

文章编号:1671-251X(2024)S2-0201-04

煤矿机电设备智能化改造与升级策略研究

张敏, 李玉福

(国能神东煤炭集团有限责任公司 上湾煤矿, 内蒙古 鄂尔多斯 017209)

摘要:为了满足煤矿生产安全性、可靠性和经济性的要求,对煤矿机电设备进行智能化升级改造,提升机电设备之间的协同性,推动煤矿生产企业的高效持续发展。概述了智能生产技术在机电设备升级改造中应用的基本概念,总结了当前煤矿机电设备使用现状和存在的问题,对综合工作面的机电设备智能化改造方案和关键技术进行了分析,对升级后的系统进行效益评估,说明了智能化改造在提升煤矿机电设备性能和安全水平方面的重要作用,为今后的煤矿机电设备升级改造提供了借鉴与指导。

关键词:煤矿机电设备;智能化改造与升级;效益评估

中图分类号:TD63 文献标志码:A

Research on the intelligent transformation and upgrading strategy
of coal mine mechanical and electrical equipment

ZHANG Min, LI Yufu

(Shangwan Coal Mine, CHN Energy Shendong Coal Group Co., Ltd., Ordos 017209, China)

0 引言

煤炭作为我国能源体系中的关键部分,在国家能源安全保障中肩负着压舱石的重任^[1],是国家能源领域的中流砥柱,煤炭开采和使用过程的智能化程度是影响企业生产效率、保障矿工安全作业的关键因素^[2]。在全球工业智能化和能源结构转型的持续冲击下,利用智能化手段改造升级煤矿机电设备,提高煤矿生产效率、保障生产安全是应对市场挑战的有效策略^[3]。

近年来国内外大量高等院校、科研院所和煤炭企业以推进煤矿智能化建设,提高煤炭企业自动化程度为突破方向,探索煤矿生产的智能化实施方案,通过引入智能控制算法、智能传感器技术、高速数据处理与分析系统及智能监控方案,加快煤矿智能化建设,提高煤矿机电设备的自动化程度,减少人工操作环节,有效避免矿工操作失误造成的人身伤害^[4],从根本上遏制重特重大事故发生,减少对环境造成的危害,促进煤炭行业可持续发展。

随着相关部门对煤矿行业生产效率和安全责任要求的进一步提高,企业原有的机电设备已经难以满足生产安全的新需求,必须对其进行深度的智能化改造和升级,从而适应新的任务需求,神东煤炭上

湾煤矿作为国家能源集团神东煤炭集团公司现代化主力生产矿井之一,在安全高效绿色发展新模式上引领了煤炭工业发展的新航向,但是也面临着矿井机电生产设备系统老化,不能完全满足新的安全生产要求的问题。本文以升级改造上湾煤矿机电设备,提高生产效率和生产安全为目标,分析改造关键技术和实施方案,利用具体案例进行效益分析,验证改造及升级策略的可行性。

1 智能生产技术概述

智能生产技术是一种由智能机器和专家系统共同组成的人机一体化智能系统,作为工业 4.0 战略的核心组成部分,依托于先进的信息通信技术、自动化技术、人工智能、大数据分析技术,实现了生产过程的智能化管理与控制^[5],它将推动制造业向智能化、自动化和高效化方向发展,提高生产效率、质量和灵活性,为企业创造更大的价值。智能生产技术拓扑结构如图 1 所示。

智能生产技术作为工业 4.0 和智能制造的核心,应用领域广泛,在煤矿机电设备领域,主要的应用包括物联网技术、机器人技术、人工智能、智能传感器技术、云计算技术、虚拟现实技术和大数据技术等,物联网技术完成煤矿机电设备信息的传输、处理

