

矿山建设中的爆破工程技术优化与创新

刘万龙

中鼎国际工程有限公司 江西南昌 330000

摘 要：爆破技术在矿山开采领域扮演着至关重要的角色，它主要用于破碎岩石，从而实现矿石和废石的松动与分离。这种技术是矿山作业中不可或缺的一部分，因为它能够有效地帮助矿工们获取到埋藏在地下的宝贵资源。然而，随着科技的飞速发展以及对环境保护意识的日益增强，传统的爆破技术已经逐渐显现出其局限性，无法完全适应现代矿山建设的复杂需求。优化和创新爆破工程技术至关重要，这不仅提升了作业效率和精准度，还大幅降低了对环境的负面影响，并增强了矿山作业的安全性，确保了作业过程的顺利进行。

关键词：爆破技术；矿山建设；岩石破碎

爆破技术是矿山开采中用于破碎岩石、形成矿石和废石松动的主要手段。随着科技的进步和环保要求的提高，传统的爆破技术已经不能完全满足现代矿山建设的需求。因此，对爆破工程技术进行优化与创新，不仅能够提高爆破效率，还能有效控制爆破对环境的影响，保障矿山作业的安全。

一、爆破理论基础与工程应用

爆破理论是研究炸药在岩石中爆炸后能量传递、岩石破碎机理以及爆破效果的科学。它不仅涵盖了爆炸动力学，还涉及岩石力学和爆破工程学等多个学科交叉融合的理论体系。爆破材料主要是指用于矿山爆破的炸药、雷管等。这些材料的性能直接影响到爆破效果和安全性。因此，对爆破材料的性能进行深入分析，选择合适的材料，是优化爆破工程的重要环节^[1]。

岩石破碎机理是指在爆破荷载作用下，岩石内部裂纹的产生、扩展和岩石最终破碎的过程。了解这一机理有助于设计更合理的爆破方案，提高爆破效率。爆破振动是爆破过程中不可避免的现象，它会对周围环境和设施产生影响。因此，研究爆破振动效应并采取有效的控制技术，是确保矿山安全和环境保护的关键。爆破设计原则包括确保爆破效果、减少对环境的影响、保障作业人员安全等。通过优化爆破参数，如炸药量、孔网参数、起爆顺序等，可以实现爆破设计原则，提高爆破工程的整体性能。

在实际工程应用中，爆破理论的运用需要结合具体

地质条件和工程需求。例如，在隧道开挖、采石场开采、建筑物拆除等不同场景下，爆破方案的设计和实施都会有所不同。为了达到最佳的爆破效果，工程师需要综合考虑岩石的种类、结构、硬度以及炸药的种类、能量密度等因素。此外，安全措施的制定和执行也是爆破工程中不可忽视的重要环节，以确保在追求效率的同时，最大限度地降低对人员和环境的风险。

二、爆破工程技术优化策略

（一）爆破参数的优化设计

在爆破工程中，爆破参数的优化设计是提高爆破效率和确保作业安全性的重要手段。通过运用科学的计算方法和模拟实验技术，可以精确地确定最佳的炸药量、孔距、排距等关键参数。这些参数的合理选择和设计，有助于实现最佳的爆破效果，同时最大限度地减少对周围环境和人员安全的潜在风险。例如，通过精确计算，可以确定在特定地质条件下最适宜的炸药类型和用量，以及孔与孔之间的最佳间距，从而确保爆破能量的充分利用，同时避免不必要的资源浪费和环境破坏^[2]。

（二）爆破网络设计与起爆技术

爆破网络设计与起爆技术的优化对于有效控制爆破过程中的能量释放至关重要。通过精心设计的爆破网络，可以精确地控制起爆的时序和能量分布，从而减少对周围环境的破坏。采用先进的起爆技术，例如非电起爆系统，可以显著提高起爆的准确性和安全性，确保爆破作业的顺利进行。非电起爆系统通过电子方式控制起爆，避免了传统雷管可能存在的安全隐患，同时提供了更高的起爆精度和灵活性。

作者简介：刘万龙（1987—），男，汉族，安徽阜阳人，职称：副高级，研究方向：矿山建设。

（三）精确控制爆破技术

精确控制爆破技术的运用，包括采用先进的爆破设备和精确的爆破方法，是实现高效、安全爆破的关键。例如，使用电子雷管和延时起爆技术，可以实现对爆破过程的精确控制，从而减少对环境的负面影响。这些技术的应用，不仅提高了爆破作业的精确度，也大大降低了意外事故的风险。电子雷管能够通过编程设定不同的起爆时间，使得爆破过程更加灵活和可控，从而达到减少对周边环境破坏的目的。

