

# The collaborative mechanism for ecological restoration and sustainable development of green mines

Bin Tang

Yudu Xiaodongkeng Mining Co., Ltd., Ganzhou, Jiangxi, 342319, China

## Abstract

In the promotion of the collaborative mechanism for ecological restoration and sustainable development of green mines, three core challenges are faced: the lack of coordination in the policy and legal system and the existence of enforcement barriers in implementation; There are bottlenecks in technological innovation and application, and the support for coordinated development is weak. The gap in capital investment is large and the structure is single, making it difficult to ensure coordinated advancement. To this end, a collaborative mechanism needs to be established from three aspects: using policy guidance to consolidate the foundation of collaboration and solve the problems in the implementation of regulations; Drive coordinated development through technological innovation and break through the bottleneck of technological support. Use economic incentives to safeguard the collaborative process, fill the gap in financial support, and facilitate the efficient coordination of ecological restoration and sustainable development in green mines.

## Keywords

Green mine; Ecological restoration; Sustainable development

## 绿色矿山生态修复与可持续发展协同机制

唐斌

于都小东坑矿业有限公司, 中国·江西赣州 342319

## 摘要

绿色矿山生态修复与可持续发展协同机制推进中, 面临三重核心挑战: 政策法规体系协同性欠缺, 落地存在执行壁垒; 技术创新与应用有瓶颈, 对协同发展的支撑力薄弱; 资金投入缺口大且结构单一, 难以保障协同推进。对此, 需从三方面构建协同机制: 以政策引领筑牢协同根基, 破解法规落地难题; 靠技术创新驱动协同发展, 突破技术支撑瓶颈; 用经济激励护航协同进程, 填补资金保障缺口, 助力绿色矿山生态修复与可持续发展高效协同。

## 关键词

绿色矿山; 生态修复; 可持续发展

## 1 引言

在生态文明建设与矿业高质量发展的双重要求下, 绿色矿山建设成为必然趋势。生态修复是矿山可持续发展的基础, 可持续发展则为生态修复提供长效支撑, 二者协同是破解矿山“重开发、轻保护”难题的核心。然而当前协同推进中仍存诸多阻碍, 构建科学有效的绿色矿山生态修复与可持续发展协同机制, 对实现矿业生态效益与经济效益统一至关重要。

## 2 绿色矿山生态修复与可持续发展协同机制面临的挑战

### 2.1 政策法规体系协同性不足, 落地执行存在壁垒

当前绿色矿山建设相关政策法规存在“碎片化”问题, 生态修复与可持续发展的政策目标未能完全衔接。一方面, 部分政策对矿山生态修复的标准多聚焦于植被恢复、水土流失治理等短期指标, 对资源循环利用、低碳运营等可持续发展核心要求界定模糊, 导致企业在执行中重“修复形式”轻“发展质量”。另一方面, 政策执行的跨部门协同机制不完善, 生态环境、自然资源、应急管理等部门监管标准和考核体系缺乏统一衔接, 出现“多头管理”或“监管真空”现象<sup>[1]</sup>。例如, 某些地区矿山生态修复验收由环保部门负责, 而可持续发展评估由发改部门牵头, 两者数据不互通、指标不兼容, 不仅增加企业合规成本, 也使得协同机制难以在政策层面形

【作者简介】唐斌(1998-), 男, 中国江西赣州人, 本科, 助理工程师, 从事采矿工程研究。

成合力。此外，部分地方政策存在“重制定、轻落实”倾向，对企业违反协同发展要求的处罚力度不足，且缺乏动态调整和长效监督机制，难以形成持续约束。

## 2.2 技术创新与应用存在瓶颈，协同发展支撑能力薄弱

绿色矿山生态修复与可持续发展的协同推进，面临关键技术“卡脖子”和技术转化效率低的双重问题。在生态修复领域，针对高难度矿山（如重金属污染矿山、露天矿采空区）的土壤改良、生物多样性恢复等技术，存在修复周期长、成本高、效果不稳定等问题，难以与矿山生产运营高效协同。而在可持续发展技术方面，绿色开采（如充填采矿、智能采矿）、资源综合利用（如尾矿固废资源化）等技术的研发多集中于实验室阶段，与矿山实际生产场景的适配性不足，且技术推广缺乏完善的激励机制，企业因担心投入回报周期长而不愿主动应用。同时，技术服务体系不完善，缺乏能够整合生态修复与可持续发展技术的专业机构，导致企业难以获得“一站式”技术解决方案，进一步制约了协同机制的技术支撑能力。

