

编者按:应用高新技术提升速生林木材的利用价值,是我国木材加工行业亟待解决的工程技术问题。依托林业公益性行业科研专项“速生林木材高效重组制造关键技术与示范”等项目,中国林科院木材工业研究所与相关企业产学研联合攻关,成功开发了高性能重组木制造技术,产品性能可控、结构可设计、规格可调整,实现了小材大用、劣材优用,在建筑、园林景观、包装和家具等领域应用前景广泛。

自2016年第3期起,本刊开辟专栏系列报道此项研究的技术成果,旨在为企业开发新产品及技术改造升级提供支撑。

浸胶疏解单板含水率对杨木重组木性能的影响

韦亚南¹, 张亚慧¹, 张亚梅¹, 齐越¹, 于文吉¹, 李长贵²

(1. 中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091;

2. 山东省林业科学研究院, 山东济南 250014)

摘要:采用不同含水率的浸胶疏解杨木单板制备重组木,探讨浸胶后单板含水率对重组木传热性能、表面性能及物理力学性能的影响。结果表明:在相同密度条件下,随着浸胶单板含水率的增加,试板的表层、芯层最高温度以及表层温度升温速率逐渐降低;在含水率为12%时,试板的表面润湿性能、表面粗糙度、耐水性能以及静曲强度较优。

关键词:重组木; 单板; 含水率; 表面性能; 力学性能

中图分类号: S792.11; TS653 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2017) 04-0035-04

Effect of Moisture Content of Impregnated Veneer on Properties of Poplar Scrimber

WEI Ya-nan¹, ZHANG Ya-hui¹, ZHANG Ya-mei¹, QI Yue¹, YU Wen-ji¹, LI Chang-gui²

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry; Key Laboratory of Wood Science and Technology of

State Forestry Administration, Beijing 100091, China; 2. Shandong Academy of Forestry, Jinan 250014, Shandong, China)

Abstract: The authors made scrimber samples with impregnated poplar veneer at different moisture contents (8%, 12%, 16%, 20%) to evaluate the effects of veneer moisture content on heat transfer and properties of the scrimber samples. The results showed that the maximum temperature in both surface and core layers, as well as heating rate of the scrimber with the same densities, all decreased when the moisture content increased. When the moisture content was around 12%, wettability, surface roughness, water resistance and bending strength of the scrimber samples reached the highest.

Key words: scrimber; veneer; moisture content; surface characteristics; mechanical properties

收稿日期: 2017-02-22; 修改日期: 2017-06-13

基金项目: 山东省泰山产业领军人才工程高效生态农业创新类项目“速生林木材高效定向重组关键技术与产业化”(LJNY201602)。

作者简介: 韦亚南(1988—), 女, 中国林科院木材工业研究所博士研究生。

责任作者: 李长贵, 男, 山东省林业科学研究院高级工程师。

浸胶后单板的含水率是重组木成型压制工序中的重要参数之一,不仅影响干燥过程所需要的时间和能耗,还影响压制过程中胶黏剂的渗透和重新分布,并决定最终产品的质量与性能。目前,浸胶单板的含水率主要依靠经验控制,最低的单板含水率

接近绝干,最高可接近20%。含水率控制不准,易导致重组木产品的质量差异。因此,有效地控制与调节浸胶后单板的含水率,对于提高效率、节约能耗、保证产品质量,具有重要的意义。笔者在前期研究的基础上^[1-9],重点探讨浸胶后单板含水率对重组木传热特性、表面性能、物理力学性能的影响,旨在进一步完善重组木的制造工艺提供技术支撑。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1) 大青杨(*Populus ussuriensis*)单板:购自山东淄博,宽度670~690 mm,长度1 100~1 200 mm,厚度8 mm,含水率50%~60%,基本密度 0.38 g/cm^3 。

2) 酚醛树脂胶(PF):外购,固体含量47.84%,pH值10.86,黏度 $35\text{ mPa}\cdot\text{s}$ (25℃),水溶倍数15.7,游离醛质量分数0.1%,游离酚质量分数<1%。

1.2 试验装置

疏解机,试验用热压机,微型控制电子式万能力学试验机,芯层温度测定仪,表面粗糙度仪,接触角测定仪等。

1.3 制备工艺

工艺流程:单板→疏解→纤维化单板→干燥→浸胶→干燥至不同含水率→计量→铺装→热压成型→冷却→裁边→砂光→取样→测试

1) 浸胶和干燥:将疏解单板干燥至含水为10%,裁切成规格为 $300\text{ mm}\times 160\text{ mm}$ 的单板条,再将其浸渍在固体含量为8%的PF胶液里。通过调整浸胶、沥放时间,控制单板的浸胶量约10%;

