

# 赣南地区矿山生态修复管理策略与实践：以岿美山钨矿山为例

张晟<sup>1,2</sup> 罗凡<sup>1,2</sup> 梁健<sup>1,2</sup>

1 自然资源部离子型稀土资源与环境重点实验室(江西应用技术职业学院)

2 江西应用技术职业学院 资源环境与珠宝学院

DOI:10.12238/eep.v8i1.2481

**[摘要]** 本文以赣南岿美山钨矿山生态修复为研究对象,探讨了矿山生态修复的管理策略与实践。通过分析项目背景、修复方案设计和实施管理,总结了矿山生态修复的关键要素和成功经验。分析表明,科学的修复方案设计、有效的组织管理、严格的质量控制和持续的监测维护是确保矿山生态修复成功的关键。本研究为类似矿山生态修复项目提供了有益的参考和借鉴。

**[关键词]** 矿山生态修复; 生态环境; 可持续发展

中图分类号: B845.65 文献标识码: A

## Management Strategies and Practices of Mine Ecological Restoration in Southern Jiangxi Region: A Case Study of the Kuimeishan Tungsten Mine

Sheng Zhang<sup>1,2</sup> Fan Luo<sup>1,2</sup> Jian Liang<sup>1,2</sup>

1 MNR Key Laboratory of Ionic Rare Earth Resources and Environment (Jiangxi College of Applied Technology)

2 School of Resources, Environment and Jewelry, Jiangxi College of Applied Technology

**[Abstract]** This paper takes the ecological restoration of the Kuimeishan tungsten mine in southern Jiangxi as the research object and explores the management strategies and practices of mine ecological restoration. By analyzing the project background, the design of the restoration plan, and the implementation management, the key elements and successful experiences of mine ecological restoration are summarized. The analysis shows that scientific restoration plan design, effective organizational management, strict quality control, and continuous monitoring and maintenance are the keys to ensuring the success of mine ecological restoration. This study provides useful reference and reference for similar mine ecological restoration projects.

**[Key words]** Mine Ecological Restoration; Ecological Environment; Sustainable Development

### 引言

矿山生态修复是新时代生态文明建设的一项重要任务,它不仅是贯彻落实“绿水青山就是金山银山”理念的有力抓手,也是实现可持续发展战略的关键环节。随着我国经济的快速发展,矿产资源开发对矿山生态环境造成了一定程度的破坏<sup>[1]</sup>。我国对生态环境保护的重视程度不断提高,矿山生态修复的技术方法及其应用研究成为了一个重要的研究领域。

本研究采用文献分析和案例研究相结合的方法,通过深入分析岿美山钨矿山生态修复项目的实施过程,探讨矿山生态修复的管理策略与实践,旨在通过系统的生态修复措施,恢复矿区生态环境,消除地质灾害隐患,总结矿山生态修复的关键管理要素和成功经验。研究结果对于指导类似矿山生态修复项目的实施、提高矿山生态环境治理水平、促进区域经济与生态的协调发展具有重要意义。

### 1 矿山生态修复背景

岿美山钨矿自1918年发现以来经历了长期开采,为国家的经济建设和社会发展做出了重要的贡献,同时也遗留了生态环境问题<sup>[2]</sup>。采矿活动产生了土地资源压占、地形地貌景观破坏、损毁土地、植被破坏等;采矿形成的废石堆可能诱发崩塌、滑坡、泥石流等次生地质灾害;尾矿库、淤积区存在泥石流等地质灾害发生的可能;公路边坡挖损土地资源,采空塌陷区威胁井下坑道及生产人员安全<sup>[3]</sup>。

岿美山钨矿矿区位于南岭九连山的北东端,为构造侵蚀中低山地形,地势总体是北高南低。在矿区范围内,寒武系下统牛角河组的浅变质岩系发育程度较高,并且与钨矿之间存在紧密的关联性,是钨的主要赋矿层位。从区域地层分布来看,大多呈现北东-南西走向。在地质构造以及地形条件的综合影响下,浅变质岩系在区内多构成海拔最高的部分。变质砂岩抗压强度最强、闪长玢岩最弱,板岩与闪长玢岩韧性强度较大、变质砂岩与石英矿脉韧性强度较小,变质砂岩与板岩最为稳定、石英斑岩与

闪长玢岩较不稳定。矿体分布于石英细脉中,围岩主要为坚硬岩组,各级结构面发育弱,但存在岩石构造裂隙局部发育区域,完整性差-中等,坑道中冒顶、片帮、塌陷等工程地质问题可能会出现。

## 2 矿山生态修复方案设计

矿山生态修复方案设计遵循“绿色生态”原则,坚持经济、环境、安全相统一,采取预防为主、防治结合、过程控制的策略。设计依据包括相关法律法规、设计规范和技术文件。修复方式主要采用生态重建和辅助再生,复垦方向为林草地。对损毁程度一般,自然生态恢复较慢,需要人工干涉的区域,辅以人工促进措施,加速自然生态的有机恢复。在部分区域,由于遭受严重损毁,其生态功能与自我恢复能力较差。在此情形下,单纯依靠辅助再生手段,已难以达成自然生态的发育与重构目标。针对这部分区域,主要采取生态重建策略。此策略综合运用生物、物理以及工程技术等多种方法,旨在重构生态系统结构,恢复生态系统功能,进而推动生态系统步入良性循环轨道。

