

我国露天废弃矿山环境地质问题及其治理

李传振, 黄河, 石子立

安徽理工大学地球与环境学院, 安徽 淮南

收稿日期: 2024年8月20日; 录用日期: 2024年9月24日; 发布日期: 2024年10月18日

摘要

本文通过查阅相关文献, 对我国露天废弃矿山的环境地质问题及治理措施进行分析, 得出以下结论: 1、露天废弃矿山环境地质问题主要为滑坡、崩塌和泥石流等地质灾害问题, 水土流失以及地下水和空气污染等环境污染问题; 2、对主要环境地质问题形成原因及影响因素进行了分析, 并总结了矿山地质环境修复工作存在的问题; 3、针对不同环境地质问题提出相应的治理措施。

关键词

露天废弃矿山, 环境地质问题, 地质灾害, 环境污染, 治理措施

Environmental Geological Problems and Governance of Abandoned Open-Pit Mines in My Country

Chuanzhen Li, He Huang, Zili Shi

School of Earth and Environment, Anhui University of Science and Technology, Huainan Anhui

Received: Aug. 20th, 2024; accepted: Sep. 24th, 2024; published: Oct. 18th, 2024

Abstract

This paper analyzes the environmental geological problems and governance measures of abandoned open-pit mines in my country by consulting relevant literature, and draws the following conclusions: 1. The environmental geological problems of abandoned open-pit mines are mainly geological disasters such as landslides, collapses and mudslides, soil erosion, and environmental pollution such as groundwater and air pollution; 2. The causes and influencing factors of the main environmental geological problems are analyzed, and the problems existing in the restoration of the geological environment of mines are summarized; 3. Corresponding governance measures are

proposed for different environmental geological problems.

Keywords

Abandoned Open-Pit Mines, Environmental Geological Problems, Geological Disasters, Environmental Pollution, Governance Measures

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. 引言

矿产资源开发是我国经济社会快速发展的重要保障。矿产资源开采大多采用露天开采的方式,包括露天金属矿山、露天非金属矿山及露天煤矿等。早期的露天矿山开采,由于对环境保护认识不足,开采方法过于粗放等问题,在开采期间及闭坑后没有及时进行环境治理、生态恢复等工作,形成大量露天废弃矿山,造成矿山生态环境严重损毁[1]-[3]。当前露天废弃矿山形成大量高陡边坡,存在崩塌、滑坡、泥石流的风险,严重威胁周围居民人身和财产安全。废弃金属矿山还可能由于重金属物质的残留,导致对水土的污染,以上都是亟待解决的环境地质问题。对露天废弃矿山环境地质灾害进行研究,并提出治理方法,利于矿产资源的可持续开发。响应绿色矿山建设的理念,实现废弃矿山综合治理、减少地质灾害,对于实现地区经济增长具有重要意义[4]。

2. 露天废弃矿山环境地质灾害类型

露天废弃矿山最直观的影响便是地形地貌景观的破坏。矿山开采需要大规模的爆破、挖掘和移动土石等活动,这些活动会导致地层的破碎和位移,改变原有的地质结构[5]。矿山废弃后,疏于治理修复,会导致环境地质问题,如滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害,植被破坏导致水土流失,引起环境污染,以下对露天废弃矿山可能发生的环境地质灾害类型,进行了总结分析:

2.1. 地质灾害

2.1.1. 滑坡

滑坡是指地表或者岩土体在重力作用下发生的较为剧烈的运动,导致地表岩土沿着一个或多个面发生失稳并向下滑动的现象。它通常发生在坡面上,是由于坡面上的岩土体失去支撑或者承载力不足而引起的。矿山废弃后,由于长年累月的雨水冲刷,废弃的矿山坡面没有植被覆盖,较为松软,可能会出现滑坡以及矿山滑坡崩塌的危险,这是较为严重的地质灾害[6]。矿山地质灾害中滑坡的发生通常是由岩土体的结构构造和重力作用导致的。此外,雨水的渗透也是一个关键因素。在矿山斜坡位置,岩土体经常受到雨水和重力共同作用的影响,可能沿着结构上的软弱面发生位移,从而引发滑坡地质灾害。因此在雨季,降水量大,如果当地风化作用显著,地质结构松散,坡体稳定性将会极易受到外界干扰,导致灾害的发生。滑坡会导致地表剧烈变形和破坏,造成土地的塌陷和不稳定,对周边居民和建筑物的安全构成威胁[7]。

