

# 云杉芯板热处理对三层实木复合地板性能的影响

钟伟, 高雅, 纪娟, 蒋小冰

(大亚(江苏)地板有限公司, 江苏丹阳 212300)

**摘要:** 为解决三层实木复合地板在高温潮湿环境使用时出现“波浪纹”的问题, 对云杉芯板进行热处理, 分析芯板热处理工艺对三层实木复合地板性能的影响。结果表明: 180 ℃、2 h 是控制地板波浪纹较优的热处理工艺, 处理后芯板的颜色接近原色, 地板的主要理化性能指标满足 GB/T18103-2013《实木复合地板》的要求。

**关键词:** 三层实木复合地板; 云杉; 芯板; 热处理; 地板波浪纹

中图分类号: S791.18; TS66; TU225 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654 (2016) 06-0043-04

## Effect of Heat Treatment on Quality of Three-layer Parquet with a *Picea abies* Core Layer

ZHONG Wei, GAO Ya, JI Juan, JIANG Xiao-bing

(Dare (Jiangsu) Flooring Co., Ltd., Danyang 212300, Jiangsu, China)

三层实木复合地板是以优质树种实木拼板或单板为面层, 以速生材实木拼板为芯层, 以单板为底层组成, 具有性能稳定、优质木材利用率高等特点, 逐渐成为木地板主流产品之一。但三层实木复合地板在潮湿或高潮湿环境中使用时, 由于芯板湿胀, 可导致其表面出现类似“排骨”状的波纹, 严重影响地板的外观和使用寿命。

为拓展三层实木复合地板在高温高湿环境中的应用, 增强芯板尺寸稳定性的研究非常必要。已有研究表明, 热处理能够极大地降低木材的吸湿性, 同时提高木材的尺寸稳定性<sup>[1]</sup>, 如云杉气干材经热处理, 其湿胀量可以下降 52%<sup>[2]</sup>。因此, 笔者对三层实木复合地板的芯层材料——云杉进行了热处理的工艺研究, 为拓展三层实木复合地板在潮湿环境下的使用适用性, 提供技术支持。

### 1 材料和方法

#### 1.1 试验材料

1) 三种试材, 均外购。

① 柞木 (*Quercus mongolica*), 用作地板面层, 锯切加工, 幅面 1 868 mm×195 mm, 厚度 4.4 mm, 平均含水率 7.2%。

② 欧洲云杉 (*Picea abies*), 用作地板芯层, 锯切加工, 幅面 432 mm×22 mm, 厚度 9.2 mm, 平均含水率 6.7%。

③ 樟子松 (*Pinus sylvestris*), 用作地板底层, 旋切加工, 单板幅面 1 893 mm×430 mm, 厚度 2.1 mm, 平均含水率 5.9%。

2) 胶黏剂: E<sub>1</sub> 级脲醛树脂 (UF) 粉状胶, 外购。胶粉、添加剂、改性剂、水及固化剂, 按质量比 125:25:25:70:10 进行调配, 胶液的主要性能参数为:

固体含量 60.6%, 活性期 2~2.5 h (25 ℃), 固化速度 84 s (85 ℃), pH 值 5.15。

3) 两种涂料, 均外购。

① 底漆: 丙烯酸紫外光固化水性涂料, 密度 1.01 g/cm<sup>3</sup>, 酸性。

收稿日期: 2016-07-12; 修改日期: 2016-10-21

基金项目: 国家林业公益性行业科研专项“木地板坯料/基材质量控制关键技术与示范”(201304501)。

作者简介: 钟伟 (1964—), 男, 大亚(江苏)地板有限公司总经理, 工程师。

② 面漆：紫外光固化不饱和丙烯酸树脂涂料，不挥发物质量分数 99%，密度约  $1.14\text{ g/cm}^3$ ，黏度  $2800\sim 3100\text{ mPa}\cdot\text{s}$  ( $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。

