

山西葛铺煤矿矿区废弃地植被恢复与重建技术

赵陟峰¹, 郭建斌¹, 景峰¹, 郭汉清²

(1. 水土保持与荒漠化防治教育部重点实验室, 北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083; 2. 山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801)

摘要: 选耕地作为对照, 通过对岚县葛铺煤矿矿区堆土场和排渣场的土壤水分 - 物理性质及人工模拟降雨时径流量和产沙量的研究, 提出适合该区的堆土场与排渣场的植被恢复与重建技术模式。该研究可为我国黄土高原同类矿区的植被恢复与重建提供理论依据和成功模式。

关键词: 葛铺煤矿矿区; 废弃地; 植被恢复与重建; 堆土场; 排渣场

中图分类号: X171.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2009)02-0092-03

Study on Re-vegetation in Mining Wasteland of Gepu Core Mine, Shanxi Province

ZHAO Zhi-feng¹, GUO Jian-bin¹, JING Feng¹, GUO Han-qing²

(1. Key Laboratory of Soil and Water Conservation and Desertification Combating of Ministry of Education, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China; 2. Forestry College, Shanxi Agriculture University, Taiyuan, Shanxi 030801, China)

Abstract: Taking cultivated land as the comparison, the soil water content and its physical features, the runoff and sediment during imitated artificial rain of Stack Field and Deslagging Field at Gepu Mine area were studied. And the proper re-vegetation technology mode for different kinds of mining wasteland such as Stack Field and Deslagging Field were brought forward. The object of the work is to provided science gist of zoology resume and vegetation rebuild in Loess Plateau mine wastelands.

Key words: Gepu mining area; wasteland; re-vegetation; stack field; deslagging field

工矿区项目建设和施工不仅破坏原地形地貌, 毁坏现有的自然植被使其丧失蓄水保土功能, 而且会形成大量弃土、弃渣, 占用和破坏大量的耕地资源, 对矿区生态系统造成十分严重的破坏^[1]。没有覆盖的疏松堆积物在风蚀和水蚀的作用下, 水土流失加剧、土地沙荒化, 大风时灰尘飞扬污染环境, 影响农作物生长和人类健康, 暴雨时大量泥沙流入河道或水库, 污染水体和淤积水底, 影响水利设施的正常使用, 加剧洪水的危害^[2]。由于矿山废弃地土壤结构性差, 有机质含量及植物必需的养分元素(尤其是 N, P, K)缺乏, 因此很不利于植物生长和其他生物活动, 恢复起来十分困难^[3]。对废弃地植被恢复与重建机理的科学研究, 并在此基础上提出植被恢复重建的可行模式, 已成为一项紧迫而极其重要的

研究课题^[4-6]。本研究通过对葛铺煤矿开采过程中形成的弃土、弃渣区的研究, 提出该区的生态恢复模式, 为我国黄土高原同类矿区的植被恢复与重建提供理论依据和成功模式。同时, 其理论成果在实践上的指导意义将涉及我国工矿区生态安全、生态重建以及数百万居民的生存和社会的可持续发展, 并对我国中西部大型人工扰动地貌水土流失防治、环境地质灾害控制、生态退化以及沙尘暴的防治具有重要意义。

1 研究区概况

葛铺煤矿整个项目区位于黄土丘陵沟壑区, 属暖温带大陆性季风气候。海拔 800 ~ 1 200 m, 土壤侵蚀模数大于 10 000 t/(km² · a), 属黄土高原剧烈侵蚀

* 收稿日期: 2008-05-04

基金项目: 中国西北部煤炭开采区生态恢复研究项目(CHN04/014)

作者简介: 赵陟峰(1982 -), 男, 山西宁武人, 硕士研究生, 主要研究方向: 生态环境工程。E-mail: 115631919@163.com

通信作者: 郭建斌(1962 -), 男, 陕西韩城人, 副教授, 研究方向为生态环境工程、区域分析与规划研究。E-mail: jianbinguo@bjfu.edu.cn

