

指接—合理利用木材的一项 重要技术

欧阳明八

(中国林科院木材工业研究所)

在工厂生产中产生的短料使用价值不高，若用指接将它们接长，就大大提高了使用价值。一般说来指接可以使木材利用率提高10—15%，有人计算将1000板呎短料制成刨花，只值30—40美元，而将它们制成建筑上用的龙骨就值200美元。指接不但有足够的强度，而且切削损耗少，还适应大规模高

效率生产。此外，指接还可大大减轻木材的弯曲等变形。作者在马尾松木材的改性试验中，因马尾松木材不但节疤多而且大，在节疤处极易发生变形，如果把节疤去掉，再指接，就不易变形，再是马尾松木材边，心材材性明显不一致，如果在适当长度将木材切断并将其中一段反转180度指接上，也可减

表2 矿渣刨花板及其相近板材的性能

板种 性能	矿渣 刨花板	水泥 刨花板	石膏 刨花板	普通 刨花板
密度 (kg/m³)	1200—1400	1100—1300	1100—1200	650—750
MOR (N/mm²)	10—14	9—15	6—10	12—24
MOE (N/mm²)	4000—5000	3000—6000	2000—3500	2000—3500
垂直板面 抗拉强度 (N/mm²)	0.3—0.6	0.4—0.7	0.3—0.6	0.5—1.0
吸水厚度 膨胀率 (%) (2h)	1—3	1	3	8
线性膨胀率 (%)	0.2 (RH35—90%)	0.3—0.5 (RH30—85%)	0.05—0.07 (RH30—85%)	0.3—0.5 (RH30—85%)
耐火性	B1	B1	B1	易燃
热导率 (W/k.m)	0.25—0.35	0.155	0.18—0.35	0.10—0.12
握螺钉力 (N/mm²)	95	98	50—75	60—100
表面 pH值	9—11	碱法	—	偏酸

于耗电量与普通刨花板相近。因此，总的来说，能耗要低于普通刨花板。

综合估算结果，根据芬兰的经验，矿渣

刨花板的生产成本要低于普通刨花板和普通水泥刨花板。结合我国情况尚有待进一步调查分析。

少变形。（见图 2 和图 3）。

目前市场上供应的速生材愈来愈多，木材径级较小，由于边、心材材性不一致带来的变形问题也愈来愈大。如过去用大径杉木制作的门窗，家具不易变形，而现在用小径杉木制作就容易变形，所以指接是合理利用小径级速生材的重要技术措施之一。

