

ICS

CCS 点击此处添加中国标准文献分类号

T/SSM

团 体 标 准

T/SSM XXX—XXXX

拉力、压力和万能试验机测量不确定度的评定

Guide for evaluation of uncertainty in calibration results of Tension, Compression
and Universal Testing Machines

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山东计量测试学会

发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东计量测试学会提出并归口。

本文件起草单位：山东省计量科学研究所、青岛市计量技术研究院、济南恒乐兴科仪器有限公司

本文件主要起草人：

拉力、压力和万能试验机测量不确定度的评定

1 范围

该文件规定了拉力、压力和万能试验机结果测量不确定度评定的方法，用来指导校准结果的不确定度和校准测量能力（CMC）的评定与表示。

本文件适用于拟对拉力、压力和万能试验机进行计量建标或申报 CNAS 校准的计量技术机构在不确定度评定时提供技术指南，其它同类校准方法的计量器具的同类参量校准结果不确定度评定亦可参考使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 27418 《测量不确定度评定和表示》

JJG 139 《拉力、压力和万能试验机检定规程》

JJF 1001 《通用计量术语及定义》

JJF 1059.1 《测量不确定评定与表示》

CNAS-CL01-G003 《测量不确定度的要求》

3 术语和定义

3.1

拉力试验机 tensile testing machine

用于拉伸试验或以拉伸试验为主的静态力试验机。

3.2

压力试验机 tensile testing machine

用于拉伸试验或以拉伸试验为主的静态力试验机。

3.3

万能试验机 universa testing machine

能进行拉伸、压缩、弯曲试验及这三种以上试验的材料试验机。

3.4

测量不确定度 uncertainty of measurement

根据所用到的信息，表征赋予被测量量值分散性的非负参数。

3.5

标准不确定度 standard uncertainty

以标准偏差表示的测量不确定度。

3.6

扩展不确定度 expanded uncertainty

合成标准不确定度与一个大于1的数学因子的乘积。

4 拉力、压力和万能试验机校准结果不确定度评定

4.1 拉力、压力和万能试验机校准机构应制定与校准工作特点相适应的测量不确定度评定程序，并将其用于不同类型的校准工作。

4.2 拉力、压力和万能试验机校准机构应有能力对每一项有数值要求的测量结果进行测量不确定度评定。

4.3 在进行测量不确定度评定时，应考虑重复试验的独立性。

附录 A (资料性)

拉力、压力和万能试验机校准结果不确定度评定实例

A.1 概述

A.1.1 测量依据

JJG 139-2014 拉力、压力和万能试验机检定规程

GB/T 4883-2008 数据的统计处理和解释 正态样本离群值的判断和处理

A.1.2 评定依据

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

GB/T 27418-2017 测量不确定度评定和表示

CNAS-CL01-G003 测量不确定度的要求

A.1.3 被测对象

1 级测量范围 (30~300) kN 万能试验机

A.1.4 测量环境条件

A.1.4.1 温度: (10~35) °C, 试验过程中温度波动不大于 2 °C。

A.1.4.2 湿度: ≤80%RH

A.1.5 计量标准器及主要配套设备

表 1 计量标准器及主要配套设备

名称	技术参数	不确定度或准确度等级或最大允许误差
标准测力仪	测量范围: (30~300) kN 分辨力: 0.01 kN	0.3 级

A.2 力值测量结果不确定度评定

A.2.1 测量模型

$$\Delta F = F_1 - F \quad (1)$$

式中: ΔF ——试验机的示值误差, N;

F_1 ——试验机的显示力值, N;

F ——标准测力仪的显示力值, N。

A.2.2 方差及灵敏系数

$$u_c^2(\Delta F) = c_1^2 u^2(F_1) + c_2^2 u^2(F) \quad (2)$$

式中：

- $u_c (\Delta F)$ ——合成标准不确定度，N；
 - $u (F_1)$ ——被测试验机的标准不确定度分量，N；
 - $u (F)$ ——标准测力仪的标准不确定度分量，N。
- 灵敏系数： $c_1=c (F_1) =\partial \Delta F/\partial F_1 =1$
 $c_2=c (F) =\partial \Delta F / \partial F =-1$

