

研究与开发

家具用聚氨酯仿木材料中木粉的分散性研究

吴智慧, 商宝龙, 徐伟

(南京林业大学家具与工业设计学院; 江苏省家具装饰产品设计工程技术研究中心, 江苏南京 210037)

摘要: 研究聚氨酯仿木材料生产用填料——木粉的添加量与粒度分别对体系黏度和沉降行为的影响等。结果表明, 在 $m(\text{木粉}) : m(\text{主体聚醚}) = 7 : 100$ 左右, 木粉粒度 80~100 目时, 聚氨酯组合聚醚体系的黏度适中; 随着木粉添加量的增加, 或木粉粒度的变大, 即木粉尺寸变小, 木粉沉降速度下降。

关键词: 聚氨酯; 仿木; 木粉; 分散性; 沉降

中图分类号: TQ328.3; TS664.1

文献标识码: A

文章编号: 1001-8654(2011)03-0004-03

Dispersion of Wood Flour Filler in Polyurethane Imitation Wood in Furniture Making

WU Zhi-hui, SHANG Bao-long, XU Wei

(College of Furniture and Industrial Design, Nanjing Forestry University, Jiangsu Furniture and Furnishing Engineering Research Center, Nanjing 210037, Jiangsu, China)

Abstract: The authors studied the effects of the percentage and the size of wood flour on the viscosity and sedimentation of polyurethane wood filler used for furniture products. The results showed that: the viscosity of polyether composition increased when the $m(\text{wood flour}) : m(\text{polyether polyols})$ greater than $7 : 100$ or the wood flour size was less than 80 mesh. The wood flour sedimentation rate decreased when the wood flour percentage or mesh size increased.

Key words: polyurethane; imitation-wood; wood flour; dispersion; sedimentation

自 20 世纪 30 年代聚氨酯硬质泡沫塑料, 即聚氨酯仿木材料问世以来, 直到 60 年代早期, 才开始用于家具生产。近年来, 为了解决木材短缺问题, 聚氨酯硬质发泡仿木材料成为研究热点, 并在高档出口家具和室内装饰中迅速推广^[1-3]。

目前, 在我国家具生产中, 常用的是较高密度 ($0.3 \sim 0.7 \text{ g/cm}^3$) 的聚氨酯硬泡或增强硬泡仿木材料, 其手感、质地和外观均与天然木材非常接近, 并具有较高的刚性和机械强度, 可替代木材, 用于生产各类高档或加工难度高的家具, 如桌椅、床头、化妆台、柜架、沙发腿、镜框, 以及门、窗框等, 亦可用于非承重型装饰材料, 如仿木雕装饰条、装饰板、罗马柱、雕刻画、雕刻工艺品等。聚氨酯仿木家具相对于传统木质

家具, 价格较低, 因此, 受到欧美等发达国家和地区消费者的青睐。

聚氨酯仿木材料(也称 PU 仿木或合成木材)是由聚氨酯组合料经共混、搅拌、发泡、注模、熟化、脱模等工序制得。聚氨酯仿木材料一般是双组分原料体系^[3-6], 即组合聚醚组分(白料)和多异氰酸酯组分(黑料), 其中白料以聚醚多元醇为主, 并配有发泡剂、催化剂、稳定剂和阻燃剂等。

为了降低成本, 同时改善聚氨酯仿木制品的密度、硬度及阻燃、耐热等性能, 在生产中通常需加入玻璃纤维、碳酸钙、木粉等填料^[3-6], 但易导致料液黏度明显增大, 严重影响填料在原料中的分散、沉降和流动性, 以及原料混合的均匀性等发泡工艺。

由于木粉成本低且自身为木材色泽, 与其他填料相比, 更易于与聚氨酯组合料混合均匀。因此本研究以木粉为填料^[7], 探讨木粉添加量和木粉粒度, 对聚

收稿日期: 2010-08-20; 修改日期: 2011-04-06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30972308)。

作者简介: 吴智慧(1963—), 男, 南京林业大学教授, 博士生导师。

氨酯组合聚醚体系黏度的影响,以及木粉在体系中的沉降行为,以期为家具企业改进生产工艺提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 起始剂 选用蔗糖和二甘醇,目的是为了降低组合聚醚的黏度。

2) 主体聚醚 选择官能度为4、黏度较低的聚醚多元醇4110Ⅱ,市售。

3) 发泡剂 二氯一氟乙烷 HCFC-141b,常温下黏度最低(0.44 mPa·s),对聚醚体系有降黏作用,发泡剂和主体聚醚的质量比为7:50,市售。

4) 增强填料 将杨木(*Populus deltoides*)砂光木粉、锯末、刨花和木屑等粉碎后,95℃下烘至绝干,分别制成20、40、60、80、100、140、200目的木粉, m (木粉): m (主体聚醚)=(0~11):100。

