

浸渍纸层压木质地板翘曲变形的原因分析

池永亮

(龙岩市产品质量检验所, 福建龙岩 364000)

摘要: 为探究浸渍纸层压木质地板翘曲变形的原因, 从浸渍纸、地板基材以及热压工艺、平衡处理时间等因素选取变量, 以不同水平组合制备强化木地板, 按 GB/T 18102—2007 标准方法测试地板的翘曲度。结果表明: 地板基材用纤维板的翘曲变形和密度, 热压工艺中上、下热压板的温度差, 以及浸渍纸的组合等因素, 对强化木地板的翘曲变形存在不同程度的影响。

关键词: 强化木地板; 翘曲变形; 基材; 浸渍纸; 热压工艺

中图分类号: S781.5; TS653 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2020) 04-0056-05

Factors Influencing Warping Deformation of Laminate Floor Coverings

CHI Yong-liang

(Longyan Institute of Quality Inspection for Products, Longyan 364000, Fujian, China)

Abstract: The experiments on manufacturing laminate floor coverings under different variables of impregnated paper, substrate material, hot pressing process and conditioning time were carried out in order to find out the causes of warping deformation. The warp of the flooring was tested according to the national standard GB/T 18102—2007. The results showed that the warping deformation and density of fiberboard for flooring substrate, the temperature difference between the upper and lower hot platens in hot pressing process, and the combination of impregnated paper, had effects on warping deformation of laminate floor coverings.

Key words: laminate floor coverings; warping deformation; flooring substrate; impregnated paper; hot-pressing process

浸渍纸层压木质地板(商品名强化木地板)自1995年引入我国后^[1], 已成为我国销量最大的木地板产品。据中国林产工业协会不完全统计, 2019年中国具有一定规模的木竹地板企业总销量约42 460万m², 其中强化木地板销售21 620万m², 占比约51%^[2]。翘曲变形是强化木地板的重要质量指标, 不仅仅影响地板的视觉效果, 还会影响其加工质量和安装质量, 变形导致企口相接处凸起而极易遭受磨

损, 从而影响使用寿命。鉴于此, 笔者从材料和工艺源头, 对强化木地板的翘曲变形问题进行研究, 结合生产实践进行试验, 重点分析浸渍纸、地板基材和热压工艺等因素的影响^[3-4], 以期改进强化木地板生产工艺、提高产品尺寸稳定性提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 浸渍纸 共三类: 表层耐磨纸、装饰纸和平衡纸, 各选择两种定量, 规格均为1 265 mm×2 475 mm。性能及编号见表1。均外购。

收稿日期: 2019-08-28; 修改日期: 2020-06-09

作者简介: 池永亮(1977—), 男, 高级工程师。Email: 315398494@qq.com

表1 表层耐磨纸、装饰纸、平衡纸的性能
Tab.1 Properties of surface wear-resistant paper,
decorating paper and balancing paper

类型	编号	浸胶后定量/(g·m ⁻²)
表层耐磨纸	A1	108
	A2	143
装饰纸	B1	135
	B2	155
平衡纸	C1	250
	C2	275

2) 地板基材用纤维板 根据试验需要, 生产 8 批产品, 详见表 2。对照 LY/T 1611-2011《地板基材用纤维板》要求, 其中 D1~D3、D7~D8 为不达标产品, D4~D6 为合格产品, D5~D8 含水率水平逐步增高(分别为 4.2%、6.3%、8.3%、10.6%)。

1.2 试验设备

4' × 16' 全自动低压短周期连续压贴生产线(德国温康纳)。

1.3 试验设计

结合实际生产实践, 从材料和工艺源头选取对地板翘曲变形影响较大的因素, 包括: 浸渍纸的搭配组合, 地板基材的翘曲度、密度和含水率, 以及热压工艺等, 分 4 组试验, 试验设计见表 3。热压工艺中对地板翘曲变形影响最大的是上、下热压板温度, 故参考工厂实际生产工艺, 在热压压力 3.2 MPa 和热压时间 28 s 条件下, 设定三种压板温度的工艺:

