

采矿工程设备智能化升级对生产效率的影响分析

陈丁相

宁夏王洼煤业有限公司 宁夏固原 756500

DOI:10.12238/ems.v7i6.13748

[摘要] 在全球矿业加速向数字化、智能化迈进的大背景下,采矿工程设备的智能化升级已成为提升生产效率的核心驱动力。本文深入聚焦设备智能化改造的多元路径,系统且全面地解析其对生产效率的作用机制。通过深度剖析设备现状、前沿技术方案、实际应用效果、现存挑战问题及优化策略,清晰揭示智能化升级在提升开采精度、保障安全生产等方面的显著成效,为行业转型升级提供坚实的理论与实践参考。

[关键词] 采矿工程; 设备智能化; 生产效率; 技术升级; 安全生产

引言

随着全球资源需求攀升与矿业竞争加剧,传统采矿模式因效率低、安全隐患多等问题,已难以适应行业发展需求。通过设备智能化改造,可实现生产过程的精准控制与高效协同,有效提升资源开采效率与企业竞争力。当前智能化升级在实际推进中仍面临诸多挑战。探究采矿工程设备智能化升级对生产效率的影响,明确技术路径与优化方向,对推动矿业可持续发展具有重要的现实意义。

一、设备现状剖析

在传统采矿工程的大框架下,设备自动化程度的短板十分明显,人工操作在诸多环节占据主导地位。就拿巷道掘进环节来说,工人手动操作掘进设备,效率提升空间有限。由于掘进作业环境艰苦,工人容易在长时间工作后感到疲劳,注意力不集中,操作失误的概率随之增加,这些失误极有可能引发安全事故,对工人生命安全和项目推进都造成严重威胁。再看某露天矿场,场内运行的人工驾驶自卸卡车问题重重。司机的驾驶技术水平有高有低,面对复杂多变的路况,有的司机应对自如,有的则难以驾驭,这直接导致车辆平均行驶速度时快时慢,极不稳定。

设备老化也是传统采矿工程中绕不开的难题。许多老旧设备服役时间过长,早已过了最佳使用年限,却仍在“超期服役”。这些设备由于缺乏现代化的监测与数据采集装置,如同“黑匣子”一般,其运行状态无法被实时掌握。一旦出现故障,维修人员只能凭借多年积累的经验,一点点排查问题所在,这种依赖经验判断的方式,不仅耗费大量时间,延长了维修周期,还可能因判断失误增加不必要的维修成本,进一步加重企业负担。

从数据采集与处理层面看,当前采矿设备的能力亟待提升。大多数设备仅仅配备了基础的运行参数显示功能,只能简单展示设备的转速、温度等基本数据,对于设备振动、内部压力等关键数据,却缺乏全面、实时采集的能力。即便部分设备安装了传感器,但由于行业内缺乏统一的数据传输与处理标准,各个设备采集到的数据如同散落的珠子,分散在各处,难以汇聚到一起进行有效整合分析。

二、升级技术方案

物联网技术作为采矿工程设备智能化升级的基石,发挥着至关重要的作用。在设备的关键部位,如发动机、传动装置、工作机构等,部署大量不同类型的传感器,像振动传感器能够精准捕捉设备运行时的细微振动变化,温度传感器实时监测设备关键部件的温度,压力传感器掌握设备内部压力情况等。这些传感器如同设备的“触角”,全方位采集设备运行数据,涵盖转速、负载、油耗、故障代码等重要信息。借助物联网技术搭建的桥梁,这些数据通过无线网络,源源不断地传输至云端服务器。云端服务器宛如一个庞大的“数据大脑”,对接收的数据进行存储,确保数据的完整性;开展

清洗工作,剔除错误、重复数据,提高数据质量;深入分析数据,挖掘数据背后隐藏的设备运行状态信息,为设备运行状态评估、故障预警筑牢数据根基。

大数据与人工智能算法的深度融合,堪称设备智能化升级的核心驱动力。大数据技术凭借强大的数据处理能力,对设备运行过程中产生的海量历史数据与实时数据进行深度挖掘。通过分析这些数据,能够精准洞察设备性能随时间的变化趋势,总结出故障发生的规律。与此人工智能算法中的机器学习、深度学习模型大显身手,利用挖掘出的数据特征,构建起设备故障预测模型、作业参数优化模型。举例来讲,通过对设备振动数据进行长期、细致的分析,模型能够提前感知轴承磨损、齿轮故障等潜在问题,发出预警信号;在凿岩作业时,系统依据矿石性质、开采环境等多元因素,自动对凿岩机的钻孔深度、角度等参数进行优化,显著提高开采效率与精准度,让开采作业更加科学、高效。

