

# 废弃矿山生态修复技术研究与应用

白香云

湖北煤炭地质物探测量队

DOI:10.12238/eep.v7i11.2307

**[摘要]** 废弃矿山作为人类活动对自然环境造成破坏的典型代表,其生态修复问题日益受到关注。本文旨在全面探讨废弃矿山生态修复的现状、挑战、关键技术、成功案例以及未来发展趋势。通过对国内外相关研究成果的梳理和分析,本文提出了一系列针对性的修复策略和技术方法,以期为废弃矿山生态修复的实践提供科学依据和技术支持。

**[关键词]** 废弃矿山; 生态修复; 环境污染; 基质改良; 植被重建; 生物多样性

中图分类号: TD2 文献标识码: A

Research and application of ecological restoration technology in abandoned mines

Xiangyun Bai

Hubei Coal geological and geophysical survey team

**[Abstract]** As a typical representative of the damage caused by human activities to the natural environment by abandoned mines, the ecological restoration of abandoned mines has attracted more and more attention. This article aims to comprehensively explore the current situation, challenges, key technologies, successful cases and future development trends of ecological restoration of abandoned mines. Through the combing and analysis of relevant research results at home and abroad, this paper puts forward a series of targeted restoration strategies and technical methods in order to provide scientific basis and technical support for the practice of ecological restoration of abandoned mines.

**[Key words]** abandoned mines; ecological restoration; environmental pollution; substrate improvement; vegetation reconstruction; biodiversity

## 1 研究背景与意义

随着工业化进程的加速,矿产资源的开采量逐年增加,废弃矿山也随之增多。这些废弃矿山不仅破坏了自然景观,还导致了土壤侵蚀、水源污染、生物多样性丧失等一系列生态环境问题。因此,开展废弃矿山生态修复工作,对于恢复生态环境、提高资源利用效率、促进可持续发展具有重要意义。

### 1.1 国内外研究现状

国内外在废弃矿山生态修复方面已取得了显著进展。国外方面,欧美等国家在废弃矿山生态修复方面起步较早,积累了丰富的经验和技术。国内方面,近年来也加大了对废弃矿山生态修复的研究力度,取得了一系列重要成果。然而,与发达国家相比,我国在废弃矿山生态修复技术方面仍存在较大差距,需要进一步加强研究和应用。

### 1.2 研究目的与内容

本文旨在全面探讨废弃矿山生态修复的现状、挑战、关键技术、成功案例以及未来发展趋势。通过对国内外相关研究成果的梳理和分析,提出针对性的修复策略和技术方法,为废弃矿

山生态修复的实践提供科学依据和技术支持。

## 2 废弃矿山生态修复的现状与挑战

### 2.1 废弃矿山生态破坏现状

废弃矿山对生态环境的破坏主要表现在以下几个方面:

#### 2.1.1 土地破坏与土壤退化

土地破坏: 矿山开采通常需要大面积的土地开垦和破坏,包括砍伐森林、挖掘土壤和岩石等,导致生态系统的破坏和生物多样性的丧失。

土壤退化: 矿山活动,尤其是露天开采,会严重破坏山坡土体结构。加上大型采矿设备的重压,会导致地面塌陷、土壤裂隙产生。土壤中的营养元素会随着裂隙、地表径流流入采空区或洼地,造成土壤养分短缺、土壤承载力下降、土地贫瘠。

#### 2.1.2 水资源污染与短缺

水资源污染: 矿石开采过程中会使用大量水资源,如用于洗选、冲刷和冷却等。这可能导致水资源的过度使用和水源地的污染。矿石中的有害物质和废水排放可能对附近的水生生物和生态系统造成严重的影响。

**水资源短缺:** 开发矿产资源通常会产生尾矿和废石两种固体废弃物, 这些废弃物堆积会占用大量土地, 并可能经过风吹、日晒、雨淋后, 其中的有害元素进一步释放, 不断渗入地下水系统, 造成地下水污染。同时, 由于矿坑排水和地下水位下降, 地表径流也会发生变更, 造成水源枯竭, 水利设施丧失原有功能。

