

延庆县人工植被的防风蚀效应研究*

梁 伟¹,李振国²,郑 勇³,白翠霞¹,周利军¹

(1. 长江水利委员会,武汉 430010;2. 云南今禹生态工程咨询有限公司 昆明 650224;3. 北京林业大学,北京 100083)

摘 要:通过野外调查与实验观测,对延庆县两种类型人工植被在春季对风沙阻滞规律进行分析研究,结果表明农田防护林带风速在林带后 7H 处降低最大,防风效能最大,杨树片林风速在 9H 处最小,防风效能最大;杨树片林的粗糙度最大,农田防护林的粗糙度较小,片林的粗糙度比林内道路提高了 1.65 倍,比裸地提高了 4.81 倍;农田防护林带阻沙作用主要在林带背风面,占总阻沙量的 82.3%,而杨树片林的阻沙作用主要在林内,占总阻沙量的 87.1%。平均阻沙量片林>林带防护林。

关键词:人工植被;防风效能;粗糙度

中图分类号:S157 文献标识码:A 文章编号:1005-3409(2008)01-0050-03

Benifit of Preventing Wind Erosion with Artificial Vegetation in Yanqing County

LIANG Wei¹,LI Zhen-guo²,ZHENG Yong³,BAI Cui-xia¹,ZHOU Li-jun¹

(1. The Changjiang Water Resources Commission, Wuhan 430010, China;2. Yunnan Jinyu Ecological Engineering Consultation Co. Ltd., Kunming 650224, China;3. Beijing Forstry University, Beijing 100083, China)

Abstract :Based on the observations and investigations ,the paper studies the rule of preventing sand blown by wind of two types of artificial vegetation ,in Yanqing county. The result shows that :wind speed of forest belt descends most and the efficiency of wind prevention is best behind 7H from windward side ;The one of patch forest is behind 9H from windward side. The roughness of patch forest is 1.65 times larger than road in forest ,and 4.81 times larger than bare area. the effect of sand prevention in forest belt is primarily behind the leeward side ,with the protective ratio of 82.3 % ,and the patch forest is inner of forest ,with the protective ratio of 87.1 % . The order of the average quantity of sand prevention are patch forest > forest belt.

Key words :artificial vegetation ;the benifit of wind prevention ;roughness

近几十年来,随着人类社会、科学技术和经济的快速发展,人类对自然资源进行着掠夺式的利用,开荒、开矿、砍伐林木、采挖药材、过度放牧等不合理的生产方式使许多生态系统遭到了严重的破坏。其中植被破坏是生态破坏最典型的特征之一,植被的破坏不仅极大地影响了自然景观,而且带来了一系列的严重后果,如生态系统进一步恶化、环境质量下降、水土流失、土地沙化以及自然灾害加剧,进而可能引起土壤荒漠化;土壤的荒漠化又引起了水土流失,以致形成生态系统的恶性循环,最后导致整个地球环境的极大破坏。延庆县是北京市风沙危害最严重的地区之一,康庄镇地区地处延庆县西南,是北京五大风口之一。在该区域开展人工植被研究,加强人工植被建设,对北京市生态环境的改善有重要影响。随着京津风沙源工程、退耕还林工程的实施,延庆县采用集成技术加强对风沙危害区的生态恢复,使该区的生态恢复工作取得了明显成效。就延庆县人工植被在春季对风沙阻滞规律进行分析研究,通过野外调查与实验观测,为北京市防沙治沙生态环境建设中植被类型的选择与配置提供参考数据。

1 试验区概况

试验区为延庆县康庄镇地区,地处延庆县西南,与河北

省怀来县接壤,地势平坦,包括康庄、下屯、西拨子 3 个乡,总面积 1.5 万 hm²。该区属大陆性季风气候,是暖温带与中温带,半干旱与半湿润的过渡带,春季干旱多风,夏季炎热多雨,秋季凉爽干燥,冬季寒冷少雪。由于受河北坝上及内蒙古气流影响,风力较大,年平均风速 5.1 m/s。年平均气温 8.8℃,1 月平均气温 - 8.8℃,7 月平均气温 23℃。无霜期 150~160 d。四季分明,昼夜温差大,无霜期短。雨热同期,降雨少且主要集中在 7-9 月,多年平均降雨量为 467 mm,而且雨量分布不均。土壤母质层主要以石灰岩为主,土壤类型主要为石灰性褐土,有部分潮土和水稻土分布。树种以杨树、柳树为主,水土流失较为轻微,土壤侵蚀以风蚀沙化为主,但由于农田基本防护林的建设,极大地改善了该地的生态小气候,阻截了风沙流入农田。

