

矿业工程中的智能开采与远程监控技术

王孝虎

山东玉龙黄金股份有限公司 山东 济南 250001

摘要：随着科技的飞速发展，智能化开采与远程监控技术已成为地下金矿开采领域的重要发展方向。这些技术不仅提高了生产效率，还显著增强了作业安全性，推动了矿业工程向智能化、高效化、可持续化方向发展。本文将从智能开采技术的定义、发展现状、应用领域以及远程监控技术的实现方式等方面进行详细阐述，以期为地下金矿的智能化开采提供参考。

关键词：矿业工程；地下金矿；智能开采；远程监控；智能化管理

引言

地下金矿开采环境复杂，存在诸多安全隐患，传统开采方式已难以满足现代矿业发展的需求。智能化开采与远程监控技术的出现，为地下金矿开采带来了新的解决方案。这些技术通过现代信息技术、自动化技术和智能控制技术，实现对开采过程的全面监控和智能化管理，提高了生产效率和安全性。

1 智能开采技术的定义与发展现状

智能开采技术是指利用现代信息技术、自动化技术和智能控制技术，对地下金矿开采过程中的各个环节进行智能化改造和优化，以实现全过程、全方位的自动化、智能化和数字化管理。智能开采技术已经在地下金矿开采中得到了广泛应用。传感器技术、智能化监控系统、无人化开采技术、人工智能和虚拟现实技术等都在不同程度上提高了开采效率和安全性。例如，传感器技术能够实时监测采矿设备的运行状态，智能化监控系统可以实现对开采过程的全面监控和掌控，无人化开采技术则减少了矿工的劳动强度，提高了生产效率。

2 地下金矿智能开采技术的关键应用

2.1 智能化采掘设备

智能化采掘设备是地下金矿智能开采技术的核心组成部分，它们通过高度集成的传感器、控制器和执行机构，实现了对开采作业的精准控制和高效执行。这些设备的应用，不仅显著提升了开采效率，还极大地增强了作业的安全性。自动化凿岩台车是智能化采掘设备中的佼佼者。传统的凿岩作业依赖人工操作，不仅劳动强度大，而且效率低下，安全隐患多。而自动化凿岩台车则通过集成的自动化控制系统，实现了凿岩作业的自动化和智能化。它能够根据预设的凿岩参数和路径规划，自动调整凿岩机的位置和角度，确保凿岩作业的精准度和效率。同时，台车还配备了先进的传感器系统，能够实

时监测凿岩过程中的各项参数，如凿岩速度、压力等，确保凿岩作业的稳定性和安全性。无人驾驶运输车辆也是智能化采掘设备的重要组成部分^[1]。在地下金矿的开采过程中，运输作业占据了大量的时间和人力。而无人驾驶运输车辆的应用，则有效解决了这一问题。这些车辆通过集成的自动驾驶系统，能够根据预设的路线和交通规则，自动完成矿石的运输任务。它们不仅能够避免人为操作带来的安全隐患，还能通过优化行驶路线和速度，提高运输效率，降低运输成本。智能装载机则是另一种重要的智能化采掘设备。它们通过集成的智能控制系统，能够根据矿石的堆积情况和装载需求，自动调整装载机的铲斗位置和角度，实现精准装载。同时，智能装载机还配备了先进的称重系统，能够实时监测装载量，确保装载的准确性和效率。这些智能化采掘设备的应用，不仅提高了开采效率，还降低了作业风险，为地下金矿的开采提供了有力的技术支撑。

2.2 精准定位与智能导航

井下高精度定位与智能导航技术是智能化作业与调度的关键支撑技术。在地下金矿的开采过程中，由于环境复杂、空间狭小，智能装备的行驶和调度面临着巨大的挑战。而精准定位与智能导航技术的应用，则有效解决了这一问题。基于激光扫描测量、航迹推测、UWB（Ultra Wideband）定位、信标修正等多元信息融合的精确定位技术，已经实现了地下金矿无轨装备的高精度定位。这些技术通过实时监测智能装备的位置和姿态，为智能装备的行驶和调度提供了准确的位置信息。同时，这些技术还具有高度的可靠性和稳定性，能够在复杂的井下环境中保持高精度定位，确保智能装备的安全运行。基于路径规划与路径跟踪的导航技术，则是实现智能装备自主导航的关键。这些技术通过预设的路径规划和实时的路径跟踪，能够引导智能装备按照预设的路线

