

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2017.11.007

修枝对大花序桉幼林生长和木材密度的影响^①

任世奇, 卢翠香, 邓紫宇, 郭东强, 伍 琪

1. 中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所, 北京 100091; 2. 广西壮族自治区 林业科学研究院, 南宁 530002;
3. 广西南宁桉树林生态系统定位观测研究站, 南宁 530002; 4. 广西优良用材林资源培育重点实验室, 南宁 530002

摘要: 为了解修枝对幼林大花序桉生长和木材密度的影响, 该研究设置未修枝、轻度修枝、中度修枝和重度修枝 4 种修枝强度处理, 对比分析修枝前后的生长和木材密度差异. 结果表明: 修枝对大花序桉幼林胸径影响的差异不具有统计学意义, 而对树高影响的差异具有统计学意义, 但二者共同作用下的单株材积差异不具有统计学意义, 总体而言修枝对单株材积增长有降低的趋势. 修枝对木材密度影响的差异不具有统计学意义, 但表现为随修枝强度增加, 木材密度逐渐降低. 在径向位置的木材基本密度, 从髓心处向外部逐渐增大, 表现为修枝对后期形成的木质部密度有增加作用.

关 键 词: 大花序桉; 修枝; 生长; 木材密度

中图分类号: Q949.762.2

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2017)1-0045-06

修枝即人为去掉林木活枝冠层的一种森林抚育管理措施, 已在林木培育中广泛使用. 国外已开展修枝对巨桉 *Eucalyptus grandis*、大花序桉 *E. cloeziana*、亮果桉 *E. nitens*、细叶桉 *E. tereticornis* 和蓝桉 *E. globulus* 等树种的相关研究^[1-5], 国内也对史密斯桉 *E. smithii*^[6]、托里桉 *E. torelliana*^[7] 和尾巨桉 *E. urophylla* × *E. grandis*^[8] 进行了修枝试验. 研究结果表明, 对林木进行适当人工修枝, 既能减少树体节疤, 增加树干通直度和圆满度, 又能促进林木生长、提高产量, 进而培育出高干、优质无节材, 同时还能抑制部分病虫害的发生^[9-11].

大花序桉, 美称澳洲大花梨, 为桃金娘科桉树属昆士兰桉亚属 *Idiogenes* 树种, 自然分布于澳大利亚昆士兰州^[12], 树高通常为 35~40 m, 最大高度 40~55 m, 直径 1~2 m^[13]. 木材黄褐色, 纹理通直, 结构均匀, 沉重, 坚固, 硬度高, 耐久. 我国自 1972 年以来在广西、广东、福建等地广泛引种栽培, 效果较好^[14]. 大花序桉生长速度快, 木材材质优, 是很好的锯材树种, 亦是培育中大径锯材的优良树种. 本文拟对大花序桉幼林进行修枝试验, 探索修枝对其生长量的影响, 为培育优质大花序桉中大径锯材奠定基础.

1 材料与方法

1.1 试验林概况

试验林位于广西兴业六万林场, 属亚热带季风气候, 温暖湿润, 光热充足, 无霜期长, 雨量充沛, 平均

① 收稿日期: 2016-07-11

基金项目: 广西科学技术厅重点实验室自主课题(14-A-01-01); 广西林业厅科技项目(桂林科学[2014]第 35 号).

作者简介: 任世奇(1984-), 男, 四川彭州人, 博士, 工程师, 主要从事桉树人工林培育与生态监测研究.

气温为 22.3℃, 年极端最高气温为 36.6℃, 年极端最低气温为 4.6℃. 试验采用人工挖穴整地方式, 株行距 2 m×3 m, 施用有效总养分 25% 的桉树专用基肥 0.5 kg/穴, 2013 年 7 月完成造林, 2014 年 5 月施用有效总养分 25% 的桉树专用追肥 0.5 kg/株, 同时配施硼砂 40 g/株. 2014 年 7 月发生的超强台风“威马逊”给试验林造成严重损失, 林木几乎全部倒伏, 根系严重受损, 经扶正后生长逐渐恢复.

