

矿山生态修复研究进展及发展趋势

张贺

中煤科工集团南京设计研究院有限公司

DOI:10.12238/eep.v7i2.1920

[摘要] 随着矿产资源的不断开采和利用,使得矿山地区受到了严重的环境破坏,对生态系统带来了巨大的影响,所以矿山生态修复成为重要的研究领域,并且要求以恢复受损的生态系统功能和提高生态环境质量为目标。鉴于此,本文阐述了矿山生态修复的研究进展,包括修复方法和技术,以及探讨了未来矿山生态修复的发展趋势,以望借鉴。

[关键词] 矿山;生态修复;生态治理

中图分类号: TD167 **文献标识码:** A

Research progress and development trend of ecological restoration in mines

He Zhang

Middling coal Technology&Industry Group Nanjing Design&Research Institute Co., Ltd

[Abstract] With the exploitation and utilization of mineral resources, mining areas have suffered serious environmental damage, which has had a huge impact on the ecosystem. Mining ecological restoration has become an important research field, with the goal of restoring damaged ecosystem functions and improving ecological environment quality. In view of this, this article elaborates on the research progress of mining ecological restoration, including restoration methods and technologies, as well as explores the development trends of future mining ecological restoration, hoping to draw inspiration from it.

[Key words] mining; Ecological restoration; Ecological governance

在矿产开采过程中,会对生态环境造成不利影响,故加强对矿山的生态修复与治理至关重要,有利于在保护自然生态环境的同时,促进地区经济发展。因此,研究此项课题,具有十分重要的意义。

1 矿山生态修复的基本原理和方法

1.1 矿山生态修复的基本原理

矿山生态修复的基本原理是通过一系列技术和方法恢复矿山开采活动所破坏的生态系统,其目的在于重建土壤稳定性,提高土壤肥力,促进植被自然生长,恢复生物多样性以及最终实现生态系统的自我维持能力。这个过程涉及到了土壤重构,污染物的去除和生态系统功能的恢复。通过物理、化学和生物技术进行土壤改良,比如利用适合的生物耐性植物进行植被栽培,从而在短时间内快速形成表土层,改善土壤结构并提供基本的养分循环,植物的根系也能有效防止水土流失。此外,为了恢复生物多样性,要根据当地原生态植物种类选取适宜的物种进行植被恢复,这对于恢复动物栖息地和生态网络具有重要作用,有助于整个生态系统的稳定和持续发展。进一步,结合当地社区的可持续发展目标,进行经济植物的种植和生态旅游的开发,可以实现生态效益和经济利益的双重增进,从而推动矿山地区生态文明

建设和区域可持续发展。

1.2 矿山生态修复的常用方法和技术

植物修复(植被恢复或植被重建):这是一种利用植物改善土壤质量、防止水土流失并增加生物多样性的方法。植物种植包括选择适宜的本土物种或耐污染物种,进行退化土壤的重新植被化,通过植物的生长活动恢复土壤肥力和生态系统结构。

土壤修复:包括物理、化学和生物方法来改善土壤质量,恢复土壤的自然功能。如土壤调理剂的添加、污染物的生物修复与化学稳定化处理,以及通过压实或重新分层方案恢复土壤结构。

