

一种测定线膨胀系数的简易方法

盛爱兰 刘玉金

(山东理工大学物理与光电工程学院 山东 淄博 255049)

(收稿日期:2019-01-09)

摘要:目前大学物理实验中,线膨胀系数的测定方法主要用光杠杆法.但该方法调节比较困难,读数过程存在视差,而且成本较高.文中设计了一种利用激光管测定金属线膨胀系数的简易装置,成本低廉且操作简单,准确度高.

关键词:线膨胀系数 简易方法 激光管

金属线膨胀系数的测量是大学物理实验中的一个基本实验,目前主要用光杠杆法.实验仪器主要由望远镜、光杠杆、金属线膨胀系数测定仪、标尺、温度计组成.但该方法调节比较困难,主要是学生对望远镜使用不太熟悉,另外室内光线太强或太弱都无法调节,在调节和读数过程极易造成视觉疲劳.其次,在读数过程中存在着视差,这样降低了测量的准确度.另外,望远镜成本高且易于损坏,而实验原理也相对复杂.本文中利用激光管取代了望远镜,设计了一种测定金属线膨胀系数的简易方法.

我们知道,半导体激光管具有单色性好、方向性好、亮度高等优点,还具有价格低廉、体积小、重量轻、工作电压低、功耗小、便于进行光调制、能量转换率高等自身优点.已在激光准直仪、激光瞄射仪、十字投影仪、激光测距仪、激光测速仪等仪器中得到广泛的应用.

本文利用激光管测量微小长度的变化,成本低廉,原理清晰,操作简单,测量准确度较高.还有不易损坏、经久耐用的特点,适合一般的理工科大学生用来做学生实验,而且由于本实验的直观性,也是一种良好的演示实验装置.

1 金属线膨胀系数

若原长为 L_0 的固体,温度升高 Δt 时伸长量为 ΔL ,则有

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \Delta t \quad \text{或} \quad \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta t} \quad (1)$$

式中 α 称为固体的线膨胀系数,这是一个材料参数.温度用温度计测量,长度 L 用米尺测量,这两个量的测量误差都很小.而伸长量 ΔL 很小,它的测量直接影响实验的准确程度.

2 实验装置及测量原理

实验装置如图 1 所示,采用激光管取代望远镜和光杠杆.其中,A 为温度计,B 为待测金属管,C 为激光管,D 为散热罩,E 为加热管,F 为米尺.激光管 C 固定在三足底座上,其中底座三足尖的连线呈等腰三角形,两前足尖的连线为等腰三角形的底.实验时把三足底座的后足尖置于待测金属管上端,两前足放在加热装置上浅窄的水平槽内.米尺 F 保持竖直方向,并置于激光管前 2.0 m 以外.

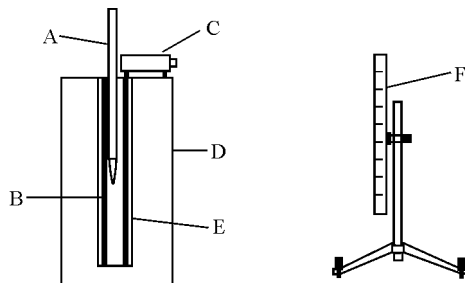


图 1 实验装置

实验时打开激光管,左右移动米尺使激光束射到米尺上,记下初始读数 a_0 .此后,在整个实验过程

中不得碰动米尺、激光管及工作台等. 温度升高后, 金属管伸长 ΔL , 激光器的后足尖也随之被抬升 ΔL , 则激光束射到米尺上的读数变为 a_i . 从图 2 中可看出

$$\Delta L = \frac{S}{R}(a_0 - a_i) \quad (2)$$

式(2)中, R 为米尺到激光器两前足尖连线间的距离, 用米尺测. S 为激光管后足尖至两前足尖连线间的距离, 可把三足尖压在纸上留下压痕, 再用米尺或三角尺测.

将式(2)代入式(1)得

$$\alpha = \frac{S(a_0 - a_i)}{RL_0(t_i - t_0)} \quad (3)$$

式(3)即为测定金属线膨胀系数的计算公式.

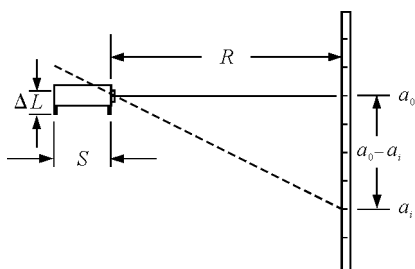


图 2 实验原理图

3 实验数据

本实验测定了金属铜的线膨胀系数, 数据如表 1 所示.

表 1 测定金属铜的线膨胀系数实验数据

温度 / °C	21.6	31.6	41.6	51.6	61.6	71.6	81.6	91.6
标尺读数 / cm	7.53	7.21	6.82	6.50	6.22	5.84	5.50	5.21

A Simple Method on Measuring Linear Expansion Coefficient

Sheng Ailan Liu Yujin

(School of Physics and Optoelectronic Engineering, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049)

Abstract: At present, the method of measuring the coefficient of linear expansion mainly adopts optical lever method for physics experiment of university. However, it is difficult to adjust the experiment equipment using this method, furthermore parallax error widely exists in readings process, and the cost is higher. In this paper, a simple device, using laser tube, was designed to measure the coefficient of linear expansion, which was lower in cost, simpler in operation and more accurate in measurement.

Key words: coefficient of linear expansion; simple method; laser tube

$t_0 = 21.6$ °C (室温), $L_0 = 49.65$ cm, $S = 7.07$ cm, $R = 286.5$ cm

则得: $\bar{\alpha} = 16.4 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, $\Delta\alpha = 0.2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. 本实验铜管线膨胀系数理论值为 $17.1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, 理论与实验值相对误差为 4.1%.

4 总结

实验中选用金属管的长度直接影响到测量的准确程度, 金属管长度应在 50 cm 左右, 而且米尺到激光管两前足的距离应大于激光管两前足至后足尖距离的 30 倍. 实验证明, 测量的相对误差为 4.1%, 精确度不亚于常用的光杠杆法测量装置. 而且随着激光管到标尺间距离的增加, 由于激光的方向性好, 精确度会更高, 从这个意义上讲, 可以测量短一些的固体材料.

激光管具有价格低廉, 体积小, 重量轻等优点. 其工作电压为几伏特的直流电, 整套实验装置成本都极低, 可以带领学生自制实验仪器, 开拓学生视野. 本文设计的实验装置还有不易损环、经久耐用的特点, 适合一般的理工科大学生用来做学生实验. 另外, 目前大学物理课堂教学的演示实验相对较少, 而且由于本实验的直观性, 也是一种良好的演示实验装置.

参考文献

- 杨述武. 普通物理实验(一). 北京: 高等教育出版社, 2000. 88 ~ 91
- 盛爱兰, 闫兴华. 对金属线膨胀系数测定实验的仪器改进. 大学物理实验, 2002, 15(3): 51 ~ 53