

天津市地方计量技术规范

JJF(津)167-2026

拉伸试验机大变形引伸计校准规范

Calibration Specification for Large Deformation Extensometer

Used in Tensile Testing Machine

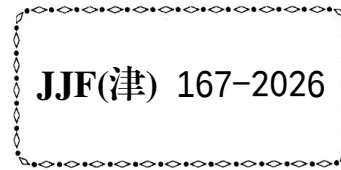
2026-06-15发布

2026-09-15实施

天津市市场监督管理委员会 发布

拉伸试验机大变形引伸计 校准规范

Calibration Specification for
Vibrating Table for Concrete Test



归口单位：天津市市场监督管理委员会

主要起草单位：天津市交通科学研究院

天津交科检测科技有限公司

天津市交通运输综合行政执法总队工程质量安全支队

参加起草单位：湖北弘睿鼎检测技术有限公司

本规范委托天津市交通科学研究院负责解释

本规范主要起草人：

陈 光（天津交科检测科技有限公司）

战蕾宇（天津市交通科学研究院）

姜翰臣（天津交科检测科技有限公司）

高 权（天津市交通运输综合行政执法总队工程质量安全支队）

高 静（天津市交通运输综合行政执法总队工程质量安全支队）

参加起草人：

李玉波（天津交科检测科技有限公司）

户伟华（天津交科检测科技有限公司）

姜建楠（天津交科检测科技有限公司）

王思丹（天津市交通科学研究院）

王新欢（湖北弘睿鼎检测技术有限公司）

目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(1)
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 校准项目及校准方法.....	(2)
6.1 外观检查.....	(2)
6.2 标距.....	(2)
6.3 相对分辨力.....	(3)
6.4 示值误差.....	(3)
6.5 进回程示值误差.....	(5)
7 校准结果表达.....	(5)
8 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 拉伸试验机大变形引伸计校准记录参考格式.....	(7)
附录 B 校准证书内页格式.....	(9)
附录 C 拉伸试验机大变形引伸计示值误差测量不确定度评定示例.....	(10)
附录 D 大变形引伸计专用校准装置结构示意图.....	(15)

引 言

本规范以 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》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》为基础性系列规范进行编写。

本规范的制定参考了 GB/T 12160-2019《金属材料 单轴试验用引伸计系统的标定》、JJG 139-2014《拉力、压力和万能试验机检定规程》、JJG 475-2008《电子式万能试验机检定规程》。

本规范为首次发布。

拉伸试验机大变形引伸计校准规范

1 范围

本规范适用于拉伸试验机中 0.2 级及以下、量程不小于 50mm 的大变形引伸计的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 762-2007 《引伸计》

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

拉伸试验机大变形引伸计（以下简称“引伸计”）是用于测量橡胶、塑料等高延性材料拉伸时大幅变形量的专用精密设备。在对所夹持试样进行拉伸时，引伸计能够实时采集试样的机械位移，并将机械位移进行信号转化，最终输出试样变形值。引伸计主要由显示器、底座，测量架，导向杆，位移传感器，滑动部分，上、下夹持臂等组成。

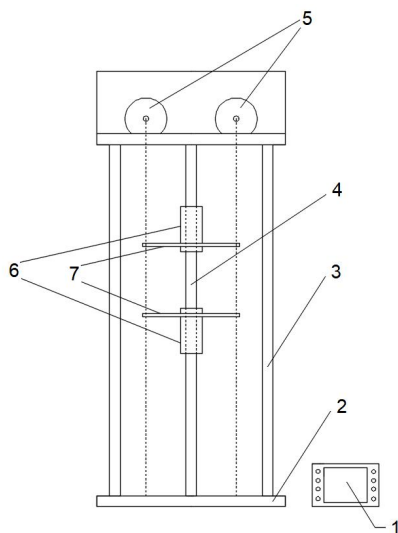


图 1 引伸计结构示意图

1—显示器；2—底座；3—测量架；4—导向杆；5—位移传感器；6—滑动部分；7—上、下夹持臂

4 计量特性

引伸计的计量特性见表 1。

表 1 引伸计计量特性

引伸计准确度等级	标距相对误差 (%)	相对分辨力 (%)	示值相对误差 (%)	进回程示值相对误差 (%)
0.2	± 0.2	0.10	± 0.20	± 0.30
0.5	± 0.5	0.25	± 0.50	± 0.75
1	± 1.0	0.5	± 1.0	± 1.5
2	± 2.0	1.0	± 2.0	± 3.0

