

应用技术

相思树木材干燥特性及干燥工艺初探

蔡家斌¹, 孙照斌², 陆瑞新¹

(1. 南京林业大学, 南京 210037; 2. 西南林学院, 昆明 650224)

摘要: 采用百度试验法对 2.5 cm 厚相思树木材干燥特性进行了研究和分析, 参照百度试验缺陷等级以及干燥缺陷对应的干燥条件拟定了初步的干燥基准并进行相关的工艺试验及干燥材质量检验。结果表明: 相思树木材属难干材, 干燥速度宜为 0.32 %/h, 干燥周期 9.5 天, 干燥质量可达到国家二级锯材干燥标准。

关键词: 相思树木材; 百度试验法; 干燥特性; 干燥工艺

中图分类号: S792, S782.3 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2002)06-0025-03

Study on Drying Characteristic and Drying Technology for Rich Acaica Wood

CAI Jia-bin¹, SUN Zhao-bin², LU Rui-xin¹

(1. Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. Southwest Forestry College, Kunming 650224, China)

Abstract: The drying characteristics of Rich Acaica (*Acacia confusa*) wood was investigated following the procedure described in the 100℃ test method. The drying rate was 0.32%/h and the drying duration lasted for 228 hours (9.5 days). Performance test results showed that Rich Acaica belongs to the wood drying classification of "difficult to dry", yet this study demonstrated that the quality was capable of reaching the Chinese National Standard second grade level for sawn lumber drying.

Key words: Rich Acaica; 100℃ test method wood; Drying characteristic; Drying technology

相思树 (*Acacia confusa*) 主产于台湾, 福建、广西、广东及海南均有栽培。相思树木材有着较高的利用价值, 近几年来逐渐被应用于家具制造、地板及建筑业。但由于对相思树木材的干燥特性、干燥工艺、干燥机理的研究较少, 没有一套完整的干燥工艺可参照, 生产中只是根据与其特性相似木材的干燥基准进行作业, 因此, 干燥缺陷严重, 降等率高。本试验对海南产相思树木材的干燥特性、干燥工艺进行了研究与分析, 以期摸索出一条安全、有效的干燥基准和合理的干燥工艺供生产企业参考。

1 材料与方法

1.1 试材

采用上海某地板厂地板坯料, 产地海南省, 基本密度 0.672 g/cm³, 气干密度 0.828 g/cm³。规格为 (800~1 200) mm × 110 mm × (20~25) mm, 初含水

率均大于 45%。边材呈浅黄褐或黄褐色; 心材呈黑褐色, 常有黑色或暗褐色条纹。散孔材, 纹理交错, 结构细而匀, 质硬^[1]。

1.2 方法

采用百度试验法, 根据干燥特性及百度试验缺陷等级以及与干燥缺陷等级对应的干燥条件, 拟定相思树木材初步干燥基准, 然后按此基准进行干燥工艺试验, 最后进行质量检验及分析。

1.3 设备

烘箱、302A 型调温调湿箱、直尺、游标卡尺、台称、MP120 电子天平 (精度 0.001 g)。

2 相思树木材百度干燥试验^[2]

2.1 试验过程

百度试验标准试件取弦切板, 尺寸为 200 mm × 100 mm × 20 mm, 共 6 块。试件初含水率均大于 45%, 对其进行表面质量观察、尺寸测量、称重后, 竖直放入 (100 ± 3) °C 的恒温箱中干燥, 定期称重并记

收稿日期: 2002-09-11

作者简介: 蔡家斌 (1962-), 男, 南京林业大学木材工业学院讲师, 硕士。

录。前 2 次每 30 min 称重一次,之后每隔 2 h 称重一次。干燥 20 h 后,每 30 min 称重一次,直至前后两次重量不变。

2.2 结果及分析

据试验记录,对照 100 ℃干燥试验缺陷及干燥速度分级标准(表 1),得到相思树木材的干燥特性(表 2)。

表 1 100 ℃干燥试验中缺陷及干燥速度分级标准

Tab. 1 Classification of drying defects and drying rate in 100 ℃ test

等级	初期开裂	内裂	截面变形 mm	扭曲值 mm	干燥速度 h
1	无或仅有端面裂纹	无	0.5 以下	0.5 以下	10 以下
2	短端表裂	细裂 4 条以下或宽裂 1 条	0.6~1.0	0.6~3.0	11~15
3	长端表裂或劈裂,或短细表裂 10 条以下	宽裂 2~4 条或细裂 5~9 条,或宽裂 1~2 条和细裂 5~9 条	1.1~2.0	0.3~6.0	16~20
4	短细表裂 10 条以上或长细表裂或宽表裂 5 条以上	宽裂 5~8 条或细裂 10~15 条,或宽裂 2~4 条和细裂 5~9 条	2.1~3.5	6.1~9.0	21~30
5	长细表裂或宽表裂 5 条以上	宽裂 8 条以上,或细裂 15 条以上,或 5~8 条和细裂 10~15 条	3.6 以上	9.1 以上	30 以上

