

热处理对毛竹竹材颜色变化的影响

张亚梅, 余养伦, 于文吉

(中国林科院木材工业研究所; 国家林业局木材科学与技术重点实验室, 北京 100091)

摘要: 在空气介质中对毛竹竹材进行热处理, 探讨热处理温度(100~220 ℃)和时间(1~4 h)对竹材材色的影响。结果表明: 热处理温度和时间对竹材材色的明度 L^* 、红绿轴色度指数 a^* 和黄蓝轴色度指数 b^* 均有显著影响; 随着热处理温度的升高和时间的延长, 热处理竹材的总体色差 ΔE^* 加剧。

关键词: 竹材; 热处理; 变色; 明度; 红绿轴色度指数; 黄蓝轴色度指数; 色差

中图分类号: S781.9 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2009)05-0005-03

Discoloration of Heat-treated Bamboo Material

ZHANG Ya-mei, YU Yang-lun, YU Wen-ji

(Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry;

Key Lab of Wood Science and Technology of State Forestry Administration, Beijing 100091, China)

Abstract: Heat treatment is a commonly used method to improve certain performance of wood and bamboo materials. However, it also causes a color change that could be used by many manufacturers to make bamboo products with different appearances. To provide basic guidance and reference for the bamboo processing industry, the authors of this paper investigated the effects of temperature and duration of heat treatment on the color shift of bamboo. Specimens were made from moso bamboo (*Phyllostachys pubescence*) and were treated under temperatures from 100 ℃ to 220 ℃ and with durations of 1~4 hours. The lightness (L^*), red hue (a^*), yellow hue (b^*), and aberration (ΔE^*) of the treated bamboo were evaluated. The results showed that the heating temperature and duration had remarkable effects on the L^* , a^* and b^* of the specimens. The aberration of the treated specimens increased with increasing temperature and duration.

Key words: bamboo; heat treatment; color shift; lightness; red hue; yellow hue; aberration

竹材的颜色是其品质的评价指标之一, 对其应用价值有直接影响。竹材受外界环境和加工工艺条件的影响时, 会发生变色。目前, 我国很多加工企业在实际生产中, 充分利用竹材的这一特性, 采用热处理的方法, 制造色泽各异的竹制品, 但鲜有热处理竹材颜色方面的研究报道。本研究以我国的主要经济竹种——毛竹为例, 参照木材热处理的研究方法, 对竹

材在空气介质中热处理后的颜色变化, 做了定量分析, 以期对竹材的深加工应用提供参考。

1 试验材料及方法

1.1 材料

毛竹(*Phyllostachys pubescens*), 采自浙江富阳, 竹龄5年。气干后开片, 在距其根部3.5和7 m部位各取5个试件, 试件尺寸为: 80 mm×10 mm×3 mm。如图1所示, 压刨时以竹青面为准。

1.2 方法

1) 竹材热处理: 木材的热处理通常在高温低氧的条件下进行, 竹条的热处理方法有2种: 过热蒸

收稿日期: 2008-11-18; 修改日期: 2009-04-25

基金项目: 中央级公益性科研院所基金(CAFYBB2008017); “十一五”国家科技支撑计划项目(2006BAD19B0504)。

作者简介: 张亚梅(1979—), 女, 中国林科院木材工业研究所硕士研究生。

通讯作者: 于文吉, 男, 中国林科院木材工业研究所研究员, 博士。

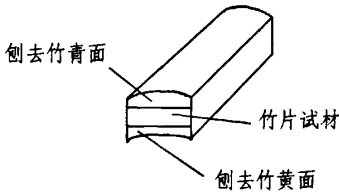


图1 竹材试件加工示意图
Fig. 1 Sample preparation

汽处理和热空气中处理。考虑到竹条尺寸较小、不易干裂,笔者选择热空气处理的方法,使处理工艺简单化。将试件放置在鼓风干燥箱中,按设定的温度和时间进行处理,之后在室温下放置 48 h。

2) 因子水平设置:采用双因素试验法,考察热处理温度和时间的影响。热处理温度为 100、120、140、160、180、200、220 ℃共 7 个水平,热处理时间为 1、2、3、4 h 共 4 个水平,每组试件 15 个。

3) 竹材材色测试:按照 1976 年国际照明委员会 CIE(L*a*b*)标准色度学理论,采用分光测色仪,对热处理竹材的材色进行定量表征。每个试件靠近竹青端的平面,取 3 个测点。主要物理参数:

明度(L*)、红绿轴色度指数(a*)、黄绿轴色度指数(b*);并与未处理材进行比较,根据公式(1)计算出处理竹材与未处理竹材的色差 ΔE^* 。

$$\Delta E^*=[(\Delta L^*)^2+(\Delta a^*)^2+(\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (1)$$

2 试验结果及讨论

对试验结果进行方差分析,结果如表 1 所示,可知:热处理的温度和时间,对竹材 L*、a*、b* 的影响均比较显著;其中,热处理温度的影响更显著。

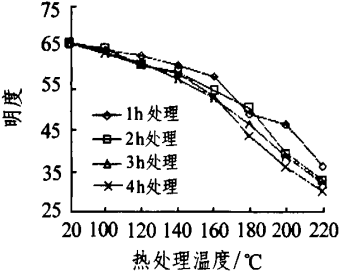
表1 热处理工艺对竹材材色影响的方差分析
Tab. 1 Variance of analysis of heating temperature and duration on discoloration of the specimens

视觉参数	变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
L*	处理时间	1 258.856	3	419.619	62.580	**
	处理温度	49 795.248	6	8 299.208	1 237.708	**
	误差	2 749.174	410	6.705		
	总计	1 156 477.830	420			
a*	处理时间	9.920	3	3.307	2.812	**
	处理温度	907.347	6	151.225	128.597	**
	误差	482.142	410	1.176		
	总计	33 483.950	420			
b*	处理时间	465.100	3	155.033	35.826	**
	处理温度	19 413.209	6	3 235.535	747.687	**
	误差	1 774.230	410	4.327		
	总计	205 597.940	420			

注: $F_{0.05}(3,420)=2.6$; $F_{0.05}(6,420)=2.1$ 。

2.1 对竹材明度 L* 的影响

毛竹竹材经热处理后,其 L* 的变化如图 2 所示。



注: 20℃ 对应未处理竹材的指标。下同。

图2 热处理对竹材明度 L* 的影响

Fig. 2 Effect of heat treatment on L* of the specimens

由图 2 可以看出,随着热处理温度的升高,竹材的 L* 呈逐渐下降的趋势。竹材在 100 ℃ 时处理 1~4 h,其 L* 相对于未处理竹材无显著差异。

当热处理温度高于 100 ℃ 时,竹材的 L* 显著降低。例如:在 180 ℃ 处理 1 h 的竹材,其 L* 相对于未处理竹材下降约 26.14%;而 220 ℃ 处理 1 h 的竹材,其 L* 的降幅达 45.32%。

当热处理温度相同时,处理竹材的 L* 亦随热处理时间的延长而降低;当热处理温度高于 140 ℃ 时,热处理温度越高,时间的影响越显著。

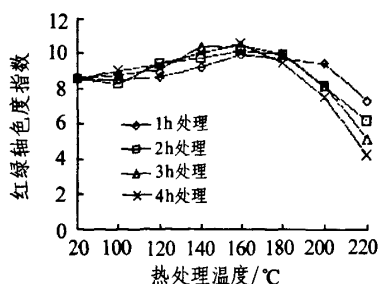
竹材 L* 随热处理温度和时间变化的趋势,与热处理木材相似^[1-3]。有研究表明:木材颜色的加深,主要是由于氧化生成了苯醌等物质^[4]。以水青冈为例,热处理后含氧功能团(如羧基、乙酰基等)损失,碳含量增加,促使木材表面的颜色加深^[5]。竹材的有机组成与木材类似,其反应机理是否亦类似,有待研究。

2.2 对竹材红绿轴色度指数 a* 的影响

毛竹竹材经热处理后,其 a* 的变化如图 3 所示。

图 3 显示:当热处理温度低于 120 ℃ 时,处理竹材的 a* 无显著差异;当温度升至 120~200 ℃ 时,处理竹材的 a* 先增后减,在 160 ℃ 时达到峰值,说明竹材表面的颜色向红色正方向变化;当温度达 200 ℃ 时,处理竹材的 a* 值与未处理竹材又无显著差异,其原因有待于进一步探讨。

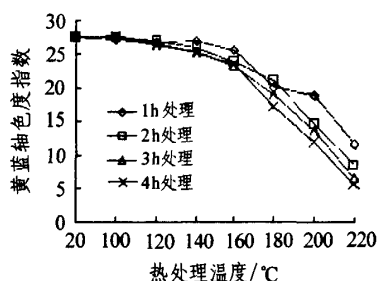
当温度高于 200 ℃ 时,处理竹材的 a* 值下降,降幅最大为 53.35%。说明热处理竹材表面的颜色转向红绿轴的中心轴方向靠拢。

