

# 沙障铺设方式对水冲法植柳造林效果的影响

吕新丰<sup>1</sup>, 汪季<sup>1</sup>, 张燕<sup>2</sup>, 乔荣<sup>1</sup>, 徐丽<sup>1</sup>, 肖芳<sup>1</sup>

(1. 内蒙古农业大学 生态环境学院, 内蒙古 呼和浩特 010010; 2. 北京林业大学, 北京 100083)

**摘要:** 沙柳是干旱、半干旱地区重要的防风固沙和工业用材树种。以库布齐沙漠采用水冲法植柳造林地低立式沙障、草方格沙障以及混合沙障为对象, 研究了3种沙障铺设方式对沙柳保存率及生长指标的影响。试验结果表明, 3种沙障均可显著促进沙柳生长( $p < 0.05$ ), 促进作用的顺序依次为: 混合沙障 > 草方格沙障 > 低立式沙障。

**关键词:** 沙障; 沙柳; 生长指标; 库布齐沙漠

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)04-0184-04

中图分类号: S725.7

DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2014.04.050

## Influence of Sandy Barriers Paving Patterns on Forestation with Water Jetting Method

LÜ Xin-feng<sup>1</sup>, WANG Ji<sup>1</sup>, ZHANG Yan<sup>2</sup>, QIAO Rong<sup>1</sup>, XU Li<sup>1</sup>, XIAO Fang<sup>1</sup>

(1. College of Ecology and Environment Science, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot, Inner Mongolia 010010, China; 2. Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** *Salix psammophila* is an important windbreak and sand-fixation shrub, which can be used in industry, in arid and semiarid areas. Taking low vertical sandy barriers, straw checkerboard barriers and mixed sandy barriers in Kubuqi desert as study objects, the survival rate and growth indicators of *Salix psammophila* planted with jetting method were studied. The results showed that three kinds of barriers can promote the growth of *Salix psammophila* significantly ( $p < 0.05$ ), the order of promoting effect is mixed sandy barriers > straw checkerboard barriers > low vertical sandy barriers.

**Keywords:** sandy barriers; *Salix psammophila*; growth indicators; Kubuqi desert

沙柳(*Salix psammophila*)又名北沙柳、西北沙柳,是杨柳科柳属灌木,广泛分布于鄂尔多斯、东阿拉善、陕西省北部及宁夏自治区东部<sup>[1-2]</sup>。沙柳是良好的防风固沙物种,它在一定程度上控制风沙流动的方向、速度及结构,改变地表蚀积状况,从而达到固定沙面、防治沙害的目的<sup>[3-4]</sup>。此外,沙柳还是分布区重要的生物经济资源之一。近年来,随着相关研究的发展和开发利用技术的进步,沙柳已经成为分布区刨花板生产和造纸业的重要原材料<sup>[5-7]</sup>。随着这些产业的发展,对沙柳的需求量逐年增加。加之长期的过度放牧和樵采,分布区的沙柳林受到了前所未有的破坏,对沙柳资源的可持续性、以沙柳为主要建群种的生态系统及其服务功能构成了严重威胁<sup>[8-9]</sup>。因此推广沙柳造林,减缓沙丘移动,促进植被恢复,逐渐恢复沙区脆弱的生态系统,对防止北方地区的沙尘暴,遏制沙漠化的蔓延和发展以及实施西部大开发战略具有重要意义<sup>[10-12]</sup>。本研究在3种不同铺设方式的沙障内通

过采用水冲扦插造林技术人工种植沙柳,将沙障和植物固沙有机结合起来,通过测定造林保存率及沙柳的生长指标,分析沙障对沙柳生长状况的影响。

## 1 试验区概况

试验区位于鄂尔多斯高原西北部杭锦旗境内库布齐沙漠,地跨鄂尔多斯高原与河套平原,地理坐标位于东经106°55'16"—109°16'08",北纬39°22'22"—40°52'47"之间,由南向北缓慢倾斜。气候属于典型温带大陆性半干旱季风气候区,四季温差大,日照充沛,无霜期比较短。1月平均气温为-13.4℃,极端最低气温-34.5℃;7月平均气温为22.8℃,极端最高气温为40.2℃。年均 $\geq 0$ ℃的持续时间为293.2d, $\geq 5$ ℃的持续时间为255.5d,年均日照时数为3138.7h,无霜期为159.8d,多年平均降水311.8mm。试验地土壤以沙土和沙质盐碱土为主。由于北临黄河,地下水资源相对比较丰富,丘间地和平缓

