

废弃矿山的生态修复与整治模式分析

赵 勇

昆明麦普空间科技有限公司临沧分公司 云南 临沧 677002

摘 要：随着工业化与城市化的快速发展，矿产资源的开采为国家经济发展提供了强大动力。然而，这一过程中也留下了大量的废弃矿山，这些矿山往往伴随着严重的生态环境问题，如土壤侵蚀、水体污染、植被破坏以及地质灾害等。所以，废弃矿山的生态修复与整治显得尤为重要，它不仅是生态文明建设的关键一环，更是实现可持续发展目标的重要途径。基于此，论文首先探讨了废弃矿山生态修复与整治的意义，之后重点针对废弃矿山的生态修复与整治模式进行了研究。希望论文的研究能够推动修复工作的顺利开展，为实现可持续发展目标做出积极贡献。

关键词：废弃矿山；生态修复；整治模式

引言：随着经济的快速发展，矿产资源的开发利用在推动社会进步的同时，也带来了一系列严峻的环境和社会问题。废弃矿山作为矿业开发的遗留产物，其数量众多，分布广泛，给生态环境、经济发展和社会稳定带来了沉重的负担。据不完全统计，我国目前存在大量的废弃矿山，仅在一些矿产资源丰富的省份，废弃矿山的数量就数以千计。所以，针对废弃矿山的生态修复与整治模式进行深入分析与探讨是非常有价值的。

1 废弃矿山生态修复与整治的意义

首先，废弃矿山生态修复有助于消除地质安全隐患。矿山开采过程中，往往会形成陡峭的边坡和松散的土壤结构，这些不稳定的地质条件极易引发山体滑坡、泥石流等自然灾害，对周边居民的生命财产安全构成严重威胁。实施生态修复，可采取工程措施和生物措施相结合的方式，加固边坡，稳定土壤结构，从而降低地质灾害的发生风险，最大程度上保障人民生命财产安全。

其次，废弃矿山生态修复有利于改善生态环境。矿山开采活动会严重破坏原有的生态系统，导致土壤肥力下降、植被覆盖率降低、生物多样性减少等问题。生态修复能够利用土壤改良、植被重建等措施，逐步恢复矿山的生态功能，显著提高土壤肥力，增加植被覆盖率，最终促进生物多样性的恢复。这样一来，有助于改善矿山周边的生态环境的同时，还能为周边居民提供更加优美、宜居的生活环境。

此外，废弃矿山生态修复还具有显著的经济效益。具体表现如下：一方面，生态修复技术的应用，可将废弃矿山转变为具有经济价值的资源^[1]。如，修复过程中，可挖掘矿山的自然景观和土地资源潜力，将其改造成城市公园、湿地公园、生态公园等旅游休闲场所，吸引游客前来观光游览，带动当地旅游业的发展。另一方面，

生态修复还可为周边地区提供就业机会，促进当地经济的多元化发展。修复过程中，需要大量的劳动力参与土壤改良、植被种植、景观塑造等工作，这为当地居民提供了更多的就业机会和收入来源。

同时，废弃矿山生态修复也是推进绿色生产、提升节能减排和固碳增汇能力的重要手段。修复过程中，可融入低碳绿色生产、低碳节能产业用地转型等理念与方法，探索低碳土地利用与开发模式。此举不单单有助于减少修复过程中的碳排放，还能提高土地的利用效率，促进资源的节约和循环利用。更重要的是，植被恢复和生态系统重建，可以增强矿山的碳汇功能，为应对全球气候变化做出贡献。

最后，废弃矿山生态修复对于构建生态文明具有重要意义。生态文明是人类文明发展的重要方向，它强调人与自然的和谐共生。废弃矿山的生态修复不仅是对自然环境的修复，更是对人类生产生活方式的一种反思和调整。通过修复废弃矿山，我们可以更加深刻地认识到保护生态环境的重要性，推动经济社会发展向更加绿色、可持续的方向转变。

2 废弃矿山的现状

第一，矿业开采活动对土地资源的破坏尤为显著。露天开采直接剥离地表土壤和植被，形成巨大矿坑与废石堆，导致土地失去原有功能，难以进行农业生产或其他用途。如，某大型露天煤矿在开采后，留下了一个面积达数百公顷的巨大矿坑，周边土地被废石和尾矿覆盖，土壤结构被严重破坏，肥力丧失殆尽。而地下开采则引发地面塌陷，使土地高低不平，建筑物开裂，道路和水利设施受损，严重影响了周边地区的正常生产生活方式。据相关数据显示，我国因矿山开采导致的地面塌陷面积已达数十万公顷，且仍在不断增加。

