

测量过程测量不确定度评定报告

一、数学模型:

(1) 示值误差: $e = L - L_0$

e: 示值误差; L: 读数; L_0 : 量块尺寸

(2) 示值误差: $e = L_c - L_b + L_c \cdot \alpha_c \cdot \Delta T_c - L_b \cdot \alpha_b \cdot \Delta T_b$

e: 示值误差; L_c : 20℃下的读数; L_b : 20℃下的量块尺寸
 α_c 、 α_b : 量具和量块线膨胀系数 ΔT_c 、 ΔT_b : 偏离20℃的温度偏差

(3) 经转化, 得合成不确定度与各变量的关系: $U_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 \cdot u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 \cdot u_4^2$

二、影响测量过程测量不确定度的因素

1. 测量重复性的不确定度 u_1
2. 检定用量块的不确定度分量 u_2 :
3. 千分尺和量块间线膨胀系数差给出的不确定度分量 u_3
4. 千分尺和量块间温度差给出的不确定度分量 u_4

三、测量不确定度预评估

3.1 合成不确定度 U_c

事先对P系列单座调节阀阀座外径进行 $n=10$ 次独立重复测量, 如下表1

表1 进行 $n=10$ 次独立重复测量的测得值 (mm)

次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 (mm)	48.793	48.792	48.791	48.792	48.793	48.792	48.792	48.792	48.791	48.791
平均值	$R_a = 48.792$									
实验标准差	$U_s = 0.000738$									

(1) 测量重复性的不确定度 u_1 :

选择25-50mm的千分尺, 对50mm点用量块进行测量, 在重复性条件下, 测量10次, 经计算得出试验标准差 $U_s = 0.000737$, 则:

$$u_1 = U_s = 0.000737$$

(2) 检定用量块的不确定度分量 u_2 :

5等量块的不确定度 $U = 0.5 \mu m + 5 \times 0.000006L$, $k=2.58$

a) 量块的不确定度分量 u_{21} :

千分尺上限 $L=50mm$ 时, 以25mm量块对零, 不确定度为 $0.625 \mu m$, $k=2.58$, 则:

$$u_{21} = 0.2422$$

b) 读数用量块的不确定度分量 u_{22} :

千分尺上限 $L=50mm$ 时, 检定点用50mm量块的不确定度为 $0.75 \mu m$, $k=2.58$, 则:

$$u_{22} = 0.2906$$

经合成, $u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2} = 0.3784$

(3) 千分尺和量块间线膨胀系数差给出的不确定度分量 u_3 :

取千分尺和量块线膨胀系数均为 $\alpha = (11.5 \pm 1) \times 0.000006^\circ C^{-1}$

线膨胀系数差 $\delta \alpha$ 的界限为 $\pm 2 \times 0.000006^\circ C^{-1}$, 服从三角分布, $k = \sqrt{6} = \sqrt{6}$, 则:

$$u_3 = 2 \times 0.000006 / \sqrt{6} = 0.00000816^\circ C^{-1}$$

(4) 千分尺和量块间温度差给出的不确定度分量 u_4 :

千分尺和量块间有一定的温度差存在, 并以等概率落于估计区间为 $(-0.3 \sim +0.3)^\circ C$ 内, $k = \sqrt{3} = \sqrt{3}$:

$$u_4 = 0.3 / \sqrt{3} = 0.173^\circ C$$

(5) 合成不确定度 U_c

根据测量范围不超过100mm千分尺时, 规程要求温度允许偏差 $\Delta t = \pm 5^\circ C$; 大于100mm千分尺时, 规程要求温度允许偏差 $\Delta t = \pm 4^\circ C$; 线性膨胀系数均为 $\alpha = (11.5) \times 0.000006^\circ C^{-1}$

$L=50mm$ 时:

$$U_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 \cdot u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 \cdot u_4^2 = 0.73914$$

$$U_c = 0.8597$$

3.2 扩展不确定度 U

取置信因子 $k=2$ 。

$L=50mm$ 时: $U = 1.719 \mu m$