

## 矿区生态环境退化的地质成因与恢复对策研究

方凡辉<sup>1</sup> 韦秋安<sup>2</sup>

1. 防城港市地质灾害防治预警预报中心, 广西 防城港 538000
2. 广西壮族自治区地质环境监测站, 广西 南宁 530000

**[摘要]** 矿区生态环境的退化通常表现为土地沙化、土壤贫瘠、水土流失以及生物多样性的下降等问题, 这些现象往往在短期内难以得到有效恢复。随着对矿产资源引发的环境问题关注的不断增加, 矿区生态修复逐渐成为研究的重点。尽管一些恢复措施已取得积极成效, 但矿区生态退化的复杂性要求采取更加科学且系统的修复策略, 深入分析矿区生态退化的地质成因, 并提出切实可行的恢复对策, 以推动矿区向可持续发展转型。

**[关键词]** 退化矿区; 生态环境; 地质成因; 恢复对策

DOI: 10.33142/ec.v7i12.14520

中图分类号: X141

文献标识码: A

### Research on the Geological Causes and Restoration Strategies of Ecological Environment Degradation in Mining Areas

FANG Fanhui<sup>1</sup>, WEI Qiu'an<sup>2</sup>

1. Fangchenggang Geological Disaster Prevention and Control Early Warning and Forecasting Center, Fangchenggang, Guangxi, 538000, China
2. Guangxi Geological Environment Monitoring Station, Nanning, Guangxi, 530000, China

**Abstract:** The degradation of the ecological environment in mining areas is usually manifested as problems such as land desertification, soil impoverishment, soil erosion, and the decline of biodiversity, which are often difficult to effectively restore in the short term. With the increasing attention to environmental issues caused by mineral resources, ecological restoration in mining areas has gradually become a research focus. Although some restoration measures have achieved positive results, the complexity of ecological degradation in mining areas requires more scientific and systematic restoration strategies, in-depth analysis of the geological causes of ecological degradation in mining areas, and the proposal of practical and feasible restoration measures to promote the transformation of mining areas towards sustainable development.

**Keywords:** degraded mining areas; ecological environment; geological causes; recovery measures

#### 引言

矿产资源的开采在推动经济发展中发挥着关键作用, 但矿区生态环境的退化问题却日益严峻。由矿山开采引发的植被破坏、土壤侵蚀、水污染及地质灾害等一系列问题, 对生态系统及人类生活产生了深远的影响。如何有效地恢复退化的矿区生态环境, 已成为矿业可持续发展中的一项重大挑战。

#### 1 矿区生态环境退化现状

矿区生态环境退化是矿产资源开采过程中不可忽视的负面效应, 已成为全球亟待解决的环境问题之一。随着矿产资源的开发, 矿区生态系统遭遇了前所未有的破坏, 土地荒漠化、植被退化、水土流失及污染物积累等问题日益加剧。矿区土壤的侵蚀性显著增强, 露天堆放的大量矿石与废料使土壤暴露在外, 易受风力和水力的侵蚀造成严重的水土流失。植被覆盖率显著下降, 特别是在露天采矿区域及堆料区植被几乎完全消失, 直接导致了生态系统失衡, 生物多样性面临严重威胁。矿山开采所产生的废水、尾矿及含重金属的矿渣未经有效处理即排放, 造成周围水

体污染, 地下水质量下降, 对生态环境的可持续性产生深远影响。矿区环境的退化不仅威胁到生态系统的稳定性, 还对周边居民的生活质量、农业生产及区域经济发展造成了深刻影响。因此, 矿区生态环境的修复与治理已成为矿业开发过程中不可或缺的核心课题。

