



中华人民共和国国家标准

GB/T 13634—2019/ISO 376:2011
代替 GB/T 13634—2008

金属材料 单轴试验机检验用 标准测力仪的校准

**Metallic materials—Calibration of force-proving instruments
used for the verification of uniaxial testing machines**

(ISO 376:2011, IDT)

2019-10-18 发布

2020-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和说明	1
5 原则	2
6 标准测力仪的特性	2
7 标准测力仪的校准	3
8 标准测力仪的分级	6
9 已校准标准测力仪的使用	8
附录 A (资料性附录) 力传感器及其加力用附件尺寸示例	9
附录 B (资料性附录) 附加内容	16
附录 C (资料性附录) 标准测力仪校准和后续使用时的测量不确定度	19
参考文献	25

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 13634—2008《单轴试验机检验用标准测力仪的校准》。

本标准与 GB/T 13634—2008 相比,主要技术变化如下:

——增加了标准测力仪蠕变试验要求蠕变相对误差计算公式(见 7.4.4、7.5.5);

——修改了标准测力仪的分级准则(见 8.2,2008 年版的 8.2);

——增加了标准测力仪校准和后续使用的测量不确定度(见附录 C)。

本标准使用翻译法等同采用 ISO 376:2011《金属材料 单轴试验机检验用标准测力仪的校准》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

——GB/T 27025—2008 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2005, IDT)

本标准做了下列编辑性修改:

——改正印刷错误,删除了表 2 中扩展不确定值的正负号;

——增加了公式在正文中的引出。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本标准起草单位:中机试验装备股份有限公司、中国测试技术研究院、无锡市计量测试院、深圳万测试验设备有限公司、广州大学、济南鑫光试验机制造有限公司、吉林省计量科学研究院。

本标准主要起草人:张金伟、段凯、王勇鑫、安建平、徐忠根、王建国、曲阜。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 13634—1992、GB/T 13634—2000、GB/T 13634—2008。

引 言

ISO/TC 164/SC 1 工作组制定了确定标准测力仪测量不确定度的程序,这些程序作为新的附录列入附录 C。

本标准允许按下列两种方式进行校准:

- 使用进程和回程的标准测力仪,用递增力和递减力校准;
- 仅使用进程的标准测力仪,只用递增力校准。

第一种情况,即当标准测力仪用于进程和回程双向测量时,校准的时候以递增力和递减力进行,以确定标准测力仪的滞后。在这种情形下,不需进行蠕变试验。

第二种情况,即当标准测力仪不用于双向测量时,校准的时候仅以递增力进行,另外需进行蠕变试验。在这种情形下不需确定滞后。

金属材料 单轴试验机检验用 标准测力仪的校准

1 范围

本标准规定了单轴试验机(例如拉力/压力试验机)静态检验用标准测力仪的校准,并给出了标准测力仪的分级方法。

本标准适用于由测量弹性体的弹性变形或与之成正比的量来确定所受力的标准测力仪。

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。

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求(General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

标准测力仪 force-proving instrument

从力传感器到指示装置在内的组合。

4 符号和说明

本标准中使用的符号和说明见表1。

表1 符号和说明

符号	单位	说明
b	%	转位后的复现性相对误差
b'	%	不转位时的重复性相对误差
c	%	蠕变相对误差
F_t	N	传感器的最大容量
F_N	N	最大校准力
f_c	%	插值相对误差
f_0	%	零点相对误差
i_t	—	卸力后指示装置的读数*
i_0	—	加力前指示装置的读数*

表 1 (续)

符号	单位	说明
i_{30}	—	在施加或卸除最大校准力 30 s 后,指示装置的读数*
i_{300}	—	在施加或卸除最大校准力 300 s 后,指示装置的读数*
r	N	指示装置的分辨力
ν	%	标准测力仪的进回程相对误差
X	—	递增试验力时的变形
X_s	—	变形的计算值
X'	—	递减试验力时的变形
X_{\max}	—	第 1、3、5 次测量中的最大变形
X_{\min}	—	第 1、3、5 次测量中的最小变形
X_N	—	与最大校准力对应的变形
\overline{X}_r	—	转位后变形的平均值
\overline{X}_{nr}	—	不转位时变形的平均值
* 与变形对应的读数值。		

5 原则

校准包括对力传感器施加准确已知的力并记录指示装置指示的数据,指示装置被认为是标准测力仪的组成部分。

采用电测方式时,如果满足下列条件,可以更换指示装置而不必重新校准标准测力仪:

- 原指示装置和替换指示装置均具有可溯源到国家基准的校准结果的校准证书,校准结果以电的基本单位(伏特、安培)给出。替换指示装置的校准范围不应小于组合成标准测力仪的使用范围,其分辨力不应低于组合成标准测力仪的使用分辨力。
- 替换指示装置的量值单位(例如 5 V、10 V)和激励源的类型(例如 AC 或 DC 载频)应分别与原指示装置相同。
- 每个指示装置(原指示装置和替换指示装置)的不确定度不应标准测力仪整个组合的不确定度有较大的影响。推荐替换指示装置的不确定度不大于整个组合系统不确定度的 1/3(参见附录 C 的 C.2.11)。

6 标准测力仪的特性

6.1 标准测力仪的标识

标准测力仪的所有部件(包括电缆)均应分别给出唯一标识,例如制造者、型号和编号。力传感器应标明最大工作力。

6.2 力的施加

力传感器及其加力附件的设计应保证沿轴向施加拉力或压力。

加力用附件的示例参见附录 A。

6.3 变形的测量

力传感器弹性体变形的测量可采用机械的、电子的和光学的等具有足够准确度和稳定度的方法进行。

标准测力仪是仅以规定的校准力分级还是以插值分级(见第7章)取决于测量系统的类型和特性。

通常采用标度盘式指示装置测量变形的标准测力仪仅限于使用已被校准的力。标度盘式指示装置如果在长行程范围内使用,可能含有很大的局部周期性误差,该误差产生的不确定度太大以致不允许在校准力之间插值。如果标度盘式指示装置的周期性误差对标准测力仪插值误差的影响甚小,则可使用插值。

7 标准测力仪的校准

7.1 总则

7.1.1 预备试验

应保证标准测力仪满足校准前的要求。例如,可通过下述预备性试验进行检验。

7.1.2 安全过载力试验

此项试验可选,参见附录B中B.1。

7.1.3 施加力的检验

施加力的检验应确保:

- 拉伸试验时,标准测力仪附带的连接装置能够沿轴向施加力;
- 压缩试验时,力传感器与其在标准机上的承压垫之间无相互干扰。

B.2给出了可采用方法的示例。

注:也可采用其他试验方法,例如,使用带有球形垫的或球形承压面的平底传感器。

7.1.4 电压变化试验

是否进行此项试验由校准部门决定。对于需要提供电源的标准测力仪,当电源电压变化为额定值的±10%时,应对其无明显影响。此项检验可借助于力传感器模拟器或按其他适当的方法进行。