E1—上压板 190 °C+下压板 180 °C; E2—上压板 180 °C+下压板 190 °C; E3—上压板 180 °C+下压板 183 °C。

表2 试验用地板基材的质量
Tab.2 Quality of fiberboard for flooring substrate

编号	基材质量	翘曲度/ (mm·m ⁻¹)	含水率/ %	密度/(kg·m ⁻³)				密度偏差/ %
				平均	背面表层最大	正面表层最大	芯层最低	
D1	翘曲变形	+10.6	7.5	829.54	1 158.33	1 061.61	733.43	-7.1~+5.2
D2	密度较高	+1.2	5.8	956.60	1 191.28	1 195.75	920.12	-3.8~+4.9
D3	密度较低	-0.3	6.2	784.43	959.26	889.46	712.68	-2.6~+2.3
D4	合格	-0.1	6.4	856.58	1 012.24	1 015.69	822.61	-1.1~+1.5
D5	合格	-0.3	4.2	852.69	1 078.32	1 063.21	828.14	-0.8~+1.3
D6	合格	-0.2	6.3	847.53	1 033.58	1 039.24	821.35	-0.8~+1.7
D7	含水率偏高	+0.3	8.3	861.10	1 102.31	1 089.55	826.71	-1.2~+1.7
D8	含水率偏高	+0.5	10.6	849.22	1 098.47	1 077.85	812.33	-1.0~+1.8
LY/T 1611-2011 对基材的要求		≤1.5	4~8	≥820	—	—	—	±4.0

表3 试验因素和水平
Tab.3 Experiment factors and levels

组号	变量因素	试验编号	变量水平	固定因素及水平
一	浸渍纸搭配	1	A1+B1+C1	基材 D4; 热压工艺 E3
		2	A1+B1+C2	
		3	A1+B2+C1	
		4	A1+B2+C2	
		5	A2+B1+C1	
		6	A2+B1+C2	
		7	A2+B2+C1	
		8	A2+B2+C2	
二	基材翘曲度 和密度	9	D1	表层纸 A1+ 装饰纸 B1+ 平衡纸 C2; 热压工艺 E3
		10	D2	
		11	D3	
		12	D4	
三	基材含水率	13	D5	表层纸 A1+装饰纸 B1+ 平衡纸 C2; 基材 D4
		14	D6	
		15	D7	
		16	D8	
四	热压温度	17	E1	表层纸 A1+装饰纸 B1+ 平衡纸 C2; 基材 D4
		18	E2	
		19	E3	

1.4 测试方法

试件制作: 热压后的大板(4' × 8') 经翻板冷却(时间约 50 min)后, 通过横截锯裁成小板(4' × 4'), 再用多片锯分割成 6 片地板坯料(1 228 mm×202 mm×12 mm), 并测定锯解后从左到右第 1 片(边板)和第 4 片(中板)地板坯料的翘曲度; 而后进行 5 天养生平衡处理, 并在养生平衡的每天测定第 1 片(边板)和第 4 片(中板)养生地板坯料的翘曲度。

根据 GB/T 18102—2007 第 6.1.2.6 规定方法, 地板坯料翘曲度检测及计算方法如下。

1) 宽度方向翘曲度: 将地板坯料凹面向上放置在水平试验台面上, 用钢板尺紧靠地板坯料两长边, 用塞尺量取最大弦高(精确至 0.01mm)。

最大弦高与实测宽度之比即为宽度方向翘曲度（下称短边翘曲度），以百分数表示（精确至 0.01%），测量位置为长边任意对应部位。

2) 长度方向翘曲度：将地板坯料沿长度方向侧立放置在水平试验台上，并将两端紧靠钢板尺，用塞尺量取最大弦高（精确至 0.01m）。最大弦高与实测长度之比即为长度方向翘曲度（下称长边翘曲度），以百分数表示，精确至 0.01%，测量位置为短边任意对应部位。

2 结果与讨论

2.1 浸渍纸搭配对地板翘曲度的影响

表层纸、装饰纸和平衡纸以 8 种搭配组合，制备的地板坯料翘曲度检测结果见表 4。

表 4 浸渍纸不同搭配的地板坯料翘曲度

Tab.4 Warp of flooring blanks with different impregnated papers combination

测量位置	试验编号	不同养生时间的翘曲度/%					
		0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
长边	1	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00
	2	-0.17	-0.13	-0.11	-0.11	-0.10	-0.10
	3	0.06	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
	4	-0.06	-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01
	5	0.22	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15
	6	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00
	7	0.36	0.33	0.31	0.31	0.30	0.30
	8	0.19	0.16	0.15	0.15	0.15	0.13
短边	1	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	-0.01
	2	-0.07	-0.06	-0.06	-0.05	-0.05	-0.04
	3	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
	4	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
	5	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03
	6	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00
	7	0.16	0.14	0.13	0.12	0.12	0.11
	8	0.06	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03