### 2.1.3 地表和地下水污染

在开采过程中, 有害物质如重金属、有机物和酸性废水可能会渗入土壤和地下水中, 对周边环境和水源的健康造成潜在威胁。

### 2.1.4 大气污染

**粉尘污染:** 矿石开采和处理过程中会产生大量粉尘, 如挖掘机械的排放和爆破作业所释放的颗粒物, 这些颗粒物会对空气质量产生负面影响。

**气体污染:** 露天采矿及地下开采工作面的钻孔、爆破以及矿石、废石的装载运输过程中会释放有害气体, 废石场废石(特别是煤矸石)的氧化和自燃也会释放大量有害气体, 这些都会造成区域环境的空气污染。

### 2.1.5 地质灾害风险

**土地沉降:** 一些矿石开采方法, 如地下开采和深层开采, 可能导致地下空洞的形成和土地沉降, 地表结构可能因此受到破坏。

**地震风险:** 由于地下采空, 山体、斜坡的稳定性会受到影响, 从而导致地面塌陷、开裂、崩塌和滑坡频繁发生, 泥石流发生的概率增大。

### 2.1.6 生物多样性损失

植被清除、土壤退化与污染、水土流失、水资源的缺失与污染, 对矿区生物多样性的维持都是致命打击, 严重威胁了动植物生存。

### 2.1.7 社区影响

**土地征用与居民迁移:** 矿山开采常常需要征用大量土地, 导致居民迁移。

**经济和社会结构变化:** 矿山开采会对当地经济和社会结构产生影响, 如矿工面临职业健康风险, 社区可能因采矿活动而发生变化。

### 2.2 废弃矿山生态修复面临的挑战

废弃矿山生态修复面临诸多挑战, 主要包括以下几个方面: 一是技术难题, 如基质改良、植被重建等关键技术尚需进一步完善; 二是资金短缺, 废弃矿山生态修复需要大量的资金投入, 但当前资金来源有限; 三是政策法规不完善, 缺乏针对废弃矿山生态修复的专门法律法规; 四是公众参与度低, 缺乏广泛的公众参与和社会监督。

## 3 废弃矿山生态修复的关键技术

### 3.1 基质改良技术

基质改良是废弃矿山生态修复的关键环节之一。通过改善土壤的物理、化学和生物性质, 提高土壤的肥力和保水能力, 为植被的生长提供良好的基质条件。常用的基质改良方法包括客土回填、土壤改良剂的应用和微生物修复等。

### 3.1.1 客土回填

客土回填是指将外来土壤回填到废弃矿山中, 以改善土壤质地和肥力。这种方法适用于土壤侵蚀严重、土层较薄的废弃矿山。通过回填优质土壤, 可以提高土壤的肥力和保水能力, 为植被的生长提供良好的基础。

### 3.1.2 土壤改良剂的应用

土壤改良剂是指能够改善土壤性质、提高土壤肥力的物质。常用的土壤改良剂包括有机肥、无机肥、石灰、石膏等。通过合理施用土壤改良剂, 可以调整土壤的酸碱度、提高土壤的养分含量和微生物活性, 从而促进植被的生长和发育。

### 3.1.3 微生物修复

微生物修复是指利用微生物的代谢活动来降解土壤中的污染物、改善土壤性质的方法。通过接种特定的微生物菌种, 可以加速土壤中有机物的分解和转化, 提高土壤的肥力和生物活性。同时, 微生物还能分泌一些有益物质, 如酶、有机酸等, 进一步改善土壤环境。

### 3.2 植被重建技术

植被重建是废弃矿山生态修复的重要手段之一。通过选择合适的植物种类和种植方式, 恢复废弃矿山的植被覆盖, 提高生态系统的稳定性和生物多样性。在植被重建过程中, 需要注意植物种类的选择、种植密度的控制以及后期的养护管理等工作。

### 3.2.1 植物种类的选择

植物种类的选择是植被重建的关键。应根据废弃矿山的土壤类型、气候条件、生态需求等因素, 选择适应性强、生长迅速、具有固土保水能力的植物种类。同时, 还应考虑植物之间的相互作用和生态关系, 避免植物之间的竞争和排斥现象。

### 3.2.2 种植密度的控制

种植密度是影响植被重建效果的重要因素之一。应根据植物的生长特性和生态需求, 合理控制种植密度。种植密度过高会导致植物之间的竞争加剧, 影响植物的生长和发育; 种植密度过低则无法形成有效的植被覆盖, 难以达到生态修复的目的。

### 3.2.3 后期的养护管理

后期的养护管理是植被重建成功的关键。应加强植物的浇水、施肥、修剪等工作, 确保植物的正常生长和发育。同时, 还应加强病虫害防治工作, 防止病虫害对植被造成破坏。此外, 还应定期对植被进行监测和评估, 及时发现问题并采取措施进行解决。

### 3.3 其他关键技术

除了基质改良和植被重建技术外, 还有一些其他关键技术也广泛应用于废弃矿山生态修复中。这些技术包括水土保持技术、生态工程技术、污染控制技术等。通过综合运用这些技术, 可以进一步提高废弃矿山生态修复的效果和效率。

## 4 废弃矿山生态修复的成功案例

### 4.1 国内外成功案例概述

国内外在废弃矿山生态修复方面已取得许多成功案例。这些案例不仅为废弃矿山生态修复提供了宝贵的经验和技术支持,

也为推动相关领域的科学和技术创新提供了重要参考。

#### 4.2 典型案例分析

##### 国内案例:黄石大冶铁矿生态修复项目

该项目位于我国湖北省黄石市铁山区,是一座历史悠久的铁矿。历经百年开采,大冶铁矿东露天采场形成了落差444米的世界第一高陡边坡,由于长期开采和破坏,该铁矿的生态环境受到了严重破坏。为了治理生态环境,该矿投资数千万元形成了亚洲最大的硬质岩复垦基地。

矿山开采引起的主要生态破坏:(1)开采活动对土地的直接破坏。(2)开采过程中产生大量的尾矿等固体废弃物的堆积需占用大面积的堆置场地,对原有生态系统造成的破坏。(3)开采过程中的废水、废气和固体废弃物中的有害成分,通过径流、大气交流等方式,可对矿山周围地区的大气、水体和土地造成污染。

