



中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1548—2015

楔形塞尺校准规范

Calibration Specification for Wedge-Shape Filler Gauges

2015-08-24 发布

2015-11-24 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布



楔形塞尺校准规范

Calibration Specification for

Wedge-Shape Filler Gauges

JJF 1548—2015

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：安徽省计量科学研究院

河北省计量监督检测院

参加起草单位：浙江省计量科学研究院

辽宁省计量科学研究院

沈阳佳宇工具有限公司

本规范委托全国几何量工程参量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

马琳（安徽省计量科学研究院）

胡登山（安徽省计量科学研究院）

王少平（河北省计量监督检测院）

金美峰（安徽省计量科学研究院）

参加起草人：

周闻青（浙江省计量科学研究院）

刘娜（辽宁省计量科学研究院）

赵霞（沈阳佳宇工具有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(3)
4.1 表面粗糙度	(3)
4.2 侧边直线度	(3)
4.3 测量面的平面度	(3)
4.4 示值变动性	(3)
4.5 示值误差	(3)
4.6 漂移	(3)
5 校准条件	(3)
5.1 环境条件	(3)
5.2 校准用设备	(4)
6 校准项目和校准方法	(4)
6.1 表面粗糙度	(4)
6.2 侧边直线度	(4)
6.3 测量面的平面度	(4)
6.4 示值变动性	(5)
6.5 示值误差	(5)
6.6 漂移	(6)
7 校准结果表达	(6)
8 复校时间间隔	(6)
附录 A I 型楔形塞尺示值误差测量结果不确定度评定	(7)
附录 B 数显楔形塞尺示值误差测量结果不确定度评定	(11)
附录 C 校准证书内容及内页格式	(15)

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》共同构成支撑本校准规范制定的基础性系列规范。本规范主要参考标准为 JB/T 12202—2015《楔形塞尺》。

本规范为首次发布。



楔形塞尺校准规范

1 范围

本规范适用于分度值为 0.05 mm、0.1 mm，测量范围上限至 60 mm 的 I 型楔形塞尺；分度值为 0.05 mm、0.1 mm、0.5 mm，测量范围上限至 15 mm 的 II 型楔形塞尺；分辨力为 0.01 mm，测量范围上限至 40 mm 的数显楔形塞尺的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1094—2002 测量仪器特性评定

