

# 影响刨花板家具角结构强度 的几个因素\*

钱大威

(中国林科院木材工业研究所)

**摘要** 本文针对影响刨花板家具角结构强度的几个因素进行了探讨。结果表明:角结构强度在一定范围内随刨花板的厚度、密度、含水率及平面抗拉强度、静曲强度的增加而有所增加,而板材的力学强度变异系数(COV)对角结构的强度及稳定性有更重要的影响。本试验中,以木质圆棒不可拆连接角结构抗1°变形强度和偏心凸轮连接角结构抗破坏变形强度为最高,试验的综合结果表明,可拆型连接的角结构强度总是低于不可拆型连接的角结构;角结构承受拉载的能力明显低于承受压载的能力。这些结果为刨花板家具角结构的合理设计提供了依据。

**关键词** 刨花板;家具;连接件;角结构;可拆型;不可拆型

## 前言

在当代家具生产中,板式拆装式家具已成为必然发展趋势<sup>[1]</sup>。板式家具的质量和性能在很大程度上依赖于板材性能、连接方式及各种连接件的合理使用。

早在1927年Fairchild就已对刨花板握螺钉力进行了研究<sup>[2]</sup>,此后,Kuetschukov等提出了不可拆直角紧固连接强度与刨花板的静曲强度、板材厚度的平方成正比<sup>[3]</sup>。Didrikson等人的研究认为,平面抗拉强度高的板材在端面拧入木螺钉时的劈裂现象减少,高含水率板材端面拧入木螺钉时的劈裂趋势比低含水率板材弱。即使以后含水率降低,端面劈裂趋势也不增加<sup>[4]</sup>。Eckelman指出,普通刨花板圆棒握棒力与板材平面抗拉强度密切相关<sup>[2]</sup>,Albin等人的研究也指出,刨花板质量和连接件类型是影响刨花板角结构强度的主要因素<sup>[5]</sup>。近几年来美、

德等国的研究证明,角结构强度在整个箱体单元强度中起很重要的作用,刚性的角结构可使整体强度增加约15%<sup>[6]</sup>。

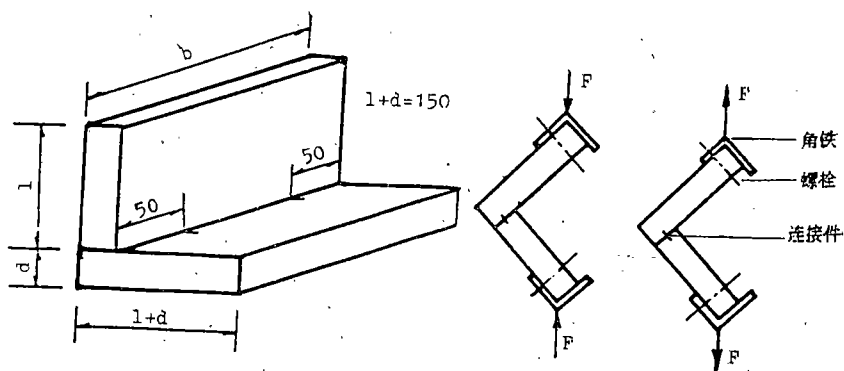
国内的研究起步较晚。北京市木材工业研究所马耀驭、文玉旺等分别于1978和1982年对家具刨花板连接性能进行了试验,并提出了刨花板家具适用的连接件类型<sup>[7,8]</sup>。鉴于目前国内尚未开展对家具用刨花板物理力学性能与连接性能间关系的系统研究,生产中还存在一些不合理现象,本文试图在这方面进行探讨,以祈能对今后生产和科研产生一定的促进作用。

## 试验材料、设备和方法

本试验所用板材和连接件均为目前国内市场常见品种,规格见表1和表2。试件尺寸及加载方式如图1所示。试件安装后放置两周,使胶粘剂充分固化。采用 $L_{27}$ (3<sup>13</sup>)正交试验。试验设备为Shimadzu AGS-500B型万能力学试验机(精度为0.1N)及ZQ4124型台钻。角结构强度的单位为N·m/m。

