

应用技术

60 mm 厚枫香木材快速干燥工艺

徐开蒙¹, 彭鹏祥¹, 涂登云¹, 李凯夫¹, 陈金棒²

(1. 华南农业大学林学院, 广州 510642; 2. 贵州金鸟木业有限公司, 贵州三都 558100)

摘要: 针对 60 mm 厚枫香木材, 在常规干燥工艺的基础上, 通过试验探索出先高温喷蒸预热、后降温, 再恒温干燥的改进工艺。试验结果表明: 采用改进干燥工艺, 不仅干燥周期比常规干燥缩短约 12 d, 而且板材干燥质量显著提升, 有助于提升枫香木材的干燥效率, 节约企业的干燥成本。

关键词: 枫香; 干燥工艺; 干燥速度; 干燥质量

中图分类号: TS652 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2011)06-0038-03

Fast Drying Schedule for 60 mm-Thick *Liquidambar formosana* Lumber

XU Kai-meng¹, PENG Peng-xiang¹, TU Deng-yun¹, LI Kai-fu¹, CHEN Jin-bang²

(1. College of Forestry, South China Agriculture University, Guangzhou 510642, Guangdong, China;

2. Guizhou Jinniao Timber Co Ltd, Sandu 558100, Guizhou, China)

Abstract: The authors modified a conventional drying schedule for 60 mm thick *Liquidambar formosana* lumber to improve the drying speed. The modified schedule included three steps: pre-heating lumber under high temperature, lowering the temperature, then drying the lumber under a constant temperature. Compared with the conventional drying schedule, the modified one saves nearly 12 days when drying 60 mm thick *Liquidambar formosana* lumber from initial moisture content of 100% to a final 12%. The dried lumber quality was also improved.

Key words: *Liquidambar formosana*; drying schedule; drying speed; drying quality

枫香(*Liquidambar formosana*)是我国重要的优良乡土速生阔叶树种之一, 是人工林结构调整首选树种之一, 广泛种植于南方, 现今已成为浙江、湖南、安徽、福建、江西等地最主要的人工造林树种之一, 目前多数用于观赏、药用等领域, 近年来其生产应用研究倍受重视^[1-2]。

产自贵州三都县的枫香木材径级多为 20~30 cm, 具有速生、适应性强等优良特性^[3], 其木材色泽较浅, 硬度适中, 易加工, 旋刨性能良好, 是室内装饰、家具及乐器制作的优质材料^[4]。但枫香的内含物丰富, 易蓝变、发霉, 砍伐后需尽快进行加工利用。由于贵州三都经济条件以及技术水平的限制, 当地难以解

决枫香木材干燥过程中扭曲变形和开裂的问题^[5], 因此, 枫香木材仍主要用作薪材。

为了提高枫香木材的利用率, 笔者与贵州当地某企业联合, 开展了枫香木材的干燥工艺试验研究。首先开发出满足企业生产要求的常规干燥工艺, 并在此基础上, 进一步改进优化工艺, 以期缩短木材干燥周期, 帮助企业提高生产效率, 节约生产成本。

1 材料和方法

1.1 材料

枫香(*Liquidambar formosana*)木材, 产自贵州三都县, 初含水率约 100%, 锯制成规格为长(顺纹)×宽(弦向)×厚(径向)=1 000 mm×125 mm×60 mm 的试件共 200 块, 分成两组, 分别按常规干燥工艺和改进干燥工艺进行试验, 要求终含水率 10%~15%。

收稿日期: 2010-11-25; 修改日期: 2011-09-23

基金项目: 2011 年贵州省重点技术创新计划项目(2011064); 华南农业大学校长基金项目(C02060102)。

作者简介: 徐开蒙(1986—), 男, 华南农业大学硕士研究生。

通讯作者: 涂登云, 男, 华南农业大学副教授, 博士。

1.2 设备

企业的两台 80 m³ 蒸汽加热顶风机型干燥窑, 分别用于常规和新工艺干燥试验。

1.3 方法

1.3.1 干燥工艺基准的制定

1) 常规干燥工艺 60 mm 厚枫香木材的常规干燥工艺基准, 列于表 1。

表 1 60 mm 厚枫香木材常规干燥和改进干燥工艺基准
Tab. 1 Conventional and modified drying schedules for 60 mm-thick *Liquidambar formosana* lumber

工艺种类	含水率/%	干球温度/℃	湿球温度/℃	温差/℃	备注
常规干燥工艺	>35	42	40	2	
	30~35	45	42	3	
	25~30	48	43	5	
	中间处理	50	49	1	处理 16 h
	20~25	52	45	7	
	15~20	55	42	13	
	10~15	58	41	17	
	最终处理	60	56	4	处理 16 h
改进干燥工艺	>50	65	60	5	
	45~50	65	63	2	
	第 1 次中间处理	65	64	1	处理 12 h
	40~45	65	62	3	
	35~40	65	60	5	
	30~35	65	58	7	
	第 2 次中间处理	65	64	1	处理 12 h
	25~30	65	55	10	
	20~25	65	50	15	
	15~20	65	48	17	
	10~15	65	45	20	
	平衡处理	65	48	7	处理 24 h
	调湿处理	65	61	4	处理 8 h

