

邓恩桉生长特性与生长应变研究

叶露^{1,2}, J. Doland Nichols², Carolyn A. Raymond², Kevin Glencross² (1. 广西林业科学研究院, 广西南宁 530002; 2. 澳大利亚南十字星大学, Military Rd. Lismore NSW 2480, Australia)

摘要 [目的]通过研究邓恩桉的生长特性和生长应变,为邓恩桉木材利用提供科学数据。[方法]以9.5年生人工林邓恩桉为研究对象,测定和评估树高(*Ht*)、胸径(*DBH*)、胸高比(*DBH/Ht*)、生长应变,并分析生长应变与生长性状的相关性。[结果]邓恩桉树高、胸径和生长应变的小区间差异显著。胸径和生长应变的变化幅度分别为10.2~24.5 cm, -0.227~-0.064 mm。生长应变水平在上坡方向显著高于下坡方向。邓恩桉生长应变与树高、胸径、胸高比无显著相关性。[结论]邓恩桉可作为速生材培育,邓恩桉木材的生长应力不受生长性状的影响。实现高生长和选择低应力水平的速生邓恩桉作为实木加工是可行的。

关键词 邓恩桉; 生长应变; 生长性状

中图分类号 S792.89 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)10-04409-02

Growth Characteristics and Growth Strain of *Eucalyptus dunnii*

YE Lu et al (Guangxi Forestry Research Institute, Nanning, Guangxi 530002)

Abstract [Objective] The aim was to provide the scientific data for utilization of *E. dunnii* wood through investigating its growth and growth strain. [Method] With 9.5-year-old *E. dunnii* plantation as study object, tree height (*Ht*), diameter at breast height (*DBH*), ratio of diameter to tree height (*DBH/Ht*), growth strain and their correlations were estimated and analyzed. [Result] There were significant differences in *Ht*, *DBH* and growth strain between plots. *DBH* and growth strain were in the range of 10.2-24.5 cm, -0.227- -0.064 mm, respectively. Uphill growth strain was significantly greater than the downhill growth strain. Growth strain had no significant correlations with *Ht*, *DBH* or *DBH/Ht* ratio in *E. dunnii*. [Conclusion] *E. dunnii* was a potentially fast-growing species. It was feasible to obtain fast-growing *E. dunnii* trees with low level of growth strain as the strain was not affected by its growth.

Key words *Eucalyptus dunnii*; Growth strain; Growth traits

邓恩桉(*Eucalyptus dunnii*)是桃金娘科(Myrtaceae)桉树属(*Eucalyptus*)树种,天然分布于澳大利亚新南威尔士州东北沿海和昆士兰州东南部^[1]。由于其生长快、干形通直、材质优良、较为抗寒,邓恩桉已经成为阿根廷、巴西等国家桉树人工林的主要栽培树种之一^[2]。目前,在我国广西桂中和桂北、浙江、福建建阳、江苏南京、云南楚雄、湖南等地都有引种栽培^[3]。邓恩桉具有优良的纸浆性能和一定的硬度,可作为纸浆材和轻型建筑实木用材培育^[2],也可作为中大径材培育^[4]。然而,邓恩桉与其他桉树树种类似,具有较高的生长应力,在木材锯解和加工过程中易产生开裂或导致板材翘曲、变形,降低优质材出材率^[5],从而限制邓恩桉作为实木加工利用的用途。因此,对人工林桉树生长应力进行深入研究和评估,有利于实现桉树树种的高效利用。

近年来,国内外学者在桉树树木的生长应力^[6-8]及通过营林^[9]、遗传育种^[10-11]等措施减小生长应力水平等方面进行了研究。据研究表明,生长应力水平在种间、种内不同种源间或家系间都存在变异^[8,10],并与生长环境密切相关^[12]。有报道表明,生长应力水平与植株的生长性状密切关联^[15],但也有学者提出不同意见^[8,13]。鉴于此,笔者将对9.5年生邓恩桉的生长性状、生长应变及其相关性进行分析,为邓恩桉实木利用提供可靠数据。