1.2 试验设备

NDJ-1 旋转黏度计,90-2 型定时恒温搅拌器。

1.3 方法与检测

1) 将发泡剂加入聚醚多元醇4110Ⅱ中,高速搅拌1 min;

2) 分别加入不同量或者不同粒度的杨木木粉,高速搅拌1 min;

3) 在25℃恒温水浴锅中保持30 min;

4) 待气泡完全排出后,用玻璃棒搅匀,注意不要引入空气,立即测量黏度;

5) 在室温下静置,并每隔24 h用相机拍摄,记录木粉的沉降状态。

2 结果与分析

2.1 木粉添加量对体系黏度的影响

取80~100目木粉,按不同添加量加入体系。木粉添加量对体系黏度的影响见图1。

图1显示,当木粉与主体聚醚的质量比 $\leq 7:100$

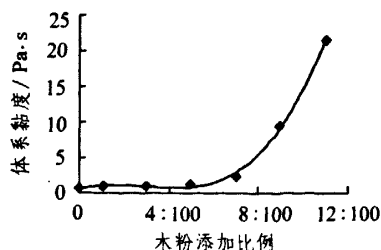


图1 木粉添加量对体系黏度的影响

Fig.1 Effect of wood flour content on the viscosity of polyurethane composition

时,组合聚醚体系黏度随木粉添加量增加而缓慢提高,由680 mPa·s增至2 350 mPa·s;当木粉和主体聚醚的质量比 $>7:100$ 时,体系的流动性变差,难以实现较好的混合分散。当木粉和主体聚醚的质量比增至11:100时,体系黏度高达21 500 mPa·s。

在木粉增强硬质聚氨酯泡沫中,木粉加入到聚醚多元醇后,其黏度对与异氰酸酯的混合影响显著,黏度相差愈大,愈难混合均匀,各组分的反应速度和程度不一致,使得泡沫材料的力学性能下降。

另一方面,体系黏度越大,木粉在组合聚醚体系中分散越困难。体系中集聚的木粉成为材料内部的薄弱点,当受外力作用时,极易产生裂纹并扩展,先发生破坏。

本试验范围内,木粉和主体聚醚的质量比为7:100左右较适宜。

2.2 木粉粒度对体系黏度的影响

木粉和主体聚醚的质量比=5:100时,所添加的木粉粒度对体系黏度的影响见图2。

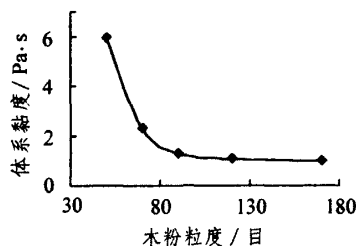


图2 木粉粒度对体系黏度的影响

Fig.2 Effect of wood flour mesh size on the viscosity of polyurethane composition

由图2可见,木粉粒度 <80 目时,体系黏度随木粉粒度变小而迅速增加,由1 300 mPa·s升至6 000 mPa·s;木粉粒度 >80 目时,体系黏度随粒度增加而略有减小,由1 300 mPa·s降至987.5 mPa·s。

木粉添加量相同时,粒度低的木粉尺寸大,体系黏度高。木粉质量相同,粒度较低的堆积体积大,在相同的质量下,40~60目木粉的自由堆积体积是140~200目木粉的2.2倍。体系黏度迅速增大,是由木粉自身的尺寸和堆积体积共同作用所致。因此,综合考虑木粉加工效率和体系黏度,木粉粒度控制以80~100目为宜,即颗粒尺寸为180~150 μm 。

2.3 木粉添加量对其在体系中沉降行为的影响

选择80~100目木粉,每隔24 h拍摄的木粉在组合聚醚中的沉降情况,如图3所示。从左到右木粉和主体聚醚的质量比依次为(0、1、3、5、7、9、11):100。

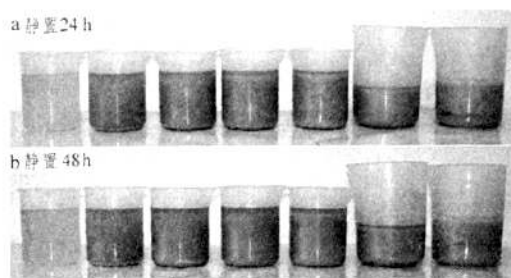


图3 木粉不同添加量对体系沉降行为的影响

Fig. 3 Effect of wood flour content on the polyurethane composition sedimentation

