

Analysis of the application points of mine rock separation and blasting technology in open pit mining

Chengzhi Li

Hongda Blasting Engineering Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510623, China

Abstract

This paper analyzes the application points of the technology in open pit mining. Firstly, the basic principle and classification of mine rock separation blasting are introduced, and the advantages of separation blasting in rock crushing, rock fissure control and ore recovery are discussed. Secondly, through case analysis, evaluated the application effect of mine rock separation blasting technology in different mines, including blasting design, blasting parameter selection, and safety control measures. The study shows that the reasonable blasting design and accurate blasting parameter adjustment can effectively reduce the secondary crushing in the separation process of mineral rock, and improve the recovery rate of ore and the production efficiency of the mining area. Finally, this paper summarizes the application prospect of mine rock separation and blasting technology, and puts forward the safety problems and technical difficulties that need to be paid attention to in the practical operation. The research results provide an important reference for the efficient mining and safety management of open-pit mines.

Keywords

mine rock separation blasting; open pit mining; blasting design

矿岩分离爆破技术在露天采矿中的应用要点分析

李诚志

宏大爆破工程集团有限责任公司，中国·广东 广州 510623

摘 要

本文通过对矿岩分离爆破技术的研究，分析了该技术在露天采矿中的应用要点。首先，介绍了矿岩分离爆破的基本原理及其分类，重点探讨了分离爆破在矿岩破碎、岩石裂隙控制以及矿石回收率等方面的优势。其次，通过案例分析，评估了矿岩分离爆破技术在不同矿山的应用效果，包括爆破设计、爆破参数选择，以及安全控制措施等。研究表明，合理的爆破设计和精确的爆破参数调整能够有效减少矿岩分离过程中的二次破碎，提高矿石的回收率和矿区的生产效率。最后，本文总结了矿岩分离爆破技术的应用前景，并提出了在实际操作中需要关注的安全问题和技术难点。研究成果为露天矿山的高效开采和安全管理提供了重要参考。

关键词

矿岩分离爆破；露天采矿；爆破设计

1 引言

矿岩分离爆破技术是现代露天采矿中的关键技术，广泛应用于提高采矿效率、降低作业风险及优化资源利用。随着矿产资源逐渐枯竭，传统开采方法面临矿石分离难度加大和采矿成本上升等挑战。因此，高效、精准地实现矿岩分离成为亟待解决的重要问题。矿岩分离爆破技术通过利用爆破力定向破碎岩体，精确控制破裂模式，提高矿石回收率，减少二次破碎。尽管已有大量研究探讨了矿岩分离爆破的基本原理、分类及应用，实际应用中仍面临爆破参数选择、岩体破碎效果控制和安全管理等问题。过去的研究主要集中在爆

破设计和技术优化上，提出了多种改进方法，但在复杂矿山环境中如何综合应用这些技术，达到最佳分离效果，仍需进一步探索。本研究旨在分析矿岩分离爆破技术在露天采矿中的应用，评估不同矿山案例中的实际效果，提出技术改进与安全保障措施，为露天矿山开采提供技术支持和理论依据。

2 矿岩分离爆破技术概述

2.1 矿岩分离爆破的基本原理

矿岩分离爆破技术的基本原理基于爆破过程中对岩石的精确控制以实现有效的矿石分离^[1]。其核心在于利用钻孔与装药方式，使炸药爆炸时产生的冲击波对岩体进行选择性破碎，从而实现矿石与围岩的有效分离^[2]。该技术力图通过优化炸药的特性、布置和爆破参数，使爆炸引发的应力波能够沿着岩体的自然裂隙或弱面扩展，从而实现对矿岩分离的

【作者简介】李诚志（1988-），男，中国河南商城人，本科，工程师，从事非煤矿山爆破研究。

最佳效果。采用矿岩分离爆破技术的过程中，控制爆破时间和施加能量的方向对于减少矿石的损伤和提高矿石纯度起着至关重要的作用。通过研究岩体的物理性质，预测裂纹形成和扩展的模式，可以有效地提高爆破的精确度。与传统爆破方法相比，矿岩分离爆破技术能够在降低能量损耗的同时提高矿石的回收率，减少二次破碎的发生频率，进而提高露天采矿的整体效率和经济效益。这一技术的发展和运用为现代采矿带来了可观的技术优势和经济收益。

2.2 矿岩分离爆破的分类与特点

矿岩分离爆破技术根据其方法和应用特点，可以分为几类^[9]。其中，按爆破目的分类，包括控制爆破、竖井爆破和台阶爆破等。控制爆破侧重于产生光滑的岩壁表面，降低后续处理难度。竖井爆破多用于垂直矿体和隧道开挖中，重点在于准确地引导岩石破裂方向。台阶爆破适用于大的露天矿体，目的是通过分段爆破实现矿岩的大规模分离。

