

智慧矿山标准发展现状及路径分析

杜 博

国能神东煤炭集团有限责任公司 陕西 榆林 719315

摘 要：智慧矿山标准体系涵盖多方面内容且处于不断发展进程。其现状表现为标准体系渐趋完善，试点示范项目有序推进，物联网等技术广泛应用。发展路径包括加强顶层设计规划全局，推动科技创新提供技术支撑，强化人才培养构建智力保障，加强国际合作拓展视野与资源共享，完善监管机制确保合规与质量提升，各方面协同助力智慧矿山标准体系的成熟与行业的智慧化转型。

关键词：智慧矿山；标准发展；现状；路径

引言

随着科技的迅猛发展，矿山行业正经历深刻变革，智慧矿山建设成为必然趋势。智慧矿山标准体系在这一进程中起着关键的规范与引导作用。从当前来看，其标准体系建设已取得一定成果，试点项目不断积累经验，多种先进技术也已融入矿山作业。然而，要实现智慧矿山的全面、高效、可持续发展，仍需从多维度探索其标准发展路径，以应对日益复杂的技术、管理与国际竞争等多方面挑战。

1 智慧矿山标准体系概述

智慧矿山标准体系是一个综合性的框架，对智慧矿山建设的各个环节起着规范与引导的关键作用。其涵盖了多方面的关键要素。在数据层面，制定数据采集、传输、存储与处理的标准，确保矿山数据的准确性、完整性和及时性。统一传感器数据的格式与编码，使不同来源的数据能够无障碍交互。技术方面，针对矿山智能化所涉及的物联网、大数据、人工智能等技术，确立技术应用规范和性能指标。像规定物联网设备在恶劣矿山环境下的稳定性与兼容性标准，以及大数据分析算法在矿石品位预测等应用中的精度要求。从功能维度划分，包括生产标准，对智能采掘、运输、选矿等生产流程进行标准化，提升生产效率与资源回收率；安全标准极为重要，明确安全监测系统的布局、报警阈值、应急响应流程等，保障矿山人员与设备安全；环境标准聚焦于矿山生态保护，规范废弃物处理、节能减排等措施。该体系的作用机制在于，标准化促进不同厂商设备与软件的协同工作，减少技术集成的障碍。如统一的通信标准可使来自不同供应商的监测设备与控制中心无缝对接；为矿山企业提供管理依据，规范人员操作流程，提高管理效率与决策科学性。它还助力行业监管，使监管部门能依据标准对矿山建设与运营进行有效监督与评估，推动整

个智慧矿山行业朝着规范化、高效化方向持续发展，在保障安全生产、提高资源利用效率以及促进生态和谐等多方面发挥不可或缺的影响力。

2 智慧矿山标准发展现状

2.1 标准体系逐步完善

当前，智慧矿山标准体系已初步成型，其覆盖范围广泛，涉及基础共性标准，还涵盖了技术与装备标准、应用与平台标准等多个维度。在基础共性标准方面，智慧矿山标准体系注重定义、术语、分类等基础要素的规范化，确保不同系统、设备之间的兼容性和互操作性。这些基础共性标准为智慧矿山的整体规划和建设提供了统一的语言和框架。技术与装备标准是智慧矿山标准体系的重要组成部分。这些标准涵盖了智能采掘设备、智能运输设备、智能安全监控设备等各类智能设备的性能、接口、通信协议等方面的要求，确保设备之间的无缝连接和高效协同。应用与平台标准则聚焦于智慧矿山的信息系统、大数据平台、云计算平台等应用层面的规范化。这些标准旨在提升矿山生产流程的智能化决策和管理水平，实现矿山数据的实时采集、处理和分析，为矿山企业的安全生产和高效运营提供有力保障。值得注意的是，随着技术的不断进步和市场的不断扩大，智慧矿山标准体系也在不断更新和完善。如近年来大数据、人工智能、机器人等新技术在矿山行业的广泛应用，推动了智慧矿山标准体系向更高层次的发展。未来，智慧矿山标准体系将继续深化与新技术、新应用的融合，为矿山企业的智能化转型提供更加全面、系统的支持^[1]。

2.2 试点示范项目推进

全国范围内已建成多个智能化采掘工作面、智能化矿井和露天矿，这些项目的成功运行实现了固定岗位的无人值守和远程监控，还大幅减少了井下作业人员，提高了生产效率和安全性。（1）在智能化采掘工作面的

