

草基高立式葵花秸秆沙障的压制方法及防风固沙效能研究

刘世增, 詹科杰, 方峨天, 杨自辉, 周兰萍, 唐进年

(甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 甘肃 武威 733000)

摘要:以葵花秸秆为原材料制作机械沙障,可以将葵花秸秆变废为宝,具有良好的防风固沙效能。通过对单条草基高立式葵花秸秆沙障背风侧地表 10 cm 风速,多条沙障背风侧 1 m,4 m 处 0~2 m 高度内的风速廓线,风沙流流量及积沙量进行了测定,结果表明:1 m 高的草基高立式葵花秸秆沙障可以明显的降低沙障背风侧 15 m 范围内地表 0.1 m 高度处的风速,风速消减率随距离的增加而逐渐减小。随着草基高立式葵花秸秆沙障条带数目的增加,风速消减率明显增加,同时风速消减率随高度增加逐渐减小,变化幅度先增加后减小。在地表 0.14 m 以下,单条草基高立式葵花秸秆沙障对其背风侧 1 m 处风沙流流量的消减率均大于 98%,单条沙障就可以非常明显拦阻上风向沙物质向下输运并抑制沙障背风侧就地起沙。沙障设置后会在其两侧出现明显的积沙,积沙量最大点位于沙障附近,随着离沙障距离的增加,积沙量逐渐减低,变化趋势遵循二次多项式函数。

关键词:防风固沙; 葵花秸秆; 沙障; 风速; 风沙流流量

中图分类号:S157.1

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)06-0098-04

Research for Making Method of *Helianthus annuus* Stalk Sand Barrier and Its Windbreak and Sand-fixation Efficiency

LIU Shizeng, ZHAN Kejie, FANG Etian, YANG Zihui, ZHOU Lanping, TANG Jinnian

(Gansu Minqin National Studies Station for Desert Steppe Ecosystem, Wuwei, Gansu 733000, China)

Abstract: Making mechanical sand barrier with *Helianthus annuus* stalk can change waste into treasure with good windbreak and sand fixation efficiency. By measuring the wind velocity at the height of 0.1 m, the wind profiles in the scope of 0 m to 2 m, the sand flux and sand collection quantity in the leeward side of of *Helianthus annuus* stalk sand barrier with different distance, we found that *Helianthus annuus* stalk belt could decrease wind velocity at the height of 0.1 m in the leeward side of it, in the scope of 0~15 m, wind velocity decreasing efficiencies decreased with the increase of distance to the sand barrier, and increased with addition of the *Helianthus annuus* stalk belt number, the variation ranges increased with height first, and then decreased. Below 0.14 m, the decrease efficiency of sand flux in the spot at the leeward side with a distance of 1 m to the sand barrier was larger than 98%, single *Helianthus annuus* stalk belt could obstruct sand flux from windward and fix sand in location. Sand particles will deposit around the *Helianthus annuus* stalk sand barrier after a period of time, and the thickness of the sand deposition decreased with the increase of the distance to the sand barrier, and followed the power function.

Keywords: windbreak and sand fixation; *Helianthus annuus* stalk; sand barrier; wind velocity; sand flux

机械沙障是通过改变下垫面的性质,增加地表粗糙度来实现降低风速,消减地表输沙量,稳定流动沙面、减轻由地表风沙运动所造成的灾害的一种有效措施^[1-5],是工程防沙措施的重要组成部分,也是生物固

沙措施实施的辅助手段和先导措施。特别是在风沙危害特别严重的地区,由于局地流沙贫瘠、风沙活动强烈、环境恶劣,多数生物在此无法生存,生物固沙短期内难于见效,机械沙障防治风沙危害就显得越发重

收稿日期:2015-11-17

修回日期:2015-12-16

资助项目:国家科技支撑(2013BAC07B00);国家自然科学基金(41361001,31560235);甘肃省杰出青年基金(145RJDA327);甘肃省青年科技基金(145RJYA262)

