

JJG

广西壮族自治区地方计量检定规程

JJG (桂) 07-2004

电子数显千分尺

Electronic Digital Micrometers

2004 - 10 - 10 发布

2005 - 01 - 01 实施

广西壮族自治区质量技术监督局 发布

电子数显千分尺检定规程

Verification Regulation of Electronic Digital Micrometers

1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 测量面的表面粗糙度	(2)
4.2 测量面的平面度	(2)
4.3 测量面的平行度	(2)
4.4 示值误差	(3)
4.5 示值变动性	(3)
4.6 数显器	(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	(4)
6.1 检定环境条件	(4)
6.2 检定项目和检定器具	(4)
6.3 检定方法	(5)
7 检定结果处理	(9)
8 检定周期	(9)
附录 A 电子数显千分尺示值误差测量不确定度评定	(10)
附录 B 检定证书和检定结果通知书内页格式	(11)

本规程委托广西计量检测研究院负责解释

本规程起草人:

蔡旭平 (广西计量检测研究院)

肖 勇 (柳州市计量测试研究所)

程江龙 (桂林量具刃具厂)

莫艳萍 (桂林广陆数字测控股份有限公司)

熊 俊 (桂林市计量测试研究所)

廖汉荣 (梧州市计量测试所)

电子数显千分尺检定规程

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动	(2)
4.2 测砧与测微螺杆轴线的相对偏移	(2)
4.3 测量力和测量力变化	(2)
4.4 尺架受轴向力时的变形	(2)
4.5 测量面的表面粗糙度	(2)
4.6 测量面的平面度	(2)
4.7 测量面的平行度	(2)
4.8 示值误差	(3)
4.9 示值变动性	(3)
4.10 数值漂移	(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	(4)
6.1 检定环境条件	(4)
6.2 检定项目和检定器具	(4)
6.3 检定方法	(5)
7 检定结果处理	(9)
8 检定周期	(9)
附录 A 电子数显千分尺示值误差测量不确定度评定	(10)
附录 B 检定证书和检定结果通知书内页格式	(13)

电子数显千分尺检定规程

1 范围

本规程适用于分辨力为 0.001mm, 测微头行程 25 mm, 测量范围上限至 500mm 的电子数显外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

JJF 1094-2002 测量仪器特性评定

JJG 21-1995 千分尺检定规程

JB/T 6079-1992 电子数显外径千分尺

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

利用螺旋副传动原理使尺架上两测量面间的距离通过电子数字显示装置进行读数的种量具。它的外形结构由尺架、测砧、测微螺杆、显示器、测力装置、锁紧装置和隔热装置等组成, 见图 1、图 2、图 3。

