



# 中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 22—2003

## 内 径 千 分 尺

Internal Micrometers

2003 - 03 - 05 发布

2003 - 09 - 01 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

# 内径千分尺检定规程

Verification Regulation of  
Internal Micrometers

JJG 22—2003  
代替 JJG 22—1991

---

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2003 年 03 月 05 日批准，并自 2003 年 09 月 01 日起施行。

归口单位：全国几何量工程参量计量技术委员会

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试院

哈尔滨电机厂有限责任公司

哈尔滨市计量检定测试所

本规程委托全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

**本规程主要起草人：**

马 荃      （黑龙江省计量检定测试院）

褚云库      （哈尔滨电机厂有限责任公司）

王 利      （哈尔滨市计量检定测试所）

## 目 录

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| 1 范围 .....                        | (1)  |
| 2 引用文献 .....                      | (1)  |
| 3 概述 .....                        | (1)  |
| 4 计量性能要求 .....                    | (1)  |
| 4.1 测量头工作面的曲率半径 .....             | (1)  |
| 4.2 工作面的表面粗糙度 .....               | (1)  |
| 4.3 刻线宽度及宽度差 .....                | (1)  |
| 4.4 微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离 .....      | (2)  |
| 4.5 微分筒锥面的端面与固定套管毫米刻线的相对位置 .....  | (2)  |
| 4.6 测微头示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化 ..... | (2)  |
| 4.7 测微头与接长杆的组合尺寸 .....            | (2)  |
| 4.8 刚性 .....                      | (2)  |
| 4.9 校对用的卡规工作尺寸和两工作面的平行度 .....     | (3)  |
| 5 通用技术要求 .....                    | (3)  |
| 5.1 外观 .....                      | (3)  |
| 5.2 各部分相互作用 .....                 | (3)  |
| 6 计量器具控制 .....                    | (3)  |
| 6.1 检定条件 .....                    | (3)  |
| 6.2 检定项目 .....                    | (3)  |
| 6.3 检定方法 .....                    | (5)  |
| 7 检定结果处理 .....                    | (7)  |
| 8 检定周期 .....                      | (7)  |
| 附录 A 测微头与接长杆的组合方式举例 .....         | (8)  |
| 附录 B 内径千分尺示值误差测量结果的不确定度评定 .....   | (9)  |
| 附录 C 检定证书和检定结果通知书内页格式 .....       | (13) |



# 内径千分尺检定规程

## 1 范围

本规程适用于分度值为  $0.01\text{mm}$ ，测微头示值范围为  $13\text{mm}$ 、 $25\text{mm}$ 、 $50\text{mm}$ ，测量范围为  $(50 \sim 6000)\text{mm}$  的内径千分尺的首次检定、后续检定和使用中检验。

## 2 引用文献

本规程引用下列文献：

JJF 1001—1998 通用计量术语及定义

JJF 1059—1999 测量不确定度评定与表示

GB/T 8177—1987 内径千分尺

使用本规程时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

## 3 概述

内径千分尺主要用于测量工件的内径、槽宽和两个内表面之间的距离，其外型结构如图 1 所示。

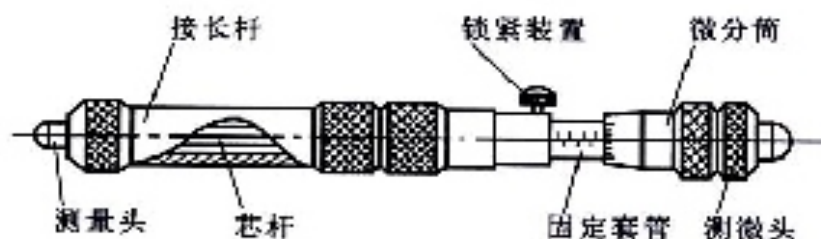


图 1

## 4 计量性能要求

### 4.1 测量头工作面的曲率半径

内径千分尺测量头工作面的曲率半径，应不超过内径千分尺测量下限的 40%。

### 4.2 工作面的表面粗糙度

两测量头工作面的表面粗糙度，首次检定和使用中检验的应不超过  $R_a 0.2\mu\text{m}$ ，后续检定的应不超过  $R_a 0.4\mu\text{m}$ ；各接长杆的内量杆两端面的表面粗糙度应不超过  $R_a 0.2\mu\text{m}$ ；校对用的卡规工作面的表面粗糙度首次检定的和使用中检验的应不超过  $R_a 0.05\mu\text{m}$ ，后续检定的应不超过  $R_a 0.1\mu\text{m}$ 。

