



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

拉伸冲击试验机校准规范

Calibration Specification for Tensile Impact Test Machines

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

北京市市场监督管理局 发布

拉伸冲击试验机校准规范

Calibration Specification for

Tensile Impact Test Machines

JJF(京) xx-xxxx

归口单位：北京市市场监督管理局

主要起草单位：北京市计量检测科学研究院

广电计量检测集团股份有限公司

参加起草单位：

本规范委托 X X X X 负责解释

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 术语.....	(1)
4 概述.....	(2)
5 计量性能.....	(3)
6 校准条件.....	(4)
7 校准项目和校准方法.....	(5)
8 校准结果表达.....	(7)
9 复校时间间隔.....	(7)
附录 A 拉伸冲击试验机测量结果不确定度评定示例.....	(9)
附录 B 初识势能的测定.....	(13)
附录 C 校准记录格式(推荐).....	(14)
附录 D 校准证书内页格式(推荐).....	(16)

引 言

本规范参照 GB/T 21189-2007《塑料简支梁、悬臂梁和拉伸冲击试验用摆锤冲击试验机的检验》，GB/T 13525-1992《拉伸冲击性能试验方法》，JJG 145-2007《摆锤式冲击试验机检定规程》，结合实际使用制定，并依据国家计量技术规范 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》编制。

本规范为首次发布。

拉伸冲击试验机校准规范

1 范围

本规范适用于能量值为 50J 及以下的拉伸冲击试验机（以下简称试验机）的校准。

2 引用文件

GB/T 21189—2007 塑料简支梁、悬臂梁和拉伸冲击试验用摆锤冲击试验机的检验 (ISO 13802:1999, Plastics-Verification of pendulum impact-testing machines-Charpy, Izod and tensile impact-testing, MOD)

GB/T 13525—1992 拉伸冲击性能试验方法

JJG 145-2007 摆锤式冲击试验机检定规程

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 术语

3.1 垂直支撑面 anvil faces

在拉伸冲击试验机中，垂直于水平支承面，用于支承摆锤施加在试样上的冲击力的支承表面。又称砧座。[JJG 145-2007，术语与计量单位 3.1.1]

3.2 底座 base

试验机机架上试样支座水平支承面以下的部分。[JJG 145-2007，术语与计量单位 3.1.2]

3.3 横梁 crosshead

在试样夹持装置中，能够夹持试样的一端，并且在试样破坏时，随着试样一起抛出的部分。又称丁字头。

3.4 摆锤的摆动周期 period of oscillation of the pendulum

摆锤离开铅垂位置的角度不超过 5° ，完成一次摆动（往复地）所需的时间，以秒为单位。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.3]

3.5 打击中心 centre of percussion

摆锤上的一点，该点在摆动平面内对试样进行垂直冲击且摆动轴不产生反作用力。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.4]

3.6 摆锤长度 pendulum length

 L_p

摆轴轴线至打击中心的距离，以米为单位。当摆锤的等效质量理论上集中在距摆轴轴线为摆锤长度的点上时，其摆动周期与实际摆锤的摆动周期相同。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.5]

3.7 冲击长度 impact length

 L_i

锤头冲击横梁打击面中心的点至摆轴轴线的距离，以米为单位。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.8]

3.8 起始角 starting angle

 α

摆锤的释放位置与铅垂位置的夹角，以度为单位。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.10]

3.9 冲击速度 impact velocity

 v_i

摆锤在冲击瞬间的速度，以米每秒为单位。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.11]

3.10 势能 potential energy

 E

摆锤在起始位置，相对其冲击位置的势能，以焦耳为单位。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.12]

3.11 冲击能量 impact energy

 W

使试样变形、断裂和推离所需的能量，以焦耳为单位。[GB/T 21189—2007，术语和定义 2.13]

4 概述

拉伸冲击试验机的工作原理是：试样一端固定在摆锤式冲击试验机的夹具上，另一端固定在横梁（丁字头）上，由摆锤的单程摆动提供能量，冲击横梁（丁字头），使试样在较高拉伸形变速率下破坏，横梁（丁字头）与试样的一部分一起被抛出，测定摆锤消耗的能量及试样破坏前后的标距，经校正，计算得到试样的拉伸冲击强度和永久断裂伸长率。[GB/T 13525—1992 原理 4]

