

露天石灰石矿山爆破降尘技术应用研究

张俊杰

(江西亚东水泥有限公司, 江西 九江 332200)

【摘要】本文重点研究了露天石灰石矿山爆破降尘技术的应用。通过分析爆破参数、气象条件和岩石特性对粉尘产生的影响,提出了水炮智能喷雾、分层微差爆破和粉尘抑制剂喷洒等技术。在实际应用中,可采取优化爆破参数设计、湿式抑尘、环保覆盖材料、优化爆破时序和加强粉尘监测等措施。研究表明,综合运用多种降尘技术和优化措施,可显著降低爆破粉尘的产生和扩散,改善矿区及周边环境空气质量。本文为露天石灰石矿山的环保开采提供了理论指导和实践参考。

【关键词】露天石灰石矿山; 爆破降尘技术; 粉尘控制

引言:

随着经济社会的快速发展,石灰石作为重要的建筑和工业原料,其需求量不断增加。露天开采是石灰石矿山的主要开采方式,但在开采过程中,爆破作业会产生大量的粉尘,对矿区及周边环境造成严重污染。为实现露天石灰石矿山的绿色开采,亟须研究和应用有效的爆破降尘技术。

一、露天石灰石矿山爆破产生尘的影响因素

(一) 爆破参数对产生的影响

露天石灰石矿山爆破作业中,爆破参数的选择直接影响着爆破产生尘的量和范围。其中,爆破装药量、爆破孔径、爆破网络参数等都是重要的影响因素。装药量过大会导致爆破能量过剩,产生大量的粉尘;而装药量过小则会造成爆破不完全,形成大块石料,增加二次破碎的工作量和粉尘产生^[1]。爆破孔径与装药量密切相关,孔径过大会增加装药量,从而加剧粉尘污染。此外,爆破网络参数如孔距、排距等也会影响爆破效果和粉尘产生,合理的网络参数可以实现最佳的爆破效果,减少粉尘的产生。

(二) 气象条件对爆破产生尘的影响

露天石灰石矿山爆破作业中,气象条件是影响爆破产生尘扩散和沉降的重要因素。风速、风向、温度、湿度等气象要素都会对粉尘的传播和沉降产生影响。风速过大会加速粉尘的扩散,使污染范围扩大;风向则决定了粉尘扩散的方向,不利风向会将粉尘吹向敏感区域,如居民区、农田等。高温干燥的天气有利于粉尘的产生和扩散,而低温潮湿的环境则有利于粉尘的凝结和沉降。此外,大气稳定度也是影响粉尘扩散的重要因素,稳定的大气条件会抑制粉尘的扩散,而不稳定的大气条件则会加剧粉尘的传播。

(三) 岩石特性对爆破产生尘的影响

露天石灰石矿山的岩石特性是影响爆破产生尘的另一个重要因素。不同的岩石类型、结构、强度等特性会导致爆破效果和粉尘产生的差异。例如,硬度较高、韧性较强的岩石在爆破时会产生更多的粉尘,而软质、易碎的岩石则会产生较少的粉尘^[2]。岩石的节理、裂隙发育程度也会影响爆破效果和粉尘产生,节理发育良好的岩石在爆破时更易形成均匀的碎石,减少粉尘的产生;而节理不发育或者节理面闭合的岩石在爆破时则会产生更多的粉尘。此外,岩石的含水量也会影响爆破产生尘,含水量高的岩石在爆破时会产生较少的粉尘,而干燥的岩石则会产生更多的粉尘。

