



浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1132—2016

圆测头千分尺校准规范

Calibration Specification for circle anvil micrometer

2016-03-16 发布

2016-04-20 实施

浙江省质量技术监督局 发布

圆测头千分尺校准规范

Calibration Specification

for circle anvil micrometer

JJF(浙)1132-2016

归口单位：浙江省质量技术监督局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

杭州市质量技术监督检测院

浙江省方正校准有限公司

温州市计量技术研究院

嘉兴市计量检定测试院

参加起草单位：萧山区质量计量监测中心

本规范技术条文由起草单位负责解释

主要起草人：

黄伟城（浙江省计量科学研究院）

陆 益（浙江省计量科学研究院）

邓丽芬（杭州市质量技术监督检测院）

汪正亚（浙江省方正校准有限公司）

江 涛（温州市计量技术研究院）

沈 丹（嘉兴市计量检定测试院）

参加起草人：

吴国伟（萧山区质量计量监测中心）

目 录

引言	(III)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
3.1 示值变动性	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动	(2)
5.2 测砧与测微螺杆测量面的相对偏移量	(2)
5.3 测力	(3)
5.4 刻线宽度及宽度差	(3)
5.5 微分筒锥面的端面棱边至固定套筒刻线面的距离	(3)
5.6 微分筒锥面的端面与固定套筒毫米刻线的相对位置	(3)
5.7 测头的球面半径	(3)
5.8 测量面的平面度	(3)
5.9 示值变动性	(3)
5.10 漂移	(3)
5.11 示值误差	(3)
5.12 细分误差	(3)
5.13 校对用量杆尺寸偏差和尺寸变动量	(4)
6 校准条件	(4)
6.1 环境条件	(4)
6.2 校准项目和校准设备	(4)
7 校准方法	(5)
7.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动	(5)
7.2 测砧与测微螺杆测量面的相对偏移量	(6)
7.3 测力	(7)
7.4 刻线宽度及宽度差	(7)

7.5 微分筒锥面的端面棱边至固定套筒刻线面的距离	(7)
7.6 微分筒锥面的端面与固定套筒毫米刻线的相对位置	(7)
7.7 测头的球面半径	(7)
7.8 测量面的平面度	(7)
7.9 示值变动性	(8)
7.10 漂移	(8)
7.11 示值误差	(8)
7.12 细分误差	(8)
7.13 校对用量杆尺寸偏差和尺寸变动量	(9)
8 校准结果表达	(9)
9 复校时间间隔	(9)
附录 A 圆测头千分尺示值误差测量结果的不确定度评定	(10)
附录 B 校准证书或校准报告内容	(14)

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJG21-2008《千分尺检定规范》共同构成圆测头千分尺的计量技术法规。

本技术规范首次发布。

圆测头千分尺校准规范

1 范围

本规范适用于分度值/分辨力为 0.001mm、0.01mm，测量上限至 100mm 的圆测头千分尺的校准。

2 引用文献

JJF1001-2011 通用计量术语及定义

JJF1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJG21-2008 千分尺

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用本规范。

3 术语和计量单位

3.1 示值变动性

在一组重复性测量条件下进行多次测量示值的最大值与最小值之差。

4 概述

圆测头千分尺是应用螺旋副结构，将回转运动变为直线运动的计量器具，其测微螺杆为圆头形状，固定测砧有圆头和平面二种形状。主要用于测量各种工件外尺寸。它由尺架、固定测砧、测微螺杆、测力装置、锁紧装置和读数装置等组成。其外形结构如图 1、图 2、图 3 所示。

