

民勤县主要治沙造林树种空间结构及其防风作用*

李建刚¹, 王继和², 蒋志荣¹, 柴薇薇¹

(1. 甘肃农业大学 林学院, 兰州 730070; 2. 甘肃省治沙研究所, 甘肃 武威 733000)

摘 要: 通过对民勤主要治沙造林树种梭梭、柠条、花棒和沙拐枣 4 种沙生植物空间结构及其防风作用的研究, 结果表明: 4 种沙生植物枝条总数, 直径为 0~ 2, 2~ 4, 4~ 6, 6~ 8, 8~ 10 mm 的枝条数和迎风面宽度随植株高度逐渐增大, 达到最大值后随株高逐渐降低, 直径> 10 mm 的枝条随植株高度呈下降趋势; 4 种沙生植物都具有明显的降低风速作用, 且随植株后距离的增大降低风速作用逐渐减弱; 植株降低风速作用与枝条阻挡面宽度以及迎风面宽度有密切联系, 且随着阻挡宽度和迎风面宽度的增大而增大, 迎风面宽度与枝条阻挡面宽度呈正相关。

关键词: 沙生植物; 空间结构; 防风作用

中图分类号: S718. 512; X171. 4

文献标识码: A

文章编号: 1005 3409(2008) 03- 0121- 04

Study on the Tree Spatial Structure and the Wind Break Function
on Psammophyte in Minqin County

LI Jiarr gang¹, WANG Jir he², JIANG Zhir rong¹, CHAI Wei-wei¹

(1. College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China; 2. Gansu Desert Control and Research Institute, Wuwei, Gansu 733000, China)

Abstract: The tree spatial structure and the wind break function are studied on psammophyte, such as *Holoxylom ammodendron* Bunge, *Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey, *Caragana korshinskii* Kom and *Calligonum mongolicum* Turcz which are desertification control afforestation trees. The results showed that the total number of branch, the number of branch which have the diameter between 0~ 2, 2~ 4, 4~ 6, 6~ 8, 8~ 10 mm, the windward side width are increasing with the tree height, and when reach the maximum, then reduced. The number of branches whose diameter above on 10 mm declined. The four psammophyte all have the function of weakening wind speed, but the function gradually reduced with the increasing of the distance behind tree. The wind break function has a correlation with barrier side and windward side width. There is a positive correlation between windward side width and barrier side width.

Key words: psammophyte; spatial structure; wind break function

沙漠化土地的产生和扩展, 归根结底是天然植被遭受破坏的结果。通过封育恢复天然植被, 是我国多年来治理沙漠化土地的一项行之有效的措施。恢复天然植被亦是植物治沙的重要内容之一, 是一项投资少、收效大、事半功倍的有效措施, 但在自然状态下恢复年限较长, 开展大面积人工植树造林又受到干旱荒漠和半干旱荒漠地区水因素的限制, 单纯追求高密度、大冠幅的目标难以实现。因此, 研究在有限范围内的植树造林, 特别是孤植树使其发挥较大的防风固沙效益显得尤为重要。民勤在治沙造林实践活动中主要采用梭梭(*Holoxylom ammodendron* Bunge.)、花棒(*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.)、柠条(*Caragana korshinskii* Kom.) 和沙拐枣(*Calligonum mongolicum* Turcz.) 4 种沙生植物。

1 研究区概况

民勤县位于东经 103° 02' - 104° 02'、北纬 38° 05' - 39° 06', 东、西、北三面被腾格里和巴丹吉林沙漠所包围。该区属

温带大陆性气候, 多风沙, 温差大, 蒸发强烈, 降水少, 光照充足。多年平均降雨量 113.2 mm, 主要集中在 7~ 9 月, 占全年的 66.0%; 年均蒸发量 2 580.7 mm, 为降雨量的 23.4 倍; 多年平均气温 7.6℃。≥10℃有效积温 3 248.9℃, 相对湿度 47%, 干燥度 4.5; 全年日照时数 2 833 h, 无霜期 164 d。该地区地带性土壤为灰棕漠土, 阴域性土壤有盐土、草甸土、风沙土 3 个亚类。天然植被主要是白刺(*Nitaria sibirica* Pall.) 和毛红柳(*Tamarix hispida* Willd.) 灌丛, 在一些丘间地上, 还生长有大量的红砂(*Reaumuria soongorica* (Pall.) Maxim.)、霸王(*Zygophyllum xanthoxylum* Maxim.)、盐爪爪(*Kalidium foliatum* (Pall.) Mop.) 等灌木树种。