7.2 指示装置的分辨力

7.2.1 模拟式标度

标度盘上的刻线应均匀一致,指针宽度应近似等于刻线宽度。

指示装置的分辨力 r 应为指针宽度与两相邻刻线中心距(刻度间隔)的比值,推荐比值为1:2、1:5或1:10。要估读到标度盘分度值的十分之一,刻度间隔应不小于1.25 mm。

可以使用分度与模拟式标度相当的游标尺直接读取比标准测力仪标度盘分度值更小的值。

7.2.2 数字式标度

数字式指示装置的分辨力是其末位有效数字的一个增量。

7.2.3 读数变动

如果读数波动大于上述定义的分辨力值(标准测力仪未受力时),则分辨力应视为波动范围的一半。

7.2.4 单位

应将分辨力 r 转换为力的单位。

7.3 最小力

为了在标准测力仪校准时或以后用以检验试验机时准确地读取变形量,施加到标准测力仪上的最小力应满足下列两项要求:

- a) 最小力不应小于:
 - 00级: $4\,000 \times r$;
 - 0.5级: $2\,000 \times r$;
 - 1级: $1\,000 \times r$;
 - 2级: $500 \times r$;
- b) 最小力不应小于 $0.02 F_t$ 。

7.4 校准方法

7.4.1 预加力

施加校准力之前,应对标准测力仪以给定方式(拉或压)施加三次最大力。每次最大力的保持时间应为 $60\text{ s} \sim 90\text{ s}$ 。

7.4.2 方法

在不受干扰的情况下,仅以递增力对标准测力仪施加两组校准力进行校准。

然后,将标准测力仪绕其轴线依次旋转到 360° 范围内至少两个对称均匀分布的位置(即 0° 、 120° 、 240°)。如果不能旋转到这些位置,允许旋转到 0° 、 180° 和 360° 的位置。在每个位置先以递增力再以递减力施加一组校准力(见图1)。

为了给出插值曲线,校准力不应少于8点,并且这些力应尽可能在校准范围内均匀分布。插值曲线应由转位后的变形平均值 \bar{X}_i 确定, \bar{X}_i 的定义见7.5.1。

如怀疑有周期性误差,宜避开与该误差周期相对应的力值范围。

该方法测出的滞后值是标准测力仪与力标准机的综合滞后,标准测力仪的滞后可在静重式力标准机上精确测定。使用其他类型力标准机时,宜考虑力标准机的滞后。

应对标准测力仪在将要施加校准力的方向预加三次最大力。施加校准力的方向改变时,应在新的方向施加三次最大力。

力被完全卸除后,应至少等待 30 s ,再记录零力时的读数。

每组测量结束后,宜至少等待 3 min 再进行下一组测量。

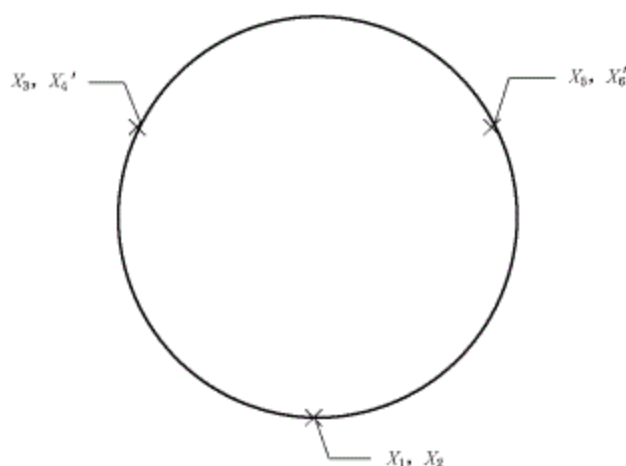


图 1 标准测力仪的位置

对于部件可拆卸的标准测力仪,在校准期间,应将其至少分解一次至包装运输状态。这种分解一般在第二组和第三组测量之间进行。重新组装施加下一组校准力之前,应对标准测力仪至少施加三次最大力。

开始校准电子式标准测力仪之前,可记录零点信号(参见 B.3)。

7.4.3 加载条件

应尽量使逐点施加力的时间间隔相同,从力开始变化至可读数的时间应在 30 s 以内。校准应在 18 °C ~ 28 °C 范围内进行,校准过程中温度变化应在 ± 1 °C 范围内,并应记录校准时的温度。应有足够的时间使标准测力仪达到稳定的温度。

当已知标准测力仪未进行温度补偿时,应确保温度变化不影响校准结果。

应变式传感器校准前的通电时间不应少于 30 min。

7.4.4 蠕变试验

如果标准测力仪仅以递增力方向校准,记录施加或卸除最大校准力后 30 s 和 300 s 的输出,以便确保其蠕变特性。如果在零力时测量蠕变,在卸力之前,最大校准力应至少保持 60 s。蠕变试验可以在预加力之后的校准过程中任何时间进行。

校准证书应包含下列内容:

- 蠕变测量方法(最大力蠕变或卸除力以后蠕变);
- 何时进行蠕变测量(预加力之后、最后一组测量之后等);
- 从施加力到卸除力的时间(对于零点力蠕变检测)。

7.4.5 变形的测量

变形被定义为受力时的读数与未受力时的读数之差。该变形定义不仅适用于以电学单位输出的读数,也适用于以长度单位输出的读数。

7.5 标准测力仪的评定

7.5.1 复现性相对误差 b 和重复性相对误差 b'

对每一校准力,分两种情况计算误差,即标准测力仪转位时的误差(b)和不转位时的误差(b'),计算

见式(1)和式(3)：

$$b = \left| \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\bar{X}_r} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中：

$$\bar{X}_r = \frac{X_1 + X_3 + X_5}{3} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$b' = \left| \frac{X_2 - X_1}{\bar{X}_{wr}} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

$$\bar{X}_{wr} = \frac{X_1 + X_2}{2} \quad \dots\dots\dots(4)$$

7.5.2 插值相对误差 f_c

该误差由作为校准力函数的变形的二次或三次方程式来确定。所用方程式应在校准报告中给出，插值相对误差应按式(5)计算：

$$f_c = \frac{\bar{X}_r - X_a}{X_a} \times 100 \quad \dots\dots\dots(5)$$

7.5.3 零点相对误差 f_0

每组试验前后均应记录零点读数。零点读数应在力完全卸除以后，再经过大约 30 s 的时间读取。零点相对误差按式(6)计算：

$$f_0 = \frac{i_t - i_0}{X_N} \times 100 \quad \dots\dots\dots(6)$$

宜给出最大零点相对误差。

7.5.4 进回程相对误差 ν

应先以递增力再以递减力对标准测力仪施加校准力来测定进回程相对误差。利用递减力时和递增力时测得的差值，按式(7)和式(8)算出两组校准力的进回程相对误差：

$$\nu_1 = \left| \frac{X'_4 - X_3}{X_3} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots(7)$$

$$\nu_2 = \left| \frac{X'_6 - X_5}{X_5} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots(8)$$

