

煤矿智能化技术与煤矿安全生产研究

郝会明

包头能源有限责任公司万利一矿 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要：随着煤炭行业转型升级加速推进，煤矿智能化技术成为当下关注的焦点。本文聚焦煤矿智能化技术与煤矿安全生产展开研究。首先概述煤矿智能化技术与安全生产相关内容，接着阐述煤矿智能化关键技术，包括物联网、大数据、人工智能等。随后分析煤矿安全生产中存在的问题，如地质条件复杂、人为因素、技术装备不均衡、安全管理信息化低等。最后针对这些问题提出相关策略，涵盖加强地质勘探、提高矿工素质、推进装备升级、提升信息化水平以及完善监管体系等方面，旨在通过智能化技术推动煤矿安全生产水平提升，保障煤矿产业稳定发展。

关键词：煤矿；智能化技术；煤矿；安全生产；研究

引言：煤炭作为我国能源体系的重要组成部分，其安全生产直接关系能源稳定供应与矿工生命安全。随着科技进步，煤矿智能化已成为行业转型核心方向，通过先进技术赋能可大幅降低安全风险。然而当前煤矿安全生产仍面临地质灾害防控难、人为失误频发等多重挑战，传统生产与管理模式难以满足安全需求。在此背景下，深入研究煤矿智能化技术的应用路径，结合安全生产现存问题制定科学策略，对推动煤矿行业向安全、高效、智能转型具有重要现实意义，也是实现煤炭产业可持续发展的关键课题。

1 煤矿智能化技术与煤矿安全生产的概述

煤矿智能化技术是融合物联网、大数据、人工智能、5G通信等前沿科技，对煤矿生产各环节进行智能化改造与升级的综合技术体系。它借助传感器、智能设备等实现生产数据的实时采集与传输，通过大数据分析和人工智能算法进行深度挖掘与智能决策，再借助5G通信的高速稳定特性实现信息的快速交互与精准控制，最终达成煤矿生产的自动化、智能化运行。煤矿安全生产则是煤矿运营的核心目标，关乎矿工生命安全、企业经济效益以及社会稳定。传统煤矿生产中，复杂的地质条件、多变的工作环境以及人为操作的不确定性等因素，使得安全生产面临诸多挑战，事故隐患难以彻底消除。煤矿智能化技术与煤矿安全生产紧密相连、相互促进。智能化技术为安全生产提供了强大支撑，通过实时监测与预警系统，能提前发现潜在的安全风险并及时采取措施；自动化生产设备减少了人员在高危环境中的作业，降低了人为因素导致的事故概率。而安全生产的需求又推动着智能化技术的不断创新与发展，促使技术更加贴合煤矿实际生产场景，提高其可靠性和实用性^[1]。

2 煤矿智能化的关键技术

2.1 物联网技术

物联网技术是煤矿智能化实现全面感知、可靠传输与智能控制的核心基础。它通过在煤矿的各个关键位置，如采掘工作面、运输巷道、通风系统等，部署大量的传感器、射频识别（RFID）标签等设备，实现对煤矿环境参数（如瓦斯浓度、温度、湿度、粉尘浓度）、设备运行状态（如采煤机的转速、液压支架的压力、通风机的风量）以及人员位置等信息的实时采集。这些采集到的数据通过有线或无线通信网络，如工业以太网、Wi-Fi6、ZigBee等，可靠地传输到数据中心或监控平台。在数据中心，利用数据融合与处理技术，对海量数据进行整合与分析，挖掘数据背后的潜在信息。基于这些信息，可实现对煤矿设备的远程监控与自动控制，例如根据瓦斯浓度自动调节通风设备的运行参数；同时，还能为煤矿的安全预警、生产调度等提供精准的数据支持，实现对煤矿生产全过程的智能化管理，有效提升煤矿生产的安全性及效率。

2.2 大数据技术

大数据技术为煤矿智能化提供了强大的数据存储、分析与决策支持能力。煤矿生产过程中会产生海量的数据，包括设备运行数据、环境监测数据、生产管理数据等，这些数据具有多样性、海量性和高速性等特点。大数据技术通过分布式存储系统，如Hadoop分布式文件系统（HDFS），能够高效地存储这些海量数据，并保证数据的可靠性和可用性。在数据分析方面，运用数据挖掘、机器学习等算法，对煤矿大数据进行深度分析，挖掘数据中的潜在规律和模式。例如，通过对设备历史运行数据的分析，预测设备的故障发生时间和类型，实现预防性维护；根据环境监测数据的长期变化趋势，评估煤矿的安全风险状况。基于大数据分析结果，为煤矿的生产计划制定、安

