

不同铺设年限沙柳沙障的防风固沙效益研究

陈曦¹, 雷虹娟², 汪季¹, 贺明辉¹, 韩彦隆¹, 吕新丰¹

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010018; 2. 包头市达茂旗林业局, 内蒙古 包头 014300)

摘要:以铺设于 2000 年和 2003 年沙柳沙障为研究对象, 研究了不同铺设年限的沙柳沙障对沙漠地区风速特征的影响, 以探讨沙柳沙障的防风固沙效果。结果表明: 随着沙柳沙障年限的增加, 设障沙柳沙障样地的防风效能增大, 2 个设障年限样方的防风效能均在 10 cm 处达到最大, 100 cm 处最低; 设障沙柳沙障使地表粗糙度显著地提高, 2000 年试验样地与 2003 年试验样地的地表粗糙度值分别是对照粗糙度值的 2.35 倍和 3.69 倍; 2000 年铺设的沙柳沙障内的风速廓线曲线比 2003 年的变化更显著。

关键词:沙柳; 沙障; 防风效能; 地表粗糙度; 风速廓线

中图分类号:S 792.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2014)08-0051-03

土地荒漠化是当今世界所面临的重大环境问题之一。由于土地沙漠化问题的存在, 使得全球的环境退化, 作为全世界土地沙漠化现象最为严重的国家之一, 我国也十分重视沙漠化质量问题。沙障是土地沙漠化治理的措施之一。机械沙障可以增加地表的粗糙度, 从而达到降低风速、降低输沙量的目的, 除此以外, 机械沙障还可以对其影响的局部地区进行小气候改良^[1-2]。现有的研究多集中在沙障高度、规格等方面, 而针对使用一定年限后的沙障的研究较少^[3-10]。为了揭示使用多年以后沙柳沙障对风速变化过程的影响规律, 于 2013 年 5 月对巴图塔沙柳基地铺设于 2000 年和 2003 年的沙柳沙障内风速进行测定, 研究了不同铺设年限的沙柳沙障对风速特征的影响, 探讨沙柳沙障的防风固沙效果, 以期防治风蚀危害提供科学依据, 为沙漠地区恢复和重建退化地生态系统提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地位于内蒙古自治区鄂尔多斯市伊金霍洛旗的巴图塔沙柳基地, 该地距乌兰木伦镇 2 km, 地处毛乌素沙地东北部, 其中央地理坐标为东经 110°03', 北纬 39°31'。该地区是亚洲中部草原过渡到荒漠草原的干旱和半干

旱地区。主要岩石类型为砂岩、砾岩, 该岩石类型较为松散, 易风化。岩石风化是该地区沙质的来源之一。试验区为典型温带大陆性气候, 日照强烈, 少雨干旱。境内有 6 条内流河, 2 条外流河干流, 21 个天然湖泊, 水资源相对丰富, 该区地下水资源丰富, 以大气降水为地下水资源的主要补给。土壤类型以栗钙土为主, 非地带性和地带性土壤交错分布。

1.2 试验方法

以毛乌素沙地东北部为试验区, 选择具有典型性和代表性的且坡度一致沙丘, 分别于 2000、2003 年铺设沙柳沙障, 沙障规格为 2.5 m × 5.0 m, 沙障材料为长 40 cm、直径为 13~15 mm 的沙柳(*Salix psammophila*)棒。于 2013 年 4 月, 在 2 个铺设年限的沙柳沙障的试验区内分别设置 3 个 50 m × 50 m 的固定样方, 每个固定样方内设置 3 个 5 m × 5 m 的小样方作为重复。利用 HOBO 测风仪分别测定每个样方内风速特征, 以裸沙丘为对照, 测定高度分别为 10、30、50、100、200 cm, 测定时间为 20 min, 数据记录时间间隔为 2 s。

1.3 项目测定

防风效能值的计算^[11]: $E_h = (V_{h0} - V_h) / V_{h0} \times 100\%$ 。式中, E_h 代表高度为 h 处防风效能(%); V_{h0} 代表对照沙丘高度为 h_0 处平均风速(m/s); V_h 代表沙障内高度为 h 处平均风速(m/s)。地表粗糙度(Z_0)的计算^[12]:

$\log Z_0 = \frac{\log u_2 - A \log u_1}{1 - A}$ 。式中, Z_0 地表平均粗糙度

(cm); u_2 表示高度为 Z_2 处风速(m/s); u_1 表示高度为 Z_1 处风速(m/s); 其中, $A = u_2 / u_1$, $Z_1 = 10$ cm, $Z_2 = 200$ cm。

风速廓线的确定^[13]: $u = \frac{u^*}{K} \ln \frac{Z}{Z_0}$, 式中, u 代表高度 z 处的平均风速(m/s); u^* 代表摩阻流速(摩擦速度)

第一作者简介:陈曦(1989-), 女, 内蒙古赤峰人, 硕士研究生, 研究方向为荒漠化防治。E-mail: 15184762218@163.com。

责任作者:汪季(1957-), 男, 山东济南人, 博士, 教授, 博士生导师, 现主要从事荒漠化防治等研究工作。E-mail: wangji1957@163.com。

基金项目:国家公益性行业(林业)科研专项资助项目(201204205)。

收稿日期:2014-01-14

(m/s); K 代表卡曼常数(Karman)常数, 值为 0.4; Z 代表风速廓线上的某点距地面垂直高度(m); Z_0 代表空气动力学粗糙度(m)。

2 结果与分析

2.1 不同距地高度、不同铺设年限沙柳沙障防风效能比较

防风效能值的对比是评价防沙治沙措施效益的主要指标之一。防风效能是指遮挡物处风速与旷野风速之差与旷野风速的比值^[11]。风速效能可以比较直观的反映出沙障的防风固沙效益。从表 1 可以看出, 相同铺设年限的沙柳沙障的防风效能值规律相同, 即防风效能值随着测量高度的增加而降低。具体表现为 2000 年铺设的沙障 10 cm 处防风效能是 100 cm 处的 1.72 倍; 2003 年铺设的沙障 10 cm 处防风效能是 100 cm 处的 1.65 倍。从表 1 还可以看出, 不同铺设年限沙障在 10~30 cm 处防风效能均明显较其余高度大, 可见不同铺设年限沙障对风速的影响范围主要集中在 10~30 cm 处。

对比各年限之间的防风效能值可以发现, 2000 年铺设沙柳沙障的样地距离地面高 10、30、50、100 cm 处的防风效能值分别为 78.57%、73.45%、65.42%、45.58%, 分别是 2003 年的 1.11、1.16、1.06、1.06 倍。

综上所述, 不同铺设年限的沙柳沙障在 10~30 cm 内降低风速效果明显, 反映出沙障削弱风沙流活动的的能力。

表 1 不同距地高度、不同铺设年限沙柳沙障防风效能比较

Table 1 Comparison of different height, different laying age on windproof performance of *Salix psammophila* sand barrier %

年份	不同距地高度 Different height/cm			
Year	10	30	50	100
2000 年	78.57	73.45	65.42	45.58
2003 年	71.06	63.34	61.52	43.07

2.2 不同铺设年限沙柳沙障地表粗糙度比较

所谓地表粗糙度是指某一高度(用 Z_0 表示), 该高度即为下垫面上平均风速为 0 m/s 时的高度。通常而言, 下垫面情况越粗糙, 平均零风速出现的高度越向上。就理论而言, 如果下垫面性质固定则地表粗糙度为定值^[12]。从图 1 可以看出, 在铺设沙柳沙障以后可以有效地提高地表粗糙度。2000、2003 年障内粗糙度分别是对照粗糙度的 2.35 倍和 3.69 倍, 说明沙柳沙障地铺设改变下垫面类型, 改变近地表风速流场, 从而增大地表粗糙度。

对于不同铺设时间而言, 2000、2003 年的沙柳沙障粗糙度值表现出递减的趋势, 2000 年试验样方内的地表粗糙度是 2003 年样方的 1.83 倍。

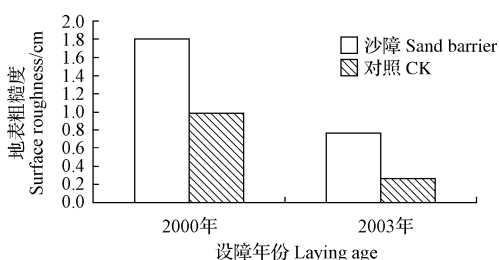


图 1 不同铺设年限沙柳沙障地表粗糙度比较

Fig. 1 Comparison of different laying age on surface roughness *Salix psammophila* sand barrier

