

流动沙丘上生态垫防风固沙效果初步评价

杨晓晖^{1*}, 于春堂¹, 秦永胜²

1. 中国林业科学研究院林业研究所//国家林业局森林培育实验室, 北京 100091; 2. 北京市林业国际合作项目管理办公室, 北京 100029

摘要:北京及其周边地区分布的大量裸露沙荒地是北京近年来沙尘暴频发的主要沙源之一, 而增加其地表覆盖状况则是遏止就地扬尘起沙的有效措施之一。以北京西北部河北宣化黄羊滩为例, 对流动沙丘上铺设生态垫并栽植灌木的防风固沙效果进行了初步研究。研究表明, 与沙柳沙障相比, 生态垫确实可以降低近地表的输沙率, 提高生态垫下土壤的养分含量, 一定程度上提高柠条的地径和高度, 可见生态垫是一种很好的促进流沙固定和植被恢复的地表覆盖材料; 与其它两种生态垫铺设方式(品字状和带状)相比, 全铺可以显著降低近地表的输沙率, 提高其下土壤的养分含量, 但柠条的生长状况却略差, 这可能与全铺降低了小雨入渗的可能性有关; 就两种部分铺设的方式而言, 无论从降低近地表的输沙率还是促进柠条的生长上来看, 品字状都明显优于带状。从生态和经济的角度综合考虑, 品字状铺设显然是该区域流沙防治措施中较好的选择。

关键词:生态垫铺设方式; 沙柳沙障; 输沙率; 柠条生长参数

中图分类号: S157

文献标识码: A

文章编号: 1672-2175 (2007) 03-0964-04

随着北京城市化和国际化进程的加速, 城市人口和规模的急剧膨胀对整个生态环境的压力越来越大, 加之人们环境意识的增强和对环境需求的增加, 北京地区的生态环境已越来越不能满足社会经济发展的要求, 以沙漠化和水土流失为主要代表的自然灾害已成为制约整个首都社会经济发展的主要因素之一。近半个世纪来, 虽然中央政府和北京市在防沙治沙方面投入了巨大的努力, 取得了较大成绩, 但风沙危害形势仍然十分严峻^[1-2]。2000年春季北京市出现的10次沙尘暴, 使人们进一步认识到北京市风沙危害的严重性^[3]。20多年前“风沙逼近北京城”的说法今天看来并非耸人听闻。据北京市国土资源报告, 1981年以来, 城近郊区降尘量每月每平方公里为26 t, 远郊区县最高达34.2 t。北京市环境保护监测中心测定数据表明, 2000年春天北京市出现的10次沙尘暴中, 本地扬尘污染率占20%, 低空扬尘本地污染率占80%。针对北京、天津及其周边地区的风沙及沙尘暴灾害日趋严重的问题, 国家目前已经启动了“京津风沙源治理工程”, 该工程主要是通过平原区的荒沙荒滩上栽种防风固沙林和恢复近地表植被覆盖的方法, 降低该区域内的就地起沙和低空扬尘; 通过在山区种植水土保持林的方法, 降低坡面的土壤侵蚀, 减少流域外和山前平原的泥沙淤积, 控制沙物质的供应, 从而构建一个综合的风沙危害防护系统, 从根本上解决这一区域的沙尘污染问题。

马来西亚是全球最大的棕榈油生产及出口国, 生态垫是用棕榈油生产的主要副产品生产的, 在生

产过程中没有使用任何化学添加剂, 其主要特点有: 环保产品; 持久耐用且具生物降解特性; 改良土壤有机质和植物可吸收的养分含量; 改善土壤结构和土壤持水能力; 降低土壤侵蚀和肥力流失; 抑制杂草生长和降低除草费用; 经压缩不会成为鼠类、甲虫或其他害虫的繁殖场所; 重量轻, 易于搬运且易于根据土壤表面状况进行铺设等, 目前该产品在马来西亚已被广泛用于植树造林、园林花卉和废弃地的整治利用等方面^[4]。2002年开始执行的中马科技合作项目“生态垫在中国荒漠化防治工程中的应用”已在防治坡面水蚀和促进植被恢复等方面取得了较好的结果^[5-7]。本文以北京周边地区河北省宣化县黄羊滩为例, 通过对流动沙丘上草方格和生态垫不同防护方式下风沙流的比较观测和土壤分析, 研究了不同防护方式对就地起沙的影响, 并通过林木生长状况调查, 对生态垫在促进林木生长方面的作用进行研究, 从而探讨生态垫在防沙治沙工程中推广应用的可行性。

