

杨木胶合板沙发框架的制作工艺与 结构性能分析

徐伟, 吴智慧

(南京林业大学家具与工业设计学院, 江苏南京 210037)

摘要: 介绍杨木胶合板应用于沙发框架的制作工艺及结构性能。以杨木胶合板沙发框架实例,进行了角部接合抗弯刚度和整体耐久性的试验。结果表明:杨木胶合板替代实木应用于沙发框架的生产,能充分体现出板式零部件曲(直)边组合及叠加的造型优势,沙发框架整体具有稳定的力学性能。

关键词: 杨木; 胶合板; 沙发框架; 工艺; 结构; 性能

中图分类号: TS653.3; TS664

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2009)05-0041-04

Manufacturing Technology and Structural Performance of a Sofa Frame Made with Poplar Plywood

XU Wei, WU Zhi-hui

(College of Furniture and Industrial Design, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The authors of this paper studied the feasibility of using Poplar plywood, as an alternative material for solid wood, to make a sofa frame. The detailed processing technology for using poplar plywood was described in this paper. A sample sofa frame was made and illustrated. Bending rigidity of the corner joints and their fatigue performance were evaluated. The results showed that poplar plywood could replace solid wood in sofa manufacturing with adequate and stable mechanical performance.

Key words: poplar; plywood; sofa frame; technology; structure; performance

软体沙发作为现代生活中极其重要的一类家具,其造型和整体外观,主要取决于内部结构框架。从传统到现代的加工工艺,沙发结构框架材料一直是实木为主。面临木材资源的紧缺性,及实木弯曲件加工工艺的复杂性等问题,开发沙发框架的新材料和新工艺势在必行^[1]。

利用杨木胶合板曲(直)边组合成型的独特优势,不仅可以节省木材资源、降低成本,而且可以简化加

工工艺,加速生产流水化,满足异型曲(直)面结构沙发框架的生产要求。笔者与某沙发厂合作,结合学校的试验条件,对杨木胶合板制作沙发框架的工艺可行性及结构性能,进行了相关研究。

1 试验材料及设备

1.1 材料

胶合板:外购,由13层杨木(*Populus* spp.)单板用脲醛树脂胶热压而成。参照 GB/T 9846.1~9846.8-2004《胶合板》进行检测,主要性能指标为:含水率12%,厚度15 mm,厚度偏差±0.2 mm,胶合强度0.85 MPa,甲醛释放量1.0 mg/L。

连接材料:PT15型三件式偏心连接件、F30型枪

收稿日期:2009-04-21; 修改日期:2009-07-20

基金项目:江苏省研究生科研创新计划项目(CX08B_137Z)。

作者简介:徐伟(1975—),男,南京林业大学家具与工业设计学院讲师,博士研究生。

通讯作者:吴智慧,南京林业大学家具与工业设计学院院长,教授,博士生导师。

钉、 $30(l) \times 8(d)$ mm 柞木圆棒棒及 $35(l) \times 4(d)$ mm 螺钉。

1.2 设备

精密推台锯、万能力学试验机、沙发力学测试机、带锯机、手枪钻、气枪、气泵等。

2 试验方法

2.1 制作工艺

由于杨木胶合板的幅面尺寸较大,便于实现多样化和曲线化造型,其制作工艺主要包括:零部件出模及框架打样 2 个工序。

2.1.1 零部件出模

根据沙发设计的外观图,确定框架各零部件的粗加工尺寸及形状。基本步骤:

1) 根据外观设计图,在硬纸板上,按 1:1 的比例绘出沙发外轮廓的正视图、左(右)视图或俯视图。视图的数量根据沙发外观造型而定,对称造型仅绘一半的视图即可;

2) 根据沙发外轮廓视图,确定除框架外,其他基本材料,如弹簧、海绵等的组成及尺寸;

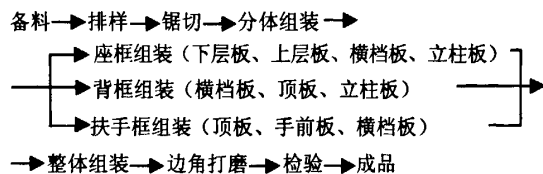
3) 设计沙发框架的结构组成,并确定零部件的材料、形状及尺寸;

