

# 矿山生态修复中的物种多样性恢复与生态平衡重建

鲍忠伍 闫晓波

云南省地质工程勘察有限公司

DOI:10.32629/eep.v8i11.2951

**[摘要]** 矿产资源开发活动在拉动区域经济增长的过程中,对所在地生态系统形成剧烈扰动,具体体现为地表形态破损、地表植被消亡、生物栖息环境劣化以及物种丰富度大幅降低,使得矿区生态系统修复已成为生态文明建设进程中的核心任务,并且物种多样性的有效恢复与生态系统平衡的重新构建,是衡量修复工作实际成效的核心要素。本研究立足矿山生态修复的实际应用需求,整合不同类型矿区的修复实践经验,从生态现状勘察、生物生境重构、物种科学选配以及后期养护管理等维度,全面梳理矿山生态修复中物种多样性恢复的技术路线与生态平衡重建的具体方案,提炼具备高可行性的技术手段与管理模式,旨在为矿山生态修复工程的规范化开展与长效稳定运行提供科学依据。

**[关键词]** 矿山生态修复; 物种多样性; 生境重建; 生态平衡; 植被恢复

**中图分类号:** TD167 **文献标识码:** A

## Species Diversity Restoration and Ecological Balance Reconstruction in Mine Ecological Restoration

Zhongwu Bao Xiaobo Yan

Yunnan Geological Engineering Survey Co., LTD.

**[Abstract]** While driving regional economic growth, mineral resource development activities have caused severe ecological disturbances in affected areas, manifested through surface morphology degradation, vegetation loss, habitat deterioration, and significant reduction in species richness. Ecosystem restoration in mining areas has become a core task in ecological civilization construction. Effective recovery of species diversity and reconstruction of ecological balance serve as key indicators for evaluating restoration outcomes. This study addresses practical needs in mine ecological restoration by integrating restoration experiences from various mining types. Through comprehensive analysis of ecological surveys, habitat reconstruction, scientific species selection, and post-restoration management, it systematically outlines technical approaches for species diversity recovery and specific ecological balance restoration plans. The research identifies highly feasible technical solutions and management models, aiming to provide scientific basis for standardized implementation and long-term sustainable operation of mine ecological restoration projects.

**[Key words]** mine ecological restoration; species diversity; habitat reconstruction; ecological balance; vegetation recovery

### 引言

矿产资源历经长期高强度开采利用,矿区既有生态系统受到不同程度的损害,原有生态服务功能呈现明显衰退态势,部分区域的生态系统已失去自我修复的能力。传统矿山生态修复工作将重心置于地形地貌修整与地表植被覆盖,却忽视了物种群落结构的完整性与生态系统自身的稳定特性,造成修复成果难以实现长效维持,近年来生态修复的核心理念已从单纯的“植被覆盖治理”逐步过渡到“生态系统整体修复”,物种多样性的恢复培育与生态系统平衡的重塑,已成为矿山生态修复工作的核心目标,本研究聚焦矿山生态修复的具体实践过程,探索借助科

学合理的技术措施推动物种多样性恢复,最终达成矿区生态系统结构完善与功能提升的双重目标。

### 1 矿山生态破坏现状与修复基础条件评估

#### 1.1 矿区地形地貌与土壤退化现状分析

矿产开采活动的持续推进改变了矿区原本的地形格局,露天剥离作业与地下井巷开采的大规模开展,使得地表塌陷、边坡陡峭化及地貌破碎化等问题表现得尤为突出,自然资源部《全国矿山地质环境调查成果汇总》(2022)相关数据表明,全国范围内受采矿活动影响的地表塌陷区域面积已突破4.5万km<sup>2</sup>,露天开采矿区的边坡裸露比例大多超过60%,矿区地表长期承受重型机

械设备的反复碾压,造成表层土壤容重显著上升,部分区域的表层土壤容重数值达到 $1.6\sim 1.8\text{g}/\text{cm}^3$ ,超出植物正常生长所需的适宜标准。

### 1.2 矿区植被破坏与物种减少状况调查

采矿作业的开展直接清除了地表原有植被,破坏了生物原本的栖息环境,最终造成矿区植物群落结构趋向单一、物种总量大幅缩减,生态环境部发布的《矿山生态修复成效评估报告》(2021)明确指出,尚未开展修复工作的矿区植被覆盖比例普遍低于20%,部分受扰动程度严重的区域该数值甚至不足5%,实地勘察结果证实,矿区内原本处于优势地位的乔木与灌木物种基本消失殆尽,现存草本植物多为少数耐旱、耐贫瘠的类型,物种丰富度相较于周边自然区域下降幅度超过50%。

