

森工部分第 8 号

1959年12月31日

研究报告

木材吸湿性的研究

鲍甫成

中國林業科學研究院森工科學研究所
木材材性研究室

木材吸湿性的研究

目 录

一、前言.....	1
二、試驗材料和方法.....	2
三、試样結果和分析.....	4
(一)木材吸湿性.....	4
1. 不同树种木材及同一树种不同部分的木材吸湿性的測定.....	4
2. 不同空气温度和相对湿度中木材吸湿性的測定.....	9
3. 試样的湿、热处理对木材吸湿性的影响.....	10
4. 剛竹吸湿性測定.....	11
(二)木材吸湿膨胀.....	13
四、結論.....	15
五、参考文献.....	16

木材吸湿性的研究

一、前言

空气与木材对于水均具有亲和力(柯病凡, 1955), 水分在木材与空气间成一定比例的分佈。木材中的水分不断地隨其周圍空气的相对湿度及温度的变化而变化。当空气中蒸气压(力)大于木材表面水分的蒸气压(力)时, 木材自外吸收水分; 反之, 则木材中的水分向外蒸發。木材的这种性質称之为吸湿性。

存在于木材中的水分大体可分为四种, 即: 原生質水分, 此种水分对于木材利用不重要, 因为, 一則木材中僅射綫薄壁組織与縱向薄壁組織在生活状态下含有此种水分(唐燧, 1942); 二則此种水分在樹木伐采后又極易散失(周平, 1953)。其次为自由水, 此种水分系借液体的表面張力而与木材相結合, 此种水分存在于与胞壁構造无关, 微晶体吸引力之外的細胞腔和細胞間隙以及紋孔內, 因而这种水分的增加或减少对于木材并无膨脹或收縮現象發生。木材干燥时僅在細胞腔完全充滿水分, 而无空气泡存在时始有“潰”的現象發生, 但这种缺陷又主要在少数樹种的心材中出現(鄭止善, 1953)。結合水 связанная влага, 又分为吸着水(адсорбционная влага)和微毛細管水(микромкапиллярная влага), 二者均存在于胞壁內。吸着水系借分子力而被吸引到木材微晶体的表面, 并在此間形成水層。水層的厚度隨空气中的温、湿度而变化, 最大时相当于几百个水分子的直徑。同样, 細胞壁中微毛細管的表面亦能吸着水分并在其間形成水層, 当此水層厚度达到一定时, 亦即当木材含水率为8.5%时, 首先在最小的微毛細管中形成液体弯月面。在其他条件相等时, 弯月面上飽和蒸气压低于周圍空气飽和蒸气压, 因此便首先在最小的微毛細管, 然后隨着空气中湿度的升高在較大的微毛細管中發生所謂毛細凝結現象, 从而形成微毛細管水。此种水分亦系借液体的表面張力而与木材相結合(И.С. Сергеевский, 1953, 1958)。顯然, 木材吸湿性除主要基于吸着外, 尚决定于微毛細凝結現象(Н.Я. Солдечник, 1949)。据研究, 微毛細管水量既不大(約占結合水的1/5), 且其散失或獲得对木材的收縮或膨脹影响并不大, 然而吸着水散失时, 各微晶体分子間的距离因分子引力而縮小(松本文三, 1949), 胞壁因而收縮, 木材密度增加, 应力增大; 反之, 若木材自空气吸收水分时則產生相反的现象。但木材为一異向性材料, 其膨脹在不同構造方向具有不同的数值, 这种数值上的差異乃導致木材的翘曲或裂开(И.С. Селюгина, 1949)。顯然研究这种水分的散失或獲得具有很大实际意义。最后为化学水, 为構成胞壁物質之一, 除非木材物質發生变化以外, 通常无法移动。此种水分实际上对木材性質无多大影响。

木材吸湿性在苏联得到广泛而深入的研究, 并已獲得令人滿意的結果, 而在我国則尚未或極其很少進行研究。作者试图探明: 木材吸湿性在不同樹种的木材及同一樹种的木材在不同部份間的差異, 木材热处理对木材吸湿性的影响, 木材吸湿性与空气温度、湿度的相互关系, 此外尚測定九种木材和一种竹材的吸湿性。从而为將來制定我国木材的 $\phi-t-w$ 表提供一些依据。

本試驗系在B. A. 巴仁諾夫專家的指導下, 于一九五八年秋天在苏联科学院森林研究所木材物理研究室進行的, 作者特此致以衷心謝意。試驗和結果整理限于時間匆促和材料不甚丰富, 缺点自必不少, 希望得到指正。

