

# 枫香木交错纹理及其变异的研究\*

安徽农学院林产工业研究所 桂永全

## 摘 要

本文旨在研究枫香树木交错纹理的变化形式、变异性及其相关因子。利用偏振光显微镜测量小试样交错纹理变化的方法,研究了安徽省南部两个地区的三块样地中七株枫香树木交错纹理。结果表明,所有样木均存在着不同程度的交错纹理,其径向变化呈变振幅、变周期的正弦振荡曲线形。交错纹理不仅在生长轮之间及生长轮之内,而且在同一生长轮的不同高度上反复改变。经方差分析检验,同一样地的株间及株内的等树高处不同方位之间,交错纹理变异有着显著差异。而地区、样地及不同树高处之间差异不显著。交错纹理变化几乎与树木生长速率无关,但可能影响次生壁 $S_2$ 层微纤丝的排列。

## 一、前 言

交错纹理(Interlocked grain)是木材轴向细胞的一种自然排列形式,也是影响木材物理力学性质变异的原因之一。随着树木生长,木材纤维等轴向细胞相对于树轴的螺旋方向和扭曲角度反复改变,使得木材性质的各向异性更复杂。尽管交错纹理在一些树种的锯材中可以成美丽的带状花纹,但在枫香属木材中则为较严重的生长缺陷。它使原木锯解困难、成材及单板干燥时干裂、翘曲、刨削面粗糙起毛等。因此,研究交错纹理,对于了解木材构造、木材性质及木材利用是十分重要的。因而各国相继研究交错纹理形成机理、(6, 8—13)变异及遗传性(7, 14, 17, 22, 23)与其它构造特征(2)及力学性质的关系(24)等。而国内尚无此方面研究。为此,作者在参考有关文献的基础上,对至今仍被人们所忽视的枫香木(*Liquidambar formosana*)交错纹理进行研究:以进一步探索交错纹理的变化规律;交错纹理与树木生长速率,细胞次生壁 $S_2$ 层微纤丝角的关系;探讨影响交错纹理变异的因素。为今后更深入地研究交错纹理和合理利用木材打好基础。

## 二、材料与试验方法

### (一) 试材采集和制作

枫香树广泛分布于我国黄河流域以南各省海拔1000米以下地带。为落叶乔木,高可达40米,胸径1.5米。能耐干旱瘠薄,生长迅速,是荒山先锋树种。

参照国家标准《GB1927—80木材物理力学试材采集方法》,从安徽省南部两个地区(沿同一经线,纬度间隔一度)以枫香树为主要建群种的混交林及纯林中,选择三块样地,共采集七株样木。详见下表1。

确定每个圆盘生长轮的年份后,分东、西、南、北四个方位沿半径截取弦面尺寸为 $8 \times 15$ (宽 $\times$ 高)毫米的试条,其中南北方位试条包含髓心。用具刻度的放大镜测量四个方位上生长轮宽度,精确至0.1毫米。便于(1)测计弦面上纤维斜角时,确定测点在生长轮中的位置;(2)了解树木生长速率同纤维斜角之间的回关关系。

