

超高温热处理实木地板的工艺及应用

顾炼百¹, 李涛¹, 涂登云², 江宁³

(1. 南京林业大学干燥技术研究所, 南京 210037; 2. 华南农业大学林学院, 广州 510640;
3. 浙江世友木业有限公司, 浙江湖州 313009)

摘要: 对白蜡木、柞木、香樟、荷木等实木地板坯料进行了超高温热处理的研究。结果表明:与普通实木地板相比,热处理实木地板后吸湿性降低 51.87%, 尺寸稳定性提高 42.36%, 弦向弹性模量和顺纹抗压强度分别提高了 1.15% 和 2.19%, (但弦向抗弯强度明显降低), 导热效能超过实木复合地板。该技术已在工业上推广应用。

关键词: 超高温; 热处理; 实木地板; 吸湿性; 尺寸稳定性

中图分类号: TS652 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2007)-03-0004-04

Technology and Application on Heat-treated Solid Wood Flooring

GU Lian-bai¹, LI Tao¹, TU Deng-yun², JIANG Ning³

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China; 2. South China Agriculture University, Guangzhou 510640, Guangdong, China; 3. Zhejiang Sunyard Timber Co. Ltd., Huzhou 313009, Zhejiang, China)

Abstract: White ash (*Fraxinus chinensis*), Mongolian oak (*Quercus mongolica*), Camphor wood (*Cinnamomum camphora*), Chinese guggertree (*Schima superba*) blanks of solid-wood flooring were heat-treated with super-high temperature. The technology was applied in a wood factory in Nanxun, Zhejiang Province based on laboratory experiments. Compared with the common solid wood flooring, moisture adsorption of heat-treated wood decreased by 51.87% and dimensional stability increased by 42.36%. Also, tangential modulus of elasticity and longitudinal compression strength increased by 1.15% and 2.19% respectively, but tangential bending strength reduced substantially. Heat-conduction ability was better than untreated solid-wood flooring used as ground heating flooring.

Key words: super-high temperature; heat-treated; solid wood flooring; moisture adsorption; dimensional stability

木材是天然环保材料,深受人们喜爱。然而,木材也存在使用过程随周围环境的温湿度变化而产生干缩和湿胀的特点,从而造成木制品变形和开裂。此外,未经处理的木材易遭受菌类和昆虫的侵袭,产生霉变、腐朽和虫蛀^[1]。为了弥补上述不足,并延长木制品使用寿命,近年来芬兰、法国、荷兰、德国等木材工业发达国家兴起了研究和推广木材热处理工艺^[2]。

木材热处理就是将木材置于 180~230℃ 的高温环境,降低木材组分中的羟基浓度,减小木材的吸湿性,增加木材的尺寸稳定性;同时木材组分发生化学

反应,生成游离醋酸,从而增进木材的耐腐蚀性^[3]。与化学药剂改性方法相比,热处理生产过程中污染少、处理工艺简单,且使用过程中不存在化学药剂流失的问题,也不会对人体和环境造成伤害,是一种很有前途的木材改性工艺。笔者在试验室研究的基础上,在浙江某木业公司进行了实木地板超高温处理的生产性试验。

1 热处理设备及工艺

1.1 热处理设备

1.1.1 小型试验 设备由高温干燥、炭化箱、蒸汽发生器和控制仪组成。干燥箱内外壁均为不锈钢板整

收稿日期: 2006-12-06; 修改稿: 2007-04-29

作者简介: 顾炼百(1940—),男,南京林业大学教授,博士生导师。

体焊成,以保证耐腐和气密性。材堆一侧设有铸铝轴流风机,由电热管对干燥箱和蒸汽发生器加热,保证箱内达到干球温度 240℃、湿球温度 100℃左右的高温高湿环境。采用铂热电阻(Pt 100)温度计测量和控制干燥箱内的介质状态。

1.1.2 生产性设备 采用南京林业大学干燥技术研究所设计的干燥、炭化一体窑,可装载地板坯料约 30 m³(见图 1)。热源采用导热油;窑壳为不锈钢和铝合金全金属装配式,以保证窑的耐腐、气密和保温性;散热器为轧片式不锈钢管覆铝翅片的排管组装式,安装于材堆顶部风机的一侧;5 台轴流风机,通过横轴分别由窑外的电动机驱动,保证有较高的风速通过材堆;窑内装有蒸汽发生器,两侧气道顶部还装有喷雾雾化水的管道,以满足调湿处理的需要。窑内温湿度用 Pt 100 热电阻温度计测量,PLC 程序控制。



