

垫板光泽度对高光强化木地板表面光泽度的影响

黄以恒¹, 王望¹, 余钢², 曹金珍¹

(1. 北京林业大学材料科学与技术学院; 木质材料科学与应用教育部重点实验室, 北京 100083;

2. 四川升达林业产业股份有限公司, 成都 610020)

摘要: 利用不同光泽度垫板生产高光强化木地板, 通过测定地板样品的表面形貌, 探究垫板与地板光泽度的对应关系。结果表明: 高光强化木地板的光泽度与垫板密切相关。随垫板光泽度下降, 木地板表面粗糙度增加, 其表面形貌出现凹陷或纵横交错的突起, 是导致高光强化木地板光泽度下降的主要原因。

关键词: 高光强化木地板; 光泽度; 垫板; 粗糙度; 表面形貌

中图分类号: TS653 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2017) 05-0043-04

Effect of Caul Plate Gloss on Glossiness of High-gloss Laminate Flooring

HUANG Yi-heng¹, WANG Wang¹, YU Gang², CAO Jin-zhen¹

(1. College of Materials Science and Technology, Beijing Forestry University; Key Laboratory of Wooden Material Science and Application, Beijing 100083, China; 2. Sichuan Shengda Forestry Industry Co. Ltd., Chengdu 610020, China)

Abstract: In order to investigate effect of caul plate gloss on glossiness of high-gloss laminate flooring, high-gloss laminate floor samples were prepared with caul plates having different gloss levels. Roughnesses and atomic force microscope (AFM) images of the samples were observed. Results showed that the roughness of the samples increased and the gloss decreased as the caul plate gloss decreased; 3D-AFM images of the samples indicated that the glosses of the samples were closely related to caul plate gloss. Dents and protrusions on the sample's surface occurred when caul plates with lower gloss were used and also resulted in a poor gloss surface on the flooring samples.

Key words: high-gloss laminate flooring; glossiness; caul plate; roughness; surface morphology

浸渍纸层压木质地板(俗称强化木地板)是以专用纤维板为基材, 基材背面铺装平衡纸, 正面依次铺装装饰纸、耐磨纸, 组坯后经热压、冷却、锯切、双端企口、企口封蜡等工艺加工而成的一种地板产品, 因其具有耐磨、耐划痕、耐脏及性价比高等优点, 目前已占据木质地板市场的主要份额^[1-2]。

为追求差异化的装饰效果, 近年来市场上出现一种仿实木地板表面油漆特性的高亮光型强化木地板产品(简称高光强化木地板), 表面光泽度一般在80~110°之间, 纹理更清晰, 可产生类似钢琴漆面的视觉效果。

这类强化木地板的加工工艺主要有3种: 1) 省去耐磨纸, 表面只压贴浸渍装饰纸, 再采用实木地板的面漆工艺涂饰; 2) 省去耐磨纸, 在装饰纸上浸渍含有少量耐磨剂的浸渍胶后压贴; 3) 保留耐磨纸, 采用高抛光不锈钢垫板、中温(120~150℃)、压制^[3]。工艺1和2所产木地板表面的光泽度和纹理清

收稿日期: 2017-01-06; 修改日期: 2017-07-31

基金项目: 木竹产业技术创新战略联盟科研计划课题“高亮光耐磨型强化木地板的开发”(TIAWBI2015-05)。

作者简介: 黄以恒(1993-), 男, 北京林业大学硕士研究生。

责任作者: 王望, 男, 北京林业大学材料科学与技术学院讲师。

晰度有所提高,但耐磨性难以保证;工艺3在保持木地板产品耐磨性的前提下,可获得高光泽度和清晰度,但随垫板使用次数的增加,木地板的表面粗糙度增加,光泽度快速下降,严重影响产品质量。因此,研究高光强化木地板光泽度的变化规律非常必要。

物体的光泽度与其表面形貌,即三维立体图像及粗糙度等密切相关^[4]。鉴于此,笔者选用不同光泽度的垫板制备高光强化木地板试板,通过测定地板表面形貌变化,探究垫板光泽度与地板光泽度之间的对应关系,旨在为高光强化木地板生产工艺的管理和调整,提供技术依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 中密度纤维板:密度 0.85 g/cm^3 , 12 mm 厚,裁剪成 $350 \text{ mm} \times 350 \text{ mm}$ 规格,含水率 7%。

2) 装饰纸:

- ① 三聚氰胺-甲醛树脂浸渍耐磨纸 (45 g);
- ② 胶膜平衡纸;
- ③ 装饰纸。

3) 垫板: 10 张,尺寸 $450 \text{ mm} \times 450 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$ 。其中 1~9 号为高光强化木地板生产专用不锈钢垫板,10 号为同步模压普通强化木地板生产用垫板。

