第 9 卷◆第 4 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4732 /（中图刊号）：561GL001

废弃矿山生态修复模式与开发利用实践

冯鹏程
河南省地质局生态环境地质服务中心
DOI:10.32629/gmsm.v9i4.2512

[摘　要] 本文立足矿山生态治理实际,梳理区域生态受损现状与行业政策演变进程,归纳生态保育、农业融合、文旅融合、产业赋能四类主流修复模式,阐释工程、生物、自然恢复三类核心实操技术。结合行业现存现实痛点,从技术应用、资金筹措、统筹布局、长效管护、多方协同层面提出落地优化思路。研究贴合基层治理实际开展论述,可为同类区域推进矿山生态修复与闲置土地盘活提供实践参照,助力实现生态环境改善与场地资源合理利用协同推进。
[关键词] 废弃矿山；生态修复；治理模式；资源盘活；实践路径
中图分类号：TD992　文献标识码：A

Ecological Restoration Modes and Development & Utilization Practices of Abandoned Mines

Pengcheng Feng
Ecological Environment Geological Service Center, Henan Geological Bureau

[Abstract] Based on the practical aspects of mine ecological governance, this paper reviews the current state of regional ecological damage and the evolution of industry policies, summarizes four mainstream restoration models—ecological conservation, agricultural integration, cultural tourism integration, and industrial empowerment—and elaborates on three core practical techniques: engineering, biological, and natural restoration. Addressing existing industry challenges, it proposes optimization strategies for implementation from the perspectives of technology application, funding mobilization, coordinated planning, long-term management, and multi-party collaboration. The study closely aligns with grassroots governance practices, providing practical references for similar regions in advancing mine ecological restoration and idle land revitalization, thereby facilitating the coordinated progress of ecological environment improvement and rational utilization of site resources.
[Key words] abandoned mines; ecological restoration; management models; resource revitalization; practical path

引言

矿产资源开发是区域工业化与经济稳定发展的重要基础,粗放开采造成大量枯竭矿区遗留大面积废弃场地。场地地形损毁、水土失调、生态退化,破坏原生生态格局,加剧滑坡、塌陷等地质灾害,制约人居环境与区域可持续发展。

当前绿色发展理念全面推广,矿山生态修复成为国土空间生态整治重点,配套政策持续完善,治理思路从单一环境整改转向生态修复与多元产业协同发展。现有研究多针对单项技术或局部区域调研,缺乏场地适配模式、落地技术及后期管护的系统研究[1]。梳理各类修复路径适用条件、实操技术与治理痛点,完善矿山生态修复相关研究体系。

1 废弃矿山生态修复整体发展概况

1.1矿山开采造成的生态环境影响

矿山开采会大幅改造区域原生地表结构,露天开采易形成大面积裸露深坑,地下开采则易诱发地表沉降、地裂缝等问题,导致自然地貌破碎零散。开采过程中表层熟土被大面积剥离,留存土层结构松散、有机质匮乏,加之工矿残留物持续渗入,土壤理化性质大幅退化,难以支撑本土植物正常生长。在此基础上,区域原生植被群落大面积消退,植被覆盖度锐减,动植物栖息空间持续压缩,直接造成区域生物多样性衰减,生态系统自我修复能力显著下降。同时,开采活动扰乱地下水循环与地表径流体系,引发地下水位下降、水体紊乱等问题。在雨水冲刷作用下,土层内有害物质持续扩散,逐步污染周边耕地与水系,最终形成生态破坏与环境污染叠加的恶性循环。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

1.2国内废弃矿山生态修复相关政策发展历程

国内矿山生态修复工作随生态文明建设推进逐步迭代升级，整体可划分为三个递进阶段。发展初期，治理工作以地质灾害应急处置为核心，重点开展隐患排查、险情治理与基础土地平整，以事后补救模式为主，缺乏前期统筹规划，治理覆盖面与实施成效较为有限。伴随国土空间治理体系持续完善，矿山生态治理相关法规准则逐步成型，行业明确了开采企业的生态修复主体责任，统一了标准化作业流程，治理工作正式迈入规范化阶段。这一阶段社会资本逐步入局，打破传统政府单一治理模式，拓宽了项目落地实施渠道。现阶段，矿山修复深度对接“双碳”目标与乡村振兴战略，政策导向从单一生态修复转向生态治理与土地盘活利用并重，各地依托本土资源禀赋，积极探索生态修复与多元产业融合的发展路径，充分挖掘废弃矿山的综合发展价值。