ν 是 ν_1 和 ν_2 的平均值：

$$\nu = \frac{\nu_1 + \nu_2}{2} \quad \dots\dots\dots(9)$$

7.5.5 蠕变相对误差 c

用施加或卸除最大校准力后标准测力仪 30 s 读数与 300 s 读数之差除以最大变形量的百分数表示蠕变相对误差。按式(10)计算：

$$c = \left| \frac{i_{300} - i_{30}}{X_N} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots(10)$$

8 标准测力仪的分级

8.1 分级方法

通过依次考核从最大到最小的每一校准力来确定标准测力仪所覆盖的测量范围的级别，测量范围的下限应为满足该级要求的最小力。

标准测力仪可按规定的力或插值分级,也可按仅递增力或递增和/或递减力分级。

8.2 分级准则

8.2.1 标准测力仪分级的范围应至少覆盖 F_N 的 50%~100%。

8.2.2 情况 A,仅以规定的力和仅递增力分级的标准测力仪,应考核的指标:

- 复现性、重复性和零点相对误差;
- 蠕变相对误差。

8.2.3 情况 B,仅以规定的力和递增和/或递减力分级的标准测力仪,应考核的指标:

- 复现性、重复性和零点相对误差;
- 进回程相对误差。

8.2.4 情况 C,以插值和仅递增力分级的标准测力仪,应考核的指标:

- 复现性、重复性和零点相对误差;
- 插值相对误差;
- 蠕变相对误差。

8.2.5 情况 D,以插值和递增和/或递减力分级的标准测力仪,应考核的指标:

- 复现性、重复性和零点相对误差;
- 插值相对误差;
- 进回程相对误差。

表 2 按照标准测力仪的级别和校准力的不确定度给出了这些误差的最大允许值。

表 2 标准测力仪特性

级别	标准测力仪的最大允许相对误差 %						施加校准力的 扩展不确定度 ($k=2$) %
	复现性 b	重复性 b'	插值 f_c	零点 f_o	进回程 v	蠕变 c	
00	0.05	0.025	± 0.025	± 0.012	0.07	0.025	0.01
0.5	0.10	0.05	± 0.05	± 0.025	0.15	0.05	0.02
1	0.20	0.10	± 0.10	± 0.050	0.30	0.10	0.05
2	0.40	0.20	± 0.20	± 0.10	0.50	0.20	0.10

8.3 校准证书及其有效期

8.3.1 如果标准测力仪在校准时满足本标准的要求,按照 ISO/IEC 17025 的规定,校准机构应签发至少包括下列内容的校准证书:

- a) 标准测力仪及加力附件的标识和力标准机的标识;
- b) 施加力的方式(拉和/或压);
- c) 标准测力仪满足预备试验要求的情况;
- d) 级别和有效范围(或力),加力方式(仅递增或递增和/或递减);
- e) 校准日期和校准结果,需要时给出插值方程式;
- f) 校准时的温度;
- g) 校准结果的不确定度(不确定度的一种计算方法参见附录 C);
- h) 当有蠕变测量时,蠕变测量的信息(见 7.4.4)。

8.3.2 本标准规定证书的最长有效期不应超过 26 个月。

如果标准测力仪受到了大于安全过载力(参见 B.1)的试验力或修理后,则应重新校准。

9 已校准标准测力仪的使用

应在校准时的状态下对标准测力仪施加试验力。应采取措施防止其承受的力超过最大校准力。

仅以规定的力分级的标准测力仪应只使用这些规定的力。

仅以递增的力分级的标准测力仪应只使用递增的力,以递增和/或递减力分级的标准测力仪可以使用递减的力。

以插值分级的标准测力仪可使用插值范围内的任何力。

如果标准测力仪不在校准温度下使用,必要时应按温度变化对标准测力仪的变形量作相应的修正(参见 B.4)。

注:如果卸除了试验力的力传感器零点发生变化,则说明由于过载使力传感器产生了塑性变形。长时永久漂移则表明应变片基底受潮或应变片有粘黏缺陷。

附录 A

(资料性附录)

力传感器及其加力用附件尺寸示例

A.1 总则

为使力传感器在力标准机上校准和便于在待检验的材料试验机上同轴安装,可以考虑下列设计要求和设计尺寸。

A.2 拉式传感器

为便于组装,宜将连接螺纹头部切削至螺纹内径,长度约为两个螺距。见表 A.1。
宜保留力传感器在加工过程中使用的中心孔。

表 A.1 标称力不小于 10 kN 的拉式传感器的尺寸

测力仪最大 (标称)力 ^a	最大总长度 ^b mm	连接头外螺纹尺寸 ^c	螺纹最小长度 mm	最大宽度或直径 mm
10 kN~20 kN	500	M20×1.5 ^d	16	110
40 kN 和 60 kN	500	M20×1.5 ^d	16	125
100 kN	500	M24×2	20	150
200 kN	500	M30×2	25	—
400 kN	600	M42×3	40	—
600 kN	650	M56×4	40	—
1 MN	750	M64×4	60	—
2 MN	950	M90×4	80	—
4 MN	1 300	M125×4	120	—
6 MN	1 500	M160×6	150	—
10 MN	1 700	M200×6	180	—
15 MN	2 000	M250×6	225	—
25 MN	2 500	M330×6	320	—

^a 标称力小于 10 kN 的拉式传感器尺寸不作规定。
^b 包括拉式传感器及其必需的螺纹连接件长度。
^c 拉式传感器或螺纹连接件连接头外螺纹尺寸。
^d 也允许 2 mm 螺距。

A.3 压式传感器

考虑到材料试验机上安装高度限制,压式传感器总高度不宜超过表 A.2 给出的值。

总高度包含加力用附件的高度。

表 A.2 压式传感器的总高度

标准测力仪最大(标称)力	材料试验机检验装置的最大总高度 ^a	
	mm	
	1 级 ^b	2 级 ^b
≤40 kN	145	115
60 kN	170	145
100 kN	220	145
200 kN	220	190
400 kN	290	205
600 kN	310	205
1 MN	310	205
2 MN	310	205
3 MN	330	205
4 MN	410	205
5 MN	450	350
6 MN	450	400
10 MN	550	400
15 MN	670	—

