

矿山爆破技术的未来发展趋势

权树恩 陈 磊 陈佳秉

浙江秦核环境建设有限公司 浙江 嘉兴 314001

摘要: 矿山爆破技术作为矿业开采的关键环节,其发展水平直接影响着矿山开采的效率、安全与环保。随着科技的不断进步和矿业行业的持续变革,矿山爆破技术正面临着新的机遇与挑战。本文深入探讨了矿山爆破技术在智能化、绿色化、精准化以及与其他技术融合等方面的发展趋势,分析了这些趋势背后的驱动因素,旨在为矿山爆破技术的进一步发展提供理论参考与实践指导。

关键词: 矿山爆破技术;智能化;绿色化;精准化;发展趋势

1 引言

矿山爆破技术在矿山开采中占据着举足轻重的地位,它不仅能够高效地破碎岩石,为后续的采矿作业创造条件,还在一定程度上影响着矿山生产的安全性和经济效益。传统的矿山爆破技术在长期的应用过程中,虽然积累了丰富的经验,但也暴露出一些问题,如爆破效果难以精确控制、对周边环境影响较大、安全隐患较多等。随着全球对资源需求的不断增长以及对环境保护和安全生产要求的日益严格,矿山爆破技术必须不断创新和发展,以适应新的形势和需求。因此,深入研究矿山爆破技术的未来发展趋势具有重要的现实意义。

2 矿山爆破技术发展现状

2.1 现有技术体系

目前,矿山爆破技术已经形成了一套相对成熟的技术体系,主要包括炸药爆破技术和非炸药爆破技术。炸药爆破技术是目前应用最为广泛的爆破方法,其通过炸药爆炸产生的巨大能量来破碎岩石。根据炸药的种类和装药结构的不同,又可分为浅孔爆破、深孔爆破、硐室爆破等多种方式。非炸药爆破技术则主要包括二氧化碳爆破、静态破碎等,这些技术在一定程度上减少了对炸药的依赖,具有安全、环保等优点,但在应用范围和爆破效率上还存在一定的局限性。

2.2 取得的成就

在长期的发展过程中,矿山爆破技术取得了显著的成就。一方面,爆破器材的性能不断提高,新型炸药的出现使得爆破能量更加集中,爆炸威力更大,同时对周边环境的影响更小。另一方面,爆破设计理论和施工方法不断完善,通过计算机模拟和现场试验相结合的方式,能够更加准确地预测爆破效果,优化爆破参数,提高爆破质量和效率。此外,在爆破安全管理方面也积累了丰富的经验,建立了一套完善的安全管理制度和应急

预案,有效降低了爆破事故的发生率。

2.3 存在的问题

尽管矿山爆破技术取得了一定的进展,但仍然存在一些问题亟待解决。首先,爆破效果的精准控制难度较大,由于岩石性质的复杂性和爆破过程的不可预测性,往往难以实现理想的爆破效果,导致大块率较高、根底较多等问题,增加了后续的铲装和运输成本。其次,爆破对周边环境的影响较为严重,如爆破振动、飞石、粉尘和有害气体等,不仅会对周围的建筑物、设施和生态环境造成破坏,还会对人员的健康和生命构成威胁^[1]。此外,矿山爆破技术的智能化水平较低,大部分爆破作业仍然依赖人工操作和经验判断,缺乏有效的自动化监测和控制手段,导致生产效率低下,且存在一定的安全隐患。

3 矿山爆破技术未来发展趋势的驱动因素

3.1 科技进步的推动

随着信息技术、自动化技术、新材料技术等领域的快速发展,为矿山爆破技术的创新提供了强大的技术支持。例如,传感器技术、物联网技术和大数据分析技术的应用,使得能够实时监测爆破过程中的各种参数,如振动、应力、温度等,并通过数据分析实现对爆破效果的精准评估和预测。自动化控制技术的发展则可以实现爆破作业的远程控制和自动化操作,提高生产效率和安全性。新型炸药和爆破器材的研发也为提高爆破效果和降低环境影响提供了可能。

3.2 环保要求的提高

全球对环境保护的重视程度日益提高,矿山开采作为对环境影响较大的行业之一,面临着越来越严格的环保法规和标准。矿山爆破过程中产生的粉尘、有害气体、噪声和振动等对周边环境造成了严重的污染和破坏,因此,发展绿色、环保的爆破技术成为必然趋势。例如,采用低尘、低毒、低噪声的炸药和爆破器材,优化爆破参

