

擎天树木材干燥特性研究

邱炳发¹ 符韵林² 蒙好生¹ 韦鹏练² 陈卫国¹

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

摘要:为了掌握擎天树木材的干燥特性,制定合理的干燥基准,利用百度试验法研究擎天树的木材干燥特性,结果表明:擎天树木材干燥速度2级,较快;截面变形程度轻,为1~2级;初期开裂严重,为4级;扭曲等级1~2级,无内裂,弦径向干缩差异中等。针对擎天树木材的干燥特性,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25~30 mm厚擎天树木材干燥基准。在实际的窑干生产中只需对拟定的干燥基准进行适当地调整和优化便可以得到适合于擎天树木材的干燥基准,提高干燥基准的制定效率,为促进擎天树的开发和利用提供理论依据。

关键词:擎天树;干燥特性;百度试验法

中图分类号:S781.71 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2011)04-0738-05

A Study on Wood Drying Characteristics of *Shorea chinensis*

QIU Bin-fa¹, FU Yun-lin², MENG Hao-sheng¹, WEI Peng-lian², CHEN Wei-guo¹

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

Abstract: In order to know well the drying characteristics and draw up reasonable drying schedule for *Shorea chinensis* wood, its drying characteristics were investigated based on the 100 °C test method. The results showed that: The drying speed of *Shorea chinensis* wood was Grade 2, relatively fast; the degree of cross-section deformation was light from Grade 1 to 2; the initial checks were serious, being Grade 4; the degree of twist deformation was from Grade 1 to 2, no internal cracks, and it had a moderate difference in tangential shrinkage and radial shrinkage. Aiming at its drying characteristics and based on the defect level of 100 °C test method and the drying condition corresponding to the drying defects, a drying schedule reference of *Shorea chinensis* wood with the thickness of 25-30 mm was drawn up. In the actual production of kiln drying, only proper adjustment and optimization were needed to work out a suitable drying schedule for *Shorea chinensis* wood. All this improves the efficiency of drawing up a drying schedule and provides the theoretical basis for improving the development and utilization of *Shorea chinensis* wood.

Key words: *Shorea chinensis*; drying characteristics; 100 °C drying test method

擎天树(*Shorea chinensis*)为龙脑香科植物,主要分布在广西西南部的龙州、那坡、巴马、都安、大新、田阳等地及云南东南部的河口、马关地区^[1-3],是世界稀有珍贵树种,也是我国典型的热带常绿乔木,国家二级珍稀濒危保护植物^[4-5]。其树形高大挺拔,一般高50~60 m,胸径可达2 m以上^[4];自然整枝良好,分枝少,主干通直圆满,枝下主干高可达30 m以上^[4],出材率极高;生长迅速,16~20年生的擎天

收稿日期:2011-02-25 修回日期:2011-04-18

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

作者简介:邱炳发(1966-),男,工程师,主要从事木材加工和林业产业管理研究, E-mail: Qiubingfa@163.com。

树 树高连年生长量可达 1 m, 年平均生长量是杉木和松树树种的 2~3 倍^[2]; 20 年生擎天树 材积连年生长率为 20.7%~22.1%, 比同龄的其他阔叶树大 6.3%~7.7%^[6], 比伴生的其他阔叶树种高 43.7%~53.4%^[3]; 材质优良, 耐腐蚀性强, 易于加工, 花纹美丽, 是制造各种高档家具、胶合板以及工业木料、桥梁、建筑、乐器、体育器械等的优质材料^[2]。

培育优质速生用材林是当前商品林经营的切入点, 是提高林产品附加值的一项主要技术途径^[2]。擎天树是一种用途广泛, 经济价值较高的优质珍贵树种, 具有较好的速生性和较高的出材率, 生态适应范围比较宽^[5], 是很好的造林和用材树种, 极具推广价值。该树种自被重视以来, 不少地方都积极进行了引种试验。广西林业厅也已将其列为广西重点发展的珍贵树种。过去对擎天树的研究多涉及生物学特性, 引种栽培、育苗试验和人工造林等, 但在加工和利用方面还未见相关报道。木材干燥是木材加工利用的重要环节, 是影响木材利用和经济效益的关键因素。因此, 本文主要研究擎天树的木材干燥特性, 并制定预测干燥基准, 旨在为擎天树的开发利用提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

