



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 31—2011

高度卡尺

Height Caliper

2011—01—21 发布

2011—07—21 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



高度卡尺检定规程

Verification Regulation
of Height Caliper

JJG 31—2011
代替 JJG 31—1999

本规程经国家质量监督检验检疫总局于 2011 年 1 月 21 日批准，并自 2011 年 7 月 21 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：陕西省计量科学研究院

参加起草单位：工业和信息化部电子第五研究所

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：

常 青（陕西省计量科学研究院）

张 辉（陕西省计量科学研究院）

参加起草人：

张晓芬（工业和信息化部电子第五研究所）

目 录

1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(3)
4.1 标尺标记的宽度和宽度差	(3)
4.2 量爪测量面和底座工作面的表面粗糙度	(3)
4.3 量爪测量面和底座工作面的平面度	(3)
4.4 量爪测量面与底座工作面的平行度	(3)
4.5 重复性	(3)
4.6 漂移	(4)
4.7 零值误差	(4)
4.8 示值误差	(4)
5 通用技术要求	(4)
5.1 外观	(4)
5.2 各部分相互作用	(5)
5.3 各部分相对位置	(5)
6 计量器具控制	(5)
6.1 检定条件	(5)
6.2 检定项目和检定设备	(5)
6.3 检定方法	(6)
6.4 检定结果的处理	(8)
6.5 检定周期	(8)
附录 A 高度卡尺示值误差测量结果不确定度评定	(9)
附录 B 检定证书和检定结果通知书内页格式	(12)

高度卡尺检定规程

1 范围

本规程适用于分度值或分辨力为 0.01 mm、0.02 mm、0.05 mm 和 0.10 mm，测量范围（0~2 000）mm 各种规格的游标、带表和数显高度卡尺的首次检定、后续检定和使用中检查。

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 21390—2008 游标、带表和数显高度卡尺

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

高度卡尺是用来测量制件表面高度位置和精密划线的量具。其主要结构形式分别为游标高度卡尺（见图 1）、带表高度卡尺（见图 2 和图 3）和数显高度卡尺（见图 4 和图 5）。