二、露天石灰石矿山爆破降尘技术

(一) 水炮智能喷雾降尘技术

水炮智能喷雾降尘技术利用高压水枪,在爆破区域周围形成细密的水雾屏障,有效捕捉和抑制爆破过程中产生的粉尘颗粒。该技术采用先进的雷达测尘系统,实时监测爆破现场的粉尘浓度,并根据风速、风向等环境参数,自动调整水炮的喷射角度和水雾粒径,确保水雾覆盖范围与爆破粉尘区域精确匹配。同时,系统内置智能算法,可预测爆破粉尘的扩散轨迹,提前在关键位置部署水炮,实现精准拦截。此外,水炮喷头采用特殊设计,雾化效果更加细腻,提高了粉尘捕捉效率,同时降低了水资源消耗。该技术操作简便,响应速度快,能够显著降低爆破作业对周围环境的粉尘影响,为矿山企业实现环保生产提供有力支持。

(二) 分层微差爆破技术

分层微差爆破技术通过优化爆破参数和装药结构,实现爆破能量的精确调控,从源头上减少

粉尘的产生。该技术采用分层设计,根据矿岩特性,将炮孔分为若干层,对每一层的装药量、爆速、起爆延时等参数进行微调,使得各层爆破能量得到均衡释放,避免能量过于集中导致粉尘大量产生。同时,在炮孔内部设置特殊的隔断和缓冲材料,进一步控制爆破能量的释放速率,减少冲击波对矿岩的粉碎效应,从而抑制粉尘的形成^[3]。这种微差设计还可以优化矿岩的断裂粒度,提高大块率,减少粉碎过程中的粉尘产生。分层微差爆破技术不仅能有效降尘,还能提升爆破效率,降低爆破成本,对于优化矿山开采工艺,实现绿色环保生产具有重要意义。

(三) 粉尘抑制剂喷洒技术

粉尘抑制剂喷洒技术通过在爆破区域喷洒特殊配方的抑尘剂,抑制粉尘的产生和扩散。该技术采用环保型抑尘剂,主要成分为生物质材料和表面活性剂,具有良好的润湿性和粘附性。在爆破前,利用高压喷雾系统,将抑尘剂均匀喷洒在爆破区域表面,形成一层保护膜。爆破时,抑尘剂能够快速捕捉粉尘颗粒,利用其粘附性,使粉尘颗粒相互聚集,形成较大的团聚体,抑制了粉尘的扩散。同时,抑尘剂还具有一定的抗风蚀能力,能够在爆破后的一段时间内持续发挥抑尘作用,延长降尘效果。与传统的洒水降尘相比,粉尘抑制剂喷洒技术降尘效率更高,持续时间更长,且耗水量更少。该技术操作简便,成本低廉,对环境友好,是一种实用且可持续的矿山降尘方案。

三、露天石灰石矿山爆破降尘技术应用措施

(一) 优化爆破参数设计,控制粉尘产生源头

在露天石灰石矿山爆破作业中,优化爆破参数设计是控制粉尘产生源头的重要措施。首先,根据矿山的地质条件、开采方式和生产需求,选择合适的爆破方法,如深孔爆破、浅孔爆破、台阶爆破等。不同的爆破方法对粉尘的产生量有显著影响,需要综合考虑各种因素,选择粉尘产生量较低的爆破方法^[4]。其次,针对选定的爆破方法,优化钻孔网络参数,包括孔径、孔深、孔距、排距等。通过合理的钻孔网络设计,可以实现爆破能量在岩体中的均匀分布,提高破碎效果,减少粉尘的产生。再者,选择合适的装药结构和起爆顺序,对降低粉尘产生量也有重要作用。采用分段装药、耦合装药等技术,可以减少爆破能量的无效损耗,提高爆破效率。合理的起爆顺序可以控制爆破的抛掷距离和方向,减少粉尘的扩散范围。最后,严格控制单响药量和总装药量,避免过量爆破导致粉尘产生量急剧