采用擎天树弦切板, 取材于广西南宁市良凤江国家森林公园, 共采伐 6 株, 原木胸径 16~28 cm, 树龄 32 a。试件规格为 200 mm×100 mm×20 mm(L×W×H), 四面刨光。取优良的弦切板 7 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; 用电子天平称重, 精确至 0.1 g。

(2) 干燥试验。将测量和称重后的试件沿纹理方向水平竖立于干燥箱内, 在(100±2)℃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。试验开始每 0.5 h 后观测 1 次, 2 次后转入每 1 h 观测 1 次; 6 h 后每 2 h 观测 1 次; 当裂缝开始愈合时, 每 6 h 观测 1 次。每次观测的同时还称重, 记录水分的变化情况。

(3) 干燥结束。待测得 2 次重量基本不变时, 停止烘干。将试件称重, 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重。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 确定擎天树木材干燥缺陷等级

根据干燥试验数据, 参照有关文献[7-9]确定试件的缺陷等级。擎天树试件初期开裂程度、内裂和截面变形等缺陷情况见表 1。

表 1 擎天树试件缺陷等级

Tab. 1 Defect grade of *Shorea chinensis* samples

缺陷情况 Defect condition	初期开裂 Initial check	内裂等级 Degree of internal crack	截面变形 Cross-section deformation	扭曲等级 Degree of twist deformation	干燥速度 Drying speed	综合特性 Synthetic characteristic
缺陷等级 Defect grade	4	1	1	2	2	4

2.2 干燥特性分析

(1) 初期开裂。干燥初期, 木材表面水分蒸发很快, 特别是试件初含水率较高的时候, 容易形成较大的含水率梯度, 试件表层与内部因收缩不均而形成内压外拉的干燥应力。此应力发展很快, 在干燥周期约 1/8 时达到最大值^[10]; 当超过木材本身在当时含水率状态下的横纹拉伸极限强度时, 木材即产生开裂。

本试验中,擎天树试件的初含水率较高,结构致密,水分不易均匀排除,在剧烈的干燥条件下易形成大的含水率梯度,因而初期开裂比较严重,裂纹多且发展快。在第1次观察中(进烘箱0.5 h)除10号径切板外,其余所有试件均产生了端裂和端表裂,裂纹细小且多;1 h后,绝大部分试件产生了表裂,裂纹宽度较小,数量3~9条,2块中心板各出现了1条贯通裂,此时的开裂等级已达3级;此后,裂纹数量及长度迅速发展。2 h时,所有弦切板的开裂等级就已经达到4级;初期开裂在4~5 h内发展到最大值,表裂最多达51条,长度最长有77 mm,最大宽度有0.3 mm,此时的含水率在27%~31%。随后裂纹开始愈合,到结束干燥时,除2块中心板外尚有较为明显的裂纹外,其余试件基本都愈合完全。根据试验观察,初期开裂是擎天树的主要干燥缺陷,因此在干燥初期时干湿球温度差不应太大,以确保干燥质量。

(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]。虽然擎天树试材的初期开裂严重,但其干燥速度较快,干燥后期表面硬化不严重,因此其内部开裂也并不严重。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。

(3) 截面变形。截面变形是由于干燥过程中,木材表层与内层水分蒸发速度不同,以及表层硬化引起的^[11]。试验表明,擎天树的截面变形程度比较轻,弦切板截面变形值介于0.24~0.74 mm,平均值为0.41 mm;径切板和中心板的截面变形平均值分别为1.12 mm和1.04 mm;评定等级为1级。

(4) 扭曲、弯曲变形。通常认为扭转纹及交错纹是造成木材扭曲的主要原因^[12]。或是含有幼龄材,其一部分的纵向干缩特别大而产生扭曲^[13]。擎天树的纹理通直,因而扭曲的程度不严重。试验结果表明,擎天树弦切板的扭曲值介于0.2~1.2 mm,平均值为0.6 mm,评定等级为2级。径切板和中心板的扭曲平均值均为0.1 mm。整体上,弦切板试件的扭曲水平要高于径切板和中心板。弯曲变形中瓦弯最为严重,弦切板介于0.59~1.76 mm,平均为1.23 mm;中心板和径切板的平均值分别为2.25 mm和2.29 mm。

