

# 河北省地方计量技术规范

JJF(冀) 154-2018

---

## 面差尺校准规范

Calibration Specification for Step Gauges

2018-08-28 发布

2018-11-30 实施

---

河北省质量技术监督局 发布



# 面差尺校准规范

Calibration Specification for  
Step Gauges

JJF (冀) 154—2018

归口单位：河北省质量技术监督局

起草单位：河北省计量监督检测研究院

保定市计量测试所

本规范委托起草单位负责解释



**本规范主要起草人：**

高同山（河北省计量监督检测研究院）

王亚倩（河北省计量监督检测研究院）

梁 辉（保定市计量测试所）

赵重阳（河北省计量监督检测研究院）

经亚纯（河北省计量监督检测研究院）



# 目 录

引言.....	II
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 工作面的表面粗糙度.....	2
4.3 标尺标记的宽度和宽度差.....	2
4.4 工作面的平面度.....	2
4.5 漂移.....	2
4.6 零值误差.....	2
4.7 示值误差.....	2
5 校准条件.....	2
5.1 环境条件.....	2
5.2 校准项目和校准用设备.....	3
6 校准方法.....	3
6.1 游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离.....	3
6.2 工作面的表面粗糙度.....	3
6.3 标尺标记的宽度和宽度差.....	4
6.4 工作面的平面度.....	4
6.5 漂移.....	4
6.6 零值误差.....	4
6.7 示值误差.....	4
7 校准结果的表述.....	5
8 复校时间间隔.....	5
附录 A 塑料定值面差尺示值误差的测量不确定度评定.....	6
附录 B 数显面差尺示值误差的测量不确定度评定.....	9
附录 C 校准证书内容.....	12

## 引 言

本规范的编写是以 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》、JJG 31—2011《高度卡尺》和 JJF 1484—2014《湿膜厚度测量规》为基础和依据。

本规范为首次制定。



## 面差尺校准规范

### 1 范围

本规范适用于塑料定值面差尺、游标面差尺以及数显面差尺的校准。

### 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 146—2011 量块

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）适用本规范。

### 3 概述

面差尺（又称为段差尺、面差规）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（图 1）、游标面差尺（图 2）和数显面差尺（图 3）。

