

华东华中区高等林学院(校)教学用书

木材加工材料学

(初稿)

华东华中区高等林学院(校)教材编审委员会编著

中国林业出版社

华东华中区高等林学院(校)教学用书



木材加工材料学

(初稿)

华东华中区高等林学院(校)教材编审委员会编著

中国林业出版社

1959年·北京

华东华中区高等林学院(校)教学用书

木材加工材料学

(初稿)

华东华中区高等林学院(校)教材编审委员会编著

*

中国林业出版社出版、发行

(北京安外和平里)

北京市书刊出版业营业许可出字第007号

北京东单印刷厂印刷

850×1168毫米 1/32 开本 印张10 191,000字 1959年9月 第一版

1959年9月 第一次印刷 印数:0001—1,000册 定价:1.20元

书号:(内) 91

前 言

木材加工材料学是木材机械加工专业的一門重要課程。过去基础很差，既沒有編写出版过教科書，又缺乏必要的參考資料，因此在教学上感到許多困难。1958年大跃进以來，很多林业院系都設立了木材机械加工专业，因此，現在編写出版一本这方面的教材，就显得更为迫切需要。

为了貫徹“教育为无产階級政治服务，教育与生产劳动相結合”的教育方針，南京林学院一部分师生自去年十月下放到上海地方国营木材一厂，进行劳动鍛炼。通过数月的劳动鍛炼、生产实践，不仅提高了我們的思想水平，使我們进一步地認識到教学工作紧密地結合政治、配合生产、联系羣众的重要性；而且通过了接触实际，总结了一些生产經驗，从而丰富了我們的教学內容。本教材的編写工作，就是在南京林学院党委领导下，以教师、学生和生产能手三結合的方式进行的。

这門教材还是第一次編写，由于我們水平很低，編写時間又很短促，因此在內容上还不能符合客觀要求，有待以后繼續补充和修正，希望讀者多多提出批評。

这本教材的主編人为南京林学院講師錢貞元，参加編写的还有木材机械加工专业四年級同学施天鑄。

本書主审人是南京林学院教授陈桂陸同志。第一編胶合剂的初稿曾經中国林业科学研究院森林工业科学研究所呂時鐸工程师从百忙中抽時間审阅，提供許多宝贵意見，特此致謝。

編 者 1959年7月

緒 言

木材加工材料学是介绍木材加工工业所需要的材料。进行任何加工作业，首先必须对生产所需的材料有基本的了解，然后才能掌握和使用它。因为所用材料的种类和性质不同，加工出来的产品的性质也不同，生产工艺有时也随之改变。我们掌握了材料的性质之后，就能够正确合理地选用它们，发挥它们的特长，使它们符合加工制品的要求，同时也能正确地保存材料，免受损坏。所有这些，都说明学习和了解木材加工材料的必要性。

木材加工用的材料，除了主要材料——木材之外，尚有許多其他材料如胶合剂、油漆涂料、研磨材料、細木工金屬零件、包釘織物及填充材料等。主要材料——木材有专门課程講授，本課程不介紹。其他材料以胶合剂和油漆涂料最为重要。它們和木材一起組成制品的一个部分，它們的質量好坏直接影响到整个制品的質量。因此本課程拟对这两类材料作比較詳細的介紹。研磨材料虽然不参加組成制品，但它对制品質量的影响也很大，因此也作簡單敘述。此外如細木工金屬零件、軟家具用的包釘織物及填充材料等虽然也是組成产品的一部分，但它們的種類和性質較為簡單，對它們的要求仅需要一些商品学上的知識，根据商品手冊就可以正确地选择和使用，因此本課程不作介紹。

胶合剂在木材加工生产上起着极重要的作用。远在古代我国就已在木器家具及其他工艺品方面使用着皮胶、骨胶、魚胶等胶合剂；至今，在細木工生产中动物胶仍占很重要的地位。自发展胶合板和人造板以后，胶合剂更大量地使用起来，因为如果没有足够的