2 研究内容与方法

2.1 研究内容

在民勤县沙生植物园附近民昌公路 7~ 14 km (东经

* 收稿日期: 2007 03 27
基金项目: 国家自然科学基金项目“西北地区沙生植物资源保护与持续利用”
作者简介: 李建刚(1978-), 男, 在读硕士, 主要从事水土保持与荒漠化防治研究。E-mail: lijggsau@126.com
通信作者: 蒋志荣(1959-), 男, 教授, 主要从事林学水土保持研究。E-Mail: jzhirong@gsau.edu.cn

102°54′ - 102°53′, 北纬 38°34′ - 38°36′, 海拔 1 326.0 m) 处选择同一时期种植(1985 年), 所处的生境条件基本相同、且管理抚育措施相同的花棒、柠条、沙拐枣、梭梭 4 种沙生植物, 主要研究以下几方面内容:

- (1) 研究不同高度处 4 种沙生植物植株枝条数空间相对分布。
- (2) 测定植株降低风速作用。
- (3) 研究植株空间结构与防风作用之间的联系。调查样本的选择, 因生物生态学特性不同, 沙拐枣、梭梭营造在沙丘上, 柠条、花棒营造在丘间低地。此次研究选择同一时期(1985 年) 种植在平坦沙地上的植株, 对调查树种分别选择标准木各 1 株, 参考标准如下: ①生长旺盛, 没有病虫害, 没有人为破坏; ②标准木与其它同种或不同种植物保持一定的距离, 以减少种间或种内由于对空间资源竞争而对树木构件产生的影响, 减少其它植株对植株降低风速作用的影响。

2.2 研究方法

用钢卷尺以 20 cm 高度为梯度测量植株、垂直主风向方向, 沿植株高度水平最大宽度即迎风面宽度。对植株以 20 cm 高度为梯度从地面开始进行刈割, 依枝条直径大小, 按照 2 mm 为级将枝条分为 6 级, 0~ 2, 2~ 4, 4~ 6, 6~ 8, 8~ 10, > 10 mm, 直径 0~ 2 mm 枝条为第 1 级, 依此类推, 直径 > 10 mm 枝条为第 6 级, 测定每一级枝条数。用自行研制的全自动风速仪(100 次/s) 在 20, 50, 100, 150 cm 高度设置风杯, 对空白对照处与植株冠幅后 0, 1, 2, 3 m 处在主风向上进行同步观测, 测定植株的防风作用。本次研究为植物无叶时, 只考虑枝条对风速的减弱作用。图 1 表示植株冠幅后测点及风杯布设位置。