第一作者:刘世增(1963—),男,甘肃永昌人,研究员,博士,主要从事荒漠化防治研究工作。E-mail:shzliu@126.com

通信作者:詹科杰(1979—),男,甘肃张掖人,副研究员,在读博士,主要从事风沙两相流研究工作。E-mail:kejiezhan@aliyun.com

要和必要。

在沙漠治理的实践中,我国先后引进或自主研发创造了麦草、黏土、棉花杆、仿真植物及尼龙网等材料的机械沙障,并在防沙治沙中推广应用^[6-8]。上述机械沙障材料各异,形式多样,结构和功能的差异也很大,国内外已有大量针对它们的防风固沙效能、时效性、成本等方面的研究^[9-13]。然而在传统的麦草、黏土沙障在流沙防治中发挥极大作用的同时,也渐渐出现了一些制约它们效益的问题。例如:麦草沙障易于腐烂、使用寿命过短;黏土沙障设置后沙面极易形成物理结皮,引起水分入渗困难,不利于植物的恢复和生长。随着科技的发展,大量的固沙新材料不断出现,尼龙网、复膜沙袋等多种新型固沙材料被广泛应用于流沙固定工程,但其抗老化、耐高温及成本等问题一直制约着他们的推广应用。

葵花是我国西北干旱区一种重要的经济作物,近年来随着农村产业结构调整,其种植面积有逐年增加的趋势。以葵花秸秆为原材料制作机械沙障,可以将葵花秸秆变废为宝,消除因焚烧葵花秸秆而造成的空气污染。2013年王文彪等人以葵花秸秆为材料在七星湖制作平铺式沙障,观测并验证了其良好的防风固沙效益^[14]。本文将就草基高立式葵花秸秆沙障的压制方法及防风固沙效益开展相关研究,进而为草基高立式葵花秸秆沙障防沙工程的应用及推广提供理论和实践依据。

1 研究区概况

甘肃省民勤县位于河西走廊东部石羊河流域下游,面积为1.6万km²。地势四周高、中间低,具有盆地特征,平均海拔高度在1300~2000m,在地质构造上属阿拉善台块的南部边缘凹陷。西、北两面是被巴丹吉林大荒漠区东侵和南侵形成的西沙窝和北沙窝,东面被腾格里大荒漠区西侵而形成的东沙窝紧紧包围,属暖温带干旱气候区,多年平均降水量为113.6mm,年平均蒸发量高达2643.3mm,是年降水量的23.2倍。年平均相对湿度51%,干燥度5.3;多西北风,年均大风日数26.3d,沙尘暴日数25d,年平均风速2.5m/s,起沙风速大于5.0m/s。

本研究所选试验区位于甘肃省民勤县境内甘肃民勤综合治沙试验站西北部流动沙丘分布区(102°56'9.54"E,38°38'21.6"N),草基高立式葵花秸秆沙障布设区和对照区分别位于相邻的两座新月型沙丘,两座沙丘几乎平行分布,上风向沙源充足,丘间砾质沙地有少量白刺灌丛沙堆(*Nitraria tangutorum*),芦苇(*P. communis* Trin.)分布。

2 材料与方法

2.1 草基高立式葵花秸秆沙障设计原理及规格

沙障的规格及设置方式与沙障防风固沙效益的发挥有很大的相关性,不同的沙障设置方式将对应不同的防沙效益。目前一般认为,在单一风向的影响区,沙障可设置为条带状,而在多风向地区,沙障一般设置为格状。对于半透风结构沙障而言,其有效的水平防风距离与沙障自身的设置高度、孔隙率有密切的关系,高度越大,防风有效水平防护距离越大^[15]。而在障间距离和沙障高度一定的情况下,沙障孔隙度的大小一般多采用25%~50%的透风孔隙度^[16]。

基于上述研究结果及沙障设计原理,我们将草基高立式葵花秸秆沙障的设置规格定为:两端封闭的条带式布设方式,沙障设置行距8~12m,地面以上高度0.8m,孔隙率30%左右。

