

智能化技术在露天矿山采矿和安全管理领域中的应用

王东荣

天博辰业矿业有限公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

[摘要]在现代工业化进程中,露天矿山作为重要的资源开采方式,在全球范围内扮演着不可或缺的角色。然而,随着资源的逐渐枯竭和环境问题的日益突出,如何有效提升矿山采矿效率、改善工作环境安全、实现可持续发展成为了当前矿业管理面临的重要挑战。智能化技术的迅速发展为解决这些挑战提供了新的契机。自动化、远程控制、传感器技术以及数据采集与分析系统等智能化技术的应用,不仅使得矿山作业更加精准和高效,还极大地提升了安全管理水平和资源利用效率。文中探讨智能化技术在露天矿山采矿和安全管理中的多方面应用,并探讨其优化路径。

[关键词]智能化技术;露天矿;安全

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13763

中图分类号: TD824

文献标识码: A

Application of Intelligent Technology in Open-pit Mining and Safety Management

WANG Dongrong

Tianbo Chenye Mining Co., Ltd., Bortala Mongol Autonomous Prefecture, Xinjiang, 833400, China

Abstract: In the process of modern industrialization, open-pit mines play an indispensable role as an important resource extraction method worldwide. However, with the gradual depletion of resources and the increasingly prominent environmental problems, how to effectively improve mining efficiency, improve working environment safety, and achieve sustainable development has become an important challenge facing current mining management. The rapid development of intelligent technology provides new opportunities to address these challenges. The application of intelligent technologies such as automation, remote control, sensor technology, and data acquisition and analysis systems not only makes mining operations more precise and efficient, but also greatly improves the level of safety management and resource utilization efficiency. The article explores the various applications of intelligent technology in open-pit mining and safety management, and explores its optimization path.

Keywords: intelligent technology; open-pit mining; safety

引言

在全球经济发展和工业化进程中,露天矿山作为重要的矿产资源开采方式,扮演着至关重要的角色。露天开采不仅效率高,成本低,而且适用于大规模开采和复杂地质条件,因此在全球范围内广泛应用于煤炭、铁矿石、铜矿石等大宗矿产资源的开发。然而,随着全球资源的日益枯竭和环境问题的愈发严峻,传统的露天矿山开采面临着诸多挑战。为了应对这些挑战,矿业企业和技术研发机构纷纷将目光转向智能化技术的应用。基于此,探索智能化技术在露天矿山中的广泛应用及其优化路径,对于推动矿山行业的转型升级,实现安全、高效、可持续发展具有重要意义。

1 智能化技术概述

智能化技术作为信息化和工业化深度融合的产物,在各行业中展示了巨大的潜力和价值,尤其在露天矿山采矿和安全管理领域,其应用正日益受到关注和推广。智能化技术基于先进的信息技术,如人工智能、物联网、大数据分析等,通过数据采集、实时监控和智能决策,实现了矿山生产和管理过程的高度自动化和智能化。智能化技术的

核心在于自动化和远程控制。通过自动化设备和系统,矿山可以实现设备操作的自动化和生产流程的智能化管理。这不仅提高了生产效率,还减少了人为操作误差和安全风险,特别是在复杂的采矿环境中,如高温、高压等条件下,自动化技术显得尤为重要和可靠。传感器能够实时监测和采集矿山中各种关键数据,如设备状态、环境参数等。这些数据通过物联网技术传输到数据中心,经过大数据分析和人工智能算法处理,可以帮助管理人员实时了解生产状态、预测设备故障,并进行精准的生产调度和资源优化。安全监测与预警系统通过实时监控矿山环境和工作人员的安全状态,及时发现和预警潜在的安全风险,有效降低事故发生率。作业环境的智能化管理则通过监测空气质量、温度、湿度等因素,保障工作环境符合安全标准,为矿工提供更安全、舒适的工作条件。

