

# 柞木干燥预热时间的影响因素探讨

吕 蕾, 时兰翠, 黄海兵, 高大宏, 由昌久, 杨亮庆

(黑龙江省木材科学研究所; 国家林业局制材实验室, 黑龙江哈尔滨 150081)

**摘要:** 为降低木材干燥消耗的能量, 优化柞木干燥预热工艺, 探讨了试样厚度、初含水率及干燥介质温度, 对试样预热时间的影响。结果表明: 试样越厚, 预热时间越长, 但试样厚度与预热时间不呈线性关系; 介质温度越高, 预热时间越短; 含水率对预热时间无明显影响。建议柞木干燥预热介质温度  $\leq 70^{\circ}\text{C}$ , 若木材初含水率低于纤维饱和点, 可适当延长预热时间, 以保证干燥质量。

**关键词:** 柞木; 干燥; 预热时间; 厚度; 初含水率; 介质温度

中图分类号: TS652

文献标识码: B

文章编号: 1001-8654(2013)03-0051-03

## Factors Affecting Preheating Time of Oak Lumber before Drying

LV Lei, SHI Lan-cui, HUANG Hai-bing, GAO Da-hong, YOU Chang-jiu, YANG Liang-qing

(Heilongjiang Institute of Wood Science; Laboratory of Lumber Sawn  
of State Forestry Administration, Harbin 150081, Heilongjiang, China)

**Abstract:** To reduce the energy consumption of wood drying and optimize drying process for oak (*Quercus mongolica*), the authors studied the effect of specimen thickness, initial moisture content and ambient temperature on preheating time. The results indicated that preheating time increased with specimen thickness in a non-linear relationship. Preheating time decreased with increasing ambient temperature. The initial moisture of the sample was found to have no obvious impact on preheating time. They suggested that the suitable preheat ambient temperature is around  $70^{\circ}\text{C}$ ; preheating time could be appropriately prolonged when the initial moisture content of oak lumber is below fibre saturation point.

**Key words:** oak; drying; preheating time; thickness; initial moisture content; ambient temperature

木材干燥是木材加工中的重要环节, 是保证木制品质量的关键工序, 其能耗占加工总能耗的  $50\% \sim 70\%$ <sup>[1-2]</sup>。目前最常用的干燥方法是常规干燥, 包括预热和干燥两个阶段, 其中预热阶段所消耗的蒸汽量和热量, 是干燥阶段的  $1.5 \sim 2$  倍<sup>[3]</sup>。因此, 预热时间的合理设定, 将有助于减少能源消耗, 降低生产成本。

柞木(*Quercus mongolica*), 又名蒙古栎、蒙栎、

柞树, 为落叶乔木, 分布于我国的华北、东北部和内蒙古东部, 及朝鲜半岛、俄罗斯远东地区等<sup>[4]</sup>, 是我国东北地区主要的阔叶林树种之一。以黑龙江省为例, 森工林区栎林面积  $52.76$  万  $\text{hm}^2$ , 占林地总面积的  $6.36\%$ ; 蓄积量达  $3\,562.34$  万  $\text{m}^3$ , 占林木总蓄积量的  $5.49\%$ <sup>[5]</sup>。柞木密度大、纹理直、强度高、加工性能好, 是优良的装饰、家具和地板用材<sup>[6]</sup>。

鉴于此, 笔者采用单因素试验方法, 探讨木材厚度、初含水率及预热介质温度等因素, 对柞木干燥预热时间的影响<sup>[7]</sup>, 以为合理设定干燥柞木的预热时间、减少能源消耗提供技术依据。

收稿日期: 2012-10-30; 修改日期: 2013-04-05

基金项目: 黑龙江省财政厅自拟项目“节能预处理与木材干燥相关性的研究”(201008)。

作者简介: 吕蕾(1978—), 女, 黑龙江省木材科学研究所助理研究员。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

柞木原木,采自黑龙江省某林场,平均胸径 22 cm,含水率 59%~70%。

试样加工:幅面(长×宽,mm)均为 300×100;根据生产中常用锯材规格,选择 3 种试样厚度(mm):35(12 块)、25(3 块)、15(12 块),要求其表面平整,无节疤和裂纹等。

### 1.2 试验装置

DS-408 型恒温恒湿箱;自组装多点温度监测仪等。

### 1.3 试验设计

采用单因素试验法,因素与水平选择如下:

#### 1) 试样厚度

选取 15、25、35 mm 厚度的试样各 3 块,其初含水率 59%~70%,在介质温度 65℃、湿度 98% 的恒温恒湿箱中进行预热。

#### 2) 试样初含水率

考虑到将较厚的锯材气干至纤维饱和点以下,需要的时间较长,因此选择 15 mm 厚的锯材进行试验。

以纤维饱和点为中心点,设定初含水率水平。取 9 块试样,进行编号并称重,分 3 组进行气干处理,定期称重,调节含水率分别接近 60%、35%、25% 时,按组用塑料袋密封,置于室内阴凉处。放入介质温度 65℃、湿度 98% 的恒温恒湿箱中进行预热。

#### 3) 介质温度

厚度小的锯材升温快,中间记录点较少,不利于观察和分析试样升温过程,因而取初含水率 59%~70%,35 mm 厚试样 9 块,分 3 组进行试验。

根据生产中常用锯材窑干工艺,设定恒温恒湿箱介质温度分别为 65、75、90℃,湿度均为 98%。

### 1.4 检测方法

1) 封闭试样纵向端头,在试样厚度方向的 1/2 处打孔,孔深为试样宽度的 1/2,使孔的中心点位于试样的几何中心点;

2) 将测温探针埋入孔中,并做绝缘处理,以确保探针所测温度为试样中心温度;

3) 将试样放入设定介质温度和湿度的恒温恒湿箱中,将探针通过导线连接至温度监测仪。当介质温度和湿度达到设定值时,记录试样中心温度,之后每

10 min 记录一次,直至试样中心达到预定温度时,试验结束。

## 2 结果与分析

### 2.1 试样厚度与预热时间的关系

在相同的温湿度环境中,3 组不同厚度试样的预热升温监测结果,见图 1。

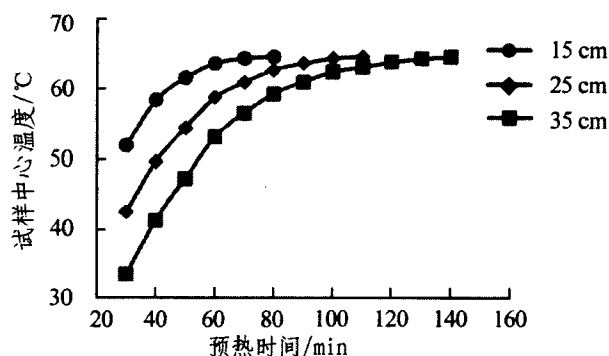


图 1 试样厚度与预热时间的关系

Fig. 1 Effect of specimen thickness on core temperature of samples under different preheating time

从图 1 可看出,试验开始时各厚度试样升温速度均较快,随着时间的延长而逐渐趋缓。在预热 30 min 后,15、25、35 mm 厚的试样中心温度分别为 52、42、33℃;试样从 15℃ 升至 65℃,分别用时 80、110、140 min,平均升温速度为 0.63、0.45、0.36℃/min。说明锯材厚度对预热时间有明显影响,试样越厚升温越慢。

原因是木材升温主要通过与外界介质的对流和内部导热来实现,试样越厚,传导路径越长,从而温度上升减缓。

在实际生产中,常以木材厚度决定预热时间的长短,按照 1~2 h/cm 估算锯材预热时间<sup>[8]</sup>。本试验结果表明,试样厚度与预热时间并不呈线性关系,依据锯材厚度来确定预热时间的准确性有待提高。

### 2.2 试样初含水率与预热时间的关系

将初含水率分别为 25%、35%、60% 的 3 组试样(厚度 15 mm)进行预热,其中心温度变化趋势如图 2 所示。

开始加热时,含水率低的试样升温快,含水率高的试样升温慢;随着加热时间延长,试样的升温速度均趋于平缓,在预热 70 min 时基本同时到预设温度。

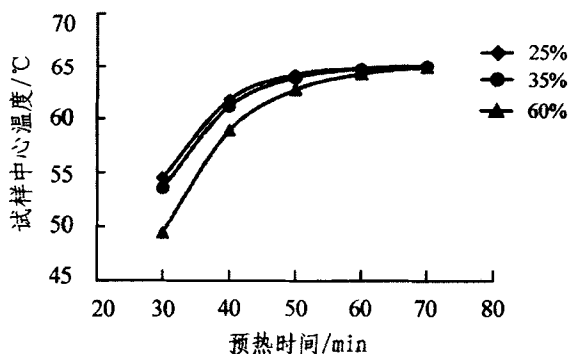


图 2 试样初含水率与预热时间的关系

Fig. 2 Effect of initial moisture content on core temperature of samples under different preheating time

