

煤矸石山生态恢复研究进展

张 婷, 王曰鑫

(山西农业大学 林学院, 山西 太谷 030801)

摘 要:通过介绍煤矸石山对环境的污染,以及对矸石的利用率与排放量的对比,说明了煤矸石山生态恢复的必要性,并从立地条件、生态恢复技术等方面介绍了矸石山生态恢复研究现状,提出了今后矸石山生态恢复的方向。

关键词:煤矸石山;生态恢复;造林

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2007)05-0412-02

Research Progress of Coal Waste Piles' Ecology Restoration

ZHANG Ting, WANG Yue-xin

(The College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Taigu, Shanxi 030801, China)

Abstract: Through describing the pollution of coal waste piles to the environment, as well as to the contrast of coal waste using and the waste showed the necessity of the coal waste piles ecology restoration, and from the condition of local growth, the method of vegetation restoration aspect and so on, the authors present the present situation of coal waste piles' vegetation restoration, propose the development direction of coal waste piles' vegetation restoration.

Key words: coal waste piles; vegetation restoration; afforestation

煤矸石是指在煤矿建设、煤炭开采及加工过程中排放出的废弃岩石^[1]。主要包括洗矸、煤巷矸、岩巷矸、手选矸和剥离矸等5个类别。目前,我国煤矸石的产生量约为原煤产量的15%甚至更多,煤矸石年排放量约为1.5亿t^[2]。煤矸石是我国最大的工业固体废弃物(占全国总固体废弃物的20%以上),矿区煤矸石的处置主要是在矿井附近以矸石山的形式露天堆放。据统计,我国统配煤矿现有矸石山约1500座,若以全国所有煤矿计,则有各种堆积场数万个。当前,煤矿开采过程中排放的矸石等固体废弃物累计已达 7.4×10^9 t,压占土地约 8×10^4 hm²^[3]。大量的煤矸石长期露天堆放,不仅侵占大量耕地,矸石山的淋溶水污染地下水源和江河地表水,而且自然的矸石释放大量有害气体,造成大气污染,破坏生态平衡。为了减少煤矸石的排放及其对环境的污染,国内外对煤矸石已有一定程度的利用,主要有以下几种用途:煤矸石制砖、煤矸石生产轻骨料,煤矸石发电,煤矸石生产新型生物肥料,另外还可用煤矸石作原燃料、煤矸石作水泥混合材料、煤矸石作筑路和填充材料、煤矸石作硅掺合料、利用煤矸石作流化床、循环流化床锅炉的燃料进行发电、供热、从煤矸石中回收部分煤炭、利用煤矸石作充填、灌浆材料等等^[4-6]。但与其排放量相比还远远不够,因此,对煤矸石山的绿化复垦就显得尤为重要。

1 煤矸石山的立地条件分析研究

1.1 煤矸石山立地条件研究

立地条件是指待恢复和重建植被场所所有与植被生长发育有关的环境因子的综合。包括气候、地形条件和地表的组成物质的性质,立地条件的分析与评价,可为植物生长限

制性因子的克服和制定相应的措施提供科学依据,煤矸石山是一种特殊的立地类型,它不同于一般土壤的立地类型,白中科和胡振琪从矸石山的颗粒组成、水分含量、pH值以及矸石山的养分含量等方面做了研究,均认为矸石山具有颗粒粗、孔隙大、渗透系数高、养分含量贫瘠等特点。白中科等将矸石山的剖面划分为风化层、微弱风化层和未风化层等^[7,8],段永宏等^[9]在阳泉煤矸石山应用室内模拟试验与野外试验相结合的方法,对半干旱地区煤矸石山浅层矸石风化物剖面的水分进一步研究,并与黄土的水分特性进行了比较,认为矸石风化物因具有颗粒粗、孔隙大、渗透系数高、田间持水量、凋萎系数和累积蒸发量低的特点,具有一定的保水性能,矸石风化物中的水分含量随降雨量的变化而变化,矸石各风化层0~10 cm、10~20 cm、20~30 cm的水分含量随降水量增减的幅度依次减少,矸石山上生长的植被也随剖面水分的丰缺而荣枯,证明了水分对矸石山的植物生长至关重要。段永宏等^[10]还对矸石山表层风化物的盐分状况进行了研究,认为自然后的煤矸石风化物含盐量高,pH值极低,难以满足植物的立地条件而使矸石山成为不毛之地。未自燃的矸石风化物含盐量低,pH值趋于中性,植物可正常生长发育。贾平等^[11]对矸石风化层中的重金属和盐分也作了研究,结果表明:在半干旱气候区,矸石中的重金属尚不至对复垦种植和周围环境造成影响;自燃过的矸石山因强酸强盐渍化不能直接复垦种植,而未燃过的矸石盐分不会对复垦种植造成影响。这与段永宏等的研究结论基本一致。

