

矿山修复工程中的植被重建技术及土壤质量改善措施

季念

保罗清洁能源（福州）有限公司 福建福州

【摘要】 矿山修复工程旨在解决因采矿活动导致的生态环境破坏问题，其中植被重建技术和土壤质量改善措施是恢复生态平衡的关键。本文探讨了适用于不同类型受损矿区的植被重建技术及其对土壤质量的改良效果，分析了这些方法在促进矿区生态系统恢复中的应用潜力。选择合适的植物物种和改良土壤条件对于成功实施植被重建至关重要。采用生物炭、有机肥料等改良剂可以有效提升土壤肥力和结构，为植被生长提供良好环境。通过综合运用这些策略，不仅能够加速矿区的生态恢复过程，还能增强生态系统的稳定性和可持续性。

【关键词】 矿山修复；植被重建；土壤质量；生物炭；有机肥料

【收稿日期】 2025 年 3 月 9 日

【出刊日期】 2025 年 4 月 9 日

【DOI】 10.12208/j.jer.20250189

Vegetation reconstruction technology and soil quality improvement measures in mine restoration projects

Nian Ji

Paul Clean Energy (Fuzhou) Co., LTD, Fuzhou, Fujian

【Abstract】 The mine restoration project aims to address the ecological and environmental damage caused by mining activities. Among them, vegetation reconstruction technology and soil quality improvement measures are the keys to restoring ecological balance. This paper explores the vegetation reconstruction technologies applicable to different types of damaged mining areas and their effects on soil quality improvement, and analyzes the application potential of these methods in promoting the restoration of the ecological system in mining areas. Selecting appropriate plant species and improving soil conditions are crucial for the successful implementation of vegetation reconstruction. The use of amendments such as biochar and organic fertilizers can effectively enhance soil fertility and structure, providing a favorable environment for vegetation growth. By comprehensively applying these strategies, not only can the ecological restoration process of mining areas be accelerated, but also the stability and sustainability of the ecological system can be enhanced.

【Keywords】 Mine restoration; Vegetation reconstruction; Soil quality; Biochar; Organic fertilizer

引言

矿山开采活动往往造成严重的地表破坏和环境污染，影响区域生态平衡及周边居民生活质量。面对日益严峻的环境挑战，采取有效的修复措施显得尤为重要。矿山修复不仅仅是简单的地貌重塑，更重要的是通过科学的方法实现生态系统的全面恢复。其中，植被重建作为关键环节之一，直接关系到矿区土地利用功能的恢复与提升。土壤作为支撑植被生长的基础，其质量的改善对于矿区生态恢复具有决定性意义。探索高效可行的植被重建技术和土壤改良措施成为当前研究热点。这不仅有助于解决历史遗留的矿山环境问题，也为未来矿业开发中的环境保护提供了重要参考。

1 矿区生态环境破坏现状及修复需求

矿区开采活动对环境造成了多方面的严重影响，

其中最为显著的是地表的破坏和土壤质量的下降。大规模的挖掘作业不仅改变了原有的地形地貌，还导致了土层结构的严重扰动，使得土壤失去原有的物理和化学性质，难以支撑植被生长。矿坑、废石堆以及尾矿库等的存在进一步加剧了这一问题，它们占据了大量土地资源，同时释放出有害物质污染周边土壤和水源。矿山开采过程中产生的粉尘和废气也对空气质量构成了威胁，影响到了周围居民的生活质量和健康状况。矿区生态环境的恢复不仅仅是对被破坏土地进行简单的复绿，而是需要全面考虑土壤修复、水体净化以及空气质量管理等多个方面的需求。

针对矿区生态系统的恢复，科学合理的修复策略显得尤为重要。在众多可行的方法中，植被重建被视为促进矿区生态系统自我修复能力的关键步骤之一^[1]。通

过选择适应性强、耐贫瘠的植物种类进行种植,可以有效地固定土壤,减少侵蚀,并逐步改善土壤结构和肥力。利用微生物及其代谢产物改良土壤,增强土壤团粒结构,也是提高土壤质量的有效手段。这些方法的应用,不仅能够为植被提供适宜的生长环境,还能通过生物多样性提升整个生态系统的稳定性。

