

# 煤矿爆破震动对地表生态环境的影响及治理

祁瑞祥 傅永和 王质彬

新疆雪峰爆破工程有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要] 煤矿开采仍是主要的能源来源, 但爆破震动却对土壤稳定性、水资源及植被造成了威胁, 进而影响了生态平衡。随着环保意识的不断增强, 爆破震动的影响及其治理措施的研究已成为矿业环保的重点。通过震动监测与生态修复技术的应用, 科学依据可为绿色矿业发展提供, 从而推动其可持续发展。

[关键词] 爆破震动; 生态环境; 影响; 治理

DOI: 10.33142/ec.v8i4.16321

中图分类号: X322

文献标识码: A

## The Impact and Management of Coal Mine Blasting Vibration on the Surface Ecological Environment

QI Ruixiang, FU Yonghe, WANG Zhibin

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

**Abstract:** Coal mining is still the main source of energy, but blasting vibration poses a threat to soil stability, water resources, and vegetation, thereby affecting ecological balance. With the continuous enhancement of environmental awareness, the research on the impact of blasting vibration and its control measures has become a key focus of mining environmental protection. The application of vibration monitoring and ecological restoration technology can provide scientific basis for the development of green mining, thereby promoting its sustainable development.

**Keywords:** blasting vibration; ecological environment; impact; management

### 引言

煤矿开采作为重要的能源获取方式, 虽为经济和能源保障提供了支持, 但其对生态环境的影响却是显著的。爆破震动不仅对矿区的安全生产造成影响, 还破坏了土壤结构、水资源以及植被的生长。为实现资源的可持续利用与生态保护, 震动特性及其生态影响需被深入分析, 并采取有效的治理措施以减少其负面影响。

### 1 煤矿爆破震动的传播特性

煤矿爆破震动的传播特性受到地质介质的影响, 而不同类型的地质介质使得震动波的传播过程更为复杂。在爆破震动的传播过程中, 震动波需要通过煤层、岩层、土壤等不同地质介质, 每种介质的物理性质各异, 导致了传播特征的不同。煤层的波速较低, 且衰减较快, 主要是因为煤质较软且内部充满裂缝与孔隙, 这些结构在震动波传播过程中造成能量的显著损失。尽管煤层中的震动波传播速度较慢且传播距离较短, 但其介质的稳定性使得传播路径相对简单。与煤层不同, 岩层的传播特性显著不同。岩层的弹性模量较高, 硬度大, 震动波在其中的传播速度较快, 衰减也相对较小。岩层的硬度和稳定性使得震动波在岩层中传播时, 路径更为直线且稳定, 传播距离也较长。土壤则表现出不同的传播特性, 波速较低但衰减程度较小。土壤的特性受组成成分和含水量等因素影响, 尤其是含水量较高时, 会显著影响震动波的传播速度, 水分能部分吸收震动能量, 导致传播速度减缓。煤矿爆破震动的传播不仅

受到地质介质本身的影响, 还会受到地形地貌和地下构造的作用。震动波从爆炸点向四周传播时, 常常会发生反射、折射和散射等现象, 这使得传播过程更加复杂。地形的起伏和不规则性显著影响震动波的传播路径, 不规则的地形会导致震动波的扩散和衍射, 改变传播速度和衰减程度。山脉、山谷等地形特征会导致震动波的折射或在山谷中形成聚焦现象, 进一步影响传播方向。地下构造, 如断层、岩层界面和不同地质层的过渡带, 也会使震动波发生反射、折射和散射, 改变传播模式。这些复杂的地质条件使得震动波在传播过程中经常经历多次反射与折射, 进一步增加了传播路径的复杂性。

