

差巴嘎蒿生物网方格在辽西北流动沙丘生态修复中的应用研究

李春龙¹, 谭国栋¹, 孙 钰², 葛 岩¹, 丁阳³

(1. 辽宁省水利水电科学研究院, 沈阳 110003;

2. 铁岭市水利勘测设计院, 铁岭 112000; 3. 辽宁省水文水资源勘测局, 沈阳 110003)

摘 要: 利用辽宁西北部沙漠化地区雨季湿度大、蒸发量小的特点, 采用一年生差巴嘎蒿枝条生物网方格进行了 3 年的固沙试验研究。试验研究表明: 人工移栽的差巴嘎蒿的成活率明显高于机械移栽的成活率。两种处理所在的沙丘上的流沙第二年得到了有效的控制, 植被恢复的速度明显高于对照。深入研究了差巴嘎蒿生物网方格固沙的方法, 分析了生物网方格固沙的原理, 为辽西北沙漠化地区流动沙丘的治理与生态修复提供了新的理论依据与技术支持。

关键词: 流动沙丘; 差巴嘎蒿; 沙地治理; 生态修复

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2007)02-0116-02

Application of Artemisia Bio-grid in Ecological Restoration for Moving Sand in Liaoning Northwest

LI Chun-long¹, TAN Guo-dong¹, SUN Yu², GE Yan¹, DING Yang³

(1. Liaoning Provincial Research Institute of Water Resources and Hydropower, Shenyang 110003;

2. Tieling Survey and Design Institute of Water Conservancy, Tieling 112000;

3. Liaoning Provincial Investigation Bureau of Hydrology and Water Conservancy, Shenyang 110003, China)

Abstract: Three-year experiments of fixing sand by using biological net of one-year-growth Artemisia were conducted in desert area of Liaoning Northwest, where humidity is high and evaporation is low in rainy season. Results show Artemisia's survival rate of manual plant were higher than machine plant and the speed of vegetation restoration in two experimental areas were quicker than CK. Also, moving sand was controlled validly in the second year in two experimental areas. The authors investigated thoroughly the fixed-sand method of biological net of Artemisia and analyzed fixed-sand principle of it and aimed at providing theoretical basis and technological support for moving-sand harnessing and ecological restoration in desert area of Liaoning Northwest.

Key words: moving sand; *Artemisia halodendron* Turcz.; desert-area harness; ecological restoration

1 试验地概况

试验地位于辽宁西北部的阿尔乡镇, 该地区地处科尔沁沙地南缘, 东、西、北三面与内蒙古科左后旗毗邻, 全镇土地面积 14 667 hm², 其中: 耕地 1 533 hm²、林地 4 933 hm²、流动沙地 5 333 hm²。该地区属温带半干旱季风气候, 其主要特征是干燥, 风沙大。年平均气温 6.1℃, 平均湿度 58%~59%, 无霜期 154 d; 多年平均降水量 412 mm, 多年平均蒸发量 1 777.6~1 783.4 mm; 降水量年内分布不均, 夏季降水量占全年降水量的 66% 以上; 年平均风速 3.7~4.2 m/s, 最大风速 24 m/s, 干燥系数 1.0~1.8, 沙暴天气 10~15 d, 主要出现于春季。试验的土壤属于流动风沙土, 干容重 1.69 g/cm³, 田间持水率为 6.32%, 饱和持水率为 16.88%。农田和草场的地下水埋深平均为 1.5~2.8 m。

2 试验材料与方法

2.1 试验材料

生物网方格固沙试验的材料选用一年生差巴嘎蒿枝条。差巴嘎蒿 (*Artemisia halodendron* Turcz.) 的形态特征为:

半灌木, 高 50~120 cm, 根状茎发达, 木质横走, 多为不定根, 茎直立或斜升, 自基部多分枝、开展。老枝灰褐色, 外皮常剥裂, 当年生枝, 枝黄褐色或紫色、有光泽。花期 7~8 月, 果期 8~9 月。其较独特的特点是雨季移栽的成活率高, 移栽当年即可生出新的根系和枝条, 次年开始分蘖。

生物网方格固沙试验的工具选用: 铁锹、开沟犁。

2.2 试验方法

试验在辽宁省水利水电科学研究院阿尔乡沙漠化土地治理试验基地进行。试验选取了具有代表性的流动沙丘 3 处, 每处面积 2 hm², 按试验方法的不同设置 3 个处理, 3 次重复。分别为人工移栽、机械移栽和 CK。每个处理里均按照随机设置 10 m×10 m 的调查样方 3 个。