矿区修复工作的最终目标是实现生态系统的可持续发展。这意味着不仅要关注短期内的修复效果,还需着眼于长远利益,确保修复后的矿区能够持续发挥其生态服务功能。为了达到这个目标,必须将环境保护理念贯穿于整个修复过程之中,从规划阶段到实施再到后期管理,每个环节都需要精心设计与执行。在植被重建过程中,应充分考虑植物群落的多样性和复杂性,模拟自然生态系统的构建方式,以促进物种间的相互作用和支持系统的发展。加强监测与评估机制的建立,对于及时调整修复策略,优化修复效果具有重要意义。

2 植被重建技术在矿山修复中的应用探索

在矿山修复工程中,植被重建技术的应用是恢复生态平衡的重要手段之一。通过选择合适的植物种类并采用科学的种植方法,可以有效促进土壤结构的改良和肥力的提升,为后续生态系统的发展奠定基础。实际操作中,常常会优先考虑那些具有较强适应性和耐逆性的本地物种,因为它们更能抵抗恶劣环境条件,如干旱、贫瘠土壤等。利用覆盖作物和绿肥作物也是提高土壤质量的有效策略,这些作物能够增加土壤有机质含量,改善土壤物理性质,同时减少水土流失的风险。为了进一步增强植被重建的效果,还可以引入微生物菌剂来促进植物生长,这类生物肥料不仅能改善土壤微生态环境,还能增强植物对病虫害的抵抗力。

针对不同类型的矿区,植被重建技术的具体应用也有所不同。在金属矿区,由于土壤中可能含有高浓度的重金属,这对植物生长构成了极大的挑战。此时,选用超积累植物进行修复显得尤为重要,这类植物能吸收并富集土壤中的重金属元素,从而净化土壤环境^[2]。而在煤炭矿区,则需更多关注土壤酸化的问题,使用石灰石粉或钙镁磷肥调节土壤 pH 值成为必要的措施之一。现代植被重建技术还涵盖了利用无人机播撒种子、采用喷播技术等高效作业方式,这些技术大大提高了植被重建的速度和效率,尤其适用于地形复杂、人工难以到达的区域。通过综合运用多种技术手段,不仅能够加快矿区生态系统的恢复速度,还能提高其自我维持能力。

成功的植被重建离不开对矿区具体情况的深入分

析与精准施策。这意味着在实施任何植被重建项目之前,都需要进行全面的现场调查与评估,了解矿区土壤类型、污染状况以及气候条件等因素。基于这些信息,制定出符合当地实际情况的植被重建方案,并根据监测数据不断调整优化。加强跨学科合作也是提升植被重建效果的关键所在,通过整合生态学、土壤学、植物生理学等多个领域的知识和技术,可以更有效地应对复杂的矿区环境问题。最终目标是建立一个稳定且可持续发展的生态系统,这不仅有助于恢复矿区的自然风貌,也为周边社区带来了显著的环境和社会效益。

3 土壤质量改善措施及其对植被重建的支持作用

在矿山修复过程中,土壤质量的改善是确保植被重建成功的关键因素之一。矿区土壤通常面临着物理结构破坏、化学成分失衡以及生物活性降低等问题,这些问题严重制约了植物的生长和生态系统的恢复。为了克服这些挑战,采用一系列土壤改良措施显得尤为重要。添加有机物料如堆肥或腐殖质能够显著提升土壤的有机质含量,从而改善其结构并增强保水能力。施用石灰等碱性物质调整土壤 pH 值,对于缓解酸化问题至关重要,尤其是在那些经历过大量硫化物氧化的矿区。通过这些手段,不仅为植被提供了更适宜的生长环境,也为后续生态功能的恢复奠定了基础。

除了上述方法外,利用生物炭也是提高土壤质量和促进植被生长的有效途径。生物炭富含碳元素,具有高度的稳定性,能够在较长时间内持续释放养分,同时还能吸附土壤中的有害物质,减少对植物根系的影响。在实际应用中,根据矿区的具体情况选择合适的生物炭类型及其用量显得尤为关键^[3-5]。引入有益微生物群落,如固氮菌、磷溶解细菌等,可以进一步激活土壤生态系统,促进养分循环,提高土壤肥力。这些微生物不仅能帮助植物更好地吸收土壤中的矿物质,还能通过与植物根系形成共生关系来增强植物的抗逆性。结合使用生物炭和微生物肥料,可以在短时间内显著改善土壤质量,支持植被重建工作进行顺利。

