

进口桃花心木和辐射松木材漆膜性能评价

柴媛¹, 王慧翀³, 梁善庆^{1,2}, 傅峰¹

(1. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 南京林业大学林业资源高效加工利用协同创新中心, 江苏南京 210037;

3. 北京林业大学工学院, 北京 100083)

摘要: 采用丙烯酸水性清漆和聚氨酯溶剂型清漆, 分别对进口桃花心木和辐射松木材进行涂饰, 测量涂饰前后漆膜色度学变化, 并评价漆膜性能。结果表明: 两种木材经清漆涂饰后, 色饱和度和总体色差均不同程度增加, 光泽度值均增大, 其中聚氨酯漆涂饰后的总体色差值略大、光泽度更高; 两个树种木材表面漆膜性能达到国标 GB/T 4893 的一级或二级要求。聚氨酯漆涂饰漆膜的硬度更大, 丙烯酸漆涂饰漆膜的附着力更强。

关键词: 进口材; 清漆; 涂饰; 漆膜性能; 色差; 光泽度

中图分类号: S781.71; S792.33; S781.6 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2019) 04-0050-04

Evaluating Film Performance of Water-based Acrylic and Solvent-borne Polyurethane Lacquers on Imported Mahogany and Radiate Pine Wood

CHAI Yuan¹, WANG Hui-chong³, LIANG Shan-qing^{1,2}, FU Feng¹

(1. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China;

2. Co-Innovation Center of Efficient Processing and Utilization of Forest Resources, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, Jiangsu, China;

3. The School of Technology of Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: water-based acrylic and solvent-borne polyurethane lacquers were used to paint imported wood of *Swietenia macrophylla* and *Pinus radiata*, respectively. Chromaticity of the wood samples was measured before and after painting in order to evaluate painting film performance.

The results showed that color saturation, overall color difference and glossiness value were increased after painting, while overall color difference with polyurethane lacquers was greater than that with acrylic waterborne lacquers. The painting film performance could reach either the first or the second grade according to Chinese National Standard GB/T4893. The film of solvent-borne polyurethane lacquers showed superior strength in hardness, while film of the water-borne acrylic lacquers had excellent adhesion performance.

Key words: imported wood; lacquer; painting; film performance; color difference; gloss

进口桃花心木和辐射松木材因纹理细致、花纹清

晰, 被广泛用于制作高档家具。但是这两种进口材也有缺陷, 如桃花心木边材容易受虫蚀^[1]; 辐射松木材防潮防腐性能不佳, 表面易发生霉变, 在加工过程中易产生斑痕, 影响单板的美观性与使用寿命。

木材涂饰是保护木材的有效措施, 可以防止空气、阳光和蛀虫对木材的侵害, 提高木材抵抗外界

收稿日期: 2018-11-12; 修改日期: 2019-01-23

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金重点项目“桃花心木和辐射松木材性质与加工技术研究”(CAFYBB2017 ZC003)。

作者简介: 柴媛(1990—), 女, 博士研究生。Email: cybei123@163.com。

责任作者: 梁善庆, 男, 副研究员。Email: liangsq@caf.ac.cn。

的侵蚀能力,最大限度保持木材的天然纹理。因此,对两种进口材进行涂饰性能研究具有现实意义。

为实现透明涂饰的效果,笔者选择两种常用木器清漆——丙烯酸水性清漆和聚氨酯溶剂型清漆,用漆膜性能来评价涂饰效果。漆膜性能可通过测量漆膜的颜色、光泽度以及表面性质来评价^[2-9]。因此,笔者参照 GB/T 4893《家具表面漆膜理化性能试验》系列标准,进行漆膜性能测试,并对涂饰前后漆膜色度学参数进行了测评,以探究合适的涂饰工艺,为桃花心木和辐射松制品涂饰技术应用提供参考。

