

# JJF (皖)

## 安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 120—2022

---

### 特殊结构的外径千分尺校准规范

Calibration Specification for Special Design External Micrometer

2022—01—04发布

2022—02—15实施

---

安徽省市场监督管理局 发布

# 特殊结构的外径千分尺 校准规范

Calibration Specification for  
Special Design External Micrometer



**归口单位：**安徽省几何量计量技术委员会

**主要起草单位：**安徽省长江计量所

安徽省计量科学研究院

池州市计量测试所

本规范委托安徽省几何量计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

赵淑君（安徽省长江计量所）

马琳（安徽省计量科学研究院）

赵艳（安徽省计量科学研究院）

李雪莲（安徽省计量科学研究院）

凌博（池州市计量测试所）

# 目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(3)
4.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动.....	(3)
4.2 测力.....	(3)
4.3 刻线宽度及宽度差.....	(3)
4.4 微分筒锥面的端面棱边至固定套管刻线面的距离.....	(4)
4.5 微分筒锥面的端面与固定套管毫米刻线的相对位置.....	(4)
4.6 测量面的平面度.....	(4)
4.7 两测量面的平行度.....	(4)
4.8 示值重复性.....	(5)
4.9 数值漂移.....	(5)
4.10 示值误差.....	(5)
4.11 细分误差.....	(6)
4.12 校对用量杆.....	(6)
5 校准条件.....	(6)
5.1 环境条件.....	(6)
5.2 测量标准及其他设备.....	(6)
6 校准项目和校准方法.....	(7)
6.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动.....	(7)
6.2 测力.....	(7)
6.3 刻线宽度及宽度差.....	(7)
6.4 微分筒锥面的端面棱边至固定套管刻线面的距离.....	(7)
6.5 微分筒锥面的端面与固定套管毫米刻线的相对位置.....	(7)
6.6 测量面的平面度.....	(7)
6.7 两测量面的平行度.....	(8)
6.8 示值重复性.....	(8)
6.9 数值漂移.....	(8)
6.10 示值误差.....	(9)
6.11 细分误差.....	(9)
6.12 校对用量杆.....	(9)
7 校准结果表达.....	(10)
8 复校时间间隔.....	(10)
附录 A 叶片千分尺示值误差测量结果不确定度评定.....	(11)
附录 B 校准证书内容及内页格式.....	(14)

# 引 言

本规范以 JJF 1001《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1《测量不确定度评定与表示》、JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》和 JJF 1094《测量仪器特性评定》为基础性系列规范进行制定。

本规范的编写主要参考国家标准 GB/T 6313—2018《尖头千分尺》和 GB/T 36175—2018《特殊结构的电子数显外径千分尺》。

本规范为首次制定。

## 特殊结构的外径千分尺校准规范

### 1 范围

本规范适用于分度值为 0.01 mm、0.001 mm、0.002 mm、0.005 mm，量程为 25 mm，测量范围上限至 100 mm 的尖头千分尺、叶片千分尺；以及分辨力为 0.001 mm，量程为 25 mm，测量范围上限至 100 mm 的特殊结构的电子数显外径千分尺（以下简称“特殊电子千分尺”）的校准。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 21—2008 千分尺