2.3 不同距地高度、不同铺设年限沙柳沙障风速廓线比较

风速廓线就是指风速沿着高程的分布规律^[14-16]。风沙有效活动层面的风速廓线是空气中流动气流和活动沙柳直接相互受力作用的结果。

从图 2 可以看出, 2000 年铺设的沙柳沙障样方内的风速小于对照沙丘的风速。从相同架设高度来分析, 2000 年沙柳沙障内 10、30、50、100 cm 处的风速分别为对照风速的 32.25%、38.73%、45.53%、58.50%。

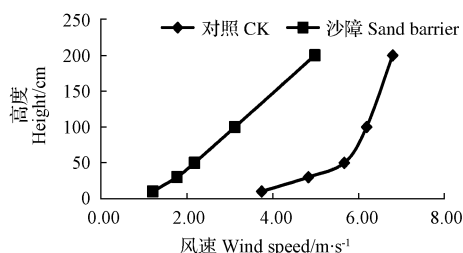


图 2 2000 年不同距地高度沙柳沙障风速廓线比较

Fig. 2 Comparison of different height on wind profile of *Salix psammophila* sand barrier in 2000

从图 3 可以看出, 2003 年铺设的沙柳沙障样方内的风速小于对照沙丘的风速, 2003 年沙柳沙障体系内 10、30、50、100、200 cm 处的风速分别为对照风速的 37.75%、42.31%、54.42%、60.61%、59.36%。表明沙柳沙障体系在不同高度对风速均有影响, 而且这种影响主要集中在 10~30 cm 处。

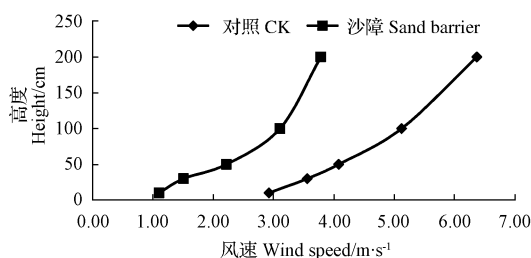


图 3 2003 年不同距地高度沙柳沙障风速廓线比较

Fig. 3 Comparison of different height on wind profile of *Salix psammophila* sand barrier in 2003

从图4可以看出,沙柳沙障内的风速廓线表现出随着使用年限的增加,曲线的变化特征越来越接近“S”型变化,2000年铺设的沙柳沙障内的风速廓线曲线比2003年的变化更明显。沙柳沙障风速廓线的形态变化表现为“S”型变化随使用年限的增加程度增大,即沙柳沙障的风速廓线曲线变化与其防护能力的大小有直接关系,当沙柳沙障的防护能力增大时,能够有效阻碍风沙流,导致风速廓线变化特征越来越趋近于“S”型。

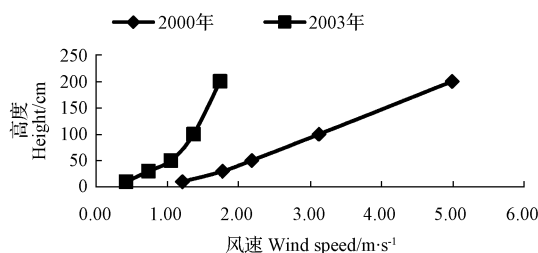


图4 不同距地高度、不同铺设年限沙柳沙障内的风速廓线比较

Fig. 4 Comparison of different height, different laying age on wind profile of *Salix psammophila* sand barrier

