

基于矿山生态修复的探讨

柳克松

中美科工集团沈阳设计研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110000

[摘要]我国地下埋藏着丰富多样的矿物资源,为了满足社会生产生活中的能源需要,我国一直在进行大规模、大范围的矿山资源开发,再加上各地政府在矿山环境保护方面做得不太到位,因此很多地区都存在矿山自然生态环境破坏与污染问题,在国家积极推进和响应碳达峰、碳中和发展战略的情况下,矿山生态修复势在必行,基于此,文中首先分析论述矿山生态修复对实现碳中和目标方面发挥的积极作用,然后根据实际案例,进行矿山主要生态问题和矿山生态修复措施的探讨。

[关键词] 矿山;生态修复;环境保护

DOI: 10.33142/ec.v5i9.6829

中图分类号: F426.1

文献标识码: A

Discussion on Mine Ecological Restoration

LIU Kesong

CCTEG Shenyang Engineering Company, Shenyang, Liaoning, 110000, China

Abstract: China has rich and diverse mineral resources buried underground. In order to meet the energy needs of social production and life, China has been carrying out large-scale and large-scale development of mine resources. In addition, local governments have not done enough in mine environmental protection. Therefore, there are problems of destruction and pollution of the natural ecological environment of mines in many areas. Under the condition that the country actively promotes and responds to the development strategy of carbon peak and carbon neutralization, mine ecological restoration is imperative. Based on this, this paper first analyzes and discusses the positive role of mine ecological restoration in realizing the goal of carbon neutralization, and then discusses the main ecological problems and measures of mine ecological restoration according to the actual cases.

Keywords: mine; ecological restoration; environmental protection

引言

我国矿业位居国际前列,矿业发展也为我国社会经济提高和民众生活水平改善做出了巨大贡献,但是与此同时,各种矿物资源的大力开发,也造成了很难逆转的自然生态环境与地质环境问题,从而导致了矿山地质灾害的频频发生,随着碳中和战略目标的提出,生态环境问题防治也进入一个新的阶段,矿山生态修复的迫切性和必要性越来越突出,但是由于矿山生态环境破坏和污染比较严重,完全不能自然恢复,因此当务之急就是有效探讨切实可行的人力矿山生态修复实施策略。

1 矿山生态修复对碳中和目标的作用

1.1 为能源替代提供助力

国家绿色发展战略的提出与实践,让包括风能,光能以及核能等清洁能源的重要性日益突显,产业布局也成为政府部门的工作重点。纵观上述清洁能源的产业分布格局就会发现,它们的地理位置与煤炭产业的重叠度达到惊人的程度,诸多废弃不用呈东西走向分布的煤炭矿井,与北部地区的风能光能能源产业在地理位置上完全重叠,而那些呈南北走向分布的煤炭矿井又与东部沿海核能风能能源地理带高度重叠。废弃矿井中含有大量采矿基地和地下空间,矿山修复可利用这些废旧设施进行能源储存,为新

能源产业的发展再立新功,既是能源结构转型的契机,又为能源足量供应提供保障,也是生态建设的可行性方案,对碳中和战略的推动力显而易见。科学测算可知,废旧矿井中的水力和空气能源储藏潜力丰富,通过抽取和压缩等处理发电,发电总量与2014年国家发电总量相比,前者是后者的1.5倍,市场潜力和开发前景非常看好。废弃矿井由备用和开拓巷道共同组成地下空间,它们的支护结构强度足够强大,稍加稳固就可直接使用,同时,废弃矿山并非能源枯竭,还有少量水力,甲烷,煤炭以及地热资源可供继续开采,为提高废弃矿井和可再生能源的利用率,实现综合治理废弃矿井的生态建设目标,废弃矿山完全可以实现生态修复,其中的清洁能源也可有效替代化石能源,达到综合利用各种能源的目标,为能源转型和国家战略做出贡献。

