

机电技术一体化在煤炭生产中的应用研究

陈浩威

绍兴职业技术学院

DOI:10.12238/pe.v3i2.12469

[摘要] 随着社会生产力的提高,煤炭产业在我国国民经济中发挥着重要作用,然而近年来煤矿行业却面临严重亏损问题。为应对这一局面,国家提出建设“高产、优质”煤田的战略目标,强调通过提升矿井生产设备的技术装备水平来增强行业竞争力。但是由于缺乏专业技术人才及先进管理理念,且许多煤炭企业存在规模小、管理松散的问题,导致安全隐患频发;同时员工素质偏低、工作效率低下,进一步制约了开采质量和产量的提升。在此背景下,本文聚焦机电一体化技术在煤炭生产中的应用研究,旨在通过智能化装备替代人工操作、优化生产流程等策略,解决安全风险和生产效率难题。

[关键词] 机电技术一体化; 煤炭生产; 应用研究; 煤矿

中图分类号: X752 文献标识码: A

Research on the Application of Mechatronics Technology Integration in Coal Production

Haowei Chen

Shaoxing Vocational and Technical College

[Abstract] With the improvement of social productivity, the coal industry plays an important role in China's national economy. However, in recent years, the coal mining industry has been facing serious loss problems. To address this situation, the state has put forward the strategic goal of building "high-yield and high-quality" coalfields, emphasizing the need to enhance the competitiveness of the industry by improving the technical equipment level of mine production equipment. However, due to the lack of professional technical talents and advanced management concepts, many coal enterprises have problems such as small scale and loose management, resulting in frequent safety hazards. At the same time, the low quality of employees and low work efficiency further restrict the improvement of mining quality and output. Against this background, this paper focuses on the application research of mechatronics technology in coal production, aiming to solve the problems of safety risks and production efficiency through strategies such as replacing manual operations with intelligent equipment and optimizing production processes.

[Key words] Integrated electromechanical technology; coal production; application research; coal mine

引言

随着经济社会发展,煤矿企业为适应时代要求和市场需求持续推进技术改革与设备升级。据统计,煤炭作为我国主体能源占比超过56%,其开采效率与安全性直接影响国民经济。但是传统煤矿存在设备分散控制、人工依赖度高、事故率高等问题。而机电一体化技术通过集成机械系统、电子控制与智能信息技术,构建集中化控制系统,既显著提升采煤效率,又推动作业模式向少人化、无人化转型。本研究结合一些矿区实践案例,系统分析机电一体化技术的应用瓶颈,并提出覆盖设备、管理、人员培训的改进策略。建议加大在智能化装备研发与井下自适应控制系统等关键领域的投入。

1 关键技术应用现状

1.1 智能采掘系统。某地区的煤矿通过使用传感器融合技术,快速实现了该地区采煤机的自动定位与截割轨迹优化,发现这个地区的单日开采量提升37%。智能化采煤系统是指利用计算机技术,结合先进的管理理念,实现煤炭生产过程中对各种信息和资源进行综合、全面监控。该系统通过采集煤矿巷道内大量数据来分析矿井情况。在实际操作上主要分为两个方面:一是将惯性导航系统、轴编码器、倾角传感器等设备分别安装在采煤机机身、牵引部和摇臂上;二是采用现代电子控制方式实时监测整个巷道状况,并且实时修正采煤机截割高度、牵引速度及工作面平直度,从而提高开采效率及质量的同时实现采煤过程的全面自动化,设备集成PLC控制系统,可根据煤层硬度动态调整滚筒转速,降低17%的截齿损耗。

