

应用技术

木材吸湿范围内含水率的调节方法

侯祝强, 姜笑梅

(中国林科院木材工业研究所, 北京 100091)

摘要: 介绍了一种在常温条件和木材的吸湿范围内, 调节木材试件含水率的方法。该方法运用非控温方法, 即通过控制密闭室内的湿度实现含水率的调节, 具有设备简单、造价低, 以及操作方便的特点。

关键词: 木材含水率; 调湿; 吸附

中图分类号: S781.33 文献标识码: B 文章编号: 1001-8654(2001)03-0025-02

A Method of Conditioning Moisture Content of Wood in Hygroscopic Range

HOU Zhu-qiang, JIANG Xiao-mei

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

Abstract: A method was presented to condition the moisture content of wood samples in hygroscopic range and at ambient temperature. Without controlling temperature, the conditioning was just accomplished by regulating the humidity in a sealed chamber that the wood samples were placed. The method is low in the cost of apparatus and easy of manipulating.

Key words: Moisture content of wood; Conditioning; Adsorption

在吸湿范围内调节气干木材试件的含水率, 是木材科学研究的一项基本工作。气干木材试件含水率的调节, 一方面涉及如何由外部参数确定其平衡含水率, 另一方面则要解决外部参数的检测与控制。本文将介绍运用“木材平衡含水率三参数模型”计算平衡含水率, 以及通过控制密闭箱内的湿度而实现吸湿范围内气干木材试件含水率调节的方法。

1 平衡含水率的计算

Avramidis^[1]利用温度在 21.1~71.1℃之间的木材吸附数据, 对常用的四个木材平衡含水率三参数模型的预测精度进行了比较, 其中由 Zuritz^[2]所得出的公式在常温下预测精度最好, 即

$$M = [-T \ln(1-h) / C_2(1-T/T_c)^{C_1}]^{1/(C_3 T^{C_4})} \dots \quad (1)$$

式中: T 为开尔文温度; h 为用小数表示的相对湿度; $T_c = (647.1 \text{ K})$ 是水的临界温度; C_1, C_2, C_3, C_4 为无量

纲参数, 且 $C_1 = -6.64, C_2 = 0.13, C_3 = 1.10 \times 10^2, C_4 = -0.75$ 。

由(1)式可知, 当环境的湿度 h 和温度 T 确定后, 木材的平衡含水率 M 也就确定了。当湿度 h 和温度 T 两者中的一个发生变化时, 木材平衡含水率也随之变化, 因而可以通过改变环境的湿度和温度, 达到调节木材平衡含水率的目的。显然, 控制环境湿度比控制环境温度在操作上较容易实现并且设备资金投入较低。因而, 使用不具加热功能和不能严格保温的密闭箱, 在箱内温度随室温变化的同时, 通过控制和改变密闭箱内的湿度, 实现箱内气干木材试件达到平衡含水率的变化。

试验研究与理论分析表明, 当环境湿度不变而温度降低或升高时, 木材要吸湿或解湿。室内气温按白天高、夜晚低的固定规律变化, 箱内温度也会呈现同样的规律, 使得箱内木材试件在白天发生水分的吸附而在夜晚发生解吸。因而, 在调湿过程中试件的平衡含水率应为吸附和解吸所对应值的平衡值^[3]。在室温条件下和木材吸湿范围内, 针叶树材吸附平衡含水率

收稿日期: 2000-06-30
第一作者: 侯祝强(1956-), 男, 中国林科院木材工业研究所副研究员, 博士。

和解吸平衡含水率之比的平均值为 0.83^[4],阔叶树材为 0.84^[5]。木材吸附和解吸平衡含水率的平均值为吸附平衡含水率和解吸平衡含水率之比的平方根^[3],则对于针叶树材有 $(0.83)^{1/2}=0.91$;对于阔叶树材有 $(0.84)^{1/2}=0.92$ 。如前所述,白天存在着因温度上升使密闭箱内木材试件发生解吸的因素,为计算及第一因素对使用(1)式计算木材平衡含水率的影响,采用 Bramhall^[3]处理问题的方法使用木材平衡含水率的平均值,即

$$\bar{M}=K[-T\ln(1-h)/C_2(1-T/T_C)^{C_1}]^{1/(C_3T^{C_4})}$$

..... (2)

式中:K 为比例系数,针叶树材 $K=1/0.91=1.10$,阔叶树材 $K=1/0.92=1.09$ 。由于两者的差别不大,在使用中都可取 $K=1.10$ 。(2)式即为本文用于计算密闭箱内木材试件平衡含水率的公式。

