

胶合板表面粉末涂料涂饰的研究

张文标, 门全胜, 李文珠, 卢利明

(浙江林学院工程学院, 浙江临安 311300)

摘要: 研究了在胶合板表面经粉末涂料喷涂后进行转移印花的新工艺。结果表明:①胶合板基板经腻子处理后再喷涂, 涂膜性能和转移印花效果好;②胶合板表面粉末涂料涂膜在干燥箱中 180℃ 温度下 20 min 后可完全固化, 涂膜的附着 力等级为 3 级, 耐磨性能等级为 1 级, 耐水性能较好;③涂膜在温度 160℃、时间 15 min 的条件下进行转移印花, 其表面 着色力好、图案清晰、转移率达到 70.5%。

关键词: 胶合板; 表面装饰; 粉末涂料; 转移印花

中图分类号: TS653.3, TS653.92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8654(2004)01-0032-04

Study on Plywood Surface Finishing with Powder Coating

ZHANG Wen-biao, MEN Quan-sheng, LI Wen-zhu, LU Li-ming

(Faculty of Engineering, Zhejiang Forestry College, Linan 311300, Zhejiang, China)

Abstract: This paper presented a new surface decorating method for plywood. The main procedures are: 1) applying a powder coating on a pre-treated plywood surface followed by; 2) a glue for transfer printing after the coating has solidified; 3) transferring a pattern to the plywood surface after the adhesive is cured. The effects of the following substrate pre-treatment procedures were investigated: sanding, spreading polyvinyl acetate or PF resin, filling with putty, the temperature and time of powder coating solidification, print transfer performance including appearance, adhesive force, and resistance to abrasion. The results show: 1) the plywood with powder coating applied to the putty filled surface (thickness less than 0.1 mm) shows better properties for the surface coating and for the effect of transfer printing. 2) Suitable coating solidification conditions are under 180℃ in the drying cabinet for 20 minutes. Under these conditions, the adhesive force grade reaches the 3rd level and both wear ability and resistance to water reaches the first level. 3) The optimum parameters for transfer printing are under 160℃ for 15 minutes and the dye shifting rate could reach 70.5%. By then, the plywood can be coated with a fine-pattern surface.

Key words: Plywood; Surface finishing; Powder coating; Transfer printing

人造板表面装饰技术有贴面、涂饰和机械加工 3 种方法^[1,2], 目前最常用的胶合板表面装饰方法是薄木贴面, 但薄木贴面需要消耗天然珍贵木材资源, 因而生产原料受到制约; 另外, 薄木贴面后都要进行涂饰处理, 使用的涂料为氨基醇酸树脂漆、硝基清漆、聚氨酯树脂漆和不饱和聚酯树脂漆等^[1], 含有甲苯、酮类等挥发性有机化合物(VOC), 污染环境。

粉末涂料主要是指由树脂、颜料和填料经特定工艺加工而成的一种精细粉末。粉末涂料在涂装过程中没有溶剂的挥发; 喷溢出的粉末可回收再利用; 涂装加工易实现自动化生产, 因而, 粉末涂饰符合“4E”原则, 即经济(Economic)、效果(Effect)、生态(Ecology)和能源(Energy), 倍受人们青睐。从 20 世纪 90 年代以来, 粉末涂料类型和种类也逐渐增多, 它与水性涂料、电泳涂料和反应型涂料将成为世界环保型工业涂料的四大支柱产品^[3~5]。目前, 粉末涂料主

要在金属表面上应用,在木质材料上的应用仅在中密度纤维板(MDF)表面装饰中有报道^[6]。为此,笔者进行了用粉末涂料在胶合板表面喷涂,然后转移印花等试验,旨在探索一种新型的胶合板装饰方法。

1 试验材料和仪器设备

1.1 材料

胶合板 浙江云峰绿色新材料股份有限公司生产,树种为奥克榄(*Aucoumea klaineana*),试样尺寸:125 mm×75 mm×3 mm,含水率 13.0%~15.0%;

聚乙酸乙烯乳液(PVAc) 浙江省临安市横塘助剂厂生产,固体含量 17.0%,粘度 6.0 Pa·s;

