

智能化采矿工程设备与系统优化策略

周杰

新疆维吾尔自治区地质勘查质量评估中心

DOI:10.12238/gmsm.v7i6.1857

[摘要] 本文聚焦于智能化采矿工程中的设备与系统优化策略,详细探讨了如何通过引入先进技术如云计算、大数据分析、人工智能、物联网等,实现采矿作业的智能化转型。通过优化设备选型、布局、信息化管理、智能化控制以及系统集成与协同工作,显著提升采矿效率、资源利用效率和操作安全性,降低对环境的影响。

[关键词] 智能化; 采矿工程设备; 系统优化; 策略

中图分类号: TP212.6 **文献标识码:** A

Intelligent mining engineering equipment and system optimization strategy

Jie Zhou

Xinjiang Uygur Autonomous Region geological exploration quality Assessment Center

[Abstract] This paper focuses on the equipment and system optimization strategies in intelligent mining engineering, and discusses in detail how to realize the intelligent transformation of mining operations by introducing advanced technologies such as cloud computing, big data analysis, artificial intelligence, Internet of Things, etc. By optimizing equipment selection, layout, information management, intelligent control, system integration and coordination, the mining efficiency, resource utilization efficiency and operation safety are significantly improved, and the impact on the environment is reduced.

[Key words] intelligence; mining engineering equipment; system optimization; strategy

引言

智能化采矿工程是矿业科技发展的一个新领域。通过对设备和系统优化,采矿工程可以更精确地探测资源,提高生产效率,并对环保进行更加严厉的监督。因此,智能化钻井机器人、智能化选矿设备、远程监测平台等智能技术的运用,逐渐取代了人工作业,降低作业风险,并实现对作业人员的精准调控,从而提升了资源的利用效率。

1 智能化采矿工程设备概述

在采矿工程迈入智能化时代的大潮中,智能化采矿工程设备以其卓越的性能和高效的操作模式,正逐步成为提升采矿效率、保障作业安全及实现绿色开采的关键力量。

1.1 智能勘探设备

以地质雷达、无人机等为代表的智能勘探设备,已经成为当今矿产资源勘查必不可少的手段。该设备采用先进的感知与图像处理方法,可深入地面,实现对地下构造的精确检测。地质雷达通过对地面的回波进行收发,实现对地面不规则物体的探测;而无人机是通过航拍、光谱等手段对地面进行解译。通过智能勘探设备的实施,将极大提升地质勘查工作的效率与准确性,为精确评价与矿产资源提供关键的基础数据支撑^[1]。

1.2 智能采掘设备

将自主导航与远程遥控相结合的智能采掘设备,可以大幅提升采矿工程的自动化程度。自主导航可以为采矿工程设备提供在复杂地质条件下进行自主定位与航行的手段,通过自主导航实现对设备的遥控。远程遥控的实施,不但能有效地改善采矿效果,而且能加强生产过程中的安全,降低工人在恶劣条件下的接触。

1.3 智能运输设备

通过智能运输设备,可以使采矿后勤工作得到最大程度的改善。在此基础上,提出了一种基于物流信息的运输计划,降低企业的运营费用。在采矿作业过程中,采用智能运输设备可以有效地提高作业效率,保证物资的准时供给、货物的迅速出库,是实现采矿整体作业效率的重要保障。

1.4 安全监测设备

安全监测设备是智能化采矿工程设备中的一个关键环节。该设备可实现瓦斯浓度、围岩移动和设备运行状态等多个重要参数的在线监控,并在此基础上向有关部门提出相应的对策。在采矿工程中使用各种监控设备,可以有效防止生产中的意外事件,保障员工的人身和财产安全。

1.5 环境保护设备

大气、水质和声学等环境保护设备是实现智能化采矿工程设备可持续发展的关键。该设备可对采矿产生的大气、水质污染、噪声等进行实时监控,以保证达到保护环境的目的。通过对采矿生产过程中的动态监控和数据进行分析,可以使企业在生产经营过程中,及时采取相应的对策,降低对环境的不利影响,达到对生态与资源利用之间的均衡^[2]。

2 智能化采矿工程的关键技术与应用

智能化采矿工程的核心驱动力源自一系列前沿技术的融合与创新。

2.1 云计算与大数据分析

云计算和大数据分析是智能化采矿工程中的一个重要组成部分。基于云技术的数据存储与处理功能,煤矿企业可以对大量采矿数据进行有效的管理与分析,并进行整合,可以挖掘出有效的资源分布规律,优化采矿方案,提升资源利用效率。在采矿过程中,利用大数据进行预报维修、采矿技术优化等具有重要的理论意义和实用价值。通过对生产过程中的历史与实际情况进行分析,对设备的故障进行预测,对生产瓶颈进行监控,使其能够及早地进行预防,缩短停工时间,使生产过程得到最大程度的优化。同时,通过大数据的研究,可以对矿产资源的需求进行准确预测,从而引导企业制定相应的生产方案,增强企业对市场的反应能力和竞争能力。

