

低立式纤维沙袋沙障防风固沙效应研究

蒙仲举¹, 任晓萌², 高永¹

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 呼和浩特 010019; 2. 内蒙古气象科学研究所, 呼和浩特 010051)

摘 要:纤维材料沙袋沙障是一种新兴的固沙材料,具有施工运输方便,可重复利用等优点。通过在古兰泰铺设纤维沙袋沙障,分析了 1 m×1 m 不同孔隙度(15%, 25%, 35%)三种规格对风速廓线、输沙量、粗糙度等的影响。得出了低立式纤维材料沙袋沙障具有明显的防风固沙效应,三种规格沙障对风沙流结构的影响不同,35%规格对风的削弱作用最强;三种规格都具有明显的控制风蚀基准面作用,其中 15%规格的对风蚀基准面的控制最稳定;由于沙袋的特殊性,其障内地表曲面不同于一般格状沙障的稳定凹曲面,与风向有一定的相关性。

关键词:古兰泰; 纤维沙袋沙障; 风速廓线; 粗糙度; 防护效益

中图分类号: S727.23

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2014)02-0294-03

Effect of the Low-Fiber Sandbag Sand-Barrier on Wind-Breaking and Sand-Fixation

MENG Zhong-ju¹, REN Xiao-meng², GAO Yong¹

(1. College of Ecology and Environment, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot 010019, China; 2. Meteorological Institute of Inner Mongolia, Huhhot 010051, China)

Abstract: The fiber material is a new sand-fixation material. It has characteristic properties of convenient transport and reuse. This paper mainly studied the effect of the low-fiber sandbag sand-barrier on wind-breaking and sand-fixation, and analyzed the effect of wind speed profile, sediment and surface roughness about three different porosities (15%, 25%, 35%) of 1 m×1 m. As a result, the effect of the low-fiber sandbag sand-barrier has the obvious effect on wind-breaking and sand-fixation. Different specifications have different impacts. The specification of 35% has obvious ability to low wind speed. All the three means have control erosion base level, especially the specification of 15% is very good for controlling the base level of erosion. In the sand-barrier, the ground surfers are different from those of others sand barriers, and have correlation with wind directions.

Key words: Jilantai; fiber sand barrier; wind profile; roughness; protection efficiency

沙障是降低近地表土壤风蚀的有效措施之一。不同的沙障材料,沙障的设置类型也不同,从而其防护效果也存在差异,所以我国防沙治沙科技工作者在多年的研究中充分考虑了取材与效益这两个因素的联系,为治沙工作更好、更快地发展引进了很多先进的材料,并且积累了丰富的经验。目前用于制作沙障的材料很多,如柴草、秸秆、黏土、树枝、板条、卵石、煤矸石及一些活沙障等,但大范围使用的仍主要是柴草树枝类、黏土类和沙砾石。由于沙漠地区自然条件严

酷,用柴草设置的沙障易腐烂分解,固沙功能持续时间短。而黏土、沙砾石本身重量大,取土、运输所需的人员、机械费用高,沙障设置的效率也非常低。此外这几类材料的沙障只能使用一次,不能重复使用^[1-4]。土工布纤维沙袋沙障是近两年出现的新型沙障,目前正处在研究性阶段,还未推广,最近由内蒙古交通科研所在阿拉善盟阿左旗月亮湖旅行线进行过沙袋沙障的实验,沙袋直径 10 cm,分有鳍和无鳍两种,平铺在沙面上,鳍能起到击碎风沙流的作用,经实验收到

收稿日期:2013-08-23

修回日期:2013-12-03

资助项目:内蒙古自然科学基金“基于数字图像处理技术的荒漠草原地表风蚀特征研究”(2013MS0613)

