

# 矿山地质环境问题及恢复治理工程措施研究

刘杨

河北地矿建设工程集团有限责任公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i10.1995

**[摘要]** 矿山开采活动对地质环境造成了深远的影响,包括地面塌陷、含水层破坏、地形地貌景观破坏等问题。这些问题不仅威胁生态系统的稳定性,还对人类社会的可持续发展构成挑战。本文从矿山地质环境的主要问题出发,探讨了恢复治理工程的关键措施,包括地面塌陷治理、含水层修复、地形地貌重塑、土壤重构与植被重建等。同时,结合生态修复与固碳潜力,提出了矿山地质环境恢复治理的未来发展方向,旨在为实现矿山生态系统的可持续发展提供理论支持。

**[关键词]** 矿山地质环境; 恢复治理; 生态修复; 固碳潜力; 可持续发展

中图分类号: TD8 文献标识码: A

## Research on mine geological environment problems and restoration and treatment engineering measures

Yang Liu

Hebei Geology and Mining Construction Engineering Group Co., Ltd.

**[Abstract]** Mining activities have had a profound impact on the geological environment, including ground subsidence, aquifer damage, topography and landscape damage. These problems not only threaten the stability of the ecosystem, but also pose a challenge to the sustainable development of human society. Based on the main problems of mine geological environment, this paper discusses the key measures of restoration and treatment projects, including ground subsidence control, aquifer restoration, topography and landform remodeling, soil reconstruction and vegetation reconstruction. At the same time, combined with the potential of ecological restoration and carbon sequestration, the future development direction of mine geological environment restoration and governance is proposed, aiming to provide theoretical support for the sustainable development of mine ecosystem.

**[Key words]** mine geological environment; restore governance; ecological restoration; carbon sequestration potential; sustainable development

### 引言

矿业活动作为推动经济社会进步的关键力量,在促进发展的同时,也给地质环境带来了显著的负面影响。诸如地表沉降、地下水系受损以及自然景观破坏等问题,不仅干扰了矿区内的生态平衡,还对邻近社区居民的生活质量和经济活动构成了潜在风险。随着近年来生态文明建设步伐加快,《绿水青山就是金山银山》这一理念日益深入人心,矿山地质环境的修复与治理工作被赋予了新的使命。本研究致力于全面剖析当前存在的主要地质环境问题,探索有效的工程解决方案,并结合生态环境重建及碳汇能力提升策略,为实现矿山区域可持续发展目标提供科学指导。

#### 1 矿山地质环境的主要问题

##### 1.1 地面塌陷

在矿山开采活动中,地表塌陷是一个常见的地质环境挑战,通常由地下资源的提取引起,这会导致地表支撑力下降,并最终造成地面下沉或塌陷。这类现象,在专业术语中被称作“地表沉降”或“采空区塌陷”,其主要原因包括地下空间因开采而形成的空洞、岩石层内部压力分布的变化以及地面上覆盖层的稳定性丧失。此类地质变动不仅改变了自然地貌,还可能诱发其他次生灾害,例如滑坡、泥石流及裂缝等地质问题,对周围社区居民的生命安全及其财产构成重大风险,同时也威胁到了基础设施的安全性,比如道路、桥梁和建筑结构。

##### 1.2 含水层破坏

矿产开采活动对地下水资源的影响主要体现在含水层结构受损及地下水位显著降低,严重时甚至会导致局部含水层干涸。这种影响往往源于采矿期间直接抽取地下水或因采空区形成后

引起的地下水流失。含水层结构的改变会扰乱原有的地下水流动模式和水力联系,从而干扰地区内水资源的自然平衡。地下水位下降不仅威胁到矿区的供水安全,还可能引发生态环境问题,如植被退化、湿地面积减少以及土地沙漠化等。

### 1.3 地形地貌景观破坏

矿产资源的开采活动对自然地形及地貌造成了显著影响,主要体现在地表土壤移除、山体挖掘以及废弃物堆积等形式。这些行为不仅改变了原有的地貌特征与景观布局,也直接导致了地表植被和土壤结构的破坏,进而加剧了水土流失现象并降低了生物多样性水平。特别是废弃物堆积所形成的人工堆积物,可能会改变水流路径,并增加滑坡或泥石流等自然灾害的风险。此外,这种对地形地貌的干扰还会扰乱区域生态系统内的物质循环和能量流动过程,削弱其自我恢复能力。