1.2 试验装置

热压机、砂光机、精密推台锯；电热恒温鼓风干燥箱、恒温恒湿箱、气候模拟室；电子分析天平、柯尼卡色差仪、万能力学试验机等。

1.3 试验方法

1.3.1 芯板热处理工艺

采用德国产木材干燥机改造而成的热处理设备，处理介质为过热蒸汽，窑内氧气含量 $\leq 2\%$ 。在前期研究基础上<sup>[3]</sup>，考察热处理温度和时间的影响，试验参数设置为：

1) 3 个热处理温度水平：160、180 和  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，热处理时间固定 2 h。

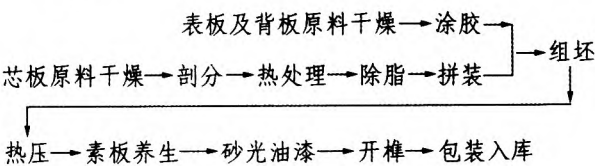
2) 3 个热处理时间水平：1、2 和 4 h，热处理温度固定为  $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

各工艺条件处理试材数量均为  $0.2\text{ m}^3$ 。

1.3.2 地板制备工艺

以上述热处理芯板作为地板的中间层，按工厂实际生产工艺进行地板制备。

工艺流程：



主要参数：

1) 芯板除脂：由于热处理会导致木材内部渗出

树脂及其他抽提物固化在木材表面<sup>[4]</sup>，因此，需采用 80 目纸砂带进行除脂；

2) 涂胶量：面板  $(140\pm 5)\text{ g/m}^2$ ，背板  $(145\pm 5)\text{ g/m}^2$ ；

3) 热压工艺：压力 18 MPa，温度  $(95\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，时间 5 min。

4) 油漆涂饰：地板素板制备后在车间常规环境中养生 3 天后，进行表面油漆涂饰，采用 5 底 1 面的工艺，涂布量约  $120\text{ g/m}^2$ ，加工制成地板备测。

1.4 性能检测

1) 芯板材色：由于地板开有槽榫，部分芯板外露可见，因此，芯板材色对地板整体外观亦非常重要。采用色差仪检测云杉芯板处理材与未处理材之间颜色的变化，评定色差值。

2) 地板波浪纹检测：将地板放置于高温高湿（温度  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度 90%）环境中放置 7 天，观察地板表面“波浪纹”情况。参照企业标准 PD 03-2014《地板波浪纹外观等级评价标准》，按无、轻微、明显、严重四个等级进行评定。

3) 依据 GB/T 18103-2013《实木复合地板》，检测地板的含水率；在  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、65%恒温恒湿环境中放至质量恒重后，检测其静曲强度（MOR）及弹性模量（MOE）。

2 结果与分析

在不同温度、时间条件下热处理的芯板，及其制备三层实木复合地板试板的性能检测结果，列于表 1。

表 1 试板性能检测结果及标准指标对比  
Tab.1 Comparison between testing results and standard specification

| 试验号             | 热处理温度/<br>$^{\circ}\text{C}$ | 热处理时间/<br>h | 云杉芯板  |      | 三层实木复合地板 |           |               |     |
|-----------------|------------------------------|-------------|-------|------|----------|-----------|---------------|-----|
|                 |                              |             | 含水率/% | 总色度差 | 含水率/%    | MOR/MPa   | MOE/MPa       | 波浪纹 |
| 未处理             | -                            | -           | 6.67  | 0    | 7.83     | 46        | 5 675         | 明显  |
| 1               | 160                          | 2           | 6.12  | 6.1  | 7.54     | 41        | 6 886         | 轻微  |
| 2               | 180                          | 1           | 6.03  | 12.4 | 6.32     | 34        | 5 530         | 轻微  |
| 3               | 180                          | 2           | 6.2   | 12.7 | 6.69     | 71        | 7 454         | 无   |
| 4               | 180                          | 4           | 5.74  | 13.6 | 6.07     | 31        | 5 701         | 无   |
| 5               | 200                          | 2           | 4.66  | 16.7 | 6.96     | 42        | 5 149         | 无   |
| GB/T 18103-2013 |                              |             |       |      | 5~14     | $\geq 30$ | $\geq 4\ 000$ |     |
| PD03-2014       |                              |             | 6~10  | 0    | 5~14     | $\geq 30$ | $\geq 4\ 000$ |     |

