

数字化技术在矿山施工安全管理中的应用探析

周 严

云南铜业玉溪飞亚矿业开发管理有限责任公司, 云南 玉溪 653100

[摘要]当前的矿山施工面临着极高的风险与复杂的作业环境,传统的管理模式已难以满足日益严峻的安全生产要求。随着数字化技术的不断发展,矿山企业能够利用智能安全监测系统、数据分析平台及人工智能等先进工具,显著提高安全管理的效率与准确性。但技术应用在实际落地过程中,依然面临设备兼容性问题及数据安全等多方面的挑战,推动数字化转型的顺利实施已成为矿山行业亟待解决的核心问题。

[关键词]数字化矿山技术; 施工安全; 管理

DOI: 10.33142/ect.v3i1.15125

中图分类号: TD17

文献标识码: A

Exploration on the Application of Digital Technology in Mining Construction Safety Management

ZHOU Yan

Yunnan Copper Yuxi Feiya Mining Development Management Co., Ltd., Yuxi, Yunnan, 653100, China

Abstract: The current mining construction is facing extremely high risks and complex operating environments, and traditional management models are no longer able to meet the increasingly stringent safety production requirements. With the continuous development of digital technology, mining enterprises can significantly improve the efficiency and accuracy of safety management by utilizing advanced tools such as intelligent safety monitoring systems, data analysis platforms, and artificial intelligence. However, in the actual implementation process of technology applications, there are still challenges such as equipment compatibility issues and data security. Promoting the smooth implementation of digital transformation has become a core issue that urgently needs to be addressed in the mining industry.

Keywords: digital mining technology; construction safety; management

引言

玉溪飞亚矿业公司立志要高质量打造专业化、机械化、规模化、智能化矿山施工队伍,主要服务于云南铜业、中国铜业乃至中铝集团的矿山采矿服务,当前,机械化得以普及运用,数字化平台初具雏形。但是,随着数字化技术的迅猛发展,矿山施工安全管理迎来了前所未有的变革,传统的安全管理,依赖人工巡检与手动记录,在应对复杂的矿山作业环境及不断变化的安全需求时显得力不从心。而如今,物联网、大数据与人工智能等数字化技术,已为矿山安全管理提供了更加精确的监控与预警手段。通过实时掌握安全风险,矿山企业的风险辨识能力、安全防范能力、隐患整改能力和应急响应能力得以显著提升,事故发生的预防也变得更加有效,这一转型推动着矿山施工行业朝着专业化、机械化、智能化与绿色化的方向迈进。

1 数字化技术在矿山施工安全管理中的意义

安全工作,重在预防。数字化技术在矿山施工安全管理中的作用不可忽视,对提升安全管理的精度与效率具有重大意义。传统的矿山安全管理多依赖人工巡检与经验判断,容易受到人为因素的干扰,存在一定的局限性。而数字化技术则通过实时数据的采集、分析与反馈,能够即时监控施工环境中的潜在安全风险,如有露天矿山地质变化、矿山井下顶板松动、毒气体浓度、设备故障等,确保安全

隐患得以及时识别与处理。大量的监测数据得以通过大数据分析 with 人工智能技术进行处理,使安全风险的预测与预警成为可能。借助这一系统管理人员能够更加直观发现作业现场存在的隐患,更精准地评估潜在风险,并通过提前采取相应措施,从而有效降低事故发生的概率。

2 数字化技术在矿山施工安全管理中的应用

2.1 安全监测与预警系统

安全监测与预警系统在矿山施工安全管理中的作用至关重要,这些系统通过集成先进的传感器、物联网技术与大数据分析,能够实时采集矿山作业环境中的各种数据,如气体浓度、地质变化及设备运行状况等,收集到的数据在系统中被迅速处理与分析,一旦出现异常或潜在风险,预警信号便会迅速发出,帮助管理人员及时采取必要措施,从而有效防止事故发生。例如,气体浓度超标或设备故障时,系统能够即时报警,确保矿工与设备的安全。与传统依赖人工巡检的方式相比,智能化、自动化的监控手段显著提高了安全管理的响应速度与精确度,显著降低了事故发生的风险。