环氧-聚酯混合型粉末涂料 杭州中南化轻有限公司生产,固化温度约 180 ℃,固化时间 15~25 min;

其它材料 转移印花纸、120~140# 砂纸、聚酯腻子、转移胶 A。

1.2 设备和仪器

IRPrestige-21 傅里叶变换红外光谱仪;KYKY-1000 型扫描电子显微镜;101-1 型电热鼓风干燥箱;JM-1 漆膜磨耗仪;ST-85 数字式木材测湿仪;751-GW 分光光度计;喷枪等。

2 试验方法

2.1 试板制作工艺流程

普通胶合板→基板表面处理→基板预热→粉末涂料喷涂→涂膜固化→涂膜胶合板→涂转移胶→转移印花→饰面胶合板→性能测试

↑
印花纸

(1)基板表面处理 目的是为粉末涂膜提供一个光洁、具有活性、平整、含水率适宜的表面,以提高涂膜的附着力。处理方法包括砂光、表面修整、基板干燥等。

(2)基板预热 喷涂前进行预热,提高基板的表面温度,有利于粉末涂料的涂膜受热熔融流展均匀,减少胶合板基材的翘曲变形。

(3)粉末喷涂 根据工艺要求,按单位面积上的喷涂量进行喷涂。

(4)涂膜固化 将喷涂后的胶合板置于电热鼓风干燥箱中,使其在一定的温度和时间条件下固化。根据环氧-聚酯混合型粉末涂料的固化温度和固化时间及胶合板本身的特性,本试验选择固化

温度 160、170、180 ℃,固化时间 15、20、25 min。

(5)转移印花 在涂膜固化的胶合板上涂布一定浓度的转移胶 A,均匀覆上印花纸,然后放入干燥箱中,在温度 120、140、160 ℃和时间 10、15、20 min 的条件下固化转移,取出样品,脱去印花纸,再进行性能测试。

2.2 涂膜性能测试

(1)胶合板表面涂膜性能测试 涂膜附着力按 GB/T 4893.4-85 家具表面漆膜附着力交叉切割测定法测定。

(2)转移印花性能测试 着色程度、轮廓清晰度采用目测法。转移率的测定^[7]:用 2.5 mL、1 N 的 HCl 和 22.5 mL、1 N 的 N-二甲基甲酰胺萃取等面积未转移和转移的印花纸上的染料,用分光光度计在染料最大吸收波长下测定转移前后萃取液的光密度值 A,根据下式计算出转移率 T 值:

$$\text{转移率 } T/\% = \frac{A_{\text{前}} - A_{\text{后}}}{A_{\text{前}}} \times 100\%$$

3 试验结果与分析

3.1 处理方法对涂膜性能影响

胶合板基板表面采取不同处理方法时,对涂膜性能的影响见表 1,电子显微镜扫描图见图 1。

表 1 表面处理方法对涂膜性能与外观质量的影响

Tab. 1 Effect of pre-treatment methods on surface coating properties

处理方法	耐水性	耐磨性等级	附着力等级	涂膜外观质量
砂光	A	1	1	缩孔多,木纹明显
涂 PVAc	B	1	3	缩孔多,木纹明显
涂酚醛胶	B	1	3	缩孔多,木纹明显
刮腻子(0.2 mm)	C	1	5	无缩孔,涂膜有裂缝
刮腻子(<0.1 mm)	B	1	3	无明显缺陷