1.2 煤矸石山立地类型分类研究

对于矸石山立地类型的划分,东北地区研究较多。张军

收稿日期:2006-11-15

作者简介:张婷(1981-),女,硕士研究生,主要从事土壤侵蚀及其防治研究。

等^[12]通过对阜新矿区矸石山的研究,选择出停止排矸年限、植物群落组成及盖度以及表层风化碎屑厚度3个主要因子将矸石山划分为4种生态类型:Ⅰ度风化停止排矸25a以上,表层风化碎屑厚15cm以上,植被盖度60%~80%,并以形成稳定的植物群落;Ⅱ度风化停止排矸15~25a,表层风化碎屑厚5~15cm,植被盖度50%~60%,植物群落趋向稳定;Ⅲ度风化停止排矸8~15a,表层风化碎屑厚0~5cm,植被盖度30%左右,群落呈斑状分布,仍然处于先锋阶段,煤矸石表层不太稳定,沟蚀达20%;Ⅳ度风化停止排矸8a以内或正在排矸,表层没有风化碎屑,仅出现单株的蒺藜和雀瓢,生境条件比较恶劣,沟蚀面积达50%以上,在雨季常有滑坡现象。刘青柏等^[13]通过对辽宁阜新地区矸石山植被恢复的调查与分析,根据停止排矸年限、矸石堆放高度、表层风化碎屑厚度等因子将矸石山划分为4大类型:Ⅰ类矸石山:停止排矸7a以内,矸石堆放高度在相对地表面30~40m,在矸石山的上坡及坡顶部表层矸石没有明显的风化碎屑;Ⅱ类矸石山:停止排矸7~15a,矸石堆放高度在相对地表面20~30m,在矸石山的中上坡,表层矸石风化碎屑厚度为0~5cm;Ⅲ类矸石山:停止排矸15~25a,矸石堆放高度在相对地表10~20m,矸石山的中坡表层矸石风化碎屑厚度为5~15cm;Ⅳ类矸石山:停止排矸25a以上,矸石堆放高度在相对地表约0~10m,在矸石山的坡脚,表层矸石风化碎屑高度为15cm以上。而谷金锋^[14]以鸡西市滴道矿区和城子河矿区为研究区域,根据不同废弃年龄矸石山的土壤物理性质、化学性质及植被状况,综合矸石山的土壤理化性质、植被状况,通过聚类分析,将鸡西地区不同废弃年龄的矸石山划分为四种立地类型:Ⅰ类:废弃年限在7年以内的矸石山;Ⅱ类:废弃年限在8~25a的矸石山;Ⅲ类:废弃年限在26~40a的矸石山;Ⅳ类:废弃年限在41a以上的矸石山。从以上研究看出前两者的结论基本趋于一致,从矸石山的物理性质及植被生长情况进行立地条件的划分,后者不仅从矸石山的物理性质、植被状况,更注重了矸石山的化学性质并将三者结合对矸石山的立地条件进行了划分。

2 生态恢复技术

2.1 整地技术研究

由于矸石山特殊的立地条件,在进行复垦种植前必须对其进行整地,改善其特殊的立地条件,不同地区其整地技术也不尽相同。福建龙岩地区采用扒穴客土和容器客土的整地方法种植苗木,其植被覆盖率达70%以上,生态环境明显改变,矸石山表层温度明显降低,矸石层的含水率增加,酸度降低,空气净化,矸石山的表层有了枯落物层,出现了一些野生植物。胡振琪等^[7]在路安集团王庄煤矿采用反坡环山带整地法进行整地,对落叶乔、灌木树种采用穴状坑配土栽植,对常绿树种采用带土球栽植。栽植前先行浇水降温,然后在栽植与配土,树坑内填土后再填风化的矸石碎块。而山西农业大学经过多年的试验研究总结出薄层覆盖法并从水分利用、幼苗的成活率,根系的抗逆性、经济等方面说明了薄层覆盖法的可行性与实用性^[9,10,16]。

2.2 施肥技术

煤矸石山养分含量普遍较少,因此在矸石山上种植作物很难生长,为此武冬梅、赵景逵等^[15]总结出煤矸石中有效氮素极其贫乏,是限制植物生长的首要养分因子,而且其有机活性物质也极贫乏,因此,复垦种植时必须施肥,并通过施肥种植试验认为在煤矸石风化物上施肥应化肥与有机肥配合施用,这样既可促进牧草的快速生长、提高其干物质,又可增加矸石中的有机物质及有效养分,同时也提高了煤矸石风化物的CEC及微生物活性。

