废弃矿山生态修复存在的问题困难及对策建议

郝鹏志

广西凤凰山银矿，广西 南宁 532700

摘　　要： 废弃矿山生态修复是改善矿区生态环境、维护区域生态安全的重要举措。然而，这一过程中面临诸多挑战和困难，需采取科学、系统的对策来推进。矿产资源开发利用促进经济发展的同时，也给某市带来了较为严重的矿山生态环境问题。矿山开采活动改变了原有的地形地貌特征，大规模机械开采剩余的采场边坡，形成高陡裸露岩体，植被遭到破坏。一些金属矿产开采区土壤受到重金属污染，矿坑废水、选矿废水和固体废弃物渗滤液，导致地下水污染严重，重金属超标，威胁饮用水安全。生态修复的层次不高，修复效果差。文中着重分析了现阶段废弃矿山生态修复存在的问题，并针对存在的问题给出了对策建议。

关 键 词： 矿山生态修复；生态环境问题；治理模式；市场机制

Problems and Countermeasures of Ecological Restoration in Abandoned Mines

Hao Pengzhi

Silver Mine, Lantau Peak, Nanning, Guangxi 532700

Abstract: Ecological restoration of abandoned mines is an important measure to improve the ecological environment of mining areas and maintain regional ecological security. However, this process faces many challenges and difficulties, and scientific and systematic measures need to be taken to promote it. The development and utilization of mineral resources not only promote economic development, but also bring serious ecological and environmental problems to a certain city's mines. Mining activities have changed the original terrain and landforms, with large-scale mechanical mining of the remaining mining slopes, forming steep and exposed rock masses, and damaging vegetation. Soil in some metal mining areas is contaminated with heavy metals, including mine wastewater, beneficiation wastewater, and solid waste leachate, resulting in severe groundwater pollution and excessive heavy metal levels, posing a threat to drinking water safety. The level of ecological restoration is not high, and the restoration effect is poor. The article focuses on analyzing the problems existing in the ecological restoration of abandoned mines at the current stage, and provides countermeasures and suggestions for the existing problems.

Keywords: mine ecological restoration; eco-environmental problems; governance model; market mechanism

引言

在过去，大规模且高强度的矿产资源开发活动，有力保障了国家能源安全并推动了经济的快速发展。但这种开发模式多采用“重开采、轻保护”的粗放方式，不可避免引发了严重的生态环境问题：众多废弃矿山出现，大量历史遗留矿山随之形成，给生态环境带来沉重负担，并造成难以估量的破坏，其中无法找到恢复责任主体未治理的历史遗留矿山损毁各类土地面积规模达到700余公顷。近些年来，我国对矿山生态修复工作的重视程度日益提升。自“十三五”时期起，国家把生态文明建设推至一个全新的高度，在此背景下，废弃矿山的生态修复成为我国推进生态文明建设进程中的一项关键任务。2013年以来，某市的矿山数目处于不断下降态势，由政策性关闭的矿山以及违法开采所导致的大量遗留生态环境问题急需处理。鉴于历史遗留的废弃矿山数量颇为庞大，并且生态问题呈现出复杂性，再加上治理资金的投入存在欠缺等状况，生态修复工作面临诸多艰难险阻，矿山的综合整治与生态修复工作迫切需加速推进。为加快解决历史遗留的废弃矿山问题，自2018年以来，某市先后开展了两次全市矿山地质环境摸底调查，基本摸清了某市废弃矿山状况，为下一步开展废弃矿山生态修复奠定了坚实基础[1]。

矿山生态修复一般是指对矿业活动受损生态系统的修复。矿山生态修复不仅是对闭坑矿山废弃地的生态环境进行修复，还包括对正在开采矿山中不再受矿业活动影响区块的生态环境的修复，如闭坑的矿段（采区）、结束开采的露采边坡段、闭库的尾矿库、堆场等，

