



中华人民共和国工业和信息化部
有色金属计量技术规范

JJF (有色金属) XXX—XXXX

数字式引伸计标定器校准规范

Calibration Specification for Calibrator of Digital Extensometers

(讨论稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

数字式引伸计标定器 校准规范

Calibration Specification for

Calibrator of Digital Extensometers

JJF(有色金属)XXX-XXXX

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：西南铝业(集团)有限责任公司

参加起草单位：

本规范委托有色金属行业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

XXX（西南铝业（集团）有限责任公司）

目 录

引 言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 概述	1
4 计量特性	1
4.1 上、下心轴的同轴度	1
4.2 分辨力	1
4.3 示值误差	2
4.4 示值稳定性	2
4.5 支架刚性	2
5 校准条件	2
5.1 环境条件	2
5.2 其他条件	2
5.3 测量标准及其他设备	2
6 校准项目和校准方法	3
6.1 校准项目	3
6.2 校准方法	3
7 校准结果表达	5
8 复校时间间隔	5
附录 A 数字式引伸计标定器校准记录参考格式	6
附录 B 数字式引伸计标定器校准证书内页参考格式	7
附录 C 数字式引伸计标定器示值误差测量不确定度评定示例	8

引 言

JJF 1071 《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001 《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1 《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范主要参考了JJF1096-2002 《引伸计标定器校准规范》、JJG762-2007 《引伸计》、ASTM E83 《引伸计系统检定和分级的标准规程》、ISO 9513 《金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定》的技术内容。

本规范为首次发布。

数字式引伸计标定器校准规范

1 范围

本规范适用于数字式引伸计标定器（以下简称标定器）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF1096-2002 引伸计标定器校准规范

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

标定器是用于对被标定的引伸计给出标准位移量的仪器。它由位移调节装置、能够准确地测量沿心轴轴向位移量变化的位移测量装置、两个同轴的心轴、刚性支架等组成。其结构示意图见图1所示。

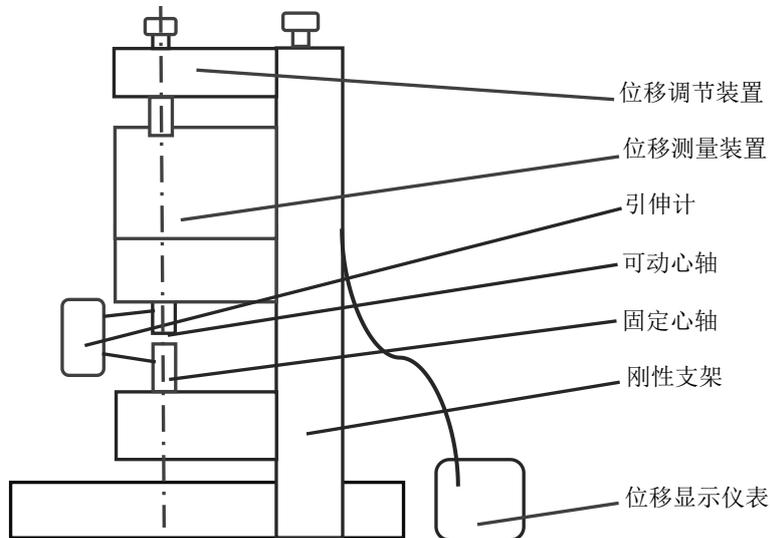


图1 标定器结构示意图

4 计量特性

4.1 上、下心轴的同轴度

标定器上、下心轴的同轴度不超过 $\Phi 0.1\text{ mm}$ 。

4.2 分辨力

标定器测量装置的分辨力不超过表1中绝对误差值的1/2。

4.3 示值误差

标定器示值误差不超过表1规定的最大允许值。

表1 示值的最大允许误差

被校引伸计级别	绝对误差/ μm	相对误差/%
0.2 级	± 0.2	± 0.06
0.5 级	± 0.5	± 0.15
1 级	± 1.0	± 0.3
2 级	± 2.0	± 0.6

注：
1、示值绝对误差在校准范围不超过 1/3mm 时采用。
2、示值相对误差在校准范围超过1/3mm时采用。

4.4 示值稳定性

示值稳定性在1h内不超过表1中的绝对误差值。

4.5 支架刚性

上支架受到1 N的垂向力时，标定器位移变化量不超过0.1 μm 。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准环境条件见表2。

表2 校准环境条件

实验室温度/ $^{\circ}\text{C}$	实验室湿度/(%RH)	室温变化/($^{\circ}\text{C}/\text{h}$)	校准前标定器在室内等待时间h
20 ± 1	≤ 80	≤ 0.5	> 24

