



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）XXXX—20XX

双向拉伸试验机校准规范

（送审稿）

Calibration Specification for Biaxial Tensile Testing Machine

20xx-xx-xx 发布

20xx-xx-xx 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

# 双向拉伸试验机校准规范

Calibration Specification for  
Biaxial Tensile Testing Machine

JJF（有色金属）XXXX—  
20xx

归口单位：中国有色金属工业协会

主要起草单位：国标（北京）检验认证有限公司

参加起草单位：西安汉唐分析检测有限公司

上海有色金属工业技术监测中心有限公司

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：曹东东

参加起草人：

# 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
6 校准项目和校准方法 .....	2
7 校准结果表达 .....	4
8 复校时间间隔 .....	5
附录 A 校准记录参考格式 .....	6
附录 B 校准证书内页参考格式 .....	8
附录 C 双向拉伸试验机试验力示值误差的测量不确定度评定示例 .....	10

# 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。

本规范的制定参考了GB/T 16825.1《静力单轴试验机的检验 第1部分:拉力和(或)压力试验机 测力系统的检验与校准》、JJG 475-2008《电子式万能试验机》、GB/T 36024-2018《金属材料 薄板和薄带 十字形试样双向拉伸试验方法》。

本规范为首次发布。

## 双向拉伸试验机校准规范

### 1 范围

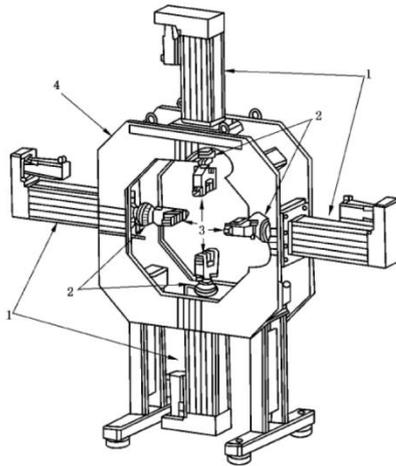
本规范适用于双向拉伸试验机（以下简称试验机）的校准。

### 2 引用文件

本规范无引用文件。

### 3 概述

双向拉伸试验机主机为垂直型框架，试验机上设有 4 个相同的加载传动机构，每个传动机构包含力值、位移记录传感器。试验时于十字形试样上施加平行于试样平面的正交拉伸力，同步连续测量十字形试样测量区域的力值和位移，绘出力值-位移曲线，通常用于有色金属板材成型性能测试。双向拉伸试验机示意图见图 1。



1——电子马达；2——传感器；3——夹头；4——框架。

图 1 双向拉伸试验机示意图

### 4 计量特性

双向拉伸试验机的计量特性见表 1。

表 1 双向拉伸试验的计量特性

序号	项目	计量特性
1	试验力示值相对误差	±1.0%
2	试验力示值重复性	1.0%
3	同轴度	15%
4	作动筒移动速度相对误差	±1.0%
5	作动筒位移示值相对误差	±0.5%
6	平面度	优于 0.1mm

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

试验机应在  $(25\pm 10)$  °C，相对湿度不大于 80% 的条件下校准，校准过程中温度波动不大于 2°C。

### 5.2 测量标准及其他设备

校准用测量标准见表 2。

表 2 测量标准及其他设备

设备名称	技术指标	校准项目
标准测力仪	不低于 0.3 级或 $U=0.3\%$ ( $k=2$ )	试验力示值
同轴度测试仪	$\pm 2\%$	同轴度
秒表	分辨力 0.01s	作动筒移动速度
位移检定仪	不低于 $U=0.04\text{mm}$ ( $k=2$ )	作动筒位移
直角尺	1 级	平面度
塞尺	1 级	
十字形校验板	平面度 0.01mm	

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

校准项目见表 1。

### 6.2 校准方法

#### 6.2.1 试验机试验力校准

试验机在连接安装好的标准测力仪时，将标准测力仪与被测试验机力值传感器垂直放置。应从零开始至少施加 3 次最大试验力。通过试验机控制逐步进行加载，重复测量 3 次。横向力值校准完毕，将标准测力仪安装于水平方向，按照以下相同步骤完成纵向力值校准。

