

长度和密度的测量实验报告

专业 工科试验班 姓名 史峰源 学号 2412526
分组及座号 H-12 实验日期 周二上午

长度和密度的测量实验报告

1 实验目的

- 1. 了解米尺、游标卡尺、螺旋测微器的测量原理和使用方法。
- 2. 掌握电子天平的结构原理、操作规程、使用及维护方法。
- 3. 熟悉仪器的读数规则及有效数字运算法则。
- 4. 了解密度的基本测定方法。
- 5. 掌握用流体静力称衡法测定不规则物体密度的原理和方法。
- 6. 掌握直接测量、间接测量的数据处理方法及测量不确定度估计方法。

2 仪器用具

米尺、游标卡尺、半空心有机圆柱体、螺旋测微仪、小钢球、电子天平、烧杯、铁架台、牛角扣、细绳、温度计。

3 实验内容

1. 用米尺测量实验桌的宽度 l (测四组数据, 分别为: 同一位置同一起点, 不同位置同一起点, 同一位置不同起点, 不同位置不同起点, 每组测量四次)
2. 用游标卡尺测半空心有机圆柱体的外径 D_1 , 内径 D_2 , 高 H_1 , 深 H_2 , (各四次) 并计算其体积;
3. 用螺旋测微器在小钢球不同位置测量其直径共六次, 并计算其体积;
4. 用流体静力称衡法测定牛角扣的密度。
 - (1) 使用前准备: 把天平放在平稳使用前准管稳台面上, 水平仪气泡调节至中央, 开机预热 1-5 分钟;
 - (2) 将电子天平读数归零, 把待测物体放到秤盘中央, 待读数稳定后读数;
 - (3) 用电子天平称量牛角扣的质量;
 - (4) 用电子天平称量装满水的烧杯质量, 记录;
 - (5) 将系有绳子的牛角扣完全浸没在烧杯里的水中并且保持绳子不松弛, 牛角扣不触碰杯壁和杯底, 把绳子系在铁架台上, 待平稳后记录电子天平视重;
 - (6) 把牛角扣拿出并擦干, 重复以上步骤, 测三次, 记录数据。

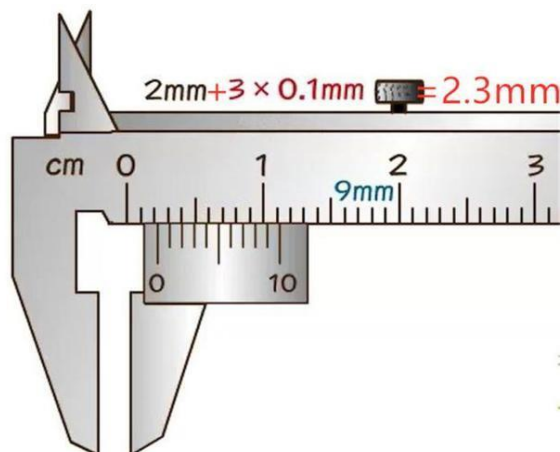
4 实验原理

4.1 米尺

米尺的量程大多为 0-1000.0mm, 分度值 1.0mm, 估读到 0.00cm, 在测量时, 应该让待测物断面在两眼连线的垂直平分线上, 养成两只眼睛读数的习惯。

本实验中要测量四组数据, 分别为同一位置同一起点, 不同位置同一起点, 同一位置不同起点, 不同位置不同起点, 每组数据测量四次。

4.2 游标卡尺



如图是游标卡尺, 游标卡尺可以提高测量精度, 不同测量爪可以测量外径, 内径, 深度, 高度等物理量。不同游标卡尺有不同分度值与测量精度。本实验中使用的是 50 分度的游标卡尺, 读数时需要遵循以下步骤:

