

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2271—2025

金属应力松弛试验机校准规范

Calibration Specification for Metallic Stress Relaxation
Testing Machines

2025-06-11 发布

2025-12-11 实施

国家市场监督管理总局 发布

金属应力松弛试验机校准规范

Calibration Specification for Metallic
Stress Relaxation Testing Machines

JJF 2271—2025

归口单位：全国公路专用计量器具计量技术委员会

起草单位：交通运输部公路科学研究所

中路高科交通检测检验认证有限公司

本规范委托全国公路专用计量器具计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘 静（交通运输部公路科学研究所）

刘 璐（交通运输部公路科学研究所）

卢达义（交通运输部公路科学研究所）

朱 静（交通运输部公路科学研究所）

高俊元（中路高科交通检测检验认证有限公司）

参加起草人：

贾学斌（中路高科交通检测检验认证有限公司）

王岐峰（中路高科交通检测检验认证有限公司）

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)
4.1 零点漂移	(1)
4.2 相对分辨力	(1)
4.3 试验机力值的各项指标	(2)
4.4 位移示值相对误差	(2)
4.5 变形示值相对误差	(2)
4.6 夹头移动速度示值相对误差	(2)
4.7 温度示值误差	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 校准设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(2)
6.1 零点漂移	(2)
6.2 相对分辨力	(2)
6.3 试验机力值的各项指标	(3)
6.4 位移示值相对误差	(4)
6.5 变形示值相对误差	(4)
6.6 夹头移动速度示值相对误差	(4)
6.7 温度示值误差	(5)
7 校准结果表达	(5)
7.1 校准记录	(5)
7.2 校准证书	(5)
7.3 校准结果不确定度评定	(5)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 金属应力松弛试验机校准记录式样	(6)
附录 B 金属应力松弛试验机校准证书信息及内页式样	(8)
附录 C 金属应力松弛试验机力值校准结果不确定度评定示例	(9)

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》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

金属应力松弛试验机校准规范

1 范围

本规范适用于金属应力松弛试验机的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件：

JJG 139 拉力、压力和万能试验机检定规程

JJG 762 引伸计检定规程

JJF 1059.1 测量不确定度评定与表示

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

金属应力松弛试验机（以下简称试验机）以机械方式对试样施加力值，用于检测金属材料室温下拉伸应力松弛性能。试验机主要由控制装置、力值测量装置、位移测量装置、温度测量装置、夹具等部分组成，如图 1 所示。

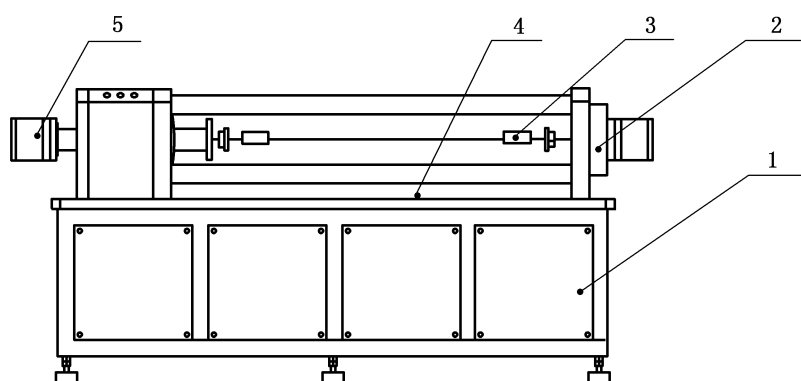


图 1 试验机结构示意图

1—控制装置；2—力值测量装置；3—位移测量装置；4—温度测量装置；5—夹具

4 计量特性

4.1 零点漂移

试验机预热时间不超过 30 min，预热后 15 min 内的零点漂移不超过 $\pm 1\%$ 。

4.2 相对分辨力

最大允许值为 0.5%。

4.3 试验机力值的各项指标

4.3.1 示值相对误差最大允许值为 $\pm 1.0\%$ 。

4.3.2 示值重复性相对误差最大允许值为 1.0% 。

4.3.3 零点相对误差最大允许值为 $\pm 0.1\%$ 。

4.4 位移示值相对误差

试验机的位移示值相对误差最大允许值为 $\pm 1\%$ 。

4.5 变形示值相对误差

试验机的变形示值相对误差最大允许值为 $\pm 1\%$ 。

4.6 夹头移动速度示值相对误差

在零试验力下，试验机夹头的移动速度示值相对误差最大允许值为 $\pm 1\%$ 。

4.7 温度示值误差

试验机的温度示值误差最大允许值为 $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 校准环境温度为 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，校准过程中温度波动不大于 $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.2 相对湿度不大于 70% 。