（四）爆破安全与环境保护措施

在进行爆破工程时，安全和环境保护措施是绝对不能忽视的。这包括对爆破区域进行严格的管理和控制，对爆破振动和飞石进行有效的控制，以及对爆破产生的粉尘和噪音进行科学的治理。通过这些措施的实施，可以最大限度地减少爆破作业对周边环境和人员安全的影响，确保爆破工程的顺利进行。例如，通过设置安全屏障和使用降噪设备，可以有效降低爆破作业对周围居民的影响^[3]。

（五）爆破效果评估与反馈调整

爆破效果的评估与反馈调整是优化爆破工程的重要环节。通过现场监测和数据分析，可以对爆破效果进行科学的评估。根据评估结果，可以对爆破方案进行必要的调整，以实现最佳的爆破效果。这种基于反馈的调整机制，有助于持续改进爆破技术，提高爆破工程的整体效率和安全性。评估过程中，可以利用现代信息技术，如无人机监测和传感器技术，来收集数据，从而更准确地评估爆破效果，并为后续的爆破作业提供宝贵的经验和数据支持。

三、爆破技术创新实践

（一）高效低振动爆破技术

在矿山建设中，高效低振动爆破技术的应用至关重要。为了实现这一目标，精确装药设计显得尤为关键。通过利用先进的三维建模软件对矿山地质结构进行详尽的模拟，结合岩石的物理力学特性，可以精确计算出每个炮孔所需的装药量。这样的做法确保了炸药能量得到最有效的利用，从而提高了爆破作业的效率。此外，炮孔优化布置也是提高爆破效率和降低振动的重要手段。根据矿体的形态和结构，合理布置炮孔的位置和深度，采用交错排列或梅花形布孔方式，可以显著减少爆破振动对周边环境的影响。在炸药的选择上，低感度炸药的选用是关键。选用低感度、高能效的炸药，如乳化炸药或水胶炸药，这些炸药具有较好的稳定性和较低的爆炸

冲击波，从而在保证爆破效果的同时，最大限度地减少了对环境的负面影响。延时起爆技术的采用，通过使用电子雷管或导爆索实现精确的延时起爆，通过控制起爆顺序和时差，使得爆破振动波在不同方向上相互抵消，有效降低整体振动。最后，振动监测与控制在爆破作业过程中扮演着至关重要的角色。使用振动监测仪器实时监测爆破振动，根据监测数据及时调整爆破参数，确保振动控制在安全范围内，从而保障了作业人员和周边设施的安全^[4]。

（二）预裂爆破与光面爆破技术

预裂爆破技术是一种在矿体开挖前采用的先进技术，它通过沿着设计轮廓线钻设预裂孔，这些孔的间距通常小于正常爆破孔的间距。预裂爆破技术的目的是为了形成一条预裂缝，这样做可以有效地减轻主爆破对边坡的破坏。在实施预裂爆破时，会使用低威力炸药，以确保预裂缝的形成。而光面爆破技术则是在矿体开挖的最后阶段发挥作用，它要求沿着最终开挖面钻设光面孔，并使用特制的光面爆破药包。通过精确控制药量和起爆顺序，光面爆破技术能够实现开挖面的平滑爆破。为了确保预裂和光面爆破的效果，精细化设计是必不可少的，这涉及到对岩石性质的深入分析，进而设计出合理的炮孔直径、孔深、孔间距和装药结构。在爆破后，对预裂和光面爆破的效果进行评估是至关重要的，评估内容包括裂缝的连续性、宽度以及开挖面的平整度，这些评估结果将为后续爆破提供宝贵的优化依据。

实施预裂爆破技术需精确规划，以形成预定轮廓的连续预裂缝。通过密集钻孔和低威力炸药控制裂缝，减少对边坡的破坏。光面爆破技术在开挖最后阶段，通过钻设光面孔和特制药包，精确控制药量和起爆顺序，实现平滑开挖面。结合这两种技术，可提高矿体开挖效率和安全性。为达到最佳爆破效果，需了解岩石特性，设计炮孔参数和装药结构，确保精确控制。爆破后，评估裂缝连续性、宽度和开挖面平整度，这些评估对优化爆破作业、提升效率和安全性至关重要。

（三）微差爆破技术的应用

微差爆破技术在矿山建设中的应用，要求爆破方案设计必须根据矿体的具体条件来进行。设计微差爆破方案时，需要仔细考虑并确定炮孔的布置、装药量和起爆时序。在延时装置的使用上，通常采用高性能的电子雷管或非电导爆管，以实现精确的毫秒级延时起爆。为了监测微差爆破的效果，爆破效果监测通常会采用振动监测、声音监测和视频监控等多种手段，实时监测微差爆

