

应用技术

热处理对色木耐腐性能和颜色的影响

黄茹¹, 马振香¹, 杨洪杰², 王建², 刘彦龙¹

(1. 北华大学林学院, 吉林吉林 132000; 2. 吉林森工金桥地板集团有限公司, 吉林长春 130021)

摘要: 为提高色木的耐腐性能, 对色木进行热处理改性, 探究处理温度、处理时间和干燥基准对色木的耐腐性能和颜色的影响。结果表明: 随着处理温度升高, 试样的耐腐性能和色差均增加, 明度降低。采用本试验的热处理工艺, 改性色木的耐腐性能达 GB/T 13942.1-1992 中的 II 级, 且颜色与红木类珍贵木材相似。

关键词: 色木; 热处理; 工艺参数; 耐腐性能; 木材颜色

中图分类号: TS652; S782.33 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2014)03-0046-03

Influence of Heat Treatment on Color and Decay Resistance of *Acer Mono* Wood

HUANG Ru¹, MA Zhen-xiang¹, YANG Hong-jie², WANG Jian², LIU Yan-long¹

(1. College of Forestry, Bei Hua University, Jilin 132000, Jilin, China;

2. Jinqiao Wood Floor Group Limited Company of Jilin Forestry Industry, Changchun 130021, Jilin, China)

热处理技术可使木材的尺寸稳定性和防腐性能提高, 并且使木材颜色发生变化, 因不采用化学药剂, 具有安全、环保等优点, 现已成为木材改性与保护的重要方法之一^[1]。

我国是世界上槭树种类最多的国家之一, 据调查, 东北林区次生林中, 仅色木(色木槭)、白牛槭的林地面积近 16 万 hm^2 , 蓄积量超过 860 万 m^3 ^[2]。色木花纹美观, 但锯解、切削较难, 不易胶合, 且在干燥过程中常出现开裂、干缩湿胀和翘曲等缺陷, 限制了其应用领域。在家具制造中, 色木多用于生产拉手、腿脚等部件; 染色的色木可代替红木用于乐器制造, 亦可用于模具等制造; 热处理的色木可用于木雕工艺品、园林木构件、仿古建筑及古建筑维修等领域。因此, 对色木进行改性, 提高其尺寸稳定性和耐腐性能意义重大。

鉴于此, 笔者前期研究了热处理工艺对色木尺寸

稳定性的影响^[3], 结果表明, 热处理后色木的尺寸稳定性明显提高, 其中热处理温度对色木尺寸稳定性的影响最大。

在此研究的基础上, 笔者进一步研究热处理工艺对色木耐腐性能和颜色变化的影响, 旨在延长色木的使用寿命, 并利用其颜色的变化, 拓展在古建筑维修、仿古家具等领域的应用。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1) 试材: 色木(*Acer mono Maxim.*), 取自吉林省蛟河林业实验区管理局, 规格(长×宽×厚) 420 mm×145 mm×35 mm, 常规干燥至含水率 10% 以下, 无开裂、腐朽、变色等缺陷。

2) 试菌: 彩绒革盖菌(*Coriolus versicolor*), 东北林业大学提供。

1.2 试验装置

炭化窑; 分光测色仪; 蒸汽高压灭菌器等。

1.3 试验方法

色木的密度较高, 为避免其在热处理过程中发生

收稿日期: 2013-07-04; 修改日期: 2014-04-09

基金项目: 吉林省重大科技成果转化项目“森林抚育材/速生材高值化利用技术集成转化”(11ZDZH004)。

作者简介: 黄茹(1988—), 女, 北华大学硕士研究生。

责任作者: 刘彦龙, 男, 北华大学教授。

扭曲变形,综合考虑其各项性能。本试验选用过热蒸汽作为介质,以热处理温度、时间和干燥基准作为影响因素。

热处理过程包括:二次干燥阶段(温度低于 120℃之前)、高温处理阶段(120℃~最高温阶段)、降温调湿阶段。

干燥基准分为软、中、硬,其对应热处理二次干燥阶段的干湿球温差分别为 7、9、11℃。按照 $L_9(3^4)$ 进行正交试验,因子和水平列于表 1。

表 1 试验因子与水平

Tab. 1 Experimental factors and levels

水平	A 热处理 温度/℃	B 热处理 时间/h	C 干燥 基准
1	180	2	软
2	200	4	中
3	220	6	硬

1.4 性能检测

1) 耐磨性能

参照 GB/T 13942.1-1992《木材天然耐久性试验方法木材天然耐腐性实验室试验方法》,以未经热处理的试材为对照材,检测试样的失重率,表征其耐腐性能。每个工艺参数下取 9 个试样。

