

# 北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX—XXXX

## 圆锥塞尺校准规范

Calibration Specification for Conical Feeler Gauge

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

# 圆锥塞尺校准规范

Calibration Specification for  
Conical Feeler Gauge

JJF(京) XX—XXXX

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：天津市计量监督检测科学研究院  
河北省计量监督检测研究院

本规范委托 XXX 负责解释

# 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 标尺标记的宽度和宽度差 .....	(2)
4.2 测量面的表面粗糙度 .....	(2)
4.3 测量面的母线直线度 .....	(2)
4.4 示值误差 .....	(2)
5 校准条件 .....	(2)
5.1 环境条件 .....	(2)
5.2 测量标准及其他设备 .....	(2)
6 校准项目和校准方法 .....	(3)
6.1 标尺标记的宽度和宽度差 .....	(3)
6.2 测量面的表面粗糙度 .....	(3)
6.3 母线直线度 .....	(3)
6.4 示值误差 .....	(3)
7 校准结果表达 .....	(4)
8 复校时间间隔 .....	(4)
附录 A 校准证书内容及内页格式 .....	(5)
附录 B 圆锥塞尺示值误差的测量结果不确定度评定 .....	(7)

# 引 言

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》和 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》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 JJF 1548-2015《楔形塞尺校准规范》。

本规范为首次发布。

## 圆锥塞尺校准规范

### 1 范围

本规范适用于分度值为 0.1 mm，直径测量范围上限至 60 mm 的圆锥塞尺的校准。

### 2 引用文件

本校准规范引用了下列文件：

JJF1548-2015 楔形塞尺校准规范

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

圆锥塞尺是用于测量沟槽、孔径和缝隙尺寸的量具。圆锥塞尺为圆锥状，尺身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直径尺寸。其结构形状如图 1 所示。

