林业科学研究 2006,19(1):125～128
Forest Research

文章编号:1001-1498(2006)01-0125-04

# 沙质荒漠化土地生物沙障结构与配置技术研究

孙荣华，刘玉山，刘志和，宋维嘉，牛月英

(内蒙古赤峰市林业研究所,内蒙古赤峰市 024006)

关键词:荒漠化土地；植物再生沙障；结构配置；
中图分类号:S727.23 文献标识码:A

# Study on Structure and Combination Techniques of Sand-Stabilization Plants at Sandy Desertified Area

*SUN Rong-hua*, *LIU YU-shan*, *LIU Zhi-he*, *SONG Wei-jia*, *NIU Yue-ying*

(Research Institute of Forestry of Chifeng ,Chifeng 024006, Inner Mongolia,China)

**Abstract**: Based on the nature of the Kerqin sand land, the structure and combination techniques of sand-stabilization plants at sandy desertificed area were studied. The results showed that Mongolian sweetvech (*Hedysarum mongolicum*) was the best plant species for sand-stabilization, followed by yellow willow (*Salix gordejevii*); the best sand control forest type would be low and dense stand, with 0.2～0.3 wind penetration and 20～30 cm in height; the planting depthes of Mongolian sweetvech and yellow willow should be 60 cm and 80 cm; the best season for planting is at autumn(middle or late October). The ecological sand-stabilization techniques could be extended in 5～30 m height shift sandy dune area in large scale, or at the shifting sandy land with 2%～4% of water content. By using this ecological sand-stabilization techniques for controlling large sandy dunes, the vegetation coverage could be up to over 80% from 15% after 3 years, with the significant effects of fast controlling, good sandy-stabilization, and sustainable use of stands.

**Key words**: sandy desertification; ecological sand-stabilization; structure and combination

自从1994年联合国防治沙漠化公约的颁布,受到世界各国的普遍关注[1,2]。目前,我国荒漠化面积已达174.3万 $km^2$,每年沙化面积3 436 $km^2$。因此防治荒漠化是生态环境建设的主要任务之一。

在严重沙质荒漠化土地及流动沙地防治研究方面,国内外学者已经取得许多研究成果[3~5],采用的技术和方法通常为工程措施和生物措施相结合的综合治理方式,如陕西榆林地区和内蒙伊金霍洛旗采用沙柳(*Salix cheilophila* Schneider)埋设高立式沙障,包兰铁路沙坡头埋设的草方格沙障,结合灌木栽植和飞机播种灌草等措施,在防治流动沙地方面亦取得相应的成功经验,同时也进行了生态效益的评估[6~13]。但生物防治模式如何配置以及生态效益如何有待进一步深入探索与研究。为此,本项研究选用沙生灌木和本地乡土树种做沙障材料以探索出治理效果好、经济效益高、投入少、见效快的综合治理模式。

## 1 试验区概况

试验区位于内蒙古自治区赤峰市巴林右旗巴彦尔灯苏木,地理位置118°33′ E,43°30′ N,是科尔沁沙地西拉沐沦河流域严重沙质荒漠化危害区,地势起伏不平,境内沙丘连绵不断,坨甸相间,沙丘有横向的新月

收稿日期: 2005-06-05
资金项目: 国家科技攻关(2001BA510B11)资金资助
作者简介: 孙荣华(1961－),女,满族人,副研究员

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

形沙丘链，有纵向的大沙带，沙丘高度一般在5～30 m之间，沙丘总的走向随河流走向大体一致，呈西北—东南方向延伸，丘间地下水埋深1～35 m。干沙层一般不超过15 cm，沙层中的稳定含水量2%～4%，最大含水量可达到6%。该区属典型半干旱大陆性气候，冬季寒冷，夏季炎热，年降水量为365 mm，降水多集中在6—8月份，年蒸发量为2 160 mm，为降水量的6倍，年平均气温4.9 ℃，极端最低气温 -32.4 ℃，极端最高气温40.6 ℃，≥10 ℃积温2 600～2 800 ℃。无霜期125 d，主害风为西北风，年平均风速4～5 m·s$^{-1}$，最大瞬间风速高达25 m·s$^{-1}$，历年平均大于等于8级大风日为25 d，每年平均沙暴日15 d。