### (二) 试验方法

#### 1. 测量纤维斜角

本研究采用类似Noskowiak(19)的试验方法。所不同的是:(1)因无直径 $\phi \geq 10$

\*本文为在柯病凡教授指导下的硕士论文摘要。

表1 样地及样木记载表

| 样地                          | 海拔高度(米) | 坡度(度)   | 坡向 | 土壤    | 林分组成 | 郁闭度 | 样木编号 | 树龄(年) | 胸径(厘米) | 树高(米) | 枝下高(米) | 树梢圆盘高度(米) | 备注    |
|-----------------------------|---------|---------|----|-------|------|-----|------|-------|--------|-------|--------|-----------|-------|
| 黔县林场<br>117°52'E<br>30°50'N | 350     | 10°~15° | 东南 | 山地黄棕壤 | 混交林  | 0.7 | No.1 | 27    | 28.0   | 17.50 | 5.60   | 13.50     | 1983年 |
|                             |         |         |    |       |      |     | No.2 | 23    | 26.5   | 18.00 | 3.50   | 14.00     | 夏季采集  |
| 铜陵董店<br>117°52'E<br>30°50'N | 130     | 10°~13° | 南  | 同上    | 纯林   | 0.8 | No.3 | 27    | 31.7   | 16.00 | 3.90   | 12.50     | 1983年 |
|                             |         |         |    |       |      |     | No.4 | 25    | 24.2   | 13.40 | 3.25   | 9.46      | 秋季采集  |
| 铜陵叶山<br>118°E<br>31°N       | 160     | 12°~15° | 东北 | 同上    | 混交林  | 0.4 | No.5 | 31    | 26.4   | 14.80 | 5.30   | 10.30     | 1984年 |
|                             |         |         |    |       |      |     | No.6 | 32    | 30.5   | 14.60 | 3.20   | 10.20     | 春季采集  |
|                             |         |         |    |       |      |     | No.7 | 25    | 26.6   | 15.30 | 3.00   | 10.80     |       |

注:样木No.1~4分四个高度锯制圆盘(根基、胸高1.3米、树高 $1/2$ 及树高直径10厘米处);样木No.5~7锯制胸高1.3米处圆盘。

毫米的生长锥,改为伐取样木锯取试样;  
(2)用偏振光显微镜,放大倍数为40倍;  
(3)作者设计螺旋杆推进装置代替压缩空气,推进试样;(4)刀片与其它附属装置均固定在旋转载物台上,随载物台联动。

本研究采用自树皮至髓心,以髓心为参考轴,纤维斜角方向与右螺旋(逆时针)方向一致,则定为右倾;反之则定为左倾。<sup>[5,14,18,19]</sup>观测是由髓心至树皮,分四个方位,沿半径逐次每间隔1毫米测量试条弦面(与轮界平行)纤维斜角,精确至0.1°。为检验本试验方法的正确性和可行性,作者曾选择一株样木,用本方法与Brazier<sup>[3]</sup>劈开木块法作一比较,结果基本一致。

## 2. 测量细胞次生壁 $S_2$ 层微纤丝角\*

从树木1号及2号根基北向试条中,选择六个弦面木片,尺寸为 $8 \times 15 \times 1$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 厚)毫米。参照孙成志等人<sup>[1]</sup>研究微纤丝角的方法,脱木素处理后,置于Philips—SEM505型扫描电镜下,观察微纤丝走向并照相。

## 三、结果及统计分析

### (一) 结果

图1示树干在不同树高和方位处纤维斜角与径向距离的关系。为了说明交错纹理随树木生长而逐年变化的形式,分别求出四个方位上树木各生长轮内纤维斜角均值,以其代表相应生长轮的纤维斜角的平均变化;将不同树高处南北方位的数据按生长轮绘制曲线如图2。

试样的纤维扭曲斜角与其次生壁 $S_2$ 层微纤丝角的大小变化见表2。

### (二) 统计分析\*

#### 1. 方差分析

本试验采用系统分组的随机模型不等水平数与不等重复数方差分析。在木材学的研究中多以树木胸高处的各种性状指标推算整株树木的相应性状。本文的方差分析考虑树高因子与否则有两种分组方式。

