

讨论与建议

板式家具背板接合方式对家具角部强度的影响

徐伟¹, 吴智慧¹, 张继雷², 柳献忠³, 黄琼涛⁴

(1. 南京林业大学, 江苏南京 210037; 2. 密西西比州立大学, 美国密西西比州 39762;
3. 江西财经大学, 江西南昌 330032; 4. 梅州市汇胜木制品有限公司, 广东梅州 514600)

摘要: 以中纤板和胶合板为板式家具背板,通过螺钉,以企口和平口的接合方式,固定面板和旁板。在面板和旁板受拉或受压状态下,测试与分析角部强度。结果表明:背板材料对角部接合强度影响不显著;在拉伸时,企口接合强度稍低于平口接合强度,而受压时,企口接合强度则明显大于平口接合强度;面板或旁板在受内向压力时,更容易发生角部破坏。

关键词: 家具背板; 接合方式; 角部强度

中图分类号: TS664

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2014)04-0024-04

Effects of Joint Type on Corner Strength in Panel Furniture Backboards

XU Wei¹, WU Zhi-hui¹, ZHANG Ji-lei², LIU Xian-zhong³, HUANG Qiong-tao⁴

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. Mississippi State University, Mississippi 39762, America;

3. Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330032, Jiangxi, China;

4. Meizhou Huisheng Wooden Products Co., Ltd. Meizhou 514600, Guangdong, China)

Abstract: To analyze the influence of corner strength of panel furniture, specimens were cut from fiber board and plywood and were used as backboards which were connected with panel and side plates by screws in rebated joint and flat joint. Corner strength was tested with panel and side plates in either tension or compression. The results showed that the corner strength was not closely related to backboard material. When the panel and side plates were in tension, the corner strength of the rebated joints was slightly lower than flat joints; while in compression, the corner strength of the rebated joints was obviously higher than the flat joints. Corner damage occurred more likely when the panel and side plates were compressed inward rather than tensioned outwards.

Key words: panel furniture; joint type; corner strength

主体结构件为人造板材的家具称为板式家具,组成板式家具的板式部件主要类别有:中密度纤维板、

刨花板、胶合板、细木工板、集成材、空心覆面板等,原材料的形状、尺寸、结构及物理力学等特性,决定了板式家具的接合方式^[1]。而家具在使用过程中,常会受到各种外力的作用,特别是角部受外力作用时,对家具的稳定性和结构强度将产生较大的影响。

目前,关于板式家具的板件接合形式(L型和T型)、不同材料板式部件接合的力学性能等研究较多^[2-6],而针对板式家具角部的接合性能研究鲜有报

收稿日期: 2013-09-20; 修改日期: 2014-06-03

基金项目: 广东省科技计划项目“木材资源综合利用技术集成及产业化”(2012B091202015); 木竹产业技术创新战略联盟科研计划“次小薪材用于实木家具制造的增值技术及产业化”(TIAWBI201202); 江苏高校优势学科建设工程资助项目“基于负载状态下沙发力学性能研究”(PAPD)。

作者简介: 徐伟(1975—),男,南京林业大学家具与工业设计学院副教授,博士。

道,目前尚无相关的家具角部检测标准。因此,本研究分别以中密度纤维板和胶合板为背板,以刨花板为面板和旁板,制作角部试件,测试其在拉伸和受压两种状态下的承载能力,分析角部强度的影响因素,以为背板材料的选择、面板与旁板的结构设计、以及接合方式的采用等提供依据,为进一步完善家具结构强度的检测提供参考。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

1) 刨花板:面板和旁板材料,外购。

厚度 18 mm,密度 670 kg/m^3 ,含水率 7.2%,静曲强度 14 MPa,弯曲弹性模量 1 800 MPa,边部握钉力 835 N,符合 GB/T 4897.6-2003《刨花板 第6部分:在干燥状态下使用的增强结构用板要求》的要求。

2) 中密度纤维板:背板材料,外购。

厚度为 4 mm,密度 850 kg/m^3 ,含水率为 7.2%,静曲强度 25 MPa,弯曲弹性模量 2 850 MPa,表面结合强度 2.0 MPa,符合 GB/T 11718-2009《中密度纤维板》的要求。

3) 胶合板:背板材料,外购。

杨木单板三层结构,厚度 4 mm,密度 650 kg/m^3 ,胶合强度 0.82 MPa。

4) 连接件:

① 柞木圆棒榫,用于连接面板与旁板,密度 670 kg/m^3 ,规格为 $10(d) \times 35(l) \text{ mm}$;

