

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。

户外用重组木加速老化耐久性能的评价

张亚慧¹, 由佳², 杨婵³, 于文吉¹

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 中国林科院资源信息研究所, 北京 100091;

3. 太尔胶粘剂(广东)有限公司, 广东广州 526109)

摘要:采用杨木和落叶松疏解单板制备重组木,参照我国三循环水煮标准和美国六循环试验方法标准加速老化处理,并测定其力学性能和尺寸稳定性。结果表明:两种老化处理后重组木的力学性能和尺寸稳定性均下降,但抗弯性能仍能满足 GB/T 20241-2006《单板层积材》中结构用材的要求,尺寸稳定性满足 GB/T 30364-2013《重组竹地板》中室外地板的要求;三循环水煮试验条件较六循环试验条件更严酷,适用于对使用性能要求更高的重组木的性能评价。

关键词:重组木;加速老化;耐久性;力学性能;尺寸稳定性

中图分类号:TS653

文献标识码:B

文章编号:1001-8654(2018)01-0033-03

Durability of Wood Scrimber for Outdoor Use by Accelerated Aging Tests

ZHANG Ya-hui¹, YOU Jia², YANG Chan³, YU Wen-ji¹

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry (CAF), Beijing 100091, China; 2. Research Institute of Forest Resource Information Techniques, CAF, Beijing 100091, China; 3. Dynea Guangdong Co., Ltd, Guangzhou 526109, Guangdong, China)

Abstract: Poplar and larch veneers were used to manufacture wood scrimber samples, respectively. Mechanical properties and dimensional stability of the samples were evaluated by two accelerated aging test standards, like ASTM D 1037-2006a “Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials” and GB/T 17657-2013 “Test Methods for Evaluating the Properties of Wood-based Panels and Surface Decorated Wood-based Panels”.

Testing results showed that modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE), compression strength (CS), shear strength (SS) and dimensional stability of the samples were all declined, but the MOR, MOE and dimensional stability could still meet the requirements of the Chinese Standard GB/T 20241-2006 for structural material and GB/T 30364-2013 for outdoor floor use. Finally, it was found that test conditions of GB/T 17657-2013 were stricter than that of ASTM D 1037-2006a.

Key words: wood scrimber; accelerated aging; durability; mechanical properties; dimensional stability

收稿日期:2017-11-08;修改日期:2017-12-10

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:张亚慧(1983—),男,中国林科院木材工业研究所助理研究员。

重组木是一种以速生林为原料制备的具有性能可控、规格可调、结构可设计的新型高性能复合材料,其应用领域也逐步由室内用材向耐候户外材料等高附加值领域跨越。户外用重组木具有尺寸稳定、

耐腐蚀、力学性能高等特点,目前正逐渐替代实体木材,广泛应用于园林景观、栈道铺设等户外领域。由于在使用过程中,长期受阳光及生物、水分等多种因素的综合作用,可使其理化性能发生变化。因此,产品的耐久性衡量质量的重要指标。

目前,材料的耐久性可通过自然老化和人工加速老化试验法进行检测。人工加速老化试验法是针对自然老化法用时长、重复性差的缺点而设计的一种室内测定方法,包括单一条件连续暴露和循环暴露试验法,其中循环暴露法能够很好地模拟自然条件的变化。

笔者在前期探究的基础上^[1-7],以杨木和落叶松为原料制备重组木,选用两种老化试验法进行耐久性测试,旨在提供重组木户外环境应用的参考数据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

杨木(*Populus spp.*):购自河北文安,原木直径为30~35 cm;落叶松(*Larix spp.*):购自天津,原木直径为30~35 cm。

酚醛树脂(PF):广东太尔化工有限公司生产,固体含量44.97%,pH值9.71,黏度45 mPa·s(25℃),水溶倍数11.8,游离醛0.07%,游离酚<1%。

1.2 仪器设备

单板旋切机、自制疏解机、网带式干燥机、冷压机、万能力学试验机、干燥箱、水浴锅等。

1.3 试验方法

1.3.1 重组木制备

单板旋切厚度为6 mm;疏解后杨木单板吸水率为120%,松木单板吸水率为75%;浸胶量均为18%,浸渍单板干燥至含水率为8%~10%。

冷压、固化成型:方材设计密度为1.05 g/cm³,固化温度140℃,固化时间12 h;试材规格为2 000 mm×148 mm×150 mm。

1.3.2 循环老化方法

1)六循环试验法:参照美国ASTM D 1037-2006a“Standard Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials”进行。具体步骤:

试样在(49±2)℃恒温水浴中浸泡1 h→(93

±3)℃蒸汽中喷蒸3 h→(-12±3)℃冰柜中冷冻20 h→(99±2)℃干燥箱中干燥3 h→(93±3)℃蒸汽再次喷蒸3 h→(99±2)℃干燥箱中再干燥18 h。

2)三循环试验法,参照GB/T 17657-2013《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》中I类胶合板的测试方法。

试样在沸水中煮4 h,取出后置于(63±3)℃的干燥箱中干燥20 h,然后再在沸水中煮4 h。

1.4 性能测试

经两种老化方法处理后的试样,在温度(20±3)℃、相对湿度(65±2)%条件下,放置至少48 h后,测试静曲强度(MOR)、弹性模量(MOE)、抗压强度(CS)、剪切强度(SS_⊥)和吸水厚度膨胀率(TS)和宽度膨胀率(WS)。