本试验于 2002 年 7 月~2005 年 7 月进行。人工移栽时按照 2 m×2 m 网方格的挖成深 30 cm 的沟, 然后, 人工将事先割好 50~60 cm 高的一年生差巴嘎蒿枝条埋入沟中, 并用脚踩实, 使差巴嘎蒿梢头露出地面 20 cm 左右; 机械移栽时采用马拉开沟犁, 先将沙地开成深约 25 cm 的沟, 然后将 50~60 cm 高的一年生差巴嘎蒿枝条密植在沟中, 再用开沟犁回土。在形成的方格中, 每个方格中央均扦插一棵杨树树种

* 收稿日期: 2006-06-10

基金项目: 辽宁省“十五”重点科技攻关项目(2001207003)

作者简介: 李春龙(1977-), 男, 山东蓬莱人, 工程师, 硕士研究生, 主要研究方向是沙漠化治理与节水灌溉技术。

条,埋深 60 cm,其目的是利用杨树的分枝能力较强和根系发达的特点,成活后可提高地表的糙度,增大阻风的能力,从而可以更好的固定流动沙丘。

2.3 试验观测

(1) 试验开始后,每年 9 月进行一次植被、覆盖度及每个处理代表植物的平均高度、平均盖度和生长势调查,并进行比较分析。

(2) 在每年的 4~ 10 月份,每周对试区不同处理地表以下 0~ 80 cm 的土壤进行土壤含水率的观测,本试验采用烘干法。

(3) 每年 7 月,观测一次土壤结皮、A₁ 层的变化情况和杨树苗的成活率情况。

(4) 每年观测一次差巴嘎蒿的高度及生长状况。

(5) 每年 7 月,调查一次杨树的胸径、高度、成活率及生长状况。

3 结果与分析

3.1 植被覆盖度及物种的变化

通过 3 年的封育,人工移栽和机械移栽的植被覆盖度明显增加,而 CK 变化不显著,见表 1。

从表 1 可以看出,人工移栽和机械移栽的植被恢复速度明显高于 CK,而且基本上第二年就可使流动沙丘得以固定,不产生新的沙丘位移。以 2005 年为例:通过植被调查,人工移栽的物种有 7 种:差巴嘎蒿、赖草(*Aneurolepidium dasystachys* (Trin.) Nevski)、细叶胡枝子(*Lespedeza hedysaroides* Kitag. Var. *Subsericea* (kom.) kitag)、黄金蒿(*Artemisia aurata* Kom.)、彰武小钻杨(W. Y. Hsu et Liang cV. Zhangwu)、马唐(*Digitaria Sanguinalis* (L.) Beauv.)、狗尾草(*Setaria viridis* (L.) Beauv.)。机械移栽的物种有 9 种:差巴嘎蒿、赖草、细叶胡枝子、山马料(*Trigonella korschinskyi*)、彰武小钻杨、雀瓢(*Cynunchum sibiricum* Var. *australe*)、狗尾草、兴安胡枝子(*Lespedeza davurica* Schindler.)、苍耳(*Xanthium strumarium* L.)。而 CK 只有 3 种:彰武小钻杨、沙蓬(*Agriophyllum arenarium* Bieb.)和刺沙蓬(*Salsola collina* pall.),见表 2。从表 2 可以看出两种处理的植被演替的速度也比较快,而 CK 三年来只增加了一种物种,几乎没有什么变化。其中,人工处理中有 40% 的差巴嘎蒿已经衰萎,机械处理中有 30% 的差巴嘎蒿已经衰萎,植被中逐渐增加了豆科和禾本科的物种,沙丘逐步向固定的趋势演变;而 CK 中的物种都属于半流动阶段植物,沙丘仍处于流动、半流动的状态。

表 1 植被覆盖度调查表 %				
处 理	2002 年 7 月	2003 年 7 月	2004 年 7 月	2005 年 7 月
人工移栽	30	50	60	75
机械移栽	20	40	50	60
CK	0	5	10	15

表 2 植物种变化调查表 种				
处 理	2002 年 7 月	2003 年 7 月	2004 年 7 月	2005 年 7 月
人工移栽	3	4	6	7
机械移栽	3	5	7	9
CK	2	2	3	3

3.2 土壤含水率的变化

每个处理的土壤含水率表明,随着植被覆盖度的增加,含水率逐年呈递减的趋势,由 2002 年的平均 4.45% 递减到 2005 年的平均 2.90%,详见表 3。

分析其原因是:流动沙丘在无植被的情况下,由于表层存在 5~ 15 cm 厚不等的干沙层,切断了土壤中的毛管,阻止了水分通过土壤毛管而蒸发的途径,保持了水分的消耗,另

外,流动沙丘上的植被很少,几乎没有叶面蒸腾。而在覆盖度高的情况下,一方面地表的干沙层的厚度薄,通常只有 1~ 5 cm,相对从地表所蒸发的水量比较大,另外,由于地表为较多的植被所覆盖,大大增加了叶面的蒸腾量,从而导致流动沙丘的土壤含水率随着植被覆盖度的增大而减小。