### 2 煤矿爆破震动对地表生态环境的影响

#### 2.1 土壤结构与质量的变化

煤矿爆破震动对土壤结构及质量的影响不容忽视。震动波在地面传播时, 会显著改变土壤颗粒结构、孔隙率及水分分布。土壤颗粒间的联系可能因震动而破坏, 导致颗粒重新排列或破碎, 从而影响土壤的结构稳定性。震动作用使得原本紧密排列的土壤颗粒松动, 形成较大的空隙, 进而导致土壤密实度下降, 抗压能力减弱。此外, 震动波的传播还可能改变土壤的孔隙结构, 影响透气性和排水性, 从而干扰水分的保持能力。在震动强度较大且频繁的地区, 土壤的水分循环和养分流动可能受到显著影响, 进而对植物生长和根系发育构成不利影响。持续的震动作用还可能损害土壤表层结构, 使其更容易受到侵蚀。在这种情况下,

原本稳定的表层被破坏,成为风雨侵蚀的目标,进一步加剧了土壤的侵蚀程度,降低了土地的生产能力。长期受到爆破震动影响的土壤,其有机质含量可能逐渐减少,导致肥力流失,最终对地表植被生长及生态系统稳定性产生负面影响。煤矿爆破震动不仅直接破坏了土壤物理结构,还通过改变水分、养分分布以及微生物环境,间接影响整个生态系统的健康与可持续发展。

## 2.2 水资源与水质的影响

煤矿爆破震动对水资源及水质的影响是一个不可忽视的重要问题。爆破所产生的强烈震动波在地下传播时,不仅对土壤结构产生影响,还可能改变地下水的流动路径及速度。震动作用使得地下岩层的裂缝与孔隙结构发生变化,从而可能导致水流方向的改变,甚至加剧地下水的渗漏与扩散。这样的变化直接影响地下水资源的储存与分布,尤其在水资源本就稀缺的地区,水源的破坏可能加剧水源的紧张局面。震动对水质的影响同样不可忽视,随着震动波的传播,岩土层中的污染物可能被释放到地下水中,进而引发水质污染。这些污染物可能来源于煤矿作业过程中使用的有害化学物质,也可能因震动引起岩土结构的变化,进而将潜在有害物质暴露并迁移。特别是在地下水含有重金属或有毒化学物质的情况下,震动可能会加剧水质污染,给周边生态环境及居民饮水安全带来严重威胁。此外,震动引发的地面裂缝及水体变动可能改变地表水的流动路径,使污染物从周围区域进入河流、湖泊等水体,从而导致水质的进一步恶化,这不仅威胁到水生生态系统的健康,还给水源的利用带来巨大的挑战,进一步增加了水质治理的复杂性。

## 2.3 植被与生物多样性的破坏

煤矿爆破震动对植被及生物多样性的破坏,主要体现在植物生长环境的破坏以及生态平衡的打乱。土壤结构的变化是爆破震动对地表的直接影响之一,这种变化限制了植物根系的生长。震动可能使土壤变松,致使植物根系无法深入固定在土壤中,从而削弱了植物的稳定性,甚至导致植物死亡。与此同时,震动波也可能直接摧毁植被,尤其是对于脆弱的草本植物和幼苗而言,震动使得它们的根基无法承受外界压力,导致植被迅速枯萎。这一破坏不仅限于植物本身,还引发了生态系统中的连锁反应。作为维持生物多样性的重要组成部分,植物的减少直接影响依赖这些植物的动物及微生物群落。震动可能摧毁动物的栖息地,尤其是那些依赖特定植物生长环境的物种,它们的栖息地被破坏后,可能面临栖息地的丧失,导致物种数量下降或迁移。此外,震动波有时会干扰动物的生活习性,如繁殖、觅食及栖息等,严重时可能导致某些物种的局部灭绝。随着植被覆盖的减少及物种的流失,生态系统的稳定性和功能性也遭遇威胁。植物在食物链中处于基础地位,并在水循环调节、土壤稳定等方面发挥着关键作用。煤矿