2.2 人工智能与机器学习

随着人工智能和机器学习等领域的广泛运用,采矿工程的智能化程度不断提高。人工智能可以在采矿过程中,对不同类型的环境进行主动辨识,以达到对复杂地质情况的快速反应与适应性。利用机器学习方法进行持续的学习与优化,可以进一步提升采矿环境辨识的准确性,为矿产资源评价与采矿计划提供科学依据。在灾害预警与智能调度中,人工智能通过对传感信息与历史事故进行综合分析,可以对可能存在的安全隐患进行预判,从而及时地对生产方案进行优化,以保障人身与设备安全。

2.3 机器人技术与无人驾驶

随着智能化采矿工程的发展,机器人技术与无人驾驶运用的范围越来越广泛,尤其是在采矿勘探、运输等工作中越来越受到重视。该方法在保证操作安全的同时,可以明显提高操作的有效性和准确性^[3]。机器人技术与无人驾驶可通过远程或自动控制方式工作,有效降低作业人员在高危地区的接触,从而减少作业过程中的安全隐患,并且可以24小时连续工作,大幅提升生产率。

2.4 物联网技术

物联网是一种将设备、传感器与互联网相结合的智能监测与管理方法。在采矿工程过程中,利用物联网可以实现多种传感设备的实时信息传递,从而实现对采矿工程的远程监测与控制。同时,将多台互联设备与传感器构成一个巨大的采集网络,可以为采矿生产经营和生产管理工作提供大量的、及时的信息。随着物联网技术的发展,可以对各种设备的运行状态、能源消耗、

维修需求等进行实时监测与分析。

2.5 案例分析: 新疆准东南露天煤矿, 无人驾驶系统的革新实践

新疆准东南露天煤矿的无人驾驶系统方案自2016年启动以来,已投资超过4亿元,并成功投入了300多辆无人驾驶车辆。这一创新实践在2021年3月实现了100%重载作业,并在2022年达成了无人驾驶四编组24小时常态化运行(无安全员)的里程碑,与传统有人驾驶车队并应承担矿山剥离运输作业,其无人化生产效率已达到人工生产效率的90%以上^[4]。截至2022年10月底,该系统累计运输土石方量达427.3万立方米,累计运营里程达到77.9万公里,充分展示了智能化采矿工程的巨大潜力。

该方案的技术架构依托云端、网端、设备端构建起全面的无人驾驶系统,利用5G、工业互联网技术的超高速率、高带宽、低时延等特性,构建了5G网络通信系统、调度指挥平台、远程监控操纵系统等核心模块。同时,针对无人驾驶车辆,研发了精确定位、安全监测、自主感知、主动避障、故障检测等关键技术,并在天池能源公司下属露天煤矿进行了示范应用与推广。

“用户+服务商+5G运营商”的合作模式确保了无人驾驶系统与车辆的最佳适配性,实现了智能控制和车辆信息的实时上报,进而达成了高效运营和精细化管理。这种合作模式不仅推动了矿区无人驾驶的大规模商用,还为矿区运输生产工艺带来了颠覆性变革,并将带动相关生产领域的转型升级。

在南露天煤矿5G智能化综合调度指挥中心内,电子屏实时精准显示着无人矿卡云控系统的运行、车次、里程、生产等多项数据。自主研发的带式输送机巡检机器人实现了全天候自动巡检作业,日巡检频次是过去人工巡检的4倍,生产效率显著提升,通过应用无人驾驶技术为主的智能化技术,露天煤矿的碳排放水平降低了约10%,同时有效避免了因司机水平差异造成的油耗损失和设备损耗。智能调度模块预计提升整体生产效率1030%,按照1000mt/a的生产规模计算,每年可多开采100300万吨原煤,年经济效益预计大于3亿元。

3 系统优化策略

3.1 设备选型与布局优化

在智能化采矿工程的深入发展中,设备选型与布局优化成为了提升整体运营效率的关键。例如,钻井与采掘设备趋向智能化与远程控制,显著减少了人为错误,保障了作业安全,同时电力及混合动力驱动的应用进一步减少了能耗与碳排放,研究数据显示可节省能源超过40%,减少CO₂排放约35%。智能化诊断与维护功能,实现了设备的实时健康监测,大幅缩短了因故障导致的停机时间^[5]。在布局规划上,通过详尽的场地分析,对设备与物料流动进行精密规划,以减少运输距离与物流成本。比如,在采矿前沿部署粉碎与筛选设备,直接处理矿石,避免了长途转运,物料处理路线得以缩短15%,物流成本也相应减少了12%。结合计算机仿真技术,模拟不同布局下的生产效率,确定最优方案,同时智能后勤系统实时调节设备运行,提升系统的灵活性与应变能力,为矿业生产注入了强大的技术动力。