GB/T 6313—2018 尖头千分尺

GB/T 36175—2018 特殊结构的电子数显外径千分尺

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）适用于本规范。

### 3 概述

特殊结构的外径千分尺是利用螺旋副原理或者电子数显装置，对尺架上两测量面间分隔的距离进行读数的外尺寸测量器具。

特殊结构的外径千分尺主要用来测量零件的厚度、长度、直径及小沟槽等。其典型外形结构见图 1、图 2、图 3、图 4、图 5 和图 6。

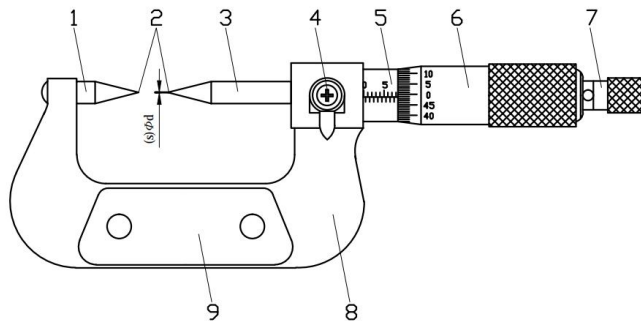


图1 尖头千分尺外形结构示意图

1—测砧；2—测量面；3—测微螺杆；4—锁紧装置；5—固定套管；6—微分筒；7—测力装置；8—尺架；  
9—隔热装置

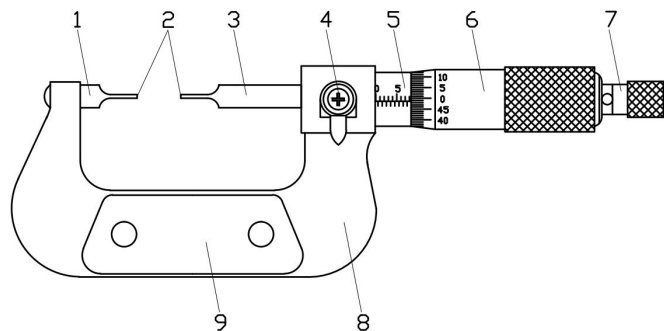


图2 叶片千分尺外形结构示意图

1—测砧；2—测量面；3—测微螺杆；4—锁紧装置；5—固定套管；6—微分筒；7—测力装置；8—尺架；  
9—隔热装置

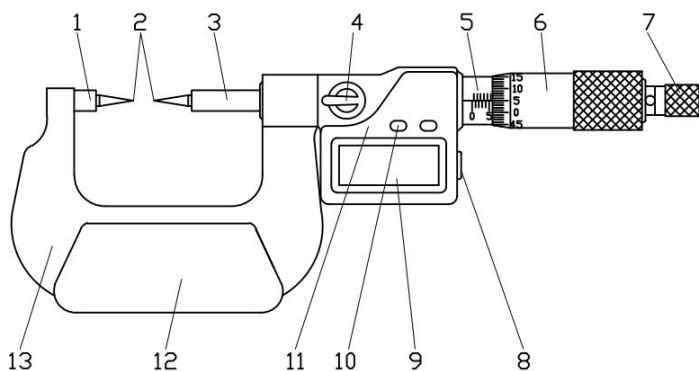


图3 电子尖头千分尺外形结构示意图

1—测砧；2—测量面；3—测微螺杆；4—锁紧装置；5—固定套管；6—微分筒；7—测力装置；8—通讯接口；  
9—显示屏；10—功能键；11—电子数显装置；12—隔热装置；13—尺架

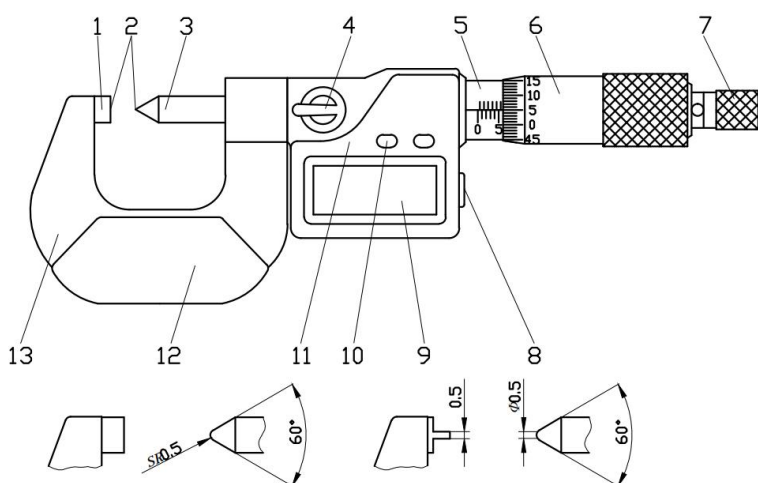


图4 电子单尖头千分尺外形结构示意图

1—测砧；2—测量面；3—测微螺杆；4—锁紧装置；5—固定套管；6—微分筒；7—测力装置；8—通讯接口；  
9—显示屏；10—功能键；11—电子数显装置；12—隔热装置；13—尺架

