

# JJF (皖)

## 安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 116—2022

---

### 面差尺校准规范

Calibration Specification for Step Gauges

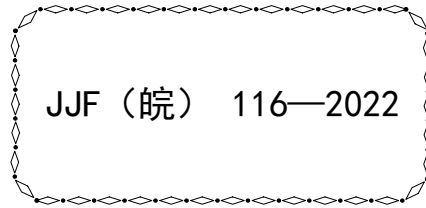
2022—01—04 发布

2022—02—15 实施

---

安徽省市场监督管理局 发布

面差尺校准规范  
Calibration Specification  
for Step Gauges



归口单位：安徽省几何量计量技术委员会

起草单位：安徽省计量科学研究院

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：**

胡登山（安徽省计量科学研究院）

李祥瑞（安徽省计量科学研究院）

丁 晨（安徽省计量科学研究院）

李庆萱（安徽省计量科学研究院）

李雪莲（安徽省计量科学研究院）

# 目 录

引言.....	III
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离.....	(2)
4.2 标尺标记的宽度和宽度差.....	(2)
4.3 测量面的表面粗糙度.....	(2)
4.4 测量面的平面度.....	(2)
4.5 重复性.....	(2)
4.6 漂移.....	(2)
4.7 零值误差.....	(2)
4.8 示值误差.....	(3)
4.9 细分误差.....	(3)
5 校准条件.....	(3)
5.1 环境条件.....	(3)
5.2 测量标准及其他设备.....	(3)
6 校准项目和校准方法.....	(4)
6.1 游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离.....	(4)
6.2 标尺标记的宽度和宽度差.....	(4)
6.3 测量面的表面粗糙度.....	(4)
6.4 测量面的平面度.....	(4)
6.5 重复性.....	(4)
6.6 漂移.....	(4)
6.7 零值误差.....	(4)
6.8 示值误差.....	(4)

6.9 细分误差.....	(5)
7 校准结果表达.....	(5)
8 复校时间间隔.....	(5)
附录 A 塑料定值面差尺示值误差测量结果的不确定度评定.....	(7)
附录 B 数显面差尺示值误差测量结果的不确定度评定.....	(10)
附录 C 校准证书内容及内页格式.....	(13)

# 引 言

JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》和 JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范制定的基础性系列规范。

本规范的编写主要参考国家标准 GB/T 21388—2008《游标、带表和数显深度卡尺》、GB/T 21389—2008《游标、带表和数显卡尺》和 GB/T 21390—2008《游标、带表和数显高度卡尺》。

本规范为首次制定。

# 面差尺校准规范

## 1 范围

本规范适用于测量范围(0.25~50) mm的塑料定值面差尺,以及测量范围(-50~+50) mm的游标面差尺、数显面差尺的校准。其他类型的面差尺和面差表可参照执行。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件:

JJG 30—2012 通用卡尺检定规程

JJG 31—2011 高度卡尺检定规程

GB/T 21388—2008 游标、带表和数显深度卡尺

GB/T 21389—2008 游标、带表和数显卡尺

GB/T 21390—2008 游标、带表和数显高度卡尺

凡是注明日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本规范;凡不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修订单)适用于本规范。

## 3 概述

面差尺是用于测量两平面间距离的计量器具,主要应用于汽车和模具制造等行业。按其结构形式可分为塑料定值面差尺(示意图见图1)、游标面差尺(示意图见图2)和数显面差尺(示意图见图3)。塑料定值面差尺用于比较测量,游标面差尺和数显面差尺用于直接测量。

