

研究与开发

人工林杨木和杉木的干燥特性与干燥工艺

周永东, 李晓玲

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 研究了人工林杨木和杉木的干燥特性和干燥工艺, 并对连续式干燥基准与传统的阶段式干燥基准进行了对比。结果显示, 人工林杨木和杉木均属较易干燥的树种, 在干燥试验中主要发生的是端裂、端表裂以及表裂, 无内裂发生, 但截面变形较为严重, 木材窑干后主要缺陷也是翘弯等变形。采用连续式干燥基准干燥的杨木、杉木, 其干燥应力及干燥缺陷都比阶段式干燥基准少。

关键词: 人工林木材; 干燥特性; 阶段式基准; 连续式基准

中图分类号: TS652 文献标识码: A 文章编号: 1001-8654(2004)03-0004-03

Drying Characteristics and Drying Schedule for Plantation Grown Poplar and Chinese Fir Lumber

ZHOU Yong-dong, LI Xiao-ling

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

Abstract: This paper describes the drying characteristics of lumber from plantation grown Poplar [*Populus × euamericana* (Dode) Guineir cv 'I-214'] and Chinese Fir (*Cunninghamia lanceolata*). Two drying processes were used for this study; a continuous schedule and conventional step drying schedule. The results were analyzed and showed that plantation grown wood from Poplar and Chinese Fir were easy to dry. After being dried at 100℃, no internal checks occurred but there was some severe cross deformation in the lumber. The lumber dried by the continuous schedule had better drying quality with less drying stress and deformation than that dried by the conventional step schedule, on the whole.

Key words: Plantation wood; Drying characteristics; Step schedule; Continuous schedule

中国是世界上人工林种植面积最大的国家, 已有
人工林面积 4 140 万 hm^2 , 其中仅杨树人工林面积
达 667 万 hm^2 , 可年产杨树木材 1 亿 m^3 ^[1]。杉木是我国
南方主要人工用材林优势树种, 已成林面积约为 520
万 hm^2 , 其中幼龄林约 250 万 hm^2 , 中龄林、近熟林和
成熟林已达 270 万 hm^2 。由于人工林生长速度快, 轮伐
期短, 致使人工林木材所含幼龄材比率, 材性与天然
林有较大差异, 突出表现在材质松软、强度低。为了合
理、高效地利用杨木和杉木人工林木材, 扩大其使用范
围, 笔者特对这两种人工林木材的干燥特性进行研究。

阶段式干燥基准是在手动控制及电子控制技术
不很发达时发展并沿袭下来的, 在木材干燥的研究与
生产中发挥了极为重要的作用, 目前绝大多数正在运
行的干燥设备仍在使用阶段式干燥基准。随着技术的
进步, 控制仪表功能渐强, 特别是计算机在木材干燥
中普及应用, 使连续式基准在生产中应用成为现实。
连续式基准具有干燥时间短、速度快、质量好的特
点^[2], 基准制定更为简便。本文对连续式基准及阶段
式基准进行了对比试验研究, 为连续式基准的推广应
用提供依据。

收稿日期: 2004-02-26
基金项目: 为中日政府间合作 JICA 项目的部分内容。
作者简介: 周永东(1968—), 男, 中国林科院木材工业研究所副研究员。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料

杨木 [*Populus euamericana* (Dode) Guineir cv 'I-214'], 采自辽宁省新民县国营林场人工林, 树龄 15 a。

杉木 (*Cunninghamia lanceolata*), 采自江西省分宜县山下林场人工林, 树龄 20 a。

采集的原木采用毛板下锯法锯解成厚 25 mm、长 2200 mm、宽 120 mm 的板材备用。板材初含水率: 杨木平均为 85%, 杉木平均为 65%。

1.2 试验方法

先将部分试验板进行百度试验, 然后依据百度试验的结果制定出阶段式干燥基准和连续式干燥基准, 再分别进行干燥试验, 比较两种干燥基准对木材干燥质量的影响。

1.3 试验仪器及设备

试验设备有: 电子天平、鼓风电热烘箱、数显游标卡尺及常规干燥试验机。干燥试验机采用蒸汽加热, 与生产用干燥设备相同。控制仪表可设定为阶段或连续温度变化两种方式, 能够完成传统的阶段式干燥基准和连续式干燥基准试验。

