

# 矿产资源开采土地损毁及复垦方法探讨

何维红

临朐县自然资源和规划局五井自然资源和规划所

**摘要:**在城镇化、工业化进程中,主要通过开采矿产资源,推动国民经济发展,为区域经济发展作出巨大贡献,促使更多人加入矿产开采行业,导致一些不良开采行为逐渐出现,矿产资源被过度开发,损毁了大量的土地资源,人地矛盾日渐凸显出来。故本文以解决矿产开采土地损毁现象为研究目标,重点阐述了矿产资源开采土地复垦措施,并简单论述了地下矿产资源修复的意义等内容,希望对相关工作有所帮助,提高土地资源利用率。

**关键词:**复垦方法;土地损毁;矿产资源开采

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.118

**引言:**基于现代生态文明理念下,国家加大对生态环境的整治力度,其中矿山资源开采过程被损毁土地的复垦工作属于重点,需要以保护环境、推动绿色经济为导向,根据土地复垦分类,对开采土地进行复垦适应性评价,采取多元化的复垦措施,将损毁土地合理修复,不仅可以解决土地缺少问题,还能改善生态环境。

## 一、矿产资源开采土地复垦分类

我国国土资源丰富,具备多种矿产资源,开采土地复垦类型也呈现多样化特征。当按照地区划分矿产资源开采土地复垦,应参考分区的理论标准和原则,每个区域分成多个景观单元,划分成自然大区、自然带、水热结构、土地类型单位等,构建一个完整的层次系列。分区过程中应重点考虑各地区的自然地理条件、开采土地被损毁情况,做到科学性与实用性充分融合<sup>[1]</sup>。当前,按照区域划分矿产开采土地复垦区,分成东北蒙东、黄淮海、晋陕蒙、西北、华东、西南区。

当按照开采方式分类,需遵守因地制宜的原则,仔细分析矿山土地的复垦类型,再针对性选取复垦模式,提高土地复垦效果。同时,考虑到矿山土地复垦的影响因素,了解不同因素形成原因,包括:矿产资源开采位置的水源、地形地貌、植被;理化性质,土壤含水量、微量元素、有机物的含量等;矿区资源具体开采方法;周边环境,居民分布特征、气候变化特征等。目前,矿产资源主要开采方法为露天开采、井工开采,土地复垦分类中,露天开采又分成盆地、山地、丘陵、平原、高原,井工开采分成自然属性,如常年积水区、不积水的坡耕地、季节性积水区;稳定状况,不稳定的塌陷地、稳定状态下的塌陷地;相对地理位置,农村矿区土地、城郊矿区土地;破坏程度,洼地、坡地、裂隙塌陷地。

## 二、地下矿产资源修复的意义

根据相关调查结果显示,我国地下矿产资源多种多样,但随着地上矿产资源被大规模开发,存储量日渐减少,开采企业将目光转移至地下矿产资源,以此希望获得更高的经济效益。开采地下矿产资源过程中,常常出现周边水源被污染、破坏地下生态环境和结构的情况,对居民日常生活造成影响。具体而言:开采阶段会对导致地质层损坏,若未能展开有效的修复工作,将形成断层,间接地损毁地质环境。因此,需要根据地下矿产资源的基本情况,结合开采现状,制定完善的资源修复措施,在获得较高的开采效益的同时,维护生态环境<sup>[5]</sup>。

同时,地下也存在较为丰富的生态系统,也需采取相应的措施保护地下生态环境。由于地下矿产资源开采地点的特殊性,会利用大量的机械设备,常常发生巨大震动,改变了地下原有结果,加之部分企业为了寻求更大的利益空间,而忽略地下环境保护,使其破坏程度日益加剧,产生了一系列连锁反应。为此,相关企业应加强对地下矿产资源修复的重视程度,严格遵守国家法律法规,政府部门也应严加管控开采行为,明确矿产资源的修复规定。

## 三、开采土地复垦适应性评价

评价土地复垦适应性时,应遵守相应的原则,提高评价结果的可靠性,为土地复垦工作提供更多数据资源。具体而言:综合效益最佳原则,以寻求最佳综合利益为目标,确定复垦后土地的利用方向;主导性限制因素原则,由于矿产资源开采地质情况较为特殊,复垦被损毁土地时受到土壤有机物含量、地理位置、矿山坡度、水文等,对此应提前做好调查和分析工作,了解影响土地的主要因素,选择恰当的复垦技术;评价原则,参考国家土地利用总体规划内容,了解各类土地的保护原则、整治标准,并依据城乡规划、农业规划等,科学使用土地资源。