5.1.3 周围应无影响校准工作的振动。

5.2 校准设备

试验机校准用设备如下：

a) 标准测力仪：量程不少于 300 kN ， 0.3 级；

b) 位移标准装置：最大允许误差为 $\pm 5.0\text{ }\mu\text{m}$ ；

c) 高度尺或钢直尺：量程不少于 300 mm ，最大允许误差为 $\pm 0.1\text{ mm}$ ；

d) 秒表：分辨力为 0.1 s ；

e) 温度计：分度值为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，最大允许误差为 $\pm 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6 校准项目和校准方法

6.1 零点漂移

启动试验机，预热后，调整好零点，观察 15 min 内试验机零点示值的变化量，按式(1)计算零点漂移。

$$z = \frac{F_{\text{od}}}{F_{\text{L}}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

z ——力值测量装置的零点漂移；

F_{od} ——力值测量装置的零点示值变化量， kN ；

F_{L} ——试验力测量范围的下限值， kN ，按照 JJG 139 的规定确定。

6.2 相对分辨力

如果试验力指示装置的示值变动不大于一个增量，则认为其分辨力为一个增量。如果示值变动大于一个增量，则应认为分辨力等于变动范围的一半加上一个增量。启动试

验机，读取试验力的分辨力，按式（2）计算相对分辨力。

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

式中：

a ——力值测量装置的相对分辨力；

r ——力值测量装置的分辨力，kN。

6.3 试验机力值的各项指标

6.3.1 测量步骤

a) 在试验机上安装标准测力仪时，尽量保证拉向力通过标准测力仪的受力轴线，应使任何弯曲效应减至最低程度。

b) 标准测力仪应放置足够的时间使其达到稳定的温度，在每次校准操作过程中，温度应稳定在 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内，必要时，应对力值读数进行温度修正。

c) 在开始校准前，试验机连同安装好的标准测力仪应至少施加3次最大试验力，然后应以递增力进行3组测量。每组测量应至少有5个力值点，并在每个校准范围的2%~100%范围内近似等间隔分布。

d) 每组测量前应调整零点，零点读数应在力完全卸除约30 s后读取。

6.3.2 结果计算

6.3.2.1 示值相对误差

按照式（3）、式（4）计算试验力示值相对误差。

$$\delta = \frac{\sum_{i=1}^3 \delta_i}{3} \quad (3)$$

式中：

δ ——试验力示值相对误差；

δ_i ——试验机测得力值第*i*次试验的示值相对误差。

$$\delta_i = \frac{F_i - f_i}{f_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

f_i ——标准测力仪第*i*次试验的力值，kN；

F_i ——试验机第*i*次试验的力值，kN。

6.3.2.2 示值重复性相对误差

按照式（5）计算示值重复性相对误差。

$$b = \delta_{\max} - \delta_{\min} \quad (5)$$

式中：

b ——试验力重复性相对误差；

$\delta_{\max}$ ——同一测试点3次试验力示值相对误差的最大值；

$\delta_{\min}$ ——同一测试点3次试验力示值相对误差的最小值。

6.3.2.3 零点相对误差

按式（6）计算单次零点相对误差，取3次算术平均值作为试验力的零点相对误差。

$$z_r = \frac{F_{oi}}{F_L} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

z_r ——试验力的单次零点相对误差；

F_{oi} ——卸除试验力 30 s 后试验机第 i 次试验的残余示值，kN。

6.4 位移示值相对误差

试验步骤如下：

- a) 选择试验机位移测量最大值的 1% 和 50% 作为测点；
- b) 位移标准装置达到测点标准示值后，查看试验机的位移示值；
- c) 重复步骤 a) ~ b) 3 次，按照式 (7) 计算位移示值相对误差。

$$q_D = \frac{\overline{D_i} - D}{D} \times 100\% \quad (7)$$

式中：

q_D ——位移示值相对误差；

D ——位移标准装置指示的位移值，mm；

$\overline{D_i}$ ——同测点试验机位移 3 次示值的算术平均值，mm。

6.5 变形示值相对误差

按照 JJG 762 的步骤进行校准。

6.6 夹头移动速度示值相对误差

试验步骤如下：

- a) 在夹头移动速度范围内，选择最低、最高和中间 3 个速度的算术平均值作为标准速度，若最低速度小于 0.05 mm/min，可舍弃该速度值；
- b) 设定夹头移动速度值，启动试验机；
- c) 选用高度尺或钢直尺作为校准器具，测量夹头移动距离，采用秒表测量夹头移动时间；
- d) 每个速度测量 3 次，取 3 次测量的算术平均值作为夹头移动速度的标准值，按照式 (8)、式 (9) 计算夹头移动速度示值相对误差。

