

基于数字化智能矿山系统的露天矿山采矿技术

郭永琪

天博辰业矿业有限公司, 新疆 博尔塔拉蒙古自治州 833400

[摘要]传统的矿山运营面临诸多挑战, 包括生产效率不高、安全管理难度大、环境影响问题等。随着全球矿产资源的逐渐枯竭和对品质要求的提高, 矿山企业迫切需要通过技术手段实现更高效、更安全和更环保的生产模式。数字化智能矿山系统的出现, 通过引入先进的传感器技术、实时数据处理和云计算平台, 能够实现矿山生产过程的精准监控和智能化管理, 从而有效应对现代矿业的复杂挑战。

[关键词]智能矿山系统; 露天采矿; 数字化

DOI: 10.33142/ec.v7i9.13372

中图分类号: TD679

文献标识码: A

Open Pit Mining Technology Based on Digital Intelligent Mining System

GUO Yongqi

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

Abstract: Traditional mining operations face many challenges, including low production efficiency, difficult safety management, and environmental impact issues. With the gradual depletion of global mineral resources and the increasing demand for quality, mining enterprises urgently need to achieve more efficient, safer, and environmentally friendly production modes through technological means. The emergence of digital intelligent mining systems, by introducing advanced sensor technology, real-time data processing, and cloud computing platforms, can achieve precise monitoring and intelligent management of mining production processes, effectively responding to the complex challenges of modern mining.

Keywords: intelligent mining system; open pit mining; digitization

引言

随着信息技术的快速发展和应用, 数字化智能矿山系统作为现代矿业管理的重要组成部分, 正日益受到广泛关注和应用。这些系统不仅仅是传统矿山运营的简单延伸, 更是通过数据采集、分析和智能化决策等技术手段, 实现了矿山生产效率和安全管理的革命性提升。深入探讨数字化智能矿山系统的关键技术和设计原理, 探索在提升矿山运营效能、优化资源利用方面的应用与潜力。

1 数字化智能矿山系统技术分析

1.1 数字采矿系统概述

数字采矿系统是通过先进的信息技术和自动化设备, 将传统的采矿作业数字化、智能化的一种新型矿山管理模式。核心在于利用传感器、物联网、大数据和人工智能等技术, 实时采集矿山生产过程中的各种数据, 并进行智能分析和处理, 从而实现矿山生产的精确控制与优化调度。通过构建一个全面的数字化平台, 数字采矿系统能够整合矿山的各个环节, 包括开采、运输、破碎、筛分等, 形成一个高效、透明、智能的作业流程。这不仅提高了生产效率和资源利用率, 还显著提升了矿山安全管理水平, 减少了人为因素导致的事故风险。

1.2 生产执行系统解析

生产执行系统是数字化智能矿山系统中的关键组成部分, 主要负责实时监控和管理矿山生产过程, 该系统通

过集成传感器数据、实时监控技术以及自动化控制系统, 确保矿山的各个生产环节高效运转。核心功能包括生产计划的生成与调度、设备运行状态的监测与优化、生产数据的采集与分析等。生产执行系统能够快速响应生产变化 and 市场需求, 调整生产计划并优化资源配置, 以实现生产效率的最大化和成本的最小化。此外, 该系统还支持实时生产报告和分析, 帮助管理者及时了解生产进展和问题, 采取及时措施以提升生产质量和安全性。

1.3 三维管控系统应用

三维管控系统是数字化智能矿山系统中的关键技术, 主要作用在于实现对矿山空间的精准监控和管理。通过集成地理信息系统(GIS)、全球定位系统(GPS)和遥感技术, 三维管控系统能够实时获取并展示矿山地质构造、设备位置以及人员分布等信息的立体化模型。这种立体化视角不仅提供了对矿山整体布局的直观理解, 还支持精细化的资源管理和生产调度。例如, 系统可以准确识别和标记出各类矿体的空间位置和属性, 为开采方案的制定和调整提供重要依据。此外, 三维管控系统还能结合实时数据和模拟仿真技术, 预测和优化矿山工作面的布局和开采进度, 最大限度地提高矿山生产效率和资源利用效率。

1.4 数据信息获取与处理

矿车定位与状态识别系统是数字化智能矿山系统中的关键技术之一, 主要功能是通过全球定位系统(GPS)、

传感器和数据处理技术,实时监测和管理矿车的位置和状态信息,该系统能够精确追踪每辆矿车的运行轨迹、速度和载重情况,确保矿石的准确运输和安全装载。通过实时数据的采集和分析,管理人员可以及时了解矿车的工作状态,预测和防范潜在的运输风险,以及优化运输路径和调度计划^[1]。此外,矿车定位与状态识别系统还支持运输效率的提升和能源消耗的优化,通过智能化的管理和控制手段,实现矿山运输过程的高效和安全。

