

矿山生态修复工程及技术措施

叶方霞¹ 方胜磊²

1. 湖北省规划设计研究总院 湖北武汉 430037

2. 湖北省自然资源资产运营有限公司 湖北武汉 430037

摘 要：矿山生态修复工程是应对采矿活动引起的环境破坏的关键措施，旨在恢复和重建受损害的生态系统，减少污染，改善景观，以及增强生物多样性。本文概述了矿山生态修复的重要性，详细分析了修复过程中应用的物理、化学及生物技术措施，并提出了综合治理策略。研究指出，科学合理的修复措施能显著改善环境质量，促进生态平衡，同时为地区社会经济的可持续发展提供支撑。

关键词：矿山；生态修复；技术措施

矿业活动作为全球经济发展的重要推动力，其对环境的负面影响也日益受到关注。矿山开采导致的生态破坏、土地退化及水土污染等问题，迫使科学家、工程师和政策制定者寻求有效的解决方案。矿山生态修复工程应运而生，不仅为了修复已受损的环境，更为实现可持续发展和生态文明建设提供了实践路径。随着技术进步和环保意识的提升，生态修复已从单一的物理修复拓展到包含化学、生物及综合措施的多维修复模式。

1. 矿山生态修复的目标

(1) 环境质量改善：通过去除或减少土壤、水体和大气中的污染，恢复受污染环境的质量。这包括降低重金属含量、改善土壤结构、减少有害物质的生物可利用性等。(2) 生态功能恢复：重建已破坏的生态系统及其服务功能，包括生物多样性的恢复、生态平衡的重建以及自然循环过程的复原。(3) 景观美化与地形稳定：修复和美化被破坏的土地，重塑稳定的地形地貌，防止侵蚀和土地滑移，确保修复后地貌的自然融入周围环境。(4) 水文条件恢复：重建矿区的水文系统，确保水资源的合理配置和水质的安全，以保障区域内的水生生态系统和依赖该水域的人类社区的用水需求。(5) 持续可持续发展：通过引入可持续的土地管理和利用方式，保证修复效果的持久性，避免再次发生类似的生态破坏。

2. 矿山生态破坏现状分析

2.1 土地退化与地貌改变

矿山开采活动显著地改变了自然景观和地形，导致了严重的土地退化和地貌改变。露天采矿尤其涉及大规

模的土地开挖，不仅直接摧毁了原生植被和土壤结构，还造成了不可逆的地形变化。这种土地的剧烈变动导致原有的生态系统完全丧失，生物栖息地被破坏，土地失去了其原始的自然功能和美观。此外，这些改变可能导致局部气候变化，影响降水模式及地表径流，进而对周围地区产生深远的环境影响。土地退化不仅限于矿区本身，还可能扩展到周边地区，引发更广泛的生态问题^[1]。

2.2 土壤污染

矿山活动是导致土壤污染的重要来源之一，尤其是重金属和有害化学物质的污染。在矿石的提取和加工过程中，使用的化学物质（如氰化物、汞、铅等）和从矿材中释放的天然毒素（如砷和放射性元素）可能会渗入土壤，造成长期的土壤污染。这些污染物不仅直接影响土壤质量和植物生长，还可能通过食物链对人类健康构成威胁。受污染的土壤难以支持原有的生物多样性，导致生态结构简化，生态功能减弱，进一步影响了生态平衡和生态服务的正常提供。

2.3 水污染

矿区的水污染主要来源于矿山废弃物的渗漏和酸性矿山排水。硫化矿物的氧化产生的酸性水可以溶解矿物质中的重金属，并将它们输送到附近的水体中，从而污染水源。这种酸性矿山排水不仅含有有害的重金属，还具有低pH值，对水生生物具有高度毒性。此外，矿山活动常伴随着大量固体废物的产生，这些废物如果管理不当，容易随雨水淋溶，进一步加剧了水体的污染程度。水污染不仅威胁到水生生态系统的健康，也影响到依赖这些水源的人类社区。