1 材料和方法

1.1 试验材料

1) 印度尼西亚桃花心木(*Swietenia macrophylla*),购自江苏省张家港某公司,气干密度平均值为 0.56 g/cm^3 ,气干含水率为 12.6%;新西兰辐射松(*Pinus radiata*),购自山东某企业,气干密度平均值为 0.48 g/cm^3 ,气干含水率为 11.0%。两种树种气干后锯解为 $1000 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 的试材,每个树种试件数量为 30。

2) 丙烯酸水性清漆(丙烯酸树脂,乳液,颜填料,助剂);聚氨酯溶剂型清漆(双组分 PU 清漆,主要成膜物质为聚氨酯树脂)。两者均外购。

1.2 主要仪器设备

砂光机、耐磨仪、划痕仪、色彩色差计、三角度光泽度计。

1.3 工艺流程

根据前期研究,采用“三底三面”的涂饰工艺,流程为:

板材锯裁→刨光→砂光 3 次(粒度 $150^\#$)→辊涂底漆+自然干燥 24 h,共 3 次→喷涂面漆+自然干燥 24 h,共 3 次→漆膜性能测试。

通过涂饰前后的质量称量,清漆涂布量为 350 g/m^2 。

1.4 漆膜性能测试

1) 涂饰效果 测试明度指数(L^*)、红绿轴色品指数(a^*),黄蓝轴色品指数(b^*),色饱和度(C^*_{ab}),并计算

色调差(Δh_{ab})和总体色差(ΔE^*_{ab})。取 15 块试件,每个试件 8 个测点,每涂饰一次测量一次,取平均值。

2) 漆膜光泽度 依据 GB/T 4893.6-2013《家具表面漆膜理化性能试验 第 6 部分光泽测定法》,检测平行纹理的光泽度。光学条件为 60° 镜面反射。取 15 块试件,每个试件 8 个测点,每涂饰一次测量一次,取平均值。

3) 漆膜性能 依据 GB/T 4893《家具表面理化性能测定法》系列标准,测量表面漆膜耐冷液、耐湿液、耐干热、附着力、耐冷热温差、耐磨性。

表面漆膜耐冷液测试,选择质量分数 5% 的氯化钠水溶液,茶液(10 g 茶叶加入 1 L 沸水中),咖啡(40 g 速溶咖啡加入 1 L 沸水中),试验时间为 16 h。

漆膜硬度,按照 GB/T 6739-2006《色漆和清漆铅笔法测定漆膜硬度》测试。

2 结果与分析

2.1 木材表面涂饰效果

桃花心木和辐射松木材的涂饰效果见图 1。两种清漆涂饰后,试材的颜色均比素材略深,且聚氨酯漆涂饰板材的颜色更深。桃花心木和辐射松试材经过两种清漆涂饰后的色度学参数变化,列于表 1。