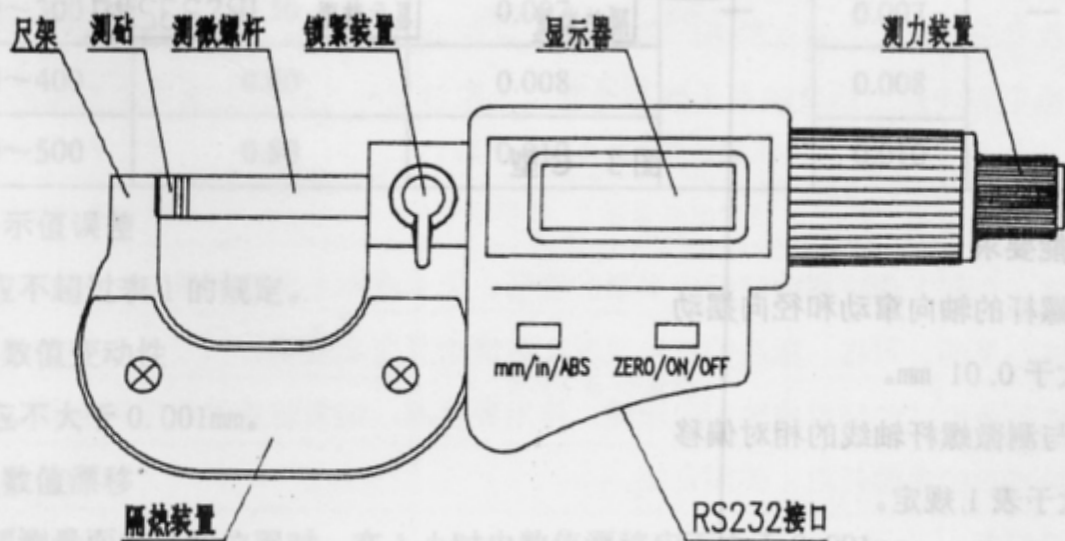


图 1 A 型

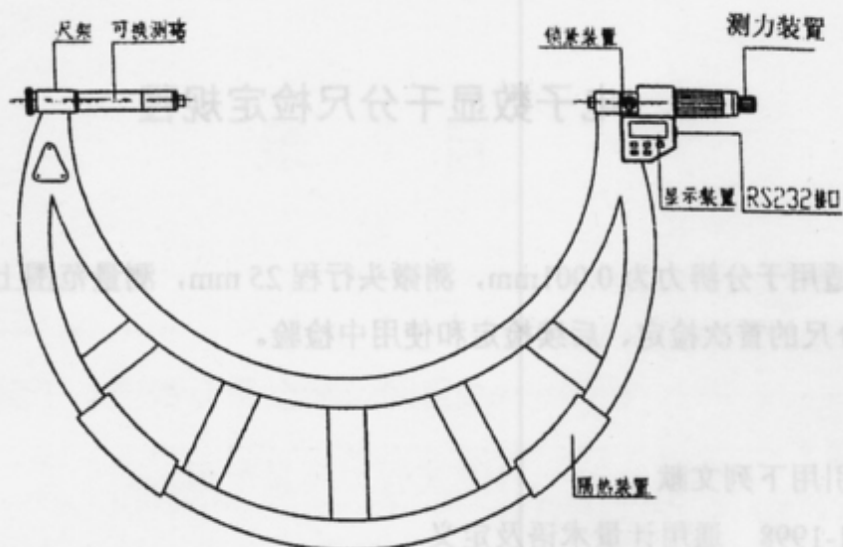


图2 B型

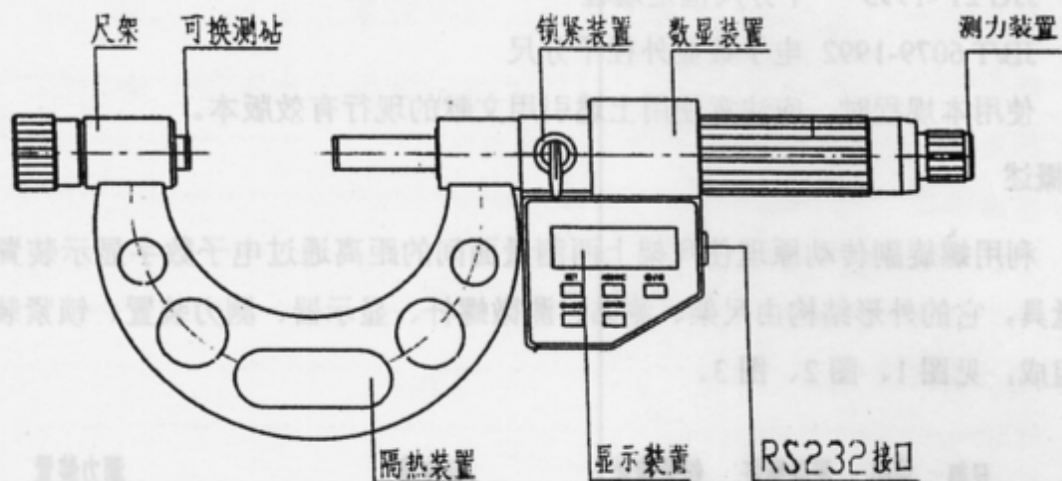


图3 C型

4 计量性能要求

4.1 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动

应不大于 0.01 mm。

4.2 测砧与测微螺杆轴线的相对偏移

应不大于表 1 规定。

4.3 测量力和测量力变化

测量力应为 (5~10) N, 测量力变化应不大于 2N。

4.4 尺架受轴向力时的变形

尺架沿测微螺杆轴线方向受 10N 力时的变形应不大于表 1 的规定。

4.5 测量面的表面粗糙度

两测量面和校对量杆测量面的表面粗糙度, 应不大于 $Ra\ 0.05\ \mu m$ 。

4.6 测量面的平面度

0 级电子数显千分尺测量面的平面度应不大于 $0.6\ \mu m$, 1 级应不大于 $1\ \mu m$ 。

4.7 测量面的平行度

测量面的平行度应不大于表 1 的规定, 锁紧时两测量面平行度变化不大于 $0.001\ mm$ 。

表 1 示值误差、尺架受轴向力时的变形、测砧与测微螺杆轴线的相对偏移和测量面的平行度 mm

测量范围	测砧与测微螺杆轴线的相对偏移	尺架受轴向力时的变形	测量面的平行度		示值最大允许误差	
			0 级	1 级	0 级	1 级
0~25	0.05	0.002	0.001	0.002	± 0.002	± 0.004
25~50	0.08	0.002	0.0015	0.0025	± 0.002	± 0.004
50~100	0.15	0.003	0.002	0.003	± 0.003	± 0.004
100~150	0.30	0.004	—	0.004	—	± 0.005
150~200	0.40	0.005		0.006		± 0.006
200~300	0.50	0.007		0.007		± 0.007
300~400	0.60	0.008		0.008		± 0.008
400~500	0.80	0.010		0.010		± 0.010

4.8 示值误差

应不超过表 1 的规定。

4.9 数值变动性

应不大于 $0.001mm$ 。

4.10 数值漂移

两测量面在任意位置时, 在 1 小时内数值漂移应不大于 $0.001mm$ 。

4.11 校对量杆的尺寸偏差和两测量面的平行度应不超过表 2 的规定。

表 2 校对量杆的尺寸偏差和平行度

量杆的标称尺寸 mm	尺寸偏差 μm		测量面的平行度 μm
