

应用技术

表层压缩技术在杨木实木地板生产中的应用

涂登云^{1,2}, 杜超², 周桥芳¹, 杨莎莎², 劳奕旻², 董昊²

(1. 华南农业大学林学院, 广东广州 510642; 2. 浙江世友木业有限公司研发中心, 浙江南浔 313009)

摘要: 为扩大意杨木材的应用领域、实现高附加值利用,对意杨木材进行表层压缩处理,再将其制成实木地板。对表层压缩意杨木材的性能,及地板成品漆膜性能的检测结果表明:表面压缩处理后,意杨木材表层密度增加;再经热处理后,表面硬度、弹性模量、弦向尺寸稳定性均有增加,但静曲强度略有降低;制成的杨木实木地板的漆膜硬度增加。

关键词: 意杨; 表层压缩; 实木地板; 性能

中图分类号: S792.11; S781.2; TS67 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2012)04-0046-03

Poplar Wood Flooring Surface Densification

TU Deng-yun¹, DU Chao², ZHOU Qiao-fang¹, YANG Sha-sha², LAO Yi-min², DONG Hao²

(1. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, Guangdong, China;

2. Zhejiang Shiyu Timber Co. Ltd., Nanxun 313009, Zhejiang, China)

Abstract: The authors pretreated Poplar (*Populus euramevicana*) with a surface densification process to improve utilization. The process involved hot pressing for 2.5 hours and heat treatment for 3 hours. The results showed that the samples increased surface hardness, modulus of elasticity, and tangential dimensional stability following surface densification. However, modulus of rupture decreased slightly due to hemicellulose decomposition whereas paint film hardness of poplar flooring increased but coating adhesion and coating wear resistance were unchanged.

Key words: *Populus euramevicana*; surface densification; solid wood flooring; properties

我国是全球最大的地板生产国和消费国,随着天然林资源的日趋减少,优质原料日益紧缺。为开拓资源,我国近十几年大力发展人工林,尤其是杨树,种植面积达800余万 hm^2 ,居世界第一。由于杨木质软、尺寸稳定性和装饰性差,较难应用于实木地板等高附加值产品的生产。

国外早在20世纪30年代就开始研究木材压缩技术^[1-5],我国在压缩木领域的研究起步较晚^[6-8],近年来,才开始对杨木压缩技术开展了较系统的研

究^[9-15]。虽然木材压缩技术研究已有近百年的历史,但由于生产成本、压缩回弹等问题,该技术的产业化应用仍很有限。

为了实现了杨木的高附加值利用,为我国杨木等人工林木材在实木地板领域的应用开辟新途径,笔者进行了意杨木材表层压缩处理技术的研发,通过大量实践,解决了杨木稳定性差、材质软、装饰性差、回弹,及生产成本等问题,并将此项技术应用于地热实木地板的生产。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 意杨(*Populus euramevicana*),产自江苏宿迁,四面刨光,规格(长×宽×厚)925 mm×132 mm

收稿日期: 2012-01-13; 修改日期: 2012-06-11

基金项目: 国家火炬计划项目(2011GH030866); 科技部科技人员服务企业行动项目(2009GJC20048); 潮州市重大科技专项(2010ZD1003)。

作者简介: 涂登云(1976—),男,华南农业大学副教授,博士。

×22 mm,含水率10%~15%。

2) UV 涂料,上海协承昌化工有限公司生产。基材强度符合要求时,漆膜的附着力为0级、漆膜硬度≥2H、漆膜耐磨转数0.08 g/100r。

1.2 试验仪器

热压机,AVTOGRAPH AG 21 型万能力学试验机,恒温恒湿箱,电热鼓风干燥箱,磨耗仪,小型热处理设备,DENSE-LABX 型剖面密度测试仪,PHILIPS-XL 30 型扫描电镜等。

1.3 工艺路线

1) 表层压缩 将杨木试材放入热压机中,在温度160℃、压力12 MPa下,采用本研究特定开发的压缩工艺,以压缩速度3 mm/s,将22 mm厚试件压缩至18 mm,保压2.5 h。然后通入冷却水,将热压机温度降至100℃以下,取出试件。

2) 热处理 将试件放入小型热处理设备内,在200℃下处理3 h。热处理结束后,试件在热处理箱内冷却至50℃时取出。

3) 含水率调整 将试件置于恒温恒湿箱内,干球温度50℃,湿球湿度48℃,调整试件含水率到8%~10%。

4) 实木地板加工 先采用重砂机对坯料背面(未压缩面)进行定厚砂光,再对正面(压缩面)进行砂光(砂光量<0.7 mm),提高其平整度便于油漆;