图3 热处理对竹材红绿轴色度指数 a^* 的影响Fig. 3 Effect of heat treatment on a^* of the specimens

热处理时间对竹材的 a^* 也有一定的影响,并且,同 L^* 一样,温度越高,热处理时间的影响越显著。当热处理温度高于 200 °C 时,随着热处理时间的延长,处理竹材的 a^* 显著下降。试验结果与热处理冷杉的研究结果相近^[6]。

2.3 对竹材黄蓝轴色度指数 b^* 的影响

毛竹竹材经热处理后,其 b^* 的变化如图 4 所示。

图4 热处理对竹材黄蓝轴色度指数 b^* 的影响Fig. 4 Effect of heat treatment on b^* of the specimens

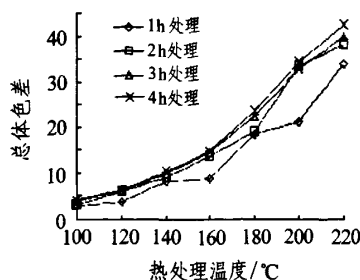
由图 4 可知:当温度高于 140 °C 时,随着热处理温度的升高,处理竹材的 b^* 显著下降,说明竹材表面的颜色,开始向黄蓝轴的中心轴方向靠拢。

处理竹材的 b^* 随着热处理时间的延长而下降;并且,同 L^* 、 a^* 的变化趋势一样,温度越高,时间的影响越显著。如在 220 °C 下处理 1 h,竹材的 b^* 比未处理材下降 57.85%,而处理 4 h 后降幅达 79.41%。

2.4 对竹材总体色差 ΔE^* 的影响

由图 5 可知,处理竹材的 ΔE^* 随着热处理温度的升高而逐渐加剧;并且,热处理时间越长, ΔE^* 随热处理温度的变化斜率越大。

热处理竹材与未处理竹材的总体色差增大,在视觉上,表现为处理竹材的颜色变暗。对热处理木材的研究表明,热处理后木材成分的溶解、氧化及抽提物的分解,是其颜色变化的主要因素^[7]。竹材热处理后化学成分的变化及对材色的影响,有待进一步研究。

图5 热处理对竹材总体色差 ΔE^* 的影响Fig. 5 Effect of heat treatment on ΔE^* of the specimens

3 结论

1) 在本试验范围内,随热处理温度的升高和时间的延长,竹材表面 L^* 降低, ΔE^* 增大,在视觉上表现为热处理后竹材的颜色变暗。

2) 热处理温度对热处理竹材 L^* 、 a^* 、 b^* 的影响,比热处理时间的影响显著。

3) 热处理竹材的颜色变化趋势,与热处理的温度和时间具有较高的线性相关性。因此理论上,可由线性方程确定热处理工艺条件,使竹制品表面的颜色达到预期要求。

参考文献:

- [1] 张守娟,张士成,张守慧. 加热处理对不同树种材色的影响[J]. 林业科技, 1996, 21(1): 44-46.
- [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] Bror Sundqvist, Olov Karlsson, Ulla Westremark. Determination of formic acid and acid concentrations formed during hydrothermal treatment of birch wood and its relation to color, strength and hardness [J]. Wood Sci Technol, 2006, 40(7): 549-561.
- [4] B F Tjeerdsm, M Boonstra, A Pizzi, et al. Characterisation of the thermally modified wood: molecular reasons for wood performance improvement[J]. Holz Roh Werkst, 1998, 56(3): 149-153.
- [5] Elisabeth Windeisen, Claudia Strobel, Gerd Wegener. Chemical changes during the production of thermo-treated beech wood [J]. Wood Sci Technol, 2007, 41(6): 523-536.
- [6] Alvaro Tejada, Takashi Okuyama, Hiroyuki Yamamoto, et al. Reduction of growth stress in logs by direct heat treatment: assessment of a commercial-scale operation [J]. Fundamental Disciplines, 1997, 47(9): 86-93.
- [7] D Varga, M E van der Zee. Influence of steaming on selected wood properties of four hardwood species [J]. Holz Roh Werkst, 2008, 66(1): 11-18.

(责任编辑 向琴)