数以减少爆破振动和飞石的产生,加强对爆破粉尘和有害气体治理等,都是满足环保要求的重要措施。

3.3 安全生产的需求

矿山爆破作业是一项高风险的工作,一旦发生事故,往往会造成严重的人员伤亡和财产损失。因此,提高矿山爆破作业的安全性是矿山企业和社会关注的焦点。随着智能化技术的发展,通过引入自动化监测和控制系统,可以实时掌握爆破作业的状态,及时发现和处理安全隐患,有效降低事故发生的概率。同时,精准化的爆破设计也能够减少爆破对周边围岩的破坏,提高边坡的稳定性,保障矿山生产的安全。

3.4 矿业行业的发展需求

随着全球经济的持续发展,对矿产资源的需求不断增长,矿山开采规模也在不断扩大。为了提高矿山开采的效率和经济效益,降低生产成本,矿山企业需要不断改进和优化爆破技术。精准化的爆破技术能够提高矿石的破碎质量和回收率,减少二次破碎和选矿成本;智能化的爆破技术则能够实现爆破作业的高效组织和协同,提高生产效率。此外,随着矿山开采向深部、复杂地质条件方向发展,对爆破技术的适应性也提出了更高的要求,需要研发更加先进、可靠的爆破技术和装备。

4 矿山爆破技术未来发展趋势

4.1 智能化发展趋势

4.1.1 爆破设计与参数优化的智能化

传统的爆破设计主要依赖工程师的经验和简单的计算,难以充分考虑岩石性质、地质构造、周边环境等多种因素的影响,导致爆破效果往往不理想。未来,借助人工智能、大数据和机器学习等技术,将能够建立更加精准的爆破设计模型。通过对大量历史爆破数据的分析和学习,模型可以自动识别不同地质条件下的最优爆破参数,如孔网参数、装药结构、起爆顺序等,实现爆破设计的智能化和个性化^[2]。同时,在爆破过程中,实时采集的数据可以反馈到模型中,对爆破参数进行动态调整,进一步提高爆破效果。

4.1.2 爆破作业的自动化控制

自动化控制技术将在矿山爆破作业中得到广泛应用。例如,采用智能钻机进行钻孔作业,能够根据预设的参数自动调整钻孔深度、角度和间距,提高钻孔精度和效率。在装药环节,自动化装药设备可以实现炸药的精确计量和装填,避免人工装药带来的误差和安全隐患。起爆系统也将实现智能化控制,通过远程操作和定时起爆功能,减少人员在爆破现场的停留时间,提高起爆的安全性和可靠性。此外,利用无人机和机器人技术

进行爆破现场的监测和巡检,能够及时发现潜在的安全问题,为爆破作业提供更加全面的保障。

4.1.3 爆破监测与评估的智能化

智能化的监测系统将在矿山爆破中发挥重要作用。通过在爆破区域布置大量的传感器,如振动传感器、应力传感器、位移传感器等,能够实时监测爆破过程中的各种物理量,并将数据传输到监控中心。利用大数据分析和人工智能算法,对这些数据进行实时处理和分析,可以快速准确地评估爆破效果,如岩石破碎程度、振动影响范围等。同时,通过对监测数据的长期积累和分析,还能够预测爆破可能对周边环境和设施造成的影响,为后续的爆破设计和施工提供参考依据。

4.2 绿色化发展趋势

4.2.1 新型环保炸药与爆破器材的研发与应用

为了减少爆破对环境的污染,研发新型环保炸药和爆破器材是关键。未来的炸药将朝着低尘、低毒、低噪声、低污染的方向发展。例如,采用新型的氧化剂和可燃剂,降低炸药爆炸时产生的有害气体和粉尘排放;研发水胶炸药、乳化炸药等环保型炸药,提高炸药的安全性和环保性能。此外,在爆破器材方面,将开发更加高效、节能的起爆器材,如电子雷管等,实现起爆的精确控制和能量的高效利用。

4.2.2 爆破粉尘与有害气体的治理技术

爆破过程中产生的粉尘和有害气体是矿山环境污染的主要来源之一。未来,将加强爆破粉尘和有害气体的治理技术研究^[3]。例如,采用湿式钻孔、水封爆破等技术,减少钻孔和爆破过程中粉尘的产生;在爆破现场设置喷雾降尘系统,对爆破产生的粉尘进行及时捕捉和沉降。对于有害气体的治理,可以采用通风换气、吸附净化等方法,降低有害气体的浓度,确保作业环境的空气质量符合标准要求。

4.2.3 生态友好型爆破技术的推广

生态友好型爆破技术是指在爆破过程中尽量减少对周边生态环境的破坏,实现矿山开采与生态保护的协调发展。例如,采用预裂爆破、光面爆破等技术,能够形成平整的边坡,减少对周边植被和土壤的破坏,有利于边坡的稳定和生态恢复。此外,在爆破设计中充分考虑周边生态敏感区域,如水源地、野生动物栖息地等,通过优化爆破参数和施工方案,最大限度地降低爆破对这些区域的影响。

