

表面粗糙度对光皮桦涂饰性能的影响

胡吉萍^{1,2}, 林金国^{1*}, 林玉明³, 刘顺治¹

(1. 福建农林大学 材料工程学院, 福建 福州 350002; 2. 福建省大田林业局, 福建 三明 366100;
3. 福建省华名华家居实业有限公司, 福建 莆田 351100)

摘要:通过对不同表面粗糙度光皮桦涂饰性能的比较分析,结果表明,光皮桦的表面粗糙度值随着砂纸粒度的减小而减小。不同表面粗糙度的光皮桦经醇酸清漆涂饰后其各颜色参数表现为:明度均有不同程度的降低,红绿轴色品指数和黄蓝轴色品指数表现为增大。涂饰后光皮桦的表面光泽度均有大幅度的提高;其表面漆膜失重量随着表面粗糙度的增大呈先减小后增大的趋势,表面漆膜附着力均为一级。SEM观察表明,适宜的表面粗糙度才有利于漆膜与光皮桦木材的结合。

关键词:光皮桦;表面粗糙度;涂饰性能

中图分类号:S781.61 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-7461(2014)-02-0213-04

Effects of Different Surface Roughness on Painting Properties of *Betula luminiifera* Wood

HU Ji-ping^{1,2}, LIN Jin-guo^{1*}, LIN Yu-ming³, LIU Shun-zhi¹

(1. College of Material Engineering, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou, Fujian 350002, China;
2. Datian Forestry Bureau of Fujian Province, Sanming, Fujian 366100, China;
3. Huaming Huaju Furniture Corporation of Fujian Province, Putian, Fujian 351100, China)

Abstract: Painting properties of *Betula luminiifera* timber with different surface roughness was analyzed comparatively. The results showed that surface roughness value of the timber decreased with the decrease of the granularity of the sandpaper. The variations of color parameters of the timber with different surface roughness after being painted with alkyd resin varnish were as follows: the lightness vale (L^*) decreased in varying degrees, indices such as “ a^* ” and “ b^* ” increased, surface brightness increased magnificently, weight loss of the paint film decreased firstly and then increased with the increase of the surface roughness. Adhesion of paint film was in first-grade. Observation of SEM showed that the optimal surface roughness was favorable to the adhesion of the film to the timber.

Key words: *Betula Luminiifera* timber; surface roughness; painting property

光皮桦(*Betula luminiifera*)属于桦木科桦木属落叶乔木,是福建省重要的乡土树种和家具及室内装饰用材树种;木材结构较为均匀细致、纹理直、花纹美观、质坚硬、耐磨损、尺寸稳定性良好,广泛应用于家具、木地板、胶合板、纺织器材、文具和细木工用材等方面。正由于其优异的木材性能,光皮桦遭到了掠夺性的砍伐,目前,我国光皮桦天然林资源已濒临枯竭。因此,一方面必须大力开展光皮桦人工林培育,另一方面必须想方设法延长其使用年限。

涂饰作为延长木材使用寿命的方法之一,研究光皮桦涂饰性能的影响因子对改善其涂饰性能尤为重要。在生产实际中,对木材表面进行涂饰易产生各种质量缺陷,如失光、开裂、脱落等,除了与涂料有关外,也与木材表面特性密切相关^[1],表面粗糙度与表面润湿性有关^[2-3],从而对涂饰性能产生一定的影响^[4-6]。国内外一些学者围绕木材表面粗糙度和木材涂饰问题开展了一些相关研究^[7-14]。迄今为止,表面粗糙度对光皮桦涂饰性能的影响规律及选择适

收稿日期:2013-07-13 修回日期:2013-10-30
基金项目:国家林业局林业公益性行业科研专项经费资助项目(200704010)。
作者简介:胡吉萍,女,硕士研究生,研究方向:木材科学。E-mail: 854060371@qq.com
* 通信作者:林金国,男,教授,研究方向:木材科学。E-mail: fjlinjg@126.com

宜的表面粗糙度使其达到较为理想的涂饰质量方面的研究尚未见报道。随着人们对装饰木材产品质量要求的不断提高,研究光皮桦涂饰性能这一重要木材材性指标,对于进一步改善光皮桦涂饰质量,满足人们对光皮桦的装饰要求具有重要的理论价值和实际意义。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试件为光皮桦弦切板,气干至福州地区平衡含水率,双面刨光,两端精截,锯成规格为 100 mm(长)×100 mm(宽)×10 mm(厚)的试件。

