

智能矿山技术在复杂矿体开采中的应用与发展

郭晨峰

安徽六联爆破工程服务有限公司, 中国·安徽 六联 237300

摘要: 智能矿山技术的应用为复杂矿体开采带来了革命性的变革。通过自动化设备、无人驾驶技术、智能化监控与数据采集系统等核心技术的集成, 矿山开采的效率与安全性得到了显著提升。这些技术不仅优化了生产过程, 降低了资源浪费和环境影响, 也加强了安全管理, 减少了事故风险。此外, 智能调度与决策支持系统为矿山管理提供了更加精准和高效的运营方案。随着技术的不断进步, 智能矿山将在复杂矿体开采中发挥越来越重要的作用, 推动矿业行业向智能化、绿色化、安全化方向发展。

关键词: 智能矿山; 复杂矿体; 自动化技术; 智能调度; 安全化方向发展

Application and Development of Intelligent Mining Technology in Complex Ore Body Mining

Chenfeng Guo

Anhui Liulian Blasting Engineering Service Co., Ltd., Liulian, Anhui, 237300, China

Abstract: The application of intelligent mining technology has brought revolutionary changes to the mining of complex ore bodies. Through the integration of core technologies such as automation equipment, unmanned driving technology, intelligent monitoring and data acquisition systems, the efficiency and safety of mining have been significantly improved. These technologies not only optimize the production process, reduce resource waste and environmental impact, but also strengthen safety management and reduce accident risks. In addition, intelligent scheduling and decision support systems provide more accurate and efficient operational solutions for mine management. With the continuous advancement of technology, intelligent mines will play an increasingly important role in the mining of complex ore bodies, promoting the development of the mining industry towards intelligence, greenness, and safety.

Keywords: intelligent mining; complex ore body; automation technology; intelligent scheduling; development in the direction of security

0 前言

智能矿山技术的研究背景源于矿业开采过程中日益复杂的地质条件和不断提升的安全、环保要求。随着矿产资源逐渐转向复杂矿体开采, 传统的开采方法面临着效率低下、资源浪费、环境污染和安全隐患等一系列挑战。复杂矿体往往具有不稳定的矿石品位、错综复杂的岩层结构以及高度不确定的地质条件, 这使得传统开采技术难以满足高效、精准、安全的开采需求^[1]。

在此背景下, 智能矿山技术的应用成为解决这些问题的关键。智能矿山通过集成自动化、信息化、人工智能、大数据等技术, 能够实现对复杂矿体的精准识别与实时监控, 优化开采流程, 提升资源回收率, 减少环境破坏, 同时有效保障矿工的生命安全。智能化的设备和系统能够在高风险、复杂条件下实现远程控制和自动化作业, 减少人工操作的安全隐患, 提升生产效率与矿山管理水平。

因此, 智能矿山技术不仅为提高矿产资源利用率和开采效率提供了有力支撑, 更对提升矿山安全性、减少环境影响和推动矿业可持续发展具有重要意义。随着技术的不断进步和应用的深入, 智能矿山将在复杂矿体开采中展现出更为

广阔的前景, 为矿山行业的转型升级提供新的动力。

1 复杂矿体的特点与开采难点

1.1 复杂矿体的定义与分类

复杂矿体是指在地质构造上具有高度不规则性、矿石分布不均以及矿体形态复杂的矿床。与常规矿体不同, 复杂矿体通常受到断层、褶皱等地质结构的影响, 表现为矿体形态多变, 岩层间断, 矿石品位不稳定。根据地质特征的不同, 复杂矿体可以分为构造复杂型、品位变化型、嵌套型和深埋型等几种类型。每种类型的矿体在开采过程中都会面临不同挑战, 要求开采技术能够灵活应对各种地质变化。

