

木工粘接技术

孙宏哲 编

中国建筑工业出版社

木工粘接技术

孙宏哲 编

中国建筑工业出版社

TS 64
6.7

本书专门讲述木工粘接技术。内容包括：木材粘接基本知识，各种木材粘合剂的性能、用途、配方及使用方法，粘接结构设计，粘接操作方法及粘接质量检验等。书中还介绍了一些实用性的新技术、新结构和新材料，如夹芯、空芯结构和表面装饰性粘贴等。书中详细介绍了木工常用的粘合剂，提供33种49个实用的粘合剂配方。本书内容力求理论联系实际，取材侧重于实际应用和具体操作。

本书供从事家具、木器制作、建筑施工等行业木工及业余木工爱好者阅读。

木工粘接技术
孙宏哲 编



中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本，787×1092毫米 1/32 印张，7 1/4，字数，163 千字
1985年12月第一版 1985年12月第一次印刷
印数：1— 34,100册 定价：1.20元
统一书号：15040·4892

前 言

熟悉粘接技术的人都会发现，粘接为解决许多设计问题提供了新的途径，采用粘接方法能够制造出一些用其他方法难以制造的结构。

粘接工艺简单、操作容易、生产效率高、生产成本低。粘接结构具有较高的强度，较低的重量，并能合理利用木材和其他材料。

粘接技术在近年来有明显的进步和发展。在木制品制造工业中，粘接是一种非常实用，非常普遍的连接方法。但是，在实际生产中，有些木工仍然沿袭传统的方法在进行操作。他们在选择和应用一些新型粘合剂、选择和设计粘接结构以及在进行粘接操作方面，都还存在着一些具体问题。本书旨在给木工解决这些问题提供一些帮助，并在提高木制品粘接性能、粘接质量及合理利用材料方面，提出一些有益的建议。

本书是根据国内外有关资料编纂而成的，在内容选择上，力求作到理论与实际相结合，侧重于实用，侧重于普通木工必须掌握的基本应用技术和中小木材加工厂的实际应用。同时考虑到技术的发展，也简单介绍了在大批量生产中所应用的一些工艺方法。但由于作者经验不足、水平有限，错误和缺点在所难免，恳请读者予以批评指正。

在本书编写过程中承蒙宋尚玉工程师大力帮助，特致谢意。

孙宏哲

1984年10月

目 录

前言

第一章 木材粘接概论	1
一、木材粘接的性能和应用	1
(一) 概述 (1) (二) 木材粘接的优缺点 (2) (三) 木材粘接的应用范围 (3)	
二、木材的种类、构造和性能	4
(一) 种类和组织构造 (4) (二) 化学组成 (7) (三) 比重和含水率 (7) (四) 膨胀性和收缩性 (8) (五) 机械性能 (9)	
三、粘接机理	10
(一) 粘接的物理化学过程 (10) (二) 粘接机理 (11)	
四、影响粘接质量的因素	13
(一) 木材的要素 (13) (二) 粘合剂的要素 (19) (三) 粘接操作的要素 (21)	
五、粘合剂概论	24
(一) 木材粘合剂的应用概况 (24) (二) 粘合剂的组成 (25) (三) 粘合剂的分类 (27) (四) 粘合剂的性能 (34) (五) 粘合剂的选择 (38)	
第二章 常用木材粘合剂	42
一、皮胶和骨胶	42
(一) 制法和理化性能 (43) (二) 用途和粘接性能 (43) (三) 配方和配制 (44) (四) 粘接操作 (49) (五) 胶的质量、选购和储存 (49)	
二、酪素胶	50
(一) 制法、性能和用途 (50) (二) 配方和配制 (50)	

