

· 研究简报 ·

纸基湿敏元件的研制与特性*

朱道康 蔡如海

(微电子研究所)

摘要 研制了特别纸基制备的湿敏元件,测量了电阻值与相对湿度的关系以及吸湿(脱湿)响应曲线。作为湿敏元件,可以取代进口元件用到木材干燥设备中。

关键词 湿敏元件,吸湿、脱湿响应

干燥是木材加工中的一个重要工序,以往,木材干燥设备是使用毛发湿度计或使用干湿温度探头测量湿度。前者的缺点是必须进入干燥室才能观测到湿度值,后者的缺点是在长达十多天的干燥过程中要不断为湿探头加水,使测湿装置结构复杂,操作繁琐。而采用传感片就克服了上述缺点,通过干燥室外与传感片连接的表头,读出干燥室内空气状态下的平衡含水率,并根据测得的木材含水率,以自动方式(或手动)控制抽湿的程度。这种湿敏片使用一炉后即废弃。因此,研制可代替进口木材干燥设备上使用的湿度传感片,既解决了厂家的困难又有助于木材干燥设备的国产化。本文概述了这种纸基湿敏片的研制及其特性,并与西德片进行了比较。实验表明,本研制的纸基湿敏片可以代替西德的纸基湿敏片,在木材干燥设备中,作为控制湿度的敏感元件。

1 实验部分

1.1 实验条件及测量装置 为了获得较可靠的湿度的实验环境,使实验条件具有较好的一致性。本实验采用了两种恒湿环境:

(1) 以不同比例的甘油和水混合后,分别密封于几个干燥塔内,各塔内空间相对湿度分别为35%,40%,53%,65%,75%,85%,90%。在塔内空间上装有4个样品夹头,分别用屏蔽线密封地连接到塔外,可在同一湿度下同时测量4个样品的电阻值^[1]。

(2) 利用现有的恒温干燥箱,用WMSZ-02温湿度指示控制仪的两支热偶型探温头作为干湿温度取样传感头,取代原恒温干燥箱中的机械式—热膨胀杆控温装置,温度控制精度达到 $\pm 1^\circ\text{C}$,用超声雾化器加湿。而超声雾化加湿器连入湿度控制电路,一旦达到设定的湿度立即断电,雾化作用立即停止,水蒸气不再进入恒湿箱内,这样可以更准确地控制湿度。湿敏片在各湿度值下的电阻值由ZC36型 $10^{17}\Omega$ 超高电阻 10^{-14}A 微电流测试

本文1991年5月24日收到

* 中山大学科研基金资助项目

仪测量。

1.2 样品的研制 纸基片由广州造纸研究所提供,为针叶木质纤维,紧度为 $0.66\sim 0.71\text{ g/cm}^3$,试样基片尺寸与西德片相同($2.0\times 4.0\text{ cm}^2$),电极距离 5 mm ,感湿材料为 LiCl ,按一定百分比浓度配制成溶液,将基片在溶液中按设定时间浸泡,浸泡后在 50°C 的烘箱内烘干或晾干,电极由本实验研制的导电印浆,以丝网印刷法,在基片上印刷成型,经 50°C 烘干或晾干。制成的电极测得电阻值(5 mm 距离)约 3000Ω ,由于在 $90\%\text{ RH}$ 的高湿度下,纸基湿敏片的电阻值(5 mm 距离)尚且为 $10\text{ M}\Omega$ 数量级。因此,电极的阻值完全在测量湿敏片电阻值所允许的误差范围内。

2 实验结果

2.1 感湿特性曲线 从 $35\%\text{ RH}$ 到 $90\%\text{ RH}$ 的区间内,各恒定湿度下,分别测量西德样品与本研制样品的电阻值。测量时,从较低定点湿度移入较高定点湿度环境中, 40 min 后才开始测量。图1为感湿特性曲线即样品电阻值-湿度关系曲线,图1(a)中示出研制样品MS4的感湿特性曲线与西德样品WS的感湿特性曲线比较。图1(b)是研制样品MS3与西德样品WS都经历了相同湿度历史环境,即经过多次从低(或高)湿到高(或低)湿环境的变化后测得的感湿特性曲线。由此可以看出本研制样品与西德样品的感湿特性相近。