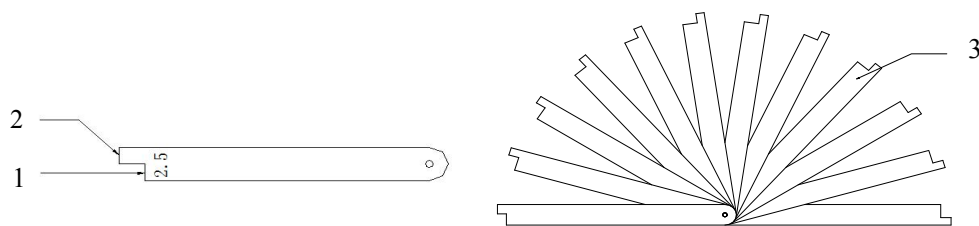


图 1 塑料定值面差尺结构示意图

1—上测量面; 2—下测量面; 3—面差尺片

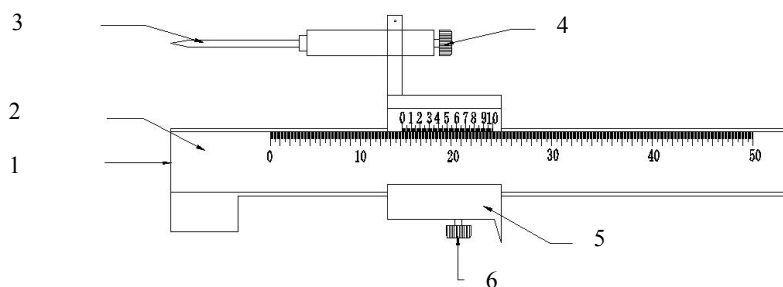


图 2 游标面差尺结构示意图

1—测量面；2—主尺；3—测针；4—测针紧固钉；5—游标尺框；6—尺框紧固钉

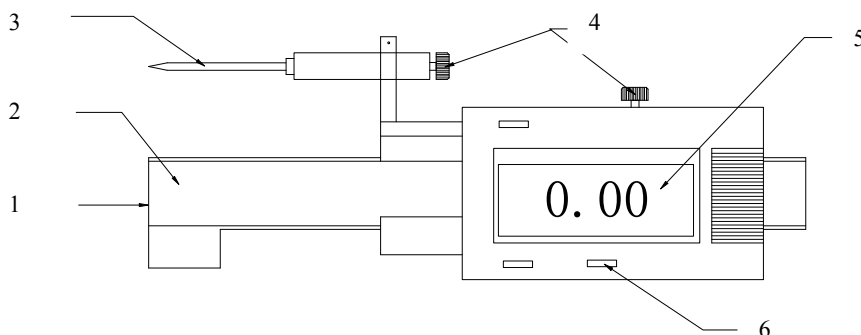


图 3 数显面差尺结构示意图

1—测量面；2—主尺；3—测针；4—紧固螺钉；5—显示屏；6—按键

## 4 计量特性

### 4.1 游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离

游标面差尺的游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离应不大于 0.30 mm。

### 4.2 标尺标记的宽度和宽度差

游标面差尺标尺标记的宽度应为 (0.08~0.18) mm，宽度差一般不大于 0.03 mm。

### 4.3 测量面的表面粗糙度

游标和数显面差尺各测量面的表面粗糙度应不大于  $Ra\ 0.2\ \mu\text{m}$ 。

### 4.4 测量面的平面度

面差尺主尺测量面的平面度应不超过 0.005 mm，不允许呈凸形。

### 4.5 重复性

数显面差尺的重复性一般不超过 0.01 mm。

### 4.6 漂移

数显面差尺数字漂移在 1 h 时间内一般不超过其分辨力。带有自动关机功能的数显面差尺可不校准此项。



#### 4.7 零值误差

游标面差尺的测针测量面与平板相接触（主尺测量面与测针测量面在同一平面）时，游标上的“零”标记和“尾”标记与主尺相应标记应相互重合。“零”标尺标记重合度一般不超过 $\pm 0.005$  mm，“尾”标尺标记重合度一般不超过 $\pm 0.020$  mm。

#### 4.8 示值误差

塑料定值面差尺示值误差应不超过 $\pm 0.03$  mm。

游标面差尺示值误差一般不超过其分度值。

数显面差尺示值误差一般不超过 0.02 mm。

#### 4.9 细分误差

数显面差尺的细分误差不超过 0.02 mm。

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

推荐环境温度： $(20\pm 5)$  °C；湿度：不大于 75%RH。

校准前，将被校准面差尺及量块等测量标准及其他设备同时置于平板上，其温度恒定时间不少于 2 h。

#### 5.2 测量标准及其他设备

推荐使用表 1 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1 测量标准及其他设备

序号	设备名称	技术要求
1	塞尺	MPE: $\pm 0.008$ mm
2	读数显微镜	MPEV: 10 $\mu$ m
3	表面粗糙度比较样块	MPE: +12% ~ -17%
4	刀口形直尺	MPEs: 1.0 $\mu$ m
5	平板	1 级
6	量块	4 等、5 等
7	万能工具显微镜	MPEV: 1 $\mu$ m + $10^{-5} L$

## 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 游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离

用 0.3 mm 的塞尺进行比较测量,必要时用读数显微镜测量。

### 6.2 标尺标记的宽度和宽度差

用读数显微镜测量。主标尺、游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宽度与最小宽度之差确定。

### 6.3 测量面的表面粗糙度

用表面粗糙度比较样块进行比较测量。在进行比较时,所用的表面粗糙度样块和被校测量面的加工方法应尽可能相同,表面粗糙度样块的材料、形状、表面色泽等也应尽可能与被校测量面一致。判断的准则是根据被校测量面加工痕迹的深浅来决定表面粗糙度是否符合要求,当被校测量面的加工痕迹深浅不超过表面粗糙度样块工作面加工痕迹深度时,则认为测量面的表面粗糙度不超过表面粗糙度样块的标称值。

