

# 广东南洋楹木材性质的研究\*

陈 鉴 朝

(林学系)

## 提 要

南洋楹是热带地区的速生树种,引入广东已有40年历史,由于其生长迅速,主干通直饱满,对立地条件要求不高,因此是很有发展前途的速生用材树种。其木材轻软——气干密度0.346克/厘米<sup>3</sup>,端面硬度219千克/厘米<sup>2</sup>;强度较低——顺纹抗压294千克/厘米<sup>2</sup>,抗弯强度547千克/厘米<sup>2</sup>;纤维长度中等——1142微米;但纤维含量甚高,占木材组织80%,柔性系数达到0.85。因此除可供一般板材使用外,又是制浆造纸的好原料。建议南洋楹作为华南地区造纸材树种加以发展。

## 前 言

南洋楹 (*Albizzia falcata* Baker ex Merr.) ,原产印尼摩鹿加 (Moluccas) ,是热带地区的速生树种。东南亚及大洋洲地区国家广为引种<sup>[21]</sup>,尤以菲律宾,马来西亚为甚,早期用作庭园树及遮荫树栽植,近年有发展为制浆造纸原料的造林树种的趋势。我国约于1940年引入,目前广东、广西、福建等省均有栽培,作为庭园树种或小面积造林。由于南洋楹生长迅速,主干通直饱满,对立地条件要求不高,且用途广泛,是一种很有发展前途的速生用材树种<sup>[6][7][9][10][11][16]</sup>。

国内外对南洋楹的研究已有不少报导,但多着重造林技术与用途方面,对其基本性质的研究仅有一些初步资料<sup>[7][14]</sup>。因此,较为系统地进一步了解其材性,特别是引入我国后其的性质有无变异,更值得探讨。

本文拟从南洋楹不同生长轮组的纤维形态测定,及其木材物理力学性试验提供较为系统的数据,以供有关部门参考。

## 材 料 和 方 法

试材采自华南植物园西北路旁,共选伐5株17年生样木,平均胸径38厘米,平均树高约23米,每株分别于1.3—3.3米,5—7米,9—11米处截取木段3段。1.3米

\* 林学系郑凤兰、罗锦泉同志参加试验及资料整理工作;中心实验室孔宪扬同志协助扫描电镜拍照;华南植物园许益飞同志制作试样,张永锦同志协助计算;谨此致谢。

处园盘供木材解剖之用,其余为物理力学试材。木材解剖按南、北半径,由髓向外选取第3、6、9、12、15生长轮组,供切片与离析材料之用,并选第Ⅲ株各轮组进行扫描电镜观察。

离析材料:用硝酸、氯酸钾法离析,纤维形态在投影显微镜下测量,各株分别不同轮组测定纤维长度和宽度,共测定1500条,计算长、宽比( $L/D$ );同时测定导管分子的长度和直径。

木材切片:用甘油酒精软化,从不同轮组制取切片50张进行观察,在横切面每一生长轮中,分内、中、外三处测定纤维双重径壁厚,弦向腔宽,计算壁腔比( $2w/l$ ),同时测定相应细胞直径,计算其腔径比( $l/d$ )。

木材组织比率:采用称重法测定,将木材横切面图象,分内、中、外三处投影于显微镜屏幕上,用质地均匀的描图纸,描下各组织形象,分别剪下称重,求出比率。

木材物理力学性质:根据我国木材物理力学性质标准试验方法进行取样、试验和统计分析<sup>[1]</sup>。力学性质除抗劈强度外,均已换算为含水率15%的数据。

## 结 果 与 讨 论

### (一) 木材解剖特征

1. 粗视构造:材身黄白色;心材暗红褐或浅黄褐,边材宽,略带淡黄色彩,心边材分界不甚明显;生长轮略明显,在轮界处有时呈现较深色的纤维层。管孔中等大小,在放大镜下清楚,单独,斜列,间或有由2—3个组成径向复管孔或管孔团。轴向薄壁组织肉眼不显。射线细,放大镜下可见。无波痕或树胶管。材质轻软,结构粗;纹理交错。

