

# 木材含水率测定方法的比较研究<sup>※</sup>

曾其蕴 鲍贤镭

(中国科学院沈阳应用生态研究所)

## 摘 要

为修订国家标准“GB1931—80木材含水率测定方法”提供依据,本文对含树脂和挥发性物质较多的马尾松等5种木材,采用烘干法、真空干燥法和蒸馏法进行含水率测定的比较。结果表明,烘干法简便实用,但所测得的含水率结果比真空干燥法和蒸馏法为高,如果试样含有较多的挥发性物质,应用烘干法测定含水率误差偏大时,可采用真空干燥法。

**关键词** 含水率; 含水率测定; 烘干法; 真空干燥法; 蒸馏法

为了我国木材物理力学试验方法尽可能采用国际标准(ISO),林业部委托中国林业科学研究院木材工业研究所组织有关单位共同进行《木材物理力学试验方法的研究》,我所承担了“木材含水率测定方法的比较研究”专题。

根据研究内容和要求,收集马尾松(*Pinus massoniana*)、红松(*P. koraiensis*)、落叶松(*Larix gmelini*)、杉木(*Cunninghamia lanceolata*)和樟木(*Cinnamomum sp.*)等5种含多树脂、多挥发性物质的试材。应用烘干法(GB1931—80木材含水率测定方法)<sup>(1)</sup>、真空干燥法和蒸馏法进行含水率测定的比较研究,为国家标准中“木材含水率测定方法”的修订提供科学依据。

## 一、真空干燥法

### 1. 试验方法

真空干燥是将木材试样放在处理筒内,经密封后,先使木材加温或控制到所需要的温度,再将处理筒内抽成一定的真空,以蒸

发木材中的水分。本研究主要利用真空干燥具有的水分蒸发快、干燥温度低的特点,避免长时间高温干燥使木材中挥发性物质随水分蒸发而损失。

本研究用668型真空干燥箱(大连第四仪表厂制造)。先清理箱内杂物,放入已称量的试样约4~5g(精确到0.001g),关门密封,接通抽气管头与真空泵吸入管头。通电加温,达到所需温度后,启动真空泵,保持连续抽真空状态。工作完毕后,切断电源,把管阀打开,让空气通过装有干燥剂(氯化钙)过滤的干燥空气(以减少空气中的水分)进入真空箱内,打开干燥箱,迅速将称量瓶盖好,移入玻璃干燥器内待冷却后称量,其余称量及计算等均按标准方法规定进行。

与真空干燥同时,取同批试样用GB1931—80规定的标准方法——烘干法进行对比试验。

### 2. 试验结果

#### (1) 试样的干燥时间

本文于1989年5月26日收到。

※白同仁和付秀珍参加部分工作

木材干燥过程中, 要注意几个基本原则, 即: 木材中水分移动速度是随温度升高而递增的曲线; 又随气压的下降而上升的曲线; 水分在木材内是从高温层向低温层移动; 是从湿部分向干部分移动。针对本试验的特殊性, 为了使木材尽快干燥, 而又尽量减少木材中的树脂及挥发性物质损失, 故宜采用常

温或较低温度干燥, 并辅以抽真空及小试样的措施。

试验用樟木 $20 \times 20 \times 20\text{mm}$ 的试样两组, 每组30个, 在两种不同温度 ( $20 \sim 25^\circ\text{C}$  及  $50^\circ\text{C}$ ) 下真空干燥48小时, 再将试样在  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  下烘至全干, 试验结果如表1。

从表1中可以看出, 在 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 下用真

表1 樟木试块真空干燥过程

| 干燥温度<br>( $^\circ\text{C}$ ) | 项 目      | 不同干燥时间 (小时) 试样质量及含水率 |       |       |       |       |       |       | 烘干法<br>烘至全干 |
|------------------------------|----------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
|                              |          | 初 重                  | 4     | 8     | 12    | 24    | 32    | 48    |             |
| 20~25                        | 试样质量 (g) | 4.444                | 4.297 | 4.259 | 4.233 | 4.197 | 4.182 | 4.160 | 4.002       |
|                              | 含水率 (%)  |                      | 3.4   | 4.3   | 5.0   | 5.9   | 6.3   | 6.8   | 11.0        |
| 50                           | 试样质量 (g) | 4.363                | 4.018 | 3.976 | 3.959 | 3.936 | 3.930 | 3.924 | 3.917       |
|                              | 含水率 (%)  |                      | 8.6   | 9.7   | 10.2  | 10.8  | 11.0  | 11.2  | 11.4        |