GB/T 18102—2007 要求：长度方向凸翘曲度≤1.00%、凹翘曲度≤0.05%；宽度方向凸翘曲度≤0.20%、凹翘曲度≤0.15%。

从表 4 可知，试验 1、4、6 测得地板坯料长边和短边翘曲度变化较小，略微凸翘曲变形；试验 2 测得地板坯料长边和短边翘曲度数值相对大，为凸翘曲变形；试验 3 测得地板坯料长边和短边翘曲度变化较小，略微凹翘曲变形；试验 5、7、8 测得地

板坯料长边和短边翘曲度相对较大，为凹翘曲变形。

由表 1 可知，试验 1、6 中表层纸和装饰纸浸胶后克重之和与平衡纸浸胶后克重相差较小，可说基本相当；试验 2 中表层纸和装饰纸浸胶后克重之和小于平衡纸浸胶后克重，约小 13.2 %；试验 3 中表层纸和装饰纸浸胶后克重之和大于平衡纸浸胶后克重，约大 5.2%；试验 4 中表层纸和装饰纸浸胶后克重之和小于平衡纸浸胶后克重，约小 4.6%；试验 5 中表层纸和装饰纸浸胶后克重之和大于平衡纸浸胶后克重，约大 11.2%；试验 7 中表层纸和装饰纸浸胶后克重之和大于平衡纸浸胶后克重，约大 19.2%；试验 8 中表层纸和装饰纸浸胶后克重之和大于平衡纸浸胶后克重，约大 8.4%。

综合以上试验结果和条件分析可知，在相同的合理的地板基材和热压工艺条件下，各浸渍纸搭配情况影响浸渍纸层压木质地板的翘曲变形。通常情况下，表层纸和装饰纸浸胶后克重之和大于平衡纸浸胶后克重时，产生两边向上、中间向下的凹翘曲变形；表层纸和装饰纸浸胶后克重之和小于平衡纸浸胶后克重时，产生两边向下、中间向上的凸翘曲变形。

2.2 地板基材变形及密度对翘曲度的影响

选取表层纸和装饰纸定量之和与平衡纸定量相当的搭配方式，采用翘曲变形及不同密度基材制备的地板坯料翘曲度检测结果，列于表 5。

表 5 变形及不同密度基材制备地板坯料的翘曲度

Tab. 5 The warp of flooring blanks with different deformation and density of flooring substrates

测量位置	试验编号	不同养生时间的翘曲度/%					
		0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
长边	9	1.25	1.17	1.13	1.11	1.11	1.10
	10	0.71	0.66	0.63	0.62	0.61	0.61
	11	-0.03	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
	12	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00
短边	9	0.23	0.20	0.19	0.19	0.18	0.18
	10	0.15	0.13	0.13	0.12	0.11	0.11
	11	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	-0.01
	12	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00

从表 5 可知，试验 9 测得地板坯料长边和短边翘曲度相对较大，且与基材自身翘曲变形一致，均为凹翘曲变形；试验 10 测得长边和短边均为凹翘曲

变形,翘曲度超过 GB/T 18102—2007 对地板的要求; 试验 11 和 12 测得长边和短边略凸翘曲变形,但翘曲度数值较小,均符合 GB/T 18102—2007 的要求,且经过 5 天养生平衡后,基本达到平整。

从表 2 中地板基材性能可知: D1 基材剖面密度结构分布不对称,一边高一边低; D2 基材剖面密度结构分布较为对称; D3 基材剖面密度结构分布稍存在差异; D4 基材剖面密度结构分布较为对称。由此可知,当表层纸、装饰纸、平衡纸搭配合理和热压工艺合理的情况下,地板基材自身变形对浸渍纸层压木质地板的翘曲变形影响很大,通常情况下,翘曲变形基材,生产出的地板坯料也会翘曲变形。基材密度过高或过低、密度偏差超过标准要求范围、剖面密度结构分布不均等均会导致板材间应力变化,从而使板材产生翘曲变形,最终影响到浸渍纸层压木质地板的翘曲变形。