收稿日期:2013-08-31

修回日期:2013-09-23

资助项目:国家林业行业专项“风积沙产业化利用及其迹地植被营建技术研究”(201204205)

作者简介:吕新丰(1986—),男(汉族),内蒙古自治区赤峰市人,硕士研究生,研究方向为荒漠化防治。E-mail:250831207@qq.com。

通信作者:汪季(1957—),男(汉族),山东省济南市人,博士,教授,博士生导师,主要从事荒漠化防治研究。E-mail:wangji1957@163.com。

沙地植被多以沙柳为建群种。流动沙丘上沙生植被仅有少量的沙拐枣(*Calligonum mongolicum*)等,在其下部和丘间低地生长有籽蒿(*Artemisia sphaerocephala*)、杨柴(*Astragalus mongolicum*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*)、沙竹(*psanmochloa villbsa*)等。半固定沙丘表现为:东部以黑沙蒿(*Artemisia ordosica*)、柠条(*Caragana korshinskii*)、沙米、沙竹为主;西部以油蒿、柠条、沙冬青(*Ammopiptanthus mongolicus*)为主,伴生有刺蓬(*Cornulaca alaschanica*)、绳虫实(*Corispermum declinatum*)、沙竹等。

## 2 材料与方 法

以库布齐沙漠腹地的七星湖景区为试验地,试验地面积约为 3 hm<sup>2</sup>。试验样地选择具有显著代表性和典型性的波状裸沙丘,植被覆盖度小于 5%,沙丘坡度小于 20°。在春季当地沙柳萌芽前(4 月初)选择

2~3 年生,长度 110 cm,直径大于 0.8 cm 的,生长健壮且无病虫害和机械伤害的沙柳条用以制作沙柳插穗,并且将插穗浸泡 3 d。

沙障类型包括低立式沙障、草方格沙障、混合沙障 3 种,其中低立式沙障采用 40 cm 沙柳枝作为材料,沙障高度为 15 cm,沙障规格为 1.5 m×3 m;草方格沙障采用麦草作为材料,沙障规格为 2 m×2 m;混合沙障是由低立式沙障和草方格沙障交叉镶嵌铺设的。2009 年 4 月在沙障内采用新型低压水冲植柳技术分别种植沙柳插穗,设置 200 次重复,栽植密度为 1 m×4 m,同时在流动沙丘上种植同样规格的沙柳作为对照。3 种铺设方式沙障平面结构如图 1 所示。在种植 3 a 后(2012 年 6 月)调查沙柳的保存率、枝条数、株高、枝条长、枝条直径、冠幅和基径几项指标。数据采用 Excel 处理和统计软件 SAS 9.0 进行方差分析。

