

## 浑善达克沙地踏郎再生沙障研究\*

崔 巍<sup>1,2</sup>, 荣 浩<sup>2</sup>

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 呼和浩特 010010; 2. 水利部 牧区水利科学研究所, 呼和浩特 010010)

**摘 要:** 踏郎属多年生豆科植物, 在沙地缓冲区用踏郎建立沙障, 控制流沙向内部蔓延。浑善达克沙地东缘小流域内广泛分布有斑状沙地。由于风水交互侵蚀作用, 给小流域治理带来了极大的困难。采用踏郎再生沙障技术, 可提高小流域内的固沙效益, 加快斑状沙地的植被营造速度, 为该地区水土保持生态建设提供科技支撑。

**关键词:** 踏郎; 浑善达克; 再生沙障; 水土保持

中图分类号: X171.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0180-05

## A Study of Sand Stabilization of *Hedysarum Laeve* in Hunshandak Sand Area

CUI Wei<sup>1,2</sup>, RONG Hao<sup>2</sup>

(1. College of Ecology and Environment Science, Inner Mongolia Agricultural University, Huhhot 010010, China; 2. Department of Water Resources for Pastoral Area of the Ministry, Huhhot 010010, China)

**Abstract:** *Hedysarum Laeve* is a perennial legume. In Sand buffer zone Sand Stabilization of *Hedysarum Laeve* is established for controlling the quicksand to internal spread. In small watershed at the eastern edge of Hunshandak sand, there is a broad distribution of macular sand. With the water and wind interactive erosion, comprehensive control of small watershed was extremely difficult. Using the sand stabilization of *Hedysarum Laeve* technology, small watershed can improve the sand fixation efficiency, as well as speed up the macular sand vegetation create, which will provide the technical support for soil and water conservation, ecological construction in the region.

**Key words:** *Hedysarum Laeve*; Hunshandak; sand stabilization; soil and water conservation

### 1 引言

浑善达克沙地东缘多为斑状沙地, 地形起伏较大, 地表物质疏松, 部分沙地分布于各小流域内, 小流域内由于风水交互侵蚀以及过牧等原因<sup>[1]</sup>, 形成了面积不等的斑状沙地。各斑状沙地基本裸露, 并有明沙。植被盖度 < 15%, 有的斑块甚至为零。地表物质组成以风沙土为主, 随着沙化程度的增加, 其沙层面积和厚度呈递增趋势, 严重影响当地的畜牧业及农业的发展。

踏郎属多年生豆科植物, 在沙地缓冲区, 用踏郎建立沙障。在冬、春季, 对流动沙地进行封育控制流沙向内部蔓延。遇到降雨, 踏郎枝条很快成活形成再生沙障, 枝条高度可达 2 m 以上, 属草根植物, 根系长度达 1.5 m 以上。经过 2~3 a 封育, 踏郎沙障枝条茂密, 网格内也繁育生长, 使网格没有明显界限。在沙区, 采用再生沙障技术, 可提高沙障固沙效益, 加快沙地植被营造速度<sup>[2-3]</sup>。

### 2 研究区概况

研究区位于克什克腾旗经棚镇, 地处内蒙古高原与大兴安岭南端沙地和燕山余脉土老图山区的交汇地带, 形成起伏

不平的山区丘陵、熔岩和草原、漫甸、沙漠等复杂地形。多年平均气温 2.7℃, 多年平均蒸发量 1 200~1 900 mm。年平均风速 2.6~3.5 m/s, 主要风向以西风、西北风为主, 多集中在春秋两季, 尤以春季较重, 年 8 级以上大风日数 40~60 d, 造成土地荒漠化日趋加剧。多年平均降水量 383.5~531.8 mm, 干旱指数 1.4~3.0, 降水分布不均, 其中 7~9 月三个月降雨量占全年降水量的 70% 以上。

地带性土壤类型属黑钙土、栗钙土, 土壤腐殖质厚度 5~20 cm, 有机质含量 0.5% 左右。天然植被稀疏, 主要草种以禾本科、菊科植物居多, 植被盖度 10%~30%。

