

智慧矿山“标准化+科技创新”建设模式研究

邹龙峰, 谢永磊, 张逸

山东新巨龙能源有限责任公司, 山东 菏泽 274918

DOI: 10.61369/SSSD.2026070018

摘 要 : 智慧矿山是矿业领域适应新型工业化发展的重要转型方向, 其建设需要有标准化的规范作为引领, 也需要有科技创新作为支撑和保障。然而, 目前我国智慧矿山建设仍存在科技创新与产业需求相脱节、标准体系不健全等问题, 限制了行业的发展。为此, 本文分析了智慧矿山建设中标准化发展状况, 阐述了智慧矿山“标准化+科技创新”建设模式的实践路径, 旨在为智慧矿山建设规范化发展和智能化转型提供一定的理论支持和实践指导, 仅供参考。

关 键 词 : 智慧矿山; 标准化; 科技创新; 建设模式

Research on the Construction Model of "Standardization + Technological Innovation" for Smart Mines

Zou Longfeng, Xie Yonglei, Zhang Yi

Shandong Xinjulong Energy Co., Ltd., Heze, Shandong 274918

Abstract : Smart mines represent a crucial transformation direction for the mining industry to adapt to the development of new-type industrialization. Their construction requires standardization as guidance, while also relying on technological innovation for support and guarantee. However, the current construction of smart mines in China still faces issues such as the disconnection between technological innovation and industrial needs, as well as an inadequate standard system, which have restricted the development of the industry. To address this, this paper analyzes the development status of standardization in smart mine construction and elaborates on the practical paths of the "standardization + technological innovation" construction model. It aims to provide certain theoretical support and practical guidance for the standardized development and intelligent transformation of smart mines, for reference only.

Keywords : smart mines; standardization; technological innovation; construction model

随着我国新型工业化进程的加快, 传统矿山高风险、低效率、高污染、人力密集的发展模式已经不能满足新时代发展的需要^[1]。而智慧矿山以数字化、智能化、自动化技术为依托, 融合了人工智能、大数据等新技术, 为实现安全、绿色、高效、智能化生产提供了技术支持。因此, 在数智化时代背景下, 加强智慧矿山建设如今已成为矿山行业转型升级、实现高质量发展的必由之路。

一、智慧矿山建设中标准化发展状况

(一) 智慧矿山标准的发展现状

国家矿山安监局、应急管理部等七个部门联合印发的《关于深入推进矿山智能化建设 促进矿山安全发展的指导意见》中提出, 到2026年建立完整的矿山智能化标准体系, 为智慧矿山标准化发展指明了方向^[2]。

国家层面相关部门相继出台了与智慧矿山有关的诸多标准规范, 主要针对矿山智能化建设的关键部分, 涵盖了智能开采、安全监测、数据融合、设备管理等多个领域^[3]。例如, 智能矿山数据融合共享规范的推广应用, 为矿山数据互通互联赋予了统一准则。在行业层面, 煤炭、非煤矿山等行业的行业协会充分发挥自

身的作用, 根据行业的发展实际情况, 制定出一系列的行业标准, 对不同的矿种、不同的场景下标准化的要求进行了细化, 使标准和行业生产实践紧密结合。而大型矿山企业作为智慧矿山创建的先驱者, 依据自身创建经验, 制订了企业标准, 主要集中于智能装备应用、生产流程掌控等方面, 为企业内部智慧矿山建设提供了规范引领^[4]。另外, 部分企业标准在行业的推广下, 也成为了行业标准的重要补充。

不过, 从总体上看, 智慧矿山标准体系还处在起步阶段, 标准覆盖面还不够广。部分领域存在标准缺失、滞后等问题, 不能满足智慧矿山全流程、全场景建设的需求。

(二) 智慧矿山标准化现实挑战

尽管智慧矿山标准化建设取得了一定的成效, 但仍存在诸多

问题。一是标准体系不健全。矿山人工智能大模型应用、机器人集群协同等新兴领域缺少相应的标准规范，各领域、各层级的标准之间存在衔接不畅、重复交叉的情况^[5]。二是标准更新跟不上技术发展。智慧矿山技术迭代速度很快，5G、人工智能等新技术在矿山领域的应用不断深入，但是相关标准的制定和更新速度跟不上技术发展的速度，这就容易导致一些新技术的应用缺少规范的指导。三是标准执行力度不够。部分矿山企业对于标准化建设的重视程度不高，存在重建设、轻标准的现象，标准落地执行不到位。