2. 显微构造:导管分子具单穿孔,管间纹孔式互列,稀疏,椭圆形,(图版I:5、6),每平方毫米管孔数约11.3个;木纤维中等长度,壁甚薄(图版II:7);轴向薄壁组织星散,分布于整个生长轮中,亦有少数为不完全傍管型(图版I:2),这和Desch所记载其薄壁组织为环管束状不同<sup>[2]</sup>;在纵切面上于导管之旁可见由长方形薄壁细胞组成的薄壁组织束,此外,还有丰富的分室含晶细胞,含有棱形或方形的结晶体,其数量可连续多达40个以上(图版II:8、9、10),较之该属其它种的分室含晶细胞数目要多得多<sup>[4][5]</sup>。木射线单列(罕2列)(图版I:3),高约8(3—16)个细胞,每毫米射线5.9条。

3. 木材组织比量及轮宽和密度:各轮组的组织

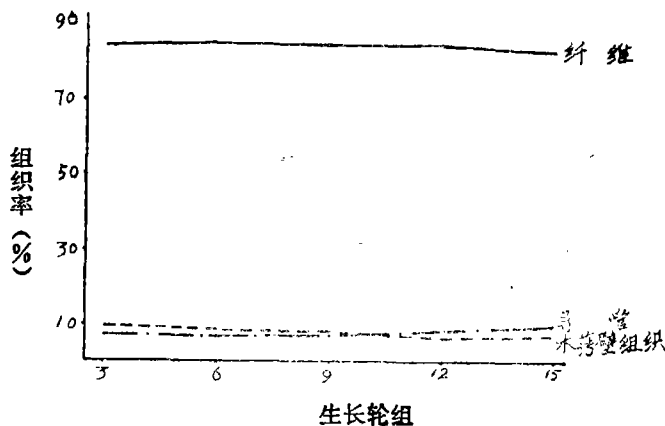


图1 不同轮组木材组织比量变化

比量及轮宽和密度数值列于表 1 和图 1 至图 3。

南洋楸的木材组织比量表明, 其纤维含量特别高, 在各生长轮组均占 80% 以上, 在阔叶树材中是少有的<sup>[7]</sup>, 此乃南洋楸作为造纸原材料一个十分有利的因素。各生长轮组间组织比率的变化曲线非常平缓(图 1), 其中第 6 轮和第 9 轮纤维率最高, 第 15 轮最低, 导管率则相反; 但各轮组间的差异均甚微。轮宽与密度的关系并不密切, 轮宽最大值出现在第 6 轮以及第 3 轮和第 12 轮; 但密度则由髓向外增加。

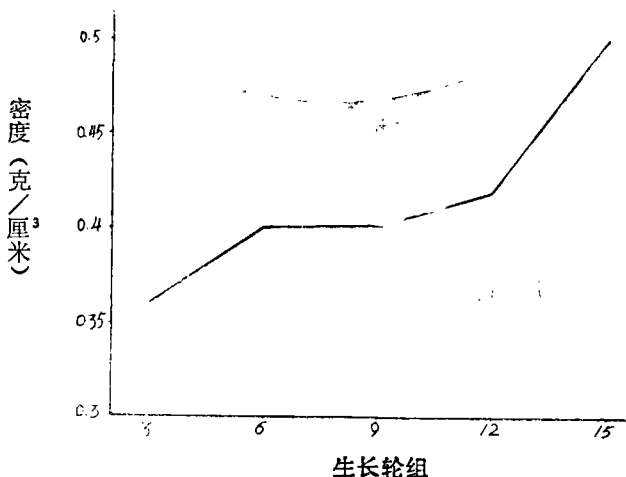


图 2 不同生长轮组木材密度的变化

4. 纤维形态: 纤维形态测定结果列于表 2, 各轮组纤维长度, 壁厚、腔宽的变异规律见图 4、图 5。

纤维形态乃木材解剖的重要特征, 影响木材性质, 在纤维材料的利用上起决定作用。南洋楸纤维长为 1142 微米, 此与 Peel 所测得数值一致<sup>[17]</sup>, 和我国的泡桐、木麻黄、臭椿、加拿大杨等相当<sup>[3][7]</sup>; 宽度 27.6 微米, 亦与 Peel 数值相同<sup>[17]</sup>; 其径壁厚(2w)较薄为 3.3 微米, 而弦向腔较宽为 26.5 微米, 计算的长宽比 L/D 为 41.4, 腔径比 0.89, 略高于国内外所测数值<sup>[7][17]</sup>, 从上述

