

探究矿山地质环境现状与生态修复技术的应用

林有全

广西壮族自治区地质环境监测站, 广西 南宁 530000

[摘要]随着矿产资源开发强度持续加大,矿山地质环境问题变得日益严峻起来,其对于生态系统所造成的扰动以及破坏,已然成为制约区域实现可持续发展的一个重要因素。文中在对矿山地质环境破坏特征加以梳理的基础之上,较为系统地分析了矿山开发给土地、水资源、土壤还有生物多样性等诸多生态要素带来的影响,并且从物理、化学、生物以及生态工程这四个不同的维度,去探讨当下生态修复技术的各类情况以及它们各自的适用条件。与此结合不同类型矿区所具有的不同特征,还提出了具备一定针对性的生态修复路径以及综合治理的相关策略,希望能够为矿山生态环境的恢复给予相应的技术支撑以及理论方面的参考。

[关键词]矿山地质环境;生态修复技术;应用

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17230

中图分类号: TD2

文献标识码: A

Exploration on the Current Status of Mining Geological Environment and the Application of Ecological Restoration Technology

LIN Youquan

Guangxi Geological Environment Monitoring Station, Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: With the continuous increase in the intensity of mineral resource development, geological and environmental problems in mines have become increasingly severe. The disturbance and damage it causes to the ecosystem have become an important factor restricting the achievement of sustainable development in the region. On the basis of sorting out the characteristics of geological environmental damage in mines, this article systematically analyzes the impact of mining development on many ecological elements such as land, water resources, soil, and biodiversity. From the four different dimensions of physics, chemistry, biology, and ecological engineering, it explores the various situations of current ecological restoration technologies and their respective applicable conditions. Based on the different characteristics of different types of mining areas, targeted ecological restoration paths and comprehensive management strategies have been proposed, hoping to provide corresponding technical support and theoretical references for the restoration of mining ecological environment.

Keywords: mining geological environment; ecological restoration technology; application

引言

矿山资源在我国工业化发展进程里属于极为重要的支撑基础。其在开发之时,一方面推动了经济不断增长,另一方面却致使地质环境遭到严重破坏,生态出现明显退化情况。传统的那种粗放式开采方式,使得地表的植被遭到破坏,水土流失的情况十分严重,地貌呈现出紊乱的状态,而且地下水系统也失去了平衡。这些问题的存在,既让土地利用效率有所降低,又给人类的居住环境带来了威胁。伴随生态文明理念持续向前推进,矿山生态修复作为一种涉及诸多方面的系统工程,正一天天受到社会各界越来越多的关注。本文从当前生态破坏的实际状况着手,深入探讨适合的修复技术以及具体路径,进而为达成绿色矿山的建设目标以及区域的可持续发展给予科学层面的依据。

1 矿山地质环境现状分析

矿山开采活动对地质环境的破坏是多方面的,包括对地表植被的破坏、土壤结构的改变、地下水位的降低及水质的污染等。这些破坏不仅影响了矿区周边的生态系统,

还对人类社会的可持续发展构成了严重威胁。①矿山开采导致的土地退化问题尤为严重,开采过程中大量的植被被清除,土壤层受到破坏,导致土壤侵蚀加剧,生态系统的自我恢复能力大幅下降。②矿山开采过程中产生的废水和固体废物如果处理不当,会污染周边的水体和土壤,对生态环境和人类健康造成长期影响。地下水位的降低主要是由于矿山开采中的排水操作,这不仅减少了地下水资源,还可能导致地面沉降,进一步破坏地质结构的稳定性。③矿山开采区的地质环境往往表现出较高的风险性和不稳定性,如不进行有效治理,极易引发地质灾害,如泥石流、山体滑坡等。这些灾害不仅对矿山开采区造成进一步破坏,还可能对人类居住区造成严重威胁。

2 矿山开发对生态环境的危害影响

2.1 土地资源破坏与地貌变迁

在矿山开发期间,数量众多的剥离以及挖掘作业径直对原有的地貌形态予以改变,致使地表结构变得松散,地形出现破碎状况,土地资源由此遭受严重退化。特别是在

露天开采以及露天排土环节当中,有大量的土地丧失了其原有的生态功能,进而形成了诸如矿坑、排土场、废弃地之类的二次地貌。这些情况不但占用了原本可以用于耕作的耕地以及林地,而且由于地形呈现出剧烈的起伏态势,还阻断了原先存在的水土循环系统,使得水土流失的程度进一步加剧。地貌发生如此剧烈的变迁之后,土地的利用价值有所降低,生态系统的各项服务功能也受到了削弱,生态空间格局呈现出明显的破碎化特点,这无疑对区域生态安全产生了直接的影响。