^a 如果材料试验机的实际安装空间允许,可使用更大高度的传感器。
^b 符合 ISO 7500-1 的规定。

A.4 加力用附件

A.4.1 总则

加力用附件宜设计成使力沿直线施加。通常,拉式传感器宜配备两个球形螺母、两个球形座,必要时还应配备两个中间联接环,而压式传感器宜配备一个或两个承压垫。

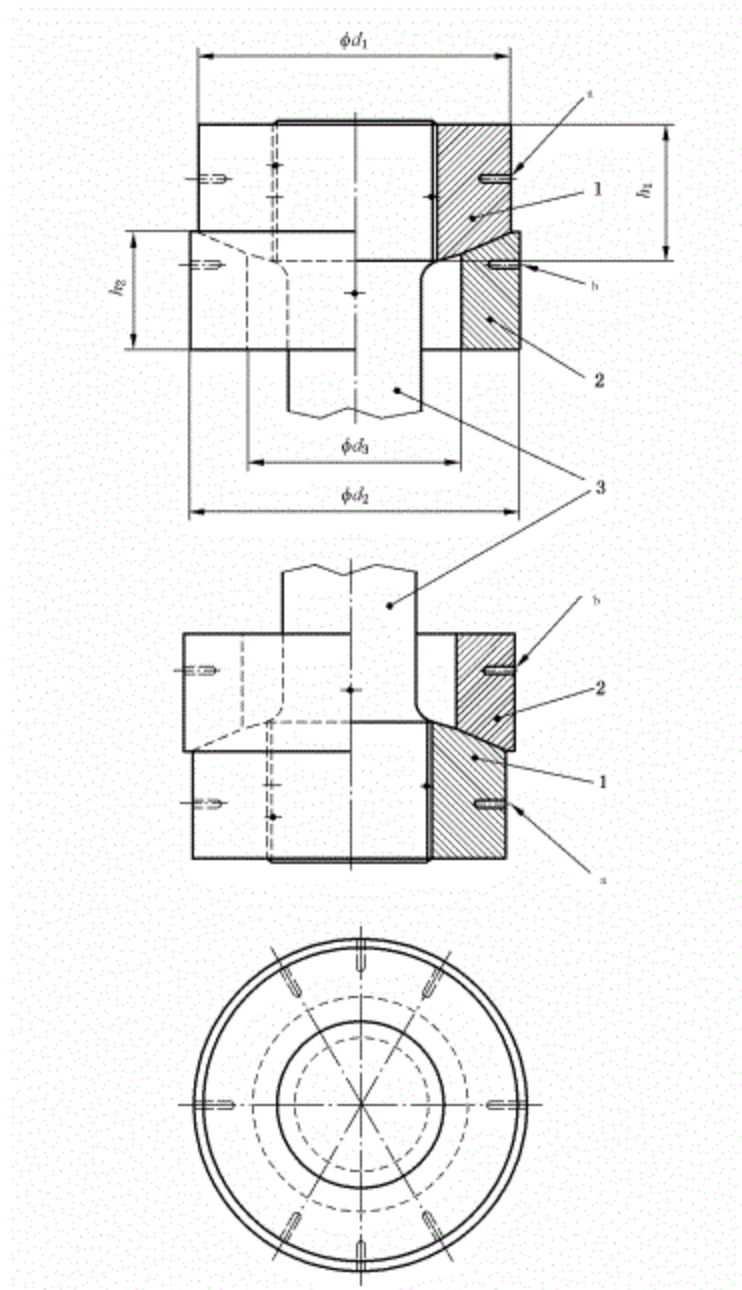
如果采用 A.4.2~A.4.5 中推荐的附件尺寸,要求附件所用材料的屈服强度至少为 350 N/mm²。

A.4.2 球形座和球形螺母

图 A.1 所示为拉式传感器附带的球形螺母和球形座的形状,其尺寸宜符合表 A.3 的规定。

最大(标称)力不小于 4 MN 传感器用的大型球型座和球形螺母宜在柱面分布设置盲孔,以利于运输和组装。就球形座来说,两对相对的孔就足够了,其中一对宜设在中心平面上,上球形座的另一对设在靠近上面三分之一处的平面上,下球形座的另一对设在靠近底部三分之一处的平面上(见图 A.1)。

球形螺母的每两对相对盲孔相差 60°角,宜分别设在柱面的上部、中部和下部。



说明:

1—球形螺母;

2—球形座;

3—拉力测量杆。

^a 6个孔。

^b 4个孔。

图 A.1 球形螺母、球形座和拉力测量杆

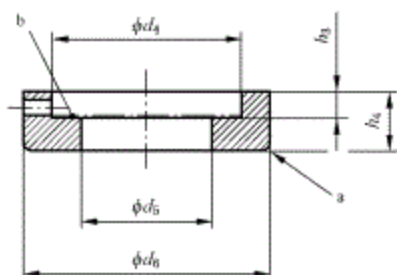
表 A.3 最大力不小于 10 kN 的拉式传感器配备的球形螺母和球形座尺寸

测力仪最大(标称)力	d_1 mm	d_2 (c11) mm	d_3 mm	h_1 mm	h_2 mm	r mm
10 kN~40 kN	32	$35^{+0.120}_{-0.280}$	22	16	12	30
60 kN	43	$45^{+0.130}_{-0.290}$	27	18	15	30
100 kN	47	$50^{+0.130}_{-0.290}$	32	20	15	50
200 kN	60	$64^{+0.140}_{-0.330}$	44	25	15	50
400 kN 和 600 kN	86	$90^{+0.170}_{-0.390}$	60	40	18	80
1 MN	115	$120^{+0.180}_{-0.400}$	74	60	25	100
2 MN	160	$165^{+0.230}_{-0.480}$	100	90	30	150
4 MN	225	$235^{+0.280}_{-0.570}$	150	120	40	250
6 MN	260	$270^{+0.300}_{-0.620}$	170	150	45	250
10 MN	335	$345^{+0.360}_{-0.720}$	220	180	55	300
15 MN	410	$420^{+0.440}_{-0.840}$	265	225	65	350
25 MN	550	$580^{+0.5}_{-1.5}$	345	310	85	500