2.2 智能化安全管理平台

智能化安全管理平台在矿山施工安全管理中的重要性日益突出,集成传感器数据、监控设备与人工智能算法,平台能够实时收集各环节的信息,并汇总形成一个统一的安全管理视图,该平台使管理人员能够全面掌握施工现场

的安全状况,包括井下通风环境变化、设备运行状态以及人员定位等。除了具备实时监控功能外,平台还能够通过数据分析与趋势预测,及时识别潜在安全隐患,并提出有效的应对措施。比如,通过分析历史数据,平台能够预测设备故障的风险进而提前安排维护或更换,避免突发事件的发生。另外,平台支持跨部门协作,实时共享安全信息,进而提升整体应急响应能力。

2.3 大数据与人工智能技术

大数据与人工智能技术在矿山施工安全管理中的应用,极大提升了风险评估与决策的精准性与科学性。通过对矿山作业中大量数据的采集——涵盖地质变化、环境监测、设备状态、人员活动等——并运用大数据技术进行深入分析,潜在的安全隐患及其发展趋势得以有效识别。这些数据为人工智能算法提供了坚实的训练基础,使系统能够通过机器学习不断优化安全预测模型,进而精准地识别危险因素并进行实时预警。例如,历史事故数据的分析使人工智能能够发现不同风险因素之间的关联,从而发出精准的预警信号,帮助管理人员提前采取防范措施,避免事故的发生。此外,自动化安全巡检也得到人工智能的支持,通过智能设备实时检测现场变化,从而减少了人为疏漏的风险,进一步增强了安全管理的有效性。

2.4 无人机与物联网技术

无人机与物联网技术的结合,在矿山施工安全管理中发挥了革命性的作用,彻底改变了现场监控与巡检的方式。得益于卓越的飞行能力,无人机能够轻松覆盖矿山复杂的地形,实时传输高清视频并提供全方位的视角,帮助管理人员全面评估矿山环境的安全状况。例如,在露天矿山开采过程中,矿山边坡的稳定性可通过无人机监测,及时发现滑坡或裂缝等潜在危险。与此同时,物联网技术通过将传感器与矿山设备、人员及环境紧密连接,构建了一个智能化的网络,实时采集并传输各类关键数据,如爆破后气体浓度、温湿度、设备负载等,这些数据被及时上传至云平台进行集中管理与分析,确保现场安全得到全过程、全方位的监控。结合无人机的高效巡检与物联网的实时数据传输,矿山管理人员能够迅速识别潜在隐患并采取有效应对措施,从而大幅提升了安全管理的效率与应急响应速度。

3 数字化技术在矿山施工安全管理中的实施策略

3.1 建立全面的数字化安全管理体系

建立一个全面的数字化安全管理体系,是提升矿山施工安全管理水平的关键。施工企业应从整体角度出发,规划数字化安全管理框架,确保各类技术系统能够有效整合,最终形成一个统一的管理平台,该平台不仅应具备实时监控施工现场各类安全数据的功能,而且应支持高效的数据存储、处理与分析,确保信息的准确性与时效性。全面的数字化安全管理体系涵盖了安全监测、事故预警、应急响应等多个模块,依托数字化技术能够精准掌握作业现场的

安全状况。通过统一的数据标准与信息共享机制,打破了传统的“信息孤岛”,实现了跨部门协作与快速决策。实时查看矿山设备的运行状态、人员作业定位以及地质环境变化等,安全管理人员可以在平台上即时获取信息,并根据这些数据作出迅速调整,从而预防和减少安全事故的发生。