1 材料与方

1.1 试验地概况与材料 研究测试的邓恩桉人工林位于澳大利亚新南威尔士州嘉喜诺(Casino, NSW, Australia)小镇

西南部21 km处,中心地理坐标为153.05° E, 29.02° S,海拔40~60 m,坡度<7°,年平均降雨量约为1 100 mm,具有夏季多雨、冬季干旱的气候特点。

该片邓恩桉人工林建于2001年,初植密度为2 m×4 m。前茬为牧草,采用机耕带垦的方式整地,化学除草,每株基肥施用量为100 g,此后无追肥和间伐措施。造林用苗为优良邓恩桉实生种子苗,其种子来源不详。

1.2 试验方法 2010年8月在已建立的邓恩桉人工林里设置4个试验测定小区,每个小区面积为20 m×20 m。每个小区随机选择35株干形通直、长势良好的植株分别进行树高、胸径、胸/高、立木轴向生长应变等指标的测定和估算。

该研究采用应变传感器的方法测定立木轴向生长应变值(图1)。其测定原理与应变片法相似,测定的是因应力释放导致应变传感针间距离的变化。在活立木1.3 m胸高处的上坡和下坡2个方向,将树皮和形成层(规格3 cm×5 cm)剥离,露出新鲜的次生韧皮部,随后把应变仪上的感应针平行于树干方向插入暴露的韧皮部内,并固定信号传输线;用手锯在距离2个感应针1 cm外侧处开槽切断纤维释放应力,待应变仪上显示读数稳定后记录。数据显示为负值,单位为mm。

1.3 数据分析 将所有调查数据直接输入电脑的Excel 2003中进行整理,然后用SPSS 18.0对数据进行正态分布检验,每个调查指标的数据基本符合正态分布。利用配对样本T检验分析上坡与下坡方向生长应变值的差异;利用单因素方差分析检验不同小区间生长应力的差异性;应用Pearson相关分析检验生长性状与生长应变的相关关系。

2 结果与分析

2.1 生长性状与生长应变 对9.5年生邓恩桉的树高、胸

基金项目 广西林科院基本业务费项目(林科201103)。
作者简介 叶露(1980-),女,广西河池人,工程师,硕士,从事林木育种和森林培育研究, E-mail: leafdew@163.com。
收稿日期 2013-02-09



图1 采用 HBM DD1 应变传感器测定仪测定轴向生长应变值

径、胸高比和生长应变值进行方差分析。结果表明树高、胸径和生长应变值在不同小区间的差异达显著水平,胸高比差异不显著,说明立地环境条件对邓恩桉的树高、胸径生长和生长应变具有显著影响。由表1可知,9.5年生邓恩桉树高、胸径生长量分别达21.2 m和16.6 cm,且胸径和生长应变值的变化幅度较大,分别为10.2~24.5 cm, -0.227~-0.064 mm,说明参试的邓恩桉植株在胸径生长和生长应变上存在丰富的变异性。

对上坡与下坡方向生长应变值的差异进行分析,结果如图2。上坡的生长应变绝对值显著大于下坡的生长应变绝对值,说明坡向对生长应变存在显著性影响。

表1 各测定性状均值、变幅及各性状在小区间的显著性

项目	样本数//n	小区均方	F 值	显著性	平均值	变幅
树高 H_t //m	140	109.738	49.895	<0.001	21.200	15.400~26.100
胸径 DBH //cm	140	31.092	4.653	0.004	16.600	10.200~24.500
胸高比//cm/m	140	0.022	2.386	0.072	0.790	0.500~1.000
生长应变值//mm	140	0.007	10.173	<0.001	-0.125	-0.227~-0.064

