

泡桐属木材的微纤丝角和结晶度

孙成志 谢国恩

(中国林业科学研究院 林产化学工业研究所)

摘 要

8种泡桐木材纤维次生壁 S_2 层的微纤丝角平均为 12.52° ;纤维素相对结晶度平均为46.4%。从这两项指标来看,南方泡桐和泡桐(白花泡桐)木材具有较为优良的品质。

12年生毛泡桐木材的 S_2 层微纤丝角由髓往外,随着树龄的增加而角度增大,而纤维素相对结晶度则减少。

一、前言

纤维形态是评价纤维原料的重要方面。
Dinwoodie⁽¹⁴⁾认为纤维密度、纤维长度

和纤维强度是控制纸张强度的三个主要因素。国产木材的纤维一般显微构造都已做过许多研究,至于超微构造,如纤维次生壁 S_2 层的微纤丝角、纤维素的结晶度等也有过少

木构件已局部发生虫蛀。现仍在继续观察中。

参考文献

- (1) 中国林科院木材所防腐室、广州铁路局建筑段白蚁组, 1981, 我国主要木材天然抗蚁蛀试验, 林业科学, 1981, NO.4, 379-387.
- (2) 南 享二(南京林产工业学院, 木材化学组译), 1974, 欧洲各国木材保存动向, 木材工业, Vol. 29, No.326, 198-210
- (3) American Revised Standard, 1971, Revised standard method of testing wood preservatives laboratory soil-block cultures. A.W.P.A. 10-71.
- (4) British Standard No. 838, 1961, Methods of test for toxicity of wood preservatives to fungi.
- (5) Elizabeth, M. and Wallace H., 1969, The copper-chrome-arsenate preservatives and their use in modern wood preservation, A.W.P.A., 50.
- (6) Eougepousse, M., 1973, Some aspects of laboratory and field testing methods of antitermite wood preservatives, Holzforchuug, Vol.27, No. 4, 137-142.
- (7) Nicholas, D.D., 1973, Wood deterioration and its prevention by preservatives treatments, Vol. 2, Preservative and Preservatives Systems, 30-107, 38
- (8) New Zealand specifications, 1969, Timber preservation in Zealand; Specification, Section F; 4-6.
- (9) British Standard Cp 98:1964, Preservative treatments for constructional timber.
- (10) British Standard B.S. 1982: Classification of wood preservatives and their methods of application, British Standard Institution.
- (11) Kubel, H. and Plizzi, A., 1982, The chemistry and Kinetix behaviour of Cu-Cr-AS/B wood preservatives, Part 5, Reaction of CCB with cellulose, lignin and their simple compounds, Holzforschung und Holzverwertung, 34, No. 4, 75-83.
- (12) Mcquire, A.J., 1978, Wood preservation in the rural sector-research needs, paper for the 8th World Forestry Congress.
- (13) Price, E.A.S., and Watson, R.W., 1962, Review of water-borne wood preservatives, B.W.P.A, 76-101.

数的研究报道^(2,3,4,5,6,7)。本文是1983年《泡桐属木材性质与用途的研究》⁽¹⁾的继续,进一步探讨其纤维的超微构造。

二、材料和方法

试材由中国林业科学研究院木材工业研究所材性室提供,即:(1)南方泡桐 *Paulownia australis* Gong Tong (浙江),(2)楸叶泡桐 *P. catalpifolia* Gong Tong (河南),(3)兰考泡桐 *P. elongata* S. Y. Hu (河南),(4)川泡桐 *P. fargesii* Franch. (四川),(5)泡桐 *P. fortunei* (Seem.) Hemsl. (浙江)¹, (6)台湾泡桐 *p. kawakamii* Ito (浙江),(7)

毛泡桐 *P. tomentosa* (Thunb.) Steud. (河南),(8)光泡桐 *P. tomentosa* var. *tsinlingensis* (Pai) Gong Tong (河南)。

