

## 地下金属矿山采矿技术进展及研究方向

赵善鹏

铜冠矿山建设股份有限公司, 安徽 铜陵 244000

**[摘要]** 地下金属矿山采矿技术一直是矿业领域的重要研究方向。随着科技的进步和社会的发展, 地下采矿技术也在不断发展。新的技术和方法的出现, 使得矿山的开采更加高效、安全和环保。然而, 采矿过程中仍存在诸多问题和挑战, 如地质条件、能源和环境等方面的限制, 因此, 未来地下金属矿山采矿技术的发展方向将继续致力于解决这些问题, 以实现更加可持续的矿业开采。

**[关键词]** 地下金属; 采矿技术; 进展; 研究

DOI: 10.33142/ec.v6i6.8472

中图分类号: TD853

文献标识码: A

### Development and Research Direction of Mining Technology in Underground Metal Mines

ZHAO Shanpeng

Tongguan Mine Construction Co., Ltd., Tongling, Anhui, 244000, China

**Abstract:** The mining technology of underground metal mines has always been an important research direction in the mining field. With the progress of technology and the development of society, underground mining technology is also constantly developing. The emergence of new technologies and methods has made mining more efficient, safe, and environmentally friendly. However, there are still many problems and challenges in the mining process, such as geological conditions, energy, and environmental limitations. Therefore, the future development direction of underground metal mining technology will continue to focus on solving these problems to achieve more sustainable mining.

**Keywords:** underground metal; mining technology; development; research

地下金属矿山采矿技术是地下矿业发展的重要领域。在采矿过程中, 存在恶劣的地下环境、复杂的地质条件、对能源和环境的需求等问题。为此, 智能化采矿、深部采矿和高效节能采矿成为地下金属矿山采矿技术的重要研究方向。智能化采矿涵盖机器学习、自动化控制和虚拟现实技术的应用; 深部采矿主要涉及深部矿山的开采技术和岩体控制技术; 高效节能采矿则注重新型采矿设备和清洁能源等技术的应用。这些研究方向的推进, 将进一步提高地下金属矿山的采矿效率和质量, 实现可持续的矿业开发。

#### 1 目前地下金属矿山采矿技术中存在的问题

##### 1.1 地下采矿条件复杂, 存在采矿人员安全隐患和工作环境恶劣

地下矿山作业环境复杂、狭小, 存在着高风险的地质、地下水等多种自然因素, 同时工作状态长期处于封闭的空间中, 采矿人员容易出现职业病、精神疾病等问题。首先, 地下矿山环境的恶劣也给采矿人员的安全带来了极大的挑战。地下矿山的高温、高湿、缺氧等环境, 会对采矿人员的身体健康产生危害<sup>[1]</sup>。此外, 地下矿山作业面常常存在高压、高温、高湿、有毒气体等危险因素, 如氧气不足、空气烟尘大等风险, 也会给采矿人员带来严重威胁。同时, 为了保证采矿人员的安全, 需要在技术上加强矿山安全措施, 包括加强矿山通风、防尘、排水等措施, 提高防护设施的安全性和可靠性, 以及加强安全教育和培训等。同时,

采用无人化控制技术, 减少采矿人员对采矿环境的直接干预, 也是保障采矿人员安全的一种有效措施。另外, 地下矿山的矿床深度、矿层结构等也会给采矿工作带来困难。地下矿山作业面常常狭小, 需要采用爆破、支护等方式进行作业, 而这些方式又会引起地震、坍塌等灾害。因此, 需要发展新的采矿技术, 如非炸药爆破、矿山自动化等, 以提高采矿效率, 减少采矿人员的劳动强度, 降低事故风险。