## 2.1 外观

### 2.1.1 云杉芯板材色

由表1结果和图1所示可知,随着热处理温度升高及时间延长,云杉的总色度差值逐渐增大,即颜色逐渐加深。产生原因是木材中的酚类成分、单宁类,在高温和氧化酶作用下和空气中的氧反应,生成着色物质,以及半纤维素降解等<sup>[5]</sup>。根据消费需求调查,消费者更接受松木本色。因此,确定在温度高于180℃的条件下,云杉热处理的时间控制在2h左右为宜,保证处理材的颜色接近原色。

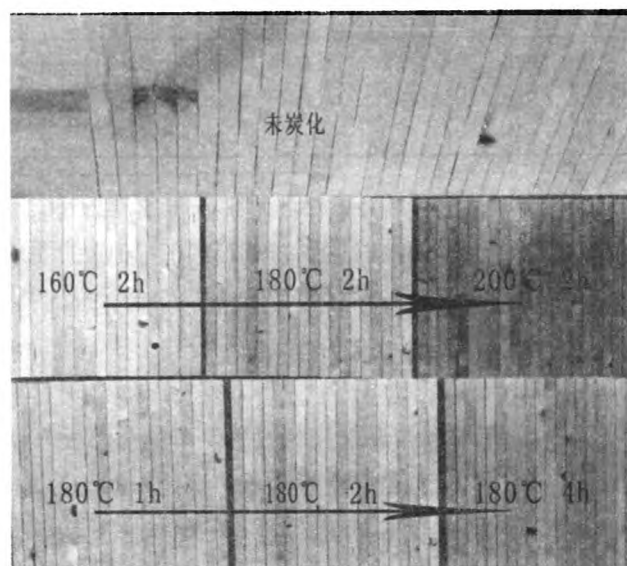


图1 云杉芯板热处理后的颜色变化情况

Fig.1 Color difference of *Picea abies* timber before and after heat treatment

### 2.1.2 地板波浪纹

由表1结果可知,在高温高湿环境中放置7天后,未处理材地板表面波浪纹“明显”;160℃/2h、180℃/1h处理芯板制备的地板,表面出现“轻微”波浪纹;而180℃/2h、180℃/4h及200℃/2h热处理芯板制备的地板,表面均未出现地板波浪纹。

分析原因是:1)热处理可使木材细胞壁纤维素准结晶无定形区内微纤丝更加有序地排列,从而减少游离羟基的数量,其吸湿性能下降;2)半纤维素中木聚糖和甘露聚糖在高温高湿环境下,发生热解并结晶,降低木材的吸湿性能;3)酸性条件使木质素发生酯化反应,从而减少吸湿性强的羟基数量。