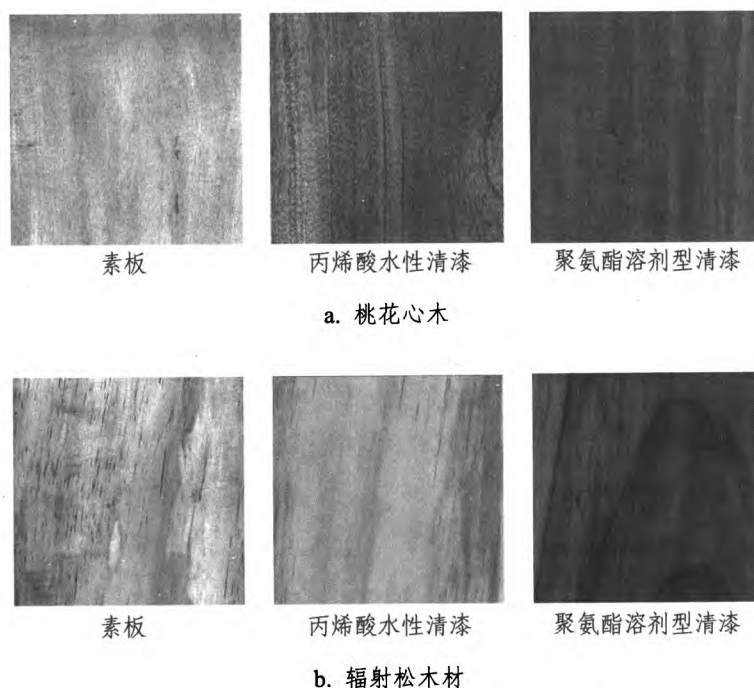


图 1 桃花心木和辐射松木材涂饰效果

Fig.1 Painting results of Mahogany and Radiate Pine wood samples

表1 两种清漆涂饰后桃花心木和辐射松木材表面色度学参数变化

Tab.1 Chromaticity parameters of wood painted with water-based acrylic and solvent-borne polyurethane lacquers

清漆种类	处理次数	桃花心木						辐射松木材					
		L^*	a^*	b^*	C^*_{ab}	Δh_{ab}	ΔE^*	L^*	a^*	b^*	C^*_{ab}	Δh_{ab}	ΔE^*
水性	0	59.02	10.63	26.72	32.13			78.50	1.05	21.87	19.84		
	底1	57.39	13.17	28.59	33.06	-2.17	3.55	76.49	2.18	28.13	28.49	-1.79	6.67
	底2	56.84	13.21	31.00	33.74	-0.5	5.45	75.92	2.32	28.57	29.13	-1.11	7.29
	底3	55.96	13.50	29.60	32.57	-1.45	5.09	75.54	2.43	29.39	29.51	-0.25	8.20
	面1	55.61	13.96	30.75	33.83	0.09	6.24	75.68	2.79	29.97	29.61	-0.54	8.75
	面2	54.38	13.47	29.50	32.47	-0.05	6.11	74.28	3.00	29.77	29.94	-0.43	9.17
	面3	54.05	13.52	30.42	33.35	0.49	6.84	73.04	3.12	29.42	30.12	-0.31	9.54
溶剂型	0	54.87	11.46	28.13	33.72			77.38	1.92	22.17	20.52		
	底1	51.20	15.24	34.25	37.71	-2.20	8.06	74.33	3.24	32.4	32.11	-4.31	10.76
	底2	50.28	15.43	35.26	38.54	-0.06	9.36	73.27	3.82	32.57	33.14	0.87	11.34
	底3	49.41	15.82	35.18	38.63	-0.59	9.93	73.20	3.83	32.61	33.17	-0.03	11.41
	面1	49.72	16.06	35.32	38.85	-0.28	9.97	71.57	3.98	32.50	32.78	-0.34	12.03
	面2	49.03	15.94	34.68	38.23	-0.15	9.85	71.26	4.01	32.46	32.75	-0.06	12.15
	面3	48.44	15.46	35.48	38.93	-0.15	10.55	71.11	3.90	32.77	33.04	0.24	12.47

注：0 为素板。

1) 两种清漆涂饰的桃花心木和辐射松木材, 明度 L^* 均有不同程度的下降, 且在第 1 道底漆涂饰后的明度下降最为明显, 明度差异随着涂饰次数的增加而逐渐缩小, 表明涂饰次数的增加有利于明度趋于稳定, 用溶剂型清漆涂饰后试样的明度值均低于丙烯酸水性清漆涂饰试样。

2) 红绿轴色品指数 a^* 、黄蓝轴色品指数 b^* : 变化规律与明度值 L^* 相似。

3) 色饱和度 C^*_{ab} , 除了桃花心丙烯酸水性清漆涂饰试样的变化较小, 其他试样均以第 1 道底漆涂饰后的 C^*_{ab} 增加较大, C^*_{ab} 随涂饰次数的变化规律与 L^* 、 a^* 等基本相同。

