中跟踪确认人员活动轨迹,双重保障确保位置信息准确可靠。即便视频覆盖不到的区域,标识卡也能稳定提供数据,实现位置信息无死角。设备监测采用多元化手段,在关键设备安装专业定位传感器,实时监测设备运行状态。

#### 2.3 智能识别与高清数字传输技术

自动对视频画面内容予以分析以发觉异常情况,极大地提升了安全监控的效率。通过实现远距离无损传输,确保高质量视频信号在复杂井下环境中极大提升监控的准确性。视频系统在

矿山安全管理中的核心重要位置被牢牢奠定,是因为两种技术结合起来极大地加快了视频系统的反应速度。无损远距离传输与自动分析视频共同促使矿山作业朝着更智能化、自动化方向发展。国家矿山安全监察局要求井下视频系统应具备智能识别功能,能够对人员行为、设备状态、环境参数等进行智能分析,同时应具备高清数字传输技术,确保视频信号的高质量传输。

### 3 井下视频系统技术创新与发展方向

#### 3.1 自动巡检与智能化监控趋势

未来井下视频系统最为关键的技术发展走向,乃是达成机器人自主巡检与智能监控的有机融合。在矿山井下这般高危环境中,光线昏暗、粉尘弥漫、环境潮湿,而且有害气体随时都有超标风险。以往依靠人工下井手动检查的方式不仅受到诸多限制,人工成本居高不下,更对工人的生命安全构成了极大威胁。矿山所有作业区域在采用自主巡检机器人搭载高清视频系统后,可实现全天候无人自动检查,巡检效率得以成倍提升且安全隐患大幅降低。各种危险情况诸如人员违章操作、设备异常运转、瓦斯浓度突然升高或者顶板出现裂缝等都能被智能监控功能凭借持续升级的算法以及强大的人工智能识别能力实时察觉。国家矿山安全监察局鼓励矿山企业采用自动化、智能化巡检设备,提高巡检效率和质量,减少人员下井作业风险。

#### 3.2 云平台与大数据驱动的数据管理

井下视频数据借助大数据技术通过云平台进行管理具有重大意义。所有井下视频数据借助云平台功能能够集中保存、快速调取与处理,这彻底解决了过去传统系统中数据分散、各自为政的麻烦。让海量视频数据能够实时进行分析处理这一设想借助大数据技术成为现实,如此一来监控画面的准确程度得以大幅提升,而且异常情况能够被更快发现,做出反应的速度也更快。在复杂环境当中依靠大数据构建的分析模型能够精准地把各类安全隐患识别出来,为可能出现的事故提前发出预警给予更可靠的技术支撑。不同矿区可将各自数据拿出共享,云平台本身具备很强的伸缩性还能整合计算资源以供使用,如此一来多个地区能共同推进安全管理工作,并且将生产效率提升到更高水平。所有这些技术进步共同给矿山实现智能化管理打下了非常牢固的技术基础,并且确保了安全生产。国家矿山安全监察局要求矿山企业建立视频数据云平台,实现视频数据的集中管理和共享,同时利用大数据技术对视频数据进行分析 and 挖掘,为安全生产提供决策支持。

#### 3.3 融合多技术打造综合智能监控体系

未来井下视频系统将深度融合人工智能、物联网、5G通信、虚拟现实(VR)与增强现实(AR)等多项前沿技术,构建起覆盖全矿井的综合智能监控体系。通过5G网络的高速低延迟特性,高清视频流与传感器数据可实现实时同步传输,消除监控盲区;物联网技术将视频设备与井下各类传感器、执行器无缝连接,形成“感知-分析-决策-执行”的闭环管理链条;人工智能算法持续优化图像识别精度,不仅能精准识别人员违规行为、设备故障特征,还能结合历史数据预测潜在风险;VR/AR技术则为远程指挥

提供沉浸式交互界面,使地面管理人员仿佛置身于井下现场,直观掌握作业环境动态,提升决策效率。这一多技术融合的体系将彻底打破传统监控系统的信息孤岛,推动矿山安全管理向全要素感知、全流程智能、全场景协同的智慧化方向演进,为构建本质安全型矿山奠定坚实技术基础。