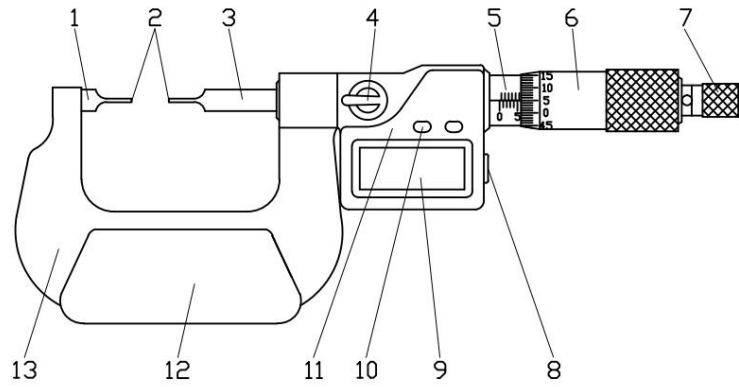


图5 电子叶片千分尺外形结构示意图

1—测砧；2—测量面；3—测微螺杆；4—锁紧装置；5—固定套管；6—微分筒；7—测力装置；8—通讯接口；  
9—显示屏；10—功能键；11—电子数显装置；12—隔热装置；13—尺架

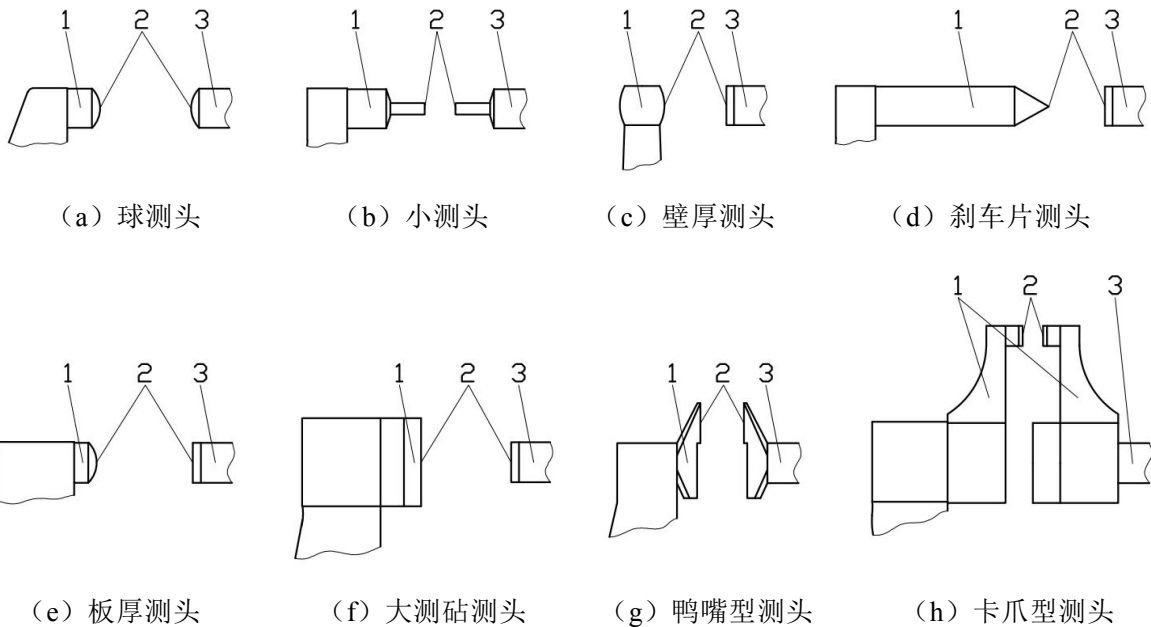


图6 其他特殊电子千分尺测头结构示意图

1—测砧；2—测量面；3—测微螺杆

## 4 计量特性

### 4.1 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均不大于 0.01 mm。

### 4.2 测力

尖头千分尺、叶片千分尺的测力为 (3~6) N；特殊电子千分尺的测力为 (3~10) N。

### 4.3 刻线宽度及宽度差



固定套管和微分筒上的刻线宽度为 (0.08~0.20) mm, 刻线宽度差不大于 0.03 mm。

#### 4.4 微分筒锥面的端面棱边至固定套管刻线面的距离

微分筒锥面的端面棱边至固定套管刻线面的距离不大于 0.4 mm。

#### 4.5 微分筒锥面的端面与固定套管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管纵刻线对准时, 微分筒的端面与固定套管毫米刻线右边缘应相切, 若不相切, 压线不大于 0.05 mm, 离线不大于 0.10 mm。