##### 6.2.1.1 校准点的选择

试验力示值误差校准点的选择建议不少于 5 点，一般按照量程的 20%、40%、60%、80%、100% 选择校准点，也可按照客户需求进行取点。

##### 6.2.1.2 示值相对误差和示值重复性相对误差

计算每个校准点 3 次测量的算术平均值并计算示值相对误差和示值重复性相对误差。

以试验机的指示装置为准在标准测力仪上读数，示值相对误差和示值重复性相对误差按公式（1）和（2）计算：

$$q = \frac{F_i - \bar{F}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (1)$$

$$b = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{\bar{F}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$q$ ——试验机测力系统的示值相对误差；

$F_i$ ——试验机力指示装置的示值，N；

$\bar{F}$ ——标准测力仪指示的几次测量值的算术平均值，N；

$b$ ——试验机测力系统的示值重复性相对误差；

$F_{\max}$ ——校准点*i*在*n*次测量中的最大值，N；

$F_{\min}$ ——校准点*i*在*n*次测量中的最小值，N。

### 6.2.2 同轴度的校准

先将检验试样夹持在夹头上并施加试验机最大试验力1%的初始力，一般再施加试验力至最大试验力的4%，利用同轴度测试仪测试时，最大力不应使检验试样产生塑性变形，测量试样相对两侧的弹性变形，在相互垂直的方向上各测3次，同轴度*e*按公式（3）计算。完成纵向同轴度校准后，以同样方式进行横向同轴度校准。

$$e = \frac{\Delta L_{\max} - \bar{\Delta L}}{\bar{\Delta L}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

$\Delta L_{\max}$ ——在同一校准点，同一次检测中，检验试样变形较大一侧的变形量，mm；

$\bar{\Delta L}$ ——在同一校准点，同一次检测中，检验试样两侧变形的算术平均值，mm。

### 6.2.3 作动筒移动速度的校准

在作动筒移动速度范围内，选择最高、最低和中间3个校准点（低于0.05mm/min的速度可不进行校准），使用秒表并按速度的大小进行测量，重复进行3次测量，作动筒速度相对误差 $\omega$ 按公式（4）计算。

$$\omega = \frac{v - v_i}{v_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

$v_i$ ——同一作动筒移动速度，3次实测速度的算术平均值，mm/min；

$v$ ——作动筒移动速度的标称值，mm/min。

#### 6.2.4 作动筒位移示值相对误差的校准

在移动作动筒的工作范围内任意位置选择最大位移的1%和50%两个测量范围进行校准，每个测量范围校准3次，作动筒位移示值相对误差 $q_D$ 按公式（5）计算：

$$q_D = \frac{D - \bar{D}_i}{D} \times 100\% \quad (5)$$

式中：

$\bar{D}_i$ ——同一位置的3次测量中，位移示值的算术平均值，mm；

$D$ ——对应所测量的作动筒位移的标称值，mm。

#### 6.2.5 平面度校准

将十字形校验板安装在试验机上，以下夹头为基准，放置直角尺，利用塞尺测量上、下两夹头平面度；以左夹头为基准，放置直角尺，利用塞尺测量左、右两夹头平面度。横向、纵向平面度校准，应重复测量三3次，以平均值作为平面度示值。

### 7 校准结果表达

经校准的试验机出具校准证书，校准证书至少应包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室的名称和地址；
- c) 实施校准活动的地点，包括客户设施、实验室固定设施以外的地点；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和联络信息；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准活动的日期，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和证书发布日期；
- h) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次校准所用的测量标准和溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明（给出整个测量范围校准结果测量不确定度的最大值）；

- l) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
  - m) 校准人和核验人签名；
  - n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
  - 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。
- 校准原始记录参考格式见附录A，校准证书参考格式见附录B。

## 8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短取决于其使用情况，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间，建议复校时间间隔为1年。

## 附录 A

## 校准记录参考格式

证书编号：  
委托单位：

接收日期：

校准日期：  
校准依据：

发布日期：

被校设备信息										
器具名称				出厂编号						
型号/规格				设备编号						
制造厂				环境条件	°C	%RH				
校准地点										
测量标准信息										
名称	型号	证书编号	编号	准确度等级/最大允许误差/不确定度	有效期					
校准结果										
1 试验力/kN										
校准点	1	2	3	平均值	示值相对误差/%	示值重复性相对误差/%				
扩展不确定度：										
2 作动筒位移速率 mm/min										
设定值	上		下		左		右		最大平均值	示值误差
扩展不确定度：										