1.3废弃矿山生态修复整体实施原则

废弃矿山生态修复实践需遵循多项核心原则，保障治理工作科学长效推进。首先坚守生态优先原则，统筹调配土壤、水体、植被等核心生态要素，稳步修复受损生态单元，严格管控施工流程，杜绝二次生态破坏，筑牢区域生态安全底线。其次坚持因地制宜原则，结合不同区域气候条件、场地损毁程度及区位特征，通过实地勘查定制差异化治理方案，提升修复工作的精准性与实效性。同时秉持治用结合的长效发展原则，将生态整治与产业发展深度衔接，依托现代农业、文旅产业等业态盘活修复场地，以产业运营反哺后期管护。此外，依托现有治理体系规范行业标准，适度引入市场主体参与建设运营，构建多元资金投入、多方协同共治的发展模式，为矿山生态修复项目长效推进提供坚实保障[2]。

2 废弃矿山主流生态修复模式梳理

2.1生态保护主导型修复模式

该模式主要适用于地处偏远、产业基础薄弱、不具备大规模开发条件的废弃矿山，核心目标以重构受损生态系统、稳固区域生态基底为主。实践中优先通过土方调配平整场地、加固高危边坡，从源头消除塌陷、滑坡等地质安全隐患。在此基础上开展土壤改良工作，优选本土乡土植被构建乔灌草复合群落，逐步恢复场地水土保持、水源涵养等基础生态功能。针对场地积水洼地，可通过水系梳理、杂物清理优化水体循环，搭配本土水生植物构建小型人工湿地，完善动植物栖息环境。整体治理以自然修复为主、人工辅助为辅，严控人工开发强度，依托生态自然演替规律维持场地生态结构长期稳定。

2.2农业融合发展型修复模式

对于近郊平缓、水源充足、土质条件较好的废弃矿山场地，可通过系统化整治实现农业资源化利用。修复前期需完成全面土壤检测，针对性清理采矿废渣、调节土壤养分、净化重金属及有害残留物，确保土地达标农用标准。整治后的地块可分区规划经济作物种植、苗木培育等业态，同时配套完善灌溉管网、田间道路等基础设施，满足规模化农业生产需求。针对场地低洼水域，可适度发展生态水产养殖，构建种养结合的循环农业体系。该模式有效盘活闲置损毁土地，兼顾生态治理与农户增收，高度契合乡村产业振兴的发展需求。

2.3文旅休闲融合型修复模式

紧邻城区或成熟景区、具备独特地貌与工矿遗存的废弃矿山，可依托资源优势推进生态治理与文旅产业融合发展。治理过程中保留具有历史价值的采矿设备、巷道等工业遗存，留存矿山工矿文化印记。结合场地地形打造生态游览空间，配套建设地质科普、工业研学等功能场地，打造特色研学游览线路。同时完善生态步道、休闲休憩点等便民设施，联动周边自然山水构建城郊休闲空间，满足居民近郊出游、生态休闲的需求。该模式可实现生态环境提质与工矿文化活化利用，达成生态价值与区域文旅经济价值的双向转化[3]。

2.4新型产业赋能型修复模式

针对场地开阔、光照风力资源充足的大型废弃矿山，可采用生态治理与新能源产业、固废资源化利用相结合的赋能模式。场地经简单平整后可布局光伏、风电等清洁能源项目，高效盘活大面积闲置土地。同时推行立体利用模式，在新能源设备间隙种植耐阴乡土植被，实现产业发展与生态绿化同步推进。此外，可依托成熟工艺对尾矿、煤矸石等矿山固废进行再生加工，制成建筑骨料、墙体材料等产品，有效解决固废堆放污染问题，延伸工矿产业链条，拓宽废弃矿山多元增值渠道。

3 废弃矿山生态修复核心实施技术

3.1工程类生态修复实施技术

工程修复技术多用于地质隐患突出、地形破损严重的废弃矿山，以场地稳固、污染阻断、水土调控为核心功能。其中高危边坡治理是地质灾害防控的重点内容，针对结构松散、倾角过大的不稳定坡面，通常采用削坡降载、锚杆支护、格构加固等刚性工程手段稳固坡体，同时搭配坡面植被栽植工艺，实现工程硬性防护与生态软性修复有机结合，兼顾边坡安全治理与生态景观提升。在此基础上，通过土方回填、场地平整等机械化规整作业，重塑破损场地地形地貌。针对重度污染地块，可运用土层阻隔、异位土壤淋洗等技术阻断污染物扩散路径，实现土壤深度净化，保障场地用地安全。