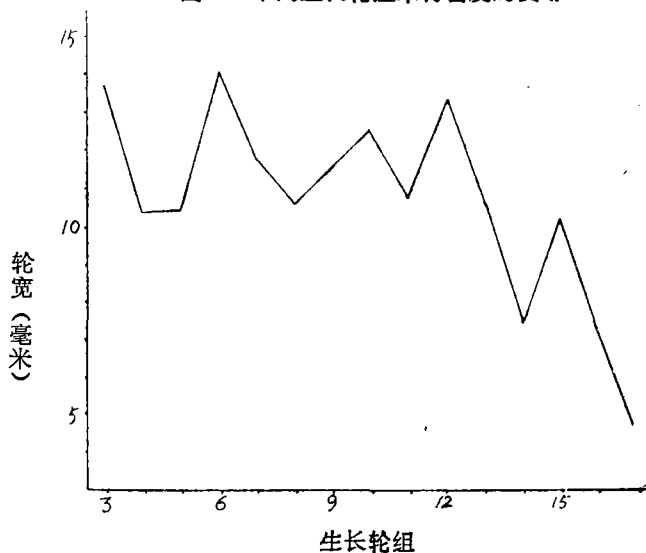


图 3 由髓向外生长轮宽度的变化

数值可见南洋楸纤维长在阔叶材中属“中等”(0.9—1.6毫米)级别, 但其腔径比 l/d 即柔性系数较高, 通常腔胞愈大, 胞壁愈薄, 其比值愈接近于 1, 则制纸的抗拉等强度高。一般认为柔性系数 0.75 以上者, 则此种纤维适合造纸原料<sup>[5]</sup>。目前对南洋楸的利用问题, 多着眼于作纸浆浆粕材料, 且获得满意的结果<sup>[7][8][11][12][20]</sup>, 这和南洋楸的纤维特征是密切相关的, 因此, 有理由提出, 在华南地区发展南洋楸为造纸材树种是可取的。

在不同生长轮组中, 纤维长度的最大值出现在第 12 轮, 至第 15 轮开始下降, 但仍高

表1 木材组织比量

| 生长轮组 | 生长轮宽<br>(毫米) | 密度<br>(克/厘米 <sup>3</sup> ) | 纤维<br>(%) | 导管<br>(%) | 木薄壁组织<br>(%) |
|------|--------------|----------------------------|-----------|-----------|--------------|
| 3    | 13.7         | 0.361                      | 84.6      | 7.2       | 8.2          |
| 6    | 14.1         | 0.402                      | 85.1      | 7.2       | 7.7          |
| 9    | 11.6         | 0.403                      | 84.5      | 7.7       | 7.8          |
| 12   | 13.3         | 0.419                      | 84.4      | 8.4       | 7.2          |
| 15   | 10.1         | 0.502                      | 82.3      | 9.9       | 7.8          |
| 平均   | 12.6         | 0.417                      | 84.2      | 8.1       | 7.7          |

表2 纤维形态

| 生长轮组 | 径壁厚<br>2w(微米) | 弦腔宽<br>l(微米) | 细胞直径<br>d(微米) | 壁腔比<br>2w/l | 腔径比<br>l/d | 纤维长<br>L(微米) | 纤维宽<br>D(微米) | 长宽比<br>L/D |
|------|---------------|--------------|---------------|-------------|------------|--------------|--------------|------------|
| 3    | 3.4           | 26.9         | 30.1          | 0.126       | 0.89       | 1064         | 28.0         | 38.0       |
| 6    | 3.3           | 27.3         | 30.3          | 0.121       | 0.90       | 1146         | 28.2         | 40.6       |
| 9    | 3.3           | 27.6         | 30.9          | 0.120       | 0.89       | 1165         | 28.1         | 41.5       |
| 12   | 3.2           | 26.1         | 29.3          | 0.123       | 0.89       | 1174         | 28.5         | 41.2       |
| 15   | 3.1           | 24.4         | 27.6          | 0.127       | 0.88       | 1159         | 25.3         | 45.8       |
| 平均   | 3.3           | 26.5         | 29.6          | 0.123       | 0.89       | 1142         | 27.6         | 41.4       |

