

# 矿山生态环境修复治理探讨

周胜奇 司元红 王佩瑶

陕西恒工矿业建设有限公司 陕西 西安 710000

**摘要:** 矿山开采在推动经济发展的同时,对生态环境造成了极为严重的破坏。土地资源因塌陷、挖损而退化,植被覆盖大幅减少,水资源遭受污染与破坏,大气环境质量恶化,地质灾害隐患也日益增多。这些问题持续加剧,严重威胁着生态系统的平衡,也给人类的生存环境带来了极大挑战。在此严峻背景下,开展矿山生态环境修复治理工作刻不容缓,这不仅是维护生态安全的关键之举,更是实现经济与环境可持续发展的必然选择。

**关键词:** 矿山生态环境;受损现状;治理技术与方法;实施策略

## 引言

文章探讨矿山生态环境修复治理。阐述了矿山生态环境受损现状,包括土地资源退化、植被破坏、水资源污染与破坏、大气污染及地质灾害隐患增加。介绍了修复治理技术与方法,涵盖土地复垦、植被恢复、水污染治理、大气污染治理及地质灾害防治技术。提出了实施策略,即加强政策法规建设、强化监管执法力度、推动科技创新与应用以及促进公众参与和监督,以实现矿山生态环境的有效修复与治理,推动可持续发展。

## 1 矿山生态环境受损现状

### 1.1 土地资源退化严重

矿山开采过程中,地下开采形成的采空区致使上方岩体失去支撑,进而引发地表塌陷与变形,出现塌陷坑、裂缝等状况。这些塌陷和裂缝改变了原有地形地貌,破坏了土地的完整性与稳定性,导致大量农田、林地无法正常耕种和使用。土壤结构被严重破坏,肥力下降,保水保肥能力减弱,农作物生长受到极大抑制。露天开采则直接剥离地表土层和岩石,造成大面积土地挖损。大量表土和废石堆积形成排土场和尾矿库,压占大量土地资源。被压占土地的植被完全损毁,土壤被压实,透气性和透水性变差,植物难以扎根生长,土地资源浪费严重。

### 1.2 植被覆盖显著减少

矿山开采活动,无论露天还是地下,都给矿区及周边植被带来灭顶之灾。露天开采大规模剥除地表植被,地下开采引发的地表塌陷与变形,让植被断裂、倒伏直至死亡。矿山建设里的道路、工业场地等基础设施,大量占用并毁坏植被,致使原有的生态系统千疮百孔,生物栖息地消失,生物多样性急剧减少。而且,矿山开采产生的“三废”更是对植被生长环境形成重创。废水里的重金属离子、酸性物质,借由地表径流与下渗,污

染土壤和水体,阻碍植被根系吸收;废气中的二氧化硫等催生酸雨,损害植被叶片,削弱光合作用;废渣经风化、淋溶,有害物质不断扩散,污染周边土壤与植被,全方位破坏植被生存根基,使植被生长难以为继。

### 1.3 水资源污染与破坏并存

矿山开采产生的大量废水,如矿坑水、选矿废水,含有重金属悬浮物、酸碱物质与选矿药剂等多种有害物质。若未经有效处理就直接排放,会严重污染周边地表水与地下水。废水流入河流、湖泊,改变水体颜色、气味与酸碱度,降低溶解氧含量,让水生生物生存环境恶化,其种类和数量大幅减少。废水渗入地下,致使地下水水质恶化,危及居民饮用水安全。矿山开采还破坏地下水资源的赋存与循环系统。地下采空区改变地下水径流与排泄条件,造成地下水位下降,泉水干涸,部分地区严重缺水。露天开采对地表的破坏减少了地表径流下渗,加剧水土流失,破坏水资源平衡。尤其在干旱、半干旱地区,矿山开采引发的水资源破坏问题严重制约当地经济社会的可持续发展。

### 1.4 大气环境质量恶化

矿山开采时,凿岩、爆破、铲装、运输等环节会释放大量粉尘。这些粉尘悬浮在空中,不仅降低大气能见度,威胁交通运输安全,还严重损害人体呼吸系统。矿山作业人员长期身处高浓度粉尘环境,极易患上尘肺病等职业病。粉尘落在植被与土壤上,阻碍植物光合作用和呼吸,抑制其生长。在矿山集中开采区,粉尘污染肆虐,周边居民生活质量大打折扣。与此同时,矿山开采还排放二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、颗粒物等大量废气。它们源于机械设备燃油燃烧、矿石破碎及选矿中的化学反应。废气里的二氧化硫、氮氧化物会引发酸雨,破坏生态;一氧化碳等有害气体直接危害人体神经系统和心血管系统,对健康构成严重威胁。

