

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第32卷 第1期 Vol.32 No.1 **2012**

中国生态学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 1 期

2012 年 1 月 (半月刊)

目 次

局域种群的 Allee 效应和集合种群的同步性	刘志广, 赵 雪, 张丰盘, 等 (1)
叶片毛尖对齿肋赤藓结皮凝结水形成及蒸发的影响	陶 冶, 张元明 (7)
长江口锋面附近咸淡水混合对浮游植物生长影响的现场培养	王 奎, 陈建芳, 李宏亮, 等 (17)
河流流量对流域下垫面特性的响应	田 迪, 李叙勇, Donald E. Weller (27)
中国中东部平原亚热带湿润区湖泊营养物生态分区	柯新利, 刘 曼, 邓祥征 (38)
基于氮磷比解析太湖苕溪水体营养现状及应对策略	聂泽宇, 梁新强, 邢 波, 等 (48)
滇池外海蓝藻水华爆发反演及规律探讨	盛 虎, 郭怀成, 刘 慧, 等 (56)
采伐干扰对华北落叶松细根生物量空间异质性的影响	杨秀云, 韩有志, 张芸香, 等 (64)
松嫩草原榆树疏林对不同干扰的响应	刘 利, 王 赫, 林长存, 等 (74)
天山北坡不同海拔梯度山地草原生态系统地上净初级生产力对气候变化及放牧的响应	周德成, 罗格平, 韩其飞, 等 (81)
草原化荒漠草本植物对人工施加磷素的响应	苏洁琼, 李新荣, 冯 丽, 等 (93)
自然和人工管理驱动下盐城海滨湿地景观格局演变特征与空间差异	张华兵, 刘红玉, 郝敬锋, 等 (101)
晋、陕、宁、蒙柠条锦鸡儿群落物种多样性对放牧干扰和气象因子的响应	周 伶, 上官铁梁, 郭东罡, 等 (111)
华南地区 6 种阔叶幼苗叶片形态特征的季节变化	薛 立, 张 柔, 奚如春, 等 (123)
河西走廊不同红砂天然群体种子活性相关性	苏世平, 李 毅, 种培芳 (135)
江西中南部红壤丘陵区主要造林树种碳固定估算	吴 丹, 邵全琴, 李 佳, 等 (142)
酸雨和采食模拟胁迫下克隆整合对空心莲子草生长的影响	郭 伟, 李钧敏, 胡正华 (151)
棉铃虫在 4 个辣椒品种上的寄主适合度	贾月丽, 程晓东, 蔡永萍, 等 (159)
烟草叶面积指数的高光谱估算模型	张正杨, 马新明, 贾方方, 等 (168)
不同作物田烟粉虱发生的时空动态	崔洪莹, 戈 峰 (176)
长期施肥对稻田土壤固碳功能菌群落结构和数量的影响	袁红朝, 秦红灵, 刘守龙, 等 (183)
新银合欢篱对紫色土坡地土壤有机碳固持的作用	郭 甜, 何丙辉, 蒋先军, 等 (190)
一株产漆酶土壤真菌 F-5 的分离及土壤修复潜力	茆 婷, 潘 澄, 徐婷婷, 等 (198)
木论喀斯特自然保护区土壤微生物生物量的空间格局	刘 璐, 宋同清, 彭晚霞, 等 (207)
岷江干旱河谷 25 种植物一年生植株根系功能性状及相互关系	徐 琨, 李芳兰, 苟水燕, 等 (215)
黄土高原草地植被碳密度的空间分布特征	程积民, 程 杰, 杨晓梅, 等 (226)
棉铃发育期棉花源库活性对棉铃对位叶氮浓度的响应	高相彬, 王友华, 陈兵林, 等 (238)
耕作方式对紫色水稻土有机碳和微生物生物量碳的影响	李 辉, 张军科, 江长胜, 等 (247)
外源钙对黑藻抗镉胁迫能力的影响	闵海丽, 蔡三娟, 徐勤松, 等 (256)
强筋与弱筋小麦籽粒蛋白质组分与加工品质对灌浆期弱光的响应	李文阳, 闫素辉, 王振林 (265)
专论与综述	
蛋白质组学研究揭示的植物根盐胁迫响应机制	赵 琪, 戴绍军 (274)
流域生态风险评估研究进展	许 妍, 高俊峰, 赵家虎, 等 (284)
土壤和沉积物中黑碳的环境行为及效应研究进展	汪 青 (293)
研究简报	
青藏高原紫穗槐主要形态特征变异分析	梁坤伦, 姜文清, 周志宇, 等 (311)
菊属与蒿属植物苗期抗蚜虫性鉴定	孙 娅, 管志勇, 陈素梅, 等 (319)
滨海泥质盐碱地衬膜造林技术	景 峰, 朱金兆, 张学培, 等 (326)

期刊基本参数: CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 332 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 36 * 2012-01



封面图说: 白鹭展翅为梳妆, 玉树临风巧打扮——这是大白鹭繁殖期时的美丽体态。大白鹭体羽全白, 身长 94—104cm, 寿命 20 多年。是白鹭中体型最大的。繁殖期的大白鹭常常在湿地附近的大树上筑巢, 翩翩飞舞吸引异性, 其繁殖期背部披有蓑羽, 脸颊皮肤从黄色变成兰绿色, 嘴由黄色变成绿黑色。大白鹭是一个全世界都有它踪迹的广布种, 一般单独或成小群, 在湿地觅食, 以小鱼、虾、软体动物、甲壳动物、水生昆虫为主, 也食蛙、蝌蚪等。

彩图提供: 陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201011211654

景峰, 朱金兆, 张学培, 于雷, 王娟娟, 朱海玲, 刘俊体. 滨海泥质盐碱地衬膜造林技术. 生态学报, 2012, 32(1): 0326-0332.