$$w = \frac{v_b - \overline{v_i}}{\overline{v_i}} \times 100\% \quad (8)$$

$$v_i = \frac{s_i}{t_i} \quad (9)$$

式中：

w ——夹头移动速度示值相对误差；

v_b ——试验机设定的夹头移动速度，mm/min；

$\overline{v_i}$ ——夹头移动速度的标准值平均值，mm/min；

v_i ——夹头移动速度的标准值，mm/min；

s_i ——第 i 次测量的夹头移动距离，mm；

t_i ——第 i 次测量的夹头移动时间，min。

6.7 温度示值误差

试验室温度控制在 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，温度计与试验机同时测量温度，按式 (10) 计算温度示值误差。重复测量 3 次，计算算术平均值作为测量结果。

$$\Delta = T - T_b \quad (10)$$

式中：

Δ ——温度示值误差， $^\circ\text{C}$ ；

T ——试验机的温度示值， $^\circ\text{C}$ ；

T_b ——温度计的示值， $^\circ\text{C}$ 。

7 校准结果表达

7.1 校准记录

试验机的校准记录应信息齐全、内容完整，校准记录式样见附录 A。

7.2 校准证书

试验机的校准结果以校准证书的形式表达，校准结果内页式样见附录 B。

7.3 校准结果不确定度评定

金属应力松弛试验机校准结果的不确定度评定按照 JJF 1059.1 进行，不确定度评定示例见附录 C。

8 复校时间间隔

金属应力松弛试验机的复校时间间隔建议为 12 个月。由于复校时间间隔的长短是由标准器的使用情况、使用者等诸因素所决定的，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。

附录 A

金属应力松弛试验机校准记录式样

表格编号：

第 页 共 页

样品名称				样品编号							
型号规格				样品状态							
制造单位				出厂编号							
校准依据				校准地点							
校准前 样品状态				校准后 样品状态							
环境条件	温度：____℃ 相对湿度：____%										
所用测量 标准或主 要设备	名称	编号	主要技术参数		溯源证书有效期						
	使用前情况		使用后情况								
零点漂移	零点示值变化量/kN		试验力测量范围的下限值/kN			零点漂移					
相对 分辨力	力值测量装置的分辨力/kN		试验力测量范围的下限值/kN			相对分辨力					
试验机力 值的各项 指标	第 1 次			第 2 次			第 3 次			示值 相对 误差	重复性 误差
	试验机 力值/ kN	标准测力 仪力值/ kN	单次示 值相对 误差	试验机 力值/ kN	标准测力 仪力值/ kN	单次示 值相对 误差	试验机 力值/ kN	标准测力 仪力值/ kN	单次示 值相对 误差		
测点 1											
测点 2											
测点 3											
测点 4											
测点 5											
零点相 对误差	试验力测量 范围的下 限值/kN	第 1 次		第 2 次		第 3 次		零点相 对误差			
		残余示值/ kN	单次零点 相对误差	残余示值/ kN	单次零点 相对误差	残余示值/ kN	单次零点 相对误差				

续表

位移示值 相对误差	位移标准装 置指示的位 移值/mm	试验机显示的位移值/mm										示值相 对误差
		第 1 次			第 2 次			第 3 次			平均值	
1%处 的测点												
50%处 的测点												
夹头移动 速度示值 相对误差	试验机 设定值/ (mm/ min)	夹头移动速度的标准值										示值 相对 误差
		第 1 次			第 2 次			第 3 次			平均值/ (mm/ min)	
		距离/ mm	时间/ min	速度/ (mm/ min)	距离/ mm	时间/ min	速度/ (mm/ min)	距离/ mm	时间/ min	速度/ (mm/ min)		
最低速度												
中间速度												
最高速度												
变形示值 相对误差	试验机指示的示值/mm					标准器的示值/mm					示值相 对误差	
测点 1												
.....												
测点 10												
温度示值 误差/℃	第 1 次			第 2 次			第 3 次			示值误差		
	温度计 示值	试验机 温度示值	单次示 值误差	温度计 示值	试验机 温度示值	单次示 值误差	温度计 示值	试验机 温度示值	单次示 值误差			

校准人：

核验人：

校准日期：

附录 B

金属应力松弛试验机校准证书信息及内页式样

B.1 校准证书信息

金属应力松弛试验机校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 校准实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点；
- d) 证书编号、页码及总页数；
- e) 委托单位的名称和地址；
- f) 被校准仪器的信息；
- g) 进行校准的日期；
- h) 证书的批准发布日期；
- i) 校准所依据的技术规范名称和代号；
- j) 所用测量标准或主要设备的名称、编号、主要技术参数及溯源证书有效期；
- k) 校准时的环境条件；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 校准报告批准人的签名或识别；
- n) 校准结果仅对校准对象有效的声明；
- o) 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明；
- p) 如可获得，任何调整或修理前后的结果；
- q) 相关时，与要求或规范的符合性声明；
- r) 已与客户达成协议时，给出复校时间间隔的建议。

