

文章编号: 1001-1498(2002)02-0175-07

# 尾叶桉纸浆林造林密度控制技术的研究\*

李光友<sup>1</sup>, 徐建民<sup>1</sup>, 陆钊华<sup>1</sup>, 陈健波<sup>2</sup>

(1. 中国林业科学研究院热带林业研究所, 广东 广州 510520; 2. 广西林业科学研究院, 广西 南宁 530001)

**摘要:** 对 5.9 年生尾叶桉纸浆林生长分析表明:(1) 密度与树高、胸径呈反比。3 种密度的树高、胸径大小均为密度 B > C > D。两配置树高、胸径也以配置 B > A。(2) 密度对单株材积的影响与对胸径影响的规律一致。5.9 年生时单株材积生长量以密度 B 最高, 达到  $0.085\ 33\ \text{m}^3\ \text{株}^{-1}$ , 是最低单株材积密度 D 的 2.04 倍。两配置单株材积以配置 B > A。(3) 4.7 年生时单位面积蓄积量大小为密度 B > C > D, 密度 B 达到  $94.185\ \text{m}^3\ \text{hm}^{-2}$ , 是最低 D 处理蓄积量的 1.15 倍; 5.9 年生时蓄积量最大者为密度 C, 达到  $127.60\ \text{m}^3\ \text{hm}^{-2}$ , 是最低蓄积密度 D 的 1.17 倍。随着时间的变化, 密度控制尤为重要。4.7、5.9 年生时单位面积蓄积均以配置 B > A, 配置 B 分别比配置 A 高 24.82%、23.53%。(4) 对胸径  $D$  和冠幅  $C_w$  值用方程进行回归拟合, 结果以乘幂  $C_w = a \times D^b$  拟合最好。方程表达式为  $C_w = 0.472\ 4 \times D^{0.671\ 5}$ 。(5) 编制的经营密度表反映出, 随着胸径  $D$  的递增, 基本经营密度  $N_0$  逐渐下降; 当  $D = 18\ \text{cm}$  时,  $N_0$  的下降趋势渐趋平缓。

**关键词:** 尾叶桉; 纸浆林; 造林密度; 生产力

**中图分类号:** S753.51

**文献标识码:** A

在华南地区营建短轮伐期纸浆用材林是解决木材资源短缺切实可行的途径。尾叶桉 (*Eucalyptus urophylla* S. T. Blake) 已成为该林种最主要选择树种之一。尾叶桉轮伐期短 (6~8 a), 生长迅速, 林分很快郁闭, 研究其造林密度显得十分重要。澳大利亚、巴西等桉树种植面积较大的国家研究桉树造林密度较早, 印度和美国研究过桉树作为水土保持林的密度问题<sup>[1,2]</sup>。中国对桉树造林密度的研究较晚, 而且只限于几个桉树品种, 如柠檬桉 (*Eucalyptus citriodora* Hook.)、窿缘桉 (*E. exserta* F. Muell.) 和巨尾桉 (*E. grandis* W. Hill ex Maiden  $\times$  *E. urophylla* S. T. Black) 等<sup>[3,4]</sup>, 而原产地为印度尼西亚的尾叶桉造林密度相关研究报道较少。

尾叶桉人工林密度影响着林分生产力和纸浆得率, 本文主要研究决定合理群体结构的主导因子——包括林分密度及其作用规律、立木胸径、林木平均高、冠幅等, 旨在为尾叶桉纸浆林扩大栽培面积、提高生产力提供理论依据。

## 1 试验地概况

试验点位于广西中部来宾县维都林场龙凤山分场 (23°50' N, 109°8' E)。年均温 20.7℃, 极端最高温度 39.3℃, 极端最低温度 -3.3℃, 年均降水量 1 376 mm, 年蒸发量 1 711 mm, 夏季降雨特征明显, 雨量分布不均, 多集中在 5~8 月, 常出现秋旱。试验林建于 1992 年 5 月。土

收稿日期: 2001-02-20

基金项目: 本文属世界银行贷款 NAP 和 FRDPP 项目《桉树速生丰产林培育技术的研究与推广》(1996~2000 年) 内容之一

作者简介: 李光友 (1970-), 男, 重庆开县人, 研究实习员, 硕士。

\* 研究得到广西国营维都林场的大力支持, 在此致谢!