以上试验材料均由四川升达林业产业股份有限公司提供。

1.2 试验设备和仪器

YP-100D 热压机; Taylor Hobson Surtronic 3+ 表面粗糙度仪 (标准探针: 112/1590, 触针直径 $50 \mu\text{m}$); Bruker MultiMode8 原子力显微镜 (Atomic Force Microscope, AFM); KEQI KGZ-60 型光泽度仪。

1.3 试验方法

1) 组坯: 常温下,在下垫板上依次铺放胶膜平衡纸、中纤板、装饰纸、耐磨纸,盖上下垫板。放入热压机内合模进行压制。

2) 热压: 依据文献[3], 设定热压参数:

温度 $120 \text{ }^\circ\text{C}$, 单位压力 6 MPa , 时间 15 min 。

加热完成后保压 $30 \sim 50 \text{ min}$, 冷却至室温后开模。

每块垫板对应压制 1 张地板试板,并按垫板光泽度由高到低的顺序,依次标号。

1.4 性能检测

1.4.1 地板试板的表面形貌

表面粗糙度仪是目前测量粗糙度应用最广泛、最简便的方法,但无法获得样品表面的其他信息; AFM 是一种纳米级高分辨率的扫描探针显微镜,可得到样品的三维形貌。

1) 表面粗糙度 探针垂直于样品木纹方向移动,每张地板样板按图 1 所示取 10 个测试点,取样长度 $L=25 \text{ mm}$ 。测量轮廓算术平均偏差 R_a 。结果取 10 点的平均值。

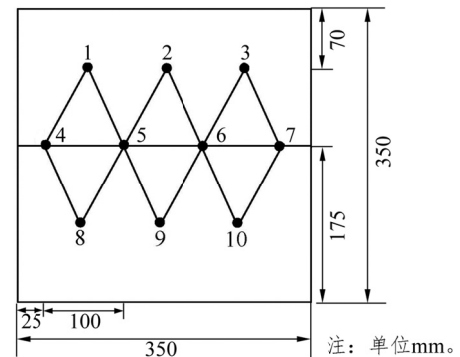


图 1 高光强化木地板样品粗糙度的测试点位
Fig.1 Roughness test positions of laminated flooring samples

2) 3D-AFM 图像 采用智能扫描模式,用 Si_3N_4 探针,扫描范围分别为 $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$ 和 $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$,使用 NanoScope Analysis version 1.40 处理软件,得到样品的 3D-AFM 图像。

1.4.2 地板样品的光泽度

采用光泽度仪测量,投射角度为 60° ,参照 GB/T 9754-2007 《色漆和清漆不含金属颜料的色漆漆膜的 20° 、 60° 和 85° 镜面光泽的测定》,按图 2 所示的 7 个测点进行检测,结果取平均值。

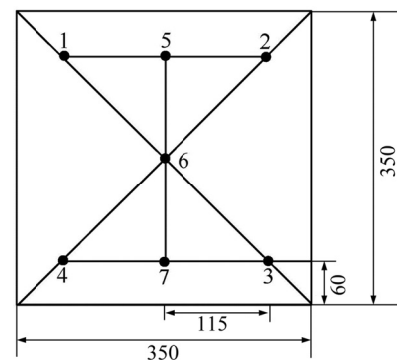


图 2 高光强化木地板样品光泽度的测试点位
Fig.2 Glossiness test positions of laminated flooring samples

2 结果与分析

高光强化木地板样品的粗糙度和光泽度测试结果，列于表1。

表1 不同光泽度垫板制备高光地板样品的粗糙度与光泽度

Tab.1 Roughness and glossiness of flooring samples made with caul plates having different gloss levels

样品编号	垫板光泽度/°	地板粗糙度/ μm	地板光泽度/°
1	630	0.27 (0.06)	106.3 (1.56)
2	607	0.34 (0.08)	101.8 (3.33)
3	556	0.41 (0.09)	98.8 (3.61)
4	534	0.44 (0.18)	97.0 (3.19)
5	493	0.54 (0.14)	84.2 (3.73)
6	481	0.57 (0.12)	81.1 (2.21)
7	477	0.55 (0.12)	69.0 (4.78)
8	370	0.60 (0.08)	60.8 (4.46)
9	365	0.62 (0.14)	59.4 (2.76)
10	—	2.50 (0.34)	16.1 (0.32)