二、試驗材料和方法

試驗所用試材除選有五種具有不同容重的樹種：胡氏櫟 *Quercus hui*，麻櫟 *Quercus acutissima*，泰爾銀鈎花 *Mitrephora thorelli*，威氏樟 *Cinnamomum Wilsonii*，滇赤楊 *Alnus nephrrolepis* 外，尚有苦楝 *Melia azedarach* 的心邊材、雲南松 *Pinus Yunnanensis* 的早晚材，以及蘇聯歐洲松 *Pinus silvestris* 的心邊材和歐洲雲杉 *Picea excelsa* 的壓壓木（受壓木）和正常木。前七種木材系 B. A. 巴仁諾夫專家于五六年來華時在雲南，廣東及海南島等地採集的，歐洲雲杉系 B. E. 維赫諾夫于五八年夏天在莫斯科郊區採集的，歐洲松系原研究室所存，採集地點不明。除木材外尚有採自我國浙江的剛竹 *Phyllostachys bambusoides* 一種。

試驗系分別在三種不同的相對濕度下，即：35%，75.7%，92%；和三種不同溫度中，即：16±2°C，39±2°C，60±4°C 進行的。溫度除 16±2°C 外，系在普通的烘箱中，借助於變壓器來調節，因此在溫度較高時其變異範圍較大，對於試驗不能不起某種影響。相對濕度乃借配成三種不同鹽類，即：Na₂CO₃，NaCl，CaCl₂ 的飽和溶液，這三種溶液在室溫，即 16±2°C，進行試驗時被採用。試驗結束時，再次測定溶液比重，發現稍小於飽和溶液比重，作者認為這是屬於試驗誤差範圍之內，可以忽略不計。在後兩種溫度，即 39±2°C 和 60±4°C 中，進行試驗時系採用與相對濕度 75.7% 相應的硫酸溶液。

具有不同相對濕度的硫酸溶液的配制，系按下列公式進行（Н.Н. Чулицкий，1932）：

$$\log P = A - \frac{B}{T} \quad (1)$$

P—為該溶液的水蒸氣壓力，水銀柱高，mm，

T—為絕對溫度，°C，

A 和 B—溶液濃度係數，（附註 1）

然後再按下列公式（B. И. Перельман，1954）換標成相對濕度：

$$\varphi = \frac{P}{E} \cdot 100 \quad (2)$$

φ—為溶液相對濕度，%

附註 1

硫酸濃度	A	B	硫酸濃度	A	B
0	8.946	2200	65	8.853	2533
10	8.925	2259	70	9.032	2688
20	8.922	2268	75	8.034	2810
30	8.864	2271	80	9.293	3040
35	8.873	2286	85	9.239	3175
40	8.844	2299	90	9.255	3390
45	8.809	2322	95	9.790	3888
50	8.832	2357	—	—	—
55	8.827	2400			
60	8.841	2458			

P—同公式(1)

E—在该种温度时饱和水蒸气压力，水银柱高mm，

室温时分别在三种相对湿度中进行试验：相对湿度为92%，75.7%时，试验树种有胡氏槲、麻槲、泰尔银菊花、威氏樟、滇赤杨、苦楝等；相对湿度为35%时，除上述树种外尚有欧洲松的心边材，欧洲云松的应压木与正常木（系指与应压木在横切面上相连接的部份）、云南松的早晚材，湿处理和热处理的威氏樟木材以及刚竹等。在温度 $39 \pm 2^\circ\text{C}$ 和 $60 \pm 4^\circ\text{C}$ 时，系在同一相对湿度75.7%中进行试验，试验树种仅有威氏樟和胡氏槲。

取自每树种的试样数，除欧洲云松的应压木与正常木，苦楝的心材和边材各为二枚外，其余均为4枚。据研究，认为测定某一树种的吸湿性所用试样数最少有2枚即可（Д. Н. Лекторский, 1950），本试验结果也证实了这一点。试样大小除欧洲云松的正常木和应压木，云南松的早材和晚材外，均为 $12 \times 12 \times 8\text{mm}$ （后一尺寸系顺纹），端面对试样总面积的比例为4。试样既小而又具有相当大的端面，这就使得试验进行得较快。在苏联所用试样大小也都不一，有 $2 \times 2 \times 2\text{cm}$ ， $0.3 \times 2 \times 15\text{cm}$ ， $3 \times 3 \times 1.5\text{cm}$ 等。据研究结果认为试样大小和形式对于吸湿性试验并不具有某种原则性的意义（Д. Н. Лекторский, 1950）。

