**金属线膨胀系数的测定**

**一、实验目的**

1.学习测量金属线膨胀系数的原理和方法。

2.测量金属样品的线膨胀系数。

**二、实验仪器**

实验台，金属线膨胀系数实验仪，温度传感器。

**三、实验原理**

1.线膨胀系数

大部分物体在温度升高时，长度也会随之伸长，其伸长量与时的温度和长度均成正比，即：

 （8-1）

式（8-1）中，为固体在温度为时的长度，为固体时的长度，为一比例系数。称为固体的线膨胀系数。

设在温度为时固体的长度为，在温度为时固体的长度为，由（8-2）式可得：

 （8-3）

 （8-4）

由（8-3）、（8-4）式可得：

 （8-5）

由（8-5）式可得：

 （8-6）

当温度变化范围不大时，与相差极小，所以，则（8-6）式可变换为：

 （8-7）

式（8-7）中，，。

由（8-7）式可知固体的线膨胀系数定义为温度每升高，固体每单位长度的伸长量。

实验也表明，当温度变化范围不大时，物体的伸长量与温度变化量及物体的长度成正比。即：

 （8-8）

可以将理解为当温度升高时，固体增加的长度与原长度之比。多数金属的线膨胀系数在之间。

线膨胀系数是与温度有关的物理量。当很小时，由（8-7）式测得的称为固体在温度为时的微分线膨胀系数。当是一个不太大的变化区间时，我们近似认为是不变的，由（8-7）式测得的称为固体在温度范围内的线膨胀系数。

由（8-7）式知，在已知的情况下，固体线膨胀系数的测量实际归结为温度变化量与相应的长度变化量的测量。由于数值较小，在不大的情况下，也很小，因此准确地测量及是保证测量准确的关键。

2.微小伸长量的测量及千分表

本实验采用千分表测量样品金属棒的长度变化。

千分表是一种高精度的长度测量工具，通过精密的齿轮齿条传动，将位移转化成指针的偏转，表盘最小刻度为，广泛用于测量工件几何形状误差及相互位置误差。

本实验所用千分表为全齿式传动系统，测量精度高。

测量范围：，分度值：。

3.温度传感器

本实验采用传感器测量样品金属棒的温度。

为铂热电阻，其感温元件是由金属铂组成。当温度变化时，感温元件的电阻值随温度

而变化，这样就可将变化的电阻值作为电信号输入测量仪表，通过测量电路的转换，即可得到被测温度。特点是：线性度好、测量准确、互换性好、抗振动冲击的性能好。

铂热电阻的使用温度范围为：，其电阻与温度的关系在的温度范围为：

 （8-9）

式（17-9）中，为温度为时铂热电阻的电阻值，。

 为温度为时铂热电阻的电阻值。

。

。

铂热电阻一般由直径的纯铂丝绕在平板形支架上，用银导线作引出线。

4.金属线膨胀系数测量装置

金属线膨胀系数测量装置如图1所示。



图1 金属线膨胀系数实验仪结构图

实验仪由金属线膨胀系数测量装置、温度测量控制装置、金属棒样品组成。

金属线膨胀系数测量装置由千分表、加热棒、加热管、温度传感器、金属防护罩、底座组成。测量装置右侧开口，用于更换金属棒样品，金属棒样品装进加热管后用螺钉通过弹簧拧紧，为固定端，另一端通过顶杆与千分表接触，为自由端。金属棒样品自由端在弹簧作用下将长度变化转化成千分表指针的偏转，通过表盘刻度读出。

温度测量控制装置由智能温度调节器、可控硅组成。

实验仪提供铜、铁、铝棒三种金属样品，实验时根据测量需要安装所要测量的样品。

**四、实验步骤**

1.实验时将所要测量的金属棒样品从线膨胀系数测量装置右侧装进加热管，拧紧螺钉。

2.实验时检查千分表与金属棒样品自由端顶杆接触是否良好，调节千分表调零转盘，使室温下千分表读数在之间，否则用螺丝刀松开千分表固定螺丝，调整千分表固定位置。

3.用二号导线将“输出”接至实验台上的“输入”，将温度传感器信号送入智能温度调节器。

4.打开实验台的电源开关，打开智能温度调节器的开关，显示窗亮，设置，记录室温下千分表读数。

5.将加热电源线接至实验台上的“加热输出”，金属棒样品开始升温，稳定后千分表指针匀速偏转，将金属棒样品温度为如表1进行设置，并将相应温度下千分表读数记录在表1中。

样品：铜（铁、铝）

表1 金属线膨胀系数测量实验数据记录表（升温）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

6.当金属棒样品温度时，关闭加热开关，停止给金属棒样品加热，由于温度具有滞后性，经过短时间超调，金属棒样品温度开始下降。将金属棒样品温度为如表2进行设置，并将相应温度下千分表读数记录在表2中。

样品：铜（铁、铝）

表2 金属线膨胀系数测量实验数据记录表（降温）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

7.测量另外两种金属棒样品的线膨胀系数，重复实验内容与步骤1、2、3、4、5、6。

 8.根据表格中的数据，由（8-7）可以计算出金属的线膨胀系数。

9.分别计算出升温和降温两种方式下金属线膨胀系数，求平均值，即为被测金属棒样品的线膨胀系数。

10.将实验测得的铜、铁、铝棒三种金属样品的线膨胀系数与参考值进行比较，计算实验误差，分析误差产生的原因。铜、铁、铝的线膨胀系数在的参考值如表3所示。

表3 金属的线膨胀系数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 物质 | 铜 | 铁 | 铝 |
| 线膨胀系数 |  |  |  |

已知室温下金属棒样品的长度，只要计算出即可计算出金属的线膨胀系数。

用最小二乘法计算铜、铁、铝三种金属棒样品的线膨胀系数。

令金属棒样品温度，金属棒样品长度，斜率，则有线性函数关系：

 （8-10）

用最小二乘法求得：

 （8-11）

 （8-12）

计算待定系数及线性相关系数，从而求出金属棒样品的线膨胀系数，并验证是否成立。验证是通过相关系数来进行的，其表达式是：

 （8-13）

当时（一般达到即可）表示和的线性关系好，即线性函数形式正确；当时说明实验数据分散，即线性关系不存在。最小二乘法的统计不确定度与相关系数密切相关：当时，统计不确定度变小；当时，统计不确定度变大。

**五、注意事项**

1.本实验仪为供电，实验仪通电后不要触摸各个电源接口，以免发生危险。

2.安装金属棒样品时动作要轻，防止金属棒变形，快接触千分表时动作要缓慢，防止损坏千分表，螺钉要拧紧。

3.千分表为精密贵重易损仪器，一般不要自行装卸，不要粗暴操作，用螺丝刀调整位置时要小心谨慎。

4.实验时应将实验仪放在平整、平稳桌面上，实验过程中无任何振动，如受外力作用，将给实验带来较大误差。

5.除参数外，智能温度调节器其它参数在实验仪出厂前均已设置好，一般情况下不要随意更改，实验时金属棒样品加热温度不得超过。