JJF

陕 西 省 地 方 计 量 技 术 规 范

JJF（陕）XXX－2021

弯折试验机校准规范

Calibration Specification for Bending Tester

（报批稿）

2021－XX－XX 发布　　2021－XX－XX 实施

陕 西 省 市 场 监 督 管 理 局 发布

弯折试验机校准规范

Calibration Specification for Bnding Tester

JJF（陕）XXX－2021

归 口 单 位：陕西省市场监督管理局

主要起草单位：西安计量技术研究院

本规范由陕西省市场监督管理局负责解释

本规范主要起草人：

张　潇（西安计量技术研究院）

王　凯（西安计量技术研究院）

孙培强（西安计量技术研究院）

参加起草人：

郑小艳（西安计量技术研究院）

王惠君（西安计量技术研究院）

高　远（西安计量技术研究院）

田丽华（西安计量技术研究院）

目　　录

引　言.....II
1　范围.....1
2　引用文件.....1
3　术语.....1
3.1　弯折速率.....1
4　概述.....1
5　计量特性.....3
5.1　弯折速率.....3
5.2　弯折角度.....3
5.3　弯折次数.....3
6　校准条件.....3
6.1　环境条件.....3
6.2　测量标准及其他设备.....3
7　校准项目和校准方法.....3
7.1　弯折速率.....3
7.2　弯折角度.....4
7.3　弯折次数.....4
8　校准结果表达.....4
9　复校时间间隔.....5
附录 A 弯折试验机校准记录格式.....6
附录 B 校准证书内容及内页格式.....7
附录 C 弯折试验机弯折速率示值误差的不确定度评定.....9
附录 D 弯折试验机弯折角度测量不确定度评定.....13