#### 4.6 测量面的平面度

直径不大于 8 mm 的测量面的平面度不大于 0.6  $\mu\text{m}$ 。

直径大于 8 mm、小于 20 mm 的测量面的平面度不大于 1  $\mu\text{m}$ 。

测量面的直径小于 2 mm 或面积小于 2 mm<sup>2</sup> 时, 不校准平面度。

电子大测砧千分尺测量面的平面度不大于 2  $\mu\text{m}$  (距测量面边缘 0.5 mm 的范围内不计)。

电子鸭嘴型千分尺测量面的平面度不大于 1  $\mu\text{m}$ 。

#### 4.7 两测量面的平行度

千分尺锁紧装置紧固和松开时, 千分尺两测量面的平行度均不超过表 1 规定, 电子卡爪型千分尺两测量面的平行度不超过表 2 规定, 电子板厚千分尺两测量面的平行度不超过表 3 规定, 电子叶片千分尺和电子鸭嘴型千分尺两测量面的平行度为表 1 对应值加 1  $\mu\text{m}$ , 电子大测砧千分尺两测量面的平行度不大于 4  $\mu\text{m}$ 。测量面接触的直径小于 3 mm 或面积小于 3 mm<sup>2</sup> 时, 不校准平行度。

表1 两测量面的平行度

测量范围 (mm)	两测量面的平行度 ( $\mu\text{m}$ )
0~25, 25~50	2
50~75, 75~100	3

表2 电子卡爪型千分尺两测量面的平行度

测量范围 (mm)	两测量面的平行度 ( $\mu\text{m}$ )
0~25, 25~50	5
50~75, 75~100	6

表3 电子板厚千分尺两测量面的平行度和示值重复性

尺架弓深 (mm)	两测量面的平行度 ( $\mu\text{m}$ )	示值重复性 ( $\mu\text{m}$ )
<50	2	1
50	3	1
100	3	1
150	4	2
300	(球测量面)	3

#### 4.8 示值重复性

两个测量面都是平面或一个测量面是平面另一个是球面的特殊电子千分尺的示值重复性不大于 0.001 mm。

电子板厚千分尺的示值重复性不超过表 3 规定。

#### 4.9 数值漂移

数值漂移在 1 h 内不大于 1 个分辨力。

#### 4.10 示值误差

千分尺的示值误差不超过表 4 规定，电子卡爪型千分尺示值误差不超过表 5 规定，电子壁厚千分尺的示值最大允许误差为表 4 对应值加 2  $\mu\text{m}$ 。

表4 示值最大允许误差

测量范围 (mm)	示值最大允许误差 ( $\mu\text{m}$ )
0~25, 25~50	4
50~75, 75~100	5

表5 电子卡爪型千分尺示值最大允许误差

测量范围 (mm)	示值最大允许误差 ( $\mu\text{m}$ )
0~25	5
25~50	6
50~75	7
75~100	8

#### 4.11 细分误差

细分误差不超过 $\pm 0.002$  mm。对于微分筒上无标尺标记的特殊电子千分尺可不校准此项。

#### 4.12 校对用量杆

校对用量杆的尺寸偏差不超过表6规定。

表6 校对用量杆的尺寸偏差

校对量杆的标称尺寸 (mm)	校对量杆的尺寸偏差 ( $\mu\text{m}$ )
25	$\pm 2$
50、75	$\pm 3$

注：校准工作不判断合格与否，上述计量特性要求仅供参考。

### 5 校准条件

#### 5.1 环境条件

温度：千分尺 ( $20 \pm 3$ )  $^{\circ}\text{C}$

校对用量杆 ( $20 \pm 1$ )  $^{\circ}\text{C}$ 。

湿度：不大于 70%RH。

校准前，千分尺、校对用量杆和测量设备平衡温度时间不少于 3 h。

#### 5.2 测量标准及其他设备

推荐使用表 7 所列测量标准及其他设备，允许使用满足测量不确定度要求的其它测量标准及其他设备进行校准。

表7 测量标准及其他设备

序号	设备名称	技术要求
1	杠杆千分表	1 级
2	量具测力仪	分度值或分辨力不大于 0.2 N
3	读数显微镜	MPEV: 10 $\mu\text{m}$
4	塞尺	MPE: $\pm 0.012$ mm
5	平面平晶	二级
6	平行平晶	MPEV: 0.1 $\mu\text{m}$
7	量块	4 等

表7 (续)

序号	设备名称	技术要求
8	光学计	MPE: $\pm 0.25 \mu\text{m}$
9	测长机	微米刻度尺示值误差 MPE: $\pm 0.25 \mu\text{m}$

## 6 校准项目和校准方法

校准前首先检查外观和各部分相互作用, 确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

### 6.1 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。

6.1.1 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  $3 \text{ N} \sim 5 \text{ N}$ 。杠杆千分表示值的变化, 即为轴向窜动量。

