

观光木木材干燥特性研究

符韵林¹, 邱炳发², 韦鹏练¹, 廖克波², 刘晓玲¹, 袁振双¹

(1. 广西大学 林学院, 广西 南宁 530004; 2. 广西良凤江国家森林公园, 广西 南宁 530031)

摘要: 为了获得观光木 *Tsoongiodendron odorum* 木材的基础干燥特性, 编制合理的干燥基准, 利用百度试验法对其木材干燥特性进行了研究。结果表明: 观光木属易干木材, 主要干燥缺陷为初期开裂和扭曲变形; 截面变形程度轻, 为 1~2 级; 干燥速度 2 级, 较快; 初期开裂严重, 为 3 级; 扭曲等级 3 级, 无内裂, 体积干缩系数小。针对主要干燥缺陷的等级情况, 参照百度试验缺陷等级以及干燥缺陷对应的干燥条件制定了 25~30 mm 厚观光木木材干燥基准, 为实际窑干过程的工艺控制提供理论依据。图 1 表 2 参 13

关键词: 林业工程; 观光木; 干燥特性; 百度试验法

中图分类号: S781.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2095-0756(2011)05-0767-04

Drying characteristics of *Tsoongiodendron odorum* wood

FU Yun-lin¹, QIU Bing-fa², WEI Peng-lian¹, LIAO Ke-bo², LIU Xiao-ling¹, YUAN Zhen-shuang¹

(1. Forestry College, Guangxi University, Nanning 530004, Guangxi, China; 2. Liangfengjiang National Forest Park of Guangxi, Nanning 530031, Guangxi, China)

Abstract: Wood drying is an important link in the utilization of wood processing with a reasonable drying process being very important to ensure drying quality and to improve the wood utilization rate. To obtain the basic drying characteristics and to prepare a reasonable drying schedule for *Tsoongiodendron odorum* wood, drying characteristics were determined using the 100 °C test method. Results showed that *T. odorum* wood dried easily with the cross-sectional deformation degree being light (from grades 1 to 2) and the drying speed being fast (grade 2). However, there were serious problems with the initial checks (judged to be grade 3) and with the degree of twist deformation (grade 3) having no internal cracks and a small volumetric drying shrinkage coefficient. Considering the main drying defect level and the defect level of the 100°C test method as well as the drying conditions corresponding to the drying defects, a reference drying schedule for *T. odorum* wood with a thickness of 25–30 mm was drawn up to provide a theoretical basis for control in a practical, kiln-dried process. [Ch, 1 fig. 2 tab. 13 ref.]

Key words: forest engineering; *Tsoongiodendron odorum*; drying characteristics; 100 °C drying test method

观光木 *Tsoongiodendron odorum* 别名观光木兰、宿轴木兰、香花木、香花楠, 系木兰科 Magnoliaceae 观光木属 *Tsoongiodendron* 常绿乔木, 是中国特有的古老孑遗树植物, 木兰科的单种属植物, 国家二级保护树种^[1-3], 主要分布于贵州、湖南、江西南部、福建、广东、广西、海南、云南东南部及台湾等地, 越南北部也有分布^[4-5]。该树种树干通直, 自然整枝良好, 树形优美, 高可达 20 m 以上, 胸径可达 1 m 以上^[2]; 生长迅速, 20 年生的观光木年平均树高年均生长量达 0.83 m, 年均胸径生长达 1.04 cm, 是亚热带阔叶树的佼佼者^[4]。其木材纹理直, 结构细, 易加工, 干燥后, 少开裂, 是建筑、家具、乐器和细木工等的优良珍费用材^[6]。关于观光木的培育、生长规律及生物学特性等已有相关报道, 但尚未看到有关观

收稿日期: 2010-11-14; 修回日期: 2010-12-29

基金项目: 广西自然科学基金重点项目(2010GXNSFD013024); “十一五”广西林业科技项目(桂林科字[2009]第 22 号)

作者简介: 符韵林, 副教授, 博士, 从事研究木材材性及功能改良研究。E-mail: fylin@126.com

光木木材干燥特性的研究。观光木材质优良,用途广泛,要对其进行加工利用首要解决的是木材的干燥问题。本研究主要研究观光木的木材干燥特性,并拟定预测干燥基准,为观光木的开发利用做理论储备。