图 1 生产用热处理窑

Fig. 1 Heat treated kiln for solid wood flooring

1.2 试材和工艺

1.2.1 试材 为预刨和预干的地板坯料,取自浙江某木业公司。规格为 930 mm×125 mm×20 mm,树种为白腊木(*Fraxinus chinensis*)、柞木(*Quercus mongolica*)、香樟(*Cinnamomum camphora*)和荷木(*Schima superba*)。前 2 个树种为俄罗斯材,后 2 个来自云南。板材先在常规窑中预干到含水率 9%~10%,然后进热处理窑进一步干燥和热处理。也可将湿材板坯直接装入热处理窑,在同一窑内先按常规干燥至含水率约 10%,再高温干燥,然后进行超高温热处理。

1.2.2 工艺过程 分为如下 4 个阶段:

1) 升温 and 干燥 预干至含水率 9%~10%的地板坯料进窑后,从室温开始升温并进行常规干燥,待窑内温度升至 100℃后,再进行高温干燥(即常压过热蒸汽干燥)。整个高温干燥过程中均有充足的水蒸气作保护气体,以保证木材质量。

2) 超高温热处理 待木材含水率降至 2%以下

时开始热处理。将窑内温度快速升至处理温度 185℃,并保持数小时。处理过程中尤需水蒸气保护,以确保工艺过程的安全。

3) 调湿处理 经超高温热处理后,木材基本达到绝干状态,还必须在窑内进行调湿处理。除蒸汽发生器产生大量的水蒸气之外,还可向窑内喷雾雾化水,让全干的板材均匀吸收足够的水蒸气,直至板材的含水率达到与最终使用环境相匹配。根据用途,地采暖地板的含水率需调至 4%~6%;北方室内地板宜为 6%~8%;南方室内地板以 9%~11%为佳。

4) 冷却出窑 调湿处理后的板材还需冷却后才能出窑。在温度 100℃以上的阶段,主要靠喷雾化水冷却。同时,蒸发器产生的大量常压湿饱和蒸汽对高温板材也有冷却作用。夏天冷却至 60℃,冬天冷却至 30℃。

2 试验方法

2.1 物理性能

试材先经生产流水线片检,从合格的板坯中随机抽出一批弦切板,送有关部门进行物理性能的检测。

1) 吸湿性和尺寸稳定性 吸湿性用板材在不同湿度空气中重量的变化率来表示。尺寸稳定性用板材在不同湿度空气中尺寸的变化率来表示。变化率越小,吸湿性越小,尺寸稳定性越好。

将 4 个树种地板坯料的对比材(未经高温处理)和处理材分别加工成:顺纹×弦向×径向=40 mm×40 mm×15 mm 的试件,每个树种对比材和处理材各 10 块。将试件放入温度 30℃、相对湿度 30%的调温调湿箱中平衡 48 h,再置于温度 30℃、相对湿度 93%的环境中保持 48 h。测量试件在 2 种环境下平衡后的重量和弦向尺寸,分别按式 1、式 2 计算试样的吸湿性和尺寸稳定性。

$$\Delta G = 100 \times (G_2 - G_1) / G_1 \quad (1)$$

式中: ΔG —试件的吸湿性,%; G_1 、 G_2 —试件在相对湿度分别为 30%和 93%、温度均为 30℃的条件下平衡后的重量,g。

$$\Delta L = 100 \times (L_2 - L_1) / L_1 \quad (2)$$

式中: ΔL —试件的弦向湿胀率,%; L_1 、 L_2 —试件在相对湿度分别为 30%和 93%、温度均为 30℃的条件下平衡后的弦向尺寸,mm。

2) 导热效能 导热效能表征地板作地采暖用时的传热效果,导热效能越大,地板的传热性能越好。首先测定地采暖房间内混凝土地面的温度,再分别在

地面上铺装 18 mm 厚热处理实木地板、12.5 mm 厚实木复合地板及 8 mm 厚强化木地板,分别测定 3 种地板的表面温度,作出板面温度随时间变化的曲线。