全措施调整、资源优化配置等提供科学合理的决策依据,推动煤矿向智能化、精细化方向发展。

2.3 人工智能技术

人工智能技术在煤矿智能化中发挥着关键作用,主要体现在智能感知、智能决策和智能控制等方面。在智能感知方面,利用计算机视觉技术对煤矿监控视频进行分析,可实现对人员违规行为、设备故障特征等的自动识别和预警。例如,通过图像识别算法检测矿工是否佩戴安全帽、是否在危险区域作业等。在智能决策方面,基于深度学习算法构建的模型,能够对煤矿生产过程中的复杂问题进行分析和决策。比如,根据煤层地质条件、设备状态等多方面因素,优化采煤工艺参数,提高采煤效率和资源回收率。在智能控制方面,人工智能技术可实现煤矿设备的自主运行和协同控制。

2.4 虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术

虚拟现实(VR)与增强现实(AR)技术为煤矿智能化带来了全新的交互体验和应用模式。VR技术通过创建虚拟的煤矿生产环境,让矿工在安全的环境中进行模拟培训和操作演练。例如,矿工可以在虚拟的井下场景中熟悉采煤设备的操作流程、学习应对各种灾害事故的方法,提高实际操作技能和应急处理能力,同时避免了在实际培训中可能面临的危险。AR技术则是将虚拟信息与现实场景相结合,为煤矿工作人员提供实时的信息支持和指导。在设备维护过程中,技术人员通过AR设备可以看到设备的虚拟维修手册、故障诊断信息等,快速定位故障点并进行维修操作,提高维修效率和质量。在井下巡检时,AR技术可以将设备的运行参数、历史维护记录等信息叠加在现实设备上,方便巡检人员全面了解设备状况,及时发现潜在问题,保障煤矿生产的正常运行。

2.5 5G通信技术

5G通信技术以其高速率、低时延、大容量的特性,成为煤矿智能化的关键支撑技术。在煤矿生产中,大量的设备需要实时传输数据,如高清监控视频、设备的实时运行参数等,5G通信技术的高速率特性能够满足这些海量数据的快速传输需求,确保数据的实时性和准确性。低时延是5G技术的另一大优势,在煤矿的远程控制场景中,如远程操控采煤机、掘进机等设备,低时延可以保证控制指令的及时下达和设备的快速响应,实现精准操作,提高生产效率和安全性。大容量特性使得5G网络能够连接更多的煤矿设备,实现设备的广泛互联和协同工作。通过5G网络,可以将煤矿的各个子系统,如生产监控系统、安全预警系统、设备管理系统等有机集成在一起,形成一个统一的智能化管理平台,实现煤矿生

产的全面感知、智能决策和自动控制,推动煤矿智能化向更高水平发展^[2]。

3 煤矿安全生产中存在的问题

3.1 地质条件复杂,灾害防控难度大

煤矿所处地质环境多样且复杂,不同区域的地质构造、煤层赋存条件差异显著。许多煤矿存在断层、褶曲等地质构造,这些构造不仅改变了煤层的连续性和稳定性,还为瓦斯积聚、水害等灾害的发生创造了条件。同时,煤层顶底板岩性多变,部分岩层松软破碎,在开采过程中易发生冒顶、片帮等事故。此外,一些煤矿还受到岩浆侵入、地热等特殊地质因素的影响,进一步增加了灾害防控的难度。复杂的地质条件使得煤矿灾害具有突发性、多样性和破坏性强的特点,难以准确预测和有效防范。

3.2 人为因素仍是事故主因

在煤矿安全生产中,人为因素导致的安全事故仍占较大比例。部分矿工安全意识淡薄,存在违规操作、冒险作业等行为,如未按规定佩戴安全防护用品、在未采取安全措施的情况下进入危险区域等。一些管理人员安全责任落实不到位,对安全生产工作重视不够,存在重生产、轻安全的现象,对现场安全检查不严格,对安全隐患排查治理不及时。此外,煤矿从业人员流动性较大,新员工安全培训不足,对岗位操作规程和安全注意事项不熟悉,也容易因操作不当而引发事故。

3.3 技术装备水平不均衡

我国煤矿技术装备水平存在明显的区域和矿井差异。一些大型现代化煤矿采用了先进的采掘设备、安全监测监控系统和智能化技术,生产效率和安全保障能力较高。然而,部分中小型煤矿由于资金、技术等方面的限制,技术装备相对落后,仍在使用老旧、低效的设备,这些设备可靠性差、故障率高,不仅影响生产效率,还存在较大的安全隐患。同时,不同地区煤矿在安全技术研发和应用方面也存在差距,一些地区缺乏对新技术、新装备的引进和推广,导致煤矿整体技术装备水平难以提升,制约了煤矿安全生产水平的提高。