增加。通过以上措施,可以从爆破设计的源头上控制粉尘的产生,为后续的粉尘治理奠定基础。

(二) 采用水炮、喷雾等湿式抑尘技术,抑制粉尘扩散

在露天石灰石矿山爆破作业中,采用水炮、喷雾等湿式抑尘技术是抑制粉尘扩散的有效方法。湿式抑尘的原理是利用水雾与粉尘颗粒的碰撞和聚并,使粉尘颗粒增重、聚集,从而降低其扩散能力。具体应用时,首先在爆破区域周围设置高压水炮,爆破前对作业区域进行预湿,增加岩体表面的含水率,减少爆破时粉尘的产生量。其次,在爆破过程中,通过水炮对爆堆进行持续喷淋,形成水幕,阻止粉尘向外扩散。水炮的布置应根据爆区的大小、风向等因素合理设置,确保水雾覆盖整个爆区。再者,在爆破后的碎石装载、运输过程中,使用移动式喷雾设备对作业面进行喷雾降尘,抑制粉尘的二次扬起。喷雾设备应与装载机械、运输车辆协同作业,实现全过程的粉尘控制。最后,根据气象条件,特别是风速、风向的变化,动态调整水炮和喷雾设备的喷雾时间、频率和强度,确保抑尘效果。通过湿式抑尘技术的科学应用,可以有效控制爆破粉尘的扩散,保护作业人员健康和矿区周边环境。

(三) 应用新型环保覆盖材料,阻隔粉尘排放

在露天石灰石矿山爆破作业中,应用新型环保覆盖材料是阻隔粉尘排放的创新措施。传统的粉尘控制主要依靠水资源,但在水资源紧缺的地区,采用覆盖材料可以实现节水和抑尘的双重目的。新型环保覆盖材料通常具有良好的覆盖效果、透气性和环保性能,如特制的抑尘网、生物基覆盖剂等。在爆破前,将覆盖材料铺设在爆破区域上方,形成一层隔离层,阻止粉尘向上扩散。覆盖材料的选择需要考虑现场条件,如风速、地形等,确保其能够稳固覆盖在爆破区域上方,不会被风吹走或滑落。同时,覆盖材料应具有一定的透气性,以免影响爆破效果和爆破气体的扩散^[5]。在爆破过程中,覆盖材料能够有效阻隔爆破产生的粉尘,防止其向大气中排放。爆破结束后,及时对覆盖材料进行清理和回收,避免造成二次污染。一些新型覆盖材料还具有良好的可重复使用性能,经清理后可多次使用,节约成本。通过新型环保覆盖材料的应用,可以在源头上控制爆破粉尘的排放,减少对大气环境的影响,同时节约宝贵的水资源。

(四) 优化爆破时序,缩短粉尘扩散时间

在露天石灰石矿山爆破作业中,优化爆破时序

可以缩短粉尘扩散的时间，从而降低粉尘对环境的影响。爆破时序的优化需要综合考虑气象条件、生产计划、设备调度等多个因素。首先，根据矿山所在地区的气象特点，特别是风向、风速的变化规律，合理安排爆破时间。通常选择风速较小、风向有利于粉尘扩散的时间段进行爆破，如清晨或傍晚，避开大风天气。其次，采用分段爆破、微差爆破等技术，将大规模爆破分解为多个小规模爆破，减少单次爆破的粉尘产生量，缩短粉尘扩散的时间。分段爆破通过设置一定的时间间隔，使各段爆破产生的粉尘在扩散过程中相互吸附、沉降，减少向外扩散的量。再者，爆破后及时组织碎石的清理和转运工作，减少粉尘二次扬起的机会。使用湿式作业方式，如喷雾、洒水等，抑制碎石装载、运输过程中的粉尘排放。最后，加强爆破、装载、运输等工序的统筹协调，实现无缝衔接，避免因设备调度不当而延长粉尘扩散时间。通过优化爆破时序，可以有效控制粉尘扩散的时间，最大限度地减少粉尘对周围环境的影响，改善矿区空气质量。

