

# 绿色矿山建设中的生态修复技术与政策协同研究

刘紫龙

内蒙古第八地质矿产勘查开发有限责任公司 内蒙古 乌海 016000

**摘要:** 本文聚焦于绿色矿山建设, 深入探讨生态修复技术与政策的协同作用。首先分析绿色矿山生态修复面临的挑战, 接着阐述生态修复关键技术及其应用效果, 然后剖析现有政策体系及其对生态修复的引导与支持作用, 最后提出促进生态修复技术与政策协同的具体策略, 旨在为绿色矿山生态修复提供理论与实践参考, 推动矿山可持续发展。

**关键词:** 绿色矿山; 生态修复技术; 政策协同; 可持续发展

## 1 绿色矿山生态修复关键技术及应用效果

### 1.1 土壤修复技术

土壤是生态系统的基础, 矿山开采导致的土壤污染和退化是生态修复的重点和难点。物理修复技术中, 客土置换适用于污染严重、土壤结构破坏严重的区域, 通过将污染土壤挖走, 换上清洁客土, 可快速改善土壤环境, 为植被恢复创造条件。但如前文所述, 该方法成本较高, 且需要考虑客土的来源和运输问题。深耕翻土则是通过机械深耕将上下层土壤混合, 增加土壤透气性和透水性, 促进污染物在土壤中的扩散和稀释, 适用于轻度污染土壤的修复。化学修复技术方面, 化学淋洗是利用淋洗液将土壤中的重金属溶解并随淋洗液排出, 从而达到去除重金属的目的。常用的淋洗液包括酸、碱、盐溶液和螯合剂等。化学稳定化技术是通过向土壤中添加化学稳定剂, 使重金属转化为难溶性化合物, 降低其在环境中的迁移性和生物有效性。常用的稳定剂包括石灰、磷酸盐、硫化物等。在某铜矿区采用磷酸盐稳定化技术处理重金属污染土壤, 经过一段时间的稳定化处理, 土壤中铜等重金属的活性明显降低, 对周围环境的危害减小。生物修复技术具有独特的优势, 植物修复是利用超积累植物吸收、富集土壤中的重金属, 通过收割植物地上部分实现重金属的去除。例如, 蜈蚣草对砷具有超积累特性, 在某砷污染矿区种植蜈蚣草, 经过几年的连续种植, 土壤中砷含量显著下降。微生物修复则是利用微生物的代谢活动降解、转化土壤中的有机污染物和固定重金属。一些微生物能够分泌有机酸、螯合剂等物质, 改变重金属的化学形态, 降低其毒性。在某石油污染矿区, 通过接种特定的石油降解微生物, 土壤中石油烃的降解率明显提高, 土壤质量得到改善<sup>[1]</sup>。

### 1.2 植被恢复技术

植被恢复是生态修复的重要标志, 能够有效防止水

土流失、改善生态环境、促进生态系统恢复。在选择植被种类时, 应遵循适地适树、优先选用本地物种的原则。本地物种对当地气候、土壤等环境条件具有更强的适应性, 能够更好地生存和生长, 同时也有利于维护当地生态系统的稳定性和生物多样性。直接播种是一种简单易行的植被恢复方法, 适用于地形平坦、土壤条件较好的区域。在播种前, 需要对土壤进行翻耕、整地、施肥等处理, 提高土壤肥力和透气性, 为种子发芽和幼苗生长创造良好条件。例如, 在某煤矿塌陷区采用直接播种草籽的方式进行植被恢复, 选择了适应性强、生长迅速的狗牙根、黑麦草等草种, 经过一段时间的生长, 地表植被覆盖率明显提高, 有效防止了水土流失。植苗造林适用于土壤条件较差、需要快速形成植被覆盖的区域。在植苗过程中, 要注意选择健壮、无病虫害的苗木, 并采用科学的栽植方法, 如挖大坑、栽正苗、浇透水等, 提高苗木的成活率。例如, 在某金属矿区采用植苗造林的方式进行植被恢复, 选择了侧柏、刺槐等耐干旱、耐瘠薄的树种, 经过几年的精心养护, 树木生长良好, 形成了较为稳定的森林生态系统。容器育苗是一种先进的苗木培育技术, 能够为苗木提供良好的生长环境, 提高苗木的质量和成活率。容器育苗不受季节和土地条件的限制, 可在温室、大棚等设施内进行全年生产<sup>[2]</sup>。在矿山生态修复中, 容器育苗常用于培育一些珍贵树种和难以繁殖的树种。例如, 在某生态修复项目中, 采用容器育苗技术培育了红豆杉、银杏等珍贵树种, 然后将培育好的苗木移植到矿山废弃地进行植被恢复, 取得了良好的效果。