JB/T 12202—2015 楔形塞尺

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

楔形塞尺是用于测量间隙和孔径尺寸的量具。常见结构型式有 I 型楔形塞尺、II 型楔形塞尺、数显楔形塞尺。

I 型楔形塞尺为楔形薄片状，具有锥形角度，尺面上有一组有序的标尺标记和标尺数字，标尺数字表示相应标记位置的尺身宽度。其结构型式见图 1。

II 型楔形塞尺为楔块状，具有楔形角度，尺面上有一组有序的标尺标记和标尺数字，标尺数字表示相应标记位置垂直于测量基面的厚度。其结构型式见图 2。

数显楔形塞尺又称通流间隙测量尺，是利用带有数字显示器的移动测量头在尺身上相对运动，以数显形式显示移动测量头的端面处垂直于上测量面的楔块厚度。其结构型式见图 3。

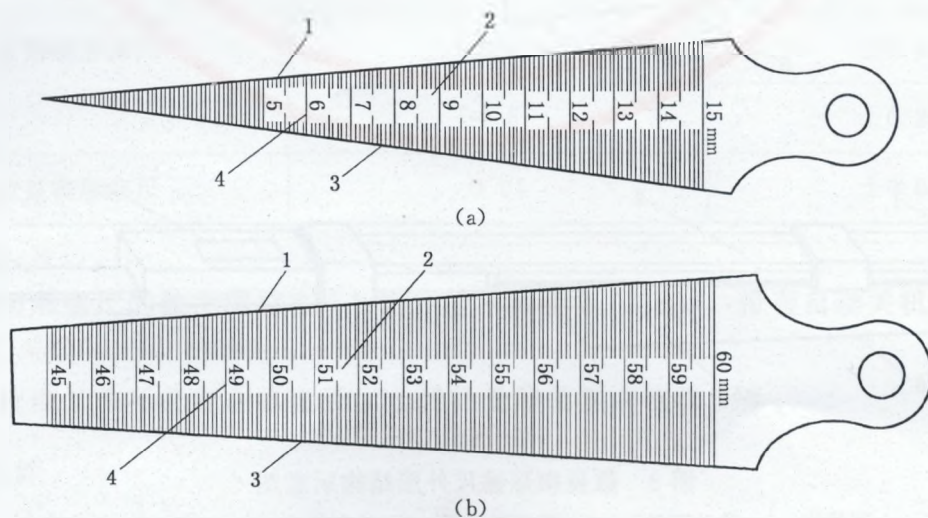
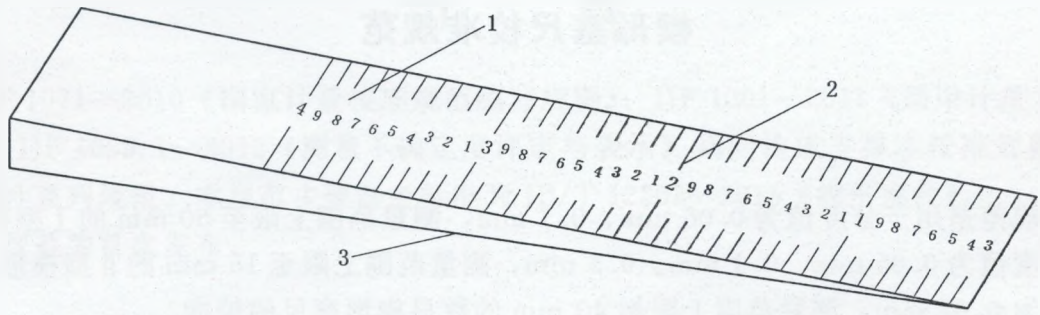


图 1 I 型楔形塞尺外形结构示意图

1,3—侧边；2—尺面；4—标记和标尺数字

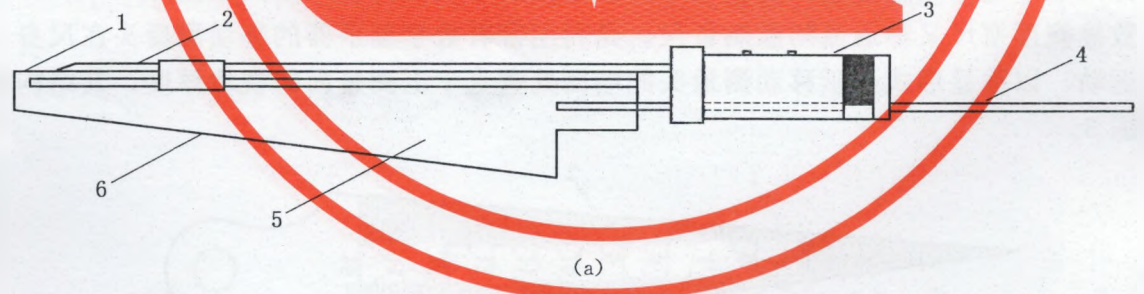


(a)

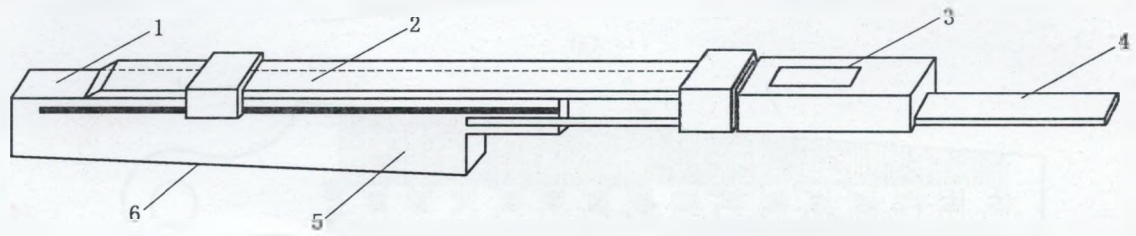


(b)

图 2 II 型楔形塞尺外形结构示意图
1—尺面；2—标记和标尺数字；3—测量基面



(a)



(b)

图 3 数显楔形塞尺外形结构示意图

1—上测量面；2—移动测量头；3—数字显示器；4—尺身标尺；5—尺身；6—下测量面

4 计量特性

4.1 表面粗糙度

I型楔形塞尺和II型楔形塞尺测量面的表面粗糙度一般不超过 $Ra1.6\ \mu\text{m}$ ，数显楔形塞尺测量面的表面粗糙度一般不超过 $Ra0.4\ \mu\text{m}$ 。