Jing F, Zhu J Z, Zhang X P, Yu L, Wang J J, Zhu H L, Liu J T. Research of padded film for afforestation in coastal argillaceous saline-alkali land. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(1): 0326-0332.

滨海泥质盐碱地衬膜造林技术

景 峰^{1,2,*}, 朱金兆², 张学培², 于 雷², 王娟娟², 朱海玲², 刘俊体²

(1. 中国国际工程咨询公司, 北京, 100048; 2. 北京林业大学 水土保持学院, 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083)

摘要: 盐碱地造林是当今世界上许多国家面临的巨大难题, 中国的滨海泥质盐碱地就是其中之一, 盐分含量高至不适宜苗木生长的程度。研究目的在于检验衬膜在滨海泥质盐碱地造林中的成效。于 2007—2009 年, 对使用衬膜的新造林模式和全面客土、穴状客土两种传统造林模式栽植穴内外土壤电导率值、含水量及苗木生长情况进行测定和分析。与传统造林模式相比, 新造林模式在衬膜的作用下, 其穴内客土土壤水分含量有明显提高, 盐分含量也明显较低; 2009 年苗木的成活率、苗高和冠幅较全面客土传统造林模式同比高出 150.00%, 7.00% 和 12.00%, 较穴状客土传统造林模式同比高出 838.00%, 12.00% 和 22.00%; 选用的四种苗木中, 香花槐效果最好, 最适宜滨海泥质盐碱地这种新的造林体系, 红叶杨不适宜滨海泥质盐碱地。结果表明, 使用衬膜在滨海泥质盐碱地造林体系中效果明显, 且成本低廉, 宜于推广。

关键词: 衬膜; 台田整地; 造林模式; 土壤电导率值; 土壤水分; 生长量

Research of padded film for afforestation in coastal argillaceous saline-alkali land

JING Feng^{1,2,*}, ZHU Jinzhao², ZHANG Xuepei², YU Lei², WANG Juanjuan², ZHU Hailing², LIU Junti²

1 China International Engineering Consulting Corporation, Beijing 100048, China

2 Key Laboratory of Soil & Water Conservation and Desertification Control, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China

Abstract: Afforestation in saline-alkali land is a challenge faced by many countries. Coastal argillaceous saline-alkali land has such a high salt content that seedlings cannot be established there. The purpose of this paper is to study the use of a padded film around the roots of tree seedlings to protect the roots of the seedlings from salt infiltration. From 2007 to 2009, we compared and analyzed three techniques, two conventional afforestation models including 1) a comprehensive new soil conventional afforestation model and 2) a new soil in hole conventional afforestation model, and 3) a new afforestation model, which used the padded film. We measured the survival rate and growth of tree seedlings, as well as the soil moisture and conductivity (salt) inside the planting hole. There was an inverse relationship between water and salt content. With the arrival of rainfall, soil conductivity decreased and soil moisture rose. In August, with the reduction in rainfall, soil conductivity gradually rose and soil moisture content declined. When compared with the conventional afforestation models, the use of the new method which used the padded film conserved soil moisture and increased soil conductivity inside the film lined planting hole. Seedling survival rates, height and canopy area using the new afforestation model increased by an average of 150.00%, 7.00% and 12.00%, respectively when compared with the comprehensive new soil conventional afforestation model. By using new soil in the planting hole, rather than just using the local soil and the conventional planting model, those figures increased even more dramatically to 838.00%, 12.00% and 22.00%. Using new soil is less cost effective than the traditional model of afforestation and the cost is also much higher than the new afforestation model.

基金项目: “十一五”国家林业科技支撑计划(2009BADB2B0602); “948”国家林业局引进项目(2006-4-47)

收稿日期: 2010-11-21; **修订日期:** 2011-10-31

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: jingfeng0356@163.com

Use of new soil should not be promoted. However, the cost of using the film is only 0.58 yuan. Compared with the conventional planting model, the new afforestation model is low in cost but provides very effective results. The new model of forest planting cost 12.29 yuan per plant, and the cost effectiveness with this new model of afforestation has been significantly better than other two traditional planting models. By using the new afforestation model, the survival rate, the average height, and canopy cover of seedlings of each species were, respectively: *Fraxinus chinensis* Roxb., 65.63%, 2.04 m, 0.93 m²; *Populus deltoides* W. Bart. ex Marshall cv. Zhonghua hongye, 34.38%, 1.97 m, 0.84 m²; *R. pseudoacacia*, 53.13%, 2.11 m, 1.02 m²; and *Robinia pseudoacacia* L. cv. idaho, 81.00%, 2.17 m, and 0.94 m². Based on these results for these four species, *R. pseudoacacia* cv. idaho was the most suitable and *P. deltoides* cv. Zhonghua hongye was unsuitable for use with this tree seedling technique in coastal argillaceous saline-alkali lands. These results show the padded film effectively prevented the infiltration of salt around seedling trees and reduced evaporation. Padded film can increase the survival rate of seedlings and provides a suitable environment for seedlings in the coastal argillaceous saline-alkali lands. The results provide a theoretical basis for promotion of this effective, simple, and low-cost afforestation and land reclamation technique in saline-alkali lands.

