

# 人工林桉树生长应变研究

费本华 江泽慧 赵荣军 王喜明

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

**摘要:** 以我国南方生长较好的四种人工林桉树为研究对象, 测试了四种桉树立木的纵向生长应变, 比较了这些桉树之间的纵向生长应变及其相关性, 结果表明: 不同桉树树种之间生长应变差异显著; 相同树龄的尾园桉的生长应变与胸径成直线相关。以上结果可为桉树实体木材的加工利用提供借鉴。

**关键词:** 桉树人工林, 生长应变, 加工利用

## Study on the Growth Strain of Eucalypt from Plantation

FEI Ben-hua JIANG Ze-hui ZHAO Rong-jun WANG Xi-ming

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** The four species trees that grew well from plantation eucalypt in Leizhou forestry bureau of Guangdong Province were selected to study. The longitudinal growth strain of the four species standing tree were tested and its correlation among different trees were compared. The results showed: the variance of growth strain among four species was significant; there was linear correlation between growth strain and diameter of *Eucalyptus urophylla* × *E. tereticornis*. It is expected that will be useful to guide the reasonable processing and utilization of plantation eucalypt solid wood.

**Key words:** Eucalypt plantation; Growth strain; Processing and utilization

在新形成的木质部由于次生长而产生应变, 进而产生相应的应力, 这种应力逐年积累, 在树干内部形成相当有规则的应力分布, 把这种与树木次生长有关的树干内形成的应力总称为生长应力<sup>[1]</sup>。生长应力可以防止树木的机械损伤, 但逐渐积累的残余应力通常导致原木锯解后的板材产生横弯、顺弯和扭曲等缺陷, 给木材加工利用带来很多困难, 造成了浪费<sup>[2, 3]</sup>。近年来, 国内外学者在树木的生长应力及其对加工利用的影响方面做了大量详实的研究工作。Yang 等<sup>[4]</sup>测定了 10 年生蓝桉三个子代测定林 59 株样木的生长应变, 对不同高度生长应变进行了比较, 同时在干燥前后将原木锯解并分级, 分析锯材原木的平均生长应变与分级的相关性及其对分级缺陷的影响。Tejada 等<sup>[5]</sup>通过烟道进行空气加热(80℃)70 小时处理不同种类的新鲜原木以降低木材的残余应力, 此时木材的抗弯强度和弹性模量没有降低, 木材细胞壁的纤维素结晶度稍有增加, 同时木材的尺寸稳定性有所提高, 但处理后木材的颜色变深。胡继青等<sup>[6]</sup>对雷林 1 号桉(*Eucalyptus leizhou No.1*)、柠檬桉(*E.citriodora*)和尾叶桉(*E. urophylla*)的轴向生长应变与生材材性进行了比较分析, 姜笑梅等<sup>[7]</sup>研究了广西几种人工林桉树的生长应变变异规律。桉树的生长应力比较明显, 而我国现已种植了大面积的桉树人工林, 但对桉树生长应力及其相关问题的研究才刚刚开始, 有鉴于此, 本文对雷州地区几种人工林桉树的生长应变进行比较分析, 以期为我国人工林桉树实体木材的加工利用提供可靠的依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验地选自广东省雷州林业局, 树种是尾叶桉(*E. urophylla*), 巨尾桉(*E. grandis* × *E. urophylla*), 尾园桉(*E. urophylla* × *E.tereticornis*), 粗皮桉(*E pellita*), 样木的生长状况见表 1。国家林业局 948 项目(2000-04-13)和 APEC 项目的部分内容; 第 1 作者简介: 费本华, 1964 年生, 男, 博士, 中国林科院木材工业研究所, 研究员, 主要从事木材科学与技术的研究工作。

表 1 样木生长特性

Tab.1 Growth characteristics and number of sample trees

树 种	树 龄	株 数	胸 径 cm	树 高 m	种植密度
尾叶桉	3	30	11.3	11.3	3m×2m
尾叶桉	4	30	11.7	13.6	3m×2m
尾叶桉	5	30	10.8	12.5	3m×1m
巨尾桉	4	30	11.6	17.3	3m×2m
尾园桉	4	30	11.7	14.0	3m×2m
粗皮桉	4	35	14.8	14.2	3m×2m

## 1.2 方法

目前人们还不能直接用仪器测量树木或锯材的生长应力  $\sigma$ ，通常是用生长应变和弹性模量推算生长应力，基本公式是： $\sigma \approx -E_L \alpha_L$  其中， $E_L$  是纵向弹性模量， $\alpha_L$  是纵向生长应变。