于第6轮(图4)。纤维宽及其它数值除第15轮较低外,各轮组相差不大(图5),径壁厚的曲线几乎成一水平线。从纤维长度变异曲线看,南洋楹的比较适宜利用期,以12龄为佳;自15年生以后,纤维长开始下降,生长速度亦有所降低(图3)

## (二)木材物理力学性质

南洋楹木材物理力学试验结果及变异统计见表3。根据我国木材材性指标统一分级标准,南洋楹木材的气干容重、顺纹抗压强度、抗弯强度属“很低”级,端面硬度属“很软”级,抗弯弹

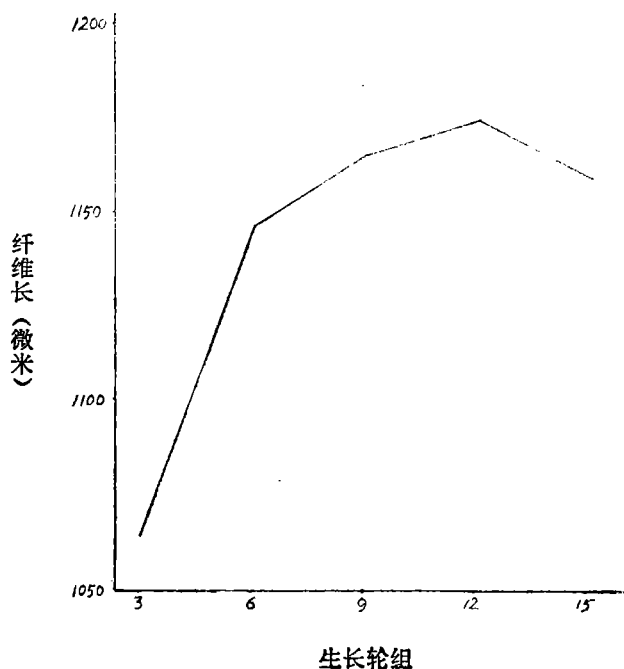


图4 不同生长轮组纤维长度变化

性模量属“低”级(即第2级), 冲击韧性“中等”。各相应物理力学性质均高于泡桐和轻木, 大致与拟赤杨相近<sup>[2]</sup>。强重比值较高, 顺纹压力与抗弯强度之和同气干容重之比为2431, 均高于上述树种(轻木为1938, 泡桐为1696—1830, 拟赤杨为2195)。

另外根据测定其木材最大吸水率均值为273% (187%—342%)。

我国引种的南洋楸与马来西亚同种木材有关强度性质比较, 国产材密度较低, 硬度较软, 顺纹剪力大致相等, 而顺纹抗压强度较高(表4)<sup>[2][13]</sup>, 当然二者由于试验方

