

露天矿山开采爆破过程中粉尘治理技术探索

魏耀光

邯鄹金隅太行水泥有限责任公司

摘要: 在露天矿山的开采爆破工作中, 粉尘的控制问题一直是环境保护和职业健康领域关注的焦点。探索有效的粉尘治理技术, 既关系到作业人员的健康, 也涉及周边生态环境的保护。本研究通过分析现行的粉尘控制方法, 提出了一种融合水雾抑尘与植物覆盖技术的综合治理策略。这种策略的核心在于优化爆破设计, 减少爆破活动中产生的粉尘, 同时利用水雾系统和适宜的植被种植, 形成双重抑尘机制。本研究的意义既在于提出了一个创新的粉尘治理方案, 更在于它对提高矿山环境管理的水平, 保障作业人员健康安全, 以及促进矿区可持续发展具有积极的推动作用。

关键词: 露天矿山; 爆破; 粉尘治理; 水雾抑尘; 植物覆盖

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2022.10.060

一、引言

面对露天矿山开采活动中产生的粉尘问题, 我们不得不深思, 如何有效地控制这一环境难题。在很多情况下, 传统的粉尘治理方法已经不能满足日益严格的环保要求。因此, 本研究旨在通过深入分析粉尘产生的原因, 探索出一条既科学又经济的粉尘治理新路。通过对爆破过程进行优化, 减少粉尘的产生, 并利用现代化的水雾抑尘技术, 以及通过植物的自然覆盖能力, 我们尝试构建一个多元化的粉尘控制体系。这个体系的建立, 基于对环境保护和职业健康的深刻理解, 力求在矿山开采过程中实现人与自然的和谐共生。

二、技术方案探索

(一) 精细化爆破设计

在露天矿山的开采作业中, 爆破既是实现岩石破碎的关键步骤, 更是影响周边环境, 尤其是空气质量的重要因素。面对这一挑战, 精细化的爆破设计显得尤为重要, 它能够在保证开采效率的同时, 最大限度地减少对环境的影响。精细化爆破设计的核心, 在于深入理解爆破过程中粉尘产生的机理, 并通过技术手段进行有效控制。

第一, 选择合适的炸药类型对于减少爆破产生的粉尘至关重要。市场上的炸药种类繁多, 每种炸药的能量释放特性和残余物不尽相同。通过对比分析不同炸药的特点, 我们倾向于选择高能而低残余的炸药, 这类炸药在爆炸时能更完全地转化为能量, 减少未爆炸炸药对环境的污染。同时, 高能炸药的使用还能减少所需炸药总量, 从而在源头上减少粉尘和飞石的产生。

第二, 对爆破参数的精细调整是降低粉尘排放的另一个关键。在进行爆破设计时, 考虑到炸药量的计算、爆破网络的布局、孔距、排距等因素都直接影响到爆破效果及粉尘的产生。通过精确计算, 我们可以确定最佳的爆破参数, 使得爆破能量更加集中, 以最小的炸药量达到预期的破岩效果, 从而有效减少因爆破不完全或过

度而产生的粉尘。

第三, 在实际操作中, 采用计算机模拟和现场试验的方式来验证和调整爆破参数是十分必要的。计算机模拟可以在不影响生产的前提下, 为我们提供一个直观的爆破效果预测, 帮助我们在理论上优化爆破方案。而现场试验则能够让我们在真实的环境中检验理论的可行性, 通过实际爆破产生的粉尘量和飞石分布情况来进一步优化爆破设计。

(二) 水雾抑尘技术应用

水雾抑尘技术作为当代露天矿山粉尘治理的一项重要技术, 其在实际应用中显示出了非凡的效能。该技术利用高压泵将水雾化, 通过专门设计的喷嘴在空气中形成细小的水雾颗粒, 这些颗粒在空中漂浮, 能有效地与漂浮的粉尘颗粒相结合, 通过增加粉尘颗粒的重量使其沉降, 从而达到清除空气中悬浮粉尘的目的。这个过程听起来简单, 但其背后蕴含的科学原理和技术细节却是极为复杂和精细的。