#### 4 井下视频系统对矿山安全生产的促进作用与发展趋势

##### 4.1 提高应急救援与指挥效率

安装于矿山井下的视频系统显著提升了指挥调度以及抢险救援的效率。靠着实时画面,救援指挥人员能够立刻看到现场真实情况,快速定位事故发生的具体位置,为指挥领导提供清晰准确的事故信息。带有智能识别功能的视频系统可迅速分辨井下哪些属于工人,哪些属于设备,如此一来一旦发生事故就能立刻组织人员快速且安全地撤离,将损失减至最低程度。跟云平台以及大数据技术相结合,视频监控系统达成了抢险救援指挥全过程的标准化与数字化,使信息传递的速度更快,指挥决策也更为精准。如此一来在事故真正发生时,整个救援过程能够得到显著优化,为矿山安全生产提供可靠的支撑。矿山作业安全水平提升的最重要技术支撑之一,无疑是井下视频系统的广泛深入应用。国家矿山安全监察局要求矿山企业在发生事故时,能够利用井下视频系统及时了解事故情况,组织救援工作,提高救援效率和质量。

##### 4.2 推动矿山作业安全与生产自动化

智能技术与自动技术助力井下视频系统极大提升了矿山作业的安全水平以及生产效率。能够将现场画面迅速传至地面的清晰视频监控助力管理人员快速察觉可能出现状况的区域,如此一来从发现问题到处理问题所耗费的时间便可大幅缩减。就算周围环境恶劣,精准人员定位系统也能保证准确找到每一个下井工人的位置,既让工人干活更高效顺手也能保障他们的安全。加上智能判断功能,设备运行情况随时被监控,设备坏掉次数大大降低,整个矿山生产线便能够始终稳定且持续地运转。结合在一起的所有这些新技术极大地推动矿山从人工操作往全自动操作转变,还给整个矿山行业达成现代化提供了十分有力的技术支撑。国家矿山安全监察局鼓励矿山企业采用自动化、智能化技术,提高矿山作业的安全水平和生产效率,实现矿山的可持续发展。

##### 4.3 支持无人化矿山与智能矿井建设

在无人矿山以及智慧矿井的建造进程中,矿山视频设备正起到关键作用。设备借助人工智能技术的融入可自行察觉异常状况,并即刻予以反应,显著提升安全管理成效。设备借助物联网平台达成远程控制与远程监视,削减现场人员数量进而降低安全风险。在智慧矿井的构建进程中视频设备得以运用,使得设备维护更具智能性。这些设备能够实时进行数据传输,并迅速对数据展开分析,助力矿山做出正确的运行决策。不仅大幅提升矿山生产自动化程度的矿山视频设备实际落地速度,在智慧矿井方面也被其明显加速。国家矿山安全监察局鼓励矿山企业建设无人化矿山和智能矿井,提高矿山的智能化水平和安全生产水平,实现矿山的绿色发展。

#### 5 结束语

本研究深入考察了井下视频系统对矿山安全生产的实际帮助,明确其能保障工人安全、识别隐患、调度救援及高效管理。面对井下复杂条件带来的技术难题,论文梳理了高清数字视频传输、机器人巡检、智能图像识别、云平台大数据管理等技术的最新进展与完善方向,提升了安全监控的实时反应与智能化水平。但系统在恶劣环境适应、数据融合、智能分析处理速度上仍有短板,需持续完善。新技术与井下视频系统融合将推动矿山安全管理智慧化、自动化。未来研究将聚焦增强系统多维感知、开发智能决策支持、拟定个性化防护方案及实现多平台协同,为矿山生产管理提供可靠支撑。

#### [参考文献]

- [1]江文.浅谈视频监控系统发展趋势[J].科学与信息化,2021,(05):16.
- [2]张涛.矿山测量在煤矿安全生产中的作用及发展趋势[J].内蒙古煤炭经济,2023,(12):130-132.
- [3]刘汉胜.矿山测量在矿山安全生产中的作用及发展趋势[J].名城绘,2019(2):0223.
- [4]安国庆.矿山测量在矿山安全生产中的作用及发展趋势探析[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2021,(10):0129-0130.
- [5]陈培刚.矿山测量对矿山安全生产的作用及发展趋势[J].科学与财富,2020,(16):142.

#### 作者简介:

张庆焯(1980--),男,汉族,山西晋城人,本科,机电工程师,研究方向:监控系统,人员定位系统,通讯系统,视频系统。