壤为砂岩发育而成的砖红壤,pH值4.5~5.5,有机质<sup>[5]</sup>10~15 g·kg<sup>-1</sup>,全N含量约在1.20~1.29 g·kg<sup>-1</sup>,全P含量0.24~0.31 g·kg<sup>-1</sup>,全K含量8.45~9.50 g·kg<sup>-1</sup>,速效P含量3.15~4.23 mg·kg<sup>-1</sup>,土壤容重1.15~1.35 g·cm<sup>-3</sup>。林下植被有岗松(*Baeckea frutescens* L.)、桃金娘(*Rhodomyrtus tomentosa* (Ait) Hassk.)、芒箕(*Dicranopteris dichotoma* (Thunb Bernh.)、盐肤木(*Rhus chinensis* Mill.)等。

## 2 研究方法

### 2.1 试验设计

参试树种为尾叶桉。选用4种不同密度(见表1)。试验设计采用随机区组排列,4次重复,共16个小区。造林时选择级苗木定值,苗高20 cm左右。

### 2.2 抚育管理

撩壕整地,规格为50 cm×50 cm×40 cm,株行距按试验设计要求布置,造林前定株距挖穴,大小为40 cm×40 cm×30 cm。施钙镁磷肥358.2 kg·hm<sup>-2</sup>(P 57.3 kg·hm<sup>-2</sup>)作基肥。定植后每年5~6月份除草、松土1次,连续抚育3 a。定植当年每公顷追施尿素166.6 kg(N 76.6 kg·hm<sup>-2</sup>),第2、3年每公顷各追施磷酸二氢铵250 kg(N 30.0 kg·hm<sup>-2</sup>,P 130.0 kg·hm<sup>-2</sup>)。

### 2.3 试验观测

试验林于每年年底测定1次,连续观测6 a。每个重复不同处理各测25株,测定其树高、胸径生长量和冠幅大小,同时调查保存率。A、B、C、D不同密度的保存率分别为81.0%、82.0%、78.0%、78.0%。

单株材积计算公式: $V_{\text{单}} = H \times D_{1.3\text{m}}^2 / 30\ 000$ <sup>[6]</sup>

单位面积林分材积计算公式: $V_{\text{hm}^2} = V_{\text{单}} \times N$ (初植密度)×L(保存率)<sup>[6]</sup>

### 2.4 数据处理

数据分析采用SAS软件包及郎奎健等<sup>[7,8]</sup>的方法运算。

## 3 结果分析

### 3.1 树高生长与密度的关系

尾叶桉各密度林分连续6 a的树高生长量变化见图1。从图1可知密度小的林分树高生长快,从1.7 a开始密度B(株行距2 m×3 m)树高生长量一直位居首位,而最大密度(密度D)从2.7 a开始,树高生长位居末位,表明尾叶桉林在4种密度范围内,密度大的林分个体之间竞争强使树高生长受到抑制,而密度

小则起到促进作用。不同密度间树高的差异从林龄3.7 a起就已显著,密度B的树高明显高于密度C和密度D,密度C的树高也明显地高于密度D。5.9年生时密度B的平均树高达到

表1 不同密度、配置处理

处理代号	密度/(株·hm <sup>-2</sup> )	株行距/(m×m)
A	1 666	1.0×6.0
B	1 666	2.0×3.0
C	2 222	1.5×3.0
D	3 333	1.0×3.0

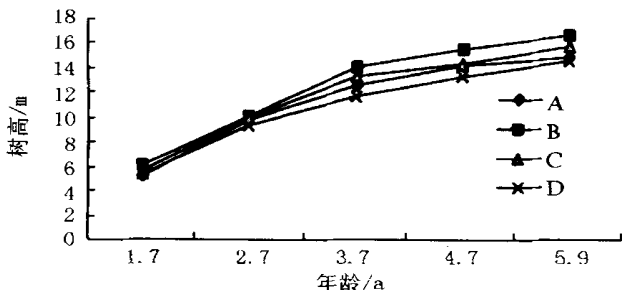


图1 密度对树高生长的影响

16.81 m,比最低密度 D 的树高高 14.43 %。

相同密度不同株行距的 A、B 两配置,在 1.7~5.9 a 间平均树高均以配置 B 为高。不同林龄 B 配置分别比 A 配置高 18.05 %、3.17 %、11.81 %、9.15 %和 11.77 %;在 2.7 年生时 A、B 配置之间树高差异略小些。

