

采矿作业中采矿工艺技术的应用

刘少君 王元

内蒙古地质勘查有限责任公司 内蒙古 呼和浩特 010020

摘要：采矿工艺技术的发展历经了从手工到机械化、自动化的历程。露天采矿、地下采矿和特殊采矿技术各具特色，并在实际应用中取得了显著效果。随着科技进步，智能化、环保绿色及深海极地采矿技术成为发展趋势。无人驾驶矿车、远程遥控及智能决策支持系统等创新应用，提高了采矿效率与安全性。尾矿资源化、生态恢复等环保技术，推动了采矿业的可持续发展。深海与极地采矿技术的研发，为矿产资源的未来开发提供了广阔前景。

关键词：采矿作业；采矿工艺；技术应用

引言

采矿工艺技术的发展是人类对自然资源探索与利用的重要体现。从最初的手工采矿到如今的机械化、自动化采矿，每一次技术变革都极大地提升了采矿效率与安全性。露天采矿、地下采矿以及特殊采矿技术，作为采矿业的三大支柱，为矿产资源的开发利用提供了坚实的技术支撑。如今，随着科技的不断进步，采矿工艺技术正朝着更加智能化、环保和可持续发展的方向发展。

1 采矿工艺技术的发展历程

采矿工艺技术的发展是人类文明进步的一个重要标志，它经历了从原始的手工挖掘到现代机械化、自动化、智能化的转变，每一次技术变革都极大地推动了矿业的发展。在人类文明的初期，采矿主要依赖手工挖掘，使用简单的工具和人力进行矿石的开采。这种方式效率低下，且对矿工的安全保障极为有限。随着工业革命的到来，蒸汽机和电力技术的引入，使得采矿机械开始取代人力，大大提高了开采效率。随着内燃机和电动机的应用，采矿设备更加完善，开采规模也逐渐扩大。

进入20世纪，随着科学技术的飞速发展，采矿工艺技术也迎来了新的变革。电子技术、自动化技术、计算机技术等广泛应用，使得采矿作业更加精确、高效和安全。特别是近年来，随着人工智能、大数据等前沿技术的融入，采矿工艺技术正朝着智能化、绿色化的方向发展。几个具有代表性的技术变革包括：（1）机械化采矿的兴起：机械化采矿技术的引入，使得采矿作业从人力为主转向机械为主，大大提高了生产效率。例如，挖掘机、装载机、运输车等设备的广泛应用，极大地减轻了工人的劳动强度，提高了开采速度。（2）自动化技术的应用：随着自动化技术的不断发展，采矿作业中的许多环节实现了自动化控制。例如，自动化钻机、自动化破碎系统、自动化运输系统等的应用，使得采矿作业更

加高效、安全。（3）智能化采矿的探索：随着人工智能技术的快速发展，智能化采矿成为新的发展趋势。通过引入智能决策支持系统、无人驾驶矿车、远程遥控采矿系统等，采矿作业实现了更高层次的自动化和智能化，提高了生产效率和安全保障。这些技术变革不仅推动了采矿工艺技术的发展，也促进了矿业经济的繁荣。

2 主要采矿工艺技术及其应用

2.1 露天采矿技术

（1）台阶式采矿法。在这种方法中，矿体被精心划分为若干个水平或倾斜的台阶。这些台阶的高度和宽度并非随意设定，而是根据矿体的赋存条件、开采设备的能力以及技术要求等多方面因素进行精确计算后确定的。通过这种方式，开采工作能逐层进行，确保了开采的连续性和高效性。台阶式采矿法的优点在于其开采效率高、作业安全，因此，它被广泛应用于各类露天矿山。（2）倾斜分层采矿法。它主要针对倾斜或急倾斜的矿体。在这种方法中，矿体被按照倾斜方向划分为若干个分层，然后从上层开始逐层向下开采。这种方法特别适用于矿体倾角较大、开采条件复杂的情况^[1]。通过采用倾斜分层采矿法，既能有效提高矿石的回收率，降低贫化率，还能更好地保障作业安全，提高开采的经济效益。

2.2 地下采矿技术

（1）房柱式采矿法：该方法将矿体划分为若干个房间和矿柱，先采出房间中的矿石，留下矿柱支撑顶板。待房间采空后，再回收矿柱中的矿石。房柱式采矿法适用于矿体稳定、顶板管理要求较高的情况。（2）充填采矿法：充填采矿法是在回采矿房的用充填料充填采空区的采矿方法。充填料可以就地取材，如废石、河砂等，也可以采用专门制备的充填材料。充填采矿法能有效地控制地压、减少地表塌陷和保护环境，适用于开采条件复杂、环境要求高的矿山。（3）崩落采矿法：崩落采矿