	0 级	1 级	
25	± 1.0	± 2.0	1
50	± 1.5	± 2.0	1
75	± 1.5	± 2.0	1.5
100~125	—	± 2.5	2.0
150~175		± 3.0	2.0
200~225		± 3.5	2.5
250~275		± 3.5	3.0
325~375		± 4.0	3.5
425~475		± 5.0	4.0

5 通用技术要求

5.1 外观

- 5.1.1 首次检定的电子数显千分尺及其校对量杆不应有锈蚀、碰伤、镀层脱落及明显划痕。
- 5.1.2 数字显示应清晰, 不应有掉字、缺笔划等影响读数的现象。
- 5.1.3 电子数显千分尺上必须有制造厂名或商标、CMC 标志和编号、分辨力和出厂编号。
- 5.1.4 后续检定和使用中检验的电子数显千分尺及校对量杆允许有不影响准确度的外观缺陷。

5.2 各部分相互作用

- 5.2.1 微分筒在全部工作行程内移动应平稳、灵活、无卡滞和无摩擦现象。
- 5.2.2 功能键应灵活、可靠, 标注的符号或图文应清晰且含义准确。
- 5.2.3 可调或可换测砧的调整或装卸应顺畅, 作用要可靠, 锁紧装置的作用应有效。
- 5.2.4 数据输出口的盖帽开启、关闭自如。

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 检定环境条件

检定室内温度、湿度,以及检定前被检电子数显千分尺与检定用器具平衡温度的时间按照表3规定。

表3 检定环境条件

电子数显千分尺测量范围上限 (mm)	室内温度对20℃的允许偏差(℃)		平衡温度时间 (h)
	电子数显千分尺	校对量杆	
~100	±4	±3	≥2
>100~500	±3	±2	≥3

6.2 检定项目和检定器具

电子数显千分尺的检定项目和主要检定器具列于表4。

表4 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 检定	后续 检定	使用中 检验
1	外观	——	+	+	+
2	各部分相互作用	——	+	+	+
3	测微螺杆的轴向窜动和径向摆动	杠杆千分表	+	+	-
4	测砧与测微螺杆轴线的相对偏移	平板、杠杆百分表或百分表	+	-	-
5	测量面的表面糙度	表面粗糙度比较样块	+	+	-
6	测量力和测量力变化	测力仪	+	+	-
7	测量面的平面度	2级平面平晶或1级刀口尺	+	+	-
8	测量面的平行度	平行平晶、5等量块和钢球	+	+	-
9	尺架受轴向力时的变形	专用检具	+	-	-
10	示值误差	4等、5等量块	+	+	+
11	示值变动性		+	+	+
12	数值漂移	——	+	-	+
13	校对量杆	光学计、测长机、4等量块	+	+	-