2 实验方法

选取典型杨树农田防护林带和典型杨树片林。防护林带栽植于三北防护林建设初期,呈南北走向,长约 1 000 m 左右,宽约 30 m,6 行,树高 18 m 左右,株行距 3 m ×3 m,平均胸径 0.35 m,平均冠幅为 5 m ×5 m,平均枝下高为 1.6 m,生长状况良好,林带内的地面覆盖物主要为禾本科枯萎杂草,杂草处于刚刚出土的展叶期,平均盖度为 10%。林分

* 收稿日期:2006-10-08
作者简介:梁伟(1978-),男,硕士,主要从事水土保持研究。

疏透度属于稀疏结构,林带地比较平坦,两侧为空旷裸露的沙质农田。片林选取典型片状杨树林,林地面积为 118 m × 189 m,树高 7 m,株行距 4 m × 4 m,平均胸径 11 cm,平均冠幅 1.2 m × 1.2 m,平均枝下高度 4 m,林内的地面覆盖物主要有禾本科植物刚刚进入展叶期的杂草,以片状分布,平均覆盖度很小,林分属于疏透结构,周围是平坦的农地。

2.1 风速观测

采用八路多通道风速仪观测风速。风速观测点布设在林带走向的中垂线上和片林沿着主风向的林内直线上,在迎风面、背风面距离林缘整数倍处(如在迎风面 10H,5H,3H,1H 处、背风面 1H,3H,5H,7H,10H,15H,20H 处);对照点风速观测点布设在空旷的农田中心处。观测高度按照试验需求来定,测量值取其平均值。

2.2 防风效能计算

$$E_{x1} = \frac{u_{01} - u_{x1}}{u_{01}} \times 100\%$$
式中: E_{x1} ——植被附近距离林缘为 x m 处、内高度为 2 m 处防风效益; u_{01} ——观测点高度为 2 m 处对照点的平均风速; u_{x1} ——距林分 x m 处、高 2 m 处的平均风速。

2.3 粗糙度计算

粗糙度的测算方法有直线图解法、直接估算法和计算法。可以通过测定 2 个高度的风速进行计算,计算式为

$$\lg Z_0 = (u_1 \lg Z_2 - u_2 \lg Z_1) / (u_1 - u_2)$$
式中: u_1, u_2 ——高度 Z_1, Z_2 的风速,一般 Z_1 取 50 cm(30 cm); Z_2 取 200 cm。

2.4 阻沙量观测

采用插铁杆法,铁杆上有刻度,前一次观测值减去后一次观测值的计算结果如果为负数表示风蚀量、正值表示阻沙量、零表示蚀阻平衡。沿林带的中垂线上和片林顺风向的走向上,在距离林带和片林的迎风面 10H 处开始每隔 4 m 布点一直进入植被内部并且延伸到背风面 20H 处。在整个试验期间每一次大风的前后进行观测风积量。

3 结果分析

3.1 典型杨树农田防护林带

在迎风面空旷地设一观测点,背风面按树高的 1,3,5,7,9 倍分别设置 5 个观测点,同时观测风速。

表 1 典型杨树农田防护林带风速观测数据

指标	林外	0.5H	1H	3H	5H	7H	平均
平均风速/ (m · s ⁻¹)	1.73	1.43	1.25	1.11	0.81	0.76	
防风效能/ %	0	17.18	27.96	35.95	53.01	56.31	38.01

注: H 为树高,下同。

从表 1 可知,风速观测高度为 2 m 时,背风面 0.5H 处到林缘 7H 范围内风速逐渐降低,而防护林带的防风效能则从 17 % 向 56 % 递增,在背风面 0.5H - 7H 范围内的平均防风效能为 38.01 %。由于杨树的树冠较为高大和密集,盖度较大,透风系数较小,树枝下高较高,观测期间杨树正是展叶期,枝叶较多,相当于半紧密结构。所以当风经过杨树林近地面时,树冠、枝叶对风的摩擦作用,消耗了风的大部分能量,仅有少量的风通过林内,显著地减低了风速;另一部分风受到杨树林带的阻挡被迫抬升在林冠的上层形成密集区,导

致背风面下层形成了弱风区,也表现出对近地表面风速显著减弱作用。

3.2 典型杨树片林

在林外迎风面距林缘 500 m 空旷地选取一观测点,作为对比风速,在林内距林缘 1H,3H,5H,7H,9H,11H 设 6 个观测点,同时观测风速,风杯高 2 m,观测时间 30 min。