第二,废弃矿山还加剧了水土流失问题。由于缺乏植被覆盖,地表土壤松散,每逢降雨,大量泥土便被雨水和风力带走,致使土地肥力下降,农作物减产。与此同时,流失的泥土还会淤积河流、湖泊和水库,影响水利设施的正常运行,增加洪涝灾害的风险。以某山区的废弃矿山为例,由于长期的水土流失,周边河流的含沙量大幅增加,河道淤积严重,防洪能力大幅下降,给当地居民的生命财产安全带来了极大威胁。

第三,生物多样性同样受损严重。矿山开采活动破坏了原有生态环境,动植物失去了赖以生存的空间。噪声、粉尘和废水等污染物也对周边动植物造成了伤害,一定程度上影响了它们的繁殖和生长,一些珍稀物种甚至面临灭绝的危险。在某废弃矿山周边的森林中,曾经丰富多样的动植物种类如今已大幅减少,许多珍稀植物和野生动物已难觅踪迹。

第四,废弃矿山还存在诸多地质灾害隐患。露天矿坑边坡不稳定,容易引发滑坡和崩塌等地质灾害,对周边居民和过往行人的生命安全构成严重威胁。地下采空区则导致地面塌陷和地裂缝,使建筑物和基础设施遭受破坏。而废渣堆和尾矿库在雨水冲刷下可能发生泥石流,一旦发生,将给下游地区带来毁灭性的灾难。

3 生态修复技术与方法

3.1 土壤修复技术

3.1.1 物理修复技术

物理修复技术通过物理手段处理污染土壤,常见方法包括客土法、换土法、深耕翻土法、物理分离法和热脱附法。第一,客土法用未污染土壤覆盖污染土壤,稀释污染物;第二,换土法直接挖除污染土壤,换上新土,效果显著但成本高昂;第三,深耕翻土法通过翻动土壤促进污染物自然降解;第四,物理分离法根据污染物与土壤颗粒的物理性质差异进行分离;第五,热脱附法加热土壤,使有机污染物挥发脱附。物理修复技术周期短、效果显著,但成本高,可能对土壤结构和生态环境造成破坏,适用于污染较轻、面积较小的土壤修复。

3.1.2 化学修复技术

化学修复技术利用化学反应改变土壤中污染物形态,降低其毒性或迁移性。常见方法包括化学淋洗法、化学氧化法、化学还原法、固化/稳定化法和土壤性能改良法^[2]。首先,化学淋洗法用淋洗剂溶解并洗脱污染物;其次,化学氧化法利用氧化剂将有机污染物氧化分解;此外,化学还原法通过还原剂将重金属等污染物还原为低毒性形态;再者,固化/稳定化法向土壤中添加固化剂或稳定剂,形成稳定化合物;最后,土壤性能改良法调

节土壤性质,提高肥力,降低污染物有效性。化学修复技术效率高、适用范围广,但可能引入新化学物质,造成二次污染,需谨慎选择化学试剂和控制剂量。

3.1.3 生物修复技术

生物修复技术利用生物生命活动降解、转化土壤污染物,包括植物修复法、微生物修复法和生物联合修复法。植物修复法利用植物吸收、富集、转化和降解污染物;微生物修复法利用微生物代谢活动分解有机污染物;而生物联合修复法结合植物和微生物的协同作用。生物修复技术成本低、环境友好,不破坏土壤结构,能改善土壤生态功能,但修复周期长,受环境因素影响大,适用于污染较轻、对环境要求较高的土壤修复。

3.2 植被恢复技术

植被恢复是废弃矿山生态修复的核心,涉及植物种类选择、种植技术和养护管理。植物种类选择需考虑适应能力强、耐瘠薄、耐干旱、抗污染的植物,如乡土植物和超富集植物。在此过程中,种植技术根据地形、土壤条件和植物特性选择,包括直接播种、移栽苗木、容器育苗和特殊种植技术如客土喷播、植生袋护坡。而养护管理包括浇水、施肥、病虫害防治、修剪和抚育管理,以及设置围栏、警示标志等保护措施。

3.3 地质灾害治理技术

废弃矿山存在滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害隐患,需采取相应治理技术。滑坡治理技术包括排水工程、抗滑工程和削坡减载工程,利用排除积水、增加抗滑力和削减重量提高稳定性。崩塌治理技术包括拦挡工程、支撑与坡面防护工程、锚固工程和灌浆加固工程,通过拦截、支撑、加固和固结危岩体防止崩塌。泥石流治理技术包括拦挡工程、排导工程和护坡工程,通过拦截泥石流固体物质、引导泥石流流动和加固坡面减少泥石流危害。同时,建立地质灾害监测预警系统,利用GPS、GIS、RS等技术实时监测和分析地质灾害,及时发出预警信号,确保人民生命财产安全。

在废弃矿山生态修复中,土壤修复技术、植被恢复技术和地质灾害治理技术相互关联,共同构成完整的生态修复体系。土壤修复技术为植被恢复提供适宜土壤条件,植被恢复技术促进生态系统恢复和重建,地质灾害治理技术确保生态修复过程的安全性。通过综合运用这些技术,可以有效改善废弃矿山生态环境,防止水土流失,提高生态系统稳定性和生物多样性,为周边居民提供安全、宜居的生活环境,实现可持续发展目标。