A.4.3 中间联接环

A型和B型中间联接环分别如图A.2和图A.3所示,其尺寸参见表A.4,这些中间环宜用于多量程材料试验机的检验。

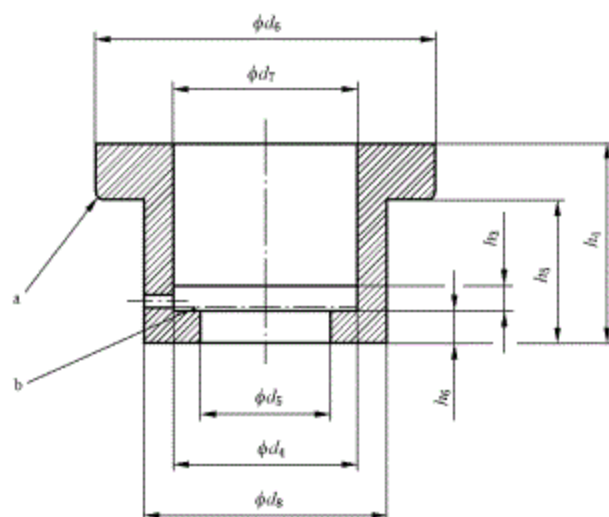
中间联接环宜有一个适当的定位装置(如穿销),以固定其他的安装件。



a 倒角。

b 挖槽(尺寸:1.6 mm×0.3 mm)。

图 A.2 A型中间联接环



^a 倒角。

^b 挖槽(尺寸:1.6 mm×0.3 mm)。

图 A.3 B型中间联接环

表 A.4 中间联接环尺寸

材料试验机的最大(标称)力 ^a	测力仪最大力	中间联接环型式	d_4 H7 mm	d_5 mm	d_6 c11 mm	d_7 mm	d_8 mm	h_3 mm	h_4 mm	h_5 mm	h_6 mm
60 kN	40 kN	A	$35^{+0.025}$	24	$45^{+0.130}_{-0.130}$	—	—	5	10	—	—
100 kN	40 kN	A	$35^{+0.025}$	24	$50^{+0.130}_{-0.130}$	—	—	7	15	—	—
	60 kN	A	$45^{+0.025}$	29		—	—	7	15	—	—
200 kN	40 kN	B	$35^{+0.025}$	24	$64^{+0.140}_{-0.330}$	36	46	5	34	22	12
	60 kN	A	$45^{+0.025}$	29		—	—	7	15	—	—
	100 kN	A	$50^{+0.025}$	34		—	—	7	15	—	—
400 kN~600 kN	40 kN	B	$35^{+0.025}$	24	$90^{+0.170}_{-0.390}$	36	61	5	57	42	12
	60 kN	B	$45^{+0.025}$	29		46	61	7	57	42	12
	100 kN	B	$50^{+0.025}$	34		51	61	7	57	42	15
	200 kN	A	$64^{+0.030}$	47		—	—	12	20	—	—

表 A.4 (续)

材料试验机 的最大 (标称)力 ^a	测力仪 最大力	中间联接 环型式	d_4 H7 mm	d_5 mm	d_6 c11 mm	d_7 mm	d_8 mm	h_3 mm	h_4 mm	h_5 mm	h_6 mm
1 MN	60 kN	B	$45^{+0.025}$	29	120 $^{+0.100}$ -0.100	46	77	7	60	45	15
	100 kN	B	$50^{+0.025}$	34		51	77	7	60	45	15
	200 kN	B	$64^{+0.030}$	47		65	77	12	60	45	15
	400 kN~600 kN	A	$90^{+0.035}$	65		—	—	18	32	—	—
2 MN	200 kN	B	$64^{+0.030}$	47	165 $^{+0.100}$ -0.100	67	103	12	87	60	15
	400 kN~600 kN	A	$90^{+0.035}$	65		—	—	18	48	—	—
	1 MN	A	$120^{+0.035}$	78		—	—	25	50	—	—
4 MN	400 kN~600 kN	B	$90^{+0.035}$	65	235 $^{+0.100}$ -0.100	92	158	18	130	95	35
	1 MN	B	$120^{+0.035}$	78		122	158	25	130	95	45
	2 MN	A	$165^{+0.040}$	105		—	—	27	62	—	—
6 MN	400 kN~600 kN	B	$90^{+0.035}$	65	270 $^{+0.100}$ -0.100	92	173	18	155	115	35
	1 MN	B	$120^{+0.035}$	78		122	173	25	155	115	45
	2 MN	A	$165^{+0.040}$	105		—	—	27	77	—	—
	4 MN	A	$235^{+0.046}$	160		—	—	35	60	—	—
10 MN	1 MN	B	$120^{+0.035}$	78	345 $^{+0.100}$ -0.100	122	223	25	200	150	40
	2 MN	B	$165^{+0.040}$	105		167	223	27	200	150	60
	4 MN	A	$235^{+0.046}$	160		—	—	35	90	—	—
	6 MN	A	$270^{+0.052}$	185		—	—	40	75	—	—

^a 标称力大于 10 MN 的拉力试验机是特殊型式,该型式的试验机所需的中间联接环宜按协议制造。

A.4.4 连接件(延长件、转接件等)

由于材料试验机设计不同,如果安装力传感器时需要连接件,应将连接件设计成确保沿力传感器的中心施加力。

A.4.5 承压垫

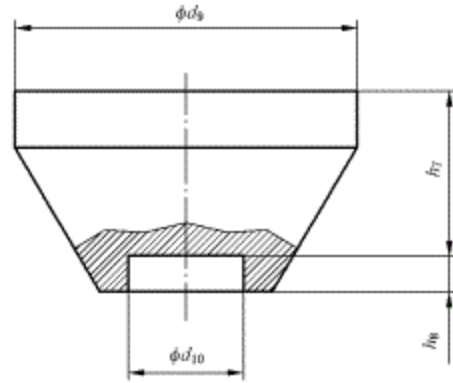
承压垫用作压式传感器的传力部件。如果承压垫有两个平的力传输面,宜将它们磨成平行的平面。

标准测力仪在力标准机(或基准机)上校准过程中,力标准机压板上承受的表面压力不宜大于 100 N/mm²,必要时宜选装附加的承压垫(见图 A.4)。承压垫的直径 d_9 要足够大,以保证满足上述要求。

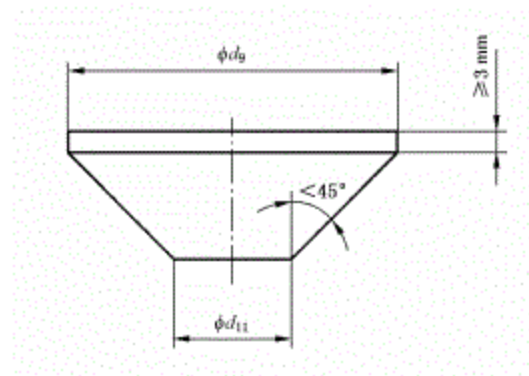
图 A.4 a)所示的例子为压式传感器的传力面为凸面的承压垫形状,其高度 h_7 不宜小于 $d_9/2$ 。

所有承压垫的高度 h_8 和直径 d_{10} 宜适合于传力部件,使承压垫在安装后既对中又与传力部件无横向接触。因此,直径 d_{10} 宜比传力部件的直径大 0.1 mm~0.2 mm。

图 A.4 b)所示的例子为压式传感器的传力面为平面的承压垫形状,直径 d_{11} 不应小于传力部件的直径。



a) 为减小传力面为凸面的力传感器表面压力而设计的承压垫



b) 为减小传力面为平面的力传感器表面压力而设计的承压垫

图 A.4 承压垫

附录 B
(资料性附录)
附加内容

B.1 过载力试验

对标准测力仪连续施加四次超过最大力的 8%~12% 的过载力。保持过载力 60 s~90 s。
标准测力仪交付校准或交付使用前,制造者应至少做一次过载力试验。

B.2 检验标准测力仪的压式传感器与其在力标准机上的支承之间无干扰的方法示例

利用圆柱形的中间支承垫对标准测力仪施加试验力。支承垫有平的、凸的和凹的三种端面,并与标准测力仪底面相接触。

凸面和凹面用来模拟操作中出现的不平和使用支承垫的硬度发生变化的情况。

中间支承垫用钢材制造,硬度为 400 HV30~650 HV30,表面凸、凹度为半径的 $1.0/1\ 000 \pm 0.1/1\ 000$ [半径的 $(0.1 \pm 0.01)\%$]。