1.2无人运输体系。准格尔旗煤矿采用AGV与RFID协同方案,使井下运输车能够自主规划路径并实现避障。通过5G通信实时传输工况数据,运输效率较传统轨道提升52%,并减少43%的巷道占用空间。传统井下轨道运输如同“绿皮火车”,不仅速度缓慢(平均时速仅8公里),遇到突发状况还需人工操作道岔切换。河南平煤神马集团引进的无人驾驶电机车,通过激光SLAM+UWB定位技术,实现了“地铁式”精准停靠。煤炭企业通过运用自动化技术,提高了运输效率,降低了劳动力消耗。同时采用机械化设备可以有效减少人力、物力的损耗。在煤矿生产过程中使用智能化无人驾驶仪代替人工操作。例如,为采掘机和装卸车加装自动控制装置,并利用机械手臂实现煤仓的远程精准监控。更妙的是,当运输量突增时,系统会自动从“单车模式”切换为“编组运行”,去年冬季保供期间,单日运量峰值达到1.2万吨,比人工调度时期提高60%^[1]。

1.3安全监测创新。煤炭生产过程中需要加强煤矿安全监测,提高其安全性就显得尤为重要,要对煤层进行必要检测,通过现场测量、分析数据和预测结果来确定矿井是否存在隐患,在井下采掘区域部署智能监控设备,通过实时动态数据采集与分析(如瓦斯浓度、顶板压力、水文参数等),精准掌握矿井安全状态,预防重大事故及灾害发生。同时还要建立完善的应急预警机制,当出现突发状况时能够及时处理以免造成更大损失,减少安全事件对生产带来不利影响。乌海老石旦煤矿部署多参数融合预警系统,集成瓦斯浓度、顶板压力及水文数据,运用LSTM算法预测事故风险,误报率低于2.3%。2024年成功预警3次透水事故,避免经济损失超2000万元^[2]。

2 现存问题分析

2.1技术平水化。煤炭企业的生产规模小,因此在对机械设备进行组装和安装时,需要耗费大量人力、物力资源来保证其正常运行。同时由于缺乏专业人员操作技术水平较低以及缺少必要技术人员支撑等问题造成了许多大型煤矿无法满足现代化大厂的要求,机器装配效率低下导致机器故障率高,机械化程度不高使得工人劳动强度高。机械化作业过程中存在着安全隐患,机械设备在安装上,没有按照既定程序来进行工作,出现漏电、断电现象。很多煤矿的智能化改造像是“打补丁”——山西某矿用了A家的控制系统、B家的传感设备,设备故障时厂家互相推诿。更夸张的是,某矿采购的智能巡检机器人竟把巷道积水识别成“煤层反光”,暴露出算法训练数据不足的硬伤。80%矿井存在子系统接口不兼容,导致数据孤岛^[3]。

2.2人才结构性短缺。煤炭企业要实现现代化,必须依靠一大批优秀的人才,但由于我国经济发展水平较低导致对人力资源管理方面存在问题,缺乏人才引进机制。煤炭企业在人员招聘时往往只注重学历、职称等硬性指标,忽略了技能要求和工作经验,缺少技术创新团队建设意识与能力培养体系及激励措施,煤矿生产过程中出现设备落后以及环境污染现象严重的问题,这些都影响着机电设施的正常运转并对其产生负面影响。智能运维人员占比不足8%。内蒙古鄂尔多斯某年产千万吨的煤矿,30

名工程师中仅有2人懂PLC编程。一位矿长坦言:“我们花300万买的进口设备,厂家撤走技术支持后就成了摆设。”这种尴尬在西北地区尤为突出,甘肃某矿甚至出现“设备越智能,矿工越不会用”的逆向淘汰现象。

2.3标准体系滞后。我国的煤炭标准体系是由国家和地方政府共同制定的,并通过国务院批准后逐步建立起来。但是由于各部门之间缺乏协调与沟通机制以及生产技术水平等方面存在一定差异性,导致了煤炭企业无法形成统一的管理模式和完善的执行准则制度,同时也没有将机电一体化纳入国民经济核算系统中,因此煤炭行业不能完全适应现代化市场经济要求,阻碍了我国煤矿机械化、自动化进程。现行38项国标中仅12项涉及智能装备。同时缺乏统一化规划及指导,各生产环节标准之间衔接不够紧密与协调配套不足等因素,制约了煤炭企业标准化进程。