2 数字化智能矿山系统设计

2.1 系统总体架构设计

数字化智能矿山的系统总体架构设计是确保系统高效运行和功能实现的基础。该设计涉及到各个功能模块的组织结构、数据流动和信息交换的整体规划。典型的架构包括核心的数据采集与处理层、智能决策与优化层以及用户界面与应用层。在架构设计中,首先需要明确各个模块的功能和角色,例如数据采集模块负责从传感器和设备获取数据,智能决策模块负责分析数据并生成决策建议,用户界面模块则向操作人员展示分析结果和提供操作接口。其次,架构设计还考虑到系统的扩展性和灵活性,以应对未来可能的技术发展和业务需求变化。因此,采用模块化设计和开放式接口是关键策略,确保不同组件可以相互协作和交换信息,同时便于后续的功能扩展和系统升级。

2.2 业务流程设计与优化

业务流程设计与优化在数字化智能矿山系统中至关重要,它涉及到整个矿山生产和管理过程的流程优化和效率提升。首先,需要详细分析和理解现有的矿山生产流程,包括采矿、运输、加工等各个环节的具体步骤和操作。通过系统化的业务流程设计,可以识别出可能存在的瓶颈和低效点,并结合实时数据和分析结果提出优化方案。例如,通过智能调度和自动化控制技术优化矿车运输路径,减少等待时间和能耗提高运输效率;或者利用实时品位分析优化矿石的选矿过程,提高矿石的品位和回收率。业务流程优化不仅仅是简单地提高生产效率,更重要的是通过优化流程和资源配置,实现成本降低和资源利用的最大化。此外,业务流程设计还需要考虑到安全管理和环境保护的因素,确保优化方案既能提高生产效率,又能保障矿山运营的安全和可持续性发展。

2.3 数据管理与处理流程

数据管理与处理流程在数字化智能矿山系统中扮演着关键角色,它涉及到从数据采集到数据分析再到决策支持的全过程管理。首先,系统通过各类传感器和设备实时采集矿山生产过程中的各种数据,包括矿石品位、设备运行状态、环境监测等多维度信息。随后,数据管理流程将这些采集的原始数据进行存储、清洗和预处理,以确保数据的准确性和完整性。在数据处理阶段,系统运用数据挖掘、机器学习和人工智能等先进技术,对数据进行分析

建模,从中挖掘出有价值的信息和规律。例如,通过实时监测和分析矿石品位数据,优化选矿过程;或者通过分析设备运行数据,实现预防性维护,提高设备的可靠性和使用寿命。最后,数据管理与处理流程还包括数据可视化和报告生成,将分析结果以直观和易懂的形式展示给决策者和操作人员。这些可视化报告不仅有助于及时调整生产策略和优化资源配置,还能提升管理效率和决策的科学性。

2.4 安全与应急响应设计

安全与应急响应设计是数字化智能矿山系统中的重要组成部分,主要目标是保障矿山生产过程中的安全性和应对突发事件的能力。首先,系统通过实时监控技术和传感器网络对矿山各个作业环节进行持续监测,及时发现和识别潜在的安全风险和异常情况。其次,安全设计包括制定和实施严格的安全操作规程和标准,确保所有人员和设备在操作过程中遵循最高的安全标准。例如,通过定位系统确保人员和设备在规定区域内工作,避免因误操作或环境因素导致的事故。应急响应设计则侧重于预案制定和实施,系统通过智能化技术和数据分析,快速响应并处理突发事件。这包括事故报警系统的建立、实时数据的迅速分析和决策支持,以及应急响应团队的有效组织和协调。

2.5 用户界面与交互设计

用户界面与交互设计在数字化智能矿山系统中起着至关重要的作用,它直接影响到系统的易用性和用户体验。界面设计需要考虑到操作人员的工作环境和操作习惯,确保界面简洁明了、功能齐全,能够快速、直观地获取和分析关键信息。首先,界面设计应根据不同用户角色和需求进行定制化。例如,操作人员需要清晰地实时监控界面和操作指南,管理人员则需要综合的数据分析和决策支持界面,而维护人员则关注设备状态和维护信息的详细展示。其次,交互设计要简洁明了、符合人机工程学原理,避免复杂的操作流程和不必要的用户干预。例如,通过直观的图表、实时动态图像和智能化的推荐系统,使操作人员能够快速理解和响应系统的反馈。最后,用户界面的设计还应具备良好的响应性和适应性,能够在不同设备和平台上进行无缝访问和操作。这包括在移动设备上的优化显示和触摸操作支持,以及在各种网络条件下的稳定运行保障。

3 数字化智能矿山系统的应用

3.1 数据采集与监控技术

数据采集与监控技术是数字化智能矿山系统的核心功能之一,关键在于通过各类传感器和设备实时获取和监测矿山各项关键数据。传感器广泛应用于监测矿山内外的多种参数,如地质构造、矿石品位、设备运行状态、环境条件等^[2]。这些数据通过网络传输至中央数据中心,进行集中存储和实时处理。数据采集技术的发展使得矿山管理者能够准确把握矿山运营的实时情况和动态变化。例如,地质传感器可以持续监测地层构造,提供准确的地质数据,

帮助优化钻探和爆破方案;而设备传感器则实时反馈设备的工作状态和健康状况,实现设备的智能预警和维护管理。监控技术则通过实时数据展示和报警系统,使操作人员能够迅速响应和处理各类异常情况,从而提升生产效率和安全性。例如,利用实时视频监控系统监视作业现场,及时发现和预防安全隐患,确保人员和设备的安全。