1.2 试验设计

试验设置 4 种修枝强度处理, 修枝强度以修去活枝冠层长度占整个活枝冠层长度的比例表示, 即分别为未修枝(S1); 轻度修枝(修去活枝冠层的 1/3 下层枝条, S2); 中度修枝(修去活枝冠层的 1/2 下层枝条, S3); 重度修枝(修去活枝冠层的 2/3 下层枝条, S4). 每个修枝强度对应一个标准地, 每个标准地设置成 10 行×10 株的试验区, 按等高线将每个标准地自上而下设置为 5 次重复. 于 2015 年 3 月 30—31 日完成人工修枝工作.

1.3 试验方法

1.3.1 生长测定

于 2015 年 3 月 19 日测定试验林的胸径和树高, 2015 年 3 月 30—31 日完成试验林的修枝工作, 修枝完成后继续跟踪调查试验林的生长情况, 分别于 2015 年 7 月 11 日和 2016 年 3 月 29 日对胸径和树高进行了测定. 胸径采用围尺进行测定, 数值单位为 cm, 精确到 0.1 cm; 树高采用瑞典生产的雷达树高测定仪进行测定, 数值单位为 m, 精确到 0.1 m. 单株材积利用上述胸径和树高测定值进行计算, 数值单位为 m³, 精确到 0.000 1 m³. 单株材积计算公式参见文献[15]. 本文分析了 2015 年 3 月—2016 年 3 月胸径、树高和单株材积的定期生长情况, 比较了不同修枝强度对生长的影响差异.

1.3.2 木材基本密度测定

于 2016 年 6 月 3 日在 4 种修枝处理标准地中, 分别选择生长较好的林木 4 株, 使用 5 mm 口径生长锥在树干胸高处的南北向钻取一条贯通髓心的木芯, 用胶管封装, 避免水分蒸发. 将木芯带回实验室, 在实验台上把木芯从髓心处分为 2 段, 其中一段由心材向边材方向较均匀地分为 3 小段, 分别标记为 L1, L2, L3. 使用数显游标卡尺测定该 3 小段木芯的长度, 利用圆柱体公式计算其体积, 随后将木芯置入干燥箱中, 将干燥温度设置为 80℃, 连续烘 12 h, 木芯的质量不再变化. 将木芯放入装有干燥剂的干燥皿中, 冷却后称质量, 数值单位为 g, 精确到 0.001 g.

木芯体积计算公式为

$$V = \pi d^2 L \times 10^{-3} \quad (1)$$

木材基本密度计算公式为

$$D = \frac{m}{V} \quad (2)$$

式中: V 为木芯体积(cm³); d 为木芯圆柱体半径(mm), 本文 d 为 2.5 mm; L 为每段木芯长度(mm); D 为基本密度(g/cm³); m 为每段木芯绝干质量(g).

1.4 数据分析

本文所有数据采用 Excel 2007 进行初步整理, 并用 Spss16.0 进行数据分析.

2 结果与分析

2.1 修枝对生长的影响

由表 1 可知, 不同修枝强度处理间的胸径和单株材积差异不具有统计学意义, 但树高差异极具有统计学意义, 说明修枝对大花序桉幼林的胸径总体变化影响不大, 而对树高有较大影响, 但二者共同作用下单