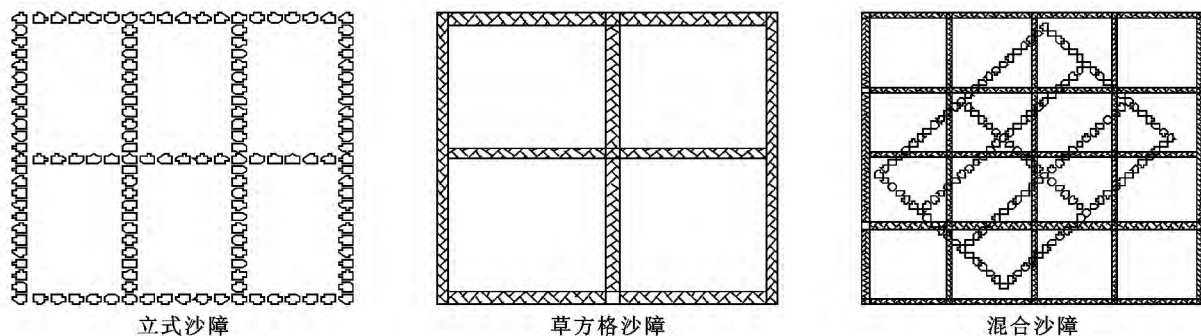


图 1 3 种沙障铺设方式沙障平面结构图

## 3 结果与分析

### 3.1 3 种沙障对沙柳保存率及枝条数的影响

与对照相比,在造林地铺设 3 种沙障均能够明显提高沙柳扦插造林的保存率,不同铺设方式的沙障对沙柳保存率有不同程度的影响。从表 1 分析结果来看,低立式沙障防护使沙柳的保存率比对照增加了 11.12%;草方格沙障防护使沙柳的保存率比对照增加了 30.79%;混合沙障防护使沙柳保存率比对照增加了 47.99%。沙柳在不同沙障内的保存率大小顺序为:混合沙障>草方格沙障>低立式沙障>对照。方差分析结果表明,不同造林地条件下沙柳保存率差异显著( $p<0.05$ )。因此,在库布齐沙漠营造沙柳生态林,可采用铺设混合沙障的方式来改变造林地条件以获得高的保存率,取得持续的生态及经济效果。

枝条数直接影响了沙柳灌丛的大小,从而影响了地表粗糙度,进而影响了沙漠地表水分蒸发以及沙柳林的防风固沙作用。试验发现(表 1),3 种沙障铺设

方式可以明显提高沙柳的枝条数量( $p<0.05$ )。其中铺设混合沙障的效果最为明显,草方格沙障效果次之,3 种沙障防护下的沙柳枝条数增幅分别为 64.84%,47.07%和 43.36%。

表 1 3 种沙障防护下沙柳保存率对比。

沙障类型	低立式沙障	草方格沙障	混合沙障	对照
沙柳保存率/%	51.68	60.83	68.83	46.51
枝条数/枝	7.34	7.53	8.44	5.12

### 3.2 3 种沙障对沙柳株丛高、枝条长度、冠幅直径、枝条直径及基径的影响

株丛高直接关系到沙柳的出材率及其在造纸、制刨花板等工业生产中的利用价值。由图 2 可知,铺设低立式沙障、草方格沙障、混合沙障均能不同程度地提高沙柳的高生长。混合沙障对沙柳株丛高影响最大,造林地铺设混合沙障的沙柳平均株丛高为 150.33 cm,比对照沙柳株丛高(116.67 cm)增加了 33.66

cm,增幅达 28.85%;草方格沙障对沙柳株丛高的影响介于混合沙障和立式沙障之间,造林地铺设草方格沙障的沙柳平均株丛高为 132.43 cm,较对照沙柳的株丛高增加了 15.76 cm,增幅为 13.51%;立式沙障对沙柳株丛高的影响最小,造林地铺设立式沙障的沙柳的平均株丛高为 127.75 cm,比对照沙柳株丛高增加了 11.08 cm,增幅为 9.5%。方差分析表明,3 种沙障与对照比较增加沙柳株丛高的作用显著( $p < 0.05$ ),但是造林地铺设立式沙障和草方格沙障的沙柳株丛高差异不显著。因此,在库布齐沙漠营造沙柳林,可采用铺设混合沙障的方式来改变造林地条件以获得较高的出材率,提高沙柳的工业生产价值。

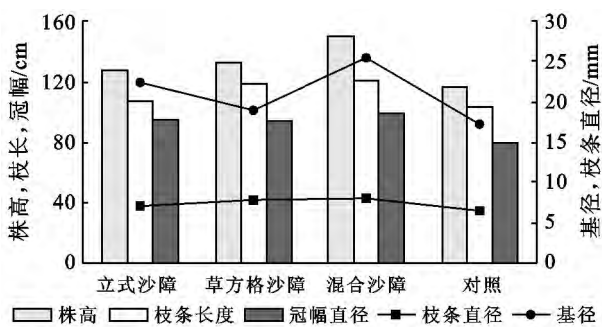


图 2 3 种沙障防护下沙柳生长指标对比

沙柳枝条长度直接影响沙柳林的防风固沙作用和用材林的产量。由图 2 可知,造林地铺设 3 种沙障,沙柳平均枝条长度都大于对照。混合沙障、草方格沙障、立式沙障防护下的沙柳枝条长度分别是对照沙柳枝条长度的 1.17、1.15 和 1.04 倍。方差分析结果表明,除立式沙障外,其他两种沙障防护下的沙柳枝条长度与对照沙柳枝条长度差异显著( $p < 0.05$ )。分析可知,在库布齐沙漠营造沙柳林,造林地铺设混合沙障对沙柳枝条长度生长的促进作用最为明显。

