

热处理工艺对落叶松材色及力学性能的影响

于雪斐^{1,2}, 贾东宇¹, 伊松林¹, 何正斌¹

(1. 北京林业大学材料科学与技术学院, 北京 100083; 2. 中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 对落叶松木材进行热处理, 探讨热处理温度和时间对试材颜色指数和力学性能的影响。结果表明: 随着处理温度的升高和处理时间的延长, 木材的颜色变深, 密度和质量降低, 各项力学性能亦有下降。

关键词: 落叶松; 热处理; 木材变色; 力学性质

中图分类号: TS6; S791.222

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2010)06-0039-03

Heat-Treatment Influence on Larch Discoloration and Mechanical Properties

YU Xue-fei^{1,2}, JIA Dong-yu¹, YI Song-lin¹, HE Zheng-bin¹

(1. College of Materials Science and Technology, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China;

2. Research Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

Abstract: Larch lumber was treated at 160 to 220 °C for 1 to 4 hours and then evaluated for aberration (ΔE^*), (ΔH^*), (ΔC^*) and mechanical properties. The test results showed that the high temperature and duration had remarkable effects on the specimen's ΔE^* , ΔH^* , and ΔC^* . The treated samples density, weight loss, and mechanical properties changed considerably as the temperature increased and the heating time was extended.

Key words: *Larix gmelinii*; heat-treated; wood discoloration; mechanical properties

我国启动天然林保护工程和速生丰产用材林工程以来, 人工林已逐步成为木材加工原材料的主力。落叶松是主要的人工林树种之一, 主要分布在内蒙古、黑龙江大兴安岭林区, 占林区林地面积的70%以上。目前仅大兴安岭林区落叶松林已达92万 hm^2 , 其中成熟林蓄积量5 890万 m^3 , 中龄林蓄积量1 840万 m^3 , 二者占全国用材林木蓄积量的22.9%^[1]。开发落叶松高效利用技术, 对扩大其使用范围和提高附加值, 缓解木材供需矛盾, 具有重要意义。

热处理工艺可以改变木材的物理和化学性质, 提高其尺寸稳定性。热处理工艺不添加任何化学试剂, 同时, 高温处理可使木材中的油脂受热排出, 使处理材更易进行后续加工, 但处理材的力学强度会有所降低。本研究探究落叶松木材材色和力学性质变化与

热处理工艺的关系, 旨在为生产企业提供技术参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

落叶松(*Larix gmelinii*), 产于大兴安岭, 含水率约10%, 无明显缺陷, 规格(长×宽)400 mm×90 mm, 厚度分20、40、60 mm三种, 各48块。

1.2 试验设备

DF204 高温热处理设备, 自制; 多点温度检测仪; ZB-A 色度仪; AL-B 万能力学试验机。

1.3 试验方法

1) 试件端面用环氧树脂和铝箔封闭, 以保证在干燥过程中, 木材中的水分仅从侧面蒸发;

2) 在试件侧面钻3个 $d=1\text{ mm}$ 的小孔, 孔中心分别距表面1 mm、1/4试件厚、试件中心处, 孔深为试件宽度的1/2。用于测量试件温度变化。

3) 将热电偶埋入试件中, 再将试件放入已设定好温度和湿度值的干燥箱中。处理温度设置为160、

收稿日期: 2009-06-18; 修改日期: 2010-09-19

基金项目: 广东省教育部产学研结合项目(2009B090600110)。

作者简介: 于雪斐(1984—), 女, 中国林科院木材工业研究所博士研究生。

通讯作者: 伊松林, 男, 北京林业大学副教授。

180、200、220 ℃，处理时间设为 1、2、3、4 h。

1.4 性能检测

1) 测量试材处理前后的色度指数，计算处理材与素材色差，取其平均值。

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

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

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

式中： ΔC^* —饱和度差； ΔE^* —色差； ΔH^* —色相差； ΔL^* —明度差； a^* —红绿轴色度指数； b^* —黄蓝轴色度指数。

2) 按照 GB/T 1933-1991《木材干缩性测定方法》，检测试件的密度和失重率。

3) 按照 GB/T 1936.1-1991《木材抗弯强度试验方法》、GB/T 1935-1991《木材顺纹抗压强度试验方法》、GB/T 1937-1991《木材顺纹抗剪强度试验方法》、GB/T 1938-1991《木材顺纹抗拉强度试验方法》，分别测试试件的弯曲强度、顺纹抗压强度、剪切强度和拉伸强度。