法是通过崩落围岩来管理地压的采矿方法。在回采过程中,有计划地崩落围岩并充满采空区,以形成崩落带、缓冲带和隔离带等结构,从而控制地压和防止地表塌陷。崩落采矿法适用于矿体围岩稳固、地表允许塌陷的情况。

2.3 特殊采矿技术

(1) 溶浸采矿法:溶浸采矿法是利用某些溶浸剂与矿石中的有用组分发生化学反应,将有用组分转化为可溶性的化合物,再通过浸出、提取等工艺将其从矿石中分离出来。这种方法适用于低品位、难选冶的矿石,具有资源利用率高、环境污染小的优点。在实际应用中,溶浸采矿法需要根据矿石的化学成分和赋存状态选择合适的溶浸剂,并设计合理的浸出工艺。还需要考虑溶浸过程中可能产生的环境问题,如废液处理、地下水污染等,并采取有效的措施进行防治。(2) 海洋采矿技术:海洋采矿技术是针对海底矿产资源开发而发展起来的一类采矿技术。由于海洋环境的特殊性和复杂性,海洋采矿技术需要具备高度的自动化、智能化和环保性能。海洋采矿技术主要包括深海采矿、海底油气开采等。深海采矿主要针对海底多金属结核、富钴结壳和热液硫化物等矿产资源。它需要通过深海潜水器、无人遥控潜水器等设备进行勘探和开采作业。还需要解决深海高压、低温、黑暗等环境下的技术难题和安全问题。海底油气开采则主要利用钻井平台、海底管道等设备和手段进行^[2]。在开采过程中,需要考虑到海底地质条件、油气藏分布、环境保护等因素,并采取有效的措施进行管理和控制。

3 采矿工艺技术的创新与发展趋势

3.1 智能化采矿技术

智能化采矿技术通过集成人工智能、大数据分析和物联网等一系列前沿技术,使得采矿过程实现了更高的自动化和智能化水平。而越来越多的工作可以由机器人和自动化设备来完成,从而减少了人工干预的需要,降低了人为因素带来的风险。在钻探和挖掘方面,智能化机器人能精确地执行预设的任务,无论是钻探深度的控制,还是挖掘路径的规划,都能达到极高的精度和效率。这些机器人还具备强大的环境适应能力,能在各种复杂的地质条件下稳定工作。智能化采矿技术还广泛应用于材料运输环节。通过智能调度系统,可以实现运输设备的自动化控制和优化调度,确保材料运输的高效和安全。既提高了生产效率,还降低了运输成本。除上述应用外,智能化采矿技术还利用数字孪生技术对采矿过程进行模拟分析。通过构建虚拟的采矿环境,可以模拟

不同场景下的采矿过程,从而发现潜在的问题并进行优化。不仅有助于提升生产效率,还能为预测性维护提供有力支持。

3.2 无人驾驶矿车

无人驾驶矿车的核心技术在于集成了先进的传感器、控制系统和通信技术。通过高精度的激光雷达、摄像头、GPS等传感器,矿车能实时感知周围环境,进行精准定位。而先进的控制系统则根据感知到的数据,实现矿车的自主导航、路径规划和避障等功能。通过通信技术,无人驾驶矿车能与地面控制中心、其他矿车或设备进行实时数据传输和交互,确保整个采矿过程的协同和高效。无人驾驶矿车的出现,不仅降低了人力成本,提高了采矿效率,更在恶劣和危险的环境中保障了工作人员的安全。传统采矿作业往往需要在高温、高湿、高粉尘等恶劣环境下进行,给工人带来了巨大的身体负担和安全风险。而无人驾驶矿车能在这些恶劣环境中稳定运行,完成矿石的运输、装卸等任务,有效降低了工伤事故的发生率。无人驾驶矿车还能提高采矿的精准性和效率^[3]。通过精确的导航和控制系统,矿车能按照预设的路径和速度进行作业,减少了人为因素导致的误差和延误。实时数据反馈也使得地面控制中心能及时了解矿车的运行状态和采矿进度,为决策提供有力支持。

3.3 远程遥控采矿系统

远程遥控采矿系统主要依托先进的无线通信技术,使得操作员可以坐在远离矿区的安全控制室内,通过远程操控设备完成采矿作业。不但降低了矿工作业人员直接暴露在恶劣、危险环境中的风险,还显著提升了生产的安全性。远程遥控采矿系统通过高精度传感器和实时数据传输技术,确保操作员能清晰地了解设备的工作状态以及矿区的实时情况。操作员可以通过控制界面,对采矿设备进行精确的操控,实现自动化的挖掘、装载和运输等作业流程。系统还配备了智能监控和预警功能,一旦发现异常情况,能立即发出警报并采取相应的安全措施,从而有效地预防事故的发生。除提高安全性,远程遥控采矿系统还通过数据分析和优化算法,帮助矿山企业实现更高效的生产。通过对采矿过程中的数据进行实时监控和分析,系统能发现生产中的瓶颈和问题,并提供针对性的优化建议。例如,系统可以根据矿体的分布和硬度,自动调整挖掘设备的参数和挖掘策略,以提高挖掘效率和质量。系统还可以对运输路线进行优化,减少运输时间和成本,提高整体生产效率。