1.2 实现减量排放

世界范围内的资源紧张是人类共同挑战,目前普遍国际共识是自然解决。就是利用对自然的保护和修复,管理工作秉持可持续理念,让遭到破坏的生态系统适应目前的危机,促进生物多样性,也为人类造福。这种理念的侧重点在于生态环境建设应加大对自然恢复的依赖程度。基于自然的解决方案简称Nbs,相关机构研究显示,它的实践能为全球能量减排2030年愿景总量贡献30%,潜力和

前景无疑是巨大的。矿山生态系统因人类活动被严重破坏，它有自身的特殊性，在自然恢复方面仍然具有相当能力，如果对这一点加以选择性忽视，盲目追求生态修复的人工高度干预，高昂的成本投资还在其次，同时还会加大碳排放，也无法为本就危在旦夕的生态恢复正向演变替代能力续命，只能实现短期肉眼可见的生态效益，其严重程度很可能带来逆向演替。这就要求相关部门的矿山生态修复一定要对操作方式加以合理选择，大力推进自然恢复，人工干预为辅，不仅节约巨额资金，实现碳减排，还契合环境治理理念。^[1-3]

1.3 优化固碳增汇效果

修复矿山生态，对土地应用进行方式优化，有助于促进固碳增汇。联合国政府间气候变化专门委员会曾经对摄氏 1.5 度到 2 度进行过路径模拟，该计划的土地应用幅度过大，一旦处理不当就会与粮食危机产生冲突。气候变化的治理方案不同，对协同或权衡可持续发展实现目标的措施产生的影响也不一样，能再多大程度上达到能量减排的 17 个目标，相减排方案组合是决定性因素，也与本地实况和政策设计密切相关。开采煤炭资源破坏了当地的土地应用原有结构，大量增加的建设用地导致农林牧用地被毁，植被和土壤被破坏了原有的碳库。生态修复还会带来诸多能源消耗，加上施工扰动，会使破坏的碳库二次加大破坏程度。虽然相较于减排和能源替代，固碳增汇的贡献要逊色一些，但是它仍然有很大的积极意义，情势发展到低能源排放时代后，碳中和目标的实现，仍有大量二氧化碳没有办法直接消除或搜集到，需要进行对应抵消，此时就需要生态碳汇的大力助力。对土地应用格局进行优化，固碳增汇不是唯一收获，它的减排效果也很重要。^[4-5]

2 矿山生态修复案例

2.1 矿山生态问题

矿山生态问题的种类与特征：

矿山生态问题有 5 种类型和特征：①露天采坑。某板石矿业的露天采坑达 22 个，分为废弃和生产两种采坑类型，其中废弃采坑植被恢复程度不佳，生产采坑根本未进行防护；②废石场。该板石矿业废石场达 19 处，已经尽数停排，植被恢复未达预期，且排水设施严重缺乏，多雨季节水土流失严重；③工业场地。该矿区工业场地以井口类居多，办公或选矿场地很少，相关设施保存完好，硬化地面，无水土流失迹象，少量闭坑的无用场地仍然存在，植被恢复不达标；④运输道路。该矿山原来是通过村级通道进行运输，道路有 3 到 8 米宽，多为沙石路，有少量内部水泥路；⑤地质安全隐患。该矿山塌陷坑，崩塌以及失稳斜坡是主要地质隐患。

2.2 矿山生态修复措施

露天采坑：

①自然恢复修复措施。该矿井有采坑一处，已经由当

地村民改做它用，已经恢复较好生态，拟不做处理；②辅助再生修复措施。第一，废石回填。有少量小型渣场位于采坑四周，规划全部回填后表面铺设碎石摊平，有些采坑自然恢复较好，只需少数平整即可；第二，拆除工程。拟拆除无用的井口和废弃建筑物，多为彩钢框架，地表和基础结构为水泥砌砖，垃圾回填至采坑；第三，土壤改良。以 30 厘米厚度覆土覆盖回填区域，经过自然沉降密实确保超过 20 厘米的覆土厚度，覆土标准达到复垦条件。