注:胶合板表面粉末涂料固化温度 180 ℃,固化时间 20 min;耐水性等级 A>B>C。

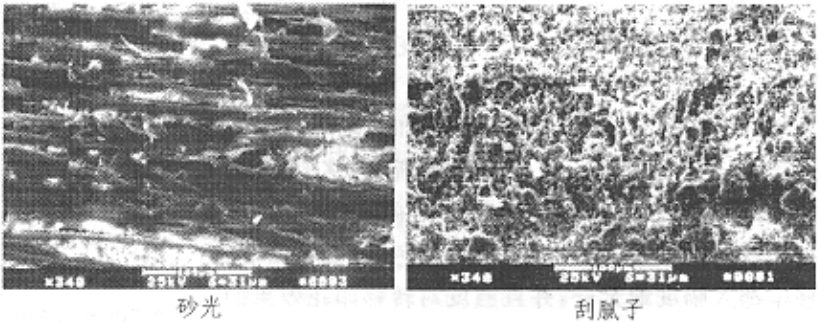


图 1 胶合板表面处理前后的扫描电子显微镜

Fig. 1 ESM of plywood surface after sanding and filling with putty

由表 1 可见,经表面处理后,胶合板基板的耐磨性均为 1 级;经砂光处理的基板的耐水性和附着力均佳;刮腻子厚度 $<0.1\text{mm}$ 时,涂膜无缩孔、气孔等缺陷,表面质量好。由图 1 可以看出,砂光处理的基材表面仍有较大的空隙,而采用刮腻子的方法填补了部分空隙,表面平整度明显得到改善。因此,本试验采用刮腻子($<0.1\text{mm}$)作为基材处理方法,以保证喷涂后涂膜具有良好的流平性,涂膜的耐水性、耐磨性和附着力等也满足要求。

3.2 涂膜固化工艺的确定

不同固化温度和时间对胶合板表面涂膜性能影响的试验结果见表 2。

表 2 涂膜固化温度和时间对涂膜性能的影响
Tab. 2 Effect of solidifying temperature and time on surface coating properties

固化温度 / $^{\circ}\text{C}$	固化时间 /min	固化程度	涂膜裂纹	耐水性	附着力等级
160	15	未完全	明显	C	5
	20	未完全	明显	C	5
	25	未完全	明显	C	5
170	15	未完全	明显	C	5
	20	未完全	明显	B	4
	25	未完全	明显	B	4
180	15	未完全	明显	B	5
	20	完全	无	A	3
	25	完全	无	A	3

注:涂膜固化程度依照 DIN 68861-1《耐化学品》方法测定。本试验以丙酮为试剂,如果涂膜能被擦拭掉则表示未完全固化,反之则固化完全。耐水性测试方法同上。

由表 2 可知:①在同样的涂膜固化时间条件下,随着固化温度升高,涂料熔融流平,涂膜固化完全,裂纹少、耐水性和附着力好;②在适宜涂膜固化的温度条件下,随涂膜固化时间的增长,涂膜固化充分,附着力好、不出现针孔和涂膜裂纹,耐水性好、强度和硬度好。因此,确定胶合板表面涂膜固化的最佳工艺是:固化温度 $180\text{ }^{\circ}\text{C}$,固化时间 20 min 。

3.3 转移印花工艺对印花效果的影响

不同转移温度和时间对转移印花的影响结果见表 3。

从表 3 可知:①在转移温度相同时,随着转移时间的增加,着色更容易,轮廓更趋清晰,转移率提高,转移效果逐渐得到改善;②在转移时间相同时,随着转移温度从 $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上升到 $160\text{ }^{\circ}\text{C}$,着色、轮廓清晰度、转移率都大幅度地上升,并且温度对转移印花效果的影响比时间更加明显;③温度过高会使板材背面出现炭化现象,同时也会对涂膜造成不利影响。因此,综合

表 3 转移印花的温度和时间对印花效果的影响
Tab. 3 Effects of temperature and time on dye shifting rate

转移温度/ $^{\circ}\text{C}$	转移时间/min	着色	轮廓清晰度	转移率/%
120	10	浅	不清晰	8.1
	15	较深	模糊	18.6
	20	中	较清晰	30.3
140	10	较深	模糊	23.5
	15	中	较清晰	31.2
	20	深	较清晰	61.5
160	10	深	较清晰	45.3
	15	深艳	清晰	70.5
	20	深艳	清晰	71.6