主要调查指标: 迎风面宽度(沙生植物垂直主风向方向, 沿植株高度水平最大宽度即迎风面宽度)、各级枝条数, 降低风速作用。

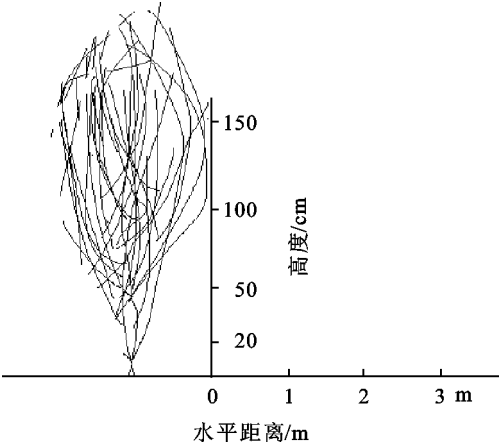


图 1 风杯架设及树冠后测点示意图

3 结果与分析

3.1 沙生植物枝条数特征

植物在长期的生长发育过程中, 由于遗传结构的不同及生境的差异, 它们在适应不同的生态环境条件下会产生趋同或趋异适应的特征, 特别是表现在外部形态特征上。

梭梭枝条总数在每个高度范围内明显高于其它 3 种沙

生植物, 在 120~ 160 cm 高度范围枝条总数在 1 000 以上; 柠条、花棒、沙拐枣的枝条总数随株高变化趋势相似。总体上 4 种沙生植物枝条总数随高度逐渐增大, 在树高的 0.5 倍时达到最高值, 然后开始随株高逐渐降低。图 2 反映了 4 种沙生植物枝条总数随高度变化的特征。

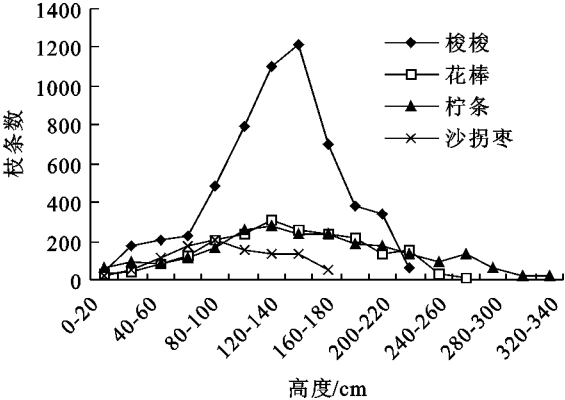


图 2 4 种沙生植物枝条总数随高度的变化

梭梭、沙拐枣、花棒、柠条直径为 0~ 2, 2~ 4, 4~ 6, 6~ 8, 8~ 10 mm 的枝条数随高度的增大而增加, 取得最大值后又逐渐减少, 由于受空间竞争压力和植物生物量空间承载力的影响, 直径为 0~ 2, 2~ 4, 4~ 6, 6~ 8, 8~ 10 mm 的枝条取得最大值高度又依次降低, 又因种类不同取得最大值的高度范围有所区别; 直径 > 10 mm 的枝条随高度呈下降趋势。

表 1 4 种沙生植物不同枝级不同高度枝条数

高度/cm	树种	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级	6 级
20	梭梭	57	4	2	0	1	5
	柠条	28	9	5	2	2	21
	花棒	9	11	8	1	1	5
	沙拐枣	10	2	3	1	2	6
50	梭梭	162	21	6	10	3	8
	柠条	31	13	6	5	3	26
	花棒	52	20	6	2	5	2
	沙拐枣	78	15	11	5	2	3
100	梭梭	403	47	17	5	5	8
	柠条	74	37	17	8	6	20
	花棒	160	28	9	2	3	3
	沙拐枣	149	39	13	6	1	0
150	梭梭	1163	33	12	2	2	0
	柠条	130	52	28	8	5	12
	花棒	225	21	8	1	1	1
	沙拐枣	93	37	3	0	0	0

梭梭直径为 0~ 2, 2~ 4, 4~ 6, 6~ 8, 8~ 10 mm 的枝条枝条数随高度的增大而增加, 依次在树高的 0.65~ 0.75, 0.5~ 0.6, 0.5~ 0.6, 0.35~ 0.45, 0.4~ 0.5 倍时取得最大值, 尔后逐渐减少; 沙拐枣直径为 0~ 2, 2~ 4, 4~ 6, 6~ 8, 8~ 10 mm 枝条数取得最大值依次在树高的 0.6~ 0.65, 0.57~ 0.67, 0.45~ 0.55, 0.3~ 0.4, 0.25~ 0.35 倍处; 花棒依次在树高的 0.6~ 0.7, 0.45~ 0.55, 0.42~ 0.52, 0.36~ 0.46,

