

应用技术

杨木制品零件的浸渍处理对其尺寸稳定性与装配性能影响

李重根¹, 王本洋¹, 谢迪武¹, 李勇², 李伟成¹

(1. 华南农业大学林学院, 广东广州 510642;

2. 广州市医院办公家具制造有限公司, 广东广州 510642)

摘要: 为了促进浸渍处理杨木的高附加值和产业化应用,采用脲醛树脂浸渍处理速生杨木零件,检测处理后零件的形变及其榫接合装配特性。结果表明:处理零件的厚度、宽度与翘曲度无明显变化,可用于榫卯结构的装配;处理杨木榫卯结构的握榫力比处理前大幅增加。

关键词: 杨木制品零件; 浸渍处理; 尺寸稳定性; 榫卯结构; 握榫力

中图分类号: S781.62; S792.11; TS664.03

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2015)06-0030-03

Effect on Dimensional Stability and Assembly Performance Following Impregnation Treatment of Poplar Wooden Parts

LI Chong-gen¹, WANG Ben-yang¹, XIE Di-wu¹, LI Yong², LI Wei-cheng¹

(1. Collage of forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China;

2. Guangzhou Hospital Office Furniture Limited Corporation, Guangzhou 510642, Guangdong, China)

已有研究表明,采用树脂对速生材进行浸渍处理,可以提高木材的强度^[1-2],但受浸渍树脂渗透性的影响,规格较大的处理材的内部与外部树脂浸渍量不均^[3],当其用于加工木制家具零件时易变形。而直接对加工成型的木材零件进行浸渍改性处理,不仅可以克服这一缺点,而且,由于无需对处理零件再做切削加工,避免了处理材的浪费,节约处理成本。

鉴于此,笔者探究浸渍处理对家具零件尺寸稳定性及其榫卯结构装配关系的影响,旨在促进浸渍处理杨木在家具及木制品生产领域的高附加值利用和产业化生产。

1 材料和方法

1.1 试验材料

毛白杨(*Populus tomentosa*)木材零件:参考实

木家具零件的常用规格^[4],将购自于广州某木材市场的速生杨木锯材,加工成规格(长×宽×厚)270 mm×30 mm×25 mm的零件试样,含水率12%。在试样的一端加工榫头,在试样另一半的中间部位加工榫眼(图1a)。

处理液:低分子量脲醛(UF)树脂,自制,黏度50.2 mPa·s,固体含量49.3%,pH值8.0。

1.2 试验装置

压力罐,自制,最大压力1 MPa,最大真空度0.08 MPa。压力罐与空气压缩机和真空泵连通,组成压力装置。

1.3 试验方法

为了考察浸渍处理对家具零件尺寸稳定性和榫接合装配性能的影响,处理试件与未处理对照试件各为一组,每组9个试件。

根据前期试验结果,并参考已有研究^[5-6],确定浸渍处理工艺如下:

1) 将试件置于干燥箱,2 h内升温至(103±2)

收稿日期: 2015-01-23; 修改日期: 2015-10-11

基金项目: 广州市科技攻关项目“速生人工林木制件表面增强处理技术及性能评价”(20130000121)。

作者简介: 李重根(1957—),男,华南农业大学副教授。

℃后,干燥至质量恒定,冷却后称其质量。

2) 将试件放入压力罐中,抽真空处理 30 min,真空度 0.08 MPa,然后将 UF 树脂处理液吸入压力罐中,将试件完全浸没。

3) 在 0.6 MPa 下加压 3 h,浸渍完毕后,取出试件,擦去表面处理液,在大气环境中放置 3~4 h。

4) 将试件置于干燥箱中,2 h 内升温至(103±2)℃后干燥至质量恒定,取出后再次称其质量,计算试件的增重率。在大气环境中放置,直至试件质量趋于恒定。

5) 将处理试件与对照试件从中间锯断,将榫头插入榫眼,形成榫卯结构(图 1b)。参考家具结构设计的通用尺寸^[4],设定榫头与榫眼配合的过盈量(榫头宽度与榫眼长度的差值)、榫头宽度、榫头长度为正交试验因素,其水平见表 1。

