

# Exploration of Soil Remediation Approaches in Ecological Restoration of Abandoned Mines

Deran Dong

Zhaoqing Huaiji Ecological Environment Monitoring Station, Zhaoqing, Guangdong, 526400, China

## Abstract

The issue of ecological restoration of abandoned mines has always been a key issue in environmental protection and sustainable development. This paper explores in detail various technologies and methods for soil remediation in abandoned mines, and delves into the various impacts of abandoned mines on soil, including the decline in soil quality and the challenges faced by vegetation restoration in multiple fields. A summary of commonly used soil remediation techniques, including biological, physical, and chemical remediation techniques, was conducted, and their advantages and limitations were discussed in depth, it is hoped that some constructive suggestions can be provided for soil remediation in ecological remediation of waste gas mines.

## Keywords

abandoned mines; ecological restoration; soil restoration

## 废弃矿山生态修复中土壤修复途径探索

董德然

肇庆市怀集生态环境监测站, 中国 · 广东 肇庆 526400

## 摘要

关于废弃矿山生态修复的问题, 一直是环境保护与可持续发展中的关键议题。论文详细地探索了现在废弃矿山土壤修复的各种技术和方法, 深入探讨了弃置矿山给土壤带来的各种影响, 这些因素包括土壤质量的下滑和修复植被所面临的难题等多个领域。对常用的土壤修复技术进行了总结, 这包括生物、物理和化学修复技术, 并对它们的优点与局限性做了深入探讨, 希望能为废弃矿山的生态修复中土壤的修复提供一些建设性的意见。

## 关键词

废弃矿山; 生态修复; 土壤修复

## 1 引言

随着工业化快速进展和自然资源的进一步开发, 废弃的矿场数量持续增长, 这对人类的环境和生态带来了日益严重的损害。被废弃的矿区土地受到的污染和退化, 已然上升为公众所关心的最基本议题之一。废弃的矿山土质深受多种影响, 这些影响因素涵盖了因为矿石采掘活动引起的土壤劣化、植被的减少、土壤酸化以及重金属的污染等诸多问题。这种问题不仅对周边的生态环境造成了严重破坏, 同时也对民众的健康以及持久发展产生了潜在风险。因此, 对弃置矿山土壤的修复手段和路径进行深度的研究与探讨, 在理论和实际层面都具有极大的实用价值。

## 2 废弃矿山对土壤的影响

### 2.1 废弃矿山的形成和特点

所谓废弃矿山, 指的是那些在矿物资源得到全面开采

或生产营运结束之后, 由于缺乏妥善管理和维护手段, 而逐渐遗弃或完全废弃的矿藏区域。因为矿产资源开采活动, 这些矿石资源被彻底耗尽, 这使得矿山的日常生产及运营过程不能维持下去, 最后遭到废弃。因为市场的需求发生变化或者资源的价格变得不稳固, 有些矿业企业可能无法继续使用, 主要因为它的经济收益不尽如人意。因为对环境的保护负担日益加重, 某些矿场可能不满足环境保护的要求, 从而可能被迫中止生产并被抛弃。

### 2.2 废弃矿山对土壤的污染和破坏

废弃矿山对土地造成的污染和损害, 主要是长期进行矿产资源挖掘。这一行为导致了被遗弃的矿区区域土壤质量的明显减少、肥力的降低、土壤结构的松散, 以及土壤密度的提高和土壤透气性的减弱, 这些都给植物的生长和发育带来了不良的影响。废弃的矿山地带因为土壤品质的退化和植被的失去覆盖, 这都导致了植被生长受限、土地暴露、易受水土流失和风力侵蚀等问题的加剧, 进而进一步加剧了土壤的侵蚀和破损状况。在某些被废弃的矿区, 长时间的矿物开

【作者简介】董德然 (1987-), 男, 中国广东怀集人, 本科, 工程师, 从事矿山治理和农污治理研究。

采和露天堆积导致土壤中硫化物、硫酸盐等成分大量释放到大气，这些与水分子反应，转化为酸性物质，从而引发了土壤酸化，严重损害了土壤的生态质量。某些被废弃的矿山区域正在面对严峻的金属污染挑战。铅、镉、汞等重金属的含量超出了规定标准，给当地土地与地下水资源带来了不小的污染，同时也给生态和人们的健康带来了隐患。

