

人工林湿地松微纤丝角和结晶度的变异规律

罗真付, 张雪峰, 潘彪, 严晓红

(南京林业大学木材工业学院, 南京 210037)

摘要: 利用 X 射线衍射技术分析人工林湿地松微纤丝角和结晶度的变异规律。结果表明, 微纤丝角自髓心向外逐渐减小, 到一定年轮后保持稳定, 且同一年轮内晚材的微纤丝角总是小于或等于早材; 随着高度的增加微纤丝角逐渐减小, 到达一定高度后变得稳定, 到达梢部又增大。结晶度自髓心向外逐渐增加, 到一定年龄后趋于平缓, 且同一年轮内晚材的结晶度一般比早材大; 自基部向上结晶度逐渐增加。

关键词: 间伐强度; 种植密度; 湿地松; 木材性质

中图分类号: S781

文献标识码: A

文章编号: 1672-352X (2012)05-0774-03

Analysis of wood microfibril angle and crystallinity of *Pinus elliottii* plantation

LUO Zhen-fu, ZHANG Xue-feng, PAN Biao, YAN Xiao-hong

(College of Wood Science and Technology, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037)

Abstract: In the paper, X-ray diffractometry was used to measure wood microfibril angle and crystallinity of *Pinus elliottii* plantation. The results show that the microfibril angle of *Pinus elliottii* is decreasing at first from the pith to the outward part and then retaining steady. And the microfibril angle of late wood is smaller than that of early wood in the same annual ring. The microfibril angle is increasing from the base to the upward part and then retaining steady when getting a certain age, and increasing at last on the tree top. The crystallinity is increasing from the pith to the outward part and then retaining steady. And the microfibrillar angle of late wood is smaller than that of early wood in the same annual ring. The crystallinity is increasing from the base to the upward part.

Key words: thinning intensity; plantation density; *Pinus elliottii*; wood property

湿地松 (*Pinus elliottii*) 原产美国东南部, 主要分布在北纬 28~35° 之间、海拔 600 m 以下的低山丘陵地区^[1-2], 早期生长快, 材质优良, 树脂产量高、质量好, 比较适宜我国南方栽培。微纤丝角是指由纤维素分子链构成的微纤丝与纤维细胞轴之间的夹角。微纤丝角的大小直接影响木材物理力学性质、木材解剖性质、加工利用性质和育种等, 是评定材性、纸张强度和干缩性优劣的重要因子^[3]。结晶度是指纤维素中结晶部分的重量 (或体积) 与纤维素总重量 (或体积) 之比。结晶度是描述纤维素超分子结构的一个重要参数。木质材料通常随结晶度的增加, 纤维抗拉强度、杨氏模量、硬度、密度及尺寸稳定性等也随之增加, 而保水值、伸长率、染料吸着度、润胀度、柔软性及化学性均随之降低。

因此, 了解纤维素的结晶度, 对于林副产品的水解、制浆造纸以及木质纤维的加工利用具有一定的参考价值^[4-5]。

1 材料与方法

1.1 材料

本项研究的试材选自湖南省汨罗市白水苗圃。该苗圃位于东经 122.2°, 北纬 28.8° 附近, 海拔高度 70 m, 为湿润的大陆性亚热带季风气候区, 无霜期可达 267 d, 年平均温度 16.9°C, 年均降水量 1 353.6 mm。最高温度可达 39.7°C, 最低温度可达 -13.3°C。苗圃土壤为典型的四纪红壤, 地貌类型为岗地^[6]。在苗圃中选取 3 株标准木, 分别在 0 m、3.3 m、7.3 m 和 11.3 m 处取 8 cm 厚圆盘各 1 个, 再

收稿日期: 2011-10-25

基金项目: 江苏高校优势学科建设工程项目 (PAPD) 和国家“十一五”科技支撑计划 (2006BAD03A1505-1) 共同资助。

作者简介: 罗真付, 男, 博士, 讲师。E-mail: zfluo1@163.com

在各个圆盘上沿南北向取 $2 \times 2 \text{ cm}$ 的试条 1 个, 用来测定微纤丝角和结晶度。采集试材的详细生长情况见表 1。

1.2 方法

1.2.1 微纤丝角的测定方法 微纤角的测定方法很多, 如碘染色法、汞浸渍法、偏光显微镜法、X-射线衍射法、荧光显微镜法等, 本文采用 X 射线衍射法。X 射线衍射法主要是利用 X 射线照射木材, 根据其衍射强度来计算木材微纤丝角。由于 X-射线测

