

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.10.013

# 热处理对 PVC 发泡复合地板加热尺寸变化率的影响<sup>\*</sup>

王洪艳<sup>1</sup>, 汤文进<sup>2</sup>, 徐瑞英<sup>1</sup>, 方庆华<sup>2</sup>, 鲍建华<sup>2</sup>, 袁少飞<sup>1</sup>, 李琴<sup>1</sup>, 杜官本<sup>3</sup>

(1. 浙江省林业科学研究院浙江省竹类研究重点实验室, 杭州 310023; 2. 浙江天振竹木开发有限公司, 浙江安吉 313300;

3. 西南林业大学, 昆明 650224)

**摘要:** 对热处理前后聚氯乙烯(PVC)发泡复合地板的加热尺寸变化率进行了研究, 并对处理前后 PVC 发泡复合地板基材(PVC 发泡材料)的表面形态及相关热性能进行了分析。结果表明, 热处理后 PVC 复合地板基材表面泡孔结构发生明显变化, 能降低复合地板的加热尺寸变化率; 热处理温度和时间是两个比较重要的因素, 温度较时间影响显著, 温度在 80℃ 以上对减小 PVC 发泡复合地板的加热尺寸变化率有明显的效果; 试验中采用 140℃ 处理 1 min 时, PVC 发泡复合地板的加热尺寸变化率均能达到 0.2% 左右(低于 GB/T 11982.1-2005 要求的 0.4%)。

**关键词:** 热处理; PVC 发泡复合地板; 加热尺寸变化率

**中图分类号:** TQ325.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)10-0055-04

## Effect of Thermo-treatment on Heating Dimensional Change Rate of Formed PVC Composite Wood Floor

Wang Hongyan<sup>1</sup>, Tang Wenjin<sup>2</sup>, Xu Ruiying<sup>1</sup>, Fang Qinghua<sup>2</sup>, Bao Jianhua<sup>2</sup>, Yuan Shaofei<sup>1</sup>, Li Qin<sup>1</sup>, Du Guanben<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Bamboo Research of Zhejiang, Zhejiang Forestry Academy, Hangzhou 310023, China;

2. Zhejiang Tianzhen Bamboo and Wood Development Co., Ltd., Anji 313300, China; 3. Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

**Abstract:** The formed PVC composite wood floor was treated by thermo-treatment, the heating dimensional change rate, surface morphology and thermal properties of formed PVC material treated / untreated were analyzed. The results show that the dimensional changes can be reduced evidently after the thermo-treatment because of the changes in the surface structure; the processing temperature and processing time are two important factors, the processing temperature is more significant than the processing time for the formed PVC composite wood floor. The dimensional changes of the formed PVC composite wood floor reduce evidently when the processing temperature is above 80℃. The rate of dimensional changes can be reduced to about 0.2% which is less than the government standard(GB/T 11982.1-2005) requirement 0.4%.

**Keywords:** thermo-treatment; formed PVC composite wood floor; heating dimensional change rate

聚氯乙烯(PVC)发泡复合地板主要是以 PVC 发泡材料为基材, 在上下表面复合如木皮、UV 漆、软木等其他材料制成的地板, PVC 发泡复合地板因其质量轻、强度高、防潮、防腐、防霉、脚感良好、价格便宜等优点受到广大消费者的青睐, 应用也越来越广泛<sup>[1-3]</sup>。PVC 发泡复合地板因基材是 PVC 发泡材料故仍呈现塑料的特性, 其中加热尺寸变化率就是一个困扰的问题。按照 GB/T 11982.1-2005 要求, 复合地板纵、横向加热尺寸变化率均应小于 0.4%, 而目前市面生产的 PVC 发泡复合地板横向加热尺寸变化率一般略高于 0.4%, 纵向加热尺寸变化率一般在 3%, 纵、横向加热尺寸变化率均不能达到国标要求。