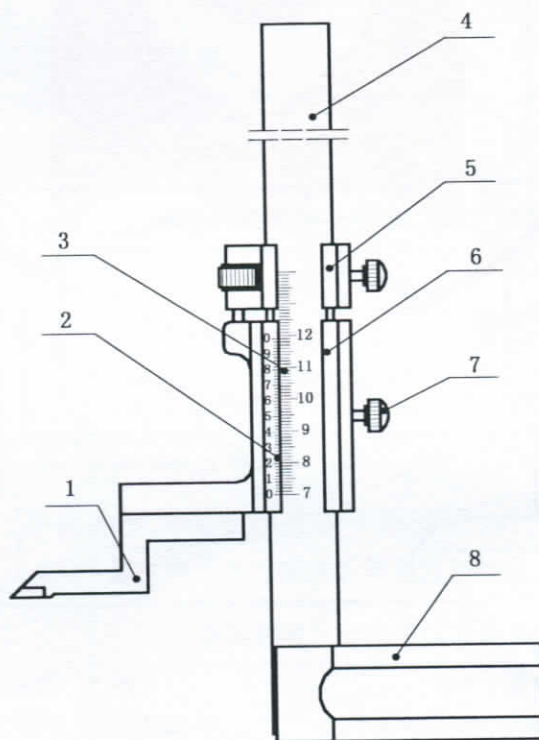


图 1 游标高度卡尺

1—划线量爪；2—游标尺；3—主标尺；4—尺身；5—微动装置；6—尺框；7—紧固螺钉；8—底座

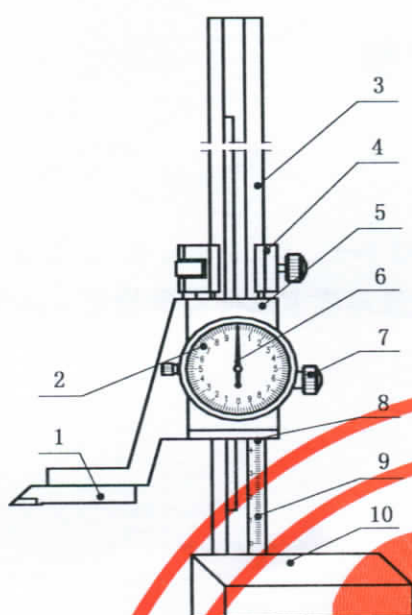


图2 单柱带表高度卡尺

1—划线量爪；2—圆标尺；3—尺身；4—微动装置；
5—尺框；6—指针；7—紧固螺钉；8—毫米读数部位；
9—主标尺；10—底座

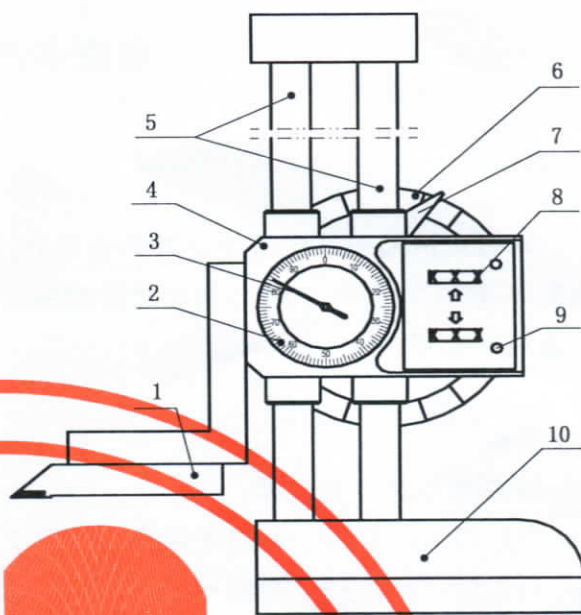


图3 双柱式带表高度卡尺

1—划线量爪；2—圆标尺；3—指针；4—尺框；
5—双立柱；6—手轮；7—锁紧装置；8—毫米计数器；
9—清零按钮；10—底座

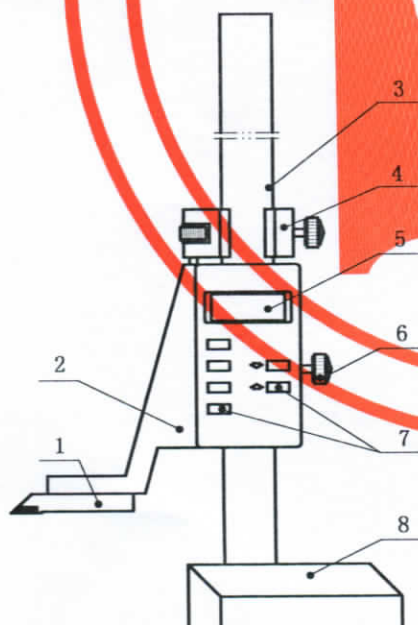


图4 单柱数显高度卡尺

1—划线量爪；2—尺框；3—主尺；4—微动装置；
5—数字显示器；6—紧固螺钉；
7—功能按钮；8—底座

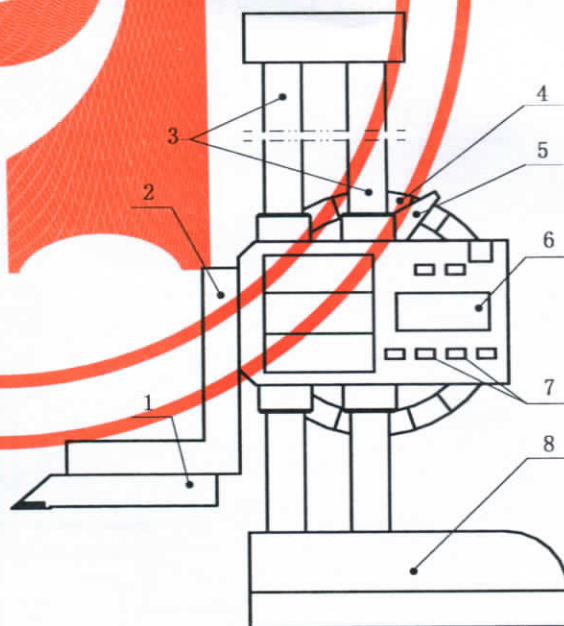


图5 双柱式数显高度卡尺

1—划线量爪；2—尺框；3—双立柱；4—手轮；
5—锁紧装置；6—数字显示器；7—功能按钮；8—底座

4 计量性能要求

4.1 标尺标记的宽度和宽度差

4.1.1 游标高度卡尺的主标尺和游标尺的标记宽度和宽度差应符合表 1 的规定。

表 1 标记宽度和宽度差 mm

分度值	标尺标记宽度	标尺标记宽度差
0.02	0.08~0.18	0.02
0.05		0.03
0.10		0.05

4.1.2 带表高度卡尺的主标尺标记和圆标尺标记宽度及指针末端宽度为(0.10~0.20)mm。宽度差不超过 0.05 mm。

4.2 量爪测量面和底座工作面的表面粗糙度

量爪测量面和底座工作面的表面粗糙度 R_a 不大于表 2 的规定。

表 2 测量面的表面粗糙度

分度值(分辨力)/mm	表面粗糙度 $R_a/\mu\text{m}$	
	量爪测量面	底座工作面
0.01, 0.02	0.2	0.4
0.05, 0.10	0.4	

