

废弃矿山地质环境影响评价与生态修复技术分析

廖昕玥 张建*

四川省天晟源环保股份有限公司, 中国·四川 成都 610036

摘要: 工业化建设离不开矿产资源支持, 当矿产资源被开采开发结束后, 则会产生废弃矿山, 其容易存在一定的地质环境问题, 引发地质灾害, 威胁周边居民的生命财产安全。论文以废弃矿山的根本特征为切入点, 探讨了废弃矿山地质环境影响评价, 重点分析了废弃矿山地质环境生态修复技术, 从而提高矿山生态环境质量, 合乎绿色可持续发展理念要求。

关键词: 废弃矿山; 地质环境; 影响评价; 生态修复

Geological Environmental Impact Assessment and Ecological Restoration Technology Analysis of Abandoned Mines

Xinyue Liao Jian Zhang*

Sichuan Tianshengyuan Environmental Protection Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610036, China

Abstract: Industrial construction cannot do without the support of mineral resources, after the mining and development of mineral resources are completed, abandoned mines will be generated, which are prone to certain geological and environmental problems, causing geological disasters and threatening the life and property safety of surrounding residents. This paper takes the fundamental characteristics of abandoned mines as the starting point, explores the geological environment impact assessment of abandoned mines, and focuses on analyzing the ecological restoration technology of abandoned mine geological environment, in order to improve the quality of mining ecological environment and meet the requirements of green and sustainable development concept.

Keywords: abandoned mines; geological environment; impact assessment; ecological restoration

1 引言

矿山行业作为中国经济建设的核心要素, 满足于中国日益增长的矿产资源需求, 矿山开采技术后, 若未有针对性地对废弃矿山进行治理, 则出现环境污染与地质灾害的概率较大。所以, 需充分重视废弃矿山地质环境影响评价, 以此为基本导向, 采取切实可行的生态修复技术, 改善废弃矿山地质环境整体质量, 恢复生态系统平衡。

2 废弃矿山的根本特征

废弃矿山的根本特征在于: 其一, 生态系统稳定性被破坏, 在开发开采矿产资源的过程中极大地破坏了自然植被与生态环境, 尤其是露天开采将地表植被全面清除, 而地下开采又会拔除破坏植物根系, 后续生长恢复需要很长时间。由于土地资源被破坏, 使得区域下的生态环境与生态系统的适应能力、修复能力、生产力以及物质循环能力都被大大削弱^[1]。其二, 生态环境被污染, 露天与非露天是矿山开采的主要方式, 往往会就地堆砌废石堆和尾矿, 直接在地表土上方压覆, 损坏地表土, 地表景观破坏较为严重, 地表自然生态景观恶化。其三, 生物多样性下降, 废弃矿山通常清理了地表自然植被, 挖掘地表土, 生物赖以生存的环境被破坏,

出现干扰斑块, 原本呈统一整体状的生态斑块被分割成多数量小型斑块, 生物的生存范围锐减, 林地斑块无法发挥生物跳板功能, 还在一定程度上对生物迁徙造成阻碍。废弃矿山如图 1 所示。



图 1 废弃矿山

3 废弃矿山地质环境影响评价

3.1 评价分区与评估因素

论文以四川省泸州市某地的废弃矿山为例, 其被破坏原因为矿产资源开采, 主要面临的环境污染问题为大气污染、水资源污染、重金属污染以及地质环境与自然景观被破

坏等,破坏与污染范围较大,还有继续蔓延恶化趋势。废弃矿山环境现状如图 2 所示。



图 2 废弃矿山环境现状图

对于做到准确评价废弃矿山地质环境影响,首先要合理划分评价区域和评价因子。在分区图上投影废弃矿山中心点和矿区的坐标,将其划分为 $2\text{km} \times 2\text{km}$ 的网格。然后,检查每个网格中废弃矿山的分布情况,当分布的矿山数量超过两个且间隔距离不超过 2km 时,可将其确定为集中连片的区域,统一评价。对于单面积不大于 1km^2 的独立矿井和非矿山区域归纳为一般区域。对于存在相同问题的网格则可整合为同一区域。因为集中连片区与一般地区可能反映出的地质环境情况不同,所以必须实行分区评估,将重点问题突出。从评估因素角度出发,把废弃矿井的土地占用量设置为 A,废弃矿井地质环境问题点分布密度设置为 B,容易发生的地质情况设置为 C,一共 3 个评估因素,以量化赋值的方式开展分区评价。