### 4.3 刻线宽度及宽度差

对微分筒固定套管直径不超过  $16\text{mm}$  的，固定套管上的纵刻线和微分筒上的刻线宽度为  $(0.10 \sim 0.20)\text{mm}$ ，刻线宽度差应不超过  $0.03\text{mm}$ ；固定套管直径大于  $16\text{mm}$  的，

固定套管上的纵刻线和微分筒上的刻线宽度为  $(0.15 \sim 0.25)$  mm, 刻线宽度差应不超过  $0.05$  mm。

#### 4.4 微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离

微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离应不超过  $0.4$  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, 微分筒的零刻线与固定套管纵刻线对准时, 微分筒锥面的端面与固定套管刻线的右边线应相切; 若不相切, 压线不超过  $0.05$  mm, 离线不超过  $0.1$  mm。

#### 4.6 测微头示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化

测微头的示值误差, 对于尺寸至  $125$  mm 的应不超过  $\pm 6 \mu\text{m}$ , 对于尺寸大于  $125$  mm 的应不超过  $\pm 8 \mu\text{m}$ ; 当测微头锁紧装置固定和松开时, 引起的示值变化应不超过  $2 \mu\text{m}$ , 并且示值误差均在允许范围内。

#### 4.7 测微头与接长杆的组合尺寸

测微头与接长杆的组合尺寸的示值误差应不超过表 1 的规定。

表 1 测微头与接长杆组合尺寸的示值误差

mm

| 尺寸范围          | 示值误差  | 尺寸范围          | 示值误差  |
|---------------|-------|---------------|-------|
| 50 ~ 125      | 0.006 | > 1600 ~ 2000 | 0.032 |
| > 125 ~ 200   | 0.008 | > 2000 ~ 2500 | 0.040 |
| > 200 ~ 325   | 0.010 | > 2500 ~ 3150 | 0.050 |
| > 325 ~ 500   | 0.012 | > 3150 ~ 4000 | 0.060 |
| > 500 ~ 800   | 0.016 | > 4000 ~ 5000 | 0.072 |
| > 800 ~ 1250  | 0.022 | > 5000 ~ 6000 | 0.082 |
| > 1250 ~ 1600 | 0.027 | —             | —     |

#### 4.8 刚性

对于测量上限大于  $1250$  mm 的内径千分尺, 当支撑点处于离端面  $200$  mm 和支撑点处于离端面距离为内径千分尺长度的  $2/9$  处时, 两次测得的尺寸差值应不超过表 2 的规定。

表 2 刚性要求

mm

| 尺寸范围          | 尺寸变化量 | 尺寸范围          | 尺寸变化量 |
|---------------|-------|---------------|-------|
| > 1250 ~ 1600 | 0.006 | > 3150 ~ 4000 | 0.040 |
| > 1600 ~ 2000 | 0.010 | > 4000 ~ 5000 | 0.060 |
| > 2000 ~ 2500 | 0.015 | > 5000 ~ 6000 | 0.070 |
| > 2500 ~ 3150 | 0.025 | —             | —     |

#### 4.9 校对用的卡规工作尺寸和两工作面的平行度

校对用的卡规工作尺寸偏差和两工作面的平行度应不超过表 3 的规定。

表 3 校对用的卡规工作尺寸偏差和两工作面的平行度

mm

| 工作尺寸    | 工作尺寸偏差      | 平行度   |
|---------|-------------|-------|
| 50 和 75 | $\pm 0.002$ | 0.002 |
| 100     | $\pm 0.003$ | 0.003 |
| 150     | $\pm 0.004$ | 0.004 |
| 250     | $\pm 0.004$ | 0.004 |