② 螺钉,用于固定背板,规格为 $3.5(d) \times 18(l) \text{ mm}$ 。

5) 聚醋酸乙烯酯乳液(PVAc):黏度为 $(16 \pm 3) \text{ Pa} \cdot \text{s}$,pH 值 5.0,涂胶量 $180 \sim 200 \text{ g/m}^2$ 。

1.2 试件制作

选用刨花板作为试件的面板和旁板,中密度纤维板或胶合板作为背板,制成如图 1 所示的 L 型角部接合形式,参照 ASTM D 1037-12《木质纤维板和刨花板的性能评定方法》,面板 A 规格: $300 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$;旁板 B 规格: $300 \text{ mm} \times 182 \text{ mm} \times 18 \text{ mm}$ 。

在旁板厚度中心位置和面板边部相应位置,钻直径为 10 mm 的圆孔,将表面涂有 PVAc 胶的圆棒榫插入,将 A、B 边部对齐并胶合固定。

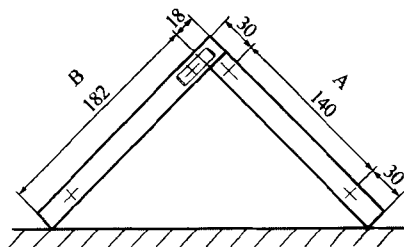


图 1 L 型角部接合形式

Fig. 1 Corner joint of L-type

背板与面板或旁板的接合形式:

1) 图 2a 为边部企口接合形式,在面板和旁板的边部铣 $194 \text{ mm} \times 12 \text{ mm} \times 4 \text{ mm}$ 的企口,用于安装背板。在面板和旁板上各用 2 枚螺钉将背板固定,螺钉距 A、B 板背面各为 6 mm;

2) 图 2b 为平口接合形式,在距离面板和旁板面层 9 mm 处,各用 2 枚螺钉固定。背板厚度为 4 mm,其外形为二种等腰直角三角形,背板三边的规格分别为 $274.36 \text{ mm} \times 194 \text{ mm} \times 194 \text{ mm}$ 和 $282.84 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm}$ 。

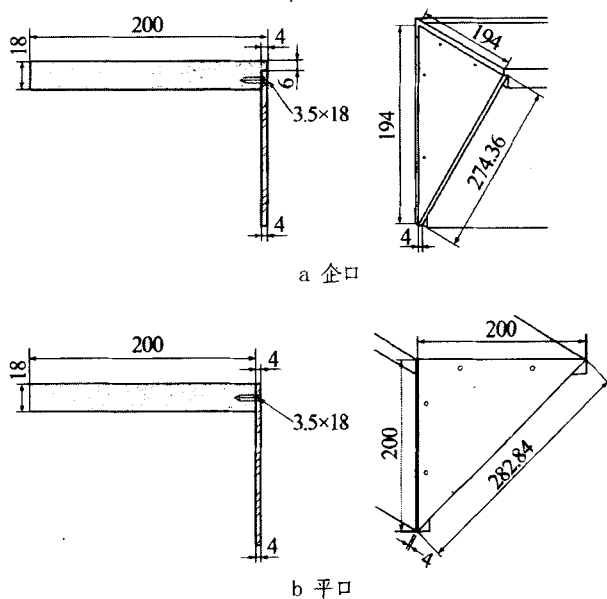


图 2 背板与面板和旁板的接合方式

Fig. 2 Backboard joint type with panel and side plates

1.3 性能测试

家具在挪动、搬移等过程中,常会受到外力作用,而同样的力作用在直角部位或面板和旁板的边部时,由于存在较大的力臂,家具角部更容易受损,因此,角部强度测试时施力点分别在角部和边部。