定的微纤丝角是大量数据的平均值, 并且操作简便, 因而具有快速、准确、信度高优点, 在纤丝角的研究中得到了广泛的应用^[7-8]。

在各个试条上自髓心向外, 隔年(即按 1、3、5、7……取)按颜色差异分早晚材切取小试样, 试样径向厚约 1 mm, 宽 8 mm, 高 10 mm。将准备好的试样装入 DX-2000 型衍射仪上的样品架中, 按照 X 射线衍射仪的操作步骤进行, 根据绘制的曲线图, 采用 0.6 T 法^[9]计算样品的微纤丝角。

表 1 间伐处理试材基本情况

Table 1 Basic stand information of thinning sample trees

编号 Number	树高/m Height	胸径/cm DBH	枝下高/m Height under branches	冠幅/m Crown width	
				南北 NS	东西 EW
1	15.9	27.0	9.9	5.7	6.3
2	15.2	27.0	7.2	4.2	3.9
3	15.6	29.0	6.2	2.7	3.2

1.2.2 结晶度的测定方法 纤维素结晶度的测定, 有化学法(或物理-化学法)和物理法 2 大类。化学法有水解法、重水交换法、甲酰化法、吸湿法、吸碘法和吸溴法等; 物理法主要有 X 射线衍射法、红外光谱法、密度法、核磁共振法、差热分析法和反相光谱法等。现在应用最多的 X 射线衍射法和红外光谱法, 本文采用 X-射线衍射法。X-射线衍射法不仅可以快速、准确地测定木材的结晶度, 还可以逐年分析结晶度的径向变异。

在各个试条上自髓心向外, 每隔 3 年(即按 2、6、10、14……取)取样, 测定前将试样磨成木粉, 取 80~100 目颗粒的木粉。木粉压片后采用 DX-2000 型衍射仪(丹东方圆仪器有限公司生产, X 光管为铜靶, 管电压为 40 kV, 管电流为 25 mA, 扫描范围为 $6 \sim 40^\circ$, 扫描速度为 $4^\circ \cdot \text{min}^{-1}$ 进行扫描, 采用 Turley 法计算结晶度^[10]。

2 结果与分析

2.1 湿地松木材微纤丝角的变异

2.1.1 微纤丝角的径向变异 从图 1 可以看出, 由髓心向外, 微纤丝角迅速减小, 到一定年轮后保持稳定; 在各水平高度上, 早晚材的径向变异规律基本一致, 且同一年轮内晚材的微纤丝角总是小于或等于早材。在靠近髓心的年轮, 其微纤丝角最大, 且早晚材的微纤丝数值非常接近。微纤丝角径向变异规律与鲍甫成等人的研究结果一致, 但整体上略大^[11]。

2.1.2 微纤丝角的纵向变异 大量对微纤丝角的研

究表明, 微纤丝角在单株树木中的纵向变异是随树高的增加而逐渐下降的, 但当达到一定的高度(不同树种有不同的高度)后微纤丝角基本达到一个较为稳定的值, 但在树木梢部微纤丝角又有所增大^[12]。从图 2 中可以看出湿地松早晚材的微纤丝角的纵向变异相同, 都是基部最大, 随高度的增加而逐渐减小, 到达一定高度(7 m 左右)后微纤丝角变得稳定, 到达梢部又增大, 这与其他研究相一致。

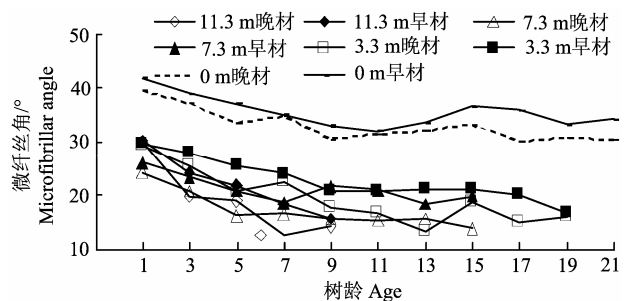


图 1 不同高度微纤丝角的径向变异

Figure 1 The radial variance of microfibrillar angle from different heights

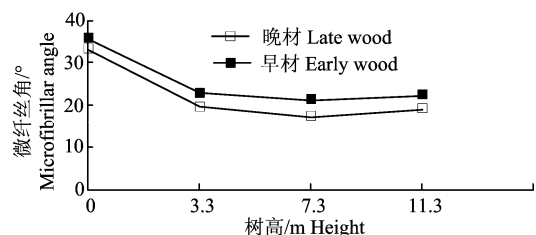


图 2 微纤丝角随高度的变化

Figure 2 Variance of microfibrillar angle from the base to the top

2.2 湿地松木材结晶度的变异

2.2.1 结晶度的径向变异 从图3中可以看出不同高度处湿地松木材的结晶度径向变异模式基本相同, 都是自髓心向外逐渐增加, 到一定年龄后趋于平缓。在各水平高度上, 早晚材的径向变异规律基本一致; 在所测定的各年轮内部, 晚材的结晶度一般比早材大, 这主要与晚材形成时的环境温度比较低有关^[13]。由图3可以估计, 湿地松在1.3 m胸高处结晶度在35%~60%范围内, 这与江泽慧等的研究结果相似^[14]。