2 结果与讨论

2.1 热处理对落叶松色度指数的影响

热处理前后试材的颜色变化，如图 1 所示。

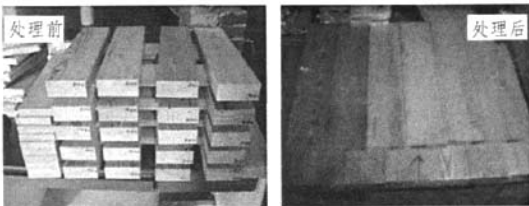


图 1 处理前后落叶松试件的色泽变化

Fig. 1 Color changes of larch lumber before and after heat treatment

由图 1 可以看出，落叶松试材经热处理后，颜色均有不同程度的加深，可利用材色的变化仿名贵木材，提高其附加值。

热处理落叶松材的饱和度差 ΔC^* ，色差 ΔE^* ，色相差 ΔH^* 的变化趋势，见图 2。

由图 2 可知，3 种厚度的热处理材，除②号和③号试材在 200、220 ℃下，随着处理时间的增加， ΔC^* 略有下降，其余均随着处理时间的增加呈现出上升趋势。处理时间相同的条件下，①号试材在 160、180、200 ℃下，②号板材在 160、180、220 ℃下，及③号试材，均表现出处理温度愈高 ΔC^* 愈大。

木材抽提物中所含的色素、单宁和树脂等发色物质。有些色素本身为带色物质，使木材显色；有些抽提物本身无色，加热氧化后生成有色物质，从而使木材呈现出颜色^[2]。

3 种厚度的试材，在同一处理时间下，处理温度升高， ΔE^* 增加；处理温度相同时，随着处理时间延长， ΔE^* 呈上升趋势，变化较缓。

在处理时间一致时，①号试材在 180、200、220 ℃下，②号板材在 160、180、200 ℃下，以及③号板材，随着处理温度的上升， ΔH^* 增加。处理时间延长，①、②号试材在 160、220 ℃时，③号试材在 220 ℃时， ΔH^* 出现下降趋势，其余呈现出不同程度的上升。

由于半纤维素的热解生成颜色较深的物质所引起的。加热约 150 ℃时，多糖醛酸开始发生化学反应，生成吸湿性差的聚合物，同时加热使吸着水除去，使材色加深。

2.2 热处理对落叶松密度和失重率的影响

热处理对试材密度和失重率的影响(图 3)。

图 3 显示，随处理温度的升高，处理材失重率增加，密度下降率先下降，至 180 ℃后逐渐上升。随着保温时间的延长，试材失重率上升，密度下降率呈现波动性。试材厚度增加，失重率上升，密度下降率先下降、后增加。

究其原因，主要因为热处理温度愈高，处理时间愈长，木材化学组成降解反应愈加剧烈，以及木材内含物随着温度的升高而挥发和排出，木材的胞壁物质因热分解而减少，导致木材的密度和质量随之下降。

2.3 热处理对落叶松力学性质的影响

选择厚度为 40 mm 落叶松试材，进行了处理温度和处理时间对其力学性能影响的检测(图 4)。

从图 4 可以看出，处理材的各项力学性能，均随着处理温度的上升而降低。抗压、抗剪强度降幅有限；抗拉强度降幅较明显。当处理时间延长，各项力学性能呈下降趋势，但变化幅度均较小。其原因是木材化学大分子链随着处理温度升高而断裂，油脂等排出，密度降低，导致力学性能下降。