空干燥试样很难烘至全干。增加干燥温度至  $50^\circ\text{C}$ , 干燥速度大大加快, 48小时接近全干。然而, 应该指出, 这时气压低于大气压, 这样水就可以在  $100^\circ\text{C}$  以下达到沸点, 木材中的树脂和挥发性物质也可能随之损失, 而影响试样含水率。

在不宜增加干燥温度的条件下, 我们改用缩小试样尺寸的方法, 将试块改为木屑 (除去20目以下的细末), 采用常温下的连续抽真空干燥, 结果基本能满足试验的要求。所测的5个树种, 在温度 $20 \sim 25^\circ\text{C}$ 下连续真空干燥24小时, 基本达到了全干的要求 (表2)。采用这种方法, 上述几种木材的真空干燥过程如表2, 从中可以看出, 随着真空干燥时间的延长, 木材中水分逐渐减

少, 若以原国家标准GB1931—80中干至“最后两次重量之差不超过0.002g时, 试样即达烘干”为标准, 则马尾松、红松、杉木和樟木的木屑试样, 常温下真空干燥24~32小时可达“烘干”标准, 而落叶松尚超过0.002g (0.003g), 但均在0.01g以内, 若采用国际标准中允许的1/100天平作称量标准, 也已达“烘干”标准。

(2) 烘干法与真空干燥法试验结果比较

用上述5个树种的木屑, 每次从一个树种中随机取10个试样 (每个约5g), 分成两组, 分别用烘干法和真空干燥法测定含水率, 每一树种作4次重复试验, 试验结果如表3。从中表明, 烘干法所得结果大于真空干燥法,

表2 几种木材真空干燥过程\*

| 树 种 | 试验次数 | 不同干燥时间 (小时) 的试样质量 (g) |       |       |       |         |         |       |
|-----|------|-----------------------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|
|     |      | 初 重                   | 4     | 8     | 12    | 24      | 32      | 48    |
| 马尾松 | 5    | 3.137                 | 2.86  | 2.84  | 2.83  | (2.815) | (2.814) |       |
| 红 松 | 5    | 3.114                 | 2.841 | 2.795 | 2.784 | 2.770   | (2.768) | 2.664 |
| 落叶松 | 5    | 5.084                 | 4.658 | 4.609 | 4.586 | 4.559   | 4.556   | 4.550 |
| 杉 木 | 5    | 2.685                 | 2.448 | 2.418 | 2.407 | 2.393   | (2.392) |       |
| 樟 木 | 5    | 3.418                 | 3.134 | 3.106 | 3.094 | 3.080   | (3.079) |       |

\* ( ) 内表示两次质量之差在0.002g以内, 表明已达“烘干”标准

**表3 烘干法与真空干燥法测定木材  
含水率结果比较**

| 树 种 | 试验次数 | 含水率 (%) |       |     |
|-----|------|---------|-------|-----|
|     |      | 烘干法     | 真空干燥法 | 差 值 |
| 马尾松 | 4    | 13.3    | 11.8  | 1.5 |
| 红 松 | 4    | 14.0    | 12.7  | 1.3 |
| 落叶松 | 4    | 13.8    | 12.4  | 1.4 |
| 杉 木 | 4    | 14.0    | 12.6  | 1.4 |
| 樟 木 | 4    | 12.5    | 11.4  | 1.1 |

其中樟木含水率的差异最小(平均为1.1%),红松、马尾松、落叶松和杉木的含水率的差异较大(平均为1.3~1.5%)。这一结果说明,烘干法对树脂及挥发性物质较多的木材,在测定其含水率时确有一定影响,此种影响与木材的树种有关,一般说来,烘干法比真空干燥法所测得的含水率约大0.8~1.6%。这是常用的烘干法在测定木材含水率中,实际包含有部分挥发物在内,所以测得的含水率比真空干燥法偏大。

## 二、蒸馏法

蒸馏法测定木材含水率,前人已有较多的叙述(3,4,6,7)。蒸馏法是将被测定的木材试样置于与水不相混和而且沸点在100℃以上的溶剂(无水二甲苯或甲苯或沸点在150~200℃的石油溶剂均可,本试验用二甲苯)中蒸馏,用刻度管接受馏出液,待溶剂与水分分离后,读出下层水的容积,并计算试样含水率。