4.2 侧边直线度

I型楔形塞尺的侧边直线度一般不大于 $0.01\ \text{mm}$ 。

4.3 测量面的平面度

测量面的平面度一般不超过表1的规定。II型楔形塞尺的测量基面只允许呈凹形。

表1 测量面的平面度 mm

楔形塞尺名称	分度值/分辨力	测量面的平面度
II型楔形塞尺	0.05	0.01
	0.1	0.02
	0.5	0.10
数显楔形塞尺	0.01	0.005

4.4 示值变动性

数显楔形塞尺的示值变动性一般不超过 $0.01\ \text{mm}$ 。

4.5 示值误差

示值最大允许误差一般不超过表2的规定。

表2 最大允许误差 mm

楔形塞尺名称	分度值/分辨力	最大允许误差
I型楔形塞尺	0.05, 0.1	± 0.05
II型楔形塞尺	0.05	± 0.05
	0.1	± 0.10
	0.5	± 0.20
数显楔形塞尺	0.01	± 0.03

4.6 漂移

数显楔形塞尺的数字漂移在1h内一般不大于 $0.01\ \text{mm}$ ，带有自动关机功能的可不校准此项。

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

校准室温度： $(20\pm 5)\text{ }^\circ\text{C}$ 。

校准室相对湿度：不大于 70 %。

校准前，被校楔形塞尺和校准用器具平衡温度时间不少于 2 h。

5.2 校准用设备

校准用设备见表 3。允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准及其他设备进行校准。

表 3 校准项目和校准用设备

序号	校准项目	设备名称和技术要求
1	表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: +12%~-17%
2	侧边直线度	4 等量块, 1 级平板
3	测量面的平面度	4 等量块, 刀口形直尺 MPEV: 2 μm , 塞尺 MPE: $\pm 0.005 \text{ mm}$, 1 级平板
4	示值变动性	3 级量块及量块附件
5	示值误差	万能工具显微镜 MPEV: $1 \mu\text{m} + 10^{-5} L$, 3 级量块及量块附件, 1 级平板, 数显千分表 MPEV: 0.010 mm
6	漂移	——

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 表面粗糙度

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。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, 以相应表面粗糙度比较样块的标称值作为校准值。

6.2 侧边直线度

I 型楔形塞尺的侧边直线度量块试塞法测量。测量时, 在平板上放置 2 块 1 mm 的量块, 将 I 型楔形塞尺两侧边分别贴合在量块上, 并使尺面与平板保持垂直, 再用相应尺寸的量块在侧边全长范围内进行试塞, 以试塞时刚好能通过的量块尺寸与 1 mm 的差值作为该位置的测量值。所有位置测量值的最大值与最小值的差值为该侧边的直线度测量值, 取两侧边直线度测量值中的最大值作为直线度校准值。

6.3 测量面的平面度

6.3.1 数显楔形塞尺测量面的平面度用刀口形直尺以光隙法测量。分别在测量面的长边、短边和对角线位置上进行, 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。

6.3.2 分度值为 0.05 mm 的 II 型楔形塞尺测量基面的平面度用量块试塞法测量。测量前先用刀口形直尺观察测量基面的光隙情况，将 2 块 1 mm 的量块放置在基面上，用刀口形直尺的工作面轻轻接触量块，再用相应尺寸的量块在基面全长范围内进行试塞，以试塞时刚好能通过的量块尺寸与 1 mm 的差值作为该位置的测量值。所有位置测量值的最大值与最小值的差值为该基面的平面度校准值。

6.3.3 分度值为 0.1 mm、0.5 mm 的 II 型楔形塞尺测量面的平面度用塞尺在平板上用试塞法测量。将楔形塞尺的测量基面放在 1 级平板上，用塞尺在测量基面全长范围内进行试塞，以可塞入最大尺寸塞尺的厚度作为校准值。

6.4 示值变动性

以接近测量范围下限位置的尺寸选择一块量块与量块附件组合成内尺寸，数显楔形塞尺置于正常测量状态，将楔形部分放入组合的内尺寸中，推动移动测量头，使移动测量头的端面紧贴着量块附件的侧块，并与上测量面保持垂直并读数。在相同条件下，重复 5 次测量，示值变动性以最大与最小读数的差值确定。