本文于1990年10月25日收到。

\*本文系在王培元研究员指导下完成,谨此致谢。



(a) 试件尺寸图 (连接件安装于距板边50mm处)

(b) 试件加载示意图

图1 试件尺寸及加载方式

表1 试验用刨花板物理力学性能

| 规格                            | 产地 | 北京   | 黑龙江  | 吉林   |
|-------------------------------|----|------|------|------|
| 厚度TK (mm)                     |    | 19   | 16   | 20   |
| 平面抗拉强度IB (N/mm <sup>2</sup> ) |    | 0.68 | 0.53 | 0.40 |
| 静曲强度MOR (N/mm <sup>2</sup> )  |    | 14.5 | 19.3 | 17.1 |
| 含水率W (%)                      |    | 7.3  | 5.6  | 6.0  |
| 密度SG (g/cm <sup>3</sup> )     |    | 0.62 | 0.81 | 0.71 |

注: 各项指标均按国标测定。

表2 试验用连接件规格一览表

| 名称         | 规格      | 预钻孔直径 (mm) | 图解 (mm) |
|------------|---------|------------|---------|
| 圆棒<br>(柞木) | 带螺旋压缩沟槽 | 7.5        |         |
| 偏心<br>凸轮式  | 8006-A  | 10.0       |         |
| 对接式        | 8008    | 11.5       |         |

注: 连接件的安装按厂方提供的技术规范进行。

## 结果与讨论

### 一、统计分析结果与讨论

显著性统计结果见表3。

表3 显著性因子统计结果

| 项 目            | 载 荷 方 向        |   | 压 载            |    | 拉 载            |    |                |    |
|----------------|----------------|---|----------------|----|----------------|----|----------------|----|
|                |                |   |                |    |                |    |                |    |
|                | 连接方式           |   | 力 矩            |    | 可 拆            |    | 不可拆            |    |
|                |                |   |                |    |                |    |                |    |
|                | M <sub>1</sub> | M | M <sub>1</sub> | M  | M <sub>1</sub> | M  | M <sub>1</sub> | M  |
| 连接件种类          | —              | — | —              | —  | ••             | —  | —              | —  |
| 平面抗拉强度         | —              | — | —              | —  | —              | •• | —              | •• |
| 静曲强度           | —              | — | —              | •• | •              | —  | •              | —  |
| 密度             | —              | — | —              | •• | ••             | —  | —              | —  |
| 加载速度           | —              | — | —              | —  | ••             | •  | —              | —  |
| 加载速度与<br>连接件种类 | —              | — | —              | —  | ••             | —  | —              | —  |

注: •为显著性95%, ••为显著性99%;

M<sub>1</sub>为角结构1°变形强度, M为角结构破坏强度。

各因子对角结构强度的影响分析如下:

#### 1. 连接件的影响

三种连接件中, 圆棒不可拆型角结构拉载抗1°变形的能力最高(图2)。这是由于木质圆棒可与木质刨花较好地胶接。

#### 2. 加载速度的影响

刨花板在受外力作用时, 瞬间内先产生弹性变形, 然后开始发生蠕变, 蠕变量随时间延长而逐渐加大<sup>[9]</sup>。因此, 提高加载速

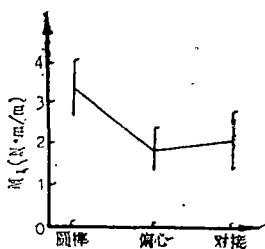


图2 连接件类型对角结构强度的影响 (拉载)

度可以削弱由于蠕变对结构强度产生的不利影响,使角结构强度增加(图3)。

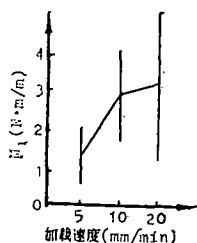


图3 加载速度对角结构强度的影响 (拉载)