### 5 通用技术要求

#### 5.1 外观

5.1.1 首次检定的内径千分尺及其校对用的卡规均不应有碰伤、锈蚀、镀层脱落等外观缺陷，刻线应清晰、平直、均匀、无断线。

5.1.2 内径千分尺上应刻有编号、厂标和  标志。

5.1.3 后续检定及使用中检验的内径千分尺及校对用的卡规允许有不影响使用准确度的外观缺陷。

5.1.4 内径千分尺测量头球面中心不应明显偏离测量轴心线。

5.1.5 内径千分尺必须附有组合尺寸的选用表。

#### 5.2 各部分相互作用

5.2.1 微分筒在全部工作行程内往返转动时必须灵活、平稳、无卡滞和摩擦现象，无手感觉到的径向摆动和轴向窜动，测微头锁紧装置的作用应可靠。

5.2.2 各接长杆装卸应灵活，连接要可靠，无手感觉到的晃动。接长杆内的量杆接触应良好，移动应灵活。

### 6 计量器具控制

计量器具控制包括首次检定、后续检定和使用中检验。

#### 6.1 检定条件

##### 6.1.1 环境条件

检定内径千分尺的室内温度及受检内径千分尺在检定前放置在室内平衡温度的时间，应符合表 4 的规定。

被检内径千分尺和校对用的卡规若放置在室内的金属平板上平衡温度时，其平衡温度时间不少于表 4 中规定值的一半。

##### 6.1.2 检定用设备

主要检定器具见表 5。

#### 6.2 检定项目

检定项目见表 5。



表4 检定内径千分尺室内温度及室内平衡温度时间

| 内径千分尺的尺寸<br>范围/mm | 室内温度对 20℃ 的允许偏差/℃ |         | 平衡温度的时间不<br>少于 (h) | 检定时的温度变化<br>/ (℃/h) |
|-------------------|-------------------|---------|--------------------|---------------------|
|                   | 内径千分尺             | 校对用卡规   |                    |                     |
| 50 ~ 800          | $\pm 3$           | $\pm 2$ | 4                  | 0.5                 |
| > 800 ~ 1600      | $\pm 2$           | —       | 4                  | 0.5                 |
| > 1600 ~ 3150     | $\pm 1$           | —       | 6                  | 0.3                 |
| > 3150 ~ 6000     | $\pm 1$           | —       | 8                  | 0.3                 |

表5 检定项目和主要检定器具一览表

| 序号 | 检定项目                     | 主要检定器具                                                                                                            | 检定类别     |          |           |
|----|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------|
|    |                          |                                                                                                                   | 首次<br>检定 | 后续<br>检定 | 使用中<br>检验 |
| 1  | 外观                       | —                                                                                                                 | +        | +        | +         |
| 2  | 各部分相互作用                  | —                                                                                                                 | +        | +        | +         |
| 3  | 测量头工作面的曲率半径              | 半径样板 偏差: $(0.020 \sim 0.042)\text{mm}$ ; 工具显微镜 示值误差: $(1 + L/100)\mu\text{m}$ ; 投影仪 示值误差: $(4 + L/25)\mu\text{m}$ | +        | +        | -         |
| 4  | 工作面表面粗糙度                 | 表面粗糙度比较样块: $R_a$ 对其标称值的偏离量不应超过 $+12\% \sim -17\%$                                                                 | +        | +        | -         |
| 5  | 刻线宽度及宽度差                 | 工具显微镜                                                                                                             | +        | -        | -         |
| 6  | 微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离       | 2 级塞尺 偏差: 不超过 $(\pm 16\mu\text{m})$ 或工具显微镜                                                                        | +        | -        | -         |
| 7  | 微分筒锥面的端面与固定套管毫米刻线的相对位置   | —                                                                                                                 | +        | +        | -         |
| 8  | 测微头的示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化 | 测长机 示值误差: 分米刻度尺 $(0.5 + L/100)\mu\text{m}$ ; 毫米刻度尺 $(0.6 + L/200)\mu\text{m}$ ; 微米刻度尺 $0.25\mu\text{m}$           | +        | +        | +         |
| 9  | 测微头与接长杆的组合尺寸             | 测长机                                                                                                               | +        | +        | +         |
| 10 | 刚性                       | 测长机                                                                                                               | +        | -        | -         |
| 11 | 校对用卡规工作尺寸及两工作面的平行度       | 卧式光学计 示值误差: $0.25\mu\text{m}$ ; 四等量块 不确定度允许值: $(0.20 + 2L)\mu\text{m}$                                            | +        | +        | -         |