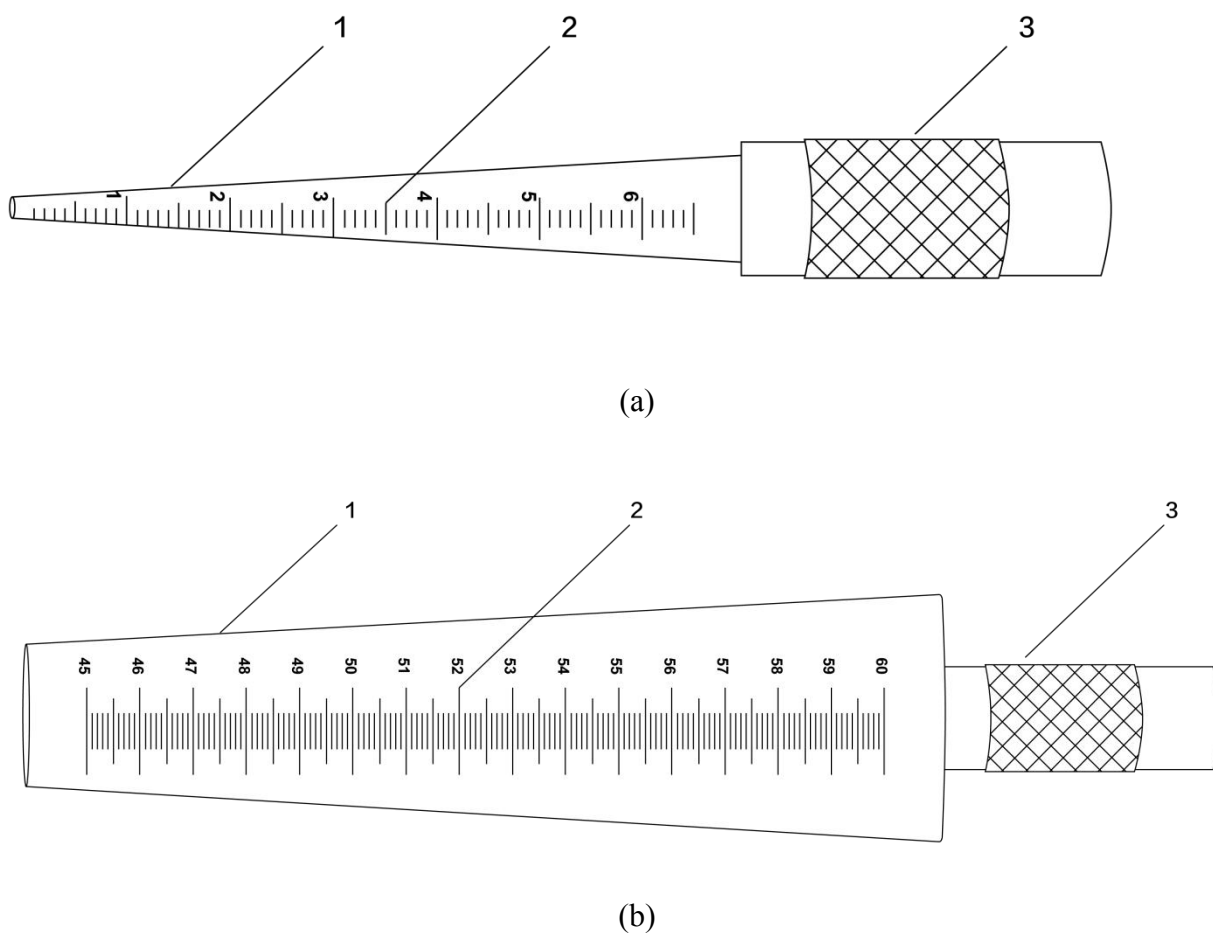


图 1 圆锥尺外形结构示意图

1—尺身；2—标记和标尺数字；3—手柄

## 4 计量特性

### 4.1 标尺标记的宽度和宽度差

标尺标记宽度应为 (0.08~0.20) mm, 宽度差不超过 0.02 mm。

### 4.2 测量面的表面粗糙度

测量面的表面粗糙度不超过  $Ra$  1.6  $\mu\text{m}$ 。

### 4.3 测量面的母线直线度

测量面的母线直线度不大于 0.02 mm。

### 4.4 示值误差

圆锥塞尺的最大允许误差一般不超过表 1 的规定。

表 1 圆锥塞尺的最大允许误差

直径测量范围	最大允许误差
<45	$\pm 0.05$
45~60	$\pm 0.10$

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

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

相对湿度：不大于 80%。

校准前被校圆锥塞尺和校准用器具平衡温度时间不少于 2 小时。

### 5.2 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备见表 2。允许使用满足准确度等级或测量不确定度要求的其他测量设备进行校准。

表 2 校准项目和测量标准

序号	校准项目	设备名称及技术要求
1	标尺标记的宽度和宽度差	影像测量仪 MPE: $\pm(2.2+L/200)$ $\mu\text{m}$
2	测量面的表面粗糙度	表面粗糙度比较样块 MPE: -17%~+12%
3	测量面的母线直线度	平板 1 级, 塞尺 MPE: $\pm 0.005\text{mm}$
4	示值误差	3 级量块及量块附件

## 6 校准项目和校准方法

校准前首先检查外观，确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

### 6.1 标尺标记的宽度和宽度差

用影像测量仪测量。在标尺的全长范围内至少选取均匀分布的三条标记，测量每条标记的宽度值作为该位置标尺标记宽度的测量结果。标尺标记的宽度差是被测标记中最大宽度与最小宽度之差。

### 6.2 测量面的表面粗糙度

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、表面色泽等也应尽量与被校测量面一致，以相应表面粗糙度比较样块的标称值作为校准值。

### 6.3 测量面的母线直线度

圆锥塞尺测量面的母线直线度用塞尺试塞法测量。测量时，将圆锥塞尺母线贴合在平板上，使用塞尺在母线全长范围内进行试塞，以试塞时刚好能通过的最大尺寸塞尺的厚度为实测值。在圆锥塞尺圆周均匀分布的四个位置分别测量，取几个位置直线度测量值中最大值作为母线直线度的校准值。

