

银杏木材微纤丝角及其与生长轮密度 相关模型的建立

费本华¹, 江泽慧¹, 阮锡根²

(1. 中国林科院, 北京 100091; 2. 南京林业大学, 南京 210037)

摘要: 通过对银杏木材微纤丝角的径向变化及其与生长轮密度相关性质的研究, 结果表明, 银杏木材平均微纤丝角为 18.5°, 生长轮内早材微纤丝角较大, 晚材较小; 生长轮间沿径向呈减小趋势。木材微纤丝角与生长轮年龄、生长轮宽度、生长轮密度之间有较密切关系, 建立了 5 个相关模型, 为银杏用材林的定向培育和木材加工利用提供依据。
关键词: 银杏; 木材微纤丝角; 生长轮密度; 相关模型
中图分类号: S792.95 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2000)03-0013-03

Study on Wood Microfibril Angle and the Correlation Models with Growth Ring Density of Ginkgo

FEI Ben-hua¹, JIANG Ze-hui¹, RUAN Xi-gen²

(1. Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091; 2. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract In this paper, the microfibril angle and growth ring density of Ginkgo (*Ginkgo biloba*) wood were studied. The results showed that the microfibril angle of Ginkgo was 18.5°, the variation trend was bigger in earlywood than latewood with inter-ring while the trend was regularly decreased from pith to bark with intra-ring. There was close relation among microfibril angle and cambium year and ring density, five models were established. The results of the study will be helpful to the cultivation and utilization of Ginkgo plantations.

Key words Ginkgo wood; Microfibril angle; Growth ring density; Correlation models

木材细胞壁是一层状结构, 其基本组成单位是微纤丝。微纤丝与细胞主轴之间的夹角称为微纤丝角, 次生壁中间层(S₂层)微纤丝角对木材性质有直接影响, 如解剖性质、尺寸稳定性、弹性模量及加工性能等^[1, 3, 6, 7]。木材密度是木材性质中最重要的物理量, 研究微纤丝角与木材密度之间的关系, 能够更好地反映出木材解剖特征与木材性质间的内在规律, 具有重要的应用价值。银杏是我国特有树种, 过去多作为经济林和风景林培育。实际上, 银杏具有优良用材林树种的特点, 材质好, 生长快。在天然林保护工程实施以后, 为扩大人工林树种范围, 银杏用材林培育已引起生产和科研部门的注意。因此, 超前研究其木材性质

特点及内在规律, 对加工利用具有一定的现实意义。

1 材料和方法

1.1 材料

银杏试材采自江苏省泰州市内行道树, 树龄 48 年左右, 实生苗造林。在采样点内分别选取 3 株生长良好的标准木, 从 1.3 m(胸高)处截取 40 cm 厚的圆盘并编号。3 株银杏木试样的生长情况记录见表 1。

表 1 银杏试材采集野外记录

Tab. 1 Field notes of Ginkgo tested wood

样木编号	胸径 /cm	树高 /m	枝下高 /m	取样株数 /n	树龄 /y
J01	40.8	16.44	4.5	1	48
J02	40.1	15.38	4.3	1	49
J03	41.3	17.42	4.7	1	48
均值	40.73	16.41	4.5		

收稿日期: 1999-08-03
本文为林业攀登计划“人工林木材性质形成及功能性改良机理研究”课题的一部分;
作者简介: 费本华 (1964-), 男, 中国林科院木材工业研究所助理研究员, 博士。

1.2 方法

木材是天然生物体,具有较大的变异性,为获得有代表性的微纤丝角平均值,要求测定大量的个体纤维样品。而 x 射线衍射在一次操作中得到的衍射图样,即能反映出几百个细胞平均微纤丝角的测定数,试样不需作任何预处理,可免除各种直接法测定时,木材因化学处理而产生细胞壁胀缩的缺点,具有实用、简易和迅速的优点,特别是在配有自动记录装置的射线衍射仪,衍射强度图样直接产生并记录在图纸上,能很快测得平均微纤丝角^[2,4]。将圆盘锯解成径向长条,在气干状态下,再锯解成纵向 1.5 cm,弦向 0.5 cm,自髓心向外径向 1 mm 的标准试样。图 1 为 x 射线衍射图谱,微纤丝角的计算方法采用 0.6 T 法^[4]。

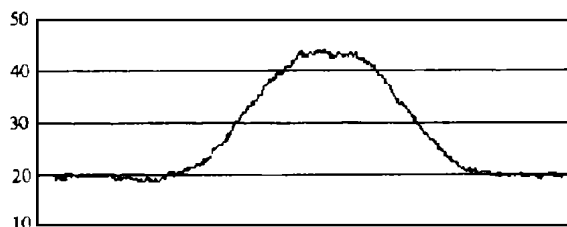


图 1 x 射线测定银杏木材微纤丝角图谱

Fig. 1 Trajectory of microfibril angle of Ginkgo wood with x-ray

银杏生长轮密度测定在 D-max 3B 型 x 射线衍射仪改装的 x 射线木材密度计^[5]上进行。将银杏圆盘样品气干一段时间后,沿直径方向锯解成 1 mm 厚 5 mm 宽的径锯薄片,厚度均匀,浸提处理后气干,在 x 射线木材密度计上测定生长轮密度值。银杏试样的浸提处理、生长轮密度计算过程中所采用的质量吸收系数 μ_m 依据文献 [5] 进行。

