

木材變性

鄭止善編

商務印書館



材 木 性 變

編 善 止 鄭

館 書 印 務 商

變 性 木 材

鄭 止 善 編

★版權所有★

商 務 印 書 館 出 版

上海河南中路二一一號

中 國 圖 書 發 行 公 司 發 行

商 務 印 書 館 北 京 廠 印 刷

(62948)

1953年4月初版 印數1—3,000

定價¥3,400

前 言

木材是極重要的原材料，它具有許多優點。但是從利用方面來看，它也有很多缺點。如果能將它的缺點盡量減除或改變，木材就更能適合使用，更能發揮效用，並且達到節約木材、保育森林資源的目的。

木材的缺點既然很多，改變木材缺點的方法自然也不少。木材工藝學者對於木材的天然性缺陷及乾燥缺陷的減除、木材的保久、木材的防燃、小材大用以及製材技術上的改進，曾經多方努力實驗改進辦法，獲得了相當的成就。

改變木材缺點，最重要的是吸濕性的減除和闊度的穩定。這個問題的研討及解決尚在發展階段。在現代木材工業中已有數種變性木材做出，在軍工飛機用材及工業器材上佔有重要地位。

這本書對於木材的優缺點、缺點的改善、闊度的穩定、活性樹脂的重要性質、變性木材的種類及性質，以及重要變性木材如膠定木、膠壓木、壓定木、脲變性木材、水解木料、膠壓紙板等的製造方法、性質、用途等，均作了介紹，希望對於木業界工作同志、木材工藝學者、航空、建築及森林等科的專業學員都能有一些參考的價值。

目 次

前言	1
一 木材的優缺點及其改善	1
1. 木材的優點及缺點	1
2. 木材缺點的改善	2
二 木材闊度的穩定	4
1. 表面塗劑法	4
2. 吸濕性藥劑處理法	6
3. 加熱處理法	7
4. 木材氫氧基的化學性固定法	7
三 活性樹脂的重要性質	9
1. 固體含量	9
2. 水溶度	11
3. 黏度	12
4. 顏色	12
5. 酸鹼度	13
6. 抗縮效率	13
四 變性木材的種類及性質	14
1. 變性木材的種類	14
2. 變性木材的性質	15
五 膠定木	17
1. 總說	17

2. 處理法	18
3. 膠定木的性質	23
4. 膠定木的用途	26
5. 膠定木與普通木材性質的比較	26
六 膠壓木	27
1. 總說	27
2. 膠壓方法	30
3. 膠壓木的性質	35
4. 膠壓木的用途	37
5. 膠壓木的性質表	39
七 壓定木	40
1. 總說	40
2. 壓製法	41
3. 壓定木的性質	46
4. 壓定木的用途	46
八 脲變性木材	47
1. 脲熱塑木	47
2. 脲木層板	48
3. 脲熱塑木的性質	49
4. 脲醛熱定木	49
5. 二甲基脲定木	51
九 木質塑料	58
1. 木材是一種塑料	58
2. 水解木料	60
3. 膠壓紙板	61

變性木材

一 木材的優缺點及其改善

1. 木材的優點及缺點

一般人把木材大都看作是一種簡單而普通的原材料，容易取得，便於使用，對它無須再作深入的認識。其實，木材和其他許多物質一樣，也含着很多的科學知識。木材在有史以前就被人類利用，現在依舊是最普通而熟知的重要建築材料之一，但我們對於木材，並沒有像對於橡膠、鋼鐵、煤、電木甚至棉花，作過充分的研究。因此，木材工業是比較落後的，在利用上就難免浪費，既未盡量發揮木材固有的優點，更沒有注意改變木材的缺點。

木材是由樹木長成的。天然生成的木材給與我們人類很大的用途。木材的優點主要是：(1)容易取得；(2)容易加工處置，可以做成各種形式；(3)質輕，能浮於水；(4)強度大；(5)具有絕緣性，是比較的不良導體，膨脹係數小；(6)可以膠合，或用螺釘及嵌接器結合；(7)具有音波吸收及共振能力；(8)便於油漆；