胶合剂，胶合板和人造板工业就无法得到充分发展。现在，胶合板、碎木刨花板、细木工板的用途日益广阔，需要量不断增长。不论在进行胶合枕木、坑木的试验研究方面，以及在层积塑料、胶板管及美化人造板的塑料贴面等方面，都直接关系到胶合剂的质量问题，因此胶合剂的重要性就显得更为突出。同时，胶合剂的质量直接决定着产品的使用价值，如用质量高的酚醛树脂可制造飞机、轮船、车辆等用的高级胶合板，用质量低的豆蛋白胶只能制造一般室内建筑和家具用的胶合板。

解放前我国木材加工工业非常落后，胶合剂的研究和生产方面也处于非常落后的状态。解放以后，在党的领导下，木材加工工业象雨后春笋般的迅速发展起来，尤其在积极发展人造板工业、综合利用木材、提高木材利用率的方针提出以后，胶合剂的需要量也就越来越大了。为了满足需要，我国目前不但大量制造植物蛋白胶、血胶等，而且还生产质量很好的合成树脂胶；在一些木材加工厂中也建立了树脂胶车间。

目前我国木材加工工业中如胶合板、刨花板、家具以及胶合木结构等所用的胶合剂，绝大部分是血液、豆粉、干酪素等动植物蛋白胶。但由于它们的胶合强度比较低，耐水、耐热、耐腐等性能差，使产品质量不能提高；此外由于这种胶合剂所用的原料都取自动物和植物，在来源上会受到一定的限制，同时这些材料也是其他应用部门和食品工业所需要的。目前，动植物蛋白胶合剂在世界各国的木材加工工业上已日渐淘汰，而由合成树脂胶代替。

我国随着社会主义建设事业的飞跃发展，动植物蛋白胶合剂无论在质上或量上都不能满足木材加工工业的要求，因此必将为合成树脂胶所代替。

合成树脂胶合剂不但在胶合强度和其他性能方面有很大的优点，它的原料也将随有机化学及炼焦等工业的发展而更加丰富；而且在性能方面，正在不断地研究和改进。因此合成树脂胶将有很大的发展前途。

但是在我国目前情况下，充分利用动植物蛋白质胶合剂还是有其实际意义的。动植物蛋白质（如血液，豆粉）价格低廉，供应普遍，制胶设备简单，制造及使用都比较简便，因此很适于一般中小型木材加工厂内采用。同时就目前来讲，我国有机化学工业虽然已有很大发展，但它还不能满足日益增长的需要，合成树脂胶的原料，尚不是很充足的。

油漆涂料主要用来增加木材制品的美观，并保护木材表面防止腐烂和其他的破坏作用。几乎任何一件木制品都使用油漆涂料，因此它是木材加工上不可缺少的材料。

我国早在纪元前几千年就已经使用天然漆和颜料。天然漆是我国的特产，用它涂装的制品耐久美观，我国古代的建筑及工艺品方面所用的油漆是历来著称于世界的。但是解放前在半封建半殖民地的旧中国，油漆工业是得不到重视的；解放后，才在质量上和扩大品种上有了很大提高。木材加工工业对油漆的需要也越来越大。

油漆涂料在合成树脂没有发明制造以前，涂料的品种受到一定的限制；但自从有了合成树脂，油漆涂料的种类即在不断增加，其性能也在日益提高。目前世界各国正在开始采用磁油、合成脂肪酸等，以代替来源缺乏的植物油类。在油漆原料中，水乳化色漆在世界上应用很广，它价格低廉，涂刷方便，漆膜性能较高，这种漆在我国将会随着有机化学工业的发展而得到进一步的应用。

目 錄

緒 言	(1)
第一編 膠合劑	(1)
第一章 總 論	(1)
第一節 膠合在木材加工工業上的意義	(1)
第二節 膠合理論概述	(2)
第三節 木材膠合的主要條件及對膠合劑的要求	(4)
第四節 膠合劑的分類及其主要特性	(9)
第二章 蛋白質膠合劑	(11)
第一節 蛋白質膠合劑的特性	(11)
第二節 動物膠	(18)
第三節 干酪素膠	(25)
第四節 血 膠	(32)
第五節 植物蛋白膠	(39)
第六節 混合膠	(46)
第三章 合成樹脂膠合劑	(49)
第一節 合成樹脂的概述	(49)
第二節 酚類合成樹脂膠	(56)
第三節 碳酸胺類合成樹脂膠	(93)
第四節 其他合成樹脂膠	(118)
第五節 膠 膜	(123)
第六節 蛋白樹脂混合膠	(129)
第七節 合成樹脂膠合劑的原料及成品的檢驗	(131)