### 2.3 废弃矿山土壤修复的重要性

为了维系生态平衡并维护环境健康，修复废弃矿区土壤是至关重要的环节。通过土壤的再生和恢复植被，以及生态系统的重塑，可以有效地减少水土流失率，防止土地遭受腐蚀，保护地下水供应，以及保障生态环境持续地稳定和健康。一旦废弃矿山区域内的土地资源获得了高效的修复和再利用能力，这些土地财富便可以再一遍应用于农业生产、林业培育和旅游观赏等多方面的经济活动，从而显著优化土地利用效率，并促使该地区经济步入可持续发展的新阶段。对于废弃矿场区域内的土地进行修复不仅能促进当地生态环境和居住居民生活质量的提高，还具有促进社会稳定、提高当地居民生活水平以及增强他们的获取和幸福情感的作用<sup>[1]</sup>。

## 3 废弃矿山土壤修复技术综述

### 3.1 生物修复技术

生物修复方法是通过使用植物、微生物等生物组织来净化、分解、转换或稳定土壤中的有害物质，不仅投入的成本与效益都相当显著，而且其成效还具有长久的稳定性，如图1所示。植物修复可以描述为一种通过植物一连串的生理过程，如吸收、转移、累加及分解等方式，将土壤的有毒物质转变为无害或低毒性的物质，达到实现土壤修复的目的。在用于植物修复的常用植物中，有些具有耐受盐碱、对抗重金属和偏好湿润环境的特质。这群植物表现出了卓越的生存环境适应性和生存能力，它们能在严酷的环境中健康成长，并且可以从土中有效吸附污染物，进而促进土壤的快速修复。微生物恢复技术利用微生物降解能力，可以将土壤中的



图1 生物修复

有害物质如有机物和重金属转化为无害或低毒的成分，以达到土壤修复的效果。常用的微生物修复方法涉及了如何添加菌株、如何在原菌生长地点增殖，以及土壤堆肥处理等多种途径。这些科技方法能够显著提高土壤中有机物和重金属的分解速率，进一步加快土壤的修复工作。在对废弃矿山土壤进行修复的过程当中，生物修复技术呈现出了明显的优越性，特别是在进行植物性修复和微生物环境修复方面。利用植物修复的方法能够有效地从土地中提取有害物质，将这些有害物质转变为无害或是低毒物质，从而有助于加速对土壤的恢复和改善。

### 3.2 物理修复技术

物理修复是一种方法，主要是通过物理手段优化、升级或固定废旧矿山的土壤，目的是增加土壤的结构和属性，同时减少土壤侵蚀和污染的危险，如图2所示。土地的修复与复垦活动主要通过对被废弃矿山地区进行一系列包括地面平整、排水系统和土地覆盖在内的综合手段来恢复土地的基本构造和功能。通过土地整治的手段，可以有效地减少土壤侵蚀，提高土壤的透气与透明度，进而助力植被重新焕发生机并不断增长，从而增强土地的生产力和总体环境的健康。土壤的改造和固化流程是通过整合有机物和改良剂等元素来提升废弃矿山土壤的结构和质量，进而提升其肥力和保水保肥功能的能力<sup>[2]</sup>。普遍的优化方案包括添加有机物、利用石灰和磷肥的使用技巧。这些建议所提出的策略可以明显提升土壤的物理以及化学特质，进而增进土壤的适应能力和生产的效率。与生物修复技术进行比较时，物理修复方法在效果上或许不如生物修复技术，并伴随着其独特的局限性。一方面，需要清楚的是，物理修复方法主要旨在优化土壤的基础物理特性。然而，对于如土壤中的有机污染物和重金属这样难以分离的污染物来说，该技术的修复效能往往较为不足。另一方面，部分物理修补方法可能对土层生态系统带来负面影响，特别是在土地规划和恢复的过程中，这可能导致土壤中微生物和生物多样性的损害，进一步威胁土壤生态的稳健性。



