



中华人民共和国国家标准

GB/T 18658—2018
代替 GB/T 18658—2002

摆锤式冲击试验机间接检验用 夏比 V 型缺口标准试样

**Charpy V-notch reference test pieces for indirect
verification of pendulum impact testing machines**

(ISO 148-3:2008, Metallic materials—Charpy pendulum impact test—
Part 3: Preparation and characterization of Charpy V-notch test pieces
for indirect verification of pendulum impact machines, MOD)

2018-07-13 发布

2019-02-01 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	I
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号和缩略语	2
5 标准试验机	3
6 标准试样	6
7 标准试样的检定证书	7
8 使用标准试样组的注意事项	7
附录 A (资料性附录) 夏比冲击标准试样标定吸收能量(KV)值的不确定度	11
参考文献	17

前 言

金属材料夏比摆锤冲击试验系列国家标准由以下三个单独的标准组成：

- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法；
- GB/T 3808 摆锤式冲击试验机的检验；
- GB/T 18658 摆锤式冲击试验机间接检验用夏比 V 型缺口标准试样。

本标准为该系列国家标准之一。

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 18658—2002《摆锤式冲击试验机检验用夏比 V 型缺口标准试样》，与 GB/T 18658—2002 相比，主要技术变化如下：

- 修改了名称；
- 将第 1 章中后两段条文变成了两个注(见第 1 章,2002 年版的第 1 章)；
- 将规范性引用文件清单中引用的国家标准进行了更新(见第 2 章,2002 年版的第 2 章)；
- 将术语分成四类编写并重新进行编号,对个别术语的定义做了修改(见第 3 章,2002 年版的第 3 章)；
- 符号从 3 个增加到 36 个,其中本标准新增了“*b*”和“ B_v ”两个符号,增加了八个缩略语。将能量的基本符号由原来的“*A*”修改成“*K*”(见第 4 章,2002 年版的第 4 章)；
- 调整了第 5 章和第 6 章的结构并重新编写了条编号(见第 5 章和第 6 章,2002 年版的第 5 章和第 6 章)；
- 增加了资料性附录 A “夏比冲击标准试样标定吸收能量(*KV*)值的不确定度”(见附录 A)；
- 增加了参考文献。

本标准使用重新起草法修改采用国际标准 ISO 148-3:2008《金属材料 夏比摆锤冲击试验 第 3 部分:摆锤式冲击试验机间接检验用夏比 V 型缺口试样的制备和特性》。

本标准与 ISO 148-3:2008 的技术性差异及其原因如下：

- 关于规范性引用文件,本标准做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的内容集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下:
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 229 代替了 ISO 148-1;
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 3808 代替了 ISO 148-2。
- 范围中增加了适用范围。
- 删去了表 2 中尺寸上偏差或下偏差为“0”的偏差前所带的正号“+”或负号“-”。
- 给表 3 的表头中增加了“*b*”和“ B_v ”两个符号,在其第三栏“最大允许示值误差”的技术指标前加上了正负号“±”。

本标准与 ISO 148-3:2008 相比存在技术性差异,这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示。

本标准还做了下列编辑性修改：

- 为与现有标准系列一致,将标准名称改为《摆锤式冲击试验机间接检验用夏比 V 型缺口标准试样》。

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这些专利的责任。

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。

GB/T 18658—2018

本标准起草单位：长春机械科学研究院有限公司、厦门市华测检测技术有限公司、广州大学、吴忠四维材料试验机有限公司。

本标准主要起草人：王学智、郭冰、徐忠根、王时伟。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 18658—2002。

引 言

用于金属材料验收试验的摆锤式冲击试验机的适合性通常是基于对其标度盘的校准和规定尺寸符合性的检验,如对支承试样砧座的形状和跨距的检测等。标度盘的校准一般是通过测量摆锤的质量和对应标度盘上不同读数的摆锤升程来检验。这种评价冲击试验机方法的突出优点是仅需测量能溯源到国家基准的量。这些可溯源性测量的真实性减少了对材料验收试验用冲击试验机适合性进行仲裁的必要性。

然而,当测试同种材料的试样时,有时会发现通过上述的直接检验法评价的,并满足所有尺寸要求的两台试验机分别给出了截然不同的冲击值。用一台试验机测得的值满足材料的技术要求,而用另一台测得的值却不满足要求,这种差异在商业上是很重要的。为了避免这种差异,某些材料的买方就此提出了附加要求:所有卖给他们的用于材料验收试验的冲击试验机要经由买方提供的检测用的标准试样进行间接检验。在规定的极限值内,只有用欲购试验机测得的值与标准试样给定的值一致,该试验机才能被接收。

GB/T 3808 吸取了使用标准试样的成功经验,提出了除直接检验外还应使用标准试样进行间接检验的要求。本标准旨在规定摆锤式冲击试验机间接检验用标准试样的要求、制备和鉴定方法。

摆锤式冲击试验机间接检验用 夏比 V 型缺口标准试样

1 范围

本标准规定了按 GB/T 3808 对摆锤式冲击试验机进行间接检验用标准试样的技术要求、制备和鉴定方法。

本标准描述的缺口试样及其标称尺寸比 GB/T 229 规定的试样公差严格。

本标准适用于按 GB/T 3808 对摆锤式冲击试验机进行间接检验用的标准试样。

注 1: 试样的预期能量级不同,其化学成分和(或)热处理是不同的。

注 2: 本标准还描述了检定标准试样用的摆锤式标准冲击试验机。

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。

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法(GB/T 229—2007,ISO 148-1:2006,MOD)

GB/T 3808 摆锤式冲击试验机的检验(GB/T 3808—2018,ISO 148-2:2008,MOD)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 有关试验机的术语