4.3 量爪测量面和底座工作面的平面度

量爪测量面和底座工作面的平面度不大于表 3 的规定。

表 3 测量面的平面度 mm

测量上限	量爪测量面的平面度	底座工作面的平面度
$\leq 1\,000$	0.003	0.005
$1\,000 < L \leq 2\,000$	0.004	0.006

注：底座工作面轮廓边缘 1 mm 范围内不计，工作面只允许中间凹。

4.4 量爪测量面与底座工作面的平行度

量爪测量面与底座工作面的平行度不超过表 4 的规定。

表 4 量爪测量面与底座工作面的平行度 mm

分度值(分辨力)	量爪测量面与底座工作面在同一平面时的平行度
0.01, 0.02	0.005
0.05, 0.10	0.008

4.5 重复性

带表高度卡尺和数显高度卡尺重复性不超过表 5 的规定。

表 5 重复性

mm

分度值/分辨力	带表高度卡尺	数显高度卡尺
0.01	0.005	0.01
0.02	0.01	—
0.05		

4.6 漂移

数显高度卡尺的数字漂移在 1 h 时间内不超过一个分辨力。

4.7 零值误差

高度卡尺的量爪测量面与平板相接触（底座工作面与量爪测量面在同一平面）时，游标上的“零”标记和“尾”标记与主标尺相应标记相互重合，重合度不超过表 6 的规定。

表 6 重合度

mm

分度值	“零”标尺标记重合度	“尾”标尺标记重合度
0.02	± 0.005	± 0.010
0.05		± 0.020
0.10	± 0.010	± 0.030

4.8 示值误差

高度卡尺最大允许误差不超过表 7 的规定。

表 7 最大允许误差

mm

测量上限	分度值（分辨力）		
	0.01, 0.02	0.05	0.10
	最大允许误差		
≤ 200	± 0.03	± 0.05	± 0.10
$200 < L \leq 300$	± 0.04	± 0.08	
$300 < L \leq 500$	± 0.05		
$500 < L \leq 1\ 000$	± 0.07	± 0.10	± 0.15
$1\ 000 < L \leq 2\ 000$	± 0.25		