注:表中“+”表示应检定,“-”表示可不检定。

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 测微螺杆的轴向窜动和径向摆动

测微螺杆的轴向窜动用手感检查, 如有异议时, 用杠杆千分表检定。检定时, 使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 $3\text{N} \sim 5\text{N}$, 如图 4 所示, 杠杆千分表示值的变化即为轴向窜动量。

测微螺杆的径向摆动用手感检查, 如有异议时, 用杠杆千分表检定。检定时, 将测微螺杆伸出尺架 10mm 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 $2\text{N} \sim 3\text{N}$, 然后以相反方向加力 $2\text{N} \sim 3\text{N}$ 。这一检定应在相互垂直的两个径向方向检定。如图 5 所示, 杠杆千分表示值的变化, 即为径向摆动量。

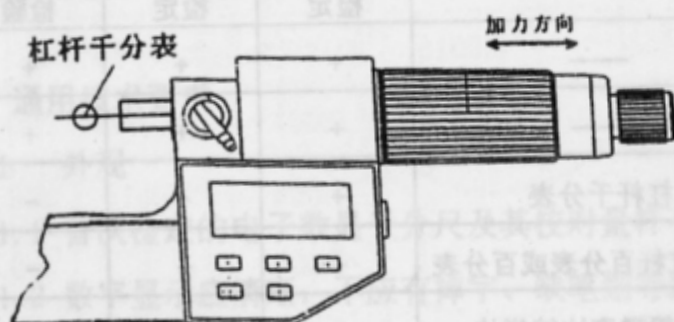


图 4 检定轴向窜动示意图

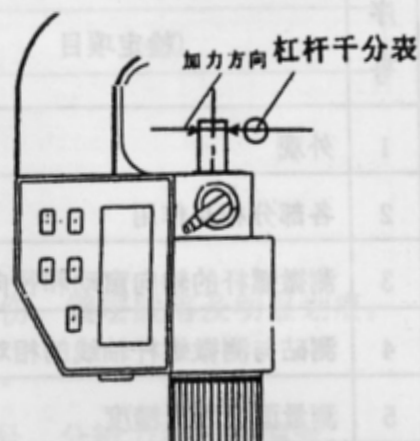


图 5 检定径向摆动示意图

6.3.4 测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行检定。

6.3.5 测砧与测微螺杆轴线的相对偏移

测量范围为 $(0 \sim 25)\text{mm}$ 用塞尺比较, 大于 $(0 \sim 25)\text{mm}$ 在平板上用杠杆百分表检定。对于测量范围大于 300mm 的电子数显千分尺用百分表检定。检定时, 借助千斤顶将千分尺放置在平板上, 如图 6 所示, 调整千斤顶使千分尺的测微螺杆与平板测量面平行, 然后用百分表测出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° , 按上述方法测出测砧与测微螺杆在另一方位上的偏移量 y 。测砧与测微螺杆工作的相对偏移量 $\Delta = \sqrt{x^2 + y^2}$ (此项检定也可用其它专用检具检定)。