当前,土地复垦适宜性评价方法包括:特尔菲法、指数和法、模糊数学法、可拓法、神经网络评价模型法、极限条件法等,不同方法的运用范围各不相同,应根据矿区基本情况,选择一种或多种方法<sup>[3]</sup>。以极限条件法为例,来源于“木桶原理”,重点突出了主要限制因素,换句话说,最小限制因素影响评价单位结果,关系式为:  $Y_i = \min(Y_{ij})$ , 其中  $Y_{ij}$  第  $i$  个评价单元内  $j$  个限制因子的数值,  $Y_i$  为第  $i$  个评价单元的最小数值。

## 四、各类矿产资源开采土地损毁分析

### (一)煤炭矿山

煤炭矿山开采过程中,对生态环境的危害较大,土

地损毁主要指压占、挖损、塌陷等。以井工开采方式为例，属于当前煤炭矿山主要开采方式，作业期间将会破坏岩体的平衡状态，需要对应力仔细分配，使其处于新的平衡状态。而在这一阶段岩层、地表持续化移动、变形，矿山出现塌陷、断裂等，周边土地被损毁，使得当地生态系统不完整，影响区域经济的发展。正常情况下，地表塌陷的深度，不超过煤炭矿山开采深度的70-80%，塌陷面积约占据总开采面积的60-70%。同时，煤炭矿山开采期间，塌陷的形成将造成土地无法耕种，常年处于严重积水状态，也会造成部分土地季节性积水，影响农业生产<sup>[4]</sup>。

根据相关调查结果显示，依据矿山规模计算和统计土地损毁面积时，特大型矿山的土地损毁面积约为4903公顷，大型矿山损毁面积为2462公顷，中型矿山约为1289公顷，如表1所示。

表1 井工开采煤炭矿山损毁土地统计

矿山规模	占比	平均损毁面积	平均损毁系数
特大型	18.11%	4903公顷	0.15hm <sup>2</sup> /万t
大型	72.43%	2462公顷	0.3hm <sup>2</sup> /万t
中型	9.45%	1289公顷	0.72hm <sup>2</sup> /万t

### (二) 油气开发

油气矿产资源开发项目较为特殊，项目用地分成永久性和临时性用地，都被划分成土地损毁面积。现阶段，对于开采过程的临时用地，多数企业或单位在短时间内复垦，对土壤质量影响较小。永久性用地属于征地类型的一种，整体分布较为零散，且面积小，当矿山闭井后即可采取有效的复垦措施。

### (三) 金属矿开采

目前，非能源矿产分成金属和非金属两种，金属矿包括锌、铜等有色金属和锰、铁黑金属。就目前状况而言，金属矿山占据我国总矿产的90%，且多数选择地下开采方式，土地损毁涉及露天采矿场、塌陷区域、排土场、尾矿等等，加之金属矿开采工艺较为复杂，产生大量的固体废物。以铁矿资源为例，若想生产1吨的成品，将开采约为8吨的矿产资源，但会排出7吨左右的尾矿和废物。金属矿产资源多位于丘陵山区，地质条件复杂，且岩石坚硬，与煤炭矿山区别明显。

分析金属矿山开采土地损毁情况时，研究者选择类比的方法，统计并对比不同金属矿山开采阶段土地损毁系数，提前预估损毁面积，再制定针对性的损毁方案。其中铜矿开采期间最大土地损毁系数为0.04hm<sup>2</sup>/万t、铁矿最大损毁系数为0.3hm<sup>2</sup>/万t、磷矿最大损毁系数为0.36hm<sup>2</sup>/万t。

### (四) 烧制砖瓦开采

烧制砖瓦开采矿产资源过程中，土地损毁包括取土坑、晾坯场、窑基。经调查研究显示，目前标砖的规格

240\*115\*53mm，若生产1亿块砖，需要消耗22\*10<sup>4</sup>立方米的土，挖土深度约为2米，土地损毁面积13.33公顷。近年来，我国土地资源、能源等处于缺乏状态，为减少砖瓦烧制阶段对土地、能源的损毁和消耗，研发出新型制作工艺，并大面积推广新的墙体材料，降低黏土实心砖的消耗量。

