



北京市地方计量技术规范

JJF (京) XXXX-XXXX

仪器化夏比标准冲击试样校准规范

Calibration Specification for Instrumented Charpy Impact Standard Specimen

(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

仪器化夏比标准冲击试样
校准规范

Calibration Specification for Instrumented Charpy
Impact Standard Specimen

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

本规程委托XXXX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.....	(1)
5 计量性能和通用技术要求.....	(2)
6 校准条件.....	(3)
6.1 环境条件.....	(3)
6.2 校准用设备.....	(3)
7 校准项目和校准方法.....	(4)
8 校准结果表达.....	(6)
9 复校时间间隔.....	(7)
附录 A 示值误差的不确定度评定示例.....	(8)
附录 B 校准记录格式(推荐).....	(13)
附录 C 校准证书内页格式(推荐).....	(15)

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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的规定而制定，参考了 JJG 1147-2018《夏比 V 型缺口标准冲击试样》，GB/T 18658-2018《摆锤式冲击试验机 检验用夏比 V 型缺口标准试样》，GB/T 19748-2019《金属材料 夏比 V 型缺口摆锤冲击试验仪器化试验方法》的相关内容。

本规范为首次发布。

仪器化夏比标准冲击试样校准规范

1 范围

本规范适用于仪器化夏比摆锤冲击试验机校准用仪器化夏比标准冲击试样（以下简称标准试样）的首次校准。

2 引用文件

JJG 1147 夏比 V 型缺口标准冲击试样

JJF 1343 《标准物质定值的通用原则及统计学原理》

GB/T 18658 《摆锤式冲击试验机检验用夏比 V 型缺口标准试样》

GB/T 19748 《金属材料 夏比 V 型缺口摆锤冲击试验仪器化试验方法》

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 摆锤式冲击基准机 pendulum impact primary standard machine

用于测定标准冲击试样标准能量的试验机。

3.2 吸收能量 absorbed energy

用试验机进行试验时，冲断试样所需的总能量。它等于摆锤在初始位置的势能与试样断裂后完成第一个半周期时的势能之差。

3.3 标准能量 reference energy

标准冲击试样的吸收能量值。

3.4 首峰力 first peak force

力-位移曲线上第一个峰的力最大值。

3.5 有效质量 effective mass

仪器化夏比 V 型缺口标准冲击试样的质量。

4 概述

标准冲击试样是用于对仪器化夏比摆锤式冲击试验机示值进行校准的标准试样。

为了保证标准试样的一致性，一批中所有的试样均应选自单一的坯料或熔料，试样的

成分不作规定，具有不同能量级的各批标准试样可以有不同的成分，试样缺口部分应采用同样的加工方法，对于金属材质标准试样，一批中所有的试样应进行相同的热处理工艺。标准试样的硬度与其标准能量存在一定相关性，测量同一批标准试样的硬度用于评估该批次标准试样标准能量值的一致性和稳定性。

标准试样的标准能量值应在下列范围内：

低能量级：标准能量值 $<30\text{J}$

中能量级： $30\text{J} \leq \text{标准能量值} < 110\text{J}$

高能量级： $110\text{J} \leq \text{标准能量值} < 200\text{J}$

超高能量级：标准能量值 $\geq 200\text{J}$

5 计量性能和通用技术要求

5.1 各项计量性能

各项计量性能指标见表 1。

表 1 标准试样计量性能指标

计量性能要求	技术指标	
标准能量范围及允许标准偏差	$<40(\text{J})$	$\leq 2.0\text{J}$
	$\geq 40(\text{J})$	$\leq 5\% K_R$
硬度值极差	不超过 2 HRC	
首峰力值允许标准偏差	$\leq 3\%$	
等效质量允许标准偏差	$\leq 1\%$	

注：以上计量特性要求仅供参考，不作为判定依据

5.2 通用技术要求

5.2.1 标准试样的几何形状

标准试样应满足的尺寸要求见表 3。

表 3 标准试样几何形状

编号	含义	尺寸	公差
1	试样长度	55.00 mm	0 -0.30 mm
2	试样半长度	27.5 mm	± 0.20 mm

3	试样高度	10.00 mm	± 0.06 mm
4	试样宽度	10.00 mm	± 0.075 mm
5	试样缺口处横截面高度	8.00 mm	± 0.06 mm
6	缺口角度	45°	± 1 °
7	缺口底部曲率半径	0.250 mm	± 0.025 mm
8	缺口相邻面的夹角	90°	± 0.15 °
9	缺口的对称平面与纵轴的夹角	90°	± 2 °
10	其它	缺口底部的半径应与缺口角相切。 缺口面上的表面粗糙度参数 Ra 不应大于 1.6 μ m, 其余面上的表面粗糙度参数 Ra 不应大于 3.2 μ m	