除早晚材试样取自同一年轮层和心边材取自心边材交界处的两相对面以及应压木正常木试样取自同一横断面彼此相接的部分外，均取自大致在半径方向或轴向上相邻的部位。每进行试验前，除湿、热处理的威氏樟试样外，均在烘箱内按照ГОСТ 6336—52烘干到固定重量。威氏樟的试样分4种：在蒸馏水内浸透到饱和状况的湿试样，室于试样，在 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 中烘干试样，在 $152 \pm 4^\circ\text{C}$ 中烘干试样。



試样烘干并冷却后，即放到具有相应的相对湿度的干燥器内溶液表面上的銅絲網上。試样以側面立在網上彼此相隔約1cm的距离。在溫度 $39 \pm 2^\circ\text{C}$ ， $60 \pm 4^\circ\text{C}$ 進行試驗時，干燥器內放有一類似電風扇的旋轉器，借以均勻干燥器內的空氣相對濕度和溫度，以及加速吸濕過程的進行。此干燥器見上圖。

試样放置后以工業用凡士林密封干燥器，按ГОСТ6336—52經過一定時間進行稱重，直到平衡狀況而後止。稱重試样的準確性為 $\frac{1}{100}$ 克。稱重的同時還選擇容重差異很大的樹種試样，在不同溫度下和相對濕度下進行吸濕膨脹性的測定，測定的準確性為 $\frac{1}{10}$ mm。

木材的吸濕和膨脹均按ГОСТ6336—52進行計算，所獲結果分別敘述于下面。

三 試驗結果和分析

(一) 木材吸濕性

1. 不同樹種木材及同一樹種不同部分的木材吸濕性的測定

木材吸濕性不以容重為轉移 (В. А. Баженов, 1952, В. Е. Москалева, 1957)，這一結論在本試驗中也得到了相應的証實。但木材吸濕性事實上對於所有樹種是一致的 (С. И. Ванн, 1949, Л. М. Первынин 1957) 這點尚值得研究和討論。

如前所述，本試驗目的之一在於試圖探明木材吸濕性在不同樹種和同一木材不同部分間的差異。據此，作者對於導水性 and 吸水性，具有顯著差異的早晚材和心邊材部分，進行了吸濕性的測定。測定結果列在表1和表2、及圖1和圖2

早材和晚材的最大吸濕性

表 1

樹 種	早 材 或 晚 材	容 重	最大吸濕性, %
			$t = 16 \pm 2^\circ\text{C}$, $\varphi = 35\%$
云 南 松	早 材	0.494	8.77
	晚 材	0.715	9.15

從表1看出，早晚材在該種溫度，濕度下的最大吸濕性(即平衡含水率)為8.77%和9.15%，相差為0.38%。差異雖並不顯著，但在整個吸濕過程中却一直具有着這種差額，這點在圖1可看出。而早晚材的容重分別為0.494和0.715；前者小於後者達45%，相差十分明顯。顯然早晚材吸濕性的差異並不取決於容重的不同。據木材化學家的一般分析結果：晚材中木質素和五碳糖少於早材，纖維素却多於早材。而一般公認纖維素是木材中吸濕性較大的成份，而木質素則是吸濕性較小的成份 (Н. Я. Солнечный, 1949, Д. Н. Лекторский, 1950)。因此可以推論早晚材吸濕性的不甚顯著的差異可能係由於化學成份的不同。

另外從表2和圖2看出，無論是苦楝或者是歐洲松，心材的吸濕性一般都小於邊材0.5—0.9%。這種差異特別較明顯地表現在苦楝中，後者在三種不同相對濕度下，即：35%，75.7%，92%，

心材和边材的最大吸湿性

表 2

树 种	心 材 或 边 材	容 重	最大吸湿性, % $t=16\pm 2^{\circ}\text{C}$		
			$\varphi=35\%$	$\varphi=75.7\%$	$\varphi=92\%$
苦 楛	心 材	0.541	7.79	11.50	19.20
	边 材	0.491	8.85	12.05	20.40
欧 洲 松	心 材	0.489	8.22		
	边 材	0.547	9.25		