区。土壤类型主要为灰褐土,沙粒含量较高,通透性好,总体土壤肥力低下,抗蚀性差,水土流失严重。年平均气温 8.5 ,极端最高气温 38.5 ,极端最低气温 - 28.3 。年平均风速 1.0 ~ 2.5 m/s,最大风速 27 m/s,主导风向为西北风。多年平均降水量 450 mm 左右,7、8 两月降水量占年降水量的 47.1 %,且会出现短历时暴雨,降雨历时 10 h 以上的出现次数占 7 %,3 ~ 10 h 占 27.0 %,3 h 以下的占 66 %。暴雨平均强度 10 ~ 20 mm/h 的出现次数占 32.2 %,大于 20 mm/h 的占 9.7 %,小于 10 mm/h 的占 58.1 %。项目区植被属暖温带干旱草原植被类型,主要人工树种有北京杨 (*Populus pekinensis*)、刺槐 (*Robinia pseud-oacacia*) 等用材林和苹果 (*Malus pumila*)、梨 (*Purus*) 等经济林,灌木以沙棘 (*Hippophae rhamnoides*)、虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*)、黄刺梅 (*Rosa xanthina*) 为主,天然草本以菊科和禾本科为主,菊科蒿属居多,植被覆盖度 20 % ~ 40 %。

2 研究方法 with 内容

调查试验地的土壤类型、植被覆盖度等自然概况,用罗盘仪测量堆土场、排渣场的坡度、坡向(表 1)。考虑到堆土场、排渣场以及原地貌的对比情况,在堆土场、排渣场以及耕地上各选能代表各区域环境特征的典型地段分别布设径流小区,进行人工降雨模拟实验,对径流量和泥沙量进行系统的研究,观测在不同降雨特征情况下的水土流失^[7]。同时对不同的土地利用类型分别采集土样,进行土壤水分 - 物理性质的测定,以期得出在不同时空情况下,土壤侵蚀的背景值和扰动后侵蚀量比较和对照,从而为研究和治理土壤侵蚀提供一定的依据。人工降雨试验分为耕地、30 和 45 堆土场,30 和 45 弃渣场 5 个地点,每个地点有 2 个小区,由于当地耕地坡度多在 15 左右,所以取坡度 15 耕地为对照。在恒定雨强下,观测 20、30、50 mm 不同降雨量的情况下坡度分别为 30 和 45 的堆土场和弃渣场的水土流失情况。在各径流小区附近分别采集土样并现场测定土样湿重,做到精确记录、分类存放,确保不将各土样混淆。将采集的土样带回实验室,含水量测定采用烘干称重法。烘干温度为 105 ,烘干时间 12 h 左右,烘干前后土重用高精度电子天平称重,测定其含水量。土壤容重的测定用环刀法,烘干时间、方法同土壤含水量。根据土壤容重求土壤孔隙度。

3 结果与分析

3.1 堆土场植被重建

由于堆土场所堆放的弃土取自深层黄土,初始

含水量高,且无地表植物的蒸腾作用,因此堆土场的平均含水量高于耕地。堆土场的土壤,经过多次搬运堆积等人为干扰土壤原始结构受到严重破坏,土质松散、颗粒较细,总体上说容重较耕地大,孔隙度较耕地小(表 2),堆土场各层的容重和孔隙度无明显变化,呈现出一定的均一性。堆土场在降雨初期,降雨对地表物质具有分选作用,首先将较为细小的沙土和小砾石溅起冲走,随着降雨的进行,较大的砾石逐渐失去支撑,在溅蚀和重力侵蚀的共同作用下,逐渐崩塌脱落并顺坡面径流而下^[8]。堆土场在中雨、大雨、暴雨情况下的径流量都很大,这与其整体为松散状,颗粒间基本已无粘结力,抗蚀性与抗冲性很差,下渗能力大大减弱的原因是分不开的^[9]。随着雨量的加大,三个地区的泥沙量逐渐增大,其中堆土场的增幅最大。同时,坡度也对泥沙量和径流量有影响,随着坡度的增加,泥沙量和径流量也随之增加(表 3)。

表 1 实验地基本特征

类型	植被覆 盖度/ %	土壤 类型	坡度/(°) 坡向	
耕地	25	灰褐土	17	70
堆土场	0	黄土母质	43	330
排渣场	0	煤矸石及砂石	41	15