1 材料与方法

1.1 试验材料

本实验采用观光木弦切板,取材于广西南宁市良凤江国家森林公园,共采伐6株,胸径16~28 cm。从树干胸高处向上锯取2 m长的原木,锯解成为200 mm×100 mm×20 mm ($L \times W \times H$)的标准弦切板和径切板,四面刨光。取无可见缺陷的弦切板8块,径切板和中心板各2块。其中弦切板用来评判木材干燥特性的等级,径切板和中心板作对比试验。

1.2 试验方法

试验按照百度试验法进行。具体步骤如下:①干燥开始前。在试件上标记测量点,测量试件的实际尺寸,精确至0.1 mm;用电子天平称量,精确至0.1 g。②干燥试验。将测量和称量后的试件沿纹理方向水平竖立于干燥箱内,在 (100 ± 2) °C的条件下进行干燥。观察干燥过程中试件初期端裂和表面开裂情况。试验开始隔0.5 h观测1次,2次后转入隔1 h观测1次;6 h后隔2 h观测1次;当裂缝开始愈合时,隔6 h观测1次。每次观测的同时还称量,记录水分的变化情况。③干燥结束。待测得2次质量基本不变时,停止烘干。将试件称量,测量扭曲、顺弯、瓦弯等后期变形情况。然后沿长度方向的中央锯取15 mm宽的含水率试片,测定其含水率并推算出试件的全干质量。在已烘干试样的新截断面检查内裂状况及截面变形程度。

2 结果与分析

2.1 确定观光木木材干燥缺陷等级

根据干燥试验数据,参照文献[7-9]确定观光木试件的缺陷等级。主要考察的指标有初期开裂、内裂、截面变形和扭曲变形,其对应的缺陷等级分别为3级、1级、1级和3级。

2.2 干燥特性分析

2.2.1 初期开裂 观光木的初期开裂主要为端裂和端表裂,有表裂、贯通裂出现,但数量较少。在第1次观察中(进烘箱0.5 h),未发现有任何裂纹;1 h后,除2号弦切板外,其余所有试件均产生了端裂,但裂纹的长度和宽度均较小,开裂等级为1级;此后,随着干燥的进行,裂纹的数量及长度迅速发展。大约在5~6 h时,初期开裂发展到最大值,此时的含水率为27%~34%,开裂等级达到3级。8~10 h后裂纹开始愈合,到结束干燥时,除中心板和径切板尚有较为明显的裂纹外,其余试件基本都愈合。根据试验观察,初期开裂是观光木的主要干燥缺陷,因此干燥时要注意干燥条件的控制,尽量避免初期开裂的产生,以确保干燥质量。

2.2.2 内部开裂 内裂主要起因于干燥引起的表面硬化和干燥应力,常发生在干燥后期,与干燥初期的干燥条件及末期温度有关,特别是较为严重的表裂会向内部延伸引起内裂^[8]。干燥试验结束后观察,所有试件均未产生内裂,其等级为1级。

2.2.3 截面变形 试验表明,观光木的截面变形程度比较轻,弦切板截面变形值为0.32~0.74 mm,平均值为0.48 mm,评定等级为1级。

2.2.4 扭曲和弯曲变形 试验结果表明,观光木弦切板的扭曲值为2.00~6.00 mm,平均为3.50 mm,评定等级为3级。弯曲变形中瓦弯最为严重,弦切板为0.82~2.05 mm,平均为1.27 mm;中心板和径切板的瓦弯变形平均值分别为0.95 mm和1.52 mm。

2.2.5 干燥速度 观光木干燥过程中含水率变化曲线见图1。经统计计算,试件的含水率初始时平均为98.3%,干燥结束时平均为0.96%,全程用时52 h,其全程干燥速度平均为 $1.87\% \cdot h^{-1}$;含水率由初始值降至30%平均用时5.6 h,该过程的平均干燥速度为 $12.13\% \cdot h^{-1}$;各弦切板试材含水率从30%降至5%所需时间为9.6~12.7 h,平均用时10.1 h,平均干燥速度为 $2.46\% \cdot h^{-1}$ 。据百度试验法干燥速度分级标准^[10-11],观光木木材干燥速度等级评定为2级,干燥速度较快。

