

Technology and Safety Evaluation of Unmanned Intelligent Fully-mechanized Mining Face in Mining Engineering

Meimei Xie

Zijin Mining Group Co., Ltd., Longyan, Fujian, 364200, China

Abstract

In order to explore the application and development of unmanned intelligent fully-mechanized mining technology in mining engineering. This paper analyzes the actual engineering cases through the methods of site investigation, technical parameter analysis, safety risk identification and assessment, deeply studies the implementation details of unmanned intelligent fully-mechanized mining technology, and comprehensively evaluates its safety performance. The results show that the unmanned intelligent fully-mechanized mining face technology has significant advantages in improving production efficiency, reducing labor intensity and reducing safety accidents. Through the evaluation of safety performance, this paper puts forward the corresponding safety improvement measures and suggestions. It can be seen that unmanned intelligent fully-mechanized mining face technology is an important direction for the development of mining engineering in the future, and has broad application prospects.

Keywords

mining engineering; unmanned intelligent fully-mechanized mining technology; safety evaluation

采矿工程中无人智能化综采面开采技术及其安全评价

谢美美

紫金矿业集团股份有限公司, 中国·福建 龙岩 364200

摘要

为深入探讨采矿工程中无人智能化综采面开采技术的应用与发展。论文通过现场调研、技术参数分析、安全风险识别与评估等方法分析实际工程案例,深入研究了无人智能化综采面开采技术的实施细节,并对其安全性能进行了综合评价。结果显示,无人智能化综采面技术在提高生产效率、降低劳动强度和减少安全事故方面具有显著优势。通过对安全性能的评估,论文提出了相应的安全改进措施和建议。由此可见,无人智能化综采面技术是未来采矿工程发展的重要方向,具有广阔的应用前景。

关键词

采矿工程; 无人智能化综采面开采技术; 安全评价

1 引言

随着科技的飞速发展,自动化和智能化技术在各个领域的应用日益广泛。采矿工程作为中国国民经济的重要支柱产业,其安全生产和技术进步一直是政府和企业关注的焦点。近年来,无人智能化综采面开采技术得到了迅速发展,该技术通过应用自动化、信息化、智能化技术,实现了对煤炭资源的自动化、高效、安全开采。为了推动采矿工程中无人智能化综采面开采技术的发展,提高其安全性能,本研究选取了具体工程案例,对无人智能化综采面开采技术进行了深入分析,并对其安全性能进行了评价。

2 矿山概况

该矿山是一座综合性的露天矿山,主要开采金属矿资源。矿山占地面积约为5平方公里,设计年产金属矿量为100万吨。矿山开采过程中涉及露天开采、地下开采和尾矿处理等多个环节,生产规模较大。矿山主要地层为侏罗系砂岩、泥岩和煤层,其中砂岩、泥岩为主要矿层,煤层分布不均匀。矿地质构造复杂,存在断层、节理、裂隙等地质现象,对矿山开采和安全生产带来一定影响。矿山水文地质条件复杂,存在地下水和地表水,需对地下水和地表水进行有效控制和处理。矿山金属矿资源品位较高,具有较高的开采价值。矿床埋藏深度较大,露天开采和地下开采需分别采取不同的开采技术。

【作者简介】谢美美(1988-),女,中国福建龙岩人,本科,工程师,从事采矿研究。

3 无人智能化综采面开采技术在案例中的应用

3.1 设备选型与布置

3.1.1 设备选型

采煤机选用高性能、高可靠性的采煤机,以满足高强度、高效率的采煤需求。根据矿井运输距离和运输能力,选用合适的辅助运输设备,如皮带输送机、矿车等。根据矿井通风需求,选用高效、节能的通风设备,如风机、风门等。选用高可靠性的供电设备,如变压器、电缆等,确保矿井生产安全^[1]。选用高性能的液压设备,如液压支架、液压泵等,以提高采煤效率。选用先进、稳定的通信设备,实现矿井生产过程中的信息传输。

案例工程采煤机采高 4.5m,切割宽度 3.0m,切割速度 5.0m/分钟,功率 500kW。支护设备支护高度 4.5m,支护阻力 1000kN/架,伸缩范围 $\pm 500\text{mm}$ 。皮带输送机运量 1000t/h,皮带宽度 1.4m,速度 4.0m/s。矿车载重 15t,电机车载重 100t,运输速度 4.0m/s。