1.2 复杂矿体的地质特征与开采难点

复杂矿体的地质特征是导致开采困难的主要因素。矿体的矿石分布不均、岩层复杂、矿石品位波动大, 使得传统的开采方法无法满足高效、安全、环保的需求。深埋矿体通常需要采用高难度的深部勘探与开采技术, 矿层断裂和变形增加了矿体的复杂性, 也增加了对精准开采技术的依赖。资源的回收率在这种条件下容易受到影响, 矿石混合、废石夹杂的现象时常发生, 导致矿产资源的浪费。

1.3 开采过程中面临的技术挑战与安全问题

在复杂矿体开采过程中, 技术挑战与安全问题尤为突出。精确的矿体定位和资源回收难度大, 需要依赖更加先进的勘探技术和自动化设备。然而, 在地质条件复杂、矿体形态不规则的情况下, 自动化设备的适应性仍然有限, 常常难以保证高回收率。此外, 矿山深部开采伴随着较大的安全风险, 如矿井通风不畅、瓦斯爆炸、矿体塌方等事故的发生频率较高, 这对开采的安全性提出了极高的要求。

2 智能矿山技术体系与应用框架

2.1 智能矿山的核心技术组成

智能矿山的核心技术体系由多个高度集成的技术模块组成, 这些模块共同作用, 形成一个高效、智能、自动化的矿山生产系统。关键技术包括自动化采掘设备、无人驾驶运输系统、矿山监控与管理平台、大数据分析以及基于人工智能的优化算法等。这些技术相互协作, 通过智能感知、信息处理和自动化控制, 帮助矿山实现从勘探到开采的全生命周期管理, 最大限度地提升生产效率、资源回收率和安全性^[2]。

智能矿山的核心技术还涉及深部矿井开采的远程监控与控制技术、智能机器人作业技术以及高效的矿石分选与处理技术。这些技术不仅提高了矿山的自动化程度, 也实现了对矿山环境的实时监控, 确保矿山操作的安全性和环境保护要求。

2.2 传感技术与自动化设备的集成应用

传感技术是智能矿山中至关重要的一环。通过部署各种传感器, 矿山能够实时获取矿井内部环境的数据, 如气体浓度、温度、湿度、震动、压力等。这些数据可以实时传输到监控平台, 为矿山管理人员提供即时反馈, 及时发现潜在的安全隐患, 提升矿山的安全性。传感器还可用于矿石品位检测、矿体定位等工作, 帮助矿山在开采过程中做出精准的决策。

自动化设备在智能矿山中的应用极为广泛, 涵盖了自动钻探、自动采掘、自动运输等多个环节。与传感技术相结合, 自动化设备能够自适应复杂矿体环境, 精确执行任务。无人驾驶矿车、智能钻探设备和遥控挖掘机等设备, 能有效减少人工干预, 提高生产效率和安全性。集成化的设备操作和监控系统, 不仅使矿山操作更为高效, 还可以通过远程控制减少矿山工作人员的暴露风险。

2.3 数据采集与实时监控系统的建设

智能矿山的运行离不开强大的数据采集与实时监控系统。这些系统通过部署大量的传感器和智能设备, 全面收集矿山内外部环境数据、作业数据和生产数据。这些数据包括矿山地质信息、设备运行状态、矿石品位、运输通道状况、通风系统运作情况等。通过数据集成与分析, 矿山管理人员可以实时了解矿山生产情况, 并快速响应突发事件^[3]。

实时监控系统的建设, 不仅能够实现对矿山各个环节的全过程监控, 还能根据数据分析优化生产调度。数据采集与监控系统的建设, 需要实现信息采集、传输、处理和存储的高效配合, 确保数据的准确性和实时性。通过云计算与大数据技术的支持, 系统能够对历史数据进行深入分析, 为未来的矿山运营提供数据支持和决策依据。

2.4 信息化平台与决策支持系统

信息化平台是智能矿山的中心系统, 集成了生产、管理、安全、环保等各方面的核心数据, 并为矿山管理层提供实时的综合信息视图。通过信息化平台, 管理人员可以随时掌握矿山生产的动态, 进行有效的生产调度和资源配置。信息化平台的建设需要与矿山各个作业环节紧密结合, 从勘探、采掘到运输和加工, 形成一个全面的数据流通和管理体系。