3.2 分区评价方法

为了评价废弃矿山的地质和环境影响,选择应用模糊数学评价方法,并建立相应数学模型。首先,对土地占用损失率进行了模糊判别,并使用土地占用损失率计算公式,其为:

$$a_i = \sum_{j=1}^n F_{ij} \div S_i * 100$$

其中, a_i 为某区土地占损率; F_{ij} 为第 i 区第 j 项废弃矿山地质环境问题土地占损面积; S_i 为第 i 区实际面积。当土地占损率分别为 0 ; $0 < a_i < 20$; $a_i \geq 20$ 时,则可明确占损土地模糊归属度,超过 20 处于严重值。

之后进行废弃矿山地质环境问题点分布密度模糊判别,其计算公式为:

$$b_i = \frac{n}{S_i} * 100$$

其中, b_i 为某区域废弃矿山地质环境问题点分布密度; n 为环境问题点数量; S_i 为区域面积,其结果的模糊判别界限值是 $25^{[2]}$ 。

再对地质灾害判别因子进行划分,分为财产损失与灾害点密度两大模块,地质灾害隐患点所产生的影响和已经出现地质灾害问题的点位处于相同地位,一旦发生灾害险情会

造成经济损失惨重,地质灾害危害程度分级标准是 100 万元与 500 万元,低于前者说明危害程度小,高于后者则意味着危害程度大,之后再构建模糊判别函数。将某废弃矿山的 5 处小型地质灾害与 1 个重大灾害,使其收敛性增加,在原基数上增加了灾害点的分布密度约 10 倍,再建立灾害点分布密度模糊判别函数,其界定值为 5 。然后再把这些参数综合到一起,形成模糊判定矩阵,从而测算出各个废弃矿山对地质影响因素的严重程度归属点,再得出与其值相应的模糊判定矩阵,然后再判别低阶矩阵,以增加判断的严重程度和准确性,最后将某废弃矿山的地质环境影响区域划分成轻微区、一般区与严重区。

根据所反馈的计算结果可得出相应的评价结论,此废弃矿山地质环境影响主要集中在较严重区与较轻微区两大类,前者数量是 2 个,后者数量为 24 个。

4 废弃矿山地质环境生态修复技术

4.1 土地表层修复技术

明确废弃矿山地质环境影响评价后,则要对其轻微区与严重区采取得当可行的生态修复技术,首先表现为土地表层修复技术,改善与治理矿山周边被严重破坏的环境,生态修复治理水平可提高。具体来说,在废弃矿山区域内进行网格固土设施搭建,优先考虑应用金属材料或粗麻质材料,这样所构建得到的覆盖层有着良好的稳定系数,可有效规避土地表层出现岩石风化脱落情况。同时与金属网、三维网配合使用,进一步提高覆盖层稳固性。还可采取混凝土浇筑方法,将其用于在土地表面形成坚实的土层,使基础设施更加坚固,能够抵御泥石流和坍塌等地质灾害^[3]。如果废弃矿山是露天矿,则有必要加强有针对性的处理和恢复,特别是要充分注意边坡的稳定性。这种类型废弃矿井通常有一定面积的凹陷盆地,这是由于处理不及时所造成,长时间受到风和灰尘的影响和干扰,导致表层粘土黏附,土层的渗透性处于较低水平。针对此方面的修复治理,应先系统化分析矿体周围区域的岩性状况,做好局部区域的水密性与透水性加固处理,完成此处理流程后再进行污水处理,由此有效改善与修复废弃矿山的生态系统和环境。

4.2 滑坡治理修复技术

滑坡是废弃矿山比较高发的一种地质灾害类型,所以还应当落实滑坡治理修复技术这一生态修复技术。运用此技术对滑坡进行治理时,应当着重把控治理过程中的稳定系数,确保其处于较高稳定值才可进行修复治理作业,因为一旦滑坡稳定性不够良好,则在后续正式修复治理过程中出现二次滑坡的概率极高,一方面会导致废弃矿山地质环境生态修复整体进程被耽搁,另一方面还会极大地威胁参与修复治理工作的相关人员生命财产安全。开展滑坡修复治理作业时,应全方位了解掌握滑坡各方数据信息,应当进行必要的实地勘测,同时对周边区域的地质环境条件状况加以衡量,