引　言

本规范依据 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》等基础性系列规范文件进行制定。

本规范为首次发布。

弯折试验机校准规范

1　范围

本规范适用金属、类金属材料类弯折试验机的校准。

2　引用文件

本规范引用下列文献：

GB/T 238-2013　金属材料 线材反复弯曲试验方法

JB/T 9371-2013　弯折试验机 技术条件

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

3.1　弯折速率　bending rate

弯折试验机每分钟完成的弯折次数，由“次/ min 进行表示。

4　概述

弯折试验机专门检验金属线材、板材、电线电缆的耐弯折强度，由控制单元、显示单元、传动单元、弯折单元、夹具（负载砝码）以及底座等组成。

弯折试验机从中间位置启动，转动一定的角度后返回中间位置，这算作弯折一次，见图1。

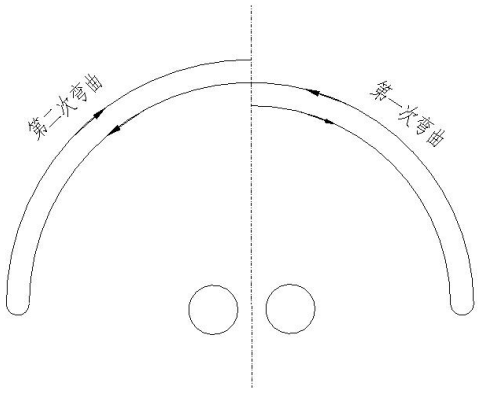


图 1 试验机反复弯折的计数方法原理图

弯折试验机用于检验电线电缆性能的弯折试验装置，见图 2。用于检验金属线材、板材、带材性能的弯折试验装置，见图 3。

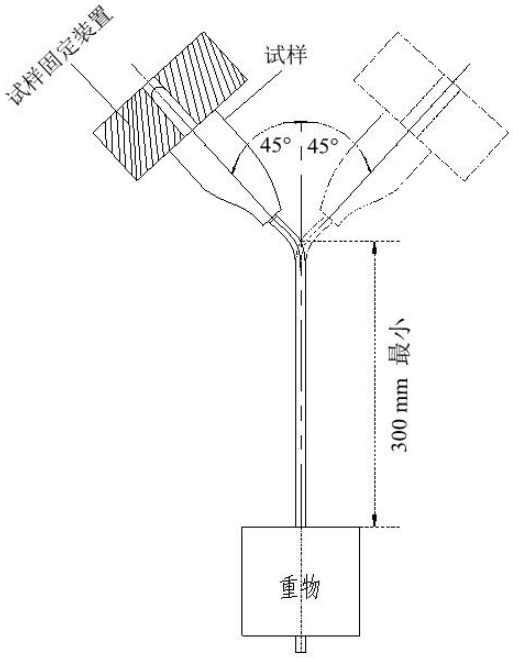
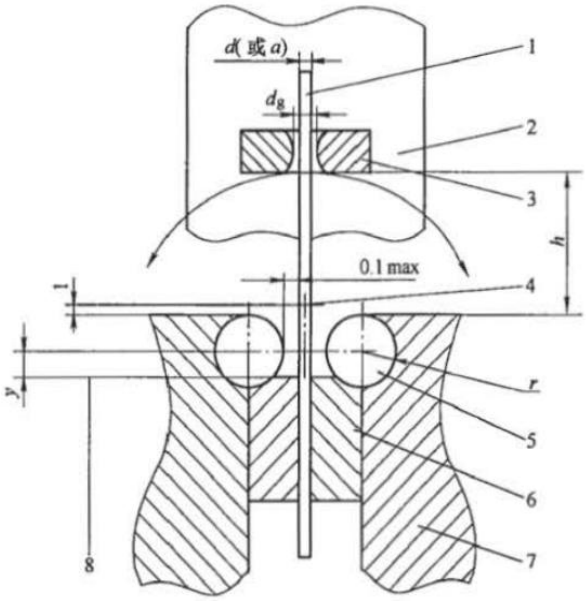


图 2 用于检验电线电缆性能的弯折试验装置原理图



1—试样；2—弯折臂；3—拨杆；4—弯折臂转动中心；5—弯折圆柱 A 和 B；

6—夹块；7—支座；8—夹持面的顶面。

d—试样直径；*a*—试样厚度；d_g—拨杆孔径或槽宽；*h*—两弯折圆柱顶部至拨杆底面的距离；

r—圆柱半径；*y*—两弯折圆柱中心连线至夹持面顶面的距离。

图 3 检验金属线材、板材、带材性能的弯折试验装置原理图

5 计量特性

5.1 弯折速率

最大允许误差：±1次/分钟。

5.2 弯折角度

最大允许误差：±3°，工作时左右摆动角度：≤90°。

5.3 弯折次数

最大允许误差：±1次，测量范围：（1～5000）次。

注：以上计量特性不用于合格性判别，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度10℃～35℃范围内，相对湿度不大于 80%。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 转速表

最大允许误差：±0.1%

6.2.2 数显倾角仪

最大允许误差：±1°，测量范围：（0～360）°

注：允许使用满足要求的其他测量标准器具。

7 校准项目和校准方法

校准前应对仪器的外观进行检查，仪器的外观不应有影响校准结果的缺陷。仪器开关、按键等功能应保持正常，计数器显示清晰、准确，电器设备应绝缘良好。

7.1 弯折速率

校准点的选择，对于弯折速率可调的试验机，在弯折速率范围内均匀选取 3 个校准点，亦可根据用户的要求增加校准点。对于弯折速率不可调的试验机，根据试验机的标称弯折速率进行校准。

校准时，在试验机的弯折单元上贴紧反光条，设定好需要校准的弯折速率，将转速表设定为转速测量。将转速表的测量端对准反光条，待试验机运行稳定后，在转速表上读取第 1 次测量值，间隔一定的时间后读取第 2 次和第 3 次测量值，取三次测量值的算术平均值作为弯折试验机的弯折速率。然后根据校准点的选择，设置其余的校准点，并重复上述步骤。弯折速率示值误差见公式（1）。