6.5 示值误差

6.5.1 I 型楔形塞尺的示值误差

I 型楔形塞尺的示值误差用万能工具显微镜以影像法测量。在测量范围内选择均匀分布的 5 点作为校准点。

将 I 型楔形塞尺标记面向上平放在工作台上，调整焦距，使楔形塞尺所有标记成像清晰，并调整楔形塞尺轴线方向与纵向滑板移动方向平行。将米字线的垂直线瞄准被校标记宽度的中间位置，横向移动滑板到楔形塞尺一端，用米字线中心点对准被校标记的一端，记录横向读数 a_{i1} ；再横向移动滑板到楔形塞尺另一端，用米字线中心点对准被校标记的另一端，记录横向读数 a_{i2} 。按公式 (1) 计算读数 a_{i1} 和 a_{i2} 的差值，两读数差值的绝对值即为该测量位置的测量值。其标称值与测量值之差即为该位置的示值误差，见公式 (2)。

$$L_i = |a_{i2} - a_{i1}| \quad (1)$$

式中：

L_i ——测量位置的测量值，mm；

a_{i1} ， a_{i2} ——两测量位置的读数值，mm。

$$\delta_i = L_0 - L_i \quad (2)$$

式中：

δ_i ——示值误差，mm；

L_0 ——测量位置的标称值，mm；

L_i ——测量位置的测量值，mm。

6.5.2 数显楔形塞尺的示值误差

数显楔形塞尺的示值误差用 3 级量块及量块附件组成的内尺寸测量。选择测量范围内均匀分布的 5 点进行校准。

用一组量块依次和量块附件组合成内尺寸，拉开移动测量头，将楔形部分放入组合的内尺寸中，再推动移动测量头，使移动测量头的端面紧贴着量块附件的侧块，并与上

测量面保持垂直，在楔形塞尺上读数。读数值与相应量块标称值之差即为该测量点的示值误差。

示值误差 δ_i 按公式 (3) 计算：

$$\delta_i = L_{di} - L_{si} \quad (3)$$

式中：

δ_i ——示值误差，mm；

L_{di} ——楔形塞尺的读数值，mm；

L_{si} ——量块的标称值，mm。

6.5.3 II型楔形塞尺的示值误差

II型楔形塞尺的示值误差用带有尖头的数显千分表在1级平板上直接测量。在测量范围内选择均匀分布的5点作为校准点。

测量时，将楔形塞尺的测量基面置于平板上，先将装夹在表架上的数显千分表在平板上对零，然后提起数显表的测头对准被校标记，在数显表上读数，其标称值与数显表的读数值之差即为示值误差，见公式 (2)。

当客户有特殊要求时，可以按照客户要求增加校准点位。

6.6 漂移

目力观察。在测量范围内的任意位置紧固尺框，每间隔15 min观察一次数显指示值，在1 h内的指示值的最大值与最小值的差值为校准结果。

7 校准结果表达

校准后的楔形塞尺出具校准证书。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

I 型楔形塞尺示值误差测量结果不确定度评定

A.1 测量方法

I 型楔形塞尺的示值误差是用万能工具显微镜以影像法测量的。下面以测量范围 (1~15) mm 和 (45~60) mm 的 I 型楔形塞尺为例, 对 I 型楔形塞尺示值误差测量结果不确定度进行评定。

A.2 测量模型

$$\delta_i = L_0 - L_i \quad (\text{A.1})$$

式中:

δ_i ——示值误差, mm;

L_0 ——测量位置的标称值, mm;

L_i ——测量位置的测量值, mm。

A.3 不确定度传播率

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立, 依据公式 $u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u_{x_i}^2$ 得:

$$u_c^2 = u^2(\delta_i) = c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 \quad (\text{A.2})$$

式中, 灵敏系数 c_i :

$$c_1 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_0} = 0 \quad (\text{因为 } L_0 \text{ 为常数}) \quad c_2 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_i} = -1$$

A.4 测量不确定度来源

A.4.1 楔形塞尺刻线的影响 u_1 A.4.2 测量读数 u_2 A.4.2.1 测量重复性 u_{21} A.4.2.2 瞄准误差 u_{22} A.4.2.3 万能工具显微镜示值误差 u_{23} A.4.2.4 万能工具显微镜和楔形塞尺线膨胀系数差 u_{24} A.4.2.5 万能工具显微镜和楔形塞尺温度差 u_{25} A.4.2.6 侧边直线度 u_{26}