### 6.4 示值误差

圆锥塞尺的示值误差用 3 级量块及量块附件组成的内尺寸测量，选取在测量范围内大致均匀分布不少于 3 点进行校准。

按照圆锥塞尺整数标尺标记用一组量块依次和量块附件组合成内尺寸，将圆锥塞尺放入组合的内尺寸中，使圆锥塞尺的测量面与量块附件的侧块接触，并使圆锥塞尺被测截面与侧块的接触面保持垂直，测量读数作为该校准点的示值。圆锥塞尺的示值与相应量块标称值之差即为该测量点的示值误差，按公式（1）计算：

$$\delta=L_i-L_s \quad (1)$$

式中：

$\delta$ ——圆锥塞尺校准点示值误差，mm；

$L_i$ ——圆锥塞尺校准点示值，mm；

$L_s$ ——量块的标称值，mm。

## 7 校准结果表达

校准后的圆锥塞尺出具校准证书。校准证书内容及推荐的内页格式见附录 A，圆锥尺示值误差的测量结果不确定度评定见附录 B。

## 8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由圆锥塞尺的使用情况、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，建议复校时间间隔为 1 年。

## 附录 A

### 校准证书内容及内页格式

#### A.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；
- 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) 被校对象的主要信息（仪器名称、规格型号、设备编号、生产厂家）；
- 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) 校准所依据的技术文件（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(温度；相对湿度)；
- 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须有校准人员、核验人员及批准人的签名；
- 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。

A.2 推荐的校准证书内页格式见表 A.1。

表 A.1 校准证书内页格式

证书编号：

序号	校准项目	校准结果
1	标尺标记的宽度和宽度差	
2	测量面的表面粗糙度	
3	测量面的母线直线度	
4	示值误差	

---

## 附录 B

## 圆锥塞尺示值误差的测量结果不确定度评定

## B.1 测量方法

按 6.4 的校准方法对圆锥塞尺的示值误差进行测量。下面以分度值为 0.1 mm, 直径尺寸为 (1~15) mm 的圆锥塞尺为例, 对圆锥塞尺示值误差的测量结果不确定度进行评定。

## B.2 测量模型

$$\delta = L_i - L_s \quad (\text{B.1})$$

式中:

$\delta$  ——示值误差, mm;

$L_i$  ——圆锥塞尺的读数值, mm;

$L_s$  ——量块的标称值, mm。

考虑到温度偏离 20℃ 时, 线膨胀系数及温度差的影响, 上述公式转化为如下形式:

$$\delta = L_{i0} - L_{s0} + L_{i0} \cdot \alpha_i \cdot \Delta t_i - L_{s0} \cdot \alpha_s \cdot \Delta t_s \quad (\text{B.2})$$

式中:

$\delta$  ——示值误差, mm;

$L_{i0}$  ——圆锥塞尺的示值 (20℃ 条件下), mm;

$L_{s0}$  ——量块的标称值 (20℃ 条件下), mm;

$\alpha_i, \alpha_s$  ——分别为圆锥塞尺和量块的线膨胀系数,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;

$\Delta t_i, \Delta t_s$  ——分别为圆锥塞尺和量块偏离温度 20℃ 时的数值,  $^{\circ}\text{C}$ 。

$$\text{令 } \delta_\alpha = \alpha_i - \alpha_s; \quad \delta_t = \Delta t_i - \Delta t_s$$

$$\text{取 } L \approx L_{i0} \approx L_{s0}; \quad \alpha \approx \alpha_i \approx \alpha_s; \quad \Delta t \approx \Delta t_i \approx \Delta t_s$$

得:

$$\delta_i = L_{i0} - L_{s0} + L \cdot \Delta t \cdot \delta_\alpha + L \cdot \alpha \cdot \delta_t \quad (\text{B.3})$$

## B.3 方差和灵敏系数

由公式 (C.3) 可以看出, 各变量之间彼此独立, 依据  $u_c^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i}\right)^2 \cdot u^2(x_i)$  得:

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

式中:

$$c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial L_{i0}} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial L_{s0}} = -1; \quad c_3 = \frac{\partial \delta}{\partial \Delta t} = L \cdot \alpha; \quad c_4 = \frac{\partial \delta}{\partial \delta_t} = L \cdot \alpha$$