作者简介：郝鹏志（1988–），甘肃清水人，男，大学本科，工程师，研究方向：矿山开采。

即所谓的“边开采、边修复”。矿山生态修复旨在把因开采遭受破坏的生态系统，恢复至接近开采前的自然生态状况。矿山生态修复属于系统工程，它关联着矿山的地质地貌、水文、植被、土壤等多方面要素，并且要求岩土力学、环境学、生态学、生物学、土壤学、植物生理学、园艺学等诸多学科协同展开研究，彰显出多学科交叉融合的特性。生态环境修复和改善，是一个需要付出长期艰苦努力的过程，不可能一蹴而就，必须坚持不懈[2]。要坚持系统观念，从生态系统整体性出发，推进山水林田湖草沙一体化保护和修复，综合治理、系统治理、源头治理。自生态文明理念提出以来，社会经济大步向前，但仍面临诸多矛盾和挑战，需要管理部门及时制定相应政策，持续打好蓝天、碧水、净土保卫战。废弃矿山生态修复是改善矿区生态环境、维护区域生态安全的重要举，但这一过程中面临诸多挑战和困难，要采取科学、系统的对策措施来推进。

一、废弃矿山生态修复存在的问题

（一）生态环境问题复杂，修复难度大

某市矿产资源埋藏较浅，绝大部分矿山采用露天开采方式，废弃矿山遗留的生态环境问题较多，废弃矿山开采形成的采场、废渣场、排土场等破坏了大量土地资源，在严重破坏原生地形地貌景观的同时，对土地资源也造成了严重压占与损毁，致使矿区植被稀少，生态环境恶化，恢复治理难度大[3]。根据2021年某市历史遗留矿山核查成果统计，各类矿山损毁和压占土地总面积700多公顷。矿山开采活动改变了原有的地形地貌特征，大规模机械开采剩余的采场边坡，形成高陡裸露岩体，植被遭到破坏。“一面墙”式开采，越界开采、乱采滥挖等，导致了严重的环境破坏。一些金属矿产开采区土壤受到重金属污染，矿坑废水、选矿废水和固体废弃物渗滤液，导致地下水污染严重，重金属超标，威胁饮用水安全。

（二）生态修复层次不高，复垦效果差

矿山生态修复治理模式研究不够深入，缺乏对新机制、新模式的探索，出于成本低，成活率高的考虑，已实施矿山地质环境恢复治理的项目，大面积种植单一树种桉树，乡土树种使用较少，还有部分项目整治为耕地，由于土壤肥力不够，水资源短缺，人工监测管护不到位等原因，植被恢复缓慢。项目布局碎片化，未能做到“宜林则林、宜草则草、宜荒则荒”，难以实现生态系统的整体恢复[4]。2022年以来，某市组织编制了历史遗留矿山生态修复勘查设计和矿山生态修复实施方案等修复方案，但修复方案基本上还保留在对存在地质安全隐患的矿山进行消灾除险，对废弃矿山地势相对平坦的位置采取土地复垦，对削坡、整平的区域进行植被恢复等简单的基础性修复改造，未做到后续的开发建设和产业导入。

（三）修复方式过度工程化

过度工程化的修复方式忽视了自然生态系统的自我恢复能力和再生能力，导致原有生态系统的破坏，影响生物多样性和生态平衡，部分项目在实施过程中，工程思维严重，未充分发挥自然恢复、辅助再生的作用，而是采取大面积挂网喷浆复绿、建设挡土墙、台阶式放坡等生态重建措施，造成过度治理、工程浪费等问题。例如，在某废弃矿山修复中，大面积采用挂网喷浆复绿，虽然短期内植被覆盖率提高了，但长期来看，生态系统的自我修复能力没有得到有效提升[5]。工程化的修复方式通常需要大量的资金和资源投入，如果设计不合理或施工不当，还会导致资源浪费，以及增加后期的维护管理运营成本。

（四）社会资本参与不足，资金缺口大

某市废弃矿山生态修复主要依靠财政资金支持，但各级财政资金紧张，市、县两级专项资金投入不足。目前该市历史遗留矿山修复方式以自然复绿为主，其他需要投入资金进行工程治理的矿山，资金筹措渠道有限，工程修复矿山进展缓慢。尽管国家在宏观层面已许可社会资本介入废弃矿山治理，但在具体的操作与推行进程中，一方面，社会资本不确定其投入能否从生态修复中获得稳定、可持续的收益，导致其参与积极性不高；另一方面，配套的制度、机制还不够完善，工程修复后土地和矿产资源经济效益产出模式还处在探索阶段，担心过度修复，致使生态修复工作面临剩余矿产资源难以妥善处置以及废弃工矿建设用地难以有效利用的困境。