第二編 油漆塗料（附研磨材料）	(157)
第一章 總 論	(157)
第一節 油漆塗料的作用、要求及漆層的分類	(157)
第二節 漆層的組成及對各組成塗料的要求	(158)
第二章 油漆塗料的組成原料	(160)
第一節 着色物質	(160)
第二節 成膜物質	(172)
第三節 溶劑及稀釋劑	(180)
第四節 催干劑	(182)
第五節 增韌劑	(184)
第三章 油漆塗料的組成及性質	(186)
第一節 清漆	(186)
第二節 色漆	(192)
第三節 特种漆和美術漆	(194)
第四節 膩子（油灰）	(196)
第五節 天然漆	(198)
第四章 木材用商品油漆塗料的介紹	(203)
第五章 研磨材料	(218)
第一節 研磨材料的種類及作用	(218)
第二節 砂布、砂紙	(219)
第三節 研磨膏	(220)
第四節 拋光膏及擦光材料	(221)
參考文獻	(223)

第一編 膠 合 劑

第一章 總 論

第一节 膠合在木材加工工業上的意義

膠合，就是指两个物体在一定条件下，利用某种物質的作用，使它們粘合起來成为一个物体。能使二物体胶合起來的物質，称为胶合剂。

物質种类很多，有金屬和非金屬，有有机物和无机物，有极性物質和非极性物質等等。因此适于胶合各种物質的胶合剂也有不少。木材加工工業上所用的胶合剂是專門用來胶合木材的，謂之木材胶合剂。

胶合在木材加工工業上是很重大意义的。我国森林少，木材缺乏，但木材在工業上的用途仅次于鋼鐵和煤。因此在木材的使用上必須大大注意節約，提高木材利用率，做到小材大用，廢材有用。要达到这样的目的，可以用各种机械加工和化学加工方法來实现。如利用树木的枝丫、截头和木材加工后的板皮碎料，制成碎木刨花板；木材加工剩下的小料可以制成細木工板；另外，胶合板的制造不但起了節約木材的作用，同時大大提高了木材的使用价值；木材层积塑料更可以用来代替耐磨合金零件；所有这些不能不归功于胶合的效果。我們所熟悉的細木工生产中木制品的胶合、胶貼以

及建築中胶合木結構上都广泛地使用了各种胶合剂。

因此，在綜合利用木材，提高木材利用率的前提下，生产和供应大量的胶合剂，扩大胶合剂的來源和增加新的胶合剂牌号，对于木材加工工业，就显得非常需要。

第二节 膠合理論概述

木材的胶合作用很早就应用于实际生产，但对于它們的胶合原理还无統一的見解。胶合原理对于胶合技術的改进和胶合質量的提高，都具有重大的意义。因此材料学家們在这方面已进行了很多試驗研究工作，提出了很多見解和学說，归納起來可分为二类：

一、机械的結合：如空隙填充說，这种学說認為木材的胶合是由于胶合剂在其空隙中形成了胶釘，藉胶釘的作用使木材胶合起來。他們的理由是：胶合時如木材表面的空隙填充較好，其胶合强度則較高；又如使用浓稠的胶液，其胶合强度未必很高，因此認為是胶液不易进入空隙之故。有人在与动物胶相同的条件下，用低熔点的焊錫作胶合剂來胶合木材，結果很容易开裂，并发现錫并未进入木材的空隙中。根据这些現象，即認為胶合作用，乃系机械的填充作用。按照这种学說，木材間的胶合强度，完全随木材表面的空隙数量，也就是随胶釘的数量和进入深度而改变。胶釘愈多，进入空隙愈深，則胶合强度也愈大。也就是說表面粗松的木材，其胶合强度应比細密木材較大。但事实确相反，表面細密平滑的木材其胶合强度正表现为較高。如以空隙多而粗松的柞木，与空隙少的樺木作比較，則經常是后者的胶合强度高过很多。

二、物体間特有的結合：不少学者認為木材胶合作用并非机械結合的結果。这方面的学說有一分子膜說和极性学說。一分子膜学說認為当胶合剂在胶合物之間形成一分子厚薄膜時，将出现最大的胶合强度，还有人認為不同树种用同一种胶合剂時，其胶合强度的不同是由于它們之間特有的分子引力的作用；极性学說認為同