- 1、看游标尺总刻度确定精确度(10 分度、20 分度、50 分度的精确度)
- 2、读出游标尺零刻度线左侧的主尺整毫米数(X);
- 3、找出游标尺与主尺刻度线“正对”的位置, 并在游标尺上读出对齐线到零刻度线的小格数(n)(不要估读);
- 4、按读数公式读出测量值。读数公式=主尺读数(X)+游标尺读数($n \times$ 精确度)

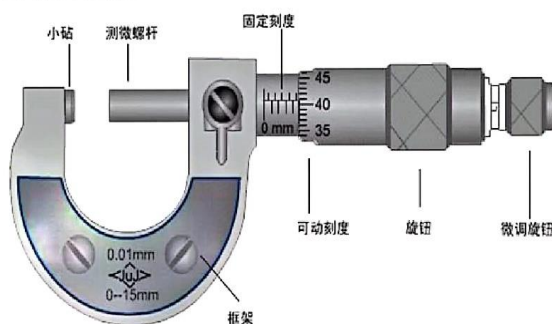
注意如果小数点后面的数字是 0, 不能省略。

注意测量开始前要查看零刻度线是否对齐, 如果不对齐需要减去对应误差。

本实验中要用游标卡尺的不同测量爪测量半空心圆柱体的外径 D_1 , 内径 D_2 , 高度 H_1 , 深度 H_2 , 并利用公式 $V = \frac{\pi}{4}(D_1^2 H_1 - D_2^2 H_2)$ 计算半空体圆柱体的体积。

4.3 螺旋测微器

螺旋测微器(又叫千分尺)是比游标卡尺更精密的测量长度的工具, 用它测长度可以准确到 0.01mm, 测量范围为几个厘米。



螺旋测微器是利用螺旋进退来测量长度的仪器, 具有更高的测量精度, 本实验使用的螺旋测微器量程为 25mm, 分度值 0.01mm, 极限误差为 0.004mm, 读数时应遵循以下步骤:

1. 使用螺旋测微器测量物体之前,应先记录零点读数 x_0 。这是因为当转动棘轮使测微螺杆与顶砧刚接触时,微分筒的端面的读数应为 **0.000mm**,否则就应该记录初始读数,也就是零点读数,以便对测量值进行修正
2. 在测定待测物时,先读出主尺的毫米数,再读出可动刻度(估读)
3. 读数值为 **xx(mm)**,小数点后要有三位有效数字
4. 最后的测量值=读数值-零点读数

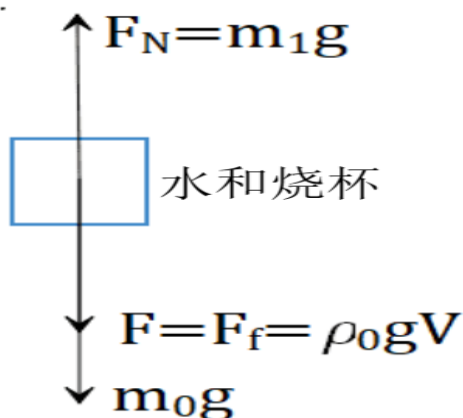
本实验要使用螺旋测微器在钢球不同位置的三互垂方向测量直径 D 六次,然后用公式 $V = \frac{4}{3}\pi(\frac{D}{2})^3 = \frac{\pi D^3}{6}$ 计算小球体积。

4.4 流体静力称衡法

对于形状规则的物体:用电子天平测量质量 m ,再测出体积 V ,物体的密度为 $\rho_0 = \frac{m_0}{V}$ 。

对于形状不规则的物体:无法直接测量出体积,可以利用流体静力称衡法测量其体积。

若空气中牛角扣的质量为 m_0 ,加水的烧杯质量为 m_1 ,将牛角扣浸没在水中后总质量为 m_2 。



对整体进行受力分析:

$$T + N = T + m_2 g = (m_0 + m_1)g \quad (1)$$

对牛角扣进行受力分析:

$$T + F = T + \rho g V = m_0 g \quad (2)$$

两式相减得到:

$$m_2 g - \rho g V = m_1 g \quad (3)$$

联立得到牛角扣的密度:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{m_2 - m_1} \rho \quad (4)$$