收稿日期:2024-09-07;编辑:郑海霞。

作者简介:张敏(1983—),男,苗族,湖北恩施人,工程师,研究方向为煤矿机电管理与智能化,E-mail:32602904@qq.com。

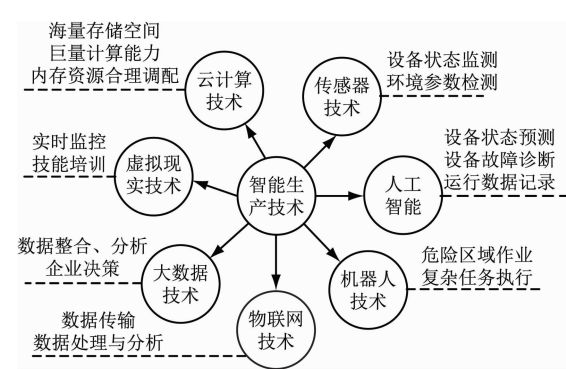


图 1 能生产技术拓扑结构

和分析,实现信息的实时交互,利用物联网技术搭建矿井通信系统、监控系统和自动化控制系统,提高煤矿生产的安全性和效率。机器人技术在煤矿生产中应用广泛,采煤机器人、掘进机器人、运输类机器人的使用,大幅度减少人员接触和环境暴露,提高煤矿生产效率和安全性。采用人工智能提高生产过程的自动化程度,对机电设备运行状态进行预测和维护,及时调整设备参数,延长设备使用寿命。智能传感器技术实现设备运行状态和周围环境参数的实时监测,为数据采集提供可靠有效的支持。云计算技术通过互联网将计算资源、存储资源提供给用户,为煤矿企业提供更广泛、更深入的数据分析和处理能力。虚拟现实技术能够模拟矿工在灾害发生状况下逃生和救援过程,提高矿工的应急反应能力和决策水平,为企业员工提供安全实操培训,降低事故对员工造成的伤害。

2 煤矿机电设备运行现状

2.1 煤矿机电设备概况

煤矿在开采运输环节应用的各种涉及机械和电气技术的设备都可以归类为煤矿机电设备^[6],这些设备应用范围广泛,体现在煤矿开采、运输和加工等多个环节,在煤矿开采阶段,采煤机、绞车等煤矿机电设备通过机械做工,辅助矿工完成原煤的挖掘工作,在煤矿运输和加工环节应用的煤矿机电设备主要包含输送带、卸煤机等,通过胶带传输将原煤从井底运输到地面集煤区。煤矿机电设备在煤矿生产中具有不可替代的作用,为煤矿的安全、高效生产和持续健康发展提供有力保障。

2.2 现有煤矿机电设备的特点和问题

目前煤矿机电设备在安全和效率上取得了显著的成果,具有多方面的特点:① 现代化技术和新型材料的应用,提高了采煤设备的性能,如智能采煤机器人、智能掘进机器人等新型设备的研发和应用,大大提高了煤炭开采的效率和安全性。② 政策的引导和相关部门的监督使煤矿企业在节能环保方面投

入更多的精力,现代煤矿机电设备注重节能环保,采用节能技术和环保材料,降低能耗和环境污染。③ 便携性与移动性的设计理念愈发突出,考虑到井下空间狭窄,煤矿机电设备往往采用轻便设计,便于搬运和安装。同时,模块化设计使得设备可以快速安装和拆卸,提高了工作效率和灵活性。④ 煤矿机电设备的管理向智能化方向发展,实现设备的全生命周期管理。通过大数据分析技术,对设备的运行数据进行深度分析,为设备的维护、升级和替换提供决策支持。

但是现有设备也存在一些问题:① 一些煤矿机电设备更新换代滞后,导致设备性能下降、安全隐患增加,增加了煤矿安全生产的风险,并影响了生产效率。② 尽管煤矿机电设备在安全性方面有所提升,但安全事故仍时有发生,这主要是由于设备老化、维护保养不到位、操作人员技术水平不合格等原因导致。③ 煤矿机电设备在运行过程中可能遇到各种技术故障,如电控箱防拔脱装置不可靠、电缆挤压破损、急停按钮失灵等,这些故障不仅影响生产效率,还可能引发安全事故。

3 智能化改造方案设计

煤矿机电设备智能化改造实施方案是一个系统性工程,旨在通过引入现代信息技术和智能设备,提升煤矿生产过程的自动化、智能化水平,进而提高生产效率、降低安全风险、优化资源利用并减少环境污染。

3.1 综采工作面机电设备智能改造

采煤工作面采用走向长壁采煤法,通过采煤机破煤壁、尾梁摆动和插板伸缩控制顶煤,滚筒配合刮板输送机装煤,刮板输送机、转载机、带式输送机运煤,液压支架支护顶板。矿上采煤机型号为 MG456-WD4,其采高可达 3.2 m,截深为 580 mm,煤层倾角小于等于 45°,推进速度为 0~5 m/min,牵引力为 480 kN。

矿上液压支架工作面内支护采用 ZF4400/17/34D 型液压支架,机头采用 ZFG5200/18/30D 型过渡架。矿上液压支架设备主要技术参数见表 1。

煤矿运输设备主要包括 SGZ630/320 型刮板输送机、SZZ764/160 型转载机、PLM1000 型破碎机。SDP-800 型运输巷带式输送机、JWB55WJ 型无极绳绞车、BRW200/31.5 型乳化液泵及 BRW200/31.5 型喷雾泵。煤矿主要运输设备关键技术参数见表 2。