3.2 数据分析与可视化

数据分析与可视化在数字化智能矿山系统中扮演着关键角色,它通过对大量实时和历史数据的分析,揭示隐藏在数据背后的规律和趋势,为决策者提供科学依据和洞察力。首先,数据分析涵盖多个方面,包括统计分析、趋势分析、预测分析和机器学习等技术。通过这些分析手段,可以识别出生产过程中的优化潜力和效率提升点,例如通过分析矿石品位数据,优化选矿工艺;通过分析设备运行数据,预测设备故障并进行预防性维护,减少停机时间。其次,数据可视化则是将复杂的数据结果转化为直观的图表、仪表盘和动态报告,使管理者和操作人员能够快速理解和识别关键信息。通过实时监控大屏展示、移动设备上的仪表盘等方式,用户可以随时随地获取到最新的数据分析结果,及时做出决策和调整。最后,数据分析与可视化不仅仅是技术工具,更是推动数字化智能矿山系统智能化管理和持续优化的重要手段。通过数据驱动的决策和操作,矿山管理者可以更加精准地调控生产流程,提高资源利用效率,降低运营成本,从而增强矿山的竞争力和可持续发展能力。

3.3 智能决策与优化应用

智能决策与优化是数字化智能矿山系统中的关键功能之一,通过结合数据分析和预测模型,实现对矿山生产过程的智能化管理和优化。首先,智能决策系统依托于强大的数据分析能力,能够快速准确地识别出生产过程中的优化机会和潜在风险。例如,基于实时采集的矿石品位数据和设备运行状态数据,系统能够分析出最优的选矿工艺和设备配置,以提高矿石的回收率和生产效率。其次,智能决策系统通过预测模型和算法,能够预测未来的生产趋势和需求变化,帮助管理者制定长远的生产计划和策略。这种预测能力不仅可以有效应对市场波动和资源供应变化,还能降低生产经营的不确定性,提高整体运营效率。最后,智能决策与优化应用还包括实时响应能力,系统能够根据实时数据和市场条件动态调整生产计划和策略,最大化资源利用效率和经济效益。例如,在市场价格波动时,系统可以快速调整产品品种和产量,以最大化利润和市场份额。

3.4 远程控制与自动化操作

远程控制与自动化操作是数字化智能矿山系统的关

键组成部分,通过先进的远程监控和自动化技术,实现对矿山设备和工艺的远程实时控制和智能化操作。首先,远程控制技术允许操作人员远程监控和控制矿山设备的运行状态和参数。通过安全可靠的网络连接,操作人员可以远程实时查看设备运行数据、调整设备操作参数,甚至进行远程诊断和维护,大大提升了操作的灵活性和效率。例如,操作人员可以通过远程控制系统调整矿车的运行路径和速度,以响应实时生产需求和优化运输效率。其次,自动化操作技术则更进一步实现了生产过程的智能化和自动化^[3]。通过预设的控制算法和逻辑,系统能够自动执行一系列复杂的生产操作,如自动化选矿、自动化装卸料等,从而减少人为干预,降低人力成本,提高生产的一致性和可靠性。最后,远程控制与自动化操作不仅提升了生产效率和安全性,还为矿山管理者提供了更加灵活和全面的管理手段。通过远程实时监控和智能化操作,管理者可以及时响应市场变化和突发事件,做出快速决策和调整,实现生产过程的高效优化和资源最大化利用。

4 结语

在数字化智能矿山系统的探索与应用中,技术的迅猛发展和应用的深入推进,为矿山管理和生产带来了前所未有的机遇和挑战。通过数字采矿系统的实时监控与优化、三维管控系统的精准管理,以及数据分析与智能决策的支持,矿山运营的效率 and 安全性得到了显著提升。同时,系统设计中的架构优化、流程管理与安全响应的设计,为实现矿山数字化转型提供了坚实基础。面对未来的挑战,我们需要继续关注技术创新与应用场景的融合,确保系统在复杂环境下的稳健运行和持续优化。数字化智能矿山系统的成功实施不仅依赖于先进技术的支持,更需要行业各方的合作与共享,以推动矿山产业的可持续发展和现代化进程。通过不断探索和创新,我们有信心在数字化转型的道路上迈出更加坚实的步伐,为未来矿业的发展开辟新的可能性。

[参考文献]

- [1]张文全. 数字化智能矿山系统在露天石灰石矿山采矿技术应用[J]. 西部探矿工程, 2023, 35(11): 159-161.
 - [2]万朝海. 基于数字化智能矿山系统的露天矿山采矿技术的研究[J]. 世界有色金属, 2023(16): 20-22.
 - [3]张爽, 梁超. 数字化智能矿山系统在露天石灰石矿山采矿技术应用[J]. 矿业工程, 2020, 18(2): 59-62.
- 作者简介: 郭永琪(1989.12—), 男, 学历: 本科, 毕业院校: 中国地质大学, 所学专业: 资源勘查工程, 目前职称: 工程师, 目前就职单位: 天博辰业矿业有限公司。