3.2生物类生态修复实施技术

生物修复技术是重构矿山生态系统、实现生态长效稳定的核心手段，主要聚焦植被重建与水土生态改良。在植被恢复过程中，需遵循乡土适配原则，优先选用本地草本、灌木、乔木品种，依据场地土层厚度、土壤肥力进行合理配比，构建结构完整、抗逆性强的复合植被群落，稳步提升场地植被覆盖度与生态稳定性。针对土壤贫瘠、肥力缺失的地块，可施加腐殖土、腐熟有机肥并投放功能性微生物菌群，优化土壤团粒结构、加速土壤物质循环，逐步改良贫瘠土质。对于重金属污染区域，可定向种植具备污染物富集能力的修复型植被，依托植物代谢作用逐步降解土壤有害物质。同时，搭配微生物制剂与水生植被开展水体修复，分解水域污染物，实现水土生态协同治理，持续维系矿山生态系统平衡。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

3.3自然恢复类生态修复实施方式

自然恢复模式适用于损毁程度轻微、周边原生生态系统保存完好且暂无开发规划的偏远矿山场地，核心思路是以减少人为干扰替代大规模人工整治。实践中通过划定专属生态管护区域，落实封闭式管控措施，严格限制外来生产活动与人为扰动，为场地自然生态演替创造稳定条件。在低干预管护模式下，本土植被可借助自然传播机制逐步蔓延复苏，带动区域野生动物回迁，自主形成稳定的生态群落。相较于人工修复技术，该模式具备成本低廉、原生环境破坏小、生态群落稳定性高的优势，虽然恢复周期相对漫长，但能够最大程度还原区域原生生态风貌，契合偏远荒野型矿山低成本、长效化的生态治理需求。

4 推进废弃矿山生态修复与高效开发利用优化路径

4.1完善技术体系加快实用技术创新推广

不同废弃矿山的地形条件、污染类型与损毁程度存在显著差异，通用化修复技术难以适配各类场地治理需求。对此，可依据露天采场、尾矿库、排土场等场地类型，整合土壤改良、边坡加固、植被重建等单项技术，构建分类成套的标准化施工体系。结合一线施工经验简化冗余工艺，优先采用本地适配物料替代高价外购材料，在保障治理成效的基础上有效压缩施工成本。同时，依托不同地貌与损毁类型的矿山打造示范点位，直观展示成熟治理工艺，便于行业从业者借鉴推广。联动地方科研院校聚焦区域治理难点，研发轻量化、易落地、低成本的适配技术，持续提升区域矿山修复的专业化与精准化水平。

4.2拓宽资金渠道激发市场主体参与活力

矿山生态修复周期长、前期投入大，单一财政资金难以覆盖全流程治理需求。对此，可依托现有生态扶持资金，重点倾斜地质隐患突出、生态影响显著的重点治理场地，夯实基础治理保障。同时立足矿山场地资源禀赋，深化市场化合作模式，依托种养农业、文旅运营、新能源开发等产业业态，通过收益共享、场地合作等方式吸纳社会资本参与治理与运营。

4.3健全监管制度落实长期生态管护工作

矿山修复与开发运营涉及多方主体权益，权责与收益分配的合理化是项目平稳推进的关键。项目筹备阶段需明晰场地权属、流转规则与收益分配机制，统筹协调土地流转、就地务工等民生诉求，平衡各方利益关系。通过基层宣讲、便民科普等方式普及矿山修复的生态效益与民生红利，畅通民意反馈渠道，吸纳基层合理化运营与管护建议。同时搭建多元化基层参与平台，鼓励周边群众参与场地保洁、植被养护等基础工作，凝聚基层治理合力，推动矿山生态治理实现共建、共治、共享。

5 结论

文章立足废弃矿山生态修复的实操现状，围绕场地差异化治理与资源化利用核心议题，总结形成四类适配不同场地条件的生态修复发展模式，明晰工程治理、生物改良、自然休养三类技术体系的应用边界与实践价值。通过梳理行业落地痛点，明确当前修复工作在技术适配、资金保障、整体规划、长效管护及基层协同层面的突出短板。在此基础上，构建贴合行业发展实际的优化提升路径，兼顾生态安全稳固、闲置资源盘活与区域产业提质。研究形成的模式体系与优化策略，能够有效破解矿山修复重治理、轻利用、难长效的行业难题，为资源型区域实现矿山生态治理与绿色转型协同发展提供可行的实践借鉴。

[参考文献]

[1]张宏.“双碳”目标下矿山生态修复与绿色产业融合发展的模式及策略[J].农村科学实验,2025,(16):55-57.

[2]吕鑫,杨科,袁亮,等.废弃矿井协同开发利用技术框架与关键问题思考[J].中国矿业大学学报,2026,55(1):43-60.

[3]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：

冯鹏程(1991--),男,汉族,河南淮阳人,本科,水工环地质工程师,主要研究方向：水文地质、工程地质、环境地质。

Copyright © This work is licensed under a Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.