水雾颗粒的大小对于抑尘效果至关重要, 只有当水雾颗粒与空气中的粉尘颗粒大小相匹配时, 才能最大限度地增强二者之间的接触概率, 从而提高粉尘的捕集效率。因此, 技术人员需要根据不同的作业环境和粉尘特性, 精心选择和调整喷雾设备, 确保产生的水雾颗粒能够最适合当前的抑尘需求。

喷洒密度也是影响水雾抑尘效果的一个关键因素。过密的水雾喷洒既会浪费水资源, 还可能因地面湿滑而影响作业安全; 而喷洒密度过低, 则可能导致抑尘效果不佳, 无法有效控制粉尘污染。因此, 合理调整喷雾密度, 使之既能有效抑制粉尘, 又能保障作业安全和资源的经济使用, 是技术应用中的一大挑战。

选择合适的喷雾设备和精确调整喷雾参数是实现有效抑尘的前提。现代化的水雾抑尘设备能够在用户的控制下, 精确调节水雾的压力、流量和喷雾角度, 以适应

不同的作业条件和环境需求。通过这些高度灵活和可调节的设备，工程师能够针对具体的作业场景设计最优的抑尘方案，确保抑尘效果的最大化。

在实际应用中，水雾抑尘技术已经被证明能够在不影响正常生产的前提下，有效地控制爆破过程中的粉尘污染。通过精心设计的抑尘系统，可以在爆破作业前后及时启动，迅速在作业区域形成一层密集的水雾帷幕，有效降低粉尘的扩散和飞扬。这既改善了作业现场的空气质量，保护了作业人员的健康，也减少了对周围环境的污染。

（三）植物覆盖技术的运用

植物覆盖技术在当代环境保护与土地复垦领域中扮演着至关重要的角色，特别是在露天矿山这样粉尘污染严重的地区，更是显现出其独特的环保价值。通过精心选择并种植适宜的植被，既能有效地控制和减少粉尘的扩散，还能改善矿区的生态环境，促进生物多样性的恢复，实现矿区生态系统的可持续发展。

植物覆盖技术的核心在于利用植物的自然特性来达到抑尘和生态恢复的目的。植物的叶面能够捕捉和吸附空气中漂浮的粉尘颗粒，而其根系则能够固定土壤，减少风蚀和水蚀，有效防止土壤侵蚀进而减少源头上粉尘的产生。植物通过光合作用释放氧气，吸收二氧化碳，改善空气质量，为矿区及其周边地区创造更加健康、舒适的生活环境。

选择适宜的植物种类是实施植物覆盖技术的首要步骤。理想的植物种类应当能够适应当地的气候条件，具有较强的耐旱、耐贫瘠和耐污染的能力，同时生长速度要快，以便能够迅速形成覆盖层。例如，某些草本植物、灌木和快速生长的乔木就是在矿区复垦和环境治理中常用的植物。通过科学的种植布局和管理，这些植物既能够快速覆盖裸露的地表，而且还能够促进土壤的微生物活动和有机质的积累，进一步促进土壤的恢复和生态系统的建立。

植物覆盖技术既对环境具有积极的改善作用，而且还能为野生动物提供栖息地，增加生物多样性。随着植被的恢复和茂盛，可以吸引各种鸟类、昆虫和其他小型动物回归，逐步形成稳定的生态系统。这一过程中，植物与动物之间形成的相互作用和依赖关系，既促进了生物多样性的恢复，还增强了生态系统的稳定性和抵抗力，对于维护生态平衡和促进生态系统服务具有重要意义。

实践中，植物覆盖技术的应用需要考虑到地形、气候以及土壤条件等多种因素，通过科学的规划和管理，确保植被能够在特定环境中健康成长，发挥最大的生态和经济效益。定期的维护和管理也是确保植物覆盖技术长期有效运行的关键，包括适时的灌溉、施肥以及病虫害防