## 2 矿山地质环境恢复治理的工程措施

### 2.1 地面塌陷治理工程

矿山地质环境的恢复工作中,地表塌陷治理占据着极其重要的位置。其主要目的旨在通过一系列工程技术手段来重新建立地面的稳定性和生态系统的功能。常用的修复策略主要包括填充技术、注浆技术和支撑结构的应用。在填充技术中,通常会向塌陷区域注入诸如砂石、粉煤灰或是矿渣之类的材料,以此来加强地面的承载能力,并阻止进一步的地表下陷。而注浆技术则是利用高压将水泥浆液或者化学浆液压入地下岩石层之间的缝隙之中,以此提高岩体的整体强度和抵抗变形的能力。至于支撑方法,则是依靠设置桩基、锚杆或者是建造地下连续墙等方式来加固采空区上方的岩层,从而达到防止地表下沉的目的。

### 2.2 含水层修复工程

含水层的修复工作旨在恢复地下水资源的功能及其对生态系统的服务价值。这一过程主要包括地下水补给、结构恢复以及综合性的水资源管理措施。通过人工手段,如将处理后的废水或地表水源注入到含水层中,可以有效地提升地下水位并改善水质状况。对于那些因采矿等原因而受损的含水层,则采取诸如帷幕灌浆和建设地下连续墙等工程技术来修复其原有的储存与导流功能。

### 2.3 地形地貌重塑与景观修复

重塑地形地貌是矿山地质环境修复的关键步骤,其目标在于恢复因开采活动而受损的地表结构及生态功能。通过实施土地整平、废弃物清除以及植被重建等措施,能够显著改善地表水流状况,降低土壤侵蚀程度,并为生态系统恢复创造有利条件。景观复原工作则结合了生态设计理念与景观规划原则,借助植物配置、水域治理及微地形调整等方式,不仅提升了矿区的视觉吸引力,还增强了其生态服务功能。比如,选用本地物种进行绿化种植,不仅能促进生物多样性的恢复,还有助于提高生态系统的稳定性和抵御外界干扰的能力。此外,在执行景观修复计划时,还需要充分考虑项目与周围自然景观之间的和谐统一,以确保整个区域内的生态环境得到综合性的保护与发展。

## 3 矿山生态修复与固碳潜力

### 3.1 生态修复的原理与措施

矿山生态修复旨在通过人为措施来恢复矿区的生态系统结构及其功能,进而达到生态平衡与可持续发展的目的。这一过程基于几个核心原则:生态系统的恢复与重建、污染物质的控制及处理、景观的设计和美化以及社区参与和支持持续发展策略。实际操作中,主要包括土壤改良、植被种植以及水资源管理等三个关键环节。

生态修复工程中,土壤重构扮演着至关重要的角色,旨在通过一系列物理、化学及生物手段来优化土壤结构,增强其养分含量与水分保持性能。比如,利用无污染土壤覆盖受损区域的客土法,或是向土壤中添加有机物和微生物制剂以改良其物理化学特性,这些措施有助于促进土壤颗粒间的结合,形成更稳定的团聚体,从而提高土壤抵抗侵蚀的能力。

植被恢复对于增强生态系统的多样性和稳定性至关重要。通过引入适合当地气候和土壤特性的本地植物种类,可以构建出结构复杂且功能多样的植物群落,此举不仅能有效控制水土流失现象,而且有助于加速生态系统的自然修复过程及其后续演变。在实际操作中,利用植被毯铺设与分层绿化技术已经成为实现矿区快速绿化、改善区域生态环境的有效手段之一。

水文恢复措施旨在通过重新建立地表水与地下水系统之间的联系,来确保生态系统获得足够的水资源。比如,可以通过创建湿地环境来净化来自矿山的排放水,或是通过对地形进行改造及建设排水设施,以优化地表径流状况,从而降低土壤侵蚀的程度。这样的修复工作不仅有助于重建自然界的水循环过程,同时也为植物生长提供了稳定可靠的水源保障。

### 3.2 矿山生态系统的固碳机制

矿山生态修复不仅有助于恢复自然环境的功能,而且在减少大气中二氧化碳方面展现出巨大潜力,是实现“双碳”目标的关键路径之一。通过植物的光合作用过程,大气中的二氧化碳被吸收并转化成有机形式,随后被储存在植物体及其根系所处的土壤内,这一机制通常被称为“生物碳汇”。

土壤有机质的积累构成了另一个关键的碳汇机制。通过对土壤结构的调整及植被系统的恢复,能够有效增加土壤内有机碳的比例。植物根系所分泌的物质及其残留部分为土中的微生物提供了必要的碳源,这些生物体的新陈代谢活动进一步促进了有机碳向更稳定状态转化,并促成了其长期保存。此外,土壤颗粒间的团聚现象以及黏土矿物的存在对增强碳元素稳定性发挥着重要作用,有助于减少碳的分解与逸出。