方差分析计算结果见表3和表4。结果表明,无论计算分为四因素还是三因素,样木株间和株内等树高处不同方位之间,纤维斜角差异均显著。

#### 2. 回归分析

(1)南北方位之间纤维斜角的相关性由方差分析结果和图1、图2中可知,树干截面上同一生长轮不同方位之间,纤维

\*本项试验在中国林科院电镜组老师指导下完成。

\*本项计算均在TRS-80型电子计算机上进行。

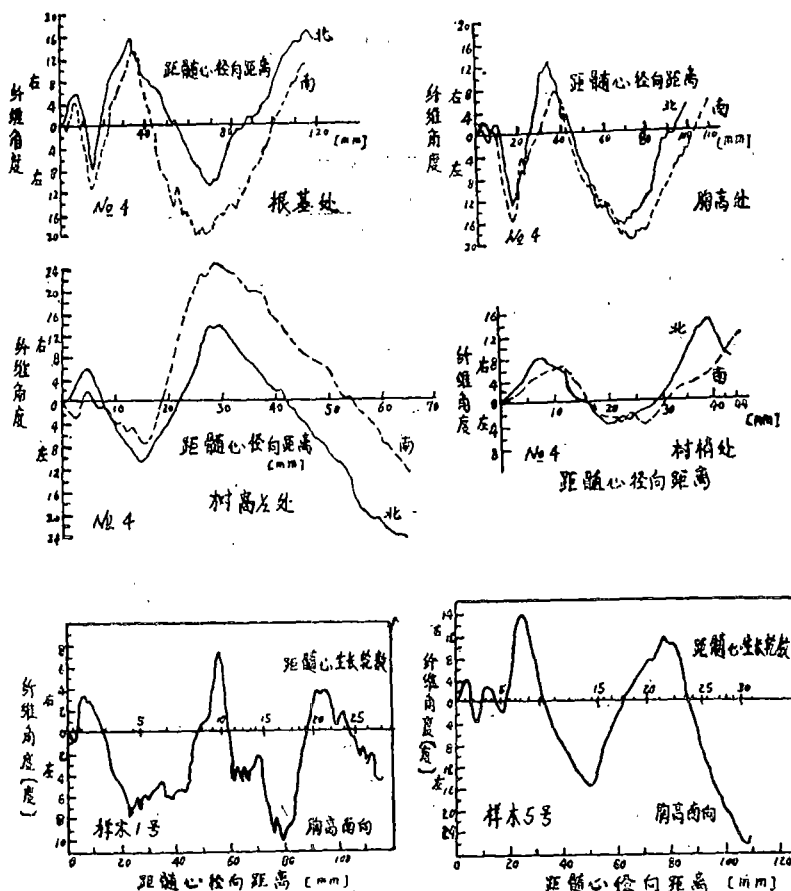


图1. 交错纹理径向每毫米的变化

斜角有着差异, 但变化趋势基本一致。经回归分析计算, 样木胸高1.3米处南北两个方位纤维斜角变化存在着较好的线性相关性, 计算结果如表5所示, 相关系数 $r$ 在0.42至0.976之间。

## (2) 纤维斜角径向变化的回归分析

由图1和图2可见, 随着树龄(或径向距离)增加, 纤维斜角呈变振幅, 变周期的正弦振荡曲线形而变化。鉴于至今没有从数学上对其变化进行统计分析和描述, 因而作者提出相应的非线性回归数学模型。