5.2 其他条件

4.1.1 标定器应有铭牌，铭牌上应标明标定器名称、型号、编号、制造厂名称等信息。

4.1.2 标定器各活动部分应正常、灵活地工作，不应有卡阻现象。

4.1.3 标定器测量装置显示部分应清晰，稳定可靠。

5.3 测量标准及其他设备

测量标准及其他设备的技术要求见表3。

表 3 测量标准及其他设备技术要求

序号	测量标准或其他设备	技术要求	用途	备注
1	刀口形直尺	75mm, 最大允许误差: $1.0 \mu\text{m}$	校准上、下心轴的同轴度	---
2	塞尺	测量范围: $(0.02 \sim 1.00) \text{mm}$, 最大允许误差: $\pm(0.005 \sim 0.016) \text{mm}$		
3	激光干涉仪	位移测量最大允许误差: $\pm(0.03+0.5L) \mu\text{m}$, L-测量长度, 单位: m	校准示值误差	---
4	电子秒表	分度值: 0.1s, 测量范围不小于: $(0 \sim 3600) \text{s}$, 最大允许误差: $\pm 0.10\text{s}$	校准示值稳定性	---
5	砝码	100g, M ₁ 等级	校准支架刚性	---

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

上、下心轴的同轴度、分辨力、示值误差、示值稳定性、支架刚性。

6.2 校准方法

6.2.1 上、下心轴的同轴度

调整上、下心轴到合适位置, 将刀口形直尺测量边沿轴线方向紧靠在固定心轴上, 用塞尺测量出刀口形直尺与可动心轴的最大间隙值。以该值的2倍作为校准结果。

6.2.2 分辨力

目力观察。

6.2.3 示值误差

6.2.3.1 校准范围、校准点间校准间隔的选取

在选定的校准范围内, 按最大校准点 E_{\max} 与最小校准点 E_{\min} 之比应为5倍至10倍的原则选取各校准点。即:

$$5 \leq E_{\max}/E_{\min} \leq 10$$

按上述原则, 校准点间校准间隔的选取示例见表4。

表4 校准点间校准间隔的选取示例

mm

校准范围	校准间隔
(0~0.1]	0.01/0.02
(0~0.5]	0.05/0.1
(0~1.0]	0.1/0.2
(1~5]	0.5/1.0
(5~50]	5

6.2.3.2 示值校准

6.2.3.2.1 将激光干涉仪反射镜安装在被校标定器可动心轴上，调整好干涉镜的位置，激光干涉仪通过反射镜的位置变化量测量可动心轴的移动位移量。

6.2.3.2.2 调节标定器可动心轴位移调节装置，将可动心轴调节至所选校准范围的起始位置，待零点稳定后，对标定器、激光干涉仪指示装置同时清零。按所选校准点间隔，以正向递增或反向递减方式将可动心轴移动至各校准点，当激光干涉仪示值偏离校准点±0.1 μm以内，读取各校准点激光干涉仪与标定器示值。

6.2.3.3 数据处理

对不超过1/3mm的校准点，按公式（1）计算各校准点示值绝对误差Δ：

$$\Delta = L - L_b \quad (1)$$

式中：

L ——标定器示值，mm；

L_b ——激光干涉仪示值，mm。

对超过1/3mm的校准点，按公式（2）计算各校准点示值相对误差 δ ：

$$\delta = \frac{L - L_b}{l} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

l ——校准点标称值，mm

最后，取同方向上各校准点重复测量3次中最大差值作为该点的测量结果。

6.2.4 示值稳定性

将标定器示值调整至校准范围内任意一点，等示值稳定后记录下标定器第一次读数，然后每隔15 min记录一次读数值，连续观察1 h，取其最大与最小读数值之差作为校准结果。

6.2.5 支架刚性（引用自 JJF1096-2002）

调节标定器显示任意示值，在标定器的上支架上挂吊100 g砝码，仪表的示值变化量即为校准结果。

7 校准结果表达

经校准的标定器应出具校准证书，校准结果应在校准证书上反映，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），每页及总页数的标识；
- 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) 校准证书签发人的签名或等效标识；
- 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。

校准原始记录参考格式见附录A，校准证书（报告）参考格式见附录B。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过12个月。送校单位可根据使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

数字式引伸计标定器校准记录参考格式

送校单位		测量设备名称		测量设备编号					
制造厂		出厂日期		型号/规格					
校准所使用的主要计量标准器具									
名称	测量设备编号	测量范围/规格	技术特征	校准机构/证书编号	有效期至				
校准依据									
校准地点		环境温度	℃	环境湿度	%RH				
校准结果									
1、上、下心轴同轴度									
最大间隙 (mm)			同轴度 Φ (mm)						
2、分辨力:									
3、示值误差									
校准范围 (mm)	校准点 (mm)	第1次 (mm)		第2次 (mm)		第3次 (mm)		校准结果最大差值 (mm)	示值误差 ($\mu\text{m}/\%$)
		L	L_b	L	L_b	L	L_b		
注:									
1、校准范围不超过 1/3mm 时, 示值误差校准结果的扩展不确定度 $U= \quad \mu\text{m}, k=2$									
2、校准范围超过 1/3mm 时, 示值误差校准结果的扩展不确定度 $U_{\text{rel}}= \quad \%, k=2$ 。									
4、示值稳定性									
仪器示值 (mm)					示值最大差值 (mm)		示值稳定性 (μm)		
0min	15min	30min	45min	60min					
5、支架刚性									
1N 垂向力时仪器示值变化量 (μm)									

