

煤矿智能爆破技术的安全管理及应用前景

郭卫东 王质彬 祁瑞祥

新疆雪峰爆破工程有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]传统煤矿爆破作业常常伴随着较高的安全风险与环境污染问题,且缺乏有效的实时监控与精准控制手段。随着大数据、物联网及人工智能等技术的引入,智能爆破技术使得爆破过程能够实时优化,显著提高了作业的安全性,并有效减少了对环境的负面影响。智能爆破不仅提升了煤矿行业的安全性与环保水平,而且为矿山的智能化及绿色发展指明了重要的方向。

[关键词]智能爆破;技安全管理;应用前景

DOI: 10.33142/ect.v3i4.16101

中图分类号: TD235.2

文献标识码: A

Safety Management and Application Prospects of Intelligent Blasting Technology in Coal Mines

GUO Weidong, WANG Zhibin, QI Ruixiang

Xinjiang Xuefeng Blasting Engineering Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Traditional coal mine blasting operations often come with high safety risks and environmental pollution issues, and lack effective real-time monitoring and precise control methods. With the introduction of technologies such as big data, the Internet of Things, and artificial intelligence, intelligent blasting technology enables real-time optimization of the blasting process, significantly improving the safety of operations and effectively reducing negative impacts on the environment. Intelligent blasting not only improves the safety and environmental protection level of the coal mining industry, but also points out an important direction for the intelligent and green development of mines.

Keywords: intelligent blasting; technical safety management; application prospects

引言

随着科技的飞速发展,智能化技术的广泛应用已成为提升各行业效率、安全性及环保水平的重要动力。在煤矿行业面临安全、环保及资源利用等多重挑战的背景下,智能爆破技术应运而生,成为提高开采效率及确保安全的关键手段。通过精准的监控与数据分析,智能爆破不仅提升了爆破精度,还优化了资源的开采与管理,显著减少了环境污染,展现出广泛的应用前景。探讨煤矿智能爆破技术在安全管理中的创新作用及其应用前景,重点分析智能监测系统在爆破安全中的实时预警功能,以及其对环境保护的积极影响。通过深入研究,期望为煤矿行业的智能化转型提供理论依据与实践指导。

1 智能爆破技术概述

智能爆破技术融合了先进的传感器技术、自动化控制系统、数据分析及人工智能,逐渐发展为一种高效、安全、精确的爆破手段,满足现代爆破作业的要求。核心理念是通过实时监测关键参数,在爆破过程中自动调整作业参数,同时借助大数据与机器学习技术来预测与优化爆破效果,从而实现精准控制与有效的风险管理。与传统爆破方法依赖人工经验与静态标准不同,智能爆破通过传感器与实时监控系統,能够全面采集现场数据,基于智能算法及时优化爆破参数,以达到最佳破碎效果,并减少对周围环境的扰动。通过大数据分析,智能爆破还能够建立作业模型,

进行精准的爆破预测,进一步优化爆破流程,从而提升作业效率。在露天矿山应用中,智能爆破技术不仅显著改善了矿石破碎效果,还有效减少了震动、飞石与噪音等问题,大大降低了安全隐患。随着智能化技术的持续进步,煤矿爆破作业正逐步向全面数字化管理与自动化控制过渡,实现更精细化的爆破作业管理与优化。

2 煤矿智能爆破技术的安全管理

2.1 露天矿山爆破作业的安全风险分析

露天矿山的爆破作业,由于其复杂的作业环境、广泛的作业面以及庞大的规模,通常面临着多重安全风险。震动效应是其中一个常见的安全隐患。爆破后,地震波向四周扩散,可能引发岩体崩塌或边坡滑坡等灾害,尤其是在矿区边坡或地质条件不稳定的区域,风险更为突出。飞石和飞尘问题同样是安全隐患的重灾区。岩石碎片在爆破后飞溅,不仅威胁到作业人员的生命安全,还可能损坏矿区的基础设施,从而增加事故发生的几率。除了震动与飞石,气体与烟雾的释放也是不容忽视的风险。在爆破过程中,煤矿中的有害气体(如一氧化碳、二氧化氮等)可能大量释放。特别是在封闭或半封闭的矿井环境中,这些有毒气体容易积聚,严重时甚至会引发窒息或中毒事故。因此,确保作业环境的安全,必须加强通风系统与气体监控。此外,传统爆破技术往往依赖大量的人工经验,操作中的失误常常成为潜在的安全隐患。例如,爆破孔的布置不当或

炸药装药量失衡,可能直接影响爆破效果,甚至导致未爆炸药物的遗留,这在后续作业中会带来极大的安全隐患。面对这些传统安全风险,智能化与自动化爆破技术逐渐展现出其显著优势。通过实时监控爆破环境与效果,智能爆破技术能够精准调控作业过程,有效降低人为失误带来的风险,从而保障作业的安全与高效。智能化技术的应用也伴随着新的挑战,诸如数据传输的稳定性与系统的容错能力等问题,这些问题亟需在实际操作中加以解决。因此,全面识别并防控各类安全风险,成为推动露天矿山智能爆破技术顺利应用的关键。