2.3 矸石山复垦造林树种的选择

在辽宁抚顺进行的矸石山复垦造林树种的选择试验研究,用各种树种的成活率、保存率、各树种的平均树高、平均胸径以及树种的分枝及冠幅扩张情况作为判断标准,结果表明:在停止排矸10a以上的矸石山上,可以通过人工造林加速植被恢复,造林树种以选择刺槐、锦新杨、锦鸡儿、沙棘等效果最好,其次是白榆、樟子松、胡枝子、皂角、小叶朴、南蛇藤、细叶小蘗可作为辅助绿化树种用于矸石山造林^[17]。胡振琪^[7]在路安王庄煤矿煤矸石山进行矸石山绿化树种的选择试验,认为树种选择应优先考虑根系发达、耐贫瘠、耐干旱的乔、灌木树种,并且经过实验研究认为刺槐、国槐、火炬树、臭椿、侧柏、丁香、榆叶梅等是矸石山绿化时优先考虑的树种,而后胡振琪等^[18]又对9a生刺槐林分为对象的试验研究,从其生长规律,生产力水平及生态效应等方面说明刺槐是煤矸石山造林绿化的最主要的先锋树种之一。

3 生态效应

对于矸石山绿化复垦的生态效益,胡振琪等^[18]在王庄煤矿作了煤矸石山刺槐林分生产力和生态效应的研究,认为煤矸石山植被土壤水文效应的重点是通过植被改良土壤的作用,减少大孔隙(非毛管孔隙)和增加毛管孔隙、提高土壤持水量和肥肥能力、减少渗透速率在土壤的改良效益方面认为矸石山刺槐林分可以防止地表物质酸化,提高矸石山的有机质含量,刺槐林分可以增加全氮量并促进氮素的有效化。以山东省兖矿集团植被恢复过的矸石山为研究对象,对绿化矸石山的土壤效益和生态效益分别做过研究认为植被恢复对矸石山土壤改良效益显著,特别是对土壤中的有毒元素具有净化作用^[19,20]。并且可以改善周围生态环境效应(包括改善矸石山小气候的效应、净化矸石山周围环境效应、改良矸石山土壤的效应、增加生物多样性效应)。

4 发展方向

煤矸石山生态恢复的最终目的是建立稳定的矸石山人工植被生态系统,治理矸石山对生态环境的破坏与污染,恢复土地生产力。近年来对矿区实施植被恢复的研究较为活跃,而且越来越深入,逐步趋向于整体性、综合性和系统性,综合以上研究内容,今后矸石山生态恢复的方向应体现在以下几方面:(1)矸石山适宜植物种类的选择;(2)合理的筛选、组建矸石山生态恢复的植物种群模式;(4)注重生物技术对矸石山生态恢复中的应用;(5)建立矸石山立地类型划分的标准;(6)建立矸石山生态恢复的效益评价体系。

(下转第416页)

trol 中央控制系统会自动显示每个站点的流量情况和流量过程线,并进行记录以供日后查询,则共需要 PRS-D 压力调节器 34 个。泵的电源处设置电磁继电器和转换开关,电磁继电器与中央控制系统相连。

4.3 系统工作原理

数据采集系统中的土壤湿度传感器通过信号线将采集的数据反馈给中央控制系统 Sitecontrol,通过中央计算机预装的专业软件运算出是否需要灌溉。若需要灌溉,则中央计算机向 IDI 自动控制器发出指令,IDI 自动控制器将指令解译后发至由其控制的各解码器(FD-401);解码器接到指令即控制泵的抽水以及其辖区内电磁阀的启闭,在一定的时间内按一定的顺序自动完成大棚的灌溉并自动停机。

中央计算机土壤湿度传感器之间为单向通讯,通过有线方式实现数据传输。中央计算机和 IDI 自动控制器之间可采用有线双向数据传输。IDI 自动控制器与各个解码器之间,解码器与电磁阀和传感器之间是单向信号传输。

5 节水灌溉自动控制技术的发展趋势

目前,国内的灌溉控制器研制方面还没有形成规模大、应用广泛的成套灌溉控制产品。另外,现在开发出来的灌溉控制器价格昂贵,农民尽管知道能节省人力、节约用水、提高产量,但由于一次性投入太大,多数农民承担不起,在一定程度上限制了灌溉自动控制的普及。随着中国农业现代化进程的加快、农业结构调整,农业灌溉对自动化技术的要求会越来越高、越来越广泛,灌溉控制器在我国会有着广大的市场。节水灌溉控制器近期在中国应朝着价格低、性能可靠、