## 五、矿产资源开采土地复垦措施

### (一) 不同开采模式下的复垦要点

露天开采矿产资源时，复垦损毁土地应遵守相关注意事项：其一，采取一边开采一边复垦的方式，选择就近存储土壤的方式，防止土壤质量下降，尽可能不破坏土壤原有结构，并分开存储岩石和底土，避免其他杂质混入。其二，覆土改良土壤。在剥离覆土内加入适量的农家肥、客土等，按照要求完善塑土体构造，提高土壤的肥力，满足植物的生长需求。同时，遵守生态适应性的原则，做好施肥种植工作，考虑到植物对生长环境、土质等多方面的要求，以及肥料对土壤影响；改良损毁土地的水环境，向复垦区域引入自然水源。复垦排土场时，应考虑到土地未来的利用方向，如工业、建筑、牧业、农业等，再根据矿区具体情况，选择合理的复垦方式。处于前期调查准备阶段时，技术人员应利用先进设备，参考复垦计划，依据土壤重构原理，科学采集不同位置的土壤、废弃岩石等，再带入实验室研究。

井工开采矿产资源时，存在大量的塌陷土地，塌陷土地复垦模式主要分成两种。一种为城郊矿区塌陷土地复垦。损毁土地距城市较近，且周边具有良好的交通条件，复垦土地时应考虑到城市未来发展方向，充分凸显塌陷土地的优势，将其打造成优质的企业或建筑用地，以此解决城市内部用地紧张的问题。并且复垦土地交通便利，若建设成商业楼或住宅楼，也方便人们通行，还能扩大城市发展规模。对于处于高效化发展的城市来说，土地资源缺少所导致的住房紧张问题，已成为一项核心问题，而通过有效对城郊矿区塌陷土地复垦，可改变住宅楼缺少的现状。另一种为农村矿区塌陷复垦模式，复垦土地多被作为耕地或工厂。开采矿产资源过程中，由于矿区距离人们生活区较近，常常对村庄基础设施、房屋造成损坏，如建筑物倾斜变形、墙体裂缝等，严重威胁村民的生命安全，多数村民选择迁移，最终演变成无人村庄。复垦废弃村庄时，应仔细测量建筑物的下沉深度、损毁情况，选择充填式等多种复垦技术，搭配整平措施，将其转变成耕地。此种复垦模式下，土地营养含量低，应优先种植生命力顽强、对土壤条件要求低的树木或林木<sup>[5]</sup>。

### (二) 施工技术措施

复垦矿山开采损毁土地时，应立足于矿区基本情况，采取施工技术措施，强化复垦作业质量。矿区资源开采作业结束后，大量废弃渣存储于排土场，其他区域

也堆放一些杂质，土地损毁严重。为此复垦矿山土地时，应将表土剥离并分开堆放，减少对耕地的占用面积，恢复土壤的生态功能，还能降低复垦作业成本，减少不必要的经济投入。实际作业期间，土壤质量影响着植物的生长情况，需要科学化存储剥离表土，将其与底土分开保存。同时，清理废弃物和处理硬化层也处于关键施工内容。施工人员应先仔细清理生产垃圾、生活垃圾等，之后对废弃物展开无害化处理，防止土壤严重污染，再平整土地。

### （三）3S集成技术

3S集成技术将遥感技术、全球定位系统、地理信息系统技术相融合，主要借助于现代高科技技术，科学化规划和使用资源，实时监测自然灾害等，以便于针对性制定防治措施。开展损毁土地复垦作业时，利用3S集成技术可实现系统化分析和整理矿区占地情况，了解排岩场基本情况和地理环境，再根据矿区开采方法、技术方案，以科学理论为基础，细致化制定复垦作业方案、进度、维护方法等，真正实现科学复垦土地，降低对生态环境的影响。通过合理化运用3S集成技术，有助于实现精准复垦，逐一解决矿区开采带来的土地问题。但显著提升了对复垦人员的综合要求，应委派专业人员操作设备，按照要求和流程检测信息数据，并准确解释说明数据含义，避免出现适得其反的效果。