### 1.3 水体修复技术

矿山开采产生的大量废水含有重金属、酸性物质、悬浮物等污染物, 对周边水体造成严重污染。物理化学法是常用的水体修复技术之一, 沉淀法是通过向废水

中添加沉淀剂,使废水中的悬浮物和重金属离子形成沉淀,然后通过沉淀分离去除污染物。例如,在某铅锌矿废水处理中,采用氢氧化钙作为沉淀剂,有效去除了废水中的铅、锌等重金属离子,出水水质得到明显改善。过滤法是利用过滤介质截留废水中的悬浮物和胶体颗粒,达到净化水质的目的。常用的过滤介质包括砂、石、活性炭等。在某煤矿废水处理中,采用多级过滤工艺,先通过粗砂过滤去除较大颗粒的悬浮物,再通过细砂和活性炭过滤进一步去除细小颗粒和有机物,使废水达到排放标准。吸附法是利用吸附剂的吸附作用去除废水中的污染物。常用的吸附剂包括活性炭、沸石、膨润土等。例如,在某铜矿废水处理中,采用活性炭吸附技术去除废水中的铜离子和有机物,吸附后的活性炭可通过再生处理重复使用,降低了处理成本。生物法在水体修复中具有独特的优势,人工湿地是一种模拟自然湿地生态系统的污水处理技术,通过湿地中植物的吸收、微生物的降解和基质的吸附等作用去除废水中的污染物。人工湿地具有处理效果好、运行成本低、生态效益显著等优点<sup>[3]</sup>。例如,在某铁矿废水处理中,构建了表面流人工湿地,种植了芦苇、香蒲等水生植物,经过一段时间的运行,废水中的重金属、氮、磷等污染物浓度显著降低,出水水质达到国家排放标准,同时湿地生态系统也逐渐形成,为野生动物提供了栖息场所。生物膜法是利用生物膜吸附和降解废水中的有机物和重金属。生物膜是由微生物附着在载体表面形成的生态系统,具有较高的生物活性和降解能力。在某金矿废水处理中,采用生物接触氧化法,将废水与生物膜充分接触,使废水中的有机物和氨氮得到有效去除,处理后的水质稳定达标。

## 2 绿色矿山生态修复政策体系及作用分析

### 2.1 现有政策体系概述

国家和地方政府为推动绿色矿山建设和生态修复,构建了较为完善的政策法规体系。国家层面,相关部门发布了一系列重要文件,为绿色矿山建设和生态修复提供了政策指导和规范。例如,《关于加快建设绿色矿山的实施意见》明确了绿色矿山建设的总体目标、基本原则和主要任务,要求矿山企业加强生态环境保护与恢复治理,实现资源开发利用与生态环境保护协调发展。《矿山地质环境保护规定》对矿山地质环境保护与治理恢复的责任主体、规划编制、治理恢复方案制定、资金保障等方面作出了详细规定,为矿山生态修复工作提供了法律依据。地方层面,各地区结合自身实际情况,制定了具体的实施细则和配套政策。一些资源大省出台了绿色矿山建设地方标准,对矿山企业的生态环境保护、

资源综合利用、节能减排等方面提出了更高的要求。同时,为了鼓励矿山企业积极开展生态修复工作,各地还出台了一系列财政补贴、税收优惠、用地保障等政策措施。例如,对开展生态修复的矿山企业给予一定比例的资金补贴,用于修复项目的实施;对符合条件的生态修复项目减免相关税费,降低企业负担;在用地指标安排上,优先保障生态修复项目的用地需求。

### 2.2 政策对生态修复的引导作用

政策通过设定明确的目标和标准,引导矿山企业重视生态修复工作,将生态修复纳入企业发展战略和日常生产经营活动中。绿色矿山建设标准中对生态修复提出了具体要求,包括矿山开采过程中的生态保护措施、开采结束后的土地复垦和植被恢复、水体和大气污染防治等方面。矿山企业为了达到绿色矿山建设标准要求,必须加大生态修复投入,采用先进的修复技术和管理模式,提高生态修复质量和效率。政策还通过建立激励机制,鼓励矿山企业积极开展生态修复创新和实践。例如,对在生态修复技术研发、模式创新等方面取得突出成绩的企业给予表彰和奖励,提高企业的社会声誉和市场竞争能力。同时,政策引导社会资本参与绿色矿山生态修复项目,通过PPP等模式,吸引金融机构、企业等社会力量投入资金和技术,拓宽生态修复资金来源渠道,缓解政府财政压力。

### 2.3 政策对生态修复的支持作用

政策在资金、技术、人才等方面为生态修复提供了有力支持。财政资金投入是生态修复的重要保障,政府通过设立专项资金、安排预算内资金等方式,支持矿山生态修复项目的实施。这些资金主要用于生态修复技术研发、示范工程建设、监测评估等方面,为生态修复工作提供了必要的资金保障。税收优惠政策降低了矿山企业的生态修复成本,提高了企业开展生态修复的积极性。例如,对从事生态修复的企业减免企业所得税、增值税等税费,减轻了企业负担,使企业有更多资金投入生态修复项目中。同时,税收优惠政策还鼓励企业加大对生态修复技术研发的投入,推动生态修复技术的创新和发展。人才培养政策为生态修复提供了智力支持。政府通过加强相关学科专业建设、开展职业培训、引进高端人才等方式,培养和吸引一批专业的生态修复人才。这些人才具备地质、土壤、植被、水文等多学科知识,能够为生态修复项目提供技术指导和管理服务,提高生态修复工作的科学性和专业性。