说明试样的初含水率对升温时间无明显影响,该结论与已有的研究结果相同<sup>[7]</sup>。

这是因为水的比热容高于木材,在相同的加热条件下,含水率越高的木材,升温所需要的热量越多,速度则越慢。另一方面,木材的热传导与温度梯度密切相关,梯度越大迁移势越高,热传导亦越快。高含水率试样在开始加热时虽升温慢,但其内外的温差大,且由于水的热导系数大于木材,因此,在预热后期,含水率高的木材升温速度加快。

在生产中,若木材初含水率低于纤维饱和点,需适当延长预热时间,使木材充分润湿,避免干燥过程中表层硬化,引起开裂、变形等缺陷。

### 2.3 介质温度与预热时间的关系

不同介质温度下,试样(厚度 35 mm)芯层升温速度的变化趋势,见图 3。

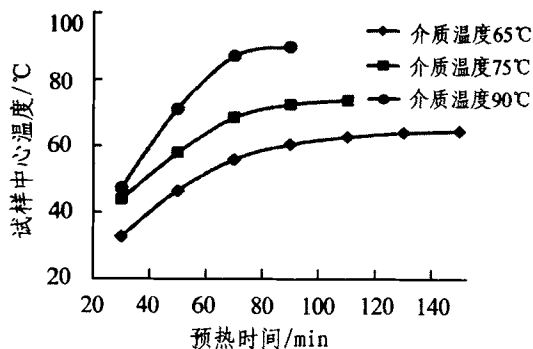


图 3 介质温度与预热时间的关系

Fig. 3 Effect of ambient temperature on core temperature of samples under different preheating time

从图 3 可以看出,恒温恒湿箱内的介质温度愈高,试样升温速度愈快;当介质温度分别设定为 90、

75、65 °C 时,试样中心达到 60 °C,用时分别为 40、50、90 min。这主要是因为介质温度越高,单位时间内提供的热能越多,传导给试样的热量增加,使其内部温度加速上升。

针对生产而言,预热介质温度主要取决于干燥基准的初始阶段温度。柞木属难干阔叶树材,如果介质温度过高,易引起木材开裂、变形,而且在高湿高热条件下,木材还易发生水解反应,导致其颜色变深,强度降低<sup>[9-10]</sup>。因此,在干燥柞木锯材时,建议预热介质温度不高于 70 °C。

### 3 结论

1) 试样厚度对柞木预热升温速度有明显影响,厚度越大,升温所需时间越长,但二者呈非线性关系,实测升温时间远短于依据经验估算的预热时间;初含水率对木材预热时间基本无影响;介质温度越高,柞木的干燥预热时间越短。

2) 在介质温度 65 °C、试样含水率 59%~70% 时,15、25、35 mm 厚柞木试样中心从 15 °C 升至 65 °C,分别用时 80、110、140 min。

3) 今后还需进一步从木材微观结构和能量传导等方面,深入研究木材厚度和预热时间的关系,及预热处理温度和时间对木材干燥质量的影响。

### 参考文献:

- [1] 李坚. 木材对环境保护的响应特性和低碳加工分析[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38 (6): 111-114.
- [2] 张璧光, 谢拥群. 木材干燥的国内外现状与发展趋势[J]. 干燥技术与设备, 2006(1): 7-14.
- [3] 朱政贤. 木材干燥[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [4] 高志涛, 吴晓春. 蒙古栎地理分布规律的探讨[J]. 防护林科技, 2005(2): 83-84.
- [5] 宋绍军, 王承义, 郭树平. 黑龙江省森工林区蒙古栎林资源分布特征[J]. 林业科技, 2011, 36(3): 51-53.
- [6] 赵淑艳. 试论柞木使用和加工工艺[J]. 吉林农业, 2011 (4): 237.
- [7] 李贤军, 张璧光, 杨涛, 等. 木材干燥预热时间初探[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(2): 90-93.
- [8] LY/T 1068-2012, 锯材窑干工艺规程[S].
- [9] 艾沐野, 战剑锋, 曹军, 等. 目前我国木材干燥生产中几个问题刍议[J]. 林业机械与木工设备, 2012, 40(9): 15-17.
- [10] 陈定永. 难干硬杂木干燥缺陷成因与对策[J]. 林产工业, 2004 (3): 43-45.

(责任编辑 张一萍、姜 征)