A.5 标准不确定度评定

A.5.1 楔形塞尺刻线的影响引入的标准不确定度分量 u_1

由于该分量的灵敏系数为 0, 楔形塞尺刻线影响引入的不确定度分量不再评定。

A.5.2 测量读数引入的标准不确定度分量 u_2 A.5.2.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{21}

测量范围 (1~15) mm 的楔形塞尺, 对其 15 mm 点重复测量 10 次, 根据实验数

据,由贝塞尔公式得实验标准差 $s=1.73 \mu\text{m}$ 。

测量范围 (45~60) mm 的楔形塞尺,对其 60 mm 点重复测量 10 次,根据实验数据,由贝塞尔公式得实验标准差 $s=1.84 \mu\text{m}$ 。

实际测量以单次测量值作为测量结果,则:

$$L=15 \text{ mm 时}, u_{21}=1.73 \mu\text{m}$$

$$L=60 \text{ mm 时}, u_{21}=1.84 \mu\text{m}$$

A.5.2.2 瞄准误差引入的标准不确定度分量 u_{22}

实际测量时,采用 $3\times$ 物镜测量 (使用 $10\times$ 目镜时,系统放大倍数 $30\times$),其瞄准不可靠性 $60''$,整个测量要进行两次瞄准,其瞄准误差为:

$$\delta=\sqrt{2} \cdot \frac{250\alpha}{\rho K}=\frac{\sqrt{2} \times 250 \times 60}{30 \times 2 \times 10^5} \mu\text{m}=3.54 \mu\text{m}$$

式中:

ρ ——将角值换算成线值的系数;

K ——系统放大倍数。

该项瞄准误差主要以均匀分布的方式影响,所以其标准不确定度为:

$$u_{22}=\frac{\delta}{\sqrt{3}}=\frac{3.54 \mu\text{m}}{\sqrt{3}}=2.04 \mu\text{m}$$

测量重复性引入的不确定度分量 u_{21} 和瞄准误差引入的不确定度分量 u_{22} 有重复,故取结果较大者。

A.5.2.3 万能工具显微镜示值误差引入的标准不确定度分量 u_{23}

万能工具显微镜示值最大允许误差 MPEV: $1 \mu\text{m} + 10^{-5} L$, 均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则:

$$L=15 \text{ mm 时}, u_{23}=(1 \mu\text{m} + 10^{-5} \times 15 \text{ mm})/\sqrt{3}=0.66 \mu\text{m}$$

$$L=60 \text{ mm 时}, u_{23}=(1 \mu\text{m} + 10^{-5} \times 60 \text{ mm})/\sqrt{3}=0.92 \mu\text{m}$$

A.5.2.4 万能工具显微镜和楔形塞尺线膨胀系数差引入的标准不确定度分量 u_{24}

万能工具显微镜标尺的线膨胀系数为 $(10 \pm 0.5) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; 楔形塞尺线膨胀系数为 $(11.5 \pm 1) \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 两者最大差值 δ_a 为 $3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 服从梯形分布, $k=\sqrt{6/(1+\beta^2)}=2.32$, $\Delta t=5 \text{ } ^\circ\text{C}$, 则:

$$L=15 \text{ mm 时}, u_{24}=\frac{\delta_a}{2.32} \times L \cdot \Delta t=\frac{3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{2.32} \times 15 \times 10^3 \mu\text{m} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C}=0.097 \mu\text{m}$$

$$L=60 \text{ mm 时}, u_{24}=\frac{\delta_a}{2.32} \times L \cdot \Delta t=\frac{3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{2.32} \times 60 \times 10^3 \mu\text{m} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C}=0.388 \mu\text{m}$$

A.5.2.5 万能工具显微镜和楔形塞尺温度差引入的标准不确定度分量 u_{25}

两者之间存在温度差,以等概率落于区间 $\pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$ 内任何处,其区间半宽为 $1 \text{ } ^\circ\text{C}$, 均匀分布, $k=\sqrt{3}$, $\alpha=11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, 则:

$$L=15 \text{ mm 时}, u_{25}=\frac{\delta_t}{\sqrt{3}} \times L \cdot \alpha=\frac{1 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \times 15 \times 10^3 \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}=0.10 \mu\text{m}$$

$$L=60 \text{ mm 时, } u_{25} = \frac{\delta_t}{\sqrt{3}} \times L \cdot \alpha = \frac{1 \text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} \times 60 \times 10^3 \text{ } \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} = 0.40 \text{ } \mu\text{m}$$