Key Words: padded film; platform field preparation; afforestation model; soil conductivity; soil moisture; growth

根据农业部 1979—1985 年的第二次全国土壤普查资料统计,中国盐碱地面积为 3467 万 hm²,其中,长约 3.2 万 km 的海岸线上分布有约 100 万 hm²的滨海盐土^[1-2]。土地盐碱化是世界上许多国家面临的巨大难题,解决这一问题的根本途径在于造林^[3]。盐碱地造林不仅可以增加土壤有机质,改良土壤结构,降低地下水位,改善环境,调节小气候^[3-4],而且可以直接利用盐碱地生产林木产品,增加供给,提高农民经济收入。

盐碱地造林中首要解决的问题是排盐阻盐。土壤盐分含量高,导致土壤溶液浓度和渗透压增加,植物细胞很难吸收到水分,继而引发营养失调,缺素症等,进而导致死亡^[5]。故要在盐碱地造林,首先要对盐碱地土壤进行改造。根据盐碱地的成因,特点和利用目的采取相应的措施,措施主要包括整平土地,修建台田,建立完善排灌系统,深翻改土,全面换土,淋洗,淤积等^[6-7]。在充分了解盐碱地土壤水盐动态的基础上^[8-10],选育耐盐碱的乡土树种^[11],再进行盐碱地造林。

目前造林主要采用植苗造林和播种造林这两种方式。与播种造林相比,植苗造林存在根系发育不健全,根细、根短,抵抗自然灾害的能力弱,易形成植物种单一的群落等缺点,但苗木易成活,可以迅速成林的优点使其成为一种最为传统和普遍采用的施工方法。播种造林的树木,其根系、粗、长,垂直根发达,根系生长范围广,但其最大的缺点是生长初期抵抗自然灾害能力差,成活率低^[12]。在滨海泥质盐碱地,影响植物生长发育的主要原因有气候、土壤和造林模式等。造林对于盐碱地改造来说是一项非常重要的措施。种基盘造林模式是从日本引进的通过局部改善植物生长环境的新播种造林模式,种子萌芽期效果明显,但由于播种造林抵抗自然灾害能力差及管护等原因,经过 1a 生长期后成活效果较差^[13-17]。传统的植苗造林应用在盐碱地上主要为全面客土造林。此法缺点是阻盐效果差,造价高,且盐碱地苗木成活率和生长量低等^[7]。故本试验在播种造林、传统的植苗造林的基础上,研究了一种新的滨海泥质盐碱地造林模式,即通过局部改善苗木生长环境来提高其成活率和生长量的新植苗造林模式。这个结果将对试验地乃至整个滨海泥质盐碱地的造林绿化和土地复垦提供理论依据。

1 研究区概况

试验地位于唐山市曹妃甸新区南堡盐场,位于北纬 39°11′28″—39°39′28″,东经 117°51′43″—118°25′28″,该区最高年降雨量 1030 mm,最低降雨量 261 mm,年均降雨量 573 mm,降雨多集中在 7—9 月,占全年降雨量的 65%。年均水面蒸发量 1378 mm,陆面蒸发量为 530 mm。年平均气温 11.9℃,最高气温 35.4℃,最低气温 -16.3℃,最大冻土深度 0.7 m。年主导风向为西南风,夏季多西南风,冬季多西北风。地下水位 0.5—2.5 m,地下水矿化度大于 15 g/L,土壤质地为砂粒 55.7%,粉粒 19.0% 和粘粒 25.3%。有机质含量为 1.42%,

pH 值为 8.03, 养分含量为速效磷 108 (mg/kg), 速效钾 253 (mg/kg), 全氮 0.08%。其盐分含量在 0.4%—0.5% 之间(电导率值在 6—8 ms/cm), 主要盐分是 Cl^- 。地表零星分布芦苇、藜、苋等植物。

2 试验内容、方法与设计

2.1 试验设计

2007 年春季, 将试验地整理为 3 块台田, 每块台田规格 50 m × 25 m, 依次编号 A、B、C。由于原状土盐分含量高, 苗木栽植后无法成活, 故本试验全部采用客土栽植(客土选用适宜苗木生长的黄绵土)。台田整地首先划分地块, 每块地块自地面基准线下挖 10 cm, 垫 10 cm 炉渣隔离层, A 台田采用全面客土传统造林模式(传统 1), 在其地块的隔离层上填 70 cm 客土形成台田, 然后在台田上按 3 m × 3 m 株行距直接造林; B 台田使用传统穴状客土传统造林模式(传统 2), 在其地块的隔离层上回填 70 cm 周边土形成台田, 在台田上按 3 m × 3 m 株行距挖 60 cm × 60 cm × 60 cm 的穴坑, 填入客土进行造林; C 台田使用带衬膜的新造林模式(新), 在其地块的隔离层上回填 70 cm 周边土形成台田, 在台田上按 3 m × 3 m 株行距挖 60 cm × 60 cm × 60 cm 的穴坑, 然后将可阻碍盐分渗入的塑料薄膜铺在底部和四周, 在其底部开孔径 3 cm 的裂缝以排水。再回填客土进行造林。最后, 台田修成后, 在 3 块台田四周自基准线下挖深 30 cm, 宽 80 cm 的排水沟, 并将其连通, 通向沿的排水系统。

苗木选用香花槐(*Robinia pseudoacacia* cv. idaho), 白蜡(*Fraxinus chinensis*), 红叶杨(*Populus deltoids* cv. Zhonghua hongye) 和刺槐(*Robinia pseudoacacia* L)。苗龄 3a, 平均苗高 180 cm, 4 个树种随机排列, 共 384 棵(每块台田按 16 行 8 列布置)。

2.2 数据调查

在 2007—2009 年 4—10 月每个月的 3 日、13 日和 23 日, 分别在 A、B、C 三块台田每个树种的种植穴内外 0—10 cm, 10—30 cm, 30—50 cm 处采取土样, 3 次重复, 测得其月平均含水量和电导率值。分析出 3 块台田栽植穴内外各个土层的水盐动态变化。土壤含水量和含盐量分别采用烘干法(GB7172-87)和电导率值法。电导率值法将采集的土样风干, 过 1 mm 筛, 使用雷磁 DDS-307 型电导率仪测土水比为 1:5 的土壤溶液电导率值, 电导率值和含盐量的关系如表 1。