3.2 加强技术与传统管理模式的融合

加强技术与传统管理模式的融合,是矿山施工安全管理数字化转型中的关键环节。尽管数字化技术在提升安全管理效率方面展现出显著优势,传统管理模式在矿山施工现场依然占据着不可替代的地位,这意味着仅依赖技术手段并无法完全取代传统管理方法,二者应当实现有机结合。传统的安全检查与现场巡检仍然是确保矿山安全的重要手段,借助智能化监测系统、实时数据分析及预警功能,传统手段的准确性与响应速度能够得到显著提升。借助数字化“法眼”,管理人员得以更早、更全识别潜在风险,从而优化传统检查流程,使其更加高效与精准。同时,传统的管理经验与规则,也能够通过与数字化技术的结合,在数据驱动下得到验证与提升。例如,通过对历史事故数据与实时监测信息的分析,传统安全管理经验可以获得更加精准的指导,进而形成一种适应数字化技术的全新安全管理模式。

3.3 提升技术人员与安全管理人员的培训

提升技术人员与安全管理人员的培训,是确保数字化技术在矿山施工安全管理中有效应用的关键步骤。随着数字化技术的迅速发展,矿山施工中安全管理的复杂性持续增加,传统的管理经验与技术知识已难以应对新的挑战。因此,定期为技术人员与安全管理人员提供专业培训,成为一项尤为重要的举措,以帮助他们熟练掌握现代数字化工具和技术的应用。技术人员需深入理解各类安全监测设备的工作原理与操作流程,掌握物联网、大数据、人工智能等技术的实际应用,从而确保能够迅速识别并解决系统中可能出现的技术问题。同时,安全管理人员则应提升使用数字化平台进行数据分析与决策的能力,增强他们在数字化环境中的管理思维与安全意识,培训内容不仅应涵盖新技术的操作技能,还应包括辨识风险、隐患排查、问题整改及应急响应方案的落实与数据分析、解读能力的培养等方面。另外,通过结合实际案例进行情境模拟训练,有助于人员更好地应对复杂场景,提升应急处理能力,确保在矿山施工过程中问题消灭的萌芽状态中,或是发生安全事故时能够快速有效地做出应急响应。

3.4 完善数据共享与信息平台建设

完善数据共享与信息平台建设,是矿山施工安全管理数字化转型的关键。随着安全管理向数字化与智能化发展,保障信息流畅与数据共享已成为提升管理效率的核心。矿山企业应搭建统一的信息平台,实现安全监测设备、管理系统与数据源的无缝连接,确保来自各部门和环节的数据实时同步与共享,该平台应支持安全管理人员、技术人员

及决策者即时获取作业环境、设备状态及人员定位等信息,确保信息的准确与及时传递^[1]。同时,平台需具备强大的数据存储与处理能力,通过大数据分析揭示潜在风险,为决策提供精准依据。为避免数据孤岛,平台建设应兼容不同数据格式、系统接口与技术标准。

4 实现数字化主要面临的问题和解决方案

4.1 专业人员的培养问题

在矿山施工安全管理数字化转型过程中,专业人员的培养问题已成为关键挑战之一。随着数字化技术的迅速发展,传统的管理模式与技能要求已难以满足新技术的需求。矿山企业迫切需要既能掌握数字化工具、数据分析与设备监控等专业技能的技术人员,又需具备高效运用这些技术进行决策与管理能力的管理人员。但玉溪飞亚矿业公司在实施过程中面临人才短缺与培训资源匮乏的问题,尤其是项目部在云南新平哀牢山、青海格尔木、四川大凉山等偏远地区,技术人员的培养周期较长且成本较高,这进一步制约了数字化技术的应用。解决这一问题的关键在于加大专业人员的培养力度,通过加强与高等院校、职业培训机构的合作,企业可定向培养具备数字化技能的专业人才,从而为企业提供技术支持^[2]。此外,企业还应定期开展技术培训、线上课程及技术研讨会,以提升现有员工的数字化素养与操作能力。通过鼓励技术人员参加技术认证与职业晋升,不仅能激发其学习新技术的积极性,也有助于为企业的数字化转型提供更为充足的专业力量。通过建立多层次、全方位的人才培养体系,企业将有效解决专业人员短缺的问题,为数字化技术的广泛应用打下坚实基础。