研究指出,实施科学合理的生态恢复策略能够大幅增强矿区的碳固定能力。以黄土高原的矿区为例,通过植被重建与土壤质量改善等措施,该地区成功实现了土壤碳存储量的显著提升,每年每公顷土地可额外吸收1.5至2.5吨二氧化碳。展望未来,借助多功能“绿色”技术的发展,比如生物质炭材料的应用及特定碳固定基因的选择性培育,有望进一步提高矿区环境中的碳封存效率,促进矿山生态环境朝向更接近自然状态且具有更强碳汇功能的方向演变。

## 4 矿山地质环境恢复治理的挑战与未来方向

### 4.1 技术挑战

在矿山地质环境的修复过程中,存在着多方面的技术难题,主要体现在处理复杂的地质状况、平衡修复措施的成本与效益以及实现长期监控和维护等方面。首先,由于矿山地区的地质条件极为复杂,包括但不限于喀斯特地貌、断裂带及陡峭斜坡等地质特征,这使得修复工作面临着巨大的挑战和不确定性。其次,尽管当前采用的一些修复手段,比如土壤重建、植被复原及水文恢复等已取得了一定成果,但这些方法普遍成本高昂且效率较低,难以满足大规模应用的需求。此外,对于修复成效的持续监测和支持体系还不够成熟,缺乏统一的评估标准和有效的动态监测工具,从而影响了修复项目持久性的保障。

### 4.2 政策与资金支持

矿山地质环境的有效恢复与治理,需要政策和财政资源的双重支撑。为此,政府应当完善相关法律体系,清晰界定矿业公司在环境保护方面的责任,加强执行“谁破坏、谁负责修复”的原则,并设立专门用于生态恢复的资金池,确保资金能够被正确且高效地使用于指定目的。与此同时,增加对修复技术研究的投资力度,为业界提供必要的技术支持以及激励措施,以促进最新科技成果在实际项目中的广泛应用。另外,还应该鼓励私营部门参与到矿区生态环境重建工作中来,利用市场机制激活这些地区自然资源的价值,从而构建起一个包含多方面资金来源的支持系统。

### 4.3 未来发展方向

未来,矿山地质环境的恢复与治理应当致力于促进生态修复和经济发展的和谐共进,并加速修复项目与绿色产业间的紧密结合。一方面,通过引入创新技术及政策扶持措施,可以开发出具备经济效益的修复模式,比如生态农业、生态旅游以及碳汇交易等途径,从而达到生态环境改善与经济收益增长的双重目

标。另一方面,应加强矿山生态修复同地区发展规划之间的协调统一,将此类修复活动融入到区域性的生态保护体系和长远发展战略之中。以黄河流域和长江经济带等关键区域为例,可以通过实施矿山生态修复与污染控制相结合的试点项目,探索出一条既能有效推进生态恢复又能支持地方经济高质量发展的新路径。

## 5 结论

矿山地质环境的恶化对自然生态系统及人类社会构成了严峻挑战,而恢复治理项目则是应对这一问题的核心手段。通过实施地面沉降修复、地下水层复原以及地形地貌的重建等措施,能够有效地恢复矿区的生态机能。此外,矿山地区的生态修复工作还展现出重要的碳汇潜力,为达成“双碳”目标开辟了新的路径。展望未来,加强相关技术的研发力度与政策扶持将是推动矿山地质环境保护及其可持续发展不可或缺的一环。

## [参考文献]

- [1]俞文斌.宿州某矿山地质环境问题恢复治理措施的探讨[J].世界有色金属,2024,(07):136-138.
- [2]魏宁,易廷斌.不同开采方式下的矿山地质环境问题与恢复治理措施研究[J].冶金管理,2023,(15):31-33.
- [3]张越,张志飞,张辉军.浅谈露天采矿矿山地质环境问题与恢复治理措施[J].世界有色金属,2023,(01):43-45.
- [4]王立铭.关于肃南县某矿山地质环境问题恢复治理措施的探讨[J].世界有色金属,2023,(01):169-171.
- [5]孙西安.瑞昌市上坂石灰石矿废弃矿山地质环境问题及恢复治理措施[J].现代盐化工,2022,49(06):95-97.

## 作者简介:

刘杨(1997-),男,汉族,河北唐山人,大学本科,助理工程师,研究方向:工程地质。