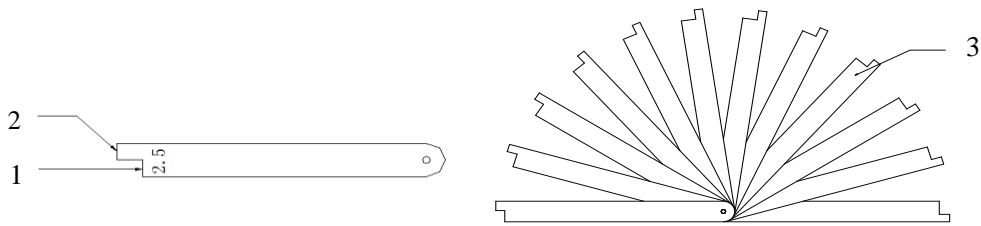


图 1 塑料定值面差尺结构示意图

1—上工作面；2—下工作面；3—面差尺片

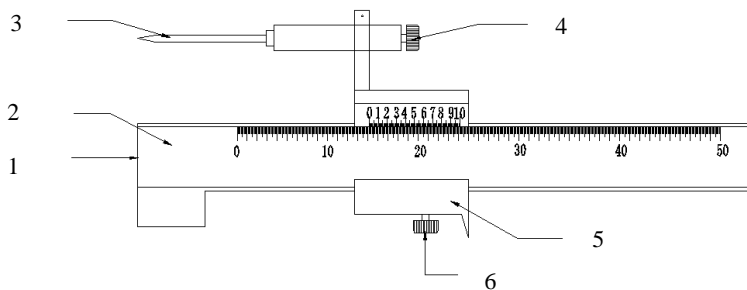


图 2 游标面差尺结构示意图

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

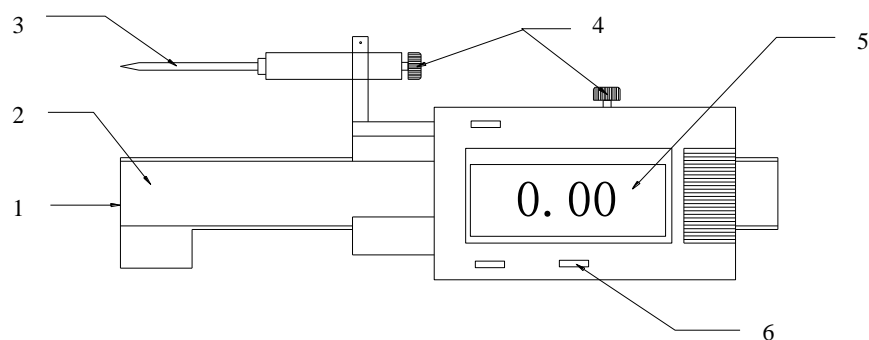


图 3 数显面差尺结构示意图

1—工作面；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 工作面的表面粗糙度

游标和数显面差尺各工作面的表面粗糙度应不大于  $Ra0.2 \mu\text{m}$ 。

### 4.3 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，宽度差应不大于 0.03 mm。

### 4.4 工作面的平面度

面差尺工作面的平面度应不超过 0.003 mm，不允许呈凸形。

### 4.5 漂移

数显面差尺数字漂移在 15 min 时间内应不超过 1 个分辨力。

### 4.6 零值误差

游标面差尺零值误差应不超过  $\pm 0.020 \text{ mm}$ 。

### 4.7 示值误差

塑料定值面差尺和数显面差尺的示值误差应不超过  $\pm 0.030 \text{ mm}$ 。

游标面差尺示值误差应不超过 1 个分度值。

注：校准不判断合格与否，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：(20±5)℃；

湿度：≤80%RH。

校准前，面差尺和校准用设备等温平衡时间不少于 2h。

## 5.2 校准项目和校准用设备

校准项目和校准用设备见表 1。

表 1 校准项目和校准用设备

序号	校准项目	校准用设备
1	游标尺标记棱边至主标尺 标记面的距离	塞尺，MPE: ±(5~16) μm; 万能工具显微镜，MPE: ±(1+L/100) μm
2	工作面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块，MPE: +12%~-17%
3	标尺标记的宽度和宽度差	万能工具显微镜，MPE: ±(1+L/100) μm
4	工作面的平面度	刀口形直尺，MPE <sub>s</sub> : 1.0 μm
5	漂移	/
6	零值误差	平板，2 级
7	示值误差	万能工具显微镜，MPE: ±(1+L/100) μm; 量块，4 等、5 等； 平板，2 级

## 6 校准方法

首先检查外观和各部分相互作用，确定没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

### 6.1 游标尺标记棱边至主标尺标记面的距离

用 0.3mm 的塞尺进行比较测量，必要时用万能工具显微镜测量。

### 6.2 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。在进行比较时，所用的表面粗糙度样块和被检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检测量面一致。判断的准则是根据被检测量面加工痕迹的深浅来决定表面粗糙度是否符合要求，当被检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。

### 6.3 标尺标记的宽度和宽度差

用万能工具显微镜测量。主尺、游标尺的标记中至少各抽检 3 条。标记宽度差以受测标记中最大与最小宽度之差确定。

### 6.4 工作面的平面度

面差尺工作面的平面度用刀口形直尺以光隙法测量。测量时分别在工作面的长边、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 漂移

目力观察。数显面差尺在任意位置紧固尺框，在 15min 内观察面差尺示值，仪器示值的变化量作为校准结果。带有自动关机功能的数显面差尺可不校此项。

### 6.6 零值误差

使游标面差尺的工作面与平板接触，然后移动尺框，将测针与平板正常接触，分别在尺框紧固和松开的情况下，用目力观察。必要时用工具显微镜测量。

### 6.7 示值误差

6.7.1 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，使面差尺的上工作面与目镜分划板米字线的水平线平行，瞄准上工作面，从万工显上读数为  $a_0$ ；而后，移动万工显横、纵向滑架，瞄准下工作面，从万工显上读数为  $a_1$ ， $a_1$  与  $a_0$  之差的绝对值  $a_2$  为面差尺尺寸的实测值，其标称值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。

6.7.2 对于游标、数显面差尺，使用 83 块 4 等量块组合测量或 20 块 5 等量块直接测

量。根据实际情况在面差尺的整个测量范围内选取 3~4 点进行测量,如测量范围为(-10~+10)mm 的游标面差尺,其校准点可选为-10.00mm、-6.25mm、+6.25mm 和 +10.00mm;如测量范围为(0~40)mm 的数显面差尺,其校准点可选为 10.24mm、15.36 mm、21.50 mm、30.12mm。测量时将量块放置在平板上,使主尺工作面(或测针)与平板接触,然后使测针(或主尺工作面)与量块接触,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。