### 3. 密度的影响

角结构受外力作用时,对端面有榫孔的板子,可沿板的内层产生割裂力,对表面有榫孔的板子,则沿板表面产生剪断力,因此,板材的剥离阻力显得相当重要,而密度升高,必然导致剥离阻力加大,于是角结构强度也得到加强。试验发现,板子平均密度与角结构破坏强度呈正比关系(图4)。

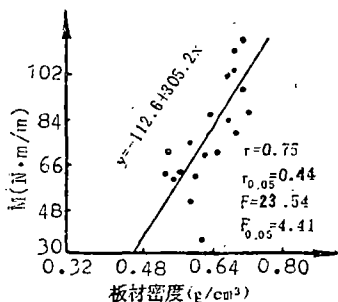


图4 板材平均密度与角结构破坏强度的关系

### 4. 板材平面抗拉强度的影响

刨花板的结构特点是心层刨花结合强度低于表层,因此板材平面抗拉强度对其角结构强度的影响非常显著。如图5所示,角结

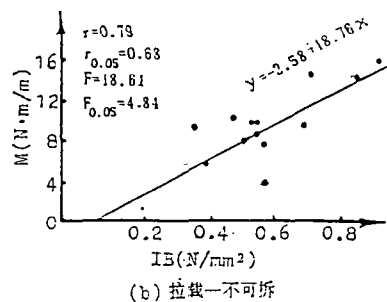
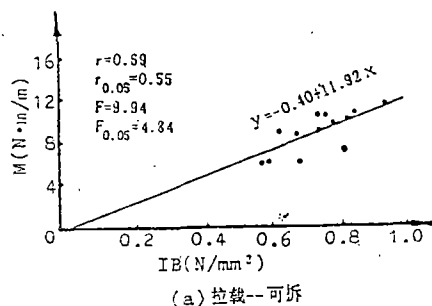


图5 板材平面抗拉强度与角结构破坏强度的关系

构受拉载作用时,其破坏强度与板材平面抗拉强度有明显的正比关系。

### 5. 板材静曲强度的影响

试验结果表明,角结构在拉载不可拆条件下,随着板材静曲强度的升高,抗 $1^\circ$ 变形能力呈上升趋势(图6—a)而在压载—不可拆条件下,角结构破坏强度与板材静曲强度有正比关系(图6—b)。

此外,试验还发现,在拉载—可拆型圆榫连接条件下,角结构 $1^\circ$ 变形强度与板材静曲强度呈现出负相关关系(图7)。其原因在于高静曲强度的板材其表层刨花的结合比较紧密,含胶量往往较高,因此圆榫预钻孔内壁摩擦系数也比较小,当角结构变形 $1^\circ$

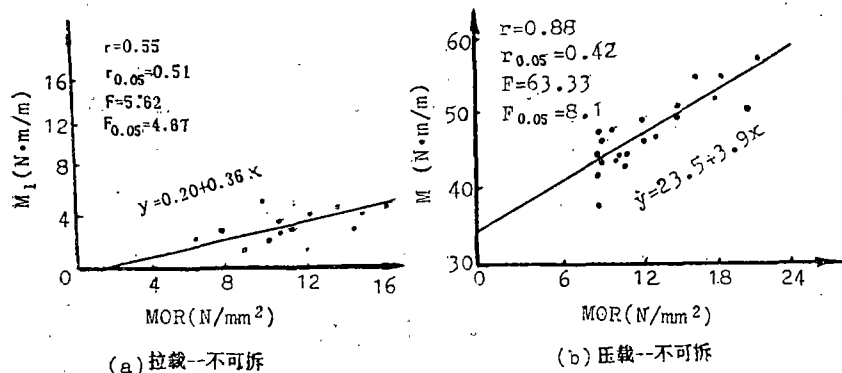


图6 板材静曲强度与角结构强度的关系

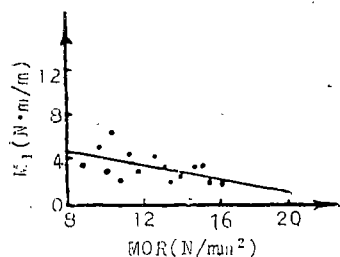


图7 板材静曲强度与角结构1°变形强度的关系 (拉载—可拆)