2.2 智能爆破技术对爆破安全管理的创新作用

智能爆破技术的引入标志着煤矿爆破安全管理进入了一个崭新的时代。与传统依赖人工控制与经验判断的方式相比,智能爆破技术融合了高精度传感器、实时数据采集与分析、自动化控制系统以及智能决策算法,显著提高了爆破作业的安全性与精准度。在作业过程中,智能爆破系统能够实时监测现场的多个关键参数,如震动幅度、气体浓度以及飞石轨迹等,这些数据被实时反馈至控制中心,作业人员能够在爆破前、过程中以及爆破后,及时识别潜在的安全隐患。通过这一即时获取信息的能力,作业人员能迅速采取必要措施。例如,若监测系统检测到震动超标或气体浓度异常,爆破参数将由智能系统自动调整,或系统会发出预警,提前预防可能发生的安全事故。通过这种实时监控与智能调控,作业的安全性得到了显著增强,也有效避免了人为疏漏和操作失误。此外,智能爆破技术还能精准优化爆破设计与执行方案,通过精确计算爆破力的分布,避免了传统方法中常见的过度爆破或不充分爆破的现象,这种优化不仅提高了爆破效果,还减少了过度震动与飞石的发生,从而降低了事故风险。智能化系统还具备远程操控与自动化执行的功能,极大减少了作业人员在高风险环境中的直接暴露。借助自动化设备,爆破作业可以在远程控制下完成,从而显著降低了人工操作中的潜在错误,进一步提高了作业的安全性。

2.3 智能监测系统与实时安全预警

智能监测系统已成为现代煤矿爆破作业中不可或缺的关键组成部分,尤其在提高安全管理水平方面,发挥着至关重要的作用。通过高度集成的传感器网络、数据采集模块及智能分析平台,系统能够实时获取爆破现场的多种环境数据,从而为安全管理提供可靠依据。监测的关键参数包括爆破前后的震动强度、空气中有害气体的浓度、飞石轨迹及气候变化等,系统的即时反馈有效支持了精确的安全管理。在爆破作业过程中,智能监测系统持续监测现场的动态变化,及时识别潜在风险。例如,当震动幅度超出预设范围,或有害气体浓度异常上升时,系统将迅速发出警报并启动自动化控制机制,调整作业参数或暂停作业。此预警机制显著提升了对突发事件的响应速度,有效减少

了人为延误带来的风险。此外,智能监测系统还具备数据存储与历史记录查询的功能,为后期分析与优化提供了重要的数据支持,通过对爆破作业数据的持续跟踪与大数据分析,系统能够识别潜在的安全隐患,并向管理层提供预警。例如,当系统长期监测到某一地区震动频率上升时,系统能够分析这一变化背后的趋势,提前进行地质评估或调整工作方案,以避免潜在的风险。借助这些先进技术手段,智能监测系统不仅显著提升了爆破作业的安全性,也有效减少了事故的发生。这使得煤矿爆破作业从传统的被动管理模式转向了更加主动与精细化的安全管理模式,为煤矿生产的智能化与自动化奠定了坚实的基础。

2.4 爆破作业的安全管理制度与责任落实

爆破作业的安全管理制度是煤矿爆破安全保障的核心框架,旨在规范作业过程,明确各级管理人员的职责与义务。在传统爆破作业中,安全管理制度往往侧重于操作规范,而随着智能爆破技术的引入,制度的内容与执行方式发生了深刻变化,逐步更加重视实时监控、精确控制与全面评估。随着智能爆破技术的广泛应用,安全管理制度需要与先进技术手段紧密结合^[1]。在制度层面,矿山企业应当构建一个综合性的管理体系,涵盖智能监测、数据分析及预警机制。具体来说,制度应当明确规定对爆破前后环境数据进行实时监控,并确保这些数据与安全管理系统的有效对接,确保每次爆破作业都有充分的数据支持与风险评估。信息化与数字化的管理方式使得作业人员能够随时掌握现场安全动态,并根据实时数据反馈及时调整作业计划或采取必要的安全措施。在爆破作业安全管理制度中,责任落实是至关重要的核心要素。为了确保安全管理工作的有效实施,制度应当明确规定各级管理人员的安全职责,并确保责任落实到人。矿山企业还需建立完善的责任追溯机制,一旦发生安全事故,能够迅速追踪问题源头并追究责任。在智能爆破系统中,操作记录与数据均可追溯,这使得责任追溯变得更加透明。无论是在爆破前的技术审查、爆破中的安全监控,还是爆破后的效果评估,每一环节的相关人员都应严格按照制度履行职责,确保操作合规、执行到位。此外,安全管理制度还应当包括对技术人员及操作人员的培训与考核,特别是在智能爆破技术应用过程中,工作人员需要具备较高的技术素养与应急响应能力。通过系统化的培训,可以显著提高员工的专业技能与安全意识,有效防止因操作失误或疏忽而导致的安全问题。