(三) 粘接操作 (55)	
三、聚醋酸乙烯粘合剂.....	55
(一) 概述 (55) (二) 聚醋酸乙烯溶液 (56) (三) 聚醋酸乙烯乳液 (58) (四) 聚醋酸乙烯乳液与脲醛树脂混合粘合剂 (63)	
四、酚醛粘合剂.....	65
(一) 概述 (65) (二) 钡酚醛粘合剂 (66) (三) 常温固化酚醛粘合剂 (69)	
五、脲醛粘合剂.....	71
(一) 概述 (71) (二) 脲醛粘合剂 (74) (三) 粉末状脲醛树脂粘合剂 (76)	
六、间苯二酚甲醛粘合剂.....	76
(一) 间苯二酚甲醛树脂 (76) (二) 间苯二酚甲醛粘合剂 (77) (三) 粘合剂的用途 (78) (四) 粘合剂的性能 (78)	
七、环氧粘合剂.....	80
(一) 环氧粘合剂的性能和用途 (80) (二) 环氧树脂 (81) (三) 固化剂 (81) (四) 增塑剂、增韧剂和填料 (83) (五) 稀释剂和改性剂 (84) (六) 环氧粘合剂 (84)	
八、橡胶粘合剂.....	86
(一) 氯丁橡胶粘合剂 (87) (二) 天然橡胶粘合剂 (89)	
第三章 粘接结构设计	90
一、接头的性能和设计.....	91
(一) 接头粘接层所受应力的基本形式 (91) (二) 搭接接头的性能和设计 (92) (三) 受拉伸应力的接头 (98) (四) 受剥离应力的接头 (100) (五) 受劈裂应力的接头 (102) (六) 粘接层的力学特性 (103)	
二、销结构.....	104
(一) 钻孔用钻头 (104) (二) 木销的种类、性能和配合度 (106) (三) 销用材料 (108) (四) 销连接的垂直接头 (109) (五) 销连接的板材直角接头 (111)	

三、榫结构.....	112
(一) 榫结构的各部名称 (113) (二) 榫的结构尺寸 (114)	
(三) 榫的配合度 (115) (四) 榫的加工 (117)	
四、板材拼接.....	118
(一) 拼接配料 (118) (二) 拼接结构 (119) (三) 拼接结构的工艺性 (121) (四) 拼接操作 (122)	
五、杆件接长.....	127
六、板材 L 型接头.....	131
七、组合梁、柱.....	134
八、悬臂梁.....	136
九、接点加强板.....	137
十、层合材.....	139
十一、柔软材料与木材的粘接接头.....	141
第四章 粘接操作技术	143
一、基本粘接操作技术.....	143
(一) 粘前技术准备 (144) (二) 接头制作与表面处理 (144)	
(三) 粘合剂配制 (145) (四) 涂胶 (150)	
(五) 晾置和陈放 (154) (六) 压紧 (156) (七) 固化 (163)	
(八) 粘接不良的原因和防止措施 (166) (九) 安全操作规程 (168)	
二、木质夹芯板.....	170
(一) 三层夹芯板 (171) (二) 五层夹芯板 (172)	
三、空芯板.....	173
(一) 空芯板用粘合剂 (173) (二) 空芯板制造 (175)	
(三) 粘接制造要点 (177)	
四、板材端面包边.....	178
五、表面装饰性粘贴.....	180
(一) 表面装饰性粘贴概述 (180) (二) 三聚氰胺塑料装饰板粘贴 (182)	
(三) 薄木粘贴 (188) (四) 微薄木粘贴 (187)	
(五) 木纹纸类粘贴 (199)	
六、木材缺陷修补.....	201

(一) 孔洞类缺陷修补 (201)	(二) 端角缺陷修补 (204)
(三) 楞边缺陷修补 (206)	(四) 裂纹修补 (207)
第五章 粘接强度试验	209
一、概述	209
(一) 试验中影响粘接强度值的因素 (210)	(二) 粘接的破坏形式 (211)
(三) 试验值的分布规律和试验报告的内容 (213)	(四) 试验方法选择 (214)
二、粘接强度试验方法	217
(一) 拉伸剪切试验 (217)	(二) 压缩剪切试验 (219)
(三) 拉伸试验 (220)	(四) 冲击试验 (222)
主要参考书目	225
粘合剂配方索引	226

第一章 木材粘接概论

一、木材粘接的性能和应用

(一) 概述

我国很早以前就已开始用“胶”粘接木材，是世界上应用粘接技术最早的国家之一。在现代，木质材料（它是木材和二次加工品的总称）粘接结构的应用，无论在工业上还是在我们的日常生活中，都十分普遍，粘接的木制品在我们周围几乎到处可见。

木质材料粘接结构具有多种优良性能：粘接强度高，合理粘接的接头，其粘接强度大多都接近木材本身的强度；具有一定的耐水性，可以在极其潮湿或受水浸的条件下工作；耐候性和耐久性较好，可以在曝露于室外的条件下长期工作；能够粘接多种材料，可以将木材与金属、非金属等多种材料粘接在一起，扩大了木材粘接的应用范围。

我国的化学工业，特别是有机高分子合成工业的发展，为各工业部门研制和生产了包括粘接金属、木材和其他材料在内的数百个品种和类型的粘合剂。这些合成粘合剂性能优良、品种多样、价格低廉，其中木用粘合剂已经大部分代替了沿用已久的以动植物体为原料的粘合剂，为粘接技术的发展提供了良好的物质基础。