2) 颜色

采用 CIE(1976) (L^* 、 a^* 、 b^*) 色度学空间表色系统,对处理前后试样弦切面、径切面进行明度 L^* 、红绿轴色品指数 a^* 、黄蓝轴色品指数 b^* 的测定,并计算色差 ΔE^* [4]。各工艺参数下取 9 个试样。

2 结果与分析

2.1 热处理工艺对色木耐腐性能的影响

不同热处理工艺条件下,色木的耐腐性能检测结果和方差分析,分别见表 2、表 3。

通过表 2 可知,与对照材相比,随着热处理温度升高、热处理时间延长,处理材的失重率降低,耐腐性能提高。

从表 3 看出,热处理温度对色木耐腐性能的影响显著。这主要是因为,在高温条件下,木材组分发生变化,亲水性的羟基减少,热稳定性较差的半纤维素和纤维素降解,多糖物质分解;同时,木材含水率的降低也抑制了菌类的生长 [5-7],从而使处理材的耐腐性能提高。

表 2 热处理材室内耐腐性能检测结果

Tab. 2 Decay resistance of samples
in a laboratory test

试验号	A	B	C	失重率/%	耐腐等级
1	1	1	1	38.0	Ⅲ
2	1	2	2	30.0	Ⅲ
3	1	3	3	26.0	Ⅲ
4	2	1	2	26.0	Ⅲ
5	2	2	3	21.0	Ⅱ
6	2	3	1	20.0	Ⅱ
7	3	1	3	4.0	I
8	3	2	1	5.2	I
9	3	3	2	1.6	I
对照材				79.0	Ⅳ

表 3 热处理对色木耐腐性能影响的方差分析

Tab. 3 Analysis of variance of heat treatment
parameters on decay resistance of samples

因素	偏差平方和	均方	F 值	显著性
A	1201.07	600.53	74.78	*
B	69.93	34.96	9.63	
C	24.86	12.43	3.42	

注:自由度 $n=2$, $F(0.05)=19.00$,下同。

2.2 热处理工艺对色木颜色的影响

处理试样的 L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔE^* 检测结果及方差分析,如表 4、5 所示。为考察热处理对木材不同切面影响的差异性,分别从弦切面、径切面测定木材颜色参数。

根据表 4 可知,随着热处理温度的升高,色木弦切面、径切面的明度 L^* 均下降,色差 ΔE^* 明显增大;与对照材相比,热处理材的 a^* 和 b^* 均增大,弦切面、径切面颜色差异减小,但规律性不明显。

表 5 方差分析结果显示,热处理温度和时间对色木试样 L^* 、 ΔE^* 的影响显著。热处理后色木由浅黄色变为深棕褐色。

木材颜色主要与木材中的木质素和抽提物中羰基($C=O$)、苯环、羟基($-OH$)、羧基($-COOH$)等显色物质有关。热处理色木颜色的加深,主要是因为随着热处理温度的升高、热处理时间的延长,热稳定性较差的纤维素及半纤维素降解,变色原物质的活性提高,在木材内部发生氧化聚合等反应,生成新的有色物质,改变了木材表面对光的吸收,从而导致材色的改变 [8-10]。

表4 不同热处理条件下色木 L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔE^* 的检测结果Tab. 4 L^* , a^* , b^* , ΔE^* of samples
under different heat treatment parameters

试验号		L^*	a^*	b^*	ΔE^*
对照材	弦切面	69.20	8.40	17.20	
	径切面	76.17	7.37	15.82	
1	弦切面	68.29	6.90	20.19	3.47
	径切面	68.96	8.53	21.38	9.18
2	弦切面	66.12	8.52	22.86	6.45
	径切面	64.31	8.79	22.96	13.91
3	弦切面	55.02	11.01	23.41	15.70
	径切面	59.09	10.20	23.41	18.91
4	弦切面	56.82	9.69	22.04	13.36
	径切面	59.89	11.03	25.52	19.31
5	弦切面	48.10	11.63	22.92	22.06
	径切面	55.16	9.01	23.12	22.31
6	弦切面	47.40	9.60	21.64	20.33
	径切面	46.05	9.66	18.66	30.35
7	弦切面	43.28	9.26	18.55	25.97
	径切面	42.81	9.75	18.79	33.58
8	弦切面	40.35	9.30	18.13	28.88
	径切面	38.59	9.84	17.04	37.69
9	弦切面	37.10	8.62	15.18	32.17
	径切面	37.39	8.56	15.30	38.80