5.2.2 标准试样的其他要求

5.2.2.1 为了保证标准试样的稳定, 在生产标准试样时, 必须进行减少残余应力的热处理工艺, 并经半年以上的自然时效。

5.2.2.2 标准试样不得有磁性, 不得有锈蚀、裂纹、划痕、毛刺、砂眼等缺陷。

5.2.2.3 所有标准试样应具有永久标识以便使每个试样都能与其他试样区别开。标准试样应有制造商标志、编号和能量级标记。标志、编号和标记不应标在与冲击刀刃刃、砧座、试样支座接触的任何区域或缺口 5mm 内的区域。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 实验室环境温度: (18~22) °C, 校准时温度变化不应超过 2°C。

6.1.2 相对湿度: $\leq 85\%$ 。

6.1.3 其他: 周围环境清洁, 无腐蚀性气体, 无电磁场干扰和振动。

6.2 校准用设备

6.2.1 摆锤式冲击基准机, 其扩展不确定度($k=3$)不大于被测标准试样允许标准偏差的 1/3。

6.2.2 分度值不低于 0.02mm 的卡尺。

6.2.3 投影仪。

6.2.4 量角仪。

6.2.5 粗糙度仪。

6.2.6 洛氏硬度计

6.2.7 电子天平^⑩级

6.2.8 激光干涉仪校准装置，其相对扩展不确定度为 $U_{rel}=1\%$ ($k=2$)。

7 校准项目和校准方法

7.1 通用技术要求

测定一批标准试样时，采用分层随机抽样方式，按热处理区域分层随机抽取试样，每批标准试样数量一般不少于 100 块，不大于 1000 块，对于每批数量低于 300 块的，从该批中随机抽出至少 45 个试样，其中 30 个试样组成 3 组试样在冲击能基准机组上进行试验，其余 15 个试样作为留样保存。对于每批数量高于 300 块的，从该批中随机抽出至少 75 个试样，其中 60 个试样组成 3 组试样在冲击能基准机组上进行试验，其余 15 个试样作为留样保存。如果抽取样品数量不能覆盖全部热处理区域可增加抽样数量。

7.1.1 通过目测检查标准试样的外观，结果应满足 5.2.2 的要求。

7.1.2 采用卡尺进行标准试样长度和高度的尺寸检测，结果应满足 5.2.1 的要求。

7.1.3 采用投影仪进行标准试样宽度、半长度、缺口处横截面高度、缺口角度、缺口底部曲率半径、相邻面夹角的检测。采用量角仪进行缺口的对称平面与纵轴的夹角的检测，结果应满足 5.2.1 的要求。

7.1.4 采用粗糙度仪进行标准试样表面及缺口面上粗糙度检测，结果应满足 5.2.1 的要求。

7.2 有效质量

使用⑩级天平进行标准冲击试样的有效质量进行测量并逐一记录，结果应满足 5.1 的要求。

7.3 标准试样的硬度值极差的校准

采用洛氏硬度计测量标准试样硬度。在每个试样缺口反面，距离试样端面 10mm 处进行两次硬度测量，两次测量的平均值为试样的硬度。同一批标准试样的最大硬度与最小硬度之差为试样间的极差，其结果应满足 5.1 的要求。

7.4 标准试样的标准能量、标准力值及允许标准偏差

校准前应检查基准机摆锤空击时的回零差，检查砧座跨距，砧座跨距应保证在 40.05mm \pm 0.05mm 以内。

将试样置于摆锤式冲击基准机两支座之间，缺口背向打击面放置，试样应紧贴基准机砧座，在冲击方向水平安装激光干涉仪校准装置，调整激光焦距，以垂直试样方向测定试样中心处的加速度，用摆锤一次冲击试样，测定试样的加速度和吸收能量。

将试样吸收能量值的平均值作为该批标准试样的标准能量值，分别按公式(1)、公式(2)

