

# 露天矿绿色智能矿山开采技术探究

左亚东

河北中安筑业设计集团有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]在现代化矿业发展的背景下,“绿色智能矿山”日益成为推动矿业持续、高效、可持续发展的核心理念。这一理念旨在优化资源利用,减少环境影响,并提升生产效率。随着全球对自然资源保护和环境保护意识的增强,露天金属非金属矿山作为重要的矿产资源获取基地,其在学习过程中的节能减排、生态修复与数字化管理显得尤为关键。通过引入先进技术和管理模式,绿色智能矿山不仅能够有效降低碳排放,还能促进矿区的生态恢复,实现经济效益与环境效益的双赢,推动整个行业向更可持续的方向迈进。

[关键词]露天矿绿色;智能矿山;开采技术;探究策略

DOI: 10.33142/ect.v2i10.13672

中图分类号: TD67

文献标识码: A

## Exploration on Green and Intelligent Mining Technology for Open-pit Mines

ZUO Yadong

Hebei Zhong'an Construction Industry Design Group Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Against the backdrop of modern mining development, "green and intelligent mines" have increasingly become the core concept for promoting sustainable, efficient, and sustainable development of the mining industry. This concept aims to optimize resource utilization, reduce environmental impact, and improve production efficiency. With the increasing global awareness of natural resource conservation and environmental protection, open-pit metal and non-metal mines, as important mineral resource acquisition bases, are particularly crucial for energy conservation, emission reduction, ecological restoration, and digital management in their production processes. By introducing advanced technology and management models, green and intelligent mines can not only effectively reduce carbon emissions, but also promote ecological restoration in mining areas, achieve a win-win situation of economic and environmental benefits, and promote the entire industry to move towards a more sustainable direction.

**Keywords:** green open-pit mines; intelligent mining; mining technology; exploring strategies

### 引言

随着全球经济的飞速发展,金属非金属矿山资源的需求日益旺盛。然而,传统的露天矿开采技术往往伴随着严重的环境问题。因此,露天矿绿色智能矿山开采技术的研发和应用变得至关重要。这种新型技术不仅能提高生产效率,更能有效保护环境,实现可持续发展。

#### 1 露天矿绿色智能矿山开采技术概述

露天矿绿色智能矿山开采技术是一种融合了环保理念、智能化技术的全新采矿技术。该技术主要通过高精度探测、智能决策、自动化开采等手段,实现矿山的高效、安全、环保开采。

#### 2 金属非金属矿山绿色智能开采技术的应用

##### 2.1 高精度探测

在现代化采矿行业的发展过程中,科技成为了提高资源开采效率、确保安全环保生产的重要力量。特别是利用地质雷达与卫星遥感两大核心技术的整合,实现了对金属非金属矿山资源勘探的精密定位与综合解析,这无疑为推动整个采矿工程向着更高级、更专业领域发展的有力支撑<sup>[1]</sup>。地质雷达技术,作为一种非接触式的地球探测仪器,在金属

非金属矿山资源勘探中的应用已经逐渐成熟且深入化。通过发射低频电磁波进入地层,随后检测这些波被地下的矿物质、岩石结构及异常区域所反射回来的能量信息。基于这些信息,地质雷达可以绘制出地层剖面图,不仅清晰显示矿体的三维形态,还能对其内部结构特征进行深度探查,如岩层走向、褶皱断层分布情况。这种技术的优势在于可以实现深部地层的勘探而不必动用大规模的人力和物力,极大地节约了成本,并显著提高了矿体探测的准确性。而卫星遥感技术则是以天空为窗口,以光与热作为观测基础,在更广阔的空间范围内收集地面信息。通过接收、记录并处理不同传感器提供的大量数据,如热红外影像、可见光和微波成像资料,卫星遥感为金属矿床的位置识别、规模评估、成矿作用分析以及矿产资源的动态监测提供了全面的可视化手段。尤其是高分辨率卫星图像的应用,使勘探者能从宏观视角准确把握矿藏总体格局,识别出那些看似平坦或隐藏在复杂地貌下的潜在矿床,这对于指导大型金属非金属矿山项目的选址与规划至关重要。