在 2009 年 9 月中旬对 3 块台田的 4 种苗木的成活率分别进行统计; 11 月中旬树木停止生长后测定苗高, 每块台田每种苗木取样 5 株; 每年 6 月中旬树木生长旺季测定苗木林冠面积, 每块台田每种苗木取样 5 株。

表 1 电导率值、盐分和作物生长的关系

Table 1 The relationship between conductivity, salt and the growth of seedling

电导率/(ms/cm) Conductivity	盐分/% Salt	盐化程度 Salinization	作物反应 Crop response
0—2	<0.10	非盐化土壤	对作物不产生盐害
2—4	0.10—0.30	中度盐化土	对盐分很敏感的作物可能受到影响
4—8	0.30—0.50	盐化土	对盐分很敏感的作物可能受到影响对耐盐作物仍可适应
8—16	0.50—1.00	重盐化土	只有耐盐作物获得收成, 对种子发芽有害, 出现缺苗
>16	>1.00	极重盐化土	只有极少数耐盐作物获得收成

2.3 统计分析

以 SPSS13.0 数学统计软件为工具, 对 3 种不同造林模式下树苗生长和水盐动态的数据进行方差分析、多重比较(SNK 检验法)及相关性分析。

3 结果分析

3.1 树种的成活率和生长量

由表 2 可以得出, 新造林模式的苗木的成活率和生长情况要明显优于两种传统造林模式。新造林模式第 3 年的苗木成活率、苗高和冠幅效果明显, 分别为 58.60%, 2.07 m 和 0.93 m²。同比全面客土传统造林模式

平均高出 150.00%, 7.00% 和 12.00%, 较穴状客土传统造林模式平均高出 838.00%, 12.00% 和 22.00%。各指标差异显著。对于苗木成活率, 相较于全面客土传统造林模式, 使用新造林模式的苗木成活率同比增加率依次为红叶杨的 450.00%, 香花槐 136.00%, 白蜡 133.00%, 刺槐 113.00%, 各差异显著; 相较于穴状客土传统造林模式, 苗木成活率的同比增加率依次为红叶杨 1000.00%, 白蜡 950.00%, 香花槐 767.00% 和刺槐 750.00%, 各差异显著; 相较于全面客土传统造林模式, 使用新造林模式的苗高同比增加率依次为香花槐 8.00%, 刺槐 7.00%, 红叶杨的 6.00%, 和白蜡 5.00%, 各差异显著。相较于穴状客土传统造林模式, 苗高的同比增加依次为香花槐 17.00%, 刺槐 15.00%, 红叶杨 9.00% 和白蜡 7.00%, 各差异显著; 相较于全面客土传统造林模式, 使用新造林模式的苗木冠幅同比增加率依次为刺槐 19.00%, 香花槐 16.00%, 红叶杨的 11.00% 和白蜡 4.00%, 各差异显著。相较于穴状客土传统造林模式, 苗木冠幅的同比增加率依次为香花槐 27.00%, 刺槐 26.00%, 红叶杨 18.00% 和白蜡 18.00%, 各差异显著。同时, 全面客土传统造林模式的苗木成活率和生长情况优于穴状客土传统造林模式的苗木, 且差异显著。

新造林模式下, 各树种苗木成活率依次排序为香花槐 81.00%, 白蜡 65.63%, 刺槐 53.13% 和红叶杨 34.38%, 其间差异极显著 ($P < 0.01$)。各树种苗木平均苗高依次排序为香花槐 2.17 m, 刺槐 2.11 m, 白蜡 2.04 m 和红叶杨 1.97, 除香花槐与刺槐间差异为显著外 ($P < 0.05$), 其它树种间差异极显著 ($P < 0.01$)。各树种苗木平均冠幅依次排序为刺槐 1.02 m², 香花槐 0.94 m², 白蜡 0.93 m² 和红叶杨 0.84 m², 其间香花槐与白蜡差异不显著, 其它树种间差异极显著 ($P < 0.01$)。

表 2 2009 年不同造林模式不同树种的成活与生长情况

Table 2 The survival rate and growth of different afforestation model and trees in 2009

树种 Tree species	成活率 Survival rate/%			苗高 Height/m			冠幅 Crown/m ²		
	传统 1 Con1	传统 2 Con2	新 New	传统 1 Con1	传统 2 Con2	新 New	传统 1 Con1	传统 2 Con2	新 New
香花槐 <i>Robinia pseudoacacia</i> cv. idaho	34.38b	9.38a	81.25c	2.01b	1.86a	2.17c	0.81b	0.74a	0.94c
白蜡 <i>Fraxinus chinensis</i>	28.13b	6.25a	65.63c	1.94b	1.91a	2.04c	0.89b	0.79a	0.93c
刺槐 <i>Populus deltoids</i> cv. Zhonghua hongye	25.00b	6.25a	53.13c	1.97b	1.84a	2.11c	0.86b	0.81a	1.02c
红叶杨 <i>Robinia pseudoacacia</i> L	6.25b	3.13a	34.38c	1.86b	1.8a	1.97c	0.76b	0.71a	0.84c
平均 Mean	23.44b	6.25a	58.60c	1.95b	1.85a	2.07c	0.83b	0.76a	0.93c