浸渍单板的相对含水率为55%~58%,通过调节干燥时间,控制其相对含水率在8%、12%、16%、20%四个水平,置于恒温恒湿箱中备用。

2) 铺装:重组木试板的密度设为 0.80 g/cm^3 ,将4种含水率的浸胶单板分别按顺纹方向均匀铺装,在模具中,板坯规格为 $300\text{ mm}\times 160\text{ mm}\times 20\text{ mm}$ 。

试板的总质量=(板长×宽×厚)×密度+热压过程中质量损失量=768 g+热压过程中质量损失量。

根据预试验,测定密度为 0.80 g/cm^3 的试板在热压过程中,4种含水率的单板坯料的质量损失分别为35、57、69、90 g,所以实际铺装坯料的质量分别为803、825、837、858 g。

3) 热压:采用“热进冷出”工艺。热压温度135℃,保压时间为1 min/mm,冷却到40℃以下卸压,每个条件压制3块试板。

热电偶埋置于试板的表层和芯层处(几何中心),在压制过程中实时测试表层和芯层温度。试板在大气中平衡一周后,按规定尺寸裁边锯制试件。

1.4 性能检测

1) 表面性能:

① 采用Zisman法测试接触角。将液体滴在试件表面,通过录像测控系统,每秒实时记录试件表面的影像;待测试完毕,系统软件计算接触角。

② 样品表面采用240目砂纸砂光处理至平整,测量其粗糙度。

每个条件重复测试3次,结果用平均值表征。

2) 物理力学性能:

① 耐水性能:参照GB/T 30364-2013《重组竹地板》,在2种条件下处理试件:

I. 63℃水浸24 h;

II. 100℃水煮4 h→(63±3)℃烘箱中干燥20 h→100℃水煮4 h;

检测吸水厚度膨胀率(TSR)和吸水宽度膨胀率(WSR)。每个项目各取5个试件,结果取平均值。

② 力学性能:参照GB/T 28998-2012《重组装饰材》,检测静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE);参照GB/T 20241-2006《单板层积材》检测水平剪切强度(HSS)。每个项目取6个试件,结果取平均值。

2 结果与讨论

2.1 重组木传热特性

不同含水率单板压制重组木试板的表、芯层温度曲线,如图1所示。

由图1可知,随着含水率的升高,试板表、芯层的最高温度和表层温度的升温速率逐渐降低。其中:8%含水率单板制备的试板,表、芯层的最高温度分别为132.8、122.6℃;而20%含水率单板制备的试板,表、芯层最高温度仅为120.0、111.8℃。

可见,单板含水率较低时,重组木试板热压过程表、芯层的温度较高,有利于胶黏剂的固化,但在浸胶后单板干燥时需要的能耗越多;反之,单板含水率越高,试板在热压过程中越容易发生“鼓炮”

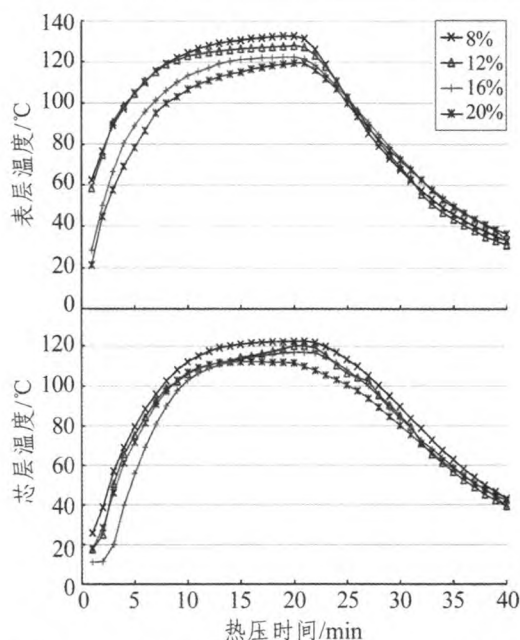


图 1 不同含水率单板制备的重组木温度传递曲线

Fig.1 Temperature transfer curve of scrimber samples made with different veneer moisture contents

等现象。因此，浸胶后单板的含水率必须适宜。

图 1 结果还表明，整个温度曲线可分为快速升温段、水分汽化时的恒温段和快速降温段。对于高含水率的板坯，在快速升温段，由于水分吸热，导致表层温度升温速率较低；在恒温段的汽化时间略长；在快速降温段，降温速度基本不受板坯内部含水率的影响。

2.2 重组木的表面性能

4 种含水率单板制备的重组木试板，其表面性能测试结果见图 2。

由图 2a 可知，各试件的接触角均随测试时间延长而减小。润湿性能主要取决于胶黏剂与单板形成胶合界面，试板的表面胶合界面由胶黏剂对单板的包覆以及单板的含水率共同决定。当含水率太低时，树脂在单板中渗透性能差，无法形成连续均匀的胶合界面。在本试验条件下，以含水率 12% 的单板压制试板的接触角最大，润湿性最弱，意味着材料的耐水性能增强。