株材积对修枝响应的差异不具有统计学意义。

表 1 不同修枝强度处理对生长影响的方差分析

	胸径	树高	材积		胸径	树高	材积
<i>F</i> 值	1.245	7.205 **	2.661	显著性	0.299	0.000	0.054

注：* * 表示 $p=0.01$ 水平差异具有统计学意义。

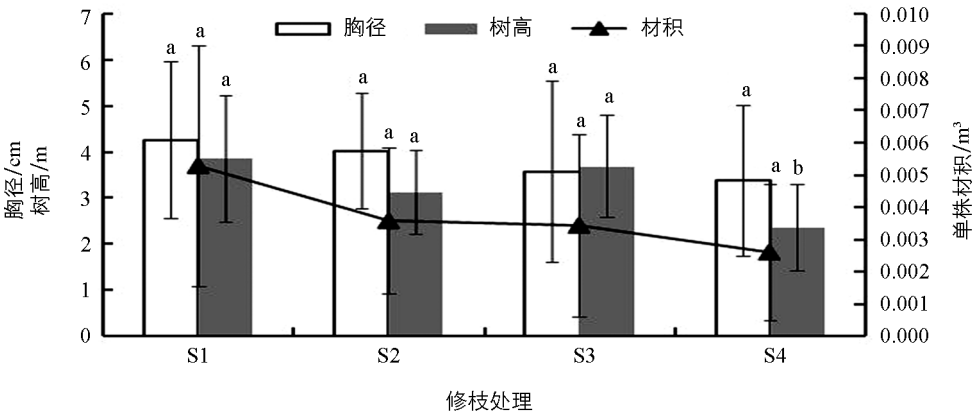


图 1 修枝对生长的影响

由图 1 可知，大花序桉幼林的胸径增长随着修枝强度的增加而逐渐下降，胸径增长最大的未修枝 S1 比重度修枝 S4 高 20.73%；树高增长除了中度修枝 S3 比 S2 和 S4 大外，随着修枝强度的增加，其总体也呈现出下降趋势，而中度修枝 S3 的树高增长稍小于 S1；单株材积随着修枝强度的增加而逐渐降低，其中轻度修枝 S2 和中度修枝 S3 相差不大，而增长最大的未修枝 S1 比重度修枝 S4 高 43%。

2.2 修枝对木材基本密度的影响

由表 2 可知，不同修枝强度处理间的木材基本密度差异不具有统计学意义，说明修枝对大花序桉幼林木材基本密度的影响不大，但修枝引起基本密度的规律变化，随着修枝强度的增加，木材基本密度表现出递减趋势(图 2)。不同径向位置基本密度的差异具有统计学意义，说明林木在生长发育过程中木材基本密度在径向上有差异性表现(表 2)。不同修枝强度处理间径向位置的基本密度变化趋势如图 3，在未修枝林木髓心位置的基本密度大于修枝林木，同时修枝后林木髓心位置的基本密度基本一致。从径向位置中部 L2 的基本密度来看，修枝后林木的基本密度有所增加，而未修枝林木在下降。外部 L3 木材的基本密度都较大于中部 L2 和髓心位置 L1，由此可见修枝明显降低了心材基本密度，对边材基本密度影响不大。与未修枝相比，修枝总体表现为降低木材基本密度的趋势。

表 2 不同修枝强度处理和径向位置的木材基本密度方差分析

项 目	方差来源	平方和	自由度	均方	<i>F</i> 值	显著性
修枝强度处理	组间方差	0.022	3	0.007	2.416	0.079
	组内方差	0.136	44	0.003		
	总体	0.158	47			
径向位置	组间方差	0.033	2	0.017	6.037 **	0.005
	组内方差	0.124	45	0.003		
	总体	0.158	47			

注：* * 表示 $p=0.01$ 水平差异具有统计学意义。

2.3 生长与木材密度的相关关系

由图 4 可知，树高与胸径成线性关系，但决定系数 R^2 仅有 0.263，说明在建立的线性方程中，胸径生

长促进树高生长的贡献率也只有 26.3%。胸径、树高与基本密度的线性关系较弱, 决定系数 R^2 分别仅有 0.181 和 0.075。因此, 胸径与基本密度、树高与基本密度的相关性不具有统计学意义。