3.4 安全管理信息化程度低

当前,部分煤矿安全管理信息化水平较低,难以满足现代化煤矿安全生产的需求。一些煤矿的安全监测监控系统功能不完善,存在监测点覆盖不全、数据传输不稳定、报警信息不及时等问题,无法实时、准确地掌握井下安全状况。安全管理信息系统建设滞后,各部门之间信息沟通不畅,数据不能共享,导致安全管理工作效率低下。此外,缺乏对安全管理数据的深度分析和挖

掘,无法从海量数据中提取有价值的信息,为安全决策提供科学依据^[3]。

4 煤矿安全生产的相关策略

4.1 加强地质勘探与灾害预测预报

煤矿地质条件复杂,精准勘探是安全基石。要综合运用三维地震、瞬变电磁等先进技术,全面查明煤层厚度、走向,以及地质构造、瓦斯与水文等情况,为开采设计提供可靠依据。同时,建立多参数监测预警系统,利用高精度传感器实时采集瓦斯浓度、顶板压力、地温等数据,借助大数据分析和人工智能算法,动态评估灾害风险。例如,根据瓦斯涌出规律提前预警积聚风险。加强与气象、地质部门联动,及时获取外部灾害信息。定期维护和校准监测设备,保证数据准确,将事故隐患消除在萌芽,为煤矿安全生产筑牢第一道防线。

4.2 提高矿工安全素质与技能

矿工是煤矿生产主力军,其安全素质与技能关乎安全大局。开展常态化安全教育培训,涵盖安全法规、操作规程、应急救援等内容,采用理论教学与案例分析相结合的方式,增强矿工安全意识。针对新入职矿工,严格岗前培训,考核合格方可上岗。对在岗人员,依岗位需求开展专项技能培训,如爆破工、瓦斯检查工等特殊工种定期复训考核。鼓励矿工自主学习,对表现突出者给予奖励。

4.3 推进煤矿技术装备升级改造

先进技术装备是煤矿安全生产的硬件支撑。煤矿企业应加大资金投入,引进智能化采掘设备,如自动化采煤机、掘进机,实现远程操控和自动作业,减少井下作业人员,降低事故风险。更新安全监测监控设备,采用高精度、高稳定性传感器,扩大监测范围,提高数据准确性。推进煤矿智能化建设,利用物联网、大数据等技术实现生产过程智能控制和安全预警。政府出台优惠政策,如财政补贴、税收减免,激励企业加快技术装备升级改造,提升煤矿整体安全水平。

4.4 提升安全管理信息化水平

提升信息化水平可实现煤矿安全精细化管理。构建统一的安全生产信息管理平台,整合生产、安全、设备等数据,实现信息共享与实时交互。管理人员借此随时掌

握井下动态,及时发现和处理问题。利用信息化优化管理流程,如实现安全隐患排查治理电子化、标准化,提高工作效率。开发安全管理移动应用,方便人员获取安全信息、上报隐患。加强大数据分析应用,挖掘数据价值,找出管理薄弱环节和潜在风险,为制定安全措施提供依据,提升安全管理智能化程度。

4.5 完善安全监管体系

完善的监管体系是煤矿安全的重要保障。政府要加强监管机构建设,充实专业人员,提高执法能力。明确各级监管部门职责,建立协调联动机制,避免监管空白与重复。制定严格的安全监管标准和规范,加强安全生产许可证审核管理,严格市场准入。加大日常监督检查力度,采用“双随机、一公开”等方式,提高监管有效性。对存在重大隐患的企业,依法责令停产整顿。建立监管信息公开制度,接受社会监督,鼓励公众参与监督,对举报重大隐患和违法行为的人员给予奖励,形成全社会共抓煤矿安全的良好氛围^[4]。

结束语

煤矿智能化技术与煤矿安全生产的深度融合,已成为煤炭行业高质量发展的必由之路。通过物联网、大数据、人工智能等技术的集成应用,煤矿实现了从“人工巡检”到“智能预警”、从“危险作业”到“机器替人”的跨越式转变。智能化技术不仅显著提升了风险预测精度与应急响应效率,更通过减少井下作业人数、优化生产流程,从根源上降低了事故发生率。未来,随着5G、数字孪生等技术的持续突破,煤矿智能化将向全产业链、全要素覆盖迈进,为构建安全、高效、绿色的现代煤炭工业体系提供坚实支撑。

参考文献

- [1]李斌,张余成.煤矿生产技术管理与煤矿安全生产的关系探析[J].中国化工贸易,2021,11(005):40.
- [2]李艳军,杨娟娟.在煤矿安全生产中煤矿机电技术管理的应用分析[J].科技资讯,2022,v.17;No.544(07):72+74.
- [3]范扩展.煤矿生产技术管理与煤矿安全生产的关系探析[J].科技风,2022,382(14):108.
- [4]牛广军.煤矿生产技术管理与煤矿安全生产的关系探析[J].中国化工贸易,2021,011(007):45.