2.3 生态重构修复措施

2.3.1 地貌重塑

①围栏、警示牌防护措施。露天条件下的生产采坑，为避免闲杂人等误闯，拟对其四周加设围栏，以铁蒺藜衔接水泥柱，水泥柱保持 3m 间距，2m 高，80mm 见方，地基基础 0.5×0.3×0.3m，铁蒺藜保持 300 毫米间距，捆扎总数是 4 道，警示标识设置在现场醒目位置，不锈钢材质，正方形，500×300mm 规格；②削坡整形工程。废弃采坑的目前地形条件下，有超过 30 度坡度的岩石台阶边坡必须加填，加填后坡面角坡度低于 30 度有的台阶高度大于 20cm，须再次分阶，控制台阶高度小于等于 20cm，分阶平台 3 到 6m 宽，斜坡测试稳定，为加固覆土，如果单级台阶有超过 20 度的坡度，开阶方式为梯形平台，坡面成型后呈梯田形式，后期绿化小平台；③废石和尾矿砂回填工程。整形完成的废弃采坑回填，材料来自废石场剩料和尾矿砂，分层压实回填材料，确保稳固性；④碎石平整工程。回填完成的采坑表面以碎石摊平，为后续覆土和绿化打好基础；⑤截排水工程。整形完成的边坡开挖截水沟，边沟以及坡底排水沟并硬化，排水系统形成，坡面和平台以自然方式排水，截水沟汇集雨水，向纵向排水沟和边沟引导，剩余雨水由下级平台截水沟汇集，最后到达底部排水沟。^[6-9]

2.3.2 废石场

①地貌重塑。第一，削坡整形。如果废石场边坡结构不稳且无法恢复植被，在区域环境中格格不入，要再次整形或削坡，保证其结构稳定，坡角，形状以及长度均利于恢复植被，有效融入周围环境。此类边坡还要降坡，以增加稳定性。结合边坡的具体条件，以直线或折线形式进行削坡，如果修坡作业采用的是阶梯式小台阶，鉴于其不大的设计宽度，设备使用须保证达到文明施工标准，上下两层台阶处于统一垂直平时禁止同步作业，施工必须错位，同时，挡土作业禁止石料抛投伤人伤物；第二，截排水。边沟修建在废石场顶部以及平台内侧，连接原坡角排水沟。对渣堆总高及排土容积总量进行综合考量，依据行业标准确定排土场为一级标准等级，相关设施的防洪设计标准频率和洪水重现时长须大于等于 50 年；第三，挡土墙。完成废石场小台阶坡面整形，每个台阶都会有 1 米高 90 度角的临空面，台阶整修用料放置达不到直立稳定条件，必

须为全部台阶构筑石笼挡土墙,可阻挡用料损坏,又有良好的透水性。排渣场完成小台阶整形,台阶坡角也要构筑石笼挡土墙,二者保持相同走向且平行,石笼为双层,0.3m埋深,墙身露出地面1m,定制的石笼断面规格是 $4\times 0.5\times 0.465\text{m}$,工艺标准是:a.以异形截面热镀锌工艺的低碳钢丝材质为网箱材料,要达到国家相关技术标准;b.内部以1米为标准进行独立单元的横隔板间隔,石笼保证生产一次成型工艺,除了盖板,端板,隔板以及边板和底板均处于同一连续网面;c.热镀锌工艺的钢丝须是机械纺织的格宾网组装,网片和网孔要整齐均匀不变形;d.翻边要求:裁剪完成的网面边端和末端钢丝连接最薄弱,要提升强度须利用专业设备翻边,保证网面钢丝和边端钢丝达到大于等于2圈的缠绕度,不得人工缠绞;e.绞边要求:钢丝材质保证与网面钢丝相同,绞合标准是以10到15cm的标准间隔单双圈交替进行;f.由施工单位自行提供碎石料,毛石保证大于等于200mm的粒径标准,软化和风化系数保证大于等于0.8,保证大于等于15兆帕的抗拉强度,如果石料粒径低于100mm,总量须低于15%,不得在外露面使用,保证小于等于30%的空隙率。^[10-12]

