

实验十二 材料热膨胀系数的测定

一、实验目的

受热膨胀是绝大多数材料的共同属性。许多产品、部件和工程对材料的热膨胀特性均有集体的要求。因此材料的热膨胀系数测定是材料研究、生产和应用中不可或缺的一项重要指标。同时在线性范围内，大多数材料的这种热胀冷缩的现象是可逆发生的。通过实验要掌握调试该参数的具体方法。

二、实验原理

材料的热膨胀可用以下各式来表元

$$\text{两温度间平均线膨胀系数} = \frac{l_1 - l_0}{l_0(t_1 - t_0)}$$

$$\text{两温度间线膨胀百分率} = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中： t_0 —最初温度

t_1 —加热的最终温度

l_0 — t_0 时试样的长度

l_1 —加热至 t_1 时试样的长度

在一定的温度范围内，大多数均相材料的热膨胀都是均匀变化的。只有当材料的结晶内有晶态转变时才是例外。

一般工业产品、部件常测定温度范围由 $20^\circ\text{C} \sim 700^\circ\text{C}$ ，有时也测定 $20^\circ\text{C} \sim 1300^\circ\text{C}$ 甚至更高的线膨胀系数，这主要由材料的性质和使用条件来决定。

三、实验仪器设备及流程

实验仪器为全自动热膨胀仪，它主要由计算机数据采集系统，位移测量系统，温度控制系统、可控硅控制系统和加热系统组成。

温度控制系统的工作原理：当要实现正常升、降温时，可由电源中控制热电偶测量讯号与机械程序中滑线电位器计算给定讯号组成差接输出给控制器，再由控制器改变供给电炉的电压，电流的大小，从而改变电炉温度，达到自动调节的目的。当要做手动升温时，可由手

动直接加入讯号给控制器，控制改变供给电炉的电压，电流值的大小，从而改变炉温。

温度测量仪是由电炉中测量热电偶直接投入给计算机系统，以记录炉温变化曲线及读取其温度值。

测量位移：试样在电炉中加热或冷却引起沿轴向长度发生变化(即位移量小的改变)此变化推动刚玉棒、推杆，使差动变压器产生电讯号，再由位移测量单元放大后供给计算机系统中的 A/D 转换器记录其位移量的大小。

四、实验操作步骤

4.1 装样

(1)松开锁定扣，拉出装样机构，取下装样管端部的挡样插片，将试样从端部放入装样管，再将插片重新放入槽内，100mm 的试样插片放端部插槽，50mm 的试样放内侧插槽。

(2)旋转位移计调整旋钮，使顶杆顶住试样端面中心部位且试样另一端面与挡样插片垂直，热电偶热端位于试样的中部即试样半高处。

(3)将装样机构推入炉内(注意不要折伤冷却水管)，勾住锁定扣。

4.2 开机

(1) 打开计算机电源；

(2) 输入各工作参数；

(3) 设定程序曲线；

(4) 调整位移计使位移显示在 2mm 左右；

(5) 打开冷却水水源，如为含碳试样还须接通氮气(4 升/分钟)；

(6) 打开面板上的电锁开关；

(7) 打开面板上的触发板电源开关(上边按下为开)；

(8) 检查面板上的手动电位器应在最小位置；

(9) 将面板上的手-自动开关扳向手动位置；

(10) 按绿色按钮启动主回路，面板上的触发板电源开关指示灯亮；

(11) 将面板上的手-自动开关扳向自动位置；

(12) 启动计算机投入运行。

4.3 关机

(1) 使输出电流降为零，检查面板上的手动电位器应在最小位置；

(2) 将面板上的手-自动开关扳向手动位置；

- (3) 按红色按钮关闭主回路;
- (4) 关闭面板上的触发电源开关(下边按下为关);
- (5) 按计算机提示打印报告;
- (6) 关闭计算机;
- (7) 如通氮气关闭氮气气源;
- (8) 待炉温降至 500℃以下关闭冷却水源, 关闭面板上的电源开关。

注意事项

1. 开机与关机步骤必须按操作步骤进行, 应特别注意当主回路正在工作时严禁关闭计算机电源, 否则可能损坏主回路组件。
2. 实验前设备(主机、计算机)须通电、通水预热 30 分钟以上

五、数据处理

从计算机绘制曲线上读取某位移量下的温度值。如当长 l_0 为时, 温度为 t_0 , 长 l_1 为时温度为 $t_1(t_1 > t_0)$, 则试样的线膨胀系数为:

$$\alpha = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \cdot \frac{l}{t_1 - t_0} + 0.55 \times 10^{-6} = \frac{\Delta l}{l_0 \cdot \Delta t} \quad 1/\text{度}$$

式中: l —温度从 $t_0 \rightarrow t_1$ 时试样线性增长量, 是在记录仪上所记录的位移长度。

六、分析讨论题

1. 测定材料线膨胀系数的意义?
2. 试分析实验中影响测定结果的因素。