注：上述计量特性不用于合格性判定，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%，校准时的温度应稳定，温度变化不应超过 2°C ，引伸计和大变形引伸计专用校准装置（以下简称“校准装置”）应在同一室温放置不少于 1h 的时间，待温度平衡后再进行校准。

5.2 测量标准及其他设备

表 2 测量标准及其技术要求

序号	标准器具	技术指标	校准项目
1	通用卡尺	最大允许误差不大于引伸计标距最大允许误差的 1/4	标距
2	大变形引伸计专用校准装置	MPE: $\pm 0.05\%$	示值相对误差
			进回程示值相对误差

注：1. 允许使用满足测量不确定度要求的其他测量器具。

2. 大变形引伸计专用校准装置结构示意图见附录 D。

6 校准项目及校准方法

6.1 外观检查

6.1.1 首先检查外观，确定没有影响计量特性的因素后方可进行相应的校准。

6.1.2 引伸计及其附件不应有明显的机械损伤，刀刃、轴尖等设定标距的结构不应有明显磨损，上、下夹持臂能够平滑移动，导轨滑动平稳且无振动及爬行现象，指示装置和测量机构不应有影响测量结果的缺陷。

6.2 标距

对于可直接测定标距的引伸计,测量时应在完成安装的准备工作后,直接测定其标距。不能直接测量时,可将引伸计安装在软金属试样上,测量引伸计刀刃或轴尖在试样留下印痕间的距离。每个标距均测量3次。

引伸计标距相对误差按公式(1)计算。

$$q_{L_e} = \frac{L'_e - L_e}{L_e} \times 100\% \quad (1)$$

式中:

q_{L_e} —引伸计标距相对误差, %;

L'_e —引伸计标距的测量值, mm;

L_e —引伸计标距的标准值, mm。

当引伸计具有多个标距时,应分别对每个标距进行校准。

6.3 相对分辨力

引伸计的相对分辨力按公式(2)计算。

$$a = \frac{r}{D_L} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

a —相对分辨力, %;

r —引伸计的分辨力, mm;

D_L —引伸计的测量范围下限值, mm。

引伸计的测量范围的下限值应根据使用说明书确定。

6.4 示值相对误差

6.4.1 校准装置的安装

6.4.1.1 将校准装置底座吸附于试验机机座上,使用标准检测试棒调节校准装置中动测头与静测头,使其保持同轴。

6.4.1.2 将引伸计的上、下夹持臂分别夹持到动测头与静测头的标准检测试棒上,将引伸计和校准装置的数值清零。

6.4.1.3 使用校准装置对引伸计至少预加对应于该引伸计测量范围的两次位移,检查其回零正常后,将引伸计重新调零。

6.4.1.4 在引伸计测量范围内均匀选择 10 个校准点,校准点必须包含测量范围上、下限值,其余校准点可根据客户要求或校准需求确定。

6.4.2 示值相对误差的校准

6.4.2.1 上夹持臂示值相对误差的校准

6.4.2.1.1 固定校准装置静测头,移动校准装置动测头,对引伸计逐点施加递增位移,直至最后一个校准点测量完毕,返回零位。断开引伸计上、下夹持臂与校准装置的连接,再重新夹持到动测头与静测头的标准检测试棒上。

6.4.2.1.2 按照6.4.2.1.1步骤重复测量3次,每次测量前将引伸计和校准装置的数值清零。计算每个校准点三次测量的算术平均值,并按公式(3)计算示值相对误差。

$$q_{\pm} = \frac{\overline{L_{\pm}} - L_{\pm}}{L_{\pm}} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

$q_{\pm}$ —引伸计上夹持臂各校准点的示值相对误差, %;

$\overline{L_{\pm}}$ —对同一校准点,上夹持臂移动时被校引伸计三次位移测量的平均值, mm;