(9)具有美觀花紋；(10)木材質容易解離，經化學藥品處理後，可做成木漿、紙張及人造絲等物。

木材雖然具有這許多優點，但是從利用方面來看，也還有不少的缺點。木材的缺點是：(1)具有吸濕性，不能防水，因天氣變化，隨空氣中濕度高低而吸收或放出水分，本身即發生收縮、膨脹及翹曲現象；(2)強度不一致，順紋方向容易分裂；(3)比較軟弱，不適於若干建築用途；(4)易受化學藥品作用的影響，削弱其強度及其他性質；(5)易受真菌寄生而變色腐敗；(6)易受昆蟲及海水鑽孔動物侵害而敗壞；(7)具有天然性缺陷，如節疤、樹脂囊、壓性木材、脹性木材、錯雜紋理等；(8)不易乾燥，並且在乾燥時容易發生隙裂、開裂、翹曲、表面硬化及崩潰等現象；(9)容易燃燒，但從另一方面說，這一點也可說是一種優點；(10)樹木生長不快，不够高大，比較貴重的木材產量不多。

2. 木材缺點的改善

近來，木材工藝學者運用科學的知識及技能，極力設法減除或改變木材的缺點，使木材更適於使用，更擴大其效用；同時亦符合了節約木材、保育森林資源的要求。

木材的缺點既然不少，改變木材缺點的方法也很多。例如，木材生理學者從森林撫育改進上着手減除木材的天然性缺陷，增進木材的品質。新式的人工乾燥技術使木材適當地迅速乾燥，並且使木材的乾燥缺陷，如隙裂、開裂、翹曲、蜂窩裂、表面硬

化、崩潰等現象減到最少。木材保存技術使木材本身吸收毒性化學藥品，不適用於真菌的寄生、昆蟲及動物的蝕害，延長了木材的使用年限，並且使容易敗壞的劣等木材亦能耐久，適於使用。木材防火處理使木材吸收或塗附藥劑後，不易燃燒或緩和火勢的蔓延。木材製造技術的改進使木材強度趨於均勻一致，例如將木材切成薄木片，再膠合成膠板（俗稱三夾板）；不够長的木材，利用膠合及嵌接也可以成為棟樑之材。由於這些各方面的努力，木材的缺點已經克服了不少，但並沒有完全加以控制。木材缺點中最嚴重的一點就是吸濕性。因為木材具有吸收及放出水分的性質，它的闊度就無法穩定，隨時隨地受着空氣濕度的變動而吸放水分，隨着就發生膨脹或收縮現象，最後就發生隙裂、開裂、翹曲及敗壞現象。因此，總結一句話，木材的吸濕性大大地限制了它的利用度。

木材工藝學者對於如何減低木材吸濕性，使木材闊度趨於穩定的重大問題，曾經做了不少的探討工作。就現在的發展階段來說，改變木材性質，增加木材強度，穩定木材闊度的工作，祇獲得了初步的結果。在現代木材工業中雖然已經有了數種變性木材的處理製造，但是仍在發展階段，尚未成爲一種廣大獨立的木材工業部門。木材變性處理與木材保存工業有相當的關係，因為木材保存工業上的各種設備亦適於木材變性處理之用；而且木材經過變性處理後，亦具有抵抗腐敗、白蟻及海水鑽孔動物的危害。變性木材在飛機用材及工業器材上佔着很重要的地

位，因此對於國防及其他工業的發展上有着很密切的關係。

二 木材闊度的穩定

木材性質上最需要加以改進的是闊度的穩定。由於這種性質在木材利用上的重要，及其在各種變性木材上的密切關係，所以在這裏先作一個說明。穩定木材闊度的方法可別為四種，分述如次：

1. 表面塗劑法

穩定木材闊度的最普通的方法是對於木材的毛細管構造施加表面塗劑或內部塗劑。這類處理已經證明能阻滯木材的吸濕率及膨脹率，但並不能減少木材在長期曝露情況下的最終膨脹量。