5 通用技术要求

5.1 外观

5.1.1 高度卡尺表面镀层均匀、光泽协调一致、标尺标记和计数器应清晰，表蒙透明清洁。无锈蚀、碰伤、毛刺、镀层脱落及明显划痕，无目力可见的断线或粗细不匀等，以及影响外观质量的其他缺陷。

5.1.2 高度卡尺上必须有制造厂名或商标、分度值和出厂编号。

5.1.3 后续检定的高度卡尺，允许有不影响使用准确度的外观缺陷。

5.2 各部分相互作用

5.2.1 尺框沿尺身移动手感平稳，无阻滞或自重下滑现象。数字显示应清晰、完整、无黑斑和闪跳现象。各按钮功能可靠、工作稳定。

5.2.2 紧固螺钉和微动装置的作用可靠。

5.2.3 主尺尺身应有足够的长度裕量，以保证在测量范围上限时尺框及微动装置不致于伸出尺身之外。

5.3 各部分相对位置

5.3.1 游标尺标记表面棱边至主标尺标记表面的距离不大于 0.30 mm。

5.3.2 圆标尺的指针末端盖住短标记长度的 30%~80%。指针末端与标尺标记表面之间的间隙不超过表 8 的规定。

表 8 指针末端与标尺标记表面之间的间隙

mm

分度值	指针末端与标尺标记表面之间的间隙
0.01, 0.02	0.7
0.05	1.0

5.3.3 量爪测量面与平板相接触时，圆标尺的指针位于正上方，此时毫米读数部位至主标尺“零”标记的距离不超过标记宽度，压线不超过标记宽度的 1/2。

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查。

6.1 检定条件

6.1.1 检定室内温度： $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 检定室内相对湿度：不超过 80%。

6.1.3 检定前，将被检高度卡尺及量块等检定用设备同时置于平板上，其平衡温度时间见表 9 的规定。

表 9 平衡温度时间

测量上限 (mm)	平衡温度时间 (h)
≤ 300	1
$300 < L \leq 500$	1.5
$500 < L \leq 2\,000$	2

6.2 检定项目和检定设备

高度卡尺的检定项目及主要检定设备见表 10。

表 10 检定项目和主要检定设备

序号	检定项目	主要检定设备	首次 检定	后续 检定	使用中 检查
1	外观	—	+	+	+
2	各部分相互作用	—	+	+	+
3	各部分相对位置	塞尺 MPE: $\pm 12 \mu\text{m}$, 工具显微镜 MPEV: $3 \mu\text{m}$ 或读数显微镜 MPE: $\pm 10 \mu\text{m}$	+	±	—
4	标尺标记的宽度和宽度差	工具显微镜 MPEV: $3 \mu\text{m}$ 或读数显微镜 MPE: $\pm 10 \mu\text{m}$	+	±	—
5	量爪测量面和底座工作面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: $+12\% \sim -17\%$	+	±	—
6	量爪测量面和底座工作面的平面度	刀口形直尺 MPEV: $2 \mu\text{m}$	+	+	—
7	量爪测量面与底座工作面的平行度	1 级平板, 分度值为 0.002 mm 的杠杆千分表, 1 级平板	+	+	—
8	重复性	3 级或 5 等量块, 1 级平板	+	+	—
9	漂移	—	+	+	+
10	零值误差	工具显微镜 MPEV: $3 \mu\text{m}$ 或读数显微镜 MPE: $\pm 10 \mu\text{m}$	+	+	—
11	示值误差	3 级或 5 等量块, 1 级平板	+	+	—

注: 表中“+”表示应检定, “—”表示可不检定, “±”表示该项目未经修理的可不检定。

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

目力观察和手动试验。

6.3.3 各部分相对位置

目力观察或用塞尺进行比较测量, 必要时用工具显微镜或读数显微镜测量。

6.3.4 标尺标记的宽度和宽度差

用工具显微镜或读数显微镜测量。主标尺、游标尺、圆标尺的标记至少各抽测 3 条。标记宽度差以受测标记中最大与最小宽度之差确定。

6.3.5 量爪测量面和底座工作面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行比较测量。测量时以最接近的表面粗糙度比较样块值作