时, 榫头几乎是垂直地拔出。从图7数据的指数回归曲线(图8)中也可看出, 随着板材静曲强度的继续增加, 1°变形强度将趋于一个稳定值。

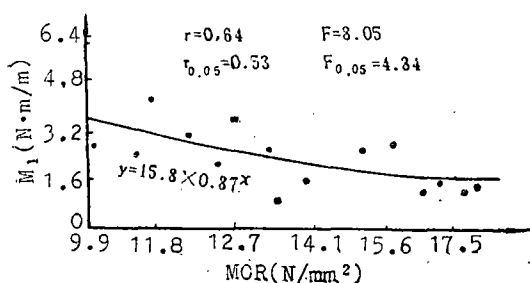


图8 经过指数回归的情况

## 二、离差试验结果与讨论

本试验采用自助样本法<sup>[10]</sup>对刨花板力学性能变异性与角结构强度变异性的关系进行考察, 并运用回归分析对结果进行讨论。

图9描绘了刨花板角结构强度变异系数大小情况, 并表示了板材力学强度变异系数与受不同载荷方向、不同连接方式的角结构强度变异系数的关系。

从图中看出, 在拉载可拆型连接条件下, 板材平面抗拉强度变异系数与角结构破坏强度的变异系数约成三倍的关系(图9—b); 板材静曲强度与角结构1°变形时强度的变异系数也成三倍的关系(图9—c)。平面抗拉强度的变异系数虽然与角结构1°变形时的强度变异系数不成比例关系, 但后者的变异系数仍为30~40%, 显得很大; 在拉载、不可拆型连接条件下, 板材平面抗拉强度变异系数与角结构破坏强度的变异系数约成1.5倍的直线关系(图9—f)。其余的虽未作回归曲线, 但仍可见也在这一试验范围内。角结构强度的变异系数在20~55%之间, 约为板材强度变异系数的两倍。

