

废弃砂石矿山生态修复治理措施

徐冬冬 吴华 刘安富

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 为了探索废弃砂石矿山生态修复治理模式,本文以某砂石矿为例,分析了废弃砂石矿地质现状及存在的生态环境问题,在此基础上提出矿山生态修复方案。研究区存在多个渣堆、渣坡和采坑,生态环境破坏严重,植物失去生长的立地条件,固土能力下降,造成雨季水土流失严重;大量的地表土剥离和矿渣堆积也易引起扬尘污染。通过地形整治工程,将渣堆、采坑、渣坡整理成绿化用地,进行绿化治理。研究结果表明,废弃矿山生态修复治理能恢复地形地貌景观,恢复损毁的土地,重构生态系统。

[关键词] 废弃矿山;生态修复;清洁空气;效益分析

[中图分类号] X171.4

[文献标志码] A

[文章编号] 1008-5122(2022)06-0059-04

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2022.06.013

0 前言

近年来,随着经济高速发展和城市化进程的加快,经济建设对矿产资源的需求也不断增加。矿产开采虽然为经济发展作出了巨大贡献,但也带来了日趋恶化的矿山生态环境问题。矿山及周边大气污染问题日益严重,为了打好蓝天、碧水、净土三大保卫战,完成污染防治攻坚战目标任务,各地纷纷开展废弃矿山生态修复治理,旨在有效控制扬尘污染,改善生态环境^[1]。

矿山生态修复治理包括自然修复、人工措施修复两种。自然修复进程十分缓慢,而人工修复可以安全、快速地恢复矿山生态环境^[2]。近年来许多专家学者开展了矿山生态修复技术研究,如生态袋技术、挂网客土喷播技术、植被混凝土技术、挡土翼技术等,以及土石方工程、截排水、挡墙等辅助工程措施,为矿山生态修复治理奠定了基础。

本文通过对某废弃砂石矿山现状及存在的生态环境问题进行研究,提出了适合该矿山的生态环境修复治理模式及思路,为同类矿山治理提供借鉴。

1 研究区概况

研究区位于我国北方,属北温带大陆性气候,四季分明,年温差较大,年平均气温 11.5℃,年降水量 639.5 mm。该矿山于 20 世纪 90 年代建成投产,为私人私挖盗采,主要开采砂石作为建筑材料,采矿方式为露天开采,目前矿山已关停,责任主体灭失。

2 矿山现状及生态环境问题

研究区内矿山开采侵占耕地,破坏山体,形成采坑,矿渣随意堆积于矿区内。废渣堆积成山,不仅破坏了原来生长良好的山体植被,且占压了大量宝贵的土地资源。据现场调查,研究区内存在废弃渣堆 5 个,占地面积 17 778 m²,方量为 83 174 m³;渣坡 1 个,占地面积 1 377 m²,方量为 9 639 m³;采坑 4 个,总占地面积 57 047 m²,总容积为 366 463 m³。渣堆主要为卵石土,局部生长少量草本植被;渣坡为人工堆积石料,植被不发育,遇暴雨存在局部垮塌的风险;采坑呈不规则形状,坑壁及坑底均为卵石土,边坡坡度 30°~45°,部分坑内零星分布草本植物。

研究区内生态环境破坏严重,使植物失去生长的立地条件,造成大面积植物死亡,固土能力下降,雨季水土流失严重;此外,大量的地表土剥离和矿渣堆积等也易引起空气、扬尘污染。区内受破坏的生态环境与周边未被破坏的原生植被形成了强烈的反差,远观呈现一片荒芜,与周边生态环境极不协调。

[收稿日期] 2022-06-05

[作者简介] 徐冬冬,男,河北保定人,硕士,工程师,现主要从事土壤修复、矿山生态修复治理、地质灾害治理等技术工作。

[引用格式] 徐冬冬,吴华,刘安富. 废弃砂石矿山生态修复治理措施[J]. 有色冶金节能,2022,38(6):59-62.