$L_{\pm}$ —上夹持臂移动时,校准装置提供的各校准点的标准值, mm。

6.4.2.2 下夹持臂示值相对误差的校准

6.4.2.2.1 将校准装置静测头拆卸,安装至动测头上方,使用标准检测试棒再次调节动测头与静测头,使其保持同轴。

6.4.2.2.2 将引伸计的上夹持臂夹持于静测头的标准检测试棒上,下夹持臂夹持于动测头的标准检测试棒上,将引伸计和校准装置的数值清零。

6.4.2.2.3 按照6.4.2.1步骤进行下夹持臂示值相对误差的校准,并按公式(4)计算示值相对误差。

$$q_{\text{下}} = \frac{\overline{L_{\text{下}}} - L_{\text{下}}}{L_{\text{下}}} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

$q_{\text{下}}$ —引伸计下夹持臂各校准点的示值相对误差，%；

$\overline{L_{\text{下}}}$ —对同一校准点，下夹持臂移动时被校引伸计三次位移测量的平均值，mm；

$L_{\text{下}}$ —下夹持臂移动时，校准装置提供的各校准点的标准值，mm。

6.4.2.3 示值相对误差

对同一校准点，取上、下夹持臂示值相对误差中绝对值最大的代数值，作为引伸计该校准点的示值相对误差。

6.5 进回程示值相对误差

6.5.1 在进行 6.4.2 规定的每组测量的过程中，应先从零位以进程逐点施加到测量范围的最大位移，再以回程逐点返回到零位。每次返回零位后，需断开引伸计上、下夹持臂与校准装置的连接，再重新夹持到动测头与静测头的标准检测棒上。

6.5.2 重复测量3次，按公式（5）计算进回程示值相对误差。

$$\delta = \frac{\overline{D_r} - \overline{D_d}}{L} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

δ —引伸计示值进回程相对误差，%；

$\overline{D_r}$ —对同一校准点，被校引伸计三次回程位移测量的平均值，mm；

$\overline{D_d}$ —对同一校准点，被校引伸计三次进程位移测量的平均值，mm；

L —校准装置提供的各校准点的标准值，mm。

6.5.3 对同一校准点，取上、下夹持臂进回程示值相对误差中绝对值最大的代数值，作为引伸计各校准点的进回程示值相对误差。

7 校准结果表达

校准证书内容应至少包括以下内容：

- 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或应用有关时, 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) 校准证书和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。

8 复校时间间隔

建议引伸计的复校时间间隔不超过 12 个月。

由于复校时间间隔是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定, 因此使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

拉伸试验机大变形引伸计校准校准记录参考格式

证书编号：_____

控制编号：_____

样品信息	委托单位										
	样品名称					出厂编号					
	型号/规格					生产厂家					
	样品接收时间		年 月 日			样品来源		□送样□现场□其他			
	校准依据		JJF (津) XX—20XX 《拉伸试验机大变形引伸计校准规范》								
校准用标准器信息											
名称	型号规格	出厂编号	测量范围	生产厂家	不确定度/准确度等级/最大允许误差	计量器具证书编号	有效期至	溯源机构			
环境条件	测量地点										
	测量时间		年 月 日			温度(℃)					
	其 他					湿度(%RH)					
校准项目		外观	标距误差 (%)						相对分辨力 (%)		
			标称值	1	2	3					
校准结果											
上夹持臂示值校准											
标准位移值 (mm)	测量值 (mm)								相对误差 (%)	进回程相对误差 (%)	$U_{rel}, k=2$
	进程				回程						
	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值			

第 页 共 页

附录 B

校准证书内页格式

校准项目		校准结果		
外观检查				
相对分辨力				
标距	标称值（mm）			
	示值误差（%）			
校准点（mm）		示值误差（%）	进回程示值误差（%）	$U_{rel}, k=2$