$$\Delta n = n_0 - \bar{n} \qquad (1)$$

式中：

Δn——弯折速率示值误差，次/min；

n_0——试验机标称的弯折速率，次/min；

$\bar{n}$——转速表 3 次测量值的算术平均值，次/min。

7.2 弯折角度

校准点的选择，弯折试验机的弯折角度一般选择 30°、60°、90°三个点进行校准，亦可根据用户的要求选择校准点。

校准时，在试验机弯折单元上安装数显倾角仪，调节弯折试验机的弯折角度，开启试验机，在数显倾角仪上读取相应的角度值，每个角度重复测量 3 次，取 3 次测量值的算术平均值作为最终结果。 弯折角度示值误差见公式（2）。

$$\Delta\theta = \theta_0 - \bar{\theta} \qquad (2)$$

式中：

$\Delta\theta$——弯折角度示值误差，°；

θ_0——试验机标称的弯折角度，°；

$\bar{\theta}$——数显倾角仪 3 次测量值的算术平均值，°。

7.3 弯折次数

校准点的选择，弯折试验机的弯折次数一般选择 100 次、1000 次、2000 次三个点进行校准，亦可根据用户的要求选择校准点。

校准时，在试验机的弯折单元上贴紧反光条，设定好需要校准的弯折次数，将转速表设定为计数测量。将转速表的测量端对准反光条，待弯折试验结束后，在转速表上读取弯折次数实际值，弯折次数重复测量三次，取三次测量值的算术平均值作为最终结果。弯折次数示值误差见公式（3）

$$\Delta x = x_0 - \bar{x} \qquad (3)$$

式中：

Δx——弯折次数示值误差，次；

x_0——弯折试验机标称的弯折次数，次；

$\bar{x}$——转速表计数器 3 次测量值的算术平均值，次。

8 校准结果表达

经校准的分析仪发给校准证书，校准结果应在校准证书上反映。校准证书内容及内页格式（参考）见附录 B。

9　复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 12 个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器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。

附录 A

弯折试验机校准记录格式

客户名称_____证书编号_____

器具名称_____校准依据_____JJF（陕）XXX－2021 弯折试验机_____

型号/规格_____出厂编号_____生产厂家_____

标准器名称_____测量范围_____出厂编号_____准确度等级_____

标准器名称_____测量范围_____出厂编号_____准确度等级_____

标准器名称_____测量范围_____出厂编号_____准确度等级_____

校准地点_____ 环境温度_____℃ 相对湿度：_____%

1、 弯折速率 单位：次/分 （次/min）

弯折速率	1	2	3	平均值	示值误差	扩展不确定度 U，k=2

2、弯折角度 单位：°

弯折角度	1	2	3	平均值	示值误差	扩展不确定度 U，k=2

3、弯折次数 单位：次

弯折次数	1	2	3	平均值	示值误差

校准员：_____ 核验员：_____ 校准日期：_____ 年____月____日

附录 B

校准证书内容及内页格式

B.1　校准证书应至少包括以下信息：

a）标题：“校准证书”；

b）实验室的名称和地址；

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）送校单位的名称；

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和应用有关时，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）校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；

o）校准结果仅对校准对象有效的声明；

p）未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书的声明。

B.2　推荐的校准证书内页格式见表B.1

表 B.1　校准证书内页格式

校准项目		校准结果	扩展不确定度U，k=2
弯折速率 示值误差			
弯折角度 示值误差			
弯折次数 示值误差			/
			/
			/

附录 C

弯折试验机弯折速率示值误差的不确定度评定

C.1 概述

C.1.1 测量依据：本校准规范

C.1.2 环境条件；温度 22.3℃，相对湿度 46.5%。

C.1.3 测量标准：转速表

测量范围：（20～200）次/min 分度值：0.1 次/min 准确度等级：0.1 级

C.1.4 被测对象：弯折试验机的弯折速率

C.1.5 测量过程：采用直接测量法

校准时，在试验机的弯折单元上贴紧反光条，设定好需要校准的弯折速率，将转速表设定为转速测量。将转速表的测量端对准反光条，待试验机运行稳定后，在转速表上读取第 1 次测量结果，间隔一定的时间后读取第 2 次和第 3 次测量结果，取三次测量结果的算术平均值作为弯折试验机的弯折速率。然后根据校准点的选择，设置其余的校准点，并重复上述步骤。