和速度行驶,避免碰撞和迷路等问题的发生。同时,这些技术还能够根据实时的环境信息和交通状况,动态调整路径规划和行驶速度,确保智能装备的高效运行。精确定位与智能导航技术的应用,不仅提高了智能装备的行驶效率和安全性,还为智能化调度系统提供了准确的位置和导航信息,为整个开采过程的智能化调度提供了有力的支撑。

2.3 智能化调度系统

智能化调度系统是地下金矿智能开采技术的另一重要组成部分。它通过数据分析与算法处理,实现了对开采过程的智能化调度和优化。这一系统的应用,不仅提高了整体生产效率,还降低了生产成本,实现了矿山开采的可持续发展。基于物联网平台的智能化调度系统,能够实时监测和收集井下各设备的运行情况和生产需求。通过对这些数据的分析和处理,系统能够准确掌握井下各设备的状态和产能,为设备的智能调度和优化提供有力的数据支持。同时,系统还能够根据实时的生产需求和设备状态,自动调整设备的运行计划和任务分配,确保各设备之间的高效协同和最优配置。智能化调度系统还具备强大的预测和优化能力。通过对历史数据的分析和挖掘,系统能够预测未来的生产需求和设备状态,为设备的预防性维护和优化提供有力的支持^[2]。同时,系统还能够根据预测结果和实时数据,自动调整设备的维护计划和优化方案,确保设备的稳定运行和最优性能。此外,智能化调度系统还能够实现远程监控和诊断。通过物联网平台,系统能够实时监测井下各设备的运行情况和故障信息,为设备的远程监控和诊断提供有力的支持。这不仅降低了设备的维护成本,还提高了设备的可用性和可靠性,为矿山开采的可持续发展提供了有力的保障。

3 地下金矿远程监控技术的实现

3.1 系统架构

远程监控系统主要包括前端数据采集模块、数据传输网络、数据处理中心及用户终端四部分。前端数据采集模块负责采集井下环境参数、设备状态及人员位置信息;数据传输网络采用有线与无线相结合的方式,构建覆盖全矿井的通信网络;数据处理中心负责接收、处理前端采集的数据,并进行智能分析;用户终端则包括PC端、移动端等多种形式的监控界面,方便管理人员随时随地查看矿井实时情况,进行远程操控。

3.2 远程监控技术的实现

3.2.1 实时环境监测

实时环境监测是远程监控技术在地下金矿中的首要

应用。为了实现这一目标,矿山需在关键区域和作业面广泛安装各类高精度传感器和监测设备,这些设备如同矿山的“神经末梢”,能够实时、准确地采集作业环境中的多种参数,包括但不限于有毒有害气体浓度(如甲烷、一氧化碳等)、温度、湿度、风速以及地压等。这些监测数据通过无线网络或有线传输方式,实时上传至中央监控平台,平台利用先进的算法和模型,对数据进行快速分析处理,形成直观的环境监测报告和预警信息。一旦监测到任何参数超出安全阈值,如气体浓度超标或温度过高,系统将立即触发警报机制,通过短信、邮件、甚至紧急广播等方式,迅速通知相关人员采取应对措施。同时,系统还能根据预设的应急预案,自动启动相应的通风、排水或人员撤离等应急响应措施,有效预防事故的发生,确保人员和设备的安全。此外,实时环境监测技术还能帮助矿山管理者更好地了解作业环境的变化趋势,为生产计划的调整和安全措施的制定提供科学依据,从而构建起一道坚固的安全生产防线。

3.2.2 设备远程监控与维护

设备远程监控与维护是远程监控技术的另一大核心应用。在地下金矿的开采过程中,开采设备的高效稳定运行是确保生产顺利进行的关键。然而,由于井下环境复杂多变,设备故障时有发生,传统的设备维护方式往往难以满足高效生产的需求。远程监控技术通过集成先进的传感器、物联网技术和数据分析算法,实现了对开采设备的实时监控和故障诊断。传感器实时采集设备的运行状态数据,如振动、温度、压力等,这些数据被传输至云端或中央监控平台,平台利用机器学习算法和专家系统,对设备运行状态进行智能分析,预测设备故障趋势,甚至能够提前数小时或数天发现潜在的故障点^[3]。基于这些预测结果,矿山管理者可以合理安排维修计划,避免“带病作业”,减少因设备故障导致的生产延误和安全事故。同时,远程控制系统还赋予了管理人员对设备进行远程调节和控制的能力,如调整电机转速、控制阀门开度等,这种即时响应机制大大提高了设备的运行效率和稳定性,降低了能耗和维修成本。