2 智能化技术在露天矿山采矿中的应用

2.1 自动化与远程控制技术

传统的露天矿山采矿通常依赖于大量的人力操作和现场监控,面对复杂多变的环境条件和安全风险,效率和安全性常常存在挑战。自动化技术通过引入自动化设备和

系统,使得采矿过程更加高效、精确和可控。在露天矿山中,自动化装载和运输系统能够替代传统的人工操作,通过自动化装载机和自动驾驶运输车辆(ADT)等设备,实现矿石的高效装载和运输。这些系统依赖于精确的定位技术和智能化控制算法,能够在复杂的地形和恶劣的天气条件下稳定运行。远程控制技术允许操作人员通过远程控制中心监控和操作采矿设备。例如,远程控制挖掘机和装载机,可以减少操作员在危险区域的暴露时间,同时提高操作的安全性和精确度,大大降低了操作员的工作风险,并能够实时调整操作策略以应对不同的采矿条件。自动化技术可以实现设备的24小时连续运行,减少因人为因素而导致的停机时间和生产效率的波动。设备的智能化管理还能够优化生产流程,提高矿石的装载和运输效率,从而降低单位矿石的成本。例如,中国神华集团在其神东矿区引入了自动化采矿技术,通过使用无人驾驶电动卡车和远程控制的自动装载机,大大提高了煤矿开采的效率。该系统通过先进的定位和导航技术,确保设备在复杂地形下的精确操作,同时通过实时数据分析和智能调度系统,优化了装载和运输的流程,显著降低了煤炭单位开采成本,提高了整体生产效率和安全性^[1]。

2.2 传感器技术在矿山中的应用

传感器作为智能化技术的基础,能够实时采集各种数据,并通过物联网技术传输到中心控制系统,为后续的数据分析和决策提供必要的支持。环境监测传感器,包括空气质量传感器、温度传感器、湿度传感器等,用于监测露天矿山中的工作环境条件。这些传感器能够实时监测空气中的粉尘、有害气体等因素,帮助管理人员及时采取措施,保障工作人员的健康和安全。设备状态监测传感器,如振动传感器、温度传感器等,用于监测和评估采矿设备的运行状态。通过实时监测设备的工作参数和运行数据,可以预测设备的运行寿命和可能的故障,采取预防性维护措施,降低设备损坏和停机的风险。人员安全监测传感器,主要包括穿戴式传感器和定位系统,用于监测矿工的位置、身体健康状况以及遭遇事故时的紧急情况。这些传感器能够实时定位矿工的位置,为救援人员提供准确的信息,缩短救援响应时间,提高事故应急处置效率。传感器技术能够实现对矿山环境和设备状态的实时监测,及时发现潜在的安全隐患和设备故障,提升了事故预防和应急响应能力。大量的传感器数据需要进行有效的集成和处理,以生成有用的信息和决策支持,这对数据管理和分析能力提出了挑战。

2.3 数据采集与分析系统

数据采集与分析系统是智能化技术在露天矿山中的关键组成部分,它通过收集、整合和分析传感器和设备产生的大量数据,为矿山管理者提供全面的生产和安全状态评估,支持决策和优化管理。数据采集系统,包括传感器数据采集和实时数据传输技术,确保数据的高效收集和及

时更新。数据采集系统的设计要考虑到矿山环境的复杂性和设备的分布特点,保证数据的完整性和可靠性。数据管理平台负责存储和管理采集到的大数据,包括数据的安全存储、备份和数据权限管理等。良好的数据管理能够确保数据的长期可用性和可访问性。数据分析系统通过应用数据挖掘、机器学习和人工智能等技术,对采集到的数据进行深入分析和挖掘,发现数据背后的规律和关联性,为管理者提供精准的决策支持和优化建议。数据分析系统能够基于历史数据和实时数据,预测设备故障和生产异常,帮助管理者提前调整生产计划和资源配置,最大化生产效率和资源利用率。大规模数据的处理和复杂算法的优化是数据分析系统面临的挑战,需要结合行业专业知识和先进的技术手段,提升数据处理效率和分析准确度。

3 智能化技术在矿山安全管理中的应用

智能化技术在矿山安全管理中的应用已经成为提升安全性、减少事故风险的关键因素。通过安全监测与预警系统、作业环境智能化管理以及人员安全与应急响应的综合应用,矿山能够有效地监控和管理安全风险,提高应对突发事件的能力,并保障工作人员的健康与安全。