一、指接型式

指接的几个术语，见图 1：

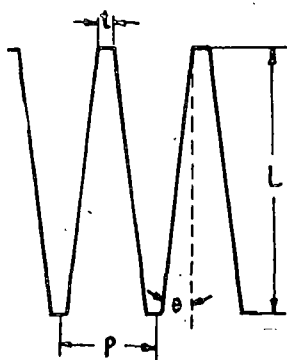


图1 指接的几个术语

按照指接与板面的关系，可以分为垂直指接和水平指接，见图 2 和图 3。

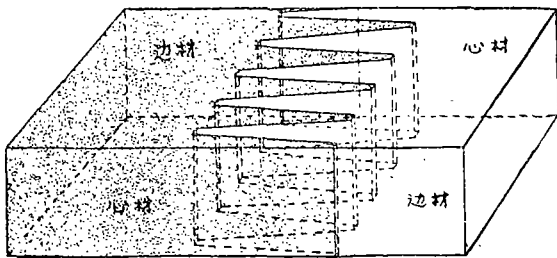


图2 垂直指接

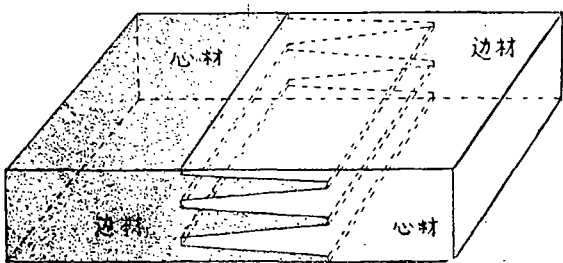


图3 水平指接

按照指接后木材的用途可以分为结构型指接和非结构型指接。

结构型指接的强度一般为木材本身强度的 75—80%，而非结构型指接的强度一般为木材的 40—45%。见图 4：

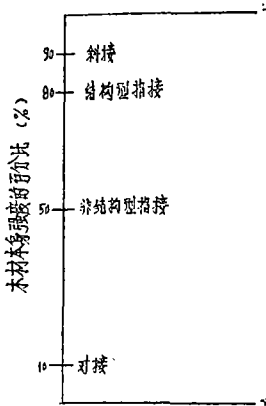


图4 各种不同形式的端接强度

结构型指接的典型尺寸为指长 1 吋^{*}，节距 0.25 吋，指顶宽 0.03 吋。非结构型指接的典型尺寸是指长 0.5 吋，指顶宽 0.1—0.2 吋。

也有人按指顶宽来分类，把指顶宽小于 1/16 吋的称作结构型指接，而把超过 1/16 吋的称作非结构型指接。

目前在国外有三种常用的指接长度。指长 20mm (3/4 吋) 的用于结构型指接，10mm (3/8 吋) 的适用于家具、门窗，4 mm (1/8 吋) 的适用于家具和镶板。

二、影响指接强度的因素

指接可以看成是一系列的小斜接，对某一个小指而言，这个指形的斜截面就是斜接，所以先分析一下斜接的情况。

显而易见，随着斜接斜率的不断降低，对胶接面的抗拉试验实际上就变成了胶接面的剪切试验，其胶接面积也随着斜率的降低而增加。如把横断面为 1 × 1 吋的木料斜接，当斜率为 1 : 10 时，其胶接面积为 10 吋²，当斜率为 1 : 12 时，其胶接面积为 12 吋²，……。

● 本文引用文献中的经验公式、图表、经验数据均采用英制，故本文仍沿用英制单位。

假如木材的剪切强度为1000磅/吋²,并且胶粘剂的胶合强度不低于木材本身的强度,那么斜率为1:10时胶合面的抗拉力就是10,000磅,斜率为1:12时则为12,000磅,斜率为1:15时即为15,000磅,当斜接的斜率下降到某个数值时,其胶合面的抗拉强度就会等于木材本身的抗拉强度,事实上,当斜接的斜率为1:20时,斜接的抗拉强度只比木材本身的强度低5%,而实际上在胶接区就不曾发生过破坏。从以上讨论我们不难看出以下结论:对斜接来说,要得到高强度的拉伸强度就必须降低斜率。

当然我们不能不顾指长而无限制的降低斜率。其实如果将斜率降为“0”,也就是变成全部侧纹接合,此时指顶截面就将占木材横断面的50%,很明显所得抗拉强度也只有木材本身强度的50%。所以对于指接,并不是斜率越小越好,而只有在某一个最佳斜率时,把指顶端纹面积对胶接区的影响减少到最小,而得到最佳的指接强度。

为讨论影响指接强度的各因素,推出几个有关公式。

$$S = \frac{1/2 P - t}{L} \dots\dots\dots (1)$$

S—斜率 t—指顶宽

式中:

p—节距 L—指长

对于横断面为1×1吋²的木材,

$$A_t = \frac{t}{p} \dots\dots\dots (2)$$

式中: A_t—指接的端纹面积。

$$A_s = 1 - \frac{t}{p} \dots\dots\dots (3)$$

式中: A_s—指接中非横断面上的切断面积

$$A_j = \frac{2 \sqrt{L^2 + (1/2 P - t)^2}}{p} \dots\dots\dots (4)$$

式中: A_j—指接时的斜侧纹面积或有效胶接面积。

把(1)代入(4)中得:

$$A_j = \frac{2 L \sqrt{1 + S^2}}{p} \dots\dots\dots (5)$$

对于斜率较低的指接, $\sqrt{1 + S^2} \rightarrow 1$

$$\text{则: } A_j \rightarrow \frac{2 L}{p} \dots\dots\dots (6)$$

对于多数木材来说,顺纹抗剪强度接近于顺纹抗拉强度的1/10,这就表明,当L/p为4-5时,就可得到所需要的强度,(当然指顶宽也要恰当)。

实际上, L/p往往固定在某个值上,从而决定指接强度的就只有A_s值了。

很明显, A_s越大越好,所以L/p就越小越好,如果节距固定,要想得到最大的指接强度,就只有降低指顶宽t,并且在指顶处容易产生应力集中,应力集中对强度产生不利影响。