4) 用钻孔法,复制各零部件的形状,作为下料的样模;

5) 在下料样模上,注明零件的位置、名称、材料、厚度、连接方式等。

2.1.2 框架打样

在杨木胶合板上按样模画线,合理配料;采用推台锯及带锯机等设备开料,然后进行整体组装打样。主要工艺流程:

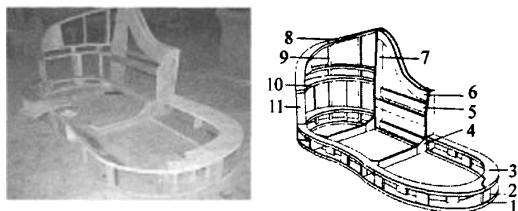


1) 排样和锯切:是家具生产配料工艺的重要组成部分。根据样模,对沙发框架零部件按规格进行分类,统筹用材,一次性配齐多种规格零部件,可最大程度地提高原料的出材率。

2) 分体组装:沙发框架主要由 3 部分所组成,即沙发座框、沙发背框和沙发扶手框。选用合适的接口形式和连接方式,将配料后的零件分别组装成座框、背框及扶手框。

3) 整体组装和边角打磨:沙发座框、背框和扶手框完成整体组装与加固后,用打磨机修整边角部位,避免尖角,去除毛刺。

杨木胶合板沙发框架试样如图 1 所示,整体造型主要通过杨木胶合板零部件的曲(直)边组合与叠加来体现。座框上、下层由曲边杨木胶合板分别拼接而成,用立柱固定,相邻立柱错开紧贴于上、下层杨木胶合板座框的内外边。背框由靠背横档板、顶板及立柱板组成,其零部件曲边形状取决于沙发造型的需要。扶手框架由顶板、立柱、横档、及手前板组成。



1. 座框下层板; 2. 座框立柱板; 3. 座框上层板; 4. 座框横档板;
5. 靠背横档板; 6. 靠背顶板; 7. 靠背立柱板; 8. 扶手顶板;
9. 扶手立柱板; 10. 扶手横档板; 11. 扶手手前板

图 1 杨木胶合板沙发结构框架

Fig. 1 Structural frame of a sofa made from poplar plywood

与实木原料相比,杨木胶合板更易于实现异型曲面造型,而且零部件的加工方法简单,可省去实木方材胶接、榫加工等复杂工序,适应流水化、高效化生产的要求。

2.2 性能检测

杨木多层胶合板应用于沙发框架生产,不仅要体现沙发外观造型的美观,而且要确保框架的力学强度满足使用要求,避免沙发在使用过程中发生框架变形现象。本试验主要进行了零部件角部抗弯刚度测试,为选择适宜的接口形式或连接方式提供依据,并检测框架的整体稳定性与耐用性。

2.2.1 角部抗弯刚度试验

板式零部件的接合主要有 T 型和 L 型 2 种接口形式,常用的连接方式有 II 形枪钉、偏心件、圆棒棒及螺钉。

在参考相关资料的基础上^[2-5],抗弯刚度试验采用规格为 $150\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ 和 $170\text{ mm} \times 100\text{ mm} \times 15\text{ mm}$ 的 2 块板件,以 T 型或 L 型接口组成试件;每组接口分别采用 4 种方式连接,即偏心件 2 个、圆棒棒 2 个、II 形枪钉 4 枚和螺钉 2 枚。每种连接方式的组合试件样本取 6 个。

在万能力学实验机上进行试验,比较不同的接口形式及连接方式对抗弯刚度的影响。加载点(挠度测试点)的跨度为 150 mm,加载形式如图 2 所示。

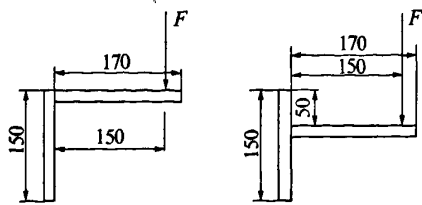


图 2 抗弯刚度试件的加载形式
Fig. 2 Loading configuration for testing specimen's bending rigidity