3.1.1

工作试验机 industrial machine

工业上、普通试验室或大多数研究实验室进行金属材料试验用的摆锤式冲击试验机。

注:这些试验机不用于确立标准值。

3.1.2

标准试验机 reference machine

用于测定各批标准试样吸收能量标定值的摆锤式冲击试验机。

3.2 有关能量的术语

3.2.1

总吸收能量 total absorbed energy

K_T

使用未对任何能量损失做过修正的摆锤式冲击试验机冲断试样时所需的全部吸收能量。

注:该能量等于摆锤在初始位置的势能与试样断裂后摆锤摆动了第一个半摆动周期结束时的势能之差。

3.2.2

吸收能量 absorbed energy

K

使用对摩擦能量损失做过修正的摆锤式冲击试验机冲断试样时所需的能量。

注：字母 V 或 U 用于表示缺口的几何形状，即 KV 或 KU。数字下角标 2 或 8 用于表示冲击刃的半径，例如 KV₂。

3.2.3

标准吸收能量 reference absorbed energy

K_R

给摆锤式冲击试验机性能检验用的标准试样赋予的吸收能量的标定值。

3.3 有关试样组的术语

3.3.1

批 batch

在相同生产条件下制造的，具有共同标准吸收能量的标准试样的一定数量。

3.3.2

组 set

从一批试样中随机选取的试样组。

3.3.2.1

特性组 characterization set

按第 6 章的规定从一批试样中抽取的并用于测定该批试样标准能量的试样组。

3.3.2.2

标准组 reference set

按第 6 章和第 8 章规定选取的并用于检验摆锤式冲击试验机的试样组。

3.4 有关试样的术语

3.4.1

高度 height

带有缺口的面和与之相对的面之间的距离。

3.4.2

宽度 width

与缺口平行且垂直于高度方向的尺寸。

3.4.3

长度 length

与缺口方向垂直的最大尺寸。

3.4.4

标准试样 reference test piece

通过将摆锤式冲击试验机测得的吸收能量示值与被冲击标准试样标出的标准吸收能量值进行比较，用于检验摆锤式冲击试验机适合性的冲击试样。

3.4.5

有证标准试样 certified reference test piece

带有标准吸收能量值 K_R 检定证书并给出了规定包含概率测量不确定度的冲击试样。

注：有证标准试样的标准值是由经过认可的国家或国际机构测定的值。

4 符号和缩略语

表 1 给出的符号和缩略语适用于本文件。

表 1 符号和缩略语及其含义与单位

符号和缩略语	单位	含义
B_V	J	通过间接检验测定的摆锤式标准冲击试验机的示值误差
b	J	摆锤式标准冲击试验机的示值重复性
CRM	—	有证标准物质
GUM	—	测量不确定度表示指南
ISO	—	国际标准化组织
K	J	吸收能量
K_T	J	总吸收能量
K_R	J	夏比标准试样组的标准吸收能量
KV	J	按 GB/T 229 试验方法使用 V 型缺口试样测得的吸收能量
KV_{char}	J	在批的特性鉴定实验中测得的一批夏比 V 型缺口标准试样(标准物质)的吸收能量(KV)值
KV_{PB}	J	首批(PB)标准试样的标定吸收能量(KV)值
KV_R	J	夏比 V 型缺口标准试样组的标准吸收能量(KV)值
KV_{SB}	J	次批(SB)标准试样的标定吸收能量(KV)值
k	—	包含因子
n_{hom}	—	用于均质性评估试验的抽样数
n_{PB}	—	次批(SB)与首批(PB)比较试验用抽取的首批(PB)样本数
n_{SB}	—	次批(SB)与首批(PB)比较试验用抽取的次批(SB)样本数
n_V	—	摆锤式冲击试验机间接检验试验用的标准试样数
PB	—	首批
p	—	参与实验室比对的实验室或试验机的数目
REMCO	—	国际标准化组织(ISO)的标准物质委员会
RM	—	标准物质
SB	—	次批
s_p	J	通过 p 个实验室获得的平均吸收能量(KV)值的标准偏差
s_{PB}	J	通过 n_{PB} 个首批试样与 n_{SB} 个次批试样比较试验获得的试验结果的标准偏差
s_{RM}	J	通过 n_{hom} 个试样对标准试样批均质性评估获得的吸收能量(KV)值的标准偏差
u_{char}	J	通过特性鉴定实验测得的夏比 V 型缺口标准试样批的吸收能量值(KV_{char})的标准不确定度
$u_{\text{char}, \text{PB}}$	J	通过特性鉴定实验测得的首批(PB)标准试样批的吸收能量值(KV_{char})的标准不确定度
$u_{\text{char}, \text{SB}}$	J	通过特性鉴定实验测得的次批(SB)标准试样批的吸收能量值(KV_{char})的标准不确定度
u_{hom}	J	标准试样均质性评估的标准不确定度
u_{lis}	J	标准试样长时稳定性评估的标准不确定度
u_{RM}	J	间接检验用的标准试样标定吸收能量值的标准不确定度
U_{RM}	J	包含概率约为 95% 时的标准试样标定吸收能量值的扩展不确定度
u_{sis}	J	标准试样短时稳定性评估的标准不确定度

表 1 (续)

符号和缩略语	单位	含义
$u_{\overline{X}_{PB}}$	J	\overline{X}_{PB} 的标准不确定度
$u_{\overline{X}_{SB}}$	J	\overline{X}_{SB} 的标准不确定度
\overline{X}_{PB}	J	通过次批与首批比较试验用的 n_{PB} 个试样测得的吸收能量的平均值
\overline{X}_{SB}	J	通过次批与首批比较试验用的 n_{SB} 个试样测得的吸收能量的平均值
δKV_{hom}	J	由批的非均质性产生的吸收能量测量值的误差部分
δKV_{lts}	J	由长时稳定性产生的吸收能量测量值的误差部分
δKV_{sts}	J	由短时稳定性产生的吸收能量测量值的误差部分
ν_{char}	—	对应于 u_{char} 的自由度
ν_{hom}	—	对应于 u_{hom} 的自由度
ν_{RM}	—	对应于 u_{RM} 的自由度

5 标准试验机

5.1 性能

5.1.1 一般要求

用于测定标准试样标准能量的标准试验机的性能,除以下改进的条款外,均应满足 GB/T 3808 的各项要求。

5.1.2 几何特性

标准试验机各部分的几何特性见表 2、图 1 和图 2;其中下列几何特性应符合本条规定:

- a) 砧座圆角半径应为 $1^{+0.10}_0$ mm;
- b) 砧座的跨距应为 $40^{+0.10}_0$ mm;
- c) 摆锤的冲击刃应保持在砧座对称平面的 ± 0.25 mm 以内。

表 2 几何特性

图中的尺寸编号 ^a	含义	尺寸	公差	单位
1	试样长度	55.00	0 * -0.30	mm
2	试样的一半长度	27.5	± 0.2 *	mm
3	试样高度	10.00	± 0.06	mm
4	试样宽度	10.00	± 0.07 *	mm
5	试样缺口处横截面高度	8.00	± 0.06	mm
6	缺口角度	45.0	± 1.0 *	度(°)
7	缺口底部曲率半径	0.250	± 0.025	mm