热处理原本是机械制造中的重要工艺之一, 与其他加工工艺相比, 热处理一般不改变工件的形状

和整体的化学成分, 而是通过改变工件内部的显微组织, 或改变工件表面的化学成分, 赋予或改善工件的使用性能<sup>[4-5]</sup>。

笔者对 PVC 发泡复合地板采用低温热处理, 研究了热处理时间、温度等因素对 PVC 发泡复合地板加热尺寸变化率的影响, 确定了适合工业化热处理的最优工艺。

### 1 实验部分

#### 1.1 试验材料

PVC 发泡复合地板: 上表面为 UV 耐磨层、芯层为 PVC 发泡基材、底层为软木, 厚度约 7 mm, 浙

<sup>\*</sup> 浙江省林业科学研究院竹类研究创新团队建设项目 (2012F20024), 安吉县科技开发项目 (201304)

联系人: 李琴, 研究员, 主要从事木材加工研究

收稿日期: 2014-07-26

江天振竹木开发有限公司。

## 1.2 试验仪器

万能试验压机:BY30 型,苏州新协力集团有限公司;

电热恒温鼓风干燥箱:DHG-9030A 型,北京莱凯博仪器设备有限公司;

数显游标卡尺:量程 200 mm,深圳市诚信达精密有限公司;

扫描电子显微镜(SEM):S-3400 型,日本电子株式会社;

同步热分析仪:STA490PC 型,德国耐驰仪器制造有限公司。

## 1.3 试验方法

采用万能试验压机对 PVC 发泡复合地板进行热处理,热压单位压力 0.05 MPa,研究了不同热处理温度和时间对热处理效果的影响;为防止表面变形,热处理后的板材应立即进行冷压,冷压单位压力约 0.02 MPa,直至冷却至室温。

## 1.4 性能测试

### (1) 加热尺寸变化率。

按照 GB/T 11982.1-2005 分别对热处理前后板材的加热尺寸变化率进行检测。每种热处理工艺测试 3 个样品,取平均值。

### (2) SEM 分析。

用小刀对 PVC 发泡复合地板基材(即芯层 PVC 发泡材料)表面进行切片后取样,然后对样品进行喷金处理后放入样品室进行观测、拍照。

### (3) 差示扫描量热(DSC)分析。

用小刀对 PVC 发泡复合地板基材表面切片(约为 1 mm 厚),进行 DSC 测试。测试时采用 N<sub>2</sub> 作为保护气,升温速率为 10 °C/min,温度范围 20 ~ 240 °C。

## 2 结果与讨论

### 2.1 热处理温度对 PVC 发泡复合地板加热尺寸变化率的影响

表 1 是处理时间为 10 min,不同热处理温度下 PVC 发泡复合地板的横向和纵向加热尺寸变化率。由表 1 可以看到,未处理的 PVC 发泡复合地板的横向尺寸变化率为 0.44%,与国标要求的 0.4% 相差不多,而纵向尺寸变化率为 2.83%,远超过国标要求,因此本试验中 PVC 发泡复合地板主要是纵向加热尺寸变化率不达标,这是由于基材 PVC 发泡材料的纵向存在内应力所致。研究中所用 PVC 发泡材料

是通过双螺杆挤出机结皮发泡制成,PVC 发泡材料在整个成型过程中经历了以下过程:挤出机加热→机头模具挤出→冷却成型,在该过程中,PVC 分子形态也由无序变为有序,经拉伸、急速冷却定型<sup>[6-8]</sup>,因而主要在纵向产生内应力,导致纵向加热尺寸变化率较大。

表 1 不同温度热处理下 PVC 发泡复合地板的加热尺寸变化率

| 处理温度 / °C | 横向尺寸<br>变化率 / % | 纵向尺寸<br>变化率 / % | 处理前后地板<br>厚度变化 |
|-----------|-----------------|-----------------|----------------|
| 未处理       | 0.44            | 2.83            |                |
| 20        | 0.12            | 8.17            | 略微减小           |
| 40        | 0.20            | 5.63            | 略微减小           |
| 60        | 0.17            | 4.57            | 略微减小           |
| 80        | 0.25            | 2.85            | 略微减小           |
| 100       | 0.33            | 0.18            | 略微增大           |
| 120       | 0.24            | 0.16            | 略微增大           |
| 140       | 0.15            | 0.11            | 略微增大           |