2.2 草基高立式葵花秸秆沙障设置方法

草基高立式葵花秸秆沙障由葵花秸秆、固定桩、拉丝、麦草草基和沙埂组成。将葵花秸秆收集起来,剔除根部的须根和泥土,为了使沙障看起来整齐应该选择较直的葵花秸秆并适当的修剪其顶部。在沙障的设置点垂直于区域内主风向以5~10m的间距栽好固定桩,作为草基高立式葵花秸秆沙障的一个制作单元,在固定桩上以葵花秸秆的2/3高度为标准拉紧、固定好一定强度铁丝作为背风向拉丝。固定桩和背风向拉丝既可以作为排列葵花秸秆的标准线,又可以为葵花秸秆抵御大风提供一定的支撑。以背风向拉丝在沙面上的投影为轨迹在沙面上开深度大致等于0.2m的沟,在沟底放置一定量麦草后将葵花秸秆的一头横排并列放置于所开的沟底并保证葵花秸秆直立于沙面,通过控制葵花秸秆的摆放密度可以适当的调整草基高立式葵花秸秆沙障的孔隙度。待葵花秸秆摆放整齐后用沙在葵花秸秆的两面将所开的沟填平并堆起一个小埂形成草基和沙埂,沙埂的高度一般高于地面15~25cm,并使得麦草草基的草头露出沙埂。麦草组成的草基和沙埂可以有效的防止沙障底部产生的风蚀,增加草基高立式葵花秸秆沙障的固沙效果和使用寿命。待两根固定桩之间的葵花秸秆排满后在和背风向拉丝相同的高度以一定直径的铁丝拉紧固定好迎风向拉丝。在背风向拉丝和迎风向拉丝的束缚及草基和沙埂的共同作用下能保证草基高立式葵花秸秆沙障在大风的吹蚀下保持结构和形态的完整。

2.3 研究方法

于2014—2015年3—5月对试验区及对照区风

速、风沙流流量以及积沙量进行测量。单条草基高立式葵花秸秆沙障背风侧1~15 m范围内以2 m为间距的地表10 cm处的风速,多条沙障背风侧1 m,4 m处地表0~2 m高度的风速廓线采用三叶式风杯进行测量,风速廓线的测量高度分别为0.1,0.2,0.4,0.6,1.2,2.0 m。风沙流流量是观测高度内单位时间通过单位宽度的总沙量,风沙流流量用滤袋式阶梯集沙仪测量,滤袋式阶梯集沙仪观测高度为20 cm,每2 cm为一层。沙障前后的风蚀、积沙量用风蚀钎测定,测量距离为沙障迎风侧2 m至背风侧8 m,测量点间距为1 m,积沙时间为2015年3—5月。风速廓线、风沙流流量的测量点分别位于沙障试验区所在沙丘和对照沙丘的相同位置处,均在相同时间段内同时进行。

3 结果与分析

3.1 单条草基高立式葵花秸秆沙障的防风固沙效益

图1为单条沙障背风侧1~15 m范围内地表10 cm处的风速变化情况。结果表明:在单条平均高度为1 m的草基高立式葵花秸秆沙障的影响下沙障背风侧风速明显降低,沙障对风速的消减符合典型的疏透形风障对风速的消减规律^[17-19]。距离1 m处地表0.1 m高度的风速消减率为59%,至3 m处达到所有观测点中风速消减率的最大值76%,继而随着距离的增加风速消减率逐渐减小,至15 m处,风速消减率减小为27%。

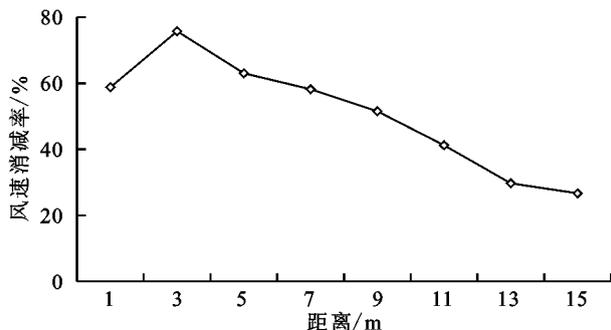


图1 单条沙障背风侧风速削减的变化

图2为多条沙障背风侧距离沙障1 m和4 m处0~2 m范围内风速消减率(与对照区风速相比)随高度的变化情况,从图中可以看出:随着草基高立式葵花秸秆沙障条带数目的增加,距离沙障1 m处地表0.1 m高度处的风速消减率明显增大,为89%。从风速消减率随高度的变化情况来看,在1 m处地表0.1~0.6 m范围内风速消减率随高度的变化很小,仅为4%,随着距离增加,此范围内风速消减率的变化增大,在4 m处为14.7%。在0.6~1.2 m范围内1 m和4 m处风速消减率随高度的变化急剧增加,分