附录 B

数字式引伸计标定器校准证书内页参考格式

校准结果

1、上、下心轴同轴度：

2、分辨力：

3、示值误差：

校准点 (mm)	示值误差 (mm/%)	扩展不确定度 $U/U_{rel}, k=2$ ($\mu\text{m}/\%$)

4、示值稳定性：

5、支架刚性：

附录 C

数字式引伸计标定器示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 被校对象

标定器，分辨力为 $0.01\ \mu\text{m}$ 。

C.1.2 测量标准

激光干涉仪：分辨力为 $0.001\ \mu\text{m}$ ，最大允许误差为 $\pm(0.03+0.5L)\ \mu\text{m}$ ， L -测量长度，单位： m 。

C.1.3 校准方法

见本规范6.2.3，对标定器 $0.1\ \text{mm}$ 校准点示值误差进行校准。

C.1.4 测量环境

温度 $(20\pm 1)\ ^\circ\text{C}$ ；相对湿度 $\leq 80\%$ ；室温变化 $\leq 0.5\ ^\circ\text{C}/\text{h}$ 。

C.2 测量模型和灵敏系数

示值误差测量模型见公式C.1：

$$\Delta = L - L_b \quad (\text{C.1})$$

式中：

Δ ——示值绝对误差， mm ；

L ——标定器示值， mm ；

L_b ——激光干涉仪示值， mm 。

方差为：

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2$$

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta}{\partial L} = 1; \quad c_2 = \frac{\partial \Delta}{\partial L_b} = -1$$

则其不确定度为：

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2$$

C.3 测量不确定度的来源分析

测量重复性引入的标准不确定度 u_1 、激光干涉仪位移示值误差引入的标准不确定度 u_2 、标定器的分辨力引入的标准不确定度 u_3 、激光干涉仪的分辨力引入的标准不确定度 u_4 。

C.4 测量不确定度评定

C.4.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_1

通过连续重复测量得到测量数据，使用激光干涉仪对0.1 mm校准点重复测量10次，示值误差测量数据见表C.1。

表 C.1 重复性测量结果

校准点 (mm)	测量结果 (μm)										平均值 (μm)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0.1	0.00	0.06	0.02	0.06	0.03	0.06	0.04	0.03	-0.01	0.05	0.034

以上测量结果按照贝塞尔法计算其标准偏差。则实验标准偏差为：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 0.024 \mu\text{m}$$

由于在实际校准过程中，采用3次数据的最大差值作为校准结果，则测量重复性引入的不确定度 u_1 为：

$$u_1 = s = 0.024 \mu\text{m}$$

C.4.2 激光干涉仪位移示值误差引入的标准不确定度 u_2

在标准条件下，激光干涉仪在位移测量中，其示值最大允许误差为： $\pm (0.03+0.5L)$ μm 。其中。 L 为测量位移，单位： m 。

在0.1mm校准点，干涉镜与反射镜间的距离约为50 mm，激光干涉仪的最大允许误差为： $\pm (0.03+0.5 \times 0.05) \mu\text{m} = \pm 0.055 \mu\text{m}$ ，区间半宽为 $a=0.055 \mu\text{m}$ ，服从均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，因此：

$$u_2 = \frac{a}{k} = \frac{0.055 \mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.032 \mu\text{m}$$

C.4.3 标定器的分辨力引入的标准不确定度 u_3

由于标定器的分辨力为 $0.01 \mu\text{m}$ ，其区间半宽为 $a=0.005 \mu\text{m}$ ，服从均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，

因此，由标定器的分辨力引入的标准不确定度为：

$$u_3 = \frac{a}{k} = \frac{0.005\mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.0029\mu\text{m}$$

C.4.4 激光干涉仪的分辨力引入的标准不确定度 u_4

由于激光干涉仪的分辨力为 $0.001\mu\text{m}$ ，其区间半宽为 $a=0.0005\mu\text{m}$ ，服从均匀分布，取 $k=\sqrt{3}$ ，因此，由激光干涉仪的分辨力引入的标准不确定度为：

$$u_4 = \frac{a}{k} = \frac{0.0005\mu\text{m}}{\sqrt{3}} = 0.00029\mu\text{m}$$

C.5 合成标准不确定度计算

C.5.1 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量一览表见表 C.3。

表 C.3 标准不确定度分量一览表

标准不确定度分量 $u_i(x)$	不确定度来源	标准不确定度值 (μm)	$ c_i \cdot u_i(x)$ (μm)
u_1	测量重复性	0.024	0.024
u_2	激光干涉仪示值误差	0.032	0.032
u_3	标定器的分辨力	0.0029	0.0029
u_4	激光干涉仪的分辨力	0.00029	0.00029

C.5.2 合成标准不确定度的计算

由于测量重复性引入的标准不确定度大于标定器与激光干涉仪分辨力引入的标准不确定度，取大值。因此：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.04\mu\text{m}$$

C.6 扩展不确定度计算

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度：

$$U = ku_c = 2 \times 0.04\mu\text{m} = 0.08\mu\text{m}$$