3.2.3 数据分析与决策支持

数据分析与决策支持是远程监控技术带来的又一重要变革。在大数据技术和云计算平台的支持下,矿山能够高效存储、分析和处理从实时监测、设备监控以及历史生产数据中获取的海量信息。这些数据经过深度挖掘和分析,能够揭示出生产过程中的瓶颈、低效环节以及潜在的改进空间。例如,通过对生产数据的分析,矿山管理者可以识别出哪些作业区域的开采效率较低,哪些

设备的利用率不高,以及哪些生产流程存在冗余或不合理之处。基于这些发现,管理者可以针对性地优化生产流程,如调整作业布局、改进设备配置、引入更高效的开采技术等,从而显著提升生产效率,降低生产成本。此外,数据分析还能为矿山的长期发展规划提供有力支持。通过对历史数据的回溯分析,矿山可以预测未来的矿产资源分布、市场需求变化以及生产成本趋势,为制定科学合理的开采计划、投资策略和市场营销策略提供数据支撑,助力矿山实现可持续发展。

4 案例分析:山东黄金矿业的智能化实践

山东黄金矿业,作为国内矿业智能化领域的佼佼者,其在地下金矿开采中的智能化实践堪称行业标杆。面对传统矿业开采存在的效率低、安全风险大、成本高等问题,山东黄金矿业积极探索智能化转型之路,将智能开采与远程监控技术深度融入生产实践。为了实现井下设备的远程操控和数据的实时传输,山东黄金矿业率先部署了5G网络和Wi-Fi6易联网等先进通信设施。这些设施不仅提供了高速、稳定的通信环境,还使得井下与地面之间的信息交互变得更为便捷。在这样的技术支撑下,操作人员可以在地面控制中心远程操控井下的开采设备,实时调整作业参数,确保开采作业的精准度和效率。与此同时,山东黄金矿业还建立了三维可视化的综合管控平台。该平台集成了矿山开采、生产调度、安全管理等多个功能模块,通过三维建模和数据分析技术,实现了矿山安全生产的全流程智慧管控。管理人员可以在平台上直观地查看井下的作业情况,及时发现并处理潜在的安全隐患,确保矿山的安全生产。这些智能化技术的应用,不仅显著提高了山东黄金矿业的开采效率和安全性,还大幅降低了运营成本。通过智能化转型,山东黄金矿业成功实现了从传统矿业向现代智能矿业的跨越,为矿业行业的智能化转型树立了典范,也为其他矿

山企业提供了宝贵的经验和借鉴。

5 智能开采与远程监控技术的未来趋势

一是智能化程度的提升:随着科技的进步,地下金矿开采的智能化程度将不断提升。未来,更多智能化设备、智能化管理系统将应用于开采过程中,实现更高效、更智能、更安全的开采。二是远程监控技术的普及:远程监控技术将在地下金矿开采中得到更广泛的应用。通过构建完善的远程监控系统,实现对开采过程的全面监控和智能化管理,提高生产效率和安全性^[4]。三是无人化开采的推进:无人化开采是智能开采技术的重要发展方向。未来,地下金矿开采将逐步实现无人化作业,减少矿工的劳动强度,提高生产效率,并保障矿工的安全。

结语

智能开采与远程监控技术是现代矿业工程(地下金矿)领域的重要发展方向。这些技术通过现代信息技术、自动化技术和智能控制技术,实现对开采过程的全面监控和智能化管理,提高了生产效率和安全性。未来,随着技术的不断进步和应用的深入推广,智能开采与远程监控技术将在地下金矿开采中发挥更加重要的作用,推动矿业工程向智能化、高效化、可持续化方向发展。

参考文献

- [1]赵兴东,周鑫,赵一凡,等.三山岛金矿连续规模化智能开采工艺研究及应用[J].金属矿山,2022,(05):45-49.
- [2]张世义.信息化管理在金矿竖井提升安全监控中的应用[J].智慧中国,2024,(08):90-91.
- [3]王鹏,牛东科,赵国伟.义安矿业安全监控系统升级改造应用实践[J].内蒙古煤炭经济,2019,(01):109-110.
- [4]刘现芳.地下采矿生产过程中自动化监控系统的数据采集[J].内蒙古煤炭经济,2022,(10):48-50.