应用偏光显微镜测定木材次生壁 S_2 层的微纤丝角⁽⁶⁾, x射线衍射法测定木材纤维素的相对结晶度⁽³⁾。

三、结果和讨论

8种泡桐木材纤维次生壁 S_2 层的微纤丝角平均为 12.52° (表1), 这一结果与 Goldstein⁽¹⁶⁾的电子显微镜观测数据及马尾松木材的 S_2 层微纤丝角近似⁽²⁴⁾。纤维素相对结晶度平均为46.4%, 略低于某些作者^(3,21)的结果。

表1 8种泡桐木材的微纤丝角和结晶度

项 目 树 种	次 生 壁 S_2 层 的 微 纤 丝 角 (度)				纤维素相对 结晶度 (%) •
	平 均	最 大	最 小	标准差	
南 方 泡 桐	9.27	18.7	4.6	3.528	50.3
楸 叶 泡 桐	11.62	20.2	5.6	3.729	41.3
兰 考 泡 桐	13.19	23.4	4.9	3.780	43.3
川 泡 桐	13.02	22.9	4.2	4.266	49.9
泡 桐	11.18	23.0	4.4	4.012	51.6
台 湾 泡 桐	13.56	24.6	4.6	3.930	43.7
毛 泡 桐	13.18	23.1	3.4	4.398	45.0
光 泡 桐	15.14	24.4	6.3	4.165	46.3
平 均	12.52	22.5	4.8	3.976	46.4

•X光管为铜靶

(一) S_2 层的微纤丝角

木材纤维被认为是两相体系,即胞壁中由纤维素微纤丝嵌埋在无定形的衬质中,根据这个概念,近来一些理论研究工作表明,纤维次生壁 S_2 层的微纤丝角是胞壁的基本性质之一,对木材的弹性和尺寸稳定性具有深远的影响⁽¹⁹⁾。Bergmand 和 Rennel⁽¹²⁾指出:纸张强度的性质受纸浆纤维强度的影响很大;而次生壁 S_2 层的微纤丝角和纤维长度

与纤维强度有密切的关系,微纤丝角是测定纸张性质的重要因子^(5,15)。Preston⁽²⁴⁾证明纤维样品的破坏延伸率、裂断强度和弹性模量取决于次生壁 S_2 层内的微纤丝角,如微纤丝角在 10° 时的纸张强度则优于 50° 时的强度 (表2)。

木材纤维次生壁 S_2 层占细胞壁的大部分 (70—80%), 其中微纤丝排列方向,即与细胞主轴所成的角——微纤丝角对木材性质

表2 微纤丝角与纸张强度的关系

项 目	微纤丝角(度)	
	50°	10°
破坏延伸率(%)	14.5	2
裂断强度(N/mm ²)	81.3	490
弹性模量(开始)(N/mm ²)	2,940	98,000

有所影响,尤其晚材部分影响较大;微纤丝角越小,木材强度越大,变形小,具有优良的材质^[5,20]。Schniewind^[25]认为:早—晚材之间强度的差异,主要取决于微纤丝角和S₂层的厚度的不同。我国马尾松木材纤维次生壁S₂层的微纤丝角边材平均大于心材,早材平均大于晚材^[2,4]。从辐射松(*Pinus radiata*)微纤丝角与收缩的关系中,证实髓外几个年轮样品的管胞短,纵向收缩高和微纤丝角大^[11,19]。29年生的日本柳杉

(*Cryptomeria japonica*)纤维次生壁S₂层的微纤丝角,近髓部分第4个生长轮的早材(38.3°)和晚材(25.5°)角度较大,沿着树干径向往外,随着年轮数的增加而角度急速减小,至第16年轮时渐趋稳定^[8];而赤松(*Pinus densilifera*)木材的平均胶束角,从髓至第12—13年轮是逐渐减小,在靠近树皮几乎保持不变或略有增加^[27]。日人^[23]在研究杨树、水青冈、连香树、栗木、榉木等阔叶树材纤维的微纤丝角时,亦发现同样的规律。Meylan^[22]阐明细胞长度和S₂层微纤丝角之间的关系取决于细胞直径、壁厚、树干中的位置和树木生长的环境。前人在研究针叶树材性的报道中,纤维长度是逐年增长,到第10—15年达到稳定^[13,17]。但本试验(表3)的12年生毛泡桐的木材纤维次生壁S₂层微纤丝角由髓往外则随着树龄的增加而角度增大,与上述结果相反。