表3 木材物理力学性变异统计

| 项          目                            |    |    | 试样数<br>(n) | 平均值<br>( $\bar{X}$ ) | 标准差<br>(S) | 标准误差<br>( $S\bar{x}$ ) | 变异系数<br>(V%) | 准确指数<br>(P%) |
|-----------------------------------------|----|----|------------|----------------------|------------|------------------------|--------------|--------------|
| 年  轮  宽  (毫米)                           |    |    | 60         | 12.6                 | 2.584      | 0.334                  | 20.5         | 2.6          |
| 基本密度(克/厘米 <sup>3</sup> )                |    |    | 40         | 0.280                | 0.040      | 0.006                  | 14.4         | 2.3          |
| 气干密度(克/厘米 <sup>3</sup> )                |    |    | 46         | 0.346                | 0.052      | 0.008                  | 15.0         | 2.3          |
| 干  缩  系  数<br>(%)                       | 径向 |    | 46         | 0.118                | 0.023      | 0.003                  | 19.5         | 2.9          |
|                                         | 弦向 |    | 46         | 0.211                | 0.032      | 0.005                  | 15.2         | 2.4          |
|                                         | 体积 |    | 46         | 0.353                | 0.052      | 0.008                  | 14.7         | 2.3          |
| 顺纹抗压强度(千克/厘米 <sup>2</sup> )             |    |    | 78         | 294                  | 46.42      | 5.26                   | 15.8         | 1.8          |
| 抗弯强度(弦向)(千克/厘米 <sup>2</sup> )           |    |    | 68         | 547                  | 134.6      | 16.32                  | 24.6         | 3.0          |
| 抗弯弹性模量(弦向)<br>(1000千克/厘米 <sup>2</sup> ) |    |    | 68         | 75                   | 14.41      | 1.664                  | 19.2         | 2.2          |
| 顺纹抗剪强度<br>(千克/厘米 <sup>2</sup> )         | 径面 |    | 51         | 57                   | 11.93      | 1.671                  | 20.9         | 2.9          |
|                                         | 弦面 |    | 47         | 60                   | 12.23      | 1.784                  | 20.4         | 3.0          |
| 横纹抗压强度<br>(千克/厘米 <sup>2</sup> )         | 局部 | 径向 | 45         | 58                   | 18.78      | 2.799                  | 32.5         | 4.9          |
|                                         |    | 弦向 | 49         | 41                   | 8.613      | 1.230                  | 21.0         | 3.0          |
|                                         | 全部 | 径向 | 50         | 32                   | 6.763      | 0.957                  | 21.2         | 3.0          |
|                                         |    | 弦向 | 53         | 24                   | 5.978      | 0.821                  | 25.3         | 3.5          |
| 顺纹抗拉强度(千克/厘米 <sup>2</sup> )             |    |    | 58         | 446                  | 142.8      | 18.75                  | 32.0         | 4.2          |
| 冲击韧性(千克·米/厘米 <sup>2</sup> )             |    |    | 92         | 0.324                | 0.180      | 0.018                  | 55.6         | 5.8          |
| 硬          度<br>(千克/厘米 <sup>2</sup> )   | 端面 |    | 60         | 219                  | 21.42      | 2.765                  | 9.2          | 1.3          |
|                                         | 径面 |    | 60         | 150                  | 44.87      | 5.793                  | 29.9         | 3.9          |
|                                         | 弦面 |    | 60         | 148                  | 49.35      | 6.370                  | 33.3         | 4.3          |
| 抗    劈    力<br>(千克/厘米)                  | 径面 |    | 46         | 8.3                  | 1.538      | 0.227                  | 18.5         | 2.7          |
|                                         | 弦面 |    | 50         | 10.1                 | 1.960      | 0.280                  | 19.4         | 2.8          |