### 1. 试验方法

备好蒸馏装置后,称试样木屑20~30g,精确至0.001g,迅速放入盛有无水二甲苯(约200ml)的蒸馏烧瓶中,装好水分测定器后,在电热器上加温蒸馏,木材中的水分及部分溶剂的蒸汽通过冷凝器流入接受器中,蒸馏至无水分散出为止。蒸馏结束后,待容器冷却,卸下装置,取下水分测定器,用环状金属丝将水分接受器壁上附着的水泡使其落到底部和已有的水在一起,静置片刻后,读出水分的容积量,精确至0.1cm<sup>3</sup>,并换算为水的质量(g)。按下式计算试样含

水率

$$W = \frac{G_1}{G_2 - G_1} \times 100$$

式中:W——试样含水率,以百分率计,准确至0.1%;

$G_1$ ——蒸馏出的水量(g);

$G_2$ ——试验时试样的质量(g)。

### 2. 试验结果

将上述5种木材加工成木屑(去掉通过20目的细锯末)置于塑料袋中备用。每次试验,取每个树种的木屑,在同一时间内进行烘干法与蒸馏法测定含水率比较,每次各取3个试样作平行试验,代表该树种的木材含水率,每一种木材重复5次试验,试验结果如表4。

**表4 烘干法与蒸馏法测定木材含水率结果比较**

| 树 种 | 试验次数 | 含水率 (%) |       |     |
|-----|------|---------|-------|-----|
|     |      | 烘干法     | 蒸 馏 法 | 差 值 |
| 马尾松 | 5    | 10.8    | 9.7   | 1.1 |
| 红 松 | 5    | 16.6    | 15.1  | 1.5 |
| 落叶松 | 5    | 12.6    | 11.3  | 1.3 |
| 杉 木 | 5    | 13.4    | 11.6  | 1.8 |
| 樟 木 | 5    | 16.7    | 15.0  | 1.7 |

从表4中可以看出,树脂和挥发性物质含量多的木材,用烘干法比蒸馏法所测得的含水率大,但不同树种之间也略有差别,其中马尾松木材差异小,平均为1.1%;落叶松次之,平均为1.2%;红松、杉木和樟木差异较大,分别为1.5、1.8和1.7%。各种间木材性质差异,特别是含树脂和挥发性物质的多少,是造成这两种测试结果差别的主要原因之一。这与吴中禄(4)的论述是一致的。

在试验过程中可以看到,用烘干法测得的含水率,平行试验间的差异波动小,绝大多数平行试验试样之差都在0.1%以内,只有一次超过0.2%,可以认为烘干法测定木材含水率是稳定可靠的。而蒸馏法的三个平行试验结果波动较大,很少有3个试样值都很

接近的,一般差异为0.1%,个别的可达0.4%。

### 三、结论

1.应用烘干法、真空干燥法和蒸馏法对马尾松、红松、落叶松、杉木和樟木等5种含多树脂、多挥发性物质的木材含水率试验结果表明,烘干法测定木材含水率的结果比真空干燥法和蒸馏法为高,一般高0.8~1.9%,但不同树种木材略有差异。这是因为木材在干燥过程中,有部分挥发性物质损失掉。所以烘干法对不含挥发成分的木材才具有真正正确的结果。

2.三种测定方法中,以烘干法简便实用,真空干燥法和蒸馏法较复杂,也不适宜测较大的试样,大量测试有困难。特别是蒸馏法每次只测数量很少的试样,且读数不够精确,一般只适宜于测定一些特殊的试材,如含挥发性物质甚多或油浸过的试材,或试样经条件处理,含水率差异不大,才可应用蒸馏法。

3.鉴于上述试验结果,我们认为,我国国家标准“GB1931—80木材含水率测定方法”与国际标准<sup>(5)</sup>(ISO3130—1975E)无

重大差别。国际标准中有不少原则性论述,可根据不同情况,有时不只固定一个标准和方法,允许有所取舍。故建议在我国国家标准修订时增加一条真空干燥的方法。并建议提高测试精度,如称量精度至0.001g,含水率计算至0.1%。