4) 色调差 Δh_{ab} 在涂饰底漆后明显降低, 涂饰面漆后变化不大。总体色差 ΔE^*_{ab} 呈增加趋势。两个树种试样的总体色差, 均以聚氨酯溶剂型清漆涂饰的试样大于丙烯酸漆涂饰试样, 表明溶剂型清漆涂饰对木材颜色的改变更大。

2.2 木材漆膜光泽度变化

两种木材经不同清漆涂饰后的漆膜光泽度测试结果, 见图 2。

由图 2 可知, 两种木材经涂饰处理后, 光泽度均增加, 且以 2 道底漆涂饰后的增幅最明显。

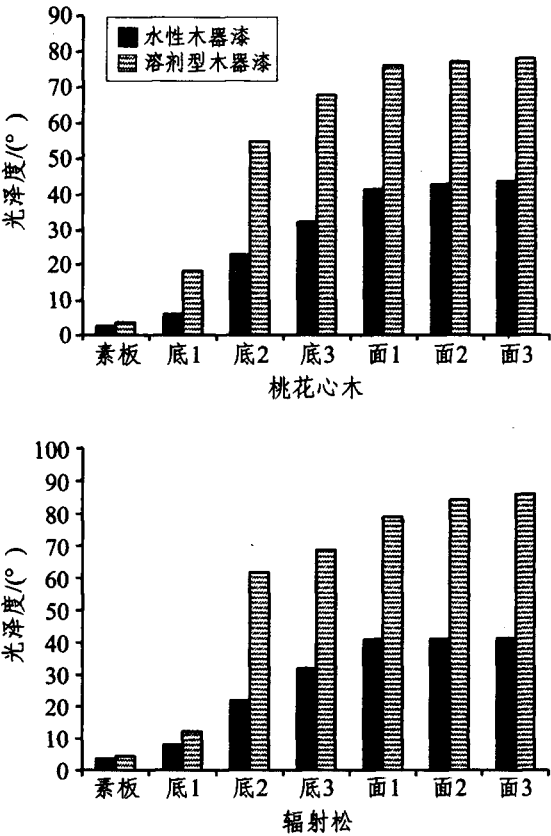


图2 水性清漆和溶剂型清漆漆膜光泽度变化
Fig.2 Film gloss change of water-based acrylic and solvent-borne polyurethane lacquers

同样经过3底3面的涂饰处理,桃花心木水性漆涂饰试样的光泽度值增加2.8倍,溶剂漆涂饰试样增加4.2倍,两者在第3道底漆处理后的光泽度差值最大,为 35.5° ;辐射松水性漆涂饰试样增加1.8倍,溶剂漆涂饰试样增加2倍,两者也在第三道面漆涂饰后的差距最大,为 44.7° 。

总体上,聚氨酯溶剂型清漆涂饰木材的光泽度高于丙烯酸水性清漆涂饰试材。

2.3 表面漆膜性能评价

表2列出桃花心木和辐射松表面漆膜性能评价结果,两种试材各项测试结果一致。

表2 桃花心木和辐射松木材表面漆膜性能评价

Tab.2 Evaluation of paint film performance of Mahogany and Radiate Pine wood samples

项目	水性清漆	溶剂型清漆
耐冷液	1级,无可视变化	
耐湿热	1级,无可视变化	
耐干热	1级,无可视变化	
耐磨性	1级,漆膜未露白	
耐冷热温差	无裂纹、鼓泡及明显失光和变色	
附着力	0级,光滑无脱落	2级交叉处有脱落
硬度	2B	HB

1) 表面漆膜耐冷热液、耐湿热、耐干热:分5个等级,1级最好,5级最差。由表2结果可知,桃花心木和辐射松木材经两种清漆涂饰后,其表面漆膜的耐冷热液、耐湿热、耐干热均达到1级,无损坏情况。

