

智能化采掘技术在提升煤矿安全中的作用研究

崔 磊

河南焦煤能源有限公司中马村矿 河南 焦作 454000

摘要：随着现代科技的飞速发展，智能化采掘技术在煤矿安全领域的应用日益广泛。该技术通过集成信息技术、自动化控制和智能管理，实现了煤矿采掘过程的全面智能化。本文深入研究了智能化采掘技术在提升煤矿安全方面的作用，分析了其关键技术、安全功能及对传统采掘技术安全隐患的改善效果，为煤矿行业的安全生产和可持续发展提供了重要参考。

关键词：智能化采掘技术；提升煤矿安全；作用

引言：煤矿安全生产一直是能源行业关注的焦点。随着智能化技术的快速发展，智能化采掘技术为煤矿安全生产提供了新的解决方案。本研究旨在深入探讨智能化采掘技术如何提升煤矿安全水平，通过分析其关键技术及在安全管理中的应用，揭示其对减少事故风险、提高生产效率的重要作用，为煤矿行业的智能化转型和安全发展提供理论依据和实践指导。

1 智能化采掘技术概述

1.1 定义及发展历程

(1) 智能化采掘技术的定义及概念。智能化采掘技术是指在机械化开采和自动化开采的基础上，借助现代信息技术、自动化技术和智能控制技术，使煤矿采掘装备能够自主感知采掘环境、智能调控采掘过程，并自主导航完成采掘作业。其核心在于通过采掘装备的智能自主作业、实时工艺数据获取与更新，以及根据开采条件变化的自动调控，实现全过程、全方位的自动化、智能化和数字化管理。(2) 我国智能化采掘技术的发展历程。我国煤矿智能化采掘技术的发展始于20世纪80年代，经历了从萌芽期到快速发展期的演变。在“十一五”期间，国产大型煤机装备发展迅速，攻克了一系列技术瓶颈，逐步建立了采、掘、运、支成套装备体系。进入21世纪，随着电气自动化技术的不断更新和3D GIS数字平台的应用，初步实现了初级数据处理和系统联动。近年来，智慧煤矿建设加速，从单个系统智能化向多系统智慧化方向发展，智能化采掘技术取得了长足进步。

1.2 关键技术解析

(1) 自动化开采技术。自动化开采技术是智能化采掘的基础，通过采煤机的记忆截割程序，实现采煤机的自动记忆截割运行。同时，支架及刮板机跟随采煤机随动自动化，确保整个工作面设备在最佳状态下运行。

(2) 智能装备技术。智能装备技术包括智能采煤机、智能运输设备、智能监控系统等。这些装备通过内置的传感器和互联网技术，实现对采掘机运行状态、煤层情况等信息的实时监控和管理。(3) 大数据与云计算技术的应用。大数据和云计算技术为智能化采掘提供了强大的数据处理和分析能力。通过收集和分析煤层信息、地质构造等数据，为煤矿开采决策提供科学依据。(4) 物联网技术在煤矿中的应用。物联网技术将传感器、控制器和互联网等技术相结合，实现对煤矿的全面、高效监测和管理。通过物联网技术，可以实时获取和更新采掘工艺数据，提高煤矿开采的安全性和效率。

2 煤矿安全的现状分析

2.1 传统采掘技术的安全隐患

(1) 作业环境复杂。煤矿开采环境通常复杂多变，包括地下深处的黑暗、潮湿、高温等恶劣条件。此外，煤层分布不均、地质结构复杂等因素也给采掘作业带来了极大的挑战。在这种复杂环境下，传统采掘技术往往难以应对各种突发状况，增加了安全事故的风险。(2) 人为操作失误。人为操作失误是传统采掘技术中的另一个重要安全隐患。由于煤矿工人长期在恶劣环境下工作，体力和精神压力较大，容易导致操作失误。例如，操作不当可能导致设备损坏、煤层坍塌等严重后果。此外，工人对安全规程的忽视或执行不力也是安全事故频发的重要原因。(3) 设备老化及故障。煤矿采掘设备在长期运行过程中，由于磨损、腐蚀等原因，逐渐出现老化现象。这些老化设备不仅降低了生产效率，还容易引发各种故障，如电气系统故障、机械故障等。这些故障往往具有突发性和不可预测性，给煤矿安全生产带来了极大的威胁。

2.2 安全事故的统计与原因分析

(1) 安全事故的类型及频率。煤矿安全事故的类型

多样,包括瓦斯爆炸、煤尘爆炸、顶板事故、透水事故等。这些事故不仅造成大量的人员伤亡和财产损失,还严重影响了煤矿生产的正常进行。据统计,煤矿安全事故的频率在某些地区居高不下,成为制约煤矿安全生产的重要因素。(2)事故发生的主要原因。安全事故的发生往往与多种因素有关。除了传统采掘技术本身存在的安全隐患外,煤矿企业的安全管理水平、工人的安全意识和操作技能、设备的维护保养状况等也是影响安全事故的重要因素。例如,安全管理水平低下、工人安全培训不足、设备维护不到位等都可能引发安全事故^[1]。