3 结论

该试验结果表明,不同铺设年限的沙柳沙障在10~30 cm内降低风速效果明显,反映出沙障削弱风沙流活动的的能力。对比各年限之间的防风效能值可以发现,相同架设高度时,2000年的防风效能值高于2003年。沙柳沙障地铺设提高了地表粗糙度,2000、2003年沙障内粗糙度分别是对照的粗糙度的2.35倍和3.69倍,铺设于2000、2003年的沙柳沙障地表粗糙度呈递减趋势,2000年试验样方内的地表粗糙度是2003年样方的1.83倍。沙柳沙障内的风速廓线表现出随着使用年限的增

加,曲线的变化特征越来越接近“S”型变化,2000年铺设的沙柳沙障内的风速廓线曲线比2003年的变化更明显。

(该文作者还有高亮,单位同第一作者。)

参考文献

- [1] 朱俊凤,朱震达.中国沙漠化防治[M].北京:中国林业出版社,1999:167-168.
- [2] 唐麓君,杨忠岐.治沙造林工程学[M].北京:中国林业出版社,2005:84-90.
- [3] 高永,邱国玉,丁国栋,等.沙柳沙障的防风固沙效益研究[J].中国沙漠,2004,24(3):365-370.
- [4] 康世勇,夏素华,李志忠,等.鄂尔多斯沙区飞播杨柴固沙技术的研究[J].中国沙漠,1998,18(1):57-63.
- [5] 孙明忠,武润虎.华能东煤矿区防沙护矿措施选择[J].内蒙古林学院学报,1996(3):40-44.
- [6] 张瑞麟,刘果厚,崔秀萍.浑善达克沙地黄柳活沙障防风固沙效益的研究[J].中国沙漠,2006,26(5):45-47.
- [7] 赵国平,胡春元,张勇,等.高立式沙柳沙障防风阻沙效益的研究[J].内蒙古农业大学学报,2006,27(1):59-63.
- [8] 赵国平,左合君,徐连秀,等.沙柳沙障防风阻沙效益的研究[J].水土保持学报,2008,22(2):38-41.
- [9] 曹波,孙保平,高永,等.高立式沙柳沙障防风效益研究[J].中国水土保持科学,2007,5(2):40-45.
- [10] 张亚玲,王翔宇,高函,等.沙柳沙障防风效益模拟试验研究[J].水土保持应用技术,2007(6):3-5.
- [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.
- [12] 杨明元.地表粗糙度计算方法的分析与研究[J].干旱区资源与环境,1996,10(4):56-57.
- [13] Daily G C. Restoring value to the worlds degraded lands [J]. Science, 1995,269:350-354.
- [14] Mc Ewan I K, Willetts B. Numerical model of the saltation cloud [J]. Acta Mechanica, 1991(Suppl. 1):53-69.
- [15] Dong Z B, Fryrear D W, Gao S Y. Modeling the development of sand transport [J]. Soil Science, 1999,12:930-935.
- [16] Dong Z B, Gao S Y, Fryrear D W. Drag coefficients and roughness length as disturbed by artificial standing vegetation [J]. Journal of Arid Environments, 2001,34(3):485-505.

Study on Windproof Effective of Different Laying Age of *Salix psammophila* Sand Barrier

CHEN Xi¹, LEI Hong-juan², WANG Ji¹, HE Ming-hui¹, HAN Yan-long¹, LV Xin-feng¹, GAO Liang¹

(1. College of Ecology and Environmental Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010018; 2. Bureau of Forestry of Damao County, Baotou, Inner Mongolia 014300)

Abstract: Taking *Salix psammophila* sand barrier laid in 2000 and 2003 as research object, effect of different laying ages on wind characteristics of *Salix psammophila* sand barrier were studied, to explore the windbreak and sand fixation effectiveness of *Salix psammophila* sand barrier. The results showed that as the increase of years since the *Salix psammophila* sand barrier were set up, the windproof performance in the sample plots increased; the windproof performance in the two quadrates, in which the *Salix psammophila* sand barrier were up in different year, were maximum at 10 cm, and minimum at 100 cm. Compared with the control group, surface roughness of the sample plots in 2000 and 2003 had been significantly increased to 2.35 times and 3.69 times. The wind profile curve inside of the *Salix psammophila* sand barrier set up in 2000 changed more obviously than that in 2003.

Key words: *Salix psammophila*; sand barrier; windproof performance; surface roughness; wind profile