表 2 (续)

图中的尺寸编号 ^a	含义	尺寸	公差	单位
8	相邻面的夹角	90.00	±0.15 *	度(°)
9	缺口的对称平面与纵轴的夹角	90	±2	度(°)
10	砧座圆角半径	1.00	$\begin{matrix} +0.10 * \\ 0 \end{matrix}$	mm
11	砧座斜度角	11	±1.0	度(°)
12	砧座的跨距	40.00	$\begin{matrix} +0.10 * \\ 0 \end{matrix}$	mm
13	摆锤冲击刃到砧座对称平面的距离	—	±0.25 *	mm
14	冲击刃角	30	±1	度(°)
15A	2 mm 冲击刃的曲率半径	2.00	$\begin{matrix} +0.20 * \\ 0 \end{matrix}$	mm
15B	8 mm 冲击刃的曲率半径	8.00	±0.05	mm
15C	8 mm 冲击刃的肩角半径	0.25	±0.05	mm
15D	8 mm 冲击刃的刃宽度	4.00	±0.05	mm
注 1: 带星号(*)的公差比 GB/T 229 或 GB/T 3808 中的公差严。 注 2: 可能会使用小规格的试样,但各项公差宜按比例加以改变。 注 3: 见图 1 和图 2。				
^a 见图 1。				

5.1.3 能量

标准试验机的能量(标称初始势能)应不小于 300 J。

5.1.4 硬度

冲击刃和砧座接触试样并施加或承受冲击力的部分(见图 1),其洛氏硬度应不低于 56 HRC。

5.1.5 振动

确保标准试验机不受到附近的其他设备(如锻锤、冲床或运动车辆)引起的外部振动。

注: 将盛上水的小容器放在机架的适当位置,能够用来检测这样的振动,如果水面没有波动,则说明已满足上述要求。牢固固定在地面的标准机若有过大的振动则表明需要单独的地基和(或)使用隔振器。

5.1.6 能量指示装置

能量指示装置的最低分辨力应为标称能量的 1/400。

5.2 标准试验机的检验

应按照 GB/T 3808 和 5.1 的附加要求对标准试验机进行直接检验。

应使用有证标准试样对标准试验机进行间接检验。其重复性和误差应符合表 3 的规定。

检查和检验标准试验机用的所有器具均应进行校准,并应能证明通过国家基准对我国法定计量单位具有溯源性。进行检验的机构应保留所有检验、测量和检测设备的校准记录。

对于每一台标准试验机的所有检查和维修的日期与详细情况应形成文件,并应由试验机的所有者保存。

表 3 标准试验机的示值重复性和示值误差

单位为焦耳

吸收能量 K	示值重复性 b	最大允许示值误差 B_V
<40	≤ 3	± 2
≥ 40	$\leq 7.5\% KV_R$	$\pm 5\% KV_R$

示值重复性 b 是在至少 10 个标准试样上测得的 KV_{nV} 值的标准偏差。
 示值误差 B_V 按下式计算：

$$B_V = \overline{KV} - KV_R$$
 式中：

$$\overline{KV} = \frac{KV_{1V} + KV_{2V} + KV_{3V} + \dots + KV_{nV}}{n_V} \quad (n_V \geq 10)$$

5.3 标准试验机的使用

5.3.1 标准试验机的操作方法应符合 GB/T 229 的规定并应满足下述附加要求。

5.3.2 摆锤摆动到其极限位置的角度或由该角度计算出的冲击能量应以数字或图的形式自动记录下来。这些记录应以永久的形式保存以供随时评价用,并要一直保存到整批标准试样全部用完一年以后。

5.3.3 应在试验每一特性组前后测量并记录连续摆动 11 个半周期之后由空气阻力和摩擦引起的总的能量损失值。

5.3.4 每年应对砧座和冲击刃进行一次符合性检查和测量。如果发现任何部件有损坏,则应换下这些部件,标准试验机应重新检验(见 5.1 和 5.2)。

在每年检验标准试验机期间,应检测砧座表面(此表面吸收由试样传递过来的力)的平面度以及相邻所及范围的局部磨损或损坏情况,该检验结果应一直保留到砧座被更换或重新进行机加工。

注:通过采用,诸如硅橡胶或其他低收缩性材料做砧座表面的拓印,或通过全息照相法能够做这种检验。

与试样接触所及的摆锤冲击刃的局部范围和砧座的局部表面应用相同的方法检测并形成书面文件。

如果需要修理记录系统,在进行附加测试前应对其重新校准(见 5.2)。

6 标准试样

6.1 概要

国际标准化组织标准物质委员会(ISO REMCO)已经制定了(有证)标准物质的制备、检定和使用指南(参见参考文献[1]~[5])。以下各条描述了对夏比冲击标准试样较详细和具体的规定。

6.2 材质

一批中所有的试样均应选自同一坯料或同炉铸锭。

所有试样应由钢制成。未规定试样的成分,具有不同能量级的各批试样可以有不同的成分。

同批中所有的试样应进行相同的热处理。

对于每一批标准试样,要采用下列范围之一来表征其标准吸收能量级:

- 低能量级: ≤ 30 J;
- 中能量级: > 30 J~110 J;
- 高能量级: > 110 J~200 J;
- 超高能量级: > 200 J。

6.3 几何尺寸

标准试样应满足的几何尺寸要求见表 2。

注: 这些尺寸除了公差较严的那些以外,均与 GB/T 229 规定的尺寸一致。

缺口底部的半径应与缺口角相切。

在缺口面上的表面粗糙度参数 R_a 的最大值为 $1.6 \mu\text{m}$,其余面上的表面粗糙度参数 R_a 的最大值为 $3.2 \mu\text{m}$ 。

6.4 标识

所有试样均应做出永久的标记以便使每个试样都能与所有其他试样相互区别。

试样的标识应标记在不与支座、砧座或冲击刃接触的面上,且标识位置应避免塑性变形和表面不连续对试验中测得的吸收能量的影响。

6.5 标准试样批的资格鉴定

6.5.1 满足 6.2、6.3 和 6.4 要求的任一组试样都可用作从中随机选取标准试样的批。

6.5.2 为了测定某一批的标准吸收能量,从该批中随机抽出至少 25 个试样,组成一个或多个试样组并在一台或多台标准试验机上对这些试样进行试验。将 25 个(或更多)试样测得的吸收能量值的总平均值,或是在不同标准试验机上测得的吸收能量平均值的总平均值作为该批标准试样的标准吸收能量值。