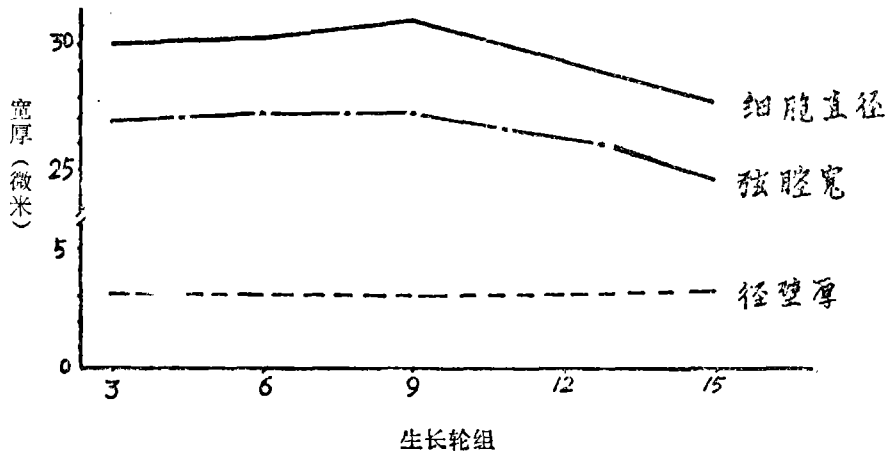


图5 不同生长轮组纤维壁厚腔宽变化

法不同, 采样部位各异, 不能直接比较, 但所列数据亦可供参考, 基本上可以看出南洋楹引入广东地区后, 其材性和原产地大致相近。

此外, 南洋楹木材加工性能良好, 易干燥, 干缩系数小, 着漆性能颇佳, 可以钉接, 在机械加工中进行切、旋、刨、钻都可取得良好效果<sup>[14][18][19][22]</sup>; 但加工时容易钝刀, 其木粉刺激鼻粘膜常引起喷嚏, 这可能由于木材含有数量甚多的结晶体, 这些结晶体硬度较木质高, 使刀具容易磨损变钝, 而当其被切削破碎后, 则形成粉末而刺激鼻粘膜所致。

表4 广州、马来西亚南洋楹木材物理力学性比较

| 产地    | 株数 | 含水率<br>(%) | 基本密度<br>(克/厘米 <sup>3</sup> ) | 顺纹抗压<br>(千克/厘米 <sup>2</sup> ) | 顺纹抗剪(千克/厘米 <sup>2</sup> ) |    | 硬度(千克/厘米 <sup>2</sup> ) |     |     |
|-------|----|------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----|-------------------------|-----|-----|
|       |    |            |                              |                               | 径面                        | 弦面 | 端面                      | 径面  | 弦面  |
| 广州    | 5  | 15         | 0.28                         | 294                           | 57                        | 60 | 219                     | 150 | 148 |
| 马来西亚* | 3  | 生材         | 0.38                         | 212                           | 59                        | 61 | 277                     | 231 | 254 |

\* 根据原文将磅/吋<sup>2</sup>换算为千克/厘米<sup>2</sup>

## 结 论

(一) 南洋楹具有生长快, 主干通直饱满的特点, 平均年轮宽度12.6毫米, 为我国生长最快的树种之一, 12—15龄即可成熟利用。

(二) 纤维含量高, 超过80%; 纤维长度中等, 平均为1142微米, 壁薄而腔阔, 作为制浆造纸重要指标的柔性系数高达0.85以上, 是一种良好的浆粕材料。可以作为华南造纸材树种加以发展。

(三) 南洋楹木材强度较低, 质软而轻, 不适于作承重构件, 但其加工性能良好, 宜于旋切, 可作胶合板的芯板材、火柴材、民用家具用材、木模型和一般板材使用。

### 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国国家标准 (GB1927—1943—80), 木材物理力学试验方法, 1980, 国家标准总局发布。
- [2] 中国林业科学研究院木材工业研究所材性室, 1961, 中国重要树种的木材物理力学性质, 该院研究报告, 森 (61) 56号。
- [3] 朱惠方等, 1962, 数种速生树种的木材纤维形态及其化学成分的研究, 《林业科学》7 (4): 255—267。
- [4] 成俊卿等, 1980, 中国热带及亚热带木材识别、材性和利用, 231—236, 科学出版社。
- [5] 周鉴等, 1979, 中国重要工业用材——造纸用材扩大树种利用的研究, 中国林业科学研究院研究报告, 木工4号。
- [6] 厦门市园林处, 1973, 速生树种——南洋楹, 《福建林业科技通讯》1: 40—40。
- [7] 蔡少松, 1979, 广东阔叶树材造纸的研究, 《林业科学》15 (3): 199—204。
- [8] Chittenden, A.E., ……., 1953, Batai wood (*Albizzia falcata* L.) from Malayan: chemical analysis, microscopy of ultimate fibres and sulphate pulp evaluation, Colon. Plant Anim. Prod., (3): 214—220, F.A.1954, 15 (2): 2032.
- [9] Desch, H.E., 1957, Manual of Malayan Timbers, Mal. For.Rec., No.15, I: 253—258.
- [10] Griffioen, K., 1954, *Albizzia falcata*, a useful industrial timber species, Bergcultures, Djakarta, 23 (6): 139—147, F.A.1955, 16 (1): 838.
- [11] Juni, R.A., 1964, *Albizzia falcata* in the philippines, Occ Pap.Bur.For. Phil., F.A.1965, 26 (2): 2030.
- [12] Landon, F.H., 1953, Batai wood for paper pulp, Malay. Forest, 16 (4): 224—236.
- [13] Lee Hon, ……., 1965, The strength properties of Malayan timbers, Malay. Forest., 28 (4): 307—319.
- [14] Lee Y.H., ……., 1968, The machining properties of some Malayan timbers, Malay. Forest., 31 (3): 194—210.
- [15] Metcalfe, C.R. and L. Chalk, 1957, Anatomy of the Dicotyledons, Vol. 1: 483—487, London.
- [16] Nizar Kamil, R., 1970, Prefabricated houses and prospects of their

