

应用技术

脲醛树脂浸渍工艺对杨木 物理力学性能的影响

邹国政¹, 蔡家斌¹, 鄢志博¹, 周宏杰², 刘莺清¹

(1. 南京林业大学材料科学与工程学院, 江苏南京 210037; 2. 阜阳市金木工艺品有限公司, 安徽阜阳 236000)

摘要: 采用真空-加压工艺对速生杨木进行低分子脲醛(UF)树脂浸渍改性, 测试与分析浸渍工艺参数与浸渍改性后杨木增重率、力学强度的关系; 并得出浸渍工艺最佳参数为: 浸渍温度 22~25 ℃、真空度 0.07 MPa 下保持 1 h、压力 0.6 MPa 下浸渍 2 h。

关键词: 杨木; 浸渍工艺; 增重率; 力学性能

中图分类号: S781.6; TS652

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2014)-04-0047-04

Effect of a Urea Formaldehyde Resin Impregnation Process on Physical and Mechanical Properties of Poplar

ZOU Guo-zheng¹, CAI Jia-bin¹, FENG Zhi-bo¹, ZHOU Hong-jie², LIU Ying-qing¹

(1. College Material Science and Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

2. Fuyang Jinmu Arts and Crafts Co., LTD., Fuyang 236000, Anhui, China)

Abstract: Modified low molecular urea-formaldehyde (UF) resin was impregnated into poplar samples by a vacuum-pressure impregnation process. The impregnation process parameters and mechanical properties of the samples, as well as impregnated resin amount retained by the samples after processing, were evaluated. The experiments were conducted with impregnation temperatures of 22~25 ℃ and a vacuum of 0.07 MPa for 1 h followed by a pressure of 0.6 MPa for 2 h.

Key words: poplar wood; impregnation technology; weight gain; mechanical properties

自天然林保护工程实施以来,杨树成为我国重要的木材加工树种之一^[1],是解决我国木材消费缺口的重要途径之一。但人工林杨木材质疏松、力学性能差,尺寸不稳定,限制了其应用范围及高附加值利用^[2]。针对杨木的这些缺点,国内研究人员对杨木进行了各种强化处理工艺研究,通过浸渍处理增加其密度,提高其力学性能,改善其材色与质感^[3],对于扩大

杨木的使用范围、提高其附加值,起到了积极的推动作用^[4]。

笔者以速生杨木为基材,采用自制低分子量的脲醛(UF)树脂进行浸渍处理,分析浸渍工艺对杨木板材力学性能的影响,旨在探讨最佳生产工艺,扩大人工林杨木在板式实木家具等领域的应用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 试材 杨木(*Populus* spp.)板材,取自安徽阜阳,气干密度 0.533 g/cm³,气干含水率 9%~

收稿日期: 2013-11-20; 修改日期: 2014-06-10

基金项目: 引进国际先进农业科技技术(948 计划)“速生杨木热压-热处理关键技术”(2011-12-4); 阜阳市科技计划项目“杨木炭化关键技术及产业化示范”(阜科(2013)70 号)。

作者简介: 邹国政(1988—),男,南京林业大学硕士研究生。

责任作者: 蔡家斌,男,南京林业大学副教授。

15%。由于试验设备所限,浸渍材规格为(长×宽×厚)300 mm×125 mm×22 mm。

2) 树脂 低分子量改性 UF 树脂,分子量<400,黏度 1.8 mPa·s,固体含量 55%,pH 值 8.0。可直接用于浸渍处理。

1.2 设备仪器

PF12-3G 压力浸渍罐, CMT-4304 万能力学试验机,恒温恒湿箱,干燥箱等。

1.3 试验步骤

1) 浸渍处理

采用常规窑干工艺,将试材干燥至终含水率为12%,以浸渍处理压力和时间作为变量,因素水平列于表 1。根据试验条件分为 12 个组,每组试样至少 3 块。

依据已有研究得出的较优参数^[5],同时从生产安全和生产效率考虑,本试验设计参数在一定范围内适当降低了正压、真空度和缩短了正压时间,延长了真空时间。

表 1 试验因素与水平

Tab. 1 Experimental factors and levels

试验号	真空度/ MPa	正压/ MPa	真空 时间/h	正压 时间/h
A	0	0	0	0
B	0.08	0.5	1	2
C	0.08	0.6	1	2
D	0.08	0.7	1	2
E	0.08	0.8	1	2
F	0.06	0.6	1	2
G	0.07	0.6	1	2
H	0.08	0.6	0.5	2
I	0.08	0.6	2	2
J	0.08	0.6	1	3
K	0.08	0.6	1	4
M	0.06	0.8	1	2