如果标准测力仪与附带的承压垫一起校准,并且附带的承压垫和标准测力仪始终在一起使用,则将标准测力仪和承压垫看作组合试验装置。依次用平面、凸面和凹面的支承垫对该组合试验装置施加试验力。

对标准测力仪施加两个试验力,第一个是标准测力仪的最大力,第二个是满足重复性要求的最小校准力。

分别使用三种中间支承垫施加这两个试验力,重复试验三次。对于每个力,使用凹面支承垫与使用平面支承垫时的平均变形之差和使用凸面支承垫与使用平面支承垫时的平均变形之差均不宜超过表 B.1 中按标准测力仪级别给出的极限值。

表 B.1 平均变形的最大允差

级别	最大允差 %	
	最大力时	最小力时
00	0.05	0.1
0.5	0.1	0.2
1	0.2	0.4
2	0.4	0.8

如果标准测力仪满足最大力时的要求而不满足最小力时的要求,需确定满足该要求的最小力。

测定满足该要求的最小力时,所采用的力的最小增量由有资质的校准机构决定。

通常,标准测力仪每次进行校准时不必重做这些使用中间支承垫的试验,而只有标准测力仪大修后才进行这些试验。

B.3 关于记录未受力传感器零信号的说明

如果卸力后的力传感器零点发生变化,则表明由于过载而使力传感器产生了塑性变形,长时永久漂移则表明应变片基底受潮或应变片有粘贴缺陷。

B.4 已校准标准测力仪的温度修正

对任何温度变化,标准测力仪的变形修正量按式(B.1)计算:

$$D_t = D_{t_0} [1 + K (t - t_0)] \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

D_t ——温度为 t 时的变形;

D_{t_0} ——校准温度 t_0 时的变形;

K ——标准测力仪在摄氏温度下的温度系数。

除了配有电输出式力传感器的标准测力仪以外,合金含量不超过 7% 的钢质标准测力仪,可取 $K = 0.000\ 27/^\circ\text{C}$ 。

非钢质标准测力仪或配有电输出式力传感器的标准测力仪, K 值宜通过实验测定和由制造者提供。在标准测力仪的校准证书上宜给出所采用的 K 值。

表 B.2 给出了前一类标准测力仪的变形修正量。这些修正值是取 $K = 0.000\ 27/^\circ\text{C}$ 得到的。

注:以长度单位测量变形的钢质标准测力仪,温度每偏差 4°C ,变形修正量大约等于 0.001。

大多数电输出式力传感器在使用范围内都进行了温度补偿(见 7.4.3)。这些情况下,不必进行温度修正。

通常,将标准测力仪的测量温度精确到 1°C 即可。

如果标准测力仪在高于校准温度的情况下已经测得变形,并且希望得到在校准温度时的变形,则从测得的变形中减去表 B.2 给出的变形修正量。

在低于校准温度的情况下用标准测力仪进行测量时,测得的变形宜加上修正量。

例如:

——标准测力仪温度: 22°C ;

——测得的变形: 729.6 分度;

——校准温度: 20°C ;

——温度偏差: $22^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = +2^\circ\text{C}$ 。

在对应偏差 $+2^\circ\text{C}$ 的纵栏里,刚好超过 729.6 分度的变形是 833 分度。相对该变形值,表 B.2 中给出 0.4 分度的修正量。

修正后的变形是 $729.6 - 0.4 = 729.2$ (分度)。

表 B.2 钢质标准测力仪温度变化时的变形修正量(不包括电输出式力传感器)

变形修正量 分度	相对于校准温度的温度变化相应修正量的最大变形 分度							
	1 ℃	2 ℃	3 ℃	4 ℃	5 ℃	6 ℃	7 ℃	8 ℃
0.0	185	92	61	46	37	30	26	23
0.1	555	277	185	138	111	92	79	69
0.2	925	462	308	231	185	154	132	115
0.3	1 296	648	432	324	259	216	185	162
0.4	1 666	833	555	416	333	277	238	208
0.5	2 037	1 018	679	509	407	339	291	254
0.6		1 203	802	601	481	401	343	300
0.7		1 388	925	694	555	462	396	347
0.8		1 574	1 049	787	629	524	449	393
0.9		1 759	1 172	879	703	586	502	439
1.0		1 944	1 296	972	777	648	555	486
1.1		2 129	1 419	1 064	851	709	608	532
1.2			1 543	1 157	925	771	661	578
1.3			1 666	1 250	999	833	714	625
1.4			1 790	1 342	1 074	895	767	671
1.5			1 913	1 435	1 148	956	820	717
1.6			2 037	1 527	1 222	1 018	873	763
1.7			2 160	1 620	1 296	1 080	925	810
1.8				1 712	1 370	1 141	978	856
1.9				1 805	1 444	1 203	1 031	902
2.0				1 898	1 518	1 265	1 084	949
2.1				1 990	1 592	1 327	1 137	995
2.2				2 083	1 666	1 388	1 190	1 041
2.3					1 740	1 450	1 243	1 087
2.4					1 814	1 512	1 296	1 134
2.5					1 888	1 574	1 349	1 180

附录 C

(资料性附录)

标准测力仪校准和后续使用时的测量不确定度

C.1 标准测力仪校准结果的不确定度

C.1.1 总则

以插值和仅以递增力分级的标准测力仪,其校准不确定度是根据内插方程在任意变形下计算出的力值的不确定度。仅以规定力和递增力分级的标准测力仪,其校准不确定度是校准过程中得到的一个变形平均值对应的力的不确定度。

在每一个校准力 F 下,合成标准不确定度 u_c 由校准过程的读数计算得出[见式(C.1)],用力的单位表示。绘制这些合成标准不确定度对力的曲线,可用最小二乘法计算出覆盖全部力值的合成标准不确定度拟合值。对于校准范围的任一力,这个拟合值乘上包含因子 $k=2$ 得到扩展不确定度 U [见式(C.2)]。同样可通过计算得到相对扩展不确定度 W [见(C.3)]:

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^8 u_i^2} \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

$$U = k \times u_c \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

$$W = \frac{U}{F} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

- u_1 ——与施加的校准力相关的标准不确定度;
- u_2 ——与校准结果复现性相关的标准不确定度;
- u_3 ——与校准结果重复性相关的标准不确定度;
- u_4 ——与指示装置分辨力相关的标准不确定度;
- u_5 ——与标准测力仪蠕变相关的标准不确定度;
- u_6 ——与零点输出漂移相关的标准不确定度;
- u_7 ——与标准测力仪温度相关的标准不确定度;
- u_8 ——与内插相关的标准不确定度。

相对扩展不确定度 W 也可以从合成相对标准不确定度计算出来,见式(C.4)、式(C.5)、式(C.6):

$$w_c = \sqrt{\sum_{i=1}^8 w_i^2} \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

$$W = k \times w_c \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

$$U = W \times F \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

式中:

- w_1 ——与施加的校准力相关的相对标准不确定度;
- w_2 ——与校准结果复现性相关的相对标准不确定度;
- w_3 ——与校准结果重复性相关的相对标准不确定度;
- w_4 ——与指示装置分辨力相关的相对标准不确定度;
- w_5 ——与标准测力仪蠕变相关的相对标准不确定度;
- w_6 ——与零点输出漂移相关的相对标准不确定度;
- w_7 ——与标准测力仪温度相关的相对标准不确定度;
- w_8 ——与内插相关的相对标准不确定度。

注 1: 仅以规定力分级的标准测力仪的校准不确定度,不用考虑内插分量(u_8 、 w_8)。

注 2: 相对不确定度以百分数乘上 100 表示。

C.1.2 校准力不确定度 u_1 、 w_1 的计算

u_1 是只与力标准机施加力相关的标准不确定度,以力的单位表示,同样, w_1 以相对值表示。

C.1.3 复现性不确定度 u_2 、 w_2 的计算

u_2 与校准过程中得到变形平均值有关的标准偏差,用力的单位表示,同样, w_2 以相对值表示,见式(C.7)、式(C.8):

$$u_2 = \left| \frac{F_N}{X_N} \right| \times \sqrt{\frac{1}{6} \times \sum_{i=1,3,5} (X_i - \bar{X}_i)^2} \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

$$w_2 = \left| \frac{1}{\bar{X}_i} \right| \times \sqrt{\frac{1}{6} \times \sum_{i=1,3,5} (X_i - \bar{X}_i)^2} \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

式中:

X_i ——递增系列 1,3,5 得到的标准测力仪变形值。

注: 这个不是标准测力仪后续使用时测量力的复现性。

C.1.4 重复性不确定度 u_3 、 w_3 的计算

u_3 是测量变形的重复性产生的不确定度,用力的单位表示,同样, w_3 以相对值表示。见式(C.9)、式(C.10)。对于每一个力 F 可以得到:

$$u_3 = \frac{b' \times F}{100 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

$$w_3 = \frac{b'}{100 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

式中:

b' ——7.5.1 中定义的相对重复性误差。

C.1.5 分辨力不确定度 u_4 、 w_4 的计算

每个变形值是由两个读数计算出的(加力时的读数减去零力下的读数),因此,指示装置的分辨力需要包括两个均匀分布,每一个标准不确定度是 $r/2\sqrt{3}$,这里 r 是分辨力,用力的单位表示。见式(C.11)、式(C.12):

$$u_4 = \frac{r}{\sqrt{6}} \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

$$w_4 = \frac{1}{\sqrt{6}} \times \frac{r}{F} \quad \dots\dots\dots (C.12)$$

C.1.6 蠕变不确定度 u_5 、 w_5 的计算

这项不确定度分量是由于在一个给定的测力点,测力仪的变形会受到短时间前加载力的影响。这种影响之一是在施加或卸除最大校准力后的 30 s~300 s 期间改变力传感器的输出读数。这项影响不包括在复现性中,因为通常情况下,同一台力标准机用于全部测量系列,时间加载流程是相同的。

这项影响用式(C.13)、式(C.14)估算:

$$u_5 = \frac{c \times F}{100 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.13)$$

$$w_5 = \frac{c}{100 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.14)$$

如果不进行蠕变试验,蠕变不确定度可以由滞后除以3估算,因此,式(C.15)、式(C.16)可用于计算递增力的不确定度分量:

$$u_5 = \frac{\nu \times F}{100 \times 3\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.15)$$

$$w_5 = \frac{\nu}{100 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.16)$$

C.1.7 零点漂移不确定度 u_6 、 w_6 的计算

这项不确定度分量是由于标准测力仪的零点输出因测量系列不同而发生变化,测得的变形值可能是各系列在零试验力下时间的函数。因为通常情况下,这个时间对各测量系列是相同的,所以这项影响不包括在复现性中。测量这种变化的参数是零点误差 f_0 ,所以这项影响用式(C.17)、式(C.18)估算:

$$u_6 = \frac{f_0 \times F}{100} \quad \dots\dots\dots (C.17)$$

$$w_6 = \frac{f_0}{100} \quad \dots\dots\dots (C.18)$$

C.1.8 温度不确定度 u_7 、 w_7 的计算

这项不确定度分量是在整个校准过程中温度变化以及校准温度测量的不确定度引起的。标准测力仪对温度的敏感性需通过试验、制造商的说明书及理论和经验估算,这项分量以力的单位或相对值表示,按式(C.19)、式(C.20)计算:

$$u_7 = K \times \frac{\Delta T}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times F \quad \dots\dots\dots (C.19)$$

$$w_7 = K \times \frac{\Delta T}{2} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.20)$$

式中:

K ——标准测力仪的温度系数,单位为每摄氏度($^{\circ}\text{C}^{-1}$);

ΔT ——校准温度变化,包含温度测量的不确定度。

C.1.9 内插不确定度 u_8 、 w_8 的计算

C.1.9.1 总则

仅以规定力分级的标准测力仪不需考虑这项不确定度分量。

这项测量不确定度分量是由于内插方程的计算值与实际值存在偏差而产生的。可选择 C.1.9.2 和 C.1.9.3 的方法计算此项分量。

C.1.9.2 残差法

这项分量采用统计理论估算。假定校准力是均匀分布,能简化为式(C.21)、式(C.22):

$$u_8 = \frac{F_N}{X_N} \sqrt{\frac{\delta_r}{n-d-1}} \quad \dots\dots\dots (C.21)$$

$$w_8 = \frac{F_N}{F \times X_N} \sqrt{\frac{\delta_r}{n-d-1}} \quad \dots\dots\dots (C.22)$$

式中:

δ_r ——变形平均值和内插方程计算值之差平方的和;

- n ——力校准点的数目；
- d ——内插方程的次数。

C.1.9.3 偏差法

这项分量是测量变形的平均值与内插方程计算值之间的差值,按式(C.23)、式(C.24)计算:

$$u_s = \left| \frac{\bar{X}_r - X_s}{\bar{X}_r} \right| \times F \quad \dots\dots\dots (C.23)$$

$$w_s = \left| \frac{\bar{X}_r - X_s}{\bar{X}_r} \right| \quad \dots\dots\dots (C.24)$$

C.1.10 合成标准不确定度和扩展不确定度的计算

C.1.10.1 总则

合成标准不确定度和扩展不确定度以力的单位(u_c 和 U)或相对值(w_c 和 W)表示,参见 C.1.10.2 和 C.1.10.3。

C.1.10.2 用力单位表示的合成标准不确定度和扩展不确定度

对每一个校准力,合成标准不确定度 u_c 通过各个标准偏差计算得到,按式(C.25)计算:

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^8 u_i^2} \quad \dots\dots\dots (C.25)$$

注:此公式与式(C.1)相同。

绘制 u_c 相对力的曲线,通过全部数据点确定最佳拟合的最小均方线系数。

拟合线的类型(例如:直线、多项式、指数)取决于校准结果。因简便线性方程为首选。如果线性方程结果值低于最小合成不确定度的值,宜采用更加保守的拟合值和/或规定不确定度的最小值。宜采用得到的最小合成标准不确定度(以力为单位)。

