

## 黑松幼苗造林水分蒸散人工模拟试验研究

许晓鸿<sup>1</sup>,戴全厚<sup>1,2</sup>,孙 玥<sup>1</sup>,张 瑜<sup>1</sup>,张力辉<sup>1</sup>,  
翟婷婷<sup>1</sup>,常晓东<sup>1</sup>,王跃邦<sup>3</sup>,刘明义<sup>1</sup>

(1. 吉林省水土保持科学研究院, 长春 130033; 2. 贵州大学 林学院, 贵阳 550025; 3. 吉林省水利厅科技处, 长春 130000)

**摘 要:** 树木的蒸腾耗水量是植树造林设计与环境水分研究的重要水分参数, 它是一个复杂的生理学与物理学过程。采用不同的根系保水措施, 定量研究了人工栽植黑松的日耗水量以及水分蒸散差异规律, 结果表明在充分灌水条件下, 苗木日平均耗水在 0.004 93 kg(7 月中旬以后), 并且保持持续地稳定失水; 秸秆造林与保水剂造林在持续干旱 36 d 条件下持续供水能力强, 维持其生长状况的能力分别是无措施条件下的 3.66 倍和 7.31 倍。

**关键词:** 幼苗造林; 人工模拟; 水分

**中图分类号:** S728.6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2007)05-0087-02

## The Artificial Evapotranspiration Simulation of Black Pine Seeding Afforestation

XU Xiao-hong<sup>1</sup>, DAI Quan-hou<sup>1,2</sup>, SUN Yue<sup>1</sup>, ZHAN G Yu<sup>1</sup>, ZHANG Li-hui<sup>1</sup>,  
ZHAI Ting-ting<sup>1</sup>, CHANG Xiao-dong<sup>1</sup>, WANG Yao-bang<sup>3</sup>, LIU Ming-yi<sup>1</sup>

(1. Soil and Water Conservation Institute of Jilin Province, Changchun 130033, China;

2. College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, China;

3. Water Department of Jilin Province, Changchun 130000, China)

**Abstract:** Trees' evapotranspiration is the important moisture parameter of afforestation design and environment moisture investigation, and also is a complex process of physiology and physics. A quantitative study on water consumption of the black pine planting as well as the differences of moisture evaporation is carried out under different condition. The results show that the average water consumption of seedlings is 0.004 93 kg (after mid-July) in the full irrigation, and continued to maintain stable water loss. Straw stalk afforestation and water retaining agent afforestation maintained a strong ability of water supplement under 36-day continuous drought condition, and maintaining its capacity growth is 3.66 and 7.31 times of non-measure condition respectively.

**Key words:** seeding afforestation; man-made simulation; moisture

在干旱半干旱土石山区利用径流集雨造林是一项特殊条件下进行的特殊造林活动, 因此, 对不同措施造林条件下水分的蒸散损失规律研究是集雨造林研究课题的主要研究内容之一, 通过了解幼苗的水分蒸散损失规律从而有效地确定不同的集雨造林防渗措施和材料, 为土石山区松散渗漏的土壤质地条件寻求经济可行的科学技术和措施。现在国内外绝大多数防渗材料的使用期都是有限的, 除了不时地保养, 还需按期更新。价格越低廉, 使用寿命越短。另外, 某些防渗材料尤其是化学药剂或制品, 还会对环境产生某种程度的污染, 因而在使用时也会受到限制。本研究主要利用保水剂和秸秆两种防渗保水措施, 采用室内模拟条件, 采用称重法进行化学制剂和生物防渗对比试验, 以探求最低成本区的最高造林效益方法。

### 1 材料与方法

#### 1.1 试验材料

试验材料选取吉林省中东部低山丘陵土石山区东辽县

集雨造林杏木、试验区附近苗圃 2 a 生健苗, 苗木株高平均在 40~60 cm。

盛树的花盆直径 50 cm, 高 40 cm; 量水采用电子天平, 精度 1 g; 土壤处理同一地点原地分层取土;