2) 浸渍树脂固化

依据前期预试验,设定干燥工艺为:温度 40、60、80、100 ℃,分别干燥 2、2、2 和 6 h。低温干燥有利于水汽的排出,减少胶黏剂分子的流失,梯度升温既可以提高干燥速率,又能保证胶黏剂得到充分固化^[6]。固化后调节浸渍材的含水率为 10%~12%,与未浸渍对照板材(A 组)含水率接近。将处理后的板材进行调湿处理,消除板材的干燥应力,调节板材的平衡含水率,使之符合测试要求。

1.4 性能检验

1) 增重率

浸渍试样的增重率根据公式(1)计算:

$$IY=\frac{W_2-W_1}{W_1}$$
 (1)

式中:IY—增重率,%;W₁—浸渍前试样的绝干质量,g;W₂—浸渍后试样的绝干质量,g。

2) 硬度 按照 GB/T 1941-2009《木材硬度试验方法》进行测定。

3) 抗弯强度 按照 GB/T 1936.1-2009《木材抗弯强度试验方法》进行测定;按照 GB/T 1929-2009《木材物理力学试材锯解及试样截取方法》的要求截取试样。

2 结果与分析

在不同浸渍工艺条件下,试样的增重率、密度和力学性能测试结果见图 1~4。

2.1 浸渍工艺对杨木板材增重率和抗弯强度的影响

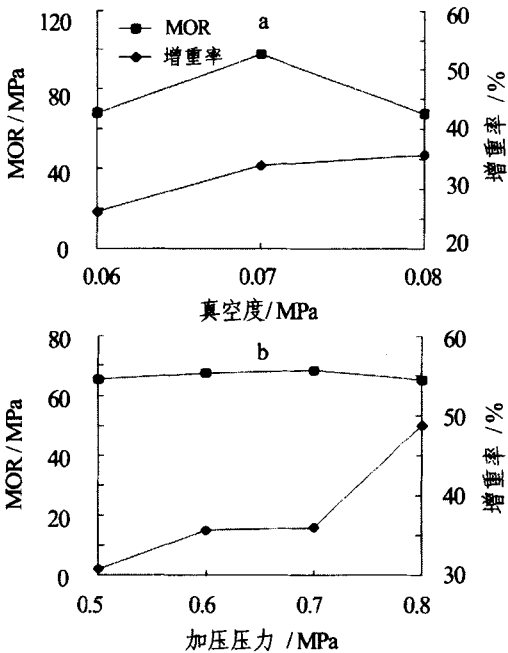


图 1 浸渍压力对杨木板材增重率和 MOR 的影响

Fig. 1 Effect of impregnation pressure on weight gain and MOR of the samples

由图 1-a 可见,在其他条件保持不变时,真空度在 0.06~0.08 MPa 范围内时,增重率随着真空度的升高呈增加趋势;而浸渍板材的 MOR 先增后减,在真

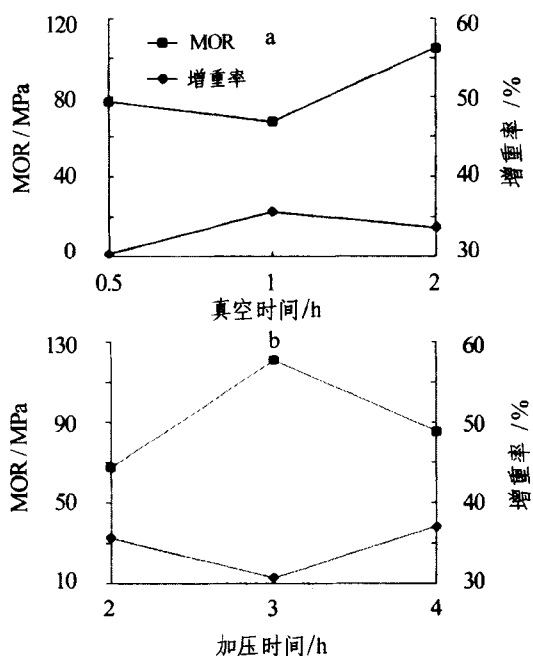


图2 浸渍时间对杨木板材增重率和MOR的影响

Fig. 2 Effect of impregnation time on weight gain and MOR of the samples

空度为0.07 MPa达到最大值,比未处理板材提高了50%以上。

由图1-b可见,在其他条件保持不变的情况下,当压力由0.5 MPa升至0.8 MPa时,浸渍板材的增重率逐渐增大;MOR在0.6~0.7 MPa时达到最大值,然后随着压力继续增大出现减小趋势。本试验范围内,真空度为0.07 MPa及加压压力0.6~0.7 MPa,为较佳参数。