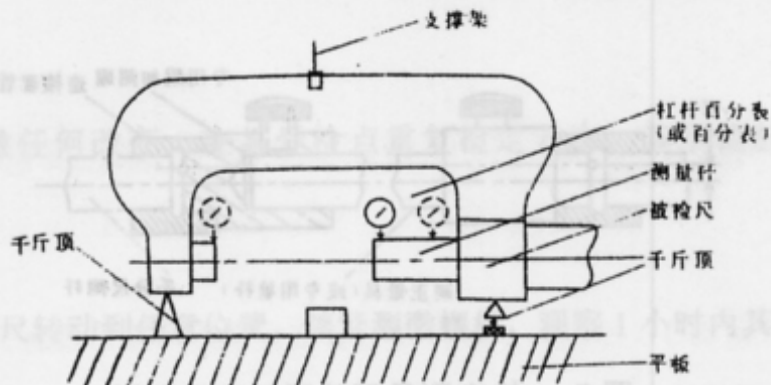


图6 检定测砧与测微螺杆轴线的相对偏移示意图

6.3.6 测量力和测量力变化

用分度值不大于 0.2N 的专用测力计检定。检定时，使测量面与测力计的球面接触后进行。

6.3.7 测量面的平面度

用 2 级平面平晶以技术光波干涉法检定。对于使用中的可用 1 级刀口尺以光隙法检定。测量面直径为 6.5mm 的，距离边缘 0.2mm 范围内不计，测量面直径为 8mm 的，距离边缘 0.5mm 范围内不计。

6.3.8 测量面的平行度

测量范围上限至 100mm 的千分尺两测量面的平行度用平行平晶检定，也可用量块检定。测量范围上限大于 100mm 的千分尺两测量面的平行度用图 7 所示钢球检具检定。

使用平行平晶检定时，依次将四块厚度差 $\frac{1}{4}$ 螺距的平行平晶放入两测量面间，转动微分筒，使两测量面与平行平晶接触，并轻轻转动平晶，使两测量面出现的干涉条纹数减至最少时，读取两测量面上的干涉带总数，以 4 块平行平晶中出现干涉带总数最多的一次数值作为被检电子数显千分尺两测量面的平行度。

使用量块检定时，依次按尺寸约为上下限的中间尺寸，间隔为微分筒 $\frac{1}{4}$ 转的四组量块进行。每组量块以其同一部位与放入图 8 所示测量面的四个位置上按微分筒分别读数，并求出其差值。以四组差值中最大值作为被检千分尺两测量面的平行度。

6.3.9 尺架受轴向力时的变形

将尺架一端垂直安放并固定在平台上的专用夹具上，用分度值为 $1\mu\text{m}$ 杠杆千分表测量头接触测砧测量面进行读数。然后沿测微螺杆轴线方向挂 10N 的重锤，再在杠杆千分表上进行读数，两次读数差即为尺架受力变形。

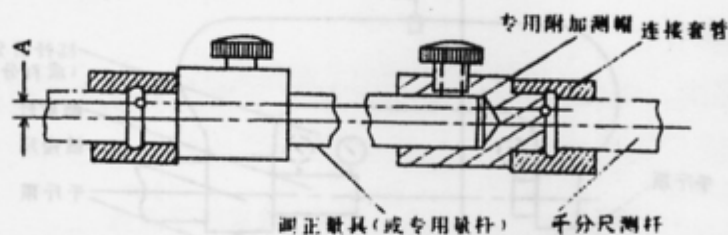


图 7: 检定测量面的平行度示意图

当测微螺杆 $\Phi 8\text{mm}$ 时, A 为 3.5mm ; 当测微螺杆 $\Phi 6.5\text{mm}$ 时, A 为 3mm 。

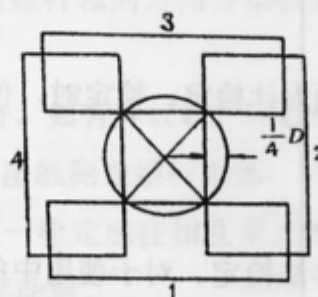


图 8 检定测量面的平行度示意图

6.3.10 示值误差

零级电子数显千分尺用 4 等或 1 级量块进行检定, 1 级电子数显千分尺用 5 等或 2 级量块进行检定。受检点应均匀分布于测量范围的五点上。量块尺寸如表 5 所示, 各受检点的示值误差均不应超过表 1 中的规定。

表 5 检定示值误差的量块尺寸

mm

测量范围	量块尺寸					
0~25	5.12	10.24	15.36	21.5	25	
25~50	25	30.12	35.24	40.36	46.5	50
50~75	50	55.12	60.24	65.36	71.5	75
75~100	75	80.12	85.24	90.36	96.5	100
大于 100	A+5.12	A+10.24	A+15.36	A+21.5	A+25	