在压载条件下, 无论可拆或不可拆型连接, 板材强度变异系数对角结构强度的变异系数均未产生明显影响, 角结构1°变形强度和破坏强度的变异系数一般在20~30%的范

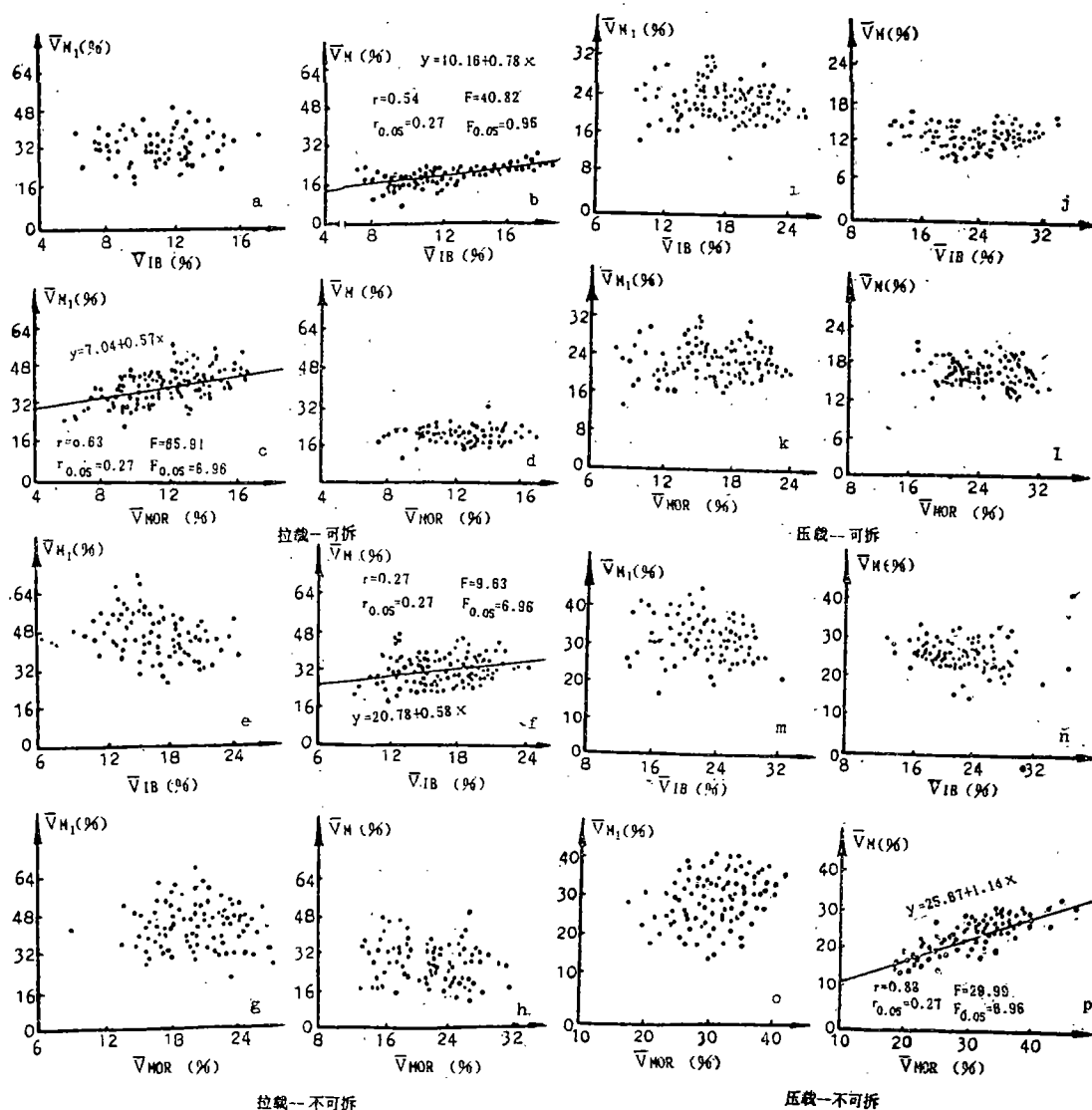


图9 板材强度变异系数与不同承载方向、不同连接方式的角结构强度变异系数的关系

圈内。

由上述结果可以看出,在拉载条件下,角结构强度的变异系数很大,尤其是当板材静曲强度变异系数也较大时,很容易造成家具的变形,而板材平面抗拉强度的变异系数较大时,则很容易使家具受拉而发生角结构破坏。

凡是用强度变异系数较大的板材制造的家具,无论是可拆或不可拆连接,对其角结构强度都十分不利,尤以可拆型为甚。

### 三、不同加载方式对角结构强度的影响

角结构在实际受力时分别处于压和拉两种状态,如图10所示。

从试验结果看,角结构承受拉载荷的能力明显低于承受压载荷,1°变形时低77.7%,破坏变形时低82.3%。载荷作用方向对所试验的连接强度的影响取决于连接的结构和由此产生的破坏形式<sup>[11]</sup>。通过对试件破坏形式(图11)的观察分析可以看出,在压载

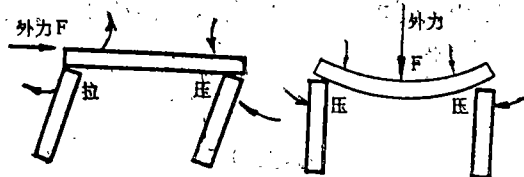


图10 角结构实际受力状态

条件下,破坏部位从板子密度较高的表层附近开始产生,如箭头A所示(图11—a)。因此,刨花间的分离需要较大的外力;而在拉载条件下,破坏始于板子心层榫孔的尖端(图11—b箭头A所示),这是因为孔尖端处容易产生应力集中,并且板子心层刨花结合强度较低,因此造成角结构受拉载时的连接强度明显低于受压载时的连接强度。