二、智慧矿山“标准化+科技创新”建设模式的实践路径

（一）智慧矿山“安全—绿色—高效—智能”的核心建设导向

安全、绿色、高效、智能是智慧矿山建设的主要目的，也是推进“标准化+科技创新”模式发展的主要方向。四者互相联系、有机统一，共同构成智慧矿山建设的价值体系^[6]。

安全是智慧矿山建设的基本前提。矿山行业属于高危行业，传统开采模式下安全风险高、事故频发，而智慧矿山依靠智能化技术完成危险岗位机器人替代、安全风险智能预警，能从源头上削减人员伤亡风险。标准化则为安全管理、设备运转、风险防控提供了清晰准则，能保证安全目的得以达成。

绿色是智慧矿山建设的必然需求，契合“双碳”目标及生态文明建设的要求。智慧矿山依靠科技创新达成节能降耗、减排治污，促使矿山开采由“高碳开采”转向“低碳运维”。标准化则明晰了绿色开采的技术标准和评价指标，能有效引导矿山企业践行绿色发展理念。

高效是智慧矿山建设的主要目的，主要依靠智能化技术改善生产流程，提升设备利用率，缩减人力耗费，能大幅提高矿山生产的效率。而标准化通过对生产流程加以规范，能统一技术标准，防止流程重复、技术浪费，可以保证高效目标的落实。

智能是智慧矿山建设的主要特点，强调要将新技术融入到矿山全流程中，以实现矿山全流程智能化管控，促使矿山从“人工操作”向“智能决策”转变。而标准化则为智能化技术的应用提供了规范框架，能保证智能系统稳定运行。

总之，“安全、绿色、高效、智能”的建设目标确定了以“标准化+科技创新”为导向的智慧矿山发展路径。

（二）“数字化—自动化—智能化—标准化”的阶梯式建设路径

智慧矿山的数字化、自动化、智能化、标准化建设，共同形成了一条完整的智慧矿山建设之路，也是“标准化+科技创新”融合发展的具体体现。

数字化是智慧矿山建设的基础阶段，主要任务是对矿山的各种数据进行采集、存储和整理，消除传统矿山存在的信息孤岛现象，通过部署智能感知终端、数据采集设备，对矿山地质、开采、运输、安全等各种数据进行全方位采集，建立统一的数据资

源管理体系，为后面自动化、智能化建设提供数据支持。该阶段主要做的是数据采集、存储、格式等基本标准的制定，以保证数据的规范性、兼容性^[7]。

自动化是智慧矿山建设的过渡阶段，主要是为了减少人工干预，通过部署自动化设备、控制系统，促使采掘、运输、通风、排水等重要环节实现自动化运行。目前，无人采煤工作面、无人驾驶矿卡等应用已经出现，矿山生产也由原来的“人工操作”逐渐向“自动化运行”转变。该阶段的标准化工作主要是对自动化设备技术要求、操作规范和运维标准等进行完善，保证自动化系统正常运转。

智能化是智慧矿山建设的关键阶段，主要是为了实现矿山全流程的智能决策与协同控制，强调将人工智能、大数据、数字孪生等新技术融合起来，通过建立矿山智能决策平台，对采集到的各种数据进行分析处理，从而达到生产流程优化调度、安全风险精准防控、设备故障预测预警的目的^[8]。该阶段标准化主要对智能化技术应用规范、智能系统接口标准、智能决策评价标准等进行统一规范，促使智能化技术规范使用。

标准化是智慧矿山建设的保证阶段，它需要渗透到数字化、自动化、智能化建设的全过程当中，是实现智慧矿山规模化、高品质发展的关键保证，需建立完善的体系标准，对各个阶段的建设要求、技术应用、管理流程进行规范，以保证智慧矿山建设的统一性、规范性和可操作性。标准化可以促使数字化、自动化、智能化成果被固定下来并加以推广，有利于促进技术经验共享，让智慧矿山建设由“点上突破”迈向“全面普及”。

（三）“新基建—新技术—新产业—新模式”的协同发展路径

智慧矿山“新基建—新技术—新产业—新模式”的发展路径，是“标准化+科技创新”模式得以落地的载体。四者相互联系、共同发展，是推动智慧矿山建设与发展升级的有效途径。

新基建是智慧矿山发展的基础支撑，主要包含矿山工业互联网、算力基础设施、智能感知网络等内容，是新技术应用、新产业发展的载体。在实践中，相关企业需加快矿山新基建建设，科学布置环境、视频图像传感、设备状态监测、人员及设备精准定位等智能感知终端，让设备接入网络化，并建立数据信息全时域、全过程采集传输的矿山工业互联网，从而为新技术的应用提供网络支撑和数据保障^[9]。标准化在新基建阶段的主要作用就是制定基础设施建设标准、接口标准、安全标准，以保证新基建的兼容性、安全性。