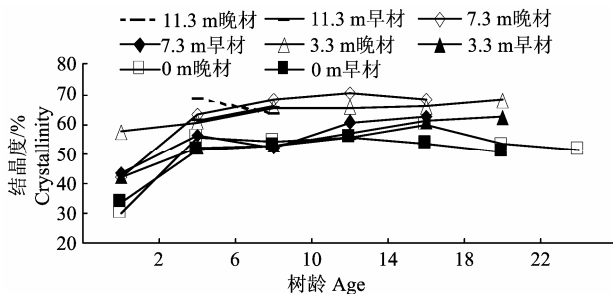


图3 不同高度结晶度的径向变异

Figure 3 The radial variance of crystallinity from different heights

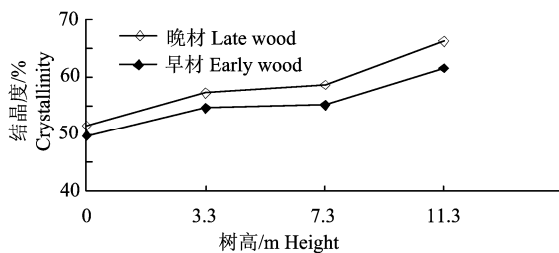


图4 结晶度随高度的变化

Figure 4 Variance of crystallinity angle from the base to the top

2.2.2 结晶度的纵向变异 湿地松早晚材的结晶度纵向变异模式相似, 如图4所示, 都是自基部向上逐渐增加。

3 结论

人工林湿地松微纤丝角的径向变异为自髓心向外逐渐减小, 到一定年轮后保持稳定; 在各水平高度上, 早晚材的径向变异规律基本一致, 且同一年

轮内晚材的微纤丝角总是小于或等于早材。湿地松微纤丝角的纵向变异为基部最大, 可达 40° , 随高度的增加而逐渐减小, 到达一定高度(7 m左右)后微纤丝角变得稳定, 约为 20° , 到达梢部又略有增大。

人工林湿地松结晶度的径向变异为自髓心向外逐渐增加, 靠近髓心最小处只有30%, 到一定年龄后趋于平缓。在各水平高度上, 早晚材的径向变异规律基本一致; 在所测定的各年轮内部, 晚材的结晶度一般比早材大。湿地松早晚材的结晶度纵向变异模式相似, 都是自基部向上逐渐增加, 基部结晶度平均值约为50%, 梢部约为63%。

参考文献:

- [1] 宋云民, 黄铨, 黄永利. 湿地松家系生长和材性遗传变异分析[J]. 林业科学研究, 1995, 8(6): 671-676.
- [2] 吴际友, 龙应忠, 童方平, 等. 湿地松人工林间伐效果初步研究[J]. 林业科学研究, 1995, 8(6): 630-633.
- [3] 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, 22(3): 262-265.
- [4] 李坚. 木材波谱学[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [5] 王晶晶. 桉木与台湾桉木人工林木材性质比较研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2008.
- [6] 吴际友, 龙应忠, 童方平, 等. 湿地松人工林间伐效果初步研究[J]. 林业科学研究, 1995, 8(6): 630-633.
- [7] 江泽慧, 黄安民, 费本华, 等. 利用近红外光谱和X射线衍射技术分析木材微纤丝角[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(7): 1230-1233.
- [8] 王鹏. X射线衍射法对应拉木纤维素结晶度和纤丝角的研究[D]. 南京: 南京林业大学, 1992.
- [9] 姜贵君, 姜贵平, 李建华. X射线衍射分析及其在微纤丝角测定中的应用[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(2): 592-594.
- [10] 石雷, 孙庆丰, 邓疆. 人工幼龄印度黄檀木材解剖性质和结晶度的径向变异及预测模型[J]. 林业科学研究, 2009, 22(4): 553-558.
- [11] 鲍甫成, 江泽慧. 中国主要人工林树种木材性质[M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [12] 杨文忠. 杨树无性系微纤丝角的变异及其与材性的关系[D]. 南京: 南京林业大学, 2003.
- [13] 阮锡根, 王婉华, 潘彪. 应力木纤维素结晶度的分布及理论分析[J]. 林业科学, 1992, 28(6): 570-573.
- [14] 江泽慧, 杨忠, 王戈, 等. 湿地松木材近红外光谱与其结晶度的相关性[J]. 林业科学, 2007, 43(10): 95-99.