



天津市地方计量技术规范

JJF (津) 3034-2024

标距仪校准规范

Calibration Specification for Gauge Length Instrument

2024-05-16 发布

2024-07-01 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

标距仪校准规范

Calibration Specification for
Gauge Length Instrument

JJF(津) 3034-2024

归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：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

北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：天津奥特莱科技有限公司

本规范主要起草人：

刘红光（天津市计量监督检测科学研究院）

陈晓宁（河北省计量监督检测研究院）

张 博（北京市计量检测科学研究院）

陈 洁（天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

路瑞军（天津市计量监督检测科学研究院）

李 青（天津市计量监督检测科学研究院）

李元耀（天津市计量监督检测科学研究院）

来翌康（天津奥特莱科技有限公司）

目 录

引 言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和定义	(1)
3.1 标距	(1)
3.2 相邻标距	(1)
3.3 最大标距	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(2)
5.1 标距误差	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测量标准及技术要求	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 标距误差	(3)
8 校准结果的表达	(4)
9 复校时间间隔	(4)
附录 A 标距仪任意标距误差测量结果的不确定度评定	(5)
附录 B 标距仪最大标距误差测量结果的不确定度评定	(8)

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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本技术规范作为京津冀共建规范，为首次发布。

标距仪校准规范

1 范围

本规范适用于标距仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

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 术语和计量单位

下列术语和定义适用于本规范。

3.1 标距 gauge length

标距仪打点或划线后，试样表面标记中心的距离。

3.2 相邻标距 adjacent gauge length

标距仪打点或划线后，试样表面最近两个标记中心的距离。

3.3 最大标距 the biggest gauge length

标距仪打点或划线后，试样表面第一个标记中心到最后一个标记中心的距离。

4 概述

标距仪又被称为标距打点机或标距划线机，是用于金属材料拉伸试验时，对金属试样进行等分标注的仪器，其工作原理是将金属试样通过定位机构紧固后，运用激光打标或打标针冲击打标的方式对试样表面进行标记。按照工作原理分为激光式标距仪、电动式标距仪和手动式标距仪，图1为标距仪外观结构示意图。

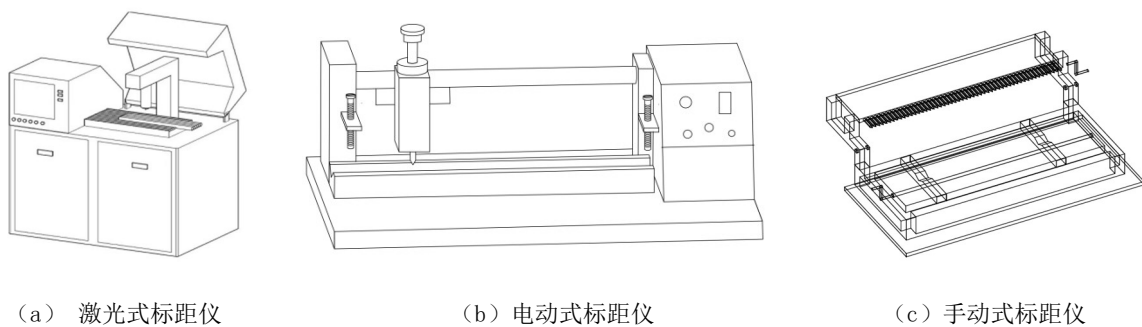


图1 标距仪外观结构示意图

5 计量特性

5.1 标距误差

包括任意标距误差、相邻标距误差和最大标距误差。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度： $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ；湿度 $\leq 85\%RH$ 。

校准前，标距仪和校准用器具在室内等温平衡时间不少于 2h。

6.2 测量标准及技术要求

测量标准及技术要求见表 1。

表 1 测量标准及技术要求

测量标准	技术要求
影像类测量仪器	校准结果不确定度 $U \leq 1/4MPEV$ ；MPEV 为被校标距仪最大允许标距误差的绝对值。

注：影像类测量仪器推荐使用影像测量仪或工具显微镜，允许采用满足测量不确定度要求的其他设备进行校准。

7 校准项目和校准方法

在进行仪器校准之前，首先进行外观及功能性检查，标距仪各部件应牢固可靠；打标针表面应光滑，无残损、生锈、砂眼和变形；打标标记应清晰，无漏打、多打、拖痕和深浅不均等缺陷。标准试样应平直，具有等横截面的形状（圆形、矩形、多边形等），表面无氧化，无锈蚀，没有影响校准工作的缺陷。

7.1 标距误差

7.1.1 任意标距误差

将标准试样固定在标距仪上进行全长范围打标,在已做标记的试样上选取被测标记,用影像类测量仪器测量标记间距离,重复测量 3 次取平均测量值,按照公式 (1) 计算任意标距误差,金属试样中标距误差绝对值最大的作为测量结果。