C.2 数学模型

$$\Delta n = n_0 - \bar{n} \qquad (1)$$

式中：

Δn——弯折速率示值误差，次/min；

n_0——试验机标称的弯折速率，次/min；

$\bar{n}$——转速表 3 次测量结果的算术平均值，次/min。

C.3 标准不确定度的评定

C.3.1 转速表引入的标准不确定度 u_1。

校准试验机弯折速率所使用的标准装置为转速表，准确度等级为 0.1 级，其引入的标准不确定度分量（见表 C.1）。

表 C.1　转速表引入的标准不确定度

弯折速率标称值 n_0	转速表的最大允许误差	包含因子 k	u_1
20 次/min	±0.02 次/min	$\sqrt{3}$	0.0115 次/min
40 次/min	±0.04 次/min	$\sqrt{3}$	0.0231 次/min
60 次/min	±0.06 次/min	$\sqrt{3}$	0.0346 次/min

C.3.2　试验机弯折速率重复性引入的标准不确定度 u_2。

弯折速率设置为 20 次/min、40 次/min 和 60 次/min 三个值，每个点重复测量 3 次，得到 3 组校准数据（见表 C.2）。

表 C.2　试验机弯折速率重复性测得值　　次/min

弯折速率标称值 n_0	实测值			平均值	极差	u_2
	n_1	n_2	n_3			
20	20.4	20.3	20.5	20.4	0.2	0.0683
40	40.4	40.7	40.6	40.6	0.3	0.1025
60	60.6	60.6	60.8	60.7	0.2	0.0683

由于校准次数为 3 次，故采用极差法计算此不确定度分量，单次测得值的实验标准偏差 s 计算公式如下:

$$s = \frac{R}{C} \qquad (2)$$

式中：

s——单次测得值的实验标准偏差，次/min；

R——极差，次/min；

C——极差系数，查表得 3 次测量的极差系数 C=1.69。

3 次测量平均值引入的标准不确定度 u_2:

$$u_2 = \frac{s}{\sqrt{3}} \qquad (3)$$

C.3.3　转速表分辨力引入的标准不确定度 u_3。

转速表的分辨力为 0.1 次/min，其符合均匀分布，其引入的不确定分量如下式：

$$u_3 = \frac{0.1\,\text{次/min}}{2\times\sqrt{3}} = 0.0289\,\text{次/min} \qquad (4)$$

C.4　标准不确定度一览表

表 C.3　标准不确定度一览表

序号	标准不确定度来源	标准不确定度
1	转速表引入的标准不确定度 u_1	20 次/min：0.0115 次/min
		40 次/min：0.0231 次/min
		60 次/min：0.0346 次/min
2	弯折速率重复性引入的标准不确定度 u_2	20 次/min：0.0683 次/min
		40 次/min：0.1025 次/min
		60 次/min：0.0683 次/min
3	转速表分辨力引入的标准不确定度 u_3	20 次/min：0.0289 次/min
		40 次/min：0.0289 次/min
		60 次/min：0.0289 次/min

C.5　合成标准不确定度的评定

弯折速率标称值为 20 次/min 时：$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.075\,\text{次/min}$

弯折速率标称值为 40 次/min 时：$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.109\,\text{次/min}$

弯折速率标称值为 60 次/min 时：$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.082\,\text{次/min}$

C.6　扩展不确定度的评定

取 k=2 ，则扩展不确定度为：

弯折速率标称值为 20 次/min 时：$U = k \times u_c = 2 \times 0.075\,\text{次/min} = 0.150\,\text{次/min}$

弯折速率标称值为 40 次/min 时：$U = k \times u_c = 2 \times 0.109\,\text{次/min} = 0.218\,\text{次/min}$

弯折速率标称值为 60 次/min 时：$U = k \times u_c = 2 \times 0.082\,\text{次/min} = 0.164\,\text{次/min}$

