

基于国土空间规划的工矿废弃地生态修复策略探讨

韩妍 王泽正*

大连市国土空间规划设计有限公司

摘要: 随着科技的不断发展, 工矿废弃地的生态修复正从传统的单一观念转向多元化思维和方法, 采取系统、全面的管控措施, 把它们当作有价值的资源并进行全面评估, 再有效地开发利用, 其可取得良好的生态恢复效果。在国家的空间规划中, 我们应重视对国土空间与全要素自然资源的使用, 还要做好管理与生态修复等工作, 这可进一步维护生态环境。同时, 还应加强与周围地区的协作, 促进矿产和旅游业的融合, 再根据占补平衡和增减挂钩的政策来优化国家的空间布局, 也可实现可持续发展目标。

关键词: 国土空间规划; 工矿废弃地; 生态修复

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.24.045

引言: 当前, 长江经济带的各个城市正在积极推动“创新、协调、绿色、开放、共享”和长江大保护生态发展理念, 这在很大程度上可以促进土地整治向综合整治和生态修复方向发展, 也可为构建美丽的生态国土做出重要贡献。随着产业结构的优化升级、矿产资源的整合以及产能过剩行业的关闭, 出现了大量的工矿废弃地, 这些废弃地不仅占据了大量的土地资源, 还可能导致矿区土壤污染、土壤侵蚀和滑坡等严重的生态问题, 因此, 对这些废弃地进行复垦和治理显得尤为重要, 已成为我国国土空间生态修复的一项重要任务。

一、研究现状

自20世纪初起, 全球各国都在努力改善矿山废弃地的状况, 美国矿务局的数据显示, 美国每年的矿山开采面积高达4500hm², 其中47%的废弃地得到了有效的恢复, 而自1970年代以来, 这一比例更是高达70%。1970年代, 英国的矿区废弃土地面积高达7.1万hm², 但随着各级政府的不懈努力, 以及实行的法律和经济措施的推行, 其土地的生态恢复取得了显著的成效, 在1974到1982期间, 废弃的土地总面积达到了16952hm², 恢复率高达87.6%。为了确保矿山废墟的生态环境得到有效地修复, 许多国家, 包括美国、加拿大、德国、澳大利亚和东欧一些国家, 已经出台了一系列法律、法令和规章, 严格限制采矿活动对土壤的污染, 并且强制执行, 以确保被采矿活动所损害的土壤生态环境得到恢复^[1]。自1950年以来, 近代中国的矿山废弃地的重建工作一度取得了显著的成效, 然而, 随着社会、经济和科学技术

的发展, 重建工作却停滞不前, 且缺乏系统性、大范围、高质量的实施。直到1988年《土地复垦规定》的颁布, 标志着我国矿区废弃地的生态修复进入了一个新的发展阶段, 1990年到1995年, 全国共恢复53.3万hm²的废弃土地, 其中1526家大、中型矿山恢复的废弃土地总面积达到4.67万hm², 占总面积的1.62%。经过389座乡镇矿区的深入考察, 发现这些小型矿区的土壤污染严重, 生态恢复率极低, 这使得恢复这些废弃地的工作变得异常困难。

二、矿区废弃地的改造模式

(一) 重视程度的转变

随着社会的不断进步, 中国的生态保护工作也在不断推进。20世纪50年代, 中国首先尝试了对矿山废弃地的恢复, 而在80年代, 这方面的研究取得了重要的突破, 同时也制定了一系列政策以及大力推动生态修复的措施, 使中国的生态保护工作走上了三个典型的阶段^[2]。尽管采用多元化的复绿模式和完善的法律法规推动了矿山废弃地的发展, 但许多工程项目的生态恢复仍未达到预期的效果。随着环保意识的提升, 矿山废弃地的综合治理已经从仅仅实现生态复绿的方式发展到多种手段的结合, 包括土壤修复、植被恢复、微生物技术应用, 这些措施的有效实施, 已经取得了良好的效果, 比如神府东胜矿区、唐山南湖公园等, 都是这种发展模式的典范。随着科技的飞速发展, 工业艺术与生态美学的理念也在不断演变, 使得资源的可持续利用变得更加可行, 从而有效地将矿山废弃地转化为可再利用的土地。