1.2 试验方法

1.2.1 光皮桦表面砂光处理及粗糙度的测定 将精刨后的试件依次进行编号,并按试验条件设置相应的组数,选用不同粒度的砂纸(120[#]、240[#]、320[#]、400[#]、500[#])沿木纹方向对试件进行均匀砂光处理,每个试件砂光处理 1 min;尔后采用 TR240 便携式表面粗糙度仪测量试件表面不同位置横纹方向的表面粗糙度值;以轮廓算术平均偏差(Ra)作为评定表面粗糙度的参数,每个试件测量 6 次,取样长度 2.5 mm,取平均值作为试件的测量值。

1.2.2 光皮桦表面的涂饰 以醇酸清漆对其表面进行涂饰,在涂饰前先将试件表面清理干净,后采用手工涂刷的方法对试件进行涂刷,每个试件清漆均匀涂刷 3 次,后一次涂刷待前一次涂刷的漆膜表干后再进行,每块试件涂布量约为 0.02 g/cm²。

1.2.3 涂饰前后光皮桦表面颜色的测定 采用 CIE(1976) $L^* a^* b^*$ 均匀色度学空间表色系统,用 Color I 7 测色配色系统对试件的材色进行测量。

1.2.4 涂饰前后光皮桦表面光泽度的测定 采用微机光泽度仪对试件进行光源入射方向平行于木材纹理所测得的光泽度(GZL ,%)与光源入射方向垂直于木材纹理所测得的光泽度(GZT ,%)的 6 个点,每个点测 2 次,取平均值作为测定值。

1.2.5 光皮桦表面漆膜耐磨性和附着力的测定 分别按照国家标准 GB/ T4893. 8-1985 和 GB/ T4893. 4-1985 进行测定,试验仪器采用 XF394-H600 漆膜划格仪和 JM-1 型漆膜磨耗仪。

1.2.6 光皮桦涂饰后结合断面的 SEM 观察 在涂饰后试件中选取涂饰性能差别较大的试件,采用 XL-30ESEM 观察断面形貌并拍照记录,放大倍率为 500~5 000 倍^[15]。

2 结果与分析

2.1 不同粒度砂纸砂光处理后光皮桦的表面粗糙度

尽管木材经过刨切或磨砂,但其表面并非完全光滑。由于木材的组织细胞暴露在切面上,其排列因木材构造的不同而不同,以此赋予木材表面一定的粗糙度。120、240、320、400 和 500 5 种不同粒度砂纸砂光处理后光皮桦的 Ra 分别为 7.16、6.09、6.05、5.94 μm 和 5.41 μm ;表面粗糙度值随着砂纸粒度的减小而减小。光皮桦属于阔叶树材散孔材,在一个生长轮内早晚材管孔直径大小区别不明显,分布均匀,因而不同砂纸粒度对其砂光处理后,其表面粗糙度值差异较小。

2.2 不同表面粗糙度的光皮桦涂饰前后表面颜色的变化

由表 1 可知,不同表面粗糙度的光皮桦经醇酸清漆涂饰后, L^* 均降低, ΔL^* 的绝对值变化在 5.43~6.38 之间;指数 a^* 均增大,说明涂饰后试材表面颜色较素材偏红, Δa^* 变化在 1.75~2.27 之间,指数 a^* 的变化率在 6.72%~7.78%之间;涂饰后指数 b^* 均增大,说明涂饰后光皮桦表面颜色较素材向偏蓝方向移动, Δb^* 变化在 13.71~16.24 之间,指数 b^* 变化率在 31.83%~59.62%之间;同一表面粗糙度下, Δa^* 明显小于 Δb^* ;不同表面粗糙度光皮桦经醇酸清漆涂饰后, ΔE^* 变化在 14.85~17.58 之间,变化差异较小,说明涂饰并未对不同表面粗糙度光皮桦的总体色差产生较大的影响。