1 研究区概况

研究区位于河北省张家口市宣化县东南部洋河南岸黄羊滩, 距北京180 km, 距官厅水库50 km, 距宣化城7.5 km。黄羊滩南北长约12.9 km, 东西宽13.7 km, 总面积为9766.2 hm², 海拔600~1000 m (图1)。黄羊滩地处干旱与半干旱过渡地带, 年平均气温7.6℃, 年降水量400 mm, 年蒸发量2000 mm, 大风天数37~40 d, 年有效积温2368~3573℃, 无霜期130 d。黄羊滩主要植被为蒿类(*Artemisia* spp.)、蒙古岩黄芪(*Hedysarum mongolicum*)、白草

基金项目: 中马科技合作项目; 国家“十一五”科技支撑项目(2006BAD26B05)

作者简介: 杨晓晖(1968-), 男, 副研究员, 博士, 主要从事景观生态和荒漠化防治研究。Tel: +86-10-62889689; E-mail: yangxh@forestry.ac.cn

收稿日期: 2006-11-06



图 1 研究区位置示意图

Fig. 1 Locaton map of study area

(*Pennisetum centrasiatricum*), 伴生植物主要有胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、虎尾草(*Chloris virgata*)、蒺藜草(*Cenchrus L.*)等, 其中半固定和流动沙丘主要分布有野苜蓿(*Medicago falcata*)、沙蓬(*Agriophyllum pungens*)等植物, 且呈退化趋势。土壤类型主要为风沙土, 地貌多为流动和半固定沙丘, 是永定河上游的特大沙滩之一[8-9]。

由于黄羊滩地势水平落差大, 降雨集中, 土壤中富含沙物质, 加之宣化地区冬季干燥大风等自然因素决定了黄羊滩生态平衡的脆弱性。特别是长期过度垦殖、樵采和超载过牧, 使原生植被遭到反复破坏, 加剧了土壤侵蚀, 导致了生态环境的急剧退化。据统计, 黄羊滩每年被大风刮走的表土超过 1×10^4 t, 夏秋泥沙入库量达 65×10^4 t, 大量泥沙通过洋河注入官厅水库造成严重淤积。同时因距北京较近, 冬春季节, 风沙直逼北京, 是造成北京大气质量下降的主要原因之一[10]。

2 研究方法

在黄羊滩我们选择典型流动沙丘进行试验布设, 在流动沙丘的迎风面, 生态垫的铺设采取三种方式, 第一种为全铺, 灌木栽植密度为 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, 第二种方式为带状铺设, 生态垫铺设方向为平行于等高线, 灌木栽植密度为 $1 \text{ m} \times 2 \text{ m}$, 第三种方式为品字形铺设, 灌木栽植密度为 $2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, 同时设置 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的沙柳方格作为对照, 栽植的灌木为柠条(*Platycladus orientalia*), 具体的试验布设方式如图 2 所示。

我们于 2005 年春季对黄羊滩不同地表防护方式下的风沙流进行了观测, 由于受到仪器设备的限制, 观测只能对每一种方式单独进行, 即在每种方式的底部、中部和顶部分别布设自记风速计和集沙仪, 这也代表了风沙流的运动方向, 为了便于各种方式间的相互比较, 我们在其相邻的裸露沙丘上同样布设自记风速计和集沙仪作为对照, 并根据其观

万方数据

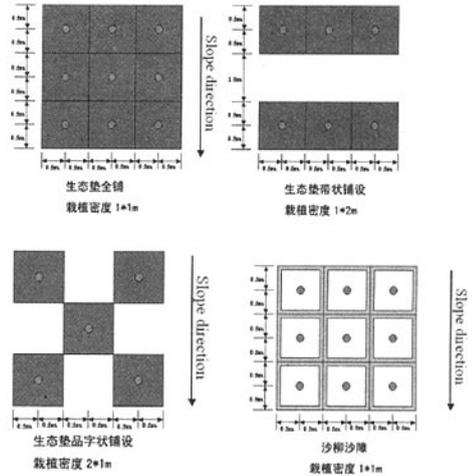


图 2 生态垫和草方格布设方式及栽植密度

Fig. 2 Cover types of ecomat and straw checkerboard and shrub planting density

测结果来分析不同防护方式风沙流的相对变化。考虑到我国沙漠地区不同沙粒粒径的起动风速的观测结果[11], 我们根据裸露沙丘上的观测数据, 选择 $4 \sim 7 \text{ m/s}$ 间的风速观测时段作为计算的范围, 并据此确定相应防护方式上风速仪的对比数据时段, 相对变化值可采用下式计算:

$$R = \frac{\bar{V}_c - \bar{V}_s}{\bar{V}_s}$$

式中: R —风速变化率; \bar{V}_c —不同防护方式下风速平均值; \bar{V}_s —流动沙丘上风速平均值。

我们选择典型时段(观测期为 2005 年 4 月 20 日 16 时 24—38 分, 平均风速为 7.8 m/s)采用集沙仪对四种防护方式下沙丘不同部位(底部、中部和顶部)的近地表沙物质的含量进行了同步观测, 并据此比较地表输沙率的变化。同时我们对生态垫覆盖下的土壤和不同防护方式下裸地的土壤进行取样, 并对其土壤养分含量进行分析。此外在整个项目实施期内, 我们还对柠条的生长状况进行了调查分析。

3 结果分析

3.1 近地表风速及输沙量的变化

从近地表 5 cm 处风速相对变化的分析结果(表 1)可以看出, 所有防护方式的沙丘不同部位的风速均有一定程度的提高, 就不同防护方式而言, 风速相对变化基本表现为(生态垫)全铺>品字状>带状>沙柳方格, 就同一防护方式而言, 沙丘不同部位风速相对变化表现为顶部>中部>底部(带状除外), 也就是说沿风速方向风速呈逐渐增加的趋势。

不同防护方式近地表 $0 \sim 5 \text{ cm}$ 处输沙率的观测

表1 不同防护方式近地表5cm处风速相对变化

Table 1 Relative change of wind velocity for protected types at 5 cm above surface %

防护方式	底部	中部	顶部
生态垫 全铺	15.76±1.14	23.85±1.94	31.26±2.61
带状	16.36±2.35	13.78±1.11	17.02±1.45
品字状	16.51±1.69	17.68±1.87	20.16±1.49
沙柳方格	4.12±0.21	6.69±0.53	10.31±0.98

结果表明(图3),不同防护方式输沙率变化表现为沙柳方格>带状>品字状>全铺,同一防护方式沙丘不同部位输沙率变化表现为底部>中部>顶部(沙柳方格除外),这与风速的相对变化规律相吻合,究其原因,由于地表糙度的变化,导致风中挟带的沙粒被滞留在地表,且随着距离的增加,风中的沙量逐渐减少,因此风速逐渐增大,这表明不同的地表覆盖方式不仅可以减少地表面的就地起沙量,而且还可以一定程度上降低风中的沙粒含量。

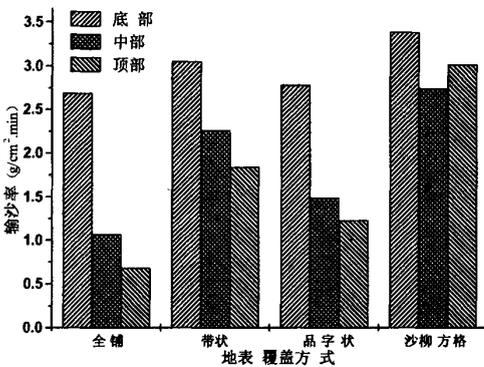


图3 不同防护方式近地表5cm处输沙率的比较

Fig. 3 Sand transportation rate for protected types at 5 cm above surface

3.2 土壤养分状况分析

从表2中可以看出,生态垫下土壤的全氮、速效磷、速效钾和有机质均比防护前流动沙丘上土壤的含量有所提高,尽管提高的幅度有大有小,究其原因,全氮含量的提高可能部分来自豆科灌木柠条的固氮作用,而其余三者的提高均应来自于生态垫的降解,尽管受降水量和温度的限制,生态垫的降

表2 不同防护方式下土壤养分状况分析

Table 2 Soil nutrient for protected types

取样部位	全氮		速效磷		速效钾		有机质	
	含量/(g·kg ⁻¹)	变化/%	含量/(mg·kg ⁻¹)	变化/%	含量/(mg·kg ⁻¹)	变化/%	含量/(g·kg ⁻¹)	变化/%
铺设前(流动沙丘)	0.005 5	0	1.10	0	41.71	0	0.098	0
带状铺设裸土	0.003 2	-41.82	0.90	-18.18	40.82	-2.13	0.083	-15.31
品字状铺设裸土	0.005 1	-7.27	0.95	-15.79	42.38	1.61	0.087	-11.22
生态垫下土壤 ¹⁾	0.010 3	87.27	1.85	68.18	45.80	9.81	0.144	46.94
沙柳方格内土壤	0.004 7	-14.55	1.16	5.45	38.26	-8.27	0.078	-20.41