(二) 改造方式的转变

随着科学技术的不断发展, 现代矿山的生态修复与改造正在从单纯的植被恢复转变为以生态景观为主的多元化过程, 以及以自然环境为基础的模拟, 如地貌、地形、水文、生态等, 通过自然与人为的协同作用, 使得资源得到有效的利用, 并且能够有效地将废弃地的文化艺术价值得以体现。在改造策略中, 应该着眼于挖掘和表达当前的场地特点, 并将其作为一种文化遗产来保留和传承。同时, 也应该展示出自然和技术之间的联系, 并研究废弃物的景观特性和观赏价值, 以促进资源的可持续发挥。从改造方法上看, 现代改造技术通常将生态恢复和景观改造结合起来, 更加注重整体设计和自然模拟, 例如“师法自然生态修复法”, 其为废弃矿山的修复提供了有效、科学的方法。

三、矿山废弃地生态修复遵循的原则

(一) 自然生态式修复原则

“师法自然生态修复法”是一种新的生态修复模式，它不仅可以有效地协调周围环境，还可以保护水土资源，而且不需要长期的人工养护，这一点与传统的“水平梯形坡面，直渠排水”的地形设计有很大的不同。因此，美国等发达国家都在推崇“师法自然生态修复法”这一理念。通过应用现代3S技术，结合系统理论、数学和计算模拟等先进技术，对受扰动区或周边地形、地貌、水文、气象、气候等条件进行全面研究，构建出一种接近自然地理形态的人工修复模型，并以此为基础，采取有效的生态恢复措施，以实现环境的可持续发展。其中，“师法自然生态修复法”强调的是修复后的生态系统应具备自我维护、自我保护和不断提升功能的能力。

(二) 安全生态原则

在矿区，植物景观规划是一项至关重要的任务，它不仅可以帮助修复土壤，维护水土，还能为环境带来更好的美感。因此，在进行植物景观规划时，必须充分考虑到自然因素，以及如何提高生态多样性，并且在不同的地理位置上，采用合理的植物种类和植被群落，以建立一个具有明显的地域差异和植被特色的生物多样性格局。通过改变乡村植物的种类，使其具有更高的环境适应性和地域特征，并且选择具有较高的抗污染、防治疾病、抵御寒冷的植物。此外，还需要加强对地区性植物的引入，并合理引入具有本地特色的优质品种。

四、矿山生态修复不同类型矿山采取不同方法

针对不同种类的矿山，中国地质调查局地质环境监测院采取不同的修复方法。目前的矿山生态修复方法主要分为能源矿山生态修复方法、金属矿山生态修复方法和非金属矿山生态修复方法。

(一) 能源矿山生态修复方法

首先重点加强煤炭等能源矿产开采引发的地面塌陷和地裂缝等地质灾害问题的整治修复。在人口稠密能源矿区，优先采取工程措施，利用煤矸石、尾矿等回填治理地面塌陷、地裂缝，待地面达到稳定状态后平整土地，因地制宜开展土地复垦，综合利用客土、原土，选择先锋乡土植物、灌木树种，实施矿区复绿工程，恢复地表植被，重塑地形地貌景观，逐步开展塌陷区、露天采场、排土场、尾砂区和水土流失等区域生态重建；在人口稀疏能源矿区，优先采取以自然修复为主的整治修复措施，逐步实现自然复绿。其次，防治矿山疏排地下水引起的矿区水失衡问题，避免造成地下水过度流失。采取防渗帷幕等工程措施，封堵含水层顶底板破坏处周

