

矿山爆破安全与技术的研究

郭晓龙

山西东庄煤业有限公司 山西 长治 046308

摘要：矿山爆破技术作为矿山开采中的关键环节，其效率和安全性直接影响到整个开采过程的顺利进行。随着科技的进步和环保意识的提高，传统的爆破技术已逐渐无法满足现代矿山开采的需求。因此，本文旨在全面介绍矿山爆破技术的基本原理、主要类型、关键技术以及安全管理措施，并探讨其未来的发展趋势和挑战，以期能为矿山开采提供更加安全、高效、环保的解决方案。

关键词：矿山爆破；安全管理；技术研究

引言：随着社会与科技的进步，爆破技术得以全面提升。本文深入探讨了矿山爆破的核心，涵盖基本原理、三大类型（井巷掘进、地下采场、露天开采）及其特点，以及光面、微差、预裂爆破等关键技术的原理与应用。并且，强调了安全管理的重要性，包括炸药选用、装药填塞、炮眼布置、起爆设计及现场管理等。最后，展望了矿山爆破技术的未来，指出技术创新与绿色环保将是推动发展的关键。此综述全面总结了矿山爆破技术的现状与未来趋势。

1 矿山爆破技术概述

1.1 爆破技术的基本原理

爆破技术，作为一种高效且广泛应用的工程手段，其核心在于利用炸药爆炸时瞬间释放出的巨大能量，对岩石或其他介质的结构进行破坏，以达到预定的破碎或移动效果。这一过程涉及复杂的物理和化学变化。当炸药被引爆时，其在极短的时间内（通常以毫秒计）迅速分解，释放出大量的热能、光能以及机械能^[1]。这些能量转化为高温、高压的气体，形成一个急剧膨胀的爆炸波，对周围介质产生强烈的冲击和压缩作用。这种高强度的冲击波能够克服岩石等介质的内部结合力，使其发生破裂和碎化，从而达到破碎的目的。此外，爆破过程中还伴随着气体的快速膨胀和冷却，形成所谓的“爆炸气体效应”，进一步加剧了岩石的破碎。并且，爆炸产生的飞石和震动也是爆破效果的重要组成部分，但同时也是需要严格控制的安全因素。

1.2 矿山爆破的主要类型

矿山爆破技术，根据开采的实际需求，可细分为井巷掘进爆破、地下采场爆破以及露天开采爆破等多种类型。这些爆破类型各具特色，适用于不同的开采环境和作业要求。（1）井巷掘进爆破，作为地下矿山开采的关键技术，主要用于开拓地下通道。它要求精确控制炸药

量和爆破参数，以确保爆破后巷道的形状和尺寸符合设计要求，尽可能减少对周围岩体的损伤，保护巷道的稳定性。（2）地下采场爆破，则主要用于矿石的大规模开采。在地下采场中，根据矿石的分布和赋存条件，爆破设计需综合考虑开采效率、矿石回收率以及采场的稳定性。通过合理的爆破方案，可以实现矿石的有效破碎和采场的顺利推进。（3）而露天开采爆破，则适用于地形开阔的露天矿场。在露天环境中，爆破作业相对容易进行，但也需要严格控制飞石、震动等安全因素，以确保周边环境和居民区的安全。

2 矿山爆破的关键技术分析

2.1 光面爆破技术

光面爆破技术，作为矿山井巷掘进中的一种先进爆破方法，其核心在于对炸药能量及其作用范围的精细控制。该技术在井巷掘进设计断面的轮廓线上精心布置加密的周边孔，这些孔位的设计旨在确保爆破后井巷的轮廓形状与设计高度一致。为了实现这一目标，技术人员会减小药包直径和装药量，并采用低密度和低爆速的炸药。这样的配置能够有效降低爆炸冲击波对围岩的破坏作用，从而保护井巷围岩的稳定性。光面爆破技术的优势在于其能够显著减少井巷掘进过程中的超挖和欠挖现象，提高掘进效率，并降低后续的维护成本。通过精确控制炸药能量，该技术能够在保证爆破效果的同时，最大限度地减少对周围岩体的扰动，确保井巷的稳定性和安全性。此外，光面爆破技术还有助于改善井巷的通风条件，降低粉尘浓度，为矿工提供更好的工作环境。

2.2 微差爆破技术

微差爆破技术，亦被业界称为毫秒爆破技术，是一种先进的爆破手段。其核心在于通过精确调控不同炮孔间的起爆时间差，旨在降低爆破作业对周边环境的破坏力。此技术在地下采场与露天矿场的爆破作业中，均展