附录 C

拉伸试验机大变形引伸计示值误差测量不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 测量标准

大变形引伸计专用校准装置（以下简称“校准装置”）；MPE：±0.05%。

C.1.2 环境条件

环境温度：(23±5)℃；相对湿度不大于 80%。

C.1.3 测量对象

拉伸试验机大变形引伸计（以下简称“引伸计”）。

C.1.4 测量过程

按照校准规范要求，用校准装置对引伸计示值进行 3 次测量，取平均值作为测量结果，根据公式计算示值误差。

C.2 拉伸试验机大变形引伸计的不确定度评定分析

C.2.1 测量模型

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

式中：

δ —引伸计的示值误差，%；

$\bar{L}$ —对同一校准点，被校引伸计三次位移测量的平均值，mm；

L —递增测量时，校准装置提供的各校准点的标准值，mm。

C.2.2 方差和灵敏系数

由于 $f(\bar{L}, L)$ 中的 $\bar{L}$ ， L 互不相关，故其合成估计方差为：

$$u_c^2 = c_1^2 u^2(\bar{L}) + c_2^2 u^2(L) \quad (\text{C.2})$$

$$\bar{L} \text{ 的灵敏系数: } c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial \bar{L}} = 1; \quad L \text{ 的灵敏系数: } c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial L} = -1。$$

C.2.3 标准不确定度评定

C.2.3.1 重复性分量的标准不确定度 u_1 （按 A 类方法进行评定）

由于实测过程中取被校引伸计三次测量结果的平均值参与示值误差计算,故实测值重复性引入了不确定度。在相同条件下对被校设备的多个测量点进行 10 次重复测量。

由测量数据计算单次实验标准偏差为:

$$S(\bar{x}) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \quad (\text{C.3})$$

实际工作时以 3 次测量的算术平均值作为校准结果,故实测值重复性引入的标准不确定度分量为:

$$u_1 = \frac{S(\bar{x})}{\sqrt{n}} \quad (\text{C.4})$$

测量数据及计算结果见表 C.1。

表 C.1 被校引伸计重复测量数据

mm

校准点 序号	25	50	100	200	500	800	1000
1	25.005	50.012	100.018	200.024	500.042	800.062	1000.095
2	25.004	50.008	100.022	200.032	500.048	800.073	1000.102
3	25.004	50.007	100.016	200.036	500.055	800.065	1000.111
4	25.003	50.010	100.017	200.033	500.042	800.071	1000.095
5	25.002	50.012	100.018	200.031	500.038	800.075	1000.084
6	25.003	50.011	100.019	200.028	500.035	800.082	1000.096
7	25.004	50.008	100.018	200.029	500.041	800.071	1000.082
8	25.005	50.009	100.015	200.027	500.039	800.092	1000.105
9	25.006	50.007	100.013	200.025	500.045	800.095	1000.115
10	25.004	50.011	100.016	200.032	500.055	800.089	1000.118
平均值	25.004	50.010	100.017	200.030	500.044	800.078	1000.100
$S(\bar{x})$	0.001	0.002	0.002	0.004	0.007	0.011	0.012
u_1	0.0006	0.0012	0.0012	0.0023	0.0040	0.0063	0.0069

C.2.3.2 校准装置引入的标准不确定度 u_2 (按 B 类方法进行评定)

校准装置的最大允许误差为 $\pm 0.05\%$, 在测量点为 a 时, 其最大允许误差为 $\pm a \times 0.05\%$, 按均匀分布处理, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则校准装置引入的不确定度分量 u_2 计算如下:

$$u_2 = \frac{x_2}{k} \quad (\text{C.5})$$

表 C.2 u_2 的评价结果

mm

校准点	MPE	包含因子 k	u_2
25	± 0.0125	$\sqrt{3}$	0.0072

50	± 0.025		0.0144
100	± 0.05		0.0289
200	± 0.10		0.0577
500	± 0.25		0.1443
800	± 0.40		0.2309
1000	± 0.50		0.2887

C.2.3.3 材料膨胀系数差异引入的标准不确定度 u_3

校准时, 现场温度变化假设为 $\pm 2^\circ\text{C}$, 光栅尺的线热膨胀系数为 $10 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$, 引伸计的线热膨胀系数为 $11.5 \times 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$, 按均匀分布处理, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则膨胀系数差异引入的不确定度分量 u_3 计算如下:

$$u_3 = \frac{L \times |\alpha_2 - \alpha_1| \times \Delta T}{\sqrt{3}} = 1.73 \times 10^{-6} L$$

表 C.3 u_3 的评价结果

mm

校准点	包含因子 k	u_3
25	$\sqrt{3}$	0.0000
50		0.0001
100		0.0002
200		0.0004
500		0.0009
800		0.0014
1000		0.0017