为测量结果。

6.3.6 量爪测量面和底座工作面的平面度

量爪测量面和底座工作面的平面度用刀口形直尺以光隙法测量。分别在量爪测量面和底座工作面的长边、短边及对角线位置上进行。其平面度根据各方位的间隙情况确定。当所有检定方位上出现的间隙均在中间部位或两端部位时,取其中一方位间隙量最大的作为平面度。当其中有的方位中间部位有间隙,而有的方位两端部位有间隙,则平面度以中间和两端最大间隙量之和确定。

6.3.7 量爪测量面与底座工作面的平行度

将高度卡尺置于平板上,移动尺框,使量爪测量面与平板正常接触,用杠杆千分表测量,杠杆千分表的安装位置见图 6。测量时,应在量爪相互垂直的两个方向上进行,以杠杆千分表读数中最大值与最小值的差值确定。移动测量爪至中部和顶部分别用相同方法测量。

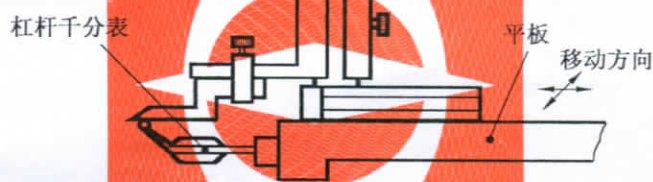


图 6 量爪测量面与底座工作面平行度测量示意图

6.3.8 重复性

在相同条件下,移动尺框,在任意位置上,使量爪测量面与量块或平板接触,重复测量 5 次并读数。重复性以最大与最小读数差值确定。

6.3.9 漂移

目力观察。在测量范围内的任意位置紧固尺框,在 1 h 时间内每隔 15 min 观察 1 次,显示值的变化不大于规定值。带有自动关机功能的数显高度卡尺可不检此项。

6.3.10 零值误差

将高度卡尺置于平板上,移动尺框,使量爪测量面与平板正常接触(有微动装置的需使用微动装置),分别在尺框紧固和松开的情况下,用目力观察。必要时用工具显微镜测量。

6.3.11 示值误差

用 3 级或 5 等量块测量。测量点的分布:对于测量范围上限在 300 mm 内的高度卡尺,不少于均匀分布 3 点,如 (0~300) mm 的高度卡尺,其测量点为 101.30 mm, 201.60 mm, 291.90 mm, 或 101.20 mm, 201.50 mm, 291.80 mm;对于测量范围上限大于 300 mm 的高度卡尺,不少于均匀分布 6 点,如 (0~500) mm 的高度卡尺,其测量点为 80 mm, 161.30 mm, 240 mm, 321.60 mm, 400 mm, 491.90 mm, 或 80 mm, 161.20 mm, 240 mm, 321.50 mm, 400 mm, 491.80 mm。测量点的分布根

据实际使用情况可以适当增加点位。

测量时，量爪处于允许伸出的最大长度位置，见图 7。量块工作面长边和量爪测量面长边应垂直。测量在尺框紧固螺钉紧固和松开两种状态下进行，无论尺框紧固与否，量爪测量面与量块表面接触应能正常滑动，接触时使用微动装置。各点示值误差以该点读数值与量块尺寸之差确定。见公式 (1)：

