

应用技术

热处理温度对橡胶木物理性质的影响

李 民, 李晓文, 秦韶山, 李家宁, 林位夫, 谢贵水

(中国热带农业科学院橡胶研究所; 国家重要热带作物工程技术研究中心, 海南儋州 571737)

摘要: 在 170、185、200、215 ℃ 四种温度下, 分别处理橡胶木 3 h, 检测处理材的质量损失率、颜色、pH 值等。结果表明, 随着热处理温度的升高, 处理材的质量损失率、色差明显增大, 材色加深, 明度、pH 值、平衡含水率下降。

关键词: 热处理; 橡胶木; 质量损失率; 颜色; pH 值; 平衡含水率

中图分类号: TS781.3; S794.1

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2011)04-0047-03

Influence of Heat Treatment Temperature on Physical Properties Rubber Wood

LI Min, LI Xiao-wen, QIN Shao-shan, LI Jia-ning, LIN Wei-fu, XIE Gui-shui

(Rubber Research Institute, CATAS; State Engineering and Technology Research Center
for Key Tropical Crops, Danzhou 571737, Hainan, China)

Abstract: In order to improve rubber wood (*Hevea brasiliensis*) biological durability, the authors studied the effect of steam heat treatment (170~215 ℃) on the weight, color, pH value and moisture content of heat-treated rubber wood. The results indicated that with increasing temperature, the mass loss rate and chromatic aberration ΔE of the samples increased, but the color become darker, brightness L^* , equilibrium moisture content and pH value decreased.

Key words: heat treatment; rubber wood; mass loss; color; pH value; equilibrium moisture content

橡胶树(*Hevea brasiliensis*)是我国热带地区主要的人工林树种, 种植面积达 1 500 万亩, 居世界第 5 位, 原木年产量约 200 万 m^3 , 既为橡胶工业提供原料, 同时也提供大量的木材资源, 主要用于家具生产, 产值超过 15 亿元。

将木材置于 160~230 ℃ 的高温、低氧环境下进行一定时间的热处理, 木材组分中的羟基含量减少, 木材吸湿性降低, 利用这一原理, 可使木制品的尺寸稳定性和耐腐性增强。与药剂处理法相比, 热处理工艺更环保安全。目前国内热处理材主要用于地板、户

外家具和木质装饰墙等领域。

国内外学者就热处理对木材物理力学性能、耐腐性能等的影响进行了大量研究^[1-4], 但对橡胶木热处理材的性能研究相对较少。橡胶木纹理美观, 密度适中, 但极易霉变、虫蛀和腐朽, 热处理能提升其产品的附加值, 并扩大使用范围。

因此, 笔者采用过热蒸汽作为传热介质和保护气体, 探讨热处理温度对橡胶木质量、颜色和 pH 值等的影响, 为扩大橡胶木的应用领域及其热处理材的工业化生产, 提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 试验材料

橡胶木, 品系为 PR107, 海南龙江地区产, 树龄 30 年, 在同一林分, 橡胶木距地面 2~4 m 间, 取无腐朽和节疤的边材, 制成规格 960 mm×70 mm×26

收稿日期: 2010-11-09; 修改日期: 2011-06-20

基金项目: 海南省自然科学基金项目(809033); 海南省重点科技计划项目(ZDXM20100019); 中央级公益性科研院所基本科研业务专项资金项目(XJSYWFZX2009-10)。

作者简介: 李民(1982—), 男, 中国热带农业科学院橡胶研究所研究实习员。

通讯作者: 李家宁, 男, 中国热带农业科学院橡胶研究所副研究员。

mm(纵向×径向×弦向)的锯材,窑干至含水率 12%~14%,备用。

1.2 试验设备

木材热处理箱,电热鼓风干燥箱,HP-200 型精密色差仪,植物微型粉碎机,CyberScan pH510 型数显 pH 计。

1.3 处理工艺

将试材堆垛装载在容积为 0.3 m³ 的热处理箱内,设定热处理温度,分别为 170、185、200 和 215 °C,处理 3 h 后降温出窑。采用过热蒸汽,作为加热介质和保护气体。

1.4 性能检测

1) 质量损失率

取 4 组试材,规格(纵向×弦向×径向)55 mm×50 mm×22 mm,各 10 个,分别测得热处理前后的绝干质量,计算其质量损失率。

2) 颜色变化

根据色度空间理论,取 4 组试件,各 12 个,在每个试件上选取 3 个测试点,以素材的颜色参数为基准,计算橡胶木热处理前后的颜色变化, L^* —明度指数, a^* —红绿轴色度指数, b^* —黄蓝轴色度指数, ΔE —色差^[5]。