别为55.7%和23.4%。而在1.2~2 m范围内风速消减率随高度的变化又有所减小,分别为12.8%和15.6%,变化幅度先增加后减小。分析其原因,风速消减率随高度的变化主要是受疏透型的单条草基高立式葵花秸秆沙障对风场的影响规律造成的。0~0.4 m风速消减率变化幅度小是因为此区域处于疏透型沙障的遮蔽区域,气流主要来自于风障空隙;0.6~1.2 m范围内风速消减率随高度变化剧烈是因为此区域部分已经高于沙障的平均高度,受流场在沙障顶端被挤压、加速的影响,0.6~1.2 m范围内的风速梯度将明显增加。1.2~2.0 m风速消减率变化幅度变小是因为沙障的影响在此区域内已经逐渐消失。

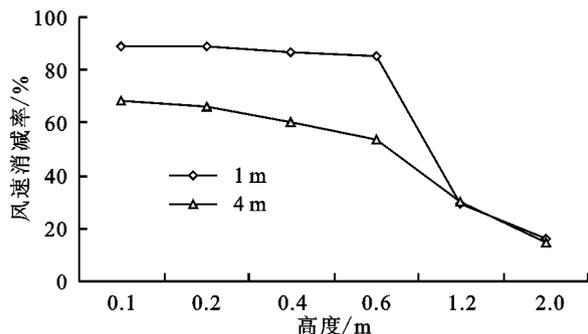


图2 多条沙障背风侧风速削减的变化

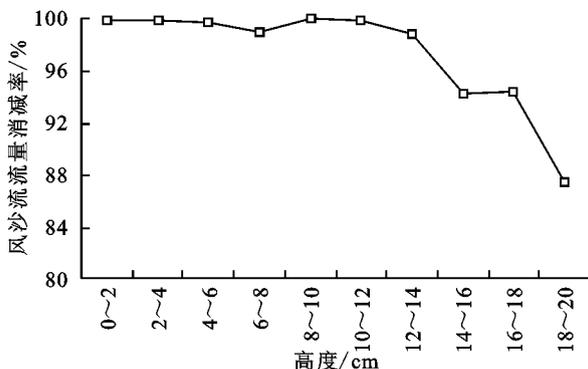


图3 单条沙障背风侧风沙流削减的变化

图3为单条沙障背风侧1 m处近地面0~0.2 m范围内风沙流的消减情况,从图中可以看出,在0.14 m以下,单条草基高立式葵花秸秆沙障对其背风侧1 m处的风沙流的消减率均大于98%,然后随高度的增加,消减率逐渐减小,但在0.18~0.20 m范围内仍能达到87.4%。这就说明单条沙障就可以非常明显的拦阻上风向沙物质向下输运并抑制沙障背风侧就地起沙。

3.2 单条草基高立式葵花秸秆沙障的积沙量

通过设置风蚀钎,对单条草基高立式葵花秸秆沙障迎风侧2 m及背风侧8 m范围内不同距离处的积沙厚度进行测量和分析,结果见图4。从图中可以看出,葵花秸秆沙障设置后对局地风沙流具有明显的阻

挡作用,受平均高度为1 m的草基高立式葵花秸秆沙障的影响,上风向运输的沙粒会在其附近迅速沉降并堆积下来,形成明显的积沙区域,积沙量最大点位于沙障附近,在沙障设置3个月之后可达到99 cm,随着离沙障距离的增加,积沙量逐渐减低。经回归拟合,沙障两侧积沙厚度均与离沙障的距离遵循二次多项式函数,迎风侧为 $y=4.65x^2-38.65x+99$ ($R^2=1.00$),背风侧为 $y=-0.55x^2-6.91x+99.28$ ($R^2=0.99$),式中 y 为积沙厚度(cm); x 为离沙障的距离(m)。