方差分析表明,不同密度的树高在 1.7~4.7 年生间表现出一定差异,到 5.9 年生时各密度之间除最高 B 处理与最低 D 处理达到 5 %显著差异外,其它密度之间树高差异已经不明显。说明在 5.9 年生前密度对高生长的影响作用较大,到 5.9 年生时作用有减弱的趋势。表 2 为 5.9 年生时各处理树高多重比较。比较结果表明,5.9 年生尾叶桉在 4 种密度下,有随着密度增大而树高减小的趋势,但 C、A、D 3 种密度(图 1,表 2)之间的树高差异与 Mckenney<sup>[6]</sup>等的研究结果一致,即在 C、A、D 密度范围内,林分密度对树高生长影响不显著。试验表明初植密度以 2 m ×3 m 即 1 666 株 ·hm<sup>-2</sup>为较好密度。5.9 年生时密度 B 实际密度为 1 366 株 ·hm<sup>-2</sup>,此时尾叶桉平均高达到 16.81 m。

表 2 5.9 年生各处理树高多重比较

处理	平均值/m	Duncan	差异性
B	16.81	a	
C	15.97	ab	
A	15.04	ab	
D	14.69	b	

注:显著水平 =0.05

### 3.2 胸径生长与密度的关系

造林密度对胸径生长影响见图 2。从图 2 中可见,密度小的林分平均胸径大,最小密度的 B 处理胸径最大,D 处理胸径最小,不同年龄试验结果相似,由此可知密度与胸径也呈反比关系。5.9 年生时密度 B 的平均胸径达到 12.34 cm,是最低密度 D 胸径的 1.90 倍。为了了解造林密度与林分平均胸径的关系,对二者进行了回归分析,得如下回归方程:

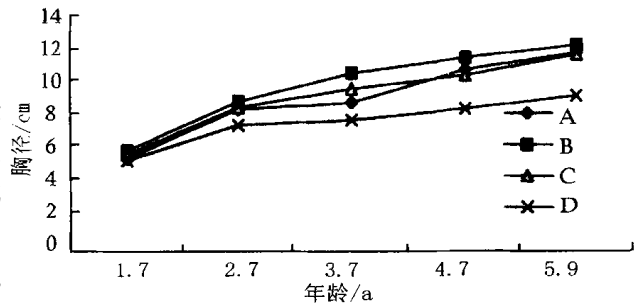


图 2 密度对胸径生长影响

$$y = 311.469 x^{-0.4316} (y: \text{平均胸径}, x: \text{密度}), \text{相关系数 } R = -0.8528^{**} (** \text{为极显著}).$$

结果表明,密度与林分平均胸径呈较紧密的负相关关系,林分平均胸径随密度的增大而减小。

A、B 配置,在 1.7~5.9 a 间平均胸径均以配置 B 高。B 配置不同林龄生长量分别比 A 配置高 8.37 %、5.30 %、8.25 %、6.28 %和 4.49 %,结果表明随着年龄的增加,不同配置之间胸径差异越来越小。

方差分析和多重比较表明,不同年龄的 3 种密度 B、A、C 的平均胸径与密度 D 的平均胸径均达到 5 %显著差异,其它处理间(B、C、A)平均胸径差异则不显著(表 3 为 5.9 年生时各处理胸径多重比较,其它略)。结果表明(图 2,表 3),在 1.7~5.9 年生间,3 333 株 ·hm<sup>-2</sup>的尾叶桉种植密度过大,使桉树胸径生长受到了抑制;而密度在 1 667~2 222 株 ·hm<sup>-2</sup>范围内对胸径影响不显著。5.9 年生尾叶桉(4 种密度平均)平均胸径达到 11.29 cm,年平均生长量在 2 cm 左右。不同造林密度和配置方式对胸径生长有显著影响,即随着造林密度增大,胸径生长减慢,随着林龄增大,密度对胸径生长的影响将越来越显著。所以对尾