A.5.2.6 侧边直线度引入的不确定度分量 u_{26}

侧边直线度一般不超过 0.01 mm, 根据直线度按照峰-峰值数据处理原则, 其 $k=2.83$, 同时考虑直线度是取两侧边的最大值的情况, 则:

$$u_{26} = \sqrt{2} \times 0.01 \text{ mm} / 2.83 = 5 \text{ } \mu\text{m}$$

A.6 合成标准不确定度计算

A.6.1 主要标准不确定度汇总表

测量不确定度分量及计算结果见表 A.1。

表 A.1 主要标准不确定度汇总表

$L=15 \text{ mm}$

标准不确定度分量代号	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(x_i)$ μm
u_1	楔形塞尺刻线的影响	—	0	0
u_2	测量读数	5.44 μm	-1	5.44
u_{21}	测量重复性	1.73 μm		
u_{22}	瞄准误差	2.04 μm (取大值)		
u_{23}	万能工具显微镜示值误差	0.66 μm		
u_{24}	万能工具显微镜与楔形塞尺线膨胀系数差	0.097 μm		
u_{25}	万能工具显微镜与楔形塞尺温度差	0.10 μm		
u_{26}	侧边直线度	5 μm		

$L=60 \text{ mm}$

标准不确定度分量代号	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(x_i)$ μm
u_1	楔形塞尺刻线的影响	—	0	0
u_2	测量读数	5.51 μm	-1	5.51
u_{21}	测量重复性	1.84		
u_{22}	瞄准误差	2.04 μm (取大值)		
u_{23}	万能工具显微镜示值误差	0.92 μm		
u_{24}	万能工具显微镜与楔形塞尺线膨胀系数差	0.388 μm		
u_{25}	万能工具显微镜与楔形塞尺温度差	0.40 μm		
u_{26}	侧边直线度	5 μm		

A.6.2 合成标准不确定度计算

$$\begin{aligned} u_c^2 &= c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 \\ &= c_2^2 \cdot u_2^2 \\ &= u_{22}^2 + u_{23}^2 + u_{24}^2 + u_{25}^2 + u_{26}^2 \end{aligned}$$

$$L=15 \text{ mm 时, } u_c = \sqrt{2.04^2 + 0.66^2 + 0.097^2 + 0.10^2 + 5^2} \mu\text{m} = 5.44 \mu\text{m}$$

$$L=60 \text{ mm 时, } u_c = \sqrt{2.04^2 + 0.92^2 + 0.388^2 + 0.40^2 + 5^2} \mu\text{m} = 5.51 \mu\text{m}$$

A.7 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ 。

测量范围 (1~15) mm 的 I 型楔形塞尺:

$$L=15 \text{ mm 时, } U = k \times u_c = 2 \times 5.44 \mu\text{m} \approx 11 \mu\text{m}$$

测量范围 (45~60) mm 的 I 型楔形塞尺:

$$L=60 \text{ mm 时, } U = k \times u_c = 2 \times 5.51 \mu\text{m} \approx 11 \mu\text{m}$$

附录 B

数显楔形塞尺示值误差测量结果不确定度评定

B.1 测量方法

数显楔形塞尺的示值误差是用 3 级量块和量块附件组成的内尺寸测量。下面以分辨力为 0.01 mm，测量范围 (0~10) mm 和 (30~40) mm 的数显楔形塞尺为例，对数显楔形塞尺示值误差测量结果不确定度进行评定。

B.2 测量模型

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

式中：

- δ_i ——示值误差，mm；
 L_{di} ——数显楔形塞尺的读数值，mm；
 L_{si} ——量块的标称值，mm；
 L_d ——数显楔形塞尺的读数值 (20 °C 条件下)，mm；
 L_s ——量块的标称值 (20 °C 条件下)，mm；
 α_d, α_s ——分别为数显楔形塞尺和量块的线膨胀系数，°C⁻¹；
 $\Delta t_d, \Delta t_s$ ——分别为数显楔形塞尺和量块偏离温度 20 °C 时的数值，°C。

$$\text{令 } \delta_a = \alpha_d - \alpha_s; \quad \delta_t = \Delta t_d - \Delta t_s$$

$$\text{取 } L \approx L_d \approx L_s; \quad \alpha \approx \alpha_d \approx \alpha_s; \quad \Delta t \approx \Delta t_d \approx \Delta t_s$$