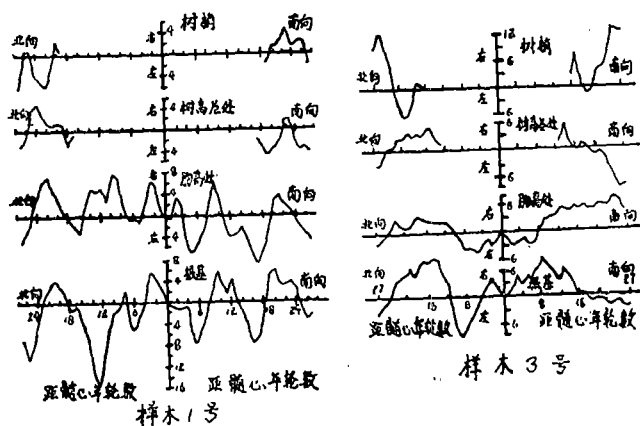


图2. 交错纹理径向逐年的变化

表2 纤维斜角与其次生壁S<sub>2</sub>层微纤丝角

| 样本   | 木片 | 木片位置   |             |           |           | 角度(度)    |          |
|------|----|--------|-------------|-----------|-----------|----------|----------|
|      |    | 对应生长轮数 | 对应生长轮宽度(mm) | 距轮缘距离(mm) | 距髓心距离(mm) | 纤维斜角     | 微纤丝角     |
| No.2 | 1  | 12     | 7.4         | 7.0       | 70.0      | 11.0°(右) | 8.0°(右)  |
|      | 2  | 15     | 4.0         | 1.0       | 80.0      | 15.4°(右) | 13.0°(右) |
|      | 3  | 21     | 3.0         | 1.0       | 113.0     | 25.0°(右) | 25.5°(右) |
|      | 4  | 22     | 4.0         | 3.0       | 118.0     | 26.2°(右) | 24.5°(右) |
| No.1 | 5  | 13     | 3.6         | 1.0       | 60.0      | 15.5°(左) | 20.0°(左) |
|      | 6  | 21     | 3.0         | 1.0       | 107.0     | 50°(右)   | 23.0°(右) |

表5 胸高1.3米处南北方位之间纤维斜角的回归分析

| 样本   | A       | B      | r        |
|------|---------|--------|----------|
| No.1 | 3.4353  | 0.6515 | 0.7228** |
| No.2 | 6.2352  | 1.2684 | 0.9757** |
| No.3 | -1.6379 | 0.5609 | 0.7476** |
| No.4 | 1.7616  | 0.9538 | 0.8893** |
| No.5 | -0.5214 | 0.5577 | 0.6824** |
| No.6 | -0.5145 | 0.7910 | 0.5122** |
| No.7 | 0.5310  | 0.6688 | 0.4204*  |

表3 四因素交错纹理方差分析

|    | 平方和SS   | 自由度DF | 均方差MS   | F         |
|----|---------|-------|---------|-----------|
| 样地 | 52.6443 | 2     | 26.3222 | 0.039023  |
| 样本 | 2698.12 | 4     | 674.53  | 5.8886*   |
| 高度 | 1374.58 | 12    | 114.548 | 0.565584  |
| 方位 | 3848.09 | 19    | 202.531 | 4.83459** |
| 误差 | 30371.8 | 725   |         |           |
| Σ  | 38345.2 | 762   |         |           |

记: \*\*——在显著性水平0.01下显著

\*——在显著性水平0.05下显著

表4.三因素交错纹理方差分析

|    | 平方和SS   | 自由度DF | 均方差MS   | F         |
|----|---------|-------|---------|-----------|
| 样地 | 288.601 | 2     | 140.801 | 0.225892  |
| 样本 | 2493.24 | 4     | 623.309 | 5.19086*  |
| 方位 | 840.547 | 7     | 120.078 | 3.09513** |
| 误差 | 13966.5 | 360   | 38.7959 |           |
| Σ  | 17581.9 | 373   |         |           |

记: 同上。

$$Y_i = (B_1 + B_2 X_i) \sin(B_3 + B_4 X_i + B_5 X_i^2 + B_6 + E_i) \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

 $X_i$ ——生长轮数 $Y_i$ ——与 $X_i$ 对应的纤维斜角记:  $\hat{y} = A + BX$  $\hat{y}$ ——北向角度  $X$ ——南向角度 $r$ ——相关系数

\*\*——在显著性水平0.01下显著

\*——在显著性水平0.05下显著

 $E_i$ ——遵从 $N(0, \delta)$ 分布的相互独立随机变量, 表示其它随机因素对 $Y_i$ 影响总和。

作者选择样本胸高处南向生长轮纤维斜角为观测值, 分样本进行回归分析计算。由于该数学模型为多参数、非线性的超越函数, 无法直接求解。曾以观测值与期望值的残差平方和 $Q(b_1, b_2, \dots, b_6) = \sum_{i=1}^m [f(X_i; b_1, b_2, \dots, b_6) - Y_i]^2$ 为目标函数, 用高斯——牛顿法来逐次逼近(即逐次“线性化”), 但其计算结果均不十分理想。之后, 针对该模型特点, 采用固定部分参数, 交互运用最小二乘法并进行反馈调整参数估计值 $\hat{B}$ , 得到了较满意的结果如图3。