图2-a显示,随着真空时间的延长,增重率逐渐增大,达到1 h后出现降低;MOR则呈相反的变化趋势,证明增重率和抗弯强度在一定的参数范围内呈负相关关系;图2-b显示,随着加压时间延长,增重率则呈现先减少后增大的趋势,MOR的变化趋势则相反。结果表明,当增重率在30%~35%范围内,可获得较佳的抗弯强度。

图1、图2结果均表明,当增重率在一定范围内变化时,抗弯强度与增重率的变化存在一定的负相关关系。主要原因是:UF树脂本身固化后具有脆性,增重率越大,脆性影响的效果就越明显,进而导致了抗弯强度降低。

2.2 浸渍工艺对杨木板材密度和表面硬度的影响

由图3-a和3-b可以看出,随着真空度增加,浸渍

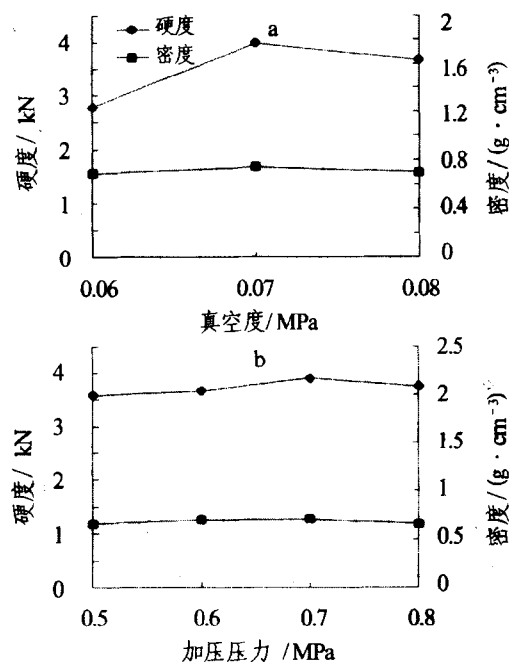


图3 浸渍压力对密度和表面硬度的影响

Fig. 3 Effect of impregnation pressure on density and surface hardness of the samples

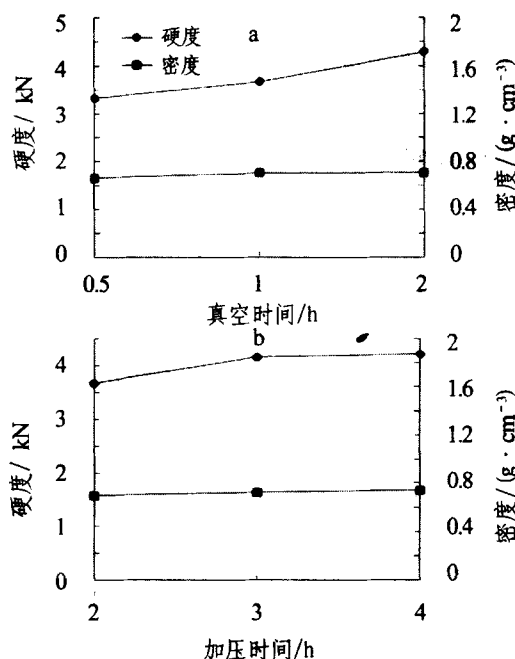


图4 浸渍时间对密度和表面硬度的影响

Fig. 4 Effect of impregnation time on density and surface hardness of the samples

杨木试样密度和硬度呈先上升后下降的趋势;在0.07 MPa时,硬度比未处理对照材提高了32%,密度提高了40%;当压力由0.6升至0.8 MPa时,浸渍

杨木试样的平均密度和表面硬度最高较对照材提高了约 30%。主要是因为浸渍过程中小分子量的 UF 树脂进入到木材内部,附着在细胞腔和细胞壁中,树脂固化后使木材的密度和表面硬度得到提高。压力对试样的密度和表面硬度的影响趋于一致,二者均在压力为 0.7 MPa 时出现最高值。由此判断,压力 0.7 MPa 是影响浸渍板材密度和表面硬度变化的转折点。