3) pH 值

按照 GB/T 6043-1999《木材 pH 值测定方法》,分别测定素材及热处理材的 pH 值。每一种木粉平行测定 2 次,取平均值。

4) 平衡含水率

按照 GB 1931-91《木材含水率测定方法》,检测试材处理前后的平衡含水率。

2 结果与分析

2.1 质量损失率

经热处理后,橡胶木的质量损失率如图 1 所示。

从图 1 看出,随着热处理温度升高,试材质量损失率逐渐增加。主要原因是,高温下半纤维素降解以及木材内部抽提物挥发;同时,半纤维素分解产生的乙酸,对木素和纤维素的结构变化或分解具有催化作用^[6],加剧了木材的热降解。

2.2 颜色变化

热处理橡胶木的颜色参数变化见图 2。

图 2 显示,随着处理温度的提高, L^* 呈下降趋势,最大降幅达 30%, ΔE 上升,最大增幅则达到了 60%, b^* 先增大后减小, a^* 则呈现不规则变化。

• 48 •

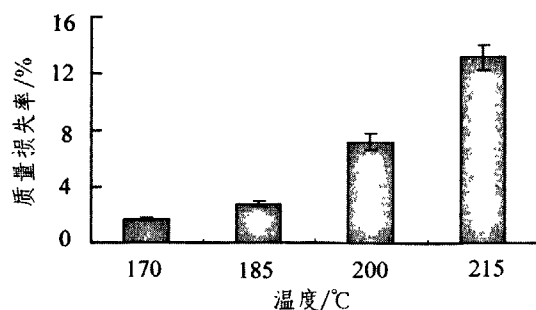


图 1 不同热处理温度下试材的质量损失率

Fig. 1 Mass lose rate of samples at different heat-treating temperatures

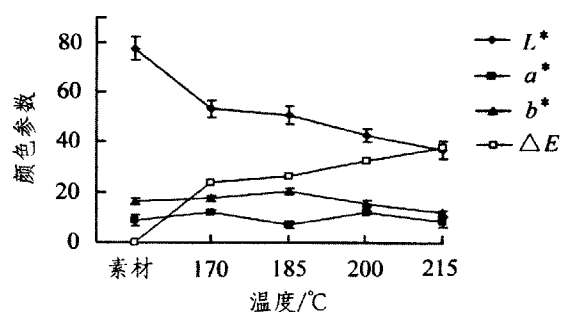


图 2 不同热处理温度下材色变化

Fig. 2 Color of samples under different heat-treating temperatures

木材变色是一个复杂的物理、化学变化过程,主要是因为木材中发色和助色基团的增减和改变所致。而热处理使木质素等成分发生热化学反应形成发色基团,如醌类化合物等^[7]。

明度变化是引起材色变化的主要因素,处理温度越高,明度降幅越大,材色亦越深^[5]。橡胶木经过热处理后,颜色在明显加深的同时,变得更加均匀一致,由浅棕色变为深褐色。

2.3 pH 值

素材及热处理橡胶木的 pH 值,列于图 3。

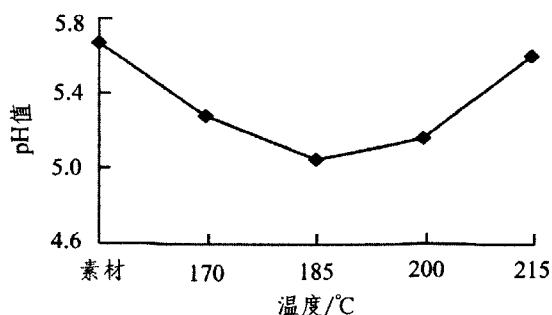


图 3 不同热处理温度下试材的 pH 值变化

Fig. 3 pH value of samples under different treating temperature

由图3看出,随着热处理温度的逐渐升高,橡胶木pH值呈现出先降低后升高的趋势,但均低于素材,降幅为1%~11%。原因是在高温条件下,细胞壁中的半纤维素最先发生裂解,脱去乙酰基团,主要生成乙酸和水,同时产生甲酸、甲醇和糠醛等物质,导致了木材pH值的下降,在酸的作用下,细胞壁进一步降解,多糖分子链断裂,糖类聚合度减小^[8-9]。

随着热处理温度的继续升高,处理材pH值上升,与已有的研究结果有所不同^[10-11]。其原因可能是在热处理的化学反应过程中,不仅发生脱乙酰反应,还伴随有酯化反应。木素中的羟基与游离酸发生酯化反应,且温度愈高,酯化反应程度愈剧烈^[9]。游离酸的消耗,导致木材pH值上升,且温度愈高,上升幅度愈大。

