

真空热处理改性马尾松木材物理性能研究*

谢桂军 苏海涛 张燕君 陈利芳 何雪香

(广东省林业科学研究院 广州 510520)

摘要 文章采用间歇抽真空法及利用木材自身含有的水分对马尾松木材进行热处理,并研究了热处理温度和时间对马尾松木材的尺寸稳定性(ASE值)和力学性能的影响。结果表明:处理温度和时间均显著影响着木材的力学强度和ASE。综合考虑处理温度和处理时间对ASE、顺纹抗压强度和抗弯强度的影响,最佳的真空热处理工艺为:压力 -0.09 Mpa 、处理温度 200°C 、处理时间 1 h 。

关键词 尺寸稳定性 热处理 真空干燥 抗湿胀 力学性能

中图分类号: S781.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-4427(2009)03-0042-04

Research on Physical and Mechanical Properties of Heat-modified Masson Pine by Vacuum Treating

Xie Guijun Su Haitao Zhang Yanjun Chen Lifang He Xuexiang

(Guangdong Forest Research Institute, Guangzhou, 510520)

Abstract The research that temperature and time of heat treatment affected the performance of dimensional stability and mechanical property on vacuum heat-modified wood was conducted. The result was analyzed with SPSS software. The dimensional stability and compression strength parallel to grain on heat-treated wood was easily susceptible to temperature of treatment. The dimensional stability and bend strength on heat-treated wood was easily susceptible to time of treatment. Sundry factors must be considered comprehensively. So some better parameters can be dealt with as follows that 200°C for temperature and one hour for the processing time.

Key words dimensional stability, heat treatment, vacuum drying, anti-swelling efficiency, mechanical performance

木材是一种优良的可再生的工业原料,强重比高,视觉环境特性好,具有一定的温湿调节功能,但也存在尺寸稳定性差、易腐朽等缺陷,影响了木材的广泛使用。木材热处理技术能够增强木材原有的视觉环境特性,并能缓解尺寸稳定性差、易腐朽等缺陷,令低劣材高值化。

不同热介质热处理木材,影响木材的表面特性、硬度等^[1-4]。不同的热处理温度和热处理时间也影响着木材的各种性能^[5-10]。目前常采用的导热介质有蒸汽、油、氮气等。油浴热处理木材存在木材表面油腻且容易发霉的缺陷,油介质存在污染及回收困难。水蒸汽或氮气热处理木材速度慢。真空干燥是一种速度快且质量好的木材干燥技术,因而可以考虑用于高温热处理木材。

本文采用真空热处理改性木材技术,利用木材所处容积的真空及木材内含有的水分,高温烘烤木材,具有处理速度快、产品质量高的特点,是一种值得考虑的新型高温木材热处理技术。

* 基金/项目:广东省农业攻关项目(2006B20401003),国际热带木材组织项目 PD398/06Rev(2)。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 主要材料 马尾松材 (*Pinus massoniana*) 取自广州, 树龄 8 a, 试件规格: 20 mm × 20 mm × 20 mm 共 90 块, 300 mm × 20 mm × 20 mm 共 27 块, 30 mm × 20 mm × 20 mm 共 45 块, 其含水率 40%, 取样为木材中部。

1.1.2 主要仪器及设备 电子天平(精确度 0.001 g); 千分尺; 高压高温处理罐; 岛津 AG 系列电子力学试验机。

1.2 试验方法

1.2.1 木材热处理方法 (1) 干燥阶段: 选定及锯制好规格材之后, 把规格材放入处理罐内, 密闭处理罐并抽真空, 在保持处理罐真空度的同时升温加热, 以 50℃ 烘干木材, 保持时间 16 h。

(2) 热处理阶段: 保持处理罐内的真空度, 继续升温加热, 温度升至 100℃ 烘烤木材, 保持时间 16 h;