### 2.4 政策体系存在的不足

尽管现有政策体系在推动绿色矿山生态修复方面发

挥了重要作用,但仍存在一些不足之处。政策法规的协调性有待提高,不同部门出台的政策之间存在交叉、重复甚至矛盾的情况,导致企业在执行过程中无所适从,增加了政策执行成本。政策标准不够统一,各地在绿色矿山建设标准和生态修复验收标准等方面存在差异,影响了生态修复工作的规范化和标准化。政策监管力度不足,对矿山企业生态修复工作的日常监督检查不够频繁和深入,对违规行为的处罚力度不够严厉,难以形成有效的威慑力。同时,生态修复效果评估体系不完善,评估指标不科学、评估方法不规范,导致评估结果缺乏客观性和准确性,无法为政策调整和决策提供可靠依据。

### 3 促进绿色矿山生态修复技术与政策协同的策略

#### 3.1 加强技术政策制定与引导

政府应充分发挥政策引导作用,加强对生态修复技术的研发和推广政策支持。制定生态修复技术发展规划,明确技术发展方向和重点任务,引导科研机构和企业开展关键技术研发和创新。例如,设立生态修复技术研发专项资金,加大对土壤修复、植被恢复、水体修复等关键技术的研发投入,鼓励高校、科研院所与企业开展产学研联合攻关,突破技术瓶颈,提高我国生态修复技术水平。制定生态修复技术推广目录,对先进适用技术进行重点推广和应用。通过建立技术示范基地、开展技术培训和交流等方式,加快生态修复技术的推广应用步伐,提高技术普及率和应用效果。同时,加强对生态修复技术的标准化建设,制定完善的技术标准和规范,确保技术应用的安全性和有效性<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 完善政策执行与监督机制

建立健全政策执行和监督机制,确保政策得到有效落实。加强部门间的协调配合,建立由国土资源、环保、林业、水利等部门组成的联合工作机制,明确各部门职责分工,加强信息共享和沟通协调,形成工作合力。在项目审批、资金监管、执法检查等方面建立联动机制,提高政策执行效率。加强对矿山企业生态修复工作的日常监管,建立生态修复项目动态监测和评估体系。利用卫星遥感、无人机、地面监测等手段,对生态修复项目的进展和效果进行实时监测,及时掌握生态修复情况。定期对生态修复项目进行评估,根据评估结果

调整政策措施和修复方案,确保生态修复工作达到预期目标。对未按要求开展生态修复的企业,依法进行严厉处罚,加大违规成本。建立企业生态修复信用档案,将企业的生态修复行为纳入信用评价体系,对信用不良的企业在项目审批、资金支持等方面予以限制,形成有效的约束机制。

#### 3.3 促进技术与政策的互动融合

加强生态修复技术与政策的互动融合,使政策能够更好地适应技术发展需求,技术能够更好地服务于政策目标实现。在政策制定过程中,充分考虑技术的可行性和经济性,避免政策要求过高或过低。例如,在制定生态修复标准和目标时,结合当前技术水平和发展趋势,合理确定修复指标和时间节点,确保政策具有可操作性和前瞻性。在技术应用过程中,根据政策导向和市场需求,及时调整技术研发方向和重点,提高技术的针对性和实用性。例如,针对政策对重金属污染土壤修复的要求,加大对重金属稳定化、植物修复等技术的研发力度,开发出更加高效、环保、经济的修复技术。同时,鼓励企业将技术创新成果转化为实际应用,通过政策支持和技术推广,加速新技术、新工艺、新材料的推广应用。

#### 结束语

未来,应进一步加强研究和实践探索,不断完善生态修复技术与政策协同机制。随着科技的不断进步和政策的日益完善,相信绿色矿山生态修复工作将取得更加显著的成效,为建设美丽中国、实现人与自然和谐共生做出更大贡献。

#### 参考文献

- [1]汪宽.矿山环境生态修复技术方法研究[J].中国地名,2020(06):56.
- [2]危超.矿山环境生态修复技术方法研究[J].门窗,2019(16):224.
- [3]武强,刘宏磊,赵海卿,张萌,刘守强,曾一凡.解决矿山环境问题的“九节鞭”[J].煤炭学报,2019,44(01):10-22.
- [4]朱鹏,张轶群,陈建昌,徐巧兵,尉小龙.某废弃矿山生态破坏与环境修复研究[J].东华理工大学学报(自然科学版),2016,39(04):341-346.