图 2b 结果显示，粗糙度亦以含水率 12% 单板制备的试板最低，表明试板表面的平整度高，表面沟纹变平，既有利于减小涂料的渗透深度，促进渗透均匀，又可减少底漆的涂布量，在降低涂料成本费用的同时，提高涂饰加工质量。

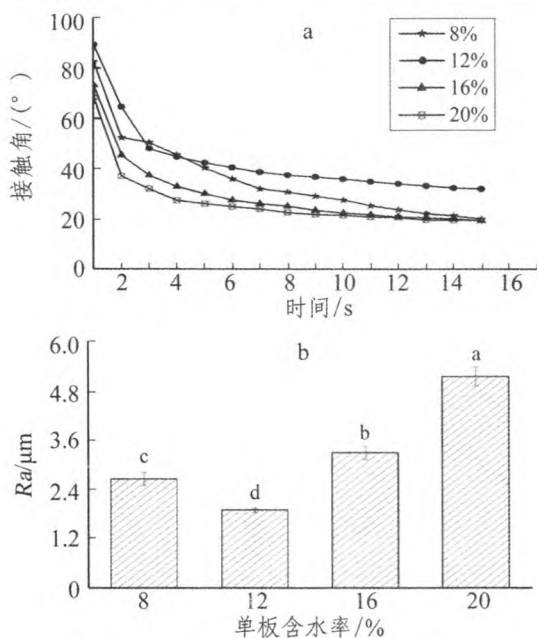


图 2 不同含水率单板制备的重组木表面性能

Fig.2 Surface characteristics of scrimber samples made with different veneer moisture contents

笔者对 12% 含水率单板制备的试板进行“一底两面”工艺涂饰，得到的漆膜质量接近于“两底两面”工艺^[6]，亦达到 GB/T 4893 系列标准的相关要求。

2.3 重组木的物理力学性能

随单板含水率的变化，重组木试板的性能检测结果如图 3 所示，方差分析结果列于表 1。

图 3 表明，在两种处理条件下，随着单板含水率的增加，试板的耐水性能均呈先强后弱的趋势。表 1 显示，单板含水率对试板耐水性能的影响极显著。

其中单板含水率为 12% 时，试板的耐水性能最佳；当单板含水率为 8% 时，不利于胶黏剂的流动与重新分布，胶与试板不能形成均匀连续的胶合界面；当含水率较高时，板坯内部蒸汽压偏高，芯层温度偏低，也会影响胶黏剂的固化。

单板含水率对试板 MOR 的影响为显著。随着单板含水率的增加，试板的 MOR 呈先上升、后下降的趋势，其中单板含水率为 12% 时，试板 MOR 最高，比含水率 8%、16% 和 20% 的试板分别增加了 15%、41%、46%。MOR 主要取决于基材、胶黏剂及其胶合界面形成的胶合强度。当单板含水率较低时，树脂的流变性能较差，造成胶合强度降低；当单板含水率较高时，表芯层温度降低，固化程度降低，从而影响到试板的强度。

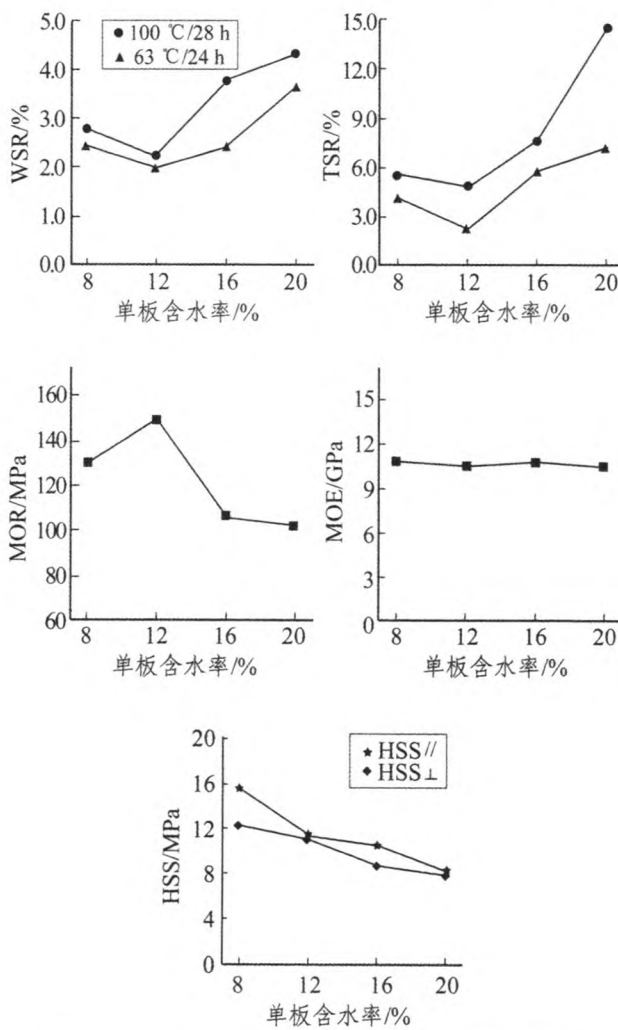


图 3 不同含水率单板制备的重组木物理力学性能

Fig.3 Physical and mechanical properties of scrimber samples made with veneers at different moisture contents