表5 热处理对试样材色影响的方差分析

Tab. 5 Analysis of variance of heat treatment parameters
on color of samples

色度指数	因素	偏差平方和	均方	F值	显著性
L^*	A	844.74	422.37	732.67	*
	B	130.68	65.34	113.34	*
	C	13.81	6.90	11.98	
a^*	A	2.05	1.02	0.76	
	B	0.28	0.14	0.10	
	C	2.31	1.15	0.86	
b^*	A	53.60	26.80	9.78	
	B	4.67	2.33	0.85	
	C	7.19	3.59	1.31	
ΔE^*	A	699.63	349.82	486.91	*
	B	110.07	55.03	76.60	*
	C	8.90	4.45	6.19	

红木类木材的颜色参数色空间分布特征为: L^* 为26~47, a^* 为1~17, b^* 为1~21,呈偏黑色、暗红褐色^[11]。在本试验中,当热处理温度为200℃、时间6h、中基准,及热处理温度220℃时,处理色木的 L^* 、 a^* 、 b^* ,均在红木类木材颜色参数范围内。因此,采用热处理改变色木的颜色,可使其具有仿真珍贵木材的效果。

已有研究表明,热处理温度越高、时间越长,对木材力学强度的影响越大。综合考虑热处理色木的耐腐蚀性能和颜色,笔者推荐较优的热处理工艺参数为:温度200℃,时间6h,中基准。

采用该工艺处理后,经检测,色木试样的抗弯强度107.2 MPa,弹性模量14 840.0 MPa,弦向硬度4.9 MPa,径向硬度3.9 MPa,满足GB 50005-2003《木结构设计规范》中的相关要求。

3 结论

1) 与未处理材相比,热处理色木的耐腐蚀性能明显提高,热处理温度对耐腐蚀性能的影响显著。

2) 经过热处理后,色木试样的明度降低,色差增大,并且随着热处理温度的升高、热处理时间的延长,变化更加明显。

3) 综合考虑各因素,优化的热处理工艺参数:温度200℃,时间6h,中基准。采用该工艺处理的色木,主要力学性能达到GB 50005-2003的要求。

4) 今后有待对热处理改性引起色木木材颜色变化的机理进行深入研究。

参考文献:

- [1] 李延军,唐荣强,鲍滨福,等. 高温热处理木材工艺的初步研究[J]. 木材工业,2008,35(2): 16-18.
- [2] 殷东生,葛文志,张凤海,等. 色木槭天然次生林种群竞争关系研究[J]. 植物研究,2012,32(1): 105-109.
- [3] 黄茹,刘彦龙,唐朝发. 高温热处理对色木尺寸稳定性的影响[J]. 林业实用技术,2012,(11): 100-102.
- [4] 周宇,王金林. 杨木单板染色工艺与表面材色的关系[J]. 东北林业大学学报,2006,34(5): 51-54.
- [5] 王晓旭. 高温热处理条件对速生材炭化木性能的影响[D]. 北京林业大学,2007: 17.
- [6] 马星霞,蒋明亮,吕慧梅,等. 樟子松热处理材耐腐蚀性能的评价[J]. 木材工业,2009,23(5): 45-47.
- [7] 李惠明,陈人望,严婷,等. 热处理改性木材的性能分析Ⅱ[J]. 木材工业,2009,23(3): 46-48.
- [8] 韩英磊. 木材及其处理材耐光色牢度的研究[D]. 北京:中国林科院,2012: 51.
- [9] 杨少春,王克奇,戴天虹,等. 基于 L^* a^* b^* 颜色空间对木材分类的研究[J]. 林业机械与木工设备,2007(10): 28-30.
- [10] 王晓峰,樊永明,高建民. 刺槐木素受热处理变色的光谱分析[J]. 林业科技开发,2008(4): 6-9.
- [11] 陈潇俐. 红木类木材表面特性的研究[D]. 南京林业大学,2006: 14.

(责任编辑 张一萍)