计算中, 利用求解 $\hat{B}$ 中间过程的一些结果, 进行回归方程显著性检验和求相关系数。表6为各样本回归计算结果。

## 五、讨论

### (一) 枫香木交错纹理株内的变化

#### 1. 径向变化

表6 样木胸高南向交错纹理径向逐年变化回归分析

| 样木   | $b_1$  | $b_2$                   | $b_3$   | $b_4$  | $b_5$                    | $b_6$   | 相关系数     | F        |
|------|--------|-------------------------|---------|--------|--------------------------|---------|----------|----------|
| No.1 | 4.4706 | $7.1514 \times 10^{-3}$ | 0.3086  | 0.8631 | -0.0104                  | -2.3175 | 0.7952** | 5.73**   |
| No.2 | 0.8838 | 0.6113                  | 1.2326  | 0.4000 | $-5.9445 \times 10^{-3}$ | -1.2779 | 0.9875** | 104.57** |
| No.3 | 4.5302 | -0.0273                 | 3.9871  | 0.2872 | $-5.1685 \times 10^{-3}$ | 2.0862  | 0.9610** | 40.28**  |
| No.4 | 2.1503 | 0.6374                  | -3.4421 | 1.1721 | -0.0208                  | -4.2266 | 0.9730** | 44.39**  |
| No.5 | 5.5647 | 0.4422                  | -0.3355 | 0.2893 | $3.4168 \times 10^{-3}$  | -3.2394 | 0.8852** | 14.48**  |
| No.6 | 6.1467 | -0.1408                 | 2.0621  | 0.4676 | $9.9202 \times 10^{-3}$  | 4.2720  | 0.7922** | 7.02**   |
| No.7 | 3.0795 | 0.0439                  | 1.8771  | 0.8746 | $-9.1611 \times 10^{-3}$ | 0.9374  | 0.8971** | 12.36**  |

注: \*\*——在显著性水平0.01下显著

本研究结果进一步证实了,在树干截面上沿径向,自髓心至树皮,纤维斜角呈类正弦振荡曲线而变化<sup>[14]</sup>。枫香木交错纹理扭曲方向不仅类似正弦曲线形有规律地改变,而且纤维角变化曲线的振幅(极值)和周期也有随树龄而变化的趋势(图1和图2)。

Harzmann<sup>[7]</sup>研究越南产枫香木得出,交错纹理斜角各极值点与相应的径向距离有着良好的线性关系,而纤维扭曲方向是等径向距离(周期相等)改变。作者认为,他每隔5毫米测量一次纤维斜角,不易确定纤维扭曲方向实际改变之处。本试验为测量每隔1毫米弦面上纤维斜角,比较清楚地观察到树干内纤维扭曲的变化,故两者观察情况不尽一致。

鉴于至今交错纹理径向变化形式多用文字及图表描述,或仅作了一些简单的统计分析,难以说明其变化。因此,作者除了用方

差分析法作差异性检验外,还根据实测交错纹理扭曲变化的特点,提出相应的数学模型。经实际回归计算证明,该模型是适合的,可以较好地说明交错纹理变化形式。在回归分析中,多项式回归模型可以处理相当一类非线性问题。然而,本研究中即使选定高达六次幂的多项式,也难以得到令人满意的结果(图3)。

图3 两种数学模型回归计算结果的比较(样木7号)

作者发现,在枫香木生长轮内各测点之间,不仅纤维斜角大小有变化,而且纤维扭曲方向也可能不同。如样木1号胸高1.3米处南向,第四生长轮内纤维斜角由 $3.7^\circ$ (左)变为 $7.4^\circ$ (左)。而第三生长轮内,纤维扭曲方向由右倾 $3.0^\circ$ 变为左倾 $2.6^\circ$ (图1)。其它具交错纹理树种亦存在同样现象<sup>[12, 13, 15, 22]</sup>。虽然枫香木生长轮内纤维扭曲方向及角度有变化,但沿径向由内至外,交错纹