图 3 所示为试件角部受力时抗拉强度的测试方法;图 4 所示为面板或旁板受力时,角部抗压强度的测试方法。

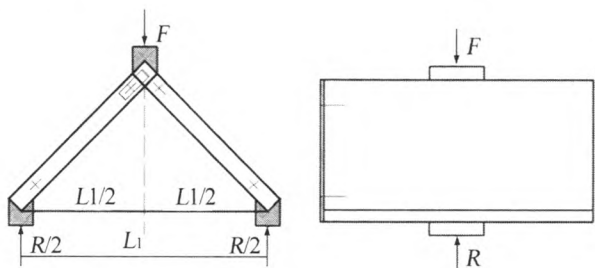


图 3 角部抗拉强度测试
Fig. 3 Test for corner tensile strength

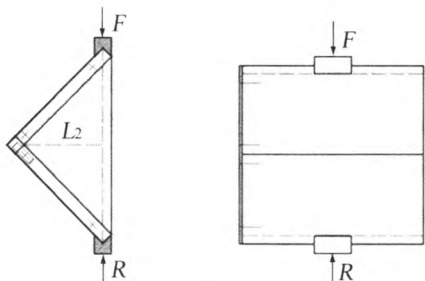


图 4 角部抗压强度测试
Fig. 4 Test for corner compressive strength

为确保受力稳定与均匀,在主要受力支撑部位安放木垫,并参照 ASTM D 1037-2012《木质纤维板和刨花板的性能评定方法》和 ASTM D 143-2009《木材无疵小试样的试验方法》,测试其抗压和抗拉强度。加载速度 3~5 mm/min,直到测试试件发生分离破坏,记录下最大加载值。

在载荷作用下,板式家具围绕角部会产生弯矩,弯矩的大小可以判断出角部承受抗拉或抗压的程度^[7]。弯矩计算由公式(1)和(2)分别得出。经测量计算: $L_1=0.141\text{ m}$, $L_2=0.128\text{ m}$ 。

$$M_{\text{拉}}=F_{\text{max}}/2\times L_1 \quad (1)$$

$$M_{\text{压}}=F_{\text{max}}\times L_2 \quad (2)$$

式中: M —弯矩, $\text{N}\cdot\text{m}$; F_{max} —最大拉力或压力, N ; L —力距, m 。

按照试件背板材料 2 种、角部接合方式 2 种、测试方法 2 种,每组条件 3 个试件,合计 24 个试件。所有试件制作完成后,在温度 $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $(65\pm 3)\%$ 的条件下,养生 48 h 后进行测试,结果取平均值。

2 试验结果与讨论

2.1 角部破坏载荷

试件在载荷作用下发生破坏,其破坏形式主要表现为圆棒棒一端拔出或接口移位,部分螺钉接口部位出现松动移位。表 1 列出各组试件破坏载荷的测试结果。

表 1 试件角部破坏载荷
Tab. 1 Failure load at corner of specimen

背板材料	接口形式	测试方法	平均值/N	标准差/N	变异系数/%
中纤板	企口	拉伸	1 242	71	5.7
		压缩	939	57	6.1
中纤板	平口	拉伸	1 336	59	4.4
		压缩	787	28	4.1
胶合板	企口	拉伸	1 185	77	6.5
		压缩	881	57	6.5
胶合板	平口	拉伸	1 348	76	5.7
		压缩	763	51	7.8

根据单因素 ANOVA 分析,在 0.05 的置信区间内,当试件角部受拉伸作用时,背板材料和接口形式对角部破坏载荷的影响不显著($P>0.05$);当试件角部受压时,背板材料对破坏载荷的影响不显著($P>0.05$),而接口形式对试件角部破坏载荷的影响显著($P<0.05$)。其原因主要是在受压时,除了背板螺钉接合提高抗压性能外,面板和旁板上的企口对背板提供支撑,增强了角部的抗压性能。

从图 5 所示各组试件破坏载荷的平均值可以看出,同一类型的试件在发生破坏时,所需拉力明显大于压力。说明板式家具面板或旁板受内向压力时,比受外向拉力更容易发生角部破坏。

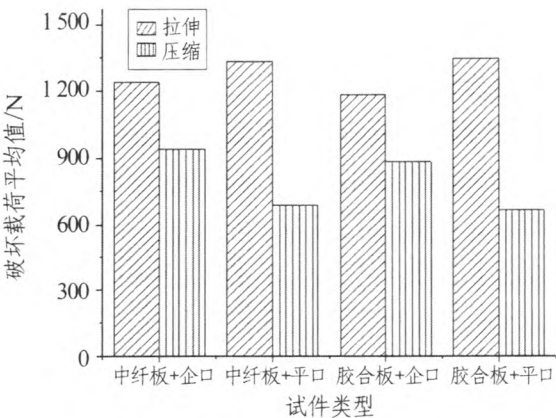


图 5 不同类型试件破坏载荷
Fig. 5 Failure load for different types of specimens

2.2 角部弯矩

各组试件在承受拉伸和压缩作用力时,其弯矩的计算结果列于表 2。

表 2 板式家具角部弯矩

Tab. 2 Tension bending moment at corner of specimens

背板材料	接口形式	受拉弯矩/ $N \cdot m$				
		最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数/%
中纤板	企口	92.1	81.4	85.7	3.0	3.5
中纤板	平口	98.8	88.7	94.2	3.5	3.7
胶合板	企口	90.3	77.0	83.6	4.7	5.6
胶合板	平口	102.4	89.6	95.1	3.8	4.0

