

黑龙江省地方计量技术规范

JJF (黑) XXXX—2025

面差尺校准规范

Calibration Specification for Step Gauges

(审定稿)

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

面差尺校准规范

Calibration Specification
for Step Gauges

JJF (黑) XXXX-

归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：黑龙江省计量检定测试研究院

佳木斯市检验检测中心

本规范委托黑龙江省计量检定测试研究院负责解释

本规范主要起草人：

田铁民（黑龙江省计量检定测试研究院）

王晓亮（黑龙江省计量检定测试研究院）

于庆龙（佳木斯市检验检测中心）

张海波（黑龙江省计量检定测试研究院）

陈 涛（黑龙江省计量检定测试研究院）

宁泽昊（黑龙江省计量检定测试研究院）

周 彤（黑龙江省计量检定测试研究院）

目 录

引言 (II)

1 范围 (1)

2 引用文件 (1)

3 概述 (1)

4 计量特征 (2)

4.1 标尺标记的宽度和宽度差 (2)

4.2 重复性 (2)

4.3 漂移 (2)

4.4 零值误差 (2)

4.5 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 (2)

6 校准方法 (3)

6.1 标尺标记的宽度和宽度差 (3)

6.2 重复性 (3)

6.3 漂移 (3)

6.4 零值误差 (3)

6.5 示值误差 (3)

7 校准结果表达 (4)

8 复校时间间隔 (4)

附录 A 数显面差尺示值误差测量不确定度评定（示例） (5)

附录 B 校准证书内容 (9)

引 言

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

面差尺校准规范

1 范围

本规范适用于测量范围 $(-10\sim+10)$ mm，分度值为 0.05 mm 的游标面差尺和于测量范围 $(0\sim40)$ mm，分辨力为 0.01 mm 的数显面差尺的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 31—2011 高度卡尺检定规程

GB/T 21389—2008 游标、带表和数显卡尺

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）适用于本规范。

3 概述

面差尺基于机械放大和精密刻度对齐的原理，测量两平面之间的平面差或阶梯差，主要适用于各类模具制造、机械加工和汽车制造。按其结构形式分为：游标面差尺如图 1 所示，数显面差尺如图 2 所示。