试验区根据沙化程度分为 3 个分区, 即轻度沙化区、中度沙化区和重度沙化区。轻度沙化区沙化程度有明显的退化痕迹, 但无明沙连片现象, 地表植被稀少, 植被盖度 20% 左右, 植物种类 6~8 种; 中度沙化区有明沙连片现象但地表保持平缓, 没有发育为沙丘状, 盖度为 10% 左右, 植物种类 3~4 种; 重度沙化区沙化严重, 植被盖度为 5% 以下, 植物种类为 1~2 种, 具体分区内容详见表 1。

### 3 研究方法

通过对当地气象资料的分析总结, 示范区除西北主风向

\* 收稿日期: 2008-01-02

基金项目: 2002 年京津风沙源治理工程科技支撑项目: 风沙区草场生态整治水利综合技术示范与推广

作者简介: 崔巍(1977-), 在读硕士, 工程师 研究方向: 牧区水土保持与生态环境。E-mail: mkscw@126.com

外其它侧风向风速亦较强, 因此为使踏郎沙障更好的发挥作用, 大部分采用网格式沙障布局。踏郎种植分别采用植苗和扦插两方式, 对不同沙化区试验两种不同栽植方式的踏郎沙障进行划区研究, 共 4 个试验样地, 样地大小随地形地貌及沙地斑块大小而不同。调查方法采用样方法和样条法, 样方规格为 4 m × 4 m, 主要用于防风固沙观测及踏郎生长状况调查, 样条主要用于踏郎周围植被生态效益观测, 样条长 20 m, 样条间距 5 m。同时进行土壤分析、踏郎地上部分生长情况测定、踏郎地下部分生长情况测定、生态调查、土壤含水量的测定和防风效益指标等观测试验。

表 1 研究区基本情况

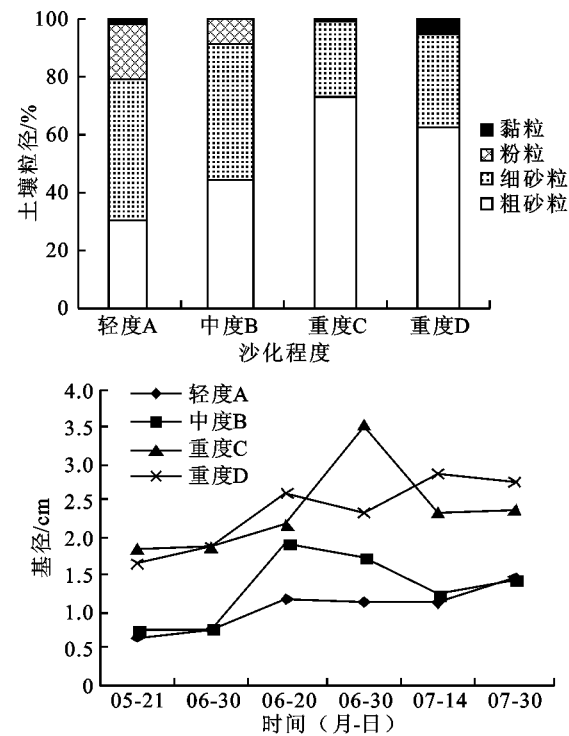
样地	分区名称	位置	沙层	植被	植物
			厚度/cm	盖度/%	种类数
A	轻度沙化区	43°12'29"N 117°43'36"E	20	20	8
		43°12'24"N 117°43'39"E			
B	中度沙化区	43°12'22"N 117°43'29"E	60	10	4
		43°12'21"N 117°43'18"E			
C	重度沙化区	43°12'41"N 117°43'10"E	120	5	1
		43°12'37"N 117°43'21"E			
D	重度沙化区	43°11'46"N 117°43'10"E	100	5	2
		43°11'51"N 117°43'10"E			