B.2 金属应力松弛试验机校准结果内页式样

金属应力松弛试验机校准结果内页式样见表 B.1。

表 B.1 金属应力松弛试验机校准结果

第 页 共 页

序号	校准项目	校准结果	测量不确定度
1	零点相对误差		
2	示值相对误差		
3	重复性误差		
4	相对分辨力		
5	零点漂移		
6	位移示值相对误差		
7	变形示值相对误差		
8	夹头移动速度示值相对误差		
9	温度示值误差		

附录 C

金属应力松弛试验机力值校准结果不确定度评定示例

C.1 测量模型

金属应力松弛试验机力值示值相对误差不确定度评定的测量模型见式 (C.1)。

$$\delta_i = \frac{F_i - f_i}{f_i} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

δ_i ——试验机测得力值第 i 次试验的示值相对误差；

F_i ——试验机第 i 次试验的力值，kN；

f_i ——标准测力仪第 i 次试验的力值，kN。

C.2 灵敏系数

$$f_i \text{ 的灵敏系数} \quad c_1 = \frac{\partial \delta_i}{\partial f_i} = -\frac{F_i}{f_i^2}$$

$$F_i \text{ 的灵敏系数} \quad c_2 = \frac{\partial \delta_i}{\partial F_i} = \frac{1}{f_i}$$

C.3 标准不确定度的评定

C.3.1 由标准测力仪示值引入的不确定度分量 u_1

标准测力仪的最大允许误差为 $\pm 0.3\%$ ，假设为均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ 。

标准测力仪的示值为 50 kN，所以

$$u_1 = \frac{0.3\% \times 50 \text{ kN}}{\sqrt{3}} \approx 0.087 \text{ kN}$$

C.3.2 由试验机示值引入的不确定度分量 u_2 C.3.2.1 由试验机示值重复性引入的不确定度分量 u_{21}

重复试验 3 次，得到的试验数据分别为 49.940 kN、49.970 kN、49.930 kN。

依据极差法计算标准差，按照式 (C.2) 计算：

$$s_{\delta} = \frac{\delta_{i\max} - \delta_{i\min}}{C} \quad (\text{C.2})$$

式中：

s_{δ} ——试验力值重复性标准差，kN；

$\delta_{i\max}$ ——试验机试验力值 3 次测得值的最大值，kN；

$\delta_{i\min}$ ——试验机试验力值 3 次测得值的最小值，kN；

C ——极差系数，按照测试次数，查表得 1.69。

$$u_{21} = \frac{s_{\delta}}{\sqrt{n}} = \frac{49.970 \text{ kN} - 49.930 \text{ kN}}{1.69 \times \sqrt{3}} \approx 0.014 \text{ kN}$$

C.3.2.2 由试验机分辨力引入的不确定度分量 u_{22}

试验机力值的分辨力为 5 N，为均匀分布，则

$$u_{22} = \frac{5 \text{ N}}{2\sqrt{3}} \approx 0.0014 \text{ kN}$$

试验机示值估算不确定度分量 u_2 为 u_{21} 和 u_{22} 取大者，故

$$u_2 = u_{21} = 0.014 \text{ kN}$$

C.3.3 校准过程中温度变化不大，引起的标准不确定度估计为均匀分布。因由温度引起的不确定度过小，该项分量忽略不计。

C.4 合成标准不确定度

各标准不确定度分量不相关，因此合成标准不确定度为

$$\begin{aligned} u_c(\delta_i) &= \sqrt{[c_1 \times u(f_i)]^2 + [c_2 \times u(F_i)]^2} \\ &= \sqrt{\left[\frac{F_i}{f_i^2} \times u(f_i)\right]^2 + \left[\frac{1}{f_i} \times u(F_i)\right]^2} \end{aligned} \quad (\text{C.3})$$

因为 $F_i \approx f_i$ ，所以按照式 (C.3) 计算得到

$$u_c(\delta_i) = \sqrt{\left(\frac{0.087}{50}\right)^2 + \left(\frac{0.014}{50}\right)^2} \approx 0.18\%$$

C.5 扩展不确定度的确定

取包含因子 $k=2$ ，计算扩展不确定度：

$$U(\delta_i) = u_c(\delta_i) \cdot k = 0.18\% \times 2 = 0.36\%$$