国外学者对几种常用木材(云杉、花旗松等)的指接各个因素之关系作了大量试验,并得到了它们的经验公式。

如花旗松的公式是:

$$\begin{aligned} y = & -709.975 + 1625.21x_1 + 1144.13x_2 \\ & - 88475.3x_3 - 143.865x_1^2 \\ & - 37.2814x_2^2 + 26122.7x_3^2 \\ & + 8.63393x_1x_2 + 8642.00x_1x_3 \\ & - 2146.77x_2x_3 \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

式中: y—木材的顺纹抗拉强度(Psi)

x₁—节距(1/16吋)

x₂—斜率的倒数

x₃—顶宽(吋)

根据公式(7)绘出图(5)和图(6)。

从以上讨论我们可以得出以下结论:

1.一般说来,指接的抗拉强度随斜率降低而增大,但增大的百分率随斜率的降低而减缓,斜率从1:12降至1:16时,抗拉强度增加得很小,从图5可知,斜率在1:14时就可以得到很高的强度。

2.当斜率和指顶宽固定,指接强度一般随节距的增大而增加,但其增加率不大。

3.要想得到高的指接强度,就要有足够的指长,以降低斜率,增加有效胶接面积。

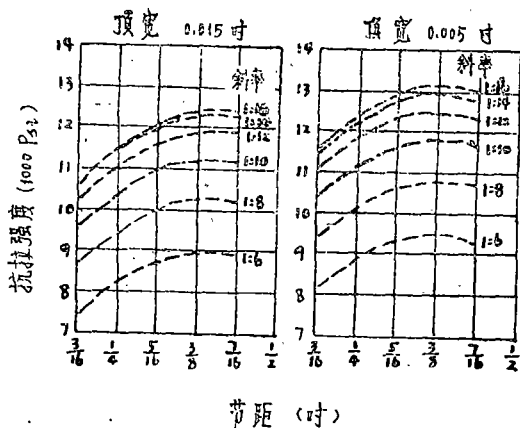


图5.花旗松抗拉强度与指形几何尺寸的关系

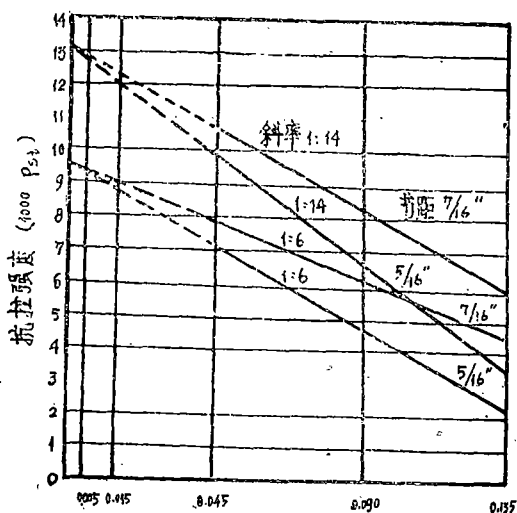


图6.顶宽对花旗松抗拉强度的影响

4.如果有足够的有效胶接面积,即指长与节距之比足够大,那么指顶宽就是指接强度的决定因素,指顶宽越小,指接强度就越大。

5.指长与节距之比大于4即可获得结构型指接所要求的强度。

三、指接用胶粘剂及胶合方法

有关指接用胶粘剂的著述很多,下列胶粘剂均适合于指接:

1.聚醋酸乙烯酯 (PVA)。是一种常用的木工装配用胶,所需要的卡紧时间最短,一般只要30—45分钟,尽管它要在1—2天之后,才能达到全部的强度。

PVA胶结力虽强,但抗水性差,不适于在高温条件下使用,此外,它还容易发生蠕变;所以不适于结构型指接。

近年来,国外开发出催化型PVA,它有抵御水煮沸的能力,尽管在长期负荷下仍要发生蠕变,但还是可以用于门窗的指接(因门窗并不承受负荷),据报导已研究出二种催化剂,有一种催化剂颜色很深,但胶结力好,耐久性亦好。

2.脲醛树脂 (UF)。它既可以热压也可在室温下固化。除非加入三聚氰胺树脂,脲醛树脂是不适合于在室外使用的,但即使加入三聚氰胺,其耐久性也不如酚醛树脂。

3.酚醛树脂 (PF)。一般酚醛树脂只适合于热压固化,可以用于室外。

4.间苯二酚—甲醛树脂 (RF) 和间苯二酚—苯酚—甲醛树脂 (RPF); 这是一种室温和中温固化的树脂,可以得到不怕沸水煮的胶合质量,适用于室外用结构型指接。

近年来,加拿大开发出一种用间苯二酚树脂对高含水率并且是含水率变化很大的木材进行指接的方法——预热法指接,在加拿大称为“WFPL (Westen Forest Products Laboratory) 法”。该方法适用于把锯材过程中产生的短料接长,成为规格材。