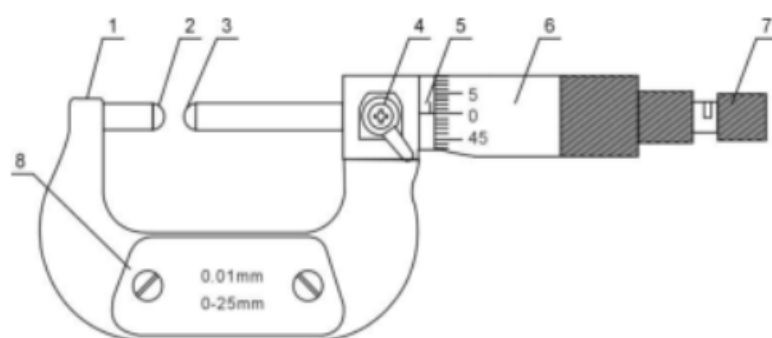


图 1 双圆测头千分尺

1—尺架 2—圆头固定测砧 3—测微螺杆 4—锁紧装置 5—固定套筒 6—微分筒 7—测力装置 8—护板装置

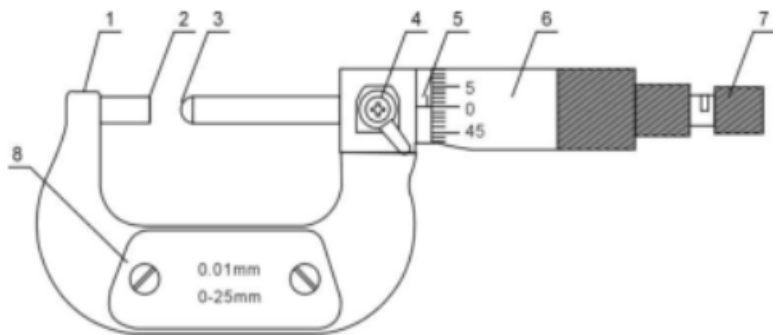


图 2 单圆测头千分尺

1—尺架 2—平面固定测砧 3—测微螺杆 4—锁紧装置 5—固定套筒 6—微分筒 7—测力装置 8—护板装置

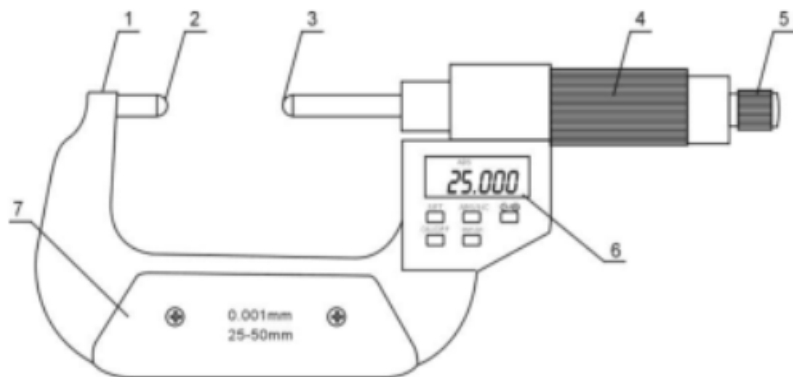


图 3 数显圆测头千分尺

1—尺架 2—圆头固定测砧 3—测微螺杆 4—微分筒 5—测力装置 6—显示屏 7—护板装置

5 计量特性

5.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动

测微螺杆的轴向窜动和径向摆动应不大于 0.01mm。

5.2 测砧与测微螺杆测量面的偏移量

测砧与测微螺杆测量面的偏移量应不超过表 1 的规定。

表 1 测砧与测微螺杆测量面的偏移

测量范围上限/ mm	偏移量/ mm
25	0.05
50	0.08
75	0.13
100	0.15

5.3 测力

圆测头千分尺的测力系指测微螺杆测量面与量具测力仪平面接触时所作用的

力为(3~6)N。

5.4 刻线宽度及宽度差

微分筒刻线宽度为(0.08~0.20)mm,固定套筒上的刻线与微分筒上的刻线的宽度差不大于0.03mm。

5.5 微分筒锥面的端面棱边至固定套筒刻线面的距离

微分筒锥面的端面棱边至固定套筒刻线面的距离不大于0.4mm。

5.6 微分筒锥面的端面与固定套筒毫米刻线的相对位置

当测量下限调整正确后,微分筒上的零刻线与固定套筒纵刻线对准时,微分筒锥面的端面与固定套筒毫米刻线右边缘应相切,若不相切,压线不大于0.05mm,离线不大于0.1mm。