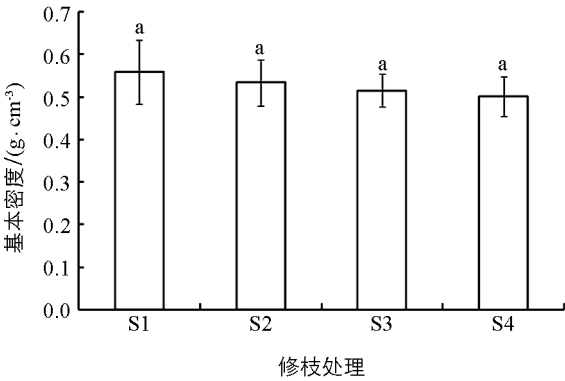


图 2 不同修枝强度处理的基本密度变化

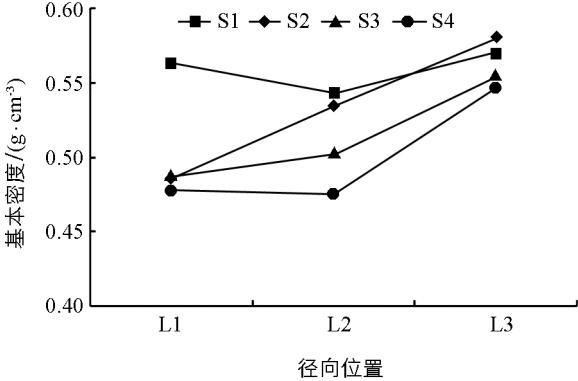


图 3 不同修枝强度处理各径向位置的基本密度

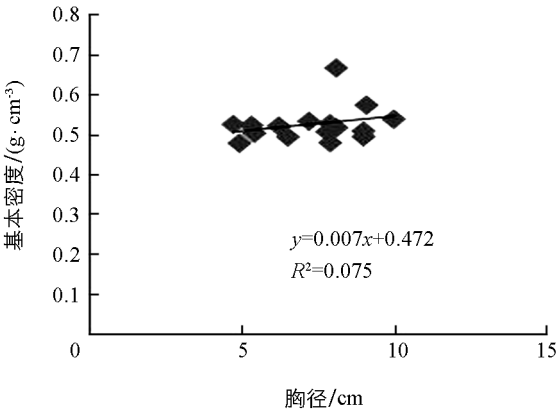
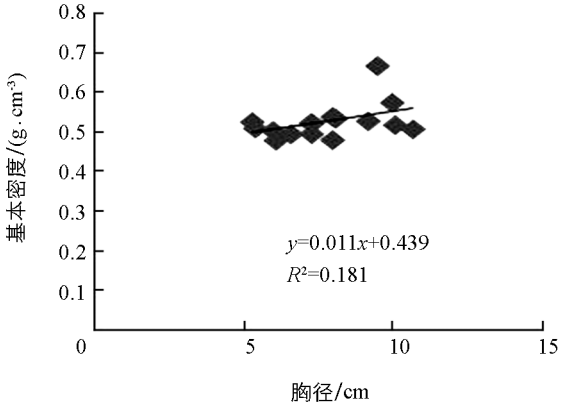
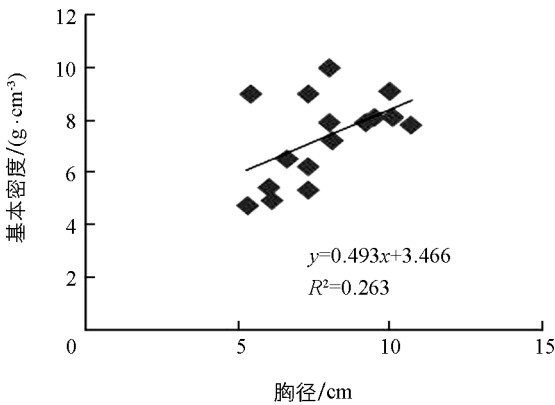