秸秆选取埋设布设 1 a 后的轻微腐质化秸秆取出填充, 秸秆层填充厚度 2~3 cm, 秸秆层距底层土壤厚度 5 cm, 以上铺设试验区表层土壤 2~3 cm;

保水剂用量 10 g/株, 填充方式: 保水剂距底层土厚度 5 cm, 拌合层土壤厚度 5 cm, 以上为苗木栽植及试验区表层土壤; 同时设置 2 个对比无树苗花盆, 作为测定花盆土壤蒸发水分损失对比量。

#### 1.2 试验方法

将黑松栽植于花盆中培养, 原花盆在栽植后未浇水前测定花盆重量作为水分增量前对比重量, 幼苗栽植后充分灌水成活后 15 d 左右, 最后一次充分灌水 2 d 后开始无补充灌水

收稿日期: 2006-08-21

作者简介: 许晓鸿(1971—), 男, 高级工程师, 主要从事水土保持生态环境建设研究。

测定,排除天然降水因素,饱和灌溉后第二天开始,每日早 9:00 测定花盆重量,并观测造林幼苗的萎蔫情况。

2 结果与分析

2.1 不同措施苗木无水分补充情况下水分蒸散损失变化

本项试验通过连续 1 个月的观测,为便于统计计算和看出水分变化差异的明显性,采用累加后每周进行计算,具体观测结果见图 1,其中分析结果中的 40 d 为观测无措施幼苗造林的苗木为年临界时间。

从图 1 变化可以看出,无补充灌水条件下持续干旱 40 d 内,保水剂造林变化差值最大,其次为无措施造林,最少为秸秆造林,虽然秸秆造林总失水量差值较大,但从图 1 看出,其失水变化具有一定的持续规律性,而保水剂和无措施造林经过 7 月中旬的普遍降低后失水差异变化没有秸秆明显,同时从图 2 的阶梯形变化来看,6 月 27 日~7 月 11 日为其生长旺盛期,水分差异落差明显,持续干旱 20 d 左右,苗木失水差异明显降低,说明生长量受到水分约束大。同时通过计算,无措施苗木日蒸腾量减去生长量日平均消耗水分 0.007 63 kg,而不补充灌水条件下保水剂造林苗木日蒸腾量减去生长量后日平均消耗水分为 0.027 92 kg,较无措施造林日蒸腾量减去生长量日平均消耗水分增加 72.67%,而不补充灌水条件下秸秆造林苗木日蒸腾量减去生长量日平均消耗水分为 0.055 79 kg,较无措施造林日蒸腾量减去生长量日平均消耗水分增加 86.32%。说明保水剂造林和秸秆造林日供水量在干旱条件下持续供水能力强,在 40 d 内持续供水维持其生长状况的能力分别是无措施条件下的 3.66 倍和 7.31 倍。