假使木材可以被一種完全能防水的物質所包圍的話，木材的膨脹是能被阻止的。很不幸的，一切已知的而能塗附於木材的塗劑多少能被濕氣通過。表面塗劑雖然並不能阻止水分的通過，但確能阻滯水分的滲透；因此在相對濕度變動很快的情況下，這類塗劑確能有效地減少木材的膨脹及收縮。這類塗劑能充分地減低木材的吸濕率，減少木材內部濕氣傾度的尖銳性，由此乃能減低木材中所產生的應力，這種應力是使木材發生凸紋理、翹曲及隙裂等缺陷的主要原因。不過，這種塗劑並不能防止

門窗等長期曝露於高相對濕度下時所發生的累積性加重的膨脹作用。

用不活性蠟質或天然樹脂處理木材，亦具有減低木材膨脹及收縮的作用。採用一種水及蠟質的相互溶劑，如乙基乙二醇醚 ($\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OC}_2\text{H}_5$)，先使取代細胞中的水分，然後使蠟質進入細胞壁的構造中，取代此溶劑，則木材的膨脹速率就變為極慢，但其最終膨脹量並無減少。

讀者就下文所說的三種實驗結果作一思考，當能明白用抗水性物質塗施於木材內部構造上以減少木材膨脹及收縮的困難原因了。

取小形木塊三方，各邊尺寸約為 $\frac{1}{8}$ 吋(0.3厘米)，用三種不同方法來處理。第一種處理法是用能溶解木材中纖維素及半纖維素的溶劑處理，祇剩木質素膠合物質存在於木塊中，如此處理後，木材體積仍保持原來大小。這種結果是不值得驚奇的，因為通常都認為木材是像磚牆那樣的東西，纖維素代表磚塊，木質素代表磚塊間的泥灰。按理論來說，細胞壁是可以溶解的，所剩僅是各細胞壁間的木質素，呈現連續的固體結構而存在。第二種處理法是用一種化學藥品將另一小木塊中的木質素溶解，祇剩纖維素及半纖維素存在於原來大小的木塊中。在這種處理情況下，各細胞壁就分離解體了。第三種處理法是將另一小木塊在控制的情況下使木塊中全部有機物燃燒，其結果祇剩下一種無機灰分的連續性構造，灰分的重量祇是原來木材重量的千

分之幾而已。

這三種實驗處理指出木材構造成分中每一種都是連續性的，即每一種連續性成分的網狀體是與其他連續性成分的網狀體交織着的。根據這個基準，可知塗加於木材毛細管構造的內部塗劑，只要有一些隙縫存在時，即可容許水分浸入木材，最後必分佈於整個木塊中。要使木材的內部塗劑十分完整或像表面塗劑同樣地厚是不可能的。由於這個原因，內部塗劑的防水性能常較表面塗劑為差。當表面塗劑剝落時，例如窗框的表面塗漆，則內部塗劑多少亦能減低水分的吸收率，因之可以減少木材的脹縮性，但是在長期的高相對濕度情況下，便不能阻止窗框的膨脹，因此窗框就很緊塞，開閉不便了。

2. 吸濕性藥劑處理法

穩定木材闊度的另一種方法是使木材全部或局部保持膨脹狀態。當木材用高濃度的吸濕性藥劑，如食鹽、糖類處理時，由於這類藥劑減低了水分汽壓的原故，能使木材保持比其在流行的空氣相對濕度下所能正常保持的水分為多。例如，木材含水量在纖維飽和點時，若飽含食鹽，則在相對濕度尚未降低到75%以下時將不致發生收縮。經食鹽處理後的木材的最終爐乾收縮量亦同樣地因食鹽溶液(即水分)的蒸發，食鹽沉積於細胞壁中，發生膨大作用而減低了。木材用氯化鉀飽和溶液處理，當空氣相對濕度尚未下降到11%以下時，並不收縮。這種相對濕度，

即使在很乾燥的情況下亦是很少存在的。這類吸濕性藥劑處理的困難點有三：(1)木材在飽和溶液的相對濕度以上的情況下太濕、太黏；(2)在這種情況下，木材呈現滴水現象，又從空氣中吸收水分，更行滴水，結果使藥劑流失；(3)濕材的強度約為木材含水量 12% 時的強度的二分之一弱。這就說明了用這類方法穩定木材闊度，在實用上是不合宜的。