操作简便的方向发展。但从长远利益考虑,新的智能化技术、传感技术和农业科技的引入和普及,将促使智能化程度更高、功能更强、性能更稳定的灌溉控制器的出现^[3]。

参考文献:

- [1] 金永奎,方部玲,夏春华. 自动控制在节水灌溉中的应用[J]. 计算机与农业,2003,(12):18-20.
- [2] 张金波,胡刚,张学武,等. 自动化控制系统在节水灌溉中的应用[J]. 微计算机信息,2003,19(1):9-10.
- [3] 张兵,袁寿其,成立. 节水灌溉自动化技术的发展及趋势[J]. 排灌机械,21(2):37-41.
- [4] 徐征和,吴俊河,丁若冰,等. 自动化灌溉控制工程技术的研究与应用[J]. 中国农村水利水电,2006,(6):66-67.
- [5] 楼豫红. 自动控制灌溉系统介绍[J]. 四川农机,2003,(1):25.
- [6] 胡刚,沈波,宋培卿,等. 节水灌溉自动控制系统研究[J]. 排灌机械,22(2):39-42.
- [7] 陈文清. 节水灌溉自动化控制系统研究与应用[J]. 节水灌溉,2004,(6):27-32.
- [8] 黄滨,吴钟鸣. 大棚综合环境监测与自动控制系统探讨[J]. 南京农专学报,2001,(6):56-61.
- [9] 范伟,王文生,李世云. 滴灌自动化系统在大田中的应用示范[J]. 石河子科技,2003,(3):36-37.
- [10] 迟天阳,杨方,果莉. 节水灌溉中土壤湿度传感器的应用[J]. 东北农业大学学报,2006,(2):135-137.

(上接第 413 页)

参考文献:

- [1] 邓寅生,李仪琼,张玉贵. 我国煤矸石分类探讨[J]. 煤炭加工与综合利用,1998,(3):26-30.
- [2] 孙绍先,李树志. 我国煤矿土地复垦与塌陷区综合治理的技术途径[J]. 中国土地科学,1994,(5):41-46.
- [3] 韦朝阳. 我国煤矿区生态环境现状及综合对策[J]. 地理学报,1997,52(4):300-307.
- [4] 李海珍. 煤矸石的综合利用[J]. 煤炭技术,1999,(18):5.
- [5] 胡立宏. 煤矸石综合利用初探[J]. 辽宁城乡环境科技,2005,(6):37-38.
- [6] 谷庆宝. 煤矸石的组成及综合利用[J]. 中国矿业,1997,(9):14-16.
- [7] 胡振琪. 半干旱地区煤矸石山绿化技术研究[J]. 煤炭学报,1995,(6):322-327.
- [8] 高建钰. 白中科,焦志芳. 煤矸石山立地条件与林业复垦研究——以山西统配煤矿为例[J]. 山西林业科技,1999,(3):18-21.
- [9] 段永宏,白中科,赵景逵. 阳泉煤矸石上浅层矸石风化物水分特性初探[J]. 煤炭学报,1999,(10):533-537.
- [10] 段永宏,赵景逵. 煤矸石山表层矸石风化物的盐分状况与复垦种植[J]. 山西农业大学学报,1998,18(4):337-339.
- [11] 贾平,白中科,等. 山西煤矸石山风化层中重金属元素及盐分对复垦种植的影响[J]. 煤矿环境保护,1994,9(4):32-34.
- [12] 张军,杨芳,林华. 半干旱地区煤矸石山生态分类研究[J]. 生态学杂志,1995,14(6):7-10.
- [13] 刘青柏,刘明国,刘兴双,等. 阜新地区矸石山植被的恢复的调查与分析[J]. 沈阳农业大学学报,2003,34(6):434-437.
- [14] 谷金锋. 煤矿矸石山植被恢复机理研究——以鸡西市滴道矿区和城子河矿区为例[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2004.
- [15] 武冬梅,张建红,吕珊兰,等. 山西矿区矸石山复垦种植施肥策略[J]. 自然资源学报,1998,13(4):333-336.
- [16] 段永红,赵景逵. 矸石山覆盖种植对植物根系的影响[J]. 煤矿环境保护,1999,13(1):41-43.
- [17] 苏铁成. 煤矸石山复垦造林树种选择的试验研究[J]. 林业科技通讯,1998,(1):24-26.
- [18] 胡振琪,张光灿,毕银丽,等. 煤矸石山刺槐林分生产力及生态效应研究[J]. 生态学报,2002,(5):621-628.
- [19] 苏强平. 植被恢复下矸石山土壤改良效益研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.
- [20] 蒋文琼. 绿化造林改善矸石山生态环境效应的研究[D]. 北京:北京林业大学,2004.