本规范规定了在一次冲击力作用下，冲断（冲击）拉伸冲击试样试验用试验机的校准方法。

5 计量性能

5.1 试验机机架

5.1.1 摆轴轴线与基准面的平行度应在 1/1000 以内。该项目应由制造者在合格证书中给出。

5.1.2 摆锤侧面与摆动平面的平行度在 1.5/1000 以内。

5.1.3 摆轴轴向间隙小于 0.25mm。

5.1.4 摆轴轴承处的径向间隙小于 0.05mm。

5.2 摆锤

5.2.1 摆锤铅锤时，从动针应调至最大能量位置；摆锤空击时，从动针应平稳无跳动被带至零位，回零差的最大允许值为摆锤最大能量的 $\pm 0.1\%$ 。

5.2.2 摆锤离开铅垂位置的角度不超过 5° 时进行周期摆动，至少能完成 50 个摆动周期。

5.2.3 冲击长度 L_1 相对摆锤长度 L_p 的最大允许误差为 $\pm 1\%$ 。

5.2.4 摆锤力矩的最大允许误差应为标称值的 $\pm 0.5\%$ 。

5.2.5 初始势能 E 的最大允许误差应为标称值的 $\pm 1\%$ 。

5.2.6 能量损失包括空气阻力、轴承摩擦和指针摩擦损失的能量。应满足表 1 要求。

表 1 无试样时摩擦引起的能量损失要求

势能 E/J	2	4	7.5	15	25	50
最大允许能量损失/%	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

5.2.7 摆锤的冲击速度应符合表 2 的要求。

表 2 摆锤的冲击速度要求

势能 E/J	2	4	7.5	15	25	50
冲击速度/(m/s)	2.9	2.9	3.8	3.8	3.8	3.8
允许误差	$\pm 10\%$					

5.3 横梁

5.3.1 横梁应具有夹持功能，能够夹持试样的一端。夹持试样的夹具口应可以夹持试样并在冲击时没有打滑。同时夹持端不会损伤试样。

5.3.2 横梁的质量要求应符合表 3 的要求。

表 3 横梁的质量要求

势能 E/J	横梁质量/g
2	15 \pm 1 或 30 \pm 1

4	15±1 或 30±1
7.5	30±1 或 60±1
15	30±1 或 60±1
25	60±1 或 120±1
50	60±1 或 120±1

5.4 指示装置

5.4.1 模拟指示装置的检查

模拟指示装置应以角度单位或能量单位进行标度。指示装置分度值不应大于标称值的 1/100，并至少能估读出能量的 0.25%。

5.4.2 数字指示装置的检查

数字指示装置应以角度单位或能量单位进行标度。指示装置的最低分辨力至少应为标称能量的 1/400。

注：以上计量特性要求仅供参考，不作为判定依据

6 校准条件

6.1 环境条件

实验室内温度应在 (23±5) °C 范围内，相对湿度不超过 80%。

实验室内应无影响测量的灰尘、振动、气流、腐蚀性气体和较强磁场。

校准用计量标准器具及其他设备在室内连续平衡温度的时间不少于 1h。

6.2 校准用计量器具

校准项目和校准用计量器具见表 4，并允许使用满足测量不确定度要求的其它测量标准器具及设备进行校准。

表 4 校准项目和校准用计量器具

序号	校准项目	校准用主要计量器具	参考技术指标
1	机座、倾角检测	光学倾斜仪	$U=5'$ ($k=2$)
2	相关部件尺寸	卡尺	分度值不低于 0.02mm 分度
3	间隙、平行度	塞尺、百分表(含磁性表座)	符合通用量具要求
4	摆锤长度	秒表	符合通用量具要求