3.1 安全监测与预警系统

安全监测与预警系统是智能化技术在矿山安全管理中的重要组成部分。这些系统通过使用各类传感器和监测设备,实时监测矿山环境、设备运行状态以及人员安全情况,旨在及时发现潜在的安全隐患并采取预防措施,以避免事故发生或减少事故的损失。环境监测包括空气质量监测、有害气体浓度监测、温度湿度监测等,利用传感器网络实时采集环境数据,确保工作环境符合安全标准,并及时预警可能影响工作人员健康的环境异常。使用振动传感器、温度传感器等设备,监测关键设备的运行状态,检测设备异常或故障迹象,提前预警可能的设备故障,避免因设备问题引发的安全事故^[2]。当监测系统检测到环境异常或设备故障时,能够自动发出预警信号或报警信息,通知相关管理人员和作业人员,采取及时有效的应对措施,以减少潜在风险和事故发生的可能性。

3.2 作业环境智能化管理

作业环境智能化管理是指利用智能化技术对矿山作业环境进行全面监控和管理,以确保工作环境的安全性、舒适性和效率性。使用先进的传感器技术监测空气质量、噪音水平、光照强度等环境因素,及时调整环境条件,提升工作人员的工作舒适度和生产效率。利用物联网技术和大数据分析,对作业流程进行实时监测和优化,提高作业效率同时减少人为错误带来的安全隐患。引入智能化安全帽、穿戴式传感器等设备,监测工作人员的身体状况和行为,预防疲劳驾驶和其他安全风险,提升工作安全性和操作效率。

3.3 人员安全与应急响应

引入智能化的人员定位系统、紧急求援装置等设备,

矿山管理者能够实时监测和响应工作人员的安全情况,提高应急响应能力和事故处理效率。利用 GPS 定位技术和无线通讯网络,实时跟踪和监控工作人员的位置信息,确保其在矿山工作区域内的安全和活动轨迹的合法性。配备工作人员紧急求援按钮或穿戴式传感器,一旦工作人员遭遇紧急情况或事故,能够迅速发出求援信号并提供准确的位置信息,以便救援人员及时到达现场。建立完善的应急响应系统和预案,通过智能化技术实现快速响应、紧急疏散和灾后救援,最大程度地减少事故带来的损失和影响。

4 露天矿山采矿和安全管理中应用智能化技术的优化路径

4.1 优化自动化与远程控制技术

自动化技术的应用不仅可以减少人为操作的错误和风险,还能够提高设备利用率和生产效率。在优化自动化与远程控制技术方面,引入先进的自动化设备,如自动驾驶运输车辆(ADT)和自动化装载机。这些设备能够在复杂的采矿环境中精确操作,减少人员在高风险区域的频繁进出,从而降低事故风险。通过优化智能化控制系统的设计和算法,可以提升系统的稳定性和精确度,确保设备在各种地质条件下的高效运行。建设强大的远程监控中心,实现对采矿设备和生产过程的实时监测和远程操作,能够及时发现设备异常并采取预防措施。同时,结合数据分析技术,对采集到的大数据进行深入分析,优化运营策略和生产计划,提高资源利用效率和整体生产效率。

4.2 优化传感器技术的应用

优化传感器技术的应用在露天矿山中具有重要的意义,它不仅能够提升数据采集的精度和实时性,还能够有效预防事故并优化生产过程。传感器技术作为智能化技术的基础,通过实时监测和数据反馈,帮助管理者更好地理解和管理矿山环境和设备状态。不同类型的传感器,如环境监测传感器(如空气质量、温度、湿度传感器)、设备状态监测传感器(如振动传感器、压力传感器),应根据矿山的具体地质特征和操作需求进行选择 and 布置。例如,在环境监测方面,传感器可以实时监测空气质量和有害气体浓度,及时预警并采取必要的空气处理措施,以确保工作人员的健康和安全^[3]。建立稳定可靠的传感器网络,覆盖矿山关键区域,确保数据的全面性和准确性。传感器网络不仅能够实时采集环境和设备数据,还能够通过物联网技术将数据传输至中心控制系统,实现数据的集成和综合分析。这种集成分析可以帮助管理者快速识别潜在的安全风险和异常,并采取及时有效的措施应对。引入先进的数据处理技术,如大数据分析和人工智能算法,对传感器采集的海量数据进行实时处理和分析。这不仅有助于发现数据中隐藏的规律和趋势,还可以提供基于数据的预测性维护和优化建议,进一步提升矿山的运行效率和资源利用率。

