

矿山生态修复方法及工程措施探究

刘金燕

(兰州石化职业技术大学, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 矿山生态修复是指在一定的时间和空间条件下, 采用一定的工程技术手段, 对矿山开采后产生的废弃区域进行土地复垦和生态环境治理。中国从百废待兴的开发矿业时代直至如今的新中国绿色矿业时代之间, 经济的直线式发展, 带动矿产资源的需求量急剧增长, 而大量的矿山开采不仅仅是破坏了原有生态环境和地形地貌景观, 还产生了大量固体废弃物、废弃水和废矿渣等。由于固体废弃物的无序堆放和排放, 导致矿区土壤、地下水和大气污染等环境问题日趋严重。因此, 如何使废弃矿山生态系统得到修复及粗矿资源型废弃物综合再利用成为矿山治理与生态修复领域的重要课题之一。基于此, 本文就矿山生态修复方法及工程措施展开探究, 以供参考。

关键词: 矿山; 生态修复; 工程技术; 实施措施

三次工业革命的进程, 使得我国社会经济的快速发展, 机械化、电气化、自动化发展所依托的能源动力资源, 导致矿产资源开采量逐年增加。人民物质生活水平提高的同时, 精神文明建设意识也随之增强。矿产资源的过度开采对自然生态环境造成了不同程度的破坏和污染, 对矿山生态环境保护与修复的义务责任感油然而生。根据我国当前矿山生态修复技术现状分析发现, 现阶段我国矿山生态修复存在以下几个方面问题: 一是矿山开采会对当地环境造成不同程度的破坏和污染; 二是矿山开采会使区域土壤结构发生改变; 三是矿山开采会对地表植被造成破坏; 四是矿山开采会对河道、湖泊造成污染。针对以上问题, 本课题提出了具体的矿山生态修复方法及工程措施, 以期能够实现对废弃矿山区域的修复和重建。

一、矿山生态修复的基本内涵

矿山生态修复是指在一定的时间和空间条件下, 根据矿山地质环境保护与治理规划, 按照工程技术和管理规范, 采用一定的工程技术手段, 对矿山开采过程中所造成的环境污染、生态破坏和景观退化等进行恢复和治理, 以改善自然生态环境质量、保障生态安全、提升生态文化服务的一系列活动。矿山生态修复是一项复杂的系统工程, 包括露天矿山生态修复、尾矿库生态修复和矿山地质灾害治理 3 个方面。露天矿山是指在开采矿产资源过程中所造成的地表及土地破坏。尾矿库是指由于采矿活动或其他原因, 将含矿污水或固体废物排入矿坑、矿坝、排土场等而形成的永久性弃矿坑。露天和尾矿库是两种重要的矿山地质环境问题, 均属于矿山环境问题的重要组成部分, 需要通过生态修复来消除污染。

二、矿山废弃地及其类型

(一) 裸露型

矿山开采活动会导致矿山地表不稳定, 形成不同程度的地面塌陷, 同时还会产生大量废渣、废水等。对此类矿山废弃地进行生态修复时, 首先要考虑其稳定性, 并根据土壤类型、地形特征和自然条件等选择适宜的生态修复技术。对于稳定性较差的采空区, 可通过工程措施如削坡减载、排土、回填等对其进行处理, 并通过客土、喷播等技术对其进行植被重建。对于地表不稳定、不平整的采空区, 可采用挂网喷播的技术进行治理。对于采空区的地表塌陷和积水问题, 可通过疏干排水、修建挡土墙、截排水沟等措施对其进行治理。对于采空区周围土壤养分含量较低、有机质含量较少等问题, 可通过增施有机肥等措施改善土壤理化性质, 从而促进植物生长。

(二) 覆盖型

矿山开采活动造成地表不稳定, 并对其进行了植被覆盖, 是矿山废弃地的重要类型。在一些干旱、半干旱地区, 由于降水量

较少, 无法满足植物生长的水分需求, 因此只能通过覆盖植被来保护地表和降低土壤蒸发。但随着开采活动的推进, 由于受到风力、雨水等自然因素影响, 覆盖植被会遭到破坏, 土壤中的水分也会流失。因此, 在矿山废弃地进行植被覆盖时, 需要根据具体情况对植被进行选择, 以保证植被的正常生长。