作者简介:蒙仲举(1980—),男,内蒙古呼和浩特人,博士,讲师,研究方向:水土保持与荒漠化防治。E-mail: mengzhongju@126.com

通信作者:高永(1962—),男,内蒙古包头人,教授,博士生导师,研究方向:荒漠化防治。E-mail: 13948815709@163.com

很好的效果,是值得今后推广的新材料、新技术方法^[5]。

本文以新型的不可降解纤维为外层材料(无鳍),内部充填就地取材的沙土而设置的土工沙袋,以检验低立式纤维沙袋沙障的防风固沙效益,并比较不同配置形式所取得的成果,从而选取最佳配置,目前国内未见有此相关研究报道。本文试验地在内蒙古乌兰泰盐湖的西北流沙地,在典型的沙垄上铺设,障内规格都是 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$,分(15%,25%,35%)三种孔隙度。研究铺完沙障后与裸沙空白对风沙流的影响,并对比三种规格的防风效益,进而为纤维材料沙障的下一步研究和今后的推广提供理论依据,同时对控制盐湖上风向的流沙入侵起到一定的控制作用。

1 试验区概况

试验地位于 $39^{\circ}49'N$ 、 $105^{\circ}30'E$,处于乌兰布和沙漠西南缘。该区属温带荒漠气候特征,冬季严寒、夏季酷热、风大沙多。降水少,年降水量为 109.9 mm ,6—9月降水约占全年总降水量的80%,年平均气温 8.6°C ,蒸发量 $3\,005.3\text{ mm}$,年均风速 3.3 m/s ,每年3—6月风速较大,大风日数 34.5 d ,扬沙日数 82.5 d ,多东北、西南风向,最大风向为西风和西北风。

该区地貌大部分为南北走向的沙垄,东西相间分布,沙垄东西坡大都对称分布,并且坡比较缓,其上基本无植被,为流动沙丘。实验地选在典型的南北走向沙垄,南北长约 80 m ,东西长 30 m ,地形较平缓,西坡比东坡稍陡些,上下风向都不受植被和周围地形的影响,沙源丰富。

2 试验设计与方法

2.1 沙障铺设

本试验沙障材料为不可降解的化学纤维材料。沙障的铺设按东西走向与流动沙丘南北走向垂直设置,自北向南依次铺设 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$ (15%,25%,35%)三种孔隙度的低立式纤维沙袋沙障。每种规格的沙障南北铺6行,东西19行,共90个格,格内规格都是 $1\text{ m}\times 1\text{ m}$,且每相邻规格的沙障中间留空白裸沙 10 m 。往沙袋灌沙时,先把一端挽一个结,在装土时要把袋内沙土敦实,使基部适当宽些,这样可以使沙袋比较稳固,不会被大风吹倒。沙袋直径宽 15 cm 、高 30 cm 、其中靠地 5 cm 在铺设时就地被埋入,铺完后沙袋均高出沙面 25 cm (即 $H=25\text{ cm}$)。

2.2 指标测定

风速测定使用的是中国科学院兰州寒区旱区环境与工程研究所研制的便携式多路风速风向采集仪。

为分析障内外风速的变化,由东到西在沙障正中布设6个测点,即障前 1 m (A1)、障中 7 m (A2)、障中 14 m (A3)、障中 21 m (A4)、障后 1 m (A5)、障后 6 m (A6),如图1所示,A2—A4分别在障中第6,12,18格中,同时空白裸沙测点位置与上同步,即B1—B6。每一测点观测6个高度,分别为 $10,20,30,50,100,200\text{ cm}$,每隔 2 s 自动记录一次数据,取100次为一组数据,每一测点观测时间为 4 min ,所测风速为瞬时风速。障内和空白裸沙两测点同时进行,其中旷野 200 cm 高度始终观测。设置空白裸沙的目的主要是消除地形的影响,使不同规格沙障之间不相互作用,因此也可以近似地当做旷野处理。由此同方位的裸沙与障内所测风速可看作铺障之前与铺障之后同一点所测风速。依据障内外不同高度及空白裸沙的风速测量值,来反映沙障对风的影响及不同孔隙度之间的防风效益^[6-8]。