现出了广泛的应用价值。微差爆破技术的精髓,在于对每个炮孔的起爆时间进行精细设定^[2]。借此,爆破产生的冲击波与地震波在相互作用中得以干扰和抵消,从而减轻对周围岩体和建筑物的损害。此技术的显著优势,在于它能大幅缩减飞石的飞行距离,并限制振动波的传播范围,进而降低爆破作业对周边环境和人员安全的潜在威胁。此外,微差爆破技术还能有效提升爆破效率,减少炸药用量,进而降低爆破成本。在地下采场的应用中,该技术更有助于减少采空区的形成,提高矿石回收率,为矿山的可持续开采奠定了坚实基础。

2.3 预裂爆破技术

预裂爆破技术是一种先进的爆破方法,其核心在于在预定爆破区域内首先进行裂缝的爆出,以此形成预裂面。随后,再对这一预裂面以外的岩石进行爆破作业。此技术的独特之处在于,它利用预先形成的裂缝,有效缓冲了爆破过程中产生的振动波对周围岩体的影响,从而显著降低了爆破对岩体的破坏程度。预裂爆破技术不仅有助于保持开挖轮廓的整洁性,还能提高掘进效率。这一技术特别适用于那些稳定性较差,同时又需要严格控制开挖轮廓的软弱岩层。在这些岩层中,传统的爆破方法往往难以达到理想的开挖效果,也无法保证岩体的稳定性。而预裂爆破技术则通过预先形成裂缝,为后续爆破作业创造了更为有利的条件,从而确保了开挖轮廓的准确性和岩体的稳定性。此外,预裂爆破技术还有助于减少爆破作业对周围环境和人员安全的潜在威胁。它提高了矿山开采的安全性和可持续性,为矿山作业提供了一个更为可靠、高效的爆破方案。因此,预裂爆破技术在现代矿山开采中发挥着举足轻重的作用,是确保开采作业顺利进行和保障人员安全的重要手段。

3 矿山爆破安全管理

3.1 合理选择炸药种类和用量

在矿山爆破作业中,炸药的选择与用量控制是确保整个爆破过程安全、高效进行的基础。炸药作为爆破能量的载体,其种类和用量的合理性直接关系到爆破效果的好坏以及作业的安全性。不同种类的炸药,如铵油炸药、乳化炸药、水胶炸药等,各具特色,适用于不同的爆破场景和岩石性质。铵油炸药,以其良好的爆炸性能和相对较低的成本,在矿山爆破中得到了广泛应用。它适用于硬度适中、节理发育的岩石,能够产生均匀的破碎效果。然而,对于硬度较高或韧性较强的岩石,铵油炸药可能无法达到预期的效果,此时就需要考虑使用其他类型的炸药。乳化炸药和水胶炸药,作为新型炸药,具有更高的爆炸能量和更好的环保性能。它们适用于对

爆破效果有较高要求或对环境影响有严格限制的场合。乳化炸药以其良好的抗水性和较高的爆炸威力,在潮湿环境下仍能保持良好的爆破效果;而水胶炸药则以其低毒、低烟、低尘的特点,更符合现代矿山爆破对环保的要求。

3.2 严格控制装药和填塞质量

装药与填塞质量,无疑是决定爆破效果好坏的核心要素。在装药环节,必须一丝不苟地遵循设计要求,确保炸药能均匀分布,且装药量精确无误。因为炸药的分布与装药量,直接关联着炸药能量的释放及爆破效果的达成。若炸药分布不均或装药量欠缺,不仅会削弱爆破效果,还可能埋下安全隐患。为此,在装药时,首先要确保装药设备的精准与可靠,以规避任何故障或偏差;其次,要强化装药过程的监管,保证操作人员严循规范。至于填塞材料的选择与填塞质量,同样对爆破效果有着举足轻重的影响。优质的填塞能有效减少炸药能量的流失,进而提升爆破效果。因此,在挑选填塞材料时,应倾向于那些密度适中、强度可靠的材料,例如砂土、黏土等。这些材料因具备良好的密封性和抗压性,能有效阻止炸药爆炸时产生的气体和冲击波从炮眼中泄露,从而确保爆破能量的充分利用和爆破效果的最大化。

3.3 科学布置炮眼和确定起爆网络

炮眼的布置与起爆网络的设计,在爆破作业中占据着举足轻重的地位。炮眼的布置并非随意,而是需根据岩石的性质及爆破的具体要求来精心确定。在布置过程中,工作人员需对岩石的节理、裂隙等自然弱面进行深入研究,同时预测爆破后岩石的破碎程度及抛掷方向。通过科学合理的炮眼布置,可以确保爆破能量的有效利用,进而实现爆破效果的最大化。而起爆网络的设计,同样对爆破效果产生着重要影响。一个精心设计的起爆网络,能够实现定向爆破,使岩石按照预定的方向进行破碎和抛掷^[3]。这不仅可以显著提高爆破效率,还能有效降低对周围环境的破坏。因此,在设计起爆网络时,工作人员需精确计算不同炮孔之间的起爆时间差及起爆顺序。通过严谨的控制,确保岩石能够按照预期的方向进行破碎和抛掷,从而实现爆破作业的最佳效果。