注：括号内数字为标准偏差。

2.1 垫板光泽度的影响

由表1可知，地板样品的粗糙度值，大体上均随样品制备所用垫板光泽度的降低而增大，垫板光泽度与木地板样品的光泽度显著相关（图3）。

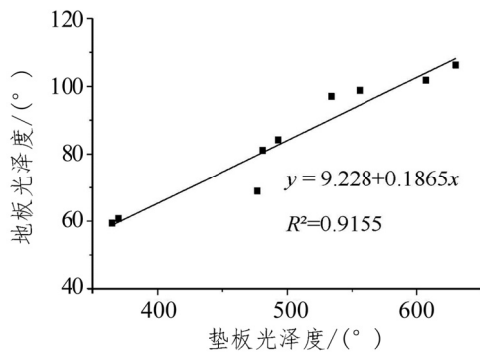


图3 垫板光泽度与高光强化木地板样品光泽度的关系

Fig.3 Relationship between caul plate gloss and laminated flooring samples gloss

2.2 高光地板表面形貌的影响

2.2.1 粗糙度

地板样品粗糙度与其光泽度的线性相关系数为-0.876，有较好的相关性，即随地板粗糙度降低，其光泽度逐渐升高。

粗糙度与光泽度为乘幂函数关系 $y = ax^b + c$ [5-6]，对高光地板粗糙度与其光泽度进行拟合（图4），得到方程 $y = 40.728x^{-0.911}$ ，确定系数 $R^2 = 0.945$ ，表明拟合效果较好。

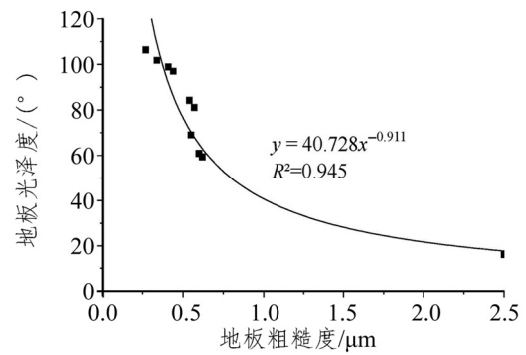


图4 高光强化木地板样品的粗糙度与其光泽度的关系

Fig.4 Relationship between roughness and glossiness of laminated flooring samples

2.2.2 3D-AFM 分析

3D-AFM 图像是分析物体微观结构的有效手段 [7]。选择1、4、7、10号4个粗糙度差异较明显的地板样品，其3D-AFM 图像如图5所示。

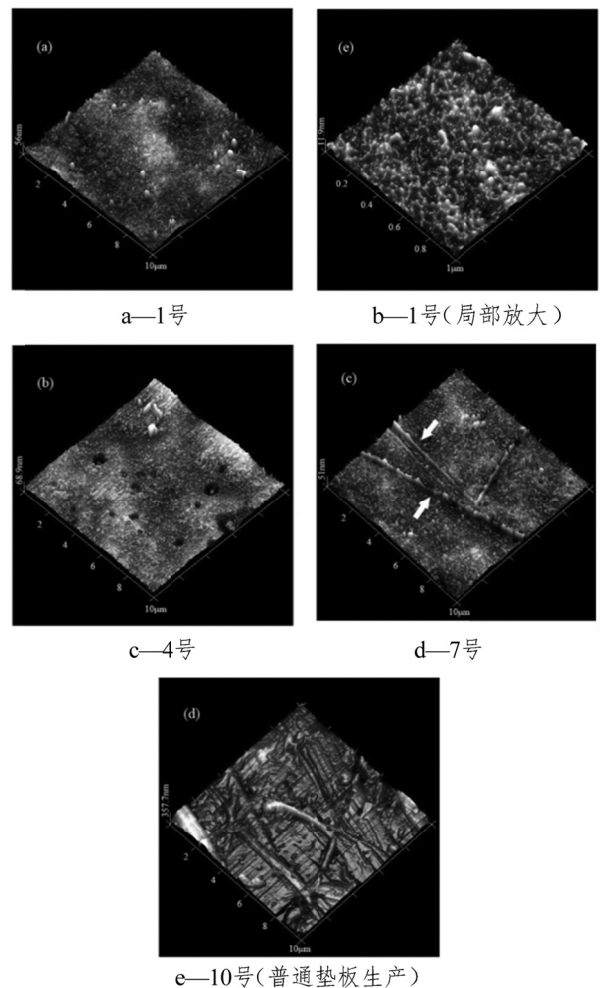


图5 高光强化木地板样品的3D-AFM图

Fig.5 3D-AFM images of high-gloss laminate flooring samples

图 5a 中 1 号样品, 表面形貌总体上较为平整, 随机分布有许多针状突起物, 突起高度约 38~64 nm, 宽度约 300~450 nm, 这主要是由耐磨纸表面中的三聚氰胺甲醛树脂固化形成^[8]。

图 5b 为局部放大, 可以看出, 1 号样品表面虽然在 1 μm×1 μm 的分辨率下显得凹凸不平, 但整体均匀致密, 突起高度小于 13 nm。这样均匀规整的表面结构有助于入射光线的镜面反射, 从而增加样品表面的光泽度。