(5) 干燥速度。擎天树干燥过程中含水率变化曲线见图1。参照有关文献[14-15]对其干燥速度进行计算。经统计计算,各弦切板试材从含水率30%降至5%所需时间介于12.2~17.6 h,平均用时14.95 h,平均干燥速度为1.67%/h,等级评定为2级,干燥速度较快。干燥速度统计结果见表2。含水率从30%降至5%,径切板平均用时26.66 h,平均速度为0.94%/h;中心板平均用时48.43 h,平均速度为0.52%/h。可见径切板、中心板的干燥速度比弦切板要慢很多,因此在窑干时最好能将板材分类,分别干燥。

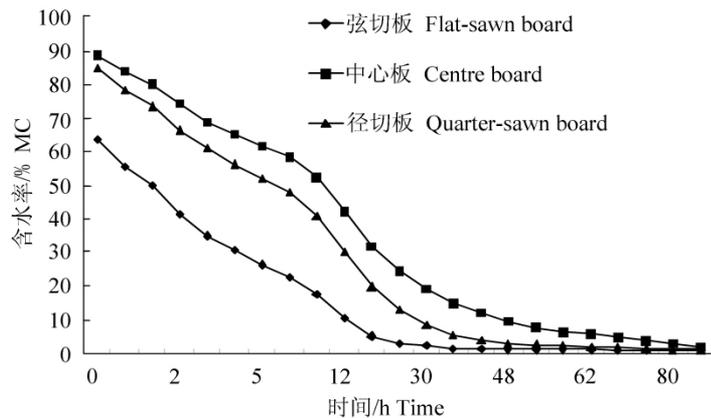


图1 含水率变化曲线

Fig. 1 Curve of moisture change

表2 百度试验干燥速度

Tab. 2 Statistic of drying rate in 100 °C test

W _初 / % Initial MC	干燥时间/h Drying time			干燥速度/(%·h ⁻¹) Drying speed			干燥速度等级 Grade of drying speed
	全程	W _初 % ~ 30%	30% ~ 5%	全程	W _初 % ~ 30%	30% ~ 5%	
63.6	86	4.18	14.95	0.73	8.04	1.67	2

(6) 干缩特性。擎天树的干缩特性统计见表3。根据体积干缩系数和差异干缩的大小,国产木材的干缩性及干缩不均匀性均可分为:很小、小、中、大、很大共5个级别。差异干缩为1.139 < 1.4^[6],从表3数据看,擎天树的体积干缩系数为0.36% < 0.366% < 0.45%^[16],属小;差异干缩为1.81 < 1.89 < 2.20^[16],属

中; 说明擎天树木材在干燥过程中容易产生翘曲和开裂。

表 3 擎天树干缩特性

Tab. 3 Drying shrinkage of *Shorea chinensis*

干缩率 / % Dry shrinkage			差异干缩 Difference shrinkage	干缩系数 / % Dry shrinkage coefficient		
弦向 Tangential direction	径向 Radial direction	体积 Volume		弦向 Tangential direction	径向 Radial direction	体积 Volume
7.23	3.81	10.98	1.89	0.241	0.127	0.366

2.3 编制擎天树木材干燥基准

通过试验获得 3 种主要干燥缺陷的等级程度后, 参照与干燥缺陷相对应的干燥条件^[7], 确定擎天树木材干燥的初期温度, 初期干湿球温度差及末期温度, 列于表 4, 从中选出各温度和干湿球温差最低条件作为确定擎天树木材干燥基准的基本条件^[7]。

表 4 试件干燥初步条件

Tab. 4 Preliminary drying conditions of samples

缺陷情况 Defect condition	等级 Grade	干燥初期温度 / °C Initial drying temperature	初期干湿球温差 / °C Difference between the initial wet and dry bulb temperature	干燥末期温度 / °C Telophase drying temperature
初期开裂 Initial check	4	50	2 ~ 3	80
截面变形 Cross - section deformation	1	80	5 ~ 7	95
内部开裂 Internal crack	1	80	5 ~ 7	95

根据表 4 确定: 初期温度为 50 °C, 干燥初期干湿球温差为 2 ~ 3 °C, 终期温度为 80 °C。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。截面变形程度与干燥初期温度和干湿球温度差关系较大, 与末期干湿球温度差关系较小。内裂程度与干燥初期温湿度, 末期温度关系均较大, 与末期湿度关系较小^[7]。在制定干燥基准时应注意针对各主要缺陷的情况合理安排各阶段温湿度的变化, 避免各类干燥缺陷的出现, 确保干燥质量, 提高生产效率。