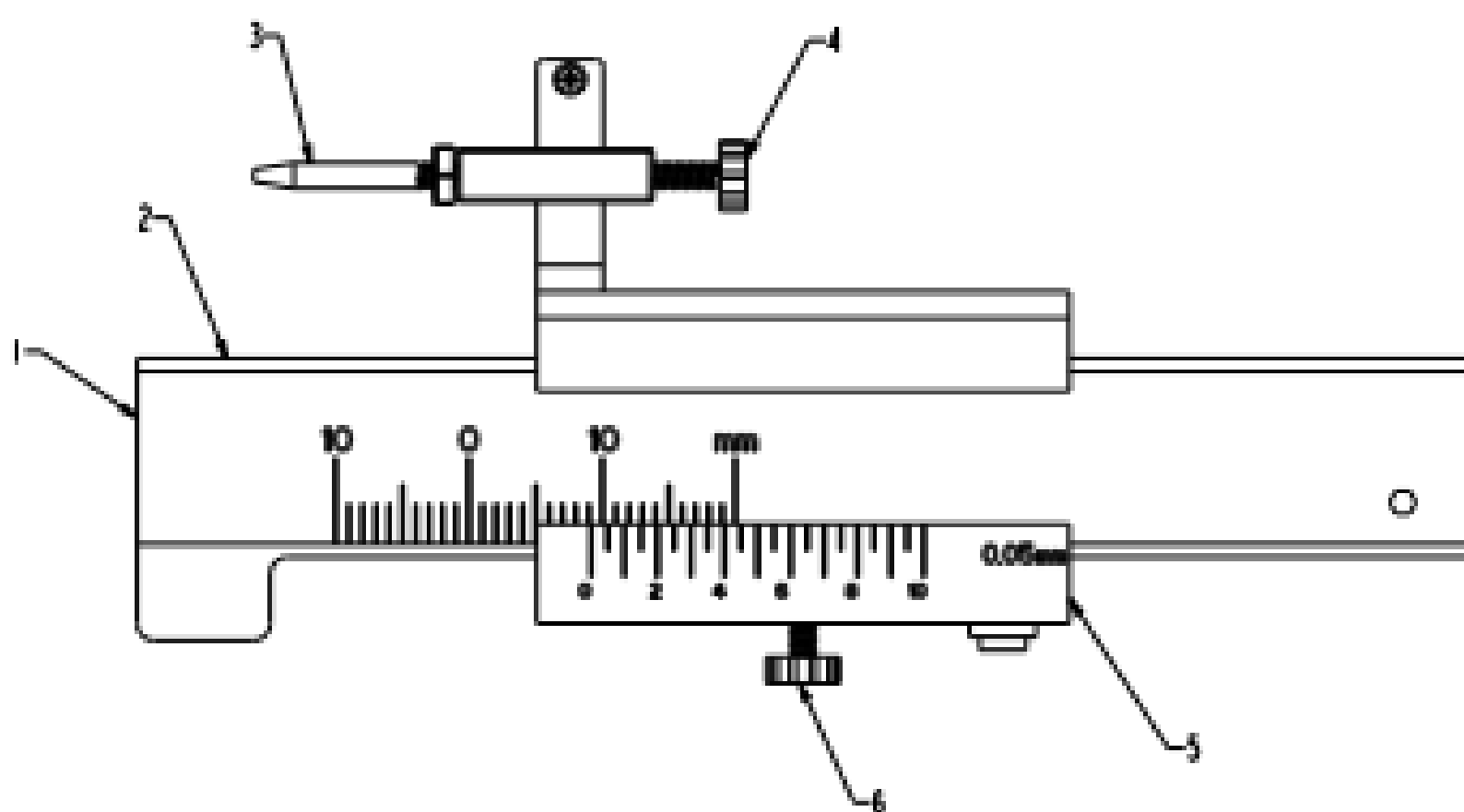


图 1 游标面差尺结构示意图

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

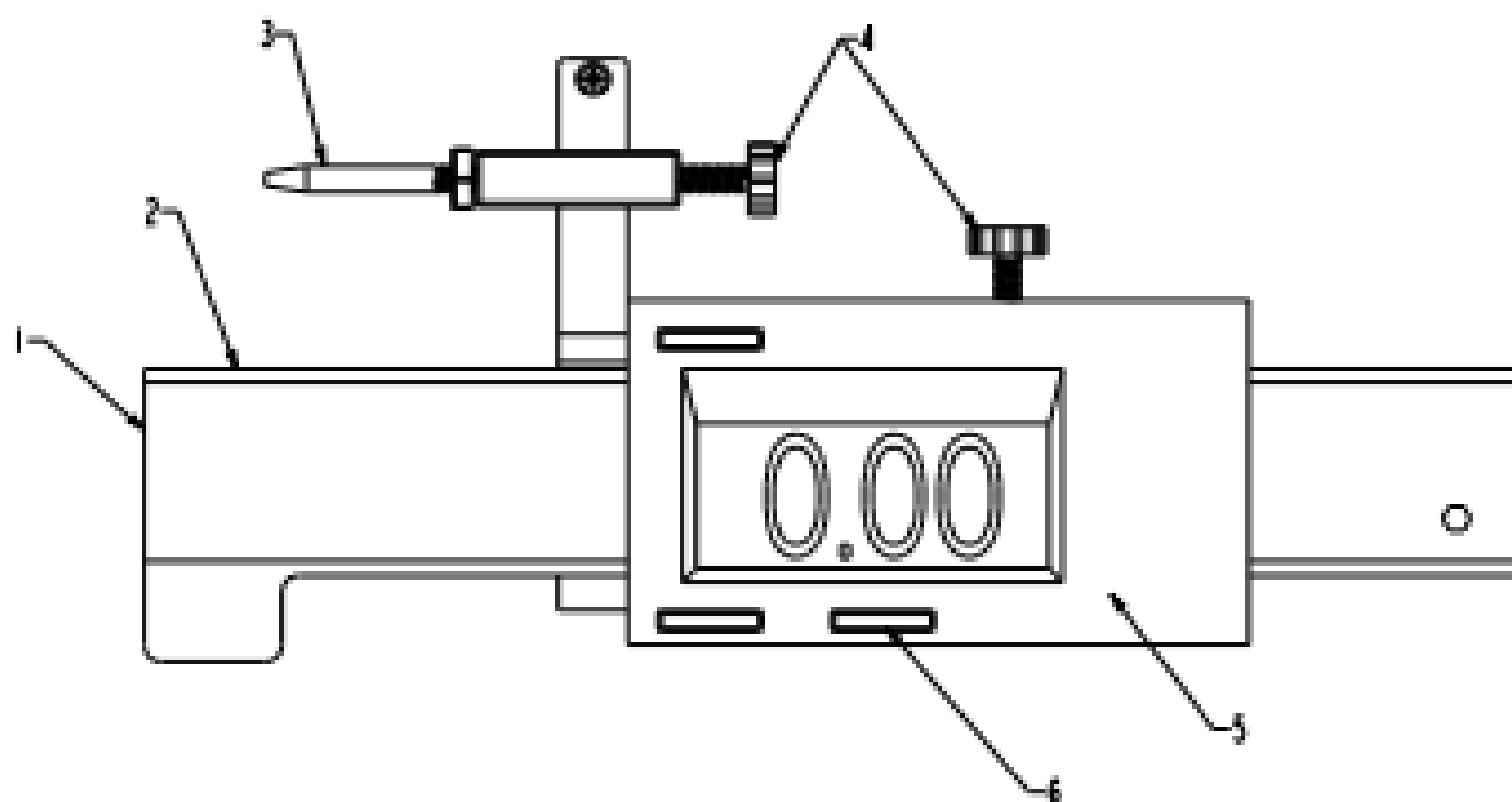


图2 数显面差尺结构示意图

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 标尺的线纹的宽度和宽度差

线纹的宽度在 (0.08~0.18) mm 之间, 宽度差不超过 0.03 mm。

4.2 重复性

游标面差尺的重复性不大于 0.05 mm, 数显面差尺的重复性不大于 0.01 mm。

4.3 漂移

数显面差尺数字漂移在 1 小时内不超过 0.01 mm。

4.4 零值误差

游标面差尺游标上的“零”刻线与主尺“零”刻线重合度误差不超过 ± 0.005 mm;
游标面差尺游标上的“尾”刻线与主尺相应刻线重合度误差不超过 ± 0.020 mm。

4.5 示值误差

游标面差尺示值误差不超过 0.05 mm;

数显面差尺示值误差不超过 0.02 mm。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度: (20 ± 5) °C; 相对湿度: $\leq 80\%$ 。

5.1.2 校准前, 将被校准面差尺及量块等设备同时置于平板上, 其温度恒定时间不少于 2 小时。

5.2 测量标准及其他设备

校准用测量标准及其他设备应符合表 1 要求。

表 1 测量标准及其他设备

序号	校准项目	测量标准及其他设备	计量特性
1	标尺标记的宽度和宽度差	工具显微镜	MPE：±(3 μm +1× 10 ⁻⁵ L) μm L单位为mm
2	重复性	量块	5等
		平板	1级
3	零值误差	工具显微镜	MPE：±(3 μm +1× 10 ⁻⁵ L) μm L单位为mm
4	示值误差	量块	5等
		平板	1级
5	标尺标记的宽度和宽度差	工具显微镜	MPE：±(3 μm +1× 10 ⁻⁵ L) μm L单位为mm
注：也可以采用其他满足技术要求的测量设备。			

6 校准项目和校准方法

检查外观，确定没有影响计量特性的因素后再进行校准。

6.1 标尺线纹的宽度和宽度差

用工具显微镜测量。分别在主标尺和游标尺上至少各抽检 3 条线纹测量其宽度。线纹宽度差以受测所有线纹中最大与最小宽度之差确定。

6.2 重复性

在相同条件下，移动尺框，在任意位置上，使量杆测量面与量块或平板接触，重复测量 10 次并读数，用贝塞尔公式计算其重复性。

6.3 漂移

在测量范围内的任意位置紧固尺框，在 1 小时内每隔 15 分钟观察 1 次并记录数值。

6.4 零值误差

将面差尺置于平板上，移动尺框，使量杆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，观察“零”标记和“尾”标记和主尺的重合度并记录数值。必要时用工具显微镜测量。