计算标准试样的标准能量值和标准偏差，其结果满足 5.1 的要求

$$\overline{K_R} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (1)$$

式中：

$\overline{K_R}$ ——试样在基准机上的测量结果平均值；

K_i ——第 i 试样能量的测量结果；

n ——试样个数。

试验结果的标准偏差：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \overline{K_R})^2}{n-1}} \quad (2)$$

式中：

S ——试样在基准机组上测量结果的标准偏差；

首峰力指标测量的基本原理基于 $F_f = ma_f$ ，通过计算冲击过程中的等效质量与在冲击运动过程中的第一个加速度峰值的乘积得到首峰力值。冲击加速度测量按照冲击脉冲的复现原理采用激光干涉法（绝对法）直接测量，激光干涉法基于激光多普勒测速原理，借助于绝对测量运动学的基本量-时间和长度来复现标准试样在冲击运动过程中的冲击加速度-时间历程。按公式（3）计算标准试样的首峰力值：

$$F_f = ma_f \quad (3)$$

式中：

F_f ——试样的首峰力值；

m ——试样的等效质量；

a_f ——试样的第一个加速度峰值；

将标准试样首峰力值的平均值作为该批标准试样的标准力值，分别按公式（4）、公式（5）计算标准试样的标准力值和标准偏差，其结果满足 5.1 的要求

$$\overline{F_R} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n} \quad (4)$$

式中：

$\overline{F_R}$ ——试样首峰力的测量结果平均值；

F_i ——第 i 试样首峰力的测量结果；

n ——试样个数。

试验结果的标准偏差：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (F_i - \bar{F}_R)^2}{n-1}} \quad (5)$$

式中：

S ——试样首峰力测量结果的标准偏差；

注：在试验过程中出现异常值，如果其为已知原因的明显错误或突发事件造成的数据异常则可以剔除，否则不可以剔除该异常值。

7.5 标准试样组

按本规程检定合格后的标准试样打上唯一标识，每五块组成一组作为标准试样组，每一标准试样组保持完整，不允许替换。

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四年。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

仪器化夏比标准冲击试样测量结果的不确定度评定示例

A. 1 概述

A.1.1 测量方法

测定一批标准试样的标准能量，采用分层随机抽样方式，按热处理区域分层随机抽取试样，如果抽取样品数量不能覆盖全部热处理区域可增加抽样数量。标准试样由摆锤式冲击能国家基准机进行检定，将试样置于摆锤式冲击基准机两支座之间，缺口背向打击面放置，试样应紧贴基准机砧座，用摆锤一次冲击试样，测定试样的吸收能量。

A. 2 测量模型

A.2.1 将试样吸收能量值的平均值作为该批标准试样的标准能量值，分别按公式(1)计算标准试样的标准能量值。

$$\overline{K_R} = \frac{\sum_{i=1}^n K_i}{n} \quad (1)$$

标准冲击试样的数学模型如公式(2)所示：

$$K_{Vrm} = K_{Vchar} + \delta K_{Vhom} + \delta K_{Vlts} + \delta K_{Vsts} \quad (2)$$

式中 K_{Vrm} ——标准冲击试样的标准能量，单位为焦耳（J）

K_{Vchar} ——标准冲击试样在冲击基准上的冲击吸收功，单位为焦耳（J）；

K_{Vhom} ——标准冲击试样的差异，单位为焦耳（J）。

K_{Vlts} ——标准冲击试样的长期稳定性

K_{Vsts} ——标准冲击试样的短期稳定性

按照不确定度传递率，相对合成不确定度 U_{δ} 按公式（3）计算：

$$U_{rm} = \sqrt{U_{char}^2 + U_{hom}^2 + U_{lts}^2 + U_{sts}^2} \quad (3)$$

式中： U_{char} ——冲击能基准机定值过程的不确定度；

U_{hom} ——标准冲击试样不一致性的不确定度。

U_{lts} ——标准冲击试样的长期稳定性的不确定度。

U_{sts} ——标准冲击试样的短期稳定性的不确定度。

A. 3 不确定度来源分析

U_{rm} 的来源如下：

a) 冲击能基准机定值过程引入的不确定度分量 U_{char} ；

标准冲击试样由摆锤式冲击能国家基准机进行检定，通过对基准机的各有关参量进行分析，分别评定有关分量的不确定度，从而合成得到基准机的测量不确定度。各分量主要包括摆锤仰角、摆锤反仰角、摆锤支反力、打击中心距、冲击速度等。