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

B.3 不确定度传播率

引起测量结果不确定度的各分量彼此独立，依据公式 $u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \cdot u_{x_i}^2$ 得：

$$u_c^2 = u^2(\delta_i) = c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 + c_3^2 \cdot u_3^2 + c_4^2 \cdot u_4^2 \quad (\text{B.3})$$

式中，灵敏系数 c_i ：

$$c_1 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_d} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \delta_i}{\partial L_s} = -1 \quad c_3 = \frac{\partial \delta_i}{\partial \delta_a} = L \cdot \Delta t \quad c_4 = \frac{\partial \delta_i}{\partial \delta_t} = L \cdot \alpha$$

B.4 测量不确定度来源

B.4.1 测量重复性或分辨力 u_1 B.4.2 量块的长度偏差 u_2 B.4.3 数显楔形塞尺和量块的线膨胀系数差 u_3 B.4.4 数显楔形塞尺和量块的温度差 u_4

B.5 标准不确定度评定

B.5.1 测量重复性或分辨力引入的标准不确定度分量 u_1 B.5.1.1 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{11}

分辨力 0.01 mm，测量范围 (0~10) mm 的楔形塞尺，对其 10 mm 点重复测量

10次, 根据实验数据, 由贝塞尔公式得实验标准差 $s=4.8 \mu\text{m}$ 。

分辨力 0.01 mm , 测量范围 ($30\sim 40$) mm 的楔形塞尺, 对其 40 mm 点重复测量 10次, 根据实验数据, 由贝塞尔公式得实验标准差 $s=4.8 \mu\text{m}$ 。

实际测量以单次测量值作为测量结果, 则:

$$L=10 \text{ mm 时, } u_{11}=4.8 \mu\text{m}$$

$$L=40 \text{ mm 时, } u_{11}=4.8 \mu\text{m}$$

B. 5. 1. 2 分辨力引入的标准不确定度分量 u_{12}

分辨力为 0.01 mm 的楔形塞尺, 其区间半宽为 0.005 mm , 符合均匀分布, $k=\sqrt{3}$, 则由分辨力引入的不确定度分量为:

$$u_{12}=\frac{0.005 \text{ mm}}{\sqrt{3}}=2.9 \mu\text{m}$$

测量重复性引入的不确定度分量 u_{11} 和分辨力引入的不确定度分量 u_{12} 取结果较大者, 则:

$$L=10 \text{ mm 时, } u_1=u_{11}=4.8 \mu\text{m}$$

$$L=40 \text{ mm 时, } u_1=u_{11}=4.8 \mu\text{m}$$

B. 5. 2 量块的长度偏差引入的标准不确定度分量 u_2

3级量块的长度偏差允许值为 $\Delta l=0.80 \mu\text{m}+16\times 10^{-6}\times l_n$, 按两点分布处理,

$$k=1, \text{ 则: } u_2=\frac{\Delta l}{k}$$

$$L=10 \text{ mm 时, } u_2=\frac{\Delta l}{k}=\frac{0.96 \mu\text{m}}{1}=0.96 \mu\text{m}$$

$$L=40 \text{ mm 时, } u_2=\frac{\Delta l}{k}=\frac{1.44 \mu\text{m}}{1}=1.44 \mu\text{m}$$

B. 5. 3 数显楔形塞尺和量块线膨胀系数差引入的标准不确定度分量 u_3

两种材料热膨胀系数界限均为 $(11.5\pm 1)\times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 则 δ_a 的界限为 $\pm 2\times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 服从三角分布, $k=\sqrt{6}$, $\Delta t=5\text{ }^\circ\text{C}$, 则:

$$L=10 \text{ mm 时, } u_3=L\cdot\Delta t\cdot\frac{\delta_a}{\sqrt{6}}=10\times 10^3 \mu\text{m}\times 5\text{ }^\circ\text{C}\times\frac{2\times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}}=0.041 \mu\text{m}$$

$$L=40 \text{ mm 时, } u_3=L\cdot\Delta t\cdot\frac{\delta_a}{\sqrt{6}}=40\times 10^3 \mu\text{m}\times 5\text{ }^\circ\text{C}\times\frac{2\times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}}=0.164 \mu\text{m}$$