6.5 示值误差

使用量块直接测量。

如测量范围为 (-10~+10) mm 的游标面差尺,在校准时至少选取三块量块(建议选取标称长度为 1.05 mm、5.50 mm 和 9.50 mm 的量块)从正负两个方向进行校准,分别给出各测量点的示值误差,根据实际使用情况可以适当增加量块数量。

如测量范围为 (0~40) mm 的数显面差尺,在校准时至少选取四块量块(建议选取标称长度为 10.24 mm、15.36 mm、21.50 mm 和 30.12 mm 的量块)进行校准,分别给出各测量点的示值误差,根据实际使用情况可以适当增加量块数量。

测量时将主尺工作面和测针与平板接触,调至零位,然后使测针与量块接触,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(1)计算:

$$\Delta = L_d - L_s \quad (1)$$

式中:

Δ ——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 ——量块的标称值, mm

注: 以上所有计量特性技术指标仅提供参考,不适用于合格性判定。

7 校准结果表达

校准后的面差尺出具校准证书,证书中包含面差尺示值误差及校准结果测量不确定度。校准证书内容见附录B。

8 复校时间间隔

面差尺的复校时间间隔是由仪器使用情况、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。建议复校时间间隔不超过12个月。

附录 A

数显面差尺示值误差测量不确定度评定 (示例)

A.1 概述

A.1.1 被校仪器：数显面差尺，测量范围（0~40）mm。

A.1.2 测量标准：标称长度 30.12 mm 的 5 等量块。

A.1.3 环境条件：温度 20.1℃；湿度 42%RH

A.1.4 测量方法：依据本规范中的规定。

A.2 测量模型

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

式中：

Δ — 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，mm（20℃条件下）；

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

Δt_d 、 Δt_s — 分别为面差尺和量块的偏离温度 20℃时的数值，℃

令

$$\delta_a = \alpha_d - \alpha_s; \delta_t = \Delta t_d - \Delta t_s$$

取

$$\Delta_t = \Delta; L \approx L_d \approx L_s; \alpha \approx \alpha_d \approx \alpha_s; \Delta t \approx \Delta t_d \approx \Delta t_s$$