2.2 水资源污染与水文系统扰动

矿山开采活动对水资源会产生一定影响,其影响主要体现在两个方面,一是水体污染,二是水文系统的扰动。在矿石洗选的过程当中,会生成高浓度的酸性废水,要是这种废水没有经过相应的处理就直接排放出去,那么就会使矿区以及其周边的河流、湖泊的水质出现明显下降的情况,如此一来便会影响到农业灌溉、居民用水以及水生态系统的健康状况。与此大量抽取地下水用于矿井降水,这使得地下水位不断下降,进而引发了地面沉降、水源枯竭等一系列次生灾害。除此之外,开采活动对原有水文结构造成了扰动与破坏,改变了地表径流的路径,形成了新的汇流区以及积水点,进一步加剧了洪涝的风险,对区域水循环的稳定性也产生了破坏作用。

2.3 土壤退化与重金属污染

土壤系统属于地表生态系统的关键构成部分,在矿山开发进程当中,其物理结构以及化学性质均遭到了颇为严重的扰动情况。有大量地表处于裸露状态,直接暴露于风雨侵蚀之下,如此一来,便致使土壤层近乎全部流失掉,土壤肥力也出现了大幅度的减少。而且更加严重的是,矿区所排放出来的尾矿、废渣当中,含有像铅、汞、镉这类重金属元素,这些元素在雨水淋溶以及地表径流的作用影响下进入到土壤系统里,进而引发土壤出现重金属超标的状况。这种污染情况一方面会抑制植物的正常生长,另一方面也会使得生物多样性有所降低,甚至还能够借助食物链给人类健康带来影响,从而形成长期存在的生态风险。矿区土壤退化问题具备隐蔽性较强、修复所需周期较长等诸多特点,这无疑成为了当前生态修复工作当中的重点且棘手的难题之一。

2.4 植被破坏与生物多样性下降

在矿山开采正式开始之前,通常都会开展清场作业,而这项作业往往会伴随着数量众多的植被被砍伐,还有覆盖物被清除的情况出现,如此一来,原本就存在的自然生态系统便会遭受破坏。当生态位被剥夺之后,地表生态环境就会呈现出一种趋于单一的状态,原本的原生植被群落也无法实现再生,进而使得生态系统的稳定性出现大幅度的下降情况。除此之外,尾矿堆积以及地表重构的过程同样对植物自然更新以及动物栖息空间的恢复造成了极大

的阻碍,导致区域生物多样性急剧减少。特有物种的消失以及生态链条的断裂更是让生态系统的脆弱性进一步加剧,使得矿山区域在面临自然扰动或者极端气候条件的时候,恢复起来会更加困难。

3 生态修复技术的类型与应用分析

3.1 物理修复技术

物理修复技术主要是借助物理方面的手段来针对受损的生态环境展开干预以及进行重构处理。该技术的操作相对简单,见效也较为迅速,其在土地表层污染控制这一领域以及地貌重塑相关领域都有着广泛的运用。像土壤置换技术就属于典型的物理方法之一,它是把受到污染或者出现严重退化的表层土壤挖掘出来并清除掉,然后再换上从外部引入的优质土壤,以此来恢复土壤原本的理化性质以及生态功能。隔离与覆盖技术会使用诸如黏土层、土工布这类阻隔材料,把污染物和外界环境在物理层面予以隔离,进而阻止污染物进一步向外扩散。热解吸技术则适合应用在有机污染比较严重的区域,它是通过对土壤进行加热,促使其中的污染物得以挥发,最终达成去除污染物的目的。这些物理修复技术在具体的操作过程当中,必须要充分结合矿区的实际地形情况、水文状况以及污染的具体特征等因素,如此才能够实现预期的修复效果。

3.2 化学修复技术

化学修复技术借助化学反应来改变污染物的形态或者活性,以此降低其给环境带来的危害性,这种技术主要可应用于重金属污染以及酸性土壤的改良方面。固化/稳定化技术是把稳定剂和污染土壤进行混合,促使重金属离子形成难溶复合物,进而减少其迁移的能力。土壤淋洗法是通过浸提液去溶解土壤当中的污染物,之后再将其收集起来并加以处理,这种方法常常用在浅层污染的治理工作当中。电动力学修复则是利用在电场驱动之下所产生的迁移作用,让污染物朝着电极的方向移动并且被抽提出来,它比较适合用来处理低渗透性土壤里面的重金属。上述这些技术对于土壤的化学环境有着较高的要求,在实际的应用过程中需要对药剂的用量以及反应条件加以控制,防止引入新的环境方面的风险。

3.3 生物修复技术

生物修复技术乃是借助微生物或者植物的代谢功能来对污染物加以降解、吸收又或者是转化,进而实现净化环境这一目标。其中,微生物修复主要是凭借微生物去分解有机污染物,或者是还原重金属离子,往往会和接种技术以及原位修复方法一同施行,在维持土壤活性期间还能提升它的生态功能。而植物修复则是依靠植物根系来吸附、富集污染物,又或者借助植物蒸腾作用促使污染物发生迁移,它适用于重金属以及养分退化土壤的修复工作。植物修复有着景观美化以及生态重建这两种功能,不过受到植物生长周期还有耐污能力的限制,所以需要挑选适应性较