测量范围上限大于 150mm 的电子数显千分尺可以只检定测微头的示值误差。用五等量块借助图 9 所示的专用检具, 按 $(0\sim 25)\text{mm}$ 的千分尺受检点检定, 测微头的示值误差不超过 $\pm 3\mu\text{m}$ 。

6.3.11 示值变动性

在检定条件不做任何改变,在某受检点重复检定五次,其示值的最大差值不大于0.001mm。

6.3.12 数值漂移

将电子数显千分尺转动到任意位置,锁紧测微螺杆,观察1小时内其示值变化,应不大于0.001 mm。

6.3.13 校对量杆

校对量杆的尺寸及测量面的平行度在光学计或测长机上采用4等或5等量块用比较法进行检定。对于平测量面的量杆应采用球面测帽在图10所示的5点上进行检查。各点尺寸偏差均不应超过表2中的规定。5点中的最大值与最小值之差即为量杆两测量面的平行度。

对于球面测量面的量杆尺寸,应用直径为8mm的平面测帽进行检定。

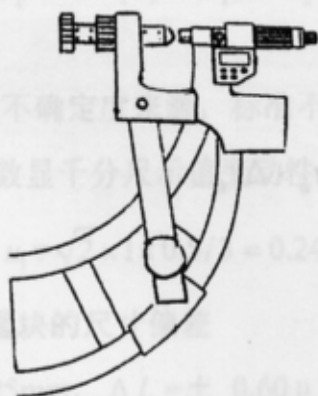


图9 检定测微头的示值误差的示意图



图10 检定校对量杆的尺寸及平行度示意图

6.4 检定结果处理

经检定符合本规程要求的电子数显千分尺发给检定证书;不符合本规程要求的发给检定结果通知书,并注明不合格项目。

6.5 检定周期

电子数显千分尺的检定周期可根据实际使用情况确定,一般不超过一年。

附录 A

电子数显千分尺示值误差测量不确定度评定

1 概述

1.1 测量方法：依据 JJG (桂) 07—2004 《电子数显千分尺检定规程》

1.2 测量标准：2 级量块

尺寸范围：(0.5 ~ 25 ~ 500) mm

允许尺寸偏差：±(0.45 0.60 4.40) μm

1.3 被检对象：电子数显千分尺（以下简称千分尺）

测量范围：(0~25) mm ~ (400~500) mm

允许示值误差：±0.002 mm ±0.01 mm

2 数学模型

$$e = L_m - L_b + L_m \cdot \alpha_m \cdot \Delta t_m - L_b \cdot \alpha_b \cdot \Delta t_b$$

式中：e ——千分尺示值误差；

L_m ——千分尺示值；

L_b ——量块尺寸；

α_m 和 α_b ——分别为千分尺和量块的热膨胀系数；

Δt_m 和 Δt_b ——分别为千分尺和量块偏离标准温度 20℃ 的数值。

令：热膨胀系数差 $\delta\alpha = \alpha_m - \alpha_b = 2 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$

温度差 $\delta t = \Delta t_m - \Delta t_b = 0.3^\circ\text{C}$

取： $L \approx L_m \approx L_b$

$\alpha \approx \alpha_m \approx \alpha_b = 11.5 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$

$\Delta t \approx \Delta t_b \approx \Delta t_m$

$L = 25\text{mm}$ 时， $\Delta t = \pm 4^\circ\text{C}$ $L = 500\text{mm}$ 时， $\Delta t = \pm 3^\circ\text{C}$

则： $e = L_m - L_b + L \cdot \Delta t \cdot \delta\alpha + L \cdot \alpha \cdot \delta t$

3 方差和灵敏系数

依据: $u_c^2(y) = \sum (\partial f / \partial x_i)^2 u^2(x_i)$

$$u_c^2 = u^2(e) = c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 + c_3^2 \cdot u_3^2 + c_4^2 \cdot u_4^2$$

式中: $c_1 = \partial e / \partial L_m = 1$

$$c_2 = \partial e / \partial L_b = -1$$

$$c_3 = \partial e / \partial \delta a = L \cdot \Delta t$$

$$c_4 = \partial e / \partial \delta t = L \cdot a$$

u_1 、 u_2 、 u_3 和 u_4 分别表示 L_m 、 L_b 、 δa 和 δt 的不确定度

$$u_c^2 = u^2(e) = u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 \cdot u_3^2 + (L \cdot a)^2 \cdot u_4^2$$