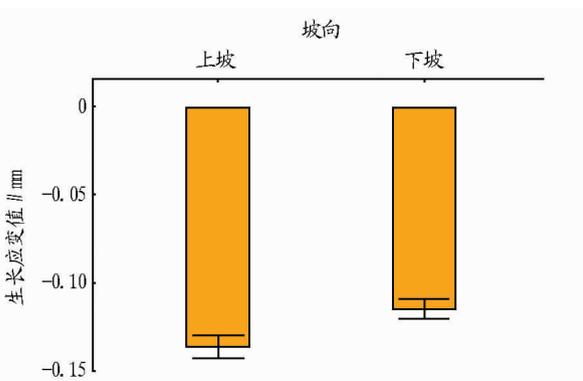


图2 上坡和下坡方向的生长应变均值

表2 生长性状与生长应变相关性分析

项目	树高 H_t	胸径 DBH	胸高比 DBH/H_t	生长应变
树高 H_t	1.00			
胸径 DBH	0.69**	1.00		
胸高比 DBH/H_t	0.09	0.78	1.00	
生长应变	-0.27	0.03	-0.22	1.00

注:*表示相关分析显著性水平为0.01。

2.2 生长应变与生长性状相关性分析 由表2可知,胸高比与生长应变的相关系数呈负值,相关系数小,说明径级大且矮的植株表现出较小的生长应变水平,但是胸高比对生长应变的影响不显著;树高和胸径与生长应变的相关性不显著。综上可知,参试邓恩桉的生长性状没有显著地影响生长应变值。

3 结论与讨论

该研究结果表明,种植后未进行追肥措施的9.5年生邓恩桉平均树高和胸径分别达到21.20 m和16.60 cm,即年均树高和胸径生长达2.23 m和1.75 cm。Arnold等^[16]也对中国华南地区多个邓恩桉人工林进行调查,结果表明邓恩桉平均树高和胸径年生长量分别为2.10 m、2.10 cm,表现出速生特性。由此说明,邓恩桉是速生丰产林的潜力树种。9.5年生邓恩桉树高、胸径和生长应变在小区间表现出显著性差异,说明该树种易于受生长环境条件的影响^[17]。自然分布区域狭窄^[1]可能是导致邓恩桉树种对环境条件反应敏感的影响因子。具体的影响因子仍需通过对土壤作进一步的研究和分析。

植株的内部高生长应力是影响邓恩桉作为锯材加工利用的限制因子。生长应力不仅受遗传因子的影响^[5],而且受立地条件的影响^[18-19]。该研究结果发现坡向影响邓恩桉内部应力的分布水平,位于植株上坡方向的应力水平显著高于下坡方向的水平。植株内部产生应力的主要作用是支撑树木向上垂直生长^[19],由于斜坡上生长的树木在重力作用下具有向下坡倾斜的趋势,植株可能通过调节内部应力水平和分布保持向上垂直生长,从而导致不同坡向应力水平差异。研究结果表明,邓恩桉生长应力与生长性状无显著关联,这说明该树种内部应力可能不受生长性状的影响,实现高生长和选择低应力水平的速生邓恩桉作为实木加工是可行的。

参考文献

- [1] BOLAND D J, BROOKER M I H, CHIPPENDALE G M, et al. Forest trees of Australia[M]. 5th ed. Collingwood: Csiro Publishing, 2006: 398.
- [2] THOMAS D, HENSON M, JOE B, et al. Review of growth and wood quality of plantation - grown *Eucalyptus dunnii* Maiden[J]. Australian Forestry, 2009, 72(1): 3-11.
- [3] 宗亦臣, 郑勇奇, 金金财. 邓恩桉国内引种和繁育技术研究进展[J]. 中国农学通报, 2010, 26(5): 82-86.
- [4] 陈少雄. 桉树大径材培育[J]. 桉树科技, 2002, 19(1): 6-10.
- [5] MURPHY T N, HENSON M, VANCLAY J K. Growth stress in *Eucalyptus dunnii*[J]. Australian Forestry, 2005, 68(2): 144-149.
- [6] TRUGILHO P F, OLIVEIRA J T S. Relationships and estimates of longitudinal growth stress in *Eucalyptus dunnii* at different ages[J]. Revista Árvore, 2008, 32: 723-729.
- [7] 刘晓丽, 姜笑梅, 殷亚方. 人工林尾巨桉树木表面轴向生长应变[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(6): 95-98.
- [8] 吕建雄, 殷亚方, 赵有科, 等. 我国南方地区不同桉树人工林树种生长应变水平的评估[J]. 北京林业大学学报, 2005, 27(4): 69-72.
- [9] VALENCIA J, HARWOOD C, WASHUSEN R, et al. Longitudinal growth strain as a log and wood quality predictor for plantation - grown *Eucalyptus nitens* sawlogs[J]. Wood Science and Technology, 2011, 45(1): 15-34.
- [10] MURPHY T N, HENSON M, VANCLAY J K. Growth stress in *Eucalyptus dunnii*[J]. Australian Forestry, 2005, 68: 144-149.
- [11] 秦莉, 赵有科, 黄荣凤, 等. 8年生粗皮桉生长应变及生长遗传变异[J]. 中南林业科技大学学报, 2008, 28(1): 58-63.
- [12] WAUGH G. Growth stresses-genetic and environment influences[J]. CSIRO Forest Products Newsletter, 1972, 389: 3224.
- [13] 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[J]. 木材工业, 2000, 14(6): 9-11.