4.2 各类设备和数据统一标准的问题

在矿山施工安全管理的数字化转型过程中,设备与设备间的数字兼容模式问题、设备与数据统一标准的问题已成为关键挑战。随着数字化技术的引入,矿山施工现场逐渐配备了各种监测设备、传感器及物联网装置,但这些设备种类繁多,技术标准、数据格式及通信协议的差异较大,导致它们之间的有效互通与信息共享变得困难,不仅影响了数据的实时性与准确性,还增加了后期数据处理与分析的复杂性,从而制约了数字化技术在矿山安全管理中的应用效率。解决这一问题必须推动制定统一的行业标准,明确设备的技术要求与数据格式,确保各类设备与系统能够兼容并实现互操作。标准化工作应当由政府及行业协会积极参与,以促进技术供应商之间的合作,确保设备能够无缝衔接。矿山施工企业还可通过采用开放平台与中间件技术,打破信息孤岛,整合不同设备产生的数据,实现数据的集中管理与分析。借助云计算与大数据技术,数据存储与处理能够在云平台上完成,有效解决设备间数据传输不一致的问题。

4.3 数字化矿山技术的安全性及隐私保护问题

随着数字化技术在矿山施工安全管理中的深入应用,安全性与隐私保护问题日益突出。在大规模数据采集与传

输过程中,员工个人信息、设备运行状态以及矿区地理数据等敏感信息也被涉及,一旦这些数据遭到泄露或被不当利用,不仅可能对企业运营安全构成威胁,还可能引发法律、财务等方面的风险。因此,保障数据安全与隐私已成为矿山数字化转型中的重要难题^[3]。为应对这一挑战,矿山企业应着力加强数据加密技术与访问控制机制的建设,通过实施先进的加密手段,敏感数据可得到有效保护,确保在传输与存储过程中的安全,严格的权限管理制度应当建立,确保只有经过授权的人员能够访问关键数据,从而避免职权滥用的风险。网络安全措施的加强同样不可忽视,以防止黑客入侵与数据泄露的风险。此外,结合区块链等技术,数据的追溯性将得到有效支持,进一步增强安全保障。在此基础上,政府与行业应出台明确的数据保护法规,为矿山企业提供合规指导。在此过程中,矿山施工企业除了遵循现行法律法规外,还应构建完善的数据隐私管理体系,确保所有操作均符合法律规定与行业标准。通过实施这些措施,矿山施工企业将能够有效应对数字化转型过程中面临的安全与隐私保护挑战,保障技术应用的可持续性与合规性。

5 结语

数字化技术在矿山施工安全管理中的应用,显著提高了管理效率与安全保障能力,通过智能监测、大数据分析及物联网技术,作业环境得以实时跟踪,机械设备状况动态监控,潜在安全风险得以预判,并能够迅速做出反应。尽管如此,数字化转型依然面临着一系列挑战,如专业人才的短缺、设备数据标准的不统一,以及数据安全与隐私保护等问题。为此,人才培养力度必须加大,行业标准化进程亟需推进,同时数据安全防护措施也应得到强化。数字化矿山管理的前景广阔,尽管在技术与管理层面目前仍面临一定困难,随着技术不断进步与经验逐步积累,数字化转型将在矿山施工行业的安全生产中提供更加坚实的支持,推动矿山施工行业向专业化、机械化、规模化和智能化的方向迈进,为科技兴安赋能,用数字化技术实现矿山施工的本质化安全。

[参考文献]

- [1]王鹏飞. 基于矿山数字化开采技术要点探究[J]. 矿业装备,2022(5):182-183.
 - [2]鲁丽,杨超超,唐雅梅. 露天矿山数字化三维可视化监管平台技术应用研究[J]. 安徽地质,2024,34(2):182-185.
 - [3]郭金,韩成昊. 数字化建设与井下矿山的有效结合[J]. 世界有色金属,2020(24):227-228.
- 作者简介:周严(1977.11—),男,毕业于云南大学工商管理专业,本科学历,就职于云南铜业玉溪飞亚矿业开发管理有限责任公司拉拉项目部,职务:项目部副经理(专职安全负责人),所在职务的年限6年,职称:注册安全工程师、二级建造师。