扩展不确定度 U 由最佳拟合方程值乘系数 2 得出。可计算得出校准范围内任一力的扩展不确定度,并以力的单位表示。

C.1.10.3 用相对值表示的合成标准不确定度和扩展不确定度

对每一个校准力,合成标准不确定度 w_c 通过各独立的标准不确定度计算,按式(C.26)计算:

$$w_c = \sqrt{\sum_{i=1}^8 w_i^2} \quad \dots\dots\dots (C.26)$$

注:此公式与式(C.4)相同。

绘制 w_c 相对力的曲线图,通过全部数据点确定最佳拟合的最小均方线系数。

拟合线的类型(例如:直线、多项式、指数)取决于校准结果。因简便线性方程为首选。如果线性方程结果值低于最小合成不确定度的值,宜采用更加保守的拟合值和/或规定不确定度的最小值。宜采用得到的最小合成标准不确定度。

扩展不确定度 W 由最佳拟合方程值乘系数 2 得出。可计算得出对校准范围内任一力的扩展不确定度,并以相对值表示。

C.2 标准测力仪后续使用时的不确定度

C.2.1 总则

与校准后从标准测力仪变形计算出的力有关的不确定度包含以下来源:

- a) 校准不确定度；
- b) 分辨力；
- c) 进回程差；
- d) 自校准以后灵敏度的漂移；
- e) 在不同温度使用时的影响；
- f) 不同端面加载条件的影响；
- g) 使用不同附件时的影响；
- h) 采用不同时间加载流程的影响；
- i) 内插方程拟合的影响；
- j) 更换指示装置的影响(如适用)。

可以假定这些影响是不相关的,因此每一个力的合成标准不确定度可用这些标准不确定度平方和计算(假定任一已知的误差已被修正)。例如,如果传感器的温度灵敏度是已知的,温差(校准时和其后使用时)也是已知的,则宜对计算的力进行修正或将影响线性地加到不确定度中,而不是平方和中。

C.2.2 校准不确定度

校准不确定度是扩展不确定度值的一半,用 C.1.10 扩展不确定度公式计算。

C.2.3 分辨力不确定度

测量力来源于新的变形值,因此,指示装置的分辨力需要按 C.1.5 描述的方式再次纳入。如果读数波动超过指示装置的分辨力,分辨力应被视为波动范围的一半。

C.2.4 进回程差贡献的计算

在 7.5.4 定义的进回程差不是校准不确定度的一个分量。要考虑这一特性取决于传感器在校准后如何使用。

如果使用者仅使用递增力测量,没有由于进回程差带来的测量力不确定度的分量。

然而,如果使用者使用递减力测量并且没有任何修正,应考虑进回程差 ν ,作为一个额外的增量。见式(C.27)、式(C.28):

$$u_{mv} = \frac{\nu \times F}{100 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.27)$$

$$w_{mv} = \frac{\nu}{100 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.28)$$

这个分量可在校准证书中标明,也可以增加到 C.1 描述的校准不确定度分量中,以得到一个包含进回程差影响的合成校准不确定度。

C.2.5 漂移

这项分量可以从传感器先前校准时得到的历史数据估算。准确的不确定度分布(甚至可能是一个估计的误差修正值)与各个单独的传感器相关,对于先前最大正负变化的扩展不确定度按保守估计为均匀分布。如果这些信息不能得到,宜依据类似装置的历史性能估算。

C.2.6 温度的影响

零点输出的温度影响可以不予考虑,因为其对变形的影响可以忽略不计,但需要考虑温度对灵敏度的影响。如果已知标准测力仪的实际灵敏度,宜对计算的力进行修正。很可能有如下情况,制造商说明书上的允差是仅有的信息,不确定度分量可以依据这个值和标准测力仪校准时与后续使用时的温度差值得出,宜使用矩形分布。然而,系数(或允差)通常是在稳定的、没有变化的温度下给出。如果传感

器用于温度变化的情况,宜考虑一个额外的不确定度影响。

C.2.7 加载端面的影响

在 B.2 中描述的承压垫试验给出了受加载端面影响的压式传感器敏感性。这些试验的结果和传感器后续使用时条件的信息一起,可以确定对实际不确定度的影响。

C.2.8 附件的影响

校准不确定度中包含的复现性仅对在力标准机上三次测量的平均值有效。通常,附件在校准以后的使用次数要远远超过校准时的使用次数。

因此,使用者宜在几次测量之间,将传感器绕加力轴线旋转,重复进行力的测量,加入与观测到的变化有关的分量。

如果无法进行旋转重复测量,宜估算附件的范围并评估传感器对附件的敏感性,加入基于附件范围和传感器灵敏性的不确定度分量。

C.2.9 时间加载流程

标准测力仪的校准方法(本标准中定义)和后续使用标准测力仪检验单轴试验机(ISO 7500-1 中定义)规定的时间加载流程不同(本标准规定在读数前等待 30 s,ISO 7500-1 允许缓慢施加递增力校准)。如果标准测力仪对时间加载流程的影响是灵敏的,两种不同的方法将导致计算力的误差。蠕变和零点漂移的不确定度的贡献,某种程度上覆盖这些影响,但依据应用,需要考虑额外的不确定度贡献。

如果使用标准测力仪前未施加预加力,特别是两种加力方式都使用时(即,从拉至压,反之亦然),宜给予关注。

C.2.10 校准方程逼近线性度的影响

如果不使用证书上给出的校准方程,宜根据校准方程与所使用的方程之间的差异,增加一个分量。一些指示装置允许从校准曲线上插入点,并以力的单位显示。在这些点之间进行线性插补,而不使用校准公式,这种情况下,应调查这个逼近曲线的影响,如果影响显著,宜将其影响包含在不确定度中。

C.2.11 更换指示装置的影响

宜确定两台指示装置之间的偏差(有几种方法,例如,校准两台指示装置,使用相同的电桥模拟器),并估算这个偏差的不确定度(包括指示装置的校准不确定度、共用电桥模拟器的稳定性等因素)。

如果进行了修正,宜考虑偏差的不确定度。如果没有进行修正,宜考虑偏差及其不确定度。

C.2.12 动态力的影响

本标准仅涉及静态力的测量。如果标准测力仪在动态条件下使用,应考虑额外的不确定度因素,例如,力传感器和指示装置的频率响应以及机械结构的相互作用,都会对测量结果产生很大的影响,需要对动态测量进行详细分析,本标准不涵盖这部分内容。

参 考 文 献

- [1] ISO 7500-1 Metallic materials—Verification of static uniaxial testing machines—Part 1: Tension/compression testing machines—Verification and calibration of the force-measuring system
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
金属材料 单轴试验机检验用
标准测力仪的校准

GB/T 13634—2019/ISO 376:2011

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.org.cn

服务热线: 400-168-0010

2019年10月第一版

*

书号: 155066 · 1-63661

版权专有 侵权必究



GB/T 13634-2019