

解析智能化矿山建设及难点

胡 智

中煤科工集团重庆研究院有限公司 重庆 400037

摘 要：智能化矿山建设是矿业行业转型升级、实现高质量发展的必由之路。本文深入探讨了智能化矿山建设的核心要素及其面临的难点。文章先是概述了智能化矿山建设的背景和意义。接着，详细分析了智能化矿山建设的关键技术，包括生产过程智能化、生产辅助系统智能化以及集成化应用平台的应用。在此基础上，文章探讨了智能化矿山建设过程中遇到的主要难点。

关键词：矿山；信息化；智能化；集成化

引言

随着科技的不断进步和矿业行业的快速发展，智能化矿山建设已成为推动矿业转型升级、实现高质量发展的重要途径。智能化矿山建设通过引入先进的信息技术、自动化技术和人工智能技术，实现矿山生产过程的智能化、自动化和无人化，提高矿山生产效率、降低生产成本、保障安全生产。

1 智能化矿山建设的意义

通过物联网、大数据、云计算等前沿技术的运用，矿山能够实现设备、环境、人员等各个方面的全面感知和实时监控，为决策提供及时、准确的数据支持。第一，工业技术的革新也为智能矿山的建设提供了有力支撑。智能化采掘设备、自动化控制系统、精准监测技术等的应用，使得矿山生产过程更加精准、高效。同时，这些技术的应用还大大降低了人工干预的需求，减少了人为因素带来的安全风险，提高了矿山的安全性和可靠性。第二，企业管理技术的融入，则是智能矿山建设中的另一个重要方面。通过引入先进的管理理念和方法，如精益管理、六西格玛管理等，企业能够实现对矿山生产、经营、管理等各个环节的精细化控制。这不仅有助于提升矿山的运营效率，还能够降低运营成本，提高经济效益。第三，在智能矿山的构建过程中，一个显著的特点是“九自”能力的形成。这些能力包括自分析、自诊断、自趋优、自管理、自恢复、自学习、自适应、自组织、自提升。这些能力的形成，使得矿山能够自主感知环境变化、自主调整生产策略、自主优化资源配置，从而实现生产过程的智能化和自动化。这种智能化和自动化的生产方式，不仅能够提高矿山的生产效率，还能够降低能耗和排放，实现绿色生产^[1]。第四智能矿山的建设不仅带来了经济效益的提升，更重要的是带来了社会效益的提升。通过智能化技术的应用，矿山能够实现安

全生产、减少事故发生率、降低人员伤亡率；同时，智能矿山还能够实现资源的合理利用和环境的保护，减少对环境的影响和破坏。这些都将为社会带来积极的影响和贡献。

2 智能化矿山建设

2.1 生产过程智能化

矿山生产过程智能化，作为现代矿业发展的重要方向，旨在通过引入先进的智能化装备和技术，实现生产工序的自动化、无人化或少人化，以达成安全、高效的生产目标。这一过程与矿山的具休开采工艺紧密相连，不同的矿山类型，如露天矿山和地下矿山，因其独特的生产环境和工艺流程，需要针对性地应用智能化技术和装备。（1）在穿爆作业中，智能化技术的应用主要体现在精确爆破控制上。通过引入智能爆破系统，利用先进的传感器和数据分析技术，实现对爆破参数的精确计算和实时调整，确保爆破效果的优化和作业安全。此外，智能爆破系统还能够实现远程监控和操作，降低作业人员的风险。（2）铲装作业。在这一环节，智能化技术的应用主要体现在自动化铲装设备上。这些设备通过集成先进的导航、定位、识别和控制系统，能够实现对铲装作业的自动化控制，减少人工干预，提高作业效率。同时，自动化铲装设备还能够根据生产需求实时调整作业计划，确保生产过程的连续性和稳定性。（3）运输作业。在运输作业中，智能化技术的应用主要体现在无人驾驶矿车和智能调度系统上。无人驾驶矿车通过集成先进的感知、决策和控制技术，能够自主完成运输任务，减少人力成本，提高运输效率。而智能调度系统则能够实时掌握矿车的运行状态和位置信息，实现对运输过程的优化调度和管理。（4）排岩作业。在这一环节，智能化技术的应用主要体现在智能排岩系统上。该系统通过集成先进的图像处理、模式识别和机械控制技术，能够