干燥前期的干湿球温差设为 2℃, 以避免试材在高含水率的情况下, 发生表裂和扭曲等缺陷; 随着含水率降低, 干球温度逐渐升高, 干湿球温差加大, 在含水率约 25% 时进行中间处理, 使得木材吸湿, 含水率略有回升; 干燥后期采用 16 h 的最终处理, 以提高试材内部含水率的均匀性。

2) 改进干燥工艺 包括高温喷蒸预热、降温, 后期恒温干燥三个过程。

① 在干燥前期, 先不控制干球温度, 而采用直接喷蒸加热的方法, 将窑内温度提升至 85℃, 相对湿度接近 100%, 干湿球温差维持在 0~0.5℃ 范围内; 在此条件下保温 12 h, 对试材进行充分的预热。由于此阶段干燥窑内温湿度过高, 难以进行板材实时含水

率测量, 故仅在进窑前和高温喷蒸结束后, 对板材各进行一次含水率对照测试。

② 维持干湿球温差在 1~2℃ 的条件下, 以 1℃/h 的速度, 将窑内温度降至 65℃, 进入后期恒温干燥过程。

③ 采用 65℃ 恒温干燥工艺, 以保证木材干燥质量, 避免过高的温度, 使木材中自由水排除过快而产生表裂等缺陷。按照表 1 干燥基准进行试材干燥, 每 24 h 对含水率检测板进行称量, 并计算实时含水率^[6]; 根据含水率实时检测结果及窑内材堆的实际干燥情况, 调节干燥基准: 先降干球温度, 再降湿球温度, 温度变化的速度不超过 1℃/h, 避免干湿球的温差增大。

企业在前期生产中发现, 枫香木材在含水率为 40%~50% 时, 易产生表裂和扭曲变形。因此, 本试验设定, 在此含水率范围内的干湿球温差尽可能小, 保持在 2~3℃, 并在含水率约 40% 左右时, 进行一次中间处理, 释放前期积累的干燥应力。干燥后期进行 24 h 平衡处理和 8 h 终了调湿处理, 以消除板材厚度方向上的含水率差异和残余应力。

1.3.2 干燥质量的检验

从两种工艺干燥的试材中各随机抽取 20 块, 根据 GB/T 6491-1999《锯材干燥质量标准》, 检测干燥后试材的横弯度、扭曲度、顺弯度、厚度上含水率偏差、残余应力等指标, 并进行对比分析。

2 结果与分析

2.1 干燥速度

在两种干燥工艺条件下, 60 mm 厚枫香试材的干燥速度, 如图 1 所示。

1) 常规干燥工艺

如图 1a 所示, 在常规工艺条件下, 60 mm 厚枫香试材从初含水率 100.2%, 干燥到终含水率 12.59%, 共用时 760 h(31.7 d)。

2) 改进干燥工艺

在本试验条件下, 前期升温 and 降温至 65℃ 阶段, 共用时 48 h(2 d), 试材含水率降至 55.66%。此阶段板材内部的温度梯度和含水率梯度均为内高外低, 可以加速板材内部自由水的扩散速度, 从而极大地提高枫香试材的干燥速度。