新技术是智慧矿山发展的主要动力，主要包括5G、人工智能、大数据、数字孪生、矿山机器人等技术，是智慧矿山转型升级的主要支撑。在实践中，相关企业需加快新技术在矿山领域的融合应用，主要解决透明地质、井下精准定位导航、矿岩识别、智能装备集群协同控制等问题，积极探索人工智能大模型在矿山安全预警、生产调度等场景中的具体应用，从而提高矿山智能化水平。标准化则需要根据新技术的应用场景、技术要求、安全规范等来制定标准，从而促使新技术规范、有序使用，推进技术成果转化。

新产业是智慧矿山发展的重要成果，主要包括智能矿山装备制造、矿山智能化服务、矿山大数据应用等相关的产业，是智慧矿山建设带动相关产业协同发展的一种表现形式。随着智慧矿山建设的推进，智能装备、工业软件、数据服务等细分赛道快速崛起，形成了一千亿级的智慧矿山市场，促使矿山产业由高端化、智能化、绿色化发展^[10]。而标准化可以规范新产业的发展，制定产业准入标准、产品质量标准、服务标准等，有利于促进新产业高质量发展，从而形成“矿山智能化建设—新产业发展—技术创新提升”的良性循环。

新模式是智慧矿山发展的最终目标，核心就是形成以标准化为引领、科技创新为驱动、全流程智能管控、绿色高效发展为特征的智慧矿山建设新模式，取代传统矿山的发展模式。该种新模式以标准化为规范，以科技创新为支撑，对矿山生产、安全、管理、环保等各方面的全过程进行智能化和规范化管控，有利于促

进矿山行业的高质量发展。其中，标准化与科技创新深度交融，是新模式产生的关键所在，有利于促使矿山建设由“单个设备智能”向“整个矿井协同智能”转变，由“试验展示”转向“长久有效”。

三、结语

总而言之，智慧矿山“标准化+科技创新”建设模式，是推动矿山行业转型升级、实现高质量发展的必由之路，也是践行绿色发展理念的重要举措。一方面，标准化为智慧矿山建设提供规范引领；另一方面，科技创新为智慧矿山建设提供核心支撑。二者相辅相成，共同推动智慧矿山建设与发展。未来，随着技术的不断发展和标准体系的逐步完善，“标准化+科技创新”智慧矿山建设模式势必会不断得到优化，并向全行业普及迈进。

参考文献

- [1] 漆东生, 白新惠, 漆洮珠, 等. 新质生产力引领无废资源绿色智慧矿山建设的路径 [J]. 建材世界, 2024, 45 (06): 116-121+126.
- [2] 李雅琳, 张宏达. 智慧矿山建设中现代测绘地理信息技术运用分析 [J]. 世界有色金属, 2024, (22): 167-169.
- [3] 贾乐强. 双碳背景下智慧矿山建设安全管理策略研究 [J]. 绿色建造与智能建筑, 2024, (11): 9-12.
- [4] 李璐. 5G 无线通信技术在智慧矿山建设中的应用 [J]. 矿业装备, 2024, (10): 92-94.
- [5] 刘裕鑫. 数字化背景下智慧矿山建设的策略研究 [J]. 世界有色金属, 2024, (18): 47-49.
- [6] 韩伶俐. 统筹生态保护治理视域下的绿色智慧矿山建设 [J]. 世界有色金属, 2024, (16): 127-129.
- [7] 殷鹏, 张传江, 雷雨, 等. 智慧矿山数据标准化建设探索与实践 [J]. 价值工程, 2024, 43 (21): 13-16.
- [8] 赵中阳. 智慧矿山建设的研究与应用 [J]. 中国金属通报, 2024, (07): 88-90.
- [9] 任艳艳, 王云娜, 晁萌. 数字时代智慧矿山建设的探索与实践 [J]. 数字通信世界, 2024, (02): 87-89.
- [10] 冯亚, 刘燕平, 张伟伟, 等. 智慧矿山“标准化+科技创新”建设模式研究 [J]. 标准科学, 2022, (03): 23-30.