5.7 测头的球面半径

圆测头千分尺测量面的圆弧半径用半径样板以光隙法进行测量,只允许半径样板两侧有光隙,中间无间隙。

5.8 测量面的平面度

固定测砧测量面是平面的平面度不大于 $0.6\mu\text{m}$ 。

5.9 示值变动性

数显圆测头千分尺的示值变动性不大于 $1\mu\text{m}$ 。

5.10 漂移

数显圆测头千分尺任意位置时数值漂移不大于 $1\mu\text{m/h}$ 。

5.11 示值误差

圆测头千分尺示值误差不超过表2的规定。

表2 示值误差

测量范围/mm	最大允许误差/ μm
0~25, 25~50	± 4
50~75, 75~100	± 5

5.12 细分误差

数显圆测头千分尺数显装置的细分误差不超过 $\pm 2\mu\text{m}$ 。

5.13 校对用量杆尺寸偏差和尺寸变动量

校对用量杆的尺寸偏差和变动量不超过表3的规定。

表 3 校对用量杆的尺寸偏差和变动量

校对量杆标称尺寸/mm	尺寸偏差的最大允许误差/ μm	变动量/ μm
25, 50	± 2	1
75	± 3	1.5

注：以上指标不用于合格性判断，仅供参考

6 校准条件

6.1 环境条件

圆测头千分尺和校对用的量杆的室内温度和室内平衡温度的时间在表 4 的范围内。室内相对湿度不大于 70%RH。

表 4 室内温度和室内平衡温度

测量范围/mm	室内温度对 20℃ 的允许偏差/℃		平衡温度的时间/h
	圆测头千分尺	校对用的量杆	
(0~100)	± 5	± 3	2

6.2 校准项目和校准设备

圆测头千分尺校准项目和校准设备见表 5。

表 5 校准项目和校准设备

序号	校准项目	主要校准设备
1	测微螺杆的轴向窜动和径向摆动	杠杆千分表
2	测砧与测微螺杆测量面的偏移量	1 级检验平板、杠杆百分表或百分表
3	测力	量具测力仪 MPE: $\pm 1.0\%$
4	刻线宽度及宽度差	工具显微镜 MPE: $\pm (1+L/100) \mu\text{m}$ 读数显微镜 MPEV: 0.01mm
5	微分筒锥面的端面棱边至固定套筒刻线面的距离	工具显微镜或读数显微镜、塞尺
6	微分筒锥面的端面与固定套筒毫米刻线的相对位置	—
7	测头的球面半径	半径样板 MPE: $\pm 0.029\text{mm}$
8	测量面的平面度	2 级平面平晶
9	示值变动性	5 等或 3 级量块
10	漂移	—
11	示值误差	5 等或 3 级量块
12	细分误差	微分筒及 5 等或 3 级量块
13	校对用量杆尺寸偏差和尺寸变动量	光学计、测长机、4 等或 2 级量块

7 校准方法

首先检查外观, 确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

7.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动

一般情况下用手感检查测微螺杆的轴向窜动和径向摆动。有异议时, 可按下列方法校准。

7.1.1 测微螺杆的轴向窜动, 用杠杆千分表校准。校准时, 杠杆千分表与测微螺杆测量面接触, 沿测微螺杆轴向方向分别往返加力 (3~5) N, 如图 4 所示。杠杆千分表示值的变化, 即为轴向窜动量。

7.1.2 测微螺杆的径向摆动, 用杠杆千分表校准。校准时, 将测微螺杆伸出尺架 10mm 后, 使杠杆千分表接触测微螺杆的端部, 再沿杠杆千分表测量方向加力 (2~3) N, 然后在相反方向加同样大小的力, 此时杠杆千分表示值的变化即为径向摆动量。径向摆动的测量应在测微螺杆相互垂直的两个方向进行。此过程如图 5 所示。