2.3 现有安全管理体系的不足

(1)安全监控手段的传统与局限。现有煤矿安全监控手段主要依赖传统的传感器和监控系统。然而,这些系统往往存在监测范围有限、数据更新不及时等问题,难以全面、准确地反映煤矿生产过程中的安全状况。此外,部分监控系统还存在稳定性差、易出现故障等缺陷,影响了安全监控的可靠性和有效性。(2)应急响应机制的滞后。在煤矿安全事故发生时,快速、有效的应急响应对于减少人员伤亡和财产损失至关重要。然而,现有应急响应机制往往存在滞后和不完善的问题。例如,应急预案的制定和执行不够规范、应急资源储备不足、应急演练不足等都可能导致应急响应效果不佳。因此,加强煤矿应急响应机制的建设和完善显得尤为重要。

3 智能化采掘技术在提升煤矿安全中的作用

3.1 智能化开采系统的安全功能

(1)实时远程监控与故障诊断。智能化开采系统通过集成的高清摄像头、传感器等装置,实现了对开采现场的实时远程监控。这不仅让管理人员能够在安全的地方掌握井下情况,还能对设备进行远程故障诊断。一旦检测到设备参数异常或出现故障迹象,系统立即发出警报,并显示故障位置和原因,有助于维修人员快速定位并解决问题,避免因设备故障导致的事故。(2)设备故障预警与自动停机。智能化开采系统还具备设备故障预警功能。通过对设备运行数据的实时分析,系统能够预测设备可能发生的故障,并在必要时自动触发停机程序,防止设备在异常状态下继续运行。这种预防性停机机制极大地降低了设备故障对煤矿安全的影响,减少了因设备故障导致的生产中断和事故风险^[2]。(3)矿工定位与紧急避险系统。智能化开采系统还集成了矿工定位与紧急避险系统。该系统能够实时追踪井下矿工的位置信息,并在紧急情况下为矿工提供安全的避难场所和逃生路径。一旦发生事故,系统能够迅速定位矿工的位置,为救援人员提供精确指引,同时启动紧急避险系

统,如避难硐室、逃生通道等,为矿工提供安全的避难空间。

3.2 智能装备在安全管理中的作用

(1)智能采煤机的安全操作与故障预警。智能采煤机通过集成传感器和控制系统,能够自主感知煤层变化和开采环境,实现精确截割和智能导航。其内置的故障诊断和预警系统,能够实时监测采煤机的运行状态,一旦发现异常,立即报警并启动保护机制,避免发生安全事故。(2)智能运输设备的自动化运行与防碰撞系统。智能运输设备如带式输送机、刮板输送机等,通过采用先进的自动化控制技术,能够实现物料运输的智能化管理。这些设备具备自动调速、自动避障等功能,能够根据实际情况灵活调整运行状态,减少人为干预,降低事故风险。此外,防碰撞系统的应用进一步提升了设备间的协同作业效率,保障了运输过程的安全。(3)智能监控系统的全面覆盖与实时监控。智能监控系统通过高清摄像头、红外传感器等设备,实现了对煤矿开采现场的全方位监控。系统能够实时监测井下瓦斯浓度、一氧化碳浓度等关键环境参数,以及人员和设备的位置信息。一旦发现异常,系统能够立即发出警报,并通知相关人员采取应对措施,有效预防事故的发生。

3.3 大数据与云计算在安全管理中的应用

(1)数据采集与分析。大数据技术在煤矿安全管理中的应用,使得对海量数据的采集和分析成为可能。通过对井下环境参数、设备运行状态、矿工行为等数据进行分析,可以挖掘出潜在的安全隐患和事故规律,为制定针对性的安全预防措施提供科学依据。(2)风险预测与预防。基于大数据分析的风险预测模型,能够提前识别煤矿开采过程中的潜在风险点,并预测其可能引发的事故类型和危害程度。这有助于管理人员提前采取措施,将事故扼杀在萌芽状态。(3)远程应急指挥与控制。云计算技术为煤矿应急指挥和控制提供了强大的支撑。通过构建云端应急管理平台,可以实现跨地域、跨部门的应急资源调度和协同作战。一旦发生事故,平台能够迅速启动应急预案,调动各方力量进行救援,有效缩短响应时间,提高救援效率^[3]。