注: 只要使用的方法符合 ISO Guide 34 和 ISO Guide 35 的规定,标定能量值可使用其他方法确定。

6.5.3 同时要计算标准偏差,标准偏差应符合表 4 的规定。

表 4 标准试样的允许标准偏差

单位为焦耳

吸收能量 KV_R	标准偏差
< 40	≤ 2.0
≥ 40	$\leq 5\% KV_R$

6.5.4 标准试样冲击试验报告应包括下列内容:

- a) 冲击刃的几何形状;
- b) 进行试验时的温度;
- c) 鉴别每个试样所需的详细情况;

- d) 对空气阻力和摩擦阻力修正后的每个试样的吸收能量(KV)值,并标明所使用的冲击刃半径(KV₂或KV₃);
- e) 标准吸收能量值及其标准偏差;
- f) 该标准试样组标定的标准吸收能量值及其测量不确定度。

注:有关不确定度的计算与评定方法参见附录A。

6.6 标准试样组

从某批试样中抽出将在标准试验机上试验的一个或多个特性组后,将剩余的试样每五个组成一组作为标准试样组。每一标准试样组应保持完整,不允许替换。

7 标准试样的检定证书

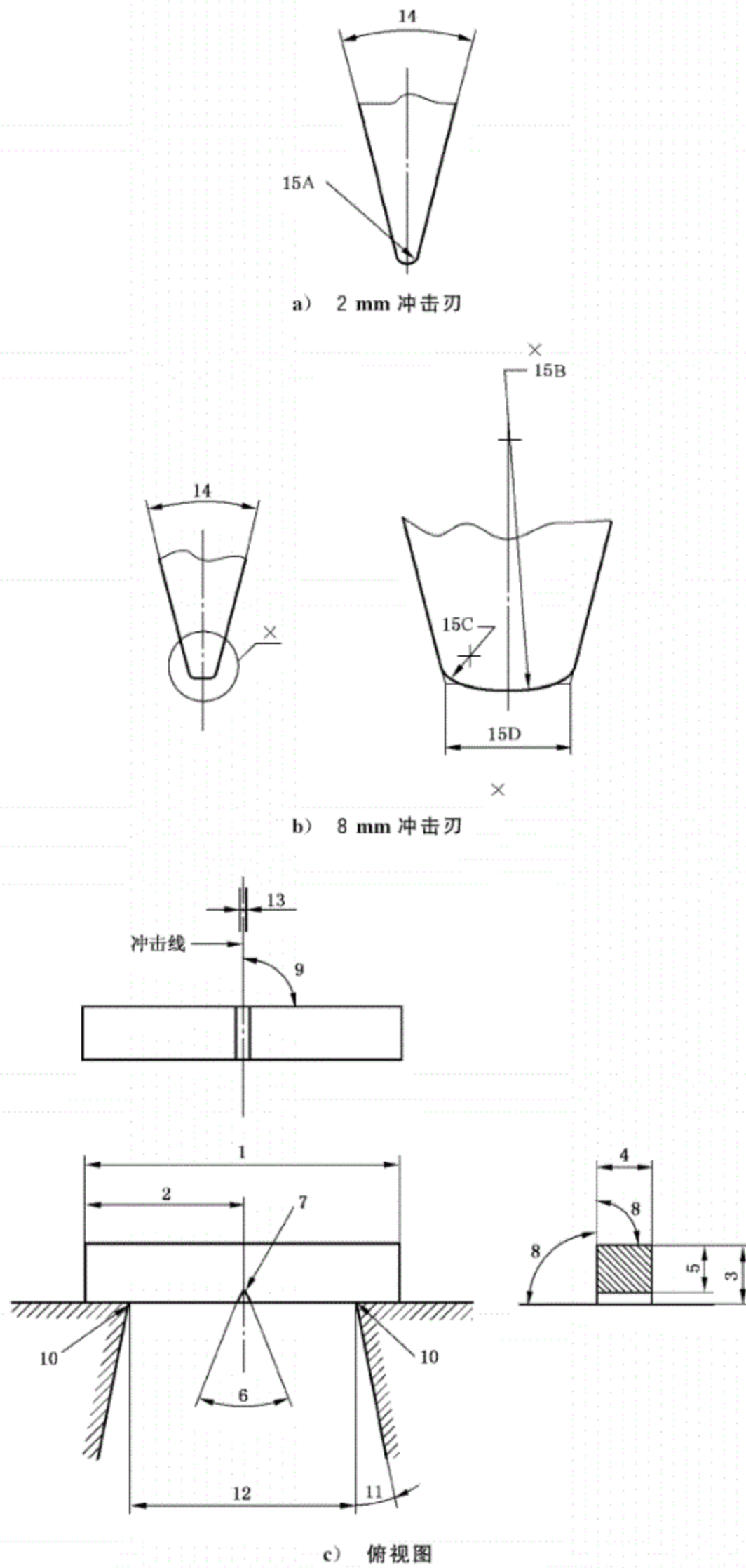
每一标准试样组应附带具有以下内容的检定证书:

- a) 采用本标准,即 GB/T 18658—2018;
- b) 制造者的名称,商标或编号;
- c) 试样组的标准吸收能量值,以及具有规定包含概率的不确定度;
- d) 冲击刃的几何形状;
- e) 测定标准吸收能量时的温度;
- f) 识别用于测定标准吸收能量的标准试验机所需的所有详细信息(和与标准试样使用有关的必要信息);
- g) 材料的名称及概述;
- h) 试样批的编号;
- i) 预期使用(参见 GB/T 3808);
- j) 描述测定标定值使用的(有计量法律效力的)程序;
- k) 有关标定值计量溯源性的声明;
- l) 贮存条件和使用寿命(有效期)。