两者相配合使用,不仅扩大了矿体探索的地理覆盖范围,同时提升了深度剖析和三维成像的能力,使得矿床的

定位更为精准,矿石类型与品位评估更为可靠。这一集成解决方案不仅可以减少对传统开矿作业可能引发的土地破坏,降低环境污染风险,还在最大程度上优化了开采计划,实现了经济效益最大化与环境保护和谐共生的双赢局面。随着大数据分析技术的进步,未来地质雷达与卫星遥感相结合的数据整合将更加精细化,不仅能够精确到个体矿物颗粒水平上的微观特征分析,还能对特定矿床的生命全周期进行持续监控与智能化预判,真正达到预测性的绿色矿山运营管理模式<sup>[2]</sup>。

## 2.2 智能决策

在现代化的矿山开采行业中,实现精准高效的资源管理已超越了传统地质勘查与经验判断的范畴,而是深度融合了科技革命带来的革新力量。大数据分析云计算,作为信息时代的前沿工具,对于提升采矿过程的智能决策能力具有不可替代的关键作用。这些技术通过实时、全面地捕捉作业过程中的数据,不仅显著增强了作业安全性,降低了资源损耗,还极大提升了开采效率。具体而言,在日常的矿石挖掘与生产过程中,各类数据源如雨后春笋般涌现,包括但不限于传感器收集的位置、深度、岩层属性、地质变化信息,无人机拍摄的矿区高分辨率三维地图及其提供的实时监测数据,以及人工监测捕捉到的异常声响、震动、温湿度变化等环境参数。大数据技术如同一座桥梁,将这些原本分散、孤立的信息汇聚成海,并运用先进的智能算法进行深度处理与挖掘,从而揭示出隐藏在海量数据背后的内在规律与未来趋势。这一过程不仅为决策者提供了丰富的信息支撑,还使其能够提前识别潜在的风险点,并据此制定和实施及时有效的应对措施。

云计算技术更是大大提高了数据处理的能力。它提供的海量计算资源和存储空间使得大数据可以被迅速、安全有效地集中处理。在这一过程中,通过机器学习模型、AI预测分析等方式,对历史数据进行深度学习,训练出能够预知未来可能发生的各类情况的决策系统,如潜在的安全生产问题、设备故障、环境污染预警等。这种实时、高效的响应机制显著提高了整体的运营效率,减少了事故损失的可能性,实现了资源的最大化利用。此外,数据驱动的技术还能助力采矿企业实现精细化运营与定制化服务的转型。通过大数据分析,可以优化开采计划、预测矿石产出量、制定成本效益最佳的操作方案,以及个性化满足下游用户的不同需求。这种基于数据的决策过程不仅能降低成本、提高产量和利润,也使得采矿产业更加绿色、可持续<sup>[3]</sup>。

总而言之,大数据与云计算的应用不仅推动了生产方式和技术的革新,而且提升了企业的决策效率、运营效率与服务体验,是未来智慧矿山建设的重要基础与关键环节,为资源的有效保护和合理利用开辟了广阔前景。随着人工智能等新兴技术的融合,我们可以预期采矿行业将不断向智能化、自动化、高效化发展,进一步展现其巨大的创新

潜力与社会价值。

## 2.3 自动化开采

在现代社会背景下,金属非金属矿山正经历一场深刻的自动化改革,旨在通过集成智能装备与无人驾驶技术以实现更高效的开采作业。随着全球工业需求的增长与资源环境可持续性发展的考量不断升级,这一变革显得尤为重要且紧迫。智能矿山通过引入无人驾驶系统和自动化解决方案,大幅减少了对人力的依赖,提高了安全性和精确度,同时优化了资源的开采和利用过程,为行业带来了显著的竞争优势与经济效益。在金属非金属矿山的智能化进程中,智能挖掘、装载和运输设备是至关键核心技术载体,如电动或混合动力遥控挖掘机、自主行走的轮式或履带式运输车,以及自动化运输车队等。这些设备通过高级计算机视觉技术、深度学习算法以及传感器网络进行精准定位与高效作业。它们不仅实现了物料的高效率采集与运输,更重要的是,极大地改善了劳动条件,减少了人为操作引发的风险,提高了设备的利用率和矿山的安全水平<sup>[4]</sup>。