注:1.着色等级为:浅、较深、中、深、深艳;2.轮廓清晰度:不清晰、模糊、较清晰、清晰;3.转移率根据真丝绸转移印刷的转移率评价方法估测的[5]。

上述结果,确定适宜的转移温度为 $(160\pm 10)^{\circ}\text{C}$,转移时间 15 min 。

3.4 粉末涂料固化前后的红外光谱分析

粉末涂料固化前后的红外光谱见图 2 和图 3。

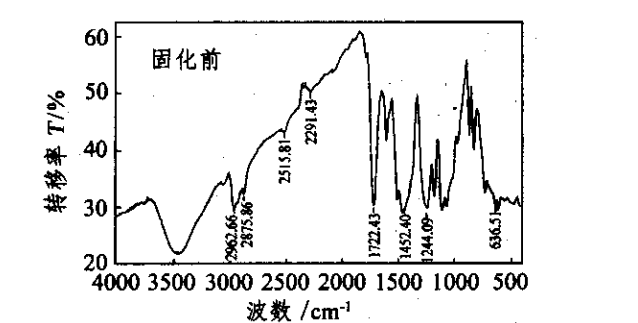


图 2 粉末涂料固化前的红外光谱图
Fig. 2 An infrared spectra photograph of powder coating before solidifying

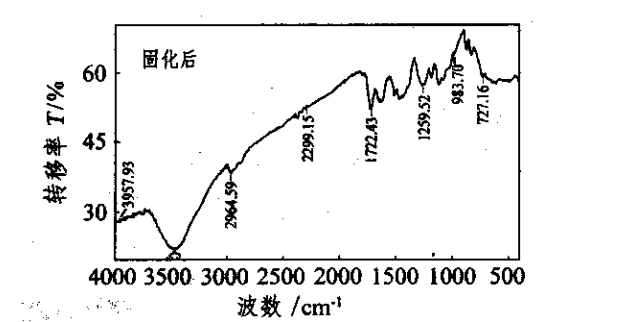


图 3 粉末涂料固化后的红外光谱图
Fig. 3 An infrared spectra photograph of powder coating after solidifying

由图 2 和图 3 可见,粉末涂料固化前,在 $3\ 650\sim 3\ 200\text{ cm}^{-1}$ 范围内有中等强度宽 $-\text{OH}$ 特征吸收峰; $1\ 722\text{ cm}^{-1}$ 处有羰基($\text{C}=\text{O}$)的强吸收峰存在,同时在 $2\ 500\sim 3\ 300\text{ cm}^{-1}$ 范围内有宽而散的吸收峰,说明粉末涂料有羧基($-\text{COOH}$);从 $1\ 650\sim 1\ 350\text{ cm}^{-1}$ 处的

吸收峰说明化合物中含有 CH_3- 、 CH_2- ； $1\,244\text{ cm}^{-1}$ 为 $\text{C}-\text{O}-\text{C}$ 的特征吸收峰，即为环氧树脂的主要基团吸收特征。固化后，在 $3\,650\sim 3\,200\text{ cm}^{-1}$ 范围内，中等强度宽 $-\text{OH}$ 特征吸收峰仍存在； $2\,500\sim 3\,300\text{ cm}^{-1}$ 范围内吸收峰明显减少，说明羧基参与反应； $1\,722\text{ cm}^{-1}$ 羰基 ($\text{C}=\text{O}$) 的吸收峰变小， $1\,650\sim 1\,350\text{ cm}^{-1}$ 处的吸收峰强度减弱，表明化合物发生了交联反应，基团发生了变化。

4 结论和建议

1) 胶合板基板经腻子处理后再喷涂能获得较好的涂膜性能和转移印花效果。

2) 胶合板表面粉末涂料涂膜放置在 $180\text{ }^\circ\text{C}$ 干燥箱中经过 20 min 后可完全固化，涂膜的附着力等级为 3 级，耐磨性能等级为 1 级，耐水性良好。

3) 涂膜胶合板在温度 $160\text{ }^\circ\text{C}$ 、时间 15 min 的条件下进行转移印花，转移印花后的胶合板表面着色力好、图案清晰，转移率达到 70.5% 。