根据爆破材料的使用，矿岩分离爆破又可分为传统炸药爆破和无炸药爆破技术。传统炸药爆破具有能量释放快、适用广等特点，但安全性相对较低。而无炸药爆破如水膨胀剂和气体爆破技术，以安全、环保著称，减少了震动和冲击波对周边环境的影响。矿岩分离爆破技术的特点在于其灵活多样的应用方式，能够根据不同地质条件和开采需求进行调整，以此提高矿石回收率和采矿效率。

2.3 矿岩分离爆破技术的发展趋势

矿岩分离爆破技术的发展趋势表现为向更加智能化与精细化的方向迈进。随着信息技术的发展，智能爆破系统逐渐应用于工程实践，通过实时监测和数据分析优化爆破过程。绿色爆破技术的研发也在推进，以减少爆破对环境的影响，提高资源利用率。持续创新和技术进步将进一步提升矿岩分离爆破技术的应用效果与安全性。

3 矿岩分离爆破技术在露天采矿中的应用

3.1 矿岩分离爆破的作业流程

矿岩分离爆破技术的作业流程在露天采矿中发挥着关键作用。作业流程主要包括爆破设计、钻孔作业、装药与填塞、起爆等环节。通过对矿区地质条件及开采要求进行详细分析，制定合理的爆破设计方案，确定爆破类型、爆破参数和爆破顺序。进行钻孔作业，钻孔布局需考虑矿岩性质和整体爆破效果，确保孔距、孔深、孔径的精确控制。装药与填塞环节需要选择合适的炸药类型和装药结构，确保装药量和填塞工艺能够达到最佳爆破效果，控制矿岩破碎尺寸。起爆环节采用现代化起爆器材和技术，确保起爆过程的安全性和同步性，减少震动和飞石等安全隐患。不仅需要严格执行每个作业步骤，还需根据矿岩实际情况进行参数的微调和优化，确保整体作业的效率与安全，并实现最终的分离爆破目标。在这一过程中，科学合理的作业流程是提高采矿效率和矿石回收率的关键。

3.2 爆破参数与矿岩破碎效果的关系

爆破参数的选择对矿岩破碎效果具有直接影响。参数中的炸药类型、装药量、孔间距和排距等因素对矿岩的破碎形式和粒度分布起着关键作用。炸药类型和装药量决定了爆破能量的释放方式和强度，影响矿岩裂隙的形成及其扩展速度。合适的孔间距和排距设置可确保爆破波的有效传播与能量利用，提高矿岩的解体效率。矿岩破碎效果还受岩性特征、结构面和地质条件的影响，不同矿山需结合实际地质条件进行参数调整。精确的参数设计能减少矿岩过粉碎可能性，提升矿石回收率，降低环境影响和作业风险。爆破技术的应用需结合现场监测与模拟分析，优化参数设置，以达到理想的破碎效果和资源利用率。

3.3 矿石回收率的提高与二次破碎控制

矿石回收率的提高和二次破碎控制在露天采矿中具有重要意义。矿岩分离爆破技术以其精确的爆破参数设计，实现矿岩的有效分离，从而提高矿石回收率。爆破参数的优化，如炸药类型、钻孔深度和间距等，可减少不必要的能量损失，减小矿石损伤程度，从而控制二次破碎的发生。这样既能提高矿石的完整性，又能减少因过度破碎导致的矿石品位下降和资源浪费。有效的二次破碎控制还能够降低后续破碎工序的负担，提高整个采矿流程的效率。加强矿岩分离爆破的精细化管理是提高矿石回收率和实现资源最大化利用的关键。

4 矿岩分离爆破技术实施中的关键要点

4.1 爆破设计与参数优化

爆破设计与参数优化是矿岩分离爆破技术实施中的核心要点。合理的爆破设计直接影响到矿岩的破碎效果和采矿效率。爆破设计应根据矿体的地质特性和开采目的，优化炮孔布置、装药结构和起爆顺序，以最小化震动和飞石。爆破参数的优化是实现矿岩有效分离的关键。爆破参数包括炸药种类、装药量、孔径、孔距和连爆时间等。这些参数需要根据具体矿山条件进行精确调整，以确保获得最佳破碎效果并减少细粒矿物的产生。为提高矿石回收率，应注重控制二次破碎，通过调整装药量和起爆方式来降低大块矿石的产生概率。优化的爆破设计和参数还需兼顾安全和环保要求，通过降低爆破震动和噪音，确保周边环境和人员安全。科学合理的爆破设计与参数优化，是提升露天采矿效率和实现资源高效利用的重要保障。

4.2 安全控制措施与风险管理

在矿岩分离爆破技术实施过程中，安全控制措施与风险管理是关键环节。安全控制的基本目标在于确保人员、设备和环境的安全，避免爆破过程中可能出现的有害影响。高效的风险管理需要全面的危险辨识与评估，以识别潜在的安全隐患，如爆破震动、飞石以及有毒气体排放等。为减小这些风险，应用包括科学的爆破设计、精准的爆破参数优化及严格的作业流程监控。相关安全措施还应包括明确定义危险