4 结果与分析

4.1 踏郎生态适应性研究

4.1.1 踏郎最适生长环境研究

通过对各小区踏郎生长状况的调查及各小区土壤机械



4.1.3 踏郎地下部分生长特性研究

踏郎主根粗壮, 根颈部直径一般约 1~4 cm, 最粗可达 7~8 cm。地下变态枝条发达, 与地面平行生长, 根幅 1~6 m, 根及地下变态枝条为棕红色。根颈被沙土覆盖时可生长

组成的对比得出, 踏郎适合生长于粗沙含量大的环境中, 植株高度、基根直径以及新枝生长长度等指标明显优于粗沙含量低于 60% 的土壤, 在粗沙含量低于 30% 的土壤中生长缓慢(图 1)。

4.1.2 踏郎地上部分生长特性研究

当年生实生苗地上部分生长缓慢, 高 10~15 cm, 经一个冬春后, 全部干枯, 即使是成龄植株当年生枝梢头也干枯, 第二年由根颈及老枝上萌发新枝条。踏郎每年一般于 4 月中旬距地表 10 cm 处土壤温度(13:00 观测值)在 10℃ 以上并持续 10 d 左右即开始萌发。由于沙丘较丘间低地增温快, 踏郎萌发较丘间低地提早 5~6 d。踏郎根颈处萌发力极强, 特别是刈割后萌发条更多, 经 2~3 次刈割后, 一般有萌发条 50~60 个, 多者达 70~80 个。踏郎枝条分为基部枝条和上部枝条。

踏郎枝条高生长从 4 月中旬开始到 7 月底结束。其中 5 月中旬到 7 月初高生长最快, 高度长达 2~3 cm, 这期间约占高生长量的 80%。且基部枝条较上部枝条生长快。

踏郎第 2 年有少数植株开花, 第 3 年进入大量开花结实阶段。开花受日照及土壤含水量影响很大, 开花期若遇持续阴雨 10 d 以上, 开花数将大大减少, 已形成的花蕾也将不开而凋落。干旱也是重要的限制因素, 开花期土壤含水量降到 2% 以下时, 花蕾开始凋落, 遇有降水量适中, 数日后便可恢复开花。未刈割的开花多, 开花早, 于 6 月中旬开始, 刈割的开花少、比未刈割的开花晚约半个月, 花期长, 直到 9 月中旬霜冻来临。由于花期长, 踏郎种子成熟不一, 一般需 45 d 左右。大多数种子于 9 月初成熟。