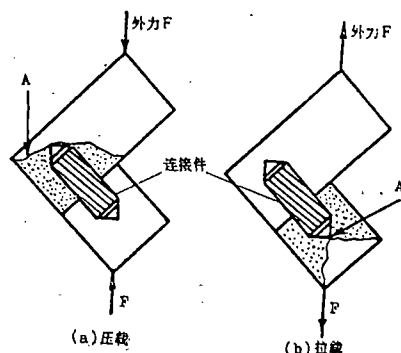


图11 角结构破坏示意图

#### 四、角结构1°变形强度与破坏强度的关系

试验结果表明,角结构1°变形与破坏强度之间存在着一定的内在联系(表4)。在

表4 角结构1°变形强度与破坏强度的关系

| 加载方式<br>结合方式<br>项目     | 拉 载 荷          |      |               |      | 压 载 荷          |       |                |       |
|------------------------|----------------|------|---------------|------|----------------|-------|----------------|-------|
|                        | 可 拆            |      | 不可拆           |      | 可 拆            |       | 不可拆            |       |
| 1°变形强度 ( $\bar{M}_1$ ) | n=15<br>s=0.06 | 2.25 | n=15<br>s=1.7 | 3.75 | n=22<br>s=2.1  | 8.98  | n=22<br>s=3.2  | 10.17 |
| 破坏强度 ( $\bar{M}$ )     | n=15<br>s=1.7  | 8.28 | n=15<br>s=3.2 | 9.94 | n=22<br>s=12.9 | 71.59 | n=22<br>s=19.9 | 74.64 |
| $\bar{M}_1/\bar{M}$    | 0.27           |      | 0.38          |      | 0.13           |       | 0.14           |       |

注: n为样本数, s为标准差

压载条件下,可拆和不可拆连接的角结构1°变形强度在破坏强度中所占比例基本相同,为13~14%;在拉载条件下,可拆和不可拆连接的角结构1°变形强度占破坏强度的27~38%。

图12、13给出了角结构1°变形强度和破坏强度的关系及变异范围。

### 结 论

1.在一定范围内,刨花板板材厚度、密度以及含水率等物理性能指标的增加都可使角结构强度有所增加。

2.刨花板平面抗拉强度的增加使可拆和不可拆型直角结构抵抗破坏变形的能力加

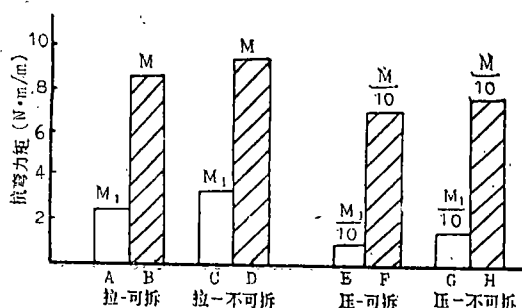


图12 1°变形强度与破坏强度直方图

强;静曲强度的增加使不可拆型角结构抵抗1°变形和破坏变形的能力得到加强。

3.拉载—可拆型—圆榫连接的直角结构抗1°变形的强度与板材静曲强度呈负相关关

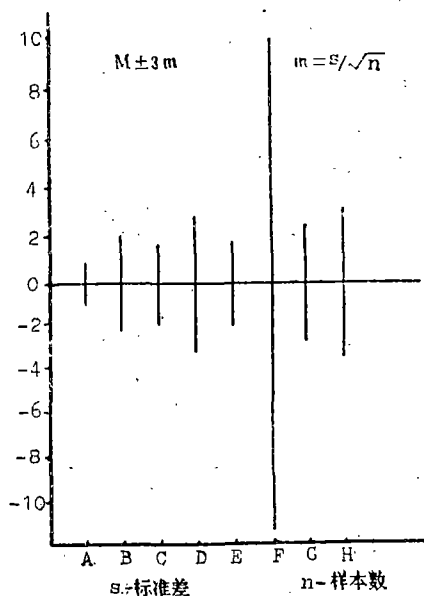


图13 1°变形强度和破坏强度的变异性

很容易造成家具角结构的变形，而平面抗拉强度变异性的增加，则很容易造成家具受拉角处的破坏。

(责任编辑 姜征)