围的含水层，逐步恢复含水层功能。

(二) 金属矿山生态修复方法

在金属矿区，重点加强采矿弃渣、尾矿的不合理堆放造成的压占损毁土地、泥石流地质灾害以及废水废渣中重金属有害物质造成的水土环境污染问题的整治修复。首先，采取工程手段整治废渣、废石、尾矿堆，加强采场边坡、废弃矿渣堆稳定性，防治水土流失，重建地貌景观，对人口密集区域的泥石流等地质灾害开展预警与防治工作，排除地质灾害隐患；其次，综合采用物理化学生物手段治理水土重金属污染，防止污染通过雨水淋滤风扬天气等向周边区域扩散。

(三) 非金属矿山生态修复方法

在非金属矿区，重点加强山体破损、景观破坏、崩塌滑坡以及地面塌陷等矿山生态环境问题的整治修复^[3]。首先，综合利用削坡、卸载、砌墙、续坡等工程手段开展露天矿山综合整治，消除崩塌滑坡等地质灾害隐患；加强废石废渣、尾矿等固体废物的综合处理利用，减轻对土地资源占用破坏；同时结合生态垦植，开展破损山体复绿工程，恢复地表植被，重塑地形地貌景观。其次，在人口稠密的非金属井工开采矿区，利用废石、废渣、尾矿等固体废弃物回填地下采空区、地裂缝，防治地面塌陷等矿山地质灾害。

五、不同场地条件的矿山生态修复

(一) 露天采场生态修复

在保证生产安全的前提下，采用陡帮开采可以减少剥离量，但是由于露天采场的台阶坡度较大，最大可达到70°以上，因此在坡面上种植植被是一项艰巨的任务，即使全面覆土或穴状整地客土，其生态修复率也较低，一般在50%左右，因此，种植植被不是最佳选择，更应优先考虑作为固体废物处置场、恢复为水面、矿山工业旅游场地开发等二次开发用地，以期达到更好的生态修复效果。

(二) 废石场生态修复

“挡渣墙+截排水+植草”综合治理方案被用于矿山废石场，首先在堆渣体的坡脚位置应设置一道挡渣墙，以拦截和支撑堆渣体，然后对堆渣体的坡面进行清理、削平和夯实，以确保坡体的自然稳定性，最终的坡度一般不超过35°。为了保护周围环境，在拦渣墙前还应设置排水沟，将废水引导至矿山污水处理系统，以防止污染。此外，还需在地表覆盖耕植土，种植适合当地自然条件的植物，以恢复地表植被。

(三) 塌陷区生态修复

为了有效控制塌陷区的生态破坏，必须采取综合性措施，包括但不限于封堵、填补、灌注、夯实、监控

等，以阻止地裂缝的扩大。在开采过程中，还应采取支撑和防塌措施，以确保地下坑道的安全。若是矿山已经停止开采，而地表存在塌陷，且范围较小，则应该采取充填的方法来处理^[4]。首先，应该从外向内填充废渣，使其填满地下采空区和坑道，然后再用细粒尾矿来填补上部，以便为地表植被提供良好的生长环境。针对那些严重的塌陷，如果无法有效控制，我们应该建立警示标志，进行持续的监测，并将这些地方划定为矿山地质灾害研究区，以便及早发现并解决灾情。

六、基于国土空间规划的工矿废弃地生态修复建议

（一）强化系统修复，采用综合治理思维

应用“山水林田湖草是一个生命共同体”的理念，应该把工矿废弃地的生态恢复纳入一个由各种自然环境构成的完整体系，从而实现“单要素修复”提出的系统性恢复，也可促进工矿废弃地的可持续发展。应用综合性的思考方式，将以往的工程思维转变为以生物、自然、人文为基础的全面治理，再将工程措施和非工程措施相互融合，也可进一步修复工矿废弃地。