3.4 加强爆破现场的安全管理

爆破现场的安全管理是确保爆破作业顺利进行的关键。在爆破作业前,必须对爆破区域进行全面清理和安全警戒,防止无关人员进入爆破区域。这是确保爆破作业安全进行的基本措施。并且,还需要对爆破作业现场进行安全检查,确保各项安全措施落实到位。这包括检查爆破器材的完好性、可靠性以及操作人员的资质和技

能水平等。在爆破作业过程中，必须严格遵守操作规程和安全规定，禁止违章操作。这是确保爆破作业安全进行的重要保障。操作人员应经过专业培训并持证上岗，熟悉爆破作业流程和安全规范。他们应严格按照操作规程进行操作，确保爆破过程的顺利进行。还需要配备完善的应急救援设备和器材。这些设备和器材应放置于易于取用的位置，并定期进行检查和维护，确保其处于良好的工作状态。一旦发生事故，应立即启动应急预案，进行及时有效的救援和处理。通过加强爆破现场的安全管理，可以确保爆破作业的安全进行，降低事故的风险和损失。

4 矿山爆破技术的发展趋势

4.1 技术创新引领发展

在科技日新月异的今天，矿山爆破技术正经历着前所未有的变革与创新。数字化、智能化技术的融入，为爆破作业带来了革命性的改变。通过先进的计算机模拟与仿真技术，爆破设计人员能够更准确地预测爆破效果，优化爆破参数，从而提高爆破作业的安全性和效率。此外，随着物联网、大数据、人工智能等技术的不断发展，未来爆破作业有望实现更加精准的定位爆破，减少不必要的能量浪费和对周围环境的破坏。新材料、新工艺的应用也是推动爆破技术进步的重要因素。传统的炸药材料在爆炸过程中会产生大量的有害气体和粉尘，对环境和人体健康造成威胁。而新型环保炸药材料的研发，将有效降低爆破作业对环境的污染。未来，爆破技术将更加注重精准定位爆破、无人操作爆破技术以及多源数据融合爆破技术的研发和应用。这些技术的突破，将进一步提升爆破作业的智能化水平，为矿山开采提供更加安全、高效、环保的解决方案。

4.2 绿色环保成为趋势

在全球环保意识不断增强的今天，矿山爆破技术正朝着更加绿色、环保的方向迈进。传统的爆破作业，由于过程中会产生大量的有害气体、粉尘以及噪音，对

周边环境和居民生活造成了严重的困扰和危害。因此，绿色环保的爆破技术已成为矿山行业转型升级的必由之路。为了实现爆破作业的绿色环保，矿山企业正积极引入低污染、低能耗的爆破材料和设备。这些新型材料和设备在爆炸时产生的有害气体和粉尘大大减少，从而显著降低了对环境的污染。并且，企业还大力推广绿色开采理念，倡导科学合理的开采方式和爆破技术，以实现矿产资源的可持续开发与生态环境的和谐共存^[4]。在具体实践中，矿山企业采用了定向爆破技术，通过精确控制岩石的破碎方向和抛掷距离，最大限度地减少了对周边环境的破坏。此外，预裂爆破技术的应用也取得了显著效果，它有效降低了爆破产生的震动和噪音，保护了周边建筑物的安全，减少了对居民生活的干扰。

结语：综上所述，矿山爆破技术作为矿山开采的重要组成部分，其发展和应用对于提高开采效率、保障作业安全以及保护生态环境具有重要意义。通过不断创新和优化关键技术，加强安全管理措施，以及积极推动绿色环保爆破技术的发展，我们可以更好地应对矿山爆破面临的挑战，实现矿产资源的可持续开发与生态环境的和谐共存。未来，随着科技的不断进步和环保意识的不断提高，我们有理由相信，矿山爆破技术将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]陆克松,陆天龙.矿山爆破安全与技术的探析[J].中国金属通报,2020(08):213-214.
- [2]姚志龙.探索露天矿山爆破技术对矿山安全的影响[J].世界有色金属,2020(03):117+119.
- [3]赵定魁.矿山爆破安全与技术的研究[J].水电水利,2021,5(5): 29-30.
- [4]黄梦龙,吴钦正,李金平,等.基于JKSimBlast的露天矿爆破效果数值模拟研究与应用[J].爆破,2022,39(3):95-99,189.