风沙土系河流淤积沉淀积物，砂粒结构比较粗，土壤中大于0.25 mm砂粒，在垂直0～20 cm范围内占46.2%，30～40 cm范围内占68.6%。有机质含量低，一般为3.3～6.6 g·kg$^{-1}$。主要植物种类有沙米（*Agriophyllum pungens*（Vahl）Link ex A. Dietr.）、沙蒿（*Artemisia desertorum* Spreng）、小叶锦鸡儿（*Caragana microphylla* Lam.）和小红柳（*Salix microstachya* Turcz）等，植被盖度小于15%。

## 2 研究方法

### 2.1 试验材料

选用沙生和本地乡土的乔、灌、草种做沙障植物材料，乔木有小叶杨（*Populus simonii* Carr.）、旱柳（*Salix matsudana* Koidz.），灌木有小叶锦鸡儿、蒙古岩黄芪（*Hedysarum mongolicum* Turcz）、黄柳（*Salix gordejevii* Y. L. Chang）、草本有圆头沙蒿（*Artemisia sphaerocephala* Krasch）盐蒿（*Artermisia halodenron* Turcz. ex Bess.）等植物材料，乔木选用1～2年生枝条、截成长1.0～1.2 m；灌木蒙古岩黄芪选用1～2年生枝条长度在0.8 m以上；黄柳选用当年生枝条截成1.0 m；盐蒿、小叶锦鸡儿和杂草一般高为0.5 m以上，这些材料均在本地生长良好，材料来源丰富。

### 2.2 试验设计

首先对本地区生长良好，来源丰富的沙生植物进行埋干再生能力测定，采用2 m×2 m、4 m×4 m和8 m×8 m等3种不同网格规格，分别按40 cm、60 cm和80 cm不同扦插深度和主带20 cm，副带50 cm的扦插株距埋设植物再生沙障；设置的主（副）沙障配置模式有：黄柳+蒙古岩黄芪、黄柳+沙蒿、黄柳+小叶锦鸡儿、蒙古岩黄芪+黄柳、杂草+杂草等植物沙障，在沙障网格中栽植樟子松（*Pinus sylvestris* var. *mongolica* Litvin.）（2～5年生营养袋苗）、白柠条（1年生）（*Caragana korshinskii* Kom）、花棒（1年生）（*Hedysarum scoparium* Fisch. et Mey.）、沙棘（1年生）（*Hippophae rhamnoides* L.）等。该项研究于1995年开始，2000年结束，历时6 a。

## 3 结果与分析

### 3.1 沙障材料选择

植物再生沙障材料的选择标准为：（1）埋干、根蘖、压条等能够成活。（2）喜沙埋、沙压、萌芽能力强的灌木，同时也要考虑材料资源，防护年限和利用价值。根据上述原则选择8种植物材料开展了植物材料选择试验研究，于当年秋季植物落叶后枝杆已经木质化后进行埋设沙障，时间为10月中、下旬开始埋干，第2年10月调查成活及生长情况，其试验结果详见表1。

**表1 植物再生沙障成活生长情况调查表**

| 树种 | 平均成活率/% | 埋深/cm | 1年生高生长/cm | 2年生高生长/cm | 平均总高生长/cm | 落种成活率/% |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 蒙古岩黄芪 | 47 | 60 | 32.4 | 84.8 | 117.2 | 2.8 |
| 黄柳 | 33 | 80 | 89.0 | 63.2 | 152.2 | |
| 小叶杨 | 18 | 80 | 24.1 | 51.3 | 75.4 | |
| 圆头沙蒿 | 20 | 40 | 49.6 | 90.6 | 140.2 | |
| 旱柳 | 28 | 80 | 83.6 | | 83.6 | |
| 小叶锦鸡儿 | 0 | 60 | | | | |
| 盐蒿 | 0 | 40 | | | | |
| 杂草 | 0 | 40 | | | | |