5 数据处理

注:各个部分均有表格,表格均已在表头或标签处备注了单位。

5.1 用米尺测量实验桌的宽度

第一组数据的计算:

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^4 l_i}{4} = \frac{69.96 + 69.97 + 69.98 + 69.96}{4} = 69.968 \text{ (cm)}$$

表 1: 用米尺测定实验桌的宽度 l 单位: $(\times 10^{-2} \text{ m})$

次数 i	l_1		l_2		l_3				l_4			
	l_{1i}	s_{l1i}	l_{2i}	s_{l2i}	起点	终点	l_{3i}	s_{l3i}	起点	终点	l_{4i}	s_{l4i}
1	69.96	0.01	69.97	0.009	1.00	70.96	69.96	0.015	3.00	72.98	69.98	0.012
2	69.97	$s_{\bar{l}_1}$	69.96	$s_{\bar{l}_2}$	2.00	72.01	70.01	$s_{\bar{l}_3}$	4.00	73.96	69.96	$s_{\bar{l}_4}$
3	69.98	0.005	69.99	0.0045	3.00	72.99	69.99	0.008	5.00	74.99	69.99	0.006
4	69.96	u_{al_1}	69.98	u_{al_2}	4.00	73.96	69.96	u_{al_3}	6.00	75.98	69.98	u_{al_4}
平均	69.968	0.006	69.975	0.005	/		69.980	0.01	/		69.978	0.007
u_{lj}	0.008		0.008		0.012				0.009			

单位: $(\times 10^{-2} \text{ m})$; 允差: $\Delta_l = \frac{0.01}{\sqrt{3}} \text{ cm}$;

$$s_{l_1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(69.96 - 69.968)^2 + (69.97 - 69.968)^2 + (69.98 - 69.968)^2 + (69.96 - 69.968)^2}{3}}$$

$$= \sqrt{0.000092} \approx 0.01(\text{cm})$$

$$s_{\bar{l}_1} = \frac{s_{l_1}}{\sqrt{n}} = \frac{0.01}{2} = 0.005(\text{cm})$$

$$u_{Al} = t_{(p,\kappa)} s_{\bar{l}} = 1.20 \times 0.005 = 0.006(\text{cm})$$

$$u_{Bl} = \frac{\epsilon_x}{\sqrt{3}} = 0.006(\text{cm})$$

$$u_l = \sqrt{u_{Al}^2 + u_{Bl}^2} = \sqrt{0.006^2 + 0.006^2} = 0.0084 \approx 0.008(\text{cm})$$

$$l_1 = (69.968 \pm 0.008) \text{ cm}$$

第二组数据的计算:

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^4 l_i}{4} = \frac{69.97 + 69.96 + 69.99 + 69.98}{4} = 69.975(\text{cm})$$

$$s_{l_2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(69.97 - 69.975)^2 + (69.96 - 69.975)^2 + (69.99 - 69.975)^2 + (69.98 - 69.975)^2}{3}}$$

$$= \sqrt{0.00008333} \approx 0.009(\text{cm})$$

$$s_{\bar{l}_2} = \frac{s_{l_2}}{\sqrt{n}} = \frac{0.009}{2} = 0.0045(\text{cm})$$

$$u_{Al} = t_{(p,\kappa)} s_{\bar{l}} = 1.20 \times 0.0045 = 0.005(\text{cm})$$

$$u_{Bl} = \frac{\epsilon_x}{\sqrt{3}} = 0.006(\text{cm})$$

$$u_l = \sqrt{u_{Al}^2 + u_{Bl}^2} = \sqrt{0.005^2 + 0.006^2} \approx 0.008(\text{cm})$$