各项指标同一行相同字母为差异不显著, 不同字母为差异显著

3.2 土壤水盐动态

由图 1 得出, 2007—2009 年间, 新造林模式穴内各个土层的月平均电导率值在 0.60—0.83 ms/cm 之间, 低于全面客土传统造林模式的 0.93—4.36 ms/cm (2007: $P < 0.05$, 2008: $P < 0.01$, 2009: $P < 0.01$), 穴状客土传统造林模式的 1.68—3.81 ms/cm (2007: $P < 0.01$, 2008: $P < 0.01$, 2009: $P < 0.01$) 和台田穴外的 5.94—8.44 ms/cm (2007—2009: $P < 0.01$)。全面客土传统造林模式和穴状客土传统造林模式的各土层的电导率值随年份而增加 ($P < 0.05$), 随土层深度的增加而增加 (传统方法 1: $P < 0.01$, 传统方法 2 $P < 0.05$); 新造林模式各土层的电导率值随年份和土层变化不明显。台田穴外电导率值随年份的增加而降低 ($P < 0.01$), 随土层深度的增加而增加, 土层 10—30 cm 和 30—50 cm 的电导率值高于土层 0—10 cm 的电导率值, 且差异显著 ($P < 0.01$), 两者间差异不显著。

由图 2 得出, 2007—2009 年间, 新造林模式穴内月平均含水量在 12.16%—17.56% 之间, 高于全面客土传统造林模式的 11.83%—16.01% (2007: $P < 0.01$, 2008: $P < 0.01$, 2009: $P < 0.05$), 穴状客土传统造林模式的

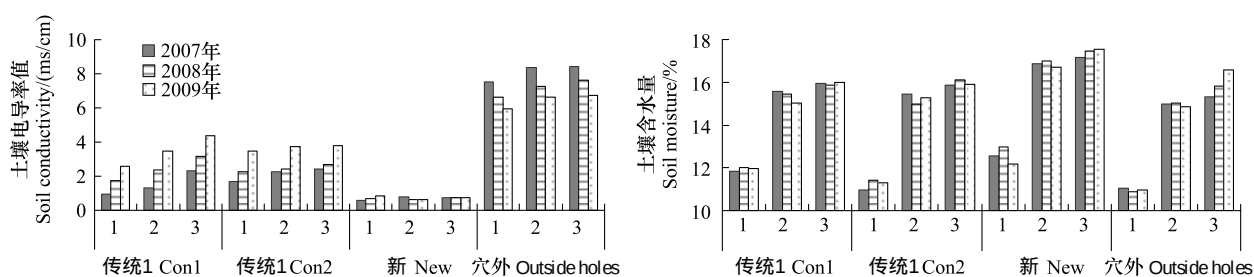


图1 3种造林模式穴内外不同土层年平均土壤电导率值和含水量

Fig. 1 The mean soil conductivity and moisture of different soil layers inside and outside holes used in three afforestation model

1: 0—10cm; 2: 10—30 cm; 3: 30—50 cm

10.96%—16.11% (2007: $P < 0.01$, 2008: $P < 0.01$, 2009: $P < 0.01$) 和台田穴外的 5.94%—8.44% (2007: $P < 0.01$, 2008: $P < 0.01$, 2009: $P < 0.01$)。3 种造林模式穴内及穴外含水量随年份变化不明显, 随土层的增加而增加, 土层 0—10 cm 含水量低, 较土层 10—30 cm 和 30—50 cm 差异显著 ($P < 0.01$), 且两个土层变化差异不显著。

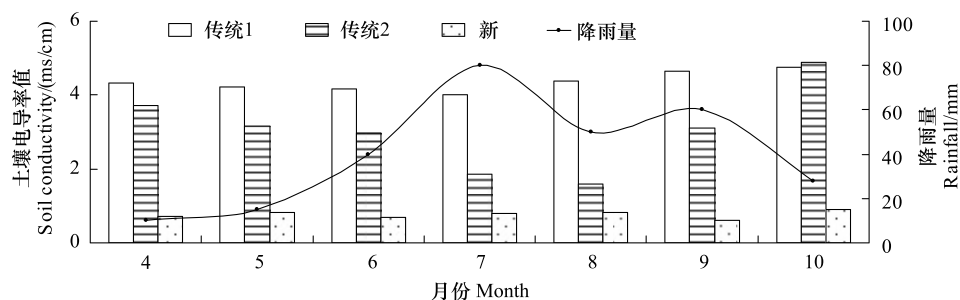


图2 2009年3种造林模式穴内30—50cm处土壤电导率值变化

Fig. 2 Variations in volumetric soil conductivity in three afforestation model from April to October 2009

在 2009 年, 土层 30—50 cm 处新造林模式穴内月平均土壤电导率值在 0.6—0.9 ms/cm 之间, 各个 月都分别明显低于全面客土传统造林模式穴内平均电导率值: 4 月 4.32, 5 月 4.23, 6 月 4.16, 7 月 4.01, 8 月 4.38, 9 月 4.64, 10 月 4.76 (相应每个月差异极显著, $P < 0.01$)、穴状客土传统造林模式穴内平均电导率值 4 月 3.71, 5 月 3.15, 6 月 2.98, 7 月 1.86, 8 月 1.58, 9 月 3.09, 10 月 4.88 (相应每个月差异极显著, $P < 0.01$) 和栽植穴外台田各月平均电导率值 4 月 7.92, 5 月 6.72, 6 月 5.62, 7 月 5.93, 8 月 6.09, 9 月 7.63, 10 月 7.24 (相应每个月差异极显著, $P < 0.01$)。全面客土传统造林模式、穴状客土传统造林模式栽植穴内及 3 块台田栽植穴外的月平均电导率值与降雨量变化趋势相反, 但其相关性不显著 (图 3)。新技术造林种植穴内 30—50