采用双端铣加工地板宽度方向的企口,再用四面刨加工长度方向的企口;

采用水性油漆封边;地板正面和背面涂布UV漆(漆膜厚度0.2 mm)。

1.4 性能检测

1) 剖面密度

试件规格为50 mm×50 mm×18 mm,在温度(20±1)℃、相对湿度(60±5)%的环境中平衡处理24 h后,以速度0.1 mm/s、步距0.1 mm逐点扫描,获得试件密度-距离变化曲线。

2) 断面微观分析

采用扫描电镜对试样断面进行微观分析。

3) 力学性能

参照GB/T 1941-2009《木材硬度试验方法》,检测试件的表面硬度;参照GB 11718.8-1989《中密度纤维板静曲强度和弹性模量的测定》,检测试件的弹

性模量(MOE)和静曲强度(MOR)。

4) 吸水厚度膨胀率

参照文献[8],将规格为100 mm×100 mm×18 mm的试件,分别用20℃水浸泡24 h和沸水煮2 h,计算其吸水厚度膨胀率(TS)。共10个试件,分2组,每组5个。

5) 弦向尺寸稳定性

将20个规格为20 mm×20 mm×18 mm(纵向×弦向×径向)的杨木试件,置于温度30℃、相对湿度40%的恒温恒湿箱中,平衡至恒重,测量各试件的弦向尺寸 L_1 ;然后将相对湿度设为90%,在此条件下平衡处理试件至恒重,并再次测量各试件的弦向尺寸 L_2 。采用公式(1)计算试件的稳定性。

$$\epsilon = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: ϵ —木材弦向尺寸变化率,%; L_1 、 L_2 —相对湿度分别为40%和90%时,试材的弦向尺寸,mm。

6) 漆膜质量

参照GB/T 15036-2001《实木地板检验和试验方法》,检测压缩意杨实木地板成品的漆膜质量。

2 结果与分析

表1 表层压缩杨木试材及其制成实木地板成品的性能

Tab.1 Densified poplar and solid wood flooring properties

试材类别	检测指标	处理材	对照材
压缩及热处理杨木试材	密度/(g·cm ⁻³)	0.54	0.45
	表面硬度/kN	3.60	2.55
	MOR/MPa	62.88	65.21
	MOE/GPa	6.85	6.82
	TS/%		
	浸泡24 h	4.82	3.97
	沸水2 h	6.52	5.20
	弦向尺寸变化率/%	1.08	2.14
实木地板产品	漆膜硬度/H	2~3	<1
	漆膜附着力/级	0	0
	耐磨转数/(g·100r ⁻¹)	0.08	0.08

2.1 密度

表1显示,表层压缩处理后,意杨木材气干密度增加了20%。图1为表层压缩意杨木材断面密度变化趋势,其断面微观结构如图2所示。

图1显示,在距离压缩面2 mm开始,密度开始显著增加,最大达到1.24 g/cm³。压缩材内部至背面区域密度变化不大,仍处于未压缩状态,说明采用笔者开发的压缩工艺,可以实现仅在木材表层形成致

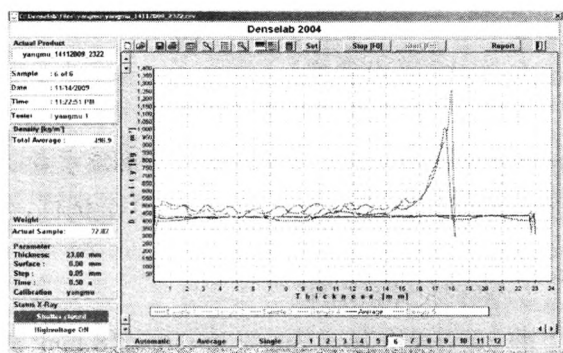


图1 表层压缩杨木的断面密度分布

Fig. 1 Typical density distribution of densified poplar along its cross section

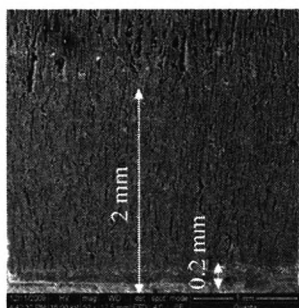


图2 表层压缩杨木的断面微观电镜图

Fig. 2 Densified poplar cross section SEM micrographs

密层。图2也显示,在距离表面0.2 mm区域,形成显著的致密层,在距离表面2 mm的区域形成了明显的密实层。

2.2 尺寸稳定性

表1显示,经过热处理的表层压缩杨木试材,分别在水中浸泡和沸水蒸煮后,表面依然平整;虽然其TS均比未处理材有所增加,原因是压缩层在吸水过程中产生了回弹,但仍远低于强化木地板用中密度纤维板基材的TS(国家标准要求 $<18\%$),说明经表面压缩并热处理的杨木,可用于生产实木地板。