### 6.4 测量面的平面度

面差尺测量面的平面度用刀口形直尺以光隙法测量。测量时分别在测量面的长边、短边以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,当所有测量方位上出现的间隙均在中间部位时,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。

### 6.5 重复性

在相同条件下,移动尺框,在任意位置上,使测针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。

### 6.6 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。

### 6.7 零值误差

将游标面差尺置于平板上,移动尺框,使测针测量面与平板正常接触。分别在尺框紧固和松开的情况下,用目力观察其重合度。必要时用读数显微镜测量。

### 6.8 示值误差

6.8.1 对于塑料定值面差尺,用万能工具显微镜(以下简称万工显)测量。将面差尺尺片放置在万工显的工作台上,使面差尺的上测量面与目镜分划板米字线的水平线平行,瞄准

上测量面，从万工显上读数为  $a_0$ ；而后，移动万工显横、纵向滑架，瞄准下测量面，从万工显上读数为  $a_1$ ， $a_1$  与  $a_0$  之差的绝对值为面差尺尺寸的实测值  $a_2$ ，其标称值  $a_s$  与该实测值之差即为塑料定值面差尺的示值误差，按公式 (1) 计算：

$$e = a_s - a_2 \quad (1)$$

式中：

$e$  —— 塑料定值面差尺的示值误差，mm；

$a_s$  —— 塑料定值面差尺的标称值，mm；

$a_2$  —— 塑料定值面差尺的实测值，mm。

6.8.2 对于游标、数显面差尺，可使用 4 等量块组合测量或用 5 等量块直接测量。测量点的分布：对于测量范围上限在  $\pm 10$  mm 内的面差尺，不少于均匀分布 3 点，如  $(0 \sim \pm 10)$  mm 的游标面差尺，其测量点可为 3.20mm，6.50mm，9.80mm；对于测量范围上限大于 10 mm 的面差尺，不少于均匀分布 5 点，如  $(0 \sim 40)$  mm 的游标面差尺，其测量点可为 8mm，16.20mm，24.00 mm，32.50mm，39.80 mm。根据实际使用情况可以适当增加测量点。校准正向示值误差时，将量块放置在平板上，使主尺测量面与平板接触，然后使测针与量块工作面接触，读取面差尺的示值。校准负向示值误差时，将量块放置在平板上，使主尺测量面与量块工作面接触，然后使测针与平板接触，读取面差尺的示值。面差尺示值与量块尺寸之差即为面差尺的示值误差，按公式 (2) 计算：

$$\Delta = L_d - L_s \quad (2)$$

式中：

$\Delta$  —— 游标、数显面差尺的示值误差，mm；

$L_d$  —— 游标、数显面差尺的示值，mm；

$L_s$  —— 量块的实际值，mm。

## 6.9 细分误差

对于数显面差尺除校准相应校准点的示值误差外，还应选择 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm 作为细分误差校准点。细分误差的校准方法与 6.8.2 相同。

## 7 校准结果表达

校准后的面差尺出具校准证书。校准证书内容及内页格式见附录 C。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所

决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，一般建议为1年。

## 附录 A

## 塑料定值面差尺示值误差校准结果的测量不确定度评定

## A.1 测量方法

依据本校准规范，塑料定值面差尺的示值误差用万能工具显微镜校准，下面以标称值为 5 mm 的面差尺为例进行测量不确定度评定。

## A.2 测量模型

塑料定值面差尺的示值误差：

$$e = a_s - a_2 = 5 - a_2 \quad (\text{A.1})$$

式中：

$e$ ——塑料定值面差尺的示值误差，mm；

$a_s$ ——塑料定值面差尺的标称值，5 mm；

$a_2$ ——塑料定值面差尺的实测值，mm。

## A.3 方差和灵敏系数

$$\text{依 } u_c^2(y) = \sum \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x^2)$$

$$\text{则： } u_c^2 = c_{a_s}^2 u_{a_s}^2 + c_{a_2}^2 u_{a_2}^2$$

由 (A.1) 式得：

$$c_{a_s} = \partial e / \partial a_s = 0 \quad c_{a_2} = \partial e / \partial a_2 = -1$$

$$\text{则： } u_c = \sqrt{c_{a_s}^2 u_{a_s}^2 + c_{a_2}^2 u_{a_2}^2} = \sqrt{c_{a_2}^2 u_{a_2}^2}$$