任意标距误差的校准点应在标记范围上选取均匀分布的至少 5 个位置,任意间距也可由用户指定。当标准器的测量范围小于被测标距时,在满足测量不确定度要求的条件下,可以分段进行测量。

$$\delta = L - \bar{L} \quad (1)$$

式中:

δ ——任意标距误差, mm;

L ——被测标距的标称值, mm;

\bar{L} ——标距的测量平均值, mm。

7.1.2 相邻标距误差

按照 7.1.1 的方法,在已做标记的试样上前段、中段、后段分别随机选择 1 组相邻标记,用影像类测量仪器测量 3 组标记间距离,重复测量 3 次取平均值,3 段中标距误差绝对值最大的作为测量结果。

按照公式 (2) 计算相邻标距误差;

$$\delta_1 = L_1 - \bar{L}_1 \quad (2)$$

式中:

δ_1 ——相邻标距误差, mm;

L_1 ——相邻标距的标称值, mm;

\bar{L}_1 ——相邻标距的测量平均值, mm。

7.1.3 最大标距误差

按照 7.1.1 的方法,用影像类测量仪器测量最大的标记间距离,重复测量 3 次取平均测量值,按照公式 (3) 计算最大标距相对误差,其绝对值最大的作为测量结果。

$$\delta_2 = \frac{L_2 - \overline{L_2}}{\overline{L_2}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

δ_2 ——最大标距误差;

L_2 ——最大标距的标称值, mm;

$\overline{L_2}$ ——最大标距的测量平均值, mm。

8 校准结果的表达

经校准的标距仪出具校准证书。

校准证书内页至少应包含下列内容:

校准条件;

校准项目和校准结果;

标距误差;

标距误差的测量结果不确定度(评定方法见附录 A、B)。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由标距仪的使用情况、使用者、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

标距仪任意标距误差测量结果的不确定度评定

A.1 测量方法

以影像测量仪为例进行测量不确定度的评定。将标准试样固定在标距仪上进行全长范围打靶，在已做标记的试样上选取被测标记，重复测量 3 次取平均测量值。下面以校准标距仪 300mm 标距误差为例。

A.2 测量模型

$$\delta = L - \bar{L} \quad (\text{A.1})$$

式中：

δ ——任意标距误差，mm；

L ——被测标距的标称值，mm；

\bar{L} ——标距的测量平均值，mm。

A.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立。依不确定度传播率，由式 (A.1) 得方差：

$$u_c^2(\delta) = c_1^2 u^2(L) + c_2^2 u^2(\bar{L})$$

式中灵敏系数：

$$L \text{ 为常数, } c_1 = \frac{\partial(\delta)}{\partial(L)} = 0 \quad c_2 = \frac{\partial(\delta)}{\partial(\bar{L})} = -1$$

A.4 标准不确定度分量

标准不确定度一览表见表 A.1。

表 A.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u(\bar{L})$	测量读数不准确	10.7 μm	-1	10.7 μm
$u(\bar{L}_1)$	影像测量仪测量误差	2.6 μm		
$u(\bar{L}_2)$	温度误差	10.0 μm		
$u(\bar{L}_3)$	测量重复性	2.8 μm		

A.5 标准不确定度计算

测量读数不准确引入的标准不确定度分量包括影像测量仪测量误差、温度误差和测量重复性3项。

A.5.1 影像测量仪引入的不确定度分量 $u(\bar{L}_1)$

标距误差的校准用标准仪器为影像测量仪，最大允许误差MPE： $\pm(3.0+L/200)\mu\text{m}$ ，服从均匀分布，影像测量仪在300mm测量引入的不确定度分量为： $u(\bar{L}_1) = \frac{4.5}{\sqrt{3}}\mu\text{m} = 2.6\mu\text{m}$ 。

A.5.2 温度误差引入的标准不确定度分量 $u(\bar{L}_2)$

标距仪在标距试样过程中的环境温度为 $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ ，假设标准试样的线膨胀系数为 $11.5\times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ ，服从均匀分布，实际温度偏离标准温度引入的标准不确定度分量为：

$$u(\bar{L}_2) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{0.3\text{m}\times 5^\circ\text{C}\times 11.5\times 10^{-6}\text{C}^{-1}}{\sqrt{3}} = 10.0\mu\text{m}$$

由于影像测量仪具有温度自动补偿功能，故线膨胀系数差的影响可忽略不计。

A.5.3 测量重复性引入的不确定度分量 $u(\bar{L}_3)$

标距仪对10个标准试样进行标距，影像测量仪对300mm标距进行10组重复性测量，得到如下测量结果：

表 A.2 重复性测量表格

测量次数	1	2	3	4	5
测量值 (mm)	299.951	299.963	299.959	299.961	299.951
测量次数	6	7	8	9	10
测量值 (mm)	299.952	299.957	299.953	299.959	299.963

