

循环风速对木材干燥速度的影响

刁秀明 王彦发 马秀华

(黑龙江省林产工业研究所 哈尔滨 150040)

木材干燥的三个外部基本因子为温度、湿度和循环风速。温度和湿度随干燥过程的变化构成了木材的干燥基准,是木材干燥工艺的重要内容之一。关于温度和湿度对干燥速度和干燥质量的影响,国内外已有较深入的研究。循环风速也是木材干燥的一个重要因子,正确选用循环风速,不仅对干燥速度和干燥质量有较大影响,而且可使能耗大幅度降低。近年来,国外在这方面的研究取得了一些成果,国内也有报道。对干燥速度影响的研究还不够系统。本文仅就循环风速对木材干燥速度的影响作初步探讨,以祈能为合理制定干燥工艺和设计干燥装置提供参考。

1 试验材料和方法

1.1 试验材料 树种为东北产柞木(*Quercus mongolica*)、白桦(*Betula platyphylla*)和大青杨(*Populus ussuriensis*),采自黑龙江省尚志市林业局黑龙宫林场。原木直径分别为25、28和40cm。每个树种的试件厚度分别为0.5、1.0、1.5和2.0cm,宽度为10cm,长度为20cm。大青杨初含水率为90%~110%,白桦为60%~70%,柞木为50%~60%。

1.2 试验方法 试验设备为日本产小型木材干燥机。用调频器调节循环风速,垫条厚度25mm。在每个干燥条件下,三个树种相同厚度的试件同时干燥。干燥温度分别为40、50、60、70和80℃。含水率30%以上时的干湿球温差为5℃,含水率30%~20%时为15℃,含水率20%以下时为25℃(40、50和

60℃时温差为15~20℃)。循环风速为0.5, 1, 2, 3.5和5m/s。最终含水率控制在10%。

2 试验结果和分析

2.1 各干燥条件下空气流动特性 空气在木材表面的流动特性可由雷诺数 Re 判定。雷诺数用下式表达:

$$Re = \frac{\omega \cdot L}{\gamma} \dots\dots\dots (1)$$

式中: ω —板材间空气循环速度 (m/s);

L —当量(水力)直径 (m);

γ —空气粘度 ($10^{-6} \times \text{m}^2/\text{s}$)。

由于缺少湿空气的粘度值,这里采用干空气粘度值做为参考。不同循环风速下的雷诺数 Re 的计算值见表1。雷诺数 Re 大于2300时,木材表面的空气流动性状为紊流; Re 小于1000时为层流; Re 在1000~2300范围内为不稳定状态的流动。由表1数据可知,风速为0.5m/s的空气流动性状为层流;风速为1m/s时,是一种不稳定的流动,可能为层流或紊流,主要取决于木材表面特性和是否有外界干扰等;风速大于2m/s时为紊流。

干燥作业中气流一般应保持紊流状态,这样,界面层的厚度小,木材表面与空气间的热质交换速度加快,从而提高木材干燥速

表1 不同温度下雷诺数 Re 的计算值

温度 (℃)	γ ($10^{-6} \times \text{m}^2/\text{s}$)	L (m)	ω (m/s)				
			0.5	1.0	2.0	3.5	5.0
50	17.95	0.04	1114	2228	4457	7799	11142
60	18.97	0.04	1054	2108	4217	7379	10542
70	20.02	0.04	999	1998	3996	6993	9990
80	21.09	0.04	948	1897	3793	6638	9483

收稿日期 1993-11-24, 修改稿收到日期 1994-03-23

度。木材干燥过程实际是木材表面和空气间的热质交换过程以及木材内部热质传导的联合。干燥速度一方面受木材表面热质交换速度的影响,而更大程度上受木材内部水分移动速度的制约。木材内部水分移动速度决定于木材自身特性(尺寸,结构和密度等),也受外界干燥温度的影响。因此,循环风速选择,既要考虑树种和板材厚度,也要考虑干燥温度。由表1可以看出,温度对空气的流动性状有影响。随温度升高 Re 值减小。

2.2 不同厚度时循环风速对干燥速度的影响 试件的厚度直接影响内部水分的移动阻力。厚度越大,水分移动的内部阻力与总阻力的比值越大。前期的研究表明,温度在40~80℃范围内,厚度5mm的大青杨试件的内部阻力与总阻力的比值为0.3~0.35,10mm厚时约为0.45,15mm厚时为0.5~0.55,20mm时为0.6~0.7。试件厚度越小,外部阻力占总阻力的比例越大。可以得知,风速对干燥速度的影响随试件厚度增大而减小。测试结果见图1和图2。从图中曲线可知,不同厚度时风速对干燥速度的影响效果是不同的。含水率在纤维饱和点以上时,厚度5mm和10mm试件在风速大于3.5m/s时,干燥速度仍随风速有明显的增大,而厚度15mm和20mm的试件,风速在3.5~5.0m/s之间的干燥速度变化不明显。在纤维饱和点以下,风速虽然对干燥速度有一定的影响,但其影响效果远不如纤维饱和点以上时