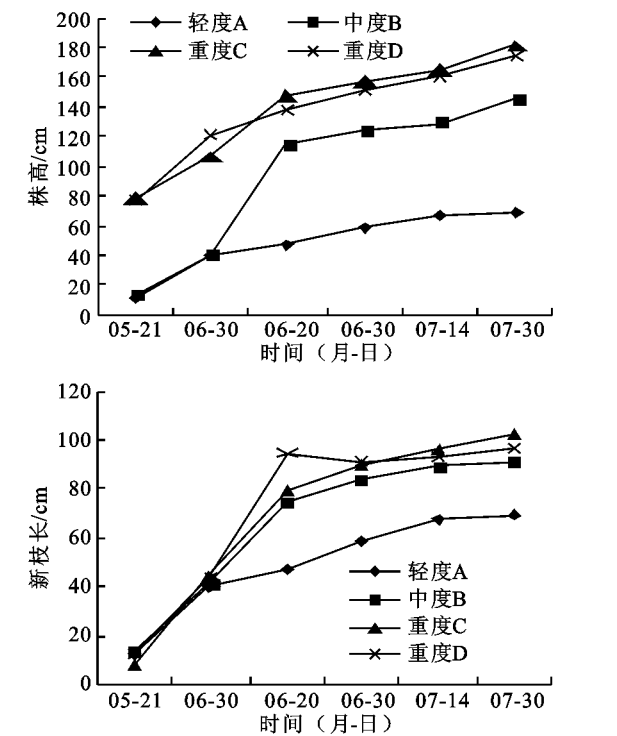


图 1 踏郎生长环境情况分析

地下的变态枝条, 直径一般为 1~1.5 cm, 少数可达 8 cm 左右。根颈周围覆沙被风蚀后, 均无生长地下变态枝条现象。

踏郎幼苗期间地下部分根的生长十分迅速。当年生苗主根发达, 根深可达 60~70 cm, 为株高的 4~5 倍, 为茎粗的 2

~ 3 倍。成龄植株主根不发达, 一般只有 1 条, 深度 < 1.5 m。侧根 4~ 10 条, 长短不一, 最长者达 30 cm。第二年开始侧根较主根生长迅速。一般第 3 年主根达到一定深度几乎停止生长, 侧根发达、粗壮, 但分枝不多。一般分 3 层, 第 1 层 10~ 20 cm, 有侧根 3~ 4 条; 第 2 层 40~ 50 cm, 有根 2~ 3 条; 第 3 层 60 cm 以下, 有根 2~ 3 条。各层根系均水平分布, 在平地以辐射状生长, 在沙丘迎风坡则主要向沙丘两侧生长, 上层根较下层根长, 根系密集层为 40~ 60 cm。

4.2 踏郎栽植地土壤含水量及其对踏郎的胁迫反应

4.2.1 土壤含水量研究

根据图 2 所示, 除 D 区土壤含水量明显大于各区土壤含水量, 其他 3 区均变化不大, 主要是由于 D 区 40 cm 以下土壤黏粒含量偏高, 土壤具储水结构所至。踏郎种植区内, 土壤各层含水量发生了再分配现象, 各层土壤含水量较为均一, 由于植物的蒸腾作用, 使得土壤含水量略低于方格内。植物在生长发育过程中, 根系需要不断地从土壤中吸收水分, 又通过叶片蒸腾作用将水分散失到大气中去。在植物强烈的蒸腾拉力作用下, 土壤中的水分从高水势向低水势区输送, 同时地面蒸发也使水分在热辐射的作用下从土壤中散失。然而, 当植物蒸腾、地面蒸发减弱或停止时, 植物根系仍可从深层较湿土壤中吸收水分, 再由侧根释放到表层较干燥的土壤中; 或侧根从表层湿润的土壤中吸收水分, 通过主根

向下运输在深层较干燥的土壤中释放出, 从而改善表层土壤水分状况或将水分贮藏在深层土壤中。

由图 2 可看出, 干旱及降雨条件下踏郎种植区土壤水分发生再分配现象, 踏郎的种植涵养了试验区的水分, 能够把土壤含水量调节在一适当的范围内。土壤含水量维持在 3%~ 10% 范围内时, 对周围植被生长起到良好的保护作用。

4.2.2 水分胁迫试验研究

项目区土壤水分常年维持在 3% 左右, 萎蔫系数 1%, 有效含量高, 为植物的生长提供了可靠的水源, 但其水分移动性差。地下水补给缓慢, 主要靠天然降水补给。踏郎根系的水平层状分布既可以有效地利用天然降水, 又可以克服水分移动性差的特点分层利用土壤水分。而且这一层状结构与宽广的根幅相结合, 更加扩大了吸水面积, 增强了植株对干旱的适应性和抵抗力。

踏郎正常生长的土壤含水量为 5%~ 10%, 当土壤含水量降到 2% 以下时, 植株下部出现叶黄、落叶现象, 沙层 50 cm 深处(根系密集层)含水量在 1% 的情况下, 仍能维持生命, 这时浅根性的 1 年生植物及幼龄沙蒿开始枯死。各类型沙化区土壤含水量从整个生长期来看, 基本能满足踏郎正常生长的需要。踏郎不耐涝, 当含水量超过 10% (丘间低地) 持续时间较长时逐渐出现叶黄落叶现象。当地表积水 15~ 20 d 则因涝而死。