水体修复:旨在改善矿山废水和废液对周围水体的影响。包括水质净化技术如活性炭吸附、化学沉淀、生物处理等,以及矿山尾矿库的渗漏控制和治理。

生物修复:利用微生物或其他生物体来分解或转化土壤和水中的有毒物质,减轻污染。

物理修复:通过机械手段,如重新塑造矿山地形,重构排水系统,以减低侵蚀,控制径流。

这些方法和技术往往需要综合运用以实现更好的修复效果,同时考虑到修复作业的成本效益和社会、环境影响。在矿山生

态修复实践中,不同地区和不同类型的矿山可能需要根据具体情况采用相应的技术和方法组合。



图1 某市矿山生态修复对比图

2 矿山生态修复的研究进展

2.1 植物修复研究进展

矿山开采活动对自然环境造成了严重的破坏,包括土壤剥蚀、生物多样性丧失以及水土流失。在矿山生态修复领域,植物修复作为一种高效、经济和环境友好的技术,已经取得了显著的研究进展。这种技术依托于植物与土壤间的相互作用,通过植物的生长过程改善土壤结构,促进土壤有机质的积累,提高土壤持水能力,并通过根际效应促进微生物多样性以加快土壤修复。近年来,研究人员对于选育和利用耐污染、抗逆境的植物种类进行了大量的工作,发现了诸如苜蓿、芦苇等能够在重金属污染或低肥力土壤中生长的植物,并利用这些植物实施矿区绿化和土壤修复。此外,采用先进的生物技术手段,如基因工程和内生菌应用,来强化植物对铅、汞等重金属的吸收与固定能力,是植物修复领域的一大研究热点。同时,对于植物修复后的土壤健康状况和生态系统服务功能的长期监测评估也越来越受到重视。全面的修复计划还涉及到修复植物的适宜性评价、植物-土壤-微生物界面的相互作用研究以及修复生态系统的稳定性和可持续管理等课题,以期达到真正的生态系统恢复和可持续发展的目标。

2.2 土壤修复研究进展

矿山生态修复的重点之一是对遭受破坏的土壤进行修复,因为土壤是维持生态系统功能和生物多样性的根基。近期土壤修复研究有了显著进步,特别是在理解土壤污染机制和修复方法上取得了重要成果。研究人员正在采取多种策略恢复矿区土壤,包括物理修复、化学改良以及生物技术,这些方法能够减少污染物的生物有效性和环境风险。在生物修复技术中,通过植物-微生物联合作用有助于促进重金属的稳定化和有机污染物的分解,这一领域的研究正向着利用植物根际微生物增进土壤自我恢复能力发展。例如,透过接种促生根际微生物和菌根真菌来提升植物吸收有害金属的能力,并通过这种共生关系改善土壤

质量。此外,科学家们还致力于开发高效的土壤修复材料,如生物炭和改性黏土,这些材料可以吸附土壤中的污染物,增强土壤稳定性。同时,现场土壤修复技术如土壤翻耕和淋洗也在不断完善,目的是为了更有效地去除土壤中的污染物。另一个研究方向是对修复效果的长期监测和评估,包括土壤质量指标、生态系统服务能力和生物多样性的恢复程度。不断涌现的新技术如稳定同位素技术、分子生物学方法和高通量测序技术正在被应用于评估土壤修复的成效和机制,为矿山土壤的生态修复提供了科学依据和技术支持。

2.3 水体修复研究进展

矿山开采常常导致水体污染和生态平衡的破坏,因此水体修复是矿山生态修复工作的关键部分。近年来,矿山水体修复研究取得了一系列重要进展,研究者们开发了多种方法来净化受污染水体和重建水生生态系统。物理、化学以及生物方法是水体修复的三大支柱。在物理修复方面,技术如疏浚和围堰被用于去除底泥中的污染物,从而减少底泥对水体的再污染风险;化学修复方法中,如使用絮凝剂和活性炭能有效去除水中的悬浮颗粒和溶解性污染物。生物修复技术,尤其是通过利用某些植物和微生物对特定污染物具有高效净化能力的原理,通过生物降解和吸附作用,能显著提高水质。如水生植物可以通过其根部吸收水中的重金属,而微生物则可以分解水中的有机污染物。以上方法的综合应用可以大大提升水体的自净能力。同时,对于受污染水体的生态恢复,学者们也强调恢复生物多样性和食物链结构的重要性。在监测评估方面,现场水质分析、生物监测和遥感技术都被广泛应用于评估修复效果,这些技术的进步为水体修复提供了新的潜在手段。随着生态工程和纳米技术等新兴技术的应用,水体修复的效率和可持续性有望进一步提高,矿山生态修复的水体修复研究将继续深化,为恢复水生态平衡和保护水资源做出更大贡献。



图2某市矿山生态修复团粒客土喷播项目

2.4 生物多样性恢复研究进展

在矿山生态修复领域,生物多样性恢复是一项至关重要的任务,它旨在重建矿山区域内的生态系统结构和功能。近年来,生物多样性恢复方面的研究已经取得了显著成效。研究者们正

在着重于本地物种的选择和利用,因为这些物种更适应当地环境,更有利于生态系统的长期稳定。通过引入本地树种和植被,通过构建多层次的植被结构,加速土壤养分循环和提高土地利用效率,同时提供野生动植物栖息地。在动物多样性方面,重点是通过建立连通性走廊和生态廊道来促进物种间的迁徙和基因流动,减少物种破碎化的影响。此外,科学家们还在探索如何通过人工辅助措施提高物种再引入的成功率。采用这种方法,可以重新引入一些被破坏生态环境所排挤的物种。与此同时,研究人员也在采取一系列保护措施来保护已有的生物种群不受进一步的破坏。为了评估这些恢复工作的成效,生物监测以及基于生物指标的多样性评估方法正在持续发展和完善中。综合利用物种多样性指数、生态位理论以及群落构建原理等生态学理念,研究者们可以更准确地预测恢复措施的效果,并提出更有效的恢复策略。通过这些研究,不仅加深了对生物多样性恢复过程的了解,也提供了更多有效的方法来修复和改善矿山影响区域的生物多样性。随着这些研究的深入,相信在未来,可以更有效地在矿山闭坑后实现生物多样性的快速恢复。