植被重建的成功离不开对土壤质量持续监测与评估的支持。在实施任何土壤改良措施后,都需要定期采集土壤样本进行分析,以了解各项指标的变化趋势,并据此调整管理策略。这一过程包括监测土壤的物理性质(如密度、孔隙度)、化学性质(如营养元素含量、pH 值)以及生物学特性(如生物多样性)。通过这种精细化的管理模式,不仅可以优化土壤改良效果,还能有效预防潜在的生态风险。良好的土壤条件将为植被提供一个稳定且富有生机的生长基质,这不仅有助

于加速矿区生态系统的恢复进程，同时也促进了生物多样性的增加，实现了从受损到健康的转变。

4 基于案例分析的矿山修复成效评估与优化建议

通过具体案例分析，可以深入理解矿山修复成效评估的重要性及其对优化建议的指导意义。以某废弃金属矿区为例，该区域在长期开采过程中遭受了严重的土壤污染和地形破坏。修复工作启动后，采用了多种植被重建技术和土壤改良措施，包括种植超积累植物来吸收重金属污染物，以及施用石灰石粉调整土壤 pH 值^[6-8]。经过几年的努力，现场监测数据显示，土壤中的重金属含量显著下降，植被覆盖率明显增加。这些成果表明，科学合理的修复策略能够有效改善矿区生态环境，但同时也揭示了修复过程中存在的挑战，如某些植物物种对特定污染物的耐受性不足等问题。

为了进一步提升矿山修复的效果，基于案例的具体情况提出了一系列优化建议。在选择植被重建物种时，应更加注重其适应性和多功能性，不仅要考虑植物对污染物质的耐受能力，还需关注其对改善土壤结构和促进生物多样性的贡献。结合现代科技手段，如无人机遥感技术进行大面积植被覆盖度的快速评估，或利用高精度土壤传感器实时监控土壤湿度、温度等关键参数，都是提高修复效率的有效途径。这些技术的应用不仅有助于更精确地掌握修复进度，还能为及时调整修复方案提供科学依据，从而确保各项措施的实施效果达到最佳状态。

持续的监测与评估机制是保证矿山修复长期成功的关键因素之一。建立一个全面的数据收集和分析系统，对于跟踪修复进展、评估生态恢复状况至关重要。这需要跨学科团队的合作，包括生态学家、土壤科学家、环境工程师等专业人士共同参与，以便从多角度综合评价修复成效。鼓励社区参与也是提升修复项目可持续性的重要方面，通过教育和培训提高当地居民对环境保护的认识，并激发他们积极参与到矿区生态恢复的工作中来。这样的合作模式不仅能增强项目的社会影响力，也为未来类似项目的开展提供了宝贵的经验借鉴。

5 结语

矿山修复不仅是对受损环境的治理，更是对生态平衡的重建过程。通过科学的植被重建技术和土壤改良措施，矿区的土地得以恢复生机，生态系统逐步实现自我维持与发展。成功的修复需要持续地监测与评估，并依据实际情况不断优化策略。跨学科合作及社区参与对于提升修复成效和促进可持续发展同样不可或缺。未来，我们应继续探索创新方法，致力于构建更加稳定和和谐的生态环境，为后代留下一片绿土。

参考文献

- [1] 陈玲.废弃矿山生态修复工程技术措施探析[J].福建建材,2025,(01):106-108+112.
- [2] 涂美义,袁世宇,陈江军,等.不同降雨工况下的矿山修复工程边坡稳定性评价[J].地质科技通报,2024,43(06):63-77.
- [3] 位蓓蕾.矿山生态修复工程“五位一体”技术模式研究——以淄博九顶山为例[J].环境生态学,2024,6(11):68-75.
- [4] 王雯,韩淑敏,聂林强,等.矿山生态修复工程及技术措施分析[J].世界有色金属,2024,(14):214-216.
- [5] 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.
- [6] 沈佩霞.矿山生态修复工程技术研究[J].能源技术与管理,2023,48(05):140-142+193.
- [7] 刘学峰.废弃露天开采矿山生态修复工程勘查探析[J].有色金属(矿山部分),2023,75(04):150-154+171.
- [8] 米灏.矿山生态修复工程的方法及对策建议[J].世界有色金属,2023,(09):187-189.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