##### 1.2 地质条件复杂多变, 矿山开采难度大, 采矿效率低下

地下矿山的矿床形成、分布、赋存方式等因素各不相同, 加之地下水的存在, 导致地下矿山开采难度大, 采矿效率低下。一方面, 地下矿山的矿床形成历史悠久, 结构复杂, 对矿床的分析和预测难度较大, 同时地下矿山的矿床大小、形状、分布等都具有随机性和不确定性, 导致了矿山开采难度的增加。为此, 需要加强地下矿床勘探技术的研究, 提高矿床分析预测的准确性和精度。另一方面, 地下矿山的地质条件多变, 地下水的存在也给采矿带来了很大的困难。地下水会对地下矿山的稳定性产生影响, 造成矿山坍塌等灾害<sup>[2]</sup>。因此, 需要采用适当的水文地质措施, 如矿山防渗、排水和灌浆等, 以保证矿山的稳定性和安全性。同时, 地下采矿效率低下也是地下矿山开采的一个重要问题。地下矿山开采难度大, 且采矿环境极其恶劣, 这导致地下矿山的采矿效率较低。因此, 需要开发新的采

矿技术,如全矿连续开采、矿山自动化、精细化采矿等,以提高采矿效率和降低采矿成本。

### 1.3 采矿过程中对能源和环境的需求也提出了新的挑战

采矿过程中对燃料、电力等能源的需求日益增加,同时采矿过程中的排放和废弃物也对环境造成了不小的影响。一方面,地下金属矿山的开采需要大量的燃料和电力支持,这会对能源的供应和使用带来挑战。为此,需要加强能源的管理和利用,采用清洁能源、能源回收等措施,减少对传统能源的依赖,降低采矿对能源的需求。另一方面,采矿过程中的排放和废弃物也对环境造成了很大的影响。采矿过程中会产生大量的废弃物和尾矿,如未经处理的矿渣、矿泥等,这些废弃物会对水、土壤和空气等环境造成污染和破坏。因此,需要采用科学的矿山废弃物处理技术,如尾矿回收、矿渣回收、矿山生态恢复等,以减少采矿对环境的影响。此外,为了实现绿色、环保的采矿过程,需要加强环境保护意识,推广绿色采矿理念,加强矿山环保管理,提高矿山环保能力和水平。

## 2 目前地下金属矿山采矿新技术运用进展

### 2.1 数字化采矿

数字化采矿的核心是将各个环节的采矿过程数字化,实现采矿过程的可视化和智能化,提高采矿的精度和效率。首先,全矿自动化是数字化采矿的重要组成部分,其核心是通过现代自动化技术实现整个采矿过程的自动化控制。全矿自动化系统可以实现矿山生产的全面监控和管理,包括地质勘探、矿山开采、矿物加工、产品质量控制等环节,通过大数据分析和智能化算法优化生产效率和质量。其次,远程监控技术也是数字化采矿的重要组成部分,其核心是利用物联网技术和传感器技术实时监测矿山设备和环境参数,通过数据传输和处理实现远程监控和管理。远程监控系统可以实时监测矿山设备的运行状态、产品质量和环境参数,通过预测性维护和自动化调度优化生产效率和质量<sup>[3]</sup>。最后,智能化采矿技术是数字化采矿的另一个重要组成部分,其核心是通过人工智能、机器学习等技术实现采矿过程的智能化控制。智能化采矿技术可以实现矿山生产的自适应和优化,通过数据分析和机器学习实现智能化调度和优化生产效率和质量。

### 2.2 无人化采矿

无人化采矿是地下金属矿山采矿技术的又一项重要进展,包括无人机、无人车、机器人等技术,主要用于降低采矿过程中的危险和劳动强度,提高采矿效率和精度。首先,无人化采矿技术中的无人机和无人车主要用于矿山勘探和采矿过程中的搬运和运输。无人机可以进行空中勘探,快速获取矿山数据和图象,同时也可以进行无人机搬运和运输。无人车则主要用于地面采矿过程中的搬运和运输,无须人力操作,能够完成一些单调、危险或者繁重的工作。