3 治理原则

废弃砂石矿山采集砂石矿易形成大规模采坑及废渣随意堆积等,引发崩塌、滑坡等地质灾害隐患或不良地质现象,以往类似矿山的治理模式为废渣回填采坑、采坑边坡削坡减载、降低坡度等;在保证边坡安全稳定的前提下,喷播客土后植树种草,恢复受损的生态系统。对于无地质灾害隐患的矿山,通常在边坡坡脚种植高大乔木遮挡裸露坡面或进行自然生态恢复等。本次矿山生态修复治理原则如下:

1) 安全稳定、防灾避险原则。废弃矿山岩石主要为砂砾石,边坡坡度较大,欲建立稳定的植物群落,需削坡降低坡度,保证坡体稳定,为后续生态修复治理提供良好的立地条件^[3]。

2) 生态修复为主原则。以生态修复为主,避免大规模土石方工程,因地制宜,宜林则林、宜草则草,随坡就势,最大限度减少土石方量,节约资源及资金。

3) 乡土树种为主原则。研究区内土壤条件差,水资源匮乏,造林成活率低。因此,生态修复以抗逆性强的乡土树种为主,如黄栌、垂柳、毛白杨、金叶榆等,既可提高造林成活率,又能降低后期管护成本^[4]。选择造林方式和树种时,应与研究区周边植被群落和谐统一,形成与周边自然环境融合的生态景观。

4) 生态修复与经济效益相结合原则。生态修复本着经济可行、成效显著,技术措施实用,修复效果长久,生态修复与区域经济发展相结合的原则,因地制宜发展生态旅游、特色农业等绿色产业等^[3]。

4 治理措施

通过地形整治工程,将渣堆、采坑、渣坡整理成绿化用地,进行绿化治理,提高植被覆盖率,涵养水源,防止水土流失,达到矿区生态系统恢复、清洁空气的目的^[1,5]。

4.1 地形整治

针对区内渣堆和采坑,主要治理措施为清理渣堆,随坡就势形成平台,渣堆进行清理后回填至采坑,采坑的边坡治理控制放坡坡度不大于 27° ,形成适宜种植的平台及边坡。经过渣堆清理、采坑回填后,研究区整理出平台6个。各个渣堆及采坑的挖填方量根据典型剖面计算,合理控制平台标高,做到土石方挖填方区内平衡,不外运。对于区内的渣坡,采取地形整治放坡方式进行治理,与渣堆、采坑整理出的6个平台形成7个边坡,边坡坡顶、坡底高差不

一,其中3个边坡按照坡度 27° 的坡面放坡;2个边坡按照 14° 坡度放坡;2个边坡由于坡度较小按原状坡度,坡形保持不变。

边坡坡脚修建挡墙,靠近公路一侧坡脚设置浆砌石挡墙;高差较大的边坡坡顶布设截水沟,坡面及坡脚布设排水沟^[6],挡墙及排水沟如图1~图2所示。研究区内沿小路修建3 m宽施工便道,目的是方便施工过程中树种运输、作业的机械转移,同时也可用作工程完毕后的森林防火通道。

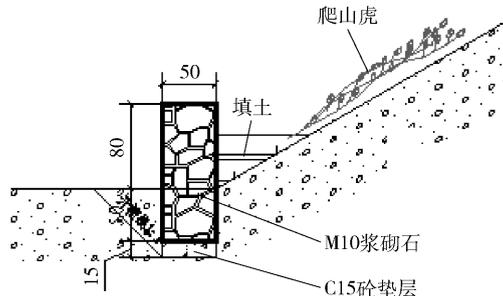


图1 挡墙示意图

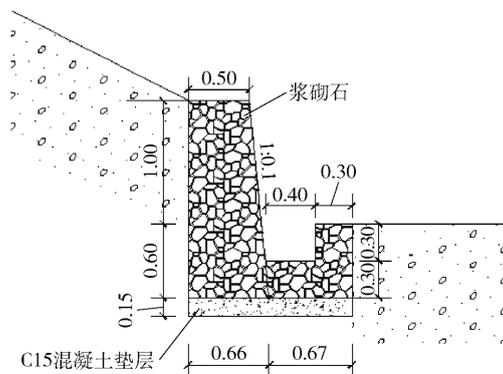


图2 排水沟示意图

4.2 生态修复

1) 平台绿化:地形整治形成的平台生态修复主要选取金叶榆、垂柳、毛白杨等乡土树种。种植穴穴径 \times 穴深为 $0.7\text{ m}\times 0.6\text{ m}$,株行距均为 $2.5\text{ m}\times 2.5\text{ m}$,树穴均为圆穴,种植土与废渣1:1混合覆土;圆穴内放置2年可降解的防渗膜(材质为复合土工膜)^[5]。