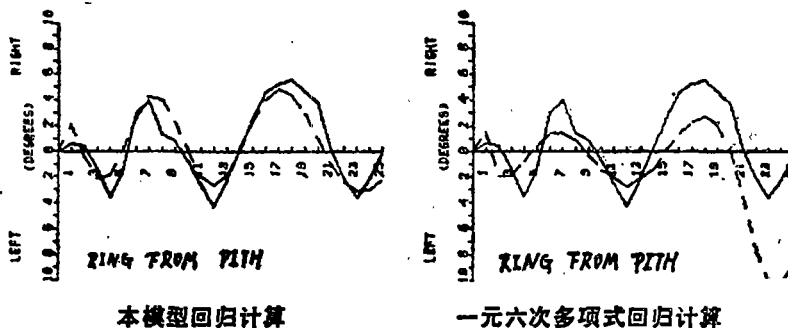


图3、两种数学模型回归计算结果的比较(样木7号)

理变化是有所规律性；生长轮内纤维斜角差异反映了树木形成层及之后细胞生长发育活动的变化。

所研究的枫香树干下部（根基和胸高1.3米处），纤维最初多向右扭曲，若干年后向左扭曲。值得注意的是：树木在生长早期的若干年内，同样存在着纤维斜角较小的现象<sup>(15)</sup>。随着树龄增加，纤维斜角变化幅度有较明显增大的趋势。因此，在树木培育中，交错纹理是否能够作为早期评定性状之一而加以预测，尚有待于探讨。样木3号胸高1.3米处与其它三个树高处交错纹理变化形式不同，呈类螺旋纹理变化的趋势，且斜角变化范围较小（图2）。这是一种偶然现象还是规律现象，值得进一步探讨。

## 2. 沿树高变化

本试验测量了四株树木四个高度上树干最外一层生长轮表面纤维角度以及树干内部纤维角度。为能了解各生长轮内同一位置处交错纹理沿树高的变化，均取各生长轮外缘处纤维斜角，并将部分结果绘成图4。

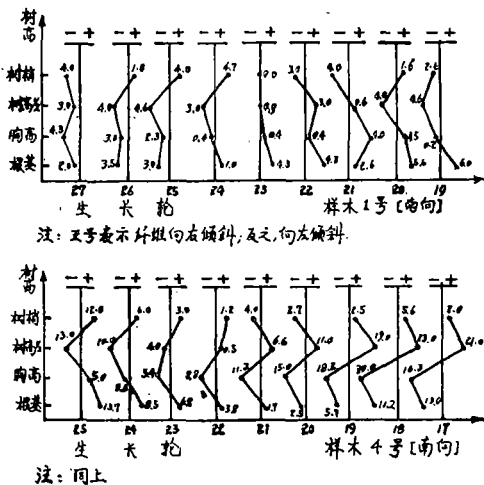


图4 交错纹理沿树高逐年的变化

由图中可见，随着树高的增加，同一生长轮内纤维角度也有变化，证实了Webb<sup>(22)</sup>对美国枫香树及Krawczynsyn<sup>(12, 13)</sup>对悬铃木交错纹理研究中观察到的同样现象。尽管经方差分析检验，同株树木不同树高之间，

纤维扭曲程度无显著差异，但是从图1和图2中可以看到，同株不等树高处交错纹理变化的形式是有所不同的。这一点与Harzmann<sup>(7)</sup>观察越南产枫香木的结果不同。

国外有人将交错纹理看作螺旋纹理类型之一，Krawczynsyn<sup>(12, 13)</sup>认为如此划分不适合。通过枫香木交错纹理的实际观察，作者也认为，虽然交错纹理与螺旋纹理有相似之处，但前者是热带及亚热带地区树木中常见的构造特征。沿径向和树高，纤维扭曲方向及角度的变化有其独特性，其变异性远比螺旋纹理要复杂。不仅生长轮之间，而且在同一生长轮面上，同时可能存在纤维左倾、右倾和直纹理类型，似乎不应将交错纹理简单地看作是螺旋纹理的一种类型，应该分别加以研究。