$$e = L - L_0 \quad (1)$$

式中： e ——卡尺的示值误差；

L ——卡尺的读数值；

L_0 ——量块的长度。

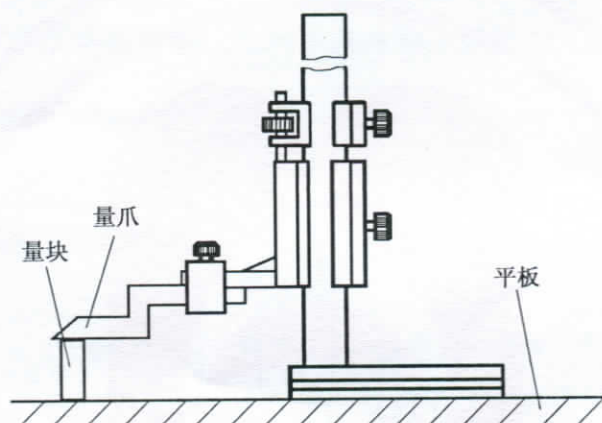


图 7 示值误差测量位置示意图

6.4 检定结果的处理

经检定符合本规程要求的发给检定证书；不符合的发给检定结果通知书，并注明不合格项目。

6.5 检定周期

检定周期一般不超过 1 年。

附录 A

高度卡尺示值误差测量结果不确定度评定

A.1 测量方法(以游标类高度卡尺为例)

高度卡尺(以下简称卡尺)的示值误差采用3级或5等量块进行检定,检定点的分布,对于300 mm以内的卡尺在全量程范围内不少于均匀分布的3点,对于测量范围上限大于300 mm的高度卡尺,在全量程范围内不少于均匀分布的6点。下面针对分度值为0.02 mm的150 mm卡尺141.9 mm点示值误差检定的测量不确定度进行评定。标准量块采用3级量块。

A.2 数学模型

高度卡尺示值误差

$$e = L - L_0 \quad (\text{A.1})$$

式中: e ——卡尺的示值误差;

L ——卡尺的读数;

L_0 ——量块的长度。

考虑到温度偏离20℃时,线膨胀系数及温度差的影响,上述公式简化为如下形式:

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

式中: e ——卡尺的示值误差;

L_c ——卡尺的读数(20℃条件下);

L_b ——量块的长度(20℃条件下);

α_c, α_b ——分别为卡尺和量块的线膨胀系数;

$\Delta t_c, \Delta t_b$ ——分别为卡尺和量块偏离标准温度20℃的值。

A.3 方差和灵敏系数

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。

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

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

由公式(A.2)就得到如下示值误差的计算公式:

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

公式(A.3)可以看出,各变量之间彼此不相关,由公式 $u_c^2 = \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \cdot u^2(x_i)$ 得

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

$$\text{式中: } c_1 = \frac{\partial e}{\partial L_c} = 1;$$

$$c_2 = \frac{\partial e}{\partial L_b} = -1;$$

$$c_3 = \frac{\partial e}{\partial \delta\alpha} = L \cdot \Delta t;$$

$$c_4 = \frac{\partial e}{\partial \delta t} = L \cdot \alpha$$

u_1, u_2, u_3, u_4 分别表示 $L_c, L_b, \delta\alpha, \delta t$ 的标准不确定度。

A.4 标准不确定度的来源和评定

A.4.1 标准不确定度一览表

表 A.1 标准不确定度一览表

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 \times u(x_i)$ (μm)
u_1	卡尺对线误差	$\frac{0.01 \text{ mm}}{2 \times \sqrt{3}} = 2.9 \mu\text{m}$	1	2.9
u_2	标准量块偏差	141.9 mm: 1.7 μm	-1	1.7
u_3	卡尺和量块的热膨胀系数差	141.9 mm: $2 \times 10^{-6} / \sqrt{6} = 0.8 \times 10^{-6}$	$L \cdot \Delta t$	0.6
u_4	卡尺和量块的温度差	141.9 mm: $0.5 / \sqrt{3} = 0.29 \text{ }^\circ\text{C}$	$L \cdot \alpha$	0.5

A.4.2 游标卡尺读数的对线误差估算的标准不确定度分量 u_1

对 0.02 mm 分度值的游标卡尺, 对线误差分布区间为 0.01 mm, 均匀分布, 由公式得

$$u_1 = \frac{0.01 \text{ mm}}{2 \times \sqrt{3}} = 0.0029 \text{ mm} = 2.9 \mu\text{m}$$