处理后杨木的弦向尺寸稳定性,比未处理材提高50%。因为热处理使木材半纤维素降解,降低了木材的吸湿性能。

2.3 抗弯强度和硬度

从表1看出,经表层压缩处理和热处理后,杨木MOE提高了27%,主要是木材表层形成了压缩层,且经热处理后,试材的含水率较低所致;MOR略有降低,是由于热处理过程中,木材半纤维素和木素部分降解造成;木材表面硬度增幅为41%,是因为表层

形成了致密层,提高了木材抵抗外部压力的能力。

2.4 漆膜性能

如表1所示,改性后杨木实木地板的漆膜硬度显著改善,达到2~3 H。这是由于基材表面硬度提高,从而增加了地板产品的漆膜硬度。

预处理对杨木地板成品的漆膜附着力和漆膜耐磨性能均没有影响。这是因为漆膜附着力与漆膜耐磨性,仅与油漆自身质量和涂饰工艺相关,与基材硬度关系不大。

3 结论

1) 采用特定工艺(已申请专利)对意杨木材进行表层压缩处理,可实现木材的单侧表面压缩,达到合理利用人工林木材的目的。

2) 意杨木材压缩后,被压缩表面的密度最大可达 1.24 g/cm^3 ;试材的表面硬度和MOE亦有提高,MOR略有降低。

3) 经热处理后,表层压缩杨木试材的TS虽有增加,但仍远低于强化木地板用中密度纤维板基材的TS;弦向尺寸稳定性显著提高,能满足地采暖地板的使用要求。

4) 表层压缩处理的意杨木材实木地板,其漆膜硬度提高,漆膜附着力和耐磨转数均符合实木地板国家标准要求。自2009年10月上市以来,表层压缩意杨地热实木地板产品,未出现过产品质量问题。

参考文献:

- [1] Inoue M, Norimoto M, Otsuka Y, et al. Surface compression of coniferous wood lumber I[J]. Mokuza Gakkaishi, 1990, 36(11): 969-975.
- [2] Masafumi Inoue, Misato Norimoto. Surface compression of coniferous wood lumber II[J]. Mokuza Gakkaishi, 1993, 39(3): 227-240.
- [3] Inoue M, Roger M. Rowell fixation of compression wood using melamine-formaldehyde resin[J]. Wood and Fiber Science, 1993, 25(4): 404-410.
- [4] Masafumi Inoue, Kazuya Misato, Misoto Norimoto. Permanent fixation of compressed deformation of wood by crosslinking[J]. Mokuza Gakkaishi, 1994, 40(9): 931-936.
- [5] Ikuho Iida, Yuji Imamura. Liquid penetration of precompressed wood III[J]. Mokuza Gakkaishi, 1995, 41(9): 811-819.
- [6] 王洁瑛, 赵广杰, 饭田生穗. 饱和和气干状态杉木的压缩成型及其热处理永久固定[J]. 北京林业大学学报, 2000, 22(1): 72-75.

(下转第55页)

图1显示,在整个392 h的干燥周期中,干燥前期试样含水率由92%降到30%,用时168 h,含水率每小时减少0.37%;干燥中期,木材的含水率继续降至20%,耗时120 h,含水率降低速度为0.076%/h;干燥后期试样含水率最终降至11%,用了104 h,干燥速度为0.088%/h。

尾巨桉试材前期的干燥速度远远快于中、后期,原因是干燥伊始主要是木材内大量的自由水,在毛细管张力作用下,由木材内部移至表面后蒸发。干燥中期,木材表面的自由水蒸发完毕,干燥速度降低。干燥至后期,木材内的自由水蒸发完毕,蒸发吸着水需要的能量增大,故干燥速度更慢,因此,需要不断提高干燥温度和干湿球温度差,以增加水分排出的动力。