(下转第4418页)

将无机物二氧化碳和水合成葡萄糖等有机物,同时释放出大量氧气。在此过程中,每吸收 1.63 t 二氧化碳,可生产 1 t 干物质,同时释放 1.4 t 的氧气。根据针叶林、针阔混交林以及阔叶林群落生产力(分别为 4.42、6.40、19.20 t/hm²·a),并结合二氧化碳含碳 27.27% 的比例,通过计算得出周至保护区 3 种森林生态类型每年共计生产 615 881.35 t 的干物质,需吸收 1 003 886.6 t 的二氧化碳,相当于 273 759.9 t 的纯碳,同时释放 862 233.89 t 的氧气。参考 1 200 元/t 的碳税标准得出固碳的总价值为 3.285 1 亿元,参照工业制氧 400 元/t 的平均价格,核算出该区释放出氧气的总价值为 3.448 9 亿元。则该保护区固碳释氧的生态效益总计为 3.285 1 亿元 + 3.448 9 亿元 = 6.734 0 亿元。

2.4 净化大气环境效益 森林净化大气环境功能是指森林生态系统通过吸收、过滤、阻隔、分解等过程将大气中的有毒物质(如二氧化硫、氟化物、氮氧化物、粉尘、重金属等)降解和净化,降低噪音,并提供负氧离子、萜烯类(如芬多精)等物质,提高空气质量的功。

2.4.1 过滤空气滞留粉尘的效益。针叶林、针阔混交林以及阔叶林的过滤空气滞留粉尘能力依次为 33.2、21.7、10.1 t/hm²·a。参照消减粉尘的 170 元/t 的影子价格计算出周至保护区年过滤空气滞留粉尘共计 944 981.57 t,产生的生态效益合计 1.606 5 亿元。

2.4.2 吸收二氧化硫效益。针叶林、针阔混交林以及阔叶林吸收二氧化硫的能力分别为 215.6、152.12、88.65 kg/hm²·a。参考平均 600 元/t 的治理成本,通过计算得知周至保护区年吸收 6 979.65 t 二氧化硫,产生生态效益总计 418.78 万元。

2.4.3 杀菌效益。根据森林杀菌功能价值为 5 300 元/hm²·a 测算,周至保护区森林杀菌功能的年效益为 2.868 0 亿元。

计算得知,该保护区净化大气环境的生态效益总计为 1.606 5 亿元 + 418.78 万元 + 2.868 0 亿元 = 4.516 3 亿元。

2.5 生物多样性保护效益 生物物种的生存以及繁衍离不开森林生态系统。周至自然保护区生物种类繁多^[5],野生脊椎动物 271 种(亚种),其中兽类 74 种(亚种)、鱼类 5 种、两栖类 8 种、爬行类 20 种(亚种)、鸟类 164 种(亚种)。最具代