表 2 典型杨树片林风速观测数据

指标	林外	1H	3H	5H	7H	9H	11H
平均风速/ (m · s ⁻¹)	4.155	3.45	3.17	3.09	2.96	2.89	
防风效能/ %	0	16.83	23.72	25.50	28.67	30.33	25.01

从表 2 可知,风速观测高度为 2 m 时,在林内到迎风面林缘距离为 1H - 7H 范围内的平均防风效能为 25.01 %。迎风面吹来的风,一部分穿过林间空隙在低层受到林冠、枝叶和树干的摩擦作用,在林内产生许多小旋涡消耗能量,达到降低风速的目的;另一部分被迫抬高在林冠上部分成二股:一股继续水平向前运动,另一股在林后形成垂直大旋涡。其次片林的林地面积和片林高度决定有效防护范围大小,较高的林木能够产生连续的防护效应。

3.3 粗糙度测定

区域内进行植被恢复建设后,在植被的生长发育过程中,下垫面状态逐渐改变,近地层风的结构受影响,粗糙度提高。粗糙度就是能使平均风速等于零的高度,单位是 cm 或 mm。粗糙度表示特定表面的固有性质,标志着地面粗糙程度的特征尺度,采用这一物理量表示地面对气流阻碍作用,它不因风速的改变而变化,对于一个固定地面来说,除非地面性质有所改变,否则,可以认为粗糙度是个常数。粗糙度是反映下垫面特征的一个重要指标,也是衡量防风固沙措施防护效益的指标,地表越粗糙,地表摩擦阻力就越大,植被隔绝风蚀不起沙的作用越大。

表 3 人工植被对粗糙度的影响 cm

测定地点	农田防护林带	杨树片林	林内道路	对照空地
粗糙度	1.19	1.51	0.57	0.26

可见人工植被区粗糙度高于林外对照区(自然植被)。不同类型的人工植被,粗糙度各不相同,杨树片林的粗糙度最大,农田防护林的粗糙度较小,片林的粗糙度比林带道路提高了 1.65 倍,比裸地提高了 4.81 倍。因为春季地表草本大部分枯死,地表植被盖度低,所以粗糙度最小。在植物长势越好,植被盖度越高的季节,粗糙度也越大。

3.4 阻沙量测定

由表 4 可以看出,片林主要为迎风面和林内阻沙,而林带则在迎风面、林内及背风面都有阻沙作用。平均阻沙量片林 > 林带防护林。

表 4 2 种人工植被阻沙量

植被类型	迎风面	林内	背风面	平均
	阻沙量 占总量/ %	阻沙量 占总量/ %	阻沙量 占总量/ %	阻沙量/ (mm · m ⁻²)
杨树片林	12.9	87.1	0	2.8
农田防护林带	6.9	10.8	82.3	1.9