2.2 干燥质量

小径尾巨桉木材的干燥质量见表2。

表2 小径尾巨桉木材的干燥质量

Tab. 2 Drying quality of *Eucalyptus urophylla* lumber

试样 编号	顺弯 度/%	横弯 度/%	翘曲 度/%	扭曲 度/%	内裂 数	纵裂 度/%	终含 水率/%	厚度上含 率偏差/%
1	0	1.6	0	0	无	3.76	10.84	0.31
2	0	0	0	0	无	0	11.19	-0.08
3	0	2.4	0	0	无	0	11.15	0
4	0	0	0	0	无	0	12.06	1.18
5	0	2.0	0	0	无	1.37	11.09	-0.27
6	0	2.2	0	0	无	1.47	11.21	0.45
平均值	0	1.4	0	0	无	1.1	11.26	1.59
等级	一级		一级		一级	一级	二级	一级

从表2可以看出,小径尾巨桉锯材干燥后,均未出现顺弯、翘曲和扭曲。其原因一方面是试样长度和宽度较小,另一方面在干燥过程中顶部压有重物,有效地预防了锯材顺弯、翘曲和扭曲变形的产生。试样产生的横弯和纵裂,是因为试样是髓心材,干燥中发

生端部开裂,且试样较厚,宽度尺寸较小,从而导致向下横弯和纵裂的产生。尾巨桉木材厚度上含水率偏差较小,证明终了处理的效果较好。所有试样可见缺陷达到GB/T 6491-1999中的一级要求。

3 结论

1) 采用本研究所提供的干燥工艺,将含水率为92%的40 mm厚小径尾巨桉木材,干燥至含水率为11%,其干燥周期为392 h,木材干燥质量等级达国家标准一级要求。

2) 建议在实际生产中,进行适当的终了处理,降低厚度上含水率偏差,从而防止木材在使用过程中,因含水率偏差导致的开裂和变形。

3) 本研究制定的干燥工艺在实际生产中的运用效果,还有待进一步验证。

参考文献:

- [1] 江泽慧,彭镇华.世界主要树种木材科学性质[M].北京:科学出版社,2001.
- [2] 黄如楚.桉树木材加工利用研究现状[J].桉木技术,2010,27(1):68-74.
- [3] 甘雪芬,高建民,伊松林.巨尾桉人工林小径木干燥工艺初探[J].干燥技术与设备,2010,8(3):94-99.
- [4] Chafe S C. The distribution and interrelationship of collapse, volumetric shrinkage, moisture content and density in trees of *Eucalyptus regnans* F. Muell[J]. Wood Sci Technol, 1985, 19(4):329-345.
- [5] Innes T C. Collapse and internal checking in the latewood of *Eucalyptus regnans* F. Muell[J]. Wood Sci Technol, 1996, 30: 373-383.
- [6] 杜国兴,顾炼百,钟争登.25 mm厚窿缘桉地板坯料干燥工艺的研究[J].林产工业,2003,30(2):22-23.

(责任编辑 张一萍、姜征)

(上接第48页)

- [7] 刘一星,李坚,刘君良.水蒸汽处理法制作压缩整形木的研究:构造变化和尺寸稳定性[J].东北林业大学学报,2000(4):9-12.
- [8] 刘君良,江泽慧,许忠允,等.人工林软质木材表面密实化新技术[J].木材工业,2002,16(1):20-22.
- [9] 魏新莉,向仕龙,何华.水热处理对杨木压缩木物理力学性能的影响[J].木材工业,2004,18(3):8-10.
- [10] 胡国楠.速生杨木压缩密化的研究[D].福州:福建农林大学,2005.
- [11] 林铭,谢拥群,杨庆贤.水温对杉木压缩木吸水厚度膨胀率的影响[J].福建林学院学报,2004,24(2):172-174.

- [12] 唐德国,刘君良.高温水蒸汽处理固定大青杨木材横纹压缩变形的研究[J].吉林林业科技,2008,37(6):40-44.
- [13] 蔡家斌,李涛.高温热处理对杨木压缩板材料物理力学性能的影响[J].林业科技开发,2009,23(3):104-106.
- [14] 寇建良,孙照斌,刘宇化.毛白杨速生材压缩密实化工艺初步研究[J].河北林果研究,2009,24(3):288-292.
- [15] 徐信武,崔悦,汤正捷.基于剖面密度梯度(VDP)技术的意杨板材剖面密实梯度[J].浙江林学院学报,2010,27(5):799-802.

(责任编辑 张一萍、姜征)