利用工程力学和矿山地质环境知识,对所获得的相关数据和信息进行深层次与综合化分析,以制定合理可行的滑坡治理方案。同时,利用计算机技术和 BIM 技术模拟滑坡治理修复方案,对方案的实施难度进行预评估,验证其可行性系数,保障准确无误后才能进入正式的治理修复过程。

4.3 土地复垦与植被重建技术

土地复垦与植被重建技术是废弃矿山地质环境生态修复的重要单元模块,可缓解由于废弃矿山所引起的地质资源被破坏所带来的土地环境压力。其一,覆土造田法,对废弃矿山中的露天矿坑做填充处理,可选择应用的填充物具体包括沙子、石头与无害垃圾等,之后再在其上方覆盖一层表土层,其厚度应当按照具体用途来相应调整,保证资源利用率的同时还可防止出现不必要的浪费情况。并且覆土之后还要增施一定量的有机肥,实施土地翻耕作业,由此改良土壤与改善土壤结构和理化性状。其二,建设用地法,若废弃矿山生态修复治理完成后要作为民用与工业建设用地,则填充材料要使用固体填充物,填充完成后还要对其采取必要的夯实加固处理,通过相关部门检测合乎使用标准规范要求后才可投入使用。其三,渔业养殖法,此技术方法适合被应用在有着较深矿坑和水源相隔距离较近的废弃矿山当中,科学化治理矿坑,将不良有害杂质去除后再引入一定量水源,将矿坑改造成水塘,其既可以作为渔业养殖区域也可作为农田灌溉用水。其四,植被重建方法可采用客土穴植方式,选择种植国槐、女贞等树种。同时应用套种方式,套种距离以 2m 为宜^[4]。填土坡面种植紫槐,坡面下方种植常青藤,每种植物的尖端都应该被固定处理,并且将一些草本植物,如狗尾草和艾草,播种在树之间的空隙中,每公顷混合种植量应控制在 60 公斤左右。

4.4 露天矿与坍塌地质治理技术

露天矿生态修复治理是废弃矿山地质环境生态修复的难点问题,因为其存在形式是露天矿坑,受到这一特性影响,对地质资源会产生直接剧烈破坏,可恢复难度系数较高,需要投入大量的人力成本与物力资金。为了能够提升露天矿生

态修复治理成效,需采取挖深垫浅的方式,对深度较浅的矿坑进行垫平处理,将其作为耕地或林业用地,矿坑较深则可实施渔业养殖。在露天矿修复治理过程中,必须在矿坑周围放置显眼的安全告示警示牌,且配备完善的安全防护措施。而对于废弃矿山的坍塌地质治理,需秉承着高度谨慎准则,防止填渣与填坑作业时出现坍塌地质变动。考虑到坍塌地质往往带有裂缝与塌陷,则可使用混凝土来开展填充作业,所使用的混凝土材料质量过关,做到完全紧密填充,降低废弃矿山出现二次坍塌地质灾害情况的概率。

5 结语

综上所述,以四川省雅安市天全县某废弃矿山为例,对其地质环境影响做出全方位评价,水资源与土层破坏相对较小,原生态地形地貌景观以及土地资源破坏严重,需采取切实可行的生态修复技术,围绕土地表层修复技术、滑坡治理修复技术、土地复垦与植被重建技术、露天矿与坍塌地质治理技术几方面,以期将地质灾害隐患尽可能消除,满足于生态文明建设目标。

参考文献:

- [1] 杜晓阳,袁文婷,夏文则,等.洛阳市龙门山废弃露天矿山地质环境影响评价及修复研究[J].有色金属(矿山部分),2024,76(2): 108-114.
- [2] 蒋良江,蒙毅.废弃矿山地质环境影响评价与生态修复技术研究[J].云南地质,2024,43(1):134-139.
- [3] 于琳琳.废弃矿山地质环境影响评价与生态修复[J].西部探矿工程,2022,34(6):147-149.
- [4] 李复勇,唐尧,张成信,等.矿山地质环境影响评价及修复研究——以汶川某废弃露天矿山为例[J].中国地质调查,2021,8(5): 122-128.

作者简介:廖昕玥(1993-),男,中国四川成都人,硕士,工程师,从事土壤环境、地下水环境、地质环境等相关调查、修复研究。