2.1.2. 泥石流

泥石流是由于地质条件的变化和矿山开采活动的影响,土壤和岩石形成流动的泥浆状物质,迅速流

下山坡, 具有强大的破坏力的地质灾害[8]。泥石流具有突发性的特征, 所裹挟的各种物质容量非常大, 拥有非常强的破坏性[9]。废弃矿山由于植被覆盖率低, 特别是一些露天矿场, 开采后形成较陡的边坡, 风化严重, 土壤结构疏松, 极易在强降雨条件下形成泥石流。泥石流会冲毁地表植被和土壤, 还可能堵塞河道, 造成洪涝等次生灾害。此外, 泥石流还可能会对周围的水源和土地带来污染。

2.1.3. 崩塌

岩石或土体在重力作用下从陡峻的坡体上发生急剧下落的现象, 被称为崩塌, 一些露天矿场由于开采形成了边坡, 矿场废弃后无人治理, 风险因素的增多使得崩塌灾害发生的概率高于自然边坡[10]。坡体岩性的不同组合构成了各种类型的岩体结构, 构造结构面的强度明显低于岩块的强度, 倾向临空面的结构面极易引发崩塌[11]。造成崩塌的原因是多因素的, 如岩土体结构遭到破坏, 外力因素致使岩石破碎, 长时降雨岩土体松软, 发生垮塌。崩塌事故的发生, 可能会导致周围建筑物的破坏, 人员的伤亡, 石块堆积堵塞河流, 极有可能会形成堰塞湖, 淹没上游的建筑物和农田, 是不可忽视的矿山地质灾害。

2.2. 水土流失

水土流失是指水和地表流动的侵蚀作用导致土壤表层逐渐流失的过程。水力冲刷、重力冲刷是导致水土流失的主要因素[12]。采矿过后, 会使得地质结构变得松散, 加剧了降雨对于矿场的冲刷; 此外, 采矿活动往往对于环境是破坏性的, 由于矿区的无序开采, 采石形成的边坡陡峭, 基岩裸露不稳, 破坏了山体地貌, 进而地表植被破坏严重, 植被破坏后, 降雨对土壤的侵蚀能力增强, 土壤侵蚀加剧[13], 导致水土流失。水土流失会破坏土地原有的平衡性, 大范围的水土被损坏, 土地不能耕种, 植被无法生长。

2.3. 空气、水污染

在露天矿山开采和加工过程中, 大量废渣、废水和废气等污染物质产生, 矿山废弃后, 这些残留的废渣废水若未能得到及时有效的处理和控制在, 将严重污染周边的水体、土壤和大气环境[14], 这和居民的生活息息相关, 亟需得到治理。矿山开采时不断抽采地下水, 地下水位下降, 停采后地下水位回升, 与废弃矿山污染物接触, 造成了地下水污染[15]。露天废弃矿山大多没有植被覆盖, 基岩裸露, 长期风化, 一些矿山堆积的大量废弃渣堆、渣坡固体废弃物遇微风沙尘飞扬, 成为粉尘源头, 造成大气污染[16]。在金属矿山生产中, 采矿、选矿以及冶矿均需要排放重金属, 对周围自然环境造成严重破坏和污染, 造成大量重金属进入土壤中, 严重污染周围地表水和地下水[17]。

3. 露天废弃矿山环境地质问题成因分析

露天废弃矿山的环境地质问题成因往往较为复杂, 综合自然地理、环境地质和人为等因素, 对于露天矿山环境地质问题成因分析, 分析结论如下:

3.1. 环境成因

一些露天废弃矿山通常位于高原和山地等地质条件复杂的区域。这些地区地质构造复杂多变, 常常包含多个地质断层和褶皱, 使得地质稳定性相对较差[18]。由于地质断层和褶皱的存在, 这些区域的岩石结构在长期的地质变化过程中变得更加脆弱和不稳定。加之常年暴露于风雨的侵蚀之下, 岩石和土壤的风化加剧, 导致岩石层的稳定性进一步下降, 使得破碎现象频繁发生, 地质灾害的风险显著增加。加之矿山开采过程中, 原本稳固的生态环境被大面积破坏, 植被的移除和土壤的裸露使得原本能够有效固定土壤的自然屏障失去了作用。植被的缺失使得土壤不再具有良好的水土保持能力, 暴露的土壤在雨水冲刷下更容易发生侵蚀和流失, 从而导致山体不稳定, 增加了环境地质灾害发生的风险。

3.2. 露天废弃矿山修复工作欠缺

除去客观不可抗力因素,许多环境地质问题的发生是可以通过有效的矿山修复和治理措施加以避免的。然而,现实中许多露天矿山在开采后未得到妥善治理,这大大增加了地质灾害发生的概率。这种情况往往源于矿山企业在开采期间,过于专注于经济效益的最大化,而忽视了对环境保护的关注。这种现象反映了许多企业在矿业开发过程中存在“重开发、轻保护、低治理”的普遍问题[19]。许多企业在追求经济利益的过程中,往往缺乏对环境价值的科学认识和充分的环保意识。矿山开采本身对自然环境造成的影响非常复杂,涉及地形变化、水文条件改变和生态破坏等多个方面。如果未对废弃矿山进行适当的修复工作,就可能导致长期存在的环境地质隐患。