爆破震动对植被与生物多样性的影响,远不止是局部的损害,而是对生态系统可持续性构成了潜在威胁。因此,减轻煤矿爆破震动的负面影响,保护生物多样性具有重要的现实意义。

## 2.4 地表形态的变化与地质灾害风险

煤矿爆破震动对地表形态及地质灾害风险的影响,主要表现为地表破坏与形变的发生。随着震动波的传播,地表土壤和岩层将承受一定压力,这可能导致裂缝、塌陷,甚至山体滑坡等现象。在不稳定的地质环境中,爆破震动进一步加剧了原有地质结构的脆弱性,促使地表发生显著的破坏性变化。震动的累积效应可能导致地下裂隙的扩展,土壤松动,进而影响地面稳定性,最终引发广泛的地质灾害。频繁的爆破震动还可能改变地下水的流动路径,从而引发水文地质学的变化。震动波对地下水流动性的影响可能导致地下水位的波动,进而引发地面沉降或局部积水等现象。这些变化无疑对土地利用及居民安全构成威胁。震动作用若集中于山体或边坡等敏感区域,山体滑坡、崩塌等灾害的诱发风险将显著增加,进一步加剧对生态环境和人类生活的威胁。这些地表形态的变化不仅对煤矿周边自然景观及地质稳定性带来影响,还可能引发一系列连锁反应,进而增加地质灾害发生的概率。因此,在爆破震动的管理与监控中,必须准确评估潜在的地质灾害风险,及时采取有效的防治措施,以减轻对环境及人类安全的威胁。

## 3 煤矿爆破震动的治理措施

### 3.1 爆破震动监测与评估

煤矿爆破震动的有效治理依赖于精确的震动监测与评估。监测作为评估震动对环境影响的基础,提供了必需的数据支持,用于制定相应的治理措施。通过部署高精度震动监测设备,能够实时跟踪震动波在爆破过程中的传播,收集震动的幅度、频率与持续时间等关键信息。这些数据不仅帮助判断震动是否超出了安全标准,还能评估震动对周围环境可能造成的影响,尤其是对地表生态系统、建筑结构及水资源的潜在威胁。评估工作需要结合地质条件、震动特征及周围环境的敏感性进行综合分析<sup>[1]</sup>。在监测数据的支持下,专家能够通过数值模拟或现场验证,预测震动的传播路径与强度,评估其可能引发的地质灾害或生态破坏。通过这一过程,可以为煤矿爆破活动的优化提供科学依据,进而制定有针对性的震动控制措施。根据评估结果,某些区域可能展现出对震动的高敏感性,进而需要实施减震措施或调整爆破参数与时间安排,以尽量减少对生态环境及居民生活的影响。爆破震动的监测与评估不仅作为诊断现有问题的工具,也成为预防未来风险的关键手段。通过提供全面的数据支持,监测与评估确保治理措施的科学性与针对性,在爆破前后都发挥着至关重要的作用。

### 3.2 震动控制与减弱技术

在煤矿爆破震动治理中,震动控制与减弱技术发挥着

至关重要的作用,主要目标是有效降低震动波的强度及其传播范围,从而减少对周围环境的破坏。常见的震动控制与减弱技术包括爆破方案的合理设计、爆破参数的优化以及减震装置的应用等方法。合理设计爆破方案是震动控制的基本手段<sup>[2]</sup>。通过分段爆破、延时爆破或小量爆破等方式,爆炸能量得以分散释放,减轻震动波的冲击力,并有效减少震动的的影响范围。此外,爆破参数的优化同样是有效控制震动的关键技术之一,通过调整药量、炸药种类以及爆破孔距等参数,能够精准控制爆破震动的频率与幅度。借助科学计算与实验分析,可以制定出最适应地质条件与开采需求的爆破参数,从而实现理想的震动控制效果。减震装置的应用同样在震动减弱方面发挥着重要作用,通过采用震动吸收材料、弹性支撑装置或隔震设备等技术,爆破震动向周围环境传播的能量得以显著减少,尤其是在容易受震动影响的建筑物或敏感区域。这些装置能够有效降低震动对结构的破坏风险。