试验结果表明：利用蒙古岩黄芪、黄柳、小叶杨、旱柳、圆头沙蒿等做沙障材料均能够成活，其中蒙古岩黄芪生长成活情况最好，当年成活率达47%，落种成活2.8株·m$^{-2}$，2年生平均高117.2 cm。其次是黄柳，成活率达33%，但随着沙地的固定，生长减慢。小叶杨、旱柳也能成活，但生长状况不是很好，而小叶锦鸡儿、盐蒿、杂草等均不能成活。

### 3.2 沙障埋设时间

1995—2000年，分别在春季（5月）、夏季（雨季7—8月）和秋季（10月中、下旬）3个季节对蒙古岩黄芪、黄柳2个适宜植物材料进行了埋设沙障试验，3次重复，结果表明：在春季蒙古岩黄芪、黄柳有成活，但成活率比较低；雨季蒙古岩黄芪、黄柳基本上不能成活；秋季蒙古岩黄芪、黄柳成活率相对最好。因此选择在秋季植物落叶后枝杆已经木质化后进行埋设沙障，时间为10月中、下旬。这时植物体内水份充足，经过一冬的低温催根，有利于翌年成活。蒙古岩黄芪秋季正值种子

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

成熟期,落种后亦能生长新苗,增加了植被盖度。

表2　不同埋设季节的成活率

| 树种 | 春季 | 夏季 | 秋季 |
|---|---|---|---|
| 蒙古岩黄芪 | 19.0 | 0.0 | 47.0 |
| 黄柳 | 11.0 | 1.0 | 33.0 |

### 3.3　沙障埋设深度

为了提高植物成活率,必须依据沙地的立地条件采取合理深度和埋植方法,确保植物枝杆充分吸收水分,促进其生根、发芽和成活。蒙古岩黄芪和黄柳的不同埋设深度生长试验结果见表3。

表3　不同深度成活生长情况调查

| 树种 | 埋深40 cm | | | 埋深60 cm | | | 埋深80 cm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 成活率/% | 高度/cm | 冠幅/40 cm | 成活率/% | 高度/cm | 冠幅/cm | 成活率/% | 高度/cm | 冠幅/cm |
| 黄柳 | 5.0 | 40.0 | / | 22.0 | 44.0 | / | 33.0 | 50.3 | / |
| 蒙古岩黄芪 | 13.0 | 28.0 | 18.6 | 47.0 | 29.0 | 19.7 | 52.0 | 28.0 | 23.6 |

从表3中得知,蒙古岩黄芪、黄柳随着埋设深度的不同成活率也不同,随埋深的增加成活率增加。蒙古岩黄芪埋深40 cm成活率为13.0%、埋深60 cm成活率47.0%,埋深80 cm成活率达52.0%,其中埋深60 cm和80 cm二者的成活率和生长情况并无明显差异,黄柳以埋深80 cm的成活率和生长最好。从经济效益的角度考虑沙障材料埋深规格应为蒙古岩黄芪埋深60 cm、黄柳埋深80 cm为好。

### 3.4　沙障的配置

3.4.1　*沙障走向配置*　设置沙障的主要目的是稳定沙面,防止沙地风蚀和风积,控制沙土流动。一般沙障主带与主害风方向垂直,副带与主带垂直。由于当地主害风向为西北风,副主风为西南风,所以,设置沙障主带走向为东北—西南方向,副带因沙地坡面情况垂直于主带或与主带成135°夹角,为提高成活率防止植物失水过多,沙障在地面上仅留20～30 cm。

3.4.2　*沙障埋设方法*　埋设植物再生沙障时采取"两埋、两踩、一培土"的措施。即将沙障材料放入挖好的沟内,扩湿沙土填回一半时踏实,然后再填满踩实,最后培5～10 cm湿沙土。