决策支持系统则依托矿山信息化平台, 通过大数据分析与人工智能算法, 对各类矿山数据进行深度挖掘, 支持矿山的战略决策和日常运营决策。决策支持系统不仅能进行生产调度和资源分配, 还能预测开采过程中可能出现的风险, 优化开采计划, 提高资源回收率和生产效率。这些系统的建设不仅提升了矿山管理的精细化水平, 也促进了矿山生产的智能化、自动化转型。

3 智能矿山技术在复杂矿体开采中的应用实践

3.1 自动化开采设备的应用与优化

自动化开采设备的引入是智能矿山在复杂矿体开采中的一项重要技术进步。这些设备包括自动化钻探机、自动化采掘机、智能采矿车等, 能够在恶劣的开采环境中高效运作, 减少人工操作的需求。自动化开采设备通过集成先进的传感器和控制系统, 实现对矿体形态、矿石品位和开采进度的实时监控。这使得矿山能够更精准地确定开采范围与深度, 避免了传统手段中可能出现的误操作或资源浪费。

3.2 无人驾驶技术与自动运输系统

无人驾驶技术在智能矿山的运输系统中有着广泛的应用, 尤其是在矿区内的物料运输环节。无人驾驶矿车利用激光雷达、传感器和人工智能算法, 实现矿区内矿石、废料以及设备的自动运输。这种系统可以减少人工驾驶过程中出现的安全隐患, 并提高运输效率。

无人驾驶矿车能够根据实时的地质数据和作业需求自动选择最优路径进行运输, 避免了人工操作中的路线选择错误或交通堵塞等问题。随着自动运输系统的不断优化, 矿区内的物流成本得到了显著降低, 矿石的运输也变得更加安全高效。

3.3 智能化钻采与爆破技术

智能化钻采和爆破技术是复杂矿体开采中不可或缺的环节。通过结合人工智能与大数据分析, 这些技术能够实现钻探深度的精确控制和爆破作业的智能化。在钻探过程中, 智能钻探系统能够实时获取地质数据, 并根据矿体的具体情

况调整钻探参数,避免了钻孔偏移或矿体浪费。

爆破技术的智能化则依赖于精确的地质分析和爆破参数计算,能够根据矿体的不同特点优化爆破方案。通过实时监测爆破效果,智能系统可以自动调整爆破时间和力度,确保矿石的最大回收率和最小损失,同时减少环境扰动和安全隐患。

3.4 矿山智能监控与数据采集系统

矿山智能监控与数据采集系统通过全面的传感器布置和实时数据传输,实现了对矿山作业环境和设备运行状况的全天候监控。这些系统能够实时收集矿井内的温湿度、气体浓度、压力变化、设备运行状态等信息,并通过云平台进行数据处理与分析。

通过对这些数据的集成分析,矿山管理人员能够及时发现潜在的安全隐患,并采取相应的应对措施。例如,系统可以实时监控矿井内瓦斯浓度,自动触发报警并启动通风系统,确保矿井的通风安全。智能监控系统的建设极大地提高了矿山的安全性,尤其是在复杂矿体开采中,有助于实时识别和解决潜在的安全问题。

3.5 智能调度与作业优化系统

智能调度与作业优化系统是智能矿山实现高效管理和生产的重要组成部分。这一系统通过对矿山的各项资源进行实时监控和数据分析,智能地安排和调整开采计划。在复杂矿体的开采过程中,由于矿体的不规则性,作业计划的灵活调整显得尤为重要。智能调度系统能够根据实时地质数据和设备状态,对采矿、运输、破碎等各个环节的作业进行动态优化。