其次,机器人技术主要用于采矿过程中的井下作业,如钻探、爆破、掘进等工作。机器人可以在矿山的极端环境中完成采矿工作,取代了原本需要人力完成的危险工作,提高了采矿的安全性和效率。最后,无人化采矿技术的运用,不仅降低了采矿过程中的危险和劳动强度,还提高了采矿效率和精度。同时,无人化采矿技术还可以通过减少人力成本和提高采矿效率,降低采矿成本,实现可持续发展。

### 2.3 绿色采矿

绿色采矿是地下金属矿山采矿技术的重要进展之一,主要通过采用新型材料、清洁能源等技术来减少采矿对环境的影响,提高采矿的可持续性。首先,采用新型材料是绿色采矿的一大特点。新型材料主要包括可降解材料、可再生材料、新型建筑材料等,这些材料在采矿过程中能够减少对环境的影响,实现采矿过程的可持续性。同时,采用新型材料也能够提高采矿的效率和精度,降低采矿成本。其次,清洁能源是绿色采矿的另一个重要方向。清洁能源包括太阳能、风能、地热能等,这些能源在采矿过程中能够替代传统能源,减少对环境的污染和破坏。同时,采用清洁能源还能够降低采矿成本,提高采矿的可持续性。最后,绿色采矿还包括矿山废弃物处理技术。矿山废弃物处理技术主要包括尾矿回收、矿渣回收、矿山生态恢复等,这些技术能够减少废弃物对环境的污染和破坏,实现矿山的可持续利用和开发。

### 2.4 虚拟现实技术采矿

虚拟现实技术是一种通过计算机技术和人机交互技术构建虚拟环境并进行交互的新兴技术。在地下金属矿山采矿中,虚拟现实技术可以通过建立三维模型、采用虚拟现实技术进行矿山的设计、采矿计划的制定以及采矿操作的演练等多个方面,提高矿山的开采效率和安全性。首先,虚拟现实技术可以构建真实的矿山三维模型,为矿山的设计和规划提供精确的数据和图象。通过三维模型的构建,可以更好地理解地下矿体的形态和性质,为矿山的规划和设计提供科学的依据。其次,虚拟现实技术可以通过建立虚拟环境,进行采矿计划的制定和优化。在虚拟环境中,可以通过多种方案的比较和优化,确定最优采矿方案,提高采矿效率和降低采矿成本。最后,虚拟现实技术还可以通过采用虚拟现实技术进行采矿操作的演练,提高矿山的采矿安全性和稳定性。在虚拟环境中,采矿人员可以进行多次的采矿操作演练,熟悉采矿操作流程,提高采矿操作的准确性和效率。

## 3 地下金属矿山采矿技术是未来的研究方向

### 3.1 智能化采矿

智能化采矿是地下金属矿山采矿技术的重要研究方向之一,主要包括机器学习、自动化控制、虚拟现实等技术的应用。这些技术的应用,能够实现矿山采矿过程的智能化控制和优化,提高采矿效率和精度。首先,机器学习

是智能化采矿技术的核心之一,通过数据分析和模型训练,可以实现矿山采矿过程的自适应和优化。机器学习技术可以应用于矿山勘探、矿山设计、矿山开采等环节,通过数据分析和模型训练,实现矿山采矿过程的自适应和优化,提高采矿效率和质量。其次,自动化控制也是智能化采矿技术的重要组成部分,通过现代自动化技术实现整个采矿过程的自动化控制<sup>[4]</sup>。自动化控制可以实现矿山生产的全面监控和管理,包括地质勘探、矿山开采、矿物加工、产品质量控制等环节,通过大数据分析和智能化算法优化生产效率和品质。最后,虚拟现实技术的应用也是智能化采矿技术的重要方向之一,可以实现矿山采矿过程的可视化和模拟。虚拟现实技术可以模拟矿山采矿过程的各个环节,帮助采矿人员更好地理解 and 掌握采矿过程,提高采矿效率和质量。总之,智能化采矿技术的研究和应用,不仅能够提高采矿的效率和品质,还能够降低采矿成本,减少对环境的影响,实现地下金属矿山的可持续发展。智能化采矿技术的进一步发展,需要加强技术研究和开发,提高智能化算法的精度和应用程度,实现数字化、自动化、智能化采矿的目标。