0.3~0.4 倍位置;柠条依次为 0.47~0.57,0.52~0.62,0.5~0.6,0.35~0.45,0.3~0.4 倍树高。

梭梭、柠条、花棒、沙拐枣 4 种沙生植物 20, 50, 100, 150 cm 高度枝条直径为 0~2, 2~4, 4~6, 6~8, 8~10 和 >10 mm 的枝条数即 1~6 级枝条枝条数详见表 1。

3.2 沙生植物迎风面宽度特征

图 3 表示 4 种沙生植物垂直主风向方向,沿植株高度水平最大宽度即迎风面宽度随高度的变化特征。沙拐枣、梭梭、柠条、花棒的迎风面宽度依次在树高的 0.25~0.35, 0.55~0.65, 0.3~0.4, 0.3~0.4 倍时取得最大值。受植物分枝角度、空间生物量分布及其空间承载力,逐步分枝率的综合影响,花棒以树高的 0.7 倍为界限,从基部开始迎风面宽度明显高于其它 3 种植物,0.7 倍树高以后迎风面宽度迅速降低。沙拐枣、柠条、梭梭具有相似的变化趋势,基部迎风面宽度在 50 cm 以下,随树高逐渐增大,达到最大值后迎风面宽度又逐渐降低。

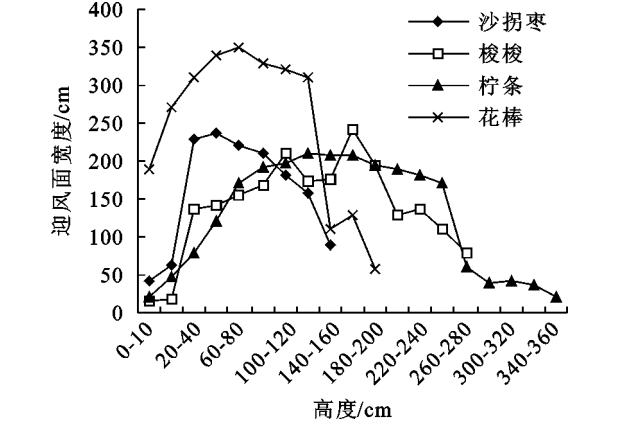


图 3 4 种沙生植物迎风面宽度的变化

3.3 沙生植物对风速的降低作用

4 种沙生植物在树冠后 0, 1, 2, 3 m 处 20, 50, 100, 150 cm 高度的降低风速作用详见表 2。

表 2 4 种沙生植物降低风速统计					%
树种	树冠后 距离/ m	高 度			
		20 cm	50 cm	100 cm	150 cm
梭梭	0	8. 76	21. 16	36. 01	80. 76
	1	7. 83	13. 69	38. 19	68. 25
	2	8. 96	17. 09	32. 73	46. 25
	3	9. 16	17. 73	34. 05	56. 92
柠条	0	37. 06	32. 96	32. 39	29. 12
	1	10. 53	20. 75	27. 18	37. 24
	2	16. 12	20. 36	24. 72	35. 68
	3	22. 16	22. 86	25. 32	32. 62
花棒	0	47. 58	34. 43	28. 78	27. 12
	1	46. 81	43. 31	29. 02	23. 35
	2	38. 31	35. 79	31. 03	23. 46
	3	30. 00	32. 54	24. 41	22. 34
沙拐枣	0	29. 17	45. 23	20. 83	17. 22
	1	30. 65	27. 29	26. 75	14. 80
	2	21. 52	23. 02	19. 14	18. 44
	3	23. 84	22. 75	21. 30	13. 68

4 种沙生植物具有明显的降低风速作用,且随植株后距

离的增大降低风速作用逐渐减弱。由于植株结构的不同,在枝条比较稠密的高度降低风速作用较大;一般在植株的上部和基部,枝条较少,降低风速的作用较小。虽然梭梭、沙拐枣在植株后有少量的积沙,但就 20 cm 高度降低风速作用却远远不及柠条和花棒。在 150 cm 高度,梭梭降低风速作用最大,沙拐枣降低风速作用不明显,由于 150 cm 处梭梭枝条稠密,而沙拐枣枝条比较稀少。