3.4 智能决策支持系统

在采矿工艺技术不断创新的今天,智能决策支持系

统正日益成为行业发展的关键因素。这一系统通过集成多源数据,包括地质勘探数据、市场需求数据、生产设备运行数据等,形成一个全面、准确的决策数据基础。借助先进的智能算法,如机器学习、数据挖掘等,系统能对这些数据进行深度分析,为采矿决策提供强有力的支持。智能决策支持系统的应用范围十分广泛。它可以帮助企业深入分析市场需求,预测矿产资源的未来走势,从而制定更为精准的市场战略。系统还可以根据地质勘探数据,预测矿产储量的分布和规模,为企业的资源开发提供科学依据。在生产计划方面,智能决策支持系统能根据生产设备的运行状态、原材料的供应情况等因素,优化生产计划,提高生产效率^[4]。随着大数据和人工智能技术的不断发展,智能决策支持系统的功能和性能将得到进一步提升。系统将更加智能化、自动化,能实时分析处理海量数据,为采矿决策提供更为精准、及时的支持。随着云计算、物联网等技术的普及,智能决策支持系统也将实现与其他系统的互联互通,形成更为完善的采矿信息化体系。

3.5 环保与绿色采矿技术

随着全球环境保护意识的提升,采矿行业也面临着日益严格的环保要求。在这样的背景下,环保与绿色采矿技术应运而生,成为了行业发展的重要方向。传统采矿过程中,能源消耗和排放问题一直备受关注。而低碳采矿实践则通过优化采矿工艺、使用清洁能源、提高能源利用效率等方式,减少能源消耗和排放,从而降低对环境的影响。不仅有助于保护自然环境,也符合可持续发展的理念。尾矿是采矿过程中产生的废弃物,其中含有一定量的有用成分。通过开发尾矿资源化利用技术,可以将这些有用成分进行回收利用,变废为宝。不仅减少了尾矿的堆积和排放,还提高了资源利用效率,实现了经济效益和环境效益的双赢。采矿活动往往会对矿区生态环境造成破坏,而生态恢复与重建技术则可以在采矿结束后对矿区进行生态修复,恢复其生态环境功能。这包括土壤修复、植被恢复、水体净化等一系列措施,旨在使矿区重新焕发生机,实现与周边环境的和谐共生。

3.6 深海与极地采矿技术

在全球资源需求持续增长的背景下,深海与极地等偏远地区的矿产资源开发逐渐引起了行业的广泛关注。这些地区蕴藏着丰富的矿产资源,但开发难度极大,因此深海采矿装备的研发和极地矿产勘探与开发技术的创新显得尤为重要。深海采矿技术的研发面临着一系列技术挑战。第一,深海环境极端复杂,水压巨大、水流湍急、光线昏暗,这些都对采矿装备的设计和制造提出了极高的要求。第二,深海采矿还需要解决如何精确定位矿体、高效开采矿石、安全运输矿产等一系列问题。深海采矿技术的研发需要多学科交叉融合,涉及机械工程、材料科学、电子信息技术等多个领域。第三,极地矿产勘探与开发技术同样面临着诸多挑战。极地地区气候严寒、环境恶劣,对勘探设备的耐寒性和稳定性要求极高。极地生态系统脆弱,矿产开发过程中必须充分考虑对生态环境的影响和保护。极地矿产勘探与开发技术的创新需要在保障开采效率的注重生态环保和可持续发展^[5]。

结束语

展望采矿工艺技术的发展将持续推动矿业行业的进步。智能化采矿技术的应用将进一步提升采矿效率与安全性,环保与绿色采矿技术则有助于实现矿业的可持续发展。深海与极地采矿技术的研发将为矿产资源的未来开发开辟新的疆域。在科技的不断推动下,采矿工艺技术将不断取得新的突破,为人类社会的繁荣与发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]齐莹.道路设计与交通安全的关联和设计要点[J].建筑技术开发,2021,48(4):17-18.
- [2]苏帆帆,王汉文.道路设计与交通安全的关联和设计要点[J].现代交通与路桥建设,2022,1(3).
- [3]苏红敏.道路设计与交通安全的关联和设计要点[J].城市建筑与发展,2023,4(15).
- [4]徐世虎.道路设计与交通安全的关联和设计要点[J].国际建筑学,2022,4(8).
- [5]徐锋,司玉玺.道路设计与交通安全的关联和设计要点[J].建筑工程技术与设计,2020(18):2217.