无人驾驶与远程操控技术是采矿工程设备智能化升级的重要探索方向。在露天矿场,无人驾驶自卸卡车成为高效运输的主力军。它能够按照预先设定好的路线,自动行驶、装卸矿石,全程无需人工干预。这一技术有效规避了人工驾驶因疲劳产生的操作失误,提高了运输效率,降低了事故风险,而且可实现24小时不间断作业,大幅提升了矿石运输量。在地下采矿领域,远程操控技术大放异彩,操作人员身处地面控制中心,借助先进的通信设备与控制系统,就能对井下设备进行精准操作。这不仅减少了人员下井面临的风险,保障了人员安全,还能通过远程精细控制,让设备发挥出最佳性能。

三、应用效果呈现

智能化升级后的采矿设备,在生产效率提升方面成绩斐然。以某大型露天煤矿为典型案例,引入无人驾驶自卸卡车与智能调度系统后,矿石运输效率实现质的飞跃,提升幅度超过30%。无人驾驶卡车不知疲倦,可全天候不间断作业,并且其行驶路线经过专业优化,有效减少了空驶里程,避免了不必要的时间浪费,等待装载的时间也大幅缩短。智能调度系统更是“智能大脑”,它时刻关注矿石产量变化、设备实时状态等信息,根据这些动态情况,灵活、快速地调整运输计划,使得设备利用率大幅提高,整个运输环节的效率得到全方位提升。在地下采矿领域,智能化凿岩台车同样表现出色,通过自动定位、精准钻孔功能,作业效率提升了25%,而且钻孔精度显著提高,钻出的孔洞更加标准、精准,为后续的爆破、装矿等工序顺利开展奠定了良好基础,环环相扣提升了地下采矿的整体效率。

设备的可靠性与稳定性也因智能化升级得到极大增强。智能化监测与故障预警系统宛如设备的“贴心保镖”,时刻监测设备运行状态,能够提前敏锐察觉设备潜在故障。某铜矿在应用智能化设备管理系统后,成效显著,设备突发故障

率降低了 40%，平均维修时间缩短了 50%。系统依托对设备运行数据的实时、精准分析，一旦发现异常，会及时发出故障预警，并贴心提供详细的维修建议。维修人员收到预警后，能够提前准备好所需配件，制定科学合理的维修方案，大大减少了设备停机时间。

资源开采利用率在智能化升级后也显著提升。智能化设备如同“智慧矿工”，能够依据矿石品位高低、地质条件复杂程度等因素，自动、精准地调整开采参数，实现精准开采。在露天矿场，智能铲装设备借助激光扫描、三维建模等先进技术，能够清晰、准确地识别矿石边界，有效避免了过度开采，减少了贫化现象，最大程度提高了矿石开采质量。在地下采矿中，智能化充填设备依据采空区形状、地质条件，精确控制充填料的配比与输送量，保证充填质量的同时提高了充填效率，有效减少了矿石损失。经实践验证，智能化升级使资源开采利用率提高了 10%-15%，切实实现了资源的高效利用，为企业可持续发展注入强劲动力。

四、面临的问题挑战

智能化升级的技术成本高昂，成为横亘在企业面前的首要难题。设备改造绝非易事，需要购置大量先进的硬件设备，从高精度的传感器，到性能卓越的控制器，再到高效稳定的通信模块，无一不需要巨额资金投入。软件开发环节同样烧钱，要开发适配设备的智能化管理软件，涵盖设备运行监测、数据分析、故障预警等多种功能，需投入大量人力、物力。系统集成工作也不容小觑，要将不同设备、不同系统整合到一起，实现无缝对接，难度极大，成本颇高。数据中心建设更是一项大工程，需要搭建强大的服务器集群，保障数据存储、计算、传输的高效性，这些都需要企业掏出真金白银。以某中型矿山企业为例，其设备智能化改造项目初期投资就超过 5000 万元，后续每年还需投入数百万元用于系统维护与升级，不断优化系统性能，紧跟技术发展步伐。对于利润空间本就有限的中小矿业企业而言，如此高额的成本宛如一座难以逾越的大山，成为阻碍智能化升级的关键因素。

专业技术人才短缺，严重制约着智能化升级进程。采矿工程设备智能化融合了物联网、大数据、人工智能等多个前沿领域的技术，对操作人员与技术人员的专业素质提出了极高要求。当前矿业行业面临着严峻的人才困境，既精通采矿工艺，又熟悉智能化技术的复合型人才极度匮乏。企业现有员工大多长期从事传统采矿工作，习惯了传统设备操作模式，对智能化设备操作与维护经验严重不足。企业若想提升员工技能，开展培训工作，不仅培训成本高，需要聘请专业讲师、购置培训设备，而且培训周期长，员工需要较长时间才能熟练掌握智能化技术。更为棘手的是，即便企业花费大力气引进外部人才，也面临人才流失风险，一旦人才流失，企业前期投入将付诸东流。人才短缺使得智能化设备无法充分发挥其效能，甚至因员工操作不当，引发设备故障与安全事故，给企业带来巨大损失。