作业优化系统基于大数据与人工智能技术,能够预测开采过程中可能出现的瓶颈或安全问题,并提前采取措施进行调整。例如,系统可以通过数据分析预估不同开采方案下的资源回收率,优化作业顺序,降低能源消耗,提升矿山的整体运营效率。

4 智能矿山技术对开采效率与安全性的提升

4.1 提升开采效率与生产能力

智能矿山技术的应用极大地提升了矿山开采的整体效率和生产能力。自动化设备和无人驾驶运输系统的引入,使得矿山作业能够全天候不间断地进行,减少了人工操作带来的中断和延迟。通过高精度的传感器和实时数据分析,矿山能够实现更精确的矿体勘探与资源定位,从而优化开采方案,减少不必要的开采和资源浪费。

此外,智能矿山的调度系统能够实时分析作业进展和设备状态,自动调整资源配置与作业顺序,最大限度地提高生产效率。例如,智能化钻采设备能够根据矿体的复杂情况调整钻探方式和进度,避免传统方法中因不准确定位而导致的生产效率低下。通过这些技术手段,矿山能够实现高效开采,确保生产能力的持续提升。

4.2 降低资源浪费与环境影响

智能矿山技术能够通过精准的矿体定位与开采控制,显著降低资源浪费。传统的开采方法中,由于矿体勘探不足或开采技术不精确,往往会造成大量矿石的浪费。智能矿山的先进勘探与采掘技术能够准确判断矿体的边界,并根据地质信息调整开采方案,避免矿石资源的浪费。

4.3 增强安全管理与减少事故风险

智能矿山技术的应用为矿山安全管理提供了更强的保障。通过实时监控和智能化的风险预警系统,矿山能够及时发现安全隐患并采取有效措施,减少事故的发生。在深部矿山开采过程中,智能化的无人驾驶运输设备和远程操作设备能够替代人工操作,减少矿工暴露在高风险环境中的机会,从根本上降低了工人受伤或事故发生的概率。

4.4 优化矿山运营管理与决策

智能矿山技术不仅提升了生产环节的效率,也为矿山的整体运营管理和决策提供了强有力的支持。通过信息化平台与决策支持系统,矿山管理者能够实时掌握各项作业进度和资源使用情况,动态调整生产计划和作业策略。这些系统通过对大量数据的深度分析,帮助管理人员做出更科学的决策,优化开采计划,减少资源浪费。

智能化的矿山运营系统还能够整合各类资源,从设备调度、人员配置到矿石运输,形成一个高效的作业协同体系。这使得矿山不仅能够更好地应对复杂矿体的开采挑战,还能够在实际运营中实现高度灵活和响应迅速的管理模式。通过精准的作业调度与实时数据分析,矿山的整体运营效率得到了显著提高,为矿山的长远发展奠定了坚实基础。

5 结语

智能矿山技术在复杂矿体开采中的应用,极大地推动了矿山行业的现代化进程。通过自动化设备、无人驾驶技术、智能监控与数据采集系统的综合应用,不仅提升了开采效率和生产能力,还有效降低了资源浪费与环境影响。智能矿山的的安全管理和风险预警系统为矿山作业提供了强有力的安全保障,减少了事故发生的风险。

随着智能化技术的不断发展与深化,矿山的运营管理更加精细化,决策支持系统使得矿山管理层能够基于数据做出科学、及时的决策,进一步优化生产过程。在未来,智能矿山技术将在复杂矿体开采中发挥更大作用,推动矿山行业实现可持续发展,提升资源利用率、降低环境负担并确保安全作业。

参考文献:

- [1] 郑玉荣,靳军宝,吴新年,等.智能矿山关键技术研发与应用进展[J/OL].黄金科学技术,1-20[2024-12-08].
- [2] 江鹤,程德强,乙夫迪,等.新一代信息技术在智能矿山中研究与应用综述[J/OL].工矿自动化,1-15[2024-12-08].
- [3] 贾理川,李鸿勋,纪翔,等.智能矿山传感器数据采集技术研究[J].自动化应用,2024,65(20):25-27.