#### 2 矿区生态环境退化的地质成因分析

##### 2.1 矿产资源开采导致的地质破坏

矿产资源开采是矿区地质环境破坏的主要因素之一。在开采过程中, 地质结构的破坏几乎是不可避免的, 特别是在露天开采、地下采矿以及深部开采等操作中, 矿区的地质稳定性常常受到严重威胁。在露天开采中, 大规模的土石方作业会剥离地表土层与岩层, 改变地下水流动的路径, 使原本稳定的地层可能出现松动或裂缝, 不仅削弱了地表的支撑力, 还使滑坡、崩塌等地质灾害的发生风险增大。地下采矿则通过开洞与爆破作业破坏了原有的地质结构, 导致局部地壳变形, 进而可能引发地面沉降, 某些区域甚至可能出现永久性下沉。另外, 矿渣堆积与废弃物处理不当也可能对地下水与土壤造成污染, 进一步加剧地质

环境的恶化,在长期的开采过程中,脆弱岩层的崩解与风化速度将加快,使原本稳定的地质体系愈加脆弱,这些破坏不仅对矿区生态环境产生深远影响,还增加了安全隐患,进一步加大了矿区资源开采的风险与难度。为了减少开采活动对地质环境的负面影响,矿产资源的开采必须依托严格的环境影响评估与科学的规划进行。

## 2.2 地下水系统的扰动

地下水系统是矿区生态环境的重要组成部分,但矿产资源的开采对其产生的影响通常是显著的。无论是露天开采还是地下采矿,这些活动都不可避免地改变了地下水的自然流动,在露天采矿过程中地表水流的路径常常遭到破坏,地下水的补给系统可能被切断或阻断,从而导致水文条件发生剧变。矿山的坑道或露天采掘区内,地下水流动的方向可能会被改变,进而引发地下水的过度排放,甚至在某些情况下导致水源的枯竭。在地下采矿中,矿洞或井筒的开掘破坏了原有的地下水通道导致水体渗透性的变化,增加了水源泄漏的风险。尤其在地下水富集的矿区,采矿活动可能会使封闭水层与外界环境连接,从而造成水质污染或水体外流,开采过程中产生的废水、酸性矿山水等有害物质可能渗入地下水层,污染地下水资源,这些污染物不仅改变了水质,还可能使地下水的化学性质发生变化,例如水体酸化或重金属浓度的升高,从而进一步加剧生态环境的退化。长期的地下水扰动不仅对矿区周围的农业、饮用水源等生活资源构成威胁,也对依赖地下水生存的动植物群落产生深远影响。因此,在矿区生态恢复过程中,合理规划地下水资源管理,确保开采过程中水平衡的维持,成为至关重要的环节。

## 2.3 矿区的地质灾害

矿区地质灾害是矿产资源开采过程中常见且严重的环境问题。矿山开采活动对地质结构的扰动,常常暴露出众多潜在的灾害风险。露天采矿与地下开采过程中,大规模的采掘作业使矿区地面或岩体变得不稳定,从而容易引发塌陷、滑坡、崩塌等灾害。例如,大面积的矿区开挖及废石堆放会增加坡面的负荷,导致地表土层失去支撑进而引发滑坡,尤其在雨季或地震等自然因素的作用下,灾害的风险更为突出。地下开采中的爆破作业与矿道开掘,也容易造成局部地层的断裂与崩塌,甚至可能引发大范围的地面沉降危及周边的建筑、道路及其他基础设施的安全。矿区地质灾害不仅威胁矿区内部的安全生产,还可能对周围居民区造成危害,造成人员伤亡与财产损失。长期的采矿活动加速了矿区岩层的风化与裂解,进一步加剧了地质环境的脆弱性,导致灾害发生的频率与严重性上升,一旦地质灾害发生,矿区的正常运营将遭受极大影响,同时对周围环境及生态系统造成严重破坏。因此,地质灾害的预防与监测,已成为保障矿区安全生产与生态环境恢复的关键措施。