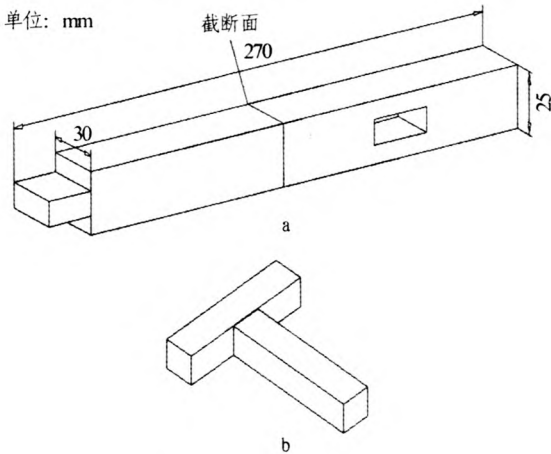


图 1 试件结构示意图

Fig. 1 Structural sketch of test samples

表 1 试验因素与水平

Tab. 1 Orthogonal factors and levels of experimental design

水平	A 过盈量/mm	B 榫头长度/mm	C 榫头标称宽度/mm
1	0.5	16	20
2	1.0	20	25
3	1.5	24	30

注:榫眼宽度与榫头厚度均为 12 mm;榫眼深度分别比对应的榫头长度大 1 mm;榫眼长度与对应的榫头标称宽度相等,榫头实际宽度等于榫头标称宽度与对应的过盈量之和。

1.4 性能检测

1) 增重率

根据试件浸渍处理前后,干燥至质量恒定时的质

量之差,计算试件的增重率。

2) 尺寸稳定性

在干燥之前及浸渍处理后,含水率达到平衡时,测量试件中间同一部位的宽度、厚度和翘曲度。

3) 装配特性

浸渍处理完成后,按图 1b 将试样装配成 T 型榫卯结构,测定榫头从榫眼中垂直拔出的最大力值,即握榫力^[7-8]。

2 结果与分析

2.1 浸渍处理对试件尺寸稳定性的影响

浸渍处理前后,试件的宽度、厚度和翘曲度的测量结果,见表 2。

表 2 试件浸渍处理前后对比的宽度、厚度和翘曲度

Tab. 2 Dimensional stability of poplar wooden parts of treated and control samples

试件 编号	增重率/ %	宽度/mm		厚度/mm		翘曲度/%	
		处理前	处理后	处理前	处理后	处理前	处理后
1	46.08	30.08	30.10	25.00	25.02	0.02	0.08
2	53.04	30.02	30.04	24.80	25.02	0.01	0.08
3	52.49	30.02	30.00	25.00	25.02	0.01	0.06
4	53.24	30.04	30.04	25.00	25.02	0.02	0.06
5	66.79	30.00	30.02	25.00	24.80	0	0.01
6	58.28	30.06	30.04	25.00	25.00	0	0.02
7	61.25	30.04	30.04	24.80	24.80	0.01	0.02
8	50.91	30.06	30.04	25.06	25.10	0.01	0.03
9	61.08	30.02	30.02	25.06	25.00	0.01	0.01
均值	55.91	30.04	30.04	24.98	24.97	0.01	0.04

从表 2 中数据看出,经浸渍处理的 9 个试件,处理前后试件的宽度和厚度尺寸变化均不明显,翘曲度的变化稍大,但通过后期打磨加工,不会影响榫卯结构的装配。

上述检测结果表明,本试验采用的木制零件浸渍处理工艺,在平均增重率达 56% 的情况下,对试件的尺寸稳定性无明显影响。

木材干燥后,断面尺寸和形状因含水率改变而有所变化,但杨木质轻、干缩小,且当试件的含水率重新调整至平衡状态后,试件形变不明显,不影响榫卯结构装配。

2.2 浸渍处理对握榫力的影响

采用不同的过盈量、榫头宽度、榫头长度,浸渍处理试件与对照试件的榫卯结构,其握榫力的检测结果列于表 3。

表 3 处理与对照未处理试件榫卯结构的握棒力

Tab. 3 Tenon and mortise joint strength of treated and control samples

试件号	过盈量	空列	榫头长度	榫头标称宽度	握棒力/N	
					未处理材	处理材
1	1	1	1	1	769.42	1329.01
2	1	2	2	2	955.16	1645.17
3	1	3	3	3	1150.01	1675.01
4	2	1	2	3	810.95	1575.75
5	2	2	3	1	1158.14	2097.02
6	2	3	1	2	1045.00	1575.75
7	3	1	3	2	1000.00	1716.84
7	3	2	1	3	1155.24	1716.84
9	3	3	2	1	1139.04	1484.88
平均					1020.32	1664.25