4. 露天废弃矿山环境地质灾害治理措施

针对不同的露天废弃矿山环境地质问题,分析了不同环境地质问题的特点,其治理措施总结如下:

4.1. 针对滑坡、崩塌的治理措施

预防滑坡、崩塌的总体思路是保证边坡具有很好的稳定性,开采后矿山所形成的高陡边坡,这些边坡上存在的砂岩、泥岩,极不稳定,可以清除这些碎石危石,降坡削坡[20]。之后,就是要采取加固措施,防止边坡上的基岩因风化而剥落,喷浆护坡在高陡边坡治理中的应用较为广泛,应用效果也较为显著,一般采用水泥砂浆,严格控制砂率,最好在50%左右[21]。此外,边坡锚固在边坡支护工程中被广泛应用,即为了使岩体的受力状态达到平衡,利用预应力锚杆将可能滑动的岩体固定在边坡内部稳定的岩体中。这一方法一方面能切实提高高边坡岩体的强度和稳定能力,另一方面也能平衡内部应力状态[22],大大降低滑坡、崩塌灾害发生的概率。

4.2. 针对泥石流的治理措施

泥石流具有源头集中、松散固体物质丰富、破坏力和淤积能力强的特点。因此,对其防治应得到重视。这包括合理选择和规划排土场,并在建设初期就列出泥石流防治工程项目,以预防泥石流灾害发生。在治理措施方面,需在整个泥石流流域采取多种有效措施,如蓄水、拦挡、改土、排水和植树造林等。在上游区域,可以采用蓄水和引水隧道等手段,将清澈的水流引走,避免其与松散堆积物接触,从而减少泥石流的形成,同时,修建拦截坝拦截源头的泥石流物质。中游区域可采用挡土墙或土钉墙等结构,防止泥石流对道路、农田和建筑物的破坏。下游区域则需要进行排水导流工程,如建设排水沟等设施,将泥石流安全排入大河或沉积在扇形堆积地下部,以保护下游地区的公路、村镇和农田安全[23]。

4.3. 针对水土流失的治理措施

水土流失的治理通常包括两方面的措施,即工程措施和植物措施。在治理废弃矿山的过程中,陈景灿提出了一些具体的工程措施,包括削坡分级和修筑截排水沟。削坡分级的做法是将矿山原有的陡峭边坡进行调整,通过后退边坡、降低边坡坡度,并在边坡上设置多个水平平台[24]。这些平台不仅可以有效减缓坡面上的径流速度,降低水土流失的风险,还为植草提供了适宜的生长条件。分级平台的设置有助于水分的自然渗透和排泄,同时减少水土流失对环境的负面影响。其次,为了进一步改善水土流失问题,在废弃矿山的坡顶修筑截水沟也是一种有效的工程措施。截水沟的作用是收集从坡顶流下来的雨水,并将其引导到适当的地方,如附近的沟谷或公路排水沟。各平台的内侧和坡脚同样需要修筑排水沟,以确保水流的有效管理和排泄。其次,植被覆盖在固化露天废弃矿山土壤中起到了关键作用。通过植草和植树,不仅可以有效地固沙固石,减少土壤的流失,还可以改善矿山的生态环境,提升土壤的稳定性。绿

化工作有助于修复矿山的生态系统,提供栖息地给野生动植物,同时也为矿山的生态旅游发展奠定基础。

4.4. 针对环境污染的治理措施

矿山生产过程中,会产生大量的废弃物,比如尾矿、渣石等,金属矿山排放的废物中还含有重金属等有害物质,治理废弃矿山环境污染,首先要对废弃矿山的废渣进行清运,任军旗等提出充分利用尾矿进行造地、复垦造田,针对不同的尾矿,采用不同的化合方式、生物分解方式等多种方式处理,消除尾矿中的有害物质,然后进行农作物栽培[23]。废弃矿山所造成的空气污染,多数为降尘或者空气中悬浮的酸碱性物质,经沉淀或雨水落到地面,影响生态,要通过种植植物来提高空气质量,选择适合露天废弃矿山环境的植物,以适应贫瘠的矿山环境[25]。另外,矿山开采过程中,会存在排放废水或是干净水源接触废渣导致水污染,这些废水经过处理后可用以工业或生活用水。生态环境治理是一个长期的过程,要根据露天废弃矿山的土地类型与适应程度,综合利用各项生态修复技术将废弃矿山重新使用和继续开发。