表 3 5.9 年生各处理胸径多重比较

处理	平均值/cm	Duncan	差异性
B	12.34	a	
C	11.81	a	
A	11.76	a	
D	9.25	b	

注:显著水平 =0.05

叶校工业用材林定向培育,选择合理的造林密度和适当的轮伐期是十分关键的技术措施。

### 3.3 单株材积生长与密度的关系

材积与密度的关系是,密度越大其单株材积就越小,D处理密度最大,其单株材积最小。方差分析及多重比较表明,密度D处理的单株材积显著小于B和C,B与C处理无显著差异。表4列出各处理单株材积在4.7 a及5.9 a时的结果。

表 4 不同处理间单株材积变化  $m^3 \cdot 株^{-1}$

林龄/a	处理 A	处理 B	处理 C	处理 D	F 检验
4.7	0.055 88	0.068 62	0.052 62	0.031 37	10.78 *
5.9	0.069 92	0.085 33	0.073 62	0.041 90	7.67 *

注: \*表示 5% 差异显著。

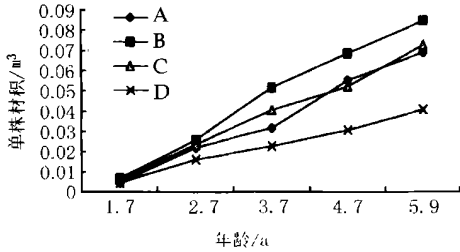


图 3(a) 密度对单株材积影响

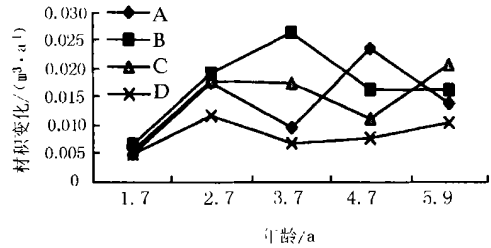


图 3(b) 密度对单株材积年变化影响

图 3(a、b)为单株材积随年龄的变化趋势及单株材积的年变化图。

密度对单株材积生长的影响是通过对树高及胸径生长影响共同作用的结果。表 4 及图 3(a、b)表明,造林密度对单株材积生长的影响与对胸径生长的影响规律一致,这主要是由于密度对树高生长影响不明显所致,4.7年生时单株材积生长量以B处理最高,达到 $0.068\ 90\ m^3 \cdot 株^{-1}$ ,是最低生长量D处理的2.20倍;5.9年生时单株材积生长量以B处理最高,达到 $0.085\ 33\ m^3 \cdot 株^{-1}$ ,是最低生长量D处理的2.04倍。多重检验均以D处理和其它处理间达到显著,说明D处理对单株生长有抑制作用。密度对单株材积的年生长变化有很大影响,B处理在3.7年时最高,C、D处理在2.7年时单株材积达到最高。说明密度大的林分较先郁闭而对林木生长起促进作用,但以后因竞争又产生抑制效果。

同密度两种不同配置A、B对单株材积生长有一定影响,但不同配置之间单株材积差异不显著。B处理因造林密度较均匀,林木生长较好。5.9年生时B处理单株材积比A处理高22.03%。

### 3.4 单位面积蓄积量与密度的关系

不同密度处理不同年龄时的蓄积量变化见图4。从图4中可见,在林分4.7年生时B、C、D3种密度的蓄积量以密度B最大,达到 $94.185\ m^3 \cdot hm^{-2}$ ,是最低D处理的1.15倍,到5.9年生时蓄积量最大者却是密度C,蓄积量达到 $127.60\ m^3 \cdot hm^{-2}$ ,是最低密度D的1.17倍。可见不同密度林分蓄积量在不同林龄因保存率不同及林木生长速度的不同而变化,合理的经营密度才能获得最好的经营效果。

在4.7、5.9 a两个年度里均以B配置蓄积高于A配置,前者分别比后者高24.82%、23.53%。说明造林配置要合理,过大行距过密株距经营效果未必好。

由于不同密度间的单位面积蓄积无显著差异(4.7 a F值1.28,  $F_{0.05}(3,9) = 3.86$ ; 5.9 a F值为0.77,  $F_{0.05}(3,9) = 3.86$ ),因此单位面积上的林分蓄积量主要与造林密度和林分保存率关