背板材料	接口形式	受压弯矩/ $N \cdot m$				
		最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数/%
中纤板	企口	130.5	116.9	120.2	3.9	3.3
中纤板	平口	92.7	84.0	88.0	3.1	3.5
胶合板	企口	117.9	102.4	112.8	4.9	4.3
胶合板	平口	92.6	76.5	84.8	4.2	4.9

1) 受拉弯矩

在相同接口形式下,中纤板和胶合板背板的弯矩值比较接近。根据单因素 ANOVA 分析结果,在 0.05 的置信区间内,家具背板材料对角部强度的影响不显著($P>0.05$),而接口形式对角部强度的影响显著($P<0.05$)。

其主要原因是:在企口和平口接合方式中,固定背板的螺钉的位置有明显差异。企口接合螺钉的固定点在面板和旁板厚度的 1/3 处,而平口接合螺钉的固定点在面板和旁板厚度的 1/2 处,在同样作用力下,前者更容易破坏。

因此,板式家具面板和旁板处于受拉状态时,对角部强度影响最大的是背板与面板和旁板的接口形式,而不是背板材料。

2) 受压弯矩

在相同接口形式下,不同材料的背板在载荷作用下产生的弯矩值比较接近,在试件破坏时背板材料对角部抗弯强度的影响不显著($P>0.05$),而背板接口形式对角部强度影响显著($P<0.05$)。

在 4 组试件中,弯矩值最大的是中纤板+企口接合,最小值是胶合板+平口接合。因此,板式家具面板和旁板处于受压破坏时,背板接口形式对角部强度起十分重要的作用。

从图 6 中也可以明显看出,角部试件在受压时,背板与面板和旁板的企口接合方式可以增强角部的抗压强度,其值明显比平口接合方式高。

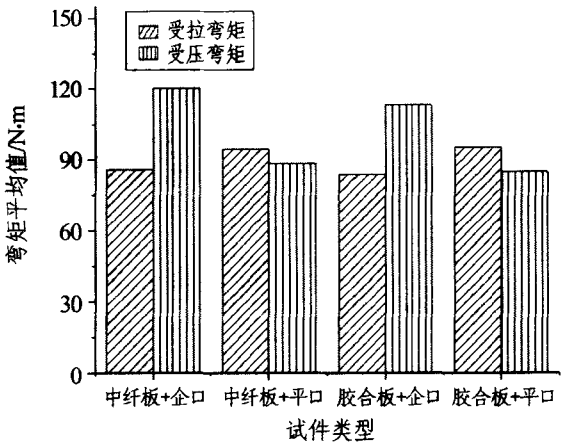


图 6 不同类型试件弯矩平均值

Fig. 6 Average bending moment for different types of specimens

3 结论

1) 板式家具的背板材料对角部受拉伸或压缩时的破坏载荷和弯矩影响不显著,而接口形式对角部强度的影响显著。

2) 在本试验条件下,板式家具角部受压时,企口接合形式承受的破坏载荷明显更高;在角部受拉时,平口接合形式承受的破坏载荷稍高。由此推论,板式家具在搬移及使用过程中,面板或旁板受向内压力时更易发生角部破坏。

3) 建议板式家具角部结构设计采用企口接合形式,以利于增强结构强度;同时,在制修订家具检测标准时,增加家具角部结构强度的检测。

参考文献:

[1] 关惠元. 板式家具结构-五金连接件及应用[J]. 家具, 2007 (159):48-57.

[2] 徐伟,吴智慧. 杨木胶合板沙发框架的制作工艺与结构性能分析[J]. 木材工业,2009,23(5):41-44.

[3] Ali N T. Optimum dowel spacing for corner joints in 32-mm cabinet amstruction[J]. Forest Products Journal, 2005 (12): 100-104.

[4] 马耀取,文玉旺. 板式家具结构强度的研究[J]. 北京木材工业, 1997(3):13-21.

[5] 蔡力平,余松宝,郭希强. 板式家具结构强度分析[J]. 林业科学,1991(27):91-96.

[6] Zhang J, Hasan E, Yusuf Z. Moment resistance of multiscrew L-type corner joint[J]. Forest Products Journal, 2005 (10): 56-63.

[7] 秦焱. 工程力学[M]. 广州:华南理工大学出版社,2000.

(责任编辑 向 琴)