由冲击能基准不确定度分析可知： $U_{\text{char}}=0.75\%$ ， $k=3$ 。

对于 20J 低能量标准冲击试样，由冲击能基准机定值过程引入的不确定度分量 $U=0.05\text{J}$ 。

对于 100J 中能量标准冲击试样，由冲击能基准机定值过程引入的不确定度分量 $U=0.25\text{J}$ 。

对于 160J 高能量标准冲击试样，由冲击能基准机定值过程引入的不确定度分量 $U=0.4\text{J}$ 。

对于 200J 中能量标准冲击试样，由冲击能基准机定值过程引入的不确定度分量 $U=0.5\text{J}$ 。

b) 标准冲击试样不一致性引入的不确定度 U_{hom} ；

测定一批标准试样的标准能量，需要随机选取其中若干试样由摆锤式冲击能国家基准机进行试验，试样数量不少于 10 个。

20J 低能量标准冲击试样选取 10 个进行试验，由贝塞尔公式求出标准差：1.34J。由于其取平均值作为测量结果则： $U_{\text{hom}}=S/\sqrt{10}=0.42\text{J}$

100J 中能量标准冲击试样选取 10 个进行试验，由贝塞尔公式求出标准差：2.9J。由于其取平均值作为测量结果则： $U_{\text{hom}}=S/\sqrt{10}=0.92\text{J}$

160J 中能量标准冲击试样选取 10 个进行试验，由贝塞尔公式求出标准差：6.7J。由于其取平均值作为测量结果则： $U_{\text{hom}}=S/\sqrt{10}=2.1\text{J}$

200J 中能量标准冲击试样选取 10 个进行试验，由贝塞尔公式求出标准差：8.3J。由于其取平均值作为测量结果则： $U_{\text{hom}}=S/\sqrt{10}=2.6\text{J}$

c) 标准冲击试样的长期稳定性的不确定度 U_{Its} ；

标准冲击试样是由金属材料组成，在热处理时必须进行去应力回火处理，因此其冲击韧性指标长期稳定性很好，该项不确定度分量可以忽略。

d) 标准冲击试样的短期稳定性的不确定度 U_{sts} 。

标准冲击试样是由金属材料组成，在热处理时必须进行去应力回火处理，因此其冲击韧性指标短期稳定性很好，该项不确定度分量可以忽略。

A. 4 标准不确定度评定

测量结果的不确定度分量见表1-4。

表1 不确定度分量

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	不确定度类型	分布形式	20J 标准冲击试样
U_{char}	冲击能基准机定值过程	$\frac{U}{3}$	B 类	均匀	0.05J
U_{hom}	标准冲击试样不一致性	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	A 类	正态	0.42J
U_{lts}	标准冲击试样的长期稳定性	$\frac{S_{lts}}{2\sqrt{3}}$	B 类	均匀	可以忽略
U_{sts}	标准冲击试样的短期稳定性	$\frac{S_{sts}}{2\sqrt{3}}$	B 类	均匀	可以忽略

表2 不确定度分量

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	不确定度类型	分布形式	100J 标准冲击试样
U_{char}	冲击能基准机定值过程	$\frac{U}{3}$	B 类	均匀	0.25J
U_{hom}	标准冲击试样不一致性	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	A 类	正态	0.92J
U_{lts}	标准冲击试样的长期稳定性	$\frac{S_{lts}}{2\sqrt{3}}$	B 类	均匀	可以忽略
U_{sts}	标准冲击试样的短期稳定性	$\frac{S_{sts}}{2\sqrt{3}}$	B 类	均匀	可以忽略

表3 不确定度分量

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	不确定度类型	分布形式	160J 标准冲击试样
U_{char}	冲击能基准机定值过程	$\frac{U}{3}$	B 类	均匀	0.4J
U_{hom}	标准冲击试样不一致性	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	A 类	正态	2.1J
U_{lts}	标准冲击试样的长期稳定性	$\frac{S_{lts}}{2\sqrt{3}}$	B 类	均匀	可以忽略
U_{sts}	标准冲击试样的短期稳定性	$\frac{S_{sts}}{2\sqrt{3}}$	B 类	均匀	可以忽略