表 3 显示,与未处理对照试件相比,处理试件的平均握棒力增幅达 61%。榫眼对榫头产生握持力,是因为当榫头在宽度方向上以一定的过盈量插入榫眼时,榫眼长度方向的侧面对榫头的侧面产生挤压力,当榫头从榫眼中受力拔出时,在该挤压力的作用下,榫眼与榫头之间产生阻碍其位移的摩擦力^[7-8]。在过盈量一定时,试件的材质硬度越大,形成的挤压力亦大,在摩擦系数相同时,产生的摩擦力更大,因而表现出更大的握棒力。

依据表 3,过盈量、榫头宽度、榫头长度对试件握棒力的影响见图 2。

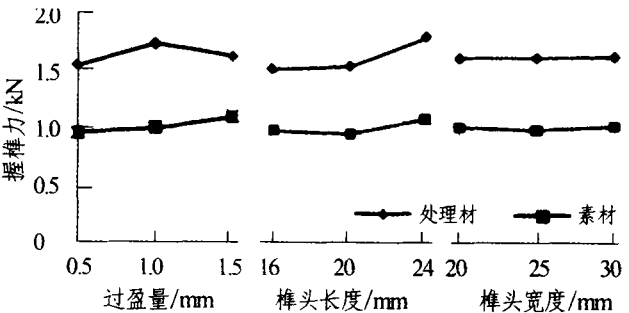


图 2 过盈量、榫头长度、榫头宽度对试件握棒力的影响

Fig. 2 Interference fit, tenon length, tenon width with tenon and mortise joint strength of samples

1) 过盈量的影响

由图 2 可知,浸渍处理后,过盈量为 1.0 mm 时试件的握棒力最高值。过盈量>1.0 mm 后,因榫头与榫眼表面的硬度均较大,当榫头插入榫眼时,造成了榫眼侧面有所损坏,使试件握棒力略有下降。因此,在本试验范围内,过盈量不宜超过 1.0 mm。

2) 榫头长度的影响

随着榫头长度的增加,试件的握棒力亦增大。原因是榫头长度增加,榫头与榫眼间的摩擦面积增大,在榫头被拔出时,摩擦力增大,握棒力增大。适当增加榫头长度,有助于提高榫卯结构的握棒力,榫头长度的确定还需综合考虑家具生产和应用要求,以及零件的断面尺寸。

3) 榫头宽度的影响

随着榫头宽度的增加,试件的握棒力变化不大。这是因为本试验中榫头厚度与榫眼宽度按照同一规格加工,采用的是“过渡配合”,当榫头插入或拔出榫眼时,接触面上没有产生太大的摩擦力,因此,即使榫头宽度(榫眼长度)改变,二者的接触面积改变,但对榫卯结构的握棒力影响亦不明显。

3 结论

1) 速生杨木零件经浸渍处理后,其长度、宽度和翘曲度无明显变化,说明浸渍处理对已完成机械加工的零件的尺寸稳定性影响不明显。

2) 浸渍处理可大幅提高速生杨木制品零件榫卯结构的握棒力。在本试验范围内,榫卯配合最优过盈量为 1 mm;增加榫头长度,可提高榫卯结构的握棒力;增加榫头宽度尺寸,对握棒力影响不明显。

参考文献:

[1] 张应鹤. 杉木间伐材物理力学性质与改性研究[J]. 木材加工机械, 2002, 13(6):6-8.

[2] 刘喻娟,李重根,郭杰文,等. 速生杉木甲基丙烯酸酯改性及其材性研究[J]. 华南农业大学学报,2011,32(4):116-118.

[3] 王向歌,金菊婉,邓玉和,等. 不同固含量低分子酚醛树脂浸渍改性杉木板材性能的研究[J]. 西南林业大学学报,2014,34(3):84-88.

[4] 顾炼百. 木材加工工艺学[M]. 北京:中国林业社,2003.

[5] 侯瑞光,李贤军,刘元,等. 低分子量脲醛树脂浸渍速生杨木工艺初步研究[J]. 中南林业科技大学学报,2015,35(1):122-125.

[6] 邹国政,蔡家斌,鄢志埔,等. 脲醛树脂浸渍工艺对杨木物理力学性能的影响[J]. 木材工业,2014,28(4):47-50.

[7] 胡传双,李重根,李鹏,等. 非胶合条件下松木直角榫卯接合的抗拉力[J]. 木材工业,2007,21(4):21-23.

[8] 李重根,胡传双,廖红霞,等. 榫卯结构破坏特征及其抗拉强度的试验[J]. 华南农业大学学报,2007,28(4):108-111.

(责任编辑 张一萍)