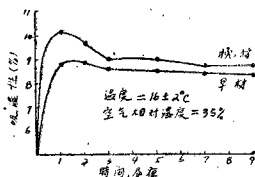


图1. 云南松早晚材的吸湿性

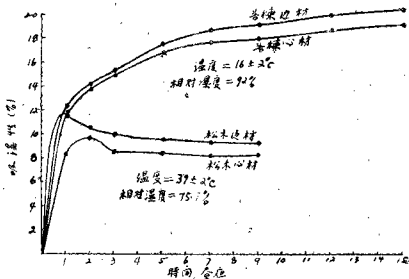


图2. 心、边材吸湿性

都是心材小于边材。差异的原因，同样地也不能用容重的不同来解释，因为在苦楛中心材容重大于边材，与吸湿性的大小正好相反。而在欧洲松中心材容重小于边材，与吸湿性的大小却好相应。显然这种差异的原因应该从其他方面去寻找。众所周知，一般在心材中含有较多的心材物质

而这些心材物质的存在就可能在某种程度上影响到吸湿性，以致造成心、边材吸湿性有些不同。

此外对于欧洲云杉的应压木和正常木进行了吸湿性的测定是具有很大的实际意义，因为通过它我们就有可能来试图阐明为什么云杉枝条具有“自然晴雨表”的作用（К. М. Набеляев，1957）。据列在表3和图3的结果，可看出在试验的初期两者吸湿性的差异比较显著，经过一晝夜后应压木为5.7%，正常木为7.35%，相差1.65%，随着试验的进行这种差异就逐渐缩小，到达平衡状态时，即第九晝夜后二者相差仅0.3%，实际上可忽略不计。这种差异的特性正好符合“自然晴雨表”的功用。雨前空气中相对湿度升高，木材则自空气中吸收水分。但正常木和应压木的吸湿速度不同，前者快于后者，因而开始时前者含水率高于后者，前者膨胀变形大于后者，结果就导致树枝向下垂。这种情况与木材干燥中的所谓“强度的第一阶段的表面硬化”现象相同。随着试验时间的延长即达到平衡含水率时，二者吸湿性的差异以及由于吸湿所发出的膨胀变形的不同逐渐缩小到几乎可以忽略不计时（当久雨后），云杉枝条就向上升起，恢复到原来位置。这种情况也有些类似木材干燥中的所谓“强度的第一阶段的表面硬化”。当然根据云杉正常木应压木两部分吸湿性的特性来解释云杉枝条具有“自然晴雨表”的作用只是解释了问题的一部分，企图全部阐明尚需作进一步的其他的试验研究。

造成云杉正常木和应压木吸湿性的不同，也不可能用容重来解释，前者容重甚小于后者，与吸湿性的大小相反。据文献记载应压木与正常木比较由于纤维素的减少而含有较多的木质素（А. С. Спрена，1954），如前所述，这也就可能导致正常木应压木的吸湿性差异的原因之一。

应压木正常木的吸湿性

表3

樹 种	应 压 木 正 常 木	容 重	吸湿性%， $t = 16 \pm 2^{\circ}C$ ， $\varphi = 35\%$					
			1 天	2 天	3 天	5 天	7 天	9 天
欧洲云杉	应 压 木	0.856	5.70	7.85	8.15	8.15	8.15	8.15
	正 常 木	0.654	7.35	8.70	8.45	8.45	8.45	8.45

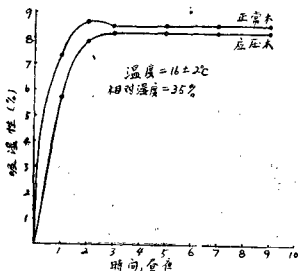


图3. 云杉正常木和应压木的吸湿性

綜上所述我們可以得出一個相應的結論：木材的吸濕性是不以容重為轉移的，而且早、晚材和心、邊材之間吸濕性的微小差異（低於1%）實際上可忽略不計。

這樣我們來進行分析列在表4和圖4的資料就可能比較清楚。具有不同容重的五個樹種木材在三種不同的相對濕度下都很有規律地具有不同的含水率。五個樹種間吸濕性的差異在相對濕度 $\varphi=35\%$ 時為1.66%， $\varphi=75\%$ 時為2.12%， $\varphi=92\%$ 時為3%，不可忽略不計。據安徽蕪湖市商用木材平衡含水率研究（柯炳凡，1955）一、二年平均溫度為 16.72°C ，相對濕度為78.4%時不同

不同樹種在不同相對濕度下最大吸濕性

表4

樹 種	容 重	最大吸濕性%， $t = 16 \pm 2^{\circ}\text{C}$		
		$\varphi=35\%$	$\varphi=75.7\%$	$\varphi=92\%$
Quercus hui	1.042	8.46	12.86	21.35
Quercus acutissima	0.792	7.92	12.22	20.73
Mitrephora thorelii	0.753	8.02	12.17	19.45
Cinnamomum wilsonii	0.579	7.25	11.17	19.29
Alnus nephrolepis	0.498	6.80	10.72	18.35