由于新型粘合剂的普遍应用和操作方法不断改进，粘

接技术的面貌为之一新。当前，通过正确的接头设计、合理选择粘合剂和按规程进行粘接操作等，完全可以制造出高强度、高耐久性的安全可靠的木材粘接结构。

（二）木材粘接的优缺点

粘接结构有它自己的特点，但也有一定的局限性。所以对某一具体结构，是采用粘接还是采用传统的连接方法，取决于不同情况下的特定条件。为此，首先介绍一下木质材料粘接的特点。

木质材料粘接的特点：

1. 应力能够比较均匀地分布在整个粘接面上，不象机械连接那样有局部应力集中，因而有较高的粘接强度，特别是对小件和薄板类材料更是如此。

2. 表面光洁美观、接缝密合、色调均一、无凸起物。在同时要求产品外貌与产品性能时，这一性能十分重要。

3. 能够简化结构和连接工艺。可以减少机械连接的加工量，适用于复杂结构。

4. 合理利用木材。利用粘接可以将小块的边角材薄片，拼接成大块，或直接粘接成门、窗等成品。这样就可以更合理、更最大限度地利用木材，作到物尽其用。

5. 利用粘接方法将塑料装饰板、微薄木或木纹纸等表面装饰材料，粘贴在木制品表面，可以起到覆盖木材缺陷、美化装饰木制品外表的作用。即使是次等材也能收到令人满意的装饰效果。

6. 能粘接异种材料。木材能与竹材、钢材、铝材、增强塑料、布及皮革等各种材料粘接在一起，充分发挥木材和其他各种材料的长处，取长补短，制成性能优异的复合材料和制品，满足某些特殊需要。

7. 粘接可以和其他连接形式并用，因而可以提高结构强度和可靠性，简化结构和工艺。

8. 粘接操作简单，可以机械化和自动化操作，能缩短生产周期和降低成本。

木质材料粘接的缺点：

1. 从粘前准备直到粘接固化结束，其生产周期对常温粘接一般为 8~24 小时，这对单件小批生产仍嫌时间较长，对大批量生产要占用较大的生产面积。

2. 对粘接质量，还缺乏实际可行的非破坏性试验方法，粘接质量有时不够稳定。

3. 只能用于木材纤维方向互相平行或接近平行时的粘接；当纤维方向互相垂直或接近垂直时不宜用于受力大的结构。

4. 不同含水率和不同材种的木材不宜于互相粘接。

5. 在冲击载荷、室外条件下长期使用、水浸、潮湿及意外产生的剥离力、撕裂力等不利因素的作用下，都会降低强度、减少使用寿命或造成损坏。

（三）木材粘接的应用范围

木材粘接结构在木制品制造工业中的应用十分广泛。

粘合剂最早在工业上大规模应用的例子是制造胶合板，现在它的应用范围已经扩展到很多木制品加工制造部门。

由于木料尺寸有限，同时为了节省木材等原因，不可能总是用整块木料制成所有构件。为了充分利用木材，提高木材利用率，在木材加工中常常需要将短料接长、窄料拼宽、薄料加厚、缺损的修补等；为达到使用目的，还需要把几个单件组合成部件，把零件和部件组装为成品等；为改善各向异性，防止制件翘曲和开裂，而将木材制成人造板和层压材

等。以上各种用途都必须采用粘接。

在建筑业中，粘接可以用于结构性连接，如粘接木屋架、木材组合“梁”和“柱”等；在门、窗制作中，用于榫和榫孔的装配粘接、门芯板拼接等；用短料锯成薄片，层合粘接制造门和窗；用胶合板等板材粘接制造木框空芯门或夹芯门；此外还用于粘接拼花木地板、天棚、壁板和室内装修等。

在木制品制造业中，利用粘接方法制造的产品有：人造板、胶合板、夹芯板、空芯板、缝纫机台板、木塑复合材料和木合金板（木板与金属板复合粘接板材）等。

在工业上，利用粘接方法制造的木制品有：电视机和收音机外壳、乐器和玩具、仪器仪表外壳及箱、盒等。此外，木材粘接还用于车辆、船舶和飞机制造的内部装修等。

粘接在家具制造业中的应用有：板材拼接、制作人造板和板式家具、各种结构形式的装配粘接、用热压成型粘接制造象椅子靠背那样的弯曲成型制品、粘贴表面装饰板和粘贴各种雕刻装饰品等。