表4 不确定度分量

不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	不确定度类型	分布形式	200J 标准冲击试样
U_{char}	冲击能基准机定值过程	$\frac{U}{3}$	B 类	均匀	0.5J

U_{hom}	标准冲击试样不一致性	$\frac{S}{\sqrt{n}}$	A类	正态	2.6J
U_{lts}	标准冲击试样的长期稳定性	$\frac{S_{lts}}{2\sqrt{3}}$	B类	均匀	可以忽略
U_{sts}	标准冲击试样的短期稳定性	$\frac{S_{sts}}{2\sqrt{3}}$	B类	均匀	可以忽略

式中, U — 冲击能基准机组的不确定度

S — 标准冲击试样的标准偏差;

n — 分包后的每组冲击试样数量;

S_{lts} — 标准冲击试样的长期稳定性;

S_{sts} — 标准冲击试样的短期稳定性;

A. 5 合成扩展不确定度

A. 5.1 合成不确定度的评定

合成不确定度按式(3)计算:

$$20\text{J 标准冲击试样 } U_{rm} = \sqrt{U_{char}^2 + U_{hom}^2 + U_{lts}^2 + U_{sts}^2} = 0.42\text{J}$$

$$100\text{J 标准冲击试样 } U_{rm} = \sqrt{U_{char}^2 + U_{hom}^2 + U_{lts}^2 + U_{sts}^2} = 0.95\text{J}$$

$$160\text{J 标准冲击试样 } U_{rm} = \sqrt{U_{char}^2 + U_{hom}^2 + U_{lts}^2 + U_{sts}^2} = 2.14\text{J}$$

$$200\text{J 标准冲击试样 } U_{rm} = \sqrt{U_{char}^2 + U_{hom}^2 + U_{lts}^2 + U_{sts}^2} = 2.65\text{J}$$

A. 5.2 扩展不确定度的评定

扩展不确定度按式(4)计算:

$$U = 2U_{m} \quad (k=2) \quad (4)$$

将数据代入, 20J 低能量级标准冲击试样:

$$U = 0.42 \times 2 = 0.84\text{J} \quad (k=2)$$

将数据代入, 100J 中能量级标准冲击试样:

$$U = 0.95 \times 2 = 1.9\text{J} \quad (k=2)$$

将数据代入, 160J 中能量级标准冲击试样:

$$U = 2.14 \times 2 = 4.28\text{J} \quad (k=2)$$

将数据代入, 200J 中能量级标准冲击试样:

$$U = 2.65 \times 2 = 5.3J \quad (k=2)$$

附录 B

校准记录格式 (推荐)

送检单位 _____ 单位地址 _____

型号规格 _____ 制造批号 _____

制造厂 _____ 校准日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日 检定温度 _____ °C 相对湿度 _____ %

外观 _____ 其它 _____

校准员 _____ 核验员 _____

试样编号	几何形状									硬度			标准能量值	等效质量 (g)	加速度 (m/s ²)	首峰力 (kN)
	试样长度(mm)	试样宽度(mm)	试样高度(mm)	试样半长(mm)	缺口处横截面高度(mm)	缺口角度(°)	底部曲率半径(mm)	相邻面夹角(°)	缺口的对称平面与纵轴的夹角(°)	端侧硬度HRC	端侧硬度HRC	平均硬度HRC	吸收能量(J)			
校准装置	型号:		编号:						制造厂:							

JJF(京) XX-XXXX

	测量范围：			准确度等级/不确定度：							
标准能量值(J)		能量标准偏差(J)				硬度值极差HRC		试样数量			
试样进行实验时温度℃		锤刃曲率半径(mm)				首峰力(kN)					
试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号	试样编号

附录 C

校准证书内页格式（推荐）

校准结果

标准能量值(J)	
吸收能量标准偏差(J)	
力的特征值(N)	
夏比 V 型缺口标准冲击试样编号:	

说明:

- 1、标准试样适用于冲击锤刃曲率半径为___mm 的摆锤式冲击试验机。
- 2、标准试样按组保持完整，不得替换使用。
- 3、标准试样应妥善保存，防止锈蚀、碰撞。
- 4、标准试样使用温度为 ____℃。

以下空白

第 x 页 共 x 页