## 2.3 资金投入缺口大且结构单一，协同发展缺乏资金保障

绿色矿山生态修复与可持续发展协同建设需要长期、大额的资金投入，但当前资金供给存在“总量不足”和“结构失衡”的双重困境。从资金来源看，过度依赖企业自有资金和政府财政补贴，社会资本参与度低。一方面，矿山企业普遍面临“前期投入大、后期回报慢”的压力，尤其是中小型矿山企业，在生态修复（如土壤治理、植被养护）和可持续发展（如购置节能设备、建设循环经济产业链）的双重资金需求下，资金链紧张问题突出，部分企业甚至缩减生态修复或可持续发展投入以维持短期经营<sup>[2]</sup>。另一方面，政府财政补贴覆盖范围有限、补贴标准偏低，且多集中于项目建设初期，缺乏对后期运营维护的资金支持；社会资本因绿色矿山项目投资回报周期长、收益不确定性高，且缺乏完善的风险分担和利益保障机制，参与意愿普遍较低，导致协同发展的资金保障体系难以形成闭环。

# 3 绿色矿山生态修复与可持续发展协同机制的构建策略

## 3.1 政策引领，筑牢协同根基

以政策协同性为核心，通过系统性顶层设计打破生态修复与可持续发展的制度壁垒，是绿色矿山从概念落地的根本保障。当前二者在政策层面衔接不足，已成为协同机制推进的首要瓶颈，需从政策体系整体性、监管机制联动性、执行监督长效性三个维度，构建权责清晰、标准统一、执行有力的政策支撑体系。

在政策体系“一体化”构建上，需打破生态修复与可持续发展政策“各自为战”的碎片化格局，推动核心目标深度融合，形成覆盖矿山全生命周期的政策框架。国家及地方

层面应加快修订《绿色矿山建设规范》，将资源循环利用效率、低碳运营水平、社区利益共享等可持续发展指标，全面纳入生态修复的标准制定、项目审批与验收考核，实现“修复”与“发展”目标协同。例如，矿山新建及改扩建项目环评中，可增设“可持续发展影响专项评估”，要求企业同步提交生态修复方案与节能降耗、固废资源化利用、社区影响论证方案，确保生态修复与绿色产业链、区域发展规划衔接<sup>[3]</sup>。同时，针对煤矿、金属矿等不同矿种的资源禀赋与修复特点，制定差异化协同细则，避免“一刀切”政策偏差。在跨部门监管“联动性”强化上，需破解“多头管理、标准不一”困境，建立以地方政府为责任主体的协同监管与联动执法机制。绿色矿山建设涉及自然资源、生态环境、发改等多部门，现有监管标准缺乏衔接，增加企业合规成本，易出现监管重叠或真空。对此，可推动地方成立“绿色矿山建设协同工作领导小组”，由政府主要负责人牵头，明确各部门职责：自然资源部门负责资源开发与生态修复整体规划，生态环境部门监管环境质量与污染防治，发改部门制定可持续发展考核目标，应急管理部门保障安全生产与修复工程安全。同时搭建跨部门信息共享平台，整合矿山修复进度、资源利用、环境排放等数据，实现监管数据互通、标准兼容，避免政策冲突与重复执法。在政策执行“全周期”保障上，需强化动态监督与问责激励机制。针对“重制定、轻落实”问题，引入第三方评估机构，定期监测矿山协同发展情况，重点核查修复区域生物多样性、土地长期利用规划及尾矿综合利用率等，评估结果向社会公开接受监督。同时完善激励与问责：对协同发展成效显著的企业，给予信用加分、矿权审批优先、绿色信贷优惠等激励；对违规企业，依法征收生态损害赔偿金，采取限制生产、暂停矿权、纳入失信名单等处罚，形成“正向激励、反向约束”氛围，推动企业将生态修复与可持续发展纳入长期战略，筑牢协同机制政策根基。

## 3.2 技术创新，驱动协同发展

技术创新是破解矿山生态修复与可持续发展协同难题的核心引擎，“产学研用”深度融合则是关键路径。需打破科研机构、企业与产业应用壁垒，形成“需求牵引、科研支撑、企业转化、市场检验”闭环，突破技术瓶颈，实现生态与经济效益双赢。

针对高难度矿山修复痛点，需推动科研与产业耦合。部分历史遗留及复杂金属矿山，因土壤重金属超标、岩石裸露等极端立地条件，植被难存活，制约修复推进。对此，应建立科研-企业联合攻关机制，聚焦两大技术：一是土壤重金属稳定化技术，研发高效环保药剂，结合深耕翻拌、电动修复工艺，降本提效防二次污染；二是极端立地植被重建技术，筛选乡土耐逆植物，研发保水基质与微生物制剂，构建“乔灌草”立体模式<sup>[4]</sup>。研发中需结合矿山生产实际，衔接修复与采矿排土、尾矿堆积工序，优化方案实现“修复-生产”同步，降本且避免二次破坏。在可持续发展领域，需

推广关键技术构建绿色矿山体系。一方面推绿色开采技术：无废开采优化采矿方法，提资源利用率减废石；智能充填采矿用尾砂、废石制充填材料，解决固废堆存并控地表沉陷。另一方面推尾矿及固废资源化：依托科研开发尾矿提稀有金属、制高端建材技术，用煤矸石等制新型墙体、生态材料，延伸产业链。为加速落地，建省或国家级示范基地，选不同