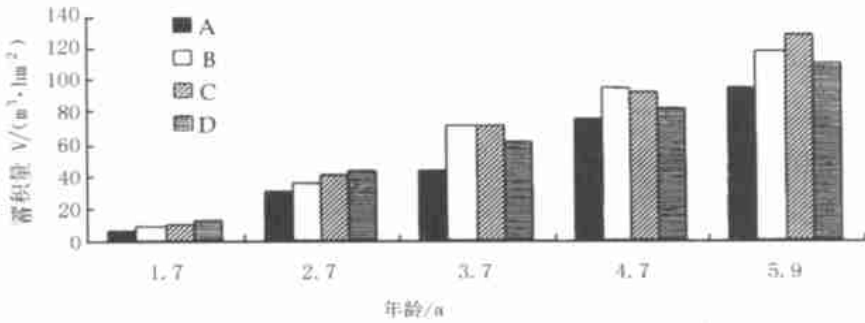


图 4 密度对单位面积蓄积影响

系密切。试验表明林分保存率随造林密度的增大而降低;由图 4 可以看出,尽管密度 C 在 5.9 年生时林分保存率仅 78%,但因林分密度大,单位面积保存株数较多,因而蓄积量高,说明初植密度在 1 666 ~ 2 222 株  $hm^{-2}$  是尾叶桉经营的合理密度。

### 3.5 密度控制与胸径、冠幅的关系

树冠是林木光合作用的主要部分,它决定着林木个体的各部分和整个林分对空间的利用程度。国内外大量研究表明,林木胸径生长和冠幅大小呈正相关关系。试验数据分析结果也表明了胸径与冠幅的这种正相关关系。

密度、胸径、冠幅之间存在的相互关系<sup>[9]</sup>可用来确定合理的林分密度。具体为:(1)根据树冠遮荫(树冠投影面)对林木生长的影响(树冠充分伸展,有利于光合作用),寻找林分密度与林木平均冠幅之间的关系,将它用于林分密度管理;(2)胸径与冠幅之间存在相关关系;(3)胸径在调查中易于测定,然后由胸径大小的变化来确定林分基本密度。基于此,在实际工作中常常依赖胸径与冠幅之间的密切相关关系来制定林分随平均胸径变化而应保留的基本密度。研究表明:4 种密度的尾叶桉林分其胸径与冠幅均呈极显著正相关,形成这种关系的主要原因是由于树冠的大小影响到立木光合作用叶面积的多寡。将 5.9 年生时林木胸径  $D$  值和冠幅  $C_w$  值用以下 5 个方程进行回归拟合,结果其关系以乘幂关系式  $C_w = a \times D^b$  拟合最好。5 个方程如下:

- (1)  $C_w = a \times D^b$ ; (2)  $C_w = a + \ln D$ ; (3)  $C_w = a + bD$ ; (4)  $C_w = a \cdot e^{(bD)}$ ; (5)  $\ln C_w = a + b \ln D$ ;

式中:  $C_w$  ——冠幅 (m);  $D$  ——胸径 (cm);  $a, b$  ——回归参数。

密度 A、B、C、D 4 种处理下的林木冠幅与胸径的回归系数和复相关系数见表 5。

### 3.6 基本经营密度的确定

根据方程  $C_w = a \times D^b$  计算不同重复及不同密度下对应的理论冠幅值,并将其与实测冠幅值比较后得知,不同密度下,同一径阶所对应的理论冠幅值有较大的差异,最大差值在 30 cm 左右。

但经  $t$  检验结果表明,尾叶桉在不同密度林分中,其理论冠幅值不存在显著差异。因此,只要确定  $C_w$  和  $D$  的关系就可以满足生产实践对密度设计的要求。经合并后,  $C_w$  与  $D$  的相关关系如下:

$C_w = 0.4724 \times D^{0.6715}$  ( $R$  值为 0.6780 \*\*, 极显著相关)

表 5 各处理冠幅与胸径回归系数

处理	A	B	C	D
a	0.255 9	0.590 5	0.526 4	0.394 1
b	0.908 7	0.555 9	0.672 6	0.743 7
$R^2$	0.592 2 **	0.520 7 **	0.651 8 **	0.679 3 **