冠幅直径是评价沙柳生长状况的一个重要指标。由图 2 可知,3 种沙障防护下,沙柳的冠幅直径较对照都有不同程度的增加。混合沙障防护下的沙柳冠幅直径最大(99.61 cm),比对照(80.42 cm)增加了 23.86%。草方格沙障与立式沙障对沙柳冠幅直径影响程度相差无几,草方格沙障对沙柳冠幅直径影响略小,比对照分别增加了 13.29 和 15.15 cm,增幅分别为 16.53%和 18.84%。方差分析结果表明,3 种沙障防护下沙柳冠幅直径与对照差异都显著( $p < 0.05$ )。

沙柳枝条直径的粗细关系到它的纤维形态和材质,进而影响沙柳在造纸、造板工业中的利用价值。因此将 3 种沙障影响下沙柳枝条直径的生长也作为一项重要的测定内容。通过测定与分析发现(图 2),造林地铺设,3 种沙障,对沙柳枝条直径生长的促进

作用都显著( $p < 0.05$ )。3 种沙障促进沙柳枝条直径生长作用的大小顺序为:混合沙障>草方格沙障>立式沙障,3 者比对照沙柳枝条直径分别增加了 1.46、1.22 和 0.45 mm,增幅分别为 22.46%、18.77%和 6.9%。综上所述,在库布齐沙漠营造沙柳林,在造林地铺设 3 种沙障均能促进枝条直径生长,从而提高沙柳在工业中的利用价值、增加沙柳生态效益,铺设混合沙障效果最佳。

本试验将几种沙障防护下沙柳的基径作为一项重要的测定内容,经测定与分析发现,3 种沙障防护下沙柳的基径均大于对照。混合沙障对沙柳基径生长影响最大,立式沙障影响次之。混合沙障、立式沙障、草方格沙障 3 种沙障防护下沙柳基径分别比对照分别增加了 8.15、5.18 和 1.7 mm,增幅分别为 47.56%、30.12%和 9.88%。方差分析结果表明,除草方格沙障外,其它两种沙障防护下的沙柳基径与对照差异都显著( $p < 0.05$ )。

### 3.3 3 种沙障的沙埋量分析

沙埋有利于沙柳的生长,沙埋不过顶,沙柳不但不会死亡,反而会使沙柳产生不定根,并形成新的根系和枝条,增强了沙柳吸收水分和养分的能力,从而对沙柳成活率、生长状况都有很大的提高,随着沙埋深度的增加,大部分植株灌丛的各项生长指标都有不同程度地增长<sup>[13-15]</sup>。3 种沙障对沙柳造成的沙埋情况详见表 2。由表 2 可以看出,对照沙丘沙柳呈现出被风蚀的现象,而 3 种沙障防风固沙的同时都会对沙柳造成一定程度的沙埋,并且沙埋程度有很大的差异,混合沙障对沙柳造成的沙埋量是低立式沙障 5.3 倍,草方格沙障对沙柳造成的沙埋量是立式沙障的 3.2 倍。从沙埋促进沙柳生长的角度来看,3 种沙障都会促进沙柳生长,混合沙障的促进作用最大,草方格次之,立式沙障最弱。

表 2 3 种沙障防护下沙柳沙埋情况

沙障类型	低立式沙障	草方格沙障	混合沙障	对照
沙柳沙埋高度/cm	2.54	8.33	13.48	-4.26

### 3.4 3 种沙障促进沙柳生长的机理

机械沙障是降低近地表土壤风蚀的重要措施,其主要通过改变下垫面的性质,改变地表微地形来实现降低风速、降低沙地输沙量、减弱风蚀,进而达到防风固沙的目的,从而降低了风蚀对沙柳的危害<sup>[13-14]</sup>。由于沙障的铺设方式不同,所以沙障对地表的覆盖情况不同,导致沙丘表面的粗糙程度也不同。立式沙障沙柳棒之间有 5 cm 的间隙,而草方格沙障是将麦草打