无人驾驶系统的引入极大地促进了矿山作业的灵活性与智能化程度。它不仅依赖于精准定位系统(GPS、LiDAR)来保证设备在复杂地形条件下的精确移动与操作,而且还集成先进的决策支持算法和预测性维护技术,使无人矿车、自动装载与运输车辆能够智能避障、自动规划最优路线,并进行预防性的状态监测,确保了整个运营流程的平稳性和连续性。智能装备与无人驾驶技术的应用还推动了矿山自动化管理平台的建设。通过大数据分析、云服务与物联网(IoT)的整合,管理者可以实时掌握各个工作节点的运行状况、效率指标和安全指标,并进行即时调度与故障预警,实现了资源的优化配置和风险的早期干预,增强了整个采矿流程的决策透明度和响应速度。此外,这些技术创新不仅限于硬件和自动化技术层面,在软件、通信、云计算等多个维度也同步升级迭代。这包括开发专门用于矿山环境的高级人工智能模型,实现更加智能的工作协调与异常情况识别;优化现有的通信网络体系,确保高速数据传输与实时通信;并通过深度云存储与大数据分析平台,整合所有采集数据以支持战略决策制定,促进资源合理分配与长远规划。

## 2.4 环保采矿

绿色矿业,这一融合了集约化与环保双重理念的概念,正日益成为现代采矿行业的核心追求。鉴于对自然资源可持续利用及环境保护的深刻认识与日益增强的重视,传统金属非金属矿山正积极探索并实施更为生态友好的开采与加工策略,旨在减轻对自然环境的负面影响,同时维护生态多样性与完整性。在这一转型过程中,采用一系列绿色技术成为达成上述目标的关键路径。其中,废水处理与循环再利用技术占据了举足轻重的地位。该技术不仅旨在解决废水污染问题,更是对宝贵水资源的一种有效保护与

节约。通过部署高效的废水处理系统,开采与加工过程中产生的工业废水得以经历多级精密净化处理流程,旨在将水质提升至符合甚至超越饮用水标准,随后可选择安全排放或回用于生产工艺之中,从而最大限度地减少了对周围水源和生态的负面影响。此举既避免了污染物的直接排放,也极大地节省了宝贵的水资源,促进了循环经济的发展<sup>[5]</sup>。

尾矿处理技术是矿业领域面临的另一重大挑战,因为尾矿不仅占用大量土地资源,还可能引发长期的土壤、水源及空气污染问题。为有效应对这些挑战,需深入研究并应用一系列技术创新,涵盖固化稳定化技术、尾矿堆存与复垦策略,以及尾矿区位的选择与设计等方面。具体而言,采用无害化的化学或生物方法稳定固化尾矿颗粒,能够显著降低重金属的迁移性和生物可利用性,从而减轻对生态环境的潜在危害。此外,探索尾矿的资源化利用途径,如将其转化为建筑材料,不仅减少了原生资源的消耗,还带来了显著的经济效益与社会效益,体现了循环经济的理念。在尾矿处理的同时,生态恢复工作同样至关重要。矿山废弃土地因采矿活动而丧失原有植被覆盖和生态系统服务功能,通过实施生态修复工程,可以恢复土地的生产力,重建生物多样性,进而改善周边区域的生态格局。为了实现这一目标,通过采取针对性的复植工程和土地整治措施,引入乡土植物物种和多样化生态群落,不仅可以加速矿山区域生态系统的自然恢复进程,同时也能够为野生动物提供栖息地,促进生物多样性的增长。除了前述技术手段,绿色矿山项目还需要建立全面的环境管理体系,确保从规划、设计到施工及后期运维各个环节都严格遵循环保法规和行业最佳实践标准。这包括实施严格的环保评估程序,采用先进的监测设备和技术定期评估矿山对环境的影响,并基于这些评估结果调适并不断优化环境保护方案<sup>[6]</sup>。