用万能工具显微镜测量时，不确定度分量有测量重复性和万工显示值误差，故：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2}$$

式中：

$$c_1 = 1$$

$u_1$ ——测量重复性引入的标准不确定度分量

$$\text{令： } c_2 = c_{a_2} \quad u_2 = u_{a_2}$$

$$\text{则： } u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}$$

## A.4 标准不确定度分量一览表

表 A.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度分量来源	标准不确定度分量值	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u_i$
$u_1$	测量重复性	1.87 $\mu\text{m}$	1	1.87 $\mu\text{m}$
$u_2$	万工显示值误差	0.86 $\mu\text{m}$	-1	0.86 $\mu\text{m}$
$u_c=2.06 \mu\text{m}$				

## A.5 各分量标准不确定度的计算

A.5.1 测量重复性引入的标准不确定度分量  $u_1$ 

采用 A 类方法进行评定。连续测量 10 次，得到测量列 5.011, 5.010, 5.008, 5.009, 5.012, 5.010, 5.012, 5.009, 5.010, 5.011 (单位: mm)。

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = 5.0102 \text{ mm}$$

$$\text{单次测量的实验标准差 } s = \sqrt{\frac{\sum (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} \approx 1.32 \mu\text{m}$$

试验方法中，两次进行瞄准测量，则： $u_1 = \sqrt{2} \times s = 1.87 \mu\text{m}$

A.5.2 由万工显示值误差引入的标准不确定度分量  $u_2$ 

校准所用标准器为万工显，万工显的最大允许误差为  $\pm (1+L/100) \mu\text{m}$ ，估计为均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，故当测量 5.00 mm 时，进行两次瞄准读数，则

$$u_2 = (1+5/100) \times \sqrt{2} / \sqrt{3} \approx 0.86 \mu\text{m}$$

A.6 合成标准不确定度  $u_c$ 

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 2.06 \mu\text{m}$$

A.7 扩展不确定度  $U$ 

取  $k=2$ ，则： $U = k \cdot u_c = 2 \times 2.06 \mu\text{m} = 4.12 \mu\text{m} \approx 5 \mu\text{m}$

## A.8 测量不确定度报告

当面差尺的标称值为 5 mm 时，其示值误差的测量不确定度为： $U = 5 \mu\text{m}$ ， $k = 2$ 。

## 附录 B

## 数显面差尺示值误差校准结果的测量不确定度评定

## B.1 测量方法

用 5 等量块在 1 级平板上测量面差尺的示值误差，环境条件为  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 。

以分辨力为 0.01 mm，测量范围为 (0~50) mm 的数显面差尺为例，对 50 mm 校准点进行示值误差的测量不确定度评定。

## B.2 测量模型

面差尺的示值误差：

$$\begin{aligned}\Delta &= L_d - L_s \\ &= L_d - L_s + L_d \cdot \alpha_d \cdot \Delta t_d - L_s \cdot \alpha_s \cdot \Delta t_s\end{aligned}\quad (\text{B.1})$$

式中：

$\Delta$  —— 数显面差尺的示值误差，mm；

$L_d$  —— 数显面差尺的示值，mm；

$L_s$  —— 量块的实际值 ( $20^\circ\text{C}$  条件下)；

$\alpha_d$ 、 $\alpha_s$  —— 分别为面差尺和量块的线膨胀系数， $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$ ；

$\Delta t_d$ 、 $\Delta t_s$  —— 分别为面差尺和量块偏离温度  $20^\circ\text{C}$  时的数值， $^\circ\text{C}$ 。

令： $\delta_\alpha = \alpha_d - \alpha_s$ ； $\delta_t = \Delta t_d - \Delta t_s$

取： $\Delta_i = \Delta$ ； $L \approx L_d \approx L_s$ ； $\alpha \approx \alpha_d \approx \alpha_s$ ； $\Delta t \approx \Delta t_d \approx \Delta t_s$

得：

$$\Delta_i = L_d - L_s + L \cdot \Delta t \cdot \delta_\alpha + L \cdot \alpha \cdot \delta_t \quad (\text{B.2})$$

## B.3 方差和灵敏系数

依： $u_c^2(y) = \sum \left( \frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x^2)$

则： $u_c^2 = c_{L_d}^2 u^2(L_d) + c_{L_s}^2 u^2(L_s) + c_{\delta_\alpha}^2 u^2(\delta_\alpha) + c_{\delta_t}^2 u^2(\delta_t)$