对 PVC 发泡复合地板热处理主要是希望通过热处理消除 PVC 发泡复合地板的内应力,使得纵、横向加热尺寸变化率均能满足国标要求。从表 1 可以看到,对 PVC 发泡复合地板进行热处理时横向尺寸变化率减小,达到国标要求(小于 0.4%),但横向尺寸变化率并没有因处理温度的提高而成正比减小,这可能是由于 PVC 发泡材料原本的横向尺寸变化率就不是很大,横向内应力虽然存在但不明显,热处理后可能消除了部分存在的内应力,导致加热尺寸变化率减小。

同时从表 1 可以看到,热处理温度在 80 °C 以下时,与未处理的板材相比,PVC 发泡复合地板纵向尺寸变化率不但没有减小反而增加,而地板厚度有略微减小。这主要是低温时 PVC 发泡材料中“冷冻”的分子还仍处于“静止”状态,此时虽然压力只有 0.05 MPa,还不足以对板材产生很大的压缩比,但还是会导致地板厚度略微减小。复合地板厚度的减小,导致内部应力的继续增加,因而纵向尺寸变化率有所增加。但在温度超过 80 °C 后,温度已经达到 PVC 分子开始塑化的温度,PVC 发泡材料中“冷冻”的分子顿时变得极为活跃,开始剧烈“运动”起来,从而也导致地板厚度尺寸略微有所增加,内应力得到释放,纵向尺寸变化率迅速减小,远小于国标的要求。

从上述分析可看到,对 PVC 发泡复合地板热处理的有效温度应高于 80 °C,这可能是由于 PVC 分子起始塑化点温度高于 80 °C。热处理温度越高对减小 PVC 发泡复合地板的加热尺寸变化率(尤其

纵向)效果越好。

## 2.2 热处理时间对PVC发泡复合地板加热尺寸变化率的影响

采用较高温度对PVC发泡复合地板进行处理后,其加热尺寸变化率(纵向)明显减小,试验中采用120℃和140℃进行处理,研究了不同热处理时间对加热尺寸变化率的影响,其结果见表2和表3。

表2 在120℃处理不同时间后PVC发泡复合地板的加热尺寸变化率

| 处理时间/min | 横向尺寸变化率/% | 纵向尺寸变化率/% |
|----------|-----------|-----------|
| 0        | 0.44      | 2.83      |
| 1        | 0.29      | 0.43      |
| 2        | 0.25      | 0.35      |
| 5        | 0.26      | 0.24      |
| 10       | 0.24      | 0.16      |

表3 在140℃处理不同时间后PVC发泡复合地板的加热尺寸变化率

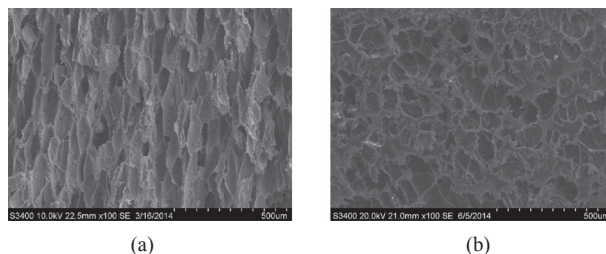
| 处理时间/min | 横向尺寸变化率/% | 纵向尺寸变化率/% |
|----------|-----------|-----------|
| 0        | 0.44      | 2.83      |
| 1        | 0.18      | 0.16      |
| 2        | 0.24      | 0.22      |
| 5        | 0.18      | 0.18      |
| 10       | 0.15      | 0.11      |

由表2、表3可看出,热处理后PVC发泡复合地板的加热尺寸变化率均能达到国标要求,纵向加热尺寸变化率明显减小;随着处理时间的延长,横向加热尺寸变化率变化不大,纵向加热尺寸变化率减小。处理相同时间时,在140℃下处理后尺寸变化率(无论纵向还是横向)均小于在120℃下处理后的尺寸变化率,表明处理温度越高,效果越好。但温度需低于160℃,试验中发现采用160℃处理时,温度已达到PVC的塑化点,PVC发泡材料会完全塑化,其物理力学性能发生明显的变化,因此试验中选择了140℃为最高热处理温度。