注:表 1 与表 2 中的干燥速度指含水率从 30%→5% 的干燥时间。

表 2 相思树木材的干燥特性

Tab. 2 Drying characteristics of Rich Acaica wood

初期开裂	等级	内部开裂	截面变形 mm	等级	扭曲值 mm	等级	干燥速度/h	等级
长细表裂宽表裂 5 条以上	5	无	0.2~1.5	3	3.1~6.0	3	24	4

(1)初期开裂 表 2 表明,相思树木材初期开裂严重,其中细长端裂和细表裂较多。试验发现,当含水率在 45%→30%时,初期开裂开始发生,含水率降至 25%以下时,开裂开始愈合。本试验试件含水率为 46.7%~50.2%,从发生初期开裂到完全愈合约需 16~18 h。初期开裂程度一般受干燥湿度影响较大,温度次之。因此,在拟定相思树木材干燥基准时,调节干燥初期的相对湿度到整个试验过程较高点,有利于整个干燥工艺的顺利进行。

(2)截面变形 试件含水率干燥到 1%以下状态(绝干状态),将试件从中间锯开,观察截面变形情况,发现有的截面因局部皱缩而凹陷形成瓦楞状变形。这是由于表层与内层存在的干缩差异大,在 100 ℃高温下剧烈干燥而导致。截面变形程度受干燥初期温度、湿度影响较大,受末期湿度影响较小。因此,调整干燥初期温度和湿度,可在很大程度上减少或避免截面变形。

(3)内部开裂 内裂程度受干燥初期温度、湿度、末期温度的影响较大,受末期湿度的影响较小。本次试验终了后把试件从中部锯开,对截面进行仔细观察,没有发现任何内部开裂现象,表明只要干燥基准合适,相思树木材不会出现内部开裂。

一般来说,表面开裂及内裂是木材的主要干燥缺陷,截面变形反映木材的塑性特征,主要是外层的伸张残余变形,这种残余变形既是内裂的主要根源,也是干燥终了时木材中残余应力的根源。

2.3 拟定相思树木材初步干燥基准

根据干燥特性和百度试验缺陷等级,参照缺陷等级对应的干燥条件(表 3),拟定相思树木材干燥基准(表 4)。

表 3 与干燥缺陷等级对应的干燥条件

Tab. 3 Drying condition corresponding to drying-defect classification

干燥缺陷	参数	与干燥基准缺陷对应的干燥条件				
		1 级	2 级	3 级	4 级	5 级
初期开裂	t_1	80	70	60	50	40
	Δt	5~7	4~6	3~4	2~3	1.5~2
	t_2	95	95	90	80	75
截面变形	t_1	80	70	60	50	40
	Δt	5~7	4~7	3~5	2~4	2
	t_2	95	90	85	75	70
内部变形	t_1	80	70	50	40	38
	Δt	5~7	4~7	3~5	2~4	2
	t_2	95	85	75	70	65

注: t_1 为干燥初期温度; t_2 为干燥末期温度; Δt 为干燥初期干、湿球温度差。

表 4 拟定的干燥基准

Tab. 4 Draught of drying schedule for Rich Acaica wood

含水率 %	干球温 度/℃	湿球温 度/℃	Δt ℃	平衡含 水率/%	相对湿 度/%	说明
35 以上	55	53	2	18	90	
35~30	58	54	4	14	81	中间处理
30~25	62	57	5	12.5	78	
25~20	67	58	9	9	64	中间处理
20~15	72	58	14	6.5	50	
15 以下	80	60	20	5	39	
第一次中 间处理	55	55		18	100	6 h
第二次中 间处理	67	66		9	95	5 h
终了处理	80	76		5		12 h

3 相思树木材干燥工艺试验

3.1 试验准备

选用 6 块地板坯料作为试验板,规格为(800~1 000)mm×(100~110)mm×(21~25)mm。按国标^[3]在每一块板上截取 2 块小试件,编号后称重,将其放入(100±3)℃的恒温箱中干燥至绝干(重量不

再改变),计算出各小试件的含水率并取其平均值为各块板的初含水率值。然后分别对 6 块板称初重,利用初含水率推算其绝干重。

3.2 试验过程^[4]

预热阶段 预热处理的目的是加热木材,并提高芯材的温度,以加快木材干燥阶段内部水分向表面移动。在该阶段升温速度为 1.5℃/h,采用相对湿度为 100%的方法对板材进行处理,当干湿球温度均为 55℃时保温 6 h。