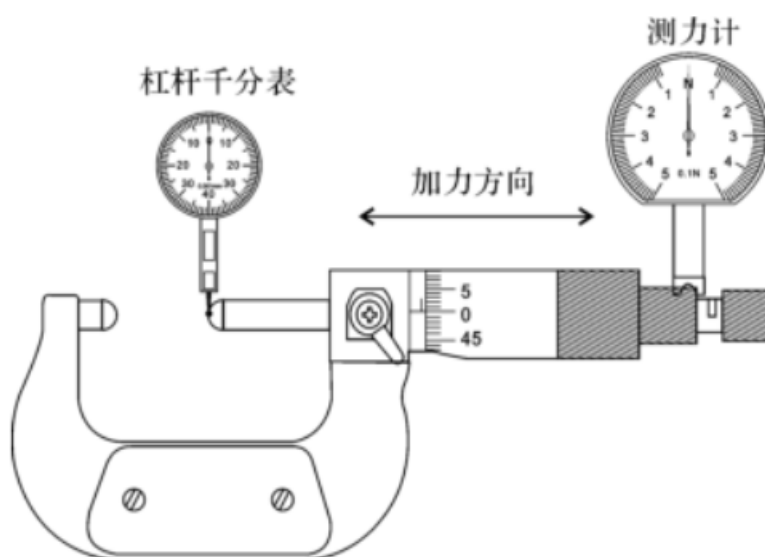


图 4 轴向加力示意图

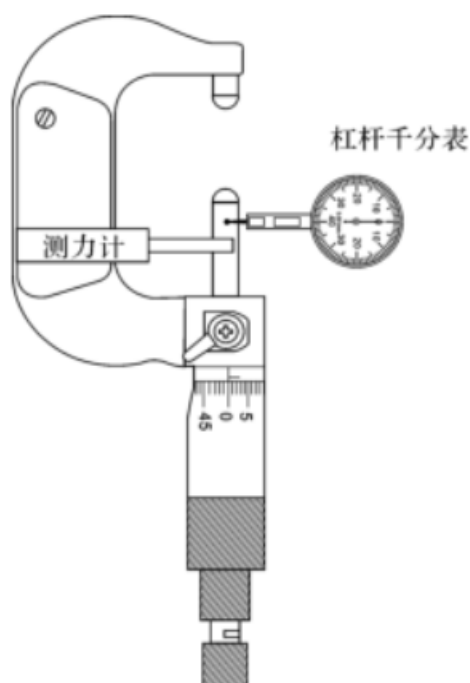


图5 径向加力示意图

7.2 测砧与测微螺杆测量面的偏移量

(0~25) mm 的圆测头千分尺可目力观察圆测头千分尺测砧与测微螺杆测量面的偏移量, 测量上限大于 25mm 的圆测头千分尺可借助校对用量杆进行校准。如有异议时, 可按下列方法进行校准。

校准上限大于 25mm 的圆测头千分尺可用专用检具测量偏移量。

在检验平板上用杠杆百分表进行校准, 校准时借助夹具放置在检验平板上, 如图 6 所示, 调整夹具使圆头千分尺的测微螺杆与检验平板工作面平行, 然后用杠杆百分表校准测砧与测微螺杆在这一方位上的偏移量 x , 然后将尺架侧转 90° , 按上述方法校准测砧与测微螺杆在另一方位上偏移量 y , 测砧与测微螺杆测量面的相对偏移量 Δ 按下式求得:

$$\Delta = \sqrt{x^2 + y^2}$$

此项校准也可用其他专用检具校准。

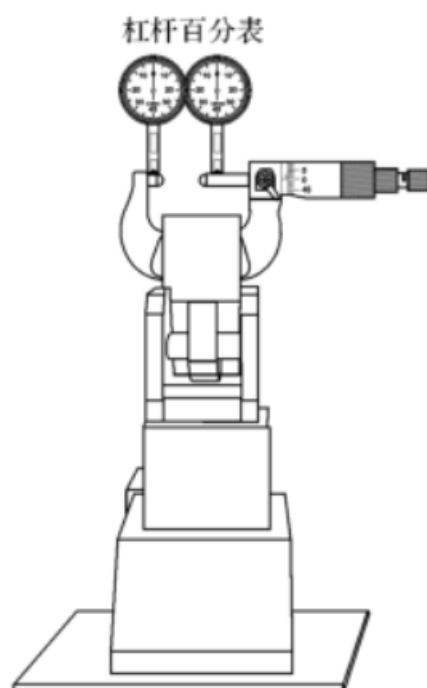


图6 在检验平板上用杠杆百分表进行校准示意图

7.3 测力

用分度值/分辨力不大于 0.1N 的量具测力仪校准。校准时，使测微螺杆测量面与量具测力仪的平面工作面接触后进行。

7.4 刻线宽度及宽度差

在工具显微镜上校准。微分筒或刻线盘上的刻线宽度至少任意抽检 3 条刻线。此项校准也可采用满足不确定度要求的其他方法。

7.5 微分筒锥面的端面棱边至固定套筒刻线面的距离

在工具显微镜上校准，也可用 0.4mm 塞尺置于固定套筒刻线表面上用比较法校准。校准应在微分筒转动一周内不小于 3 个位置上进行。

7.6 微分筒锥面的端面与固定套筒毫米刻线的相对位置

当测量下限调整正确后，使微分筒锥面的端面与固定套筒任意毫米刻线的右边缘相切时，读取微分筒的零刻线与固定套筒纵向刻线的偏移量为校准结果。

7.7 测头的球面半径

用 $R\ 6.5\text{mm}$ 的半径样板以光隙法进行测量。

7.8 测量面的平面度

对于固定测砧测量面是平面的，用二级平面平晶以技术光波法进行校准。将平面平晶的测量面与固定测砧的平面研合，其形成的干涉环或干涉带的最小数目为平面度校准结果。

在距测量面边缘 0.4mm 范围内的平面度忽略不计。

7.9 示值变动性

在相同测量条件下重复测量 5 次分别读数。示值变动性以最大值与最小值之差为校准结果。

7.10 漂移

在测量范围内的任意位置锁紧测微螺杆，观察 1h 内显示值的变化量为漂移量。

7.11 示值误差

校准时，首先将圆测头千分尺的测量下限调至准确位置。对于（0～25）mm 的圆测头千分尺，用两测量面直接接触调整零位；对其他测量范围的用校对量杆或相应准确度的量块调整零位。

圆测头千分尺应在测量范围内均匀分布的 5 点上进行，用 5 等量块进行校准。校准点的量块尺寸见表 6 规定（推荐值）。圆测头千分尺示值与量块尺寸的差值为校准结果。各点上的示值误差均不超过表 2 中规定。

各点示值误差按下式求得：

$$e=L_i-L_s$$

式中：

L_i —圆测头千分尺的读数值，mm；

L_s —量块的实际尺寸，mm。

表 6 校准点的量块尺寸

测量范围/mm	校准点/mm				
0～25	5.12	10.24	15.36	21.50	25
>25	A+5.12	A+10.24	A+15.36	A+21.50	A+25

注：表中 A 为圆测头千分尺的测量下限。

7.12 细分误差

在测量范围任意位置上，沿测量方向转动微分筒，每间隔 0.04mm 校准一次，共校准 12 点，分别读出各校准点数显装置的显示值与微分筒读数值之差。其最大值为校准结果。

对于没有刻线的微分筒的数显圆测头千分尺，可用量块校准。

7.13 校对用量杆尺寸偏差和尺寸变动量

圆测头千分尺校对用量杆的尺寸偏差及变动量在光学计或测长机上采用 4 等量块以比较法进行校准。对于平测量面的校对用量杆应采用球面测帽在图 7 所示的 5 点进行校准, 5 点中的最大值与最小值之差即为校对用量杆变动量的校准结果。