樹種間木材平衡含水率的差達6.46%。這一情況也可以從另外一方面得到說明，如本試驗威氏樺在 $t=16 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $\varphi=75.7\%$ 時實際測得平衡含水率為11.17%，若根據蘇聯 $t^{\circ}\text{C}-\varphi\%-Wp\%$ 表則為14%，相差3.5%左右；又如柯氏試驗中白榆在 $t=16.72^{\circ}\text{C}$ 、 $\varphi=78.4\%$ 時實際測得平衡含水率為9.91%，而按 $t^{\circ}\text{C}-\varphi\%-Wp\%$ 表則為15.2%，相差6.2%，可謂顯著。當然造成後兩者的差異，吸着滯後現象也是其中原因之一。

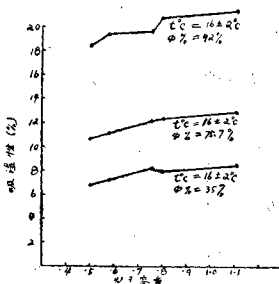


圖4. 不同容重樹種的木材的最大吸濕性

此外，樹種不同吸濕速度也不一樣，達到平衡狀態所需要的时间長短也不一。列在圖5的曲綫便可說明這一點。胡氏樺和滇赤楊在 $t=16 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $\varphi=92\%$ 時，前者經12晝夜後始達到平衡，

而后者僅經 9 晝夜后；在 $t=16\pm 2^{\circ}\text{C}$, $\varphi=75.7\%$ 时, 前者 9 晝夜后, 后者 5 晝夜后；在 $t=16\pm 2^{\circ}\text{C}$, $\varphi=35\%$ 时, 則分别为 5 晝夜后和 3 晝夜后。

基于以上結果可以認為木材吸湿性对于所有树种事实上并不大一致。

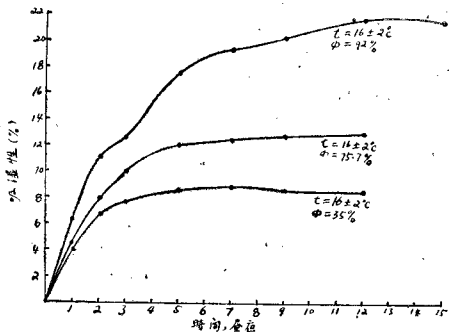


图5—1. 胡氏櫟在相同温度和不同湿度下的吸湿性

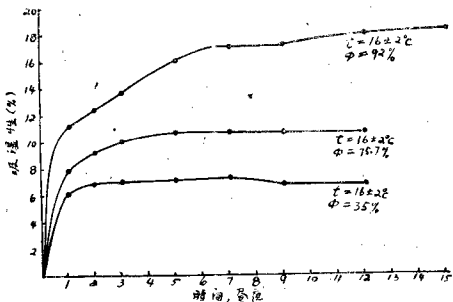


图5—2. 滇赤楊在同一温度下不同相对湿度下的吸湿性

2 不同空气温度和相对湿度中木材吸湿性的测定

表4, 5和图6, 7表明, 在温度一定而相对湿度不同时, 所有各种木材平衡含水率均随着相对湿度的增大而升高, 反之相对湿度一定而温度不同时, 则木材平衡含水率随温度上升而减小。前者每增加 $\varphi=1\%$ 时, 木材含水率升高0.121%; 后者每减少 $t=1^\circ\text{C}$ 时, 木材含水率增加0.0714%。

在不同温度下木材的最大吸湿性

表5

树 种	容 重	最大吸湿性, %, $\varphi=75.7\%$		
		$16\pm 2^\circ\text{C}$	$39\pm 2^\circ\text{C}$	$60\pm 4^\circ\text{C}$
胡 氏 櫟	1.042	12.86	10.22	8.92
威 氏 樟	0.579	11.17	9.17	8.70

在試驗測定过程中还观察到这样的情况, 在空气温度和相对湿度不同时, 木材的吸湿速度也不一致, 随着相对湿度的上升、温度的下降, 达到平衡状态时所需的时间愈长。图5, 8就表明了这种现象。如胡氏櫟在温度一定($16\pm 2^\circ\text{C}$)相对湿度92%时, 木材吸湿9昼夜后始达到平衡, 相对湿度75.7%时9昼夜后, 相对湿度35%时5昼夜后。反之在相对湿度一定(75.7%), 温度 $16\pm 2^\circ\text{C}$ 时, 达到平衡的时间为9昼夜后, $39\pm 2^\circ\text{C}$ 时为3昼夜后, $60\pm 4^\circ\text{C}$ 时为2昼夜后。