B. 5. 4 数显楔形塞尺和量块温度差引入的标准不确定度分量 u_4

楔形塞尺与量块之间存在温度差, 以等概率落于区间 $\pm 1\text{ }^\circ\text{C}$ 内任何处, 其区间半宽为 $1\text{ }^\circ\text{C}$, 均匀分布, $k=\sqrt{3}$, $\alpha=11.5\times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$, 则:

$$L=10 \text{ mm 时, } u_4=L\cdot\alpha\cdot\frac{\delta_t}{\sqrt{3}}=10\times 10^3 \mu\text{m}\times 11.5\times 10^{-6}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}\times\frac{1\text{ }^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}=0.067 \mu\text{m}$$

$$L=40 \text{ mm 时, } u_4 = L \cdot \alpha \cdot \frac{\delta_i}{\sqrt{3}} = 40 \times 10^3 \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times \frac{1 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.267 \mu\text{m}$$

B.6 合成标准不确定度计算

B.6.1 主要标准不确定度汇总表

测量不确定度分量及计算结果见表 B.1。

表 B.1 主要标准不确定度汇总表

$L=10 \text{ mm}$

标准不确定度分量代号	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(x_i)$ μm
u_1	测量重复性或分辨力	$4.8 \mu\text{m}$	1	4.8 (取大者)
u_{11}	测量重复性	$4.8 \mu\text{m}$		
u_{12}	分辨力	$2.9 \mu\text{m}$		
u_2	量块的长度偏差	$0.96 \mu\text{m}$	-1	0.96
u_3	楔形塞尺与量块 线胀系数差	$\frac{2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}}$	$L \cdot \Delta t = 10 \times 10^3 \mu\text{m} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	0.041
u_4	楔形塞尺与 量块温度差	$\frac{1 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$	$L \cdot \alpha = 10 \times 10^3 \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0.067

$L=40 \text{ mm}$

标准不确定度分量代号	不确定度来源	标准不确定度值 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	$ c_i u(x_i)$ μm
u_1	测量重复性或分辨力	$4.8 \mu\text{m}$	1	4.8 (取大者)
u_{11}	测量重复性	$4.8 \mu\text{m}$		
u_{12}	分辨力	$2.9 \mu\text{m}$		
u_2	量块的长度偏差	$1.44 \mu\text{m}$	-1	1.44
u_3	楔形塞尺与量块 线胀系数差	$\frac{2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}}$	$L \cdot \Delta t = 40 \times 10^3 \mu\text{m} \times 5 \text{ } ^\circ\text{C}$	0.164
u_4	楔形塞尺与量块 温度差	$\frac{1 \text{ } ^\circ\text{C}}{\sqrt{3}}$	$L \cdot \alpha = 40 \times 10^3 \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	0.267

B.6.2 合成标准不确定度计算

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

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

$$L=10 \text{ mm 时, } u_c=\sqrt{4.8^2+0.96^2+0.041^2+0.067^2} \mu\text{m}=4.9 \mu\text{m}$$

$$L=40 \text{ mm 时, } u_c=\sqrt{4.8^2+1.44^2+0.164^2+0.267^2} \mu\text{m}=5.0 \mu\text{m}$$

B.7 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ 。

分辨力为 0.01 mm, 测量范围 (0~10) mm 的数显楔形塞尺:

$$L=10 \text{ mm 时, } U=k \times u_c=2 \times 4.9 \mu\text{m} \approx 10 \mu\text{m}$$

分辨力为 0.01 mm, 测量范围 (30~40) mm 的数显楔形塞尺:

$$L=40 \text{ mm 时, } U=k \times u_c=2 \times 5.0 \mu\text{m}=10 \mu\text{m}$$

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。

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	校准结果
1	表面粗糙度	
2	侧边直线度	
3	测量面的平面度	
4	示值变动性	
5	示值误差	
6	漂移	

校准员：

核验员：

注：校准证书的内容应符合 JJF 1071《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内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。



中华人民共和国
国家计量技术规范
楔形塞尺校准规范
JJF 1548—2015

国家质量监督检验检疫总局发布

*

中国质检出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 38 千字
2016年1月第一版 2016年1月第一次印刷

*

书号: 155026·J-3082 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



JJF 1548-2015