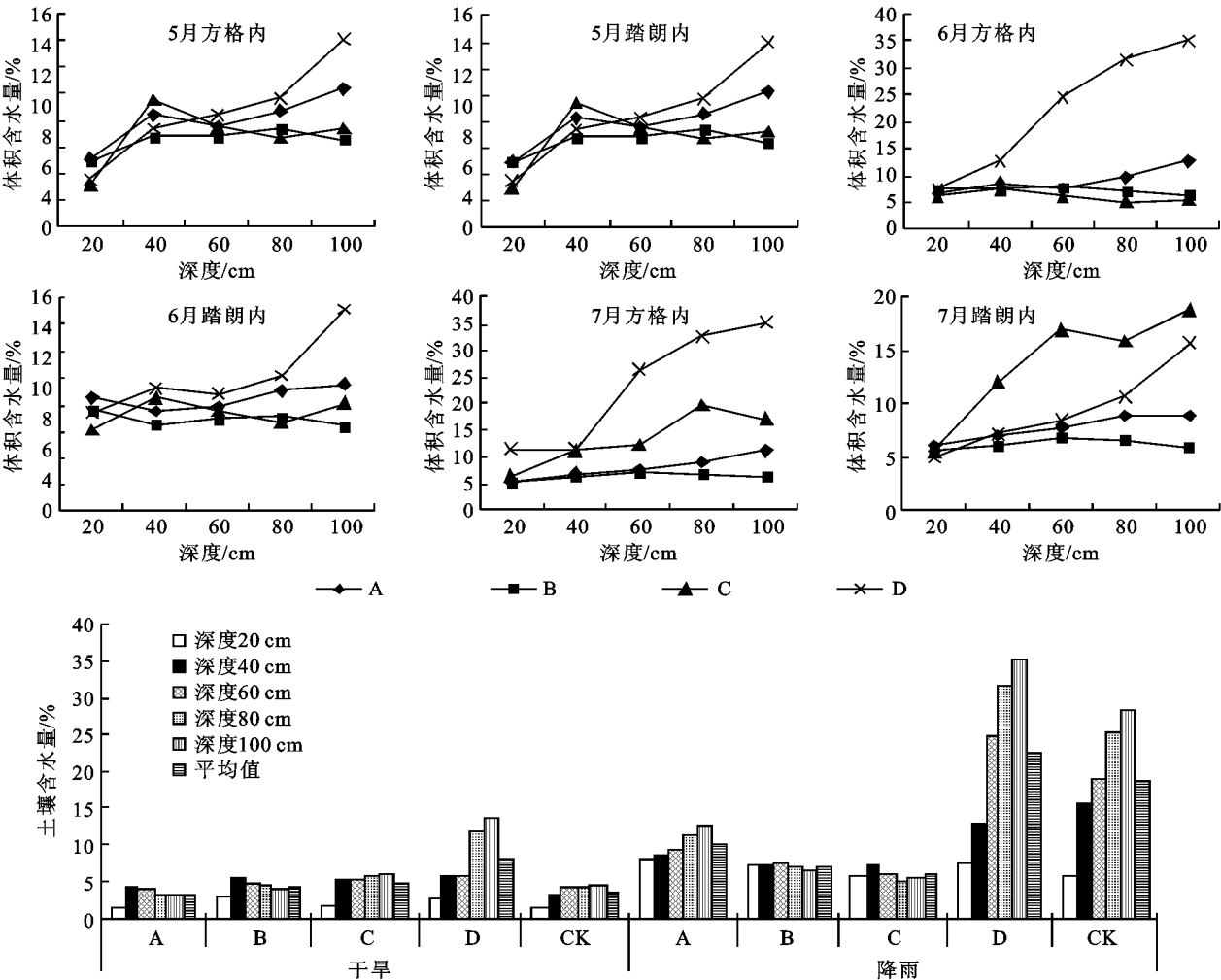


图 2 土壤含水量分析

4.3 踏郎防风固沙效益研究

防风作用主要是通过枝条阻挡或减缓气流而实现的。一方面,当气流经过疏林或沙障时,在枝条的阻挡作用下,气流穿越枝条时的摩擦和引起枝条摆动而消耗了部分动能,从而风速减弱;另一方面,由于树干及枝条的阻挡,气流形成无数不定的紊流,这些不同方向的紊流之力相互缓冲、抵消,使风力减弱或降低流动速度<sup>[4]</sup>。