2) 表面漆膜耐磨性:分4个等级,1级最好,4级最差。两种清漆涂饰后,两种试材的表面漆膜耐磨性均达到1级,漆膜未露白。

3) 表面漆膜耐冷热温差:均是无裂纹、鼓泡及明显失光和变色,达到合格标准。

4) 表面漆膜附着力:分5个等级,0级最好,5级最差。水性清漆涂饰后,两种试材的表面漆膜附着力均达到0级,光滑无脱落;而溶剂型清漆涂饰材均为2级,交叉处有漆膜脱落。说明水性清漆的漆膜附着力高于溶剂型清漆。

5) 漆膜硬度:B系列值越大,表明漆膜越软;H系列值越大,表明漆膜越硬。溶剂型清漆涂饰后的硬度均高于水性清漆。

3 结论

1) 桃花心木和辐射松试样经丙烯酸水性清漆和聚氨酯溶剂型清漆涂饰后,表面明度均有不同程度的下降,色饱和度和总体色差增加,光泽度增大。聚氨酯溶剂型漆涂饰试样的总体色差和光泽度,均高于丙烯酸水性漆涂饰试样。

2) 表面漆膜耐冷热液、耐湿热、耐干热、附着力及耐磨性达到GB/T 4893的一级或二级,表面耐冷热温差和硬度均达到标准要求。对木制品表面漆膜硬度要求高时,建议选用聚氨酯溶剂型清漆;对漆膜附着力要求高时,可考虑选用丙烯酸水性清漆。

参考文献:

[1] 赵广杰,佟永萍,吕宁,等.进口材特征与用途(二)[J].林产工业,2003,30(3):57-58.
ZHAO G J, TONG Y P, LU N, et al. Characters and uses of imported wood (II)[J]. China Forest Products Industry, 2003, 30(3): 57-58.
[2] Vlad C M, Riedla B, Jimenez P E. Nanocharacterization techniques for investigating the durability of wood coatings[J]. European Polymer Journal, 2012, 48(3): 441-453.
[3] Scrinzi E, Rossi S, Deflorian F, et al. Evaluation of aesthetic durability of waterborne polyurethane coatings applied on wood for interior applications[J]. Progress in Organic Coatings, 2011, 72(1): 81-87.
[4] Meijer M D. Review on the durability of exterior wood coatings with reduced VOC-content[J]. Progress in Organic Coatings, 2001, 43(4): 217-225.
[5] 侯新毅,姜笑梅,殷亚方.从色度学参数研究3种桉树木材的透明涂饰性能[J].林业科学,2006,42(8):57-62.
HOU X Y, JIANG X M, YIN Y F. Study on clear painting properties for three Eucalyptus plantation woods from the chromatic parameters[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2006, 42(8): 57-62.
[6] 于海鹏,刘一星,罗光华.聚氨酯透明涂饰木材的视觉物理量变化规律[J].建筑材料学报,2007,10(4):463-468.
YU H P, LIU Y X, LUO G H. Changing rules of visual physical parameters of wood coated by clear polyurethane lacquer[J]. Journal of Building Materials, 2007, 10(4): 463-468.
[7] 郭洪武,王金林,李春生,等.木材用透明涂料耐光性能的研究[J].木材工业,2008,22(3):26-28.
GUO H W, WANG J L, LI C S, et al. Lightfastness of two transparent coatings for wood[J]. China Wood Industry, 2008, 22(3): 26-28.
[8] 梁善庆,彭立民,傅峰.五种珍贵木材涂饰色度学变化及性能评价[J].木材加工机械,2014,25(3):16-21.
LIANG S Q, PENG L M, FU F. Painting chromaticity change and property assessment for five precious woods[J]. Wood Processing Machinery, 2014, 25(3): 16-21.
[9] 梁善庆,彭立民,傅峰.透明涂饰刺槐木材的色度学参数及其漆膜性能[J].木材工业,2016,30(1):10-13.
LIANG S Q, PENG L M, FU F. Chromatic parameters and film performance of Robinia pseudoacacia wood coated with clear paint [J]. China Wood Industry, 2016, 30(1): 10-13.

(责任编辑 向琴)