2.3 地板基材含水率对翘曲度的影响

不同含水率基材制备的地板坯料,其翘曲度检测结果列于表 6。

表 6 不同含水率基材制备的地板坯料翘曲度

Tab.6 Warp of flooring blanks with different moisture content of flooring substrates

测量位置	试验编号	不同养生时间的翘曲度/%					
		0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
长边	13	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00
	14	-0.03	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	0.00
	15	-0.03	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	0.00
	16	-0.04	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01
短边	13	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00
	14	-0.01	0	0	-0.01	0.00	-0.01
	15	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.01
	16	-0.01	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00

由表 6 可知,不同含水率基材制备的地板坯料长边和短边翘曲度数值变化较小,均符合 GB/T 18102—2007 的要求,而试验所用基材 D5—D8 的翘曲变形和密度性能均符合要求,只是含水率存在差异。由此可知,当表层纸、装饰纸、平衡纸搭配合理和热压工艺合理的情况下,基材含水率对浸渍纸层压木质地板的翘曲变形影响不大。但是当含水率达到 10 %时,出现了爆板现象(即鼓泡现象,主要

是在地板热压过程中,板从某一局部炸裂开的现象)。爆板现象一般由于热压时间过长,热压温度过高,基材含水率过高,密度不均,或内结合强度不够引起。本组试验在热压工艺合理的情况下,基材的其他指标正常,而含水率偏高,由此可知爆板现象是基材含水率过高引起的。

2.4 热压工艺对翘曲度的影响

选取表层纸和装饰纸定量之和与平衡纸定量相当的搭配方式,与正常地板基材 D4 进行组合,不同热压工艺制备的地板坯料,其翘曲度检测结果列于表 7。

表 7 不同热压工艺的地板坯料翘曲度

Tab.7 Warp of Flooring blanks with different hot pressing processes

测量位置	试验编号	不同养生时间的翘曲度/%					
		0 d	1 d	2 d	3 d	4 d	5 d
长边	17	0.65	0.60	0.58	0.56	0.55	0.56
	18	-0.81	-0.75	-0.73	-0.72	-0.71	-0.71
	19	-0.03	-0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00
短边	17	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15	0.14
	18	-0.21	-0.18	-0.17	-0.16	-0.16	-0.15
	19	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00

从表 7 可知,试验 17 测得地板坯料长边和短边翘曲度相对较大,均为凹翘曲变形;试验 18 测得地板坯料长边和短边翘曲度相对较大,均为凸翘曲变形;试验 19 测得地板坯料长边和短边翘曲度变化较小,均符合 GB/T 18102—2007 对地板要求,且经过 5 天养生平衡后,基本达到平整。

综上试验结果可知,当热压压力和热压时间合理固定的情况下,上、下热压板温度差过大对浸渍纸层压木质地板的翘曲变形影响较大。通常情况下,上热压板温度比下热压板温度高时,产生两边向上中间向下的凹翘曲变形;上热压板温度比下热压板温度低时,产生两边向下中间向上的凸翘曲变形。热压时热源是从热压板传递到缓冲垫和热压模板,再通过热压模板传递到板坯表面,缓冲垫和热压模板对热量传导有较大影响。不同品种、规格的缓冲垫和热压模板的热传导系数差别较大,往往会导致热传导差异较大。因此,选用缓冲垫和热压模板时应尽量做到上下一致,以减小板坯上、下表面的受热温度差。

2.5 地板坯料养生平衡处理对翘曲度的影响

从表4—7可以看出,在养生平衡处理过程中,翘曲变形会随着养生时间发生略微变化。任意组合或工艺条件下,当日地板坯料长边和短边翘曲度最大,养生1天后翘曲度下降最多,在养生第3天开始趋于一个相对稳定状态,养生后期翘曲度变化明显减小。而且在本试验条件下,不管是长边还是短边的边板与中板的翘曲度相差不大,边板翘曲度变化趋势与中板亦基本一致。由此可知,经过合理的养生平衡处理可以有效地平衡地板坯料内部应力,使地板坯料翘曲变形达到一个稳定程度。