随着木材粘接技术的发展，粘接结构的应用范围也正在向一些新的领域扩展，在许多情况下，用粘接代替传统连接都能收到良好效果。

二、木材的种类、构造和性能

了解木材的种类、构造和物理化学性能、有助于合理使用木材，以及正确地进行木材粘接等。

（一）种类和组织构造

树木的种类非常多，我国北方一般常用的木材材种（树种）和性能如表1-1。

表 1-1

常用木材材种和性能

材种名称 (别名)	红 松 (果松、 红果松)	白 松 (鱼鳞松、 臭松、冷杉)	落 叶 松 (黄花松)	杉 (沙木)	柞 木 (柞栎、 小叶栎)	水 曲 柳 (水柳吕木)	桦 木 (白桦、 粉桦)	黄 波 萝 (黄蘗)
气干容重 (克/厘米 ³)	0.44	0.45	0.64	0.38	0.78	0.69	0.64	0.45
收 缩	小	中	大, 甚大	小	大	大	大	小
强 度	中	中	中	中	大	大	中	中
硬 度	软, 甚软	略软	略硬	软	硬	略硬	略硬	软
加 工 性	易	易	易	易	难	中	中	易
光 洁 度	光	光	光	发毛	光	中	光	中
钉 着 性	中, 不劈裂	低	强, 劈裂	低, 劈裂	强, 劈裂	强, 劈裂	强, 劈裂	中
干 燥 性	不开裂变形	易	慢, 易开裂	易	难, 裂	难, 易翘裂	易, 不翘裂	中
粘 接 性	优	优	可	优	优	优	良	优
胶 渗 性	中	中	小	大	小	小	小	中

木材是由疏松多孔的纤维素及木质素构成，由于所取木材剖面方向不同，表面构造和物理性能也不同。图 1-1 为木材三个剖面上的年轮形状，根据剖切方向，可分为横切面（端面）、径切面和弦切面（山形面）。年轮是由秋材和春材交互重叠构成的。秋材比春材密度大，细胞膜厚。

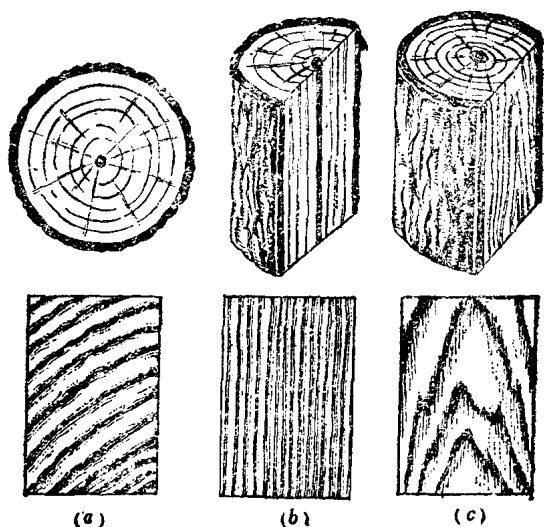


图 1-1 木材三个剖面上的年轮形状
(a) 横切面；(b) 径切面；(c) 弦切面

树干的中心部和外周部材色不同，浓色的中心部叫“心材”，淡色的外周部叫“边材”。图 1-2 是树干横切面示意图。树木从外至内依次由树皮、形成层、边材、心材和髓心构成，边材和心材构成木质部。边材是在树木生长时，起到由下往上输送水分的作用。因此它含水较多、强度较低、易腐朽。边材内侧细胞逐渐死亡和变硬，并生成树脂、胶质、

色素和蜡等物质，即构成心材。心材不输送水分，只起支持树干的作用。心材含水较少、强度较高、比较耐腐朽。有些树木的木质，从内到外的组织相同，其性质如同边材，如桦木等。“髓心”是树木初生时储存养分用的，它的组织松软、无强度、最易腐朽。

“心材”和“边材”的粘接性并无本质的差别。但“边材”比“心材”多孔，粘合剂的渗透性大。春材和秋材的粘接性也无本质的差别，可是秋材一般容易引起粘接不良。

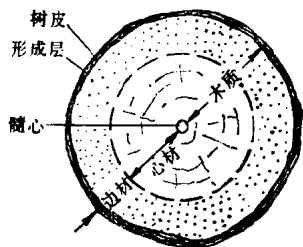


图 1-2 树干横切面图

(二) 化学组成

木材是由主成分纤维素、半纤维素及木质素，以及由副成分灰分、油脂、树脂、色素和含氮化合物等构成的。主成分是构成细胞膜及细胞间隙的成分，普遍地存在于各种材种之中，其含量达90~95%。副成分有的沉积于细胞膜，更多的是包含在细胞的内腔和特殊的组织内，其含量由于材种的不同而有显著的差别。