4.3 优化数据采集与分析系统

优化数据采集与分析系统在露天矿山中的应用,是提升生产效率和决策智能化的关键步骤。数据采集与分析系统通过实时获取和深度分析矿山运营过程中产生的数据,可以帮助管理者更准确、快速地做出决策,优化生产流程和资源利用效率。优化数据采集与分析系统需要建立高效的数据采集网络,包括部署先进的传感器和监测设备,覆盖矿山各个关键区域,实时采集环境数据、设备状态和生产参数等信息。通过物联网技术和传感器网络,将数据实时传输到中心数据平台,确保数据的及时性和完整性。例如,可以使用空气质量传感器、振动传感器和 GPS 定位系统等设备,全面监控矿山的运行状态和工作条件。建立统一的数据集成平台,整合来自多个数据源的数据,包括传感器数据、生产过程数据、环境监测数据等,打破信息孤岛,实现数据的全面分析和利用。通过大数据分析技术,对海量数据进行实时处理和深度挖掘,发现数据背后的潜在规律和关联,为管理者提供全面的数据支持和决策参考。引入人工智能和机器学习算法,对历史数据进行模式识别和预测分析,预测设备故障、优化生产计划和资源配置,进一步提高生产效率和运营效益。例如,通过建立预测性维护模型,可以提前识别设备可能出现的故障迹象,减少因设备停机而带来的生产损失。加强数据安全管控措施,包括数据加密、访问权限控制等,确保数据在传输和存储过程中的安全性和完整性。同时,建立健全的数据备份和恢复机制,应对意外数据丢失或损坏,保障数据的长期可靠性和可用性。

4.4 提升安全管理系统的整合与提升

提升安全管理系统的整合与提升在露天矿山运营中至关重要,它不仅直接影响到工作人员的安全和健康,也关乎矿山运营的稳定性和可持续发展。提升安全管理系统的整合需要建立完善的安全监测与预警系统,包括部署多种类型的传感器和监控设备,如气体监测传感器、振动传感器、视频监控设备等,实时监测矿山环境的安全指标和设备运行状态。通过智能化分析和实时数据传输,系统能够及时发现潜在的安全隐患和异常情况,提前预警并采取相应的措施,避免事故的发生。引入先进的作业环境监控技术和管理系统,监测工作区域的空气质量、温度、湿度等关键参数,实时调节和优化工作环境,提升工作人员的舒适性和安全性。例如,通过自动化通风系统和智能调节装置,及时排除有害气体和改善作业条件,减少职业健康风险。采用高精度定位技术和个体监测设备,实时追踪和监控工作人员的位置和状态,确保其在矿山内部的安全运行。同时,建立紧急求援装置和快速响应机制,提高事故发生时的应急处理效率,保障人员的生命安全和财产安全。建设统一的安全管理信息平台,集成安全数据、事故记录、培训资料等信息资源,实现全面信息化管理和实时监控。通过引入

人工智能、大数据分析等技术手段,提升安全管理决策的科学性和准确性,预测潜在的安全风险并制定有效的预防措施。

5 结束语

在露天矿山采矿和安全管理中应用智能化技术的优化路径,不仅仅是技术进步的体现,更是对安全、效率和可持续发展的全面考量。自动化与远程控制技术的优化,使得矿山作业更加精确和高效;传感器技术的多元化应用,有效提升了数据采集的精度和实时性;数据采集与分析系统的智能化,为决策提供了科学依据和预测能力;安全管理系统的整合与提升,则是保障工作人员安全和健康的重要保障。随着科技的不断演进和应用经验的积累,智能化技术在矿山行业中的应用前景更加广阔。

【参考文献】

- [1] 阴宇暘. 智能化矿山采矿技术中的安全管理问题与应对措施研究[J]. 中国金属通报, 2024(1): 29-31.
 - [2] 王飞, 王晨瑜, 林可心. 非煤露天矿山智能化应用研究与探索[J]. 劳动保护, 2024(2): 90-92.
 - [3] 崔森, 栗继祖. 煤矿团队韧性的驱动机制——基于智能化矿山矿工心理韧性的上行传递模型分析[J]. 中国安全生产科学技术, 2024, 20(2): 132-137.
- 作者简介: 王东荣(1986.8—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 中国地质大学(北京), 所学专业: 资源勘查, 目前职称: 采矿中级工程师, 目前就职单位: 天博辰业矿业有限公司。