### 1.3 矿区水环境与微生境条件评估

采矿过程对矿区水环境产生显著影响,地表径流的原有路径被改变,部分区域因此出现积水内涝或极端干旱的现象,中国地质调查局近年的监测数据显示,约30%的矿区存在地下水位持续下降的问题,局部区域的水位下降幅度超过5m,矿坑排水排放与矿石露天堆放的行为,造成水体中悬浮物与重金属含量超标,对周边微生境的稳定状态构成威胁,矿区微地形的破碎化特征与水分分布的不均衡性,促使区域内形成大量不利于生物存活的极端小环境,为后续开展生境重建与物种多样性恢复工作带来诸多挑战。

## 2 矿山生态修复中的生境重建措施

### 2.1 地形重塑与生态功能地貌构建

地形重塑是矿山生态修复中生境重建工作的基础性环节,借助削坡整形与边坡放缓处理,能够有效降低坡面的不稳定风险,减少崩塌与滑坡灾害的发生概率,相关实践经验证明,将矿区原有陡坡的坡度控制在 $25^\circ\sim 35^\circ$ 区间内,有利于表层土壤保持稳定状态,同时便于植被扎根生长,台阶式的地貌结构可延长坡面径流的流动路径,降低雨水对坡面的冲刷强度,提升雨水下渗效率,部分修复工程在台阶边缘增设挡土墙与生态沟槽,使区域内的年土壤侵蚀量降低幅度超过40%。

### 2.2 土壤改良与基质重建技术应用

矿区原生土壤的结构在采矿活动中遭到破坏,必须通过系统性的改良手段重建适宜生物生长的基质条件,客土回填是改善矿区土壤理化性质的主要技术方式,该方法通常选取附近区域的耕作层土壤或改良基质,按照特定比例与原有矿渣混合,以此提升土壤的保水保肥能力,相关研究数据显示,在土壤中添加20%~30%的腐殖质或堆肥,可使土壤有机质含量提升至 $10\text{g}/\text{kg}$ 以上,显著优化植物生长的土壤环境,针对土壤板结问题,可采用深松处理与生物改良相结合的技术方案,推动土壤孔隙结构逐步恢复。

### 2.3 水文条件恢复与生境多样化营造

水文条件是影响矿区生境质量的核心因素,在生态修复过程中,可通过恢复原有排水系统与优化地表径流组织模式,调节矿区内的水分分布状态,避免局部区域出现积水或干旱问题,设

置生态排水沟与渗水带,有助于实现雨水的自然收集与缓慢释放,提高水资源的利用效率,在矿区低洼区域打造小型湿地或水塘,能够形成稳定的水体生境,为水生与半水生物种提供栖息场所,相关工程实践结果表明,当湿地面积占修复区域总面积的3%~5%时,可显著提升区域内的生物多样性水平。

## 3 物种多样性恢复的实施路径

### 3.1 植物物种选择与分层配置方式

矿山生态修复中的植被恢复工作,需以区域自然植被的固有特征为根本依据,优先选用适应性强、成活率高的乡土植物种类。乡土植物与当地的气候条件、土壤状况及水分环境具有较高的匹配度,能够在贫瘠的环境中稳定生长,有助于缩短生态恢复周期,修复实践数据显示,采用本地植物开展植被恢复的矿区,植被成活率普遍高于80%,在植物群落构建过程中,可通过乔木、灌木与草本植物的分层配置方式,打造多层次的植被结构,提升生态系统的空间利用效率,乔木层主要发挥固定土壤、遮阴保湿与改善区域小气候的作用,灌木层能够增强植物群落的稳定性,草本层则可实现地表的快速覆盖,减少水土流失现象。

### 3.2 动物栖息环境改善与物种回归促进

动物物种的自然回归是衡量矿山生态修复工作成效的重要指标,矿区生境的破碎化程度较高,动物栖息空间存在明显不足,需要通过系统性的措施改善动物生存条件,生态廊道的建设能够打通矿区与周边自然生境之间的连接通道,降低动物迁移过程中的阻力,促进不同区域种群之间的交流,在修复区域内设置人工巢穴、栖息箱与隐蔽物,可为鸟类、小型哺乳动物及昆虫提供安全的庇护空间,相关监测数据表明,在实施栖息环境改善措施后,部分矿区的鸟类物种数量较修复前增加30%~40%。