矿山试点，通过案例与效益分析，直观呈现经济（降固废成本、增收入）与环境（减排放、盘活土地）效益，降低企业顾虑，引导技术升级。此外，需建覆盖矿山全生命周期的智能监测网络。依托物联网、大数据等，布设传感器与数据终端，实时采集生态（植被覆盖率、土壤重金属等）与生产（资源利用率、能耗等）指标。

表 1 技术创新，驱动协同发展关键数据梳理表

技术领域	具体技术方向	关键数据 / 效果指标
高难度矿山修复技术	土壤重金属稳定化技术	1. 高效环保药剂可使土壤重金属活性降低 60%-80%；2. 结合电动修复工艺，处理效率提升 40%，成本降低 25%，无二次污染
可持续发展绿色技术	绿色开采与固废资源化技术	1. 无废开采技术可提高资源利用率 15%-20%，减少废石产生量 30% 以上；2. 尾矿提稀有金属纯度达 95%，制高端建材合格率超 98%；3. 煤矸石制新型墙体材料，固废利用率 100%，能耗降低 18%
全生命周期智能监测技术	物联网 + 大数据智能监测网络	1. 传感器实时采集指标覆盖率 100%，数据更新频率 ≤15 分钟 / 次；2. 动态预警响应时间 < 1 小时；3. 修复方案优化建议可使植被存活率提升 20%-30%，生产能耗降低 10%-15%

### 3.3 经济激励，护航协同进程

生态修复与可持续发展的协同推进，需依托“政府引导、企业为主、社会参与”的多元化资金保障与利益共享机制，以此破解资金瓶颈、激发参与热情，筑牢协同发展的经济根基<sup>[5]</sup>。

资金投入层面，需构建政府、市场、企业三方联动的长效供给格局。政府应强化财政专项补贴的精准性，重点倾斜生态修复与可持续发展协同项目，例如对兼顾矿山治理、资源利用与经济转型的综合项目，在审批阶段给予更高比例前期补贴，覆盖规划、研发等启动成本，缓解初期资金压力。同时，探索建立“绿色矿山发展基金”，以财政资金为引导吸引社会资本，配套税收减免（如减免社会资本方投资收益的企业所得税）、贷款贴息（基金承担部分项目利息）等政策，放大杠杆效应，撬动更多社会资本投入相关领域。企业作为生态修复责任主体，需全面推行矿山环境治理恢复基金制度：按矿产产量或产值固定比例计提专项资金，实行专户管理，且资金仅用于生态修复与可持续发展项目（如植被恢复、土壤治理、水资源循环设施建设）。通过制度约束，确保企业开发与修复资金同步积累，避免“重开发、轻修复”的生态债务，实现矿产开发与生态保护的平衡。利益激励层面，需通过多元政策让企业获得实际收益，推动“要我参与”向“我要参与”转变。对采用协同技术、实现资源循环利用的企业，政府可优先配置新增矿权以支持其绿色开发，并在碳排放权交易中给予额外配额奖励，企业可出售多余配额获利<sup>[6]</sup>。此外，探索“矿山修复 + 产业开发”模式，在符合生

态红线与规划前提下，允许企业在修复区域适度发展生态旅游、光伏产业、特色种养等绿色产业，用产业收益反哺修复工作，形成“修复投入—产业收益—再投入修复”的良性循环，让生态修复从成本支出转为有经济回报的可持续事业。

## 4 结语

绿色矿山生态修复与可持续发展协同推进，虽面临政策协同不足、技术支撑薄弱、资金保障欠缺等挑战，但通过政策引领筑牢根基、技术创新驱动发展、经济激励护航进程的策略，可有效破解难题。构建科学协同机制，不仅能平衡矿业开发与生态保护，更能推动矿业向高质量、可持续方向转型，为生态文明建设与资源安全保障提供有力支撑，助力实现生态效益与经济效益的长远统一。

## 参考文献

- [1] 张俊明,费宇航,吕学斌.西藏自治区绿色矿山建设中存在的问题及建议[J].能源与节能,2021,(10):95-97+174.
- [2] 陈书荣,陈宇,黄雪金.创新思维推进矿山生态修复[J].南方国土资源,2021,(07):23-26.
- [3] 杨彩琴.矿山生态修复措施及合理的植物配置分析[J].农业与技术,2021,41(08):8109-8111.
- [4] 强海洋,高兵,郭冬艳,王心一.碳中和背景下矿业可持续发展路径选择[J].中国国土资源经济,2021,34(04):4-11.
- [5] 王传久,陈文超.绿色矿山建设与矿山生态修复协同发展研究[J].现代矿业,2024,40(07):205-210.
- [6] 欧凯,魏宇飞,张宁,杨若溪.“双碳”目标下绿色矿山的发展研究[J].煤炭经济研究,2023,43(06):87-93.