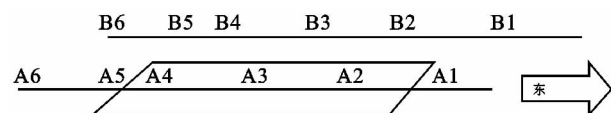


图1 风速测点布设图

在测定风速的同时用内蒙古农业大学沙漠治理研究所自制的积沙仪测定输沙量。四台集沙仪分别设在旷野和三种不同规格的沙障中间,并且位置都在坡顶,同时进行测量,输沙量观测的时间 40 min 。带回室内用 $1/1\,000$ 的天平称重^[9]。

3 结果与分析

3.1 沙袋沙障对风速的影响

沙障孔隙面积与沙障总面积之比叫做沙障孔隙度,是衡量沙障透风性能的指标。风沙活动层中风速随高度的分布遵循对数规律,但由于不同的下垫面对气流紊动性的影响程度不同^[10-12]。如图2为三种不同孔隙度沙障障中与同位置旷野风速廓线的比较,其旷野风速都相同(7.5 m/s)。每个规格测点 $0.1\sim 2.0\text{ m}$ 高度的风速都为平均风速,曲线为各规格散点的趋势线,都符合对数规律。由图2可知,35%孔隙度对风的影响最大,25%次之,15%影响最小,其对风的影响都很相似,对数曲线有平行的趋势,都抬高了风蚀基准面。35%对风速影响最大,其障内粗糙度最大,实地观测可知35%沙袋露出地表最多,但其阻沙效益不如另外两种规格好,这与粗糙度最大不符,主要原因可能是沙障铺设不久,风向多变,障内积沙不均造成的,另外各规格测点都在沙障中间,距上风向入障边都为 14 m ,这个距离有可能影响风沙流的饱和和路径长度,进而影响输沙量与风速。

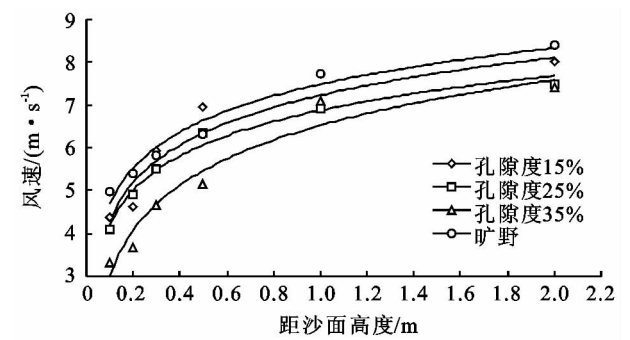


图 2 三种孔隙度沙障障中与旷野同位置风速廓线变化比较

3.2 沙袋沙障对粗糙度的影响

粗糙度是近地表风速为零的高度,它是反映地表对风阻抗的重要参数^[13-14]。粗糙度大对气流的阻抗作用大,有许多学者研究报道地表覆盖物能够增大地表粗糙度。本文对三种规格的沙障和旷野进行了对比,观测位置都选在坡顶,即与上文测量不同规格沙障风速变化的测点一样,位置都在入障 14 m。观测高度取 2 m 和 0.5 m,2 m 高风速都取 7.5 m/s,高 0.5 m 风速为平均值(两点风速都同时观测)。

计算粗糙度公式如下:
$$\lg z_0 = (\lg z_2 - A \lg z_1) / (1 - A)$$
$$A = u_2 / u_1$$

式中: z_1, z_2 ——观测高度值(cm); u_1, u_2 ——高度 z_1, z_2 处的风速(m/s); z_0 ——地面粗糙度(cm)。

如表 1 所示,旷野粗糙度为 0.02 cm,从 15%到 35%孔隙度,沙障粗糙度逐渐增大,说明 35%沙障对风的减弱作用最强,原因为 35%的沙袋被沙埋的最少,出露沙面的高度最大,因此对风的阻力大,防风效益强。15%的沙袋几乎被埋没,25%的次之。由此可知 35%疏透性最好,防风阻沙效果最好。经多重均值检验,35%孔隙度有显著增加地表粗糙度的效果。