3.4 沙生植物空间结构与防风作用

流过植物体之后,气流的动能就会降低,不同植物种,因高度、枝叶茂密程度不同而有不同的动量吸收率。当气流流过障碍物时,会因障碍物不同的形状而有不同的阻力系数,实际上体现了植物外部形态对气流产生阻力的差别^[1]。植被冠层内的风速分布比较复杂,受植物种类、结构及季节的影响,特别是受到枝叶的阻滞,因此必须考虑枝叶之间自由空间的大小。实践证明,各种防风固沙措施的防护效益只与其自身高度和自身的结构形式有关,而与防护材料性质无明显的关系^[2]。本次研究为植物无叶时,只考虑枝条对风速的减弱作用。

植被冠层内的风速分布比较复杂,假设植被冠层内的气流为层流,流过植物体时只受到同一高度层内所有枝条的阻挡,减弱其动能。假定降低风速作用与枝条阻挡面宽度 Z 以及迎风面宽度 B 有关,防风固沙措施的防护效益与防护材料性质无明显的关系,对 4 种沙生植物不同高度降低风速作用与其对应高度的枝条阻挡面宽度 Z 以及迎风面宽度 B 进行回归分析。植株任意高度 h 处的枝条阻挡面宽度 Z_h 计算公式如下

$$Z_h = \sum (S_h \cdot D) \tag{1}$$

式中: S_h —— h 高度处植株直径为 D 的枝条数; D ——枝条直径。

表 3 对应测定风速高度 Z 与 B 统计 cm								
高度/ cm	柠条		梭梭		花棒		沙拐枣	
	Z	B	Z	B	Z	B	Z	B
20	38.2	47	16.8	18	19.0	270	15.1	63
50	52.6	110	59.1	140	27.3	325	37.6	234
100	75.0	192	127.3	169	55.3	330	55.5	210
150	88.3	209	255.2	175	59.7	210	35.2	125

具体计算时,因本次研究将植株枝条依直径不同分为 0~2, 2~4, 4~6, 6~8, 8~10, >10 mm 共 6 级,计算枝条数。假定 0~2 mm 直径枝条的直径均为 2 mm, 2~4 mm 直径枝条的直径均为 4 mm,依此类推, >10 mm 直径枝条均为 12 mm(0~20 cm 高度范围内>10 mm 直径枝条,其中一根枝条直径为基径,花棒、柠条、沙拐枣、梭梭的基径依次为 27, 21, 56, 56 mm,其它>10 mm 直径枝条直径均采用 12 mm 计算; 20 cm 高度以上>10 mm 直径枝条直径均为 12 mm)。因研究以 20 cm 高度为梯度分层研究,因此植株在同一层 20 cm 高度内枝条阻挡面宽度 Z_h 相同。4 种沙生植物对应测定植株降低风速作用枝条阻挡面宽度 Z 以及迎风面宽度 B 详见表 3。分别对 4 种沙生植物树冠后 1, 2, 3 m 处

降低风速作用与其对应的枝条阻挡面宽度 Z 以及迎风面宽度 B 进行回归分析, 详见表 4。

表 4 降低风速作用回归分析统计

树冠后 距离/ m	常数	P -value	Z 系数	P -value	B 系数	P -value	R^2	R^2_{adj}	F	Fs ignificance
1. 0	4. 921	0. 402	0. 016	0. 001	0. 079	0. 011	0. 674	0. 623	13. 409	0. 00069
2. 0	8. 236	0. 028	0. 009	0. 002	0. 065	0. 001	0. 732	0. 691	17. 788	0. 00019
3. 0	10. 228	0. 009	0. 014	4. 44E - 05	0. 035	0. 041	0. 770	0. 734	21. 734	7. 14E - 05