表 1 不同表面粗糙度光皮桦木材涂饰前后表面颜色变化

Table 1 Changes of color for <i>B. luminiifera</i> wood with different surface roughness before and after painting with alkyd resin varnish											
$Ra/\mu\text{m}$	涂刷处理	L^*	a^*	b^*	$\alpha/\%$	$\beta/\%$	$\gamma/\%$	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
7.16	未涂刷	82.03	5.15	16.78							
	涂刷 3 次	75.65	7.29	33.02	-7.78	41.53	96.80	-6.38	2.14	16.24	17.58
6.09	未涂刷	80.81	5.70	17.44							
	涂刷 3 次	75.38	7.45	31.15	-6.72	30.69	78.59	-5.43	1.75	13.71	14.85
6.05	未涂刷	82.82	4.83	18.25							
	涂刷 3 次	76.60	6.93	33.70	-7.51	43.41	84.65	-6.22	2.10	15.45	16.79
5.94	未涂刷	82.60	4.84	18.05							
	涂刷 3 次	76.44	6.97	34.01	-7.45	43.94	88.42	-6.16	2.13	15.96	17.24
5.41	未涂刷	81.35	5.35	17.18							
	涂刷 3 次	75.05	7.62	32.63	-7.74	42.39	89.93	-6.30	2.27	15.45	16.84

注: L^* 表示为涂饰前后试件的明度; a^* 表示为涂饰前后试件的红绿轴色品指数; b^* 表示为涂饰前后试件的黄蓝轴色品指数; ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 分别表示为涂饰前后试件的明度、红绿轴色品指数、黄蓝轴色品指数差; α 、 β 、 γ 分别表示为涂饰前后试件明度、红绿轴色品指数、黄蓝轴色品指数的变化率(%); ΔE^* 表示为涂饰前后试件的总体色差。表 2 同。

2.3 不同表面粗糙度的光皮桦涂饰前后表面光泽度变化

由表 2 可知,不同表面粗糙度的光皮桦经醇酸清漆涂饰后,GZL 和 GZT 较素材均有大幅度的提高。

表 2 不同表面粗糙度光皮桦木材涂饰前后表面光泽度变化

Table 2 Changes of glossness for *B. luminiifera* wood with different surface roughness before and after painting with alkyd resin varnish

<i>Ra</i> /μm	涂刷处理	GZL/%	GZT/%	ΔGZL/%	ΔGZT/%
7.16	未涂刷	5.24	4.19	80.38	63.71
	涂刷 3 次	85.62	67.90		
6.09	未涂刷	5.06	4.25	81.92	66.47
	涂刷 3 次	86.98	70.72		
6.05	未涂刷	7.01	5.23	77.87	66.54
	涂刷 3 次	84.88	71.77		
5.94	未涂刷	6.60	5.58	84.36	69.83
	涂刷 3 次	90.96	75.41		
5.41	未涂刷	5.06	4.26	82.27	67.02
	涂刷 3 次	87.33	71.28		

2.4 表面粗糙度对光皮桦表面漆膜耐磨性的影响

由图 1 可见,随着光皮桦表面粗糙度的增大,其漆膜失重量表现为先减小后增大的趋势。光皮桦表面 *Ra* 为 6.09 μm 时,漆膜失重量达到最小,为 0.098 2 g,表面 *Ra* 为 5.41 μm 时,漆膜失重量达到最大,为 0.117 5 g。由此可见,在一定的表面粗糙度范围内,并非表面粗糙度越小,漆膜失重量就越小;反之亦然。只有在较佳范围内,才能保证涂层与光皮桦有比较好的结合效果。

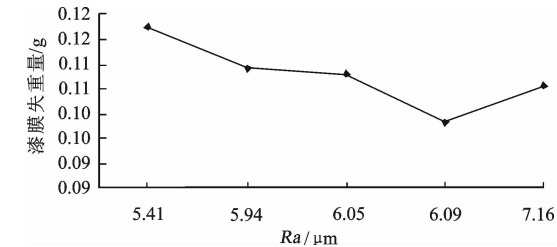


图 1 不同表面粗糙度的光皮桦涂饰后的表面漆膜失重量

Fig. 1 Weight loss of paint film for f *B. luminiifera* with different surface roughness after painting