8 使用标准试样组的注意事项

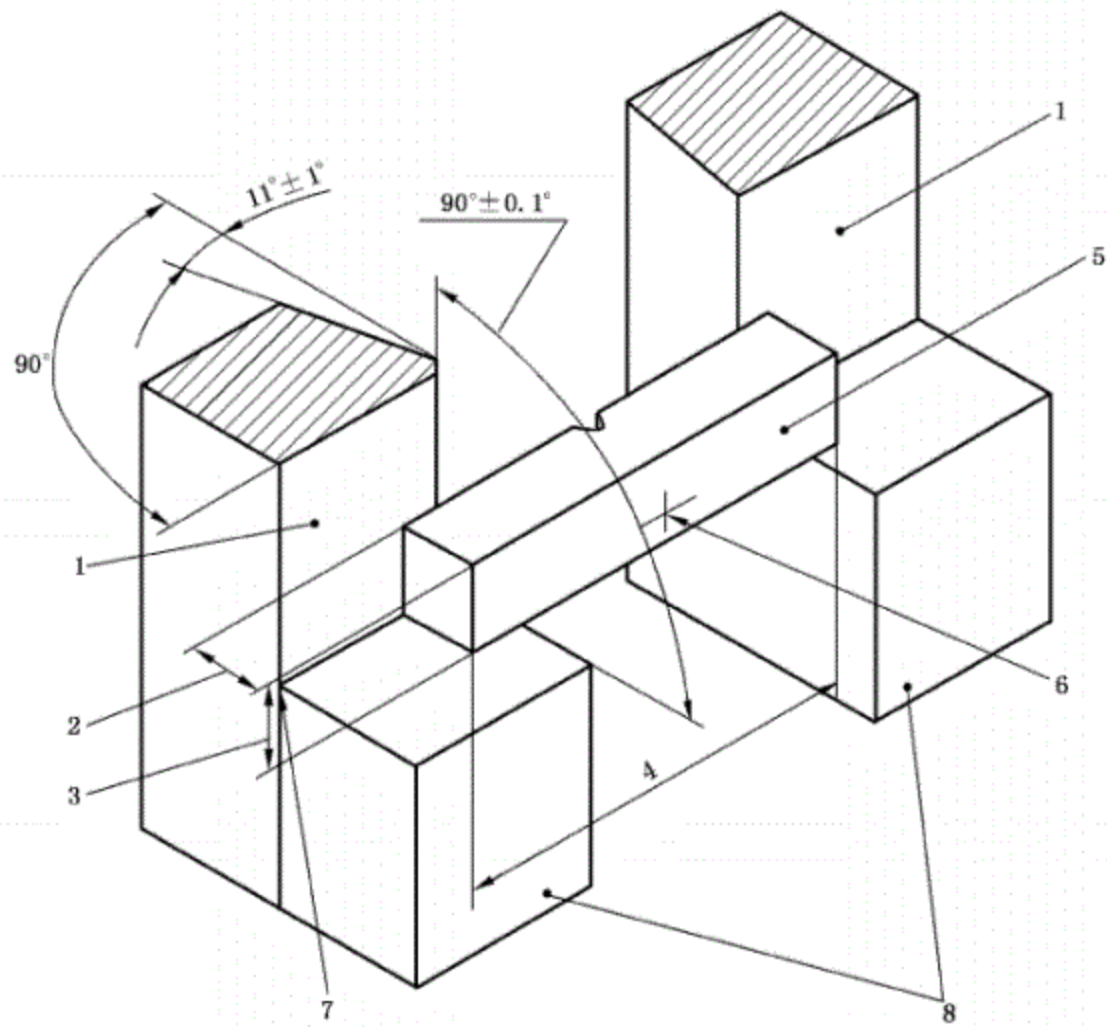
8.1 应按照 GB/T 3808,使用标准试样并用由试样制造者规定型式的冲击刃和在其指定的温度下对工作试验机进行间接检验。

8.2 每组中所有的标准试样应单独用于摆锤式冲击试验机的间接检验,以随机的次序测试试样,由于在其平均数中包含着所有的结果,故不允许用另一标准试样组的单个试样来重组或替换。



注：几何尺寸见表2。

图1 试样、砧座和冲击刃的几何尺寸



说明：

- 1——砧座；
- 2——试样高度；
- 3——试样宽度；
- 4——试样长度；
- 5——标准试样；
- 6——打击点；
- 7——凹槽；
- 8——试样支座。

图 2 摆锤式标准冲击试验机试样支座和砧座的结构图

附录 A (资料性附录)

夏比冲击标准试样标定吸收能量(KV)值的不确定度

A.1 背景

当进行摆锤式冲击试验机间接检验时,是将标准试样的标准吸收能量值 K_R 与被检验的摆锤式冲击试验机上的测量值进行比较。为了确定运用这一间接检验方法(见参考文献[1]推荐的方法示例)的测量不确定度,以及之后确定所检验的摆锤式冲击试验机夏比冲击测量值的不确定度,就会需要标准值的不确定度。因此,标准物质的提供者宜评定并给出这一不确定度。

ISO 标准物质委员会(REMCO)制定了一系列关于标准物质生产和使用的文件,并已作为 ISO 指南发布(见参考文献[1]~[5])。ISO Guide 34^[4]的通用条款中描述了标准物质生产方面不确定度的处理方法;ISO Guide 35^[5]描述了更多技术统计的详细情况。本附录依照 ISO 指南给出了计算夏比冲击标准试样标定吸收能量值不确定度的实用框架。本附录就是以当前夏比冲击试验领域各国计量研究(NMIs)时常用的方法为基础的。这里描述的方法能够为新夏比标准试样提供者,以及为需要深入了解提供者给出的标准试样检定证书上不确定度的夏比标准试样使用者提供指南。

A.2 符合 GUM 的不确定度评定

ISO Guide 35^[5]对有证标准物质批的鉴定给出了一个基本的、符合 GUM^[7]的模型。对于夏比冲击试验,该模型可用式(A.1)表示:

$$KV_R = KV_{char} + \delta KV_{hom} + \delta KV_{lts} + \delta KV_{sts} \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- KV_{char} ——测得的特性批的吸收能量值(使用不同标准试验机比对的结果);
- δKV_{hom} ——由样本间差异引起的误差项(使用一台摆锤式冲击试验机在重复性条件下比较的结果);
- $\delta KV_{lts}, \delta KV_{sts}$ ——由标准物质的长期和短期稳定性引起的误差项(对经受不同时效期的样本比较的结果)。

在均质性和稳定性研究中,通常是令相应误差项的值为零。但是,各误差项的不确定度不总是零。假设各变量间彼此独立,则夏比冲击标准试样标定值的不确定度可按式(A.2)计算:

$$u_{RM} = \sqrt{u_{char}^2 + u_{hom}^2 + u_{lts}^2 + u_{sts}^2} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