### 参考文献

- [1] 国家标准总局, 1980, 木材物理力学试验方法, 技术标准出版社。
- [2] 吴玮, 1985, 电热远红外木材干燥处理, 黑龙江省电子技术研究所。
- [3] 袁镇沂, 1959, 制浆造纸分析, 上海科学技术出版社。
- [4] 成俊卿主编, 1985, 木材学, 林业出版社。
- [5] ISO 3130 Wood determination of moisture content for physical and mechanical tests. First edition 1975-11-01.
- [6] Resch, H. and Barton, A. Ecklund, 1963, Moisture content determination for wood with highly volatile constituents. For. Prod. J., 13 (1) : 481-482.
- [7] Kollmann, F. und Hockele G., 1962, Comparison of procedures for the determination of moisture content in wood, Holz als Roh- und Werkstoff, 20 (12) : 461-472.

## The comparison research of the methods for determination of moisture content of wood

Zeng-Qiyun Bao Xianfong

(Inst. of Applied Ecology, Academia Sinica)

### Abstract

To give evidence of modifying the state standard "GB 1931-80 method for determination of moisture content of wood", in this paper the comparisons of determination for moisture content of 5 wood species, such as *Pinus massoniana*, which contain higher gum resin and volatile constituents, have been made with oven drying, vacuum drying and destructive distillation. The results show that the oven drying method is simply and practical, but the determined moisture content values is higher than the others. If the samples contain higher volatile

(下转40页)

- particleboard/composite Materials Symposium, 145-143.
- [50] Fadl, N.A. and M.Rakha, Effect of cooking temperature and hardening on the properties of rice straw hard-board manufactured by Asplund process, cellulose chemistry and technology, 1984, 18(4):431-435.
- [51] Information Sources on the Utilization of Agricultural Residues for the production of panels, Pulp and paper, 1979.
- [52] L'alliance du lin et du bois, Le Bois National(Scierie-Exploitation-Forestiere), 1986, (34):14-19.
- [53] Low-cost compact boards based on vegetable, Wood based panel, 1985, (1):42-45
- [54] Roch Turowski, 1981, Sitowie jako sorowiec W produkcji Mebli, przemysl Drzewny, No.5:8-10.
- [55] Salah Eldien omer, Iverie od raznih fitogenih materijala, particleboard from varions phytogenic materials, Drvna industrija, 1986, 37(9/10) 221-227.
- [56] Shukla, K.S. and Janardhan prasad, Building boards from bagasse, part I PF bonded particleboards, J. of T.D.A, 1985, 31(4):20-27
- [57] "Technical Superiority" is expected for bagasse-based particleboard, Wood based panel, 1988(6):14-15.
- [58] USP 4358418.
- [59] USP 4364979.
- [60] Е.П.филатов, А.Л.кривои, Увлажнитель Костровых Плит, Деревообраб. Пром-сть, 1986, (6):29-30

(上接23页)

constituents, the error of moisture content determined by the oven drying method is larger, vacuum drying method can be used.

**Keyword** Moisture content; Moisture content determination; Oven drying method; Vacuum drying method; Distillation method

## 会讯:

△一个名为“1990年低质阔叶树材的加工与利用及林产品国际贸易”的国际会议将于6月10~13日在台湾国立大学召开。

本次大会是由台湾国立大学林业研究院发起,美国奥本大学林学院主办,其他共同发起单位还有美国农业部林务局和林业研究组织的国际协会。

此次大会旨在开发和促进国际间的技术交流,进一步促进国际贸易。大会主要内容包括低质阔叶树材资源及其性质,低质阔叶树材的加工、利用和应用;与林业有关产品的供需情况;市场和贸易;国际贸易改革及法规。

△第一届扩散法木材防腐国际会议将于九〇年十一月二十八至三十日在美国的田纳西州那斯维尔举行,目前一切准备工作基本完成。本次大会是由美国农业部林务局和林产品研究协会、密西西比林产品应用实验室、俄勒冈州立大学林产品实验室共同发起举办的。会议讨论的内容是:1)用水基扩散型防腐剂进行木材保护的回顾;2)当前扩散型防腐剂的研究和应用经验。首先由这项技术开展历史悠久的国家的代表作回顾,然后介绍美国在这方面的成果及应用这项技术的经验,最后讨论进一步应用这项技术的研究方向。

(张男男)