### 3.3 土地恢复与生态修复方法

煤矿爆破震动后的土地恢复与生态修复是重要的治理措施,主要目的是修复受到破坏的土地和生态环境,确保其长期保持良好的功能。土地恢复的首要任务是恢复土壤的结构与肥力,并改善其水分保持能力。常见的恢复方法包括深翻土壤、施加有机肥料以及通过生物修复技术恢复土壤中的微生物活性。通过这些措施,土壤质量得以有效提高,土地的生产能力得以恢复,同时能够减轻风蚀、水蚀等二次破坏<sup>[3]</sup>。生态修复则侧重于恢复植被覆盖及生物多样性,恢复植被是这一过程中的核心环节,选种本土适应性强的植物来提高地表的植被覆盖率,不仅有助于固定土壤,减少水土流失,还能为当地动植物提供栖息地,从而有效恢复生物多样性。在生态修复的过程中,还应综合考虑水资源的管理,以解决水土流失及水污染问题。通过加强水土保持及植被覆盖,土地的生态功能将显著提升。在修复过程中,还可引入一些创新的绿色技术,如人工湿地或水生植物带等,这些方法能够有效处理由爆破震动引起的水质污染,改善水体质量,并增强生态系统的自我修复能力。

### 3.4 水资源保护与生态恢复策略

在煤矿爆破震动治理中,水资源保护与生态恢复策略至关重要,尤其是在爆破震动可能对地下水和地表水系统

造成潜在影响的情况下,采取有效的防护措施显得尤为迫切。保护水资源的核心目标是预防污染并实现合理利用。为了避免煤矿爆破震动破坏地下水源的保护层,必须在爆破作业前进行详细的地质勘探,以确保水源不受污染。在已受污染的水体中,水质监测系统应及时启动,污染源得以尽早发现并采取有效修复措施。例如,水质净化可以通过自然沉淀或使用人工湿地等手段进行。此外,合理利用水资源同样是水资源保护的关键方面,矿区应建立完善的水资源管理系统,通过精准的水量监控和科学调度,防止地下水的过度开采或水资源配置不当,从而避免水源枯竭或水质退化。节水技术的应用和循环水利用系统的建立,可以有效减少水资源浪费,并提高水的利用效率。在生态恢复方面,水资源的保护与植被恢复紧密相关,通过恢复水源周围的湿地植物群落及生态带,不仅能有效维持水源的水质,还能减少土壤侵蚀与水土流失,增强生态系统的自我修复能力。对水体周围生态带的保护力度应加大,如建设水生植物带和人工湿地等,这不仅有助于水质净化,也能为动植物提供栖息地,促进生物多样性的提升。

## 4 结语

煤矿爆破震动对生态环境造成的影响是深远的,尤其是在土壤结构、水资源和植被等方面。通过实施震动监测、震动控制技术、生态修复以及水资源保护等有效治理措施,这些破坏可以显著减少,环境的恢复也得以促进。最终,实现矿业开发与生态环境的和谐共生是可能的。随着技术的不断发展与政策的逐步完善,未来的治理方法将变得更加精准,为矿区的可持续发展提供坚实的基础。

### [参考文献]

- [1]程新涛.煤矿爆破震动对附近建筑物的影响及控制技术[J].内蒙古煤炭经济,2023(22):33-35.
- [2]侯鹏,王用学,陈晨,等.西湾露天煤矿爆破对临近建筑物的振动影响分析[J].露天采矿技术,2022,37(4):111-114.
- [3]吕文伟.露天煤矿爆破大块成因及影响研究[J].露天采矿技术,2023,38(4):30-33.

作者简介:祁瑞祥(1998.9—),毕业院校:国家开放大学,所学专业:机械制造与自动化,当前工作单位:新疆雪峰爆破工程有限公司,职称级别:助理工程师。