表 1 单板含水率对重组木物理力学性能影响的方差分析

Tab.1 Variance of analysis of veneer moisture content on physical and mechanical properties of scrimber samples

单板含水率/%	重组木试板性能测试结果									
	含水率/%	实测密度/(g·cm ⁻³)	WSR/%		TSR/%		MOR/MPa	MOE/MPa	HSS/MPa	
			63 °C	100 °C	63 °C	100 °C			⊥	//
8	9.52 (0.53)	0.81 (0.15)	2.47 (0.13)	2.77 (0.11)	4.20 (0.16)	5.57 (0.11)	129.97 (4.79)	10 850 (104)	12.52 (0.77)	15.58 (0.96)
12	9.17 (0.86)	0.79 (0.12)	1.99 (0.12)	2.22 (0.16)	2.33 (0.12)	4.86 (0.10)	149.28 (6.56)	10 599 (130)	11.22 (1.27)	11.55 (0.59)
16	9.47 (0.63)	0.80 (0.14)	2.43 (0.11)	3.76 (0.06)	5.89 (0.15)	7.65 (0.17)	106.16 (3.58)	10 762 (79)	8.74 (0.45)	10.58 (0.55)
20	9.34 (1.20)	0.81 (0.09)	3.64 (0.14)	4.32 (0.15)	7.26 (0.06)	14.6 (0.78)	102.44 (5.52)	10 432 (74)	7.91 (0.42)	8.33 (0.55)
显著性			**	**	**	**	*	—	*	**

注 1: 括弧内数据为变异系数;

注 2: —为不显著; *为显著; **极显著。

单板含水率对试板 MOE 的影响不显著, 因为试板的 MOE 主要取决于材料的密度, 在相同密度条件下, MOE 区别不明显。

单板含水率对试板 HSS 的影响为显著。随着单板含水率的增加, 试板的 HSS 呈逐渐下降的趋势。对含水率 20%与 8%单板压制的试板比较, 在垂直和平行方向对应的 HSS, 分别降低了 36.72%和 46.53%。这是因为材料的 HSS 取决于胶合性能, 单板的含水率增加, 对试板的胶合性能有负面影响。

3 结论

1) 在本试验条件下, 随着浸胶后单板含水率升高, 试板表层、芯层的最高温度及表层的升温速率逐渐降低。

2) 在同样密度条件下, 以 12%含水率单板制备试板的表面润湿性能、表面粗糙度、耐水性能以及静曲强度较优。

3) 综合考虑试板生产成本和性能, 重组木制备用浸胶单板的最佳含水率以 12%为宜。

参考文献:

[1] 张亚梅, 余养伦, 李长贵, 等. 速生轻质木材制备高性能重组木的适应性研究[J]. 木材工业, 2016, 30 (3): 41-44.

[2] 张亚梅, 李长贵, 余养伦, 等. 中等密度木材制备高性能重组木的适应性[J]. 木材工业, 2016, 30 (4): 36-38.

[3] 余养伦, 周月, 于文吉. 密度对桉树纤维化单板重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2013, 27 (6): 5-8.

[4] 余养伦, 于文吉. 新型纤维化单板重组木的主要制备工艺与关键设备[J]. 木材工业, 2013, 27 (5): 5-8.

[5] 张亚慧, 张亚梅, 任丁华, 等. 高性能重组木制造工艺对其性能的影响[J]. 木材工业, 2016, 30 (5): 31-34.

[6] 陈凤义, 张亚慧, 于文吉. 家具用桉树高性能重组木的制备及性能检测[J]. 木材工业, 2016, 30 (6): 39-42.

[7] 张亚慧, 韦亚南, 于文吉. 疏解单板厚度对杨木重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2017, 31 (1): 46-49.

[8] 梁艳君, 张亚慧, 马红霞, 等. 户外用杨木重组木的制备工艺与性能评价[J]. 木材工业, 2017, 31 (2): 49-52.

[9] 梁艳君, 张亚慧, 余养伦, 等. 铺装方式对杨木重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2017, 31 (3): 40-43.

(责任编辑 向 琴)