4.3 精准化发展趋势

4.3.1 岩石性质与地质条件的精准探测

精准的爆破需要准确了解岩石的性质和地质条件。

未来,将采用更加先进的探测技术,如地球物理勘探、三维激光扫描、钻孔摄像等,对矿山的地质结构、岩石力学性质、节理裂隙发育情况进行详细探测和分析。通过建立三维地质模型,能够直观地展示矿山的地质特征,为爆破设计提供更加准确的基础数据。同时,利用大数据和人工智能技术对探测数据进行分析处理,可以预测岩石的爆破特性和破碎效果,为爆破参数的优化提供依据。

4.3.2 爆破效果的精准控制

精准控制爆破效果是矿山爆破技术发展的重要目标。通过优化爆破参数和采用先进的爆破技术,如微差爆破、定向爆破等,能够实现对岩石破碎程度、块度分布、抛掷距离等的精准控制。例如,在微差爆破中,通过精确控制各药包之间的起爆时间间隔,使岩石在爆破过程中受到多次冲击和破碎,提高破碎效果,同时减少爆破振动和飞石的产生。定向爆破则可以将爆破能量集中在特定方向,实现岩石的定向抛掷,减少对周边围岩的破坏。

4.3.3 边坡稳定与安全控制的精准化

在矿山开采过程中,边坡的稳定性至关重要。精准化的爆破技术能够减少爆破对边坡的扰动,提高边坡的稳定性。通过精确控制爆破参数和施工工艺,避免爆破产生过大的振动和应力集中,防止边坡滑坡、崩塌等事故的发生^[4]。同时,利用先进的监测技术对边坡的变形和应力变化进行实时监测,及时发现边坡的潜在安全隐患,并采取相应的加固措施,确保矿山生产的安全。

4.4 与其他技术的融合发展趋势

4.4.1 与采矿工艺的深度融合

矿山爆破技术与采矿工艺密切相关,未来两者将实现更加深度的融合。例如,在露天矿山开采中,爆破技术将与穿孔、铲装、运输等工艺环节紧密配合,实现整个采矿流程的优化和协同。通过合理调整爆破参数和采矿设备的作业顺序,提高采矿效率,降低生产成本。在地下矿山开采中,爆破技术将与掘进、支护等工艺相结合,根据不同的地质条件和开采要求,选择合适的爆破方法和支护方式,确保地下开采的安全和高效。

4.4.2 与数字化矿山建设的融合

数字化矿山建设是矿山行业发展的重要方向,矿山爆破技术将与之深度融合。通过建立矿山爆破数字化管理系统,实现爆破设计、施工、监测等环节的信息化和智能化管理。将爆破数据与矿山的其他生产数据进行集成和分析,为矿山生产决策提供更加全面的支持。例如,利用地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)技术,对爆破区域进行精确定位和空间分析,优化爆破布局;通过数字化管理平台,实现对爆破器材的库存管理、使用跟踪和安全监管,提高爆破作业的安全性和规范性。

4.4.3 与新能源技术的融合

随着新能源技术的不断发展,矿山爆破技术也将与之融合。例如,利用太阳能、风能等可再生能源为爆破设备提供动力,减少对传统能源的依赖,降低能源消耗和碳排放。在爆破现场的照明、通风等辅助设施中,也可以采用新能源技术,提高能源利用效率,实现绿色矿山建设。此外,新能源技术还可以为爆破监测和控制系统提供稳定的电力供应,确保监测数据的准确传输和处理。

结语

矿山爆破技术未来呈智能化、绿色化、精准化及与其他技术融合趋势,这是科技进步、环保及安全要求提升、矿业发展等因素共同推动的。智能化提升生产效率与安全性,绿色化实现开采与生态协调,精准化保障边坡稳定与矿山安全,技术融合促进协同发展。矿山企业应加大研发投入,引进新技术装备,加强人才培养;政府应政策支持,制定标准规范;科研机构应与企业合作攻关。多方协同,推动技术进步,实现矿业可持续发展。

参考文献

- [1]方涛.矿山爆破控制技术的研究与应用[J].中国金属通报,2024,(09):7-9.
- [2]姚茨.智能化矿山爆破技术的发展与应用探讨[J].世界有色金属,2024,(06):40-42.
- [3]马占科.建材矿山爆破开采技术及发展[J].居舍,2019,(19):193.
- [4]文家荣.露天矿山深孔台阶爆破技术的现状与发展趋势[J].中国金属通报,2023,(04):4-6.