注: 表中 “+” 表示应检定, “-” 表示可以不检定。



### 6.3 检定方法

#### 6.3.1 外观

目力观察。

#### 6.3.2 各部分相互作用

目力观察和试验。

#### 6.3.3 测量头工作面的曲率半径

内径千分尺测量头用半径样板进行检定,也可以在工具显微镜上或投影仪上与标准圆弧进行比较测量。

#### 6.3.4 工作面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块检定。

#### 6.3.5 刻线宽度及宽度差

在工具显微镜上检定。微分筒和固定套管上至少各均匀分布地抽检 3 条刻线。刻线宽度差以最大值和最小值之差确定。

#### 6.3.6 微分筒锥面棱边至固定套管刻线面的距离

在工具显微镜上进行检定。也可以用厚度为 0.4mm 的 2 级塞尺用比较法进行检定,检定时应在微分筒转动一周内不少于 3 个位置上进行。

#### 6.3.7 微分筒锥面的端面与固定套管毫米刻线的相对位置

首先将内径千分尺测量下限调整正确,然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,此时读取微分筒的零刻线与固定套管纵刻线的偏移量即为离、压线值。

#### 6.3.8 测微头示值误差及锁紧装置锁紧和松开时的示值变化

测微头的示值误差在测长机上检定,对于测微头的示值范围不超过 25mm 的,受检点应均匀分布 5 点;对于示值范围为 50mm 的,受检点应均匀分布 10 点。测微头受检点的尺寸见表 6 所列。

表 6 测微头的受检点

mm

| 测微头示值范围      | 13          | 25          | 50          |             |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 受检点尺寸        | $A + 2.12$  | $A + 5.12$  | $A + 5.00$  | $A + 30.37$ |
|              | $A + 5.25$  | $A + 10.25$ | $A + 10.12$ | $A + 35.00$ |
|              | $A + 7.37$  | $A + 15.37$ | $A + 15.00$ | $A + 40.50$ |
|              | $A + 10.50$ | $A + 20.50$ | $A + 20.25$ | $A + 45.00$ |
|              | $A + 13.00$ | $A + 25.00$ | $A + 25.00$ | $A + 50.00$ |
| 注: A 表示测量下限。 |             |             |             |             |

检定时先在测长机头座和尾座的测杆上安装不小于  $\phi 8\text{mm}$  的平面测帽,并将其两测帽的工作面调整平行。

被检测微头直接或借助支撑架安置在仪器工作台上,再将测微头的测量下限根据仪器的示值调整正确,然后按表 6 所列的受检点尺寸进行检定。测微头的示值检定分别在

微分筒固定和松开情况下进行。

各点的示值误差由测微头各点的示值与仪器上测得值的差值确定。

示值变化由同一受检点在微分筒固定和松开情况下测得值的差值确定。

### 6.3.9 测微头与接长杆的组合尺寸

测微头与接长杆的组合尺寸在测长机上检定。

受检尺寸：首先将测微头对准测量下限，然后将测微头锁紧后分别与每根接长杆组合，再将测微头与所有接长杆组合。然后在整个组合尺寸范围内至少选择均匀分布的三组尺寸，这三组尺寸必须是接长杆数量较多的，而且接长杆尺寸偏差同向较多的。

对于组合尺寸大于 200mm 的，其支撑点离端面的距离应为组合尺寸的 2/9。

检定时，每组尺寸必须将内径千分尺每转 90° 检定一次，其示值误差不超过表 1 要求。

组合尺寸的示值误差由组合尺寸与仪器测得值的差值确定。

例如：被检组合尺寸标称值为 300mm，测得值为 300.010mm，则组合尺寸的示值误差

$$e = 300 - 300.010 = -0.010 \text{ (mm)}$$

### 6.3.10 刚性

在测长机上检定。检定时将内径千分尺全部尺寸组合后安装在测长机上，使两支撑点位于离端面距离为受检尺寸的 2/9 处，然后将内径千分尺每转 90° 检定一次。再把支撑点移至距离两端面 200mm 处，以上述同样方法检定。前后两次检定中对应尺寸之差，应不超过表 2 规定。

### 6.3.11 校对用的卡规工作尺寸和两工作面的平行度

在卧式光学计上检定。检定时，在仪器上安装内测附件，在卡规工作面上 5 点（如图 2 所示）的尺寸依次与四等量块和量块附件组合成内尺寸以比较法检定。工作面中心的尺寸为卡规的工作尺寸；工作面上 5 点尺寸的最大值与最小值的差值为两工作面的平行度。工作面距边缘 0.5mm 处允许有塌边。