2.2 力学性能

在同一进厂批次中,挑选纹理笔直,无腐朽、节子、双色、变色等缺陷的白蜡木标准径切板坯料 10 块。在其长度方向的中央截取 1 块含水率试验片,一半用于热处理工艺试验,另一半作对比材。待热处理工艺完成后,结合试材尺寸的实际情况,参照 GB 1927~1943-91《木材物理力学性质试验方法》,将对对比材和处理材加工成尺寸为:300 mm×19 mm×19 mm 的静曲试件各 60 个。为了缩短调整含水率的时间,分别将试件放在 50℃、20%相对湿度(EMC=3.9%)和 50℃、55%相对湿度(EMC=8.9%)的环境中,平衡其含水率到 4%和 9%,在静曲试验试件破坏处,截取含水率试块,以便根据标准中的换算公式,将试验数据调整到 4%和 9%水平。顺纹抗压试件从静曲试件上未破坏部分截取,尺寸:30 mm×19 mm×19 mm,数量 60 个。

3 结果与讨论

3.1 吸湿性和尺寸稳定性

4 个树种对比材和处理材吸湿性和尺寸稳定性测试结果见表 1。

表 1 4 个树种地板坯料的吸湿性及尺寸稳定性
Tab.1 Moisture adsorption and dimensional stability of 4 species solid-wood flooring

树种	吸湿性 / %		下降率 / %	湿胀率 / %		稳定性提高率 / %
	对比材	处理材		对比材	处理材	
柞木	13.41	6.52	55.11	3.56	1.98	43.38
白蜡木	14.56	6.94	52.34	4.02	2.37	41.04
香樟	13.25	6.67	49.66	3.35	1.76	47.46
荷木	14.95	7.42	50.37	4.26	2.66	37.56
平均	—	—	51.87	—	—	42.36

由表 1 可见,经超高温热处理之后,4 个树种木材的吸湿性都大幅度下降,特别是柞木和白蜡木,板材的尺寸稳定性也因此而显著提高。原因是木材经超高温热处理后,其主要成分半纤维素降解,所含的能吸收水分的游离羟基数量大幅度减少,另外木材中纤维素的结晶度和晶体的尺寸由于受热而增大,都使木材的吸湿性减小。

木材的吸湿性和尺寸稳定性是衡量实木地板质量的主要指标。特别是用于地采暖,由于室内严酷的气候条件,普通的实木地板很难满足要求,通常只能

选用强化木地板和实木复合地板。但经超高温热处理后,实木地板也能满足地采暖地板的要求。实测结果表明,在地采暖试验房内,铺设历时 6 个月没有发生变形和开裂。吸湿性显著减少,其平衡含水率与常规干燥材相比大幅度降低(见图 2)。

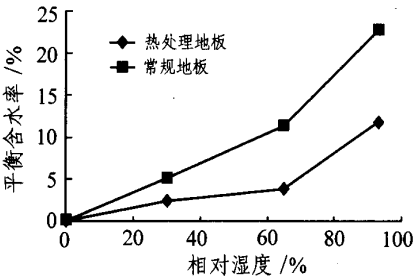


图 2 白蜡木在不同湿度条件下的平衡含水率
Fig.2 The EMC of White ash wood in different humidity environments

3.2 导热效能

热处理实木地板的导热效能与强化木地板、实木复合地板的对比见图 2。从中可见,18 mm 厚热处理实木地板的导热效能优于 12.5 mm 厚实木复合地板。这是由于后者为多层板胶合,胶层阻碍了热量的传递。8 mm 厚的强化木地板由于其厚度小,故导热效能高于热处理实木地板。

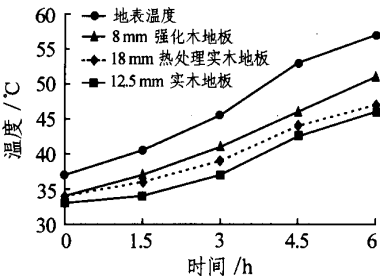


图 3 3 类地板在地热环境中的表面温度变化
Fig.3 Surface temperatures of 3 kinds of flooring products in ground heating condition

3.3 力学性能

终含水率为 4% 的白蜡木热处理材的各项力学性能指标与常规干燥材(终含水率相同)的对比见表 2。由表 2 可见,热处理材的弦向抗弯弹性模量、顺纹抗压强度略高于常规干燥材,但相差很小;弦向抗弯强度明显低于常规干燥材,故不推荐超高温热处理材用于受力的构件。

因热处理材在实际使用时,其平衡含水率 EMC

远低于常规干燥材(图 2)。即常规干燥材 EMC 为 9%时,热处理材的 EMC 只有 4%左右。故热处理材 4%含水率时的各项力学强度与常规干燥材 9%含水率时的强度更有可比性,见表 2。

表 2 不同工艺处理的白蜡木力学性能对比
Tab. 2 The comparison of mechanical properties of White ash wood treated with different temperature