3.2 智能化改造设计

根据综采工作面煤矿机电设备配置情况,结合

表 1 矿上液压支架设备主要技术参数		
液压支架设备	技术参数	值
ZF4400 /17 /34D 型支架	伸缩梁行程/mm	50~700
	推移行程/mm	0~700
	支架高度/mm	1 700~3 400
	支护强度/MPa	0.68
	卸载压力/MPa	35
	操作方式	液压驱动
ZFG5200/18/30D 型支架	伸缩梁行程/mm	50~700
	推移行程/mm	0~700
	支架高度/mm	1 800~3 000
	支护强度/MPa	0.7
	卸载压力/MPa	35
	操作方式	液压驱动

表 2 煤矿主要运输设备关键技术参数		
煤矿运输设备	技术参数	值
SGZ630/320 型刮板输送机	输送量/(t·h ⁻¹)	450
	装机功率/W	3.2×10 ⁸
	刮板间隔/mm	920
	刮板链速/(m·s ⁻¹)	1.06
SZZ764/160 型转载机	电动机功率/ kW	160
	输送量/(t·h ⁻¹)	1 000
	刮板链速度/(m·s ⁻¹)	1.46
	刮板间距/mm	864
PLM1000 型破碎机	破碎能力/(t·h ⁻¹)	1 000
	输出粒度/mm	0-300
	输入块度/(mm×mm)	≤700×700
	电动机功率/ kW	110
SDP-80 型运输巷胶带输送机	带宽/mm	800
	输送能力/(t·h ⁻¹)	400
	胶带速度/(m·s ⁻¹)	2
	电动机功率/ kW	6 600
JWB55WJ 型无极绳绞车	最大牵引力/ kN	80
	绳速/(m·s ⁻¹)	0.5~1.27
	功率/ kW	55
	适用倾角/(°)	≤18
BRW200/31.5 型乳化液泵	公称流量/(L·min ⁻¹)	200
	行程/mm	66
	液箱容量/L	1 600
	单泵电动机功率/ kW	125

《内蒙古自治区煤矿智能化建设标准》《内蒙古自治区煤矿智能化建设验收办法》相关要求。对工作面机电设备进行升级改造,形成由集控系统、电液控制系统和视频监控系统构成的智能化采煤工作面。

1) 集控系统。采煤工作面集控系统由地面和井下 2 部分组成,地面部分主要负责远程监控、数据分析和集中控制,监控中心配备 3 台高性能计算机、4 台大屏幕显示器、2 台 Web 数据服务器,监控中心能够实时接收并显示来自井下运行状态、生产进度、环境参数各种数据。控制中心装配 4 台采煤机及其配套设备的操作平台,通过专用的通信网络和井下设备进行连接,通过自动化软件实施对井下采煤机、液压支架和三机泵站的开停、监控与操作功能。利用大数据、云计算等先进技术对收集到的数据进行深度分析,为煤矿管理者提供决策支持。通过分析,发现生产中的潜在问题,预测未来趋势,从而制定更加科学合理的生产计划。井下部分是实际执行生产任务的区域,集控系统通过安装在井下的各种传感器和通信设备来实现对生产过程的实时监控和精确控制,在井下巷道布置 3 台本安防爆型计算机,8 台显示器采集和显示采煤机、液压支架、三机泵站等机电设备工作参数和状态,建立指令中转系统,接收地面监控中心发出的指令或预设的程序,完成采煤、支护等生产任务。通过万兆工业环网将井下数据传至地面集控中心。

2) 液压系统改造。中控制台采用 ZF0704 型电液控制平台,工作面支架上安装支架控制器、电磁换向阀,电磁换向阀能够实现小于 3.0 μm 的过滤精度,实现反冲洗过滤功能,液压支架装配压力传感器、位移传感器、红外接收器和倾角传感器,电液控制系统根据采煤机的位置实现伸收护帮、移架、推溜、喷雾除尘等功能,利用接收的压力、位移和倾斜姿态数据实现支架角度调整,集成第三方协调接口,便于调试与维护。