2.3.3 土壤重构

回填作业区域都以30cm厚度的覆土覆盖,自然沉降密实后保证大于20cm的厚度,土壤标准达到复垦条件。

2.3.4 植被恢复

①植物的筛选与种植。对土壤,气候,矿井污染以及主体工程部位等条件和因素进行综合考量,对当地适宜栽培模式和树种进行调研,结合生物学特点,确定下列选择树种原则:树种。乔木灌木相间,樟子松和刺槐是乔木品种,紫穗槐是灌木品种,一级2年生树苗,裸根,超过1.2cm的地径,超过0.5m的高度,平整场地后穴种栽培,种穴0.3m见方,深度也是0.3m,栽培株距行距均为2m,树苗须提前泡水并断根,须全部检疫合格;②种植方式。通过乔灌结合恢复植被,乔木栽种于平台,以樟子松和刺槐为品种,紫穗槐为灌木品种,株距行距均为2米,刺槐每公顷标准株数是625株,1250株紫穗槐,一级2年生树苗,超过1.2cm的地径,超过0.5m的高度,裸根,平整场地后穴种栽培,种穴规格是0.3m见方。穴深也是0.3m,边坡小于25度坡度的乔灌结合栽培,刺槐是乔木品种。紫穗槐是灌木品种,株距行距均为2m,每公顷刺槐和紫穗槐栽种都是1250株,如果边坡坡度大于40度,则撒种紫苜蓿草籽,每平方米每小时撒种40公斤;③废弃工业场地。这类场地上的处理作业是拆除废弃不用的建筑物,

和地面以及基础,清理的垃圾要及时外运,场地要彻底清理干净,平整度要保证合格,覆盖覆土并进行植被恢复。

3 结束语

经过调查统计发现,很多地区都存在因为各种原因造成的矿山废弃场地,由于该类场地的存在,不仅会导致地质灾害的多发,也会对自然环境的和谐统一造成负面影响,因此,矿山生态修复可以说是生态环保的工作重点,合理分析矿山生态问题主要种类与实际特征,探讨行之有效的矿山生态修复措施,可助力矿山生态修复的高效开展。

【参考文献】

- [1]谭绿贵,陆三明,王本伟,等. 矿山生态环境破坏与生态修复——以六安市矿山为例[J]. 皖西学院学报,2004,20(2):4.
 - [2]谭绿贵,傅先兰,汪万芬,等. 寿县八公山景区放牛山石料矿山生态恢复对策探讨[J]. 皖西学院学报,2008,24(5):5.
 - [3]许雷川,王士友,武琚. 浅谈宿州市废弃坑口矿山生态修复技术方法[J]. 世界有色金属,2019(18):2.
 - [4]杜瑛娜,林广清,谢键泓,等. 粤东莲花山矿区钨矿山生态修复研究与实践[J]. 华南师范大学学报:自然科学版,2022,54(2):7.
 - [5]程昊,蔡瑛英. 面向碳中和的地质生态环境工程建设的思考[J]. 交通节能与环保,2021,17(4):4.
 - [6]牟涛,王文沛,王晓慧. 日照市东港区运用“碳汇”模式治理城市裸露土地的分析,问题剖析及发展方向[J]. 区域治理,2022(22):4.
 - [7]韩宝富,寇婷,王金龙,等. 空间治理视角下露天废弃矿山生态修复路径研究[J]. 城市地质,2021,16(4):5.
 - [8]刘向敏. 生态产品价值实现视域下矿山废弃地生态修复与重建[J]. 中国矿业,2020(11):11-14.
 - [9]胡振琪. 矿山土地复垦与生态修复领域“十四五”高质量发展的若干思考[J]. 智能矿山,2021(1):9.
 - [10]李玉倩,刘德成,彭振,等. 北京市门头沟区高陡岩质边坡生态修复实践[J]. 城市地质,2021(4):9.
 - [11]李梦露,何舸,王成坤. 新时期国土空间矿山生态修复规划研究:以南宁市为例[J]. 中国矿业,2021(7):4.
 - [12]王雁林,马园园,刘杰. 陕西省市场化方式推进历史遗留矿山生态修复探讨[J]. 陕西地质,2021(1):5.
- 作者简介:柳克松(1985.6-)男,民族:满族,籍贯:辽宁省本溪市,学历:本科,职位:工程师,研究方向:国土生态修复。