试材 种类	弦向弹模/MPa		弦向抗弯/MPa		顺纹抗压/MPa	
	MC ^a	MC ^b	MC ^a	MC ^b	MC ^a	MC ^b
热处理材	10816.57	10816.57	101.03	101.03	65.28	65.28
常规材	10693.79	10373.50	126.54	106.38	63.88	52.55
变化率/% ^c	+1.15	+4.27	-20.16	-5.03	+2.19	+24.21

a:相同含水率时的力学性能指标;b:以实际使用含水率为准的力学性能指标;c:热处理材与常规干燥材的同项指标之差与常规干燥材指标之比。

由表 2 还可见,若以实际使用的含水率为准,热处理材的各项力学强度指标,除弦向抗弯强度略有下降之外,其余均高于常规干燥材,特别是顺纹抗压强度增大 24.21%。因此,热处理材实际使用时,大部分强度指标并没有下降。

4 结论

1) 超高温热处理实木地板的吸湿性和实际使用时的平衡含水率与普通实木地板相比显著降低,尺寸稳定性明显提高。

2) 18 mm 厚的热处理实木地板的导热效能优于 12 mm 厚的实木复合地板,但略低于 8 mm 厚的强化木地板。

3) 以实际使用含水率为准的各项力学强度指标除弦向抗弯强度之外,均高于常规干燥的实木地板。

参考文献:

[1] 顾炼百. 木材加工工艺学[M]. 北京:中国林业出版社,2003: 122-277.
[2] A O Rapp. Review on heat treatments of wood[R]. Proceedings of the special seminar of COST ACTION E22. Antibes, France, 2001.
[3] Hillis W E. High temperature and chemical effects on wood stability. Part 1: General considerations[J]. Wood Science and Technology, 1984: 281-293.

(责任编辑 姜 征、赖 威)

(上接第 3 页)

[6] 华毓坤,傅峰. 导电胶合板的研究[J]. 林业科学, 1995, 31(3): 254-259.
[7] 刘贤森. 木基电磁屏蔽功能复合材料(叠层型)的工艺与性能[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2005: 119-121.
[8] 张显权,刘一星. 不锈钢纤维/木纤维复合中纤板的研究[J]. 木材工业, 2005, 19(2): 12-16.
[9] Miyasaka K, Watanabe K, Jojima E, et al. Electrical conductivity of carbon polymer composites as a function of carbon content [J]. Journal of Materials Science, 1982, 17 (6): 1610-1616.
[10] Celzard A, Treusch O, Mareche J F, et al. Electrical and elastic properties of new monolithic wood-based carbon materials[J]. Journal of Materials Science, 2005(40): 63-70.
[11] S K 巴塔查里亚. 金属填充聚合物-性能和应用[M]. 北京:中国石化出版社, 1992.

[12] Wang S Y, Hung C P. Electromagnetic shielding efficiency of the electric field of charcoal from six wood species[J]. The Japan Wood Research Society, 2003(49): 450-454.
[13] 蔡旭芳,王永松. 木炭板与木炭粉被覆木质复合板之电磁波屏蔽效应[J]. 林产工业(台湾), 2002, 21(3): 207-216.
[14] 蔡仁刚. 电磁兼容原理、设计和预测技术[M]. 北京:航空航天大学出版社, 1997.
[15] 万刚,李荣德. 电磁屏蔽材料的进展[J]. 屏蔽技术与屏蔽材料, 2003(1): 40-41, 45.
[16] Oka H. Magnetic wood blocks mobile phone signals[EB/OL]. (2002-06-27). <http://www.NewScientist.com>.

(责任编辑 向 琴)

“第 11 次全国木材干燥学术讨论会”征文

中国林学会木材工业分会木材干燥研究会和中国林产工业协会木材干燥专业委员会初步商定,于 2007 年 11 月中旬,在福州市(具体地点和日期另行通知)联合召开第 11 次全国木材干燥学术讨论会。

本次会议重点讨论如何强化木材干燥技术创新力度,极大提高木材干燥质量,发挥木材干燥在实现木材资源高效和节约利用方面的重要作用。现广泛征集论文。

论文将由会务组统一汇集编印成册,截稿时间为 2007 年 8 月 10 日。

具体事宜联系方式:

★ 论文征集:谢拥群教授

邮编:350002

地址:福建省福州市金山 福建农林大学材料学院

电话:0591-83708361; 87223926

传真:0591-83715175

电邮:fafuxyq@yahoo.com.cn;

fafuywb@163.com

★ 参会咨询:杨文斌老师

电话:0591-83789422; 87634922; 83568686

手机:13705917787