

矿山生态修复中土壤改良技术的研究与应用

蓝晓聪, 罗武, 林国钦

紫金矿业集团股份有限公司, 福建 上杭

收稿日期: 2024年4月19日; 录用日期: 2024年5月22日; 发布日期: 2024年7月25日

摘要

矿山生态修复是一项重要的环境整治工作, 其中土壤改良技术的研究与应用是修复工作的核心内容。本文概述了当前矿山生态修复中土壤改良技术的现状, 包括物理、化学和生物改良技术的选择与应用。同时, 分析了不同矿山类型下土壤改良技术的选择, 以及土壤改良技术在具体矿山生态修复项目中的实践应用。在此基础上, 本文探讨了当前土壤改良技术面临的挑战与问题, 并展望了未来技术的创新与发展方向。通过深入研究和应用土壤改良技术, 可以为矿山生态修复提供有效支持, 促进生态环境的可持续发展。

关键词

矿山, 生态修复, 土壤改良技术

Research and Application of Soil Improvement Technology in Mine Ecological Restoration

Xiaocong Lan, Wu Luo, Guoqin Lin

Zijin Mining Group Co. Ltd., Shanghang Fujian

Received: Apr. 19th, 2024; accepted: May 22nd, 2024; published: Jul. 25th, 2024

Abstract

Ecological restoration of mines is a major environmental improvement work, of which the research and application of soil improvement technology is the core of the restoration work. This

paper summarized the present situation of soil improvement technology in ecological restoration of mines, including the selection and application of physical, chemical and biological improvement technology. At the same time, the selection of soil improvement technology under different mine types and the practical application of soil improvement technology in specific ecological restoration projects were analyzed. On this basis, this paper discussed the challenges and problems of soil improvement technology, and looked forward to the future of technology innovation and development. Deep research and application of soil improvement technology can provide effective support for ecological restoration of mines and promote sustainable development of ecological environment.

Keywords

Mine, Ecological Restoration, Soil Improvement Technology

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 前言

随着矿山开采活动的不断增加,生态环境破坏问题日益严重,其中土壤污染与退化尤为突出。紫金矿业始终坚持“绿水青山就是金山银山”的生态环保理念,坚持矿产资源“开发与保护并重”的原则,高标准做好生态恢复和环境保护工作。土壤作为生态系统的重要组成部分,其质量直接关系到整个生态系统的稳定性和可持续性。因此,矿山生态修复中土壤改良技术的研究与应用具有重要意义。本文旨在分析当前土壤改良技术的发展现状及其在矿山生态修复中的应用实践,探讨技术面临的挑战与问题,并提出未来技术的创新与发展方向,为矿山生态修复工作提供有益参考。

2. 土壤改良技术在矿山生态修复中的关键作用

土壤改良技术在矿山生态修复中扮演着至关重要的角色。矿山开采活动往往会对生态环境造成严重的破坏,特别是土壤环境的破坏,这直接影响了生态系统的稳定性和可持续性[1]。因此,土壤改良技术的应用对于矿山生态修复的成功至关重要。

土壤改良技术可以显著改善矿山土壤的物理性质。矿山开采过程中,土壤往往受到压实、侵蚀等破坏,导致土壤结构松散、保水能力下降。通过土壤改良技术,如深耕翻土、客土法等,可以改善土壤的密实度和内部结构,提高土壤的承载力和稳定性。

土壤改良技术可以恢复矿山土壤的肥力。矿山开采活动会破坏土壤的有机质和微生物群落,导致土壤肥力下降。通过土壤生物改良和化学改良技术,如种植绿肥、施用化肥和土壤改良剂等,可以增加土壤有机质,提高土壤肥力,为植被恢复提供良好的基础[2]。

土壤改良技术还可以消除矿山土壤中的污染。矿山开采过程中可能会产生重金属、有毒有害物质等污染物,对土壤环境造成污染。通过土壤化学改良技术,如淋洗、固化稳定化等方法,可以有效地去除或固定污染物,降低土壤污染风险。

土壤改良技术对于促进矿山生态系统的整体恢复也具有重要意义。通过改善土壤环境,可以为植被恢复提供适宜的土壤条件,进而促进生态系统的恢复和重建。同时,良好的土壤环境也有助于提高生态系统的稳定性和生物多样性,实现矿山生态系统的可持续发展。