为极性物質的胶合物体与胶合剂之間会产生結合，因而能进行胶合；另有人提出木材的胶合可以用电子化学結合的理論來解說。

在这二类學說中，很显然，純机械作用的說法是片面的，这已被实验結果得到了反証。这里还可以由下面的事实进一步說明机械作用的說法是片面的。当胶液进入木材空隙而干燥收縮的時候，按照机械結合的观点來看，胶合剂应由空隙四壁離開，即如图 I 所表示的那樣，但由胶合面切片的显微鏡照象所看到的情况，正与上面相反。胶合剂与空隙四壁紧密結合，而在其中間形成了气泡，即如下图 II 所示。由此可見胶合作用有些用机械結合理論是不能解釋的。

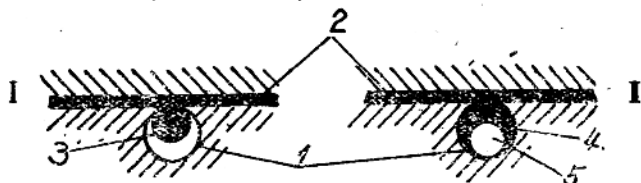


圖 I. 木材細胞腔內膠的收縮圖

1. 開露着的細胞腔；2. 膠合層；3. 不与木材結合的膠釘的收縮；4. 同木材結合的膠釘的收縮；5. 空氣腔。

关于木材胶合过程的理論，由于苏联科学家們进行了很多的研究，現今有了显著而深入的发展。

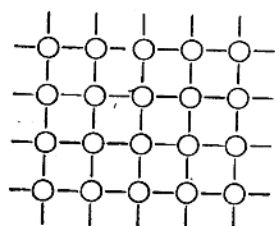
苏联科学家 И. И. 儒科夫通訊院士在其“胶合能力的要素”的研究报告中指明胶合强度主要是由两种因素來决定，即胶合剂与固体表面間的附着力和胶合剂本身的內聚力。

这种附着力之所以产生，苏联科学家 И. Л. 特勒姆德 通訊院士及 С. Е. 勃列斯列教授确定是由于胶与胶合表面的分子进行定向排列的結果。胶与木材都是极性物体，它們的分子末端上都具有带正电荷或負电荷的极性基，当胶与木材接近時，二种物質分子上的異性极性基即进行定向排列而形成分子层，使胶与木材間有了坚

固結合的條件，也就表現出膠與木材間的附着力。

木材表面，其所以能與膠合劑分子進行定向排列，是與它們分子間的結合有關。高分子膠合劑或木材的分子是由離子結合、共價結合和極性結合等主價結合生成的化學分子，而它們分子之間的結合則由離子、極性鍵、氫鍵等極性基的結合而產生的。在這種物體的內部極性基相互吸引抵消，呈飽和狀態，但在其表面則有部分極性基未發揮其吸引的力量，這種殘余下來未被飽和的極性基稱之為表面極性基，這種木材與膠合劑的表面極性基即產生分子間定向排列。

木材分子有次序的排列及表面極性基的示意結構見下圖：



不同膠合物質的表面極性基的能量有差別，所以它們的結合力也將不同，也就是表現為膠合強度的不同。

例如，蛋白質膠的表面極性基為 $H_2N-R-COOH$ ，酚醛樹脂膠為 $R-CH_2OH$ ，木材為 $R-CH_2O$ 或 R_2-CHOH 等，這種表面極性互相定向結合即造成

膠層或木材間的很好結合。

膠合作用是膠合物質間極複雜的物理化學結合的過程，其膠合原理與高分子物質的結構有著密切的關係，這方面的理論尚待科學家們作進一步的研究。

第三節 木材膠合的主要條件及對膠合劑的要求

木材的膠合是一件很複雜的工作，它牽涉到很多方面，在膠合木材時，欲使膠合質量符合要求，則必須從下面幾個主要條件來考慮。

一、木材方面 木材是膠合的主體，因此在膠合時，首先就應該

考虑到木材的各方面的性質，如材質的軟硬，木材結構的粗細，木材的強度及木材含有物等。這些性質都是木材天然生成的不可變的性質，它們是作為選擇膠合劑和膠合技術條件的依據。例如考慮膠合的壓力時，如果其他條件都相同，對材質軟的木材所有的壓力應該用比硬材的小，其次，木材表面的加工狀態對膠合質量的影響也很大，木材表面平滑，膠合強度就大，從脲醛樹脂膠膠合色木木塊的抗剪強度可以看得很清楚。