三、矿山生态修复的价值

(一) 经济价值

矿产资源是一种重要的自然资源, 它为人们的生产生活快速发展提供了基本物质保障。随着经济发展速度加快和城市化进程不断加快, 对矿产资源的需求越来越大, 而矿产资源开发过程中会产生大量的废水废气等污染物, 给周边环境和居民生活质量带来严重影响。废弃矿区中的资源在被充分开发利用后可以形成新的工业项目, 不仅可以有效处理废弃矿渣, 增加地方财政收入, 而且为就业提供岗位, 稳定社会环境。在对废弃矿区进行生态修复工作时, 需要遵循经济规律和自然规律。因此, 在对废弃矿区进行生态修复时需要充分考虑当地经济发展水平、矿产资源开发利用情况和生态环境保护状况等因素, 采取有效措施开展矿山生态修复工作。

(二) 生态价值

在矿产资源开发过程中, 由于矿区生态环境遭受到破坏, 严重影响了矿区生态环境质量和居民生活质量。因此, 在进行废弃矿山生态修复工作时, 应采取有效措施来减轻废弃矿山对矿区生态环境的影响, 根据不同的地质条件选择不同的生态修复技术和方法。通过对废弃矿山进行修复治理, 可以将废弃矿山中的废水废气等污染物对周边环境造成的影响降到最低。首先, 在进行废弃矿山生态修复工作时, 应尽量减少对矿区土地资源的破坏, 并将其充分利用起来。其次, 在对废弃矿山进行生态修复工作时, 应尽可能减少对山体、河流等自然资源的破坏。此外, 在对废弃矿区进行生态修复工作时还应注意以下几个方面: 尽可能减少对废弃矿坑和采空区等地表结构的破坏; 尽量避免对矿区大气和地表水造成破坏; 尽量避免对矿区水体和土壤造成破坏; 在进行矿山生态修复工作时, 应注重现有植被生物和稳定生物链的保护。

(三) 社会价值

废弃矿山生态修复工作对改善生态环境、提高居民生活质量和促进地方经济发展具有重要意义。在对废弃矿山进行修复时, 需要结合当地的实际情况, 因地制宜、因地制宜地制定合适的修复方案。如标志性大型废弃矿山, 可进行社会文明建设, 遗留部分矿区历史文化风景景观, 以供后人学习参观。废弃矿山生态修复工作可为下岗职工及周边闲散劳动力人员提供大量就业机会, 稳定周边社会治安, 提高民众生活的幸福舒适度。废弃矿山资源的再利用, 可节约自然资源的开发, 营造绿色可持续发展的行业发

氛围。

四、矿山生态修复工作基础原则分析

第一，寻求矿山修复与生态环境共存之道。采取因地制宜、分类实施的工作方式，进行区域链条、各行业配合的整体规划，采用分级实建设战略，确保科学建设不会给生态环境带来更大的破坏与影响。

第二，严格矿山生态修复项目管理边界。对矿区的不良地质环境和危害人民生命财产安全的影响因素进行重点治理，要彻底解决矿区的各类地质灾害问题，坚持安全第一、生态优先的整治工作方针，以系统的修复工作为主，自然恢复的方法为辅，将生态修复的工作费用进行有效的控制，在有条件的地区，还要将生态景观的建设与发展有机结合起来，充分促进社会经济与环保工作的有机结合。

第三，要做到整体协调和重点突破原则。要把废弃露天矿生态修复工作与山水林田、湖草生态修复工作有机结合起来。根据国家国土空间规划和使用管制工作的需求与规范，在充分考虑生态系统完整性的基础上，进行系统的布局与规划，采用逐步推进的工作方式，来解决问题。

第四，要始终贯彻生态、环保、健康为本的生态恢复原则。按照轻重缓急，逐步解决过去存在的生态环境破坏问题，并进一步推动绿色矿山建设，强化绿色矿山监管执法工作，切实保护和治理生态修复区内的矿山地质环境状况，开展全方位的巡查检查，防止对生态环境造成更大破坏。

五、矿山生态修复方法及工程措施

(一) 人工恢复

人工恢复是指在矿山废弃区域内选择适宜的植物物种，建立与周边环境相协调的人工植被，使其在自然恢复条件下生长。人工恢复是一种适用于各类矿山废弃区域的生态修复技术，具有操作简单、投资少等特点。

1. 客土种植

客土种植是指在矿山废弃区域内选取适宜植物物种，利用机械设备将土壤、种子和肥料等混合形成适合植物生长的基质，再将基质进行覆盖，并通过人工养护管理使其生长成为具有一定规模的人工植被。客土种植是一种传统的矿山生态恢复技术，常用于道路两侧、边坡和废弃矿山周边等生态脆弱区域。客土种植可以有效地提高矿山废弃区域的植被覆盖率，同时为植物生长提供丰富的营养成分和适宜的环境条件。然而，客土种植也存在一定局限性，如客土来源单一、恢复难度大、恢复效果差等。因此，在实际操作过程中应综合考虑各方面因素，在充分考虑当地自然条件和气候因素的基础上选择合适的植物物种，并在种植前进行种子处理和基质改良，以提高植物生长速度。