二、对策建议

（一）扎实开展前期调查评价，科学确定修复的模式和导向

坚持山水林田湖草是一个生命共同体理念，根据调查评价结果，科学确定修复方向和用途，合理选择修复措施和模式，加强与相关部门的协调，充分体现当地群众的诉求。比如，在某矿山修复规划中，结合当地群众的建议，依据待修复矿山呈现出的破坏类型和破坏程度，参考受损生态系统过往的历史状态，以确定适宜本地的生态系统修复路径。银花山是柳州第一个采用“厚层基材喷播植生以及V型板槽填土植生+后期养护修复技术”治理的矿山。经过适宜性评价，治理工程主要分为危岩治理和山体绿化两个分项工程。危岩治理方面主要以人工清除、静态破碎清除、锚杆锚固、垫托、主动（被动）防护等技术为主，消除地质安全隐患。南宁园博园分布着14处露天采石场遗留下的露天废弃矿坑，存在危岩、崩塌、滑坡等地质安全隐患，因90%以上的矿山为露天矿山，遗留的矿坑多达300多个，严重破坏地形地貌，形成大量“生态疤痕”[6]。南宁园博园针对废弃矿山开展的生态修复项目，秉持“不推山、不填湖，留存现有植被”这类贴近自然的生态修复理念与方法。依照矿坑在空间上的布局以及能方面的分区状况，把16个矿坑划分成6个矿区，进而精心塑造出极具独特魅力的矿坑花园，实现了废弃矿坑向特色景观的华丽转变。如图1矿坑花园总平功面图。

> 图1 矿坑花园总平面图

（二）探索“矿山生态修复+”治理模式，激发社会资本积极性

构建“政府主导、社会参与”的历史遗留矿山生态修复体系，在严格落实国土空间用途管制等要求的前提下，探索实施“矿山生态修复+土地综合修复利用+废弃资源利用+产业融合”等修复新模式，坚持“谁修复、谁受益”，通过政策激励，吸引社会各方投入，寻求多元化、全方位资金保障[7]。柳州市充分利用市场机制，率先探索在市区采取矿山生态修复与土地开发整理相结合模式，将市区多座采石场地质环境治理和周边土地开发整理相结合，通过收储矿山治理开发的土地进行融资，解决废弃矿山治理经费，既复绿修复了破损山体，又显著提高了土地价值。通过实施矿山生态修复，原来坑坑洼洼的矿山废弃地成为了城市蓝绿空间用地。

（三）注重发挥生态、经济、社会综合效益

着重于发挥生态、经济与社会的综合效益，协同推进矿山生态环境的恢复治理工作以及资源的综合利用进程，达成生态、经济和社会效益的多方共赢局面。于生态效益而言，针对废弃矿山实施封山育林举措，积极开展植树种草活动，以此优化区域生态环境。在社会经济效益方面，扩充可利用的土地资源与生态资源范畴，科学合理地开发运用废弃矿山资源，进而提升矿产资源所带来的收益。探索对适宜开发为农业、旅游用途的采矿废弃地进行适度开发，因地制宜发展生态农业、生态庄园、文化娱乐项目等，推动多产业融合发展，带动经济发展和群众致富[8]。如图2矿山修复后的效果。

>图2 矿山修复后的效果

（四）充分考虑自然生态原貌，避免过度修复

矿山在完成地质环境治理后，其各类场地需达成安全稳定的状态，不能对人类与动植物构成威胁，也不可对周边环境形成污染，应与周边自然环境及景观相互适配协调，恢复土地的基本功能，结合当地实际情况推动土地的可持续运用，使区域整体生态功能得以维护与恢复。若修复工作具备可持续性，那么开展此项工作便具有价值；反之，若仅能实现短暂的绿色效果而无法持续，其价值便有待考量；特别是处于经济运行较为艰难的阶段时，更需谨慎抉择是否推进此项工作。