### 1.5 地质灾害隐患增多

矿山开采形成的高陡边坡、废渣堆积体,在自然与人为因素影响下,极易引发崩塌和滑坡。开采破坏山体稳定性,降低岩体、土体抗滑力,一旦外界作用力突破极限,灾害随即降临。此类地质灾害直接威胁矿山作业人员与周边居民生命财产安全,掩埋农田、道路、房屋,造成巨额经济损失,在山区矿山频发,危害极大<sup>[1]</sup>。同时,大量废渣、尾矿等松散堆积物,为泥石流提供丰富物质基础。遇暴雨等强降水,堆积物与雨水混合形成泥石流,其流速快、冲击力和破坏力惊人,能冲毁桥梁、道路、农田等基础设施,导致人员伤亡与严重财产损失。一些尾矿库由于缺乏有效防护措施,在暴雨时容易发生溃坝,引发泥石流灾害,给下游地区带来严重灾难。

## 2 矿山生态环境修复治理技术与方法

### 2.1 土地复垦技术

土地复垦的关键在于土壤重构与植被重建。土壤重构针对挖损、塌陷造成的土壤破坏,有客土法和表土剥离回填法。客土法从别处运来适宜土壤覆盖受损地,改善质地与肥力;表土剥离回填则是先在开采前保存表层土,结束后回填、平整并改良。期间添加有机物料和调理剂,能进一步优化土壤结构与肥力。植被重建同样重要,它能恢复植被覆盖,改善生态。选植物优先用乡土品种,因其适应本地自然条件,抗病虫害能力强。依据土地用途与立地条件合理搭配,如农业复垦种农作物、经济作物,林业复垦种乔灌木。种植时采用科学方法与管护措施,确保植物成活与良好生长,助力土地复垦目标达成。

### 2.2 植被恢复技术

依据矿山废弃地的土壤、气候等条件,挑选耐贫瘠、耐旱、抗污染能力强的植物品种进行植被恢复。除乡土植物外,可适当引入适应性强外来植物,但要严防生物入侵。在植被配置上,遵循生态位互补原则,合理搭配不同类型植物,形成乔、灌、草相结合的复合植被群落。这种群落结构能充分利用空间和资源,增强植被稳定性和生态功能。在矿山废弃地的边坡植被恢复中,可采用草本植物护坡、灌木固坡、乔木改善生态环境的植被配置模式。采用播种、扦插、移栽等方式进行植被种植。对于大面积矿山废弃地,可采用机械化播种,提高种植效率。种植过程中,注意控制种植密度,确保植物有足够生长空间。种植后,加强养护管理,包括浇水、施肥、除草、病虫害防治等。在干旱地区,采用节水灌溉技术,保障植物生长所需水分。通过科学种植和养护管理,提高植被成活率和生长速度,推动植被

快速恢复。

### 2.3 水污染治理技术

物理化学处理技术可有效去除废水中重金属、悬浮物、酸碱物质等污染物。沉淀法添加化学药剂,让重金属离子沉淀分离;过滤法依靠过滤介质拦截悬浮物与杂质;吸附法借助吸附剂吸附重金属离子和有机物;离子交换法通过离子交换树脂置换有害离子;中和法针对酸碱废水,添加调节剂使pH值达标。生物处理技术则利用微生物代谢,将废水中有机物、氮磷等转化为无害物。活性污泥法依靠悬浮的活性污泥微生物分解有机物;生物膜法借助附着在载体表面的生物膜微生物净化废水;人工湿地模拟自然湿地,借助水生植物、微生物与土壤协同作用去除污染物。该技术处理效果佳,运行成本低,且无二次污染,在矿山废水处理中应用广泛,能显著改善矿山周边水环境,助力生态修复。

### 2.4 大气污染治理技术

粉尘治理从源头控制和末端治理两方面着手。源头控制可采用湿式凿岩、喷雾降尘、密闭输送等措施,减少粉尘产生。湿式凿岩在凿岩时向钻孔内注水,使粉尘湿润不易飞扬。喷雾降尘在矿山开采现场设置喷雾装置,向空气中喷洒水雾,促使粉尘沉降。密闭输送将矿石、废渣等物料在密闭管道或容器中输送,减少粉尘逸散。末端治理采用布袋除尘器、旋风除尘器、静电除尘器等设备净化含尘废气。布袋除尘器利用过滤布袋过滤粉尘;旋风除尘器利用离心力分离粉尘;静电除尘器利用静电场使粉尘带电后吸附在电极上。对于矿山开采产生的废气,主要采用脱硫、脱硝、除尘等技术治理。脱硫技术向废气中添加脱硫剂,将二氧化硫转化为硫酸盐去除<sup>[2]</sup>。常用脱硫方法有石灰石-石膏法、氨法等。脱硝技术利用催化剂将氮氧化物还原为氮气和水。常用脱硝方法有选择性催化还原法、选择性非催化还原法等。除尘技术采用各种除尘器去除废气中的颗粒物。通过综合治理,降低废气中污染物排放浓度,减少对大气环境的污染。

### 2.5 地质灾害防治技术

对于矿山开采形成的高陡边坡,可采用削坡减载、挡土墙、锚杆锚索支护等技术提高边坡稳定性。削坡减载通过降低边坡高度和坡度,减小下滑力。挡土墙设置在边坡下部,阻挡土体下滑。锚杆锚索支护在边坡岩体中钻孔,插入锚杆或锚索,将边坡岩体与稳定岩体或土体连接,增强抗滑能力。在边坡加固过程中,根据边坡地质条件、高度和坡度等因素,选择合适的加固方法。泥石流防治从消除或减少泥石流形成条件入手。对矿山