采用贝塞尔公式计算标准差得到 $s = 0.0048\text{mm}$ ，最终结果取3次测量平均值，测量重复性引入的不确定度分量为 $\frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0028\text{mm}$ 。

A.6 合成标准不确定度

$$u(\delta) = u(\bar{L}) = \sqrt{u^2(L_1) + u^2(L_2) + u^2(L_3)} = 10.7\mu\text{m}$$

A.7 扩展不确定度

取 $k = 2$ ，扩展不确定度为：

$$U = k \times u(\delta) = 0.022\text{mm}$$

附录 B

标距仪最大标距误差测量结果的不确定度评定

B.1 测量方法

以影像测量仪为例进行测量不确定度的评定。将标准试样固定在标距仪上进行全长范围打标，用影像测量仪测量最大标记间距离，重复测量 3 次取平均测量值，计算最大标距误差。下面以校准标距仪 350mm 全长最大标距误差为例，进行测量不确定度的评定。

B.2 测量模型

$$\delta_2 = \frac{L - \bar{L}}{\bar{L}} \times 100\% = \left(\frac{L}{\bar{L}} - 1 \right) \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中：

δ_2 ——最大标距误差；

L ——最大标距的标称值，mm；

\bar{L} ——最大标距的测量平均值，mm。

B.3 方差和灵敏系数

因为各输入量彼此独立。依不确定度传播率，由式 (B.1) 得方差：

$$u_{\text{crel}}^2(\delta_2) = c_1^2 u_{\text{rel}}^2(L) + c_2^2 u_{\text{rel}}^2(\bar{L})$$

式中灵敏系数：

$$L \text{ 为常数, } c_1 = \frac{\partial(\delta_2)}{\partial(L)} = 0 \quad c_2 = \frac{\partial(\delta_2)}{\partial(\bar{L})} = -1$$

故：

$$u_{\text{crel}}^2(\delta_2) = u_{\text{rel}}^2(L) + u_{\text{rel}}^2(\bar{L}) = u_{\text{rel}}^2(\bar{L})$$

B.4 标准不确定度分量

标准不确定度一览表见表 B.1。

表 B.1 标准不确定度一览表

标准不确定度分量 $u(x_i)$	不确定度来源	标准不确定度	c_i	$ c_i u(x_i)$
$u_{rel}(\bar{L})$	测量读数不准确	0.000035	-1	0.000035
$u_{rel}(\bar{L}_1)$	影像测量仪测量误差	0.000008		
$u_{rel}(\bar{L}_2)$	温度误差	0.000033		
$u_{rel}(\bar{L}_3)$	测量重复性	0.000008		

B.5 标准不确定度计算

测量读数不准确引入的标准不确定度分量包括影像测量仪测量误差、温度误差和测量重复性3项。

B.5.1 影像测量仪测量误差引入的不确定度分量 $u_{rel}(\bar{L}_1)$

最大标距误差的校准用标准器为影像测量仪，最大允许误差MPE: $\pm(3.0+L/200) \mu\text{m}$ ，服从均匀分布，影像测量仪在350mm测量引入的不确定度分量为：

$$u_{rel}(\bar{L}_1) = \frac{4.75}{350000 \times \sqrt{3}} = 0.000008$$

B.5.2 温度误差引入的标准不确定度分量 $u_{rel}(\bar{L}_2)$

标距仪在标距试样过程中的环境温度为 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，假设标准试样的线膨胀系数为 $11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$ ，服从均匀分布，实际温度偏离标准温度引入的标准不确定度分量为：

$$u(\bar{L}_2) = \frac{\Delta}{350 \times \sqrt{3}} = \frac{350 \times 5^\circ\text{C} \times 11.5 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}}{350 \times \sqrt{3}} = 0.000033$$

由于影像测量仪具有温度自动补偿功能，故线膨胀系数差的影响可忽略不计。

B.5.3 测量重复性引入的不确定度分量 $u_{rel}(\bar{L}_3)$

对标距仪350mm全长最大标距误差进行10组重复性测量，采用贝塞尔公式计算标准差得到 $s=0.0048\text{mm}$ ，最终结果取3次测量平均值，测量重复性引入的不确定度分量为：

$$\frac{s}{\sqrt{3}} = 0.0028\text{mm}$$

其相对标准不确定度为:

$$u_{rel}(\bar{L}_3) = \frac{0.0028}{350} = 0.000008$$

B.6 合成标准不确定度

$$u_{crel}(\delta_2) = u_{rel}(\bar{L}) = \sqrt{u_{rel}^2(\bar{L}_1) + u_{rel}^2(\bar{L}_2) + u_{rel}^2(\bar{L}_3)} = 0.000035$$

B.7 扩展不确定度

取 $k=2$, 扩展不确定度为:

$$U_{rel} = k \times u_{crel}(\delta_2) = 0.007\%$$