治等措施，这些都需要通过专业知识和技术来保障。

三、实施效果分析

（一）综合治理方案的实践

在一处位于山区的露天矿山中，我们对提出的综合治理方案进行了全面实施。该矿山因长期的开采活动，尤其是爆破作业，导致周边环境粉尘浓度居高不下，对当地居民的生活和健康造成了严重影响。实施的综合治理措施包括优化爆破设计、部署高效的水雾抑尘系统，以及在矿区周围广泛种植能够吸附粉尘的植物。

（二）数据收集与分析

为了准确评估综合治理方案的效果，我们在实施前后设置了多个监测点，系统地收集粉尘浓度数据。监测点分布在矿区的不同位置，包括爆破区域、加工区以及居民区等敏感区域。通过高精度的空气质量监测设备，我们连续监测了三个月的数据，以确保结果的准确性和可靠性。

（三）明显的改善效果

实施综合治理方案后的数据对比显示，矿区内的平均粉尘浓度从实施前的每立方米150微克降低到了每立方米45微克，降幅达到了70%。特别是在居民区和矿区的交界处，粉尘浓度的下降更为显著，从而大大减少了粉尘对居民生活的影响。空气质量的整体改善也使得矿区周边的生态环境得到了恢复，植物覆盖率显著提高。

（四）生动案例的呈现

在治理方案实施的过程中，有一个特别的例子让人印象深刻。在矿区东侧的居民区，有一所小学，学校的操场经常因为矿区的粉尘而覆盖一层灰尘，孩子们无法在户外进行体育活动。在实施了综合治理措施后，操场的空气质量得到了显著改善，孩子们再次能够在清新的空气中嬉戏玩耍。校方和家长们纷纷表示感谢，这个变化象征着综合治理方案既改善了环境，更提升了社区居民的生活质量。

（五）深刻的启示

通过这一系列的实施和监测，我们深刻认识到，面对环境污染问题，采取综合性的治理措施是解决问题的关键。尤其是在露天矿山这样特殊的工作环境中，通过科学的方法和技术的应用，确实可以在保证生产效率的同时，有效控制环境污染，改善工作和生活环境。这一成果既为该矿山带来了积极的环境效益和社会效益，也为类似矿区的环境管理提供了宝贵的经验和示范。

四、讨论

（一）作用机理的探讨

在露天矿山的环境治理中，粉尘控制一直是一个亟待解决的问题。面对这一挑战，水雾抑尘技术和植物覆盖技术以其独特的作用机理和显著的环保效果，成了环

境管理中的两大重要手段。这两种技术从根本上改善了露天矿山的作业环境，为工作人员提供了更加健康安全的工作条件，同时也为降低环境污染做出了重要贡献。

水雾抑尘技术的核心原理在于利用细小的水雾颗粒与空气中漂浮的粉尘颗粒相结合，通过增加粉尘颗粒的重量使其更快地沉降到地面，从而减少空气中悬浮粉尘的浓度。这种物理吸附作用的效果是显著的，尤其是在大规模爆破作业后，能迅速降低爆破区域及其周边空气中的粉尘浓度，有效避免粉尘对作业人员健康造成影响。水雾抑尘技术还具有操作简便、成本相对较低等优点，使得它在实际操作中得到了广泛应用。

植物覆盖技术则从另一个角度出发，通过恢复和增加矿区及其周边地区的植被覆盖度，利用植物本身的生理结构来吸收和固定空气中的粉尘。植物的叶面可以直接捕捉空气中的粉尘颗粒，而其根系则能够固定土壤，有效防止风蚀和水蚀造成的土壤粉尘再次飞扬。同时，植物覆盖还能改善土壤结构，提高土壤的保水保肥能力，促进土壤微生物的活性，从而在更大范围内减少粉尘的产生。更为重要的是，植物覆盖技术还能够为野生动物提供栖息地，增加生物多样性，促进生态平衡，实现矿区环境的可持续发展。