堆土场土壤贫瘠,植被重建的关键是提高土壤肥力,施肥可按瘠薄地的施肥方法进行,最好施用有机肥。将堆土场顶部进行平整使其形成一个平台,然后穴状整地,整地规格为 80 cm × 80 cm × 80 cm 和 60 cm × 60 cm × 60 cm,栽植刺槐和柠条等当地适生的耐旱植物形成乔灌混交^[10-11]。将坡面修整为多级水平阶地,阶宽 1 m 其上穴状整地栽植刺槐;相邻两阶间坡长 6 m,坡度根据实际情况在 30 ° ~ 45 ° 之间,坡面上撒播灌草种子。这样既可以缩短降水产生的径流路线、避免小股径流汇集而造成大的水土流失,又可以将斜坡上径流汇集到水平阶地,为刺槐生长提供水分,缓解刺槐生长季水分不足的问题,保证刺槐健康生长。在坡脚处修干砌石挡墙稳定坡脚,然后在基部栽植攀缘植物如爬山虎与顶部栽植下垂植物,形成下垂上攀的绿化格局,通过这些植物枝条生长对接对坡面进行遮挡。

表 2 不同立地土壤性质

立地	土壤含水量/ %	容重/(g · cm ⁻³)	孔隙度/ %
堆土场	12.2	1.30	51.0
排渣场	6.2	1.41	46.9
耕地	11.9	1.28	53.7

表 3 不同雨型下各小区的平均径流量与泥沙量

小区类型	中雨 (20 mm)		大雨 (30 mm)		暴雨 (50 mm)	
	径流量/ ml	泥沙量/ g	径流量/ ml	泥沙量/ g	径流量/ ml	泥沙量/ g
耕 地	0	0	1935	77.0	11055	540.1
堆土场 A	1450	354.4	2570	1017.4	7830	4485.0
堆土场 B	1855	423.4	2960	1507.9	8810	5402.7
排渣场 A	1060	125.7	3330	353.5	5255	581.5
排渣场 B	1360	190.6	3750	481.5	6515	852.2

注 :A—坡度为 30 的小区 ,B—坡度为 45 的小区

3.2 排渣场植被重建

排渣场与耕地和堆土场相比 ,含水量最低 ,因其以碎石为主 ,有极少量的土壤 ,基质疏松 ,碎石间空隙较大 ,保水能力极差。排渣场同样人为扰动严重 ,颗粒大小、粒级分配、排列方式极为混乱 ,上下层容重变化不大但总体较耕地和堆土场大 ,孔隙度较耕地和堆土场小 (表 2)。弃渣场表面松散的物质为降雨试验提供了丰富的径流和泥沙来源 ,径流首先将较为细小的沙土和小砾石溅起冲走 ,较大的砾石逐渐失去支撑 ,在溅蚀和重力侵蚀的共同作用下 ,逐渐崩塌脱落 ,并顺坡面径流而下^[9]。弃渣场的物质主要为煤矸石及砂石 ,较之堆土场其颗粒大而且粗 ,所以径流产沙量较堆土场要小些 ;同时 ,弃渣场的颗粒组成相对较大 ,结构中有较多的架空现象 ,入渗量较大 ,径流产生主要为超渗产流 ,故其径流量随降雨量增加的增幅为三者中最小。坡度对弃渣场的泥沙量和径流量也有影响 ,随着坡度的增加 ,泥沙量和径流量也随之增加 (表 3)。

排渣场以碎石为主 ,有极少量的土壤 ,基质疏松 ,碎石间空隙较大 ,保水保肥能力极差 ,基本不具备植物生长所需的土壤环境^[12] ;碎石间大量的空隙造成植物根部与土层结合不紧密 ,极容易漏风 ,保温降燥能力低 ,致使植物难以存活^[13-14]。排渣场位于公路旁的山间谷地堆积较高 ,边坡坡度较陡且稳定性较差 ,为防止滑坡毁坏公路、影响交通 ,必须进行稳定处理 ,用框格骨架和浆砌石挡墙等稳定边坡。进行植被恢复前先对排渣场顶部进行平整 ,对渣坡进行稳定处理并用框格骨架将渣坡分为多个 5 m × 10 m 的矩形格 ,在坡脚修浆砌石挡墙。排渣场顶部采取局部整地结合全面客土的方法 ,即穴状整地、穴内客土栽植刺槐等当地适生的耐旱树种 ,在栽植穴内铺设可降解防渗膜 ,在客土中加入少许保水剂 ,提高客土栽植穴内有限水分资源的利用率 ,进一步提高苗木成活率 ;栽植穴外的地方全面客土 ,客土厚度 30 cm ,撒播草种。渣坡采用六棱连锁砖网格植草护坡技术 ,即在修整好的边坡坡面上每个矩形格内拼