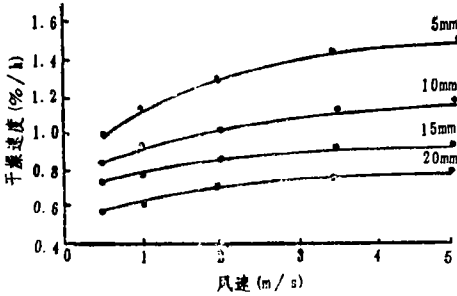


图2 风速和干燥速度关系(大青杨60℃, FSP以下)

的明显。干燥作业中,前期可以采用较高风速,后期采用较低风速,对干燥时间影响不大,然能节能降耗,降低干燥成本。据有关资料介绍,可节省电能30%~60%。

2.3 不同温度时风速对干燥速度的影响 木材干燥包括木材内部的热质传导过程和木材表面的对流热质交换过程。

表2列出了三个树种不同条件下的临界含水率。临界含水率定义为在该含水率以下风速对干燥速度的影响不明显(干燥速度相差不足1%/h为不明显)。由表2中的数据看出,临界含水率随树种、木材厚度和干燥温度而变化。厚度越小,温度越高,临界含水率越小。难干燥材的临界含水率大于易干燥材(大青杨)的临界含水率。因为难干燥材柞木的水分移动性低于易干燥材大青杨,

表2 不同材料厚度和温度下的临界含水率(%)

树种	厚度 (mm)	温 度 (℃)				
		40	50	60	70	80
大青杨	5	20	15	15	15	15
	10	20	20	20	15	15
	15	25	25	20	20	20
	20	25	25	20	20	20
白 桦	5	20	15	15	15	15
	10	20	20	20	15	15
	15	25	20	20	20	20
	20	35	30	30	30	25
柞 木	5	20	20	20	15	15
	10	25	25	20	20	20
	15	35	35	30	30	30
	20	50	45	40	40	35

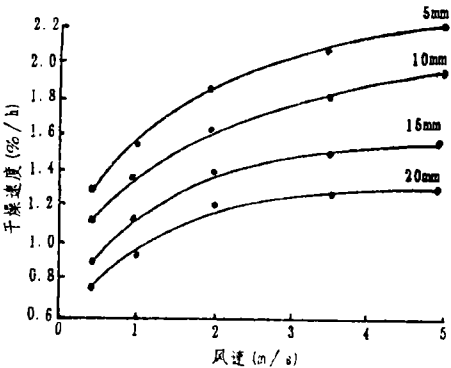


图1 风速和干燥速度关系(大青杨60℃, FSP以上)

大青杨的水分扩散系数是柞木的2~4倍。

由于在考察干燥各树种的最佳风速时,需要对干燥速度和电能消耗做综合评定。因此本文未做探讨,尚待今后进一步研究。

3 结论

3.1 循环风速对木材干燥速度的影响效果随木材含水率的不同而异,但在临界含水率

以下时,影响效果不大。

3.2 循环风速对干燥速度的影响依木材树种、厚度和干燥温度而异。难干燥材应采用较低风速为宜。

3.3 由于试验采用小尺寸试件,热质传递规律与实际生产中的大尺寸板材可能存在差异,今后尚需进一步探讨。

(上接第13页)

Preliminary study on high-temperature heat pump dehumidification for wood drying

Wang Xiping Zhang Biguang Zhao Zhongxin
(Beijing Forestry University, Beijing 100083)

Abstract In this paper, the working circulations and evaluation methods of high-temperature heat pump dehumidification were presented. On the basis of research and development of RCG30G high-temperature heat pump dehumidifier for wood drying (HTHPD), a series of practical drying tests were performed. The results are as following: 1. RCG30G HTHPD can save energy effectively while drying timber, and also has advantages of high drying speed, good drying quality and lower drying cost. 2. Using the refrigerent R142b can raise the supply air temperature (Max. >70℃), shorten the drying cycle and reduce the energy consumption and the ozonospheric disturbance. 3. By drawing second return air from the low temperature area of kiln into HTHPD, the heat loss of kiln was reduced greatly, meanwhile the air volume need of the condenser can be met perfectly.

Keywords Heat pump; Dehumidification; Drying; Refrigerent circulation; Coefficient of power; Specific power consumption

《木材加工机械》一九九五年征订启事

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告

“木材加工机械”是由林业部北京林业机械研究所主办,国内外公开发行的全国木材加工机械行业技术指导性刊物。

主要报导国内外木材加工机械行业发展的新动向、方针、政策,最新研究动态、科技信息及学术活动;木材加工机械的设计制造、技术革新和使用维修经验,标准及检测技术,人造板生产工艺等等。为了加强信息传递,介绍新产品、新工艺、新设备、新技术,欢迎广大客户在本刊发布产品广告,并竭诚为客户进行优质、高效的服务。

本刊为季刊,每季中月中旬出版,16开40页。

每 期 定 价2.00元,全年8.00元。刊号ISSN1001—036X/NC11—2680/S。

为保证发行准确、及时,本刊采取自办发行,免费邮寄,全年均可办理订阅,订阅者可通过邮局或银行汇款至:

北京市和平里七区25楼《木材加工机械》编辑部,邮编:100013

开户行:工商银行北京和平里分理处

帐号:891116—17

户名:林业部北京林业机械研究所,请注明杂志订阅费