根据力学理论,当构件为刚性连接时,其位移量(挠度)与加载量存在着以下关系^[6]:

$$F=a^3P/[3(EI)] \tag{1}$$

式中: F —测试点的位移(挠度),mm; P —载荷,kN; a —加载点(挠度测试点)的跨度,mm; E —弹性模量,MPa; I —惯性矩,mm⁴。

理论上,公式(1)适用于构件刚性连接的情况。但在家具力学研究与性能测试中,常将“L”、“T”型连接的家具角部接合,视为半刚性连接^[7]。因此,本试验用 EI 来表示框架角部接合的模拟抗弯刚度。

$$EI=a^3P/(3F) \tag{2}$$

2.2.2 沙发框架耐久性试验

模拟沙发在正常使用和习惯性误用情况下,测试受到一次性或重复性载荷时的强度或承受能力。根据角部抗弯刚度试验的结果,确定构件的接口形式及连接方式,制作杨木胶合板休闲沙发框架。根据 GB/T 10357.3-1989《家具力学性能试验 椅凳类强度和耐久性》,测试沙发框架的耐久性。

沙发力学测试机可同时对沙发座框、靠背及扶手产生冲击力,设置座框的冲击力是 1 200 N,扶手与靠背的冲击力是 500 N,均高于 GB/T 10357.3-1989 的要求;冲击频率为 20 次/min,总冲击频次达 50 000 次,达到 GB/T 10357.3-1989 三级水平的要求。观察在循环冲击力作用下,沙发异常变形的部位及时间,分析破坏形式及原因。

3 试验结果与分析

3.1 模拟抗弯刚度

根据力学试验结果,由公式(2)计算出模拟抗弯刚度值,结果列于表 1。

表 1 沙发框架角部接合模拟抗弯刚度值

Tab. 1 Calculated bending rigidity of a corner joint of a sofa frame

连接方式	抗弯刚度/(N·mm ²)	
	T 型	L 型
螺钉	9 009.46	4 843.51
偏心件	8 413.83	7 648.69
枪钉	21 652.17	12 347.88
圆棒榫	11 903.00	9 857.75

从表 1 可以看出,T 型接合试件的模拟抗弯刚度均比 L 型的高;4 种连接方式中,枪钉接合的部件的模拟抗弯刚度最高。

分析其原因主要是:L 型接合中,一个试件的端部与另一试件的侧面平齐,连接件集中在试件的边部,直接影响了试件的接合强度与抗弯刚度,在应用中可能更易出现开裂。Ⅱ形枪钉相对于别的连接件比较细长,扎固于基材内部较深,有力地确保了接合强度。因此,宜选择枪钉用于杨木胶合板沙发框架接合,也利于简化生产工艺,提高生产效率。

3.2 耐久性

根据角部接合模拟抗弯刚度分析结果,对以 T 型接口形式、用Ⅱ形枪钉连接的杨木胶合板沙发框架,进行耐久性试验,结果如表 2 所示。

表 2 杨木胶合板沙发框架的耐久性

Tab. 2 Fatigue strength of sofa frame made with poplar plywood

检测指标	试验前	试验后
靠背与扶手两端部间水平距离/mm	1227	1230
座框最前端与靠背最末端水平距离/mm	775	777
靠背最高点与地面间垂直距离/mm	978	980
对沙发框架靠背进行左右、前后摇晃	无响声; 框架坚挺、稳定	响声较小; 框架轻微晃动

杨木胶合板沙发框架经过 40 多个小时的循环受力和耐久性测试,无破坏或明显变形,符合 GB/T 10357.3-1989 的要求。试验前后的位移量约 2~3 mm,可能是经过长时间的疲劳测试,杨木胶合板及枪钉发生部分变形或松动所致,所以摇晃后框架出现了轻微晃动及响声。