图 4 生长与基本密度的线性相关

3 结论与讨论

对速生树种而言, 修枝的主要目的在于不降低或提高林木生长量的同时, 改善树体外观质量, 提高木材材质, 增加木材附加值。本文修枝对大花序桉胸径生长的影响虽然表现为差异不具有统计学意义, 但却呈现出胸径增长随修枝强度增加而降低的趋势, 这与任世奇等^[8]对尾巨桉修枝后胸径定期生长量影响的研究结果一致, 说明大花序桉修去的枝条仍在进行正向同化作用, 生成有机物, 促进林木生长。当修掉下层活枝后, 由于有机物质的就近分配原则, 上层活枝生产的有机物不能送达到树体下部。因此, 修枝对胸径增长的影响差异不具有统计学意义。树高增长除中度修枝 S3 稍小于未修枝 S1 外, 轻度修枝 S2 和重度修枝 S4

较未修枝 S1 表现为递减趋势, 与吴际友等^[16]对火炬松修枝后树高变化效应一致, 说明轻度修枝 S1 修掉了少量下层活枝后, 轻微降低了整树有机物的同化量, 使轻度修枝 S1 的树高增长稍小于未修枝 S1, 而重度修枝 S4 因修掉过多的枝条而严重降低了整树有机物的同化量, 使树高增长降低最多. 对于中度修枝 S3 稍小于未修枝 S1, 大于轻度修枝 S2 和重度修枝 S4, 可能正如任世奇等^[15]和牛正田等^[17]所述, 修掉过多的枝条, 对单株的伤害刚好超出了特定的临界点而激发了增强生长维持功能, 提高了单叶的光合能力, 进而维持了有机物的同化量. 单株材积由胸径和树高共同决定, 本文将单株材积作为衡量修枝对大花序桉幼林生长较适宜的强度为中度修枝 S3, 即是修掉活枝冠层的 1/2, 这与任世奇等^[8]对尾巨桉的研究结果一致, 说明大花序桉和尾巨桉同属桉树属树种生长对修枝有一致的响应.

本文修枝对木材基本密度影响的差异不具有统计学意义, 这与 Tong 等^[18]对北美短叶松修枝前后木材密度研究结果一致, 但随着修枝强度增加木材密度呈现出递减趋势. 不同径向位置的木材密度从髓心处向外部逐渐增大, 其中重度修枝 S4 的斜率最大, 增大的幅度最大, 说明修枝对后期生长的木质部密度有促进作用. 此外, 胸径与树高的线性相关决定系数仅有 0.263, 说明二者的相关性不显著; 胸径与基本密度、树高与基本密度的线性相关决定系数均非常小, 说明他们的相关性较差, 这与任世奇等^[19]的研究有所不同, 其原因可能是本研究试验林在种植 1 年后遭受超强台风, 导致树体受损严重, 对本研究结果造成了一定影响. 因此, 本研究将持续跟踪观测, 以进一步探索修枝对大花序桉生长的长期作用.

参考文献:

[1] SCHONAU A P G. The Effect of Planting Espacement and Pruning on Growth, Yield and Timber Density of *Eucalyptus grandis* [J]. South Africa Forest Journal, 1974, 88(1): 16—23.

[2] PINKARD E A, BATTAGLIA M, BEADLE C L, et al. Modeling The Effect of Physiological Responses to Green Pruning on Net Biomass Production of *Eucalyptus Nitens* [J]. Tree Physiology, 1999, 19(1): 1—12.

[3] SENTHALIR P, SHARANRA S, PARAMATHMA M. Suppression of Branches in *Eucalyptus trees* [J]. American Journal of Botany, 2004, 91(6): 1002—1004.

[4] THOMAS D S, MONTAGU K D, CONROY J P. Effects of Leaf and Branch Removal on Carbon Assimilation and Stem Wood Density of *Eucalyptus Grandis* Seedlings [J]. Trees, 20(6): 725—733.

[5] TURMBULL T L, ADAMS M A, WARREN C R. Increased Photosynthesis Following Partial Defoliation of Field-Grown *Eucalyptus Globulus* Seedlings Is Not Caused by Increased Leaf Nitrogen [J]. Tree Physiology, 2007, 27(10): 1481—1492.