根据这些结果, 显然可见, 木材吸湿性与其周围空气的温度, 相对湿度有着紧密的联系。在这种联系中又以相对湿度影响较大。

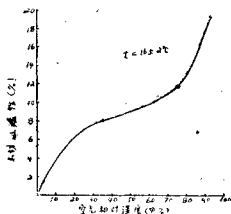


图6. 木材吸湿性与空气相对湿度的关系曲线

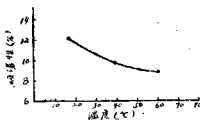


图7. 木材吸湿性与温度的关系曲线

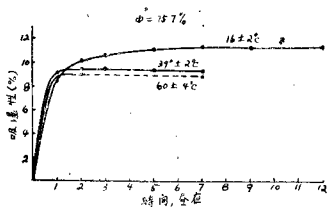


图8-1. 在同一湿度不同温度下威氏樟木材吸湿性

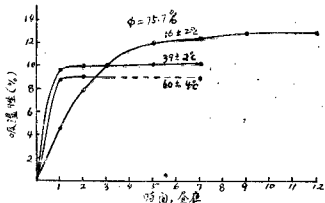


图8-2. 在同一湿度不同温度下胡氏櫟木材吸湿性

3. 試样的湿、热处理对木材吸湿性的影响

不僅不同樹種的木材吸湿性有所差別，即使同一木材經過不同處理後其吸湿性也不相同。如图9：室干試樣在整个試驗過程中含水率沒有發生變化，為9.57%。若以此為準，無論濕處理或

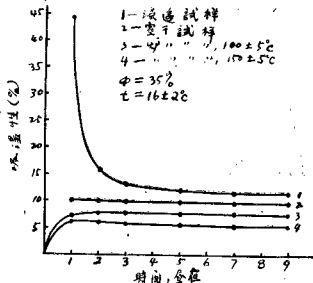


图9. 濕處理和熱處理木材的吸湿性

热处理都将引起木材吸湿性的变化，前者上升至11.5%，后者下降至5.42%—7.25%。而热处理试样吸湿性减小的程度又以干燥时温度的高低而定，愈高则减小愈多，例如在100±5°C中干燥后，减少2.32%，在152±4°C中干燥后，减少4.15%。

试样的干燥所引起吸湿性的下降可能从三方面来解释。在吸着过程中由于木材微晶体表面吸着水分的同时还吸着一部分气体，因此在吸着时微晶体间的水层的厚度则比蒸发时为薄(Л. М. П. С. Серговский, 1955), Перельгин, 1957)。其次,可能干燥后($t < 100^{\circ}\text{C}$)木材细胞壁物质的物理化学状况发生变化(Л. Н. Лекторский, 1949)。或者具体说,由于干燥,纤维素具有吸着能力的无定形部分减少,以及部分木质素融化并渗透到纤维素中去,这些都足以引起木材吸湿性的降低(А. П. Берсенева, 1957)。另外也可能由于在干燥过程中($t > 150^{\circ}\text{C}$)木材的化学组成,发生变化—五碳糖减少,木质素增多,并且随着温度的增高愈大则五碳糖的减少和木质素的增多就愈显著。列在表6的数据显然表明这种变异(И. В. и Инский 1937)。

表 6

木材的成分	树 种	自然的木材	在下列温度下加工后的木材		
			150°C	200°C	250°C
五碳糖的含量	山 毛 櫸	23.8	23.5	11.6	0.9
	云 杉	12.3	11.3	7.1	0.9
木质素的含量	山 毛 櫸	23.3	25.0	31.0	45.2
	云 杉	27.9	29.0	30.4	60.2

木材的干燥虽引起木材化学组成部分发生变化,但对于木材强度并未引起相应的降低。在温度150—230°C干燥后,木材顺纹抗压并未发生多大影响,如松树减少10—15%($W = 15\%$ 时),榆树减少16%;在温度155—190°C干燥后,榆木冲击弯曲未发生变化,但其弦向劈开强度减低显著,而松树、云杉弦向劈开则减低很小;在155—190°C干燥后,木材静曲有某些增加(Л. Н. Лекторский, 1950)。

木材干燥既使木材吸湿性变得减低而木材强度又未相应减弱,这一现象显然对于实际具有一定的意义。此外,根据上述结果,可以认为在研究木材吸湿性时,测定前试样进行干燥与否($100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ 中)需根据具体情况和试验目的而定,否则将由于干燥而使吸湿性的数值变小。