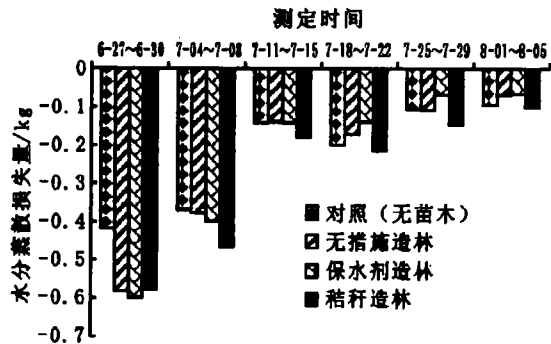


图 1 不同措施苗木在无水分补充情况下水分蒸散损失规律

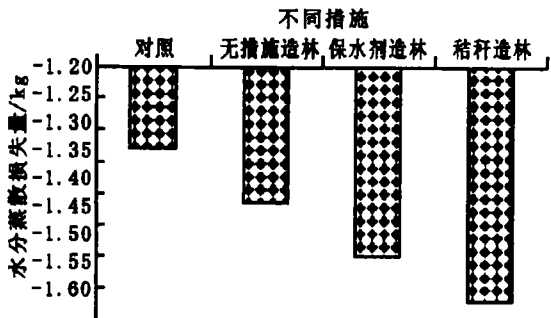


图 2 合计水分蒸散损失量对比图

2.2 无水分充分补充条件下合计蒸散损失量变化

从图 2 中,用有措施水分蒸散量减去对照无苗木的土壤蒸散量(无效蒸发)来看,秸秆造林苗木生长蒸发量减苗木生长量为 0.240 5 kg,保水剂造林苗木生长蒸发量减苗木生长量为 0.171 kg,无措施造林苗木生长蒸发量减苗木生长量为 0.085 kg,虽然苗木在无水分充分补充的条件下生长量也在增加,但是水分的蒸散损失量远远大于苗木的生长量,仅能维持其成活所需蒸腾量,说明苗木生长时期的蒸腾失水量越大,其生长状况越好,水分供应能力大。

表 1 饱和灌水造林试验观测记录表

时间	对照	1号	2号	蒸腾需水量	补充灌溉水量/ml
07-11	12.410	13.581	13.118		350
07-12	12.361	13.546	13.090		
07-13	12.301	13.452	13.005		
07-14	12.264	13.411	12.971		
07-15	12.241	13.378	12.935		
减少量/kg	-0.17	-0.20	-0.18	-0.00480	
07-18	12.182	13.306	12.873		350
07-19	12.493	13.618	13.193		
07-20	12.311	13.398	12.984		
07-21					
07-22					
减少量/kg	-0.182	-0.220	-0.209	-0.00464	
07-24					
07-25	12.163	13.236	12.948		500
07-26	12.529	13.634	13.237		
07-27	12.478	13.588	13.187		
07-28	12.412	13.523	13.122		
07-29	12.339	13.409	13.007		
减少量/kg	-0.190	-0.225	-0.230	-0.00536	
平均日蒸腾量减去生长量所消耗水量/kg				-0.00493	

2.3 持续供水条件下苗木生长量及蒸腾量变化

同步设定无措施饱和灌水苗木生长量及生长需水量进行测定,通过饱和灌水测定相应时间内 6 月 24 日~7 月 29 日苗木日生长及蒸腾耗水量,虽然天气状况变化(温度为主要因素)影响苗木生长量和蒸腾量,但是两试验同步,也就是说影响因素相同,误差同步,可以相互抵消忽略。假设苗木日生长量相同,那么,该阶段,通过测定,苗木蒸散量减去苗木生长量后日水分变化规律具有稳定性的时间为 7 月 11 日~7 月 29 日(6 月 24 日~7 月 11 日变化量较大,由于该时期为黑松苗木生长旺盛时期,此时段日变化由 0.027 63~0.014 8 kg,故避开此时段,到 7 月中旬以后苗木生长速度逐步稳定),充分灌溉(保持土壤相应湿度)造林日平均需消耗水分为 0.004 93 kg,说明苗木在 7 月中旬以后,黑松苗木生长非常缓慢,其需水量主要是用于苗木成活蒸腾消耗水量,多余的水分也基本不进行吸收,维持生长成活的临界点为 0.004 93 kg,苗木基本处于不生长阶段,但如果供水量低于该值,黑松幼苗将面临萎蔫死亡。

2.4 不同造林方式下苗木蒸腾量和生长量变化

主要是利用表 1 中观测试验数据,利用造林花盆失水量减去对照无苗木同期土壤蒸发量计算结果,按照每 6 日进行

(下转第 134 页)