3.4.3　*沙障结构配置*　植物沙障结构系指沙障的透风系数,植物再生沙障所采用的紧密结构,其透风系数在0.2～0.3之间。由于紧密结构沙障前后均能形成气流涡旋,涡旋与风沙流相互作用,使沙粒沉积在沙障前后形成积沙,这样有利于沙障材料的固定,进一步提高了植物成活率。

根据本项试验调查结果,通过多种植物材料和沙障配置的比较分析,沙障结构的最佳组合为:植物再生沙障主带副带配置。因此,从固定流沙、增加植物盖度,扩大饲料来源的角度出发,应选用蒙古岩黄芪+蒙古岩黄芪、蒙古岩黄芪+黄柳的配置组合。该配置组合不仅可以发挥防风固沙效益,还可以经平茬更新提供大量繁殖材料和优质牧草,同时又有利于采集种子。

3.4.4　*沙障规格*　根据各沙地立地条件和风沙灾害的特征,为避免和机械沙障的大距离行列式或小网格式雷同,比较分析二者差异分别选择设计了2 m×2 m、4 m×4 m和8 m×8 m等不同规格的植物沙障。

从防止风蚀情况看,2 m×2 m网格内有明显积沙,平均达2.1 cm,4 m×4 m网格年风蚀深度为2 cm。而8 m×8 m网格沙障风蚀深度达15 cm,流动沙丘风蚀深度44.5 cm。2 m×2 m小网格费工费料,成本高,8 m×8 m小网格风蚀较深,影响灌木生长,因此4 m×4 m网格规格从用工量、材料来源、防护效果3方面综合考虑是最佳设计规格。

表4　不同规格沙障风蚀情况调查

| 项目 | 网格式 2 m×2 m | 网格式 4 m×4 m | 网格式 8 m×8 m | 网格式4 m×4 m 三行一带 | 网格式 间隔带 | 流动沙丘 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 平均积沙深度/cm | 2.1 | -2.0 | -15.0 | -4.5 | -24.5 | -44.5 |

### 3.5　植物沙障和机械沙障的比较分析

植物再生沙障和以往机械沙障存在着明显区别。二者的沙障材料、结构、类型和设置方式等方面都各有特色。因此,各自的防沙效能和时间亦不尽相同。具体沙障性能优劣详见表5。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表5 植物再生沙障与机械配置对比

| 项目 | 沙障走向 | 沙障高度/cm | 沙障结构 | 沙障深度/cm | 沙障材料 | 沙障设置 | 沙障类型 | 防护年限/a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 机械沙障 | 东北—西南 | 高立式 90～100 | 疏透结构 0.3～0.5 | 30～40 | 麦秸、沙柳、沙蒿、锦鸡儿 | 行列式网格试 | 高立式疏透结构 | 1～3 |
| 植物沙障 | 东北—西南 | 矮立式 20～30 | 紧密结构 0.2～0.3 | 60～80 | 蒙古岩黄芪、黄柳、圆头沙蒿 | 网格式 | 低矮式紧密结构 | 10～20 |

由表5中得知,植物再生沙障无论在材料、结构和类型等方面,还是在沙障防护性上均具有相对优异的性能。因此,由于植物材料的自身特性所决定,植物沙障的再生性和自我修复能力得到了充分利用,并确保其防护性能够长期稳定的发挥。

### 3.6 各类型沙障的植物生长情况

为科学评估植物再生沙障治理流动沙地和防治土地荒漠化的成效,在试验区范围内分别设置了10块各100 $m^2$ 标准地、并进行了连续3 a的观测,各类型沙障配置的植物生长状况详见表6。

由表6可见,经植物沙障治理3 a后沙地幼苗株数基本趋于稳定,即平均株数波动在3 750～4 500株·$hm^{-2}$之间。沙障植物的高生长以蒙古岩黄芪沙障为最好,其次为黄柳,但黄柳的高生长量呈现逐年矮缩状态。各沙障配置的平均盖度和第3年盖度亦均以蒙古岩黄芪+蒙古岩黄芪、蒙古岩黄芪+黄柳两种类型为最佳,二者盖度达80%以上。