- development in Indonesia, Pengumuman, Lembag—Lembaga, Penelition Kehutanan, No.97, F.A. 1973, 34 (10) : 6062.
- [17] Peel, J.D., 1959, Fibre dimensions of suggested pulpwood plantation species, Malay. Forest., 22 (3) : 238—239.
- [18] Peters, C.C., 1966, Some machining properties of two species grown in Hawaii—Molucca *Albizzia falcata* and Nepal Alder, U.S. For. Serv. Res. Note. U.S. For. Prod. Lab., Madison No. FPL—0117, pp.10, F.A. 1966, 27 (4) : 6751.
- [19] Smith, J. S., 1941, *Albizzia falcata*, Agric. J. Fiji, 12 (67), F. A. 1942, 4 (2) : 98—99.
- [20] Spoon, W., 1974, Research on the suitability of nine rapid growing East Indian woods for industrial uses, Tectona, 37(3/4) : 73—87, F.A. 1948, 9 (3) : 1586.
- [21] Streets, R.J., 1962, Exotic forest trees in the British Commonwealth, 166—169.
- [22] Working properties of *Albizzia falcata* wood, Rep. For. Dep., Fiji, 1951, 5, F.A. 1953, 14(4) : 3733.

### 图版说明

图版 I 1. 一个生长轮的管孔排列形式 (横切面  $\times 8$ )。2. 星散薄壁组织与稀疏的不完全傍管薄壁组织 (横切面  $\times 30$ )。3. 单列木射线 (弦切面  $\times 30$ )。4. 木纤维及导管分子 (离析材料  $\times 50$ )。5. 导管分子及其壁上的纹孔 ( $\times 450$ )。6. 导管壁上互列纹孔式 ( $\times 2000$ ) (1—4 显微照相, 5—6 扫描电镜照相)。

图版 II 7. 胞壁甚薄的木纤维, 横卧者为木射线 ( $\times 1000$ )。8. 具30—40个分隔以上的含晶细胞 (弦切面  $\times 200$ )。9. 含晶薄壁细胞内含结晶体, 左侧为木射线 (弦切面  $\times 1000$ )。10. 结晶体 ( $\times 3000$ )。 (扫描电镜照相)。