到深 6 种,分别表示土壤的微度、轻度、中度、强度、极强度、剧烈 6 种土壤侵蚀等级。图 5、图 6 分别以区域检索查询以

及按点击位置所在区域信息查询,实现了所在区域总面积,各不同侵蚀强度的面积,所占百分比等信息的统计计算。

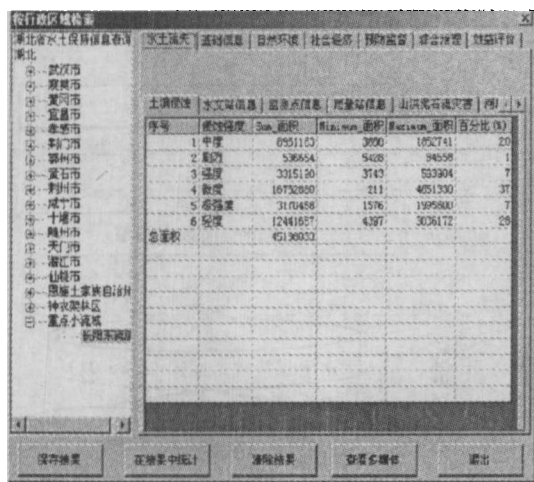


图 5 按区域检索查询

### 5 结 语

系统运行测试表明,采用 ArcSDE 作为空间数据引擎可以有效管理空间数据,在用户平台与数据库之间构成 C/S 三层体系结构,以及选用 ESRI 公司合适的组件进行二次开发,实现了高效访问海量数据和三维场景的可视化,在三维基础上实现了水土保持相关信息的高效查询、统计与分析,准确度和精度都满足用户需求,具有重要的工程实用价值和社会经济意义。

#### 参考文献:

[1] 李清泉. 基于混合数据结构的三维 GIS 数据模型与空



图 6 点击查询所在行政区信息

间分析研究[D]. 武汉:武汉测绘科技大学,1998.

- [2] West R. Building a Geodatabase[M]. California, Redlands: Esri Press, 2001.
- [3] 周江红. 小流域水土流失综合治理现代化管理模式的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学, 2004.
- [4] West R. Understanding ArcSDE[M]. California, Redlands: Esri Press, 2001.
- [5] 汪西林. 可视化技术在城市水土流失调查中的应用[J]. 水土保持学报, 2004, 18(4): 182--185.

(上接第 88 页)

不同造林方式下幼苗无补充灌水条件苗木蒸腾量和生长量变化情况分析计算见图 3。出现正值说明其重量变化主要是来自花盆内土壤水分蒸发所带来的差值,出现负值说明其水分能够供给为苗木生长蒸腾所需水分。

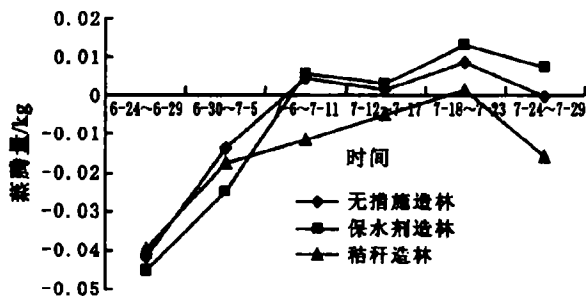


图 3 模拟苗木栽植生长蒸腾所需水分变化规律

由图 3 幼苗盆栽模拟试验分析更说明了,秸秆造林的保水和供水效果均较好,而且在持续 36 d 干旱情况下仍能保持苗木生长供水(据本次试验观察,最后秸秆造林出现萎蔫时间为 8 月 5 日左右),说明秸秆造林较无措施造林萎蔫期滞后 10 d 左右,保水剂造林萎蔫较无措施造林滞后 5 d 左右。

### 4 结 论

从以上分析可以看出,秸秆造林和保水剂造林措施是无措施造林条件下促进苗木生长和水分持续供给能力的 7.31 倍和 3.66 倍,且萎蔫期分别较无措施造林推迟 5~10 d,建议在干旱半干旱区土石山区造林采取秸秆和保水剂造林,同时,秸秆造林在增加土壤有机质和改善土壤理化性质,具有更好的促进苗木生长的作用。