校对用卡规的工作尺寸与平行度，也可以使用其它相应准确度的仪器检定（如有争议需要仲裁时，应在卧式光学计上检定）。

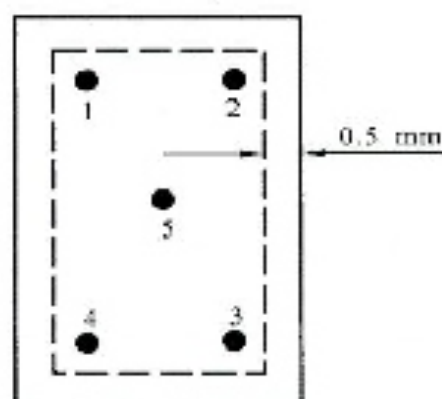


图 2

## 7 检定结果处理

经检定符合本规程要求的内径千分尺发给检定证书；不符合本规程要求的发给检定不合格通知书，并注明不合格项目。

## 8 检定周期

内径千分尺的检定周期可根据使用的实际情况确定，一般不超过1年。

## 附录 A

## 测微头与接长杆的组合方式举例

测微头与接长杆的组合方式举例如下。

测量范围为 (100 ~ 900) mm 的内径千分尺:

测微头的测量下限  $A$  为 (100 ~ 125) mm

接长杆:

- |   |       |
|---|-------|
| 1 | 25mm  |
| 2 | 50mm  |
| 3 | 100mm |
| 4 | 200mm |
| 5 | 400mm |

测微头与每根接长杆的尺寸:

- |         |       |
|---------|-------|
| $A + 1$ | 125mm |
| $A + 2$ | 150mm |
| $A + 3$ | 200mm |
| $A + 4$ | 300mm |
| $A + 5$ | 500mm |

测微头与所有接长杆的尺寸:

$$A + 5 + 4 + 3 + 2 + 1 = 875\text{mm}$$

测微头与部分接长杆的尺寸:

|                     |       |
|---------------------|-------|
| $A + 5 + 3 + 2 + 1$ | 675mm |
| $A + 4 + 3 + 2 + 1$ | 475mm |
| $A + 3 + 2 + 1$     | 275mm |



## 附录 B

## 内径千分尺示值误差测量结果的不确定度评定

## B.1 测量方法

依据本规程, 内径千分尺的示值误差的检定是在规程中允许的温度条件下, 进行充分等温后在测长机上(注: 测长机的示值要按校准证书给定值进行修正)直接测量得到的。

现对分度值为  $0.01\text{mm}$ , 测量范围为  $(250 \sim 6000)\text{mm}$  的内径千分尺的  $250\text{mm}$ 、 $3000\text{mm}$  和  $6000\text{mm}$  点, 在  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$  条件下, 在 6 米测长机上进行检定, 评定其测量不确定度。

规程要求  $(>200 \sim 325)\text{mm}$  示值误差为  $\pm 10\mu\text{m}$ ;  $(>2500 \sim 3150)\text{mm}$  示值误差为  $\pm 50\mu\text{m}$ ;  $(>5000 \sim 6000)\text{mm}$  示值误差为  $\pm 82\mu\text{m}$ 。现评定分析如下:

## B.2 数学模型

内径千分尺的示值误差  $e$ :

$$e = l_m - l_0 + l_m \cdot \alpha_m \cdot \Delta t_m - l_0 \cdot \alpha_0 \cdot \Delta t_0 \quad (\text{B.1})$$

式中:  $l_m$ ——内径千分尺的示值 ( $20^\circ\text{C}$  条件下);

$l_0$ ——测长机的示值 ( $20^\circ\text{C}$  条件下);

$\alpha_m$  和  $\alpha_0$ ——内径千分尺和测长机的线胀系数;

$\Delta t_m$ ——内径千分尺偏离参考温度  $20^\circ\text{C}$  的数值;

$\Delta t_0$ ——测长机偏离参考温度  $20^\circ\text{C}$  的数值。

## B.3 方差和灵敏系数

在公式 B.1 中, 舍去后两项微小量, 令  $l \approx l_m \approx l_0$

$$e = l_m - l_0 + l (\alpha_m \cdot \Delta t_m - \alpha_0 \cdot \Delta t_0)$$

为使输入量独立, 舍去括号内微小量, 令

$$\delta\alpha = \alpha_m - \alpha_0; \quad \delta t = \Delta t_m - \Delta t_0; \quad \alpha \approx \alpha_0; \quad \Delta t \approx \Delta t_m$$

$$e = l_m - l_0 + l \cdot \Delta t \cdot \delta\alpha + l \cdot \alpha \cdot \delta t \quad (\text{B.2})$$