表 1 不同规格沙障内的粗糙度变化

孔隙度	风速/(m·s ⁻¹)		粗糙度/cm
	高 2 m 处	高 0.5 m 处	
旷野	7.5	6.4A	0.02A
15%	7.5	5.53A	1.02A
25%	7.5	4.95B	3.39B
35%	7.5	4.6B	5.55C

注:同列字母不同表示差异显著(0.05 水平)。

3.3 沙袋沙障对输沙量的影响

从图 3 可以看出,距沙面 10 cm 高度范围内,0—2 cm 输沙量占 0—10 cm 总输沙量的比值是旷野最小,各规格沙障变化不大。0—10 cm 输沙量占 0—30 cm 总输沙量的比值是旷野最大,说明沙障内与旷野相比越靠近地表,沙障削弱作用越强。不同规格的沙障 15%总输沙量最大,35%次之,25%最小。据实际

观测可知 15%沙障内已被流沙积满,基本形成稳定曲面,因此阻沙效益不大,而另外两种规格沙袋出露较多,对风沙流有减弱作用,积沙相对较少。

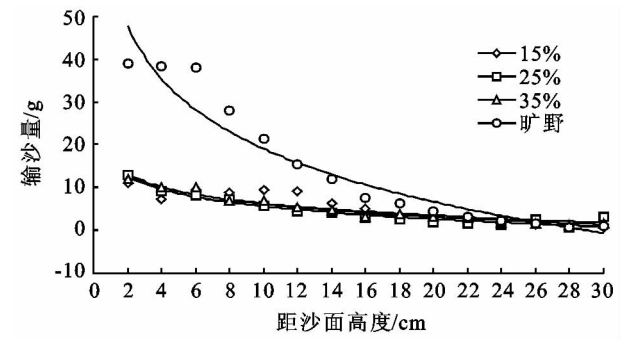


图 3 不同孔隙度沙障障内和旷野输沙量对比

4 结论

低立式纤维沙袋沙障对 1 m 以下风速减弱明显,并由进障到出障风速都在减小。对 1 m 以上风速减小与增大相间分布,波动性较大。风在入障前有一个减速区,其范围大于障前 4H,在出障后减速梯度最大能减到裸沙对照的 46.7%,其障后风速恢复到旷野风速距离大于 24H。3 种规格沙障 35%孔隙度对风的削弱作用最强,25%次之,15%最小,障中粗糙度 35%最大、25%次之,15%最小。与旷野相比三种规格沙障都具有明显的阻沙作用,35%规格西南端淘蚀严重,35%孔隙度沙袋不宜铺设在坡度较大的沙面上,坡度对 15%规格沙障影响较小,在铺设时要根据不同规格对沙袋就地沙埋深度有不同要求。

参考文献:

[1] 张鲁,周跃,张丽彤. 国内外土地利用与土壤侵蚀关系的研究现状与展望[J]. 水土保持研究,2008,15(3):44-48.
[2] 马世威,马玉明. 沙漠学[M]. 呼和浩特:内蒙古人民出版社,1998.
[3] 张奎壁,邹受益. 治沙原理与技术[M]. 北京:中国林业出版社,1990.
[4] 朱俊风,朱震达. 中国沙漠化防治[M]. 北京:中国林业出版社,1999.
[5] 朱震达,赵兴梁,梁裕泉,等. 治沙工程学[M]. 北京:中国环境科学出版社,1998.
[6] 张伏,佟金. 植物纤维及其增强复合材料的研究进展[J]. 农业工程学报,2006,22(10):252-256.
[7] Buckley R. The effect of sparse vegetation on the transport of dune sand by wind[J]. Nature,1987,325(29):426-428.
[8] 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.
[9] 凌裕泉. 草方格沙障的防护效益[C]//流沙治理研究. 银川:宁夏人民出版社,1980.