2.4 平衡含水率

橡胶木热处理完成时为当年的1月份,在室内放置至3月、7月、11月时,其平衡含水率,见图4。

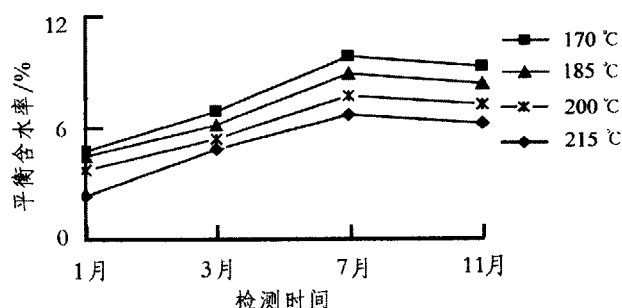


图4 不同热处理温度下试材的平衡含水率变化

Fig. 4 Effect of heat treatment temperature on equilibrium moisture content of rubber wood samples

橡胶木素材的平衡含水率约17%。2010年的1月份平均温度17.3℃、湿度79%,3月份平均温度21.8℃、湿度81%,7月份平均温度27.8℃、湿度84%,11月份平均温度21.2℃、湿度83%。

由图4可知,随着处理温度上升,热处理材平衡含水率降低,其中经215℃热处理后,平衡含水率降幅达到了85%。处理材在室内放置至3月份(2个月后),试件的平衡含水率均有小幅升高,表明热处理材仍具有吸湿性。在室内放置至7月(6个月后),试件继续吸湿,平衡含水率增加;放置至11月时(10个月后),平衡含水率略有降低,解吸量很小,表明试件在室内放置至7月份时,平衡含水率已基本达到稳定。

7月,室内的平均温度和相对湿度均达到一年中的最大值,故认为试件在此时基本达到了室内平衡含水率的最大值。与刚完成热处理时(1月)相比,7月

份,各温度处理材的平衡含水率均升高了4%~5%左右,但仍明显低于素材,降幅为42%~60%。

半纤维素降解是平衡含水率降低的重要原因。此外,纤维素非结晶区的降解,以及交联反应亦导致试材平衡含水率下降^[6]。

3 结论

1) 在本试验范围内,随着热处理温度的升高,橡胶木热处理材质量损失率亦增大。

2) 明度指数 L^* 随着热处理温度的升高显著下降,最大降幅为30%,颜色逐渐由浅棕色变为深褐色,可用于仿珍贵树种,提升产品的附加值。

3) 热处理橡胶木的pH值是先降低后升高,但热处理材的pH值低于素材。

4) 热处理能使橡胶木的平衡含水率明显下降,有利于扩大其使用范围。

参考文献:

- [1] 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):4-7.
- [2] 龙超,郝丙业,刘文斌,等.影响热处理木材力学性能的主要工艺因素[J].木材工业,2008,22(1):43-45.
- [3] 周建斌,邓丛静,蒋身学,等.炭化木物理力学性能的研究[J].林产工业,2008,35(6):28-31.
- [4] 程大莉,蒋身学,张齐生.杉木热处理材的耐腐性研究[J].木材工业,2008,22(6):11-13.
- [5] 李涛,顾炼百,江宁.高温热处理对水曲柳材色的影响[J].林业科学,2009,45(12):149-153.
- [6] Bruno M Esteves, Idalina J Domingos, Helena M Pereira. Pine wood modification by heat treatment in air[J]. BioResources, 2008, 3(1): 142-154.
- [7] B F Tjeerdsmas, M Boonsrea, A Pizzi, et al. Characterisation of thermally modified wood: molecular reasons for wood performance improvement[J]. Holz als Roh- und Werkstoff, 1998, 56(3): 149-153.
- [8] 曹永建.蒸汽介质热处理木材性质及其强度损失控制原理[D].北京:中国林业科学研究院,2008.
- [9] B F Tjeerdsmas, H Militz. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood[J]. Holz als Roh- und Werkstoff, 2005, 63(2): 102-111.
- [10] 谢延军.欧洲云杉热处理的研究[D].哈尔滨:东北林业大学,2001.
- [11] L Awoyemi, M C Jarvis, A Hapca. Effects of preboiling on the acidity and strength properties of heat-treated wood[J]. Wood Science and Technology, 2009, 43(1-2): 97-103.

(责任编辑 张一萍、姜征)