图2 物理修复方式

### 3.3 化学修复技术

化学修复技术的核心目标是通过利用各种化学物质来中和、沉淀、分离或处理废矿山土壤中的污染物，其主要作用是减少土壤污染物在土壤中的浓度和有害性，从而有助于恢复土壤的生态平衡和环境质量。为了调整废弃矿山土壤的pH值，土壤的酸碱稳定性得以实现，这涉及添加碱性或酸性的元素，进而提高土壤的酸碱特质，减少土壤的酸化或碱化现象，并增强其对环境的适应能力和生产效益。一般用于调节的成分包括石灰、石膏以及磷酸钙等物质。为了有效地治理重金属的污染，一系列方法被采用，包括但不限于添加吸附剂、沉淀剂和还原剂，或者将废弃矿山土壤中的重金属离子转变成可稳定的化合物。另外也可以采用迁移、转化和封存等方法来达到减少土壤中重金属污染的目标。常见的一种解决方法是添加石灰、氢氧化铁或硫酸亚铁等材料<sup>[1]</sup>。在废弃矿山的土壤修复中，化学修复方法充当了一个辅助和补充的功能，这涉及了对土壤酸碱平衡的调整以及重金属污染的处理技术等。利用这一技术，能够使用化学物质来中和、沉积、隔离或将土壤中的污染物转化，从而显著降低土壤中污染物的浓度及其毒性，这种技术对于促进土壤的修复和恢复都是极其有益的措施。尽管如此，采取化学修复手段或许会给环境带来不利的后果，譬如可能产出的某些副产品或中介物，它们或许为环境和人类健康带来隐患，这就需要进行严格的环境审查和加强安全措施。

## 4 废弃矿山土壤修复中的关键问题与挑战

### 4.1 技术应用的难点与挑战

废弃矿区土壤的修复包括多种不同技术和方法的采用，并在这一过程中遇到一些技术应用上的难题与挑战。各式各样的修复技巧在适用性与成效上存在差异，所以挑选出最为合适的修补技巧和方法变得尤为关键。在实施中，需对废旧矿区的土地属性、污染程度、地形条件及其气候情况进行深入考量，以确定最为适宜的修复方法与技巧。有的修复技术在执行和实施方面相当复杂，这不仅需要大规模的人力、资金和物资支持，也存在一定的技术挑战。探究如何更高效

地组织并管理维修工作，以便提升工作流程的效率和质量，成为一个亟待解决的议题。在被遗弃的矿区里，土壤的修复常常会遭受多种污染物综合污染的威胁，而这些污染物之间存在着互相干扰和互相影响的关系。因而，针对这些复合的污染物寻找合适的修复方法无疑构成了技术性上的一个挑战<sup>[4]</sup>。

### 4.2 环境条件对修复效果的影响

废弃矿业土壤的修复成效往往受到多方面环境因素的影响，各种环境条件可能会导致修复效果的不一致，因此，必须依据具体环境因素来设计和实行一套科学合理的修复方案，以保证修复工作的质量和效果。废弃矿区的土壤维修受到气候状况所带来的巨大影响。各种气候区都存在其特有的气候特性，如温度、湿度和降水量等。这些元素将直接对土壤修复中的生物活性、化学反应速度等产生作用，从而可能会影响修复工作的最终成果。土壤类型在决定修复效果方面发挥了至关重要的角色。各类土壤都有其独到的属性与结构，所以它们对不同类型污染物的恢复能力呈现出差别。因此，制定土壤修复计划时，必须充分照顾到土壤的多样化，并选取最为合适的修复方法和技术。

## 5 结语

综上所述，废气的矿山土壤的修复涉及非常多的因素，修复需要政府、企业、相关的研究机构以及社会各界的共同努力和积极参与，只有通过广泛的协作才能实现环境生态系统的整体优化与可持续的发展。

### 参考文献

- [1] 刘传娥,李生清,胡靖爽,等.“双碳”战略下废弃露天矿山生态修复模式研究与实践——以山东省废弃露天矿山为例[J].山东国土资源,2022(9):38.
- [2] 姜月华,倪化勇,周权平,等.长江经济带生态修复示范关键技术及其应用[J].中国地质,2021,48(5):29.
- [3] 朱源婷,犹俊,侯江勇,等.贵州省废弃露天矿山生态修复成效评价及修复模式探讨[J].冶金管理,2023(8):66-69.
- [4] 武静,杨麟,朱芋静.基于生态产品价值实现的矿山生态修复模式探索[J].中国资源综合利用,2023,41(6):152-154.