表性的动物有金丝猴、羚牛、林麝和大熊猫,周至自然保护区是我国金丝猴分布最为集中的地区。据调查该保护区有金丝猴约 1 170 只,羚牛约 410 头,林麝约 130 头,大熊猫数量超过 20 只。以动物园饲养金丝猴的费用来记算保护野生动物功能价值。保护野生动物功能价值 = 金丝猴数量 × 动物园每日饲养费 × 365 d,参照动物园每日饲养成本为 50 元/只,计算得出该保护区森林保护野生动物功能年价值为 0.213 5 亿元。

周至保护区有 1 020 种野生植物(含种以下等级),保护野生植物功能年价值依照森林保护野生动物功能年价值的 120% ~ 140% 计算,得出保护野生植物功能年价值 0.256 2 亿元(取下限计算)。

综上所述,该区保护生物多样性功能年价值合计为 0.213 5 亿元 + 0.256 2 亿元 = 0.469 7 亿元。

3 结论与讨论

通过计算,得出周至自然保护区每年产生森林生态效益价值合计 16.769 6 亿元,这仅是保护区森林生态效益的一部分,实际生态效益的大小还取决于保护区生态效益的综合发挥,加之森林在调节气候、降低噪音、减少污染、维持生态平衡以及提供优美的自然景观等方面的效益,可以看出周至自然保护区的森林生态效益是巨大的。

鉴于周至自然保护区森林生态效益的巨大作用,笔者建议尽快建立并完善该区森林生态效益定位监测系统,以便为综合评价该区森林多种生态效益提供真实可靠的数据材料,同时也可作为森林生态公益林的补偿等工作提供可靠的理论依据。

参考文献

- [1] 林野行. 森林公益效能计量调查:绿色效益调查[M]. 杨惠民,译. 北京:中国林业科学研究院科技情报研究所,1982.
- [2] 郎奎建,李长胜,殷有,等. 林业生态工程 10 种森林生态效益计量理论和方法[J]. 东北林业大学学报,2000(1):1-7.
- [3] 李长胜,王殿文,吴艳辉. 中国森林生态效益计量研究[J]. 防护林科技,2005(2):1-3.
- [4] 刘长乐,李树江,聂维良,等. 森林生态系统三大效益评估技术的研究[J]. 林业科技,2004(3):20-22.
- [5] 李保国,何鹏举. 陕西周至国家级自然保护区生物多样性[M]. 西安:陕西科技出版社,2007.
- [14] 瞿超,殷亚方,姜笑梅,等. 人工林尾巨桉两个无性系轴向生长应变水平的评估[J]. 桉树科技,2005,22(1):7-13.
- [15] 费本华,江泽慧,赵荣军,等. 桉树人工林木材生长应变研究[J]. 木材工业,2004,18(2):18-20.
- [16] ARNOLD R, LUO J Z, CLARKE B. Trials of cold tolerant eucalypt species in cooler regions of south central China[R]. Canberra: AC IAR, 2004.
- [17] BENSON J S, HAGER T C. The distribution and abundance of *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae) (Dunn's White Gum) in New South Wales[J]. Cunninghamia, 1993, 3(1):123-145.
- [18] YANG J L, FIFE D, MATHESON A C. Growth strain in three provenances of plantation-grown *Eucalyptus globulus* Labill[J]. Australian Forestry, 2001, 64:248-256.
- [19] KUBLER H. Growth stresses in trees and related wood properties[J]. Forestry Abstracts, 1987, 48:131-189.
- [20] ZHAO X Q, DING N, YAN P. Changing Rules of Physical and Chemical Properties of *Eucalyptus uraphylla* spp. Forest at Different Ages in Southwest Yunnan Province[J]. Agricultural Science & Technology, 2012, 13(6):1298-1302.
- [21] 易昭彬, 熊剑文. 巨桉引种栽培管理技术[J]. 宁夏农林科技, 2011, 52(3):80-81, 84.
- [22] 王道波, 莫小琳, 周晓果. 广西桉树种植模式研究[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(17):9358-9359, 9409.
- [23] 熊柳梅, 杨连春, 刘永贤, 等. 不同种源速生桉幼苗氮素效率的差异[J]. 西南农业学报, 2012(4):1367-1371.

(上接第 4410 页)