在实际生产中,沙发厂家常通过固定松紧带或弹簧、铺填充层及面料,使框架结构的稳定性明显提高,完全能够达到生产及使用要求。

3.3 制作成本核算

对采用相同制作工艺的杨木胶合板和实木、定向刨花板等沙发框架,进行材料成本比较,结果列于表 3。

表3 沙发框架制作材料的成本比较
Tab. 3 Material cost of sofa frames made
with different materials

材料名称	单价	耗量	合计/元
松木	1600 元/m ³	0.055 m ³	88.0
杨木胶合板	85 元/张	5/6 张	70.8
杨木定向刨花板	100 元/张	5/6 张	83.3

注:杨木胶合板、定向刨花板的规格均为 1 220 mm×2 440 mm。

从表 3 中可以看出,制作同样的沙发框架,选用杨木胶合板的材料成本,明显低于松木和杨木定向刨花板,可见杨木胶合板应用于沙发框架生产,具有一定的优势。

另外,虽然 T 型和 L 型的接口形式、II 形枪钉的连接方式也适用于实木框架,而且也被应用于实际生产中,但实木框架的加工工艺复杂,生产效率较低,特别是曲线形零部件,材料浪费比较大。

4 结论

1) 利用人造板零部件曲(直)边组合及叠加的造型优势,通过试验研究,总结出杨木合板沙发框架制作的工艺,对生产实际有一定的指导性与推广性。

2) 杨木胶合板沙发框架的角部,采用 T 型接合方式和枪钉连接,可获得较高的抗弯刚度。因此,在使用人造板制作沙发框架的生产中,应尽量选择枪钉连接的 T 型接口形式。

3) 杨木胶合板沙发框架整体耐久性的测试证

明,杨木胶合板可以应用于沙发框架生产中,使生产工艺简化。

4) 材料成本核算表明,杨木胶合板沙发框架的材料成本,较实木、定向刨花板等材料偏低。从制作成本及节约资源等方面考虑,杨木胶合板沙发框架具有良好的推广前景。

5) 本研究旨在为各种人造板更多地应用于家具框架生产奠定基础。今后还将对人造板沙发框架的结构性能进行进一步的分析与对比,以完善与扩大人造板在家具生产中的应用。

参考文献:

- [1] 吴智慧,徐伟. 软体家具制造工艺[M]. 北京:中国林业出版社, 2008.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Ali N T. Optimum dowel spacing for corner joints in 32-mm cabinet amstruction[J]. Forest Products Journal, 2005(12): 100-104.
- [5] Zhang J, Hasan E, Yusuf Z. Moment resistance of multiscrew L-type corner joint[J]. Forest Products Journal, 2005(10): 56-63.
- [6] 秦婵. 工程力学[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2000.
- [7] 柳万千. 木制品结构强度[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社, 1995.

(责任编辑 向 琴)

欢迎订阅 2010 年《家具与室内装饰》杂志(月刊)

CN 43-1247/TS ISSN 1006-8260 www.fidchina.com

《家具与室内装饰》是家具和室内装饰行业内的专业杂志,中国家具协会设计委员会会刊,全铜版纸彩色精印,图文并茂、信息量大、阅读面广、专业品位高。创刊多年来,致力于在读者群中传播健康向上的室内文化和家具文化,传播家具设计、室内装饰的新观念、新思想、新方法;通过展示国内外最新家具设计精品,引导大众消费潮流;通过介绍优秀室内设计案例,以提高室内装饰品位;通过推介最新的建筑装饰材料与家具材料,展示家具与室内装修发展趋势。

■ 重点栏目:家具广场 设计论坛 设计教育 管理与策划 专论与综述
环境艺术 中国品牌 异域采风 民居与家具 工艺与技术
设计史论 资讯前沿 意大利设计资讯

■ 2010 年定价:20 元/期,全年 12 期,全年价:240 元。

每月 5 日出版,国内外公开发行。邮发代号:42-138,也可直接联系本刊发行部邮购订阅(需持号邮寄者,请另加挂号费 2 元/期;并请注明收件人详细地址和邮政编码)。

■ 邮局汇款 湖南省长沙市韶山南路 498 号 中南林业科技大学《家具与室内装饰》杂志社(410004)
电话:0731-85623185 传真:0731-85623183 E-mail:fjdjournal@163.com