预热法是基于下面二个基础开发出来的,其一是如同单板一样厚度的指形,其加热、干燥速率均比要指接的木段本身快得多。从图7清楚地看出含水率的变化,加热十分钟后,指中含水率已低于10%,而木段本身含水率仍在50%。从图8则可清楚地看出木段本身与指的温度变化。加热20分钟,指上温度高达180℃,把拟指接的木段从干燥室取出,并涂上胶后,指上温度急剧下降,与之相反,木段本身温度相对保持稳定,木段实际成了胶粘剂固化时的热量库,它将热传递到指上促使固化。从图8和图9可知:经过一个短时间的加热,指上就已达符合指接胶合所需要的含水率以及适合于RPF固化所需要的温度。

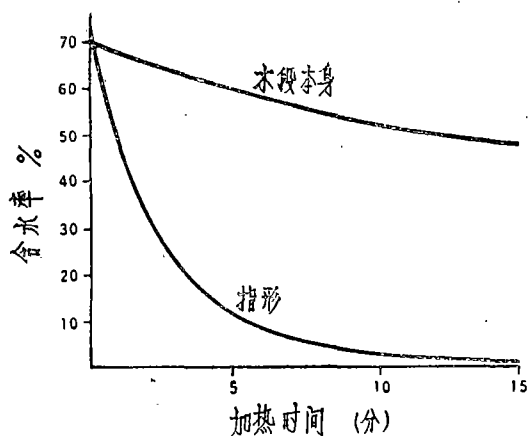


图7 对于已切指的木段加热时间及含水率的关系

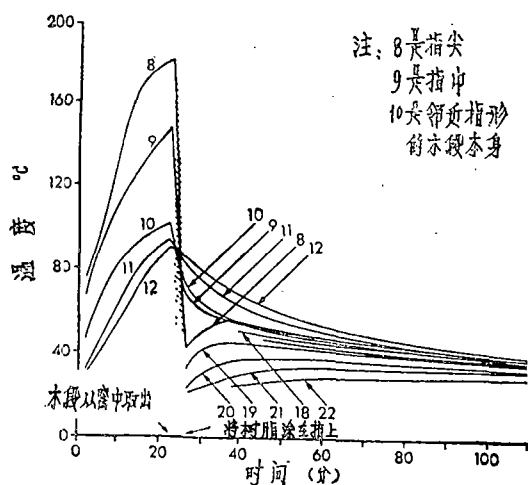


图8 对已切指的木段加热和冷却温度曲线

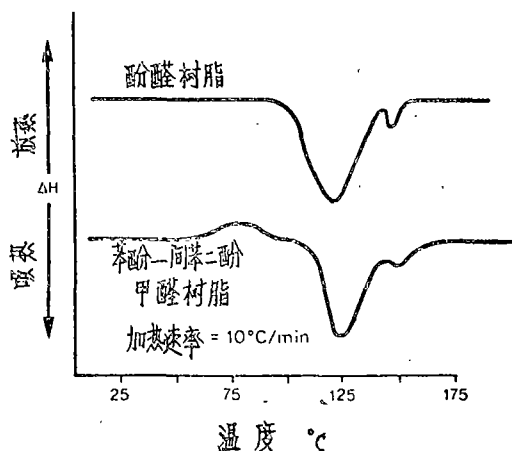
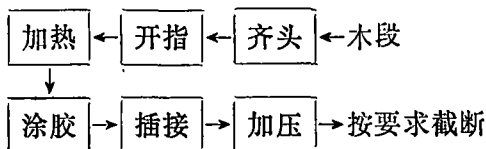


图9 酚醛树脂的固化反应

预热法指接基础之二是 RPF 和 PF 胶固化放热过程不完全相同, RPF 在 75℃ 时有一

个放热峰, 在此期间放出的热量对于固化反应是一种推动力, 使 RPF 比 PF 具有在较低温度下固化的性能。图 9 就是 RPF 和 PF 的固化反应图。

预热法指接的大致工艺是



预热干燥室中空气流速为 500ft/min (150m/min), 要把工件放在空气流最强处。对已窑干木材, 在 150℃ 下加热 10 分钟, 有时为保险起见, 温度可达 175℃ 但不要超过。