A.4.3 检定用 3 级量块估算的标准不确定度分量 u_2

3 级量块的制造偏差是该标准不确定度分量的主要影响因素, 量块按级使用时, 其测量不确定度用其制造偏差的最大允许误差, 按均匀分布处理, 其标准不确定度为:

$$u_2 = \frac{\Delta l}{\sqrt{3}} = \frac{3.0 \mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 1.7 \mu\text{m}$$

A.4.4 卡尺和量块的热膨胀系数差估算的标准不确定度分量 u_3

由于材料性质的差异, 两种材料热膨胀系数界限在 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 的范围内服从均匀分布, 则 $\delta\alpha$ 的区间半宽为 $2 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, 服从三角分布, 测量尺寸为 L , 偏离标准温度的范围是 $\pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 其标准不确定度计算如下:

$$u_3 = 141900 \mu\text{m} \times 5 \text{ }^\circ\text{C} \times 2 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} / \sqrt{6} = 0.6 \mu\text{m}$$

A.4.5 卡尺和量块间的温度差估算的标准不确定度分量 u_4

卡尺和量块间存在温度差, 以等概率落于区间 $\pm 0.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 内任何处。其区间半宽为 $0.5 \text{ }^\circ\text{C}$, 测量尺寸为 L 和线膨胀系数 $11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 三个点的标准不确定度计算如下:

$$u_4 = 141900 \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \times 0.5 \text{ }^\circ\text{C} / \sqrt{3} = 0.5 \mu\text{m}$$

A.5 合成标准不确定度

$$L = 141.9 \text{ mm} = 141900 \mu\text{m} \text{ 时, } \Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 = 2.9^2 + 1.7^2 + 0.6^2 + 0.5^2 = 11.91 (\mu\text{m}^2) \quad u_c = 3.5 \mu\text{m}$$

A.6 扩展不确定度

取 $k=2$, 扩展不确定度如下:

$$L=141.9 \text{ mm} \quad U=k \cdot u_c=2 \times 3.5 \text{ } \mu\text{m}=7.0 \text{ } \mu\text{m}=0.007 \text{ mm}$$

根据相同的评定方法, 可知 $L=491.9 \text{ mm}$ 和 $L=991.9 \text{ mm}$ 时的扩展不确定度分别为 0.013 mm 和 0.023 mm 。

评定结果表明: 卡尺示值误差测量不确定度评定满足 $U \leq \frac{1}{3} \cdot \text{MPEV}$ 判断准则的要求。检定方法可行。

附录 B

检定证书和检定结果通知书内页格式

B.1 检定证书内页格式

检定结果

温度： ℃ 相对湿度： %

序号	检定项目	检定结果
1	外观	
2	各部分相互作用	
3	各部分相对位置	
4	标尺标记的宽度和宽度差	
5	量爪测量面和底座工作面的表面粗糙度	
6	量爪测量面和底座工作面的平面度	
7	量爪测量面与底座工作面的平行度	
8	重复性	
9	漂移	
10	零值误差	
11	示值误差	
检定依据：JJG 31—2011《高度卡尺》		

注：检定结果，应给出量化的值。

B.2 检定结果通知书内页格式

检定结果

温度： ℃ 相对湿度： %

序号	主要检定项目	检定结果	合格判断
1	外观		
2	各部分相互作用		
3	各部分相对位置		
4	标尺标记的宽度和宽度差		
5	量爪测量面和底座工作面的表面粗糙度		
6	量爪测量面和底座工作面的平面度		
7	量爪测量面与底座工作面的平行度		
8	重复性		

表(续)

序号	主要检定项目	检定结果	合格判断
9	漂移		
10	零值误差		
11	示值误差		
检定依据: JJG 31—2011《高度卡尺》			

注: 检定结果, 应给出量化的值, 并注明不合格项目。