6.1.2 测微螺杆的径向摆动亦用杠杆千分表校准。校准时, 将测微螺杆伸出尺架  $10 \text{ mm}$  后, 使杠杆千分表接触测微螺杆端部, 再沿杠杆千分表测量方向加力  $2 \text{ N} \sim 3 \text{ N}$ , 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。径向摆动的校准应在测微螺杆相互垂直的两个方向进行。

### 6.2 测力

用分度值或分辨力不大于  $0.2 \text{ N}$  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。

### 6.3 刻线宽度及宽度差

用读数显微镜测量。微分筒和固定套管至少各抽测均匀分布的 3 条刻线。刻线宽度差以最大值和最小值之差确定。微分筒和固定套管无标尺标记的特殊电子千分尺可不校准此项。

### 6.4 微分筒锥面的端面棱边至固定套管刻线面的距离

用  $0.4 \text{ mm}$  的塞尺置于固定套管刻线表面上用比较法校准。校准时在微分筒转动一周内不少于 3 个位置上进行。微分筒和固定套管无标尺标记的特殊电子千分尺可不校准此项。

### 6.5 微分筒锥面的端面与固定套管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管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管纵向刻线的偏移量为校准结果。微分筒和固定套管无

标尺标记的特殊电子千分尺可不校准此项。

## 6.6 测量面的平面度

对于测量面是圆平面的，用二级平面平晶以技术光波干涉法测量。将平面平晶的测量面与千分尺测量面研合，调整平晶使测量面上干涉带或干涉环的数目尽可能少，干涉带或干涉环的最少数目为平面度校准结果。在距测量面边缘 0.4 mm 范围内的平面度忽略不计。

## 6.7 两测量面的平行度

叶片千分尺和电子叶片千分尺两测量面的平行度用尺寸差为  $1/4$  螺距的四块 4 等量块测量。每块量块以其同一部位放入图 7 (a) 所示的两个位置上，分别读数并求出其差值。以四组差值中最大值作为被测千分尺两测量面的平行度。

其他特殊电子千分尺两测量面的平行度用四块厚度差为  $1/4$  螺距的平行平晶测量，也可用量块测量。

使用平行平晶测量时，依次将四块厚度差为  $1/4$  螺距的平行平晶放入两测量面间，使两测量面与平行平晶接触，转动棘轮机构，并轻轻转动平晶，使两测量面出现的干涉环或干涉带数目减至最少。分别读取两测量面上的干涉条纹数，取两测量面上的干涉条纹数目之和与所用光的波长值的计算结果作为两测量面的平行度。利用平行平晶组中每一块平行平晶按上述程序分别进行测量，取其中最大值作为被测千分尺两测量面的平行度。

使用量块测量时，采用其尺寸差为  $1/4$  螺距的四块 4 等量块测量。每个量块以其同一部位放入图 7 (b) 所示测量面间的四个位置上，分别读数并求出其差值。以四组差值中最大值作为被测千分尺两测量面的平行度。