5	摆锤力矩	测力仪	0.1 级
6	横梁质量	电子天平	I 级

7 校准项目和校准方法

检查试验机的外观、各个组件，锤头无破损，各活动部件运动应平稳、灵活。设备可正常开启，预热时间符合产品说明书的要求。试验机进行无试样空击时无卡滞、跳动等现象；紧固部件作用有效、可靠；可调部分应满足测量要求。明确没有影响校准计量特性的因素后再进行校准。

7.1 试验机机架

7.1.1 摆锤侧面与摆动平面的平行度。使用百分表轻轻顶住摆锤侧面，且表针能够自由摆动测量时，用细绳轻拉摆锤观测百分表的变量，以此变量比上百分表在摆锤上运动轨迹长度计算。

7.1.2 摆轴轴向、径向间隙的校准。将装好百分表的磁性表座置于主机架合适的位置：当百分表放置于摆动轴端头上时，用于测量摆轴的轴向间隙；当百分表垂直对准摆轴上方中心处时，测量摆轴的径向间隙。

7.2 摆锤的校准

7.2.1 摆锤进行空击时，回零差采用目测检测。

7.2.2 将摆锤置于不大于 5° 的位置进行释放，让其自由摆动 50 个周期，利用秒表测量摆动时间。重复测量 3 次计算其平均值，再计算摆锤摆动的一个完整周期 t ，以秒为单位。

7.2.3 冲击长度 L_1 应由说明书给出。摆锤长度 L_p 在测量完摆动周期后按下式计算：

$$L_p = \frac{gt^2}{4\pi^2} \quad (1)$$

式中， g —当地重力加速度，单位为 m/s^2 ；

π^2 —取值 9.87。

冲击长度相对摆锤长度的误差按照下式计算：

$$\delta_L = \frac{L_1 - L_p}{L_p} \times 100\% \quad (2)$$

7.2.4 摆锤力矩的校准。摆锤力矩的标称值应由说明书给出。将摆锤放置水平，以准确度 0.1 级的测力仪进行测力。分别测定支反力 F 、距离 L_H ，分别在锤头的背面铅垂面取三点

各测量一次，求其算术平均值。 L_H 是测定支反力 F 的作用点至摆轴轴线的距离。摆锤力矩与标称值 M 的相对偏差 δ_M 按下式计算：

$$\delta_M = \frac{\bar{M}-M}{M} \times 100\% \quad (3)$$

式中， M —摆锤力矩的标称值，单位为 Nm；

\bar{M} —摆锤力矩 $F \times L_H$ 的测量平均值，单位为 Nm。

7.2.5 初始势能的校准。首先用光学倾斜仪测量摆锤起始角 α 。摆锤处于预仰角时的初始势能 E 按下式计算：

$$E = \bar{M}(1 - \cos\alpha) = \bar{M} \times 2 \times \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (4)$$

其与标称能量 E_N 的最大允许相对误差要求按下式计算：

$$\delta_E = \frac{E-E_N}{E_N} \times 100\% \quad (5)$$

7.2.6 能量损失的校准。

(1) 模拟式试验机的能量损失：

以常规方式操作试验机，支座上不放式样，记录指针指示的升角 β_1 或能量 E_1 。不调整指针的位置，重新扬起摆锤进行第二次试验，记录升角 β_2 或能量 E_2 。因此由指针摩擦引起的能量损失 p 按下式计算：

$$\text{以角度单位读数时} \quad p = M (\cos\beta_1 - \cos\beta_2) \quad (6)$$

$$\text{以能量单位读数时} \quad p = E_1 - E_2 \quad (7)$$

β_1 和 β_2 的值或 E_1 和 E_2 的值应是四次测量平均值。

(2) 数字式试验机的能量损失：

对于数字式试验机，其没有指针摩擦的影响，应具有能量损失自动测试功能。

7.2.7 摆锤冲击速度的校准。

通过测量摆锤预仰角 α ，获取冲击长度 L_1 后，冲击速度按下式确定：

$$v_1 = \sqrt{2gL_1 (1 - \cos\alpha)} \quad (8)$$

7.3 横梁的校准

7.3.1 横梁应具有夹持功能。通过目视进行检测。

7.3.2 横梁质量的校准。将横梁单独取出，用电子天平对其质量进行称量。进行 3 次称量，取平均值作为测量结果。

7.4 指示装置的校准

7.4.1 模拟式指示装置应以角度单位或能量单位进行标度。采用目视检测。标度盘刻线宽度应清晰且均匀一致，指针的宽度应近似等于刻线宽度。指针的设计应使读数无视差。分度值不应大于标称值的 1/100，并至少能估读出能量的 0.25%。