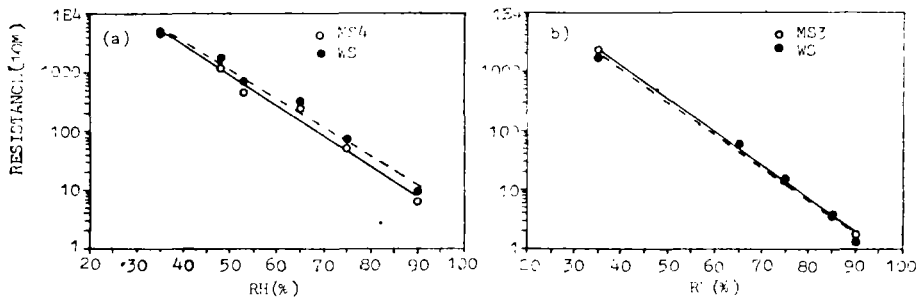


图1 感湿特性曲线—样品电阻值与湿度关系

Fig. 1 Moisture sensitivity curve-sample's resistance vs relative humidity

2.2 感湿响应时间 测量了吸湿和脱湿的时间响应曲线,方法是将样品放入 $35\%\text{ RH}$ 或 $90\%\text{ RH}$ 的干燥塔内,待塔内湿度平衡后,瞬时将样品置于一个大于 $35\%\text{ RH}$ 或小于 $90\%\text{ RH}$ 的湿度环境中,同时计时连续测量样品的电阻值变化至平衡,图2为研制样品与西德样品的吸湿与脱湿曲线。从图2(a)可以看到,当湿度瞬时从 $35\%\text{ RH}$ 变到 $75\%\text{ RH}$ 时,研制样品(MS3)与西德样品(WS)的吸湿响应曲线是十分相近的,同时还给出了研制样品(MS3)在相对湿度瞬时从 $35\%\text{ RH}$ 变到 $85\%\text{ RH}$ 的吸湿曲线。图2(b)为研制样品与西德样品的脱湿响应曲线的比较,从图中可见两种样品的脱湿曲线趋于重合。

从图2可以估算吸湿响应时间^[2]。起始环境湿度为 $35\%\text{ RH}$,终止环境湿度为 $75\%\text{ RH}$,湿敏片电阻值改变量 $\Delta R = 1350\text{ M}\Omega$ 。在响应过程中,从起始至某时刻 t ,湿敏电阻值改变量可表示为 $\Delta R(t) = \Delta R(1 - \exp(-t/\tau))$ 。当 $t = \tau$ 时, $\Delta R(\tau) = 0.63\Delta R = 850\text{ M}\Omega$ 。从图2(b)可以看出,当阻值从 $1400\text{ M}\Omega$ 降至 $550\text{ M}\Omega$ 约需 1 min 。可见,这种湿敏片的吸湿

响应时间达到分钟数量级的范围。

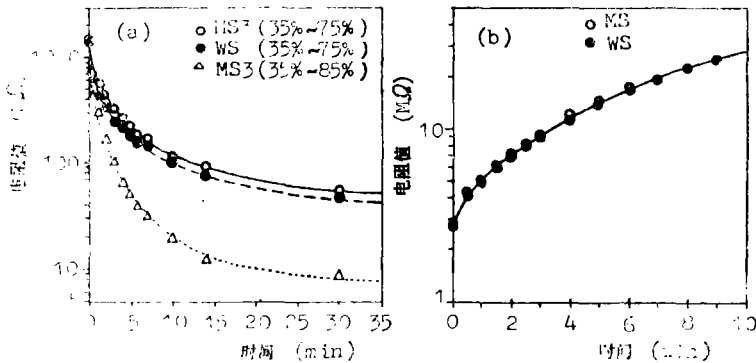


图2 吸湿与脱湿曲线

Fig. 2 Moisture absorption and dehumidification curve

2.3 现场对比实验 把西德片(WS)及研制片(MS)放在木材干燥窑体内同一处, 分别用屏蔽线接至窑体外, 通过转换开关与同一台ST-85数字木材测试仪连接。在每窑的整个干燥过程的不同阶段中, 测量了WS片及MS片的平衡含水率。图3示出了WS及MS的测量值的对比结果。可见, 在现场木材干燥机的窑体内, 从研制片测得值与从西德片测得的值十分相近。

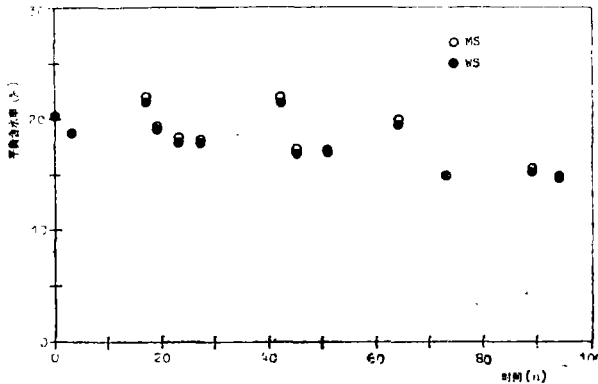


图3 平衡含水率—MS与WS的比较

Fig. 3 Balance rate of water content-comparison between MS and WS

3 结论

从实验可见, 研制片与西德片在感湿特性和吸湿、脱湿响应方面, 以及在木材干燥窑体内测得的平衡含水率方面都十分相近。因此, 我们研制的湿敏片可以代替西德的湿敏片, 在相应木材干燥设备中作为湿敏传感片使用。

这种湿敏片与其它湿敏器件相比感湿特性重复性较差, 这可从图1(a)与图1(b)对比看出。所以每一片用一炉后应当废弃, 由于成本低, 这是不足为虑的。

一窑木材的干燥过程, 长达五六天至十来天, 即使在干燥过程中的各干燥阶段, 窑

体内的温、湿度也是缓变的。因此, 这种响应特性的湿敏片对于在木材干燥设备中作为传感元件是足以胜任的。

参 考 文 献

- 1 Martin C, Strausz H J. The Manufacture of Glycerol. London. Technical press, 1956
- 2 康昌鹤, 唐省吾等. 气、湿敏感器件及其应用. 北京: 科学出版社, 1988·217~218

The Preparation and Characteristics of a Paper-based Humidity Sensor

Zhu Daokang* Cai Ruhai

Abstract A humidity sensor made from a piece of special paper is reported. The dependence of sensor resistance on relative humidity is determined by measuring moisture absorption and dehumidification response. The results show that our humidity sensor may replace the sensor from abroad.

Keywords humidity sensor, moisture absorption, dehumidification response

* Microelectronics Research Institute