灵敏系数:

$$\begin{aligned} c(l_m) &= \frac{\partial e}{\partial l_m} = 1; & c(l_0) &= \frac{\partial e}{\partial l_0} = -1; \\ c(\delta\alpha) &= \frac{\partial e}{\partial \delta\alpha} = l \cdot \Delta t; & c(\delta t) &= \frac{\partial e}{\partial \delta t} = l \cdot \alpha \end{aligned}$$

用  $u(l_m)$ 、 $u(l_0)$ 、 $u(\delta\alpha)$  和  $u(\delta t)$  分别表示由  $l_m$ 、 $l_0$ 、 $\delta\alpha$  和  $\delta t$  引起的标准不确定度分量。由于各分量彼此独立, 按不确定度传播律合成, 其输出量估计值  $e$  的方差为

$$\begin{aligned} u^2(e) &= u^2(l_m) + u^2(l_0) + (l_m \cdot \Delta t)^2 \cdot u^2(\delta\alpha_m) + \\ &\quad (l_m \cdot \Delta t)^2 \cdot u^2(\delta\alpha_m) + (l \cdot \alpha)^2 \cdot u^2(\delta t) \end{aligned} \quad (\text{B.3})$$

## B.4 标准不确定度汇总表

$l = 250\text{mm}$ 

| 标准不确定度分量 $u(x_i)$                                   |             | 不确定度来源              | 标准不确定度值 $u(x_i)$                                                    | $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$ | $ c_i  \cdot u(x_i)$<br>$l/\mu\text{m}$ | 自由度 |
|-----------------------------------------------------|-------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----|
| $u(l_m)$                                            |             | 内径千分尺对线误差           | 0                                                                   | 1                                       | 0                                       |     |
| $u(l_0)$                                            |             | 测长机示值误差             | $1.24\mu\text{m}$                                                   | -1                                      | 1.24                                    | 19  |
|                                                     | $u(l_{20})$ | 分米刻度尺示值误差           | $0.52\mu\text{m}$                                                   |                                         |                                         | 8   |
|                                                     | $u(l_{02})$ | 毫米刻度尺示值误差           | $\left(0.6 + \frac{50}{200}\right)/\sqrt{3}$<br>$= 0.49\mu\text{m}$ |                                         |                                         | 50  |
|                                                     | $u(l_{00})$ | 微米刻度尺示值误差           | $0.25/\sqrt{3}$<br>$= 0.144\mu\text{m}$                             |                                         |                                         | 50  |
|                                                     | $u(l_{04})$ | 测量重复性               | $1\mu\text{m}$                                                      |                                         |                                         | 9   |
| $u(\delta\alpha_{\text{分}})$                        |             | 内径千分尺和测长机分米刻度尺线胀系数差 | $0.82 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$                  | $l_{\text{分}} \cdot \Delta t$           | 0.164                                   | 50  |
| $u(\delta\alpha_{\text{毫}})$                        |             | 内径千分尺和测长机毫米刻度尺线胀系数差 | $1.15 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$                  | $l_{\text{毫}} \cdot \Delta t$           | 0.06                                    | 50  |
| $u(\delta t)$                                       |             | 内径千分尺和测长机间的温差       | $0.115 \text{ } ^\circ\text{C}$                                     | $l \cdot \alpha$                        | 0.331                                   | 2   |
| $u_c = 1.30\mu\text{m} \quad \nu_{\text{eff}} = 22$ |             |                     |                                                                     |                                         |                                         |     |

B.5 计算标准不确定度分量  $u_i$ B.5.1 内径千分尺对线误差引起的标准不确定度分量  $u(l_m)$ 

内径千分尺对线误差在测量重复性分析时已包含在内。

$$u(l_m) = 0$$

B.5.2 测长机示值误差引起的标准不确定度分量  $u(l_0)$ 

B.5.2.1 测长机示值误差引起的标准不确定度分量由三部分组成的，即分米刻度尺示值误差引起的标准不确定度  $u(l_{20})$ ，毫米刻度尺示值误差引起的标准不确定度  $u(l_{02})$  和微米刻度尺示值误差引起的标准不确定度  $u(l_{00})$ 。