7.4.2 数字式指示装置应以角度单位或能量单位进行标度。采用目视检测。当示值的变动不大于一个增量时，分辨力 r 为数字指示器末位有效数字的一个增量；当示值的变动大于一个增量时，分辨力被视为变动范围的一半。最低分辨力至少应为标称能量的 1/400。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- 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) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识以及签发日期；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书或报告的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过一年。复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用

者、仪器本身质量等因素决定，送校单位也可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。如果仪器经维修、更换重要部件或对仪器性能有怀疑时，应重新校准。

附录 A 拉伸冲击试验机测量结果不确定度评定示例

一、拉伸冲击试验机初始势能测量结果不确定度评定示例

1 测量方法和过程

在规定环境温度(23±5)℃下,采用对应标准器对拉伸冲击试验机的不同校准项目进行测量。用标准测力仪对摆锤支反力进行测量,该过程连续进行3次,以3次示值的算术平均值作为摆锤支反力的校准结果。

2 评定模型

2.1 数学模型

$$E = F \times L_H \times 2 \times \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\text{A1})$$

式中: α —起始角;

L_H —作用点至摆轴轴线的距离;

F —支反力三次测量平均值。

2.2 相对不确定度评定模型

$$\frac{u_c(E)}{E} = \sqrt{\frac{u_c^2(F)}{F} + \frac{u_c^2(L_H)}{L_H} + \frac{u_c^2(\alpha)}{\alpha}} \quad (\text{A2})$$

3 不确定度分量评定

3.1 不确定度分量的来源

支反力 F 的相对不确定度分量可以分为力传感器测量力值的分量 $u_{\text{rel}}(F_1)$ 和标准器引入的分量 $u_{\text{rel}}(F_2)$ 。

表 A1 不确定度分量一览表

项目	最大允许误差	分布类型	分布因子 k_i	相对不确定度
$u_{\text{rel}}(F_1)$	±1%	三角	$\sqrt{6}$	$\frac{1\%}{\sqrt{6}}$
$u_{\text{rel}}(F_2)$	±0.3%	正态	3	$\frac{0.3\%}{3}$
$u_{\text{rel}}(L_H)$	±0.2%	三角	$\sqrt{6}$	$\frac{0.2\%}{\sqrt{6}}$

$u_{\text{rel}}(\alpha)$	$\pm 0.5\%$	三角	$\sqrt{6}$	$\frac{0.5\%}{\sqrt{6}}$
--------------------------	-------------	----	------------	--------------------------

3.2 不确定度分量的评定

根据分析可知，支反力 F 的合成相对不确定度为式(A3)。

$$u_{\text{rel}}(F) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(F_1) + u_{\text{rel}}^2(F_2)} \quad (\text{A3})$$

4 初始势能的合成不确定度

根据表 A1 的计算结果可以将各分量代入公式(A2)和(A3)中，得到初始势能的合成相对不确定度。

$$u_{\text{rel}}(E) = \sqrt{u_{\text{rel}}^2(F) + u_{\text{rel}}^2(L_H) + u_{\text{rel}}^2(\alpha)} \quad (\text{A4})$$

5 标准不确定度

$$u(E) = u_{\text{rel}}(E) \times E \quad (\text{A5})$$

6 扩展不确定度

$$U(E) = k \times u(E) \quad (k=2) \quad (\text{A6})$$

二、横梁质量测量结果不确定度评定示例

1 测量方法

在环境温度 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ，采用电子天平测量横梁质量，重复测量 3 次，计算出 3 次测量结果的平均值作为测得值。测得值与量块实际值之差作为测量结果。