3.1.2 设备布置

将采煤机安装在采煤工作面,根据煤层厚度和采煤机性能,合理确定采煤机间距。根据矿井运输需求,合理布置皮带输送机、矿车等辅助运输设备。根据矿井通风需求,合理布置风机、风门等通风设备。根据矿井供电需求,合理布置变压器、电缆等供电设备。根据液压支架、液压泵等液压设备性能,合理布置设备位置^[2]。在矿井关键部位布置通信设备,实现矿井生产过程中的信息传输。

案例工程中,将采煤机、液压支架、皮带输送机等设备按照以下顺序布置:将矿车和电机车布置在运输巷道内,实现矿山运输自动化。将风机、风筒等通风设备布置在采区和运输巷道内,确保通风效果。将变压器、开关柜、电缆等供电设备布置在采区和运输巷道内,确保供电稳定。将监控、调度、通信等信息化设备布置在采区和运输巷道内,实现无人智能化综采面管理。

3.2 智能化控制系统应用

3.2.1 数据采集与监测

智能化控制系统通过安装于综采面各关键位置的传感器,实时采集温度、湿度、压力、振动等环境数据,以及设备运行状态、产量、质量等生产数据^[3]。这些数据为系统提供了决策依据,确保综采面生产的安全、高效。矿山环境每日监测次数不少于 2 次,数据记录保存期为 1 年;生产过程实时监测,数据记录保存期为 1 年;安全实时监测,数据记录保存期为 1 年。

3.2.2 设备管理与维护

智能化控制系统对综采面各类设备进行集中管理,包括液压支架、采煤机、输送机等。系统可实时监控设备运行状态,对故障进行预警,降低设备故障率,延长设备使用寿命。预防性维护每月进行 1 次,数据记录保存期为 1 年;故障诊断与维修每日进行 1 次,数据记录保存期为 1 年;设备

台账实时更新,数据记录保存期为 5 年;设备利用率分析每月进行 1 次,数据记录保存期为 1 年;备件管理实时更新,数据记录保存期为 5 年。

3.2.3 人员定位与安全监控

智能化控制系统通过无线通信技术,实现对综采面人员的实时定位。当人员进入危险区域或异常情况发生时,系统可自动发出警报,提醒相关人员采取应急措施^[4]。此外,系统还具备安全监控功能,对违规操作进行记录和处罚,增强人员安全意识。

案例工程人员定位与安全监控系统采用高精度 GPS 定位技术,实现对矿工在综采面内的实时定位,精确到米级。系统实时监测矿工的移动轨迹、作业环境、设备状态等信息,确保矿工在安全环境下作业。系统根据预设的预警阈值,对异常情况进行预警,包括超速、超时、越界等,确保矿工在第一时间采取相应措施。系统对人员定位、安全监控等数据进行统计分析,为管理者提供决策依据。系统定位精度为 $\pm 1\text{m}$,响应时间 $\leq 0.5\text{s}$,预警准确率 $\geq 95\%$,系统覆盖率 100%。

3.2.4 生产调度与优化

智能化控制系统根据实时采集的数据和生产计划,对综采面进行生产调度与优化。系统可自动调整采煤机、输送机等设备的运行状态,提高生产效率,降低能耗。案例工程开采过程中,该系统根据矿山的生产目标、设备状况、原材料供应等因素,制定合理的生产计划^[5]。该系统实时监测设备运行状态,实现设备的智能调度和维护,降低设备故障率。该系统根据生产计划,优化生产流程,提高生产效率。该系统对生产数据进行统计分析,为管理者提供决策依据。生产计划完成率 $\geq 95\%$,设备故障率 $\leq 1\%$,生产效率提升 $\geq 10\%$,生产成本降低 $\geq 5\%$ 。

3.2.5 能源管理与节能

智能化控制系统对综采面的能源消耗进行实时监测,分析能源消耗情况,提出节能措施。系统可根据实际需求调整设备运行状态,降低能源消耗,提高资源利用率。案例工程中,通过对综采面的能源消耗进行实时监测,包括电力、水、气等,实现能源消耗的精细化管理。根据生产需求,合理调整设备运行时间,降低能耗。例如,在非高峰时段减少设备运行时间,提高能源利用效率。针对综采面设备,实施一系列节能措施,如采用高效节能电机、优化通风系统、合理设置设备运行参数等。电力消耗较传统综采面降低 10%,水消耗较传统综采面降低 15%,气消耗较传统综采面降低 20%。

3.2.6 系统集成与互联互通

智能化控制系统与其他系统(如矿山地理信息系统、企业资源计划系统等)实现集成与互联互通。通过数据共享和业务协同,提高矿山整体运营效率。案例工程将综采面的各个子系统(如采煤机、输送机、支架等)进行集成,实现设备间的协同工作,提高生产效率。通过无线通信、有线通信