本文测量的是立木纵向生长应变，因树木中纵向生长应力和生长应变值最大，在树木的生长应力中占主要地位，是引起板材翘曲和变形的主要原因，而横向生长应变值较小<sup>[8]</sup>。生长应变仪使用法国热带木材研究中心研制的 CIRAD-Forêt 生长应变仪。

每种桉树选取 30 株；参考文献[6]、[7]的研究结果表明：同一树种相同高度不同方向（东、西、南、北）的桉树生长应变无显著差异，相同树种立木与伐倒木的生长应变无显著差异，因此本文测量桉树立木 1.3m 处北向的纵向生长应变，见图 1 和图 2。



图 1 桉树生长应变测量 1



图 2 桉树生长应变测量 2

Fig.1 The first step of growth strain measurement Fig.2 The second step of growth strain measurement

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同树种之间的生长应变

由图 3 可以看出，4 年生不同桉树树种纵向生长应变各不相同，其中尾叶桉立木的生长应变最小， $1673 \times 10^{-6}$ ，而尾园桉立木的生长应变最大， $2977 \times 10^{-6}$ ，巨尾桉和粗皮桉的生长应变居中，分别是  $2421 \times 10^{-6}$ ， $2593 \times 10^{-6}$ 。方差结果分析表明（见表 2），不同桉树树种纵向生长应变差异显著，说明桉树的生长应变变异大，在以后的桉木加工利用过程中，应针对不同的树种，不同的用途采取相应的处理方法和加工工艺，这样才能更充分合理地利用好现有的桉树人工林木材资源，从而提高桉树木材的利用价值。

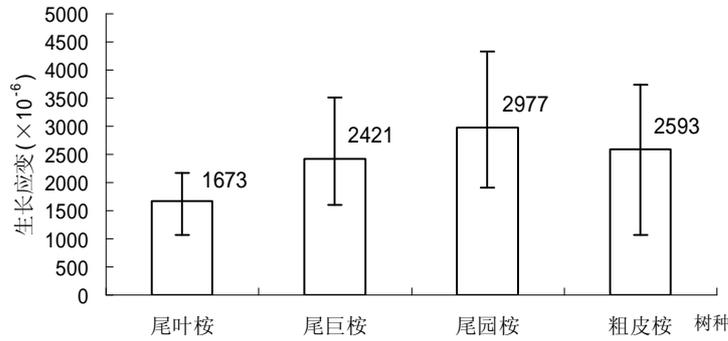


图 3 桉树立木的生长应变

Fig.3 Growth strain of eucalypt standing tree

表 2 桉树生长应变方差分析

Tab.2 Variance analysis of eucalypt growth strain

变差来源	离差平方和	自由度	方差	F	F <sub>0.01</sub>
组间	26370712	3	8790237	36.2797	3.94
组内	28105728	116	242290.8		
总计	54476440	119			

### 2.2 不同树龄桉树的生长应变

桉属的许多树种生长速度快，密度高，不仅是优良的纸浆、纤维材树种，而且是较好的细木工、雕刻、家具、地板和室内装饰等用材树种，但因桉树的生长应力高，在加工过程中易产生开裂、翘曲和变形等缺陷，给人们使用桉树实体木材带来诸多不便。本文尝试比较不同树龄尾叶桉的生长应变及其变异规律，为桉树实体木材的加工利用提供参考。研究表明，3年生尾叶桉的平均生长应变  $1343 \times 10^{-6}$ ，5年生尾叶桉的平均生长应变  $1499 \times 10^{-6}$ ，因为目前我国雷州林业局没有6年生以上的尾叶桉，所以未能测量更大树龄的生长应变，从实验统计的结果来看，3年生至5年生时尾叶桉生长应变逐渐增加，较大树龄生长应变的变化还需进一步研究。同时表3方差分析结果表明，不同树龄的尾叶桉生长应变在0.05的水平下差异显著，说明树龄影响桉树的生长应变，但树龄与生长应变的相关性有待进一步深入研究。

表 3 不同树龄尾叶桉生长应变方差分析

Tab.3 Variance analysis of *E.urophylla* growth strain in different ages

变差来源	离差平方和	自由度	方差	F	F <sub>0.05</sub>
组间	1435257	2	717628.7	4.586141	3.11
组内	13144126	84	156477.7		
总计	14579384	86			