4.3.1 踏郎沙障对不同高度风速梯度的影响

对四块样地 2 m 和 0.5 m 高度风速进行实地测定,每个样地测定 100 组数据,对实测风速进行随机抽样分析,结果见表 2。

从表 2 中可以看出,2 m 高度风速一定时,不同测点 0.5 m 高度风速相对于 2 m 高度风速的降低幅度不同,轻度沙化

区 A 区平均降低 14.54%,而中度沙化区 B 区平均降低 36.64%,重度沙化 C 区平均降低 46.64%,重度沙化 D 平均降低 32.46%。从以上数据比较分析中得知,沙障的设置可以明显降低风速,减弱风的作用力。由于 B 区和 C 区踏郎沙障为风格状配置,D 区为带状配置,C 区降低风速比率超过 D 区 10 个百分点,因此可以说明踏郎网格沙障降低风速的能力较带状沙障强。

4.3.2 踏郎沙障的固沙作用

沙粒无论以何种方式运动,都是以一定的风为动力的,因此,沙障的阻沙作用决定于它的防风性能,不同的防风固沙措施表现在它对近地层风速的减弱以及输沙量的减少。各样地的积沙观测结果(共做了 3 个重复,每个重复测定时间为 5 min)见表 3,表中数值为 3 个重复的平均值。

表 2 不同类型沙障的瞬时风速及粗糙度

随机抽样值		A	B	C	D
$V_2 = 5.67\text{ m/s}$	$V_{0.5}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	4.89	3.56	2.72	3.72
	降低百分比/%	13.76	37.21	52.03	34.39
$V_2 = 6.28\text{ m/s}$	$V_{0.5}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	5.39	3.64	2.84	3.89
	降低百分比/%	14.17	42.04	54.78	38.06
$V_2 = 6.89\text{ m/s}$	$V_{0.5}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	6.00	3.96	3.16	4.28
	降低百分比/%	12.92	42.53	54.14	37.88
$V_2 = 7.61\text{ m/s}$	$V_{0.5}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	6.33	5.33	4.72	5.84
	降低百分比/%	16.82	29.96	37.98	23.26
$V_2 = 8.11\text{ m/s}$	$V_{0.5}/(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	6.89	5.56	5.33	5.78
	降低百分比/%	15.04	31.44	34.28	28.73
$V_2/V_{0.5}$ 平均值		1.17	1.59	1.92	1.49
$Z_0/\text{cm}$		0.02	4.75	11.12	2.97
平均降低百分比/%		14.54	36.64	46.64	32.46

注:  $V_2$ ——2 m 高处风速;  $V_{0.5}$ ——0.5 m 高处风速;  $Z_0$ ——地表粗糙度。

表 3 各样地积沙的野外观测情况表

样地	积沙仪高度/cm										总积沙量
	0~ 1	1~ 2	2~ 3	3~ 4	4~ 5	5~ 6	6~ 7	7~ 8	8~ 9	9~ 10	
未治理区	4.98	4.75	4.59	3.54	3.05	2.98	2.57	2.25	1.97	1.44	32.12
治理区	0.49	0.38	0.34	0.32	0.25	0	0	0	0	0	1.78

从野外观测结果得知,输沙量随高度增大而减小,此规律符合已有的理论研究。沙障发挥了很大的作用,当旷野平均风速为 7.86 m/s 时,未治理区 5 min 的积沙量为 32.12 g,治理区 5 min 的积沙量为 1.78 g,仅为重度沙化区的 5.54%。这说明只要在流沙上科学设置沙障,它的固沙效益会发挥得更明显。几类 3 年生踏郎活沙障内几乎不起沙,一方面是由于这几类沙障明显提高了地表粗糙度,从而降低了起沙风速;另一方面,由于踏郎沙障成活后,使得障内植物种类和植被盖度明显增加,地表形成了厚度不同的沙结皮,沙结皮的形成无疑是治沙成功的标志,表明流沙正向土壤发育,抗风蚀能力增强,同时又为障内植物生长提供了条件。