由于擎天树的初期开裂等级较高, 而截面变形及内裂等级较小, 因而对其进行干燥时, 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; 中后期升温幅度及干湿球温度差可适

表 5 百度试验法确定的擎天树木材 (25 ~ 30 mm) 干燥基准

Tab. 5 Drying schedule determined by 100 °C test for 25 ~ 30 mm *Shorea chinensis*

阶段 Stage	含水率 / % Moisture content	干球温度 / °C Dry bulb temperature	干湿球温度差 / °C Difference between dry and wet bulb temperature	干燥时间 / d Drying time
1	60 以上	50	2	
2	60 ~ 40	52	2	
3	40 ~ 35	54	3	
4	35 ~ 30	56	5	
5	30 ~ 25	58	8	20.5
6	25 ~ 20	65	18	
7	20 ~ 15	70	25	
8	15 ~ 10	75	30	
9	10 以下	80	30	

当加大,提高干燥效率。根据实验记录,初期开裂多集中在含水率56%左右出现,27%左右趋于稳定。故含水率在60%以上时,干球温度为50℃,干湿球温度差为2℃;含水率在60%~25%时,各阶段之间缓慢升温,之后的升温幅度可适当加大,以提高干燥效率。经计算,试件初含水率为63.6%,查含水率与干湿球温度差关系表^[7],可以制定出锯材的干燥基准;再根据本试验共用时86h,初期干湿球温度差为2℃,查干燥时间估算图,可估算锯材实际干燥的时间。一般成材干燥多为家具用材,故而制定25~30mm厚擎天树木材干燥基准。最终干燥基准见表5。

3 结 论

(1) 结果表明,擎天树的干燥速度较快,干燥时间介于12.2~17.6h,对应的特性等级为2级。弦切板和径切板干燥速度差异明显,最好分别干燥。

(2) 初期开裂为擎天树木材的主要干燥缺陷,达到4级。因此干燥前期升温不宜太快,干湿球温度差不宜过大。

(3) 弯曲变形中,瓦弯变形最明显,平均为1.23mm;扭曲变形程度轻,截面变形小,无内裂,对应的特性等级分别为2、1、1。

(4) 擎天树木材的体积干缩系数小,差异干缩中等。

(5) 制定了25~30mm厚擎天树木材的预测干燥基准。

参考文献:

- [1] 郭建华. 国家一级保护植物望天树及其家族[J]. 生物学教学, 2000, 25(12): 37-38.
- [2] 邓绍林, 吴明志, 梁秋水, 等. 阔叶擎天树人工造林前景[J]. 广西热带农业, 2007(3): 39.
- [3] 雷永辉, 郑成刚. 拯救开发擎天树[J]. 广西林业, 2005(6): 50-52.
- [4] 杨成蔚. 超长优质栋梁材: 擎天树[J]. 云南林业, 1992(5): 24.
- [5] 罗振冲, 梁艳. 擎天树人工培育技术[J]. 科技资讯, 2007(30): 126.
- [6] 广西壮族自治区林业局, 广西林业科学研究院. 广西珍贵树种擎天树[J]. 陕西林业科技, 1978(3): 60-61.
- [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.
- [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(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): 38-40.
- [10] 顾炼百. 锯材干燥基准的分析和选用[J]. 林产工业, 2002, 29(3): 48-50.
- [11] 茆姗姗, 胡进波, 刘元, 等. 人工林红椎木材干燥特性初探[J]. 木材工业, 2005, 19(6): 19-24.
- [12] 何定华, 林文洁. 24种南方阔叶树材的干燥特性及窑干基准[J]. 木材工业, 1990, 4(4): 12-18.
- [13] 顾炼百. 木材干燥第五讲: 锯材干燥缺陷及预防[J]. 林产工业, 2002, 29(6): 47-50.
- [14] 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.
- [15] 李娜, 何定华, 滕通濂. 五种福建阔叶树材的干燥特性[J]. 木材工业, 1993, 7(1): 30-33.
- [16] 成俊卿. 木材学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1985.