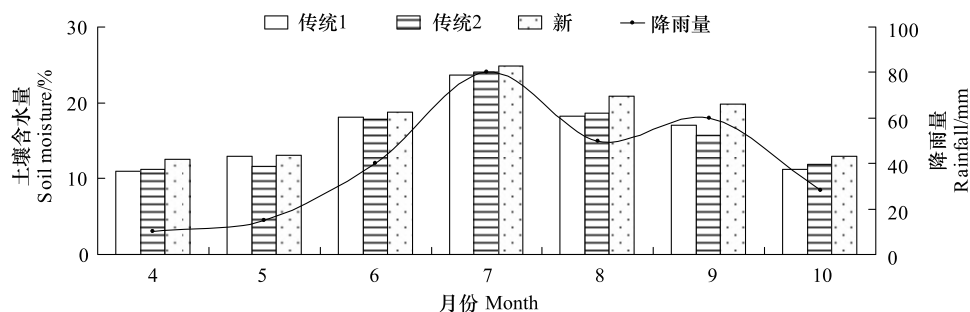


图3 2009年3种造林模式穴内30—50cm处土壤含水量变化

Fig. 3 Variations in volumetric soil moisture in three afforestation model from April to October 2009

cm 土层处土壤含水量 4 月 12.60% ,5 月 13.10% ,6 月 18.80% ,7 月 24.80% ,8 月 20.90% ,9 月 19.80% ,10 月 12.90% ,要明显高于全面客土传统造林模式穴内平均土壤含水量 4 月 11.00% ,5 月 12.90% ,6 月 18.10% ,7 月 23.60% ,8 月 18.20% ,9 月 17.10% ,10 月 11.20% (每个月差异极显著, $P<0.01$)和穴状客土传统造林模式穴内平均土壤含水量 4 月 11.20% ,5 月 11.60% ,6 月 17.80% ,7 月 24.10% ,8 月 18.70% ,9 月 15.70% ,10 月 11.90% (每个月差异极显著, $P<0.05$ — $P<0.01$) ,3 种造林模式土壤含水量各月间变化与降雨量呈正相关,且相关性显著(R^2 在 0.75—0.91 之间, $P<0.01$)(图 4)。

4 个不同树种在不同造林模式穴内电导率值和含水量差异均不显著。

3.3 成本分析

根据表 3 造林成本中客土、整地、栽植所需的工程量和费用,全面客土传统造林模式每株造林成本为 179.51 元,穴状客土传统造林模式每穴 11.71 元,新造林模式为每穴 12.29 元。全面客土传统造林模式花费远高于其它两种造林模式;穴状客土传统造林模式成本最低,每株成本要比新造林模式要低 0.58 元。

表 3 3 种不同造林模式成本分析表
Table 3 Cost of per plant in three afforestation model

台田 Platform field	客土 New soil			整地 Preparation			栽植 Plant			合计 Total /元	成本 Cost /(元/株)
	客土量 Quantity	单价 Unit Price /元	合价 Combined Price /元	数量 Quantity	单价 Unit Price /元	合价 Combined Price /元	数量 Quantity	单价 Unit Price /元	合价 Combined Price /元		
A	750.00	30.00	22500.00	125.00	0.08	93.75	128.00	3.00	384.00	22977.75	179.51
B	27.60	30.00	828.00	128.00	2.24	286.72	128.00	3.00	384.00	1498.72	11.71
C	27.60	30.00	828.00	128.00	2.82	361.01	128.00	3.00	384.00	1573.09	12.29

4 结论

因土壤盐分含量高导致苗木死亡明显影响着滨海泥质盐碱地地区造林的成败,本文采用衬膜的新造林技术和传统技术比较四种造林苗木的成活率、生长情况、水盐动态特征以及造林的成本分析,得出以下结论:

(1)使用衬膜的新造林技术后,苗木的成活率和生长情况要明显优于两种传统造林模式。其中香花槐的成活率最高,红叶杨最差,各苗木在生长情况(苗高和冠幅)上存在差异。说明香花槐最适宜这种滨海泥质盐碱地的新造林模式,红叶杨则不适宜在盐碱地生长。

(2)使用衬膜的新造林模式穴内的土壤电导率值远低于两种传统造林模式,穴内土壤含水量高于两种传统造林模式,说明新的造林模式的薄膜可有效的减少栽植穴内水分蒸发渗透和穴外土壤盐分的渗入,起到了保水阻盐的作用,为苗木生长提供了一个良好的局部环境。

(3)从新造林模式的苗木生长情况明显优于两种传统造林模式的造林效果和造林成本来看,全面客土传统造林模式效果低于新造林模式,且其费用远高于新造林模式,故不适宜推广;穴状客土传统造林模式每株成本仅比新造林模式低 0.58 元,但其造林效果相差太远;新造林模式的每株造林成本为 12.29 元,且其造林效果已明显优于其它两种传统造林模式,故新造林模式适宜于在滨海泥质盐碱地采用和推广。

References:

[1] Zhang J F, Zhang X D, Zhou J X, Liu G F, Li D X. World resources of saline soil and main amelioration measures. Research of Soil and Water Conservation, 2005, 12(6): 28-30.

[2] Xi C F, Zhang S Y. Brief introduction on achievements in national soil survey project since 1979. Acta Pedologica Sinica, 1994, 31(3): 330-335.

[3] Franco D, Franco D, Mannino I, Zanetto G. The impact of agroforestry networks on scenic beauty estimation; the role of a landscape ecological network on a socio-cultural process. Landscape and Urban Planning, 2003, 62(3): 119-138.

[4] Kürsten E. Fuelwood production in agroforestry systems for sustainable land use and CO₂-mitigation. Ecological Engineering, 2000, 16(S1):

69-72.