### 3.3 外来物种防控与本地物种保护措施

矿山生态修复过程中面临着较高的外来物种入侵风险,若管控措施不到位,极易引发区域生态失衡问题,在修复工作初期,需加强对植物引种来源的严格审核,杜绝引入扩散能力强、竞争优势突出的外来物种,针对已经出现的外来入侵物种,可采取人工清除与生态调控相结合的治理方式,控制其扩散蔓延的范围,本地物种的保护与种群扩增是维持生态系统安全稳定的重要内容,通过开展种源收集、苗木培育与适度补植工作,提升本地优势物种的种群数量。

## 4 矿区生态平衡重建与后期管理

### 4.1 生态系统结构稳定性的维护措施

矿区生态平衡重建工作的关键要点,在于维持生态系统结构的长期稳定状态,在修复工程完成后,需对植物与动物的物种结构进行持续优化调整,防止少数优势物种在缺乏外界干扰的情况下过度扩张,侵占其他物种的生存空间。通过合理控制单一物种的种植密度,保持群落内部物种数量与空间分布的相对均衡,有助于提升生态系统的整体稳定性,实际修复案例数据表明,当优势植物种群的覆盖度控制在40%~60%区间时,植物群落结

构更趋于稳定,生物多样性指数能够维持在较高水平,采取自然更新引导与人工调控相结合的方式,逐步构建以自然演替为主导的生态系统结构。

#### 4.2 长期监测与动态调整机制建立

生态修复工作的成效具有显著的阶段性特征,建立完善的长期监测体系是保障矿区生态平衡的重要手段,监测工作的内容涵盖植被覆盖度、物种数量变化、动物活动频率及土壤和水环境指标等多个方面,通过定期采集并分析监测数据,能够动态掌握生态系统的实际运行状况,相关研究结果证实,连续监测周期不少于5年,才能够较为准确地反映矿区生态系统的稳定发展趋势,基于监测获取的结果,对物种配置方案、生境结构布局与管理措施进行适度调整,避免修复措施与生态系统的实际需求相脱节。

#### 4.3 社会参与与管理机制保障

矿山生态修复的后期管理工作需要多方主体协同参与,仅依靠单一主体难以实现长期有效的管护,通过引入地方政府、开采企业与周边社区共同参与管理工作,能够形成相对稳定的长效管理机制,周边社区参与修复区域的巡护与日常维护工作,有助于降低人为干扰与破坏行为的发生风险,部分矿区的实践经验显示,在建立共管机制之后,修复区域内的人为破坏事件发生数量减少幅度超过50%,同时,通过落实生态补偿政策与开展环境教育工作,提升公众对矿山生态修复工作的认知水平,增强社会公众的参与积极性。

## 5 结语

矿山生态修复是一项以实现长期稳定发展为目标系统工程,物种多样性恢复与生态平衡重建工作贯穿修复全过程。通过对矿区生态破坏现状开展科学评估,结合地形重塑、土壤改良与水文条件恢复等生境重建措施,能够为物种恢复工作提供坚实的基础支撑,在此前提之下,科学配置植物群落结构,改善动物栖息环境,同时强化外来物种的防控力度,有助于提升矿区生态系统的完整性与稳定性,配套实施长期监测与动态管理机制,引入多方主体参与的管护模式,能够保障修复成效持续发挥作用,只有坚持系统治理与长效管理并重的原则,才能够实现矿区生态系统功能的全面恢复与良性运行。

#### [参考文献]

[1]张立刚.露天废弃矿山生态修复与重构技术研究[J].能源与环保,2023,45(12):175-181.

[2]李智.粤北废弃稀土矿山生态修复效应研究[D].赣南师范大学,2024.

[3]陈艳婷.广东龙门县历史遗留矿山空间生态修复设计及瓷土矿复绿方法初探[D].仲恺农业工程学院,2024.

[4]陈倩茹,吴倩,彭思卿,等.市场化推进矿山生态修复的基本逻辑、核心机制和路径——以EOD模式为例[J].自然资源学报,2025,40(11):3030-3047.

#### 作者简介:

鲍忠伍(1981--),男,云南宣威人,本科,高级工程师,研究方向:水工环。