捆横放在沙丘表面,所以两种沙障的疏透度有很大的差异,立式沙障的疏透度远大于草方格沙障;此外立式沙障沙柳棒的直径约为1 cm,而草方格沙障的麦草捆直径为15 cm,导致麦草沙障对沙丘的覆盖面积远大于立式沙障。以上分析可知,铺设草方格沙障的沙丘表面粗糙程度远大于铺设立式沙障的沙丘。疏透度的大小直接影响沙障降低风速,降低沙地输沙量的能力。沙障疏透度越大,其抗风阻沙的能力也就越弱,立式沙障疏透度远大于草方格沙障,所以其抗风阻沙的能力也弱于草方格沙障。混合沙障是在草方格沙障内镶嵌铺设了立式沙障,这样就弥补了草方格沙障障格内地表裸露的不足,使混合沙障的疏透度大大减小,沙障内的地表粗糙程度大大增加。所以混合沙障抗风阻沙能力强于草方格沙障。综上所述,3种沙障抗风阻沙能力大小顺序为:混合沙障>草方格沙障>立式沙障。

#### 4 结论

(1) 3种铺设方式的沙障都能对沙柳各项生长指标有明显的促进作用。3种铺设方式的沙障中,混合沙障对沙柳生长的促进效果最为显著( $p < 0.05$ ),对沙柳的保存率、株丛高、枝条直径、枝条长度、枝条数、冠幅直径以及基径的提高幅度分别为47.99%,28.85%,22.46%,16.90%,64.84%,23.86%和47.56%。

(2) 草方格沙障与低立式沙障对沙柳生长的影响为:两种沙障防护下沙柳冠幅直径相差不大,只有基径这一项指标表现为低立式沙障内的沙柳明显高于草方格沙障,除上述两项外,其它5项生长指标都是草方格沙障的显著高于低立式沙障的( $p < 0.05$ ),因此草方格沙障对沙柳生长的促进作用大于低立式沙障。

(3) 3种铺设方式的沙障对沙柳生长促进作用依次为:混合沙障>草方格沙障>低立式沙障。

(4) 建议在库布齐沙漠营造沙柳生态林,采用铺

设混合沙障的方式来改变造林地条件,增加沙柳的保存率,促进沙柳各项生长指标,为沙柳林的营建与实现持续的生态经济效果提供保障。

#### [参考文献]

- [1] 刘海燕,李吉跃,赵燕,等.干旱胁迫对5个种源沙柳(*Salix psammophila*)气体交换及水分利用效率的影响[J].干旱区研究,2007,24(6):6815-6820.
- [2] 米志英.库布齐沙漠沙柳培育关键技术研究[D].内蒙古呼和浩特:内蒙古农业大学,2008.
- [3] 周丹丹,胡生荣,韩敏,等.沙柳沙障内植被恢复影响因子探究[J].水土保持研究,2008,15(6):115-118,122.
- [4] 万玲玲,董智,李红丽,等.沙柳方格沙障对土壤种子库的影响[J].中国水土保持科学,2011,19(4):78-85.
- [5] 米志英,高永,白存德,等.库布齐沙漠沙柳无性快速培育技术对比研究[J].中国沙漠,2008,28(2):318-321.
- [6] 张玮.北沙柳种质资源的多样性分析与优良无性系筛选[D].内蒙古呼和浩特:内蒙古农业大学,2011.
- [7] 薛玉,杨桂花,陈嘉川,等.沙柳特性及其综合利用[J].华东纸业,2011(4):57-60.
- [8] 格日乐其其格.三种配置模式沙柳林生长及其林内植物和土壤水分特征研究[D].内蒙古呼和浩特:内蒙古农业大学,2010.
- [9] 牛兰兰.毛乌素沙地植被恢复模式及生态功能评价[D].北京:北京林业大学,2007.
- [10] 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.
- [11] 杨俊平.库布齐地区土地沙漠化及其防治研究[D].北京:北京林业大学,2006.
- [12] 王治国,辛在柱.流动沙丘沙柳分区造林技术研究[J].内蒙古林业科技,2005(3):20-22.
- [13] 李生宇,雷加强.草方格沙障的生态恢复作用:以古尔班通古特沙漠油田公路扰动带为例[J].干旱区研究,2003,20(1):7-10.
- [14] 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):111-116.
- [15] 米志英,周丹丹,吴亚东.风蚀沙埋对沙柳形态特征的影响[J].内蒙古林业科技,2005(1):10-13.