3. 土壤改良技术研究

(一) 物理改良技术

物理改良技术主要通过改变土壤的物理性质来改善土壤质量。这包括但不限于清理地表、清除表石、异地取土、客土培肥、深耕深翻等技术。这些方法主要用于改善土壤的结构和透气性，如对于黏性土壤，可以添加砂质物质来降低土壤的黏性；对于砂质土壤，则可以添加黏性物质来增加土壤的保水性。此外，平整土地、适时耕作和松土等方式也可以改善土壤的结构和透气性。

(二) 化学改良技术

化学改良技术主要通过调节土壤的酸碱性或施肥来改变土壤的化学性质。例如，使用生石灰来逐年递减调节土壤的酸碱度[3]。同时，以土壤中的氮、磷、钾含量及中、微量元素含量为核心指标，进行测土配方施肥，以满足作物生长所需的各种营养元素。这种方法可以有效地提高土壤的肥力，促进作物的生长。

(三) 生物改良技术

生物改良技术主要通过增加土壤中的生物活性来改善土壤质量。例如，种植绿肥作物可以有效提高土壤的有机质含量，作物秸秆还田也可以增加土壤的营养元素。此外，施用微生物菌剂、接种微生物、增加蚯蚓等生物的活动，也可以改善土壤的结构和透气性[4]。这些生物活动可以促进土壤中的有机质分解，提高土壤的肥力，同时也可以增加土壤的透气性和保水性。

4. 土壤改良技术的应用实践

(一) 不同矿山类型的土壤改良技术选择

矿山开采活动对土壤环境造成了不同程度的破坏，因此，不同类型的矿山因其独特的开采方式、环境影响及土壤特性，需要针对性地选择土壤改良技术。

对于露天矿山而言，由于大规模的开采活动，往往导致大面积的土壤剥离和侵蚀，使土壤结构变得松散，保水能力大幅下降。在这种情况下，物理改良技术就显得尤为重要。其中，土地平整可以去土壤表面的大块石块和杂物，使土壤表面变得平坦，有利于后续的改良措施。客土培肥则是通过添加富含有机质的土壤或肥料，提高土壤的肥力，为植被恢复提供养分。深耕深翻则能够打破土壤的硬层，增加土壤的透气性，有利于植物根系的生长[5]。同时，结合化学改良技术，如通过施用石灰、石膏等物质调节土壤酸碱度，使其接近中性，更适宜植物的生长；施肥则可以补充土壤中的氮、磷、钾等营养元素，提高土壤的肥力。

地下矿山开采则可能导致土壤压实和地下水污染等问题。针对土壤压实，物理改良技术中的松土措施是关键，通过机械或人工方式疏松土壤，增加土壤的透气性。排水措施则可以有效防止地下水对土壤的污染，通过修建排水沟、安装排水管等方式，将地下水导出，减少其对土壤的负面影响。此外，生物改良技术也发挥着重要作用，如种植耐盐、耐旱的绿肥作物，这些作物不仅能够适应恶劣的生长环境，还能够通过根系吸收土壤中的盐分和有害物质，从而改善土壤环境。同时，它们的残体在分解过程中还能释放养分，提高土壤的有机质含量和微生物活性。

有色金属矿山通常伴随着重金属污染问题，这对土壤环境造成了严重的威胁。为了降低重金属污染风险，化学改良技术中的重金属钝化剂应用、土壤淋洗等措施至关重要。重金属钝化剂能够与土壤中的重金属离子发生化学反应，使其转化为不易被植物吸收的形态，从而降低重金属对植物的毒性。土壤淋洗则是通过淋洗液将土壤中的重金属离子洗出，再进行处理或回收利用。此外，生物修复技术也是解决重金属污染问题的有效途径，如微生物修复技术可以利用特定微生物分解重金属，降低其在土壤中的含