3) 煤矿机电设备电力系统改造。煤矿机电设备电力系统由地面和井下 2 部分构成,地面部分按照无人值守变电站设计,建立电网监控系统,配置 2 台监控主机,一用一备,保证系统安全、可靠运行。在变电站配电室安装高清云台摄像机,可直接对变电站进行视频监视,异常侵入报警。对高压开关柜配电室、自耦变压器、高压补偿柜、柜前电缆沟等关键设备,部位温度监测全覆盖,实行门禁功能,进入变电站人员需要输入正确指令才可进入变电站。井下部分采用分层、分布式智能速断原理,最大程度解决高低压供电电网存在的越级跳闸问题。利用智能速断和失压保护掩饰原理,利用母线差动、T 型差动情况下零时延智能后备保护设备解决越级跳闸问题,越级跳闸保护时间控制在 25 ms,零时限智能后备保护动作时间小于 120 ms。

4 效益分析

工作面机电设备智能化改造前每班正常生产需要 20 人,供电设备改造前每个变电站安排 1 人值班,进行 12 h 工作制,所有供电站共需要配置上班人员 14 人,改造前此类工作每班需要 34 人,企业提供工资+社保+福利+保险支出,每月每人支出 11 000 元,改造后每班 18 人,节约用工 16 人,一年节约资金支出 211.2 万元。同时减少作业人员接触煤尘时间,降低职业病发病率,作业人员远离危险作业区域,在遇到水、火、瓦斯等重大灾害事故时,可以最大限度地减少人员伤亡,对设备状态进行实时监测,及时分析出设备故障原因,减少了设备维修周期节约生产成本。

5 结语

结合上湾煤矿矿井实际情况,在不改变矿井现有系统或不影响现有系统运行的前提下,对工作面智能控制系统机电设备进行升级改造,提高了煤矿

智能化建设的安全性、经济性。实现了上湾煤矿智能化建设的持续、有效推进,提高了供电自动化水平。

参考文献:

[1] 陈捷. 基于智能生产的煤矿机电设备智能化升级改造研究[J]. 中国机械, 2024(12): 87-90.

[2] 杨阳, 李勇. 煤矿机电设备的智能化改造与升级[J]. 中国高新科技, 2024(10): 136-137, 157.

[3] 张红岩, 赵连刚. 煤矿机电设备升级改造的方法与实践[J]. 煤炭技术, 2007(9): 36-37.

[4] 花雪峰. 浅谈煤矿机电设备的规范化管理[J]. 能源与节能, 2015(8): 47-48.

[5] 陈二强. 中小型煤矿智能化建设中机电设备升级改造研究[J]. 能源与环保, 2023, 45(9): 237-242

[6] 张林, 井鹏举, 张占立, 等. 煤矿中央变电所机电设备保护与电力监控系统的升级改造[C]. 第 31 届全国煤矿自动化与信息化学术会议暨第 12 届中国煤矿信息化与自动化高层论坛, 平顶山, 2023. DOI: 10. 26914/c. cnkihy. 2023. 072103.

(上接第 187 页)

分析矸石误拣率和拣出率。图像识别结果如图 4 所示。经统计分析及成像图分析,过煤能力为 180~190 t/h,矸石物料粒度为 110~400 mm。采用智能煤矸分选机器人后,误拣率控制在 5% 以内,矸石拣出率不低于 90%,符合矿井作业要求。

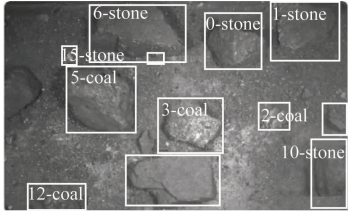


图 4 煤矸石图像识别结果

5 结语

设计开发了一种智能煤矸分选机器人,详细介绍

了系统工作流程及软硬件设计方案。实验结果表明,该机器人误拣率不超过 5%,矸石拣出率不低于 90%,符合矿井作业要求。

参考文献:

[1] 李曼, 段雍, 曹现刚, 等. 煤矸分选机器人图像识别方法和系统[J]. 煤炭学报, 2020, 45(10): 3636-3644.

[2] 黄邦松. TDS 智能干选机在双柳煤矿的应用[J]. 中国煤炭, 2020, 46(3): 47-50.

[3] 赵平. 新形势下我国能源与生态安全保障研究[N]. 中煤地质报, 2021-04-29(第 1 版).

[4] 张吉雄, 张强, 巨峰, 等. 深部煤炭资源采选充绿色化开采理论与技术[J]. 煤炭学报, 2018, 43(2): 377-389.

[5] 赵浩棣. 基于机器视觉的矿井煤矸分选技术研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2021.