强的本地物种,并且合理安排种植结构以及时序。

4 矿山地质环境综合治理与生态修复路径

4.1 修复工作的基本原则

矿山生态修复务必要遵循“因地制宜、分类施策、系统治理、协同推进”这样的基本原则。所谓因地制宜,就是要充分考量矿区的自然地理状况、资源所具备的禀赋以及出现的破坏类型等方面的情况,进而去制定出具有差异化的修复方案。分类施策,是依据污染的程度、地貌的类型等诸多因素来开展分区域的治理工作,以此来提高资源配置方面的效率^[1]。系统治理着重于从生态系统的结构层面、功能层面以及服务层面这三个不同的层面去整体推动相关工作,同时要兼顾地质的稳定性、水土得以保持的状态以及生物多样性的恢复等多重目标。协同推进,则需要政府、企业、科研机构还有公众等多方主体共同参与其中,进而构建起一个共建共治共享的治理格局,以此来增强修复成效在社会层面所能够获得的支撑力量。

4.2 不同类型矿区的治理模式

4.2.1 露天矿山修复路径

露天矿区因其开采范围颇为广泛,且地形遭受的破坏极为剧烈,所以其修复工作的重点主要放在边坡的稳定方面、地貌的重塑工作以及生态的重建事宜上。就修复路径而言,其中包含了削坡减载这一操作、防护挡墙的建设举措以及边坡植被相关工程,以此来保障工程地质能够保持稳定的状态。借助人工填埋的方式以及平台整治的相关措施,可使土地的利用功能得以恢复^[2]。在此之后,再把团粒喷播这一方法和乡土植被引种这项工作结合起来,如此便能够推动植被的恢复进程以及景观的重建工作顺利开展。还应当去构建雨水集蓄方面的系统以及截排水相关的设施,从而有效防止出现水土流失的情况以及次生灾害的发生。

4.2.2 地下矿山塌陷治理策略

地下矿山出现因采空而引发的地表塌陷这一问题,其治理策略应当综合地质勘察以及塌陷机理来细致规划。常用的治理办法有充填采空区、实施注浆加固还有开展塌陷地形整治工程,以此阻止地面持续沉降,并且恢复地表的稳定状态。针对已经形成的低洼积水区域,可以凭借构建湿地生态系统达成“以水养地”的目的,进而将其转变为生态景观区;倘若塌陷区的面积较为广阔且土壤结构的稳定性较差,那么可将地貌重构和植被种植相结合,从而实现土地再利用以及生态恢复这两重目标。

4.3 综合治理的工程技术集成

综合治理绝非单纯地将各类技术简单堆砌起来,它实际上是多学科相互交叉以及系统思维的一种具体展现形

式。在实际的操作运用过程当中,要把物理方面的相关技术、化学领域所涉及的技术、生物层面的技术以及生态工程方面的技术有机地整合到一起,进而打造出一种能够依据不同地域情况灵活变通的、多元且协同作用的修复模式^[3]。就好比说,在那些重金属污染状况较为严重的区域范围之内,一开始可以先借助化学稳定化的相关手段来促使毒性的程度得以降低,之后再进一步引入植物修复的方式方法,以此来促使生物多样性的水平得到提升。又比如说,在边坡所在的区域,起初可以通过实施物理整治方面的举措,从而实现让其趋于稳定的局面,接着再和团粒喷播的相关操作相互配合起来,进而达成快速实现绿化的良好效果。除此之外,还应当引入像遥感监测这类技术、智能感知等属于现代信息范畴内的技术,以便能够实时且精准地去掌握修复工作的具体进程以及最终所取得的效果,进而构建起一套具有动态管理功能的体系架构。通过这样的工程集成方式,不但使得修复工作的效率得到了切实有效的提升,而且也开展绿色矿山的建设工作给出了可供参照借鉴的、具备可复制性的技术路径方案。

5 结语

矿山地质环境修复在实现资源开发和生态保护达成协调统一这一点上,属于极为关键的一个环节。本文全面且细致地分析了矿山开发所引发的各类生态破坏情形,由此清晰地指出了土地、水体、土壤以及生物多样性等诸多生态要素当下所处的危机状态。在对这些情况有了明确了解之后,进一步就物理修复技术、化学修复技术、生物修复技术以及生态工程技术等多种不同修复技术各自的适用范畴以及实际的工程应用情况展开深入探讨,并且还给出了露天矿与地下矿区各自不同的治理办法。在未来开展矿山生态修复工作的时候,需要把更多的关注点放在技术融合、系统协同以及长期监测等方面,促使修复方式从单纯的“被动修复”逐步转变为积极主动的“主动构建”,进而为营造人与自然能够和谐共处的矿区生态环境格局筑牢稳固的根基。

【参考文献】

- [1]令狐文霜.探究矿山地质环境现状与生态修复新技术[J].世界有色金属,2024(19):124-126.
 - [2]王军忠.探究矿山地质环境现状与生态修复技术的应用[J].世界有色金属,2023(12):191-193.
 - [3]张世荣.探究矿山地质环境现状与生态修复技术的应用[J].流体测量与控制,2024,5(4):66-69.
- 作者简介:林有全(1971.4—),毕业于长安大学勘查技术与工程,当前就职于:广西壮族自治区地质环境监测站,职务:防城港分站站长,职称级别:水工环地质高级工程师。