C.7 测量不确定度报告与表示

弯折速率标称值为 20 次/min 时：

弯折速率示值误差为 Δn = -0.4 次/min；U=0.2 次/min，k=2。

弯折速率标称值为 40 次/min 时：

弯折速率示值误差为 Δn = -0.6 次/min；U=0.2 次/min，k=2。

弯折速率标称值为 60 次/min 时：

弯折速率示值误差为 Δn = -0.7 次/min；U=0.2 次/min，k=2。

附录 D

弯折试验机弯折角度测量不确定度评定

D.1 概述

D.1.1 测量依据：本校准规范

D.1.2 环境条件：温度 22.5 ℃，相对湿度 47.6%。

D.1.3 测量标准：数显倾角仪

测量范围：（0～360）° 分度值：0.1° 最大允许误差：±1°

D.1.4 被测对象：试验机的弯折角度

D.1.5 测量过程：采用直接测量法

校准时，在试验机弯折单元上安装数显倾角仪，调节弯折试验机的弯折角度，开启试验机，在数显倾角仪上读取相应的角度值，每个角度重复测量 3 次，取 3 次测量结果的算术平均值作为最终结果。

D.2 数学模型

$$\Delta\theta = \theta_0 - \overline{\theta} \qquad (1)$$

式中：

$\Delta\theta$——弯折角度示值误差；

θ_0——试验机标称的弯折角度；

$\overline{\theta}$——数显倾角仪 3 次测量结果的算术平均值。

D.3 标准不确定度的评定

D.3.1 数显倾角仪引入的标准不确定度 u_1。

校准弯折角度所使用的标准装置为数显倾角仪，分度值为 0.1°，数显倾角仪示值最大允许误差为±1°，其引入的不确定度分量见表 D.1。

表 D.1 数显倾角仪引入的标准不确定度

数显倾角仪示值最大允许误差	包含因子 k	u_1
±1°	$\sqrt{3}$	0.5774°

D.3.2　测量重复性引入的标准不确定度 u_2。

使用数显倾角仪对试验机的3个弯折角度分别重复测量3次，得到3组校准数据见表D.2。

表 D.2　弯折角度重复性测得值

弯折角度标称值	实测值			平均值	极差	u_2
	1	2	3			
30°	30.2°	30.3°	30.4°	30.3°	0.2°	0.0683°
60°	60.3°	60.3°	60.5°	60.4°	0.2°	0.0683°
90°	90.5°	90.6°	90.3°	90.5°	0.3°	0.1025°

由于校准次数为3次，故采用极差法计算此不确定度分量，单次测得值的实验标准偏差 s 计算见式（2）。

$$s = \frac{R}{C} \tag{2}$$

式中：

s——单次测得值的实验标准偏差；

R——极差；

C——极差系数，查表得3次测量的极差系数 C=1.69。

3 次测量平均值引入的标准不确定度：

$$u_2 = \frac{s}{\sqrt{3}} \tag{3}$$

D.3.3　数显倾角仪分度值引入的标准不确定度 u_3。

数显倾角仪的分度值为0.1°，假设其符合均匀分布，其引入的不确定分量见式（4）。

$$u_3 = \frac{0.1^\circ}{2\times\sqrt{3}} = 0.0289^\circ \tag{4}$$

D.4　标准不确定度一览表

标准不确定度一览表见表D.3。

表 D.3　标准不确定度一览表

弯折角度标称值	数显倾角仪引入的标准不确定度 u_1	测量重复性引入的标准不确定度 u_2	数显倾角仪分辨力引入的标准不确定度 u_3
30°	0.5774°	0.0683°	0.0289°
60°	0.5774°	0.0683°	0.0289°
90°	0.5774°	0.1025°	0.0289°

D.5　合成标准不确定度的评定

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2}$$

D.6　扩展不确定度的评定

取 k=2 ，则扩展不确定度为：

$$U = k \times u_c$$

D.7　测量不确定度报告与表示

经过 D.5 和 D.6 计算得到：

弯折角度标称值为 30° 时，$\Delta\theta$=-0.3°；U=1.2°，k=2。

弯折角度标称值为 60° 时，$\Delta\theta$=-0.4°；U=1.2°，k=2。

弯折角度标称值为 90° 时，$\Delta\theta$=-0.5°；U=1.2°，k=2。