4) 从粉末涂料的红外光谱可知，环氧-聚酯混合型粉末涂料在胶合板表面固化的过程为：树脂分子受热熔融，并在一定条件下发生聚合（交联），成为三维

网状体型结构高聚物，在胶合板表面形成涂膜。

5) 应开发低温、快速固化的新型粉末涂料，以减少胶合板加热而出现表面的炭化和翘曲变形。

6) 应进一步开展增强基材导电性的研究，可实现静电喷涂，有利于提高基材表面单位面积的上粉率和涂膜性能。

7) 粉末涂料饰面胶合板还有待于进行耐候性、耐光性等方面的检测。

参考文献：

- [1] 张勤丽. 人造板表面装饰[M]. 北京：中国林业出版社，1986，1-20.
- [2] 李庆章. 人造板表面装饰[M]. 哈尔滨：东北林业大学出版社，1987，1-15.
- [3] 曲颖. 国外热固性粉末涂料的现状和发展方向(1)[J]. 现代涂料与涂装，2001(4)：17-18.
- [4] 陈红. 粉末涂料发展展望 [J]. 涂料工业，2001(11)：5-9.
- [5] 孙先良. 新型粉末涂料发展的新趋势[J]. 现代涂料与涂装，2002(2)：12-16.
- [6] 赵瑛. 静电粉末喷涂工艺在中密度纤维板中的应用[J]. 现代涂料与涂装，2000(4)：25-26.
- [7] 陈俊，吴家萍，施亦东. 真丝绸热转移印花工艺的研究[J]. 四川丝绸，1995，65(4)：29-30.
- [8] 居滋善. 涂料工艺第四分册[M]. 北京：化学工业出版社，1994，1-30.

(上接第 26 页)

处理温度取高于基准温度 $3\sim 6\text{ }^\circ\text{C}$ 为宜，相对湿度应和木材当时含水率相平衡，保持时间取 $2\sim 2.5\text{ h/cm}$ (板厚)。

4) 由于 GRCT 组合干燥工艺过程中的中间处理不易实现，为了获得与被干木材含水率梯度方向相同的温度梯度，预热处理对 GRCT 组合干燥更为重要。根据多次试验结果来看，锯材预热升温阶段介质的相对湿度应不低于 95% ，以保证升温阶段木材水分不蒸发；温度保持时间以夏季 $1.5\sim 2\text{ h/cm}$ (板厚)、冬季 $2.2\sim 3\text{ h/cm}$ (板厚) 为宜。

新书介绍

《木材切削刀具刃磨技术》

该书是国内木材切削刀具刃磨技术和刃磨理论方面的首本专著，实用性强，特别解决了刨削锯不能锯切湿材的问题，提出了减少锯齿却不降低锯切表面质量的办法，指出了提高锯切表面质量的新途径和提高刨刀装刀精度的理论依据及其措施。是从事木材加工专业教学、工程技术人员以及刀具刃磨操作者的实用教材或参考书。

欲购此书请与本刊编辑部联系。

万方数据

5) GRCT 组合干燥系统的干燥工艺既不同于中温型除湿干燥，也不同于常规蒸汽干燥。目前已进行工艺试验的木材树种、木材规格及试验次数均比较有限，还有大量的工作有待于今后进一步进行。

参考文献：

- [1] 朱政贤. 木材干燥[M]. 北京：中国林业出版社，1992.
- [2] 黄月瑞. 木材干燥技术问答[M]. 北京：中国林业出版社，1985.
- [3] 徐新吾. 除湿干燥简介[J]. 木材应用技术通讯，1986(1)：32-34.
- [4] 北京木材厂. 木材干燥工艺规程[Z]. 北京：北京木材厂，1991.
- [5] GB 6491-86. 锯材干燥质量[S].

新技术推介

带锯锯刨合一锯材技术

由吉林北华大学交通建筑工程学院孟庆午教授主持开发的“带锯锯刨合一锯材技术”，不仅能使锯材表面达到机械刨加工的水平，而且锯路窄于现有同类带锯，节省木材。此外，该技术还具有锯切效率高、锯切功率低、锯齿数少以及锯齿寿命长等优点，投资小，见效快，收效大，尤其适合珍贵木材薄板的锯切加工。

联系电话：0432-4671884；13019252526

Email：qingwu_meng@hotmail.com