在上述因素的共同作用下,高温热处理云杉木材的吸湿性能降低,尺寸稳定性增强<sup>[6]</sup>,因而有效地缓解和减少了地板表面“波浪纹”的产生。

## 2.2 平均含水率

随着热处理时间和温度的变化,云杉芯板及其制备三层实木复合地板试板的平均含水率变化,如图2所示。

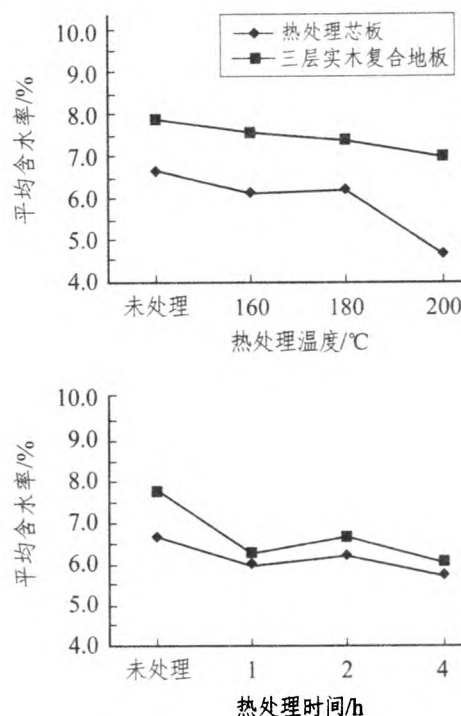


图2 热处理云杉芯板和用其制备地板的平均含水率

Fig.2 Average MC of heat-treated *Picea abies* timber and parquet with the timber as the core layer

图2显示,与未处理对照样相比,热处理后云杉芯板的含水率略有降低,降幅在0.55%~2.01%,且热处理温度越高,时间越长,含水率降低越多。这是由于在高温热处理过程中,木材细胞壁纤维素准结晶无定形区域内纤维素分子链之间的羟基发生架桥反应,脱出水分<sup>[6]</sup>,从而导致芯板木材的平均含水率降低。

而无论云杉芯层热处理与否,制备的地板试样的含水率变化幅度仅<1%,说明芯板热处理与否,对三层实木复合地板整体的含水率影响不大。

实际上,三层实木复合地板的含水率还与其表板和背板含水率相关,一般表板和背板含水率控制在6%~10%之间,表板和背板的含水率弥补了由于热处理而导致芯板含水率的降低,从而使地板的整体含水率趋于平衡,以其制备的三层实木复合地板的含水率测试结果,满足GB/T18103-2013《实木复合地板》的要求。

## 2.3 力学性能

### 2.3.1 静曲强度 (MOR)

由图 3a 可见, 仅 180℃/2 h 热处理芯板制备的三层实木复合地板的 MOR 明显增加, 其他条件制备试板的 MOR 均低于未处理对照试板, 与已有研究结论基本一致<sup>[7]</sup>。

随着热处理温度升高、处理时间延长, 半纤维素降解越多, 对木材强度影响越大。以 180℃/4 h 及 200℃/2 h 热处理云杉芯板制备的三层实木复合地板的 MOR 最低。

### 2.3.2 弹性模量 (MOE)

由图 3b 可见, 亦以 180℃/2 h 热处理芯板制备地板的 MOE 最高, 相对未处理对照试板, 增幅约 31%; 其他工艺条件处理芯板制备的地板, MOE 差别不大, 亦与以往研究结论基本一致<sup>[7]</sup>, 即高温热处理对木材的 MOE 影响比较小。这是因为纤维素和木素对木材刚性和强度起决定性作用, 且纤维素和木素的稳定性比半纤维素高, 210℃ 以下的热处理一般不会发生热分解。