表3 毛泡桐木材不同树龄微纤丝角和结晶度的变化

项 目 树龄(年)	次 生 壁 S ₂ 层 的 微 纤 丝 角 (度)				纤维素相对结晶度 (%)
	平 均	最 大	最 小	标准差	
1—3	10.67	18.0	6.0	2.856	62.04
4—6	11.61	20.5	5.4	3.555	57.74
7—9	12.84	23.6	5.6	4.109	56.62
10—12	13.75	23.2	7.1	4.102	54.59
平 均	12.22	21.3	6.0	3.656	57.75

(二) 纤维素的相对结晶度

纤维素在木材细胞壁中呈微纤丝状^[2,4,9],它系纤维素分子组成的长束,束间略成平行排列。在纤维素微纤丝中具有结晶与非结晶(或称无定形)两种区域,结晶区占纤维素整体的百分率称为纤维素的结晶度^[9,10,18,26]。木材的许多物理性质都与木材内所含的水分有关,这一点可以认为起因于纤维素的非结晶区域。

通常随着结晶度的增加,纤维抗张强度、弹性模量、硬度、密度及尺寸稳定性等

均随之增加;而保水值、伸长率、染料吸着度、润胀度、柔软性及化学反应性均随之减少;同时结晶度又与植物生长期、纤维种类、纤维长度、纤维介电常数等有关。因此了解纤维素的结晶度,对于林副产物的水解、造纸以及纤维的利用具有一定的参考价值。

8种泡桐木材纤维素相对结晶度从41.3%(楸叶泡桐)到51.6%(泡桐),高低相差约10%,平均为46.4%。表3示12年生毛泡桐木材纤维素相对结晶度由髓往外,

随着树龄的增加而减少；这可以认为树木生长随着树龄的增加而木质化程度增高，非结晶的木素增多^[8]；相应的影响纤维素的数量，使其逐渐减少。

表4 结晶度增加对纤维性质的影响^[21]

增 减 项 目	增 加	减 少
	密 度	吸 湿 性
	弹 性 模 量	染 料 吸 收
	抗 张 强 度	化 学 反 应 性
	α -纤维素含量	膨 胀 性
	尺 寸 稳 定 性	延 伸 性
	硬 度	柔 性
		韧 性

表4示Lee等^[21]证明结晶度是影响天然纤维素和再生纤维素的纤维物理和化学性质的最重要因子之一，随着结晶度的增减，对纤维素纤维的性质具有影响。Wardrop^[28]阐明纤维抗张强度随着树龄而增加，至第20年稍稳定，因此抗张强度的增加，常常伴随着结晶度的增加，即结晶度随着树龄而增加，从理论上是可以接受的。然而这并不意味着抗张强度的增加，唯一地归功于结晶度的增加，微纤丝角和纤维素分子链长度的分布也是重要因素。

四、结 论

8种泡桐木材纤维次生壁 S_2 层的微纤丝角最小为 9.27° （南方泡桐），最大为 15.14° （光泡桐），平均为 12.52° ；纤维素相对结晶度最低为41.3%（楸叶泡桐），最高为51.6%（泡桐）。南方泡桐和泡桐纤维素既有高的结晶度，而微纤丝角也较小，其材质是较好的。