$$l_2 = (69.975 \pm 0.008) \text{ cm}$$

第三组数据的计算：

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^4 l_i}{4} = \frac{69.96 + 70.01 + 69.99 + 69.96}{4} = 69.980 \text{ (cm)}$$

$$s_{l_3} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(69.96 - 69.980)^2 + (70.01 - 69.980)^2 + (69.99 - 69.980)^2 + (69.96 - 69.980)^2}{3}} \\ = \sqrt{0.00022} \approx 0.015 \text{ (cm)}$$

$$s_{\bar{l}3} = \frac{s_{l_3}}{\sqrt{n}} = \frac{0.015}{2} = 0.008 \text{ (cm)}$$

$$u_{Al} = t_{(p,\kappa)} s_{\bar{l}} = 1.20 \times 0.008 = 0.01 \text{ (cm)}$$

$$u_{Bl} = \frac{\epsilon_x}{\sqrt{3}} = 0.006 \text{ (cm)}$$

$$u_l = \sqrt{u_{Al}^2 + u_{Bl}^2} = \sqrt{0.01^2 + 0.006^2} \approx 0.012 \text{ (cm)}$$

$$l_3 = (69.980 \pm 0.012) \text{ cm}$$

第四组数据的计算：

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^4 l_i}{4} = \frac{69.98 + 69.96 + 69.99 + 69.98}{4} = 69.978 \text{ (cm)}$$

$$s_{l_4} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(69.98 - 69.978)^2 + (69.96 - 69.978)^2 + (69.99 - 69.978)^2 + (69.98 - 69.978)^2}{3}} \\ = \sqrt{0.00015866} \approx 0.012 \text{ (cm)}$$

$$s_{\bar{l}4} = \frac{s_{l_4}}{\sqrt{n}} = \frac{0.012}{2} = 0.006 \text{ (cm)}$$

$$u_{Al} = t_{(p,\kappa)} s_{\bar{l}} = 1.20 \times 0.006 = 0.007 \text{ (cm)}$$

$$u_{Bl} = \frac{\epsilon_x}{\sqrt{3}} = 0.006 \text{ (cm)}$$

$$u_l = \sqrt{u_{Al}^2 + u_{Bl}^2} = \sqrt{0.007^2 + 0.006^2} \approx 0.009 \text{ (cm)}$$

$$l_4 = (69.978 \pm 0.009) \text{ cm}$$

最终结果为：

$$l_1 = (69.968 \pm 0.008) \text{ cm}$$

$$l_2 = (69.975 \pm 0.008) \text{ cm}$$

$$l_3 = (69.980 \pm 0.012) \text{ cm}$$

$$l_4 = (69.978 \pm 0.009) \text{ cm}$$

次数	外径 D_1/cm	s_{D1i}	内径 D_2/cm	s_{D2i}	高度 H_1/cm	s_{H1i}	深度 H_2/cm	s_{H2i}
1	2.998	0.0012	1.804	0.0012	3.000	0.0016	2.180	0.0020
2	3.000	$\overline{s_{D1}}$	1.804	$\overline{s_{D2}}$	3.002	$\overline{s_{H1}}$	2.182	$\overline{s_{H2}}$
3	3.000	0.0006	1.802	0.0006	3.000	0.0008	2.178	0.0010
4	2.998	u_{AD1}	1.804	u_{AD2}	2.998	u_{AH1}	2.178	u_{AH2}
平均	2.988	0.0007	1.802	0.0007	3.003	0.001	2.182	0.0020
u_x	0.0014		0.0014		0.0015		0.0017	

表 2: 测量数据及不确定度处理 (单位: cm)

5.2 测量半空心圆柱体样的体积

已知零点读数: $x_0 = 0.000 \text{ cm}$, $u_{Bx} = \frac{0.002}{\sqrt{3}} = 0.001155 \text{ cm}$