4.4 踏郎沙障生态效益分析

设置踏郎沙障 3 a 后,流动沙地趋于固定,而且地表形成厚度不同的沙结皮,植物种类也明显增加。根据治理前及治理后的植被调查可以发现,沙化区域都得到了良好的治理,植物多样性提高显著,通过踏郎再生沙障的实施,群落结构发生了改变,由治理前的单一结构变为较为复杂而稳定的

结构<sup>[5]</sup>。从表 4 中各植物种所在群落中重要值可看出,在退化严重区踏郎生长旺盛,可达到良好的固沙作用。据 2005 年 7 月下旬的调查结果,踏郎沙障的实施,沙化草地植被盖度由以前的 5% 提高到了 70% 左右。踏郎沙障的实施不仅使其影响区域的植被盖度增加了,也使周边退化草地植物种类由原来的 8 种提高到了 20 余种,产干草量由原来的 615 kg/hm<sup>2</sup> 提高到了 1 245 kg/hm<sup>2</sup>。

5 小 结

(1) 通过对不同沙化区踏郎生长状况的研究,确定踏郎最佳生长环境为粗沙粒含量> 60% 的严重沙化区,当年生枝条即可达 1.5~ 2.0 m,其地下茎分蘖活跃,在踏郎沙障带周围出现了大量的分蘖苗,3 a 时间即拓宽了沙障带近 1 m 左右。

(2) 作为再生沙障,在防风固沙方面,踏郎沙障最佳栽植方式为植苗,植苗较其它方法生长速度快,保存率高,能够快速起到防风固沙的作用。踏郎沙障最佳配置方式为网状方格沙障<sup>[6]</sup>。

表 4 不同试验区主要植物种及重要值

样地	种类组成	植被盖度/ %		相对盖度/ %		相对多度/ %		相对频度/ %		重要值	
		治理前	治理后	治理前	治理后	治理前	治理后	治理前	治理后	治理前	治理后
A	踏郎		32		21. 77		15. 19		6. 83		43. 79
	冷蒿	22	15	20. 56	10. 20	30. 00	17. 72	12. 00	6. 83	62. 57	34. 76
	苍耳	2	2	1. 87	1. 36	3. 33	2. 53	9. 96	5. 60	15. 17	9. 49
	胡枝子		4		2. 72		1. 27		4. 99		8. 97
	细枝岩黄芪	2	3	1. 87	1. 69	3. 33	1. 27		4. 58	5. 20	7. 54
	叉分蓼	38	21	35. 51	14. 29	13. 33	8. 86	12. 00	6. 83	60. 85	29. 98
	糙隐子草	5	5	4. 67	3. 40	6. 67	3. 80	11. 64	6. 83	22. 98	14. 03
	地梢瓜	5	7	4. 67	4. 76	5. 00	5. 06	10. 68	6. 01	20. 36	15. 84
	平车前		2		1. 36		2. 53		5. 12		9. 02
	木蓼		6		4. 08		3. 80		5. 05		12. 93
	繁缕	4	2	3. 74	1. 36	3. 33	2. 53	10. 20	4. 78	17. 28	8. 67
	田旋花	5	3	4. 67	2. 04	3. 33	2. 53	10. 92	5. 12	18. 93	9. 70
	蒲公英		6		4. 08		3. 80		6. 08		13. 96
	乳浆大戟		8		5. 44		3. 80		6. 15		15. 39
	紫筒草	6	9	5. 61	6. 12	8. 33	5. 06	10. 56	6. 49	24. 51	17. 67
	扁蓿豆		5		3. 40		3. 80		5. 87		13. 07
	猪毛菜	18	17	16. 82	11. 56	23. 33	16. 46	12. 00	6. 83	52. 16	34. 85
B	踏郎		34		32. 69		23. 08		15. 38		71. 15
	冷蒿	16	32	48. 48	30. 77	46. 15	32. 31	20. 96	15. 38	115. 60	78. 46
	苍耳	4	12	12. 12	11. 54	11. 54	12. 31	20. 96	15. 38	44. 62	39. 23
	细枝岩黄芪		5		4. 81		4. 62		12. 31		21. 73
	扁蓿豆	3	4	9. 09	3. 85	11. 54	6. 15	17. 82	11. 54	38. 45	21. 54
	野大麻	8	11	24. 24	10. 58	23. 08	13. 85	20. 96	15. 38	68. 28	39. 81
	蒲公英	2	6	6. 06	5. 77	7. 69	7. 69	19. 29	14. 62	33. 04	28. 08
C	踏郎		37		55. 22		39. 53		17. 09		111. 85
	冷蒿	1	2	12. 50	2. 99	14. 29	4. 65	33. 90	17. 09	60. 68	24. 73
	雾冰藜	2	4	25. 00	5. 97	28. 57	9. 30	32. 20	17. 09	85. 77	32. 37
	沙米	5	3	62. 50	4. 48	57. 14	6. 98	33. 90	17. 09	153. 54	28. 55
	猪毛菜		14		20. 90		27. 91		17. 09		65. 90
	细枝岩黄芪		7		10. 45		11. 63		14. 53		36. 61
D	踏朗		42		60. 00		41. 86		20. 00		121. 86
	冷蒿	2	2	22. 22	2. 86	25. 00	4. 65	33. 33	20. 00	80. 56	27. 51
	沙米	4	7	44. 44	10. 00	37. 50	11. 63	33. 33	20. 00	115. 28	41. 63
	雾冰藜	3	6	33. 33	8. 57	37. 50	11. 63	33. 33	20. 00	104. 17	40. 20
	猪毛菜		13		18. 57		30. 23		20. 00		68. 80

