

煤矿机电设备的智能化管理

董兴洪¹ 吴 丹² 何俊军¹ 雷 丽¹

1. 川煤集团华荣能源公司大宝顶煤矿 四川 攀枝花 617000

2. 攀钢集团矿业有限公司 四川 攀枝花 617000

摘 要：在煤炭产业向智能化转型的大背景下，煤矿机电设备智能化管理成为提升行业竞争力的核心要素。本文深入剖析煤矿机电设备智能化管理，指出其对提高生产效率、保障安全生产、优化资源配置意义重大。通过大数据、人工智能、云计算和 5G 通信等关键技术，实现设备的精准监测与智能调控。然而，当前面临技术瓶颈、人才短缺、资金不足和安全意识薄弱等挑战。为此，针对性提出加强技术研发创新、培养引进专业人才、拓宽资金渠道和强化安全培训等策略，为煤矿智能化发展提供理论与实践指引。

关键词：煤矿；机电设备；智能化管理

引言：随着科技快速发展，煤炭行业亟需突破传统管理模式的局限，实现高质量发展。煤矿机电设备作为煤炭开采、运输等环节的核心载体，其管理水平直接影响生产效益与安全。传统管理方式因依赖人工经验、信息滞后等问题，导致设备故障频发、资源浪费严重。智能化管理借助先进信息技术，将数据采集、分析与决策有机结合，能有效解决上述难题，成为煤矿企业降本增效、保障安全的必然选择。旨在探讨煤矿机电设备智能化管理的价值、技术应用、现存挑战及应对策略，为行业智能化转型提供参考。

1 煤矿机电设备智能化管理的意义

1.1 提高生产效率

在煤矿生产中，机电设备智能化管理通过实时数据采集与分析，显著提升生产效率。借助传感器与物联网技术，设备运行状态、负载参数等信息可被精准监测，管理人员能据此动态调整生产计划，避免设备空转或低效运行。例如，智能化运输系统可根据巷道拥堵情况与煤炭储量，自动规划最优运输路线，缩短物料周转时间；智能采掘设备通过AI算法优化作业参数，提升开采效率。此外，预测性维护功能可提前识别设备潜在故障，减少停机检修时间，保障生产连续性。

1.2 保障安全生产

煤矿作业环境复杂，安全隐患突出，机电设备智能化管理成为保障安全生产的关键防线。智能监测系统通过部署在设备各关键部位的传感器，实时感知温度、振动、瓦斯浓度等数据，一旦指标异常，系统立即触发声光报警并自动采取停机等应急措施，有效预防事故发生。同时，AI视觉识别技术可实时监控作业人员行为，对违规操作进行智能预警与纠正；虚拟现实（VR）与增

强现实（AR）技术则用于安全培训，模拟灾害场景提升人员应急能力。此外，设备故障诊断系统可基于历史数据与故障模型，精准定位故障原因，降低检修人员作业风险。

1.3 优化资源配置

煤矿机电设备智能化管理依托大数据与云计算技术，实现资源的精细化配置与高效利用。通过对设备能耗、运行时长、物料消耗等数据的深度分析，系统可识别高耗能环节与资源浪费点，提出针对性优化方案。例如，智能供配电系统根据设备实际负载动态调节电力供应，降低能源损耗；物资管理系统通过预测设备零部件需求，实现精准采购与库存管理，减少资金占用。此外，智能化管理可整合煤矿内外部资源，如与供应商共享设备运行数据，实现备件快速供应；与运输部门协同优化调度，提升运力利用率。资源配置的智能化转型，不仅降低企业运营成本，还促进煤炭产业绿色、可持续发展^[1]。

2 煤矿机电设备智能化管理的关键技术

2.1 大数据技术

在煤矿机电设备智能化管理中，大数据技术是实现精准决策与优化的核心基础。煤矿生产过程中，设备传感器、监测系统持续产生海量多源异构数据，包括设备运行参数、环境监测数据、维修记录等。大数据技术通过高效的数据采集、清洗与存储，构建设备数据仓库，同时运用数据挖掘、机器学习算法对历史数据进行深度分析，挖掘设备运行规律与潜在风险。例如，通过分析设备振动、温度等数据的变化趋势，建立故障预测模型，提前识别轴承磨损、电路老化等故障隐患；基于开采量、运输量等数据，优化生产调度方案，平衡各环