- [5] Liu J R, Xie X R. Study on improvement of severe saline-alkali land and turf plant — a case study on plant turf in the sever saline-alkali lowland in the Middle of Hexi Corridor. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2004, 24(1): 19-21.
- [6] Jing F, Zhu J Z, Zheng B Q, Lu X M, Zhang X P, Yun B L. Application Effect of Hole-base Padded Film Afforestation Pattern. *Journal of Basic Science and Engineering*, 2011, 19(3): 398-407.
- [7] Li F H. Analysis of spatial variability of soil characteristics and crop yield under subsurface drainage. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2003, 19(6): 64-69.
- [8] Niu D L, Wang Q J. The water-saline dynamic analysis of the discarded field in Chaidamu basin. *Acta Prataculturae Sinica*, 2002, 11(4): 35-38.
- [9] Jing F, Zhu J Z, Zhagn X P, Zhang H L, Li G H, Yue Z B, Yun B L, Cao B. Comparative study on water-salt dynamic of platform field in coastal argillaceous saline-alkali land. *Research of Soil and Water Conservation*, 2009, 16(5): 104-109.
- [10] Li L, He X Y, Zhang X M. Soil water and salinity dynamics and its effects on vegetation emergency in Zhungaer Basin. *Journal of Liaoning Technical University*, 2007, 26(2): 296-299.
- [11] Xu J W, Li C R, Ma L Y, Wang W D, Wang Y H, Wang G X, Dong Z L. Comparison in drought resistance of tree species in coastal protective forests. *Journal of Beijing Forestry University*, 2007, 29(1): 166-170.
- [12] Evans J. *Plantation Forestry in the Tropics*. Oxford: Clarendon Press, 1982: 472-472.
- [13] Yang X T, Dong H Y, Yoshinari Y, Feng J C. Study on improving Seed-base materials for afforestation by direct seeding. *Science of Soil and Water Conservation*, 2003, 1(4): 87-91.
- [14] Jing F, Zhu J Z, Zhang X P, Li G H, Yue Z B, Yun B L, Cao B. Afforestation on the base in coastal argillaceous saline-alkali land. *Journal of Northwest Forestry University*, 2010, 25(2): 87-92.
- [15] Li G H, Yue Z B, Zhu J Z, Jing F, Zhagn X P, Wei T X. Tests of seed-base for afforestation on saline-alkali soil by sea. *Science of Soil and Water Conservation*, 2008, 6(6): 8-13.
- [16] Cao S, Chen L, Liu Z, Wang Y. A new tree-planting technique to improve tree survival and growth on steep and arid land in the Loess Plateau of China. *Journal of Arid Environments*, 2008, 72(7): 1374-1382.
- [17] Katerji N, van Hoorn J W, Hamdy A, Mastrorilli M. Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural Water Management*, 2003, 62(1): 37-66.

参考文献:

- [1] 张建锋, 张旭东, 周金星, 刘国华, 李冬雪. 世界盐碱地资源及其改良利用的基本措施. *水土保持研究*, 2005, 12(6): 28-30.
- [2] 席承藩, 章士炎. 全国土壤普查科研项目成果简介. *土壤学报*, 1994, 31(3): 330-335.
- [5] 刘金荣, 谢晓蓉. 重盐碱地的改造及建植草坪的研究——以河西走廊中部重盐碱低洼地的草坪建植为例. *水土保持通报*, 2004, 24(1): 19-21.
- [6] 李光山, 朱金钢, 林瑛. 工程措施与灌溉措施相结合改造盐碱地调研分析. *黑龙江水利科技*, 2003, 30(3): 47-47.
- [7] 李法虎. 暗管排水条件下土壤特性和作物产量的空间变异性分析. *农业工程学报*, 2003, 19(6): 64-69.
- [8] 牛东玲, 王启基. 柴达木盆地弃耕地水盐动态分析. *草业学报*, 2002, 11(4): 35-38.
- [9] 景峰, 朱金兆, 张学培, 张红丽, 李国华, 岳增璧, 云波兰, 曹波. 滨海泥质盐碱地台田水盐动态对比研究. *水土保持研究*, 2009, 16(5): 104-109.
- [10] 李利, 何兴元, 张希明. 准噶尔盆地盐渍土壤水盐动态及其对植被影响. *辽宁工程技术大学学报(自然科学版)*, 2007, 26(2): 296-299.
- [11] 许景伟, 李传荣, 马履一, 王卫东, 王月海, 王贵霞, 董治良. 沿海防护林造林树种抗旱性的比较. *北京林业大学学报*, 2007, 29(1): 166-170.
- [13] 杨喜田, 董惠英, 山寺喜成, 冯建灿. 播种造林种基盘基质的改良研究. *中国水土保持科学*, 2003, 1(4): 87-91.
- [14] 景峰, 朱金兆, 张学培, 李国华, 岳增璧, 云波兰, 曹波. 滨海泥质盐碱地基盘造林法研究. *西北林学院学报*, 2010, 25(2): 87-92.
- [15] 李国华, 岳增璧, 朱金兆, 景峰, 张学培, 魏天兴. 滨海盐碱地基盘造林法试验. *中国水土保持科学*, 2008, 6(6): 8-13.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.32 ,No.1 January ,2012(Semimonthly)