3.2 信息化管理水平提升

在智能化采矿工程中,提升信息化管理水平是优化运营的核心策略。通过实时采集、传输与分析生产信息,企业能动态监控采矿过程,掌握设备状态、能耗及安全状况,为科学决策提供精准数据支持。IoT技术的应用显著提高了能耗监控精度和事故响应速度,降低了人工干预,提升了管理效率。信息化不仅优化内部管理流程,还促进了企业内外部信息集成,构建了统一数据平台,促进了跨部门协作,使决策更迅速、高效。

3.3 智能化控制技术应用

采用智能化控制技术可以对智能化采矿工程设备和系统进行研究。该方法通过对采矿技术中的重要工艺指标进行精确调控,实现对设备失效的预警,从而大幅提高采矿的效率与安全水平。采用矿浆浓度和pH等智能化控制方法,实现选矿工艺的精细化和自动化。通过对浆液中的pH及浓度进行在线检测,实现对浆液中加入药剂用量的实时监控,保证浆液的各项性能指标一直保持在最优水平。在一项实际应用中,通过智能化控制系统对矿浆pH值的精确调控,将pH值稳定在最佳范围6.5至7.5之间,从而提高了选矿效率15%,同时减少了20%的化学药剂使用量。另外,智能化控制系统能够随着矿源特性的改变,对流程进行动态调节,使其具有更高的柔性和适应能力。为了保证设备的平稳运转,降低非预期性停机,必须对其进行有效检测和预报。采用基于传感器的振动、温度、声学等信息采集技术,通过对传感器数据的处理,可以实现对设备工作状况的在线监控。当发现有不正常现象时,将会向使用者提出警告,提醒使用者进行检修或维护。一项研究显示,通过智能化监控系统,设备故障预警的准确率达到了90%以上,大大减少了因设备失效而造成的停机时间,平均减少了40%的停机时间。比如,在钻井、开挖等操作过程中,通过对不同岩层进行不同程度的改变,从而达到提高钻井效率、降低成本的目的。因此,智能化控制技术的运用,给采矿生产带来了一场革新。通过对工艺关键参数的精确调控及设备失效的超前诊断,既能有效改善企业的产能与品质,又能增强企业的运营安全与设备工作可靠性。

3.4 系统集成与协同工作

在智能化采矿工程设备与系统优化中,系统集成与协同工作是一个非常重要的环节。因此,应将自动化设备与信息化管理系统、智能监控系统进行深度融合,建立起高效、协调、统一的采矿生产运行环境。通过这种集成,生产效率平均提高了35%,

同时减少了25%的人力成本。自动化设备是指在特定的采矿作业中,如自动挖掘,装载,运输等;信息管理系统,主要完成信息搜集、储存与分析,并为相关部门提供决策支援;智能控制系统通过对生产过程中的实际测量值及预先设定的运算规则,实现对各种自动化设备的准确控制与调整。这样的集成可以保证不同软件系统的兼容性与可操作性,从而提升采矿流程的流畅度与高效性。在此基础上,提出了一种基于网络的信息融合方法,可以实现各大平台之间的实时传输与分享,消除平台之间的“信息孤岛”,提升网络的快速反应能力。协同工作是指各系统间的协作,以实现采矿生产的整体运作。通过信息融合技术,数据传输速度提高了50%,信息共享效率提升了30%。例如,通过优化人机接口,操作错误率下降了40%,作业效率提高了25%。在智能化采矿工程设备中,各子系统的综合协调工作是一个十分重要的环节。通过对多个领域的深入研究,可以达到采矿过程的自动化、信息化和智能化,提升采矿作业的效率与安全水平,减少作业费用,为矿业可持续发展奠定坚实的基础。

4 结束语

智能化采矿工程设备与系统优化策略是提升采矿效率、保障安全及环保的关键技术路径。通过深入应用云计算、大数据分析、人工智能、物联网等先进技术,实现对采矿生产全过程的智能化控制与优化,为矿业可持续发展奠定坚实基础。随着技术的不断成熟与普及,智能化采矿将成为矿业技术改革与发展的重要方向。

[参考文献]

- [1]马超.采矿工程中的智能化设备与技术应用[J].冶金与材料,2024,44(07):109-111.
- [2]李大鹏.煤矿采矿工作面智能化安全管理方法研究[J].内蒙古煤炭经济,2024,(12):94-96.
- [3]范宝贤.煤矿井下智能化设备技术的发展与应用探索[J].冶金与材料,2024,44(04):127-129.
- [4]虎小龙.采矿设备状态监测与维护管理的智能化研究[J].冶金与材料,2024,44(02):58-60.
- [5]许平.智能化技术在露天采矿设备维修领域的应用[J].露天采矿技术,2023,38(01):61-63.

作者简介:

周杰(1991—),男,汉族,新疆昌吉人,本科,中级,采矿工程。