3 煤矿智能爆破技术的应用前景

3.1 智能爆破技术在露天矿山中的发展趋势

随着技术的不断进步,智能爆破技术在露天矿山中的应用前景愈加广阔,且呈现出显著的提升趋势。未来,智能爆破的精确度将在更高层次得到显著提高。传统爆破技术通常依赖于人工判断和经验积累,难以确保每次爆破都能达到最优效果。而随着传感器技术、数据分析及人工智

能的飞速发展,未来的智能爆破将更加依赖实时数据监测和自动化调整,能够根据矿山的地质条件、气象因素等多重变量,精确计算爆破参数并进行自动优化,从而实现更高效的爆破效果,减少误差的发生^[2]。随着智能爆破技术的进一步发展,它将在矿山生产流程中发挥更加重要的作用。智能爆破不再仅限于作业执行阶段,而是将与矿山的生产调度、设备管理及环境监测等系统深度融合。通过大数据平台的支持,智能爆破系统将实时与矿山生产调度系统连接,分析爆破作业对整体矿山生产流程的影响,从而确保爆破作业与其他作业环节的协调性,避免因爆破作业导致生产瓶颈或资源浪费。随着环保与安全要求的日益严格,智能爆破技术的应用也将得到进一步推动。传统爆破作业所产生的噪声、震动、飞石及粉尘等问题,正逐渐成为矿山可持续发展的瓶颈。智能爆破技术通过实时监控与动态调整,可有效减少爆破过程中对环境的污染,提高资源利用效率。未来,随着环保技术的不断进步,智能爆破将在减少噪音和废气排放方面发挥更大作用,进一步降低对生态环境的负面影响。随着矿山智能化和自动化水平的不断提升,智能爆破技术的普及将不断加速。自动化设备和无人驾驶技术的不断成熟,将使智能爆破作业在更大程度上实现无人化与远程操作,这一变化不仅能显著提高作业安全性,还能有效减轻作业人员的劳动强度,预计将在提高生产效率、降低作业风险等方面发挥越来越重要的作用。

3.2 煤矿智能爆破技术的环境影响与生态效益

煤矿智能爆破技术的应用不仅标志着对传统爆破作业的一次技术革新,而且在环境保护和生态效益方面展现出了显著的优势。传统爆破作业通常伴随着较大的环境压力,包括噪声、震动、粉尘和飞石等问题,这些问题不仅对矿区周围的生态系统造成了负面影响,还可能影响到邻近居民的生活质量。智能爆破技术通过精准的数据监控和自动化调控,有效地减少了这些环境问题的发生。通过精细调控爆破参数,智能爆破技术能够有效减轻震动、噪音及飞石对环境的负面影响。实时监测爆破区域的地质条件使得系统能够根据现场情况优化爆破方案,确保爆破能量

的输出更加集中和精准,从而最小化对周围环境的干扰。例如,爆破的时间和力度可以根据实际情况调整,从而避免过度震动对矿山设施及生态环境造成不必要的损害。在减少粉尘污染方面,智能爆破技术同样发挥了重要作用,精准控制爆破方式,过度爆破所释放的煤尘及其他有害气体被有效避免。同时,智能监测系统能够与矿区的环境监测系统对接,实时反馈爆破过程中粉尘浓度和气体排放情况,确保污染物的排放符合环保标准。这不仅提高了煤矿的环保合规性,还为周围生态环境的恢复创造了有利条件^[3]。此外,智能爆破技术还在矿山资源的高效利用上产生了积极的生态效益,通过精准分析地质条件,智能系统大幅度减少了不必要的资源浪费,提升了矿石的提取率。这不仅提高了煤矿的经济效益,还减少了矿山开采过程中对土地和水资源的过度开发,从而有效降低了煤矿开发对自然生态环境的负面影响。

4 结语

煤矿智能爆破技术在提升作业效率、确保安全性以及保护环境方面展现出了显著的潜力。借助精确的监测设备与数据分析,智能爆破不仅有效降低了安全隐患与环境污染,还大幅提高了资源的利用率。随着技术的不断进步,智能爆破将在露天矿山中得到更广泛的应用,推动煤矿行业朝着绿色、安全与智能化的方向转型。技术的广泛应用仍面临着成熟度、人员培训及管理制度等方面的挑战。尽管如此,智能爆破技术有望成为煤矿行业可持续发展的重要推动力量,并助力矿山生产方式的转型升级。

【参考文献】

- [1]付天光,张家权,葛勇,等.逐孔起爆微差爆破技术的研究和实践[J].工程爆破,2006,12(2):4.
- [2]李萍丰,范廷翔,许献磊,等.露天矿山智能爆破关键技术及应用[J].工程爆破,2024,30(5):171-182.
- [3]杨军,李立杰,刘红岩.露天台阶爆破智能设计系统研发及应用[J].金属矿山,2025(1):160-167.

作者简介:郭卫东(1994.4—),毕业院校:安徽理工大学,所学专业:弹药工程与爆炸技术,当前就业单位:新疆雪峰爆破工程有限公司,职称级别:工程师。