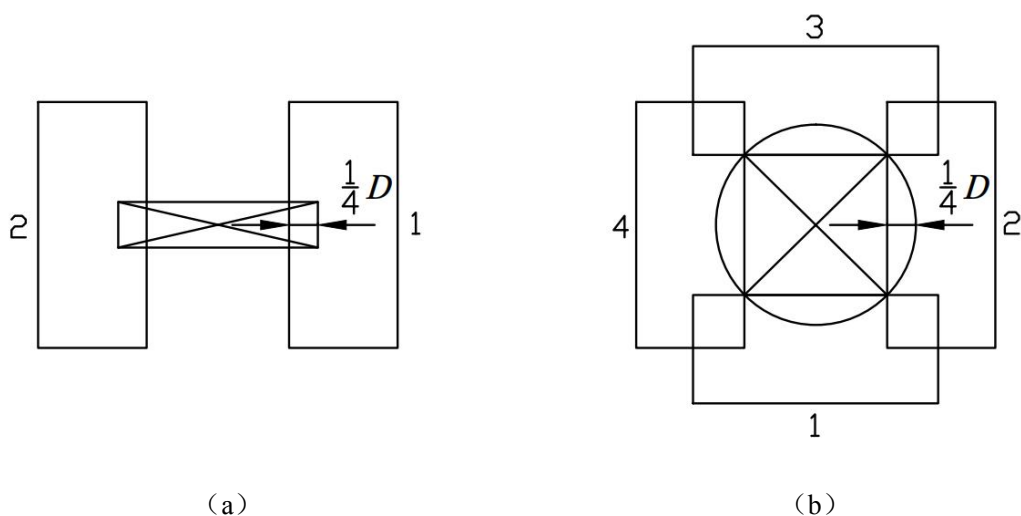


图 7 用量块校准平行度的示意图

## 6.8 示值重复性

在相同测量条件下重复测量五次分别读数，示值重复性以最大与最小读数的差值确定。

## 6.9 数值漂移

在测量范围内的任意位置锁紧测微螺杆，观察 1 h 内显示值的变化量为漂移。带有自动关机功能的千分尺可不校准此项。

## 6.10 示值误差

特殊结构的外径千分尺的示值误差用 4 等量块校准，校准点应均匀分布于测量范围的 5 点（见表 8）。校准时将相应尺寸的量块放在千分尺的两测量面之间，千分尺示值与相应量块尺寸的差值即为各校准点的示值误差。见公式（1）。取各校准点（含零位）示值误差中的最大值与最小值之差为该千分尺的示值误差。

各校准点的示值误差  $\delta$  按公式（1）计算：

$$\delta = L_m - L_b \quad (1)$$

式中：

$\delta$  —— 各校准点的示值误差，mm；

$L_m$  —— 千分尺的示值，mm；

$L_b$  —— 量块的实际尺寸，mm。

表 8 尖头、叶片千分尺校准点

测量范围 (mm)	校准点 (mm)
0~25	5.12 10.24 15.36 21.5 25
>25	A+5.12 A+10.24 A+15.36 A+21.5 A+25
注：表中 A 为千分尺的测量下限。	

## 6.11 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 0.04 mm 测量 1 次，共测量 12 点，分别读出各被测点数显装置的显示值与微分筒读数之差，其最大差值为校准结果。

## 6.12 校对用量杆

特殊结构的外径千分尺校对用量杆的尺寸在光学计或测长机上采用 4 等量块以比较法进行测量。

对于平测量面的校对用量杆，应采用球面测帽在图 8 所示的 5 点上测量，以实测值的最大值为校准结果；对于球测量面的校对用量杆，应采用直径为 8 mm 的平面测帽进行

测量。

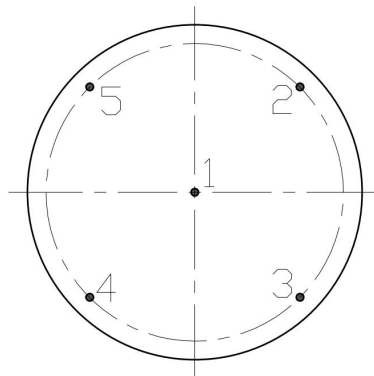


图 8 校准校对用量杆尺寸的位置示意图

## 7 校准结果表达

校准后的特殊结构的外径千分尺出具校准证书。校准证书内容及内页格式见附录 B。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由器具的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此委托方可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔为 1 年。

## 附录 A

## 叶片千分尺示值误差测量结果不确定度评定

## A.1 测量方法

叶片千分尺的示值误差用 4 等量块校准, 按规定的校准点分别测出各校准点的示值误差, 取各校准点示值误差中的最大值与最小值之差为该千分尺的示值误差。下面以 (0~25) mm、(75~100) mm 叶片千分尺的测量上限点为例, 对叶片千分尺示值误差测量结果不确定度进行评定。

## A.2 测量模型

$$\delta = L_m - L_b \quad (\text{A.1})$$

公式 A.1 可转化为:

$$\delta = L_m - L_b + L_m \cdot \alpha_m \cdot \Delta t_m - L_b \cdot \alpha_b \cdot \Delta t_b \quad (\text{A.2})$$

式中:

$\delta$  —— 各校准点的示值误差, mm;

$L_m$  —— 千分尺的示值 (20 °C 条件下), mm;

$L_b$  —— 量块的实际尺寸 (20 °C 条件下), mm;

$\alpha_m, \alpha_b$  —— 分别为千分尺和量块的线膨胀系数, °C<sup>-1</sup>;