2.5 表面粗糙度对光皮桦表面漆膜附着力的影响

经 120[#]、240[#]、320[#]、400[#]、500[#] 不同型号砂纸顺木纹方向均匀砂光处理后,不同表面粗糙度的光皮桦表面漆膜附着力均为一级,效果都很好。由图 2 可见,光皮桦的漆膜破碎率(漆膜破碎率指试验区域中漆膜被破坏所占的比例)随着表面粗糙度的增大呈现先减小后增大的趋势。光皮桦表面 *Ra* 为 6.05 μm 时,漆膜破碎率达到最小(1.67%)。这与漆膜失重量最小所要求的最佳粗糙度值不同,说明漆膜的耐磨性和附着力所要求的最佳粗糙度范围并不相同,由于影响二者的主要因素不同所致,附着力

相同表面粗糙度的光皮桦材涂饰后 ΔGZL 均 > ΔGZT。涂饰后光皮桦的光泽度在 67.90%~90.96% 之间,已经基本达到亮光的表面。无论是素材还是涂饰后试件,不同表面粗糙度光皮桦的 GZL 均 > GZT。

的好坏主要来自于涂层与木材表面形成的机械结合力和物理吸附,如形成的氢键和化学键;耐磨性是涂饰性能的综合反映。

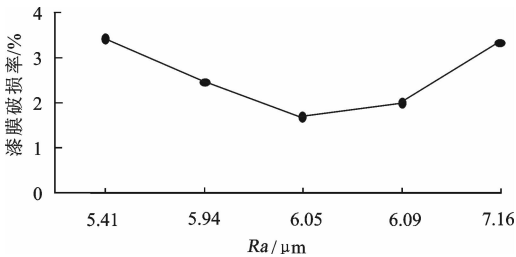


图 2 不同表面粗糙度的光皮桦的漆膜破碎率

Fig. 2 Breaking rates of paint film for *B. luminiifera* with different surface roughness after painting

2.6 不同表面粗糙度光皮桦漆膜与基材结合的 SEM 观察

木材在砂光过程中,因裸露出新的切面或空隙,使其形成凹凸或沟槽等,这些结构能在界面上形成许多胶钉,达到与涂层产生连接的作用。这种连接作用的好坏可以通过观察界面的结合状况进行判断。

由图 3 可见,表面粗糙度在一定程度上影响醇酸清漆与基材的结合状况。当光皮桦表面 *Ra* 为 5.41 μm 和 7.16 μm 时,与醇酸清漆的结合出现缝隙;当表面 *Ra* 为 6.05 μm 时,与醇酸清漆的结合比较紧密,这与其对应的附着力情况相一致。说明表面粗糙度并不是越大或越小越有利于结合,这可能是由于表面粗糙度较大的试件其表面形成的空隙较多,漆过多的渗透,使得试件表面达不到良好的润湿,导致表面涂层的塌陷,从而使涂层的总体附着力下降。当表面粗糙度较小时,磨削过程中产生的木屑可能填补了空隙,使沟槽、凹凸减少或变浅,反而影响了漆的渗透,降低了机械胶钉的结合力,进而影

响到木材的涂饰性能。适宜的表面粗糙度才有利于增大有效的附着面积,并在界面形成良好的润湿和

机械互锁,使互相作用的机率增高,从而对提高粘附强度有所贡献。

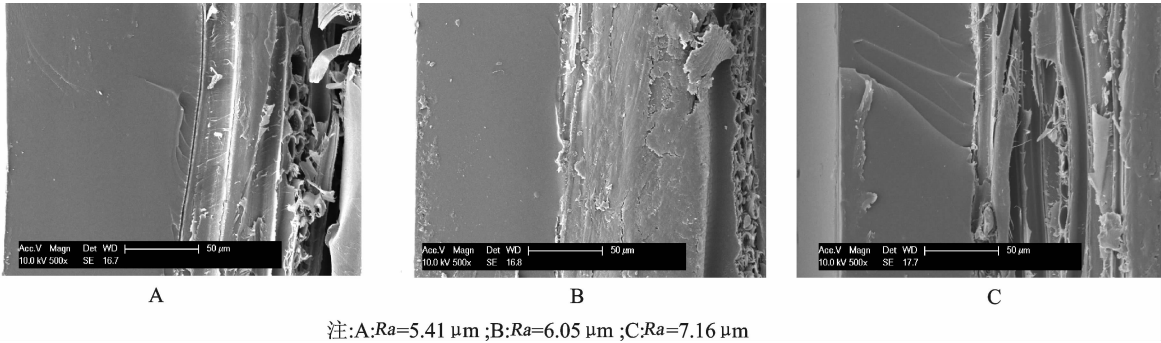


图 3 不同表面粗糙度的光皮桦经清漆涂饰后的断面

Fig. 3 Section of *B. luminiifera* with different surface roughness after painting