节产能。

2.2 人工智能技术

人工智能技术赋予煤矿机电设备管理自主学习与智能决策能力。机器学习算法可根据设备运行数据自动优化控制策略,如智能采掘设备通过深度学习算法,实时分析煤层结构、地质条件等信息,自动调整截割速度、角度等参数,提升开采效率与精准度;在设备故障诊断领域,神经网络模型能够模拟专家思维,快速识别复杂故障特征,例如通过分析设备振动频谱数据,精准判断齿轮箱故障类型与位置。此外,计算机视觉技术与自然语言处理技术的应用,进一步拓展了管理边界。计算机视觉可实时识别作业人员违规行为、设备异常状态;自然语言处理则支持设备操作指令的语音交互与智能问答,降低人工操作失误率。

2.3 云计算技术

云计算技术为煤矿机电设备智能化管理提供强大的算力与灵活的资源支持。煤矿生产数据量庞大且计算需求复杂,传统本地服务器难以满足实时分析与存储需求。云计算平台通过分布式计算与虚拟化技术,将数据存储与计算任务分配至云端集群,实现资源的动态调配与弹性扩展。例如,在设备故障预警场景中,海量监测数据可快速上传至云端进行并行计算,基于故障预测模型在短时间内输出分析结果,确保及时预警;企业还可通过云平台构建协同管理系统,实现不同部门、不同矿区之间的数据共享与业务联动,提升管理效率。

2.4 5G通信技术

5G通信技术以其高带宽、低时延、广连接的特性,成为煤矿机电设备智能化管理的通信基石。在井下复杂环境中,5G网络可实现设备数据的高速稳定传输,满足实时监测与远程控制需求。例如,高清视频监控数据通过5G网络快速回传,使地面管理人员能清晰掌握井下设备运行与人员作业情况;远程操控采煤机、液压支架等设备时,5G的低时延特性确保控制指令毫秒级响应,提升远程作业的安全性与精准度。此外,5G技术支持海量设备的同时接入,为设备全生命周期管理提供网络保障,各类传感器、执行器等终端设备可实时互联互通,构建智能化物联网。5G与边缘计算的结合,进一步实现数据的本地化处理,减少云端传输压力,提升系统响应速度,推动煤矿机电设备管理向智能化、协同化方向发展^[2]。

3 煤矿机电设备智能化管理面临的挑战

3.1 技术瓶颈

煤矿井下环境复杂,高湿度、强粉尘、电磁干扰等

因素严重制约智能化技术的稳定应用。现有传感器在极端环境下易出现数据失真、寿命缩短等问题,影响设备状态监测的准确性;5G网络在井下存在信号覆盖盲区,难以保障远程控制的实时性与可靠性。此外,多源异构数据融合难度大,设备运行数据、地质数据与生产管理数据之间缺乏统一标准,导致数据孤岛现象普遍,限制了大数据与人工智能算法的分析精度。同时,设备故障预测模型对复杂故障的识别能力不足,面对突发故障时,现有技术难以快速定位根源,技术适配性与可靠性亟待提升。

3.2 人才短缺

煤矿机电设备智能化管理涉及自动化、计算机科学、数据分析等多学科知识,对复合型人才需求迫切。但当前行业人才结构失衡,传统机电技术人员缺乏大数据、人工智能等新技术知识储备,难以胜任智能化系统的运维与管理工作;而新兴技术人才更倾向于互联网、金融等领域,煤矿行业的艰苦作业环境与相对滞后的薪酬体系,难以吸引高端技术人才。此外,企业内部培训体系不完善,针对智能化管理的专业培训资源匮乏,现有人员知识更新缓慢,无法满足智能化转型对人才技能的动态需求,人才短缺成为制约技术落地的关键因素。

3.3 资金投入

煤矿机电设备智能化改造需要大量资金支持,涵盖设备升级、网络建设、软件研发及数据中心搭建等多个环节。但煤炭行业市场波动大,企业经营效益不稳定,导致智能化改造资金投入受限。同时,智能化项目建设周期长、短期收益不明显,部分煤矿企业出于成本控制考虑,更倾向于维持传统设备与管理模式。此外,智能化设备与系统的后期运维成本高昂,包括软件迭代、硬件维护及数据存储等费用,进一步加重企业资金负担。外部融资渠道有限,金融机构对煤矿智能化项目的风险评估严格,导致企业融资困难,资金短缺严重阻碍智能化管理的推进速度。

3.4 安全意识

煤矿机电设备智能化管理涉及数据安全、设备安全与人员安全等多重风险,但部分企业与员工对智能化安全问题认识不足。在数据层面,企业缺乏完善的数据加密与防护机制,井下设备采集的生产数据、地质数据一旦泄露,可能引发商业风险与安全隐患;在设备运行层面,部分管理人员过度依赖智能化系统,忽视设备日常巡检与人工核验,导致潜在故障无法及时发现;在人员操作层面,员工对智能化设备的操作规范不熟悉,违规操作行为时有发生,同时企业安全培训侧重于传统安全