## 3. 树干截面各方位之间交错纹理的变化

尽管多数圆盘上不同方位之间交错纹理有着相似的变化趋势（见图1和图2），但是经方差分析检验，表明枫香木等树高不同方位之间，纤维角度变化在显著性水平0.01上有明显差异。这与Vite<sup>(21)</sup>观察的结果一致。不但诸如生长轮宽度、晚材率等木材性质的方位间变异是形成层活动具有方位性差异的结果，而且从本结果可得知，交错纹理变化形式的方位之间不同也是其佐证之一。

## （二）交错纹理的地区、样地和株间变异及其与树木生长速率的相关性

由表3和表4可知，不同地区，同一地区不同样地之间枫香木交错纹理无显著差异，而同一块样地上的株间差异在0.01水平（四因素）和0.05水平（三因素）上显著。如铜陵叶山林场样地的两株样木胸高处南向方位上，样木5号为15.2°（右）——26.5°（左），样木7号为5.5°（右）——4.3°（左）。尽管三块样地位于不同地理位置上，但各生态因子的变化对交错纹理变异影响不显著。然而，在生态环境相近的同一块样地上，树木株间差异显著。枫香木交错

纹理变异可能与其遗传背景有关,是树木本身固有生长节律性的表现。对于螺旋纹理遗传性已有多人研究,<sup>[4, 5, 18]</sup>但是交错纹理的遗传性目前尚属未知。因螺旋方向及斜角的反复改变,可能遗传性不同于简单的螺旋纹理。就不同地区及样地之间而言,同一生长地上树木之间交错纹理的变异较大,因而为培育良种可提供充分的选择余地。

作者以生长轮宽度表示树木的径向生长速率,并以之为自变量,相应各生长轮纤维斜角和斜角变化量(即每相邻两个生长轮纤维斜角之差)分别为因变量,分样木画散点图,以期明确变量之间可能存在的相关关系。但是,从散点图上未能发现枫香木交错纹理与径向生长速率之间存在着相关性。

### (三) 关于次生壁 $S_2$ 层微纤丝角

木材细胞次生壁 $S_2$ 层微纤丝角是决定材性指标之一,它影响着许多木材力学性质,也是木材干缩产生差异的主要原因<sup>[16]</sup>。

由表2可知,当纤维纵轴相对于树干髓心轴倾斜时,其次生壁 $S_2$ 层内微纤丝也以同样方向相对于细胞轴倾斜。纤维扭曲现象发生于形成层带活性细胞的形态发生(Morphogenesis)及分化过程中,<sup>[8-13, 20]</sup>因而纤维扭曲有可能或大或小地影响次生壁微纤丝的排列。由于观察试样数量有限,不能确切证明两者之间的关系。今后若能予以验证,这在理论和实际应用中都有重要意义。

## 六、结论

(一) 枫香木沿径向自髓心至树皮的交错纹理变化形式呈变振幅、变周期的正弦振荡曲线形,并可从数学上予以统计分析和描述。

树干截面上,南北方位之间交错纹理变化有着较好的相关性。

不但生长轮之间及生长轮之内,而且同一生长轮不同树高处,交错纹理纤维斜角或方向有所不同。

(二) 经方差分析验证,不同地区、同

地区不同样地之间及株内不同的高度,交错纹理纤维扭曲程度无显著差异;而同一样地内株间及方位之间差异较大。由此可推测,交错纹理变异可能与树木本身的遗传背景有关;生态因子影响作用不明显。