3. 加熱處理法

將木材過分加熱，可以減少木材的吸濕率及其膨脹收縮的趨勢，這是很熟知的事實。然而，木材加熱以後，強度有喪失，木材顏色亦變暗，而且木材內部發生三種化學變化：(1)木材組成上喪失水分，可能形成醚基，水分從兩個相鄰的氫氧基中分裂析出；(2)纖維素及木質素氧化；(3)一切有機物質碳化。醚基的形成是有益的反應，因為醚基的吸濕性比醇基的吸濕性為小。雖然碳化及氧化可能略為減低木材的吸濕性，但都具有削弱木材強度的有害作用。木材在控制的無氧化發生的情況下加熱，可以穩定其闊度，這一方法將於後文討論。

4. 木材氫氧基的化學性固定法

從前文所說各種穩定木材闊度的方法，可以推知最需要的是採用一種物質，能與木材中的纖維素及木質素中的氫氧基(-OH)相結合，使這種氫氧基不能再吸收水分。然而，凡是能

選擇性地附着於木材分子的氫氧基上的物質本身，亦是吸濕性的，而且是溶於水的。木材工藝學者認為要克服這種困難，必須採用一種吸濕性而能溶於水的物質，而且這種物質與木材結合後，即能轉變為非水溶性物質。苯酚及甲醛是製造酚醛合成樹脂的原料，都是能被木材選擇性地吸附的。這兩種化學藥品的水溶液，能使木材膨脹，比木材浸於水中時的膨脹度為大。當這兩種化學藥品的溶劑（即水）從木材中蒸發後，再加入少量的鹼性接觸劑，然後加熱，則苯酚與甲醛就起反應，形成樹脂狀物質，存在於細胞壁構造中。一般相信，如此形成的樹脂是與木材中的纖維素及木質素中的氫氧基成化學性結合的。因此這種樹脂就成為木材的一種化學部份，並不是機械地沉積在木材的粗毛細管構造中的。照這樣說來，木材細胞壁構造中全部形成一種酚醛樹脂後，即能減低木材的吸濕性以及平衡膨脹和收縮的 25% 乃至 35%。假使採用一種預先即起反應的苯酚甲醛樹脂作為處理劑時，則這種樹脂祇能進入木材的粗毛細管構造中，呈現一種塗劑性質了。這種預先聚合的樹脂，雖然能減低木材的膨脹及收縮速率，但並不能減低木材的最終膨脹及收縮量。因此這種樹脂的作用，恰如前文所說的蠟質及天然樹脂的性質一樣。學者們曾經研究過許多種樹脂形成的方法，就中以苯酚甲醛合成樹脂對於木材闊度的穩定最為有效。用脲甲醛合成樹脂處理木材，沉積在木材細胞壁構造中所能減低的木材膨脹及收縮率，約當酚醛合成樹脂所能達成的效果的一半。用多種熱塑

性樹脂形成方法試驗時，並不能減低木材的平衡膨脹性及收縮性，這是因為沒有一種單性聚合體具有與木材所必要的親和力。到目下為止，減低木材平衡膨脹及收縮的最有效方法，即如前文所述，是將活性化學藥品與木材細胞壁構造中的氫氧基相結合並固定，就中以酚醛樹脂形成法最為有效。

三 活性樹脂 (Resinoid) 的重要性質

膠板工業上所用的合成樹脂 (Synthetic Resin)，現在已經發明和製造的，種類已達到數十種之多。根據最近的研究，最適於木材變性處理用的合成樹脂是苯酚甲醛類活性樹脂。活性樹脂這個名詞是指尚未起聚合或縮合作用的樹脂形成物質而說的。木材經過適當的活性樹脂處理後，其吸濕率及平衡膨脹率就變低，抗剪強度增大，其他強度性質亦加強。木材變性處理上所用的活性樹脂應具備的性質是：(1)固體含量高；(2)容易與水混和；(3)耐貯藏；(4)黏度低；(5)顏色淺淡；(6)具有使木材膠合並穩定的性能。