2 试验过程及结果

2.1 干燥特性试验

百度试验法始于日本, 引进国内后迅速得到推广应用, 现已成为制定木材干燥基准的最为通用的方法^[3]。本试验也按此方法进行。

从每种试材中选取并制作 8~12 块弦切板, 四面刨光后尺寸为 200 mm×100 mm×20 mm。竖直放置于鼓风干燥箱中, 在 100 ℃ 恒温条件下干燥, 定时观察试件的开裂(端表裂、表裂)情况, 称重并记录。当试件重量在 2 h 间隔内基本保持不变时试件含水率约为 1%, 此时结束干燥。首先检查试件的可见干燥缺陷, 然后将试件从中间锯开, 检查内裂和测量截面变形值。

杨木和杉木的百度试验中缺陷等级及对应干燥初期、末期温度及干燥初期干湿球温度差结果见表 1, 确定 2 种木材的干燥条件见表 2。

表 1 杨木和杉木百度试验结果
Tab. 1 The 100-degree test results of Poplar and Chinese Fir lumber

干燥缺陷	缺陷级别		初期温度/℃		初期干湿球温度差/℃		末期温度/℃	
	杨木	杉木	杨木	杉木	杨木	杉木	杨木	杉木
初期开裂	2	2	60	65	5.0	5.5	90	90
截面变形	2	3	60	58	5.0	4.7	85	83
内部开裂	1	3	70	70	7.0	8.5	95	95

表 2 杨木和杉木干燥条件(板厚 25 mm)
Tab. 2 Drying conditions for Poplar and Chinese Fir lumber (25 mm thickness)

木材树种	初期温度/℃	初期干湿球温差/℃	末期温度/℃
杨木	60	5.0	85
杉木	58	4.7	83

2.2 干燥基准的制定

依百度法试验结果, 制定出传统的阶段式干燥基准和连续式干燥基准, 如图 1 和图 2 所示。在连续式干燥基准的制定中, 为避免在纤维饱和点以上时干燥过快而引起缺陷, 以含水率 30% 为分界点, 采用不同的温度变化规律。

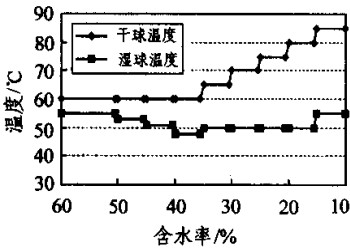


图 1 阶段式干燥基准(板厚 25 mm)

Fig. 1 Step drying schedule for 25 mm lumber

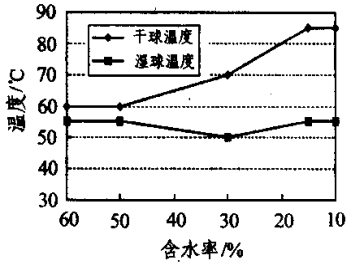


图 2 连续式干燥基准(板厚 25 mm)

Fig. 2 Continuous drying schedule for 25 mm lumber

2.3 窑干试验

木材干燥试验在全自动干燥试验机内完成, 由设定的干湿球温度参数控制干燥介质状态, 干燥机内通过材堆的风速约为 1.5 m/s, 控制系统可自动记录干燥过程中的温度、湿度和含水率等参数的变化。

干燥试验依据行业标准^[4]经历开始时的预热处理, 平衡处理直至终了处理。为便于比较, 试材选用同一批木材, 即将锯好的板材分为 2 段, 每段长 800 mm, 分别标号, 一段用于阶段式干燥基准试验, 另一段用于连续式干燥基准试验。试验前板材端头用高温密封胶进行密封, 防止水分在板材端部蒸发, 保证整块板材干燥均匀。

3 结果与讨论

杨木和杉木人工林木材在常规窑干中的干燥质量较好,均未出现内裂等严重的干燥缺陷,有少量表裂及端裂发生,但很细小,按国家标准^[5]可忽略不计。但杨木和杉木干燥后大多变形较大,如翘弯、翘曲和扭曲等缺陷较为普遍。表3为阶段式干燥后的干燥缺陷测定结果。

表3 人工林杨木和杉木干燥缺陷
Tab. 3 Drying defects of plantation Poplar and Chinese Fir lumber

木材树种	翘弯发生比率/%	翘弯程度/%	扭曲发生比率/%	扭曲程度/%	弦向收缩/%	径向收缩/%
杨木	88.9	2.00	66.7	1.00	3.98	2.63
杉木	40.0	1.92	40.0	0.46	4.29	2.24