由图3可以看到,与空白试样对比,经24 h沉降后,随着木粉添加量的增加,木粉距离液面的尺寸变小;当添加量增至11:100时,静置48 h后,约有50%的木粉漂浮在液面上部。

原因是当木粉被充分浸润后,液体进入木材的微观孔隙。由于木材的实质密度($1.53 \sim 1.56 \text{ g/cm}^3$) > 聚醚原料体系的密度(约 1.2 g/cm^3)^[5],木粉开始发生沉降。当下沉到杯底部时,借助于液体的扩散力作用,木粉将以很大的空隙率搭积起来,即产生类似于半漂浮的状态,木粉的加量越多,这种效果越明显。当木粉添加到11:100时,在静置状态下,超过体系的承担能力,颗粒尺寸较大的木粉漂浮,颗粒较小的浸润沉降。

对比沉降图a和b发现,对各木粉添加量的试样而言,随着时间的推移,木粉会继续沉降,但由于密度差异不大,木粉的沉降速度很慢,而且借助于液体扩散力而产生的半漂浮状态并不稳定,仍在缓慢地继续沉降。

因此,从木粉加工和体系稳定性的角度出发,木粉的添加量宜控制在7:100左右。

2.4 木粉粒度对其在体系中沉降行为的影响

木粉和主体聚醚的质量比为5:100时,观察不同粒度的木粉在组合聚醚中的沉降情况,如图4所示。从左到右木粉粒度依次为40~60、60~80、80~100、100~140、140~200目。

由图4可看出,随着木粉粒度的增大,木粉离液面的距离逐渐减小;当木粉粒度在40~60目时,约有50%的木粉漂浮在液面上部。

这是因为当木粉浸润后开始下沉,在其他条件相同的前提下,当木粉半径增大时,沉降速度显著增加,粒子越小,沉降速度愈低。相同质量下,其自由堆积体积比随粒度增加而降低,粒度低的木粉的下降速度

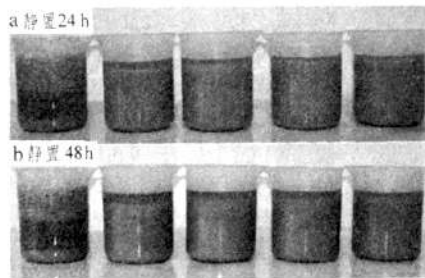


图4 不同木粉粒度对体系沉降行为的影响

Fig. 4 Effect of wood flour mesh size on the polyurethane composition sedimentation

明显高于高粒度木粉。添加40~60目木粉后,超出体系的容纳能力,颗粒尺寸较大的木粉漂浮,颗粒较小的浸润沉降。从木粉加工与减缓沉降两方面考虑,木粉的粒度控制在80~100目较合适。

3 结论

1) 木粉的添加量和粒度,均对木粉在组合聚醚原料中的分散性有显著影响。当木粉和主体聚醚的质量比>7:100时,或当木粉粒度在80目以下时,聚氨酯组合聚醚体系的黏度剧烈增长。

2) 随着木粉添加量的增加,或木粉粒度变大,木粉沉降速度下降。

3) 为了使木粉在组合聚醚原料中有良好的分散性,确保体系黏度达到生产要求和减缓木粉沉降,较优的木粉和主体聚醚的质量比为7:100左右,木粉粒度宜在80~100目。

参考文献:

- [1] Kurt C Frisch, James H Saunders. Plastic foams [M]. New York: Marcel Dekker, 1973.
- [2] Kenneth A Kovaly. Handbook of plastic furniture manufacturing [M]. Stamford CT: Technomic Publishing Co., 1970.
- [3] 朱吕民,刘益军. 聚氨酯泡沫塑料[M]. 北京:化学工业出版社, 2005.
- [4] 俞丽珍. 聚氨酯仿木料生产技术[J]. 化工新型材料, 2005, 33(9): 76-77.
- [5] Fabrice saint michel, Laurent chazeau, Jean yves cavaille, et al. Mechanical properties of high density polyurethane foams[J]. Composites Science and Technology, 2006, 66(15): 2700-2708.
- [6] 刘益军. 聚氨酯原料及助剂手册[M]. 北京:化学工业出版社, 2005.
- [7] 黄兆阁,刘莉,李荣勋,等. 木粉填充改性聚丙烯复合材料的研究[J]. 橡塑技术与装备, 2005, 31(7): 21-25.

(责任编辑 张一萍、姜征)