由此可见,温度和时间是热处理时两个重要的参数,在此试验中,热处理温度越高,尺寸变化率减小越大;热处理时间延长,尺寸变化率减小,但变化幅度不明显,热处理温度比时间影响显著,若工业化生产,希望高温短时间处理即可达标,从而节约成本,提高生产效率。本试验中采用140℃处理1 min时,PVC发泡复合地板的纵、横向加热尺寸变化率均能达到0.2%左右,完全可以达到国标要求,此热处理方法简单,易操作,可满足符合工业化生产需求。

## 2.3 热处理前后PVC发泡复合地板基材表面形貌变化

对未热处理和140℃处理1 min后的PVC发泡复合地板基材的表面形貌进行分析,见图1。



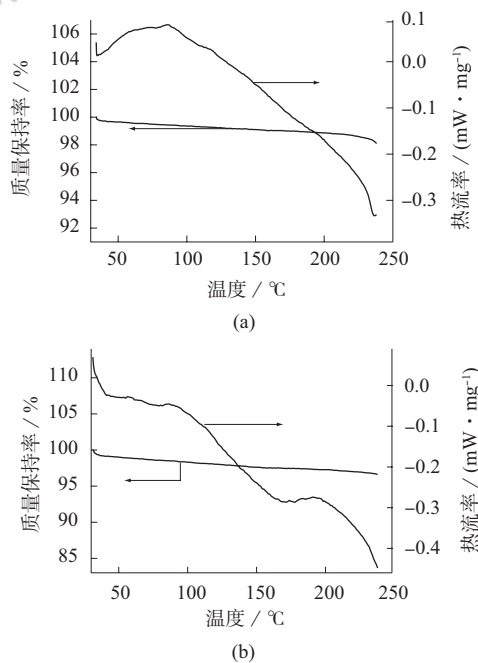
a—热处理前;b—热处理后

图1 PVC基材热处理前后表面形貌

由图1可以看出,热处理前PVC发泡材料泡孔结构多为长方形或椭圆型,这可能与PVC发泡材料的生产方式有关。试验中的PVC发泡材料采用双螺杆挤出机结皮发泡工艺生产,强大的牵引力导致PVC发泡材料泡孔结构多为长方形或椭圆型。热压处理后PVC发泡材料泡孔结构多为圆形,这很可能是因为在热处理过程中发泡材料继续发泡,内应力得到释放。圆形泡孔结构的发泡材料内应力达到平衡状态,从而纵横向收缩率一致。

## 2.4 热处理前后PVC复合地板基材DSC分析

图2是未经热处理和140℃处理1 min后PVC基材的DSC测试结果。



a—热处理前;b—热处理后

图2 PVC基材DSC测试结果

由图2可看出,在DSC测试的温度范围内,热处理前后PVC的质量保持率基本没有变化,这主要因为此温度范围还没有达到PVC材料的热分解温度,因此不会导致质量变化。热处理前PVC基材在

80℃时有明显的吸热峰,这说明80℃是PVC分子的起始塑化温度点,而经过热处理后PVC基材的起始塑化温度则往后推移,这可能和热处理后PVC基材继续发泡,板材的微晶结构发生变化有关。由此可见,在140℃处理1 min后,PVC发泡复合地板基材表面形态发生了变化,从而导致了泡孔结构的变化,因而从宏观上体现为加热尺寸率的变化。

### 3 结论

(1) 热处理能明显减小PVC发泡复合地板的加热尺寸变化率;热处理温度在80℃以上对减小PVC发泡复合地板的加热尺寸变化率有明显的效果,但处理温度需低于PVC的塑化温度160℃。