2 平衡含水率的调节

2.1 基本设备

图 1 为调节木材平衡含水率设备的示意,温度仪可以使用热电偶温度计或玻璃温度计;湿度计为使读数快捷应使用数字式湿度计;加湿器用一般家用增湿器即可;密闭箱可使用木制箱体用油漆封涂其四壁,并在箱门的隙缝中涂抹真空胶后外贴塑料胶带纸。为提高箱内读数的准确性,应将热电偶温度计和数字式湿度计的测量探头置于密闭箱的中部;若使用玻璃温度计最好将其放置在箱内,在箱壁上一观测窗读取温度值。另外,为使箱内的水气分布均匀,应在湿气进口处安放一风扇。对于大批量试件含水率的调节,则要在密封室内进行,同时要适当增加温度计和湿度计的数目,以及加大增湿器和电风扇的功率或数量。

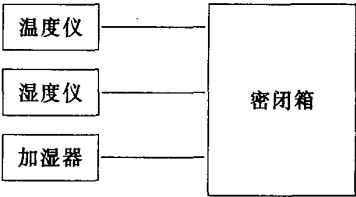


图 1 木材含水率调节设备示意图
Fig. 1 Schematic diagram of apparatus for conditioning wood samples

2.2 调湿操作与步骤

上述设备无加热器件而不具有干燥的功能,采用增湿的方式使试件的含水率高于当地气干材的平衡含水率;而欲使试件含水率低于当地气干材平衡含水率时,则先将试件适当干燥,再通过增湿的方式来调

节其含水率。本方法的基本思路是:根据温度、湿度和木材平衡含水率的关系,调节箱内湿度,逐步使试件达到预期的平衡含水率。

根据温度记录仪的观测结果,置于室内的密闭箱内部的昼夜温差为 4.5℃左右,同时又因为木材吸湿速度大于其解湿的速度,因而箱内试件在夜晚特别是半夜到凌晨间较白天吸湿要多,故计算试件的含水率时,应将调湿箱内一个昼夜的日平均温度代入(2)式中。根据实测结果,取调湿箱内昼夜温度变化的平均值为 3℃,以当日上午 8 时箱内的温度减去昼夜温度变化的平均值,作为计算当日箱内试件含水率的温度值;以及取上午 8 时箱内对应的湿度值,利用(2)式计算出的含水率作为当日箱内试件含水率的预测值。

在试件调湿的初期 2~3 天,可在白天每隔 2 h 使用加湿器加湿一次,使箱内湿度较同样温度下达到预期平衡含水率所需湿度值高 20%左右。此后,加湿次数可为每天早、中、晚各一次,加湿量也相应减少,直至试件达到预期的平衡含水率。以下介绍一例实际的调节过程,在 10 月份将北京的气干木材试件含水率调至为 15%。

根据成俊卿等^[6]研究结果,10 月份北京地区室内木材平衡含水率的平均值为 10.1%,此值可为欲调湿木材试件的初始含水率。根据北京 10 月份室内温度的变化情况及试件的预期含水率,由(2)式计算出在调湿过程中使用的部分数据(见表 1)。由表 1 可知,若上午 8 时箱内的温度减去昼夜温度变化的平均值为 16℃,欲使试件达到 15%的平衡含水率,密闭箱内的湿度应为 70%。前两天每 2 h 加湿一次,且每次使箱内湿度达到 90%左右;此后每日早、中、晚各加湿一次,每日加湿量根据箱内湿度进行修正,例如,前一天上午 8 时箱内湿度为 59%,当天为 61%,且前一天加湿的控制湿度为 78%,则今日加湿的控制湿度为 76%。

表 1 温度、湿度和木材平衡含水率的对应值
Tab. 1 Relationship of moisture content of wood to temperature and humidity

温度 ℃	不同湿度所对应的平衡含水率/%				
	60	65	70	75	80
14	12.4	13.5	14.8	16.2	17.8
15	12.4	13.5	14.7	16.1	17.7
16	12.4	13.5	14.7	16.1	17.7
17	12.3	13.4	14.7	16.0	17.6
18	12.3	13.4	14.6	16.0	17.6