区域，并在爆破前后对作业区域进行充分勘查，确保所有人员撤离至安全位置，防止意外伤害。建设完备的应急预案以及对操作人员进行定期的安全培训，可以提高应对突发事件的反应能力。注重技术创新，采用先进的爆破材料与设备，也能有效降低作业风险。这些措施的综合实施，不仅保障了爆破的安全性，还提高了矿山的整体运营效率。

4.3 技术难点与改进方向

矿岩分离爆破技术的实施过程中面临多项技术难点，包括爆破参数的精确选择和控制、岩石性质的复杂性以及爆破后岩体形状的不确定性。这要求深入理解岩石地质特征，优化爆破设计以最大限度减少二次破碎。爆破过程中的安全性和环境影响需高度重视。技术改进方向在于提高爆破设备的精度和灵活性，以及开发先进的监控技术以实时调整爆破方案。探索新材料和技术以提高矿石回收率亦为关键。合理解决这些技术难题，有助于提升矿岩分离爆破技术的整体效率和可控性。

5 矿岩分离爆破技术的前景与挑战

5.1 矿岩分离爆破技术的应用前景

矿岩分离爆破技术在露天采矿中的应用前景十分广阔。随着全球矿产资源的日益匮乏，传统的采矿技术已难以满足高效、经济的开采需求。矿岩分离爆破技术作为一种先进的开采手段，能够在提高矿石回收率、降低生产成本和减少环境影响等方面发挥重要作用。在矿山日渐深部化和复杂化的大背景下，该技术不仅能够有效解决矿体与围岩的复杂分离难题，还能够通过精确的爆破设计优化矿山运营流程，从而提升采矿效率。随着爆破材料和设备的不断进步，矿岩分离爆破技术在绿色矿业和安全管理领域的应用也将得到进一步拓展。伴随数字化和自动化技术的迅猛发展，智能爆破系统的集成应用将为矿岩分离爆破技术开辟新的发展空间。在技术持续成熟和应用经验不断积累的推动下，未来矿岩分离爆破技术将在全球范围内得到更加广泛的应用和推广，为矿业的可持续发展提供坚实的技术支持。

5.2 面临的技术挑战与解决方案

矿岩分离爆破技术在露天采矿中的应用不断扩大，但其面临的技术挑战依然显著。从爆破设备的精密度到材料的环保性，技术障碍限制了其广泛应用。爆破设备需要更高的精确度，以确保对矿岩的有效分离，避免过度粉碎。随着环保法规的日益严格，爆破材料的选择需更加环保，以减少对

环境的影响。在技术解决方案上，通过引入更智能的爆破控制系统，可以提高爆破的精准性和安全性。引入新型环保炸药也是降低作业对环境不良影响的一种方式，通过对爆破后岩石的精细管理，能够有效减少对周边环境的干扰。加强人员培训，提高操作人员对新技术的适应能力，也有助于应对这些技术挑战。如此多管齐下，可以在一定程度上克服当前的技术瓶颈，为矿岩分离爆破技术的推广和应用提供有力支持。

5.3 对露天矿山采矿实践的影响与建议

矿岩分离爆破技术在露天矿山采矿实践中的应用，显著提高了采矿效率与矿石回收率。这项技术的实施需要严格的设计和安全管理，以减少风险和确保稳定的生产环境。技术方面的改进可朝着提高爆破精准度以及降低环境影响的方向发展，采用更多先进的监测与控制技术将有助于优化作业流程。针对不同矿床条件的特异性，调整和优化技术参数，将进一步增强矿岩分离爆破技术的适应性和效能，促进露天矿山的可持续运营。

6 结语

矿岩分离爆破技术在露天采矿中的应用，重点分析了其基本原理、分类及优势，特别是在矿岩破碎、裂隙控制和矿石回收率方面的作用。合理的爆破设计和精准的爆破参数调整能显著提高矿石回收率，减少二次破碎，提升生产效率。文章还强调了安全控制措施和技术难点，特别是在精确控制矿岩分离过程中的风险管理。尽管该技术有优势，但仍面临挑战，如爆破精度受多因素影响，需要进一步优化设计以减少岩石裂隙对效果的影响。同时，不同地质条件下的爆破效果差异较大，未来研究需针对不同矿山特点优化爆破方案。技术推广也受限于操作人员的专业能力和安全管理体系。未来研究可重点加强爆破参数优化、矿山安全管理及智能化爆破技术的应用，以提升精准性和可控性，从而为露天矿山高效开采和安全管理提供技术支持。

参考文献

- [1] 张洪利.控制技术在露天采矿爆破施工的应用[J].电子技术(上海),2020,(04):174-175.
- [2] 梁海明.露天采矿场的控制爆破技术[J].中国金属通报,2020,(22):25-26.
- [3] 郭建新,张波,付明宇.矿岩分离爆破技术在某大型复杂露天铁矿的应用研究[J].现代矿业,2020,36(12):93-95.