### 2.1 地形整治

矿山生态修复充分考量矿山地貌的破坏方式以及损毁程度,紧密结合矿山周边的地貌特征,重新塑造出与周边地貌相互协调的新地貌形态。通过对矿山废弃土地进行平整、翻耕等操作,改善土壤的理化性质,为后续的植被恢复和生态重建奠定基础。合理规划和建设截水沟、排水沟等设施,有效拦截和疏导地表径流,防止水土流失和次生地质灾害的发生,确保新地貌的稳定性。

针对矿山废石尾砂带来的隐患,采取清理、拦挡、固化等工程措施。清理工作旨在移除废弃的矿石和尾砂,减少其对周边环境的污染;拦挡工程则通过设置挡土墙、拦砂坝等设施,阻止废石尾砂的随意流动;固化措施则是利用特殊的材料和工艺,将废石尾砂进行固化处理,降低其对环境的潜在危害。为消除矿山崩滑隐患,需对陡峭边坡上的危岩体进行清除,避免其在自然因素作用下发生崩塌和滑坡。对于矿坑,采取回填、整平等工程措施,使其恢复到相对稳定的地形状态。

在地形重塑方面,综合运用边坡修理、平台整理、回填、地表开挖、台阶修筑、挖深垫浅等多种工程手段。边坡修理通过对不稳定边坡进行削坡、加固等操作,提高边坡的稳定性;平台整理是对矿山开采形成的平台进行修整,使其符合生态恢复和土地利用的要求;回填和地表开挖是根据地形需要,对低洼区域进行回填,对过高区域进行开挖,以达到地形平整的目的;台阶修筑适用于坡度较大的区域,通过修筑台阶,增加土地的可利用性。通过这些措施的协同实施,能够重塑地形,为平缓地修复林草地创造有利条件,促进矿山生态系统的逐步恢复和重建。

通过对矿区留存的工业场地、废石堆、淤积区、公路边坡等不同类型的场地进行整体规划、统一治理,在满足稳定坡角的前提下,尽可能减少和控制挖填方工程量,通过控制挖方量来减少对现有土地的二次扰动,使修复区的岩土体达到稳定状态,不致因岩土失稳而造成新的松散堆积体,并为坡面绿化提供稳定的基层。

### 2.2 土壤重构

在矿山区域,其地质特征主要表现为基岩广泛出露,而土壤覆盖层相对稀少。受长期开采活动的影响,土壤不仅存量有限,其水分含量和肥力也呈现出显著下降的趋势。这种土壤条件的恶化,严重制约了植被的自然生长和生态系统的自我修复能力。

为有效改善矿山的生态环境,在开展地形整治工作的基础上,实施客土覆盖措施显得尤为关键。客土覆盖能够为植被生长提供适宜的土壤基质,弥补矿山原生土壤的不足。在实施客土覆盖时,合理选择客土土源是首要任务。需对潜在土源进行全面的调查与分析,综合考虑土源的土壤质地、肥力水平、酸碱度、重金属含量以及与矿山修复区的适配性等多方面因素。通过科学的检测与评估,筛选出符合矿山修复需求的优质土源,确保客土能够为修复区提供充足的养分和良好的物理结构。

### 2.3 植被恢复工程

完成矿山地貌重塑和土壤重构后,合理配置植被重建空间成为关键。根据场地地形、土壤和光照等条件,合理安排植被疏密和覆盖区域。平台及较平坦区域绿化措施撒播混合草灌种子、种植乔木绿化,对放坡的边坡采用椰丝草毯护坡绿化;对无放坡空间的高陡边坡脚栽植爬藤进行绿化;对较高陡岩质边坡坡面修整后进行挂网喷播。

通过合理引入本地适宜物种,优化物种组成与群落结构,增强生态系统的生物多样性和稳定性;物理方法则侧重于对地形地貌的修复与重塑,改善土壤质地与水文条件,为生态系统的恢复创造良好的物理环境;工程技术方法如构建生态护坡、湿地净化工程等,能够有效提升生态系统的抗干扰能力,促进物质循环与能量流动。这些方法相互配合、协同作用,共同助力重度损毁区域的生态重建,使其逐步恢复生态平衡,实现生态系统的可持续发展。

### 2.4 水土保持工程

在矿山生态修复中,重构截排水系统十分关键,主要通过铺设防渗层、修筑排洪沟和暗沟来实现。防渗层材料有黏土、混凝土、水泥砂浆等,依据矿山地质、预算和防渗标准合理选择。排洪沟连接自然沟系,采用植物岸坡形式,以快速排水并防止水土流失。暗沟布设在顺山坡走向的低洼处或天然沟谷,用来收集和引导地下水,施工时依地下水位等参数确定尺寸、坡度和间距。完善的截排水系统能提升矿山防洪、排涝能力,为生态修复和可持续发展提供保障。在地形相对高差较大导致水流速度较快或多条排水沟汇流处设沉砂池,起到沉砂及消能的作用,防止水流对下游场地冲刷、侵蚀。用石笼装填石块堆叠成简易拦挡工程,在坡底设置,增加坡底稳定性,防治雨水冲刷、水土流失。