12年生毛泡桐木材纤维次生壁 S_2 层微纤丝角，由髓往外，随着树龄的增长而角度增

大，纤维素相对结晶度则降低，与一般的结果相反。

参考文献

- 成俊卿等，1983。泡桐属木材的性质和用途的研究（一）、（二）、（三），林业科学，19（1—3）：57—63，153—167，184—191。
- 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（4）：302—303。
- 孙成志、谢国恩、阮锡根、尹思慈，1984。马尾松木材纤维素相对结晶度的研究。林业科学，20（3）290—298。
- 阮锡根、尹思慈、孙成志，1982。应用x-射线衍射（002）弧法——测定木材纤维次生壁的微纤丝角。林业科学，18（1）：64—70。
- 郭德荣等，1982。人工林红松纤维倾角变异与管胞长度和拉伸强度的关系，东北林学院学报2：38—48。
- 尹思慈、阮锡根、孙成志、谢国恩，1986。应用偏光显微镜测定马尾松木材次生壁的微纤丝角，林业科学，22（2）：209—212。
- 谢国恩、孙成志、阮锡根、尹思慈，1985。应用转靶x-射线衍射测定木材的纤维超微结构，南京林学院学报，3：61—68。
- 陈友地等，1985。十种竹材化学成分的研究，林产化学与工业，5（4）：32—39。
- 岛地谦等，1976。木材の组织，森北出版株式会社。
- 岡野健，1970。木材学会誌。16（6）：257—261。
- Barber, N. F., and B. A., Meylan. 1964. The anisotropic shrinkage of wood—A theoretical model. Holzfor-schung, 18（5）：146。
- Bergman, J., and J. Rennell. 1967. The relation between fiber strength and paper strength. Svensk Papers-tidning, 22, 757。
- Choong, E. T., and H. M., Barnes. 1968. Swelling behavior in corewood and maturewood of southern Pine. Luosiana State Univ.
- Dinwoodie, J. M. 1965. The relationships between fiber morphology and paper properties, A review of litera-

刨花压制模具

葛 仁 滋

概 述

刨花模压技术中模具是其硬件技术的关键。近两年来,我们对该技术进行了初步的开发性研究,本文是对其特点提出一些初步认识,供讨论。

一、典型产品

通用模压法制造的产品可分为建筑、家具、包装和工业配件四大类,从产品外形分类,有平面件、槽形件、特型件,它们的共同特点是:

1. 以木质刨花为基本原料,拌以6—20%的热固性树脂。

2. 产品密度0.6—1.0,多数为0.65—0.75g/cm³。

3. 大量产品的截面厚度有变化,边缘呈各种圆弧曲线的扁平构件、长条构件等平

- ture. Tappi, 48, 440.
- (15) Echolls, R.M. 1955. Linear relation of fiberillar angle to tracheid length, and genetic control of tracheid length in slash pine, Tropical Woods 102:11-22.
- (16) Goldstein, I.S. 1977. wood technology: Chemical aspects, ACS Symposium Series, Amer. Chem. Soc.
- (17) Guth, E. B. 1969. Variation in fibre length in wood of *Pinus elliottii*. India:Suppl. From For. Abstr. 32, 1382 (1971).
- (18) Harmans, P. H. and Weidinger, A. 1948. J. Applied phys., 19:491.
- (19) Harris, J.M. and B. A., Meylan. 1965. The influence of micro-fibril angle on longitudinal and tangential shrinkage in *Pinus radiata*. Holzforschung 19 (5) :144.
- (20) Jurbergs, K. A. 1963. Determining fiber length, fibrillar angle, and spring-summerwood ratio in slash pine. For. Sci. 9.
- (21) Lee C.L. 1961. Crystallinity of wood cellulose fibers. For. prod. J. 9 (2) : 108—112.
- (22) Meylan, B.A. etc. 1969. Microfibril angle as a parameter in timber quality assessment. For. prod. J. 19 (4) : 30—33.
- (23) Nagai, K. et al., 1984. The radial variation in fibril angle of fibers in several hardwood species. IAWA Bul. N.S. 5 (2) :163.
- (24) Preston, R.D. 1960. Anisotropy in the microscopic and sub-microscopic structure of wood. proc. fifth world for. congr. 21298, Univ. Wash. Seattle.
- (25) Schniewind, A.P. 1966. On differences in the tensile strength of early- and latewood tracheids. Holz als Roh und Werkstoff 24:502.
- (26) Soggle, L. and Greely J.J. 1959. Martin, A.E. Jr. and Conrad, C. M.:Text Res. J. 29:786.
- (27) Takaya Nomura and Tadashi Yamada. 1972. Structural observation on wood and bamboo by x-ray. Wood Research No. 52:1—12.
- (28) Wardrop, A.B. 1951. Cell wall organization and the properties of the xylem. I. Cell wall organization and the variation of breaking load in tension of the xylem in conifer stems. Aust. J. Sci. Res. B4:391—414.