2) 边坡绿化:对形成的5个边坡进行绿化,在边坡坡面坑穴换土种植紫穗槐,植穴穴径 \times 穴深为 $0.6\text{ m}\times 0.4\text{ m}$,株行距均为 $2\text{ m}\times 2\text{ m}$ 。靠近公路一侧边坡坡脚种植爬山虎(中国),穴距 0.5 m ,一穴3株。

3) 蓄水池:为了满足植树绿化用水需求,在研究区周边修建蓄水池,修建1个即能满足绿化用水需求,蓄水池长 5 m ,宽 5 m ,深 1.5 m ,蓄水量 30 m^3 ,蓄水池内部用砂浆抹面,防止池内水下渗。

生态修复典型工程地质剖面图如图3所示。

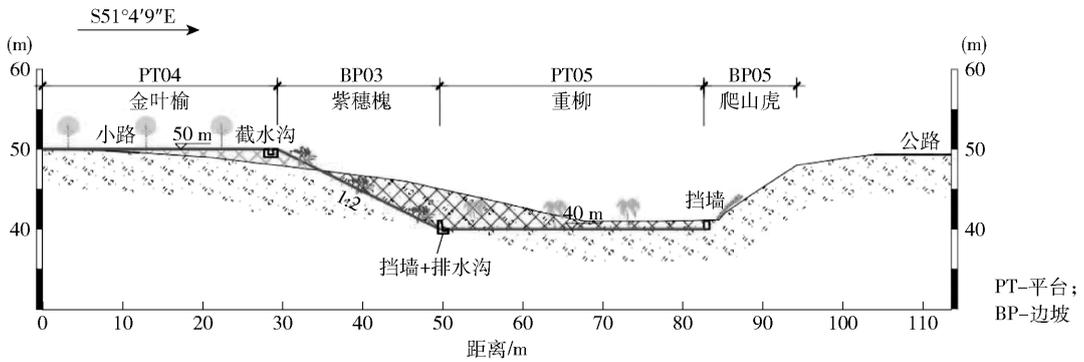


图3 典型工程布置剖面图

4.3 后期养护

应根据乔木、灌木、攀爬植物等不同植物特性选择适合的养护管理措施,进行浇水、施肥、修剪、割灌木、喷药等。养护期为2年,确保成活率85%以上;第二年为保存养护期,进行浇水、除虫、施肥、修剪、锄草、清理等工作,以保证植被的成活率^[7]。

5 效益分析

5.1 环境效益

1) 降尘价值。采用燃煤炉窑大气污染物排污收费等等筹资型标准的平均值0.156元/kg计算城市园林绿地滞尘的价格。废弃砂石矿山生态修复后,乔木和绿地滞尘量估算见表1。由表1可知,治理后每年乔木和绿地滞尘作用的经济价值约为0.84万元。

表1 乔木和绿地滞尘量估算

	单株滞尘量/ kg·a ⁻¹	总株数/ 株	总株滞尘量/ kg·a ⁻¹
乔木	3.38	10 700	36 166
	绿地滞尘量/ kg·hm ⁻²	总绿地/ hm ²	总绿地滞尘量/ kg·a ⁻¹
绿地	1 658	10.81	17 922.98
合计滞尘量/kg·a ⁻¹			54 088.98

2) 吸收有毒气体的价值。北京空气中有害气体很多,主要成分是SO₂。植物的叶片吸收SO₂,约70%硫在叶片中积累,其余被同化消耗运转。根据不同植物对SO₂的净化作用,结合本次植物总绿量,可求得植物每年积累的硫总量为0.82t(表2)。因此,本次绿化吸收SO₂的总量约为0.57t,换算为SO₂气体总量为0.25t。根据北京市SO₂排污费征收标准1.20元/kg,则每削减1tSO₂的效益为1200元,据此计算城市建成区绿地每年吸收SO₂的经济价值为684元。

表2 乔木吸收的SO₂量计算

种类	总株数/ 株	单株绿量/ m ²	总绿量/m ²	叶片积累的 硫量/g·m ⁻²	硫积 累量/t
参数	10 700	165.70	177.3 × 10 ⁴	0.465	0.82