C.2.3.4 温度变化引入的标准不确定度 u_4

校准时, 现场温度变化假设为 $\pm 2^\circ\text{C}$, 按均匀分布处理, 取包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则温度变化引起的不确定度分量 u_4 计算如下:

$$u_4 = L \times \alpha \times \frac{\Delta T}{\sqrt{3}} = 1.15 \times 10^{-5} L$$

表 C.4 u_4 的评价结果

mm

校准点	包含因子 k	u_4
25	$\sqrt{3}$	0.0003
50		0.0006
100		0.0012
200		0.0023
500		0.0058
800		0.0092
1000		0.0115

C.2.3.5 引伸计校准的安装和同轴状态引入的标准不确定度 u_5

大变形引伸计本身结构特点以及校准过程中连接和夹持状态存在的偏差,如引伸计与夹具重复拆装、改变引伸计与校准装置的连接件的安放位置、更换同类连接件、重新调试同轴度因素引入的不确定度量可采用实际试验数据和经验数据相结合的方法来进行评价。根据实验数据进行分析,本样品该项数值的分散性不超过 $\pm 0.03\%$ 。按均匀分布处理,取包含因子 $k = \sqrt{3}$,则复现性引入的测量不确定度如下:

$$u_5 = \frac{x_5}{\sqrt{3}} \quad (\text{C.6})$$

表 C.5 u_5 的评价结果

mm

校准点	包含因子 k	u_5
25	$\sqrt{3}$	0.0043
50		0.0087
100		0.0173
200		0.0346
500		0.0866
800		0.1386
1000		0.1732

C.2.4 合成标准不确定度 u_c

输入量 $u(\bar{L})$ 、 $u(L)$ 彼此独立不相关,故合成标准不确定度为:

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2 + u_5^2 \quad (\text{C.7})$$

表 C.6 合成标准不确定度汇总表

标准不确定度 u_i 校准点 (mm)	u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_c
25	0.0006	0.0072	0.0000	0.0003	0.0043	0.0084
50	0.0012	0.0144	0.0001	0.0006	0.0087	0.0169
100	0.0012	0.0289	0.0002	0.0012	0.0173	0.0337
200	0.0023	0.0577	0.0004	0.0023	0.0346	0.0674
500	0.0040	0.1443	0.0009	0.0058	0.0866	0.1684
800	0.0063	0.2309	0.0014	0.0092	0.1386	0.2695
1000	0.0069	0.2887	0.0017	0.0115	0.1732	0.3369

C.2.5 相对扩展不确定度 U_{rel}

取包含因子 $k=2$ ，则相对扩展不确定度为：

$$U = 2 \times u_c \quad (\text{C.8})$$

表 C.7 相对扩展不确定度汇总表

校准点 (mm)	u_c (mm)	$U, k=2$ (mm)	$U_{\text{rel}}, k=2$
25	0.0084	0.017	0.07%
50	0.0169	0.034	0.07%
100	0.0337	0.067	0.07%
200	0.0674	0.135	0.07%
500	0.1684	0.337	0.07%
800	0.2695	0.539	0.07%
1000	0.3369	0.674	0.07%

附录 D

大变形引伸计专用校准装置结构示意图

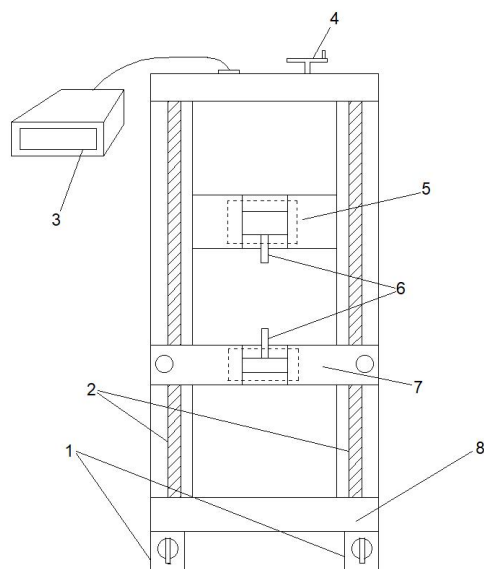


图 D. 1：大变形引伸计专用校准装置

1—磁座；2—光栅尺导轨一体装置；3—显示装置；4—测杆移动手轮；5—动测头；6—标准检测试棒；7—静测头；
8—底盘