等技术手段,实现综采面各个子系统之间的数据交换和共享,提高系统运行稳定性。采煤机、输送机、支架等设备互联互通率 100%,数据传输速率 $\geq 1\text{Mbps}$,系统运行稳定性 $\geq 99\%$ 。

3.2.7 预测分析与决策支持

智能化控制系统具备数据挖掘和分析能力,对综采面生产数据进行预测分析,为矿山管理者提供决策支持。系统可根据历史数据和实时数据,预测未来产量、设备故障等,帮助管理者制定科学的生产计划和应急预案。案例工程通过对历史数据、地质勘探资料和矿山地质构造进行分析,预测矿山资源储量,为矿山开采提供依据;根据生产计划、设备运行状态和实际生产数据,预测矿山月度、季度和年度生产进度,确保生产计划的顺利进行;通过对设备运行数据进行实时监测,预测设备故障发生概率,提前做好维修准备,降低设备停机时间。根据预测分析结果,制定合理的生产计划,提高生产效率,降低生产成本;根据矿山生产需求,选择合适的设备型号和配置,确保设备满足生产需求,降低设备投资成本;根据生产计划和设备运行情况,合理安排人力资源,提高人力资源利用率,降低人工成本。

3.3 开采工艺与流程

3.3.1 开采工艺

案例工程采用无人智能化综采面开采技术,结合露天开采和地下开采相结合的方式,实现高效、安全、环保的矿产资源开采。工程采用台阶式开采工艺,分台阶进行采矿作业。具体步骤如下:根据矿床地质条件,将矿床划分为若干个台阶,每个台阶高度为 15~20m。在台阶上部进行露天开采,采用大型挖掘机和运输车辆进行剥离和运输。在露天开采的基础上,进行地下开采。采用全断面采矿法,利用综采机进行采矿作业。

3.3.2 开采流程

工程部门对矿山进行地质勘探,评估矿产资源储量、品位、赋存状态等,为开采工艺和流程提供依据。根据地质勘探结果,进行开采工艺设计和施工方案编制。项目部按照设计方案,安装综采机、挖掘机、运输车辆等设备,并进行调试。在开采区域建设无人智能化综采面,实现远程操控和监控。按照开采工艺和流程,进行露天开采和地下开采作业。在开采过程中,严格执行环保法规,加强矿区环境保护与治理。在项目完成后,进行验收与评估,总结经验教训,为后续开采提供参考。

4 案例中无人智能化综采面开采技术的实施效果

4.1 生产效率

如表 1 所示,通过应用无人智能化综采面开采技术,

矿山的生产效率得到了显著提升。

表 1 生产效率提升情况

年份	人工开采产量 (万吨)	无人智能化开采产量 (万吨)	生产效率 提升率
2021	80	100	25.0%
2022	90	110	22.2%
2023	95	120	26.3%

4.2 资源回收率

如表 2 所示,无人智能化综采面开采技术在提高资源回收率方面也取得了显著成效。

表 2 资源回收率提高情况

年份	人工开采资源 回收率	无人智能化开采 资源回收率	资源回收率 提高率
2021	85%	90%	5%
2022	88%	92%	4%
2023	90%	95%	5%

4.3 安全性能分析

实施无人智能化综采面开采技术后,事故发生率降低了 30%,无人智能化综采面开采技术后无人员伤亡。由此可见,无人智能化综采面开采技术在安全性能方面均取得了显著成果,为煤矿企业创造了良好的经济效益和社会效益。

5 结论

无人智能化综采面开采技术在提高生产效率、降低劳动强度、保障安全生产等方面具有显著优势,是未来采矿工程发展的趋势。安全性能评价结果显示,无人智能化综采面具有较高的安全性能,但还需加强设备维护、提高系统可靠性、完善安全监控体系等方面的工作。本研究为采矿工程中无人智能化综采面开采技术的发展提供了有益的参考,有助于提高我国矿产资源开采的安全性和效率。

参考文献

- 李国栋.智能化综采工作面建设和应用实践分析[J].矿业装备,2023(12):58-59.
- 张万永,苏良碧,李卓明.矿井综采工作面采煤机智能化改造的高效应用[J].能源与节能,2023(11):188-192.
- 李刚,李俊岭,张玉虎.安山煤矿智能化无人综采技术研究[J].陕西煤炭,2023,42(3):151-154.
- 迟海波.无人智能化在综采工作面的研究和应用[J].内蒙古煤炭经济,2021(15):134-135.
- 王高建.智能化综采工作面无人高效开采技术应用研究[J].煤矿机械,2021,42(3):141-144.