建设中,引入先进的自动化设备和技术,如无人驾驶卡车、自动钻孔机等,实现了采矿过程的高度自动化。这些设备能够根据预设的程序自主完成采掘任务,减少了人工干预的需求,降低了劳动强度和安全风险。利用物联网技术实时监测设备状态和环境参数,确保生产过程的安全可控。(2)在智能化矿井的建设方面,通过集成大数据分析和人工智能算法,对矿井内的各类数据进行深度挖掘和分析,优化生产流程,提高资源利用率。如对历史数据的分析,预测设备的故障趋势,提前进行维护,避免因突发故障导致的生产中断。智能通风系统的应用也大大提高了矿井的安全性,通过实时监测空气质量和温度变化,自动调节通风量,确保矿工的健康和安全。(3)在露天矿的智能化改造中,采用了无人机巡检、遥感监测等先进技术,实现了对矿区环境的全面监控和管理。无人机定期飞行拍摄矿区照片,通过图像识别技术检测潜在的安全隐患,如滑坡、塌陷等。遥感技术则监测矿区周边的生态环境变化,及时采取保护措施,减少开采活动对环境的影响。

2.3 技术应用广泛

物联网技术构建起矿山设备与环境的全面感知网络,无数传感器被部署于矿山的各个角落,精准且实时地监测设备的运行状态、磨损程度以及环境中的温度、湿度、瓦斯浓度等关键参数。这些海量的监测数据成为大数据分析的基础素材,借助大数据分析技术,矿山企业能够深入挖掘数据背后的价值,如识别生产流程中的瓶颈环节、预测设备故障,针对性地优化生产流程,减少不必要的能耗与物料损耗,大幅提升资源利用率。云计算为数据的存储、计算与管理提供强大且灵活的平台支撑,使得矿山数据能够实现高效处理与共享,打破信息孤岛。而人工智能技术则进一步赋能智慧矿山,如通过机器学习算法实现矿山运输车辆的智能调度,提高运输效率;利用图像识别技术对矿石品位进行快速分析,保障选矿环节的精准控制。先进技术在智慧矿山中的广泛应用,提升了矿山的生产效率与安全性,更促进了矿山行业向智能化、绿色化、可持续化方向加速迈进,是推动智慧矿山蓬勃发展的核心驱动力^[2]。

3 智慧矿山标准发展路径分析

3.1 加强顶层设计

(1)要明确智慧矿山的定义、内涵和建设目标。智慧矿山并非简单的技术堆砌或设备升级,而是基于物联网、大数据、人工智能等先进技术,实现矿山生产、管理、安全等方面的全面智能化。因此顶层设计中,应深入剖析智慧矿山的本质特征,明确其建设目标,如提高

生产效率、降低运营成本、保障安全生产等。(2)要完善智慧矿山标准体系。当前,虽然智慧矿山标准体系已初步形成,但仍需根据实际需求和技术发展进行不断优化和完善。这包括制定更加详细的行业标准和技术规范,涵盖智慧矿山的各个关键环节,如智能设备选型、信息系统建设、数据安全管理等。通过完善标准体系,为智慧矿山建设提供明确的技术指导和规范,确保建设的科学性和有效性。(3)要加强标准体系的宣传和推广。智慧矿山标准体系的建设是为了规范行业行为,更是为了推动整个行业的智能化发展。加强标准体系的宣传和推广工作,提高矿山企业对智慧矿山标准的认识和重视程度,引导企业积极参与标准制定和实施,共同推动智慧矿山建设的深入发展。加强顶层设计是智慧矿山标准发展的重要路径,通过明确建设目标、完善标准体系和加强宣传推广,为智慧矿山建设提供有力保障,推动矿山行业的智能化转型和升级。

3.2 推动科技创新

智慧矿山的实现离不开持续的科技创新。为了提升智慧矿山的水平,须鼓励企业加大研发投入,积极引进和应用新技术、新装备。这有助于提高生产效率和安全性,还增强企业的核心竞争力。企业应设立专门的研发部门或实验室,专注于智慧矿山相关技术的研发。通过自主研发和技术引进相结合的方式,不断探索新的技术和解决方案。如开发更先进的自动化设备、智能监控系统和数据分析工具,以提高矿山运营的效率 and 安全性。产学研合作是推动科技创新的重要途径。通过与高校和科研机构建立紧密的合作关系,企业获得最新的科研成果和技术支持;科研机构也可以借助企业的资源和平台,加速科技成果的转化和应用。这种合作模式有助于解决实际生产中的问题,还能培养一批高素质的技术人才。建立创新联盟或合作平台也是促进科研机构与企业之间深度合作的有效方式。通过搭建一个开放的合作平台,各方共享资源、信息和技术,共同开展联合研究和攻关。这样的合作机制能够充分发挥各方的优势,形成协同效应,推动整个行业的技术进步。推动科技创新是智慧矿山标准发展的关键路径。只有不断创新,才能应对日益复杂的采矿环境和市场需求,实现矿山的安全、高效和可持续发展^[3]。