这里引用“测长机分米刻度尺示值误差的测量不确定度”分析资料（也可以引用测长机校准证书所给的扩展不确定度）得知 6 米测长机分米刻度尺校准的扩展不确定度  $U_{95} = (0.3 + l/220) \mu\text{m}$ 。当测量范围小于 2m 时，包含因子  $k_{95} = 2.31$ ， $\nu_{\text{eff}} = 8$ ；当测量范围大于 2m 时，包含因子  $k_{95} = 2.36$ 。引用测长机校准规范中毫米刻度尺的示值误差为  $\pm (0.6 + l/200) \mu\text{m}$ ，微米刻度尺示值误差为  $\pm 0.25\mu\text{m}$ ，两者在其分布范围内服从均匀分布，估计其相对不确定度为 10%。当  $l = 250\text{mm}$  时，

$$u(l_{01}) = \frac{1.21}{2.31} \mu\text{m} = 0.52 \mu\text{m}$$

$$\nu(l_{01}) = 8$$

$$u(l_{02}) = \frac{0.85}{\sqrt{3}} \mu\text{m} = 0.49 \mu\text{m}$$

$$u(l_{03}) = \frac{0.25}{\sqrt{3}} \mu\text{m} = 0.144 \mu\text{m}$$

$$\nu(l_{02}) = \nu(l_{03}) = \frac{1}{2} \left( \frac{10}{100} \right)^{-2} = 50$$

#### B.5.2.2 测量重复性引起的标准不确定度分量 $u(l_{04})$

选用内径千分尺测量上限一个固定点，在重复测量条件下，用测长机连续测量 10 次，求得单次测量实验标准差  $s = 1 \mu\text{m}$ ，则

$$u(l_{04}) = 1 \mu\text{m} \quad \nu(l_{04}) = 9$$

将 B.5.2.1 与 B.5.2.2 两项合并，应用公式：

$$u(l_0) = \sqrt{u^2(l_{01}) + u^2(l_{02}) + u^2(l_{03}) + u^2(l_{04})} \quad (\text{B.4})$$

$$\nu(l_0) = u^4(l_0) \div \left[ \frac{u^4(l_{01})}{\nu(l_{01})} + \frac{u^4(l_{02})}{\nu(l_{02})} + \frac{u^4(l_{03})}{\nu(l_{03})} + \frac{u^4(l_{04})}{\nu(l_{04})} \right] \quad (\text{B.5})$$

$l = 250\text{mm}$  时，

$$u(l_0) = 1.24 \mu\text{m} \quad \nu(l_0) = 19$$

#### B.5.3 由于温度偏离 $20^\circ\text{C}$ ，内径千分尺与测长机分米刻度尺线胀系数差引起的标准不确定度 $u(\delta\alpha_{dm})$

内径千分尺与测长机分米刻度尺线胀系数均为  $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$ ，两者之差为  $\pm 2 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$ ，在其分布区间内服从三角分布，估计其相对不确定度为 10%，则

$$u(\delta\alpha_{dm}) = \frac{2 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}} = 0.82 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\nu(\delta\alpha_{dm}) = \frac{1}{2} \left( \frac{10}{100} \right)^{-2} = 50$$

#### B.5.4 由于温度偏离 $20^\circ\text{C}$ ，内径千分尺与测长机毫米刻度尺线胀系数差引起的标准不确定度 $u(\delta\alpha_{mm})$

内径千分尺线胀系数为  $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$ ，玻璃刻尺线胀系数为  $(10.0 \pm 1) \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$ ，两者之差为  $(1.5 \pm 2) \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$ 。在  $4 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$  范围内，近似取均匀分布，估计相对不确定度为 10%，则

$$u(\delta\alpha_{mm}) = \frac{4}{2\sqrt{3}} \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1} = 1.15 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\nu(\delta\alpha_{mm}) = 50$$

注：

1. 由于毫米刻度尺测量范围只有 100mm，线胀系数差的分布影响量较小，此处近似按均匀分布处理。
2. 由于微米刻度尺测量范围小， $\delta\alpha$  影响忽略不计。