## B.4 测量不确定度来源

### B.4.1 测量重复性或估读误差 $u_1$

### B.4.2 量块的长度偏差 $u_2$

### B.4.3 圆锥塞尺和量块的线膨胀系数差 $u_3$

### B.4.4 圆锥塞尺和量块的温度差 $u_4$

## B.5 标准不确定度评定

### B.5.1 测量重复性或估读误差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 $u_{11}$

分度值为 0.1mm，直径测量范围（1~15）mm 的圆锥塞尺，对其 10mm 点重复测量 10 次，根据实验数据，由贝塞尔公式得实验标准偏差  $s = 5.2 \mu\text{m}$ 。实际测量以单次测量作为测量结果，则：

$$u_{11} = \frac{5.2}{\sqrt{3}} = 3.0 \mu\text{m}$$

#### B.5.1.2 估读误差引入的标准不确定度分量 $u_{12}$

圆锥塞尺的分度值为 0.1mm，在实际测量中估读到其分度值的 1/10，其区间半宽为 0.005mm，服从均匀分布，则：

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

测量重复性引入的标准不确定度分量和估读误差引入的标准不确定度分量取较大的，则：

$$u_1 = 3.0 \mu\text{m}$$

### 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  $\Delta l = 0.8 \mu\text{m} + 16 \times 10^{-6} l_n$ ，符合两点分布， $k=1$ ，则：

$$L=10\text{mm 时}, u_2=0.96 \mu\text{m}$$

### B.5.3 圆锥塞尺和量块的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  $\delta_a$  的界限为  $\pm 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ，服从三角分布， $k = \sqrt{6}$ ， $\Delta t = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$ ， $L = 10 \text{ mm}$  时则：

$$u_3 = 1 \cdot \Delta t \frac{\delta_a}{\sqrt{6}} = 10 \times 10^3 \times 4 \text{ } ^\circ\text{C} \times \frac{2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}} = 0.032 \mu\text{m}$$

B.5.4 圆锥塞尺和量块的温度差引入的标准不确定度分量  $u_4$ 

圆锥塞尺和量块之间存在温度差，等概率落在区间 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 内任何处。其区间半宽为 $0.5^\circ\text{C}$ ，均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ， $\alpha = 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ ， $L = 10 \text{ mm}$  时则：

$$u_4 = l \cdot \alpha \frac{\delta_t}{\sqrt{3}} = 10 \times 10^3 \times 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1} \times \frac{0.5^\circ\text{C}}{\sqrt{3}} = 0.033 \mu\text{m}$$

B.6 合成标准不确定度  $u_c$ 

表 B.1 不确定度汇总表

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)$ $\mu\text{m}$
$u_1$	测量重复性	$3.0 \mu\text{m}$	1	3.0
	估读误差	$2.9 \mu\text{m}$		
$u_2$	量块的长度偏差	$0.96 \mu\text{m}$	-1	0.96
$u_3$	圆锥塞尺和量块的线膨胀系数差	$\frac{2 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}}{\sqrt{6}}$	$L \cdot \Delta t = 10 \times 10^3 \mu\text{m} \times 4^\circ\text{C}$	0.032
$u_4$	圆锥塞尺和量块的温度差	$\frac{0.5^\circ\text{C}}{\sqrt{2}}$	$L \cdot \alpha = 10 \times 10^3 \mu\text{m} \times 11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$	0.033

$$\begin{aligned} u_c^2 &= c_1^2 \cdot u_1^2 + c_2^2 \cdot u_2^2 + c_3^2 \cdot u_3^2 + c_4^2 \cdot u_4^2 \\ &= u_1^2 + u_2^2 + (L \cdot \Delta t)^2 \cdot u_3^2 + (L \cdot \alpha)^2 \cdot u_4^2 \end{aligned}$$

$$L = 10 \text{ mm 时, } u_c = \sqrt{3.0^2 + 0.96^2 + 0.032^2 + 0.033^2} = 3.2 \mu\text{m}$$

## B.7 扩展不确定度

取包含因子  $k = 2$ ， $L = 10 \text{ mm}$  时， $U = k \times u_c = 2 \times 3.2 = 6.4 \mu\text{m}$