(1) 外径 D_1

$$\bar{D}_1 = \frac{2.998 + 3.000 + 3.000 + 2.998}{4} = 2.999 \text{ (cm)}$$

$$s_{D1i} = \sqrt{\frac{(2.998 - 2.999)^2 + (3.000 - 2.999)^2 + (3.000 - 2.999)^2 + (2.998 - 2.999)^2}{3}}$$

$$= \sqrt{0.00000133} \approx 0.0012 \text{ (cm)}$$

$$s_{\bar{D}_1} = \frac{0.0012}{\sqrt{4}} = 0.0006 \text{ (cm)}$$

$$u_{AD1} = 1.20 \times 0.0006 = 0.0007 \text{ (cm)}$$

$$u_{BD1} = 0.001155 \text{ (cm)}$$

$$u_{D1} = \sqrt{0.0007^2 + 0.001155^2} = 0.0014 \text{ (cm)}$$

(2) 内径 D_2

$$\bar{D}_2 = \frac{1.804 + 1.804 + 1.802 + 1.804}{4} = 1.804 \text{ (cm)}$$

$$s_{D2i} = \sqrt{\frac{(1.804 - 1.804)^2 + (1.804 - 1.804)^2 + (1.802 - 1.804)^2 + (1.804 - 1.804)^2}{3}} = 0.0012 \text{ (cm)}$$

$$s_{\bar{D}_2} = \frac{0.0012}{\sqrt{4}} = 0.0006 \text{ (cm)}$$

$$u_{AD2} = 1.20 \times 0.0006 = 0.0007 \text{ (cm)}$$

$$u_{D2} = \sqrt{0.0007^2 + 0.001155^2} = 0.0014 \text{ (cm)}$$

(3) 高度 H_1

$$\bar{H}_1 = \frac{3.000 + 3.002 + 3.0000 + 2.998}{4} = 3.000 \text{ (cm)}$$

$$s_{H_{1i}} = \sqrt{\frac{(3.000 - 3.000)^2 + (3.002 - 3.000)^2 + (3.000 - 3.000)^2 + (2.998 - 3.000)^2}{3}} = 0.0016 \text{ (cm)}$$

$$s_{\bar{H}_1} = \frac{0.0016}{\sqrt{4}} = 0.0008 \text{ (cm)}$$

$$u_{A_{H_1}} = 1.20 \times 0.0008 = 0.001 \text{ (cm)}$$

$$u_{H_1} = \sqrt{0.001^2 + 0.001155^2} = 0.0015 \text{ (cm)}$$

(4) 深度 H_2

$$\bar{H}_2 = \frac{2.180 + 2.178 + 2.178 + 2.182}{4} = 2.180 \text{ (cm)}$$

$$s_{H_{2i}} = \sqrt{\frac{(2.180 - 2.180)^2 + (2.178 - 2.180)^2 + (2.178 - 2.180)^2 + (2.182 - 2.180)^2}{3}} = 0.0020 \text{ (cm)}$$

$$s_{\bar{H}_2} = \frac{0.0020}{\sqrt{4}} = 0.0010 \text{ (cm)}$$

$$u_{A_{H_2}} = 1.20 \times 0.0010 = 0.0012 \text{ (cm)}$$

$$u_{H_2} = \sqrt{0.0012^2 + 0.001155^2} = 0.0017 \text{ (cm)}$$

(5) 空心圆柱体体积及不确定度

$$\bar{V} = \frac{\pi}{4}(D_1^2 H_1 - D_2^2 H_2)$$

$$= \frac{\pi}{4}(2.999^2 \times 3.000 - 1.804^2 \times 2.180) \approx 15.61951 \text{ (cm)}^3$$

$$u_V = \frac{\pi}{4} \sqrt{(2D_1 H_1 u_{D_1})^2 + (D_1^2 u_{H_1})^2 + (2D_2 H_2 u_{D_2})^2 + (D_2^2 u_{H_2})^2}$$

$$= \frac{\pi}{4} \sqrt{(2 \times 2.999 \times 3.000 \times 0.0014)^2 + (2.999^2 \times 0.0015)^2 + (2 \times 1.804 \times 2.180 \times 0.0014)^2 + (1.804^2 \times 0.0017)^2} = 0.024 \text{ cm}^3$$