$\Delta t_m, \Delta t_b$  —— 分别为千分尺和量块偏离温度 20 °C 时的数值, °C。

令  $\delta_\alpha = \alpha_m - \alpha_b$ ;  $\delta_t = \Delta t_m - \Delta t_b$

取  $L \approx L_m \approx L_b$ ;  $\alpha \approx \alpha_m \approx \alpha_b$ ;  $\Delta t \approx \Delta t_m \approx \Delta t_b$

得:

$$\delta = L_m - L_b + L \cdot \Delta t \cdot \delta_\alpha + L \cdot \alpha \cdot \delta_t \quad (\text{A.3})$$

## A.3 不确定度传播率

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立, 依据公式  $u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \cdot u^2(x_i)$  得:

$$u_c^2 = u^2(\delta) = c^2(L_m) \cdot u^2(L_m) + c^2(L_b) \cdot u^2(L_b) + c^2(\delta_\alpha) \cdot u^2(\delta_\alpha) + c^2(\delta_t) \cdot u^2(\delta_t) \quad (\text{A.4})$$

灵敏系数:

$$c(L_m) = \frac{\partial \delta}{\partial L_m} = 1; \quad c(L_b) = \frac{\partial \delta}{\partial L_b} = -1; \quad c(\delta_\alpha) = \frac{\partial \delta}{\partial \delta_\alpha} = L \cdot \Delta t; \quad c(\delta_t) = \frac{\partial \delta}{\partial \delta_t} = L \cdot \alpha$$



## A.4 测量不确定度来源

A.4.1 测量重复性  $u(L_m)$ A.4.2 量块的长度测量不确定度  $u(L_b)$ A.4.2.1 对零量块的长度测量不确定度  $u_1(L_b)$ A.4.2.1 校准量块的长度测量不确定度  $u_2(L_b)$ A.4.3 千分尺和量块的线膨胀系数差  $u(\delta_\alpha)$ A.4.4 千分尺和量块的温度差  $u(\delta_t)$ 

## A.5 标准不确定度评定

A.5.1 测量重复性引入的标准不确定度  $u(L_m)$ 

分别对分度值为 0.01 mm, (0~25) mm 叶片千分尺其 25 mm 点和分度值为 0.01 mm, (75~100) mm 叶片千分尺其 100 mm 点的示值误差重复测量 10 次, 用贝塞尔公式计算实验标准偏差, 测得值如下:

表 A.1 重复性测量结果

校准点 (mm)	示值误差 ( $\mu\text{m}$ )										$s$ ( $\mu\text{m}$ )	$u(L_m)$ ( $\mu\text{m}$ )
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
25	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0.316	0.316
100	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	0.316	0.316

A.5.2 量块的长度测量不确定度引入的标准不确定度  $u(L_b)$ 

4 等量块长度测量不确定度为:  $U = 0.20\mu\text{m} + 2 \times 10^{-6} \times l_n$ ,  $k = 2.58$ 。

A.5.2.1 对零量块的长度测量不确定度引入的标准不确定度  $u_1(L_b)$ 

测量上限  $L = 25$  mm 时, 不用对零量块, 则:  $u_1(L_b) = 0.000 \mu\text{m}$

测量上限  $L = 100$  mm 时, 以 75 mm 量块对零, 则:  $u_1(L_b) = 0.35 / 2.58 = 0.136 \mu\text{m}$

A.5.2.2 校准量块的长度测量不确定度引入的标准不确定度  $u_2(L_b)$ 

测量上限  $L = 25$  mm 时,  $u_2(L_b) = 0.25 / 2.58 = 0.097 \mu\text{m}$

测量上限  $L = 100$  mm 时,  $u_2(L_b) = 0.40 / 2.58 = 0.155 \mu\text{m}$

以上两项合成:

$$L = 25 \text{ mm 时, } u(L_b) = \sqrt{u_1^2(L_b) + u_2^2(L_b)} = \sqrt{0.00^2 + 0.097^2} = 0.097 \mu\text{m}$$

$$L = 100 \text{ mm 时, } u(L_b) = \sqrt{u_1^2(L_b) + u_2^2(L_b)} = \sqrt{0.136^2 + 0.155^2} = 0.206 \mu\text{m}$$

A.5.3 千分尺和量块的线膨胀系数差引入的标准不确定度  $u(\delta_\alpha)$ 

两种材料线膨胀系数均为  $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , 线膨胀系数差  $\delta_\alpha$  的界限为  $\pm 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ,

服从三角分布,  $k = \sqrt{6}$ , 则:

$$u(\delta_\alpha) = 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} / \sqrt{6} = 0.816 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