实现对排岩过程的自动化控制和优化。同时,智能排岩系统还能够根据排岩场的实际情况,自动调整排岩方案和参数,确保排岩过程的顺利进行和环境保护。

2.2 生产辅助系统智能化

在矿山的开采过程中,无论是露天开采还是地下开采,都会依赖于一系列关键的生产辅助系统。这些系统,如通风、排水、供风和供电等,虽不直接参与矿石的采掘过程,但其重要性却不容忽视,因为它们为矿山的安全、高效生产提供了必不可少的支持。随着科技的进步和智能化时代的到来,这些生产辅助系统的智能化建设也愈发受到重视。第一,大数据分析和智能算法。通过对大量历史数据的分析,系统能够预测设备的运行状态和可能出现的问题,提前进行预警和维护;智能算法还能够根据实时数据自动调整控制策略,实现系统的自主运行。这种以低成本、高安全为目标导向的智能化建设模式,不仅降低了矿山的运营成本,还提高了生产效率 and 安全性。第二,三维可视化、多系统融合叠加。这种展示体系通过集成各种传感器和监控设备的数据,以三维模型的形式展示矿山的实时运行状态。工作人员可以直观地了解各个系统的运行情况,及时发现和处理问题^[2]。同时,这种展示体系还可以与其他信息系统进行集成,实现信息的共享和协同工作。第三,数字孪生系统和固定路线的巡检机器人系统。数字孪生系统是通过建立矿山的虚拟模型,对矿山的运行状态进行模拟和预测。它可以根据实时数据更新模型的状态,并与实际矿山进行实时对比和分析。通过数字孪生系统,工作人员可以更加深入地了解矿山的运行情况,发现潜在的问题并进行优化。第四,固定路线的巡检机器人系统则是利用机器人对矿山进行定时或实时的巡检。这些机器人可以沿着预设的路线进行巡检,通过搭载的各种传感器和摄像头获取矿山的实时数据。工作人员可以通过远程监控中心查看机器人的巡检结果,及时发现和处理问题。

2.3 集成化应用平台

应用系统的集成化、平台化是我国智能矿山建设中最重要特色。相较于国外矿山,我国的应用平台不仅具有多层次叠加、多业务融合、多系统集成的鲜明特征,而且在实践中展现出了极高的灵活性和适应性。(1)“一张图”平台。这一平台通过将智能化生产、安全保障、经营管理等多功能系统有机融合,形成了一体化的操作界面和管理体系;在“一张图”上,各类生产数据、安全信息、经营指标等都能实时呈现,为矿山管理者提供了直观、全面的决策依据。(2)技术平台。技术平台主要致力于解决地质测量、设计计划方面的智能

化问题。通过集成先进的地理信息系统、遥感技术、大数据分析等工具,技术平台能够实现对矿山地质条件的精准测量和模拟,为矿山设计提供科学依据;技术平台还能根据生产实际情况,实时调整设计计划,确保生产过程的顺利进行。(3)安全平台。它利用物联网、视频监控、传感器等技术手段,对矿山生产过程中的安全隐患进行实时监测和预警。一旦发现异常情况,安全平台能够迅速启动应急响应机制,确保矿山生产的安全稳定。此外,安全平台还能对矿山生产过程中的安全数据进行统计分析,为矿山安全管理提供有力支持。(4)集控平台是。它通过集成自动化控制系统、网络通信技术、人工智能等技术手段,实现对矿山生产过程的全面监控和智能调度。集控平台能够根据生产需求和设备状态,自动调整生产计划和设备运行参数,确保生产过程的连续性和稳定性。同时,集控平台还能实现设备之间的协同工作,提高设备的运行效率和使用寿命。(5)决策平台。它利用大数据分析、云平台等先进技术,对矿山生产过程中的各类数据进行深入挖掘和分析,为高层决策提供科学依据。决策平台不仅能够实时呈现矿山的生产状况和经营指标,还能对未来发展趋势进行预测和评估,为矿山战略规划和长远发展提供有力支持。

3 智能化矿山建设难点分析

3.1 地质保障技术方法和数据存储方式难点

目前所采取的地质保障技术方法和数据存储方式,在很大程度上未能满足智能化开采对于基础数据的精确性、全面性和实时性的需求。第一,高效采掘条件下地质异常动态精准探测所面临的挑战。在传统的采掘过程中,地质保障技术主要依赖于地质勘探、岩石力学分析等手段,这些方法虽然在一定程度上能够提供地质信息,但在高效采掘的背景下,其准确性和时效性都显得捉襟见肘^[3]。尤其是在面对复杂多变的地质条件时,传统的技术方法往往难以做出快速准确的反应,导致采掘过程中可能出现的风险难以得到及时有效的控制。与此同时,数据存储方式也制约了地质异常动态精准探测的发展。目前,大部分矿山的数据库或文件系统,这些方式在数据规模较小、数据类型单一的情况下尚能满足需求。但是,随着采掘技术的不断进步和地质数据的不断增加,传统的数据存储方式已经难以满足海量、异构、实时数据的存储需求。这不仅影响了数据的处理效率,也限制了地质异常动态精准探测技术的进一步发展。第二,透明地质模型的构建与实时更新技术还存在一些困难。缺乏一种行之有效的对工作面内部情况进行精准探查的手段,传统的钻探、物探