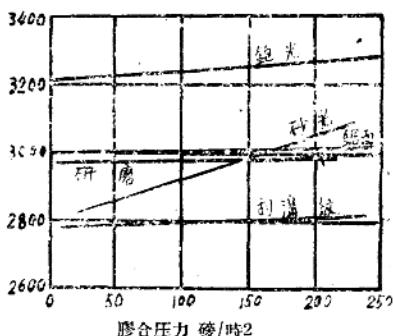


圖2. 表面加工狀態對膠合強度的影響

鐵制的單板有正反兩面，反面較粗糙，正面較平滑。兩個正面膠合比兩個反面膠合的膠合強度要大；正面與反面膠合時，其強度介於前面二者之間。但如使用填充性膠合劑時，則影響很小。

木材的含水率僅對膠合強度來講其影響並不大，膠合時對木材含水率的要求不甚嚴格。

從圖3中可以看出，當木材含水率在20%以下時，它們的膠合強度都在標準以上，只有當含水率達到20%以上時，才有顯著的下降。

各種膠合劑對單板含水率的容忍範圍也較大，酚類樹脂膠可在6~21%的範圍內，脲醛樹脂膠和酪素膠可在含水率25%以下膠合，豆粉膠可在10~30%含水率時膠合。木材含水率雖然對膠合強度影響不大，但若木材含水率較高，易使膠液變稀、膠壓時缺膠以及由內部應力造成的翹曲變形、邊角脫膠等不良膠合結果。在用酚醛樹脂膠進行熱壓時，如果單板含水率超過16%，則容易產生鼓泡和造成膠層缺膠；但如果其含水率在2%以下，膠液流動就困難，而至

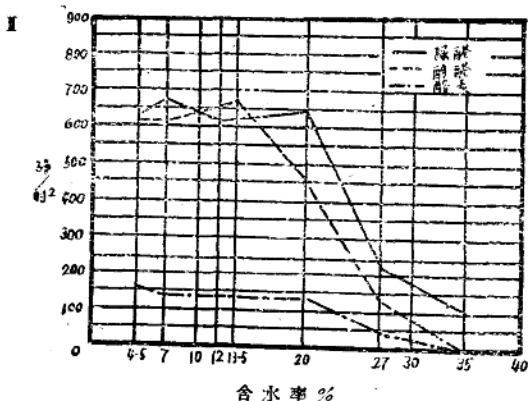
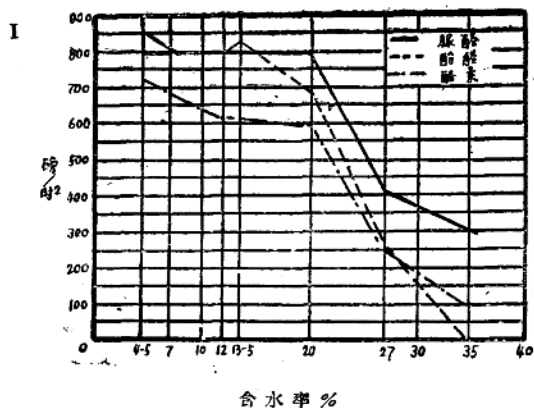


圖3. 含水率对膠着强度的影响 (木材表面緊密接觸)

I. 干試驗膠合强度; II. 水浸48小時後, 湿試驗膠合强度。

不能胶合。所以常把单板含水率控制在8~12%的范围。

另外木材胶合时必须保持其表面的洁净, 尘土、油污会使胶合强度降低, 甚至完全脱胶。胶合前或胶合后需经过防腐或防火处理的木材, 都应注意所用胶合剂对药剂的稳定性, 以免起不良化学反