值得注意的是，虽然水雾抑尘技术和植物覆盖技术在降低粉尘浓度方面都有着显著的效果，但它们在应用过程中还需要根据具体情况进行细致的规划和调整。例如，水雾抑尘技术在使用过程中需要考虑水雾颗粒的大小、喷洒的范围和密度，以达到最佳的抑尘效果；而植物覆盖技术则需要考虑植物种类的选择、种植密度以及后期的养护管理等问题。只有通过科学合理的规划和管理，才能充分发挥这两种技术在粉尘控制方面的优势，为矿区环境治理贡献力量。

（二）相互之间的关系

水雾抑尘与植物覆盖技术在粉尘治理中各有千秋，但它们之间也存在着紧密的联系。水雾抑尘可以为植物覆盖提供必要的湿润环境，尤其在干旱季节，可以通过人工增湿保护植物，促进其生长，增强其粉尘吸附能力。反过来，植物覆盖技术通过改善土壤和增加绿色覆盖面积，可以减少地表裸露，降低风蚀和水蚀，从而减少水雾抑尘需要处理的粉尘量。

（三）实际应用中的考虑因素

尽管水雾抑尘和植物覆盖技术在理论上具有显著的粉尘治理效果，但在实际应用过程中，我们还必须考虑到成本、维护以及气候条件等多方面的因素。例如，水雾抑尘技术需要投入特定的设备和持续的水资源供应，这对于水资源匮乏的地区来说可能是一个挑战。同时，设备的维护和运行也需要相应的技术支持和财力投入。

植物覆盖技术虽然在长期内可以带来环境和生态的双重效益，但初期的植被建立和维护同样需要较大的投资，且植被的选择和管理必须考虑到当地的气候条件，以确保植物的成活率和生长状况。

（四）综合治理方案的前景

在考虑了上述因素后，我们认为，通过合理设计和科学管理，综合运用水雾抑尘和植物覆盖技术，仍然是露天矿山粉尘治理的有效途径。为了实现成本效益最大化，必须根据具体情况制定详细的实施计划，比如在水资源充足的区域重点发展水雾抑尘技术，在适合植被生长的区域加大植物覆盖的力度。同时，通过技术创新降低设备成本和提高植被的适应性和生长速度，可以进一步提升综合治理方案的实用性和经济性。

五、结论

经过对所提出的综合治理方案的实际应用和效果分析，我们可以得出以下结论：通过精细化的爆破设计，结合水雾抑尘和植物覆盖技术的应用，可以有效降低露天矿山开采爆破过程中的粉尘排放。这既改善了矿区的工作环境，也为周边生态环境的保护做出了贡献。虽然在实施这一方案的过程中，我们也遇到了一些挑战，如成本控制、技术适配性等问题，但通过不断的试验和优化，最终证明了这一方案的可行性和有效性。未来的研究将更多地聚焦于方案的优化和普通性测试，希望能为更多的矿区提供有效的粉尘治理解决方案。在此过程中，我们始终相信，人类的智慧和技术创新能力是克服环境挑战、实现可持续发展的关键。

参考文献

- [1] 高盼军, 黄鑫, 谭雪. 掘进工作面高倍数泡沫降尘器研制与应用[J]. 煤矿机械, 2015, 36(5): 213-215.
- [2] 高盼军, 方志杰, 章柳柳, 王莹, 吴佳, 任浩男. 掘进工作面泡沫发泡器性能研究及应用[J]. 矿业安全与环保, 2015, 42(4): 37-39.
- [3] 李孜军, 杨东杰, 牛娇, 周惠斌, 梁萧. 溜井泡沫抑尘剂的研制及其抑尘性能实验研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2015, 11(8): 64-69.
- [4] 马中飞, 赵威振, 靳鹏岗. 降尘泡沫剂配方优选及其在岩巷综掘面的应用[J]. 中国粉体技术, 2017, 23(1): 32-35.
- [5] 田晓红, 王凯, 樊海艳. 复采采煤工作面降尘除尘新技术[J]. 矿业研究与开发, 2017, 37(9): 90-92.
- [6] 张昭, 佟彦军, 李泽华, 白和强, 刘敬智. 露天矿山台阶爆破爆炸水雾降尘实验[J]. 工程爆破, 2017, 23(5): 71-75.