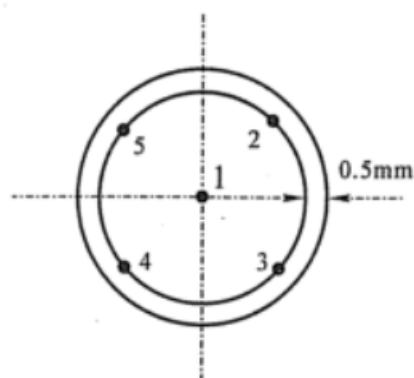


图 7 校准校对用量杆尺寸及变动量的示意图

8 校准结果表达

经校准的圆测头千分尺发给校准证书, 内容见附录 B。

9 复校时间间隔

圆测头千分尺的校准时间间隔, 由于复校时间间隔的长短是由圆测头千分尺的使用情况、使用者、圆测头千分尺本身质量等因素所决定的, 可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

圆测头千分尺示值误差测量结果的不确定度评定

A.1 概述

A.1.1 测量依据：依据 JJF (浙) 1132-2016 《圆测头千分尺校准规范》。

A.1.2 环境条件：温度 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

A.1.3 测量对象：圆测头千分尺和数显圆测头千分尺，测量范围为 $(0 \sim 100)\text{mm}$

A.1.4 测量标准：5 等量块

A.1.5 测量方法：在规定的环境条件下，用 5 等量块对圆测头千分尺的示值误差进行校准，先用 5 等量块对好零位，然后按所选的间隔进行校准，得到各校准点的示值误差，取校准点中最大值为该点的示值误差。

A.2 测量模型

$$e = L_c - L_b + L_c \cdot \alpha_c \cdot \Delta t_c - L_b \cdot \alpha_b \cdot \Delta t_b \quad (\text{A.1})$$

式中： e ——圆测头千分尺的示值误差，mm；

L_c ——圆测头千分尺的示值 $(20^\circ\text{C}$ 条件下)，mm；

L_b ——量块的长度值 $(20^\circ\text{C}$ 条件下)，mm；

α_c, α_b ——圆测头千分尺和量块的线胀系数， $^\circ\text{C}^{-1}$ ；

$\Delta t_c, \Delta t_b$ ——圆测头千分尺和量块的偏离参考温度 20°C 的值， $^\circ\text{C}$ 。

3 方差和灵敏度系

由于 Δt_c 和 Δt_b 基本是采用同一只温度计测量而具有相关性，其数学处理过程比较复杂，为了简化数学处理过程，需要通过如下方法将相关转化为不相关。

$$\text{令 } \delta\alpha = \alpha_c - \alpha_b, \quad \delta t = \Delta t_c - \Delta t_b$$

由公式 (1) 就得到如下示值误差的计算公式：

$$e = L_c - L_b + L_c \cdot \alpha_c \cdot \Delta t_c - L_b \cdot \alpha_b \cdot \Delta t_b \quad (\text{A.2})$$

$$= L_c - L_b + L_c \cdot (\delta\alpha + \alpha_b) \cdot \Delta t_c - L_b \cdot \alpha_b \cdot \Delta t_b$$

$$= L_c - L_b + L_c \cdot \delta\alpha \cdot \Delta t_c + L_c \cdot \alpha_b \cdot \Delta t_c - L_b \cdot \alpha_b \cdot \Delta t_b$$

$$\text{取 } L \approx L_c \approx L_b, \quad \alpha \approx \alpha_c \approx \alpha_b, \quad \Delta t \approx \Delta t_c \approx \Delta t_b$$

$$\text{得 } e = L_c - L_b + L \cdot \delta\alpha \cdot \Delta t + L \cdot \alpha \cdot \delta t \quad (\text{A.3})$$