3 矿山生态修复的发展趋势

3.1 新兴修复技术的应用前景

随着生态学理论和环境技术的飞速发展,矿山生态修复领域正在持续地吸纳和应用新兴修复技术,展现出积极向好的发展趋势。这些新技术主要集中在生物工程、土壤改良、材料科学和人工智能等方面。在生物工程领域,运用植物修复技术,通过特定植物种群的引入来稳定重金属污染,减少有害物质的迁移和扩散,已成为一种趋势。土壤改良方面,利用生物质炭和富含有机质的堆肥来提高土壤肥力,重建健康的土壤微生物群落,进而促进植被恢复。在材料科学上,纳米技术和生物可降解材料被用于修复和防治水污染,显示出对矿区水质改善的重要作用。同时,随着人工智能和大数据的发展,对修复过程进行模拟、效果预测和实时监控已经成为可能,这对矿山生态修复工作的科学化、精确化管理提供了强有力的技术支撑。此外,跨学科融合的修复项目正在兴起,如结合遥感技术和地理信息系统(GIS)对矿山恢复区域进行动态监测和分析,为修复工作提供准确的数据支持。这些新兴技术在未来有望实现更高效、更环保、更经济的矿山生态修复,同时这也促进了研究人员和行业从业者对修复科学的深入研究和实践应用,推动了矿山生态修复事业的可持续发展。

3.2 可持续发展与矿山生态修复结合的新思路

可持续发展与矿山生态修复结合的新思路在于寻求经济效益和生态效益的平衡,实现矿业活动与环境保护的协同发展。在传统矿业活动中,对自然资源的过度开采往往带来了生态环境的破坏,矿山退役后遗留下来的废弃地带来了严重的生态问题。当前,可持续理念的引入鼓励人们重新思考如何将矿山生态修复与地区经济社会发展结合起来,创建一个既有经济效益又能够实现长期生态持续性的系统。实现这一目标的关键是采取一种多元化的修复策略,这涉及到矿区生态修复前的详细规划、修复过程中的精细管理以及修复后持续监测和评估计划,确保矿区生态系统恢复的同时,对周边生态环境和社区的负面影响降到最低。此外,一个创新的思路是通过创建绿色矿山的概念,鼓励采矿企业在开采过程中就采取生态友好型的方法,比如合理规划开采顺序,减少对地表的破坏,运用现代技术实现尾矿的资源化利用,以及在关闭矿山前实施渐进式的生态修复工作。在退役矿山的复垦中,可尝试将废弃矿区转化为其他功能的地区,如生态公园、旅游景点或是创建野生动植物栖息地,这不仅能够促进生态环境的修复,还能为当地社区提供经济利润和社会效益。此外,吸引私人投资者和公共部门共同资助生态修复项目,并在政策法规层面提供支持及激励措施也是实现可持续矿山生态修复的重要组成部分。长远来看,将矿山生态修复与区域可持续发展紧密结合,不仅能够在矿业活动结束后为当地居民创造新的经济增长点,而且有助于构建和谐共生的自然与社会环境,推动实现经济、社会和环境三者之间的可持续进步。

4 结束语

综上所述,通过整合技术手段和多方面的考量,逐渐认识到矿山生态修复必须与社会经济发展相结合,实现可持续发展的目标。未来,需要不断探索先进技术和管理策略,提高修复效率和监测精度,以确保矿山生态修复的成功与可持续性,为后代留下更美好的自然环境。

[参考文献]

- [1]尹飞. 矿山地质环境问题分析及防治措施研究[J]. 有色金属设计, 2023, 50(04): 88-91.
- [2]张慧梅. 矿山生态环境修复治理存在的问题及改进措施[J]. 冶金管理, 2023, (23): 80-81.
- [3]李磊. 试论矿山生态环境的污染和生态修复[J]. 清洗世界, 2023, 39(12): 127-129.