总之,通过融合废水处理、尾矿管理、生态恢复以及其他创新性的绿色技术手段,金属非金属露天矿山可以在提高资源利用效率和经济价值的同时,最大限度减少对环境的破坏,实现矿业开发与生态保护的双重目标。这样的绿色发展道路,不仅是对资源利用模式的根本性变革,也为全球矿业向低碳、循环经济转型提供了借鉴案例与实际路径。

### 3 面临的挑战

尽管露天矿绿色智能开采技术在促进资源高效利用与生态环境保护之间构建了桥梁,成为推动金属非金属露天矿山领域可持续发展的重要驱动力,但是其广泛应用仍面临多方面的挑战。首先,在技术层面,露天矿智能化作业的精准性高度依赖于精密的传感器网络、先进的自动化系统以及高效的人工智能算法。这要求持续的技术创新以应对复杂多变的地形、岩层性质及地质条件带来的挑战,确保技术的适应性和可靠性。其次,从经济角度来看,高昂的设备成本构成了矿山企业采用智能开采技术的主要障碍。智能矿山所需的装备不仅技术含量高、维护难度大,

其初始投资也极为庞大。因此,矿山企业不仅需要具备雄厚的资金实力,还需具备敏锐的市场洞察力和前瞻性的战略规划,以通过技术升级带来的效率提升和成本节约,逐步回收投资并实现长期盈利。

此外,高技能专业人才的稀缺性也是一个关键制约因素。从事露天智能矿山工作的技术人员必须掌握现代科技知识、自动化系统操作以及数据科学原理,才能有效地执行工作。培养这种专门的人才不仅要依赖内部培训机制,同时还需要高校与企业合作开展定向教育、技能培训班,以及吸引有潜力的学生投身此领域。不仅如此,安全性和法律法规的适应性也是不容忽视的问题。在实现无人/低人工介入作业的同时,确保设备及系统的绝对安全是一项重要且迫切的任务,需要在实践中不断优化与完善,制定严格的质量控制标准与风险防控措施<sup>[7]</sup>。

综上所述,虽然露天矿绿色智能开采技术展示了显著优势,包括提高了开采效率,实现了资源的合理利用以及减小了环境污染,但在实际部署和推广过程中面临的难题却并不简单。为应对技术难题与设备投资成本挑战,需通过科研创新、政策支持与人才培养等多渠道共同努力。只有解决了人才短缺的困局,同时持续加大研发投入,制定有效的法律和监管政策以引导企业合规经营和技术创新,才能推动露天智能矿山技术的顺利推进和广泛应用。

### 4 结束语

露天矿绿色智能矿山开采技术是矿山领域的革命性技术。该技术不仅能提高采矿效率,更能有效保护环境,实现可持续发展。然而,面对技术挑战和现实问题,我们仍需要持续研究,积极应对,推动露天矿绿色智能矿山开采技术的广泛应用。

#### [参考文献]

- [1]杨锦华. 浅谈露天矿开采技术创新及其安全防范措施[J]. 世界有色金属, 2023(3): 43-45.
- [2]周志友. 组合台阶开采技术在露天矿开采中的应用[J]. 煤矿现代化, 2022, 31(4): 67-69.
- [3]刘磊. 露天矿智能开采技术应用[J]. 世界有色金属, 2022(12): 66-68.
- [4]林木. 探讨露天矿开采技术创新及其安全防范对策[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(15): 104-105.
- [5]官鑫. 露天矿开采技术创新及其安全防范措施探析[J]. 矿业装备, 2021(4): 134-135.
- [6]陈一凡. 露天矿山绿色开采工艺的应用与发展[J]. 中国金属通报, 2021(7): 3-4.
- [7]袁志强. 露天矿高效开采新技术与设备分析[J]. 设备管理与维修, 2021(12): 120-121.

作者简介: 左亚东(1994.11—), 男, 河北省沧州市肃宁县人, 汉族, 本科学历, 工程师, 就职于河北中安筑业设计集团有限公司, 从事金属非金属矿山开采设计相关工作。