## 3 退化矿区生态环境的恢复对策

### 3.1 植被恢复与绿化

植被恢复与绿化是矿区生态环境恢复中的关键措施之一。矿区生态系统的破坏通常由大规模的开采、土地暴露以及土壤退化引起,这些因素不仅破坏了生态平衡,还加剧了水土流失与生物多样性的丧失。为恢复矿区的生态功能,植被恢复与绿化工作显得尤为重要,为实现这一目标植被恢复必须根据矿区的气候条件、土壤特性及水资源状况,科学地选择适宜的植物种类<sup>[1]</sup>。考虑到不同区域的环境差异,单一的植被恢复往往难以取得理想效果,适应性且能耐旱贫的本地植物应被优先选用,并结合乔木、灌木与草本植物的多元化种植方式,不仅有助于改善土壤结构、提高土壤的保水能力,还为当地野生动物提供了良好的栖息环境。同样,科学的土壤改良措施在植被恢复过程中不可忽视,通过施用有机肥料、改善土壤透气性及提高水分保持能力,可以为植物生长创造更加有利的条件。在绿化工作推进的同时还应合理规划水资源的使用,避免地下水的过度抽取确保植被在干旱或半干旱环境中能稳定生长。植被恢复不仅是生态修复的起点,更是矿区生态功能恢复的基石,通过有效的植被恢复不仅能够显著提高矿区的水土保持能力,还能增强生态系统的自我修复功能,为后续的土壤修复与水资源治理等工作奠定坚实的基础。

### 3.2 土壤修复

土壤修复在矿区生态环境恢复中占据着至关重要的地位,核心目标是恢复因矿产开采导致的土壤退化功能。矿区采矿活动通常会破坏土壤的结构,导致土壤有机质流失,甚至引发酸化或盐碱化等问题,这些因素严重影响植物生长及生态系统的恢复。因此,土壤修复的首要任务是改善土壤的物理结构,通过施加有机肥料、石灰及土壤改良剂等措施,土壤的透气性和保水能力能够有效提高,从而恢复其耕作性能进而提升肥力。此外,矿区土壤的重金属污染问题也亟须关注,特别是在尾矿堆放区或废水排放区,土壤中的有害物质浓度常常较高,针对这一问题土壤污染治理显得尤为关键。常见的修复方法包括植物修复、化学修复以及生物修复等,植物修复通过耐污染植物吸附或降解有害物质,化学修复则利用特定化学试剂促进污染物的稳定化或转化,而生物修复则依赖微生物的降解作用来去除污染物。水土保持措施在土壤修复过程中同样发挥着重要作用,通过科学治理坡面、种植护坡植物以及建设水土保持工程,能够有效减少水土流失,避免修复后的土壤遭遇进一步侵蚀。

### 3.3 水资源治理与污染防治

水资源治理与污染防治在矿区生态恢复中占据着至关重要的地位。矿产开采过程中,大量废水及污染物的排放往往对水体产生显著影响,破坏了原有的水资源循环系统,进而影响了周边地区的水质及生态平衡。在矿区的水

资源管理中,源头控制污染物的排放是关键所在,通过建设废水处理设施与回收系统,开采过程中污染物的进入水体可以有效减少。例如,采用沉淀、过滤、吸附以及生物降解等先进水处理技术,可以净化含有重金属、酸性物质或有害化学物质的矿山废水,确保达到排放标准从而减少对周围水环境的污染。水资源的循环利用同样具有不可忽视的重要性,建立水循环系统,处理过的废水能够被重新利用,这不仅缓解了水源枯竭的压力,还有效降低了污染物的排放,提升了水资源的使用效率。矿区周围的水体常常受到矿渣堆放、尾矿池渗漏等因素的影响导致水体污染。对此,对尾矿池实施封闭与防渗处理,能够防止有害物质进一步渗透至地下水或周围水域,避免水体污染的加剧。水资源治理的另一个重要环节是与生态修复的结合,通过改善水域的自然环境,提升水质恢复水体的自净能力,水质不仅能得到有效恢复也为生态系统的稳定运行提供了有力保障。科学的水资源管理与污染防治措施,能够有效保护矿区及其周边地区的水资源,为生态恢复提供强有力的支持,并推动矿区生态环境的可持续发展。