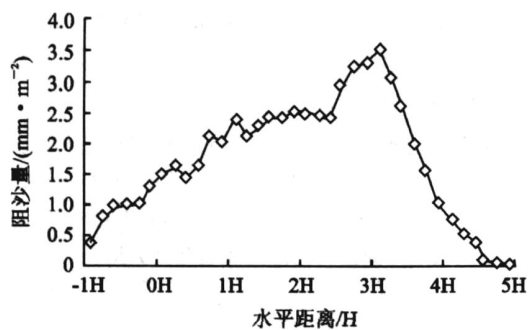


图 1 农田防护林带阻沙量分布特征

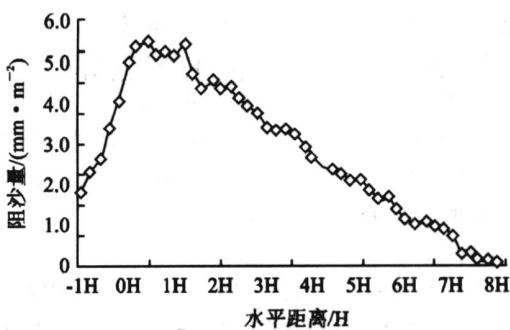


图 2 杨树片林阻沙量分布特征

图 1、2 是 2 种人工植被的阻沙量分布特征图。可以看出,农田防护林带阻沙作用主要在林带背风面,而杨树片林的阻沙作用主要在林内。农田防护林带中,风沙流在林带迎风面 10H 的范围内由于受到林冠层的阻挡而在迎风面林缘风速降低,气流相应的挟沙能力也减低,促使一部分风沙发生沉降堆积。因此在林带的迎风面 1H 处开始出现沉降且沉降量仅占总量的 6.9%,越靠近林带积沙量呈增加的趋势。但由于其枝叶较少,林带内阻沙量较少,仅为总量的 10.8%,在林带的背风面 3H 处出现积沙量最大值,占总量的 82.3%左右。片林有紧密结构的特点,具有连续的防护效益,而且林下部通风较大,风速在不同水平距离风速降低大小不同会导致风沙流在水平空间上沉积量与沉积沙的分布不均匀现象。在迎风面 1H 处开始出现阻沙现象,迎风面 1H - 10H 范围内沉降量占总沉积量的 12.9%左右,而且越接近林缘沉积量越大。在进入林缘内部 1H 的范围内出现沉降量最大的区域。在片林内部距林缘 1H - 8H 处,积沙量的分布随着风速的降低也逐步减低,占总量的 87%。

2 种人工植被的阻沙效益大小次序为:片林 > 林带。这与植被的类型、结构和防风性能有密切的关系。各植被阻沙效率的大小与观测范围内防风效能大小的次序一致。

4 结 论

(1) 农田防护林带风速在林带后 7H 处降低最大,比林外降低 56.1%,防风效能最大,为 56.3%;杨树片林风速在 9H 处最小,比林外降低 30.5%,防风效能最大,为 30.33%。

(2) 不同类型的人工植被,粗糙度各不相同,杨树片林的粗糙度最大,农田防护林的粗糙度较小,片林的粗糙度比林带道路提高了 1.65 倍,比裸地提高了 4.81 倍。

(3) 片林主要为迎风面和林内阻沙,而林带则在迎风面、林内及背风面都有阻沙作用。农田防护林带阻沙作用主要在林带背风面,占总阻沙量的 82.3%,而杨树片林的阻沙作用主要在林内,占总阻沙量的 87.1%。平均阻沙量片林 > 林带防护林。

参考文献:

[1] 朱海丽.退化生态系统植被恢复研究进展[J].现代农业科技,2006,22(6):100-102.
[2] 肖辉杰,丁国栋,贾瑞燕,等.京郊荒滩生态恢复初期植被与土壤环境的变化:以延庆县为例[J].干旱地区农业研究,2005,23(5):202-206.
[3] 岳德鹏,刘永兵,徐伟,等.北京市永定河沙地人工植被防风阻沙效益分析[J].北京林业大学学报,2004,26(2):21-24.
[4] 周广胜,朱廷曜.林带阻力系数与透风系数关系的理论分析[J].应用生态学报,1994,5(1):43-45.
[5] 曹新孙.农田防护林学[M].北京:中国林业出版社,1983.
[6] 黄富祥,高群.毛乌素沙地不同防风材料降低风速效应的比较[J].水土保持学报,2001,15(1):27-30.

(上接第 49 页)

[6] 黄绍文,金继运,杨俐苹,等.县级区域粮田土壤养分空间变异与分区管理技术研究[J].土壤学报,2003,40(1):79-88.
[7] 刘付程,史学正,王洪杰,等.苏南典型地区土壤锌的空间分布特征及其与土壤颗粒组成的关系[J].土壤,2003,35(4):330-333.
[8] 程先富,史学正,于东升,等.江西省兴国县土壤全氮和有机质的空间变异及其分布格局[J].应用与环境生物学报,2004,10(1):64-67.
[9] 王宏庭,金继运,王斌,等.土壤速效养分空间变异研究[J].植物营养与肥料学报,2004,10(4):349-354.
[10] 加拿大钾磷研究所北京办事处.土壤养分状况系统研

究法[M].北京:中国农业科技出版社,1992.
[11] Cambardella C A,Moorman T B,Novak J M. Field-scale variability of soil properties in central low a soils[J].J. Soil Sci. 1994,58:1501-1511.
[12] 刘秀娣,李建云.土壤有效微量元素含量与不同地貌单元关系研究:以河南省新乡地区卫辉市和辉县市为例[J].环境科学,1994,15(5):17-22.
[13] 李永华,王五一,雒昆利,等.大巴山区土壤中硒和氟[J].土壤学报,2004,41(1):61-67.
[14] 唐将,李勇,邓富银,等.三峡库区土壤营养元素分布特征研究[J].土壤学报,2005,42(3):473-478.
[15] 邱道持.土地资源学[M].重庆:西南师范大学出版社,2005:84-85.