#### A.5.4 千分尺和量块的温度差引入的标准不确定度 $u(\delta_t)$

千分尺和量块之间存在温度差, 以等概率落在区间  $\pm 0.3 \text{ } ^\circ\text{C}$  内任何处。其区间半宽为  $0.3 \text{ } ^\circ\text{C}$ , 均匀分布,  $k = \sqrt{3}$ , 则:

$$u(\delta_t) = 0.3 \text{ } ^\circ\text{C} / \sqrt{3} = 0.173 \text{ } ^\circ\text{C}$$

#### A.6 合成标准不确定度 $u_c$

表 A.2 标准不确定度一览表

标准不确定度代号 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 $c(x_i)$	$ c(x_i) u(x_i)$ $\mu\text{m}$
$u(L_m)$	测量重复性	$L=25 \text{ mm}$ : $0.316 \mu\text{m}$	1	0.316
		$L=100 \text{ mm}$ : $0.316 \mu\text{m}$		0.316
$u(L_b)$	量块的长度测量不确定度	$L=25 \text{ mm}$ : $0.097 \mu\text{m}$	-1	0.097
		$L=100 \text{ mm}$ : $0.206 \mu\text{m}$		0.206
$u_1(L_b)$	对零量块的长度测量不确定度	$L=25 \text{ mm}$ : $0.000 \mu\text{m}$	/	/
		$L=100 \text{ mm}$ : $0.136 \mu\text{m}$		/
$u_2(L_b)$	校准量块的长度测量不确定度	$L=25 \text{ mm}$ : $0.097 \mu\text{m}$	/	/
		$L=100 \text{ mm}$ : $0.155 \mu\text{m}$		/
$u(\delta_\alpha)$	千分尺和量块的线膨胀系数差	$0.816 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$L \cdot \Delta t = 25 \times 10^3 \times 3 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \mu\text{m}$	0.061
			$L \cdot \Delta t = 100 \times 10^3 \times 3 \text{ } ^\circ\text{C} \cdot \mu\text{m}$	0.245
$u(\delta_t)$	千分尺和量块的温度差	0.173 $^\circ\text{C}$	$L \cdot \alpha = 25 \times 10^3 \times 11.5 \times 10^{-6} \mu\text{m} \cdot \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0.050
			$L \cdot \alpha = 100 \times 10^3 \times 11.5 \times 10^{-6} \mu\text{m} \cdot \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0.199

$$u_c^2 = u^2(\delta) = c^2(L_m) \cdot u^2(L_m) + c^2(L_b) \cdot u^2(L_b) + c^2(\delta_\alpha) \cdot u^2(\delta_\alpha) + c^2(\delta_t) \cdot u^2(\delta_t)$$

$$L = 25 \text{ mm 时, } u_c = 0.34 \mu\text{m}$$

$$L = 100 \text{ mm 时, } u_c = 0.49 \mu\text{m}$$

#### A.7 扩展不确定度

取包含因子  $k = 2$

$$L = 25 \text{ mm 时, } U = \sqrt{2} \times k \times u_c = \sqrt{2} \times 2 \times 0.34 \approx 1.0 \mu\text{m}$$

$$L = 100 \text{ mm 时, } U = \sqrt{2} \times k \times u_c = \sqrt{2} \times 2 \times 0.49 \approx 1.4 \mu\text{m}$$

## 附录 B

### 校准证书内容及内页格式

#### B.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- 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和应用有关时，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，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 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) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

#### B.2 推荐的校准证书内页格式见表 B. 1。

表 B.1 校准证书内页格式

证书编号：

校准环境条件	温 度： _____℃ 相对湿度： _____%	地点： _____ 其他： _____
序号	校准项目	校准值
1	测微螺杆的轴向窜动和径向摆动	
2	测力	
3	刻线宽度及宽度差	
4	微分筒锥面的端面棱边至固定套管刻线面的距离	
5	微分筒锥面的端面与固定套管毫米刻线的相对位置	
6	测量面的平面度	
7	两测量面的平行度	
8	示值重复性	
9	数值漂移	
10	示值误差	
11	细分误差	
12	校对用量杆	
示值误差的测量不确定度：		

校准员：

核验员：

注：校准证书的内容应符合 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》的要求。由于各实验室对校准证书有自己的设计，本附录仅建议与校准结果相关部分的内页格式。其中的部分内容可以由于实验室的证书格式不同而在其他部分表述。