（五）加强爆破粉尘监测，实现抑尘措施动态优化

在露天石灰石矿山爆破作业中，加强爆破粉尘监测是实现抑尘措施动态优化的重要手段。通过实时监测爆破粉尘的浓度、粒径分布、扩散范围等参数，可以客观评估抑尘措施的效果，为进一步优化提供依据。具体实施时，首先在爆破区域周围布设粉尘在线监测设备，如激光雷达、 β 射线法等，实时采集粉尘数据。监测点的选择应充分考虑爆区地形、风向等因素，确保监测数据的代表性和全面性。其次，建立完善的数据传输和分析系统，对监测数据进行实时传输、存储和分析，形成粉尘浓度变化曲线、等值线图等直观的表现形式。再者，根据监测数据分析粉尘排放的时空特征和影响因素，评估当前抑尘措施的针对性和有效性。对于超标或效果不理想的情况，及时调整抑尘措施，如增加水炮数量、优化水炮布局、调整喷雾参数、更换覆盖材料等，实现抑尘措施的动态优化^[6]。最后，定期对监测设备进行维护、校准和升级，确保监测数据的准确性和可靠性。同时，加强监测人员的技术培训，提高其数据分析和应用能力。通过加强爆破粉尘监测，可以实现抑尘措施的闭环优化，持续改进抑尘效果，为矿山的环境管理提供可靠的数据支撑。

四、案例分析

某大型露天石灰石矿山年开采量达1000万吨，

爆破作业频繁，粉尘污染问题严重。为改善矿区环境，提高企业社会形象，该矿山积极采取措施，综合运用多种爆破降尘技术。

通过采用合理的孔径、孔距、排距等参数，并结合电子雷管精确控制起爆时序，使爆破能量得到充分利用，从源头上减少粉尘产生。数据显示，优化后单次爆破的粉尘产生量降低了30%。矿山引进了智能化的水炮喷雾系统，在爆破区域周围布设高压水炮，实现全方位、立体化喷雾降尘。水炮自动跟踪风向变化，确保水雾始终覆盖粉尘扩散区域。监测数据表明，水炮喷雾使爆破粉尘浓度降低了50%以上。矿山在爆堆上方铺设了新型环保覆盖材料，材料采用高强度、透气性好的特殊纤维制成，对粉尘具有良好的阻隔效果。覆盖材料的应用进一步降低了粉尘排放量，减排效果达到20%。

经过一系列治理措施，该矿山的粉尘排放量大幅降低。与治理前相比，PM10和PM2.5浓度分别下降了65%和50%，空气质量明显改善，达到了国家环保标准。企业的环保形象得到提升，实现了环境效益和社会效益的双丰收。

结束语：

综上所述，露天石灰石矿山爆破降尘技术的应用需要从源头控制和过程抑制两个方面入手。通过优化爆破参数设计、采用湿式抑尘、应用环保覆盖材料、优化爆破时序和加强粉尘监测等措施，可显著降低爆破粉尘对环境的影响。同时，采用新技术和优化措施也有助于提高矿山开采效率，降低生产成本。未来，应进一步加强爆破降尘技术的研究和创新，促进露天石灰石矿山的绿色可持续发展。

参考文献：

- [1]刘志如.石灰石矿山露天开采环境污染综合评价研究[J].环境科学与管理,2024,49(04):185-189.
- [2]崔强.露天石灰石矿山爆破降尘施工技术[J].工程机械与维修,2023,(05):222-224.
- [3]邓有凡,黄骞.露天石灰石矿山产尘特点及防治技术探讨[J].工业安全与环保,2023,49(11):79-82+96.
- [4]郝孟伟.水泥窑协同处置金属尾矿和冶炼渣过程中降尘重金属的风险评价[D].广西大学,2021.
- [5]李文军,张晓华,柯升,等.露天石灰石矿山爆破降尘技术应用研究[J].工程爆破,2018,24(05):72-77.
- [6]高正军.石灰石堆取料机特殊电气改造[J].电世界,2017,58(11):54-55.