上述校准项目也可以使用满足测量不确定度要求的其他方法进行测量。

## 7 校准结果的表述

校准后的面差尺,出具校准证书。校准证书应给出校准结果及测量不确定度。

## 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。建议复校时间间隔一般不超过 1 年。

## 附录 A

## 塑料定值面差尺示值误差的测量不确定度评定

## A.1 测量方法

用万能工具显微镜测量塑料定值面差尺的示值误差，下面以标称值为 5mm 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：

$$e = a_s - a_2 = 5 - a_2 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

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，5mm；

$a_2$  ——塑料定值面差尺的实测值，mm。

## A.3 方差和灵敏系数

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

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：

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

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：

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_{a_2}^2 u_{a_2}^2}$$

式中

$$c_1 = 1$$

$u_1$ ——测量重复性引入的标准不确定度分量

令

$$c_2 = c_{a_2} \quad u_2 = u_{a_2}$$

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	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	1.90 $\mu\text{m}$	1	1.90 $\mu\text{m}$
$u_2$	万工显示值误差	0.86 $\mu\text{m}$	-1	0.86 $\mu\text{m}$
$u_c = 1.59\mu\text{m}$				

#### 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 5.008, 5.011, 5.007, 5.010, 5.009, 5.008, 5.011, 5.010, 5.009, 5.010 (单位: mm)。

$$\bar{a} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = 5.0093\text{mm}$$

$$\text{单次测量的实验标准差 } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n-1}} \approx 1.34\mu\text{m}$$

试验方法中，两次进行瞄准测量，则

$$u_1 = \sqrt{2} \times s = 1.90\mu\text{m}$$

##### 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 5.00mm 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 $u_c$

$$u_c = \sqrt{c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 2.09\mu\text{m}$$

#### A.7 扩展不确定度 $U$

取  $k=2$ , 则

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 2.09\mu\text{m} = 4.18\mu\text{m} \approx 5\mu\text{m}$$

#### A.8 测量不确定度报告

当面对差尺的标称值为 5mm 时, 其示值误差的测量不确定度为:

$$U = 5\mu\text{m}, \quad k = 2。$$



## 附录 B

## 数显面差尺示值误差的测量不确定度评定

## B.1 测量方法

用测量范围为(5.12~100)mm的5等量块在2级平板上测量面差尺的示值误差,环境条件为(20±5)℃。

以分辨力为0.01mm,测量范围为(0~40)mm的数显面差尺为例,对30.12mm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:

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

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℃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℃时的数值, ℃。

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

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

## B.3 方差和灵敏系数

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

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:

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

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

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:

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

#### 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	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	0.0029mm	1	0.0029mm
$u(L_s)$	量块中心长度	$2.5 \times 10^{-4}$ mm	-1	$2.5 \times 10^{-4}$ mm
$u(\delta_\alpha)$	数显面差尺与量块的线膨胀系数差	$8.2 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	151mm $\cdot$ $^\circ\text{C}$	$1.23 \times 10^{-4}$ mm
$u(\delta_t)$	数显面差尺与量块的温度差	0.173 $^\circ\text{C}$	$3.46 \times 10^{-4}$ mm $\cdot$ $^\circ\text{C}^{-1}$	$5.99 \times 10^{-5}$ mm
$u_c=0.003\text{mm}$				

#### 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 0.01mm, 其量化误差为 0.005mm, 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》，5 等量块的测量不确定度为  $U=0.5\mu\text{m}+5\times 10^{-6}l_n$  ( $k=2.58$ )，其中  $l_n=30.12\text{mm}$ ，则：

$$u(L_s) = \frac{0.00065\text{mm}}{2.58} = 0.00025\text{mm}$$

### 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  $(11.5\pm 1)\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，则  $\delta_\alpha$  区间半宽为  $2\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，服从三角分布， $k=\sqrt{6}$ ，故：

$$u(\delta_\alpha) = 30.12\text{mm}\times 5\text{C}\times 2\times 10^{-6}\text{C}^{-1}/\sqrt{6} = 1.23\times 10^{-4}\text{mm}$$

### 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  $0.3\text{C}$ ，均匀分布， $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u(\delta_t) = 30.12\text{mm}\times 11.5\times 10^{-6}\text{C}^{-1}\times 0.3\text{C}/\sqrt{3} = 5.99\times 10^{-5}\text{mm}$$

### 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：

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

### B.8 测量不确定度报告

测量面差尺 30.12 mm 校准点时，其示值误差的测量不确定度为：

$$U = 0.01\text{mm}, \quad k = 2。$$

## 附录 C

### 校准证书内容

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（如果不在实验室内进行校准）；
  - d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
  - e) 客户的名称和地址；
  - f) 被校对象的描述和明确标识；
  - g) 进行校准日期，如果与校准结果的有效性应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
  - h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
  - i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
  - j) 本次校准所用计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。
-