應而降低胶合强度。例如以鉍盐防火剂或硼砂杀虫剂处理的木材，如用脲醛树脂及酚素胶胶合以后，当暴露在湿空气中，即引起化学分解而减弱胶合强度。

二、胶合剂方面 胶合剂润湿木材表面是木材胶合的必要条件。润湿作用与胶合剂的内聚力（表面张力）以及胶与木材表面间的附着力有关。当其内聚力大于附着力时不能发生润湿作用，因此在进行木材胶合时，必须要求胶合剂有较低的内聚力。

胶合剂的内聚力即表现为胶合剂的粘度，因此当胶合剂的粘度大到一定程度时，即不能对木材表面产生润湿作用。胶合剂的粘度又与其浓度有关，对同一种胶合剂来讲，浓度大则粘度也大。

高分子的胶合物质以水或酒精为溶剂，因为水或酒精与木材有很高的附着力，其溶解所得胶液的内聚力极小，粘度也降低了，能很好地附着于木材表面。

同时胶合剂的粘度对胶层厚度有直接的影响，粘度愈高，涂布的胶层愈厚；当溶剂蒸发后，胶层内产生的空隙也会愈多，降低了胶合强度。由此也可以看出，胶层愈薄，胶合强度就愈高。

胶合剂的酸碱度随其强弱而对胶合强度有着不同的影响。强酸性和强碱性都将减弱胶层的强度或破坏木材的组织，因此而降低胶合强度。二者中以强酸性为更甚。酸对木材纤维素有水解作用，严重地影响木材的抗拉、抗弯和抗冲击强度。当其PH值在5.08以下时，胶合板的抗拉强度就开始下降。强酸性很易促使脲醛树脂的老化，这是由于树脂胶层内部在进一步收缩而造成胶层收缩和减低对木材的附着性，以致胶合强度下降。碱对酚醛树脂胶略有老化现象，对酚素胶则影响较大。因此在调制胶液时，酸碱度应适当掌握，应同时注意胶合剂的固化条件和其对木材的破坏性，尤其是在使用强酸性催化剂时，须特别注意。

三、胶合条件方面 胶合条件也是影响木材胶合的重要方面，其中包括四个因素，即涂胶量，压力，温度和時間。它们是随胶种、材种及产品结构不同而改变。它们之间不是互不相关而是互相

有着密切关联的，因此选择条件時不能孤立地从一个方面來考虑，但各因素对胶合質量的影响还是有它自己的一面。

1. 木材胶合時的涂胶量，决定于胶种、胶液的浓度、木材的結構及加工表面平整度。涂胶量太多，則会使胶层过厚，因而会降低胶合强度；涂胶量不足則会造成缺胶現象，这种現象将会更严重地影响胶合質量。

2. 在胶合木材時，为了使胶合面紧密接触，及排除胶层中的空气，必須对其施加一定的压力。压力的大小随胶种、材質的軟硬、結構的松密、木材表面的平整度及除胶量等而变动。

树脂胶膜所需压力較液体胶合剂为大，因胶膜紙不易与单板表面紧密接触，必須使用最大的压力，而且在較大的压力下，胶膜不起变化。液体胶則不然，它在28公斤/平方厘米的压力下，即有大量的胶液被挤出或压入木材孔隙而造成缺胶。

材質較硬，結構較密，表面較不平的木材，在胶合時应用較大的压力才能使胶合面很好接触。材質軟及結構松的木材，当压力較大時，将引起木材的破坏而降低其机械强度。在热压胶合板時，对硬材采用18~21公斤/平方厘米的压力。对較軟的木材，采用10~15公斤/平方厘米，对軟材仅用7~8公斤/平方厘米。

胶压木材层积塑料時，在木材紧縮、胶合剂熔融以进行硬化的过程中，压力起很大作用。

3. 胶合時所需的温度高低与時間的长短决定于胶合剂的性質，如热固性树脂需要100° C以上的温度，低温固化的胶合剂，可以在室温或室温以上进行胶合。在胶合木材時，加温是为了使木材軟化，加快除去胶层中的水分，加速热固性树脂胶硬化及蛋白質胶的凝固。

低温固化的胶合剂，以加压時間为控制指标，它的胶合强度与温度关系不大。热固性胶合剂的加压時間的长短必須随温度而改变，温度低，時間必須延长；但如热压温度过低，則不但加压時間需要大大延长，而且胶合强度也随着降低。