图 4-a 中,真空时间由 0.5 h 增至 1 h 时,密度和表面硬度均增加;图 4-b 中,加压时间增加,表面硬度和密度提高。加压时间由 2 h 增至 3 h 时,板材表面硬度和密度变化不明显,说明在一定范围内,浸渍时间与密度和表面硬度存在正相关关系。从生产效率考虑,较佳加压时间为 3 h。

3 结论

1) 本试验选择的真空时间、真空度和加压时间、加压压力四个参数,均对杨木的增重率、抗弯强度和表面硬度有较大影响。真空和加压时间的延长,均可使试料的增重率、密度、表面硬度增加;真空 1 h 和加压 3 h 时,杨木的浸渍增重率、密度和表面硬度快速

提高。

2) 浸渍杨木板材的抗弯强度提高幅度与浸渍时间呈非线性增加关系,当增重率在 30%~35% 范围内,杨木抗弯强度得到了明显改善。

3) 既能使改性杨木板材具有较高的密度和增重率,又能改善其力学性能的较佳工艺是:浸渍前先在真空度 0.07 MPa 下,保持 1 h,再加压至 0.6 MPa 进行浸渍处理。

参考文献:

- [1] 张久荣,吴玉章.人工林杨木利用现状及前景[J].中国林业产业,2006(11):24-26.
- [2] 王宏棣,何金存.人工林杨木木材强化研究发展现状及趋势[J].林业机械与木工设备,2008(11):13-14.
- [3] 史蕾,鲍甫成,吕建雄,等.热处理对圆盘豆木材尺寸稳定性的影响[J].中南林业科技大学学报,2011,31(7):24-28.
- [4] 刘君良,王玉秋.酚醛树脂处理杨木、杉木尺寸稳定性分析[J].木材工业,2004,18(6):5-8.
- [5] 张道海.脲醛树脂浸渍速生木制备木塑复合材料[D].大连:大连理工大学,2011,06.
- [6] 岳孔,刘伟庆,卢晓宁,等.化学改性对速生杨木木材力学性能和天然耐久性的影响[J].安徽农业大学学报,2011,38(3):453-457.

(责任编辑 张一萍、舒文博)

行业简讯

Siempelkamp 再创销售佳绩

2014 年以来, Siempelkamp 公司已经在人造板材料领域已成功签约 6 份刨花板、MDF 生产设备订单。

在欧洲,德国 Rauch Spanplattenwerk 公司签定一条刨花板生产线订单,包括 7 英尺×52 m 的第 8 代 ContiRoll®压机线,制胶和施胶系统,铺装设备等。其中 Ecoresinator 刨花拌胶系统、SicoFormer 及 EcoFormer SL 风力铺装机均为公司的创新技术产品,在改善材料质量的同时,还将显著降低能耗。

在南美洲,巴西 Fibraplac 公司订购了 9 英尺×38.7 m 的 ContiRoll®刨花板生产线。该公司已经拥有三条 Siempelkamp 的 MDF 生产线,新生产线的加入,将使 Fibraplac 公司的生产规模跃居世界之最。这几条生产线均建在同一厂址,可实现原材料的协同使用。新线设计日产量为 2 000 m³,计划于 2014 年夏季开始安装。

巴西的另一份订单来自 Asperbras 公司订购的 MDF 生产线。除工程设计外,订单包括了纤维制备系统,9 英尺×27.1 m 的 ContiRoll®压机线,后处理设备以及能源工厂等。

在亚洲市场中国绿源人造板有限公司和另一位西亚的客户,各订购了一条 MDF/HDF 薄板生产线。

其中绿源公司已拥有两条 Siempelkamp 的 8 英尺薄板生产线和一条标准 4 英尺 MDF 线。此次订购的是一条完整的 MDF 线,包括纤维干燥机、纤维分选器、制胶和施胶系统、铺装系统,配备 8 英尺×25.5 m 的 ContiRoll®压机线,以及冷却堆垛线,可生产板材的厚度范围为 2~12 mm。

4 月,越南橡胶集团订购了一条 MDF 生产线,计划建造在西贡市南部的建江。订单以一台 4 英尺×33.3 m 的第 8 代 ContiRoll®压机为主,生产板材的规格为 4×8 英尺,无需裁板即可投入市场。 王超