每个试验组取6个有效试件,结果取其平均值。

2 结果与讨论

2.1 力学性能

1) 弯曲和抗压性能

经过不同老化方法处理后,重组木的力学性能测试结果,列于表1。

表1 老化试验前后重组木的力学性能

Tab.1 Mechanical properties of wood scrimber samples before and after aging tests

重组木 树种	老化 方法	MOR/MPa		MOE/MPa		CS/MPa	
		初始	老化后	初始	老化后	初始	老化后
杨木	六循环	139.95	138.27	18954	18153	128.16	113.63
	三循环		110.55		14472		54.34
落叶松	六循环	113.83	83.93	20151	15776	103.74	85.98
	三循环		71.22		13795		48.35

表1显示,分别参照两种老化方法处理重组木,其力学性能均有不同程度的下降,但抗弯性能仍然能满足GB/T 20241-2006《单板层积材》中结构用材的要求。

经六循环试验法处理试样的力学性能仅略微下降,而三循环试验法处理试样的力学性能则显著下降,说明三循环试验条件较六循环试验条件更严酷。

在两种老化处理过程中,试样分别经(99±2)℃干燥18 h和(63±3)℃干燥20 h后,基本处于绝干状态。当试样由绝干状态直接进入高温、高湿状态,

其吸湿速度急增，水分在材料中扩散和移动，引起复合材料微观结构和界面的变化，最终导致材料的力学性能下降。

由表 1 还可知，老化处理前后杨木重组木的性能均优于落叶松。主要是因为杨木单板（吸水率为 120%）的疏解效果优于落叶松单板（吸水率为 75%），在相同的压制条件下，疏解效果好的单板胶的渗透性亦好，且分布均匀，力学性能较好。

2) 胶合性能

经过两种加速老化试验后，重组木的剪切强度测试结果，如图 1 所示。

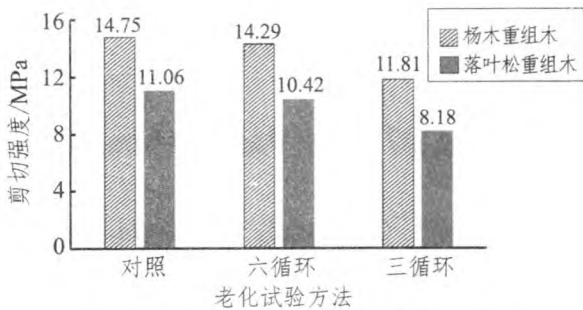


图 1 老化试验前后重组木试样的剪切强度

Fig.1 Shear strength of wood scrimber samples before and after aging tests

图 1 显示，经过两种加速老化试验后，重组木的剪切强度均不同程度地下降。三循环老化处理杨木重组木的剪切强度接近 GB/T 30364-2013 中的要求（ $SS_{\perp} \geq 12$ MPa）。原因是在湿热作用下，水分和温度引起材料、胶黏剂不同程度的干缩或湿胀，导致界面应力应变产生，从而降低了界面的胶合强度。

2.2 尺寸稳定性

经过不同老化处理后，重组木尺寸稳定性测试结果，见表 2。可知，经过老化试验后，重组木的厚度膨胀率和宽度膨胀率均发生了不同程度的变化，

表 2 老化试验后重组木试样的尺寸稳定性

Tab.2 Dimensional stability of wood scrimber samples after aging tests

重组木树种	方法来源	老化方法	密度/(g·cm ⁻³)	WS/%	TS/%
杨木	ASTM	六循环	1.05	-2.24	-2.49
	GB/T	三循环	1.05	1.54	8.88
落叶松	ASTM	六循环	1.05	-0.67	2.60
	GB/T	三循环	1.05	3.97	9.94
GB/T 30364-2013				≤4.0	≤10.0

其中：六循环处理后，杨木重组木试样的厚度和宽度方向均发生收缩；落叶松重组木厚度方向发生了膨胀，宽度方向有所收缩。六循环处理试样经过（99±2）℃干燥 18 h 后，其吸水厚度和宽度变化率较小。

经过条件更严酷的三循环试验处理后，杨木、落叶松重组木试样的厚度和宽度方向亦均发生膨胀，但 WS 和 TS 仍能满足 GB/T 30364-2013 对室外地板尺寸稳定性的要求。

杨木重组木试样的 WS 和 TS 均小于落叶松重组木，原因是落叶松树脂含量较高^[8]，影响胶黏剂在单板中的胶合性能。

3 结论

1) 在本试验范围内，经过两种老化试验方法处理后，杨木重组木和落叶松重组木的力学性能和尺寸稳定性均有下降的趋势。经过三循环老化处理后，仅杨木重组木的剪切强度接近标准值；但两种重组木的抗弯性能均仍满足 GB/T 20241-2006《单板层积材》中结构用材的要求，尺寸稳定性满足 GB/T 30364-2013《重组竹地板》中室外地板的要求，说明材料尺寸稳定性优异。

2) 三循环老化水煮试验条件，较六循环试验条件更严酷。对重组木使用性能要求高的场合，推荐采用三循环水煮试验方法评价其老化性能。

3) 试验结果可为重组木在户外环境中使用标准的建立，提供基本数据。

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] 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.
[4] 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.
[5] 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.
[6] 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.
[7] 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.
[8] 魏金光, 韦亚南, 张亚慧, 等. 心、边材及重组木密度对辐射松重组木性能的影响[J]. 木材工业, 2017, 31(6): 43-45.

(责任编辑 孟凡丹、向 琴)