4 刚竹吸湿性测定

除进行测定几种木材外,还测定了刚竹的吸湿性。测定结果列在表7和图10。试样分三种,系取自外层,内层和全层(厚度方向)。内层吸湿性最大为7.00%,外层最小为6.52%,全层介于其中为6.67%。与木材比较则较小,如图11。

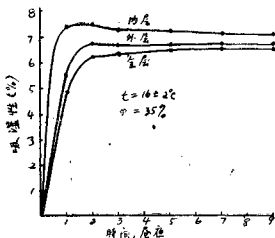


图10. 内、外、全层竹材的吸湿性比较

竹材的最大吸湿性

表7

树 种	试 样	最大吸湿性% $t = 16 \pm 2^\circ\text{C}$ $\phi = 35\%$
刚 竹	外 层	6.52
	内 层	7.00
	全 层	6.67

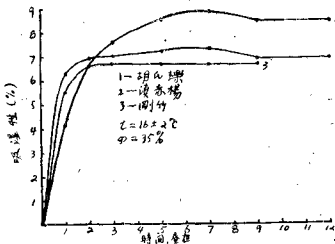


图11. 木材与竹材吸湿性的差异

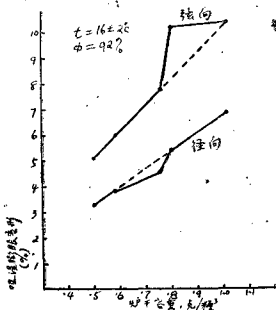


图12. 不同容重树种木材的吸湿膨胀

(二) 木材吸湿膨胀

在测定吸湿性的同时，对于木材吸湿膨胀也进行了测定，其结果分别列在表 8，9，10 和图 11，12，13，14。

木 材 吸 湿 膨 胀

表 8

树 种	方 向	吸 湿 膨 胀 % $t=16 \pm 2^{\circ}\text{C}$		
		$\varphi=35\%$	$\varphi=75.7\%$	$\varphi=92\%$
Quercus hui	径 向	1.86	4.05	6.86
	弦 向	3.26	4.46	10.46
Quercus acutissima	径 向	1.80	2.9	5.4
	弦 向	2.60	5.3	10.2
Mitrephora thorelii	径 向	1.4	3.3	4.85
	弦 向	2.1	4.3	7.77
Cinnamomum wilsonii	径 向	1.6	2.02	3.8
	弦 向	2.2	3.80	6.0
Alnus neprolepis	径 向	1.06	2.22	3.3
	弦 向	1.40	2.42	5.02

由表 8 可见，不同容重的树种具有比较明显不同的吸湿膨胀。例如在 $t=16 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ； $\varphi=92\%$ 时，胡氏栎在径向比滇赤杨大 104%，在弦向大 191%。图 9 的曲线除一点偏离直线外，其余均在直线上。显然容重对于木材吸湿膨胀有着一定的影响。

木材吸湿膨胀与相对湿度也紧密地联系着。如表 8，在 $t=16 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ， $\varphi=35\%$ 时，胡氏栎径

向膨脹為1.86%弦向為3.26%；而在 $\varphi=92\%$ 時，前者為6.86%，大369%，後者為10.46%，大348%。這種情況在圖13中得到了更顯著的說明。顯然隨着相對濕度升高，則吸濕性增大，吸濕膨脹亦顯著增加。

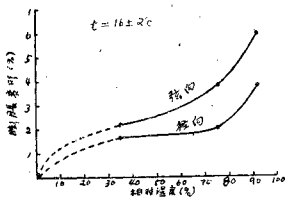


圖13. 胡氏櫟、威氏樟木材吸濕膨脹與相對濕度的關係曲線

除與相對濕度，容重有着顯著關係外，空氣溫度也起着明顯的影響。如表10，圖14。再以胡氏櫟為例，在 $t=16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 時，徑向膨脹為2.02%弦向為3.8%。但在 $t=60\pm 4^{\circ}\text{C}$ 時前者為1.6%，降低79%，後者為2.41，降低63.5%。

不同溫度下木材吸濕膨脹

表9

樹種	容重	方向	吸濕膨脹% $t=16\pm 2^{\circ}\text{C}$		
			$\varphi=35\%$	$\varphi=75.7\%$	$\varphi=92\%$
胡氏櫟	1.042	徑向	1.86	4.05	6.86
		弦向	3.26	4.46	10.46
威氏樟	0.579	徑向	1.6	2.02	3.8
		弦向	2.2	3.8	6.0