### 参考文献

- [1] 孙庆璋, 1983, 板式拆装家具结构简介, 北京木材工业, (1): 25-28.
- [2] Eckelman, C.A., Cassens Q.L., 1985, Withdrawal strength from wood composites, F.P.J., 35 (5): 55-60.
- [3] Von Georgi B. Kuetschukov, Nikolaj A. Josifov, 1968, Comparative tests of the strength of various types of undetachable edge joints for use with particle-board components, Holztechnologie, No. 1: 43-48.
- [4] Didriksson, E.I.E., Nyren J.O., Back E.L., 1974, The splitting of wood-base building boards due to edge screwing, F.P.J., 24 (7): 35-39.
- [5] Albin, R., M. Muller, H. Scholze, 1987, Investigations on the strength of corner joints in the case-type furniture, Holz als Roh- und Werkstoff, 45: 171-178.
- [6] Eckelman, C.A., Mung, S., 1987, Rational design of cases with frontframes and semi-rigid joints, F.P.J., 37 (6): 25-30.
- [7] 北京市木材工业研究所材性实验室, 1979, 家具用刨花板的连接件握持强度试验, 森工科技通讯, (1): 10-11.
- [8] 马耀驹、文玉旺, 1982, 板式家具结构强度的研究, 北京木材工业, (4): 13-21.
- [9] 王培元, 1989, 如何提高刨花板质量 (之七), 森工科技通讯, (4): 1-24.
- [10] Bradley Efron, 1979, SIAM Review, (4): 21.
- [11] 文津译, 1984, 可拆家具连接件的强度, 林产工业, (2): 41-44.

系。

4. 刨花板直角结构抗拉载荷强度明显低于抗压载荷强度, 抗1°变形时低77.7%, 破坏变形时低82.3%, 而且在承受拉载荷时, 抗1°变形的强度占破坏强度的33%左右, 承受压载荷时占13%左右。

5. 可拆型直角结构强度低于不可拆型直角结构强度。

6. 加载速度的升高亦使直角结构强度有所升高。

7. 以双头涂胶的木质圆棒为连接件时, 刨花板直角结构抵抗1°变形的能力较强; 而采用偏心凸轮式连接件时, 抗破坏变形的能力较强。

8. 刨花板力学性能变异性的增加将导致角结构强度变异性较大幅度的增加, 特别是在拉载荷条件下, 静曲强度变异性的增加

# A preliminary study on some factors affecting the strength of corner joints in particleboard furniture

Qian Dawei

(The Inst. of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry)

**Abstract** In this paper, some factors affecting the strength of corner joint structure in particleboard furniture have been investigated. The results indicated that the strength of corner joints increased with the increase of thickness, density, moisture content, MOR and IB of the board, and that the measure of coefficient of variability (COV) for MOR and IB of the board would play a more important role in the stability and strength of corner structure in furniture. The strength of resistance of deflection in 1° of the corner structure jointed with butt-dowel and the rupture strength of the corner structure jointed with screws and metalcassing were higher than that of other types of joints. The test showed that the strength of corner structure under pressure and with detachable joints was lower than that with fixed joints. Therefore, the particleboard with low COV should be used in designing the corner structure of furniture and the joint structure under pulling load should be given a special attention.

**Keywords** Particleboard, Furniture, Joints, Corner structure, Detachable joint, Fixed joint

---

(上接第 5 页)

## Development of non-odor plywood

Zhu Yimin

(Shanghai Jianshe Wood-based Panel Factory)

**Abstract** The non-odor plywood bonded with JS-5 UF resin has good internal bond strength; its formaldehyde emission is as low as 0.5mg/l; the physical and mechanical properties of the plywood can reach the Enterprise and National Standard.

**Keywords** Non-odor plywood; Plywood; Urea-formaldehyde resin