## A STUDY ON WOOD PROPERTIES OF ALBIZZIA FALCATA GROWN IN GUANGDONG PROVINCE

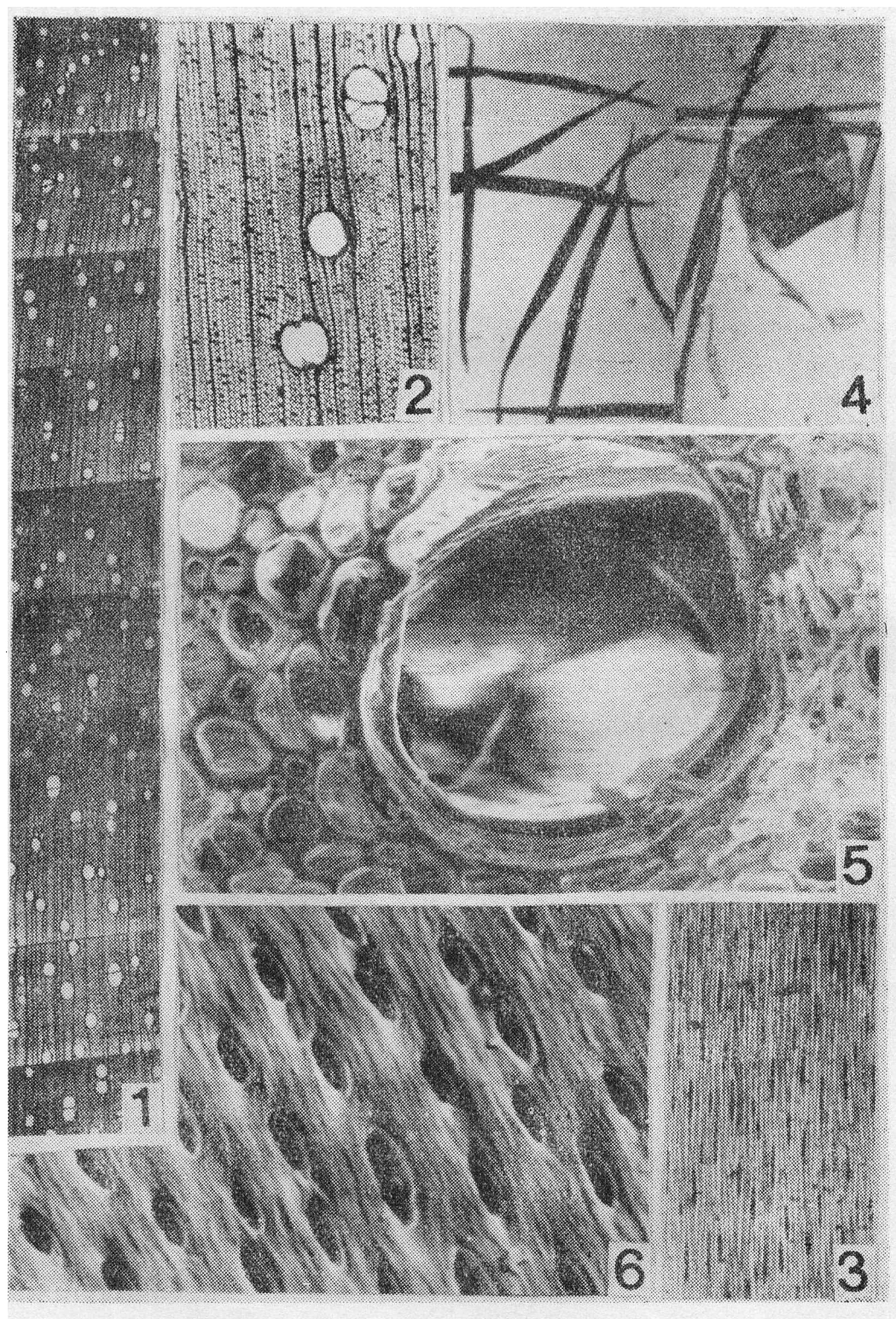
Chen Jian-chao  
(Department of Forestry)

### SUMMARY

*Albizzia falcata* is a rapid growing tree in the tropical area. It has been introduced into Guangdong Province for about forty years. In order to study the properties of the timber, five 17-year-old trees of *A. falcata* were felled from The Botanical Garden of South China. Both the physico-mechanical properties and the anatomical characteristics of wood were studied. The results show that *A. falcata* is a soft, light weight timber, with correspondingly low strength properties e. g. basic density  $0.28 \text{ g/cm}^3$ , compression strength parallel to the grain  $294 \text{ kg/cm}^2$ , tangential static bending strength  $547 \text{ kg/cm}^2$ , modulus of elasticity in static bending  $75000 \text{ kg/cm}^2$ , end surface hardness  $219 \text{ kg/cm}^2$ , tangential impact bending strength  $0.324 \text{ kg-m/cm}^2$ . In fibre dimension, *A. falcata* only has a middle of fibre length of  $1142 \mu\text{m}$ , but it has a high fibre percentage (over 80%). In addition, the coefficients of flexibility of their fibre are greater than 0.85. That means *A. falcata* is a good raw material for pulping or papermaking.

According to the basic properties of *A. falcata* as well as its fast growth and its being of good afforested qualities, it is desirable to develop this species for wood pulp or other industrial use of its timber in South China.

图版 I



图版 I