表 3 土壤含水率调查表 %				
处 理	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
人工移栽	4.52	3.62	3.08	2.87
机械移栽	4.39	3.81	3.17	2.92
CK	4.43	4.02	3.87	3.92

3.3 地表结皮及 A₁ 层厚度的变化

试验表明,在 3 年的封育下,植被覆盖度提高了 60%~ 70%,植物种类增加了 9 种,土壤有机质含量增加 80%,地表结皮层厚度增加,而且 A₁ 层也逐年增厚,生物网方格对流动沙丘的生态修复的效果十分明显,不仅保护流动沙地,而且给植物的繁殖与生长提供了良好的环境条件。地表结皮及 A₁ 层厚度变化详见表 4。

表 4 地表结皮及 A ₁ 层厚度调查表 mm				
处 理	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年
人工移栽	0/0	0.6/1.3	0.8/3.0	1.7/5.6
机械移栽	0/0	0.5/1.2	0.8/2.8	1.5/5.7
CK	0/0	0/0.6	0.3/1.2	0.5/2.7

3.4 扦插杨树的成活率情况

在流动沙丘的生物网格中扦插杨树种条,可以增加地表糙度,拦蓄生物的种子,起到了良好的防风固沙的作用。表 5 是杨树的调查情况。

表 5 杨树生长状况调查表				
处 理	高度/cm	胸径/cm	成活率/%	生长状况
人工处理	1.83	1.8	79	旺盛
机械处理	2.08	2.1	81	旺盛
CK	1.27	1.0	27	一般

从表 5 可以看出,生物网方格中杨树的成活率和生长状态明显优于 CK,可见生物网方格起到了良好的保水、保墒和保肥的作用,基本可以实现边固沙边造林。

4 结论与探讨

(1) 雨季在流动沙地上采用一年生差巴嘎蒿枝条,做成规格为 2 m× 2 m 的生物网方格固沙效果十分明显,基本可使流动沙丘翌年得到控制并促进植被恢复。3 年后,植被覆盖度可提高 60%~ 70%。

(2) 试验表明,流动沙丘的土壤含水率会随着地表植被覆盖度的增大而减小。流动沙丘地表以下 0~ 80 cm 的含水率通常在 4%~ 5% 之间,而固定沙丘一般在 2%~ 3% 之间。

(3) 差巴嘎蒿生物网方格不但可以有效地防风固沙的作用,而且在无扰动的情況下,地表会产生结皮,而且逐年增厚。通常一年后的结皮厚度为 0.5 mm 左右,2 年后的结皮厚度为 0.8 mm 左右,3 年后的结皮厚度为 1.6 mm 左右。

(4) 人工移栽的差巴嘎蒿当年的成活率明显高于机械移栽,而且 3 年后的植被覆盖度为 75%,是各处理中最高的,但是其缺点是效率低,单位造价高。综合比较,机械移栽具有较为广泛的推广价值。

(5) 生物网方格相对于传统的草方格相比,具有固沙快,植被覆盖率高特点。它可以改善流动沙丘局部的小环境,起到良好的保水、保墒和保肥的作用,在网格中扦插杨树,不但杨树的成活率高,其枝叶可以起到阻风减能的作用,对于固定沙丘、恢复植被起到了积极的作用。

(下转第 120 页)

21.78 Pa; 后来该点钢筋计一直处于增长的状态, 图 6 可以看到锚固力不够发生的小规模的垮塌。到 2005-05-14 到 2005-05-31 稳定在 - 67 MPa 左右; 在 2005-06-02 晚上下大雨, 而在次之前的几天晚上都有降雨。到 2005-06-04 开始受压一直增大, 在 2005-06-04 突变为 - 74.48 MPa, 最高增长速率达到 - 5.22 MPa/d, 到 2005-06-12 已经高达 - 83.38 MPa。而锚杆应力计 R1- 1- 2 相对来说受拉值要小的多, 而且增幅一直很平稳, 该点所处为软硬相间的岩层。这次 R1- 1- 1 受压值且增幅大, 主要原因是雨水影响, 下面开挖施工也影响该点。雨水冲刷该坡段的软弱岩层, 使得该坡段的软弱岩石变得软化, 从力学方面影响来说雨水使得该坡软弱岩层的摩擦系数、黏聚力减小。锚杆受到压力的增加一直持续到了 8 月中旬, 其后逐渐回升增大, 进入 10 月份以后速率有所下降。R1- 1- 2 在安装初期也受到了锚索张拉的影响, 锚杆应力在安装前期增速很慢, 8 月到 9 月变化速率有所增加, 进入 10 月以后变化速率又有所下降。本年度后期在锚索张拉对锚杆应力影响逐渐减小的情况下, 两支锚杆应力计都表现出锚杆应力增大速率降低的变化, 表明了其所在的边坡在自我受力调整中在逐渐稳定。R1- 2- 1 从安装到目前锚杆那应力都基本都以几乎相同的速率在上升, 只有在 9 月初的一次大雨过后锚杆应力急剧增加, 这次降雨使 R1- 1- 1 和 R1- 1- 2 测得的锚杆应力都有一次突增, 而 R1- 2- 1 的变化最大, 这些都说明其所在的表部岩体风化和软化相对较严重, 容易受到外部因素的影响。R1- 2- 2 自从安装以来, 锚杆应力一直在持续缓慢的增大, 增大速率基本保持不变。此部位受到外部因素的影响较小, 也反映了围岩的稳定性较好。综合考察本年度锚杆应力计的变化可以判断坝肩的边坡局部的稳定性不是很好, 但是目前总体上在向良好的状态发展。