2.4投资回报周期长。煤炭产业是我国的支柱型行业,也是能源消耗大户,对其投资规模有严格要求。因此需要投入大量资金来进行技术改造和升级。其次由于煤炭资源具有不可再生性、易受自然灾害影响等特点,使得在开采过程中需要耗费较长时间才能完成生产任务,随着国家政策调整以及经济发展速度加快导致企业效益降低由于煤矿安全事故频发且屡禁不止,因此加大了对矿井的投资力度,但却因为缺乏有效管理而造成大量资金浪费和设备损失。成套设备改造平均需5.2年收回成本。安徽淮北矿业集团的改造案例极具代表性:前期投入1.2亿元,虽然年节省人工成本2800万,但设备折旧和系统维护又吃掉1800万。

3 系统化实施策略

3.1健全生命周期管理体系。煤炭企业应用于生产过程的管理,需要建立一套完整、系统化的全生命周期管理系统,以实现对整个产品从研发到制造再到销售等一系列环节之间动态控制。加强煤矿安全质量监控体系建设,为全生命周期管理奠定基础,并提供保障措施,在矿井建设前和施工中都应该进行严格规范,完善矿山环境监测指标与评价标准,以及相关技术参数标准及要求等指标体系设计工作,通过现场管理监督来提高煤炭企业的生产效率、减少资源浪费,为实现全生命周期经营奠定良好基础条件提供保障措施,建立“技术委员会-运维中心-现场单元”三级体系,调查显示神东集团进行试点,发现故障响应时间缩短至15分钟,陕西榆林的煤矿推行TPM全员生产维护,煤炭设备的OEE(综合效率)从68%提升到了89%。煤炭企业要建立一个现代化的管理体系,需要构建一个集生产、销售和服务于一体的综合管理系统。在这个系统中包括了技术信息平台与决策支持模块等。通过对机电设备运行状态进行实时监控,实现对产品质量安全、环保以及节能减排工作流程实施全过程控制,完善煤炭生产工艺流程及操作规程中相关标准制度,加强企业内部各部门协调配合能力,并建立健全管理机制,从而使其能够高效地发挥作用^[4]。

3.2技术创新。

3.2.1开发边缘计算网关。随着煤炭产业的发展,人们对生

产技术要求越来越高,特别是在煤化工领域,为了满足不同地区、不同时间下开采煤矿需要而开发出了很多新工艺。如:利用煤层顶板作为基础进行采掘工作面;在山西焦煤集团实现本地化数据处理,传输延迟降低83%,利用了矿井内原有的巷道挖掘机来完成煤矿开采过程中所需设备与方法等;还有一种情况就是运用煤炭资源的综合技术来生产产品或服务,例如在煤炭运输业方面应用的是自动化技术和液压系统。在山西大同的某处矿井下,老矿工李师傅正通过AR眼镜查看设备参数——这个场景生动展现了机电一体化技术如何改变传统采煤业。作为占据我国能源消费56%的“工业粮食”,煤炭行业正经历从“人海战术”向“智慧矿山”的转型阵痛。统计显示,2023年煤矿事故中仍有72%与人为操作失误相关,而应用机电一体化技术的示范矿井,百万吨死亡率已降至0.024,仅为传统矿井的1/5。

3.2.2构建数字孪生平台。煤炭企业应用于生产中,可以利用智能化的资源共享平台来构建数字孪生平台。该系统是由计算机、传感器和通信网络组成。在矿井自动化过程中可实现数据同步传输、信息交换与信息处理等功能,并将各部门之间进行有效协同;同时通过对设备状态监测及故障诊断技术的应用,能够提高煤矿安全管理水平和工作效率以及生产能力,使企业获得更大经济效益与社会价值。中煤平朔矿区1:1建模后,虚拟调试使设备安装周期缩短40%。这种技术革命不是简单的设备叠加,而是机械、电子、信息三大系统的深度融合。比如山东能源集团在采煤工作面部署的智能控制系统,能像“自动驾驶”般根据煤层变化自动调整采高,操作人员从过去的15人缩减到3人。但硬币的另一面是,全国仅38%的矿井完成初级智能化改造,山西、内蒙古等产煤大省尚有大量中小型煤矿面临“不改等死,改错找死”的困境。在这个系统中主要是以数字仿真技术和虚拟现实相结合。煤矿企业可借助该平台进行远程操控,利用三维建模软件建立模型、参数化设计及程序编写等工作。