图 5c 中 4 号样品同样具有较为平整的表面形貌与随机分布的针状突起物, 但与 1 号样品相比, 其大部分针状突起物更细更小; 其表面还可以观察到许多大小不一的凹陷。这是因为压贴过程中, 所用垫板的不平整度相对增加^[9], 使木地板样品表面的不平整度亦增加, 导致光泽度下降。

图 5d 中 7 号样品表面同样存在许多针状突起。并已形成明显的、规则的分布, 贯穿表面、排列成直线。这一现象也是因为使用的垫板表面光泽度降低和不平整程度增加所致。

此现象在 10 号样品 (图 5e) 的表面形貌中更为突出。10 号样品采用普通垫板压制, 因此其表面粗糙度远大于其他样品。

实际生产中, 一张垫板要经多次使用。随着压贴次数的累积, 其光泽度会快速下降, 导致产品表面质量随之下降。结合 3D-AFM 图像可以推断, 主要是耐磨纸中的 Al₂O₃ 对垫板的磨损, 导致木地板表面形成如图 5c、d 中纵横交错的突起。

光线照射在物体表面会发生反射, 反射光线的方向由表面粗糙程度决定。光滑表面的反射光线方向一致, 可形成镜面反射, 则光泽度高。而表面粗糙度增大, 反射光线逐渐被分散成不同方向的漫反射, 形成的镜面反射减少, 漫反射增加, 光泽度随之降低。根据瑞利准则, 当物体表面的粗糙高度满足式 (1) 时, 可近似为光滑表面^[10-11]。

$$h < \frac{\lambda}{8\cos i} \quad (1)$$

式中: λ—可见光, 波长范围 0.38~0.78 μm; i—入射角, 60°。

由式 (1) 可知, 当样品表面的粗糙高度 $h < 0.2 \mu\text{m}$ 时, 为光滑表面。由图 5 的分析可知, 1、4、7

号样品表面的突起高度均 $< 0.2 \mu\text{m}$, 故可近似认为 1、4、7 号样品表面为光滑表面。

3 结论

1) 高光强化木地板的光泽度与其表面粗糙度之间存在显著相关性, 随着木地板表面粗糙度降低, 其光泽度逐渐提高。

2) 垫板的表面质量对高光强化木地板表面的光泽度有显著影响。在生产中要严格选用符合质量要求的垫板, 并及时监控垫板的质量变化; 要保证生产环境清洁无尘, 以减少垫板的划伤。

3) 高光强化木地板生产时, 可依据垫板光泽度与木地板光泽度间的对应关系, 及产品的目标光泽度, 合理选用垫板。也可将木地板产品按光泽度指标要求分段, 即使垫板光泽度下降, 依然能用于光泽度要求不高的木地板生产。

参考文献:

- [1] Yu G, Jiang C Z, Xiang Z H. Study on Antibacterial and Mildew-proof Laminated Wood Floor[C]. European Laminates Conference. Vienna, 2002.
- [2] 中国林产工业协会地板专业委员会. 2015 年我国地板行业销量情况[J]. 中国人造板, 2016, 23 (3): 39.
- [3] 张建强. 一种高亮复合地板的生产工艺: 中国, CN101775888B[P]. 2010-07-14.
- [4] Wendt G, Faul F, Ekroll V, et al. Disparity, motion, and color information improve gloss constancy performance[J]. Journal of Vision, 2010, 10(9): 7-7.
- [5] Görgülü K, Ceylanoglu A. Evaluation of continuous grinding tests on some marble and limestone units with silicon carbide and diamond type abrasives[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2008, 204(1): 264-268.
- [6] Yavuz H, Ozkahraman T, Demirdag S. Polishing experiments on surface quality of building stone tiles[J]. Construction and Building Materials, 2011, 25(4): 1707-1711.
- [7] 高洁, 王戈, 程海涛, 等. 纳米碳酸钙原位改性竹纤维表面性能的研究[J]. 北京林业大学学报, 2013, 35 (2): 108-111.
- [8] 陆绍荣. 环氧树脂/二氧化硅-二氧化钛纳米杂化材料的制备及其性能研究[D]. 湘潭: 湘潭大学, 2005.
- [9] 张波, 朱益盈, 吴军, 等. SUS304 不锈钢表面光泽度的影响因素分析及控制[J]. 宝钢技术, 2014 (3): 69-73.
- [10] Yonehara M, Matsui T, Kihara K, et al. Experimental relationships between surface roughness, glossiness and color of chromatic colored metals[J]. Materials Transactions, 2004, 45(4): 1027-1032.
- [11] Yonehara M, Matsui T, Kihara K, et al. Evaluation method of surface texture by surface roughness based on geometrical product specifications (GPS)[J]. Materials Transactions, 2004, 45(4): 1019-1026.

(责任编辑 劳万里、向琴)