(2) 试验中采用140℃处理1 min时,PVC发泡复合地板的加热尺寸变化率均能达到0.2%左右(低于国标要求的小于0.4%)。

(3) 热处理后,PVC基材表面泡孔结构发生变化是导致热尺寸变化率减小的主要原因。

### 参考文献

- [1] 侯秀英. 木塑复合强化地板基材及其复合机理研究[D]. 福州: 福建农林大学, 2005.  
Hou Xiuying. Study on the motherboard of wood plastic composite intensive wood floor and its composite mechanism[D]. Fuzhou: Fujian Agriculture and Forestry University, 2005.
- [2] 陈德忠. 硬质低发泡结皮PVC板材制备工艺的研究[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2005.  
Chen Dezhong. Study on repapation process of rigid low-foamed surface crusting PVC[D]. Harbin: Harbin University of Science and Technology, 2005.
- [3] 苏修军, 邹敏. 新型PVC自由发泡板的研制[J]. 工程塑料应用, 2003, 31(10): 39-41.  
Su Xiujun, Zou Min. Development of new PVC free foaming panel[J]. Engineering Plastic Application, 2003, 31(10): 39-41.
- [4] 丁仁亮. 金属材料及热处理[M]. 北京: 机械工业出版社出版, 2009.  
Ding Renliang. Metal material and heat treatment[M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2009.
- [5] 杜兰星. 热处理竹HDPE复合材料力学及热学性能的研究[D]. 杭州: 浙江农林大学, 2013.  
Du Lanxing. Mechanical and thermal properties of bamboo and high density polyethylene(HDPE) composites with heat-treated bamboo flour[D]. Hangzhou: Zhejiang Agriculture and Forestry University, 2005.
- [6] 王善良. PVC异型材尺寸变化率的影响因素探讨[J]. 新型建筑材料, 2013(10): 58-60.  
Wang Shanliang. Discussion on the influence factors of the pvc profiles dimensional change rate[J]. New Building Material, 2013(10): 58-60.
- [7] 陈秀坤, 蒋结慧. 关于“硬质泡沫塑料尺寸稳定性的试验方法”的讨论[J]. 中国塑料, 1988, 2(1): 94-97.  
Chen Xiukun, Jiang Jieyi. Study on the test method for ditional stability of rigid cellular plastics[J]. China Plastic, 1998, 2(1): 94-97.
- [8] 范晴红. PVC-U门窗异型材加热后尺寸变化率的研究[J]. 聚氯乙烯, 2008, 36(4): 27-28.  
Fan Qinghong. Research on the dimensional change rate of heated PVC-U doors and windows profiles[J]. Polyvinyl Chloride, 2008, 36(4): 27-28.
- [9] 江京辉, 吕建雄. 高温热处理对木材强度影响的研究进展[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2012, 36(2): 133-136.  
Jiang Jinghui, Lv Jianxiong. Research progress in effect of heat treatment on wood strength[J]. Journal of Nanjing Forestry University: Natural Science Edition, 2012, 36(2): 133-136.
- [10] 李延军, 孙会, 唐荣强, 等. 国内外木材热处理技术研究进展及展望[J]. 浙江林业科技, 2008, 28(1): 21-23.  
Li Yanjun, Sun Hui, Tang Rongqiang, et al. Advances and prospect of research on technology of wood heat-treatment[J]. Journal of Zhejiang Forestry Science and technology, 2008, 28(1): 21-23.
- [11] Phuong L X, Shida S, Saito Y, et al. Effect of heat treatment on bending strength and decay resistance of *Styrax tonkinensis* wood[J]. Wood Preselvation. 2006, 32(1): 7-12.
- [12] Windeisen E, Bochle H, Zimmer B, et al. Relations between chemical changes and mechanical properties of thermally treated wood[J]. Holzforschung. 2009, 63(6): 773-778.
- [13] 顾炼百, 李涛, 涂登云, 等. 超高温热处理实木地板的工艺及应用[J]. 木材工业, 2007, 21(3): 4-8.  
Gu Lianbai, Li Tao, Xu Dengyun, et al. Technology and application on heat-treated solid wood flooring[J]. China Wood Industry, 2007, 21(3): 4-8.

### 俄罗斯从韩国进口挤出级PC总量大幅增长

MRC DataScope公司最新公布的数据显示,2014年1~8月俄罗斯从韩国市场上进口挤出级PC总量达920 t,同比增长78%。

俄罗斯挤出级PC月均消耗量为2500 t,其中90%的进口PC来源于欧洲。当地贸易商称,一般情况下俄罗斯PC

市场供给充足。然而,因今年5~9月该国PC市场需求十分旺盛,导致国内PC市场一度出现供不应求状况。

受紧张的政治局势影响,今年上半年欧洲方面曾一度中断对俄罗斯PC船货的出口。5月下旬,韩国加大了对俄罗斯挤出级PC的出口力度,这有效缓解了俄罗斯中小型中间商的燃眉之急。  
(生意宝)