5. 结语

随着经济的稳定发展和绿色环保理念的持续推进,人们逐渐认识到保护生态环境的迫切性。然而,部分从业人员对于露天废弃矿山的环境地质灾害及其修复治理技术的认识仍显不足,一些露天废弃矿山所面临的环境地质问题依然严峻。露天废弃矿山如若不经治理修复,会导致一系列环境地质问题,这不仅破坏了当地生态系统,还可能对周围社区的安全和健康造成影响。因此,必须采用科学的开发方法和探索先进的矿产资源开采技术,结合最前沿的地质灾害防治技术,对露天废弃矿山环境地质问题进行全面有效的监测和治理。这包括建立长期监测系统,进行环境影响评估,实施修复工程以及推动绿色矿业技术的应用。通过这些措施,能够有效保障采矿事业的稳定发展,同时维护和恢复环境生态的平衡,从而实现经济利益和环境保护的双赢。

参考文献

- [1] 石永国. 露天废弃矿山治理方式及安全措施[J]. 金属矿山, 2011(8): 151-154, 168.
- [2] 冉师尚, 黄婉蓉. 废弃露天矿山生态修复治理现状及改进措施探析[J]. 低碳世界, 2024, 14(5): 7-9.
- [3] 刘敏. 矿山地质灾害与防护对策[J]. 西部探矿工程, 2024, 36(5): 4-6.
- [4] 高海峰, 刘浩东, 李晚楠. 矿山地质环境问题研究及治理对策分析[J]. 西部资源, 2023(4): 36-37, 49.
- [5] 卢誉之, 陈银萍, 曹渤, 等. 矿山生态修复技术体系构建[J]. 环境保护科学, 2023, 49(5): 41-50, 54.
- [6] 梁建英. 矿山地质灾害防治与地质环境保护[J]. 当代化工研究, 2021(12): 125-126.
- [7] 张先昂, 包亚晴, 黄郭维, 等. 废弃矿山环境地质影响及生态修复模式分析[J]. 现代矿业, 2024, 40(4): 226-229.
- [8] 王禹, 黄磊. 矿山生态的环境问题及地质修复[J]. 清洗世界, 2021, 37(2): 73-74.
- [9] 刘行行. 泥石流地质灾害特征及其防治对策[J]. 新疆有色金属, 2024, 47(2): 7-8.
- [10] 彭纪, 张玮, 袁利伟, 等. 露天矿边坡崩塌灾害多要素协同风险识别方法研究[J]. 采矿技术, 2024, 24(3): 94-100.
- [11] 刘金菊, 李想. 南京凤凰山铁矿废弃矿山崩塌地质灾害形成机制研究[J]. 冶金管理, 2019(7): 109-110+114.
- [12] 李恒之. 矿山地质灾害防治措施研究[J]. 世界有色金属, 2023(17): 199-201.
- [13] 王倩. 河南省某萤石废弃矿山地质环境问题及生态修复治理[J]. 中国井矿盐, 2024, 55(2): 38-40.
- [14] 韩颖. 矿山工程地质勘查及地质灾害治理对策分析[J]. 世界有色金属, 2024(3): 178-180.
- [15] 戚鹏, 尚煜. 废弃矿井的生态环境问题及治理对策[J]. 生态经济, 2015, 31(7): 136-139.
- [16] 刘德成, 李玉倩, 刘学贤, 等. 废弃矿山生态环境修复技术研究——以唐山市玉田县为例[J]. 四川地质学报, 2021, 41(1): 98-102.
- [17] 朱成子. 废弃金属矿山生态修复与可持续发展策略研究[J]. 中国资源综合利用, 2021, 39(12): 171-173.

-
- [18] 姚龙刚. 煤矿矿山地质环境治理现状与措施[J]. 能源与节能, 2018(10): 98-99.
 - [19] 陈甲斌. 我国矿山环境问题分析及其治理探讨[J]. 中国非金属矿工业导刊, 2004(2): 34-36.
 - [20] 肖洪亮. 矿山塌陷区地质环境治理与生态修复途径探究[J]. 冶金与材料, 2024, 44(3): 55-57.
 - [21] 崔庆宝, 陈发辉, 文旭忠. 非煤露天矿山环境治理措施研究与实践[J]. 世界有色金属, 2022(6): 181-183.
 - [22] 郭釜炎. 吉林省梨树县某废弃矿山边坡稳定性与生态治理研究[D]: [硕士学位论文]. 长春: 吉林大学, 2023.
 - [23] 任军旗, 郑群有, 方茜娟. 矿山地质环境治理[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008(3): 160-162.
 - [24] 陈景灿. 大田县东埔尾废弃矿山水土流失及治理对策分析[J]. 能源与环境, 2021(3): 100-101, 103.
 - [25] 李绍财. 废弃露天矿山生态环境污染修复技术研究[J]. 环境科学与管理, 2023, 48(8): 78-83.