4 整治模式分析

4.1 生态工程模式

生态工程模式是废弃矿山生态修复中的核心手段。它应用一系列工程技术,综合整治矿山的地形、土壤和植被,旨在改善生态环境并恢复生态系统功能。以某省某长江沿线废弃露天矿山为例,该矿山长期开采导致山体破损、岩石裸露、边坡陡峭,存在地质灾害隐患,植被覆盖率低,水土流失严重。修复项目团队采用生态工程模式,首先进行工程措施,包括回填采坑、土地平整,设置防护网和排水系统以防止滑坡和水土流失。随后进行植被恢复,根据当地气候和土壤条件选择树种种植,并采取科学种植技术和养护管理。经过数年努力,矿山生态环境显著改善,植被覆盖率大幅提升,地质灾害风险降低,生态系统逐渐恢复稳定,生物多样性提高。生态工程模式的优势在于修复效果显著且持久,能迅速改善矿山环境。然而,它也存在工程技术要求高、投入成本大、对生态环境扰动大等缺点。因此,选择时需综合考虑矿山实际情况、修复目标和资金预算等因素。

4.2 土地整治模式

土地整治模式是废弃矿山整治的重要手段之一,聚焦于对被破坏土地的修复与重新规划利用。其核心目标是恢复土地的生产功能和生态属性,提升土地质量,使其能够重新服务于农业、工业或其他建设用途。

在具体操作中,第一步是对废弃矿山土地进行全面清查,包括土壤污染程度、地形地貌损毁状况等。针对土壤污染,常采用物理、化学和生物修复方法^[1]。在地形整治方面,对矿坑、塌陷区进行回填和平整,依据周边地形及未来用途设计合理坡度,确保排水顺畅。若规划为农业用地,会进一步改良土壤结构,添加有机肥料,提升土壤肥力,修筑灌溉与排水设施,为农作物生长创造良好条件。若用于工业或建设用途,则按照相关工程标准夯实土地,满足建筑承载要求。土地整治模式有效盘活了废弃矿山土地资源,增加了可利用土地面积,促进了土地资源的合理配置,为区域经济发展提供了土地保障,同时改善了生态环境,减少了水土流失等问题。

4.3 景观再造模式

对于景观再造模式实施进程来说,地形地貌评估与改造是先行关键步骤。利用平整矿坑、填埋废渣等举措,彻底消除安全隐患,为后续景观打造筑牢根基。像

深度较浅的矿坑,经土壤回填后,成为人工湖或下沉式广场;坡度较大的矿渣堆经削坡处理,巧妙构建出层次分明的梯田式景观。在此基础上,还可紧密结合当地气候、土壤条件,精准挑选适配的植物品种开展植被恢复工作。这种做法不只是有力固土护坡、显著改善生态环境,还成功塑造出五彩斑斓的植物景观。

景观再造模式优势尽显。生态层面,高效修复受损生态系统,大幅提高植被覆盖率,显著减少水土流失,有效调节区域小气候。社会经济效益方面,全新景观能够吸引大批游客,强力带动周边旅游业蓬勃发展,创造众多就业岗位,有力推动区域经济转型。

4.4 自然恢复模式

自然恢复模式依靠自然力量实现矿山生态恢复,尊重自然生态系统的自我调节能力。通过减少人为干扰,让生态系统在自然条件下逐渐恢复。适用于生态破坏程度较轻、自然条件较好的废弃矿山。自然恢复模式的优点在于发挥自然生态系统自我修复能力,减少人工干预,降低修复成本。然而,它也存在恢复周期长、效果不确定性大等局限性。因此,选择时需综合考虑矿山实际情况、生态恢复目标和时间要求等因素。在自然恢复过程中,需加强监测和管理,及时采取必要的人工辅助措施。

结语:综上所述,废弃矿山生态修复与整治具有消除地质安全隐患、改善生态环境、促进经济发展、推进绿色生产和构建生态文明等多重意义。因此,我们应该高度重视废弃矿山的生态修复工作,加大投入力度,采取科学有效的措施和方法,

参考文献

- [1]梅振然,赵中秋,杨侨,等.我国金属矿山废弃地生态修复研究进展及趋势分析[J].中国矿业,2024,33(10):102-118.
- [2]戴培超,张绍良,公云龙,等.生态系统服务视角下的工矿废弃地再开发模式及策略[J].生态学杂志,2020,39(6):2106-2114.
- [3]贺转利,彭承梁,彭祖武,等.煤矿生态保护修复工程技术方法研究:以湖南谭家山煤矿为例[J].中国矿业,2024,33(8):59-66.