3 结论与建议

1) 地板基材密度过高或过低、密度偏差超过标准要求范围、剖面密度结构分布不均等均会导致板材间的应力变化,从而使板材产生翘曲变形,最终影响到浸渍纸层压木质地板的翘曲变形。

建议:选用地板基材时,应板面平整,平均密度不低于 820 kg/m^3 ,剖面密度结构分布对称且断面正背面高密度区密度应超过 1000 kg/m^3 ,断面中间区最低密度不低于 750 kg/m^3 。

2) 地板基材含水率对浸渍纸层压木质地板的翘曲变形影响不大,但是过高的含水率易使板材在热压过程中产生爆板现象。

建议:选取地板基材时,基材含水率应严格控制在LY/T 1611—2011要求范围内。

3) 热压工艺中上、下热压板温度差过大对浸渍

纸层压木质地板的翘曲变形影响较大。上热压板温度高于下热压板温度时,产生凹翘曲变形;上热压板温度低于下热压板温度时,产生凸翘曲变形。

建议:生产中,根据地板基材、浸渍纸搭配等实际情况来调整上、下热压板温度差,尽量保证上下热压板温度差在 $\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

4) 在地板基材、热压工艺相同条件下,表层纸和装饰纸浸胶后定量之和大于平衡纸浸胶后定量时,产生凹翘曲变形;表层纸和装饰纸浸胶后定量之和小于平衡纸浸胶后定量时,产生凸翘曲变形。

建议:在选择浸渍纸时,尽量确保表层纸和装饰纸浸胶后定量之和等于平衡纸浸胶后定量或者与其相当的搭配方式。另外,每个浸渍纸生产厂家的生产工艺不尽相同,为了更好地确保产品质量,三种浸渍纸尽可能的选用同一生产厂家的产品。

5) 地板坯料养生平衡时,垛架表面应平整,堆垛码放整齐,防止人为堆垛不当引起板材翘曲变形。

参考文献:

- [1] 何泽龙. 我国强化木地板发展现状与技术创新[J]. 人造板通讯, 2002(12): 5-6-8.
- [2] 2019年我国地板行业销量统计数据[J]. 木材工业, 2020, 34(2): 28.
- [3] 张勤丽. 浸渍纸层压木质地板的质量状况及基材质量控制[J]. 木材工业, 2003, 17(4): 21-23, 29.
ZHANG Q L. Current quality status of laminate flooring in China and quality control of the substrate[J]. China Wood Industry, 2003, 17(4): 21-23, 29.
- [4] 方立新. 强化木地板翘曲变形与工艺探讨[J]. 人造板通讯, 2003(4): 6-7.

(本文编校 张鹏、向琴)

广告索引

封面: 金隅天坛(唐山)木业科技有限公司
封底: 苏州苏福马机械有限公司
封二: 北京欧立华科技发展有限公司
封三: 格雷康自动检测控制设备(上海)有限公司
首插: 德国辛北尔康普机械设备有限公司
前插: 瑞典颂智纤维技术有限公司
意大利 IMEAS SPA
哈尔滨诚丰胶黏剂有限公司
安德里茨
杭州太克干燥设备有限公司
上海木材工业研究所
第45届中国(广州)国家家具博览会
苏州维茨-益维高设备有限公司
威力(烟台)木业技术有限公司
第22届中国国际地面材料及铺装技术展览会
广州原野实业有限公司

后插: 中国绿色碳汇基金会
上海国际家具生产设备及木工机械展览会
万华禾香板业有限责任公司
潍坊富顺节能科技有限公司
内页: 加拿大光润生物材料与生物能源技术公司
青岛三山碳素有限公司
书评: 数字媒体艺术在林业媒体融合发展中的应用(方方)
木材在体育专用赛道中的应用(刘旭红)
羽毛球场馆木质地板的质量要求(易鹏 黄华敏)
木制品自动化加工中电气工程技术的应用(蔡振兴 潘红娜)
木雕艺术中的画艺完美表现(王凯)
木材在工艺美术领域的实践应用(任俊明)
室内家具设计给予心理健康教育的启示(王红梅)
家具物流服务行业规范认知(李云松)