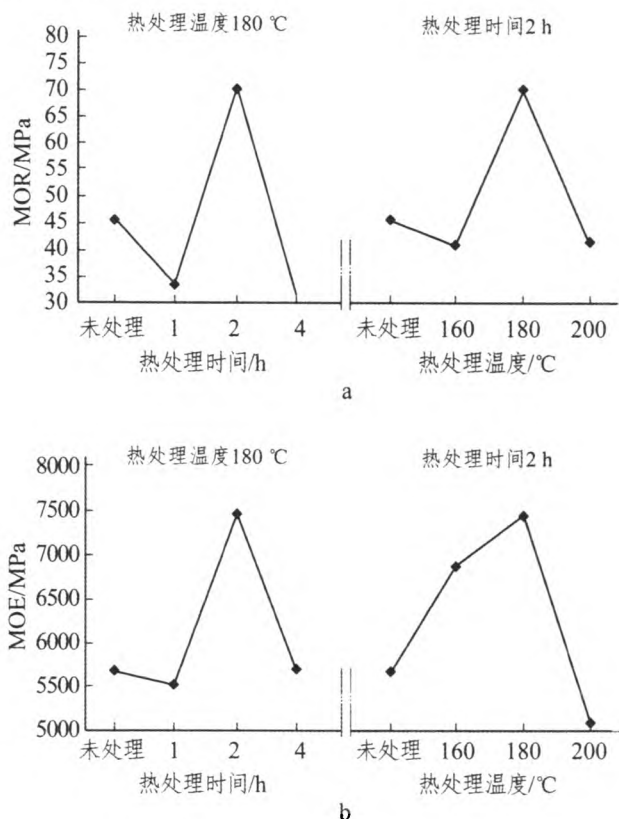


图3 热处理云杉芯板地板的 MOR 与 MOE

Fig.3 MOR and MOE of parquet with heat-treated *Picea abies* timber as the core layer

## 2.4 优化工艺验证试验

结合外观颜色、生产成本等因素, 选择 180℃、2 h 为云杉芯板的优化热处理条件。以此条件处理云杉芯板并制备三层实木复合地板, 性能检测结果列于表 2。

表2 优化工艺制备地板的性能检测结果

Tab.2 Properties of parquet samples with heat-treated *Picea abies* timber as the core layer under optimized conditions

| 试验号 | 云杉芯板  |       | 三层实木复合地板 |         |         |     |
|-----|-------|-------|----------|---------|---------|-----|
|     | 含水率/% | 外观总色差 | 含水率/%    | MOR/MPa | MOE/MPa | 波浪纹 |
| 1   | 5.82  | 12.5  | 6.37     | 68      | 7268    | 无   |
| 2   | 5.76  | 12.1  | 6.82     | 63      | 6751    | 无   |
| 3   | 5.41  | 12.3  | 5.93     | 70      | 6930    | 无   |

由表 2 结果可知, 热处理云杉芯板色差较小, 三层实木复合地板的性能达到 GB/T18103-2013 的要求, 且未产生“波浪纹”。

## 3 结论

1) 综合地板波浪纹控制效果、市场对芯板外观颜色需求、地板理化性能等因素, 确定 180℃/2 h 是云杉芯板的最优热处理工艺。在此条件下, 地板的主要理化性能指标满足 GB/T18103-2013《实木复合地板》的要求。

2) 云杉芯板经热处理, 以其制备的地板在潮湿或高潮湿环境中使用时, 基本可消除地板表面的“波浪纹”现象, 提升了地板外观质量和尺寸稳定性。

## 参考文献:

- [1] 冯德君, 赵泾峰. 热处理木材吸湿性和尺寸稳定性研究[J]. 西北林学院学报, 2011, 26 (2): 200-202.
- [2] BURMESTER V A. Effect of heat-pressure-treatments of semi-dry wood on its dimensional stability[J]. Holz RohWerkst, 1972, 31: 237-243.
- [3] 孙柏玲, 高雅, 程献宝, 等. 柞木面板热处理对三层实木复合地板质量的影响[J]. 木材工业, 2015, 29 (2): 49-51.
- [4] Michel V. Heat treatment of wood in France-state of the art: Review on Heat treatment of wood[J]. Journal of Wood Science, 2001, 51 (1): 42-47.
- [5] 谭守侠, 周定国. 木材工业手册[M]. 北京: 中国林业出版社, 2007: 50-53.
- [6] 李贤军, 傅峰, 蔡智勇, 等. 高温热处理对木材吸湿性和尺寸稳定性的影响[J]. 中南林业科技大学学报, 2010, 30 (6): 92-96.
- [7] 陈康乐, 冯德君, 张英杰, 等. 高温热处理对木材力学性能的影响[J]. 西北林学院学报, 2013, 28 (5): 164-166.

(责任编辑 向 琴)