3 结论

光皮桦的表面粗糙度值随着砂纸粒度的减小而减小。

不同表面粗糙度的光皮桦经醇酸清漆涂饰后其各颜色参数表现为:亮度均有不同程度的降低,红绿轴色品指数和黄蓝轴色品指数表现为增大,且同一表面粗糙度下, Δa^* 明显 $<\Delta b^*$ 。不同表面粗糙度光皮桦经醇酸清漆涂饰后, ΔE^* 变化在14.85~17.58之间,变化差异较小;说明涂饰并未对不同表面粗糙度光皮桦的总体色差产生较大的影响。涂饰后光皮桦的表面光泽度在400目时变化最大,且涂饰后光皮桦的表面光泽度均有大幅度提高。

光皮桦的表面漆膜失重量随着表面粗糙度的增大呈先减小后增大的趋势。光皮桦表面 R_a 为6.09 μm 时,漆膜失重量达到最小,(0.0982g),表面 R_a 为5.41 μm 时,漆膜失重量达到最大,0.1175g。在一定的表面粗糙度范围内,并非表面粗糙度越小,漆膜失重量就越小,反之亦然。不同表面粗糙度的光皮桦表面漆膜附着力均为一级。经SEM观察表明,适宜的表面粗糙度才有利于漆膜与光皮桦木材的结合。

参考文献:

[1] 姚利宏,王喜明,费本华,等. 浅析粗糙度对竹木复合板胶合性能的影响[J]. 木材加工机械, 2010(4): 28-30.

[2] 张桂兰,李光荣. 樟子松单板表面润湿性研究[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(6): 166-169.

ZHANG G L, LI G R. The surface wettability of *Pinus sylvestris* var. *mongolica* venee[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(6): 166-169. (in Chinese)

[3] 贾翀,张洋. 稻草刨花板表面润湿性能的研究[J]. 西北林学院学报 2010, 25(5): 191-193.

JIA C, ZHANG Y. Surface wettability of rice straw particle board[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2010,

25(5): 191-193. (in Chinese)

[4] 朱毅,李雨红. 家具表面涂饰[M]. 哈尔滨:东北林业大学出版社: 2006.

[5] 王宏威. 家具表面涂饰及其对产品质量和环境的影响[J]. 林业科技情报, 2010(4): 100-102.

WANG H W. Effect of furniture surface finishing on production quality and environment[J]. Forestry Science and Technology Information, 2010(4): 100-102.

[6] 崔会旺,杜官本. MWP 处理对云南松木材表面润湿性的影响[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(4): 163-166.

CUI H W, DU G B. Influence of surface wettability on *Pinus yunnanensis* wood treated by microwave plasma[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(4): 163-166.

[7] 王雷. 彩涂板涂层附着力时效性研究[D]. 沈阳:沈阳理工大学, 2009:1-58.

[8] 陈秀兰,申利明,黄河良,等. 木家具基材表面粗糙度对水性封闭底漆膜附着力的影响[J]. 通用技术, 2006(3): 45-47.

[9] RICHTER K, FEIST W C, KNAEBE M T. The effect of surface roughness on the performance of finishes. (Part 1). — roughness characterization and stain performance [J]. Forest Products Journal, 1995, 45(7/8): 91-97.

[10] 杨晖,潘少明. 基材表面粗糙度对涂层结合强度的影响[J]. 热加工工艺, 2008, 37(15): 118-121.

[11] 孙媛,李黎. 木材磨削表面粗糙度对胶合强度的影响[J]. 木材加工机械, 2010, (3): 41-43.

[12] 于海鹏,刘一星,于晶,等. 透明涂饰对木材纹理等视觉特征的影响分析[J]. 林业科学, 2006, 42(12): 90-94.

YU H P, LIU Y X, YU J, et al. Effect of clear lacquer on textural vision of wood surface[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2006, 42(12): 90-94. (in Chinese)

[13] 沈德君,牛笑一. 漆膜厚度对家具表面漆膜理化性能的影响[J]. 吉林林学院学报, 2000, 16(2): 119-120.

[14] 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. (in Chinese)

[15] 郭素枝. 扫描电镜技术及其应用[M]. 厦门:厦门大学出版社, 2006.