3.3 强化人才培养

(1)精准定位人才需求是构建完善人才培养体系的基石。智慧矿山融合了矿山专业知识与信息技术,所需人才不仅要熟悉地质勘探、采矿工艺、矿山安全等传统矿业业务,还需精通物联网、大数据、人工智能等前沿

信息技术在矿山场景中的应用。明确这一复合型人才需求标准,为后续培养工作锚定方向。(2)多渠道搭建人才培养平台至关重要。一方面,设立专门的培训课程,课程内容应涵盖从基础理论到实际操作的全方位知识与技能体系。如矿业业务基础课程中详细讲解矿山地质构造与开采方法,在信息技术课程里深入剖析智能监测系统的构建与数据分析算法。另一方面,积极与高校、科研机构合作开展学位项目,通过本科、硕士乃至博士等不同层次的教育,为智慧矿山领域输送具有深厚理论功底和创新能力的专业人才;鼓励企业内部开展师徒制、岗位轮换等培训活动,让员工在实践中积累经验,提升综合素质。(3)建立人才激励与评价机制是保障人才培养长效性的关键。制定具有竞争力的薪酬福利体系,对在智慧矿山建设中有突出贡献的人才给予物质与精神奖励,激发其创新动力与工作积极性。且建立科学合理的人才评价指标体系,从专业知识掌握程度、项目实践成果、团队协作能力等多维度进行综合评估,为人才的职业发展提供清晰路径,确保人才在智慧矿山领域能够持续成长与发展,为智慧矿山建设提供源源不断的智力支持与人才保障。

3.4 加强国际合作

积极参与国际智慧矿山标准的制定和交流,有效提升我国智慧矿山的国际竞争力,推动矿山行业的智能化转型。国际合作意味着学习借鉴国际先进经验和先进技术,更在于共同推动全球智慧矿山标准的完善和发展。我国应积极参与国际智慧矿山标准制定的相关工作,与国际同行共同研究、探讨智慧矿山建设的关键技术和标准需求,推动形成国际公认的智慧矿山标准体系。为了加强国际合作与交流,举办国际研讨会或参与国际标准组织的工作。通过这些平台,不仅展示我国在智慧矿山建设方面的成就和经验,还与国际同行深入交流,共同探讨智慧矿山标准的发展趋势和未来方向;这些活动也有助于提升我国在国际智慧矿山领域的影响力和话语权。加强国际合作还可以促进跨国企业之间的合作与共赢。通过与国际领先企业建立合作关系,共同研发智慧矿山技术和产品,加速我国智慧矿山建设的技术创新和产业升级。

同时,这些合作也有助于推动我国矿山企业“走出去”,拓展国际市场,提升国际竞争力^[4]。

3.5 完善监管机制

智慧矿山标准的实施离不开有效的监管机制。为了确保各项标准得到有效落实,建立健全的智慧矿山建设监管机制至关重要。通过建立定期评估制度,对智慧矿山建设项目进行跟踪检查和绩效评价,及时发现问题并采取相应措施,保障项目的顺利推进。监管机制应包括多个层面。先要明确各级监管部门的职责和权限,确保责任到人。其次制定详细的监督检查计划,涵盖从项目立项到竣工验收的全过程。监督检查要关注技术指标是否符合标准要求,还要重视安全、环保等方面的执行情况。此外还引入第三方机构参与监督,以提高监督的专业性和公正性。定期评估是监管机制的重要组成部分。通过定期对智慧矿山建设项目进行评估,全面了解项目的进展情况和存在的问题。评估内容应包括但不限于技术创新、经济效益、社会效益等方面。根据评估结果,及时调整优化方案,确保项目目标的实现^[5]。

结束语

智慧矿山标准的发展对于整个矿山行业的转型升级意义非凡。通过加强顶层设计,能使智慧矿山建设在统一规划下有序开展,避免盲目性与资源浪费。科技创新为其注入源源不断的动力,让矿山作业更智能高效。人才培养提供智力源泉,保障智慧矿山建设的人才需求。国际合作助力其紧跟全球步伐,实现优势互补。完善监管机制则确保各项标准得以有效执行,维护行业健康发展。

参考文献

- [1]郭金刚,韩旭超.智慧矿山与环境保护的协同发展[J].内蒙古煤炭经济,2024(4):127-129.
- [2]汪义龙,李义朝,石芬芬,等.国内智慧矿山标准可转化为国际标准的选择策略研究——以露天煤矿为例[J].中国煤炭,2022,48(6):35-43.
- [3]刘雨燕,宋燕.新一代信息技术助力智慧矿山建设[J].煤炭技术,2021,40(2):184-186.
- [4]张元生,战凯,马朝阳,等.智能矿山技术架构与建设思路[J].有色金属(矿山部分),2020,72(3):1-6.