开采产生的废渣、尾矿等松散堆积物，进行合理堆放和处置，避免在沟谷等易形成泥石流区域堆积。采用拦挡坝、排导槽等工程措施，拦截和疏导泥石流。拦挡坝设置在泥石流沟谷中，拦截固体物质，降低泥石流流速和冲击力。排导槽将泥石流引导到安全区域，使其顺利排泄，避免对下游地区造成危害。同时，加强对泥石流易发区的监测和预警，及时发现和处理泥石流隐患。

### 3 矿山生态环境修复治理的实施策略

#### 3.1 加强政策法规建设

政府应加速制定和完善矿山生态环境修复治理相关法律法规，明确矿山企业在生态环境保护方面的责任和义务，规范矿山开采和生态修复行为。对违反法律法规、造成生态环境破坏的矿山企业，依法予以严厉惩处。通过完善的法律法规体系，为矿山生态环境修复治理提供坚实的法律保障，推动矿山生态环境修复治理工作规范化、法制化。出台一系列扶持政策，激励矿山企业积极开展生态环境修复治理工作。设立矿山生态环境修复专项资金，对积极开展修复工作的矿山企业给予资金支持和补贴。实行税收优惠政策，对从事矿山生态环境修复治理的企业减免相关税费。建立生态补偿机制，对因矿山开采而遭受生态环境损害的地区和群众给予合理补偿，提高各方参与生态修复治理的积极性。

#### 3.2 强化监管执法力度

加强矿山生态环境监管机构和队伍建设，完善监管制度和工作机制。构建矿山生态环境监测网络，运用卫星遥感、无人机监测、地面监测站等技术手段，对矿山生态环境状况进行实时监测和动态评估。加强对矿山开采全过程的监管，从矿山建设项目的环评评价、开采过程中的生态环境保护措施落实，到闭矿后的生态环境修复治理，实行全过程严格监管。加大对矿山企业的执法检查力度，定期开展专项执法行动，严厉打击非法采矿、破坏生态环境等违法行为。对未按规定进行生态环境修复治理或修复治理不达标的矿山企业，依法责令停产整顿，直至吊销采矿许可证。加强部门之间的协作配合，形成监管合力，确保矿山生态环境修复治理工作有效落实。

#### 3.3 推动科技创新与应用

政府和企业应加大对矿山生态环境修复治理技术研发的投入，鼓励科研机构 and 高校开展相关研究工作。设立科研专项基金，支持矿山生态环境修复治理领域的

关键技术攻关，如土壤修复技术、植被恢复技术、水污染治理技术、地质灾害防治技术等。加强产学研合作，促进科研成果转化应用，提高矿山生态环境修复治理的科技水平。积极引进和推广国内外先进的矿山生态环境修复治理技术和设备，提高修复治理效率和质量。建立技术示范基地，展示和推广先进技术和成功经验，引导矿山企业采用先进的修复治理技术和方法。加强对矿山企业和从业人员的技术培训，提高其技术水平和操作能力，确保先进技术和设备能够得到有效应用。

#### 3.4 促进公众参与和监督

通过多种渠道和形式，加强对矿山生态环境修复治理重要性的宣传教育，提高公众的环保意识和参与意识。开展科普活动、举办专题讲座、利用媒体宣传等，向公众普及矿山生态环境修复治理的知识和技术，让公众了解矿山生态环境问题的严重性和修复治理的紧迫性，增强公众对矿山生态环境修复治理工作的支持和理解。建立公众参与机制，鼓励公众积极参与矿山生态环境修复治理工作<sup>[3]</sup>。设立举报电话和邮箱，接受公众对矿山开采过程中生态环境破坏行为的举报。邀请公众参与矿山生态环境修复治理项目的规划、设计和实施，听取公众意见和建议，保障公众的知情权、参与权和监督权。通过公众参与，形成全社会共同关注和支持矿山生态环境修复治理的良好氛围。

### 结束语

矿山生态环境修复治理是一项艰巨且长期的任务。政府需完善政策法规，严格监管执法，引导企业履行环保责任；企业应加大环保投入，积极运用修复技术。科研机构专注技术创新，为治理提供支撑。公众增强环保意识，参与监督。各方协同合作，全面落实修复治理技术与策略，如此，定能逐步让矿山生态环境重焕生机，实现生态、经济和社会效益的统一，迈向人与自然和谐共生的美好未来。

### 参考文献

- [1]陈祥,尹金辉,钟长意,等.矿山生态环境修复治理探讨[J].中国金属通报,2024(8):206-208.
- [2]曹海龙,贾增华,孙晗.初步探讨矿山生态环境的治理技术与修复[J].生态与环境科学,2023,4(3).
- [3]原路恒.矿山地质灾害治理及生态环境修复措施探讨[J].世界有色金属,2024(5):124-126.