[6] 罗 洪. 史密斯桉整地修枝技术试验探讨 [J]. 四川林勘设计, 2008(3): 64—66.

[7] 刘 球, 李志辉, 陈少雄. 不同修枝强度对托里桉幼林生长的影响 [J]. 桉树科技, 2010, 27(1): 32—36.

[8] 任世奇, 陈健波, 邓紫宇, 等. 修枝对尾巨桉生长动态及单板质量的影响 [J]. 北京林业大学学报(自然科学版), 2015, 37(3): 0126—0132.

[9] 李荣岐, 姜秀志. 红松人工林修枝效果的调查 [J]. 林业科技, 2001, 26(5): 11—12.

[10] 王庆红, 关道林. 马尾松幼林修枝对生长量影响的调查 [J]. 安徽林业科技, 2006(3): 27.

[11] 高 军, 顾宇书, 关明东. 欧美 107 杨速生丰产林不同修枝强度的研究 [J]. 防护林科技, 2009(4): 23—24.

[12] PRYOR L D, JOHNSON L A S. A Classification of The *Eucalyptus* [M]. Canberra: Australian Naional University, 1971.

[13] CHIPPENDALE G M, BROOKE M I H, BOLAND D J, et al. Forest Trees of Australia(4th edition) [M]. Melboume: Intl Specialized Book Service Inc, 1985.

[14] 韦国浩. 大花序桉在桂中地区的发展前景 [J]. 桉树科技, 2002(1): 32—34.

[15] 任世奇, 陈健波, 周 维, 等. 修枝对尾巨桉生长及光合生理的影响 [J]. 生态学杂志, 2013, 32(11): 2978—2984.

- [16] 吴际友, 童方平, 龙应忠, 等. 火炬松纸浆材优良家系人工林修枝效应 [J]. 林业科技开发, 2006, 20(2): 36—38.
- [17] 牛正田, 张绮纹, 彭镇华, 等. 国外杨树速生机制与理想株型研究进展 [J]. 世界林业研究, 2006, 19(2): 23—27.
- [18] TONG Que-ju, ZHANG Shu-yin. Effects of Precommercial Thinning on Tree Growth and Stem Quality in Jack Pine Stands [J]. Journal of Nanjing Forestry University(Natural Sciences Edition), 2005, 29(6): 0073—0076.
- [19] 任世奇, 罗建中, 谢耀坚, 等. 6 年生的桉树无性系生长和材性研究 [J]. 桉树科技, 2009, 26(2): 9—14.

Effects of Pruning on Growth and Wood Density of Young *Eucalyptus cloeziana*

REN Shi-qi, LU Cui-xiang, DENG Zi-yu,
GUO Dong-qiang, WU Qi

1. Research Institute of Forest Ecological Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;
2. Guangxi Forestry Research Institute, Nanning 530002, China;
3. Nanning Eucalypt Ecosystem Observation and Research Station for Guangxi, Nanning 530002, China;
4. Guangxi Key Laboratory of Superior Timber Trees Resource Cultivation, Nanning 530002, China

Abstract: To understand the impact of pruning on the growth and wood density of young *Eucalyptus cloeziana* trees, four pruning intensities of CK (no pruning), light pruning, moderate pruning and heavy pruning were set in an experiment reported in this paper to compare and analyze the growth and wood density of *E. cloeziana* before and after the pruning treatment. The results showed that pruning intensity had no significant influence on diameter at breast height of young *E. cloeziana* trees, but had significant influence on their height, and individual volume, which is decided by diameter at breast height and tree height, had no significant differences between pruning intensities. Overall, pruning showed a trend of reducing individual volume growth. Pruning had some impact on wood density, which, however, was insignificant statistically, and wood density tended to decrease with increasing pruning intensity. The wood density in the radial direction from the heartwood to the sapwood increased gradually, which suggested that pruning helped to increase the density of the xylem after the treatment.

Key words: *Eucalyptus cloeziana*; pruning; growth; wood density

责任编辑 夏 娟