破的效果,并根据监测结果及时调整爆破参数。微差爆破技术的应用,不仅能够有效控制爆破振动,减少对周边环境的影响,而且还能确保施工安全。此外,微差爆破技术的精确控制还能够提高矿石的回收率,减少资源浪费,从而在经济效益上也展现出显著的优势^[5]。

在实际操作中,微差爆破技术的应用需要综合考虑地质条件、矿石类型、爆破目的以及安全要求等多个因素。通过精确计算和科学规划,可以实现对爆破过程的精细管理,从而达到预期的爆破效果。微差爆破技术的实施,要求爆破工程师具备丰富的专业知识和实践经验,以确保爆破方案的科学性和可行性。在爆破实施过程中,还需要对爆破产生的振动、声音和飞石等进行严格控制,以避免对周围环境和设施造成损害。通过不断优化微差爆破技术,可以进一步提升矿山开采的效率和安全性,为矿山企业带来更大的经济和社会效益。

(四) 数字化爆破技术

在现代工程领域中,数字化爆破技术扮演着至关重要的角色。这一技术的核心之一是计算机模拟,它利用先进的计算机软件对爆破过程进行精确的模拟,从而能够预测出爆破效果以及振动的分布情况。通过这种模拟,工程师们能够在实际操作之前,对爆破方案进行评估和优化,确保爆破作业的高效和安全。

传感网络的部署是数字化爆破技术的另一个关键组成部分。在爆破区域内部署无线传感网络,可以实时采集到关于爆破振动、声音和温度等关键数据。这些数据对于评估爆破效果和监测爆破区域的安全状况至关重要。无线传感网络的使用大大提高了数据采集的效率和准确性,为爆破作业提供了实时的反馈信息。远程监控与指挥系统是数字化爆破技术的又一创新应用。该系统实现了爆破作业的远程实时监控和指挥,提升了效率 and 安全性。指挥人员可实时监控爆破现场并快速决策,避免安全风险。数据分析是数字化爆破技术的关键,通过专业工具深入分析数据,优化爆破方案,提高精确性和安全性。工程师通过数据分析识别潜在问题,调整爆破参数,确保作业效果。

(五) 特殊条件下爆破技术的应用

在应对各种特殊环境时,爆破技术的应用必须进行特定的调整和优化,以确保在这些条件下能够安全且有效地执行爆破任务。以水下爆破为例,鉴于水压和流速

的影响,常规的爆破方法可能无法达到预期效果,甚至可能对水下结构的安全性构成威胁。因此,水下爆破作业需采用专门设计的防水炸药和特制的起爆装置,这些装置能够抵御水下的高压环境,并且能够精确控制爆破时机,从而确保水下结构的安全拆除。在进行冻土地区的爆破作业时,低温环境对炸药性能的影响可能导致传统炸药无法正常引爆。因此,冻土爆破作业需选用适应低温环境的炸药,并在作业前进行预热处理,以保证炸药在低温条件下仍能保持良好的引爆性能。采取这些措施有助于确保爆破作业的顺利进行,并降低因炸药性能不稳定所带来的安全风险。在高海拔地区进行爆破作业时,由于该地区低氧环境的影响,常规炸药可能无法达到最佳的爆破效果。高海拔爆破作业需调整炸药配方,改善氧平衡,以适应低氧环境,确保良好的爆破性能。同时,必须加强作业人员的安全防护措施,以保障其生命安全。

结语

爆破工程技术的优化与创新对于提升矿山建设的整体效益具有重要意义。不仅能够在确保安全的前提下提高生产效率,还能有效减少对环境的负面影响,实现矿山建设的可持续发展。未来,随着科技的不断进步和环保要求的进一步提升,爆破技术将继续朝着更加高效、安全、环保的方向发展。进一步的研究应关注新技术、新材料的应用,以及智能化、数字化技术在爆破工程中的深度融合,以期在爆破理论和实践上取得更多突破,为矿山建设提供更加坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]李玉.爆破新技术在矿山建设中的应用[J].中国化工贸易,2020,012(027):139,141.
- [2]王忠伟.工程爆破技术在矿山开采中的应用分析[J].数码设计(上),2021,9:257.
- [3]张迎春,赵良玉,张遵辉,等.预裂爆破技术在露天矿山治理工程中的应用[J].采矿技术,2023,23(2):135-138.DOI:10.3969/j.issn.1671-2900.2023.02.031.
- [4]李栋.边坡控制爆破技术在绿色矿山建设中的应用[J].电脑校园,2023:2713-2714.
- [5]贺晓峰.绿色矿山建设中露天台阶爆破技术的应用及发展探究[J].冶金管理,2023(15):28-30.