2 结果与讨论

2.1 生长轮内微纤丝角的变异

认识木材微纤丝角,不仅要从生长轮间深入,更应注意生长轮内的变化。国外这方面研究较多,并应用于森林遗传、木材质量评价和定向培育^[7-10]等,我国这方面研究刚刚开始。图 2 是银杏木材生长轮内微纤丝角的变化,图中可见,随着早材到晚材的变化,木材微纤丝角也发生变化,早材部分木材微纤丝角较大,约在 21°~23°,相对平稳;进入晚材区,微纤丝角迅速减小,约为 16°,各株平均微纤丝角为 18.5°。从微纤丝角的变化曲线可以清楚地看到,在生长轮中早材比例大,而晚材比例很小。比较 1983 年与其它生长轮的微纤丝角变化曲线可以看出,不同宽度的生长

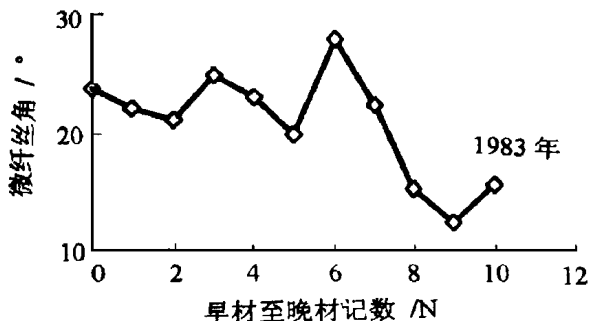


图 2 银杏生长轮内微纤丝角的变化

Fig. 2 Variation of microfibril angles within growth ring of Ginkgo

轮,微纤丝角具有相似的变化轮廓,但波动幅度略有差异。

图 3 是银杏木材自髓心向外微纤丝角的径向变异曲线。银杏微纤丝角的径向变化散点图表明,早材和晚材的微纤丝角随着生长轮序列数的增加而逐渐减小,在 1970 年后有增加的趋势,在 1980 年后又逐渐减小,减小的幅度较平缓;早材的微纤丝角明显大于晚材;径向变异曲线与红松、云杉及日本柳杉等树种木材的微纤丝角相似^[3,8,10],即早期生长的木材微纤丝角要略大于后期,反映出进入正常生长阶段后,材质趋于优良。从微纤丝角变化曲线可以看出,木材力学性质也趋向稳定,自髓心向外材质逐渐均匀。

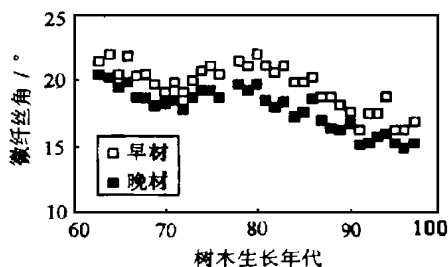


图 3 银杏早材和晚材微纤丝角随生长轮的变化

Fig. 3 Radial variation of mean microfibril angle with growth ring of Ginkgo from earlywood to latewood

以上讨论,初步得出银杏木材生长轮内和生长轮间木材微纤丝角径向变异规律。木材微纤丝角与树龄、生长轮宽度和生长轮密度等有一定的内在联系,研究微纤丝角与其它木材性质之间的关系,对细胞壁特性的认识、木材材质的评价及预测等具有重要意义。近年来国内外研究者十分注重这方面的研究。人工林红松木材微纤丝角变异与管胞长度和拉伸强度的关系研究表明,晚材微纤丝角与管胞长度及小试件拉伸强度成负相关;新西兰坎特伯雷大学林学院就速生人工林的针叶树材微纤丝角对硬度影响的研究,得

出通过选择幼龄材来改善木材质量时,纤维角的大小不可忽视^[7];日本农林水产省森林综合研究所就日本柳杉(*Cryptomeria japonica*)木材晚材管胞微纤丝角和木材密度对弹性模量变异的影响进行了研究,并用回归模型进行表达^[10];笔者在对铜钱树(*Paliurus hemsleyanus*)木材的研究过程中,曾就微纤丝角与树木年龄之间的关系进行回归模拟,得出微纤丝角与生长轮年龄之间呈弱的负相关关系。总之,木材微纤丝角与解剖特征、物理和力学等性质指标之间的关系研究,是揭示木材细胞壁物质形成过程中静态和动态特点的重要途径,对认识材性与加工之间的关系有较高的实用价值

表 2 银杏木材微纤丝角与树龄、生长宽度和生长轮密度间的回归模型

Tab. 2 The regression model among mean microfibril angle, tree age, growth ring width and density of Ginkgo wood