3.3人才培养体系。

3.3.1实施“双师制”培训。煤炭企业的发展离不开人才,技术是第一生产力,因此要充分利用好人力资源。在新形势下实施“双师制”培训模式能够有效地提高员工的综合素质和工作水平;同时也能为职工提供学习机会与条件来激励他们不断更新知识与技能,使其适应企业管理岗位需求;这样可以最大限度发挥人才潜能,实现人力资源合理配置、高效利用。中国矿大联合企业开设智能采矿专班,2024届毕业生实操合格率达92%。中国矿业大学推出“智能采矿特训营”,邀请华为工程师讲解5G切片技术,在模拟矿井演练设备联调,独立完成采煤机数字化改造方案,首期学员中,已有7人成为企业技术骨干。

3.3.2建立AR远程指导系统。煤炭企业可通过AR系统对生产现场进行全实时监控。该平台的建设,为煤矿安全管理提供了重要技术支持,使其能够及时、准确地掌握矿井内温度及煤尘浓度

等环境因素状况信息;同时也能将环境参数和事故隐患信息传递给管理人员以获得最新数据资料。因此建立完善的AR设备在线监测体系是十分必要的,在煤炭生产车间设置现场监控系统与智能化管理平台相结合来实现远程指导,山能集团应用后,故障排除效率提升3倍。在陕西榆林的神树畔煤矿,笔者看到采煤机装备了16种传感器,机器毫米波雷达实时扫描煤层厚度,红外热像仪监测截齿温度,这些数据通过工业环网传到控制中心,系统能像老矿工般“凭经验”调整切割速度。实际运行数据显示,截齿损耗率从每月更换36个下降到22个,仅这项每年就能节省48万元^[5]。

3.4政策保障机制。随着我国煤炭企业规模的扩大,传统的生产方式已经不能满足现阶段人们对于煤矿产品质量的需求。因此,政府要加大对机电一体化技术研发投入力度,将科研创新作为工作重点放在第一位,建立健全相关人才培养体系和激励机制,制定优惠政策吸引更多高素质、高水平专业性人才进入煤炭行业,从事该领域研究与开发工作并给予一定奖励措施来促进企业进行自主学习,提高自身竞争力,加强煤矿安全生产管理水平建设 强化对危险化学品的监管及检测力度。推行“改造补贴+税收抵扣”组合政策,河南试点企业设备更新成本降低31%。制定《智能煤矿分级认证标准》,将数据互通率纳入考核指标。智能化改造投入可按175%加计扣除,允许用采矿权作为抵押申请低息贷款,发布《煤矿机器人通用技术条件》等23项新标准。

3.4.1总结与展望。煤炭产业是我国的支柱性行业之一,在经济发展中占有重要地位。随着能源需求的持续增长,煤矿企业面临巨大挑战。为提高生产效率、降低运营成本并保障安全稳定运行,需通过研究与应用实践推进技术改造。同时,机电一体化技术能促进资源优化配置、改善劳动条件与环境效益,因此对机电技术一体化在煤炭生产中的应用进行分析具有重要意义。

【参考文献】

- [1]邢宝强.机电一体化技术在煤矿生产中的实践探析[J].中国设备工程,2021(08):236-235.
- [2]张廷磊.机电一体化技术在煤矿生产中的应用[J].机械工程与自动化,2022(5):55-57.
- [3]刘捷,刘明龙,郭家盛,等.机电一体化技术在机械化采煤中的应用[J].能源与节能,2021(02):187-183.
- [4]姚桂玲.机电一体化技术在煤矿生产中的应用研究[J].煤炭技术,2011,30(08):62-69.
- [5]赵华夏.现代煤矿生产中的机电一体化技术探讨[J].煤炭工程,2021(12):88-90.

作者简介:

陈浩威(1997--),男,汉族,浙江绍兴人,本科,助教,研究方向:机电一体化技术。