4 测量不确定度来源, 标准不确定度计算

4.1 电子数显千分尺示值变动性: $1 \mu\text{m}$, 为正态分布, 影响 2 次。

$$\text{故 } u_1 = \sqrt{2} \times 1 \times 0.5 / 3 = 0.24 \mu\text{m}$$

4.2 2 级量块的尺寸偏差

4.2.1 $L = 25\text{mm}$, $\Delta L = \pm 0.60 \mu\text{m}$ $k = 3$ 。

$$\text{故 } u_2 = 0.60 / 3 = 0.20 \mu\text{m}$$

4.2.2 $L = 500\text{mm}$, $\Delta L = \pm 4.40 \mu\text{m}$ $k = 3$ 。

$$\text{故 } u_2 = 4.40 / 3 = 1.50 \mu\text{m}$$

4.3 千分尺和量块的热膨胀系数差 $\delta a = 2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 为均匀分布。

$$\text{故 } u_3 = 2 \times 0.5 \times 10^{-6} / \sqrt{3} = 0.60 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$$

4.4 千分尺和量块间的温度差 $\delta t = 0.3 ^\circ\text{C}$, 为均匀分布。

$$\text{故 } u_4 = 0.3 ^\circ\text{C} \times 0.5 / \sqrt{3} = 0.14 ^\circ\text{C}$$

5 不确定度分析一览表

表1 $L = 25\text{mm}$ 时不确定度一览表

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x_i) \mu\text{m}$
电子数显千分尺示值变动性	$0.24 \mu\text{m}$	1	0.24
2级量块的尺寸偏差	$0.20 \mu\text{m}$	-1	0.20
千分尺和量块的热膨胀系数差	$0.60 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$	$L \cdot \Delta t = 25 \times 4 = 100\text{mm}^\circ\text{C}$	0.08
千分尺和量块的温度差	0.14°C	$L \cdot \alpha = 25 \times 11.5 \times 10^{-6}$ $= 2.89 \times 10^{-4} \text{mm}/^\circ\text{C}$	0.04

表2 $L = 500\text{mm}$ 时不确定度一览表

不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i \times u(x_i) \mu\text{m}$
电子数显千分尺示值变动性	$0.24 \mu\text{m}$	1	0.24
2级量块的尺寸偏差	$1.50 \mu\text{m}$	-1	1.50
千分尺和量块的热膨胀系数差	$0.60 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$	$L \cdot \Delta t = 500 \times 3 = 1500\text{mm}^\circ\text{C}$	0.90
千分尺和量块的温度差	0.14°C	$L \cdot \alpha = 500 \times 11.5 \times 10^{-6}$ $= 5.75 \times 10^{-3} \text{mm}/^\circ\text{C}$	0.80

6 合成标准不确定度计算

 $L = 25\text{mm}$ 时:

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

$$= 0.24^2 + 0.20^2 + 0.08^2 + 0.04^2 = 0.10$$

$$u_c = 0.31 \mu\text{m}$$

 $L = 500\text{mm}$ 时:

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

$$= 0.24^2 + 1.50^2 + 0.90^2 + 0.80^2 = 3.18$$

$$u_c = 1.78 \mu\text{m}$$

7 扩展不确定度

7.1 检定 25mm 时

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.31 = 0.62 \mu\text{m}$$

7.2 检定 500mm 时

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 1.78 = 3.56 \mu\text{m}$$

附录 B

检定证书和检定结果通知书内页格式

检 定 结 果

序号	主要检定项目	检定结果
1	测量力/测量力变化	/ (N)
2	测量面平面度	(μm)
3	两测量面平行度	(μm)
4	示值误差	(μm)
5	示值变动性	(μm)
6	校对量杆尺寸	(mm)
7		
检定依据: JJG (桂) 07- 2004 《电子数显千分尺检定规程》		
检定温度: (°C)		相对湿度: (RH)

注: “检定结果”栏内应填写测得的量化值, 不要简单给“合格”或“不合格”; 若超过允许误差, 应在量化值后注明“(不合格)”。