总体设计方案包括修复方式、修复工程范围、修复措施和治理工程部署。修复措施涵盖地形整治、土壤重构、植被重建和配套工程。地形整治工程通过清理、拦挡、固化等措施消除隐患,重塑地形。土壤重构工程采用客土覆盖,改善土壤条件。植被重建工程通过合理配置植物种群,重建生态系统。配套工程包

括截排水系统、沉砂池和简易拦挡工程等,以控制水土流失,保护修复成果。

### 3 矿山生态修复项目实施与管理

针对矿山存在的地质环境问题,坚持整体保护、系统修复、综合治理路线,宜林则林,宜草则草,修复开采活动对地形地貌植被破坏,恢复或重建矿区生态环境,控制水土流失,促进经济社会、资源环境的协调发展。通过全面系统的治理工作,可有效降低矿山的地质安全隐患,改善当前严峻的矿山地质环境状况。合理规划与整治能够显著提高土地利用效率,减少因采矿活动导致的水土流失,实现土地资源的高效利用与生态保护;恢复项目区的青山秀水景观,让地质环境和生态环境与周边旅游名胜相得益彰,促进人与自然和谐共生,达成生态、经济与社会的协调统一。

项目实施采用分标段管理,施工组织设计包括施工条件、材料选择、总体布置、机械及劳动力组织、安全管理和进度安排等。施工管理注重质量控制,制定了详细的地形整治、植被复绿、排水工程等施工要求,并明确了工程质量验收标准。项目建立了完善的组织机构,明确了项目建设管理职责和监督机制。投资概算依据相关标准和规范编制,项目保障措施包括组织保障、技术保障、资金保障和后期管护。后期管护包括工程维护和管护工程,确保修复效果的长期稳定。

### 4 效益评价

通过对矿山生态环境治理工程的实施,将有效改善治理区周边自然生态环境,具有明显的社会效益和生态效益,对促进区域生态文明建设和地方经济发展具有较大的综合效益。

#### 4.1 生态效益

通过生态修复工程,改善区域土壤质量,防止地质灾害发生,保障周边居民人身财产安全;显著改善区域生态环境质量,土地质量提高。通过工程实施区域土壤理化性质得到改善,涵养水源、保持水土的功能显著提升,降低矿区对周边水源保护区的干扰,提高了水资源保障能力。通过矿山生态修复工程的实施,区域生物多样性得到了切实有效的保护,生态环境显著改善,生态屏障功能得以稳定且持续地发挥。在遏制区域水土流失方面成效显著,有效减少了土壤侵蚀量;对损毁土地的修复工作有序推进,提升了土地的生态功能与利用价值;在抵御和减轻自然灾害

影响上也收获了显著的生态效益,为区域生态安全提供了坚实保障,推动了生态系统的良性循环与可持续发展。

#### 4.2 社会效益

通过实施生态修复工程,推动项目实施区域周边生态环境质量改善,为周边百姓带来良好生态环境的强烈获得感。在实施该项目过程中,通过报道宣传,不断强化群众对生态环境保护的重要性的认识,逐步树立生态价值意识、生态责任和生态道德意识、生态知识的学习教育意识、绿色消费意识,推动实现绿色生产和生活方式,为保护绿水青山打好重要的群众基础。

### 5 结论

肖美山钨矿生态修复项目通过科学的方案设计和有效的实施管理,为类似矿山生态修复项目提供了有益借鉴。成功的矿山生态修复需要综合考虑生态、经济和社会效益,采取系统化的修复措施,并建立完善的管理机制。未来,矿山生态修复技术的创新和相关法律法规的完善,将推动矿山生态环境治理的可持续发展。

#### [基金项目]

江西省高校人文社会科学研究青年项目(题名:赣州废弃矿山市市场化生态修复模式研究、批准号:GL23223)、江西应用技术职业学院科技创新平台资源环境与工程勘查技术应用创新基金项目(010-2302700003)联合资助。

#### [参考文献]

- [1]赵哈旭,张冉,韩天为,等.废弃矿山边坡修复技术概述[J].矿业工程,2025,23(01):55-59.
- [2]肖英才,朱泰鑫.肖美山钨矿独立工矿区三夹水片区生态环境综合治理研究[J].山西冶金,2023,46(06):87-89+92.
- [3]李立晔.基于生态修复技术的矿山地质灾害危险性评估方法[J].世界有色金属,2024,(20):101-103.

#### 作者简介:

张晟(1987--),男,江西南康人,硕士,从事矿山生态修复、地质灾害防治方面研究和教学。

罗凡(1994--),男,江西南康人,博士,从事资源与环境勘查、监测评价方面的研究和教学。

梁健(1988--),男,江西南康人,博士,从事矿山地下水污染防治、水资源评价等方面研究和教学。