3.4 物联网技术在煤矿安全监控中的应用

(1)设备状态监控与远程管理。物联网技术通过为煤矿设备配备各类传感器,实现了设备状态的实时监控。这些传感器能够收集设备的运行数据、温度、振动等关键指标,并将这些数据无线传输至中央控制系统。管理人员可以通过远程管理平台,实时查看设备状态,及时发现异常并采取措施,避免了因设备故障导致的安

全事故。(2) 人员定位与追踪。物联网技术在煤矿安全监控中的另一个重要应用是人员定位与追踪。通过在矿工佩戴的安全帽或工作服中植入RFID标签,系统能够实时追踪并记录矿工的位置信息。这有助于管理人员了解矿工的分布情况,确保在紧急情况下能够迅速疏散人员。同时,物联网技术还可以与紧急避险系统相结合,一旦检测到矿工进入危险区域,立即触发报警机制,引导矿工撤离至安全地带^[4]。(3) 环境参数监测与预警。煤矿开采环境复杂多变,瓦斯、一氧化碳等有害气体以及温度、湿度等环境参数的变化都可能对矿工的生命安全构成威胁。物联网技术通过部署在井下的各类传感器,实现了对环境参数的实时监测。当监测到有害气体浓度超标或环境温度过高等异常情况时,系统能够立即发出预警信号,并启动相应的应急措施,如开启通风设备、启动紧急避险系统等,从而有效预防事故的发生。

4 智能化采掘技术在煤矿安全中的挑战与前景

4.1 技术挑战

(1) 设备成本与维护。智能化采掘技术的核心在于先进的设备和系统,这些设备往往成本高昂。对于许多煤矿企业来说,初期投入的巨大资金是一个不小的负担。此外,这些高精尖设备的维护也需要专业知识和技能,增加了运营成本。如何平衡投入与产出,以及建立有效的设备维护机制,是煤矿企业在应用智能化采掘技术时面临的重要挑战。(2) 技术更新与升级。智能化采掘技术涉及多个领域的前沿科技,如人工智能、大数据、物联网等。这些技术日新月异,更新换代速度极快。煤矿企业需要紧跟技术潮流,不断对设备进行更新和升级,以保持技术的先进性和竞争力。然而,技术更新往往伴随着高昂的成本和复杂的过程,如何确保技术的持续迭代和优化,是另一个需要克服的挑战。(3) 人员培训与技能提升。智能化采掘技术的应用对煤矿工人的技能提出了更高要求。传统的手工操作被自动化和智能化设备所取代,工人需要掌握新的操作技能和知识。因此,煤矿企业需要加强对员工的培训和教育,提高他们的技术水平和综合素质。然而,人员培训和技能提升需要时间和资源投入,且效果难以立竿见影,这也是一个亟待解决的问题。

4.2 发展前景

(1) 更高级别的自动化与智能化。随着人工智能、大数据等技术的不断发展,智能化采掘技术将朝着更高级别的自动化和智能化方向迈进。未来的煤矿开采将实现更程度的无人化作业,设备和系统将具备更强的自我感知、自我决策和自我修复能力,进一步提高煤矿安全生产的水平。(2) 5G等新一代通信技术的应用。5G等新一代通信技术的广泛应用将为智能化采掘技术提供更加稳定、高效的数据传输通道。这将使得井下设备之间的通信更加顺畅,数据实时性和准确性得到显著提升。同时,5G技术还支持海量设备的连接和管理,为煤矿企业的数字化转型提供有力支撑。(3) 绿色开采与可持续发展。智能化采掘技术将与绿色开采理念紧密结合,推动煤矿行业的可持续发展。通过优化开采方案、提高资源利用率、减少废弃物排放等手段,智能化采掘技术将助力煤矿企业实现经济效益与环境效益的双赢。未来,煤矿开采将更加注重生态环保和社会责任,智能化采掘技术将成为推动行业转型升级的重要力量。

结束语

综上所述,智能化采掘技术以其独特的优势在提升煤矿安全中发挥了重要作用。通过实现采掘装备的自主感知、智能调控和高效运行,不仅显著提高了生产效率,更在预防安全事故、降低人员风险方面取得了显著成效。未来,随着技术的不断进步和应用场景的拓展,智能化采掘技术将持续为煤矿安全提供更加全面、高效的解决方案,推动煤矿行业向更加安全、绿色、可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1] 王志强,张新,吴文海.煤矿安全技术有效应用研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(11):113-115.
- [2] 王博翰,郭俊.煤矿安全监控系统技术及智能化发展趋势[J].陕西煤炭,2024,(13):109-110.
- [3] 于文博.掘进工作面智能化对煤矿安全生产的影响[J].内蒙古煤炭经济,2024,(09):95-96.
- [4] 白黔翔.煤矿“一通三防”智能化技术改进分析[J].内蒙古煤炭经济,2023,(06):56-57.