### 3.4 废弃物管理与资源循环利用

废弃物管理与资源循环利用在矿区生态恢复中具有至关重要的作用。合理的废弃物处理不仅有助于降低环境污染,还能提高资源利用效率,进而推动矿区的可持续发展。矿区产生的废弃物主要包括矿渣、尾矿、废石等,这些废弃物若未得到妥善处置,不仅会占用大量土地资源,还可能对水土环境造成污染,进而影响周围的生态系统。在废弃物管理过程中,应从源头进行有效的分类与减量,以避免废弃物的堆积与无序排放,通过科学的分类方法,有害与无害废弃物能够被有效区分,且可回收或可处理的废弃物会被单独储存,从而减少其对环境的潜在危害。在此基础上,资源的循环利用成为废弃物管理的关键环节,矿渣与尾矿中常常含有一定比例的可回收矿物与金属,采用物理分选、化学回收等先进技术,这些有价值的成分能够被提取,进而减少对新资源的需求,降低矿产资源的消耗。对于废石等无害废弃物,它们可通过堆放、填埋或绿化等方式进行处理,既能恢复矿区土地的使用功能,又能减少潜在的生态风险。尾矿库的防渗处理及废弃物的生态修复技术也应得到充分重视,以防止有害物质渗透至地下水或周边环境,通过科学的废弃物管理与资源循环利用,不仅能有效减少矿区的环境污染,还能为生态恢复提供必需的原料与资源,进而推动矿区生态环境的长期稳定与可持续发展。

### 3.5 地质灾害防治与地质环境修复

地质灾害防治与地质环境修复是矿区生态恢复中的

核心任务之一,尤其在矿山开采活动频繁的地区,地质灾害对生态环境的破坏尤为严重。矿产开采过程中的地下开采、露天采矿及废弃物堆放等行为,直接影响地质结构,潜在地带来了如地面塌陷、滑坡、崩塌及地裂缝等地质灾害的风险,有效的地质灾害防治与环境修复直接关系到矿区的可持续发展<sup>[2]</sup>。地质灾害防治的首要任务是通过科学评估与预测,准确识别矿区可能发生的灾害类型及高风险区域。现代化的地质监测技术,如地震监测、地质雷达与地面沉降监测等,能够为矿区的地质变化提供实时数据,使地质结构的异常变化能够及时发现,这些信息可用于帮助采取有效的预防措施,例如边坡加固与开采方法的优化,从而显著降低灾害发生的概率与严重程度<sup>[3]</sup>。矿区的地质环境修复不仅关乎灾后重建,更是减少未来灾害发生的关键环节,通过一系列生态工程措施及技术手段,如填埋采矿坑、恢复破碎岩层的稳定性与植被恢复等,矿区地质结构的稳定性能得到有效恢复,抗灾能力得以提升。同时,矿区周围的废弃物堆放区与尾矿库等也需进行专项修复,改善这些区域的土壤与岩层结构,不仅能有效防止污染物的扩散,还能保障地质环境的长期安全。地质灾害防治与环境修复工作需根据矿区的具体情况量身定制解决方案,通过精准的措施确保矿区生态恢复与环境保护同步进行,最大限度地减少矿区对自然生态的长期负面影响。

## 4 结语

矿区生态环境的退化问题涉及矿产开采、地下水扰动、地质灾害等多个复杂因素,实施植被恢复、土壤修复、水资源治理、废弃物管理及地质灾害防治等一系列综合性措施,受损环境能够有效恢复,资源利用效率也得以提升,同时对自然资源的过度依赖得以减少。随着技术的不断进步与管理手段的创新,矿区生态恢复的效率必将进一步提升。展望未来,矿区应致力于实现生态保护与经济协调,推动绿色矿业的发展,最终使环境保护与资源利用的可持续共赢成为可能。

### 【参考文献】

- [1]谢郑灿.退化矿区的生态环境修复与综合治理措施[J].世界有色金属,2021(7):174-175.
  - [2]张慧,王瑞燕.矿区生态环境调研评估与修复方案研究[J].煤炭技术,2024,43(8):63-67.
  - [3]马珍.矿区生态环境评价及环境保护研究[J].黑龙江环境通报,2023,36(6):85-87.
- 作者简介:方凡辉(1989.6—),毕业院校:武汉科技大学,所学专业:采矿工程,当前就职单位:防城港市地质灾害防治预警预报中心,职务:副主任,职称级别:工程师。