得

$$\Delta_t = L_d - L_s + L \cdot \Delta t \cdot \delta_a + L \cdot \alpha \cdot \delta_t \quad (\text{A.2})$$

A.3 灵敏系数

依

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

则

$$u_c^2 = c_{L_d}^2 u^2(L_d) + c_{L_s}^2 u^2(L_s) + c_{\delta_a}^2 u^2(\delta_a) + c_{\delta_t}^2 u^2(\delta_t)$$

由（A.2）得：

$$c_{L_d} = \partial \Delta_t / \partial L_d = 1$$
$$c_{L_s} = \partial \Delta_t / \partial L_s = -1$$
$$c_{\delta_a} = \partial \Delta_t / \partial \delta_a = L \bullet \Delta t$$
$$c_{\delta_t} = \partial \Delta_t / \partial \delta_t = L \bullet \alpha$$

由于 L_d 、 L_s 、 δ_a 、 δ_t 之间彼此独立不相关，因此合成标准不确定度为：

$$u_c^2 = \sqrt{c_{L_d}^2 u^2(L_d) + c_{L_s}^2 u^2(L_s) + c_{\delta_a}^2 u^2(\delta_a) + c_{\delta_t}^2 u^2(\delta_t)}$$

(A.3)

A.4 标准不确定度分量一览表

标准不确定度汇总见表 A.1。

表 A.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度 u_i	不确定度来源	标准不确定度值	灵敏系数 c_i	$ c_i \cdot u_i$
u_1	重复性	0.0019 mm	1	0.0019 mm
u_2	量块中心长度	25×10^{-4} mm	-1	25×10^{-4} mm
u_3	数显面差尺与量块的线膨胀系数	$8.2 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$151 \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}$	1.23×10^{-4} mm
u_4	数显面差尺与量块的温度差	$0.173 \text{ } ^\circ\text{C}$	$3.46 \times 10^{-4} \text{ mm} \cdot ^\circ\text{C}$	5.99×10^{-5} mm
$u_c = 0.0019 \text{ mm}$				

A.5 不确定度来源与评定

A.5.1 数显面差尺重复性引入的标准不确定度分量 u_1

对 30.12 mm 的校准点进行 10 次重复性测量，得到一组测量值如下（单位：mm）：

30.13、30.13、30.12、30.13、30.13、30.13、30.13、30.13、30.13、30.13。

对其计算实验标准偏差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\alpha_i - \bar{\alpha})^2}{n-1}} \approx 0.0033 \text{ mm}$$

由 3 次测量，重复性引入的标准不确定度分量为：

$$u_1 = \frac{0.0033}{\sqrt{3}} = 0.0019 \text{ mm}$$

A.5.2 量块中心长度引入的标准不确定度分量 u_2

根据 JJG146《量块》，5 等量块的测量不确定度为 $U = 0.5\mu\text{m} + 5 \cdot 10^{-6} l_n (k = 2.58)$

，其中 $l_n = 30.12\text{mm}$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.00065 \text{ mm}}{2.58} = 0.00025 \text{ mm}$$

A.5.3 数显面差尺与量块膨胀系数差引入的不确定度分量 u_3

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

$$u_3 = 30.12 \text{ mm} \cdot 5^\circ\text{C} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} / \sqrt{6} = 1.23 \cdot 10^{-4} \text{ mm}$$

A.5.4 数显面差尺与量块温度差引入的不确定度分量 u_4

数显面差尺与量块的温度差估计为 0.3°C ，均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_4 = 30.12 \text{ mm} \cdot 11.5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 0.3^\circ\text{C} / \sqrt{3} = 5.99 \cdot 10^{-5} \text{ mm}$$

A.6 合成标准不确定度计算

$$u_c = \sqrt{c_{L_d}^2 u_1^2 + c_{L_s}^2 u_2^2 + c_{\delta_a}^2 u_3^2 + c_{\delta_t}^2 u_4^2} \approx 0.0019 \text{ mm}$$

A.7 扩展不确定度计算 U

取包含因子 $k=2$ ，则：

$$U = k \cdot u_c = 2 \cdot 0.0019 \text{ mm} = 0.0038 \text{ mm} \approx 0.004 \text{ mm}$$

A.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：

$$U = 0.004 \text{ mm}, \quad k=2$$

附录 B

校准证书内容

校准证书应至少包括以下信息：

- 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) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
 - 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声明；
 - p) 未经实验室书面批准，不得复制证书的声明。
-