最终结果为：

$$V = (15.620 \pm 0.092) \text{ cm}^3$$

次数 i	1	2	3	4	5	6	平均
三互垂方向 D_i (mm)	22.170	22.175	22.179	22.179	22.178	22.176	未修正零点 $\overline{D}'(mm) = 22.1762$
$\overline{D}_i(mm)$	22.1762						
s_{D_i}	0.0034	$s_{\overline{D}}$	0.0014	u_{aD}	0.0016	u_D	0.0017

表 3: 三互垂方向直径测量数据 (单位: mm)

5.3 测量小钢球的体积

$$\overline{D} = \frac{\sum_{i=1}^6 D_i}{6} = \frac{22.170 + 22.175 + 22.179 + 22.179 + 22.178 + 22.176}{6} = 22.1762 \text{ (mm)}$$

$$s_D = \sqrt{\frac{\sum (D_i - \overline{D})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{(22.170 - 22.1762)^2 + \dots + (22.176 - 22.1762)^2}{5}} = 0.0034 \text{ (mm)}$$

$$s_{\overline{D}} = \frac{s_D}{\sqrt{n}} = \frac{0.0034}{\sqrt{6}} = 0.0014 \text{ (mm)}$$

$$u_{AD} = t_{p,k} \cdot s_{\overline{D}} = 1.11 \times 0.0014 = 0.0016 \text{ (mm)}$$

$$u_{BD} = \frac{0.001}{\sqrt{3}} = 0.000578 \text{ (mm)}$$

$$u_D = \sqrt{u_{AD}^2 + u_{BD}^2} = \sqrt{(0.0016)^2 + (0.000578)^2} = 0.0017 \text{ (mm)}$$

下面利用间接测量法的不确定度计算公式, 来计算钢球体积的不确定度:

$$\overline{V} = \frac{\pi D^3}{6} = 5710.14587 \text{ (mm)}^3$$

$$u_V = \frac{\pi}{6} (3D^2 u_D) = \frac{\pi}{6} (3 \times 22.1762 \times 22.1762 \times 0.0017) \approx 1.3 \text{ (mm)}^3$$

因此, 钢球体积的最终表达式为:

$$V = (5710.1 \pm 1.3) \text{ mm}^3$$

5.4 测量牛角扣的密度

$$\text{环境温度: } \theta_e = \frac{\theta_{e1} + \theta_{e2}}{2} = 22^\circ\text{C} \quad \text{水温: } \theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} = 21^\circ\text{C} \quad \text{水的密度: } \rho_0 = 0.998943 \text{ g/cm}^3$$

求牛角扣的密度:

$$\rho_1 = \rho_0 \frac{m_{01}}{m_{21} - m_{11}} = \frac{4.83 \times 0.998943}{340.32 - 336.49} = 1.260 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

次数 i	$m_{0i}(\text{g})$	$m_{1i}(\text{g})$	$m_{2i}(\text{g})$
1	4.83	336.49	340.29
2	4.84	306.01	309.85
3	4.83	285.77	289.63

表 4: 质量测量数据 (单位: 10^{-3}kg)

$$\rho_2 = \rho_0 \frac{m_{02}}{m_{22} - m_{12}} = \frac{4.84 \times 0.998943}{309.85 - 306.01} = 1.259(\text{g}/\text{cm}^3)$$

$$\rho_3 = \rho_0 \frac{m_{03}}{m_{23} - m_{13}} = \frac{4.83 \times 0.998943}{289.63 - 285.77} = 1.250(\text{g}/\text{cm}^3)$$

$$\text{结果表达式: } \rho = \frac{1.260 + 1.259 + 1.250}{3} = 1.256(\text{g}/\text{cm}^3)$$