铺正六边形混凝土框砖形成蜂巢式网格后 ,在网格内铺填种植土 ,再在砖框内栽草或种草的一项边坡防护措施。这种由若干空腔组成的有一定高度的蜂窝状构造 ,每个蜂窝空腔上、下相通 ,各蜂窝空腔孔壁连体 ;用有一定强度的柔性材料制成 ,受力结构合理 ,拼铺在边坡上能有效地分散坡面雨水径流 ,减缓水流速度 ,防止坡面冲刷 ,保护草皮生长。具有边坡防护、绿化双重效果。挡墙基部栽植攀援植物 ,对墙体进行遮掩 ,形成绿化格局。

4 结论与讨论

4.1 结 论

对葛铺煤矿矿区堆土场和排渣场进行的土壤水分 - 物理性质调查及径流量和产沙量调查表明 :堆土场植被恢复与重建的关键是提高土壤肥力、改善土壤结构。通过施用有机肥提高土壤肥力、采用径流林业技术^[15]提高造林成活率。选用耐旱、耐瘠薄的乡土树种 ,形成堆土场顶部乔灌混交、边坡上林草结合、坡脚植物下垂上攀的植被恢复模式。利用刺槐的固氮作用以及植物改良土壤的能力逐渐改善堆土场的土壤结构 ,形成稳定的植物群落 ,防治水土流失 ,保护矿区生态环境。

排渣场土壤极少 ,基质疏松 ,碎石间空隙较大 ,保水保肥能力极差 ,不具备植物生长所需的土壤环境和营养元素 ,因此植被恢复与重建的关键是客土复垦、保水保肥 ,排渣场顶部采取局部整地结合全面客土的方法 ,在栽植穴内铺设可降解防渗膜 ,在客土中加入保水剂 ,提高客土栽植穴内有限水分资源的利用率 ,提高苗木成活率 ;渣坡采用框格骨架稳定边坡和六棱连锁砖网格植草护坡技术 ;修浆砌石挡墙稳定坡脚 ,栽植攀援植物遮掩墙体 ,形成绿化格局。

4.2 讨 论

根据矿区废弃地立地条件选择适当的植被恢复与重建模式是植被恢复成败的关键之一 ,植物种类的选择在植被恢复与重建过程中占有举足轻重的地

(下转第 100 页)

土高原的科技投入力度,更加深入地开展水土保持、环境整治工作,从而更有效地保证国家的生态安全。

(4) 煤炭资源开发有效地转移了农村剩余劳动力,大大减轻了六道沟流域土地利用结构调整带来的社会压力,保证了退耕还林政策的顺利实施。在矿产资源丰富的生态脆弱区,应该通过资源开发搞活地方经济,创造就业机会,就地消化吸收从土地上转移出来的农村劳动力,减轻人口增长给土地带来的巨大压力。我们认为农村劳动力职业的空间转移优先于他们居住地的空间转移,这是农村剩余劳动力转移要坚持的一个原则。

参考文献:

- [1] 李秀彬. 全球环境变化研究的核心领域:土地利用/土地覆被变化的国际研究动向[J]. 地理学报,1996,51(6):553-558.
- [2] Lambin E F, Baulies X, Bockstael N, et al. Land-use and land-cover change (LUCC) implementation strategy. IGBP Report No. 48 and HDP Report No. 10[R]. stockholm:IGBP,1999.
- [3] 朱会义,李秀彬,何书金. 环渤海地区土地利用的时空变化分析[J]. 地理学报,2001,56(3):253-260.
- [4] 赵庚星,李玉环,徐春达. 遥感和 GIS 支持的土地利用动态监测研究:以黄河三角洲垦利县为例[J]. 应用生态学报,2000,11(4):573-576.
- [5] 查书平,丁裕国,于红博,等. 基于 RS 与 GIS 的长江三角洲土地利用变化分析[J]. 南京气象学院学报,2003,26(6):815-820.
- [6] 张晓萍,李谭宝,杨勤科,等. 基于 RS 和 GIS 的陕北丘陵沟壑区土地利用格局特征研究[J]. 水土保持学报,2002,16(1):39-43.
- [7] Tan G X, Ryosuke S, Kanichiro M. Development of a GIS-based decision support system for assessing land use status[J]. Geo-spatial information science,2004,7(1):72-78.
- [8] 张咏梅,包维楷,庞学勇. 天保、退耕工程与环境可持续发展的关系[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(3):296-300.
- [9] 常庆瑞,刘京,杨勤科,等. 基于 RS 与 GIS 的黄土丘陵沟壑区土地覆盖动态研究[J]. 应用生态学报,2003,14(12):2187-2190.
- [10] 刘盛和,何书金. 土地利用动态变化的空间分析测算模型[J]. 自然资源学报,2002,17(5):533-540.
- [11] 延军平,严艳. 陕甘宁边区生态购买设计与操作途径[J]. 地理学报,2002,57(3):343-353.

(上接第 94 页)

位。植物种类应具备适应性强、抗逆性好、有改良土壤能力、根系发达,有较高的生长速度、播种栽植较容易,成活率高等特性。

葛铺煤矿矿区的堆土场和排渣场分别采用两种不同的植被重建模式,运用了抗旱造林、径流林业、六棱连锁砖网格植草护坡等技术。以期达到矿区废弃地利用和植被恢复的目的,满足废弃地安全利用、高效利用和可持续发展的客观要求,为同类矿区的植被恢复与重建提供理论依据和成功模式。

参考文献:

- [1] 臧婁斌,王宇,王琿. 矿区土地复垦与生态重建现状及对策[J]. 山西建筑,2006,32(14):180-181.
- [2] 杨修,高林. 德兴铜矿矿山废弃地植被恢复与重建研究[J]. 生态学报,2001,21(11):1932-1940.
- [3] 卞正富. 我国煤矿区土地复垦与生态重建研究[J]. 资源·产业,2005,7(2):18-24.
- [4] Darmody R G. Modeling agriculture impacts of long-wall mine subsidence: A GIS approach[J]. International Journal of Surface Mining, Reclamation & Environment,1995(9):63-68.
- [5] 白中科,付梅臣,赵中秋. 论矿区土壤环境问题[J]. 生态环境,2006,15(5):1122-1125.
- [6] 李娟,赵竞英,陈伟强. 矿区废弃地复垦与生态环境重建[J]. 国土与自然资源研究,2004(1):27-28.
- [7] 王文龙,李占斌,李鹏,等. 神府东胜煤田开发建设弃土弃渣冲刷试验研究[J]. 水土保持学报,2004,18(5):68-71.
- [8] 郝文芳,梁宗锁,陈存根,等. 黄土丘陵沟壑区弃耕地群落演替与土壤性质演变研究[J]. 中国农学通报,2005,21(8):226-231.
- [9] 魏忠义,马锐,白中科,等. 露天矿大型排土场水蚀特征及其植被控制效果研究:以安太堡露天煤矿南排土场为例[J]. 水土保持学报,2004,18(1):164-167.
- [10] 李海英,顾尚义,吴志强. 矿山废弃土地复垦技术研究进展[J]. 矿业工程,2007,5(2):43-46.
- [11] 陈善沐,紫金山大型铜金矿动态开采水土保持措施补充整合探讨[J]. 水土保持学报,2004,18(4):186-189.
- [12] 包志毅,陈波. 工业废弃地生态恢复中的植被重建技术[J]. 水土保持学报,2004,18(3):160-163.
- [13] 宋书巧,周永章. 矿业废弃地及其生态恢复与重建[J]. 矿产保护与利用,2001(5):43-49.