用上面  $C_w$  与  $D$  拟合公式,就可计算出各无性系及各径阶  $D$  的冠幅理论值( $C_w$ )。按基本经营密度计算公式: $N_0 = 10\ 000 / C_{WSD}$

计算各无性系基本经营密度(株  $\text{hm}^{-2}$ )。其中树冠理论面积( $C_{WSD}$ )的计算公式为:

$$C_{WSD} = 3.1416 \times C_w^2 / 4$$

尾叶桉不同径阶基本经营密度见表6:

表6 尾叶桉各径阶对应的基本经营密度

径阶/cm	理论冠幅/m	冠幅理论面积/ $\text{m}^2$	经营密度/(株 $\text{hm}^{-2}$ )	径阶/cm	理论冠幅/m	冠幅理论面积/ $\text{m}^2$	经营密度/(株 $\text{hm}^{-2}$ )	径阶/cm	理论冠幅/m	冠幅理论面积/ $\text{m}^2$	经营密度/(株 $\text{hm}^{-2}$ )
6	1.57	1.944	5 143	13	2.64	5.492	1 821	20	3.53	9.795	1 021
7	1.74	2.392	4 181	14	2.78	6.067	1 648	21	3.65	10.458	956
8	1.91	2.861	3 495	15	2.91	6.656	1 502	22	3.76	11.132	898
9	2.07	3.352	2 984	16	3.04	7.258	1 378	23	3.88	11.817	846
10	2.22	3.861	2 590	17	3.17	7.874	1 270	24	3.99	12.512	799
11	2.36	4.388	2 279	18	3.29	8.502	1 176	25	4.10	13.217	757
12	2.51	4.932	2 027	19	3.41	9.143	1 094	26	4.21	13.932	718

其中  $N_0$  为基本经营密度,表示单位面积林地全部水平空间均被树冠不重叠利用时所能容纳的林木株数。从表中可以看出,随着胸径的递增, $N_0$  逐渐减少。其下降趋势是胸径在 0 ~ 12 cm 区间, $N_0$  下降幅度大;胸径在 12 ~ 18 cm 区间, $N_0$  下降较缓慢;胸径 18 cm 时, $N_0$  的下降趋势渐趋平缓。通过查阅尾叶桉基本密度经营表,可为尾叶桉定向培育确定合理造林密度提供依据,为生产服务。

## 4 结论与讨论

(1) 根据 5.9 年生尾叶桉家系纸浆林生长分析,结果表明:(1) 密度与树高、胸径均呈反比关系,不同密度树高、胸径比较均为密度 B > 密度 C > 密度 D。树高、胸径均以配置 B > A。5.9 年生时密度 B 平均胸径最大,达到 12.34 cm,是最低密度 D 的 1.90 倍。(2) 密度对单株材积生长的影响与其对胸径生长影响的规律一致,这主要是由于密度对树高生长影响不明显所致。5.9 年生单株材积以密度 B > C > D,密度 B 是 D 的 2.04 倍。不同配置之间单株材积差异不显著。(3) 4.7 年生时单位面积蓄积量以密度 B > C > D,4.7、5.9 年生时均以配置 B > A。(4) 胸径  $D$  和冠幅  $C_w$  值以乘幂  $C_w = a \times D^b$  关系拟合最好,表达式为  $C_w = 0.4724 \times D^{0.6715}$ 。(5) 编制的基本经营密度表表明,随胸径的增加,基本经营密度  $N_0$  下降;当胸径 18 cm 时, $N_0$  下降趋势渐趋平缓。

(2) 试验表明,密度对胸径生长影响显著,对树高影响不显著,因此相同立地条件下培育尾叶桉纸浆林可以通过密度控制来达到单位面积上的最高产量。确定适宜造林密度必须从材种、立地、经营水平、轮伐期长短等方面综合考虑。在广西中部立地条件下,就尾叶桉纸浆林而言,如轮伐期为 6 a,造林密度以 1 667 ~ 2 222 株  $\text{hm}^{-2}$  的产量最高,可达 127  $\text{m}^3 \cdot \text{hm}^{-2}$ ,胸径可达 14 cm 以上;若想缩短轮伐期,则应当加大造林密度。

(3) 尾叶桉具有速生、丰产及易于繁殖等优点是最适的短轮伐期定向培育树种之一,但如何科学地发展尾叶桉短轮伐期工业用材林,从而达到速生丰产效果,还有一系列问题亟需广大