### 3.2 深部采矿

深部采矿是地下金属矿山采矿技术的另一个重要研究方向,主要包括深部矿山的开采技术和岩体控制技术两个方面。深部矿山的开采技术是深部采矿的核心,主要包括深部矿山的设计、采矿方法、开采设备等方面。深部矿山的设计需要考虑地质条件、采矿效率、采矿成本等多方面因素,通过科学的矿山设计和采矿方法的选择,实现深部矿山的高效开采。同时,深部矿山的开采设备也需要根据深部地质条件进行相应的调整和优化,以保证采矿的安全和效率。同时,岩体控制技术也是深部采矿的重要方向之一,主要包括岩体力学、地压控制、矿山支护等方面。深部矿山的岩体控制需要根据深部地质条件和采矿方法进行相应的优化,减少地压、地震等因素对采矿的影响,保证采矿的安全性和稳定性。矿山支护技术是岩体控制的重要组成部分,采用新型支护材料和支护技术,能够提高采矿效率和采矿安全性。由此可见,深部采矿的研究和应用,不仅能够提高地下金属矿山的采矿效率和品质,还能够提高采矿的安全性和稳定性,实现地下金属矿山的可持续发展。深部采矿的进一步发展,需要加强技术研究和开发,提高深部采矿设备和技术的应用程度,加强岩体力学和地压控制等技术研究,实现深部采矿的可持续发展。

### 3.3 高效节能采矿

主要包括新型采矿设备和清洁能源等技术的应用。这些技术的应用,能够提高矿山采矿效率和品质的同时,降低采矿成本和对环境的影响,实现地下金属矿山的可持续发展。首先,新型采矿设备是高效节能采矿的重要组成部分。新型采矿设备包括新型矿山机械、数字化采矿设备、自动化设备等,这些设备能够提高采矿的效率和品质,降低采矿成本。同时,新型采矿设备还能够减少对环境的影响,提高矿山的可持续性。其次,清洁能源的应用也是高效节能采矿的重要方向之一。清洁能源包括太阳能、风能、地热能等,这些能源在采矿过程中能够替代传统能源,减少对环境的污染和破坏。同时,采用清洁能源还能够降低采矿成本,提高采矿的可持续性。除此之外,节能减排技术的应用也是高效节能采矿的重要方向之一。节能减排技术包括废热回收、节能改造、绿色矿山建设等方面,这些技术能够减少采矿过程中的能源消耗和环境污染,实现矿业的可持续发展。因此,高效节能采矿技术的研究和应用,不仅能够提高采矿的效率和品质,还能够降低采矿成本,减少对环境的影响,实现地下金属矿山的可持续发展。高效节能采矿技术的进一步发展,需要加强技术研究和开发,提高新型采矿设备和清洁能源的应用程度,加强节能减排技术的研究和应用,实现地下金属矿山的可持续发展。

## 4 结束语

地下金属矿山采矿技术的发展已经进入了数字化、自动化和智能化的新阶段,但在面对地质条件、能源和环境等方面的挑战时,还需要加强技术研究和创新。未来,我们应该继续关注和研究地下金属矿山采矿技术的发展趋势和前沿技术,注重创新、智能化和可持续性发展,实现矿业行业的可持续发展,为社会和经济的发展作出更大的贡献。

### [参考文献]

- [1]尚余星.地下金属矿山采矿技术进展及研究方向[J].世界有色金属,2022(17):28-30.
- [2]姜定海.地下金属矿山采矿技术进展探讨[J].中国金属通报,2021(6):31-32.
- [3]王成东.地下金属矿山采矿技术进展探讨[J].冶金管理,2022(11):54-56.
- [4]尤本勇,赵迎青.地下金属矿山采矿技术进展探讨[J].冶金管理,2021(1):12-13.

作者简介:赵善鹏(1994.9-)男,安徽宿州人,汉族,本科学历,工程师,从事有色金属矿山施工及安全管理工作。