试验机自身的重复性和试验机之间的复现性越好, u_{char} 越小。试样间的均质性越好, u_{hom} 就会越小。有时,材料的均质性非常好, u_{hom} 由试验机自身的重复性决定。这并不是典型的夏比标准试样的实际情况。在适合的运输和贮存条件下,标准试样微观结构的稳定性越好, u_{sts} 和 u_{lts} 则越小。

A.3 夏比标准试样批的标定吸收能量值 KV_R

夏比冲击标准试样是成批生产的。同一批中各试样的吸收能量值是各不相同的。而整批试样只被

赋予一个标定吸收能量值。显然,通过测试所有的试样会得到吸收能量值的最好的估计值。但是,由于冲击试验是破坏性的,那样就会没有剩余试样来作为服从这一分布的标准试样了,只好,从批中选取出一部分试样作为代表进行试验。试样的平均吸收能量值将作为标准试样标定吸收能量值 KV_R 。它可以是所有被测试样的平均值,或者是若干个被测试样组的平均值的总平均值。

A.4 夏比标准试样批的平均吸收能量值的标准不确定度 u_{char}

A.4.1 摆锤式冲击试验机之间的差异

即使冲断一批中的所有试样来确定该批的平均吸收能量值,仍然存在特定试验条件下获得的平均值是否受到所做试验不准确度影响的问题。为减小这一不确定度,通常标准试样的提供者试图用不同的独立方法来测量待检定的性能。对于诸如标准试样的化学成分性能,往往可以用不同的方法。但是,就摆锤冲击试验而言,测量吸收能量值的唯一的标定方法是按 GB/T 229 规定的相应标准程序做夏比摆锤冲击试验,以此程序进行试验在计量上标定值才是可以溯源的。

为了减少标定标准值时由标准程序给所用试验机带来的误差的影响,通常是在若干个摆锤式冲击试验机上进行冲击试验。用于评价单批试样平均值的摆锤式冲击试验机的数量越多,获得的平均值就越可能准确且无误差。当然,此值是在用于试验的试验机质量都是良好的前提条件下才准确。此方法是 ISO Guide 35^[5] 中推荐的,实验室内部和实验室之间比对,以及夏比标准试样标定普遍采用的方法。

A.4.2 p 台摆锤式冲击试验机间的相互比对($p \geq 6$)

当足够数量的试验机参加比对时,平均值的标准不确定度按式(A.3)计算:

$$u_{char} = \frac{s_p}{\sqrt{p}} \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

- u_{char} ——特性批的不确定度;
- p ——参加比对的实验室或试验机的数量;
- s_p ——实验室平均值的标准偏差。

这种方法假设单个实验室的平均值是正态分布的,并且参加的实验室或试验机是从符合 GB/T 3808 规定的尺寸和性能要求的夏比摆锤式冲击试验机总体中抽取的具有代表性的样本。用这种计算方法得到的不确定度 u_{char} 的自由度 $\nu_{char} = p - 1$ 。对于这种方法,ISO Guide 35:2006 的 9.4.2.3.1 中推荐参加比对的实验室或试验机的最少数量为 6。

A.4.3 p 台摆锤式冲击试验机间的相互比对($p < 6$)

当参加比对的试验机的数量有限时, s_p 不是试验机间平均值标准偏差的可靠估计值。在此情况下要评定不确定度 u_{char} ,应使用其他的方法。这些方法要结合根据参加比对的试验机测得的系统偏差(试验机间的不确定度)和单个试验机评定的测量不确定度(仪器自身的不确定度)来评定不确定度 u_{char} 。所举示例是所谓的 BOB 或称 B 类误差方法(见参考文献[9])。

为了更好地控制有关参与检定中摆锤冲击试验机的量值,某些有证标准物质的制造者宁愿限制他们自己实验室(内部实验室)中摆锤冲击试验机的数量,这种方法的益处是较好地规定了可接受的标准试验机性能的范围。然而,可以说这个方法也影响了平均值的独立性。这就是为什么实验室间比对通常优先选择 ISO Guide 35^[5] 的原因。

A.5 材质稳定性引入的不确定度

有证标准试样标定值的稳定性一般可能要受到两种影响：从制造者运送到使用者过程中材质的变化（短期稳定性）；从有证标准试样生产以后到提供给使用者之后的贮存期间材质的变化（长期稳定性）。就目前有证标准试样生产所用的钢材来说，其短期或长期稳定性都不会出现问题（见参考文献[10]和[11]）。但是，这方面仍然是一个研究课题，特别是在为有证夏比标准试样生产选择新型钢材时，直到 u_{sts} 和 u_{lt} 的值被认为小到可以忽略不计时为止。

A.6 试样与试样的差异（批的均质性）引入的不确定度

由于钢材微观结构的非均质性和冲击断裂过程的特性，致使同一批试样常常会有不同的吸收能量的测量值。这意味着有证标准试样使用者试验用的检验试样组的平均值与从中选取该试样组的标准试样批的平均值是不完全一致的。

对一个单独试样，与均质性问题有关的标准不确定度 u_{hom} 等于批的标准偏差 s_{RM} 。为评估这一标准偏差，要从一批中选取出具有 n_{hom} 个代表性的试样进行试验。该试验要在重复性条件下进行，以排除由试验机、操作者或其他因素对标准偏差的贡献或使其减少到最小程度。

注： s_{RM} 值也能够从实验室比对的结果中推算出来（见 A.4）。在这种情况下，实验室内部和实验室间比对结果的方差用 ANOVA（方差的分析软件）分离出来。实验室内部结果的方差与 s_{RM} 相关。

经验表明要获得标准偏差小于 3% 的一大批夏比标准试样是很难的。至少，对于生产不同能量级具有最低硬度，并保证在检验摆锤式冲击试验机时的试验结果准确的试样所需的可硬化型钢材是这种情况。为了减小对标准试样的标定值总不确定度中贡献相对较大的这一分量，夏比标准试样的使用者通常的做法是从试样批中选取一组试样，而不是单个试样来检验摆锤式冲击试验机（实际检验中，GB/T 3808 描述了五个试样的使用方法）。试样组的平均值等于整批试样平均值的可能性随着间接检验使用的试样数 n_v 的增加而增大，减小的相应不确定度分量按式(A.4)计算：

$$u_{\text{hom}} = \frac{s_{\text{RM}}}{\sqrt{n_v}} \quad \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