从粘接的角度看，副成分对木材的粘接性有较大的影响。它直接影响粘合剂的浸润性、固化机制和老化过程等，在多数情况下对粘接起阻碍作用。阻碍程度与其成分和含量有关。

(三) 比重和含水率

从粘接观点可将木材分为“高比重材”（硬材）和“低比重材”（软材）两类。“高比重材”比重在0.6以上，是密度大、硬度高和孔隙度低的材种；“低比重材”比重在

0.6以下，是密度小、硬度低和孔隙度高的材种。高比重材和低比重材在使用粘合剂和粘接方法上并无特别的差异。

木材含水率，就是木材中所含水分的重量与木材完全干燥后的重量的百分比。一般刚砍伐的或刚从水中捞出来的木材，其含水率常在30%以上。半干木材的含水率为18~23%。气干（空气中自然干燥）木材的含水率约为15~18%。

由于水分在木材组织中存在状态不同，其物理性能有很大变化。生材和饱水状态的木材，水分在细胞膜以外的空间，也就是包含在细胞内腔和细胞间隙等部分。该部分的水分增减，对木材的性能影响较小，因此把它叫作“自由水”。相对于自由水来说，而把细胞膜中的水分叫作“结合水”。结合水浸入纤维素胶束的间隙中，并使胶束的结合力发生变化。“结合水”随大气的湿度和温度而变化，当它和蒸气压相平衡时，含水率就会处于稳定状态。

（四）膨胀性和收缩性

木材的膨胀性和收缩性，将随其含水率的变化而有较大的变化。在高湿的环境中，木材因吸湿而膨胀；在干燥的环境中，因脱湿而收缩。膨胀和收缩将随着环境湿度的变化，

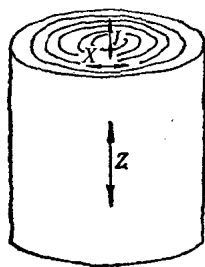


图 1-3 木材的三个方向
Z—纵向，J—径向，X—弦向

而交替地进行变化。膨胀和收缩量除与吸湿和脱湿量有关外，还与剖面的方向（图3）有关。一般木材在纵向（纤维方向）的伸缩量为最小。径向（半径方向）的伸缩量为纵向的五倍。弦向（切线方向）的伸缩量为纵向的十倍、为径向的两倍。木材在上述三个方向（纵向、径向和弦

向) 伸缩量的比例关系如下:

$$Z:J:X=1:5:10$$

有机液体也能使木材膨润。一般, 稀酸对木材的膨润影响较小, 而碱性液体却能使木材产生显著的膨润。

构成同一木制品的每一块木材, 其含水率不同时, 粘接后必将引起各部位不同的膨胀和收缩, 结果在粘接处产生应力集中。严重时会使粘接制品产生翘曲和变形。特别是木纹相互垂直的粘接、异种木材间粘接, 其含水率不同, 都将使粘接强度减弱。因此在粘接之前, 应将各被粘材的含水率调整到同等程度。一般可采用状态调整法, 即将各被粘材, 在同样的环境条件下存放一段时间后再加工、粘接。

(五) 机械性能

木材是各向异性材料, 按图 1-3 所示的三个方向, 即纵向 (Z)、径向 (J) 弦向 (X), 其在力学上的各向异性, 可近似地表示如下:

压缩强度比:

$$Z:J:X=6.5:1:1$$

弹性系数比:

$$Z:J:X=20:2:1$$

木材的应力-应变曲线如图 1-4。(弹性) 模量从 OC 求得。C 点是弹性比例极限, A 点是强度极限。

木材的力学耐久性: 受交变载荷的疲劳强度极限 (或长期载荷), 大体是基本强度的二分之一。同时各种强度, 将随含水率的增加或温度的上升而降低。

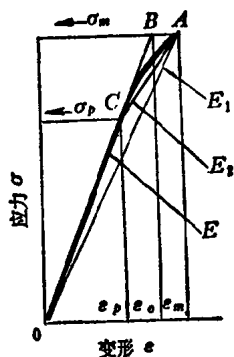


图 1-4 木材的应力-应变曲线