设备与系统的兼容性问题，成为阻碍智能化协同发展的“拦路虎”。不同厂商生产的采矿设备与智能化系统，在通信协议、数据格式等方面存在显著差异。通信协议如同不同国家的语言，各有各的规则，数据格式也千差万别，这就导致设备与系统之间难以实现无缝对接。某矿山企业在引入不同品牌的智能化凿岩台车与运输系统后，由于两个系统使用的通信协议不同，数据格式也不兼容，导致系统间数据无法共享，设备间无法协同作业，各自为战，严重影响生产效率。老旧设备的智能化改造也面临诸多技术适配难题，部分老旧设备硬件条件落后，受限于内部空间、接口类型等因素，无法安装新型传感器与通信模块，使得这些设备难以融入智能

化体系，进而制约了整体智能化升级的推进。

五、策略优化路径

政府与企业协同发力，是有效降低智能化升级成本的良方。政府可充分发挥宏观调控作用，通过财政补贴政策，对积极实施智能化改造的矿山企业给予直接资金支持，减轻企业资金压力；出台税收优惠政策，减免企业相关税费，增加企业利润空间，让企业有更多资金投入智能化升级。设立专项产业基金也是可行之举，为企业智能化项目提供低息贷款，降低企业融资成本，或为企业提供融资担保，帮助企业顺利获取银行贷款。企业自身也需合理规划升级方案，摒弃一步到位的想法，采用分期实施、逐步推进的方式，将大项目拆分成多个小项目，分阶段投入资金，降低一次性资金投入压力。加强与科研院校、科技企业的合作，借助科研院校的科研实力、科技企业的创新能力，开展产学研结合项目，共享技术成果，减少企业自主研发成本，加快智能化升级步伐。

加强人才培养与引进，是解决人才短缺问题的关键所在。企业应积极与高校、职业院校携手合作，在高校开设采矿智能化相关专业课程，从理论知识层面培养专业人才；在职业院校开展实操培训课程，注重培养学生实践能力，为企业定向输送专业人才。建立健全内部培训体系，定期组织员工参加智能化技术培训，邀请行业专家、技术骨干授课，开展实操演练，让员工在实践中提升技能水平。通过提高薪资待遇，为员工提供有竞争力的薪酬，完善晋升机制，为员工开辟广阔晋升空间，吸引外部优秀人才加入企业。还可邀请行业内知名专家、技术顾问定期为企业提供技术指导，弥补企业内部人才短板，提升企业整体技术实力。

制定统一技术标准与规范，是破解设备与系统兼容性问题的核心举措。行业协会与标准化组织应勇挑重担，牵头制定采矿设备智能化技术标准，明确规定设备通信协议、数据接口、安全规范等关键内容。推动企业在设备研发与系统建设过程中，严格遵循统一标准，促进设备与系统间的互联互通，打破兼容性壁垒。对于老旧设备的改造，制定针对性的技术改造指南，为企业提供标准化的改造方案与适配配件，降低改造难度与成本。通过建立开放共享的技术平台，汇聚企业间的数据与资源，实现信息共享、资源互补，推动采矿工程设备智能化协同发展，形成行业发展合力。

结语

采矿工程设备智能化升级已成为提升生产效率、推动行业变革的核心力量。智能化升级虽已取得显著成效，但在成本控制、人才储备、技术兼容等方面仍需持续优化。未来，随着 5G、边缘计算等新兴技术的广泛应用，采矿设备智能化将向更高水平迈进。通过技术创新、政策支持与人才培养，有望实现智能化升级成本的大幅降低，构建更加完善的智能化生态体系，推动采矿行业向智能化、绿色化、安全化方向加速转型。

[参考文献]

- [1] 王国法院士. 智慧矿山发展现状与趋势 [J]. 煤炭科学技术, 2020, 48 (10): 1-10.
- [2] 吴立新院士, 张瑞新教授. 智能矿山与智能化采矿的科学内涵与关键技术 [J]. 煤炭学报, 2020, 45 (01): 1-10.
- [3] 李首滨研究员. 煤矿智能化发展现状与挑战 [J]. 煤炭科学技术, 2020, 48 (02): 1-10.
- [4] 葛世荣教授. 煤矿智能化开采的发展路径与关键技术 [J]. 煤炭学报, 2021, 46 (01): 1-12.
- [5] 刘炯天院士. 煤炭智能开采的现状与未来 [J]. 中国工程科学, 2020, 22 (02): 1-8.