事项,对智能化管理的安全风险教育不足,安全意识薄弱成为智能化管理的潜在威胁^[3]。

4 煤矿机电设备智能化管理的解决策略

4.1 加强技术研发和创新

企业应强化与高校、科研机构及科技企业的深度合作,共同攻克煤矿机电设备智能化技术难题。针对井下恶劣环境,联合研发高稳定性传感器,采用新材料和密封技术,提升其抗粉尘、抗电磁干扰能力,确保数据采集精准可靠;与通信企业合作优化井下5G网络,利用分布式基站和边缘计算技术,消除信号盲区,降低数据传输延迟,保障远程控制实时性。同时,企业需建立统一的数据标准,搭建数据共享平台,实现多源异构数据的高效融合。引入先进算法优化故障预测模型,通过构建动态故障特征库,提高对复杂故障的识别能力。

4.2 加强人才培养和引进

企业要构建完善的人才培养与引进体系。在内部培养方面,与高校、职业院校合作开设定制化专业课程,采用“订单班”“现代学徒制”等模式,定向培养兼具机电知识与信息技术的复合型人才。针对现有员工,开展分层分类培训,通过专项课程、技术讲座和技能竞赛,提升其智能化管理技能。在人才引进上,企业需优化薪酬福利体系,提供有竞争力的薪资待遇、完善的晋升通道和良好的工作环境,吸引高端信息技术人才。同时,探索“柔性引才”模式,通过项目合作、兼职聘用等灵活方式,借助外部智力资源解决技术难题。此外,建立人才激励机制,对表现突出的人才给予奖励,营造良好的人才发展环境,逐步打造一支高素质的智能化管理人才队伍。

4.3 拓宽资金来源渠道

企业需通过多种方式拓宽智能化改造的资金来源。首先,合理规划资金使用,优先对能显著提升效益的关键设备和系统进行智能化改造,采用分阶段推进的方式,降低一次性资金投入压力。加强与上下游企业的合作,通过联合研发、资源共享等方式,分摊研发和建设成本。积极探索市场化运营模式,挖掘智能化项目的商业价值,将设备运行数据、智能运维服务等进行价值转

化,通过对外提供数据分析、设备维护等服务获取收益。此外,企业可寻求与金融机构合作,利用知识产权质押、项目收益权质押等创新融资方式,拓宽融资渠道,为智能化管理的持续推进提供稳定的资金支持。

4.4 强化安全意识和培训

企业应从制度、技术和人员三方面强化智能化管理的安全保障。建立健全数据安全管理制度,采用区块链、同态加密等技术对核心数据进行加密保护,部署网络安全防护系统,实时监测网络攻击行为,定期开展安全评估和漏洞修复,确保数据安全。在设备安全管理上,建立智能化监测与人工巡检相结合的双重保障机制,制定详细的巡检标准和流程,通过绩效考核强化人工巡检执行力度。同时,优化智能化系统的预警功能,提高异常数据的识别精度,确保故障隐患及时发现和处理。针对人员安全,开展全方位、多层次的安全培训,将智能化设备操作规范、网络安全防护等内容纳入培训体系,通过案例分析、模拟演练等方式提升培训效果^[4]。

结束语

煤矿机电设备智能化管理是煤炭产业突破发展瓶颈、实现转型升级的必由之路。尽管当前面临技术、人才、资金及安全等多重挑战,但通过企业主导的技术创新、人才培育、资源整合与安全体系构建,智能化管理的落地前景广阔。未来,随着技术的持续突破与行业实践的深入,煤矿机电设备将向着更高效、更安全、更智能的方向迈进,不仅能提升企业核心竞争力,还将为煤炭行业的绿色、可持续发展注入强劲动力,助力行业在新时代实现高质量发展。

参考文献

- [1]曹鹏,朱烨,李千顺.矿山机械智能化的应用及发展趋势[J].世界有色金属,2019(22):18+20.
- [2]刘洁.探究自动化技术在煤矿机电设备中的应用[J].矿业装备,2021,10(2):266-267.
- [3]张艳慧.煤矿机电技术在煤矿安全生产中的应用[J].电子技术与软件工程,2019(24):215-216.
- [4]雷瑞芳.自动化技术在煤矿机电设备中的应用探究[J].当代化工研究,2020,(23):41-42.