由表 4 可以看出, 植株降低风速作用与枝条阻挡面宽度 Z 以及迎风面宽度 B 有密切联系, 且随着 Z 和 B 的增大而增大。从方程检验来看, 都通过了 F 检验。回归方程拟合优度在树冠后 3 m 处最大, 为 0. 770, 说明 3 m 处方程拟合较好。枝条阻挡面宽度 Z 以及迎风面宽度 B 的系数在 3 个方程中对应的 P 值均小于 0. 05, 说明枝条阻挡面宽度 Z 以及迎风面宽度 B 2 个变量对降低风速作用有显著影响。常数在 2, 3 m 处回归方程中 P 值小于 0. 05, 有显著影响; 在 1 m 处回归方程中 P 值大于 0. 05, 无显著影响。

枝条阻挡面宽度 Z 与迎风面宽度 B 之间的关系受植物种类差异不同而有区别。图 4 为梭梭枝条阻挡面宽度 Z 与迎风面宽度 B 的线性回归图, 相关系数为 0. 971 4, 说明直线的方程拟合程度好。其它沙生植物的 Z - B 拟合过程和梭梭相

似, 具体拟合直线如表 5 所列, 结果表明, 迎风面宽度 B 与枝条阻挡面宽度 Z 呈正相关。

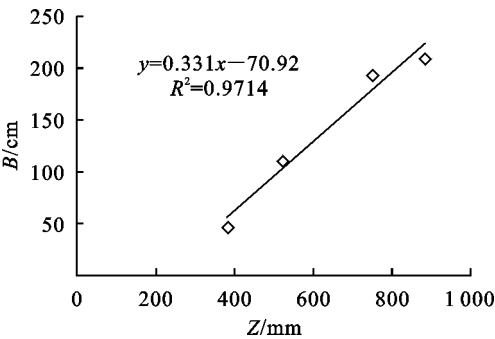


图 4 梭梭 Z - B 线性回归图

表 5 沙生植物 Z - B 线性拟合方程

树种	线性拟合方程	相关系数	树种	线性拟合方程	相关系数
柠条	$B= 0. 3312Z- 70. 923$	0. 9714	沙拐枣	$B= 0. 3832Z+ 20. 589$	0. 6491
梭梭	$B= 0. 0574Z+ 52. 776$	0. 5890	花 棒	$B= 0. 4064Z+ 49. 866$	0. 5848

4 结 语

风沙流是气流及其所搬运固体颗粒(沙)的两相流。朱震达等^[3]的研究结果表明, 气流搬运的沙量绝大部分(80%)集中分布在 0~ 10 cm 高度内, 含沙量的对数与高程之间具有良好的线性关系, 即含沙量与高度之间遵循指数函数关系, 输沙量随高度增加呈指数规律递减。

沙漠化土地的产生和扩展, 归根结底是天然植被遭受破坏的结果, 开展大面积人工植树造林受到干旱荒漠和半干旱荒漠地区水因因素的限制, 单纯追求高密度、大冠幅的目标难以实现。根据沙生灌木的生物学特性, 必须在 3~ 5 a 平茬复壮 1 次, 这些平茬枝条已木质化, 称为灌木材, 沙生灌木平茬是灌木林抚育的关键技术环节^[4-5]。对沙生灌木进行平茬, 不仅不影响其生长, 反而会萌发更多的枝条, 这样既增加了枝条阻挡面宽度 Z , 又增大了迎风面宽度 B , 降低风速作

用及范围将会大大提高, 更有利于防风固沙。建议改变植株冠型, 在 10 cm 高度对沙生灌木进行平茬。

参考文献:

[1] 李滨生. 治沙造林学[M]. 北京: 中国林业出版社. 1994: 105.

[2] 凌裕泉, 屈建军, 金炯. 稀疏天然植被对输沙量的影响[J]. 中国沙漠, 2003, 23(1): 12-17.

[3] 朱震达, 吴正. 塔克拉玛干沙漠风沙地貌研究[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 110.

[4] 恩和, 毕玉革. 沙生灌木平茬工艺及切割机理的分析[J]. 林业机械与木工设备, 2004, 32(8): 50-51.

[5] 黄金田. 沙生灌木资源与我区林业产业[J]. 林业实用技术, 2005(7): 13-15.