2.2.6 干缩特性 根据试件干燥前后的尺寸变化计算得观光木的线干缩率为弦向 5.77%，径向 5.56%，对应的干缩系数分别为 0.199%和 0.191%。弦向与径向的干缩比值为 $1.04 < 1.5^{[12]}$ ，说明观光木在干燥过程中产生翘曲和开裂的趋势相对较小。观光木的体积干缩率为 11.24%，干缩系数为 $0.389% < 0.450%^{[13]}$ ，根据材性分级标准属小。

2.3 编制观光木木材干燥基准

通过试验获得了 3 种主要干燥缺陷的等级程度之后，参照与该项缺陷等级相对应的干燥条件^[7]确定观光木木材干燥的初期温度、初期干湿球温度差及末期温度见表 1，从中选出各温度和干湿球温差最低条件作为确定观光木木材干燥基准的基本条件^[7]。

表 1 试件干燥初步条件

Table 1 Preliminary drying conditions of samples

缺陷名称	等级	干燥初期温度/℃	初期干湿球温差/℃	干燥末期温度/℃
初期开裂	3	60	3 ~ 7	90
截面变形	1	80	5 ~ 7	95
内部开裂	1	80	5 ~ 7	95

根据表 1 确定：初期温度为 60℃，干燥初期干湿球温差为 3~7℃，终期温度为 90℃。根据试验结果，初期开裂和扭曲变形是观光木的主要干燥缺陷，因此在制定干燥基准时要重点考虑针对这 2 项干燥缺陷，合理安排各含水率阶段的温湿度变化，以保证干燥质量。

木材初期开裂程度一般与干燥初期干湿球温度差关系最大，与初期温度关系次之，与末期温度和末期干湿球温度差关系最小^[7]。扭曲变形主要是由于交错纹理造成的，在制定工艺基准时要考虑适当调低后期温度^[11]。因而在对观光木进行干燥时，前期的干湿球温度差不宜过大，升温不宜过快，可有效避免初期开裂的出现；中期升温幅度及干湿球温度差可适当加大，以提高干燥效率；同时为了防止扭曲变形的发生，对终期温度进行适当调低处理。根据实验记录，初期开裂多集中在含水率 64%左右出现，27%左右趋于稳定。故含水率在 64%以上时，干球温度为 60℃，干湿球温度差为 3℃；含水率在 64%~27%时，各阶段缓慢升温，之后的升温幅度可适当加大，以提高干燥效率。查含水率与干湿球温度差关系表^[7]，可以得出锯材的干燥基准；一般成材干燥多为家具用材，故而制定 25~30 mm 厚观光木木材干燥基准。最终干燥基准见表 2。

表 2 百度试验法确定的观光木木材 (25~30 mm) 干燥基准

Table 2 Drying schedule determined by 100℃ test for 25~30 mm *Tsoongiodendron odorum* wood

阶段	含水率/%	干球温度/℃	干湿球温度差/℃
1	60 以上	60	3
2	60 ~ 40	62	3
3	40 ~ 35	64	4
4	35 ~ 30	66	6
5	30 ~ 25	68	10
6	25 ~ 20	72	18
7	20 ~ 15	76	25
8	15 ~ 10	80	25
9	10 以下	85	25

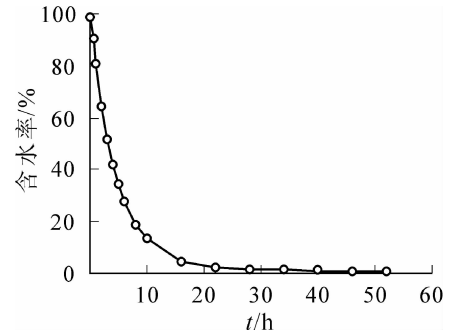


图 1 观光木含水率变化曲线
Figure 1 Curve of moisture change

3 结论

百度试验结果表明, 观光木的干燥速度较快, 含水率由 30% 降至 5% 所需时间为 9.59 ~ 12.70 h, 对应的特性等级为 2 级。

干燥试验中观光木试件的截面变形程度轻, 无内裂。2 项缺陷的等级均为 1 级。

初期开裂和扭曲变形是观光木的主要干燥缺陷, 2 项缺陷等级均达到 3 级。因此干燥初期干湿球温度差不能太大, 以避免初期开裂的产生; 后期温度亦不可过高, 以减少扭曲变形。

观光木体积干缩系数小, 弦向与径向干缩差异不大, 干燥过程中产生翘曲和开裂的趋势相对较小。制定了 25 ~ 30 mm 厚观光木木材的干燥基准。

参考文献:

- [1] 郭承则. 珍稀濒危树种观光木的引种研究[J]. 湖南林业科技, 1996, **23** (3): 67 - 68.
GUO Chengze. Research on the introduction of the rare and endangered tree species *Tsoongiodendron odorum* [J]. *J Hunan For Sci Technol*, 1996, **23** (3): 67 - 68.
- [2] 杜铃, 周菊珍, 蓝田, 等. 观光木的采种育苗技术[J]. 广西林业科学, 2001, **30** (2): 101.
DU Ling, ZHOU Juzhen, LAN Tian, *et al.* Technique of seed collection and seeding cultivation of *Tsoongiodendron odorum* [J]. *Guangxi For Sci*, 2001, **30** (2): 101.
- [3] 冯祥麟, 胡刚, 宋庆明, 等. 观光木引种栽培研究初报[J]. 林业实用技术, 2008(增刊 1): 38 - 40.
FENG Xianglin, HU Gang, SONG Qingming, *et al.* Primary research on introduction and cultivation of *Tsoongiodendron odorum* [J]. *Pract For Technol*, 2008 (supp 1): 38 - 40.
- [4] 邱德英, 彭春良, 康用权, 等. 优良乡土树种观光木选育与栽培技术研究[J]. 湖南林业科技, 2009, **36** (2): 19 - 21.
QIU Deying, PENG Chunliang, KANG Yongquan, *et al.* Research on the breeding and cultivation technique of *Tsoongiodendron odorum* [J]. *J Hunan For Sci Technol*, 2009, **36** (2): 19 - 21.
- [5] 叶书有. 优良观赏树种——观光木生物学特性及栽培技术[J]. 林业实用技术, 2009 (1): 55 - 56.
YE Shuyou. Biotic features and planting technology of the excellent ornamental trees *Tsoongiodendron odorum* [J]. *Pract For Technol*, 2009 (1): 55 - 56.
- [6] 池毓章. 观光木播种苗生长规律及育苗技术研究[J]. 福建林业科技, 2007, **34** (1): 122 - 125.
CHI Yuzhang. The study on growth regularity and the technology of grow seedings of *Tsoongiodendron odorum* Chun [J]. *J Fujian For Sci Technol*, 2007, **34** (1): 122 - 125.
- [7] 杜洪双, 唐朝发, 李杉, 等. 百度试验确定干燥基准在铁木上的应用[J]. 木材加工机械, 2003 (4): 19 - 23.
DU Hongshuang, TANG Chaofa, LI Shan, *et al.* Defining the drying schedule being used in hop-hornbeam with 100 °C test method [J]. *Wood Proc Machin*, 2003 (4): 19 - 23.
- [8] 刘元, 吴义强, 乔建政, 等. 桉树人工林木材的干燥特性及干燥基准研究[J]. 中南林学院学报, 2002, **22** (4): 44 - 49.
LIU Yuan, WU Yiqiang, QIAO Jianzheng, *et al.* A study of drying characteristics and drying schedules of eucalyptus plantation wood [J]. *J Central South For Univ*, 2002, **22** (4): 44 - 49.
- [9] 何清慧. 木材干燥基准简易确定法——百度试验法[J]. 木材工业, 1998, **12** (6): 39 - 41.
HE Qinghui. A simple determination method of wood drying schedule: 100 °C drying test method [J]. *China Wood Ind*, 1998, **12** (6): 39 - 41.
- [10] 李贤军, 李延军, 张星光. 柠檬桉和邓恩桉木材干燥特性初探[J]. 林产工业, 2004, **31** (2): 11 - 17.
LI Xianjun, LI Yanjun, ZHANG Xingguang. Study on rying characters of *E. citriodora* and *E. dunn* [J]. *China For Prod Ind*, 2004, **31** (2): 11 - 17.
- [11] 李娜, 何定华, 滕通濂. 5 种福建阔叶树材的干燥特性[J]. 木材工业, 1993, **7** (1): 30 - 33.
LI Na, HE Dinghua, TEN Tonglian. Drying characters of five Fujian hardwoods [J]. *China Wood Ind*, 1993, **7** (1): 30 - 33.
- [12] 徐有明. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 2006.
- [13] 刘一星. 中国东北地区木材性质与用途手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.