林业科技工作者研究解决,如立地和适宜种源的选择、现有科技成果的推广应用、经营技术措施、林地施肥、接种菌根及病虫害防治等。只有通过全面系统地研究、试验,才能制定出成套的技术规范和标准,才能扩大尾叶桉栽培面积及提高其生物生产力。

### 参考文献:

- [1] Grewal S S, Juneja M L, Kehar-Singh K. Influence of vegetation changes on forest hydrology and erosion in small mountain watersheds [J]. Journal of Tropical Forest Science, 1994, 6(4): 408 ~ 421
- [2] Phillips, V D, Liu W, Merriam R A, et al. Hawaiian researchers model alternative land use [J]. Agriculture Systems, 1994, 46(1): 33 ~ 57
- [3] 祁述雄. 中国桉树 [M]. 北京:中国林业出版社, 1989. 164 ~ 167
- [4] 伍春魁. 巨尾桉优化栽培试验研究 [J]. 桉树科技, 1992, (1 ~ 2): 50 ~ 53
- [5] 中国科学院南京土壤所. 中国土壤 [M]. 北京:科学出版社, 1980. 50 ~ 53
- [6] Mckenney D W, Davis J S, Turnbull J W, et al. The impact of Australian tree species research in China [J]. Canberra: ACIAR Economic Assessment Series, 1991, (12): 6 ~ 7
- [7] 郎奎健,唐守正. IBM-PC 系列程序集 [M]. 北京:中国林业出版社, 1987
- [8] 陈子星,徐夕水. 生物统计 SAS 程序题解 [M]. 计算机与农业编辑部编辑发行, 1997. 24 ~ 34
- [9] 北京林学院. 造林学 [M]. 北京:中国林业出版社, 1980. 169 ~ 170

## A Study on Density Control of Silviculturing *Eucalyptus urophylla* Pulp Timbers

LI Guang-you<sup>1</sup>, XU Jian-min<sup>1</sup>, LU Zhao-hua<sup>1</sup>, CHEN Jian-bo<sup>2</sup>

(1. Research Institute of Tropical Forestry, CAF, Guangzhou 510520, Guangdong, China;

2. Guangxi Research Institute of Forestry, Nanning 530001, Guangxi, China)

**Abstract:** The dynamic change of tree height growth, DBH growth and volume growth in the stands of different *Eucalyptus urophylla* planting densities, the relationship between DBH growth and crown growth and the basic management density for *E. urophylla* timbers have been studied for 5.9 years in Laibin County of Guangxi Zhuang Municipality, China. The results indicate that density is negatively correlated with height growth, DBH growth and volume growth. (1) The height, DBH, the volume growth per stem of three planting densities is in the order of density 1 667 > 2 222 > 3 333 stem  $\cdot$  hm<sup>-2</sup>. After 3.7 years the height in different seedlings scheme is in the order of (2 m  $\times$  3 m) > (1 m  $\times$  6 m). The highest volume growth per stem is 1 667 stem  $\cdot$  hm<sup>-2</sup>, and 2.04 times that of 3 333 stem  $\cdot$  hm<sup>-2</sup>. (2) The order of volume growth per unit area of three planting densities is density 1 667 > 2 222 > 3 333 stem  $\cdot$  hm<sup>-2</sup> at 4.7 years but density 2 222 > 1 667 > 3 333 stem  $\cdot$  hm<sup>-2</sup> at 5.9 years. It means that the largest density does not reach the largest volume growth per unit area, that of the largest density 2 222 stem  $\cdot$  hm<sup>-2</sup> is 127.60m<sup>3</sup>  $\cdot$  hm<sup>-2</sup>, and 1.17 times that of 3 333 stem  $\cdot$  hm<sup>-2</sup>. (3) The relationship between DBH and crown could be described by using power equation  $C_w = a \times D^b$ . The express equation is  $C_w = 0.4724 \times D^{0.6715}$ . (4) The basic management density is negatively correlated with DBH. By means of the correlation analysis, the basic management density for *E. urophylla* plantations is developed, and the suitable planting density for *E. urophylla* pulp timber is also determined.

**Key words:** *Eucalyptus urophylla*; pulp timber; planting density; productivity