该不确定度分量的自由度： $\nu_{\text{hom}} = n_{\text{hom}} - 1$ 。

A.7 标定值的合成与扩展不确定度及不确定度报告

若由于材质稳定性引入的不确定度分量可忽略不计，则合成标准不确定度 u_{RM} 可由其余两项标准不确定度 u_{char} 和 u_{hom} 按式(A.5)计算：

$$u_{\text{RM}} = \sqrt{u_{\text{char}}^2 + u_{\text{hom}}^2} \quad \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

通常，规定检定证书上吸收能量标定值的不确定度的置信水平为 95%。因此，要用适当的包含因子 k 对标准不确定度 u_{RM} 进行扩展。所用的包含因子取决于合成标准不确定度的自由度，合成标准不确定度能够用 Welch-Satterthwaite 逼近法计算（见参考文献[6]）。其典型示例见 A.8，有效自由度大于 20 可取包含因子 $k = 2$ 。如果自由度 ν_{RM} 较小，包含因子按式(A.6)计算：

$$k = t_{95}(\nu_{\text{RM}}) \quad \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

式中的 t 值可从非标准的 GUM 表中查到（见参考文献[6]）。标准试样的吸收能量标定值 KV_{RM} 通常与相应的扩展不确定度 U_{RM} 、及其包含因子或包含概率一起在报告中给出（见参考文献[3]）。对于夏比标准试样，下列附加信息可供使用者参考（见 GB/T 3808—2018 的附录 A）：

- a) ν_{char} 为 u_{char} 的自由度， p 为参加实验室比对的实验室和（或）试验机数；

- b) s_{RM} 为均质性试验结果的标准偏差,可作为标准物质均质性优劣的量度, n_{hom} 为用于测定均质性试样的数目;
- c) u_{char} 值为将一批夏比标准试样的标定值转换成另一批标准试样的检定值时所需的转换系数(见 A.9)。

A.8 示例

某标准物质制造者完成了一批夏比标准试样。要评定该批标准试样的均质性,选定了某一实验室在重复性条件下进行了 25 个试样的冲击试验,试验结果见表 A.1。

首先,要去除统计区间以外的数据(见 ISO 5725-2^[10]中所述的示例)。经过格鲁布斯检测表明第 22 号试样的结果是在置信水平 95%统计区间以外的数据。通过对试样的检验表明砧座或冲击刃痕没有异常现象,这说明试样在试验期间摆放的位置正确。此外,在查看试验报告时也没有可忽略的误差。由于没有技术说明指出是由于试样以外的原因导致结果在统计区间之外,所以该结果不能在均质性分析中被剔除。若已查看到了有关试样自身的此类技术说明(例如在断裂表面有明显的微小裂纹),该结果也不能被剔除,因为这个裂纹与材料的均质性相关,它是均质性评估的对象。

在对 s_{RM} 值(3.57 J)和吸收能量平均值(124.74 J)进行比较后,能够确定该试样批满足表 4 中规定的有关夏比标准试样批的指标(s_{RM} 不大于平均值的 5%)。基于试样的预期使用,有证标准物质提供者选取了五个试样组的试验结果,并代入式(A.4)计算出相应不确定度的值,计算结果见式(A.7):

$$u_{hom} = \frac{s_{RM}}{\sqrt{n_V}} = \frac{3.57}{\sqrt{5}} = 1.60 \dots\dots\dots (A.7)$$

然后,11 个认可实验室各接收 10 个从整批中随机选取的标准试样。

注: 标准物质的制造者对每个参加试验的实验室选取试样的数量是不受限制的,试样数越多则标准试样标定值的不确定度就会减小。

实验室间的比对结果由标准物质的制造者进行检验。经过格鲁布斯检测表明各实验室均值都处于统计区间之内。表 A.2 概括了试验结果和标准试样相关的参数。

表 A.1 均质性试验结果

试样编号	KV J	试样编号	KV J	试样编号	KV J
1	127.7	10	127.9	18	127.3
2	122.2	11	120.7	19	123.8
3	123.5	12	127.5	20	126.0
4	125.6	13	122.1	21	128.7
5	122.5	14	126.3	22	114.5
6	122.9	15	128.9	23	121.3
7	126.7	16	125.4	24	128.1
8	123.2	17	119.1	25	127.0
9	129.5	—	—	—	—
KV 平均值 = 124.74 J		$s_{RM} = 3.57$ J		$n_{hom} = 25$	

表 A.2 实验室比对的结果

实验室编号	KV J	实验室编号	KV J
1	122.2	7	126.8
2	120.9	8	125.1
3	125.5	9	123.7
4	122.0	10	124.0
5	123.8	11	124.9
6	122.8	—	—
$KV_R = 123.8$ J	$s_p = 1.73$ J	$p = 11$	$u_{\text{char}} = 0.52$ J $\nu_{\text{char}} = 10$

标定值(123.8 J)为各实验室平均值的总体平均值。标准不确定度 u_{char} (0.52 J)是通过各实验室平均值的标准偏差按式(A.3)计算出来的。

表 A.3 给出了标准不确定度 u_{char} 和 u_{hom} 的合成标准不确定度 u_{RM} 以及按 Welch-Satterthwaite 公式计算得到的自由度 ν_{RM} 。由于 ν_{RM} 大于 20, 计算扩展不确定度 U_{RM} 时可选取包含因子 $k = 2$ (对应包含概率为 95%)。标定值保留小数点后一位, 以使其与标定值的精密度一致。

表 A.3 与检定相关的不确定度及其自由度

$u_{\text{char}} = 0.52$ J	$\nu_{\text{char}} = 10$	$u_{\text{hom}} = 1.60$ J	$\nu_{\text{hom}} = 24$
按式(A.5)由 u_{char} 和 u_{hom} 计算的标定值的标准不确定度			$u_{\text{RM}} = 1.68$ J
使用 Welch-Satterthwaite 逼近法计算的自由度			$\nu_{\text{RM}} = 28$
标定值的扩展不确定度			$U_{\text{RM}} = 3.4$ J

表 A.4 可用于检定结果、标定值和其不确定度的报告。

表 A.4 标准试样组的标定 KV_R 值及其扩展不确定度 U_{RM} 汇总表

P	s_{RM}^a J	n_{hom}	KV_R J	u_{char} J	U_{RM}^b J
11	3.57	25	123.8	0.52	3.4
^a 此标准偏差是试验材料均质性的保守估计值(这个值也包括试验机重复性引入的不确定度, 重复性不能进行单独评定)。 ^b 按照本附录所述的方法计算的扩展不确定度, 其包含概率约为 95%。					