量；植物修复技术则通过种植能够吸收重金属的植物，将重金属从土壤中移除。

(二) 土壤改良技术在具体矿山生态修复项目中的应用

以某铁矿山的生态修复项目为例，由于长期的开采活动，该矿山土壤贫瘠、重金属污染严重，生态环境遭受了严重破坏。为了改善这一状况，项目团队采用了多种土壤改良技术进行综合治理[6]。项目团队对矿山土壤进行了物理改良。他们通过土地平整措施去除了土壤表面的石块和杂物，使土壤表面变得平坦；接着，采用深耕深翻技术打破了土壤的硬层，增加了土壤的透气性。这些措施为后续的化学和生物改良措施奠定了良好的基础。在化学改良方面，项目团队根据土壤酸碱度和养分状况，采取了相应的措施。他们通过添加石灰调节土壤的酸碱度，使其更适宜植物的生长；同时，施用有机肥和复合肥补充土壤中的氮、磷、钾等营养元素，提高了土壤的肥力。这些措施显著改善了土壤的环境条件，为植被恢复提供了有力的支持。此外，项目团队还采用了生物改良技术进一步提升土壤质量。他们种植了绿肥作物，这些作物不仅能够为土壤提供有机质和养分，还能够通过根系吸收土壤中的重金属和有害物质，降低其对环境的危害。同时，项目团队还接种了微生物菌剂，通过微生物的分解作用进一步改善土壤结构，提高土壤的生物活性。经过一段时间的修复治理，该铁矿山的土壤质量得到了显著提升，植被覆盖率也明显增加。原本贫瘠、重金属污染的土壤变得肥沃起来，各种植物开始在这片土地上茁壮成长。这不仅改善了矿山的生态环境，也为周边居民提供了更好的生活空间。同时，该项目的成功实施也为其他类似矿山的生态修复提供了有益的借鉴和参考。

5. 土壤改良技术的挑战与未来发展

(一) 当前土壤改良技术面临的挑战与问题

土壤改良技术在矿山生态修复中的应用虽然取得了一些显著的成效，使得许多矿区的土壤质量得到了明显的提升，但我们必须正视，这一领域仍面临着诸多挑战与问题。

第一，土壤改良技术的研发和创新能力显然不足。当前，土壤修复技术不仅涉及到复杂的生物、化学和物理过程，还需要跨越多个学科领域进行深入研究。这种跨学科的特性对技术研发和创新能力提出了极高的要求。然而，在现实中，许多地区的土壤改良技术依然停留在传统的物理和化学方法上，例如简单的土壤翻耕、添加肥料等。这些方法虽然在一定程度上能够改善土壤质量，但对于矿山这种特殊环境，其效果往往有限，甚至可能产生副作用。因此，我们需要针对矿山环境的特点，研发出更加具有创新性的土壤改良技术。

第二，土壤改良技术的实施成本也是一大问题。土壤修复工作通常需要大量的资金投入，包括技术研发、设备购置、材料采购以及人力成本等。这使得土壤修复成为一项资金密集型的工作，对于投资者和企业来说，无疑是一项高风险的产业。尤其是在一些经济欠发达的地区，由于资金短缺，土壤改良技术的推广和应用受到了很大的限制。即使有些地区愿意投入资金进行土壤修复，但由于成本高昂，往往只能进行小规模试验，难以大规模推广。

三是市场监管和评估体系的不完善问题。由于土壤修复市场具有其独特性，目前的市场监管和评估体系还未能充分适应其需求，缺乏明确的标准化和规范化措施。这种不完善的情况导致土壤改良技术的质量和效果难以得到有效的保障，给技术的推广和应用带来了极大的阻碍。具体来说，由于缺乏统一的技术标准和评估体系，不同土壤改良技术的性能难以进行客观的比较和评价，使得用户难以选择适合自己需求的技术。同时，市场监管的缺失也导致一些不合格或低效的技术得以进入市场，给土壤修复工作带来了风险。

四是公众对土壤改良技术的认知和接受程度也制约了其应用。当前，许多人对土壤污染和生态修复的重要性缺乏足够的认识，对土壤改良技术的效果持怀疑态度。这种观念上的障碍导致公众对土壤改良

技术的接受度不高,影响了技术的普及和推广。此外,一些土壤改良技术可能需要较高的成本投入,而公众往往对成本效益的考量较为敏感,这也限制了技术的广泛应用。

(二) 土壤改良技术的创新与发展方向

针对当前土壤改良技术面临的挑战与问题,未来的创新与发展方向可以从以下几个方面展开:

一是加强技术研发和创新,在当前矿山生态修复工作中,我们首先要做的便是加强技术研发与创新,以此来提升土壤改良技术的效果与效率。矿山环境具有其独特性,其土壤结构、污染程度、修复需求等方面都与其他环境存在显著差异。因此,我们需要针对矿山这一特殊环境,研发出具有针对性的土壤改良技术。这些技术应能够深入剖析矿山土壤的内在问题,精准地解决土壤污染、退化等难题,从而提高技术的适用性和实用性。通过不断的技术创新,我们可以使得土壤改良技术在矿山生态修复中发挥出更大的作用,实现更高效、更精准的土壤修复。

二是降低土壤改良技术的实施成本,推动技术的广泛应用。高昂的成本往往是制约技术推广的关键因素,特别是在矿山生态修复这一涉及面广、资金需求巨大的领域。因此,我们需要通过优化技术流程、提高设备效率、降低材料成本等方式,来降低土壤改良技术的成本。这不仅包括技术层面的优化,如研发更高效、更环保的土壤修复材料,也包括管理层面的改进,如提高技术实施过程中的组织协调和效率。通过这些措施,我们可以使得土壤改良技术更加经济实用,更易于被广大矿山企业所接受和应用。

三是完善市场监管和评估体系,这是确保土壤改良技术质量和效果的关键所在。当前,土壤修复市场正处于快速发展阶段,但监管和评估机制尚不完善,这在一定程度上影响了土壤改良技术的推广和应用[7]。因此,我们需要建立健全土壤修复市场的监管和评估机制,制定一系列相关标准和规范,以明确技术应用的边界和要求。这些标准和规范应当涵盖土壤改良技术的研发、应用、效果评估等各个环节,确保技术的质量和效果得到有效保障。同时,我们还应加强对土壤修复市场的监督和管理,对违规行为进行严厉打击,维护市场的公平和秩序。

四是提高公众对土壤改良技术的认知和接受程度。土壤污染和生态修复问题关系到每个人的切身利益,因此,我们需要加强相关知识的宣传教育,提高公众对土壤改良技术的认识和理解。可以通过举办科普讲座、发布宣传资料等方式,向公众普及土壤污染的危害性、土壤改良技术的重要性和应用效果。同时,我们还应积极回应公众的关切和疑问,解答他们在技术应用过程中可能遇到的问题,增强其接受和应用技术的意愿。这样不仅能够促进土壤改良技术的普及和推广,还能够提升公众的环保意识和参与程度,为构建美丽中国贡献力量。

6. 结语

矿山生态修复中的土壤改良技术是一项长期而复杂的工作,需要综合考虑矿山类型、土壤特性、环境因素等多方面因素。通过深入研究和应用物理、化学和生物改良技术,可以针对性地解决矿山土壤污染与退化问题,恢复土壤的生态功能。同时,面对当前土壤改良技术面临的挑战与问题,我们需要不断创新和完善技术体系,提高技术的效果和效率。展望未来,随着科技的不断进步和环保意识的日益增强,土壤改良技术将在矿山生态修复中发挥更加重要的作用,为构建美丽中国、实现可持续发展目标贡献力量。

参考文献

- [1] 敖轲. 矿山生态修复中的土壤改良技术应用[J]. 世界有色金属, 2023(11): 202-203.
- [2] 夏伟强, 王瑞龙, 朱兆友, 崔涵. 植被恢复与矿山生态修复的理论与实践[J]. 中国金属通报, 2023(10): 216-218.
- [3] 郑晶伦. 海州露天矿生态修复区不同绿化植被类型的土壤改良效应[D]: [硕士学位论文]. 阜新: 辽宁工程技术大

学, 2023: 40.

- [4] 王钰. 不同土壤改良剂和植物覆盖对赣南离子型稀土尾矿土壤真菌群落的影响[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西农业大学, 2023: 124.
- [5] 赵方莹, 袁志琼, 叶振魁, 苏光瑞, 赵蕾. 准格尔旗矿山生态保护和修复技术问题分析与对策研究[J]. 中国水土保持, 2022(11): 12-14.
- [6] 蒋文翠, 杨继清, 彭尔瑞, 王会云, 孙熙宁. 矿山生态修复研究进展[J]. 矿业研究与开发, 2022(4): 127-132.
- [7] 葛迪, 梁世伟, 许领. 露天矿山生态修复中的土壤重构现场模型实验研究[C]//第三届国际土地复垦与生态修复学术研讨会论文摘要集. 2021: 62.