由公式 (3) 可以看出，各变量之间彼此不相关

$$\text{灵敏系数: } c_1 = \frac{\partial e}{\partial L_c} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial e}{\partial L_b} = -1$$

$$c_3 = \frac{\partial e}{\partial \delta\alpha} = L \cdot \Delta t, \quad c_4 = \frac{\partial e}{\partial \delta t} = L \cdot \alpha$$

由于各分量彼此独立，按不确定度传播律公式，其输出量估计值 e 的方差为

$$u_c^2 = u^2(e) = c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 + c_3^2 \cdot u_3^2 + c_4^2 \cdot u_4^2 \quad (\text{A.4})$$

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

A.4 不确定度来源分析

A.4.1、测量重复性引入的不确定度 u_1 ;

A.4.2、量块引入的不确定度 u_2 ;

A.4.3、圆测头千分尺与量块的线胀系数差引入的不确定度 u_3 ;

A.4.4、圆测头千分尺和量块的温度差引入不确定度 u_4 。

A.5 标准不确定度一览表

表 A.1 不确定度概算汇总表

$L=25\text{mm}$

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 (μm)	c_i	$ c_i \times u(x_i)$ (μm)
u_1	测量重复性	0.5	1	0.5
u_2	量块引入的不确定度	0.24	-1	0.24
u_3	圆测头千分尺与量块的线胀系数差引入的不确定度	$0.58 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$L \cdot \Delta t$	0.051
u_4	圆测头千分尺和量块的温度差引入不确定度	0.173°C	$L \cdot \alpha$	0.050
$u_c = 0.57 \mu\text{m}$				

表 A.2 不确定度概算汇总表

$L=100\text{mm}$

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度 (μm)	c_i	$ c_i \times u(x_i)$ (μm)
u_1	测量重复性	0.5	1	0.5
u_2	量块引入的不确定度	0.52	-1	0.52
u_3	圆测头千分尺与量块的线胀系数差引入的不确定度	$0.58 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$L \cdot \Delta t$	0.204
u_4	圆测头千分尺和量块的温度差引入不确定度	0.173°C	$L \cdot \alpha$	0.20
$u_c = 0.81 \mu\text{m}$				

A.6 标准不确定度计算

A.6.1 圆测头千分尺测量重复性引入的不确定度分量 u_1

以 25.00.mm 示值为例, 圆测头千分尺用 5 等量块进行测量, 重复测量 10 次, 由贝塞尔公式得实验标准差

$$u_1 = s = 0.5 \mu\text{m}$$

圆测头千分尺分辨力为 0.001mm, 等概率分布在区间半宽 0.5 μm 内, 则由

数显分辨力引入的不确定度为: $\frac{0.5}{\sqrt{3}} \mu\text{m} = 0.29\mu\text{m}$

由此可见, 圆测头千分尺分辨力引入的不确定度分量小于圆测头千分尺测量重复性引入的不确定度分量, 因此圆测头千分尺测量重复性引入的不确定度分量作为 u_1 。

A. 6. 2 由对零位量块引入的不确定度分量 u_{21} 和校准点量块引入的不确定度分量 u_{22} 组成不确定度 u_2 的评定。

A. 6. 2. 1 由对零位量块引入的不确定度为分量 u_{21}

5 等量块的测量不确定度为: $(0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6}L_n)$, $k=2.58$ 。

圆测头千分尺测量上限 $L=25\text{mm}$ 时:

被校准千分尺下限为零, 不用对零量块, 则:

$$u_{21} = 0.00\mu\text{m};$$

圆测头千分尺测量上限 $L=100\text{mm}$ 时:

以 75mm 量块对零, 不确定度为 $0.875\mu\text{m}$,

$$u_{21} = 0.875\mu\text{m} / 2.58 = 0.34\mu\text{m};$$

A. 6. 2. 2 校准点量块引入的不确定度为分量 u_{22}

5 等量块的测量不确定度为 $(0.5\mu\text{m} + 5 \times 10^{-6}L_n)$, $k=2.58$ 。

圆测头千分尺测量上限 25mm 时:

校准点 25mm 量块不确定度为 $u_{22} = (0.5 + 5 \times 25 \times 10^3 \times 10^{-6}) \mu\text{m} / 2.58 = 0.24$

μm

圆测头千分尺测量上限 100mm 时:

校准点 100mm 量块不确定度为 $u_{22} = (0.5 + 5 \times 100 \times 10^3 \times 10^{-6}) \mu\text{m} / 2.58 = 0.39$

μm

$L=25\text{mm}$ 时:

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2} = \sqrt{0.00^2 + 0.24^2} = 0.24\mu\text{m}$$

$L=100\text{mm}$ 时:

$$u_2 = \sqrt{u_{21}^2 + u_{22}^2} = \sqrt{0.34^2 + 0.39^2} = 0.52\mu\text{m}$$

A. 6. 3 圆测头千分尺与量块间线胀系数差引入的不确定度 u_3

圆测头千分尺与量块间线胀系数均为: $\alpha = (11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; 线胀系数

$\delta \alpha$ 的界限为 $\pm 1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 服从均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则:

$$u_3 = 1 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} / \sqrt{3} = 0.58 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

A.6.4 圆测头千分尺和量块间的温度差引入的不确定度 u_4

圆测头千分尺和量块间的温度差存在,并以等概率落于估计区间为 $(-0.3 \sim +0.3)^\circ\text{C}$ 范围内, $k = \sqrt{3}$, 则:

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

所以圆测头千分尺(机械式、数显式)不同尺寸的不确定度分量见(表 A.1~表 A.2)。

A.7 合成标准不确定度 u_c

校准测量范围不超过 100mm 圆测头千分尺时,规范要求温度允许偏差 $\Delta t = \pm 5^\circ\text{C}$, 线胀系数 $\alpha = 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。

圆测头千分尺 $L = 25\text{mm} = 0.025 \times 10^6 \mu\text{m}$ 时:

$$\begin{aligned} u_c^2 &= u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 \cdot u_4^2 \\ &= (0.50)^2 + (0.24)^2 + (0.025 \times 10^6 \mu\text{m} \times 5^\circ\text{C} \\ &\quad \times 0.58 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})^2 + (0.025 \times 10^6 \mu\text{m} \\ &\quad \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 0.173^\circ\text{C})^2 \\ &= 0.315 \mu\text{m}^2 \\ u_c &= 0.57 \mu\text{m} \end{aligned}$$

圆测头千分尺 $L = 100\text{mm} = 0.10 \times 10^6 \mu\text{m}$ 时:

$$\begin{aligned} u_c^2 &= u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 \cdot u_4^2 \\ &= (0.50)^2 + (0.52)^2 + (0.10 \times 10^6 \mu\text{m} \times 5^\circ\text{C} \\ &\quad \times 0.58 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})^2 + (0.10 \times 10^6 \mu\text{m} \\ &\quad \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 0.173^\circ\text{C})^2 \\ &= 0.645 \mu\text{m}^2 \\ u_c &= 0.81 \mu\text{m} \end{aligned}$$

A.8 扩展不确定度 U

取包含因子 $k=2$

圆测头千分尺:

$$L=25\text{mm} \text{ 时: } U = k \times u_c = 2 \times 0.57 \mu\text{m} = 1.14 \mu\text{m} \approx 1 \mu\text{m}$$

$$L=100\text{mm} \text{ 时: } U = k \times u_c = 2 \times 0.81 \mu\text{m} = 1.62 \mu\text{m} \approx 2 \mu\text{m}$$

附录 B

校准证书或校准报告内容

- a) 标题，如“校准证书”或“校准报告”；
 - b) 实验室名称和地址；
 - c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
 - d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
 - e) 送校单位的名称和地址；
 - f) 被校对象的描述和明确标识；
 - g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性的应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
 - h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
 - i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
 - j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
 - k) 校准环境的描述；
 - l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
 - m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
 - n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
 - o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。
-