由式 (B.2) 得：

$$c_{L_d} = \partial \Delta_i / \partial L_d = 1$$

$$c_{L_s} = \partial \Delta_i / \partial L_s = -1$$

$$c_{\delta_\alpha} = \partial \Delta_i / \partial \delta_\alpha = L \cdot \Delta t$$

$$c_{\delta_t} = \partial \Delta_i / \partial \delta_t = L \cdot \alpha$$

由于  $L_d$ 、 $L_s$ 、 $\delta_\alpha$ 、 $\delta_t$  之间彼此独立不相关，因此合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{c_{L_d}^2 u^2(L_d) + c_{L_s}^2 u^2(L_s) + c_{\delta_\alpha}^2 u^2(\delta_\alpha) + c_{\delta_t}^2 u^2(\delta_t)} \quad (\text{B.3})$$

#### B.4 标准不确定度分量一览表

表 B.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度分量来源	标准不确定度分量值	灵敏系数 $c_i$	$ c_i  \times u_i$
$u(L_d)$	量化误差	0.0029 mm	1	0.0029 mm
$u(L_s)$	量块中心长度	$3.0 \times 10^{-4}$ mm	-1	$3.0 \times 10^{-4}$ mm
$u(\delta_\alpha)$	数显面差尺与量块的线膨胀系数差	$8.2 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$250 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}$	$2.0 \times 10^{-4}$ mm
$u(\delta_t)$	数显面差尺与量块的温度差	0.29 $^\circ\text{C}$	$5.75 \times 10^{-4} \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	$1.7 \times 10^{-4}$ mm
$u_c = 0.003$ mm				

#### B.5 不确定度分量的来源与评定

##### B.5.1 数显面差尺的量化误差引入的标准不确定度分量 $u(L_d)$

数显面差尺的分辨力为 0.01 mm，其量化误差为 0.005 mm，以均匀分布估计， $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u(L_d) = \frac{0.005 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.0029 \text{ mm}$$

##### B.5.2 量块中心长度引入的标准不确定度分量 $u(L_s)$

根据 JJG146-2011《量块》检定规程，5 等量块的测量不确定度为  $U = 0.5 \text{ } \mu\text{m} + 5 \times 10^{-6} l_n$  ( $k=2.58$ )，其中  $l_n = 50$  mm，则：

$$u(L_s) = \frac{0.00075 \text{ mm}}{2.58} = 0.00030 \text{ mm}$$

##### B.5.3 数显面差尺与量块的线膨胀系数差引入的标准不确定度分量 $u(\delta_\alpha)$

由于数显面差尺与量块材料均为钢质，其线膨胀系数均为  $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，则  $\delta_\alpha$  区间半宽为  $2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，服从三角分布， $k = \sqrt{6}$ ，故：

$$u(\delta_\alpha) = 50 \text{ mm} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C} \times 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} / \sqrt{6} = 2.0 \times 10^{-4} \text{ mm}$$



**B.5.4 数显面差尺与量块的温度差引入的标准不确定度分量  $u(\delta_t)$** 

数显面差尺与量块的温度差估计为  $0.5^\circ\text{C}$ ，均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u(\delta_t) = 50\text{mm} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} \times 0.5^\circ\text{C} / \sqrt{3} = 1.7 \times 10^{-4} \text{mm}$$

**B.6 合成标准不确定度计算**

$$u_c = \sqrt{c_{L_d}^2 u^2(L_d) + c_{L_s}^2 u^2(L_s) + c_{\delta_\alpha}^2 u^2(\delta_\alpha) + c_{\delta_t}^2 u^2(\delta_t)} = 0.003 \text{ mm}$$

**B.7 扩展不确定度计算**

取包含因子  $k = 2$ ，则：

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.003 \text{ mm} = 0.006 \text{ mm} \approx 0.01 \text{ mm}$$

**B.8 测量不确定度报告**

测量面差尺 50 mm 校准点时，其示值误差的测量不确定度为： $U = 0.01 \text{ mm}$ ， $k = 2$ 。

## 附录 C

### 校准证书内容及内页格式

#### C.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（如果与实验室的地址不同）；
- 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。

#### C.2 校准证书内页格式见表 C.1

表 C.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	游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离	
2	标尺标记的宽度和宽度差	
3	工作面的表面粗糙度	
4	工作面的平面度	
5	重复性	
6	漂移	
7	零值误差	
8	示值误差	
9	细分误差	
示值误差测量不确定度：_____		

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。