2 测量模型

$$\Delta = w_i - w_s \quad (\text{A7})$$

式中：

Δ ——示值误差，g

w_i ——电子天平示值，g

w_s ——横梁标称值，g

式中 (A1) 中， w_i 、 w_s 之间互为独立，其灵敏系数与方差分别为：

$$u_c(\Delta) = \sqrt{\left[\frac{\partial \Delta}{\partial w_i}\right]^2 u^2(w_i) + \left[\frac{\partial \Delta}{\partial w_s}\right]^2 u^2(w_s)} \quad (\text{A8})$$

由于 $c_1 = c(L_i) = \frac{\partial \Delta}{\partial w_i} = 1$, $c_2 = c(L_s) = \frac{\partial \Delta}{\partial w_s} = -1$, 所以

$$u_c(\Delta) = \sqrt{u^2(w_i) + u^2(w_s)} \quad (\text{A9})$$

3 标准不确定度分量的来源与评定

3.1 标准不确定度来源

对横梁质量测量结果的不确定度由测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1 和标准器电子天平引入的标准不确定度分量 u_2 组成。

3.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_1

以某横梁的质量测量时, 进行 10 次测量, 利用贝塞尔公式计算单次测量的实验标准偏差 $s(w_i)$ 。

$$s(w_i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{10} (w_j - \bar{w})^2}{n-1}} \quad (\text{A10})$$

式中:

j ——测量次数;

w_j ——第 j 次测量结果, g;

\bar{w} ——10 次测量结果的平均值, g。

实际测量 3 次, 以平均值作为测量结果, 故标准不确定度为

$$u(w_i) = \frac{s(w_i)}{\sqrt{3}} \quad (\text{A11})$$

3.3 标准器电子天平引入的标准不确定度分量 u_1

以称量范围 0g~12000g, 分辨力为 0.1g 的天平为例。电子天平的最大允许误差为 ± 1.5 g, 区间半宽为 1.5g, 假设为均匀分布, 则标准不确定度分量为:

$$u(w_s) = \frac{1.5}{\sqrt{3}} \quad (\text{A12})$$

4 合成标准不确定度的计算

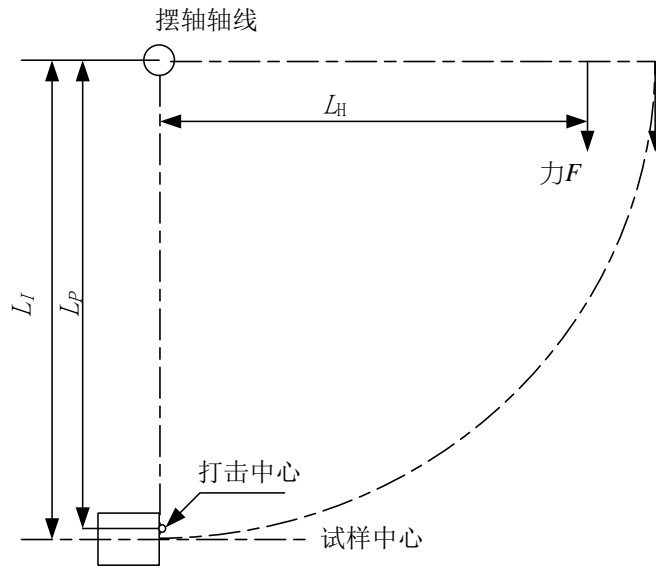
由于 w_i 、 w_s 之间彼此独立不相关, 因此代入公式合成标准不确定度为:

$$u_c(\Delta) = \sqrt{\left[\frac{s(w_j)}{\sqrt{3}}\right]^2 + \left[\frac{1.5}{\sqrt{3}}\right]^2} \quad (\text{A13})$$