1) 生态垫下土壤养分的分析结果为3种铺设方式中生态垫下土壤养分分析数据的平均值
万方数据

解速率较低,但由于风沙土中各土壤养分的含量均较低,因此少量的变化就表现得比较显著,从带状铺设裸土,品字状铺设裸土和沙柳方格内土壤的分析结果来看,基本上表现为降低的趋势,其中带状铺设裸土降低的幅度高于品字状铺设裸土,出现这种趋势可能是由于防护方式改变了研究区内局部地表糙度,使得防护部分的风蚀量显著减小,而未防护部分的风蚀量显著提高所致。

3.3 苗木生长参数分析

从苗木个体的成活率上来看,不同防护方式下基本上差别不大,保存率上则表现为沙柳方格略低,不足80%,而三种生态垫防护方式下均在87%以上,且差别不大(表3);从柠条个体的生长状况来看,无论是地径还是高度,品字状铺设均表现为最高,而全铺和带状铺设相差无几,均低于品字形铺设,沙柳方格的值为最低,这表明生态垫覆盖可以促进柠条个体的生长,品字状覆盖的生长状况高于全铺和带状铺设,可能是由于该方式有利于水土资源的有效利用。

表3 不同防护方式下柠条个体的成活率、保存率及生长情况

Table 3 Growth parameters of *Platycladus orientalis* for protected types

防护方式	成活率/%	保存率/%	地径/cm	高度/cm
生态垫 全铺	98.5	87.4	1.76±0.17	92±11.7
带状	98.7	88.8	1.68±0.22	107±13.2
品字状	97.9	90.6	2.02±0.19	118±10.6
沙柳方格	97.7	79.6	1.45±0.15	85±9.5

注:所调查柠条2003年7月栽植,成活率于2004年6月调查,保存率和生长状况于2005年10月调查

4 结论

(1)从风沙流、土壤养分状况和苗木生长状况的分析结果可以看出,与沙区常用的流动沙丘治理措施—沙柳沙障相比,生态垫确实可以降低近地表的输沙率,提高生态垫下土壤的养分含量,从一定程度上提高柠条的地径和高度,从这一角度上来说,生态垫是一种很好的促进流沙固定和植被恢复的地表覆盖材料;

(2)与其他两种生态垫铺设方式相比,全铺显然可以降低近地表的输沙率,提高其下土壤的养分

含量,但其苗木个体的生长状况却略低,这可能是由于全铺降低了一些小雨入渗的可能性(小雨是该区域降雨的主要特点);就两种部分铺设(品字状和带状)的方式而言,无论从降低近地表的输沙率还是提高柠条的地径和高度上来看,品字状都明显优于带状。

(3)从生态和经济的角度综合考虑,品字状铺设显然是该区域流沙防治措施中的较好的选择。

参考文献:

- [1] 陈广庭. 近50年北京的沙尘天气及治理对策[J]. 中国沙漠, 2001, 21(4): 402-407.
CHEN Guangting. History of strong dust storms in Beijing and ecological environmental change in nearby regions[J]. Journal of Desert Research, 2001, 21(4): 402-407.
- [2] 申元村, 杨勤业, 景可, 等. 中国的沙尘、尘暴及其防治[J]. 干旱区资源与环境, 2002, 14(3): 11-14.
SHEN Yuancun, YANG Qinye, JING Ke, et al. Sand-storm and dust-storm in China and prevention and control[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2002, 14(3): 11-14.
- [3] 李令军, 高庆生. 2000年北京沙尘暴源地解析[J]. 环境科学研究, 2001, 14(2): 1-3.
LI Lingjun, GAO Qingsheng. Source analysis of Beijing sand dust in 2000[J]. Research of Environmental Sciences, 2001, 14(2): 1-3.
- [4] 杨晓晖, 王小平, 秦永胜. 生态垫在京北石质山区盘山公路边坡绿化工程中应用效果评价[J]. 水土保持探究, 2006, 13(3): 119-120, 123.
YANG Xiaohui, WANG Xiaoping, QIN Yongsheng. Effects of Ecomat on greening engineering on the side-slope of winding mountain highway in stony mountains of northern Beijing[J]. Research of Soil and water conservation, 2006, 13(3): 119-120, 123.
- [5] 刘平, 马履一, 郝亦荣. 生态垫对河滩造林地土壤温湿度和杂草的影响[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(1): 77-81.
LIU Ping, MA Luyi, HAO Yirong. Effect of ecomat on soil temperature and water content and weed of afforestation in river-beach[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2005, 3(1): 77-81.
- [6] 郝亦荣, 马履一, 刘平. 生态垫对油松生长及光合特性的影响[J]. 中国水土保持科学, 2005, 3(3): 73-77.
HAO Yirong, MA Luyi, LIU Ping. Effects of ecomat covering the floor of *Pinus tabulaeformis* plantation on the tree growth and photosynthetic properties[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2005, 3(3): 73-77.
- [7] 韩向忠, 孙向阳, 胡剑非. 生态垫对造林地土壤水分及养分的影响研究[J]. 华南热带农业大学学报, 2006, 12(2): 23-26.
HAN Xiangzhong, SUN Xiangyang, HU Jiafei. Effects of ecomat on soil water and nutrients of woodland[J]. Journal of South China University of tropical Agriculture, 2006, 12(2): 23-26.
- [8] 孟树标, 温素卿, 王超. 黄羊滩风蚀沙地地表风蚀量的研究[J]. 河北林业科技, 2006, 1: 5-6.
MENG Shubiao, WEN Suqing, WANG Chao. Study on wind erosion in Huangyangtan Sandland[J]. Hebei Forestry Science & Technology, 2006, 1: 5-6.
- [9] 刘芳, 巢强, 岳永力. 经营方式对风蚀沙土地力影响研究[J]. 河北林业科技, 2004, 6: 1-2.
LIU Fang, CHAO Qiang, YUE Yongli. Effects of landuse types on soil productivity affected by wind erosion[J]. Hebei Forestry Science & Technology, 2004, 6: 1-2.
- [10] 李君, 谭利华, 邱维理, 等. 黄羊滩沙地的形成及其对北京沙尘暴天气的影响[J]. 北京师范大学学报: 自然科学版, 2002, 38(2): 279-284.
LI Jun, TAN Lihua, QIU Weili, et al. Formation of Huangyangtan sandy land and its effect on the sand-dust storms of Beijing[J]. Journal of Beijing Normal University: Natural Science, 2002, 38(2): 279-284.
- [11] 朱朝云, 丁国栋, 杨明远. 风沙物理学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992: 70.
ZHU Chaoyun, DING Guodong, YANG Mingyuan. Blown-Sand Physics[M]. Beijing: China Forestry Press, 1992: 70.

A preliminary evaluation of Ecomat function on windbreak and sand-fixation in mobile sand dune

YANG Xiaohui¹, YU Chuntang¹, QIN Yongsheng²

1. Research Institute of Forestry, Chinese Academy of Forestry/Silvicultural Lab of State Forestry Administration, Beijing 100091, China;

2. Beijing Forestry Department of International Cooperation, Beijing 100029, China

Abstract: A large area of bare sandland distributed in Beijing and its surrounding areas is one of sand source areas which contributes to high-frequent sand storms in Beijing in recent years, whereas increasing of surface coverage condition is one of effective measures to lessen local blown-sand activities. This study, conducted in Huangyangtan, Xuanhua County, Hebei Province, was aimed at the roles of ecomat and shrub-planting in windbreak and sand-fixation in mobile sand dunes. The results show that compared to *Salix psammophila* barrier, ecomat cover does decrease surface sand transportation rate (SSTR), increase surface soil nutrient, and enhance growth of *Platycladus orientalis* to the extent, undoubtedly ecomat is one of surface cover materials for sand-fixation and revegetation; compared to two other ecomat part-cover types (banded and chessboard), the all-cover type can also decrease SSTR, increase surface soil nutrient significantly, growth condition of *Platycladus orientalis*, however, is not good as expected, which may attributes to lower infiltration rate of slight rainfall; as for two part-cover types, chessboard type is better than banded type in increasing of SSTR and enhancement of *Platycladus orientalis* growth. In conclusion, ecomat chessboard type is the best measure for sand control ecologically and economically in this region.

Key words: Ecomat cover types; *Salix psammophila* barrier; sand transportation rate; growth parameters of *Platycladus orientalis*