骤估计量以及各种功能的设置来确定 PLC 型号。

3 PLC 控制对产品质量的影响

MDF 产品质量是通过收集生产过程中各工序的参数,如板坯重量、刮平辊高度、热压压力、压板距离、压板温度、压板位置、速度等,经专门的数据处理中心,即处理器(MP)进行处理,再把处理信号送给 PLC,指令某些部件动作,从而达到控制产品质量的目的。例如当皮带秤称出铺装质量不够时,MP 则给 PLC 一个信号,使刮平辊升高,当刮平辊升高后,MP 又检测到刮去的料量不够高,于是再送信号到铺装下料电机,通过变频器变频,使下料加快,如此多次调节直到达到平衡。又如在热压机的成型区,若压板距离大于设定值,则 MP 会给信号到 PLC,PLC 使该区增压阀打开,增大油缸压力,使压板距离达到设定值,如压力太大,又会把距离压小,则 MP 再给 PLC 信号,使减压阀动作,泄掉油缸中一定量的油使压力下降,如此反复调整,直到压板距离与设定值相同。可见,由 MP 和 PLC 共同控制 MDF 的质量是相当有效的。

(上接第 26 页)

如此反复调整与箱内温度对应的调湿器以控制湿度,使调湿箱内试件的平衡含水率向所要求的 15% 逼近。不过,加湿控制湿度至少也得比在箱内湿度下为达到 15% 含水率所要求的湿度高 3 个百分点,否则难以达到使试件含水率增大的要求。

3 总结

作者曾对杉木和马尾松木材试件,使用称重法检验按上述方法调节试件的含水率,发现两者之差最大不超过 1%,表明本方法是可行的。在北方的大部分地区及南方的部分地区,气干木材的平衡含水率都在 15% 以下,试件 15% 的含水率是木材物理力学实验国家标准的要求,在这些地区进行木材物理力学实验时,都需将气干试件的含水率调大,故本方式在木材科学研究中均具有应用价值。

具有设备简单、操作方便的特点。将图 1 中的加

4 PLC 使用注意事项及维护

(1) 低电频信号线与其它现场布线必须隔离,如 $\pm 5V$, $0 \sim 10V$, $4 \sim 20 \text{ mA}$ 等信号线应尽可能采用屏蔽信号线,并将屏蔽导线单端接地。

(2) 交流电源与直流电源布线应相互隔离。

(3) 不同电压等级与不同的电流方式,其线皮颜色应有区别。

(4) 必须有良好的接地系统,系统及 PLC 的接地电阻应 $\leq 4\Omega$ 。

(5) 备用 I/O 插槽应按分散的原则分配,以利于将来应急或扩展应用。

(6) PLC 自动控制系统应全部安装在带有空调的专用控制室内,对保护电气设备有很大的好处。

粤海公司的 MDF 生产线自 1997 年投产以来,基本按照有关要求使用、维护,很少出现 PLC 的故障。值得注意的是,当使用 3 年后,应注意存储器后备电池电压是否下降,使用满 5 年则后备电池应该更新,对程序软件的修改必须认真、慎重,必须建立完善的管理制度。

湿器用干燥器取代可以进行试件的去湿调节,但由于整个设备不具备加热功能,故对于气干木材含水率向下调的效率相对较低。

参考文献:

- [1] Avramidis S. Evaluation of "Three-variable" Models for Prediction of Equilibrium Moisture Content in Wood [J]. Wood Sci. Technol., 1989, 23(4): 251~258.
- [2] Zuritz C, Singh R P, Moini S M, et al. Desorption Isotherms of Rough Rice from 10°C to 40°C [J]. Trans ASAE, 1979, 22: 433~440.
- [3] Bramhall G. Mathematical Model for Lumber Drying I. Principles Involved [J]. Wood Science, 1979, 12(1): 10~20.
- [4] Spalt H A. The Sorption of Water Vapor by Domestic and Tropical Woods [J]. Forest Prod. J., 1957, 7(10): 331~335.
- [5] Higgins N C. The Equilibrium Moisture Content-relative Humidity Relationships of Selected Native and Foreign Hardwoods [J]. Forest Prod. J., 1957, 7(10): 371~377.
- [6] 成俊卿,等. 北京地区木材平衡含水率及其变异的研究 [J]. 林业科学, 1962, 7(3): 193~203.

中国林产工业协会地板专业委员会机构人员调整

为加强对各分支机构的规范管理,更好地发挥协会在行业建设中的作用,经中国林产工业协会研究,对地板专业委员会领导及工作人员作如下调整:

地板专业委员会只设主任委员、副主任委员和

常务委员,工作机构为专业委员会秘书处;主任委员由沈贵同志兼任,原理事长王维新任副主任委员,其余原副理事长改任副主任委员;吕斌任秘书长,余志明、唐召群任副秘书长。

林产工业协会