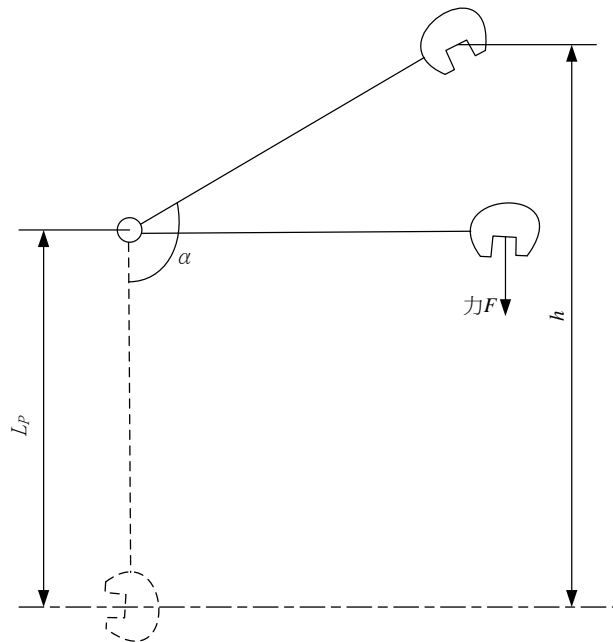
5 扩展不确定度的确定

$$U = k \times u_c(\Delta) \quad (k=2) \quad (\text{A14})$$

附录 B 初识势能的测定



(a) 力矩 M 的测定



(b) 校准时所需参数

图 B.1 初始势能的测定

附录 C 校准记录格式 (推荐)

拉伸冲击试验机校准原始记录						
校准类别: <input type="checkbox"/> 院校准 <input type="checkbox"/> CNAS 校准						
技术依据:						
溯源性说明: 本次校准所用的计量器具的量值可溯源至(力值、长度、质量、时间)国家基准。						
校准所使用的主要计量标准器						
名称	电子天平	标准测力仪	卡尺	秒表	光学倾斜仪	塞尺、百分表
最大允许误差						
溯源证书编号						
有效期至						
委托物品基本信息						
委托单位名称				委托单位地址		
物品名称				制造单位		
规格型号				出厂编号		
环境温度: (°C) 相对湿度 (%)						
校准地点: <input type="checkbox"/> 本院 <input type="checkbox"/> 现场						
校准日期: 年 月 日						
<input type="checkbox"/> 复校时间间隔: 根据顾客要求或校准技术文件的规定, 间隔为 [] 个月。						
校准员: _____ 核验员: _____						
计量器具委托单编号: _____。						
校准项目				检测数据		
基座牢固。远离振源。摆轴轴线与基准面的平行度应在 1/1000 以内。检测室温: 23±5°C。操纵机构灵活。锁紧装置可靠。度盘刻度清晰。摆杆平直, 连接部位牢固。				<input type="checkbox"/> 复合要求 <input type="checkbox"/> 不复合要求		
指示装置				<input type="checkbox"/> 复合要求 <input type="checkbox"/> 不复合要求		
回零差						
能量损失						
摆锤侧面与摆动平面的平行度						
摆轴轴向间隙						

摆轴轴承处的径向间隙		
摆动周期	摆动次数	
	摆动时间 (S)	
	一个摆动周期 $t=$	
冲击长度相对摆锤长度的误差	冲击长度 L_p	
	摆锤长度 L_l	
	相对误差 δ_L	
摆锤力矩的误差	支反力 F (N)	
	距离 L_H	
	实测力矩 \bar{M}	
	标称力矩 M	
初始势能的误差	相对误差 δ_M	
	起始角 α	
	标称值 E_N	
	实测值 E	
初始势能的扩展不确定度	相对误差 δ_E	
冲击速度的误差	$U(E)$	
	实测值 v_1	
冲击速度的扩展不确定度	相对误差 δ_v	
	$U(v)$	
横梁质量		
	平均值	
横梁质量的扩展不确定度	$U(m)$	

附录 D 校准证书内页格式 (推荐)

摆锤标称势能						
起始角						
回零差						
能量损失						
摆锤侧面与摆动平面平行度						
摆轴轴向间隙						
摆轴径向间隙						
冲击长度	L_p		L_1		δ_L	
摆锤力矩	\bar{M}		M		δ_M	
初始势能	E			δ_E		
冲击速度	v_1			δ_v		
横梁质量						
初始势能的扩展不确定度 $U(E)$						
冲击速度的扩展不确定度 $U(v)$						
横梁质量的扩展不确定度 $U(m)$						
备注						