表6 植物沙障治理成效调查

| 沙障配置 | 1996年 株数 | 1996年 苗高/cm | 1996年 盖度/% | 1997年 株数 | 1997年 苗高/cm | 1997年 盖度/% | 1998年 株数 | 1998年 苗高/cm | 1998年 盖度/% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 蒙古岩黄芪+蒙古岩黄芪 | 9 510 | 28.3 | 35.0 | 4 560 | 72.0 | 83.0 | 4 215 | 132.3 | 85.0 |
| 蒙古岩黄芪+黄柳 | 8 610 | 31.0 | 30.0 | 4 515 | 83.0 | 60.0 | 4 410 | 152.0 | 78.0 |
| 蒙古岩黄芪+小叶杨 | 8 445 | 26.4 | 21.0 | 3 900 | 74.0 | 51.0 | 3 600 | 142.0 | 63.0 |
| 蒙古岩黄芪+圆头沙蒿 | 10 815 | 57.0 | 33.0 | 5 100 | 86.0 | 53.0 | 4 680 | 104.0 | 63.0 |
| 蒙古岩黄芪+旱柳 | 7 905 | 52.0 | 19.0 | 4 905 | 121.0 | 42.0 | 4 605 | 128.0 | 57.0 |

注:株数单位为株·$hm^2$。

## 4 小结

(1)利用植物再生沙障治理高大流动沙丘,3 a可使植被盖度由15%增加到80%以上,达到了治理速度快,防治效果好。

(2)植物材料选择以蒙古岩黄芪最好,不受沙地立地条件的限制,生长快、防护效果好、利用价值高。黄柳次之。

(3)植物再生沙障配置选用矮立式紧密结构,透风系数0.2～0.3,地上留高20～30 cm,适宜的栽植深度蒙古岩黄芪60 cm,黄柳80 cm。

(4)埋设时间选择秋季(10月中下旬)最好,此时埋设沙障成活率高,落种能确保存活。

(5)从提供优质牧草和沙障材料,采集灌木种子等方面考虑,选用蒙古岩黄芪、蒙古岩黄芪+黄柳配置模式。

(6)植物再生沙障可以在科尔沁沙地5～30 m流动沙丘上进行大面积推广,也可适用含水量2～4%的流动沙地上埋设。

**参考文献:**

[1] Karrar G,Stiles D. 全球荒漠化的现状与趋势[J]. 世界沙漠研究,1985(4):1～2

[2]Dregne E. 沙漠化过程的扩展与影响研究[J]何建译. 世界沙漠研究,1988(1):25～30

[3]孟平,宋兆民. 农林复合系统防尘效应的研究[J]. 林业科学,1998,34(2):11～16

[4]朱震达,刘恕. 中国北方荒漠化及其治理[M]. 北京:科学出版社,1989

[5]曹成有,寇振武. 科尔沁沙地土地沙漠化过程中植被退化的研究[J]. 应用生态学报,2001,12(增刊):9～25

[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

[7]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

[8]王训明. 塔里木沙漠公路沿线机械防沙体效益分析[J]. 中国沙漠,1999(2):120～127

[9]董光荣. 巴盟河套西部防沙林带防风阻沙效益的初步观测[J]. 中国沙漠,1993(1):29～41

[10]王康富. 沙坡头地区流沙固定的研究[A]. 见:中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头科学研究站. 流沙治理研究(二)[M]. 银川:宁夏人民出版社,1991:13～26

[11]凌裕泉,金炯,邹本功,等. 栅栏在防止前沿积沙中的作用[A]. 见:中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头科学研究站。流沙治理研究(二)[M]. 银川:宁夏人民出版社,1991:318～327

[12]林品一,刘淑贤. 人工固沙造林技术的新途经[J]. 内蒙古林业调查设计,1991(4):1～4

[13]孙中峰. 应用沙障作用治理流动沙地的试验研究[J]. 黑龙江水专学报,1998(4):54～55

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net