所以 (2) 式简化为

$$u_c^2 (\Delta F) =u^2 (F_1) +u^2 (F) \tag{3}$$

由于 $F_1 \approx F$

所以 $u_c^2 (\Delta F) /F^2=u^2 (F_1) /F_1^2+u^2 (F) /F^2 \tag{4}$

令 $u_{cr}= u_c (\Delta F) /F$
 $u_{1r}= u (F_1) /F_1$
 $u_{2r}= u (F) /F$

则 (4) 式化为 $u_{cr}^2= u_{1r}^2 +u_{2r}^2 \tag{5}$

$$u_{cr}=\sqrt{u_{1r}^2 +u_{2r}^2} \tag{6}$$

式中：

- u_{cr} ——相对合成标准不确定度，%
- u_{1r} ——被测试验机的相对标准不确定度分量，%
- u_{2r} ——标准测力仪的相对标准不确定度分量，%

A. 2. 3 不确定度来源

试验机测量结果不确定度来源主要包括：

- a) 试验机测量重复性引入的标准不确定度 u_{1r1} ；
- b) 试验机分辨力引入的标准不确定度 u_{1r2} ；
- c) 标准测力仪引入的标准不确定度 u_{2r1} 。

测量重复性引入的标准不确定度分量、示值估读引入的标准不确定度分量和检测仪自身性能引入的标准不确定度分量。

A. 2. 3. 1 由试验机测量重复性引入的不确定度分量 u_{1r1}

表 2 测量重复性引入的不确定度分量

测量点 (kN)	进程示值 (kN)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	30.05	30.04	30.03	30.05	30.06	30.04	30.05	30.03	30.02	30.05
120	120.15	120.11	120.13	120.15	120.16	120.17	120.19	120.18	120.16	120.18
300	300.25	300.24	300.26	300.22	300.26	300.23	300.27	300.24	300.25	300.22

单次测量结果的标准不确定度：

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

分别为 0.012 kN、0.025 kN、0.018 kN

规程规定实际测量 3 次，则测量结果平均值的不确定度： $s_R = s / \sqrt{3}$ 。

三点的标准不确定度分别为 0.007 kN、0.015 kN、0.011 kN，则测量结果平均值的相对标准不确定度分别为：0.03%、0.02%、0.01%。

A.2.3.2 试验机分辨力引入的标准不确定度 u_{r2}

按照 JJG139-2014《拉力、压力和万能试验机检定规程》的要求，1 级试验机指示装置的相对分辨力 α 不大于测量下限的 0.5%，即 $30 \times 0.5\% = 0.15$ kN。

相对形式的标准不确定度为 $u_{r2} = \frac{\alpha}{2\sqrt{3}}$ ，如表 3 所示：

表 3 试验机分辨力引入的标准不确定度

测量点 (kN)	分辨力 (kN)	相对分辨力	u_{r2}
30	0.15	0.5%	0.14%
120	0.15	0.125%	0.04%
300	0.15	0.05%	0.01%

A.2.3.3 被测试验机的相对标准不确定度分量 u_{r1}

试验机测量重复性引入的标准不确定度分量 u_{r1} 及分辨力引入的标准不确定度分量取大者，故被测试验机的相对标准不确定度分量 u_{r1} ，如表 4 所示：

表 4 测试验机的相对标准不确定度分量

测量点 (kN)	u_{r1}	u_{r2}	u_{r1}
30	0.03%	0.14%	0.14%
120	0.02%	0.04%	0.04%
300	0.01%	0.01%	0.01%

A.2.3.4 标准测力仪的相对标准不确定度分量 u_{2r}

0.3 级标准测力仪的最大允许误差为 $\pm 0.3\%$ ，均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，所以

$$u_{2r} = 0.3\% / \sqrt{3} = 0.17\%$$

A.2.4 合成标准不确定度及扩展不确定度

A.2.4.1 不确定度分量汇总表

表 5 不确定度分量汇总表

不确定度分量 测量点	u_{1r}	u_{2r}
30kN	0.14%	0.17%
120kN	0.04%	0.17%
300kN	0.01%	0.09%

A.2.4.2 合成标准不确定度

由式 $u_{cr} = \sqrt{u_{1r}^2 + u_{2r}^2}$ 计算合成标准不确定度，各测量点的合成标准不确定度如表 6 所示：

表 6 合成标准不确定度

测量点 (kN)	u_{cr}
30	0.22%
120	0.18%
300	0.10%

A.2.4.3 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，各测量点的扩展不确定度如表 7 所示：

表 7 扩展不确定度

测量点 (kN)	u_{cr}	U_{rel}
30	0.22%	0.44%
120	0.18%	0.36%
300	0.10%	0.20%