5.2 经济效益

项目实施后将新增绿化面积约162亩。森林覆盖率预计从10%左右提高到80%~95%。新增乔木(垂柳、毛白杨)10700株,新增灌木(全部为紫穗槐)3457株,新增爬山虎1293穴。按垂柳、毛白杨200元/株,金叶榆500元/株,紫穗槐200元/株,爬山虎50元/穴计算经济效益,则这些树的种植将带来可观的经济效益,直接经济效益约为521万元。治理后将充分改善矿区生态环境,种植的经济林将为当地的百姓带来可观的经济收益。

5.3 社会效益

矿山生态修复治理工程的实施将彻底改变研究区的生态环境现状,进一步“加强生态建设,强化生态涵养,发展生态产业,重点发展休闲旅游、精品农业、特殊种养和民俗文化产业”,为实现地区经济转型提供基础条件,促进当地旅游业发展,解决当地大量富余劳动力,提高当地居民的生活水平^[8-9]。废弃矿山生态修复治理也是践行我国碳达峰、碳中和目标规划的举措,通过植树造林抵消CO₂排放量,改善空气质量,提高周边居民的幸福指数。

6 结束语

研究区废弃矿山通过地形整治、挡墙、截排水工程及生态修复相结合的方式进行了综合治理,达到了预期效果,有效改善了因矿山开采破坏的生态环境,减少了废弃渣石等固体废物造成的扬尘污染,净化了空气,减少了水土流失。矿山生态修复治理是一个复杂和缓慢的过程,需要运用多学科知识和技术

来解决矿山生态环境修复问题,促进生态修复平衡。

[参考文献]

- [1] 贾斌,宋少秋. 废弃矿山生态修复治理技术应用——以北京房山区废弃矿山为例[J]. 矿产勘查,2019,10(11):2831-2834.
- [2] 刘德成,李玉倩,刘学贤,等. 废弃矿山环境治理的景观再造研究—以玉田县某采石场为例[J]. 化工矿产地质,2021,43(1):54-58.
- [3] 魏军. 北京山区关停废弃矿山植被恢复工程技术措施探讨[C]//全国水土保持与荒漠化防治及生态修复交流研讨会论文集,2009:10-13.
- [4] 陈颢,王旭,宋会彬. 关于尾矿库闭库和光伏及生态修复相结合的研究[J]. 中国矿山工程,2020,49(2):61-64.
- [5] 杨彩琴. 矿山生态修复措施及合理的植物配置分析[J]. 农业与技术,2021,41(8):8109-8111.
- [6] 陈康力. 露天石灰岩矿顺层高边坡环境治理措施研究[J]. 中国矿山工程,2021,50(2):62-65.
- [7] 董莹,顾杰,周亚伟,等. 河北满城区某废弃矿山生态修复治理措施研究[J]. 安徽农学通报,2021,27(7):141-144.
- [8] 王鹏,舒记,章道勇,等. 基于生态保护的废弃矿山环境修复治理措施研究——以西和县某矿山为例[J]. 现代园艺,2021,44(19):150-153.
- [9] 曹波,刘菊芳,孙保平. 北京市废弃矿山工程绿化技术模式研究[J]. 水土保持应用技术,2008(5):38-40.

Ecological Restoration Measures for Abandoned Aggregate Quarries

XU Dong-dong, WU Hua, LIU An-fu

Abstract: In order to explore the ecological restoration pattern of abandoned aggregate quarries, this paper analyzed the geological conditions and ecological problems of abandoned aggregate quarries by taking a certain aggregate quarry as an example, based on which ecological restoration solution was proposed. There were several waste heaps, waste slopes and mining pits in the study area that was suffering from seriously ecological damage. Due to a lack of growing conditions, vegetation was no longer able to hold soil, resulting in serious soil erosion and water loss in the wet season; extensive stripping of overburden and waste heaping was also likely to generate fugitive dust. By terrain restoration engineering, waste heaps, mining pits and waste slopes were turned into land for greening, where rehabilitation was applied. Results show that ecological restoration for abandoned quarries can restore the topography and geomorphologic landscape, recover the damaged land and reconstruct the ecosystem.

Key words: abandoned quarries; ecological restoration; clean air; benefit analysis