不同溫度下木材吸濕膨脹

表10

樹種	容重	方向	吸濕膨脹% $\varphi=75.7\%$		
			$16\pm 2^{\circ}\text{C}$	$39\pm 2^{\circ}\text{C}$	$60\pm 4^{\circ}\text{C}$
威氏樟	0.579	徑向	2.02	1.60	1.60
		弦向	3.80	2.47	2.41
胡氏櫟	1.042	徑向	4.05	2.40	2.20
		弦向	4.46	3.95	3.47

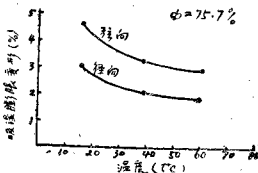


图14. 胡氏櫟、滇赤楊木材吸湿膨胀与空气温度的关系曲线

同样地在温度不同时，试样膨胀达到平衡时所需的时间也不一定，温度愈高则时间愈短，反之则愈长。如图14，在 $t=16\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时，达到平衡为5昼夜后， $t=39\pm 2^{\circ}\text{C}$ 时，为1昼夜后。

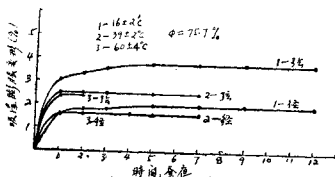


图15. 威氏櫟在同一相对湿度不同温度下的吸湿膨胀

综上所述，除与容重关系外，木材吸湿膨胀与吸湿性完全一致。

四、結 論

1. 木材吸湿性实际上并不以容重为转移，但不同树种是或多或少具有某些不同的吸湿性。在制定我国 $t^{\circ}\text{C}-\varphi\%-\omega\%$ 表时，最好选择一定量的具有代表性的树种。

2. 在导水性和吸水性方面具有显著差异的早、晚材和心、边材对于吸湿性几乎可以认为相同。制作供吸湿性用试样时可以不考虑其部位。

3. 空气温度和相对湿度对于木材吸湿性具有非常明显的影响，在一定的温湿度状况下研究木材吸湿性时，必需使试验条件保持恒定。

4. 试样的干燥引起吸湿性的降低，而降低的程度又随干燥时温度的高低而变化。

木材干燥既引起吸湿性的降低，而其强度又未相应的减弱，这种情况可试用为降低木材吸湿性手段之一。

5. 在木材自空气中吸收水分的同时发生吸湿膨胀。除与容重关系外，二者与空气的温度、相对湿度的关系完全一致。

6. 刚竹吸湿性一般说来比木材小。

五. 参 考 文 献

1. 周 平: 木材化学讲义, 安徽农学院林学系, 1954。
2. 柯病凡: 木材材性学讲义, 安徽农学院林学系, 1954。
3. 柯病凡: 蕪湖市商用木材平衡含水率的研究, 1954, 1955。
4. 唐 燾: 木材之水分, 西南木材館特刊, 1944。
5. 鄭止善: 木材密干法
6. 王長生: 木材干燥, 1955。
7. 松本文三: 木材干燥法, 1949
8. Н. Н. Чулицкий: Исследование факторов и характеристик режимов сушки древесины, 1934.
9. Д. Н. Лекторский: Гигроскопичность древесины и её изменение под влиянием тепловых антисептических агентов, 1950
10. В. А. Баженов: Проницаемость древесины жидкостями и её практическое значение, 1952.
11. В. Е. Мискалова: Водопоглощение, разбухание и влагопоглощение древесины в связи её строением, 1957.
12. Л. М. Перелыгин: Древесиноведение, 1957.
13. С. И. Ванин: Древесиноведение, 1949.
14. Н. Я. Сонечник: О гигроскопичности древесины и её составных частей, 1949.
15. А. С. Сергеева: Химия древесной целлюлозы, 1954.
16. ИВ и Ийский: Термическая обработка при производстве древесины, 1937.
17. А. С. Ушков: Влажность древесины и фанеры при температурах, соответствующих условиям хранения, 1933.
18. К. К. Гыдтиный: Влияние температуры сушки на влаго- и водопоглощение древесины сосны, 1958.
19. П. С. Сергоский: Расчет процессов высыхания и увлажнения древесины, 1952.
20. Д. Н. Лекторский: О повторных воздействиях некоторых физических факторов на гигроскопичность древесины, 1949.
21. П. С. Сергоский: Вопросы статика сушки и увлажнения древесины, 1955.
22. П. С. Сергоский: Гидротермическая обработка древесины, 1953.
23. Н. С. Седюгин: Сушка древесины, 1949.
24. А. П. Берсеев: Влияние высокой температуры на гигроскопичность древесины, 1957.