4 同轴度					
设定值	1	2	3	平均值	示值误差
扩展不确定度：					
5 平面度					
	设定值	1	2	3	平均值
上					
下					
左					
右					
扩展不确定度：					

## 附录 C

## 双向拉伸试验机

## 试验力示值误差的测量不确定度评定示例

## C.1 概述

## C.1.1 评定依据

本规范。

## C.1.2 测量标准

标准测力仪：测量范围（1~100）kN，准确度等级 0.3 级。

## C.1.3 被测对象

双向拉伸试验机，型号：WDW-100S，量程：100kN。

## C.1.4 测量方法

标准测力仪应在试验机上放置足够的时间使其达到稳定温度，试验机在连同安装好的标准测力仪时，应从零开始至少施加3次最大试验力。将标准测力仪与被测试验机力值传感器垂直放置，通过试验机控制逐步进行加载。重复测量3次，计算平均值。

## C.2 测量模型

根据测量过程，其测量结果示值误差可从被测试验机和标准测力仪的示值差得到，示值差见公式（C.1），因此测量模型可写为：

$$\Delta F = F_i - \bar{F} \quad (C.1)$$

式中：

$\Delta F$ ——被测试验机的示值误差，kN；

$F_i$ ——被校试验机力指示装置的示值，kN；

$\bar{F}$ ——标准测力仪指示的几次测量值的算术平均值，kN。

灵敏系数为：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta F}{\partial F_i} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta F}{\partial \bar{F}} = -1$$

### C.3 测量不确定度的来源

根据测量模型，双向拉伸试验机试验力示值误差测量结果的不确定度来源主要是：

- 1) 被校试验机的测量重复性引入的不确定度分量 $u_1$ ；
- 2) 被校试验机的分辨力引入的不确定分量 $u_2$ ；
- 3) 标准测力仪精度所引入的不确定度分量 $u_3$ 。

### C.4 测量不确定评定

#### C.4.1 被校试验机的测量重复性引入的不确定度分量 $u_1$

选择被测对象试验机量程为100kN，选取50kN作为测量点，连续测量10次，得到测量列见表C.1。

表C.1 50kN点测量列

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量值 (kN)	50.17	50.16	50.12	50.12	50.15	50.16	50.18	50.15	50.19	50.16
平均值 (kN)	50.16									
标准偏差 (kN)	0.023									

实际测量以3次测量的平均值作为测量结果，则 $n=3$ ，所以由测量重复性引入的不确定度分量 $u_1$ 为：

$$u_1 = \frac{s}{\sqrt{3}} = 0.013 \text{ kN}$$

#### C.4.2 被校试验机的分辨力引入的不确定分量 $u_2$

试验机分辨力为0.001kN，区间半宽 $a=0.001\text{kN}/2=0.0005 \text{ g}$ ，满足均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则由试验机分辨力引入的不确定度分量 $u_2$ 为：

$$u_2 = \frac{0.0005 \text{ kN}}{\sqrt{3}} = 0.00029 \text{ kN}$$

考虑到 $u_2$ 远小于 $u_1$ ，所以不考虑分辨力引入的不确定分量，则

$$u_2 = 0$$

#### C.4.3 标准测力仪精度所引入的不确定度分量 $u_3$

输入量 $u_3$ 的不确定主要由标准测力仪的精度引入，该标准测力仪校准精度为0.3级，即全量程误差范围均满足 $\pm 0.3\%$ ，服从均匀分布，因此50kN校准点由标准测力仪所引入的标准不确定度 $u_3$ 为：

$$u_3 = \frac{0.3\% \times 50\text{kN}}{\sqrt{3}} = 0.087\text{kN}$$

### C.5 合成标准不确定度

合成不确定度计算公式为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_3^2} = \sqrt{0.013^2 + 0.087^2} = 0.088\text{kN}$$

### C.6 扩展不确定度

取包含因子  $k = 2$ , 扩展不确定度为:

$$U = k \cdot u_c = 2 \times 0.088 = 0.18 \text{ kN}$$

---