干燥阶段 保温结束后将基准调至干球温度 55℃,湿球温度 53℃。初期干湿球温差较小,在干燥过程中,再根据含水率的变化,按干燥基准表逐步加大干湿球温差。

中间处理 在干燥过程中共进行 2 次中间处理过程,一次安排在含水率达 30%阶段,因为平均含水率在纤维饱和点阶段时,表层含水率较低,而芯层含水率较高,还含有大量的自由水。另一次在含水率达 20%阶段,当木材平均含水率在 30%→20%阶段内,表芯层的含水率梯度较大。处理后木材表层湿度增加,内应力减弱,同时使已经塑化固定的外层木材重新成为可塑而得到补充收缩。

终了调湿处理 由于试验板材较少,仅进行了终了调湿处理,目的是消除残余应力和含水率差异。处理的介质温度为 80℃,相对湿度与高于终了含水率 4%的含水率相平衡,处理时间为 12 h。

3.3 结果分析

衡量干燥锯材的干燥质量指标^[5]主要为:平均最终含水率、干燥均匀度、锯材厚度上的含水率偏差、应力偏差和可见干燥缺陷等。干燥质量统计及可见缺陷检测^[6]结果分别见表 5 和表 6。

表 5 干燥质量统计
Tab. 5 The statistics of drying quality of Rich Acaica wood

试件号	初含水率/%	平均终含水率/%	终含水率标准差/%	厚度上含水率偏差/%			应力偏差/%
				表层	芯层	偏差	
1	84.20	8.10	0.24	8.87	8.67	-0.20	0.07
2	80.13	11.15	1.04	11.68	13.90	2.22	1.90
3	85.24	8.12	0.42	9.01	8.73	-0.28	0.63
平均值	83.19	9.12					

表 6 可见缺陷检测结果
Tab. 6 The statistics of drying defects

试件号	顺弯		翘曲		顺弯		翘曲		顺弯		翘曲	
	h	l	度/%	度/%	h	l	度/%	度/%	h	l	度/%	度/%
1	0.5	69.0	0.72	0.2	69.1	0.29	0.3	10.1	2.97	1.0	69.1	1.45
2	0.3	70.0	0.42	0.4	69.9	0.57	0.5	9.0	5.56	0.2	69.9	0.29
3	0.45	69.3	0.65	0.4	69.5	0.58	0.1	10.2	0.98	0.4	69.3	0.58
平均			0.60			0.44			3.2			0.77

由表 5 可见,被检测的三块检验板中,同一块板不同部位的终含水率标准偏差最小为 0.24%,最大为 1.04%;厚度上终含水率偏差最小为 0.20%,最大的为 2.22%;三块检验板应力指标最小为 0.07%,最大为 1.90%。对照国家标准^[5]可知,试验干燥木材的平均最终含水率、干燥均匀度、锯材厚度上的含水率偏差、应力偏差等干燥质量指标达到国家标准二级。表 6 显示,除板材顺弯略高于标准外,其它弯曲质量指标均达到国家二级标准。

4 分析与讨论

4.1 含水率、温度与时间关系

图 1 显示了木材含水率随时间延长而下降的趋势。其中有几点略有回升,主要是因为经过中间处理或终了调湿处理后,在高温高湿环境中,木材周围环境的含水率高于其表层的平衡含水率,木材吸收了水分,使木材增重,含水率回升。

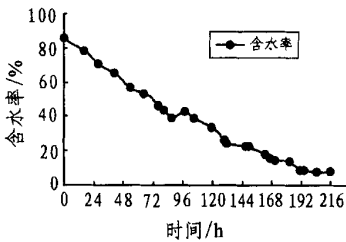


图 1 含水率与时间的曲线关系
Fig. 1 Relationship between wood moisture content and drying time

由表 7 可见,当含水率>30%时,干燥速度较快;当含水率<30%时,干燥速度较慢。这主要是由于干燥前期主要排除木材中的自由水,干燥后期含水率降至纤维饱和点以下,此时木材中的水分主要是以吸着水的形式在木材中移动,阻力较大而导致速度较小。

表 7 干燥时间和干燥速度
Tab. 7 Drying time and drying rate of Rich Acaica wood

试件号	初含水率/%	干燥时间/h	终含水率/%	干燥时间/h		干燥速度/(%·h ⁻¹)		平均	总平均
				>30%	<30%	>30%	<30%		
2	80.13	216	11.15	128	88	0.39	0.21	0.30	0.32
3	85.24	216	8.10	124	92	0.45	0.24	0.34	