6 结论及建议

- (1) 从整体上看, 该坝肩边坡的二叠系栖霞组砂质页岩、石英砂岩和石英粉细砂岩都是岩体抗滑、抗变形能力差, 发育较好, 遇水软化。而在云南此水电站是属于热带雨林, 每年的雨水较多且大而集中, 所以雨季施工时一定要注意这点, 要尽快浇混凝土, 快施工。
- (2) 从上述的仪器监测成果分析来看, 雨水是影响边坡稳定的主要因素之一, 在雨季时应加强监测; 同时, 在边坡加固设计时应采取加固与防水、排水相结合的办法。

参考文献:

[1] 黄秋香. 某水利枢纽工程泄洪排砂洞进口边坡稳定性分析[J]. 防灾减灾工程学报, 2005, 25(2): 401- 405.
[2] 二滩水电开发有限责任公司. 岩土工程安全监测手册[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
[3] 夏才初, 李永胜. 地下工程测试理论与监测技术[M]. 北京: 同济大学出版社, 1999.
[4] 吴中如, 沈长松, 阮焕祥. 水工建筑物安全监测理论及其应用[M]. 南京: 河海大学出版社, 1990.

(上接第 117 页)

- (6) 过去传统固沙造林方法采用先固沙后造林的方法, 这次试验与传统方法的不同之处在于采取边固沙边造林的方式, 在
- 参考文献:

[1] 焦树仁. 章古台固沙林生态系统的结构与功能[M]. 沈阳: 辽宁科技出版社, 1989.
[2] 郭云义, 等. 翁牛特旗流动沙地综合治理技术的初步研究[J]. 内蒙古林业科技, 2002, (2): 11- 13.
[3] 张瑛, 等. 辽宁省土地沙漠化现状成因及发展趋势[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2000, 11(4): 73- 77.
[4] 张广才, 等. 毛乌素沙地不同治理措施植被恢复效果分析[J]. 林业科学研究, 2004 年 17(增刊): 53- 57.
[5] 朱振达, 等. 治沙工程学[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1998.

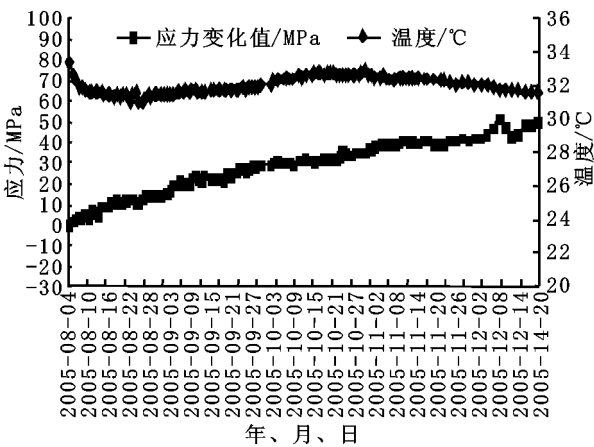


图 5 锚杆应力计 R1- 2- 2 时间- 应力曲线



图 6 2005-05-09 发生的垮塌

- (3) 在分析坝肩锚杆应力计监测数据和图形及加强坝肩地质巡视后, 建议加强坝肩的锚固。在 2005 年 8 月份在坝肩部位增加了两排 600 kN 锚索。从 2005 年 8 月份以后的锚杆应力计受力与时间的关系曲线上看, 可以明显看出锚杆应力计受力逐渐趋于平缓, 总体上在向良好的状态发展。
- (4) 监测工作能直接地统揽全局, 及早发现问题; 可以反映施工中的动态变化并对工程和环境的安全进行评估、预测和预报, 并及时反馈给施工、设计和业主, 以供正确决策指导施工, 确保安全。达到一个动态良性循环, 使得水电站建设更加具有可靠性、安全性、稳定性。

栽植固沙植物的同时, 栽植杨树, 而且在生物网方格中栽植的杨树成活率为 80%, 生长旺盛, 可节省造林时间 2~ 3 年。