（五）科学选择修复方式

1.坚持自然恢复为主：充分发挥自然恢复、辅助再生的作用，减少对工程措施的依赖，降低修复成本，提高修复效果。例如，在一些损毁较轻的区域，可以通过封山育林、禁牧等措施，让自然生态系统自行恢复。比如，在某地区的废弃矿山修复中，通过封山育林措施，经过几年时间，自然植被得到了有效恢复，生态系统功能逐步恢复。

2.推广生态修复新技术：积极推广应用微生物修复、植物修复等生态修复新技术，提高修复效率和质量。比如，利用微生物技术改善土壤结构，提高土壤肥力，促进植物生长；在植物修复方面，可以选择耐旱、耐贫瘠的植物品种进行种植，以适应矿山恶劣的生态环境。例如，在某地区的矿山修复项目中，采用微生物修复技术，有效改善了土壤质量，促进了植被生长[9]。

（六）加强政策支持与引导

1.加大资金投入力度：各级政府应加大对矿山生态修复的资金投入力度，设立专项基金，支持矿山生态修复工作。例如，在某地区的矿山修复项目中，政府设立了专项基金，为修复工作提供了充足的资金保障。

2.完善相关政策法规：制定和完善矿山生态修复相关的政策法规，明确修复责任主体，规范修复行为，加强对修复工作的监督管理。比如，在某地区，政府出台了矿山生态修复管理办法，明确了修复责任主体和修复标准，为修复工作提供了政策保障。

（七）加强宣传引导与公众参与

1.加强宣传教育：通过多种形式加强矿山生态修复的宣传教育，提高全民环保认知，营造全社会高度关注、积极支持、并踊跃参与矿山生态修复事业的良好氛围。例如，在某地区的矿山修复项目中，通过举办环保讲座、宣传活动等方式，提高了公众的环保意识，促进了公众参与修复工作。

2.鼓励公众参与：建立公众参与机制，鼓励当地群众积极参与矿山生态修复工作，充分听取他们的意见和建议，提高修复工作的透明度和公众满意度[10]。比如，在某矿山修复项目中，通过召开村民大会、设立意见箱等方式，充分听取了当地群众的意见和建议，使修复工作更加符合群众需求。

三、结论

废弃矿山生态修复工作如火如荼在各地推进，并收获了显著成效。在严格落实国土空间用途管制等要求的前提下，探索推行“矿山生态修复与土地综合整治并行+废弃资源循环利用+多元产业融合发展”的创新修复模式，旨在实现生态保护、资源利用与产业发展协同共进，是十分必要的。废弃矿山生态修复是一项长期任务，需要政府、企业和社会的共同努力，通过加强政策支持、加大资金投入，选择适宜的废弃地建设矿山遗址公园、生态示范公园、小游园等多种类型的景观绿地，不仅使废弃矿山生态环境得到治理，同时扩展了城市景观绿地体系，实现生态、经济、社会效益多赢。

参考文献

[1] 妙超；王焘；郑海军；李江力. 秦岭南麓废弃露天矿山生态修复治理研究——以宁陕县寸儿坝花岗岩矿为例[J]. 中国非金属矿工业导刊，2022(03).

[2] 张吉林. 锚杆及预应力锚索在土质边坡治理工程中的应用[J]. 西部资源，2019(01).

[3] 弓晓飞；刘四丽；景丽媛；.露天开采矿山土地复垦适宜性评价研究——以登封某铝土矿为例[J]. 矿产勘查，2022(Z1).

[4] 秦凤娇. 土地复垦适宜性评价与措施[J]. 新疆有色金属，2021(05).

[5] 周妍；陈妍；应凌霄；杨崇曜. 山水林田湖草生态保护修复技术框架研究[J]. 地学前缘，2021(04).

[6] 于建军；周思彤；李津瑶. 露天矿排土场生态修复与植被重建技术分析[J]. 南方农机，2019(11).

[7] 赵刚. 废弃矿山对生态环境的危害及恢复治理研究[J]. 世界有色金属，2020(05).

[8] 吴岩. 废弃露天矿山生态修复治理研究[J]. 中国资源综合利用，2021(08).

[9] 杨复东. 废弃矿山的生态恢复与景观营造[J]. 海峡科技与产业，2017(07).

[10] 崔晓艳；陈学军；邹宝平.矿山环境问题解决模式研究[J]. 山西建筑，2009(28).