CONTENTS

Allee effects of local populations and the synchrony of metapopulation	LIU Zhiguang, ZHAO Xue, ZHANG Fengpan, et al (1)
Effects of leaf hair points on dew deposition and rainfall evaporation rates in moss crusts dominated by <i>Syntrichia caninervis</i> , Gurbantunggut Desert, northwestern China	TAO Ye, ZHANG Yuanming (7)
The influence of freshwater-saline water mixing on phytoplankton growth in Changjiang Estuary	WANG Kui, CHEN Jianfang, LI Hongliang, et al (17)
The responses of hydrological indicators to watershed characteristics	TIAN Di, LI Xuyong, Donald E. Weller (27)
Lake nutrient ecosystems in the east-central moist subtropical plain of China	KE Xinli, LIU Man, DENG Xiangzheng (38)
The current water trophic status in Tiaoxi River of Taihu Lake watershed and corresponding coping strategy based on N/P ratio analysis	NIE Zeyu, LIANG Xinqiang, XING Bo, et al (48)
Reversion and analysis on cyanobacteria bloom in Waihai of Lake Dianchi	SHENG Hu, GUO Huaicheng, LIU Hui, et al (56)
Effects of cutting disturbance on spatial heterogeneity of fine root biomass of <i>Larix principis-rupprechtii</i>	YANG Xiuyun, HAN Youzhi, ZHANG Yunxiang, et al (64)
Responses of elm (<i>Ulmus pumila</i>) woodland to different disturbances in northeastern China	LIU Li, WANG He, LIN Changcun, et al (74)
Impacts of grazing and climate change on the aboveground net primary productivity of mountainous grassland ecosystems along altitudinal gradients over the Northern Tianshan Mountains, China	ZHOU Decheng, LUO Geping, HAN Qifei, et al (81)
Response of herbaceous vegetation to phosphorus fertilizer in steppe desert	SU Jieqiong, LI Xinrong, FENG Li, et al (93)
Spatiotemporal characteristics of landscape change in the coastal wetlands of Yancheng caused by natural processes and human activities	ZHANG Huabing, LIU Hongyu, HAO Jingfeng, et al (101)
Response of species diversity in <i>Caragana Korshinskii</i> communities to climate factors and grazing disturbance in Shanxi, Shaanxi, Ningxia and Inner Mongolia	ZHOU Ling, SHANGGUAN Tieliang, GUO Donggang, et al (111)
Seasonal change of leaf morphological traits of six broadleaf seedlings in South China	XUE Li, ZHANG Rou, XI Ruchun, GUO Shuhong, et al (123)
Correlation analysis on <i>Reaumuria soongorica</i> seed traits of different natural populations in Gansu Corridor	SU Shiping, LI Yi, CHONG Peifang (135)
Carbon fixation estimation for the main plantation forest species in the red soil hilly region of southern-central Jiangxi Province, China	WU Dan, SHAO Quanqin, LI Jia, et al (142)
Effects of clonal integration on growth of <i>Alternanthera philoxeroides</i> under simulated acid rain and herbivory	GUO Wei, LI Junmin, HU Zhenghua (151)
Difference of the fitness of <i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner) fed with different pepper varieties	JIA Yueli, CHENG Xiaodong, CAI Yongping, et al (159)
Hyperspectral estimating models of tobacco leaf area index	ZHANG Zhengyang, MA Xinming, JIA Fangfang, et al (168)
Temporal and spatial distribution of <i>Bemisia tabaci</i> on different host plants	CUI Hongying, GE Feng (176)
Abundance and composition of CO ₂ fixating bacteria in relation to long-term fertilization of paddy soils	YUAN Hongzhao, QIN Hongling, LIU Shoulong, et al (183)
Effect of <i>Leucaena leucocephala</i> on soil organic carbon conservation on slope in the purple soil area	GUO Tian, HE Binghui, JIANG Xianjun, et al (190)
Isolation and the remediation potential of a Laccase-producing Soil Fungus F-5	MAO Ting, PAN Cheng, XU Tingting, et al (198)
Spatial heterogeneity of soil microbial biomass in Mulun National Nature Reserve in Karst area	LIU Lu, SONG Tongqing, PENG Wanxia, et al (207)
Root functional traits and trade-offs in one-year-old plants of 25 species from the arid valley of Minjiang River	XU Kun, LI Fanglan, GOU Shuiyan, et al (215)
Spatial distribution of carbon density in grassland vegetation of the Loess Plateau of China	CHENG Jimin, CHENG Jie, YANG Xiaomei, et al (226)
Effect of nitrogen concentration in the subtending leaves of cotton bolls on the strength of source and sink during boll development	GAO Xiangbin, WANG Youhua, CHEN Binglin, et al (238)
Long-term tillage effects on soil organic carbon and microbial biomass carbon in a purple paddy soil	LI Hui, ZHANG Junke, JIANG Changsheng, et al (247)
Effects of exogenous calcium on resistance of <i>Hydrilla verticillata</i> (L. f.) Royle to cadmium stress	MIN Haili, CAI Sanjuan, XU Qinsong, et al (256)
Comparison of grain protein components and processing quality in responses to dim light during grain filling between strong and weak gluten wheat cultivars	LI Wenyang, YAN Suhui, WANG Zhenlin (265)
Review and Monograph	
Salt-responsive mechanisms in the plant root revealed by proteomic analyses	ZHAO Qi, DAI Shaojun (274)
The research progress and prospect of watershed ecological risk assessment	XU Yan, GAO Junfeng, ZHAO Jiahu, et al (284)
A review of the environmental behavior and effects of black carbon in soils and sediments	WANG Qing (293)
Scientific Note	
Variation in main morphological characteristics of <i>Amorpha fruticosa</i> plants in the Qinghai-Tibet Plateau	LIANG Kunlun, JIANG Wenqing, ZHOU Zhiyu, et al (311)
Identification of aphid resistance in eleven species from <i>Dendranthema</i> and <i>Artemisia</i> at seedling stage	SUN Ya, GUAN Zhiyong, CHEN Sumei, et al (319)
Research of padded film for afforestation in coastal argillaceous saline-alkali land	JING Feng, ZHU Jinzhao, ZHANG Xuepei, et al (326)

《生态学报》2012 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的自然科学高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 70 元/册,全年定价 1680 元。

国内邮发代号:82-7 国外邮发代号:M670 标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

编辑部主任 孔红梅 执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 32 卷 第 1 期 (2012 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 32 No. 1 2012

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元