等方法虽然能够获取一定范围内的地质信息,但对于工作面内部的复杂地质情况往往难以做出准确的判断。第三,透明地质模型的实时更新也面临着数据融合和处理的挑战。由于地质数据的来源广泛、类型多样、更新频率不一,如何将 these 数据进行有效的融合和处理,形成能够指导采掘过程的决策信息,是一个亟待解决的问题。我们需要利用大数据、云计算等先进技术,对地质数据进行高效处理和分析,以实现透明地质模型的实时更新和优化。

3.2 技术的革新与应用问题

随着5G技术的兴起,其在煤矿领域的推广应用并非一帆风顺,面临着诸多亟待解决的问题。第一,通信设备的安全性和稳定性。煤矿井下环境复杂,对通信设备的安全性和稳定性有着极高的要求。然而,目前市场上适用于煤矿井下的5G设备和工业模组尚显不足。这些设备不仅需要具备防水、防尘、防爆等特性,还需能在极端环境下稳定运行,并满足煤矿通信的高带宽、低时延等要求。因此,针对煤矿井下特殊环境的5G设备和工业模组研发,成为了当前亟待解决的问题。第二,5G场景设计和落地。煤矿作业场景多样,包括采掘、运输、通风、排水等多个环节,每个环节都对5G技术有着不同的应用需求。因此,如何根据煤矿实际情况,合理设计5G应用场景,确保5G技术能够真正落地并发挥实效,是煤矿推广5G技术必须面对的问题。第四,矿用带式输送机巡检机器人的研发也存在着技术上的局限性^[4]。目前,市面上的矿用巡检机器人主要可以完成对日常巡检的现场影像、噪声、温度、环境参数等数据的收集,但还无法对带式输送机带面磨损、托辊异常等关键问题进行自动辨识。这在一定程度上限制了巡检机器人的应用效果,无法真正满足煤矿安全生产的需要。

3.3 煤与瓦斯突出等煤岩瓦斯动力灾害

尽管经过多年的研究和实践,但目前对于这些灾害的发生机理和致灾机理尚未能完全掌握,这给煤矿的安全管理带来了极大的挑战。而且,井巷全断面风速监测、井巷绝对风压测试和井巷通风阻力测试等技术在应

用中也暴露出一些问题,如误差大和测试速度慢等,这些问题同样制约了煤矿通风系统的优化和安全管理水平的提升。第一,煤与瓦斯突出等煤岩瓦斯动力灾害的发生机理和致灾机理。煤与瓦斯突出是煤矿生产中一种复杂而危险的灾害现象,它涉及到煤岩体的物理力学性质、瓦斯气体的赋存状态、地应力分布以及人为因素等多个方面。已有许多学者和研究人员对这些灾害的发生机理进行了深入研究,但由于煤岩体的复杂性和不确定性,以及瓦斯气体的难以预测性,使得我们对这些灾害的发生机理和致灾机理尚未能完全掌握。这导致我们在预防和治理这些灾害时缺乏足够的理论依据和科学依据,难以制定出有效的预防措施和应急预案。第二,井巷全断面风速监测、井巷绝对风压测试和井巷通风阻力测试等技术在应用中存在的问题也亟待解决。这些技术是煤矿通风系统优化和安全管理的重要工具,但由于误差大和测试速度慢等问题,使得这些技术的应用效果受到了一定程度的限制。

结语

通过生产过程智能化、生产辅助系统智能化、集成化应用平台的建设,智能化矿山能够实现提高生产效率、降低生产成本、保障安全生产。然而,智能化矿山建设也面临着技术集成难度大、数据融合与共享困难、人才短缺等难点和挑战。因此,我们需要加强技术研发、推动数据共享、培养专业人才,以推动智能化矿山建设的深入发展。

参考文献

- [1]汪枫铭.矿山物联网技术及其在智慧矿山建设中的应用[J].世界有色金属.2020(19):59-60.
- [2]王国法.分类分级推进智能化矿山建设创刊[J].智能矿山.2020(01):145-146.
- [3]马黎明,李勇.地下金属矿山智能化开采技术综合探讨[J].世界有色金属,2021(18):91-92.
- [4]李国清,王浩.地下金属矿山智能化技术进展[J].金属矿山,2021(11):111-112.