1. 固體含量

比較各種活性樹脂的優劣，必須了解它的固體含量。按照規定的固體含量標準，就可比較各種樹脂的成本的高低。測定樹脂固體含量的方法是用開放皿法，或秤量瓶法。取直徑一吋

(2.5 厘米)的蒸發皿，盛取少許樹脂溶液，通常約 1.54 喱(一克)左右，秤定重量後，置於乾燥箱中，在 203°F (95°C)加熱經 24 小時，使其縮合乾燥，再秤定其重量，算出固體含量。這種方法並不十分精確，因為樹脂溶液加熱時，有少量苯酚及甲醛揮失，其揮失量因樹脂的縮合度、乾燥箱中的溫度及通氣、試樣的分量及蒸發皿的直徑而異。防止苯酚甲醛揮失的辦法是：秤量少許樹脂後，加入濃鹽酸三滴，在室溫下靜置 15 分鐘，樹脂即行膠化，即置入乾燥箱中，在 248°F (120°C) 乾燥三天，再取出秤量，算出其固體含量。本法的缺點是：當樹脂縮合固化時，放出鹽酸氣體，對於乾燥箱有害；若活性樹脂中含有游離鹼時，則將與鹽酸結合，形成一種鹽類，致使固體含量有加重的趨勢；若加用一種非揮發性的酸類，則在中和作用時所放出的水份，必在活性樹脂固化時蒸發，有使固體含量減低的趨勢。另一種精密測定法，取直徑 $1\frac{1}{2}$ 吋(4 厘米)、長 6 吋(15 厘米)的小玻管一根、細銅絲一根，銅絲用金鋼砂布擦淨，拉直，一端捲曲，俾插入小玻管時適能位於玻管的中央。這個小玻管用精密天秤秤量到 0.0154 喱 (0.0001 克) 的精密度，然後加入少量活性樹脂，約一克左右，再行秤量，插入銅絲。於是將這玻管裝入直徑 $\frac{3}{4}$ 吋(2 厘米)、長約 7 吋(16 厘米)的銅管中，銅管兩端各附有螺旋帽蓋，用電焊固封，置於乾燥箱中，在 203°F (95°C) 加熱，經 18—24 小時，取出將銅管上端的螺旋帽蓋融開，從玻管中取出附於銅絲上的固化樹脂，碎折為小段，置乾燥箱中，在 248°F (120°C)

乾燥三天，待重量不變為止，算出固體含量。多種活性樹脂的固體含量約在 50% 以上乃至 100%。

2. 水溶度

活性樹脂應具有高的水溶度，這一點對於木材闊度穩定是很重要的。木材闊度的穩定有賴於活性樹脂擴散入細胞壁構造中，並與木材的活性基（即氫氧基）相結合。縮合性最少，分子量最低的活性樹脂最能達成這種擴散及結合作用。通常凡具有高水溶度的活性樹脂，其縮合性是最低的。不過這一點並非絕對如此，因為有少數聚合性大的活性樹脂，加入促溶劑後，例如加用強鹼類後，亦能增加其水溶度。

容易與水混和的活性樹脂，復能使處理溶液稀釋到很低的固體含量，便於行特種處理工作。根據多次試驗結果，薄木片用活性樹脂行密閉筒法處理後，在非乾燥情況下所必須保持的時間的長短，主要看木材所吸收的處理溶液分量與木材中總空間體積的比率而定。如果一種緻密木材的全部空間體積充滿樹脂溶液時，則活性樹脂在數秒鐘內即可擴散入細胞壁中。但假使一種輕材必須吸收二倍或三倍的樹脂溶液方能充滿空間時，則可能有若干部分尙未有樹脂進入；在這種情形下，常須經過兩天的擴散時間，方能使樹脂遍佈木材各部。

處理木材的膨脹度，是表示活性樹脂滲入木材細胞壁中的程度的一種直接尺度。根據經驗，凡處理低密度木材時，以採用