### B.5.5 内径千分尺和测长机间存在温度差引起的标准不确定度分量 $u(\delta t)$

在测量时,内径千分尺和测长机都需要在符合要求的温度条件下,充分的等温后才能读数。估计两者温度差以等概率落于  $(\pm 0.2)^\circ\text{C}$  范围内,估计相对不确定度为 50%,则

$$u(\delta t) = \frac{0.2}{\sqrt{3}}^\circ\text{C} = 0.115^\circ\text{C}$$

$$\nu(\delta t) = \frac{1}{2} \times \left( \frac{50}{100} \right)^{-2} = 2$$

### B.6 合成标准不确定度 $u_c$

$$u_c^2 = u^2(l_m) + u^2(l_0) + (l_{dm} \cdot \Delta t)^2 \cdot u^2(\delta\alpha_{dm}) + (l_{mm} \cdot \Delta t)^2 \cdot u^2(\delta\alpha_{mm}) + (l \cdot \alpha)^2 \cdot u^2(\delta t) \quad (\text{B.6})$$

$l = 250\text{mm}$  时,

$$\Delta t = 1^\circ\text{C}$$

$$l = 0.25 \times 10^6 \mu\text{m}$$

$$u_c^2 = 1.68 \mu\text{m}^2$$

$$u_c = 1.30 \mu\text{m}$$

### B.7 有效自由度 $\nu_{\text{eff}}$

应用公式

$$\nu_{\text{eff}} = u_c^4 \div \left[ \frac{u^4(l_m)}{\nu(l_m)} + \frac{u^4(l_0)}{\nu(l_0)} + \frac{(l_{dm} \cdot \Delta t)^4 \cdot u^4(\delta\alpha_{dm})}{\nu(\delta\alpha_{dm})} + \frac{(l_{mm} \cdot \Delta t)^4 \cdot u^4(\delta\alpha_{mm})}{\nu(\delta\alpha_{mm})} + \frac{(l \cdot \alpha)^4 \cdot u^4(\delta t)}{\nu(\delta t)} \right] \quad (\text{B.7})$$

当  $l = 250\text{mm}$  时,  $\nu_{\text{eff}} = 22$

### B.8 扩展不确定度 $U_p$

当  $l = 250\text{mm}$  时,

$$U_{95} = t_{95}(22) \cdot u_c = 2.09 \times 1.30 = 2.7(\mu\text{m})$$

### B.9 测量结果不确定度报告与表示

在  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$  情况下,分度值为  $0.01\text{mm}$  的内径千分尺示值误差测量结果的扩展不确定度为:

当  $l = 250\text{mm}$  时,  $U_{95} = 2.7\mu\text{m}$ ,  $\nu_{\text{eff}} = 22$

当  $l = 3000\text{mm}$  时,  $U_{95} = 17\mu\text{m}$ ,  $\nu_{\text{eff}} = 11$

当  $l = 6000\text{mm}$  时,  $U_{95} = 33\mu\text{m}$ ,  $\nu_{\text{eff}} = 10$



## 附录 C

## 检定证书和检定结果通知书内页格式

## C.1 检定证书内页格式

## 检 定 结 果

温 度      ℃

相对湿度      %

| 序号                         | 主要检定项目          | 检定结果 |
|----------------------------|-----------------|------|
| 1                          | 测微头的示值误差        |      |
| 2                          | 测微头与接长杆的组合尺寸( ) |      |
| 3                          | 测微头与接长杆的组合尺寸( ) |      |
| 4                          | 测微头与接长杆的组合尺寸( ) |      |
| 5                          | 测微头与接长杆的组合尺寸( ) |      |
| 6                          | 测微头与接长杆的组合尺寸( ) |      |
| 7                          |                 |      |
| 8                          |                 |      |
| 9                          | 校对用卡规工作尺寸       |      |
| 10                         |                 |      |
|                            |                 |      |
|                            |                 |      |
| 检定依据:JJG22—2003《内径千分尺检定规程》 |                 |      |

注:检定结果:应给量化的值(不要简单给“合格”二字)。

检定单位地址:

联系电话:

传真:

## C.2 检定结果通知书内页格式

具体要求同 C.1,并指出不合格项目。

**中华人民共和国  
国家计量检定规程**

**内径千分尺**

**JJG 22—2003**

**国家质量监督检验检疫总局发布**

★

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100013

电话(010)64275360

E-mail jlbcb@263.net.cn

北京市迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

★

889 mm × 1230 mm 16开本 印张 1.25 字数 19 千字

2003年5月第1版 2003年5月第1次印刷

印数 1—5 000

统一书号 155026—1710 定价:15.00元



155026-1710