3 结论

1) 经过不同条件的热处理后，3 种厚度落叶松试材的 ΔC^* ， ΔE^* 和 ΔH^* 均有增加，视觉上木材的颜色由黄白变为深棕色。

2) 随着处理温度、处理时间和试材厚度的增加，试材的质量和密度下降。

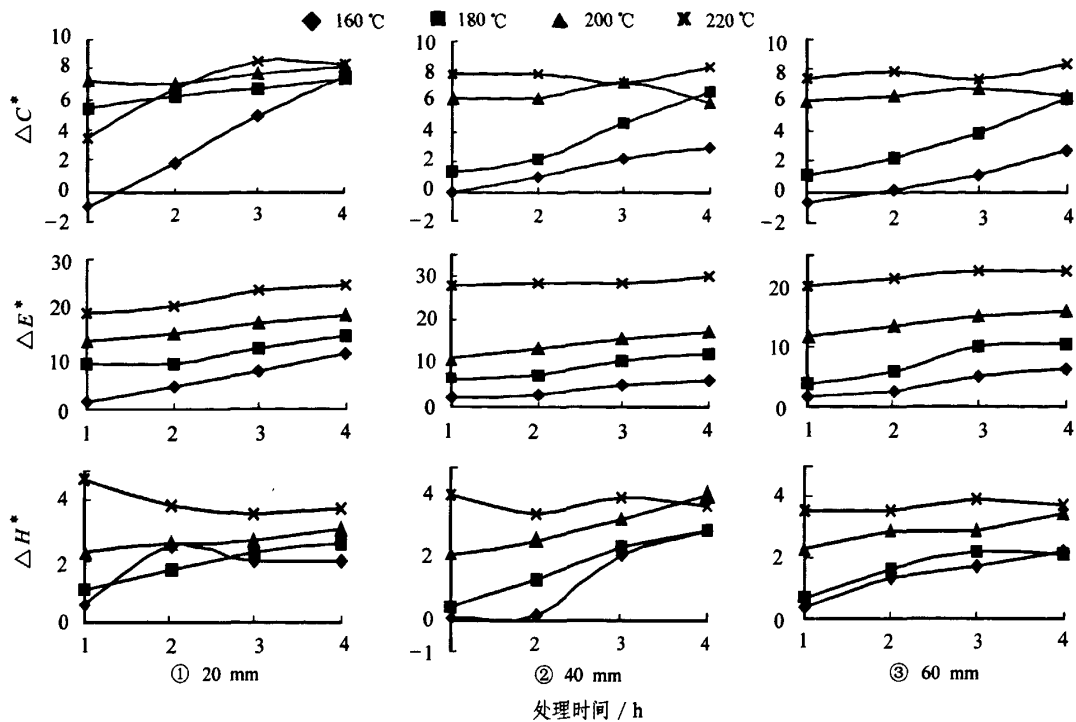


图 2 不同热处理工艺及试材厚度下材色的变化趋势
Fig. 2 Sample discoloration of with different thicknesses under different temperatures and durations

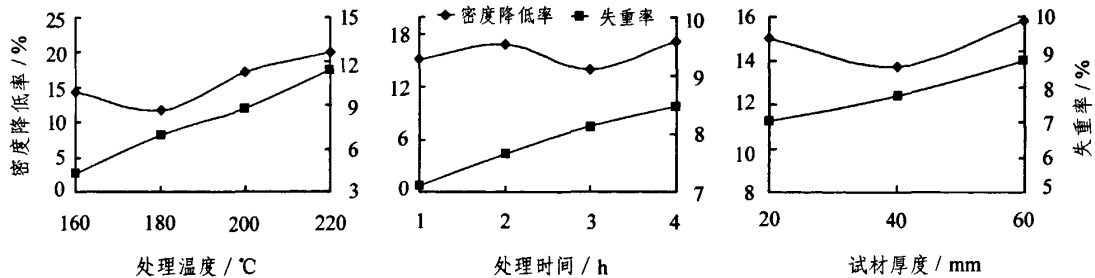


图 3 不同热处理工艺和板厚度下试材的密度和失重率
Fig. 3 Sample density and weight loss with different thicknesses under different temperatures and durations

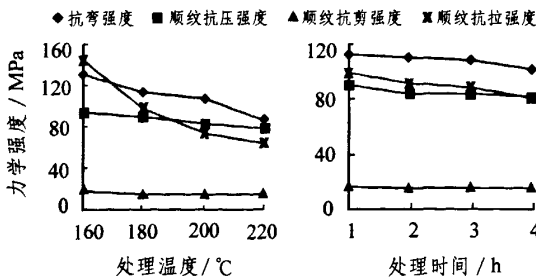


图 4 力学强度与温度和处理时间的关系

Fig. 4 Relationship between mechanical properties and heat treatment

3) 随着处理时间延长,处理温度上升,试材的力学强度有不同程度的降低。基于保证木材强度的出发点,落叶松较佳的处理工艺为温度 160 °C,时间 3 h。

参考文献:

[1] 王天龙. 兴安落叶松脱脂研究的现状及发展趋势[J]. 木材加工机械, 2004(4):22-24.
[2] 郑志峰. 木材的颜色是如何产生的[J]. 云南林业, 2005, 26 (2):32.

(责任编辑 姜 征、张一萍)