4.2 分层含水率与时间关系

图 2 显示,木材干燥过程中存在着含水率梯度,且在干燥初期逐渐随时间增加增大,当含水率在 30%→20%阶段,含水率梯度最大,到了干燥后期又渐渐减小。在木材干燥过程中,表层的水先蒸发,然后内层的水分转移到外层,由此形成外低内高的含水率梯

(下转第 30 页)

色向负面变化。

2.5 优化试验

考虑到前期试验条件及试验范围的局限性,根据表 3 所列结果以及生产的具体情况,对马尾松板材脱脂工艺进行优化组合。选择 A 为 80℃、B 为 4 h、C 为 1:4、D 为 4.4 进行验证试验,其结果是:渗透深度为 1.35 cm,处理深度内的木材脱脂率为 92.1%,脱油率为 96.7%,脱脂处理成本约 38.0 元/m³。表 4 为其

表 4 处理材与未处理材物理力学性能的比率

Tab. 4 Ratio of physical and mechanical properties of treated and untreated wood

取样部位	冲击韧性比率 %	尺寸稳定性比率/%		顺纹抗压强度比率 %		硬度比率		抗剪强度比率	
		弦缩/胸缩	体积收缩	强度比率	%	径向	弦向	径向	弦向
根部	95.6	46.1	48.2	95.9	%	96.2	96.3	96.7	95.8
胸径部	95.5	45.4	48.5	95.4	%	94.5	95.6	95.4	95.3
梢部	95.2	45.2	48.9	94.8	%	94.3	94.2	93.8	94.7
平均值	95.4	45.6	48.5	95.4	%	95.0	95.4	95.3	95.3

注:指标比率=处理材指标值/未处理材指标值

它物理力学性能比率。

3 结论

采用脱脂剂 PW 对马尾松板材脱脂,试验得出较适合的工艺条件是温度 80℃、时间 4 h、浴比 1:4、pH 值 4.4,处理后板材呈现新鲜材材色,可以作为高档室内装饰和高档实木家具等用材。

参考文献:

[1] 王恺. 面向 21 世纪中国木材工业的发展初探[J]. 木材工业, 1999,13(1):3~4.

[2] 安徽农学院木材学系编. 马尾松[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.

[3] 施振华. 大力发展木材防腐[C]. 中国林学会木材工业分会, 新世纪初我国木材工业发展问题研讨会论文集, 2000.

[4] 罗杰·罗维尔[美]. 实木化学[M]. 刘正添等译. 北京: 中国林业出版社, 1998.

(上接第 27 页)

度。干燥条件愈剧烈,则水分梯度愈大,也愈促进干燥,但若超过了木材纤维组织分子聚合力的承受限度,就会引起开裂,故在此阶段试验安排了两次中间处理过程。

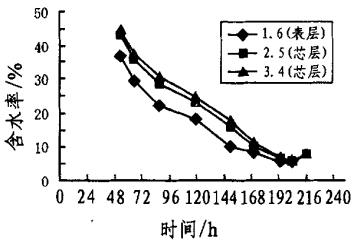


图 2 分层含水率与时间关系曲线

Fig. 2 Relationship between drying time and wood moisture content in layers of different thickness

4.3 可见干燥缺陷

由表 7 可见,顺弯变形略高于标准,主要是由于木材堆积不当,隔条间距离太大引起。横弯和翘弯则主要由于是径、弦向干缩不一致导致。所选试材取自海南省,均为速生材,因托运不便,试材原木直径较小,故变形较大。堆积时在材堆上沿隔条处加重物,可减小横弯和翘弯变形。扭翘的主要原因是木材纹理不通直,呈斜纹理或扭转纹理,在材堆上加重物可在一定程度上防止扭翘。

5 结论

1) 按百度实验法确定的基准进行相思树木材干燥工艺试验,并参照国家标准进行干燥质量检验,结果表明,所干燥木材的平均最终含水率、干燥均匀度、锯材厚度上的含水率偏差、应力偏差等指标达到国家标准二级。

2) 试验的干燥周期为 228 h(9.5 天),相思树木材在含水率 30%以上的干燥速度为 0.42%/h,在含水率 30%以下的干燥速度为 0.225%/h,总的干燥速度为 0.32%/h,属于难干燥木材。

3) 百度实验法得出的基准略偏软,若用于生产尚需做进一步试验和调整。

参考文献:

[1] 成俊卿. 中国木材志[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992:415~416.

[2] 何清慧. 木材干燥基准简易定法—百度试验法[J]. 木材工业, 1998,12(6):39~41.

[3] 许美琪. 红木家具生产中的木材干燥问题[J]. 广东家具, 2002,(1):27~32.

[4] 国家标准 GB/T 4823-1995. 锯材缺陷[S].

[5] 国家标准 GB 6491-86. 锯材干燥质量[S].

[6] 国家标准 GB 1931-91. 木材含水率测定方法[S].