（二）促进和周边片区在国土空间规划中的联动，推动矿地的融合发展

2019年，自然资源部出台《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》，强调在编制国土空间规划时，应当充分考虑历史遗留矿山和正在开采矿山的废弃矿区土地利用现状、开发潜力、土壤环境质量状况、水资源平衡状况、地质环境安全和生态保护修复适宜性等，尊重土地权利人的意见，结合生态功能修复和后续资源开发利用、产业发展等需求，采取市场化的方式，实施矿山生态修复，以保护和改善当地的自然环境，促进经济社会可持续发展。根据宜农则农、宜建则建、宜水则水、宜留则留的原则，科学合理地确定矿区内各类空间用地的规模、结构、布局和时序，优化国土利用格局，为可持续发展和科学利用提供有力的支撑。

（三）完善矿区环境管理

当前，由于缺乏有效的矿山环境管理，导致管理体制混乱、职责重叠，以及缺乏有效的治理措施，使得采矿活动带来的环境污染问题无法得到有效解决。因此，为了更好地保护自然环境，提升生活质量，促进资源、环境、经济、社会的可持续发展，我国必须加强矿业开发的环境管理，构建一套完善的、符合中国实际的矿业开发环境管理体系，以达到减少污染的目的，并且能够给大型矿业基地、乡镇、个体矿山地区带来实实在在的好处。通过制定有效的国土空间规划，还能找到解决问题的方法。近年来，我国出台了大量与生态环境和治理相关的政策法规，这些法规不仅能够增强公众的

环保意识，提升环境行为和绩效，而且能够构建有效的环境管理体系，实现持续发展。同时，还能够降低环境污染的风险，更加合理地利用资源，也可实现环境保护的标准化，让后代受益。为了促进工矿废弃地的可持续发展，矿业开发的环境管理体系应以降低对环境的不利影响为目标，尽可能恢复自然生态，促进矿业开发与环境保护的有机结合，其可有效实现矿产资源的长期稳定利用^[5]。为了实现经济和环境的可持续发展，矿业基地还应把环境保护作为一项重要的任务，并且要将其融入矿业开发的管理思想之中。为了更好地实施这一目标，矿业基地必须构建一个完善的环境管理信息系统，以便评估和控制矿业开发的环境影响，制定和实施环境保护政策，做好环境监测和预测工作，再采用先进的技术手段，不仅能有效治理和恢复环境，还能及时发布环境相关的信息，从而确保矿业的长期稳定发展。

结束语：

矿山开采活动对生态环境的影响极其严重，从采矿开始到闭场后，这种影响会持续很长一段时间，因此，必须采取有效的生态修复措施，以确保其可持续发展。因此，新建矿山应当抛弃“先开发、后治理”的旧有模式，坚持资源开发与环境保护的统一，全面实施国土空间规划，制定完善的矿山环境保护规划。对于矿山废弃地的生态修复，除了依靠技术和手段外，更应当加强管理体系的建设，以及加大法律法规的执行力度和方法，以便让矿区的生态修复能够在有效的管理下实现自我恢复和保护，最终实现自然环境的恢复，并建立起一个稳定的生态系统。

参考文献

- [1] 刘涛. 国土空间规划背景下的工矿废弃地生态修复策略研究[J]. 国土与自然资源研究, 2022(4): 24-26.
- [2] 彭丽娜, 童秋英, 董普侠, 等. 武汉市工矿废弃地生态修复分类施策研究[J]. 农业与技术, 2020, 40(22): 118-122.
- [3] 张璐, 褚俊民. “市场+”模式下矿业废弃地生态转型路径探索——以天津市蓟州区矿山综合治理为例[J]. 天津大学学报(社会科学版), 2021, 23(4): 362-369.
- [4] 严金明, 董立宽. 全面提高国土资源利用效率: 战略背景、理论支撑与路径选择[J]. 公共管理与政策评论, 2022, 11(1): 120-130.
- [5] 孟超, 侯湖平, 张绍良, 等. 东部资源枯竭型城市矿地融合导向的工矿废弃地修复策略: 以徐州市工矿废弃地为例[J]. 中国矿业, 2021, 30(7): 78-84.