由表3可知,杨木和杉木的干燥变形发生比率较高。从材性本身来说,主要原因是因为人工林树龄较小,幼龄材的比率较高,材质与天然林木材有较大的差异,如微纤丝角较天然林木材大,密度小^[6],干燥作业中弦径向收缩差异就会较大。其次,在木材干燥试验过程中,由于条件的限制,材堆上压重不够也是造成翘弯和扭曲等变形的原因之一。在实际干燥过程中应尽可能加压重物,以减小由此造成的变形,提高干燥质量。

两种基准的杨木干燥试验结果见表4,可以看出终含水率均符合干燥质量要求,阶段式基准干燥的杨木在厚度上含水率偏差较大,且干燥后板材的残余应力也较大,而连续式干燥基准显示出有一定优势。但本试验中阶段式干燥基准的干燥时间比连续式干燥基准稍短。

表4 阶段式基准与连续式基准干燥杨木的结果对比
Tab. 4 Comparison of drying quality for Poplar lumber from a step schedule and a continuous schedule

干燥基准	终含水率/%	材堆含水率偏差/%	厚度含水率偏差/%	板材残余应力/%	干燥时间/h
阶段式	7.50	2.50	1.44	3.37	50
连续式	7.50	0.98	0.79	1.98	56

实际干燥过程的对比表明,连续式干燥工艺的干燥质量稍好。在两种干燥工艺中,干燥梯度的变化对比见图3。干燥梯度(DG)表示木材干燥时的实际含水率与介质温湿度状态下平衡含水率的比值,反映干燥基准的软硬程度。干燥第一阶段和最后阶段的基准温湿度相同,故而DG线重合;在第二阶段,阶段式基准的DG起始时较高,随着干燥过程的进行,木材含水率下降,但湿空气的温湿度并未变化,平衡含水率(EMC)保持不变,因而DG下降,干燥变缓;到下一阶段时,温湿度发生变化,DG较前一点突然增大,然

后再随着含水率下降逐渐下降,直到下一阶段,使整个干燥梯度曲线呈起伏的折线。而连续式基准的DG则为连续变化的曲线,相邻点之间的DG差异很小,曲线波动幅度亦小得多。由于阶段式基准每个阶段间过渡时DG变化大,容易使木材在干燥过程中发生较大应力,从而造成开裂、变形等缺陷产生,而连续式基准则由于变换平缓,故木材出现缺陷的可能性较小。从整个干燥过程来看,干燥前期连续式基准的DG较高、干燥较快,在干燥后期则是阶段式基准的DG较高,干燥快,这也是阶段式基准比连续式基准干燥时间稍短的原因所在。

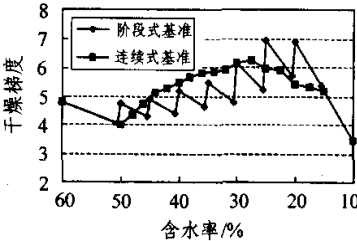


图3 两种基准干燥中干燥梯度对比
Fig. 3 Drying gradient with the two schedules

4 结论

1)人工林杨木和杉木在干燥过程中无内裂等严重干燥缺陷发生,但干燥过程中收缩及变形较大,实际干燥过程中应加载足够的压重,以减小干燥中翘弯等缺陷的发生。

2)两种干燥基准的干燥质量对比结果表明,用连续干燥基准干燥的板材在厚度上含水率偏差小,板材的残余干燥应力也较小,干燥质量较好。

参考文献:

[1] 陈长坤. 实施木材保护工程推动我国木材防护事业的大发展[J]. 人造板通讯, 2003(5): 3-7.
[2] 朱政贤. 木材干燥[M]. 北京: 中国林业出版社, 1992, 203-219.
[3] 黄月瑞. 木材干燥基准编制法—百度试验法[J]. 家具通讯, 1987(8): 5-8.
[4] LY/T 1068-92. 锯材窑干工艺规程[S].
[5] GB/T 6491-1999. 锯材干燥质量[S].
[6] 吕建雄. 紧紧围绕国家目标加强开展人工林木材研究[J]. 人造板通讯, 2002(11): 3-4.

欢迎订阅 木材工业
邮发代号 2 311