A.9 标定值从首批转换到次批时引入的附加不确定度

A.9.1 根源

给定的夏比标准试样批能用于确定另一个夏比标准试样批的标定值。待标定的新标准试样批标定值的方法是基于将现有已标定过试样的吸收能量值和所要检定的新的标准试样的吸收能量值进行比较。以下, 将初始检定过的批称为“首批(PB)”, 其标定值为 KV_{PB} 。所检定的新试样批称为“次批

(SB)”。这样的比较必然会引入一个由于与首批不确定度的比较而产生的附加不确定度。

A.9.2 标定值转换的常规做法(重复性、误差和可交换性要求)

如果是在严格的重复性条件下进行比较,能使标定值从 PB 转换到 SB 所引入的附加不确定度适当地减小。就夏比摆锤冲击试验而言,这在理论上意味着 SB 和 PB 试样是在同一台摆锤式标准冲击试验机上,以交叉的次序进行的同一系列试验被检测的。以下的值是这些试验的结果:

\bar{X}_{PB} ——用于 SB 与 PB 比较的 n_{PB} 个试样的平均值,其标准差为 s_{PB} ;

\bar{X}_{SB} ——用于 SB 和 PB 比较的 n_{SB} 个试样的平均值,其标准差为 s_{SB} 。

只有在 PB 与 SB 试样比较时所用的摆锤式标准冲击试验机的性能良好,此方法才是可靠的。换言之,比值 KV_{PB}/\bar{X}_{PB} 要接近于 1;允差为 5% ($KV_{PB} \geq 40$ J) 或 2 J ($KV_{PB} < 40$ J),相应的摆锤式标准冲击试验机的允许误差见表 3。

另外,次批与首批宜是可比较的以确保摆锤式标准冲击试验机对来自两个批试样的响应方式是相似的。在实践中,这意味着两批的试样宜使用相同的原材料,并且 \bar{X}_{PB} 和 \bar{X}_{SB} 宜是很接近的。就夏比标准试样的生产而言,这就是可交换性的要求,其误差在 ISO Guide 33^[3] 中已进行了探讨。

次批的标定值 KV_{SB} ,是通过对 SB 和 PB 做过比较试验的摆锤式标准冲击试验机进行精确校准并使用比值 KV_{PB}/\bar{X}_{PB} 按式(A.8)对 \bar{X}_{SB} 修正后得到的:

$$KV_{SB} = \frac{KV_{PB}}{\bar{X}_{PB}} \times \bar{X}_{SB} \dots\dots\dots (A.8)$$

式中:

KV_{PB} ——首批的 KV 标定值。

A.9.3 产生的不确定度

为计算 KV_{SB} 的不确定度,需要合成式(A.8)中各因子 KV_{PB} 、 \bar{X}_{SB} 和 \bar{X}_{PB} 的不确定度。

- a) KV_{PB} 的值关联着 SB 和 PB 的结果。在不确定度方面,只有 $u_{char,PB}$ 是相关的,而不是 u_{hom} ,因为式(A.7)是与首批的 KV 平均值相关联的,而不是选自首批的一组五个试样;
- b) \bar{X}_{SB} 和 \bar{X}_{PB} 的值,是用于比较的,在规定的重复性条件下,使用特定的摆锤式标准冲击试验机通过试验得到的 SB 和 PB 平均值的估计值。标准不确定度是根据这两个因子按式(A.9)和式(A.10)计算得到的:

$$u_{\bar{X}_{SB}} = \frac{s_{SB}}{\sqrt{n_{SB}}} \dots\dots\dots (A.9)$$

$$u_{\bar{X}_{PB}} = \frac{s_{PB}}{\sqrt{n_{PB}}} \dots\dots\dots (A.10)$$

注:所使用的摆锤式标准冲击试验机的分辨力也会使 \bar{X}_{SB} 和 \bar{X}_{PB} 产生不确定度。但是,选用的做此类比较试验的摆锤式标准冲击试验机的分辨力都是很高的(0.1J 或更高),这样的分辨力不会对 $u_{\bar{X}_{SB}}$ 和 $u_{\bar{X}_{PB}}$ 有很大的贡献。

因为式(A.8)的偏导数都等于 1 或 -1,故 SB 特性的不确定度是通过合成各不确定度分量 $u_{char,PB}$ 、 $u_{\bar{X}_{SB}}$ 和 $u_{\bar{X}_{PB}}$ 得到的。 $u_{char,SB}$ 按式(A.11)确定:

$$u_{char,SB} = \sqrt{u_{char,PB}^2 + u_{\bar{X}_{SB}}^2 + u_{\bar{X}_{PB}}^2} \dots\dots\dots (A.11)$$

这一合成标准不确定度是由 A.8 所述的均质性和(或)稳定性的不确定度分量合成得到的。

参 考 文 献

- [1] ISO Guide 30 Terms and definitions used in connection with reference materials
 - [2] ISO Guide 31 Reference materials—Contents of certificates and labels
 - [3] ISO Guide 33 Uses of certified reference materials
 - [4] ISO Guide 34 General requirements for the competence of reference material producers
 - [5] ISO Guide 35:2006 Reference materials—General and statistical principles for certification
 - [6] ISO/IEC Guide 98-3 Uncertainty of measurement—Part 3:Guide to the expression of uncertainty in measurement(GUM:1995)
 - [7] LEVENSON, M.S.et al. An approach to combining results from multiple methods motivated by the ISO GUM.Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 105(4), 2000, pp.571-579
 - [8] PAUWELS, J.et al. European certification of Charpy specimens:reasoning and observations.In Pendulum Impact testing: A Century of Progress. (eds. Siewart, T. A. and Manchan, M. P.) ASTM International, 2000, pp.90-99
 - [9] MCCOWAN, C.N.et al.International Comparison of Impact Reference Materials.J.ASTM International, 3(2), 2006, p.9
 - [10] ISO 5725-2 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results—Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method
 - [11] ISO/IEC 17025 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
 - [12] EN 10045-2 Metallic materials—Charpy impact test—Part 2: Verification of the testing machine (pendulum impact)
 - [13] ASTM E 23 Standard test methods for notched bar impact testing of metallic materials
-

中华人民共和国
国家标准
摆锤式冲击试验机间接检验用
夏比 V 型缺口标准试样
GB/T 18658—2018

*

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

2018 年 7 月第一版

*

书号: 155066 · 1-60728

版权专有 侵权必究



GB/T 18658—2018