在黄石国家矿山公园设计中,通过生态恢复的景观设计手法来恢复矿山自然生态和人文生态。将矿区的“十大亮点”与公园建设“无缝对接”,把公园开发建设的着眼点放在弘扬矿冶文化,再现矿冶文明,展示人文特色,提升矿山品位,打开旅游新路上,定位在“科普教育基地、科研教学基地、文化展示基地、环保示范基地”。

它充分展示了具有数千年悠久历史的中国矿业文化,为人们提供一个集旅游、科学活动考察和研究于一体的场所,实现了人与自然和谐共处,共同发展的主题。园区分为“地质遗迹展示区、采矿工业博览区、环境恢复改造区三大板块,设有日出东方、矿业博览、井下探幽、石海绿洲、雉山烟雨、灵山古刹、千年银杏、九龙洞天等八大核心景区。

##### 国外案例:法国Biville采石场生态修复项目

该项目位于Clairefontaine峡谷顶部地区,Biville采石场在开采石料10年之后于1989年被关停。采石坑是一道450m长、宽度均匀的直线型裂缝,呈45度的边坡贫瘠而凹凸不平,落差20~40m。由于Biville采石场开采过程中产生了大量的植被破坏,对当地的生态环境造成了严重破坏。为了恢复该地区的生态环境,当地政府采取了一系列措施进行生态修复。他们的理念是不应刻意掩饰石料开采过程遗留的痕迹,而是将其作为场地特征保留,只需确保最佳地点的连贯性以便于生态系统的自然恢复,然后再引入一些植被使废弃采石场恢复到一种自然状态。

改造措施包括设计了一系列引导水流的设施和设备,使其汇聚到谷底形成湖泊。湖岸经过设计以适应当地最普遍的休闲活动—钓鱼。

为方便游人进入谷底,坑壁修建了阶梯状,每一个平台两旁都有金属网罩固定的石块作为保坎。同时,阶梯的形式允许径流从高处的草地流入排水沟,保护地表免受水的冲击和侵蚀。从谷底观赏的巨大的石墙成为该地区最具象征性的景点。

场地上呈条带状种植了成年树木来抵抗风的侵蚀,每一部分都根据其自然特色及地形选择种植形式。

#### 5 废弃矿山生态修复的未来发展趋势

##### 5.1 技术创新与集成应用

随着科技的不断发展,废弃矿山生态修复技术将不断创新和完善。未来,将更加注重技术的集成应用和综合效益的发挥。通过综合运用多种技术手段和方法,实现废弃矿山生态修复的高效、稳定和可持续发展。

##### 5.2 政策法规的完善与落实

政策法规是保障废弃矿山生态修复工作顺利推进的重要保障。未来,将进一步完善相关法律法规和政策措施,明确废弃矿山生态修复的目标、任务和责任主体。同时,还将加强执法力度和监管机制建设,确保政策法规的有效落实和执行。

##### 5.3 公众参与与社会监督

公众参与和社会监督是推动废弃矿山生态修复工作的重要力量。未来,将更加注重公众参与和社会监督的作用发挥。通过加强宣传教育和引导工作,提高公众对废弃矿山生态修复的认识和参与度。同时,还将建立健全社会监督机制,鼓励社会各界对废弃矿山生态修复工作进行监督和建议,共同推动废弃矿山生态修复事业的健康发展。

#### 6 结论与建议

##### 6.1 结论

废弃矿山生态修复是一项长期而艰巨的任务。通过本文的研究和分析,可以得出以下结论:一是废弃矿山对生态环境的破坏十分严重,需要采取有效的措施进行修复;二是基质改良和植被重建是废弃矿山生态修复的关键技术;三是国内外在废弃矿山生态修复方面已取得了许多成功案例和经验;四是未来废弃矿山生态修复将呈现技术创新与集成应用、政策法规完善与落实、公众参与与社会监督等发展趋势。

##### 6.2 建议

针对废弃矿山生态修复工作存在的问题和挑战,本文提出以下建议:一是加大技术研发和创新力度,提高废弃矿山生态修复技术的水平和效率;二是完善相关法律法规和政策措施,明确责任主体和监管机制;三是加强公众参与和社会监督力度,提高公众对废弃矿山生态修复的认识和参与度;四是加强国际合作与交流,借鉴国外先进经验和技术成果,推动我国废弃矿山生态修复事业的健康发展。

#### 参考文献

[1]本刊.《矿山生态修复技术规范第3部分:建材矿山》等6项标准报批稿公示[J].石材,2022,(09):4.

[2]DZ/T0223-2011,矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范[S].

[3]《矿山地质环境保护规定》发布[J].环境经济,2009(4):7.

[4]矿山植被生态修复技术规范:DB11/T 1690-2019[S].

[5]《矿山生态环境保护与恢复治理方案(规划)编制规范(试行)》(HJ652-2013).

[6]马跃.废弃矿山资源化生态修复模式构建与效益评价[D].大连理工大学,2021.

#### 作者简介:

白香云(1988-),男,汉族,甘肃定西人,本科,地质勘查。