保持处理罐内的真空度, 继续升温加热, 升温至设定温度热处理木材, 观察处理罐的压力表变化情况, 当发现压力表升高时, 应通过放汽途径来调整压力。

(3) 降温阶段: 处理结束后, 通入水蒸汽等快速降温冷却, 最后在 45℃ 左右开罐, 取出木材。

详细试验方案见表 1。

1.2.2 性能测试方法 (1) 木材抗湿胀(ASE)测试

每 10 块实验木块试样为一组, 由金属网包裹浸泡水中, 间隔 5 天及 11 天各测一次尺寸, 最后绝干状态下测一次尺寸。测定抗湿胀性(ASE)值, 该值作为评价木材尺寸稳定性的主要指标。

$$ASE = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \times 100$$

式中: S_1 ——对照未处理材的吸水膨胀率; S_2 ——处理材的吸水膨胀率。

(2) 木材力学性能测试

依据 GB/T 1935—1991 木材顺纹抗压强度试验方法测试热处理木材的顺纹抗压强度;

依据 GB/T 1936.1—1991 木材抗弯强度试验方法测试热处理木材的抗弯强度;

依据 GB/T 1936.2—1991 木材抗弯弹性模量测定方法测试热处理木材的抗弯弹性模量。

表 1 试验因素及水平分布

因素	水平
压力(MPa)	-0.09
处理温度(℃)	180, 200, 220
处理时间(h)	1.0, 2.5, 4.0

2 结果与分析

2.1 抗湿胀性(ASE)

由表 2 可知, 处理时间和处理温度对木材的抗湿胀性(ASE)有显著影响。

表 2 真空热处理木材 ASE 方差分析

方差源	平方和		自由度		方差		F 检验		显著性	
	1 ^[1]	2 ^[2]	1 ^[1]	2 ^[2]	1 ^[1]	2 ^[2]	1 ^[1]	2 ^[2]	1 ^[1]	2 ^[2]
处理时间	3071.770	2709.332	2	2	1535.885	1354.666	10.606	12.345	0.000	0.000
处理温度	15553.068	15637.984	2	2	7776.534	7818.992	53.702	71.254	0.000	0.000
误差	12308.864	9327.373	85	85	144.810					
总和	30933.702	27674.688	89	89						

注: ^[1] 指处理木材试样水中浸泡 5 天; ^[2] 指处理木材试样水中浸泡 11 天。

由图 1 和图 2 可知, 随着温度的升高, ASE 值增大; 随着时间的增加, ASE 值增大之后略有下降。依据成本的考虑, 最佳参数为: 热处理时间 2.5 h, 热处理温度 200℃ 即可。

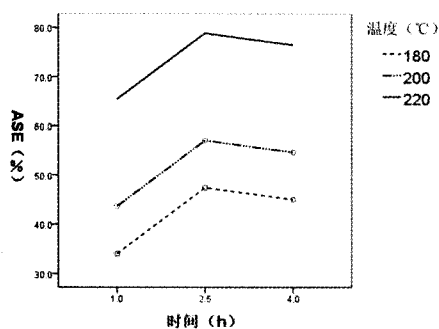


图1 木材浸泡5天 ASE 比较

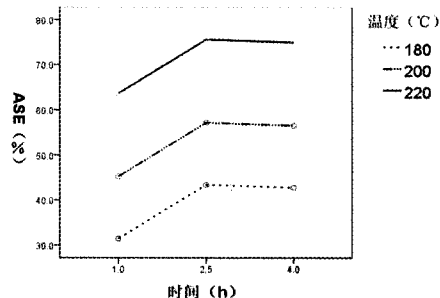


图2 木材浸泡11天 ASE 比较

2.2 顺纹抗压强度

由表3可知,处理温度显著影响木材的顺纹抗压强度。

表3 真空热处理木材顺纹抗压强度方差分析

方差源	平方和	自由度	方差	F 检验	显著性
处理温度	425.669	2	212.835	3.254	0.049
处理时间	344.721	2	172.361	2.636	0.084
误差	2615.981	40	65.400		
总和	3386.372	44			