### 2.3 不同径级桉树的生长应变

生长应力因树种、树龄和生长状态的不同而有所不同<sup>[3, 6]</sup>。与此同时，同一树种相同树龄时，株间生长应变也有所不同，结果见图4。由图4可以看出，4年生尾园桉立木的生长应变与其胸径成线性相关，且相关显著；但其它3种桉树的生长应变与胸径在10%水平下相关不显著。此外，3年生至5年生尾叶桉的胸径与其生长应变的相关性也不显著，见图5。以上结果说明生长应变在

桉树种内的变异性很复杂，尚需深入研究。

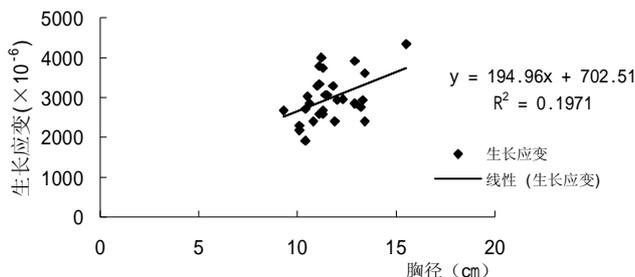


图 4 尾园桉生长应变与胸径的相关性

Fig.4 Correlation between growth strain and diameter of *E. urophylla* × *E. tereticornis*

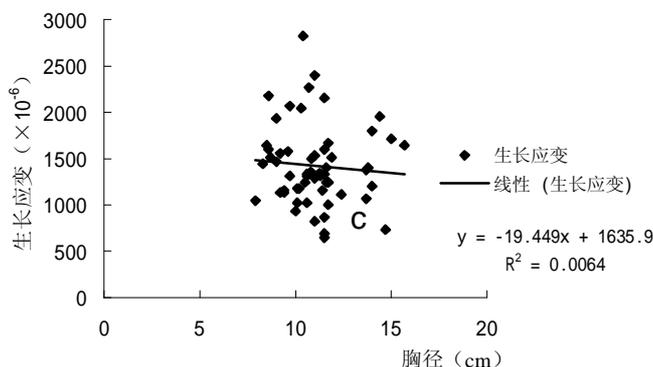


图 5 尾叶桉生长应变与胸径的相关性

Fig.5 Correlation between growth strain and diameter of *E. urophylla*

### 3 结论

不同人工林桉树纵向生长应变差异显著，而生长应变又直接影响木材的加工利用，所以在以后的桉树实体木材利用过程中，应针对不同的树种，采取相应的处理和加工工艺，以最大限度地使用现有的桉树木材资源，进而提高人工林木材的使用价值。

不同龄级和不同胸径的桉树立木生长应变的变异规律复杂，本研究尚未探明，有待进一步深入研究。

建议深入研究桉树立木、锯材的生长应变与木材质量的相关关系，为合理利用桉树资源提供依据。

**致谢：**非常感谢国家林业局桉树中心和广东省雷州林业局在实验过程中给予的支持和帮助！

### 参考文献

- 1 渡边治人著.张勤丽等译.木材应用基础.上海：上海科学技术出版社，1984，24-27.
- 2 Wilhelmy,V. and H.Kubler. Stresses and Checks in Log Ends from Relieved Growth Stresses. Wood Sci. 1973,6(2):136-142.

- 3 张文彪, 李文珠, 阮锡根. 树木的生长应力. 世界林业研究, 2001, 14 (3): 29-34.
- 4 Junli Yang, David Fife, Gary Waugh et al. The Effect of Growth Strain and Other Defects on The Sawn Timber Quality of 10- year- old *Eucalyptus globulus* Labill. Australia forestry, 2002, 65(1): 31-37.
- 5 Alvaro Tejada, Takashi Okuyama, Hiroyuki Yamamoto. Reduction of Growth Stress in Logs by Direct Heat Treatment: Assessment of a Commercial-scale Operation. Forest Products Journal. 1997, 47(9): 86-93.
- 6 胡继青, 姜笑梅, 侯祝强等. 三种人工林桉树轴向生长应变变异初探. 木材工业, 2000, 14 (6): 9-11.
- 7 Jiang Xiaomei, Yin Yafang, Lu Jianxiong et al. Growth Strain in Different Species of Eucalyptus Plantation in the South of China. ITTO PROJECT PD 69/01 Rev.2(1), 33-41.
- 8 李静辉, 关明星, 方广盛. 树木的生长应力与测试分析. 东北林业大学学报, 1994, 22 (1): 86-91.