木材预干后, 迅速从炉中取出, 并马上涂上胶, 再迅速插接, 这段过程在 20 秒里完成, 以防热量散失。

端压力为 500Psi (3.5N/mm²) 加压时间为 5 秒。

预热法指接已在加拿大实现工业化生产, 每分钟可完成 30—40 个指接。指接质量也是相当满意的。

除了上面介绍的预热法之外, 还有热压, 冷压以及高频加热法等。

四、结 语

在我国使用指接也已有多年的历史, 但对指接的刀具、工艺、设备却研究得很不充分, 现在工厂使用的国产指接刀普遍偏长 (指长多在 1.6 呎 (40cm) 左右) 指接工艺也较落后, 社会上对指接也有一种偏见, 害怕指接后的木材不牢固, 为了加速指接技术的推广, 除一方面加强科学研究之外, 还要多在有关报刊积极宣传介绍。

参考文献

- (1) 欧阳明八, 何显进, 1987, 马尾松木材改性处理, 林业科学, 23 (2) 236—241
- (2) Troughton, G.E., 1984, An Overview of

(下转第 47 页)

短周期单张浸渍纸贴面刨花板生产工艺 及树脂研究通过部级鉴定

低压短周期浸渍纸平压法贴面刨花板是在高压三聚氰胺树脂装饰板基础上发展起来的新工艺。从七十年代初开始,浸渍纸贴面刨花板的生产开始采用热上——热下的短周期热压工艺,热压周期仅需1—2分钟,每面可只用一张树脂浸渍纸,由于该项技术不需要冷却而节省了大量的热能和冷却水,且用料少,因而成本大幅度降低。产品的耐热、耐磨、耐污染性能以及耐用性能都很好,可用于制作家具和建筑内装修。该技术一经问世便得到迅速发展,在西欧,目前有95%的浸渍纸贴面刨花板产品是采用短周期法生产的,人均年耗量已达 1.5m^2 以上。已成为刨花板表面装饰加工中最主要的方法之一。

近年来,我国的刨花板工业发展十分迅速,刨花板的表面装饰加工已成为急需解决的问题,1982年,中国林科院木材所根据林业部下达的刨花板攻关项目中有关刨花板表面装饰加工的要求,组织有关科研技术人员开展了“短周期单张浸渍纸贴面刨花板生产工艺及树脂研究”工作。经过一年半的试验研究于1983年底完成了全部小试工作。1984年在上海扬子木材厂和北京木材厂的支持协作

下利用工厂的生产设备,进行了模拟大试,取得了与小试相同的结果,1986年初,又利用上海黄河家具厂引进的热压生产线进行了试产,并获得成功。1987年4月份该厂生产了4436张($1220 \times 2440 \times 16-19\text{mm}$)浸渍纸贴面刨花板,产品合格率在90%以上,并为工厂获得一定的经济效益。根据这样长期试验和生产考核的结果,在1987年5月14—16日由林业部科技司吴博司长亲自主持,邀请了各大专院校、科研、设计和生产共25个单位的40多位专家、学者进行了技术鉴定。代表们一致认为短周期单张浸渍纸贴面刨花板生产工艺及树脂研究是成功的,为我国刨花板表面装饰加工开创了一条新的、比较经济的途径,在国内属首创。研制成的树脂性能稳定,游离醛低、合成工艺简单、使用方便、浸渍和热压工艺先进合理,浸渍纸张质量符合短周期单张纸贴面工艺要求,产品理化性能达到西德标准DIN68765—82的性能指标,产品经实测比较,已达到西德、奥地利等先进国家同类产品的水平。因此,代表们建议:该项技术应在国内有条件的单位尽早进行推广使用。本刊通讯员

(上接第33页)

- Finger Jointing, Proceeding of a Seminar held in Ottawa, SP 512E, 13—27.
- (3) Selbo, M. E., 1963, Tensile Strength of Finger Joints, For. Prod. J. 13(9)390—400.
- (4) Strickler, M. D., 1980, Finger-Jointed Dimension Lumber—Past, Present, and Future, For. Prod. J. 30 (9) 51—56.
- (5) Troughton G. E., 1980, Finger-Jointing Kiln-Dried and Unseasoned White Spruce Lumber Using The "WFPL Method" For, Prod. J. 30 (12) 48—49
- (6) Udrardy, O., 1984, Adhesives for Finger Jointing, Proceeding of a Seminar held in Ottawa, SP 512E, 78—85