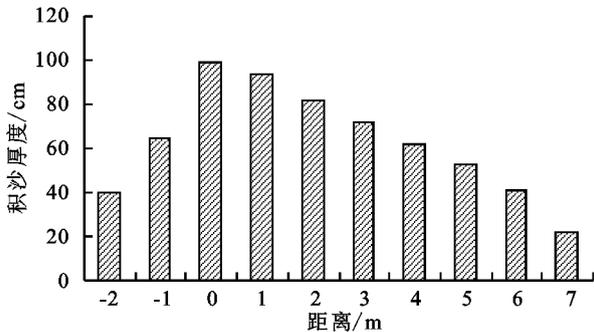


图4 单条沙障积沙厚度的变化

4 结论

(1) 草基高立式葵花秸秆沙障可以有效的降低沙障背风侧风速,其对风速的消减符合典型的疏透形风障对风速的消减规律。平均高度为1 m的沙障背风侧1 m处地表0.1 m高度的风速消减率为59%,3 m处达到最大值,为76%,继而随着距离的增加风速消减率逐渐减小。同时随着草基高立式葵花秸秆沙障条带的增加,沙障背风侧风速消减率明显增大。沙障对背风侧风速的消减率随距沙障的距离及高度的增加而减小。

(2) 单条沙障就可以非常明显的拦阻上风向沙物质向下输运并抑制沙障背风侧就地起沙。在地表0.14 m以下,单条草基高立式葵花秸秆沙障对其背风侧1 m处的风沙流流量的消减率均大于98%,然后随高度的增加,消减率逐渐减小,但在0.18~0.2 m高度范围内仍能达到87.4%。

(3) 沙障两侧的积沙量最大点位于沙障附近,在沙障设置3个月之后可达到99 cm,随着离沙障距离的增加,积沙量逐渐减低。经回归拟合,沙障两侧积沙厚度均与离沙障的距离遵循二次多项式函数。

参考文献:

- [1] Chepil W S, Woodruff N P. Physics of wind erosion and its control I [J]. Advances in agronomy, 1963,15:211-302.
- [2] Bofah K K, Al-Hinai K G. Field tests of porous fences in the regime of sand-laden wind[J]. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 1986,23:309-319.
- [3] 丁国栋. 野外风沙流结构的定量研究[J]. 内蒙古林业科技,1994(4):38-40.
- [4] 董治宝,董光荣,陈广庭. 风沙物理学研究进展与展望[J]. 大自然探索,1995,14(3):30-38.
- [5] 董治宝,陈广庭. 内蒙古后山地区土壤风蚀问题初论[J]. 土壤侵蚀与水土保持学报,1997,3(2):84-90.
- [6] 孙涛,刘虎俊,朱国庆,等. 3种机械沙障防风固沙功能的时效性[J]. 水土保持学报,2012,26(4):12-16.
- [7] 马瑞,王继和,屈建军,等. 不同结构类型棉秆沙障防风固沙效应研究[J]. 水土保持学报,2010,24(2):48-51.
- [8] 朴起亨. 几种不同材料机械沙障防风效应研究[D]. 北京:北京林业大学,2010.
- [9] 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.
- [10] 常兆丰,仲生年,韩福桂,等. 黏土沙障及麦草沙障合理间距的调查研究[J]. 中国沙漠,2000,20(4):455-457.
- [11] 韩致文,刘贤万,姚正义,等. 复膜沙袋阻沙体与芦苇高立式方格沙障防沙机理风洞模拟试验[J]. 中国沙漠,2000,20(1):40-71.
- [12] 金昌宁,董治宝,李吉均,等. 高立式沙障处的风沙沉积及其表征的风沙运动规律[J]. 中国沙漠,2005,25(5):652-657.
- [13] Qiu G Y, Lee I B, Shimizu H, et al. Principles of sand dune fixation with straw checkerboard technology and its effects on the environment[J]. Journal of Arid Environments, 2004,56(3):449-464.
- [14] 王文彪,党晓宏,张吉树,等. 库布齐沙漠北缘不同作物秸秆平铺式沙障的防风效能[J]. 中国沙漠,2013,33(1):65-71.
- [15] 钟中,董婕. 防护林气象效应研究的现状[J]. 气象科技,1997(4):59-63.
- [16] Wang H, Takle E S. Momentum budget and shelter mechanism of boundary-layer flow near a shelterbelt[J]. Boundary-Layer Meteorology, 1997,82(3):417-437.
- [17] 姜凤岐. 林带经营技术与理论基础[M]. 北京:中国林业出版社,1992,54-57.
- [18] 范志平,曾德慧. 农田防护林生态作用特征研究[J]. 水土保持学报,2002,16(4):130-133
- [19] 朱廷曜. 农田防护林生态工程学[M]. 北京:中国林业出版社,2001.