城区的开发建设和城市化的快速发展造成农田大量减少,从而使生态服务总价值降低。

(3) 根据时空马尔科夫遍历态分布特性,预测达到稳定状态各土地利用类型所占比重,预测结果显示建设用地面积会逐渐减少,从而生态服务价值显著增加。但由于土地利用变化受到土地利用政策、自然灾害等的共同影响,导致土地利用的不确定性增加,且本文从生态的角度切入,对经济发展等相关因素未做任何考量,对未来土地利用类型的稳态预测较为理想化,对城市土地利用类型优化的研究仍需进一步完善。

参考文献:

[1] 杨朝晖,王浩,褚俊英,等.海河流域生态系统价值评估与空间特征[J].水利学报,2010,41(9):1121-1127.

[2] 吴大千,刘建,贺同利,等.基于土地利用变化的黄河三角洲生态服务价值损益分析[J].农业工程学报,2009,25(8):256-261.

[3] 彭文甫,周介铭,罗怀良,等.城市土地利用变化对生态系统服务价值损益估算:以成都市为例[J].水土保持研究,2011,18(4):44-51.

[4] Li H, Wang S, Ji G, et al. Changes in land use and ecosystem service values in Jinan, China[J]. Energy Procedia,2011(5):1109-1115.

[5] 申建秀,王秀红,刘羽,等.退耕还林前后甘肃正宁县生态系统服务价值的时空变化特征[J].水土保持研究,2012,19(4):59-64.

[6] 段瑞娟,郝晋珉,张洁瑕.北京区位土地利用与生态服务价值变化研究[J].农业工程学报,2006,28(5):21-28.

[7] 熊鹰.红壤丘陵区土地利用变化对生态系统服务功能的影响

影响:以长沙市为例[J].湖南大学学报:自然科学版,2009,36(10):63-67.

[8] Costanza R, d'Arge R, Groot de R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Ecological economics,1998,25(1):3-15.

[9] 黄凤,吴世新,唐宏.基于遥感与GIS的新疆近18a来LUCC的生态环境效应分析[J].中国沙漠,2012,32(5):1486-1493.

[10] 韩鹏,司今,王应刚.生态服务价值计算方法对比分析:以黄土丘陵区纸坊沟流域为例[J].应用基础与工程科学学报,2009(17):102-112.

[11] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003,18(2):189-196.

[12] 谢高地,甄霖,鲁春霞,等.一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J].自然资源学报,2008,23(5):911-919.

[13] 郑江坤,余新晓,夏兵,等.潮白河流域林地转化及森林生态服务价值动态分析[J].农业工程学报,2010,26(1):308-314.

[14] 张蓉珍,魏志超,陈西蕊.西安市土地利用变化及其生态系统服务价值研究[J].水土保持研究,2013,20(3):254-256.

[15] 李保杰,顾和和,纪亚洲,等.基于RS和GIS的矿区土地利用变化对生态服务价值损益影响研究:以徐州市九里矿区为例[J].水土保持研究,2010,17(5):123-128.

[16] 熊鹰,曾光明,王克林.区域生态系统服务功能对土地利用变化的响应:以湖南省为例[J].湖南大学学报:自然科学版,2008,35(9):79-83.

[17] 王纪军,裴铁璠.气候变化对森林演替的影响[J].应用生态学报,2004,15(10):1722-1730.

(上接第 296 页)

[10] 郑粉莉,王占礼,杨勤科.土壤侵蚀学科发展战略[J].水土保持研究,2004,11(4):1-10.

[11] 张克存,屈建军,俎瑞平,等.不同结构的尼龙网和塑料网防沙效应研究[J].中国沙漠,2005,25(4):483-487.

[12] 董智,李红丽,左合君,等.土壤凝结剂沙障防沙机理的风洞模拟实验研究[J].干旱区资源与环境,2004,18

(3):154-159.

[13] 张克存,屈建军,俎瑞平.下垫面条件对风沙活动层气流紊动性影响的风洞模拟[J].水土保持通报,2004,24(3):1-4.

[14] 任余艳,胡春元,贺晓,等.毛乌素沙地巴图塔沙柳沙障对植被恢复作用的研究[J].水土保持研究,2007,14(4):14-18.