后期恒温干燥阶段, 枫香试材的含水率从 55.67% 降至 12.57%, 共用时 428 h(17.8 d), 干燥速度如图 1b 所示。

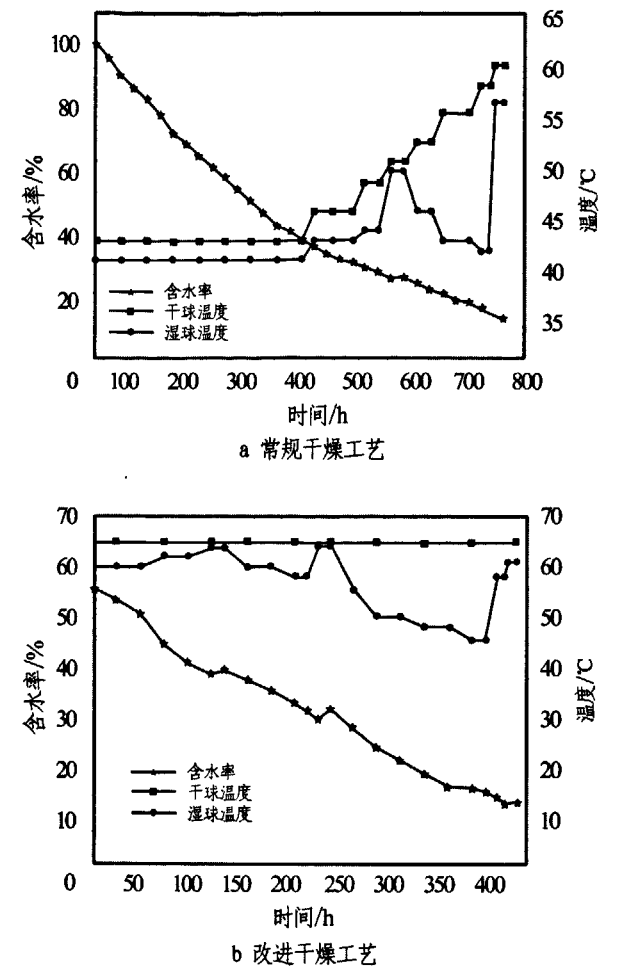


图1 60 mm厚枫香木材干燥速度曲线
Fig.1 Moisture movement in 60 mm-thick *Liquidambar formosana* lumber under two drying schedules

图中两次含水率曲线的波动,均由中间处理引起,分别发生在易表裂、扭曲的干燥前期和易发生变形的纤维饱和点附近^[7]。

改进工艺整个干燥周期共用时 476 h (19.8 d),比常规干燥工艺干燥周期缩短约 12 d。

2.2 干燥质量

干燥后试材干燥质量的检测结果及方差分析,分别列于表 2、3。

表 2 两种工艺干燥枫香木材的质量			
Tab. 2 Drying performance of the two drying methods			
指标	常规工艺	改进工艺	GB/T 6491-1999 一级要求
横弯度/%	0.91±0.02	0.71±0.03	<1
扭曲度/%	0.69±0.06	0.45±0.05	<1
顺弯度/%	0.54±0.03	0.36±0.04	<1
厚度上含水率偏差/%	1.89±0.02	1.36±0.02	<2
残余应力/%	1.32±0.02	0.77±0.01	<1.5

表 3 两种干燥工艺干燥质量的方差分析					
Tab. 3 Variance of analysis of drying qualities					
for two drying methods					
项目	横弯度	扭曲度	顺弯度	厚度上含水率偏差	残余应力
t 检验	6.592	8.540	6.490	15.274	11.083
显著值	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
显著性	**	**	**	**	**

注: ** 表示在 0.05 水平下显著。

表 2 和表 3 结果表明,两种工艺干燥的 60 mm 厚枫香板材,其质量存在显著差异;采用改进工艺干燥的枫香板材,其横弯度、扭曲度、顺弯度、厚度上含水率偏差和残余应力,均低于常规工艺干燥板材,且达到 GB/T 6491-1999 一级要求。

3 结论

- 1) 对 60 mm 厚枫香木材,采用先高温喷蒸预热、后降温,再恒温干燥的改进干燥工艺,从初含水率 100%干燥到终含水率 13%,共用时 476 h (19.8 d),比常规工艺的干燥周期缩短约 12 d。
- 2) 采用改进工艺干燥枫香木材,较少产生扭曲变形和开裂等缺陷,干燥质量达到 GB/T 6491-1999 一级要求。该工艺应用于实际生产,有助于企业提升干燥速率和干燥木材的附加值。

参考文献:

[1] 翁琳琳,蒋家淡,张鼎华,等. 乡土树种枫香的研究现状与发展前景[J]. 福建林业科技,2007,34(2): 184-189.

[2] 周侃侃,徐漫平,郭飞燕,等. 枫香木材性质及其加工性能研究[J]. 林业科技开发,2009,23(5):51-54.

[3] 赵杨,王秀荣,唐荣华. 贵州省枫香优树选择研究[J]. 山地农业生物学报,2009,28(6): 530-534.

[4] 徐漫平,周侃侃,黄丽霞. 木荷、枫香树不同树龄木材理化性能差异性研究[J]. 江苏林业科技,2009,36(2):23-24.

[5] 李重根,李汇林. 枫香木材干燥基准的测定与研究[J]. 江西农业大学学报,1992,12(2):172-174.

[6] 涂登云,倪月忠,廖红霞,等. 平滑婆罗双地板坯料干燥工艺的研究[J]. 木材工业,2007,21(1):36-38.

[7] 徐开蒙,刘献奇,王杨,等. 铁线子地板坯料的干燥工艺[J]. 木材工业,2010,24(2):41-43.

(责任编辑 向 琴)

更正启事

1. 2011 年第 2 期第 2 页,右栏倒数第 8 行,“50 cm×50 cm”,应为“50 mm×50 mm”;

2. 2011 年第 5 期第 1 页,左栏第 7 行,应删除“、导管”。

特此更正。向作者和广大读者致歉!