(三) 交错纹理纤维扭曲可能影响次生壁 $S_2$ 层微纤丝角度;树木生长速率同交错纹理变化几乎无关。

## 参考文献

- (1) 孙成志、尹思慈, 1980, 十种国产针叶树材管胞次生壁微纤丝角的测定, 林业科学, 16卷4期: 302—303.
- (2) Bhat, K.V.; Bhat, K.M., 1983, Anatomical changes associated with interlocked grain in *Anacardium occidentale* L. IAWA Bull. n.s. Vol. 4 (2—3): 179—182.
- (3) Brazier, J.D., 1965. An assessment of the incidence and significance of spiral grain in young conifer trees. For. Prod. J. Vol. 15 (8): 308—312.
- (4) —, 1983. Genetic variation in wood properties. IAWA 50th Anniversary Symposia in Sydney, 151—169.
- (5) Elliott, G.K., 1967. Some problems of spiral grain with special reference to conifers. IUFRO Meeting Sect. 22/41, Munich, 413—435.
- (6) Graeme, P., 1983. Morphogenetic factors in wood formation and differentiation. IAWA 50th Anniversary Symposium in Sydney. 123—150.
- (7) Harzmann, L.J., 1965. Mitteilung über das Auftreten des Wechseldrehwuchses bei *Liquidambar formosana*. Archiv für Forstwesen, East Berlin 14 (8): 801—806.
- (8) Hejnowicz, Z. 1968. The structural mechanism involved in the changes of grain in timber. Acta Soc. Bot. Pol. 37: 347—365.
- (9) —; Romberger, J.A. 1973. Migrating cambial domains and the origin of wavy grain in xylem of broadleaved trees. Amer. J. Bot. 60: 209—222.

- (10) —, 1974. Pulsations of domain length as support for the hypothesis of morphogenetic waves in the cambium. *Acta Soc. Bot. Pol.* 43: 261—271.
- (11) —; Romber, J.A., 1979 The common basis of wood grain figures is the systematically changing orientation of cambial fusiform cells. *Wood Sci. Tech.* 13: 89—99.
- (12) Krawczynszyn, J., 1971. Unidirectional splitting and uniting of rays in the cambium of platanus accompanying the formation of interlocked grain in wood. *Acta Soc. Pol.* 40: 57—79.
- (13) —, 1972. Movement of the cambial domain pattern and mechanism of formation of interlocked grain in *Platanus*. *Acta Soc. Bot.* 41: 443—461.
- (14) Limaye, V.D., 1954. Interlocking of grain In Indian timbers. *Indian for.* Vol.80: 6—9.
- (15) Martley, J.F., 1920. Double cross-grain. *Ann. Appl. Biol.* 7: 224—268.
- (16) Meylan, B.A.; Probine, M.C., 1969. Microfibril angle as a parameter in timber quality assessment. *For. Prod. J.* 19 (4) : 30—34.
- (17) Müller, F.B., 1983. Zur Erscheinung des Wechseldrehwuchses. *Holztechnologie.* 24 (4) : 235—237.
- (18) Noskowiak, A.F., 1963. Spiral grain in trees a review. *For. Prod. J.* 13 (7) 266—275.
- (19) —, 1968. Spiral grain patterns from increment cores. *For. Prod. J.* 18 (4) : 57—60.
- (20) Pashin, A.J.; Zeeuw, c. de.; 1980. *Textbook of wood technology*, 4th edition, New York. McGraw—Hill.
- (21) Vite, J.P., 1967. Water conduction and spiral grain; causes and effects, IUFRO Meeting Sect., 22/41, Munich. 338—351.
- (22) Webb, C.D., 1967. Interlocked grain in *Liquidambar styraciflua* L. IUFRO Meeting Sect., 22/41, Munich. 398—412.
- (23) —, 1969. Variation of interlocked grain sweetgum. *For. Prod. J.* 19(8): 45—48.
- (24) Weddell, E., 1961. Influence of interlocked grain on the bending strength of timber with particular reference to utile and greenheart. *J. Inst. Wood Sci.* 7: 56—72.

## 湿法硬质纤维板污水封闭循环 回用中间试验报告

中国林科院木材所  
苏州人造板厂 王 维 新

### 一、前 言

1978年12月至1979年12月,中国林科院木材所与上海建设人造板厂合作完成了硬质纤维板污水封闭循环回用的小型试验。其技术路线是成型污水和热压污水均封闭循环回用。在此基础上,经林业部科技司批准列入1980年部科研计划,由林科院木材所和苏州

人造板厂合作,在苏州人造板厂进行中间试验。此项试验同时也列入苏州市环保局的科研计划。

苏州人造板厂纤维板车间是以66型年产2000立方米定型设备的主机、自制辅机、利用旧厂房改建而成的。1978年投产。年产量3500—4000立方米。原料为苏州市各木材加工厂的加工剩余物,产品主要用于包装,建