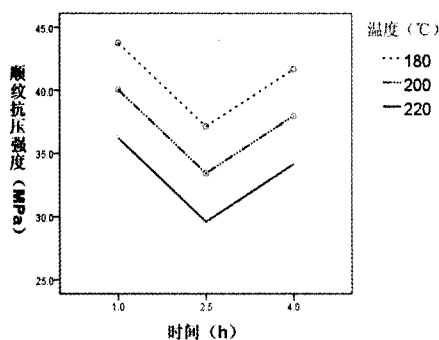


图3 顺纹抗压强度比较

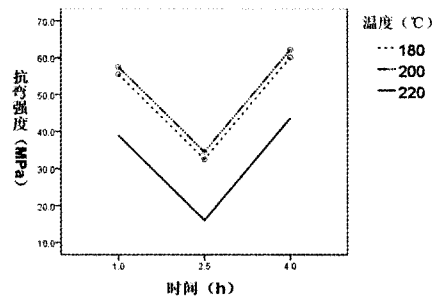


图4 抗弯强度比较

由图3可知,随着温度的升高,顺纹抗压强度降低;随着时间的增加,即处理时间的延长,顺纹抗压强度先降后升。但根据成本考虑,可选定最佳参数为:热处理时间1 h,热处理温度180℃。

2.3 抗弯强度

由表4可知,处理时间显著影响木材抗弯强度。

表4 真空热处理木材抗弯强度方差分析

方差源	平方和	自由度	方差	F 检验	显著性
处理温度	1860.862	2	930.431	3.184	0.061
处理时间	3939.848	2	1969.924	6.741	0.005
误差	6429.448	22	292.248		
总和	12230.158	26			

由图4可知,220℃处理温度的抗弯强度最低,而180℃与200℃处理温度的抗弯强度接近;随着处理时间的延长,抗弯强度先降低后升高。结合其它因素考虑,选定较佳的参数为:热处理时间1 h,热处理温度180℃。

综合考虑各方面的因素影响,较佳的处理参数可为:处理温度200℃,处理时间1 h。

3 结论与讨论

- 3.1 处理时间和处理温度对木材的抗湿胀性(ASE)有显著影响;处理温度显著影响木材的顺纹抗压强度;处理时间显著影响木材抗弯强度。
- 3.2 随着处理温度的升高,ASE值增大,顺纹抗压强度降低;随着处理时间延长,ASE值增大之后略有下降,顺纹抗压强度和抗弯强度先降后升。220℃处理温度的抗弯强度最低,而180℃与200℃处理温度的抗弯强度接近。
- 3.3 综合考虑处理温度和处理时间对ASE、顺纹抗压强度和抗弯强度的变化影响,较佳的处理参数可为:处理温度200℃,处理时间1 h。
- 3.4 真空热处理木材速度快,处理木材质量高。

参考文献

- [1] Yoshitaka Kubojima, Takeshi Okano, Masamitsu Ohta. Bending strength and toughness of heat-treated wood[J]. *Journal of Wood Science*, 2000, 46(1): 8-15.
- [2] 谢桂军, 刘磊, 廖红霞. 马尾松木材热处理研究[J]. *广东林业科技*, 2007, 23(4): 6-10.
- [3] 谢桂军, 苏海涛, 张燕君, 等. 不同油浴热处理对马尾松木材尺寸稳定性影响的研究[J]. *广东林业科技*, 2008, 24(5): 8-13.
- [4] J Y Wang, P A Cooper. Effect of oil type, temperature and time on moisture properties of hot oil-treated wood[J]. *Holz als Roh- und Werkstoff*, 2005, 63(6): 417-422.
- [5] Hakkou Mohammed, Petrissans Mathie, Gerardin Philippe, et al. Investigations of the reasons for fungal durability of heat-treated beech wood[J]. *Polymer Degradation and Stability*, 2006, 91(2): 393-397.
- [6] Oner Unsal, Nadir Ayrimis. Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum (*Eucalyptus camaldulensis*) wood[J]. *Journal of Wood Science*, 2005, 51(4): 405-409.
- [7] P Bekhta, P Niemz. Effect of high temperature on the change in color, dimensional stability and mechanical properties of spruce wood[J]. *Holzaz*, 2003, 57(5): 539-546.
- [8] Colloquium of Mexican students. Changes in selected properties of heat-treated wood: a study of the mechanisms[R]. United Kingdom: Colloquium of Mexican students, 2005.
- [9] L Awoyemi, U Westermark. Effects of borate impregnation on the response of wood strength to heat treatment[J]. *Wood Science and Technology*, 2005, 39(6): 484-491.
- [10] Tjeerdsma B F, Militz H. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood[J]. *Holz Roh- und Werkstoff*, 2005, 63(2): 102-111.