2. 混播种植

在废弃矿山废弃区域进行混播种植是一种常用的人工恢复技术。在选择混播植物时，应考虑混播植物的生态适应性和景观效果，通过不同物种的合理搭配实现人工恢复与生态修复的有机结合。由于混播种植是一种综合技术，其在实际应用过程中会受到多种因素的影响，如土壤质量、降雨条件、温度和湿度等。因此，在选择混播植物时应根据矿山废弃区域的土壤类型、气候条件等实际情况进行科学规划。例如，在矿山废弃区域开展客土种植时，由于土壤质地较差，种植的草坪经常出现病害和倒伏等现象。因此，在实际操作过程中应选用抗盐碱、抗病虫害能力强的植物物种。同时，在进行客土种植时，应控制客土的厚度和质量，保证草坪质量。另外，在进行混播种植时应注意不同物种的搭配比例、

混播方式和时间节点等因素。通常情况下，混播植物的种类和数量应根据实际情况进行合理规划。

3. 坡面植草

坡面植草是指在矿山废弃区域坡面上种植植被，以恢复与重建矿山废弃区域的生态环境。该方法是目前废弃矿山生态修复的主要技术手段，尤其适用于坡度较大、坡度较缓的山脚和山坡。坡面植草可以有效防止水土流失，也能在一定程度上美化环境，但由于其施工工艺复杂、成本较高，且恢复时间长，一般不会被广泛应用。

(二) 自然恢复

自然恢复是一种最为古老的生态恢复技术，从定义上来看，它是人类通过自身的生产活动对矿区进行修复，是人类为满足自身需要而对矿山进行的一种有目的的改造和重建活动。自然恢复是一种依靠自然力量对生态系统进行修复的技术手段，它不需要借助任何工程措施。在废弃矿山生态修复过程中，自然恢复是最为经济、最为有效的一种方法。但是自然恢复也存在一些缺点，例如：①自然恢复周期较长，很难在短期内实现完全修复；②自然恢复很难做到完全模拟出原先的自然环境。在矿山生态修复过程中，要结合矿山自身条件，选择适合矿区特点的生态修复技术。例如：利用土壤中含有较多有机质和营养成分等特性，采用人工接种、客土种植等方式，对矿区废弃土地进行生态修复。近年来，随着我国环境监测技术、信息技术、遥感技术等技术的发展与应用，可以利用遥感数据对废弃矿山进行监测与分析；在矿山生态修复过程中采用生态恢复理念，对矿区进行生态修复。

(三) 生态重建

废弃矿山生态修复的基本原则是坚持“以人为本”，使矿区生态环境尽快恢复到原有水平，使生产建设和人类活动对环境的影响减到最小。首先是要以保护和改善环境质量为核心，恢复和重建矿区生态系统的功能，构建矿山生态安全格局；其次是要兼顾经济效益，以满足矿区生态修复对资金、技术、人才等方面的要求；最后是要体现人与自然和谐相处。废弃矿山生态系统是一个复杂的系统，既要考虑自然恢复，又要考虑人工治理。在废弃矿山生态修复过程中，应针对不同的地形地貌、土壤类型和植被类型进行因地制宜的设计，采取合适的生物修复技术措施，采取生态重建策略，实现废弃矿山生态系统功能的恢复和重建。

六、结语

矿山生态环境的恢复是一项复杂的系统工程，应因地制宜地选择技术，如自然修复、工程修复、生物修复等，结合当地实际情况合理选择适用于废弃矿山的生态修复技术。通过采取科学合理的措施对矿山进行生态修复，恢复矿山地质环境和自然景观，增加当地的经济效益和社会效益。对废弃矿山进行生态修复能够减少水土流失，减轻灾害发生，提高植被覆盖率，改善周边区域的生态环境和居民生活环境。

参考文献：

- [1] 吴宜珊. 露天矿山生态修复技术的优化[J]. 石材, 2023(11): 7-9.
- [2] 赵宇辉. 碳中和视角下露天矿山生态修复技术优化[J]. 中国金属通报, 2024(1): 225-227.
- [3] 张成, 王惠. 矿山生态修复技术研究[J]. 中国高新科技, 2024(6): 91-93.
- [4] 华法思, 谢珊. 废弃矿山生态修复技术及环境地质灾害治理研究[J]. 中国金属通报, 2021(22): 166-168.

课题：甘肃省河西走廊资源型尾矿生态修复实践应用研究