2.4 生物多样性下降

矿山开发对生物多样性的负面影响是显而易见的。原生植被的移除、土壤和水质污染以及生境的物理破坏直接导致了物种的栖息地丧失。这种栖息地的变化或消失,使得许多本土植物和动物种类无法在曾经生存的地区继续存活。随着生态环境的恶化,一些对环境变化敏感的物种将首先消失,而那些适应性较强的物种也面临长期的生存压力。生物多样性的减少会削弱生态系统的稳定性和恢复力,降低其抵抗自然灾害的能力,同时也损害了人类从自然中获得的各种益处,包括美学、精神享受以及生物资源。

3. 矿山生态修复工程技术措施

3.1 物理修复技术

物理修复技术在矿山生态修复中扮演着至关重要的角色,它主要依赖于物理手段来改善受污染或被破坏的环境。这类技术包括直接的土地整形、废弃物处理以及水文地貌的恢复等。土地整形通常涉及移除采矿遗留的废料,回填采空区以及重新塑造地形,以减少视觉和实际的环境冲击。在废弃物处理方面,物理修复可能包括固体废物的分拣、覆盖或固化等,这些措施有助于防止污染物的进一步扩散并减少其环境危害。同时,水文地貌恢复关注的是恢复矿区的水文条件,如重建流域的自然流向、湿地构建和水体的物理净化,旨在恢复区域内自然的水循环和提高水质。这些物理修复手段直接而有效,为后续的生态恢复工作打下了良好的基础^[2]。

3.2 化学修复技术

化学修复技术在矿山生态修复过程中,主要用于处理土壤和水体中的化学污染。通过向受污染的介质中加入特定的化学物质,如改良剂、稳定剂或其他反应性物质,化学修复技术旨在改变污染物的化学形态或降低其可移动性和生物可利用性。例如,土壤改良剂可以调节土壤pH值,从而降低重金属的活性和毒性。在处理酸性矿山排水时,常用碱性物质中和酸性,减轻其对下游水体的危害。化学修复技术还包括利用氧化还原反应转化或沉淀污染物,从而减少其在环境中的浓度。这种方法通常快速且针对性强,但需要仔细管理以确保不会对环境造成额外的化学负担。

3.3 生物修复技术

生物修复技术利用植物、微生物等生物体的自然功

能或通过工程改造的能力来去除或转化环境中的污染物,实现生态修复的目标。植物修复技术,也称为植物萃取,主要是利用植物吸收土壤中的重金属等污染物,并通过积累在植物体内来清除污染。微生物修复则依赖于微生物将污染物作为能源或营养源进行分解、转化或固化。例如,某些细菌和真菌能在其生长过程中降解有机污染物或转化重金属。生物修复通常被认为是一种环境友好的方法,因为它利用自然界的生物循环过程,减少了对外界化学物质的依赖,同时能增加生物多样性并在长期内维护生态系统的健康^[3]。

3.4 综合修复技术

综合修复技术是一种结合物理、化学及生物修复技术的方法,以实现更为全面和持久的生态修复效果。在实践中,综合修复技术可能先后或同时采用不同的技术措施,针对矿山废弃地的复杂条件进行定制化修复。例如,可以先通过物理方法移除大块废料和进行地形调整,再利用化学方法处理残留的污染,最后通过植被恢复和技术造林等生物方法实现生态重建。这种综合性策略不仅促进了生态功能的多方面恢复,还增强了系统对未来发展变化的适应性和抵抗能力。综合修复技术的实施需要跨学科的协作和细致的规划,以确保各个阶段和措施的有效衔接和协同效应。

结束语

综上所述,矿山生态修复是一项复杂而长期的工作,需要跨学科技术的融合和创新。通过实施科学的修复方案,不仅可以恢复矿区生态系统的健康与功能,还能改善当地居民的生活质量,促进经济多元化发展。未来的矿山生态修复应更加注重生态、经济、社会的统筹兼顾,以及修复后的持续管理和监测。只有这样,才能真正实现人与自然是和谐共生,为后代留下更加清洁、宜居的地球。

参考文献

- [1] 曹顺, 张吉吉. 矿山生态修复工程及技术措施探析[J]. 冶金与材料, 2024, 44(04): 103-105.
- [2] 杨剑锋. 矿山生态修复工程及技术措施探讨[J]. 世界有色金属, 2022, (23): 178-180.
- [3] 王晶. 矿山生态修复工程及技术措施研究[J]. 山西农经, 2019, (22): 75-76.