(3) 踏郎种植区内,土壤各层含水量发生了再分配现象,各层土壤含水量较为均一,由于植物的蒸腾作用,使得土壤含水量略低于方格内。

(4) 踏郎正常生长的土壤含水量为 5% ~ 10%,当土壤含水量 < 5% 或 > 10% 较长时间后,植株下部出现叶黄、落叶现象,甚至死亡。

(5) 踏郎根部生长主要是由各层土壤含水量所决定的,由于各沙化区分层土壤含水量的变化,踏郎根部的生长随之变化<sup>[7]</sup>。

(6) 踏郎沙障实施后,植被盖度由 5% 提高到了 70% 左右。植物种类由原来的 8 种提高到了 20 余种,周边草地干草产量由原来的 615 kg/hm<sup>2</sup> 提高到了 1 245 kg/hm<sup>2</sup>。

参考文献:

[1] 水利部农村水利司,水利部牧区水利科学研究所,中国

灌溉排水发展中心. 全国牧区草原生态保护水资源保障规划[Z]. 2003 5-20.

[2] 王树力,刘玉山. 赤峰市流动沙地植物沙障治理模式的研究[J]. 水土保持学报, 2005, 19(4): 144-147.

[3] 贾幼陵. 加强草畜平衡管理,实现可持续发展[N]. 农民日报,2003 03 03.

[4] 张铜会,赵哈林,常学礼,等. 科尔沁沙地采用人工植被对流沙治理的技术[J]. 中国沙漠,2000, 20(增刊): 48-52.

[5] 高立洪. 毛乌素沙地南缘植被类型及其演替规律初步研究[J]. 林业科学研究, 2004, 17(增刊): 131-136.

[6] 曹显军. 踏郎、黄柳植物再生沙障治理高大流动沙丘技术的探讨[J]. 内蒙古林业科技, 1999(增刊): 67-69.

[7] 张称意. 羊柴林沙地水分状况及其动态变化的研究[J]. 内蒙古大学学报, 1997, 28(4): 563-567.