6 实验结论

实验桌的长度:

$$l_1 = (69.968 \pm 0.008) \text{ cm}$$

$$l_2 = (69.975 \pm 0.008) \text{ cm}$$

$$l_3 = (69.980 \pm 0.012) \text{ cm}$$

$$l_4 = (69.978 \pm 0.009) \text{ cm}$$

半空圆柱体的体积:

$$V = (15.620 \pm 0.092) \text{ cm}^3$$

小钢球的体积:

$$V = (5710.1 \pm 1.3) \text{ mm}^3$$

牛角扣的密度:

$$\rho = \frac{1.260 + 1.259 + 1.250}{3} = 1.256(\text{g}/\text{cm}^3)$$

7 实验思考题

问题一: 一把钢尺在二十摄氏度时标度, 若在负二十摄氏度时测得某物体长度为 1000.0mm , 膨胀系数为 $\beta = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 问: (1) 由膨胀引入的系统误差是否需要修正 (2) 写出该物体长度的结果表达式

答: 1) 需要修正。系统误差是由测量工具 (钢尺) 的热膨胀规律变化引起的, 会使测量结果偏离真实值, 因此必须修正以提高测量准确性, 如果不修正, 会有明显误差

(2) 根据线膨胀公式 $L = L_0(1 + \beta\Delta T)$, 其中 $\Delta T = -20 - 20 = -40^\circ\text{C}$, $\beta = 1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。测量值 $L_{\text{测}} = 1000.0 \text{ mm}$, 由于钢尺在 -20°C 时收缩, 真实长度 $L_{\text{真}}$ 与测量值关系为: $L_{\text{真}} = \frac{L_{\text{测}}}{1 + \beta\Delta T}$ 利用近似公式 $\frac{1}{1+x} \approx 1 - x$ $\beta\Delta T = 1.2 \times 10^{-5} \times (-40) = -4.8 \times 10^{-4}$, 则:

$L_{\text{真}} \approx L_{\text{测}}(1 - \beta\Delta T) = 1000.0 \times [1 - (-4.8 \times 10^{-4})] = 1000.0 \times (1 + 4.8 \times 10^{-4}) = 1000.48 \text{ mm} \approx 1000.5 \text{ mm}$
故物体长度结果表达式为 $L = 1000.5 \text{ mm}$ 。

问题二：对于测定不规则形状物体的体积，为何不利用量筒通过排水法直接测量物体排开水的体积，而用静力称衡法？哪个精度较高？原因是什么？

答：对于不规则形状的物体，其体积一般不能直接测量，而排水法是一种常用的间接测量方法，其原理是阿基米德原理。静力称衡法也是通过测量浮力来间接求得物体体积的，这种方法测量物体的质量，因此可以求得物体的密度。两种方法相比，静力称衡法需要测量的物理量较多，因此误差也较大，但这种方法可以同时求得物体的质量和密度，因此有其独特的优点。就误差方面而言：两种方法相比，排水法精度较高，因为排水法只需要测量一次排开水的体积，而静力称衡法需要测量物体的质量和视重，测量次数多，误差较大

8 分析总结

本实验实验时我们要熟练使用实验仪器，掌握不同测量仪器的使用，读数方法，只有这样才能得到准确的结果，测量时也要保持细心，认真测量，认真记录实验数据。

本实验除了数值的测量外，最后对于结果的处理也非常重要，我们要熟练掌握不同不确定度的计算方法，保留小数位数，有效数字的方法，只有这样才能更好地完成实验。

通过本次实验，我深入了解了螺旋测微器和游标卡尺的结构特点和使用技巧，学会了如何正确、快速地使用这两种工具进行长度测量。我深入理解了阿基米德原理及其在测量密度中的应用，对流体静力学有了更深刻的认识。本次实验不仅让我学会了使用流体静力学测量密度的方法，还让我对密度的概念有了更直观的理解。