### （四）加强土地复垦监测力度

为进一步提高矿产资源开采损毁土地的复垦效果，需要根据复垦方案，制定一套完整的土地复垦监测流程，实现全面化监测，使其达到验收标准。监测土地复垦情况时，主要记录植被、水文、土壤属性、地形地貌等指标，发现并找到工作的不足之处，合理补充和完善。监测工作的开展，有助于精准落实土地复垦方案，对各个环节实行全面化的管理，严格管控土地复垦进度，做好各方面的协调工作。同时，根据现阶段复垦情况，提出合理化的意见和建议，避免复垦阶段土壤被二次损毁。

监测工作中，相关人员需依据施工安排、工程设计方案，划分监测范围，明确所承担的监测职责。主要包括采空区、开采场地、排土场的植被生长情况和土壤营养含量，每个监测区域都应设置监测点，定期整理和反馈信息，编制完整的监测报告。实际工作中，相关人员可选择前期调查和实地测量相融合的方式，借助现代化监测设备和技术，动态化监测土地损毁面积、植被覆盖率、土地面积等。通过实地调查研究、测量等手段，获取精准度较高的数据，便于客观地分析土地复垦进度和效果。另外，对于大规模、时空变化明显，且废弃杂物堆放时间长的损毁土地，应选择定位观测的方法，快速解决复垦问题。

### （五）生物和化学复垦措施

现阶段，对于矿区损毁土地复垦作业来说，生物和化学复垦既是重点也是难点，需要根据土地被损毁情况，制定复垦方案，灵活运用生物技术和化学技术。由于矿产资源被完全开采，土地环境急剧恶化，土壤内部缺少有机质，且含有一部分有毒物质。以金属矿山为例，土地受到中重金属污染，应根据金属化学性质，合理运用生物化学复垦措施。由于一部分金属的化学性质不稳定，以金属硫化物、氧化物的状态出现，使得金属矿岩石内存在大量的硫化物、氧化物，经过雨水冲刷，并在外界影响因素的作用下，产生酸性废水，源源不断的流入土壤内部。同时，金属矿内部的晶体结构含有一些重金属。

鉴于此，为恢复土地的生态功能，应种植适合的植物物种，改变金属形态，以此改善土壤环境。如，种植先锋植物改变重金属的形态，使其具备较高的迁移能力。根据研究结果显示，植物根部的分泌物能够稳定金属污染物，避免其短时间内进一步扩散，增加土壤污染面积。对此，种植沙棘等固氮植物，从根本上改善土壤理化性质。沙棘的耐寒性和生命力良好，具有抗风、耐热等优良特性，对土壤条件要求低，适应能力强。此外，刺槐在矿区生存率超过80%，也可运用土地复垦工作。还可施入适量的化肥和农家肥，调节土壤的pH值，种植最适合的优良植物，定期委派人员养护和记录植物的生长状态，做好病虫害的预防和治理工作，防止植物大面积死亡。

总结：总而言之，在时代快速发展背景下，矿区资源开采土地损毁复垦工作受到社会广泛关注，不仅影响着生态环境可持续化发展，还关系到区域经济的发展，需要明确土地复垦的价值，选择最佳的复垦措施。对此损毁土地复垦过程中，应了解矿区资源的开采方法，深入分析和评价开采土地复垦适应性，遵守相关注意事项，灵活运用生物化学复垦措施、3S集成技术等，并加强复垦监测力度，做到问题及时发现及时解决，提高土地资源的利用率。

### 参考文献

- [1] 罗斌. 矿山地质环境治理与土地复垦工程探析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(10): 0235-0240.
- [2] 武金华, 王争光, 高亮. 矿区损毁土地复垦利用的生态系统服务价值研究[J]. 河北农机, 2021(11): 156-159.
- [3] 赵斌, 宋莉. 矿区土地复垦与生态恢复技术研究[J]. 再生资源与循环经济, 2021, 14(2): 36-38.
- [4] 汪渊文. 矿山地质灾害防治与土地复垦[J]. 内蒙古煤炭经济, 2021(21): 188-190.
- [5] 曾庆宏. 探析矿山生态环境恢复治理及土地复垦[J]. 区域治理, 2021(20): 0186-0187.