

### 3 实验 M-1 长度测量

姓名: 林述申 学号: 2250758 成绩: 90 合作者: \_\_\_\_\_

指导教师: \_\_\_\_\_ 实验编号: 周三第1-2节B组15号

#### 一、实验目的

- 掌握游标和螺旋测微装置的原理,学会游标卡尺和螺旋测微计的正确使用。
- 熟练掌握用不确定度估算误差的方法。
- 学习实验结果的正确表示方法。

#### 二、实验原理知识准备与预习自测

- 游标卡尺由哪两部分构成?其读数方法如何?

答: 主尺和游标尺。读数方法: ①根据游标零线以左的主尺上的最近刻度读出毫米数; ②根据游标零线以右与主尺上的刻度对准的刻线读数; ③将上面整数和小数两部分加起来, 即为总尺寸。

- 螺旋测微计在使用一段时间后, 零点会发生变化。所以测量时必须先记下初读数。测量物体长度时所读得的数值应减去初读数。即物体长度 = 末读数 - 初读数。

#### 三、实验测量步骤

用游标卡尺和螺旋测微计分别测量铝板的长度、宽度和厚度,各测量3次,计算铝板的体积及其不确定度,并写出测量结果的标准形式。

##### 1. 游标卡尺的读数方法

- (1) 根据游标零线以左的主尺上的最近刻度读出整毫米数;
- (2) 根据游标零线以右与主尺上的刻度对准的游标刻线读数,其数值即为测量值的小数部分;
- (3) 将上面整数和小数两部分加起来,即为总长度。

## 2. 螺旋测微计的读数方法

- (1) 固定套筒上的读数值,加上微分套筒的左边缘与固定套筒上基准刻线相对齐的微分套筒的刻度值,注意要估读一位至 0.001 mm。
- (2) 先读出砧台与测量螺杆接触时的读数,即初读数,往往不为 0.000 mm。
- (3) 放入待测物体后,再读出砧台与待测物体接触时的读数,即末读数。
- (4) 测量值 = 末读数 - 初读数。

教师签名:

## 四、实验仪器

主要实验仪器名称	规格型号	仪器误差 $\Delta_{\text{仪}}$
游标卡尺	0-125mm 0.02mm	0.02 mm
螺旋测微器	0-25mm 0.01mm	0.004 mm
刻度尺	0-20cm 0.1cm	0.1cm

## 五、注意事项(在开始实验操作前请仔细阅读以下说明)

1. 要记录螺旋测微计的初读数。
2. 测量螺旋测微计的初读数或末读数之前,一定要使用棘轮装置。

## 六、实验现象观察与记录

实验数据记录:

教师签名:

## 七、实验数据处理

用游标卡尺测量物体的长度  $L$  和宽度  $B$ , 用螺旋测微计测量物体的厚度  $H$ 。

表 3-1

测量数据

$i$	铝板长度 $L/\text{mm}$	铝板宽度 $B/\text{mm}$	铝板厚度 $H/\text{mm}$	铝板体积 $V = \bar{L} \bar{B} \bar{H} / \text{mm}^3$
1	160.3	74.36	8.032	94801.0418
2	160.4	74.32	7.920	
3	160.3	74.30	7.918	
平均值	160.3	74.327	7.9567	

### (1) 长度的不确定度计算

$$u_{LA} = 1.32 \times \sqrt{\frac{\sum (L_i - \bar{L})^2}{n(n-1)}} = 0.05 \text{ mm}$$

(根式前的  $t$  因子与测量次数  $n$  有关, 当  $n=3$  时,  $t=1.32$ , 当  $n=5$  时,  $t=1.14$ , 当  $n=10$  时,  $t \approx 1$ )

$$u_{LB} = \Delta_{\text{仪}} / \sqrt{3} = 0.06 \text{ mm}$$

$$\text{合成不确定度 } u_L = \sqrt{u_{LA}^2 + u_{LB}^2} = 0.08 \text{ mm}$$

$$\text{长度的相对不确定度 } u_{rL} = \frac{u_L}{\bar{L}} \times 100\% = 0.05\%$$

### (2) 宽度的不确定度计算

$$u_{BA} = 1.32 \times \sqrt{\frac{\sum (B_i - \bar{B})^2}{n(n-1)}} = 0.02 \text{ mm}$$

$$u_{BB} = \Delta_{\text{仪}} / \sqrt{3} = 0.01 \text{ mm}$$

$$\text{合成不确定度 } u_B = \sqrt{u_{BA}^2 + u_{BB}^2} = 0.02 \text{ mm}$$

$$\text{宽度的相对不确定度 } u_{rB} = \frac{u_B}{\bar{B}} \times 100\% = 0.035\%$$

### (3) 厚度的不确定度计算

$$u_{HA} = 1.32 \times \sqrt{\frac{\sum (H_i - \bar{H})^2}{n(n-1)}} = 0.0019 \text{ mm}$$

$$u_{HB} = \Delta_{\text{仪}} / \sqrt{3} = 0.0023 \text{ mm}$$

合成不确定度  $u_H = \sqrt{u_{HA}^2 + u_{HB}^2} = 0.0030\text{mm}$

厚度的相对不确定度  $u_{rH} = \frac{u_H}{H} \times 100\% = 0.038\%$

#### (4) 体积的不确定度计算

体积的相对不确定度  $u_{rV} = \sqrt{u_{rL}^2 + u_{rB}^2 + u_{rH}^2} \times 100\% = 0.07\%$

体积的不确定度  $u_V = \bar{V} \cdot u_{rV} = 67.972 \text{ mm}^3$

实验结果表达式  $V = 94801.042 \pm 67.972 \text{ mm}^3$   
 $u_{rV} = 0.07\%$

### 八、实验分析与讨论

① 误差来源：系统误差，如游标卡尺读数产生的误差和螺旋测微计初读数不为零而产生的误差；偶然误差（随机误差），由于人的视觉等因素造成的读数误差；② 提高实验测量精度的方法：多次测量取平均值，采用测量精度更高的实验仪器。

### 九、思考题

1. 游标卡尺读数产生的误差属于随机误差或系统误差吗？为什么？

答：系统误差。原因：游标卡尺读数产生的误差系测量方法和机制造成的。由于仪器、理论推导、实验方法、人的生理、心理等原因产生的误差为系统误差；由于实验中的各种偶然因素、人的视觉、听觉、触觉差异等功能的限制等原因产生的误差为随机误差。

2. 为什么与螺旋测微计的初读数有关的误差属于系统误差？

答：螺旋测微计初读数不为零所引起的误差属于系统误差。这个误差符合系统误差倾向性、方向性、有规律可循的特点，所有测量值均偏大或偏小。若螺旋测微计的初读数为零就不会出现这种情况。

教师签名：