回归方程	相关系数	标准误差	观测值
$y = -0.0057x_1^2 + 0.7863x_1 - 6.7719$	-0.5061*	1.0190	35
$y = -8.5320x_2^2 - 9.8716x_2 + 3.3727$	-0.3317	0.2616	35
$y = -2.1570x_3 + 12.114x_3 + 12.871$	0.8017	1.6817	35
$y = 0.9933x_1 + 10.1248x_3 + 12.7162$	0.4832	1.5081	35
$y = -0.1989x_1 + 0.5953x_2 + 9.6686x_3 + 39.5232$	0.7626	0.8985	35

注: y —微纤丝角, x_1 —树龄, x_2 —生长轮宽度, x_3 —生长轮密度, * — 0.01显著水平

从表 2可以看出,微纤丝角与生长轮年龄、生长轮宽度和生长轮密度之间有明显的正相关关系。相比生长轮密度回归方程可以看出,微纤丝角受生长轮密度的影响最大,受生长轮年龄、生长轮宽度和生长轮密度三者的联合影响也十分明显。因此,在应用中应较多地考虑微纤丝角与木材密度之间的关系。

木材密度是木材性质中最重要的物理量,是最能反映木材质量的指标, S_2 层微纤丝角是反映木材细胞壁特征的重要参数。两者的有机结合,能较好地反映木材解剖、物理性质甚至力学性质之间的关系和木材性质的综合指标,有良好的研究价值和研究前景。微纤丝角与树木年龄、生长轮宽度和生长轮密度指标之间的 5个相关模型,为人工林银杏的培育和确定微纤丝角与木材性质之间的关系提供依据。测定生长轮密度和木材微纤丝角的方法较多,本文采用的射 x 线法的测定,具有速度快、样品多、样品准备简单和连续动态测定等优点,另外,在 x 射线衍射仪上只要调换附件装置,就可以进行生长轮密度或微纤丝角的测量。因此,x 射线法测定生长轮密度和微纤丝角的研究,具有很好的应用前景,在木材科学研究中应积极推广。

3 结论

银杏木材细胞壁平均微纤丝角为 18.5°。生长轮内径向变异表明,随着早材到晚材的变化,木材微纤丝角也发生变化,早材部分木材微纤丝角较大,相对平稳,进入晚材区,微纤丝角迅速减小;生长轮内早材比例大,晚材比例很小;比较各生长轮的微纤丝角变化曲线,不同宽度的生长轮,微纤丝角具有相似的变化轮廓,但波动幅度略有差异。生长轮间径向变异表明,早材和晚材的微纤丝角随着生长轮序号的增加开始逐渐减小,约在 10年后有增加的趋势,约在 20年后又逐渐减小,减小的幅度较为平缓;早材的微纤丝角明显大于晚材;早期生长的木材微纤丝角略大于后期,反映出树木进入正常生长阶段,材质趋于优良。从微纤丝角变化曲线可以看出,木材力学性质也较为稳定,自髓心向外材质较均匀。

银杏木材微纤丝角与生长轮年龄、生长轮宽度和生长轮密度之间相互关系的五种模型给出了微纤丝角与生长轮年龄、生长轮宽度和生长轮密度之间的关系,为银杏用材林的定向培育和加工利用提供了依据。

参考文献:

[1] 鲍甫成,江泽慧.中国主要人工林木材性质[M].北京:中国林业出版社,1998.

[2] 费本华.x射线衍射法测定铜钱树木材微纤丝角及其变异的研究[J].安徽农业大学学报,1995,(3): 262~ 265.

[3] 郭德荣,杨彩民,林彦.人工林红松微纤丝角度变异与管胞长度和拉伸强度的关系[J].东北林学院学报,1982,(2): 40~ 48.

[4] 阮锡根,尹思慈,孙成志.应用 x 射线-(002)射线弧法测定木材纤维次生壁的微纤丝角[J].林业科学,1982,18(1): 64~ 70.

[5] 费本华.人工经济林银杏和板栗木材性质特点及变异规律的研究[J].中国林科院博士论文,1999.

[6] Bucur V, Herbe C, Nosei G. Annual Ring Characteristics of *Pinus taeda* Measured by Ultrasonic and X-ray Techniques[J]. IAWA Journal, 1994, 15(2): 121~ 132.

[7] Cave I D, Walker J. Stiffness of Wood in Fast-grown Plantation Softwoods: the Influence of Microfibril Angle[J]. Forest Products Journal, 1994, 44(5): 43~ 48.

[8] Herman M, Dutilleul P, Avella-Shaw T. Growth Rate Effects of on Intra-ring and Inter-ring Trajectories of Microfibril Angle in Norway Spruce (*Picea abies*) [J]. IAWA Journal, 1999, 20(1): 3~ 21.

[9] Meylan B A, Probine M C. Microfibril Angle as a Parameter in Timber Quality Assessment[J]. Forest Products Journal, 1969, 19(4): 30~ 34.

[10] Yashuhiko Hirakawa, et al. The Effects of S_2 Microfibril Angles of Latewood Tracheids and Densities on Modulus of Elasticity Variations of Sugi Tree (*Cryptomeria japonica*) Logs[J]. Mokuzai Gakkaishi, 1997, 43(9): 717~ 724.