



中华人民共和国国家标准

GB/T 24523—2009

金属材料快速压痕(布氏)硬度试验方法

Test method for rapid indentation (Brinell) hardness testing of metallic materials

2009-10-30 发布

2010-05-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

前 言

本标准修改采用 ASTM E103-84(2002)《金属材料快速压痕硬度试验方法》(英文版)。

本标准根据 ASTM E103-84(2002)重新起草,为了便于比较,在附录 A 中列出了本标准章条编号与 ASTM E103-84(2002)章条编号的对照一览表。

考虑到目前国外金属快速压痕(布氏)硬度计的发展及我国的国情,本标准在采用 ASTM E103-84(2002)标准时进行了修改,有关技术性差异已编入正文中在它们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。在附录 B 中给出了技术性差异及其原因的一览表以供参考。

本标准的附录 A 和附录 B、附录 E 为资料性附录,附录 C 和附录 D 为规范性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:钢铁研究总院,冶金工业信息标准研究院,北京纳克分析仪器有限公司。

本标准起草人:张久龙、高怡斐、董莉。

引 言

金属材料快速压痕硬度试验是指:采用一定的试验力,将一定直径的压头压入已知硬度值的标准硬度块的表面,测量压入的深度值,建立深度值与硬度值的关系曲线。测量时,在规定的条件下,利用位移传感器测量到压头压入的深度,对比深度值与硬度值的关系曲线,得到相应的硬度值。

深度的测量既可以采用直接测量压痕的深度,也可以采用测量在一定初试验力下压头的位置与总试验力下压痕最深点的位置之差或者是测量在初试验力下加卸载工作试验力前后压头的位置差值。

利用金属材料快速压痕硬度计进行试样硬度测量时,硬度计首先得到的是压痕的测量深度值,通过对比深度值与硬度值的关系曲线,得出相应的硬度值。

金属材料快速压痕硬度试验方法适合于金属布氏硬度及维氏硬度的快速测量。

本标准推荐的深度测量法是:测量在初始试验力下加卸载工作试验力前后压头位置之差的方法。

本标准规定的是金属材料快速压痕(布氏)硬度试验,符号为:HBW。

本标准规定的试验方法不能等同于标准的布氏硬度试验方法。

金属材料快速压痕(布氏)硬度试验方法

1 范围

本标准规定了金属材料快速压痕(布氏)硬度试验的原理、试验方法、符号、试样、试验报告、硬度计的检验与校准及标准硬度块的标定。

本标准适用于试验力为 4.903 kN~29.42 kN 的布氏硬度计,其测试范围为:16 HBW~600 HBW。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款,通过在本标准中引用而构成本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1—2009,ISO 6506-1:2005,MOD)

GB/T 231.2 金属布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准(GB/T 231.2—2002,ISO 6506-2:1999,MOD)

GB/T 231.3 金属布氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定(GB/T 231.3—2002,ISO 6506-3:1999,MOD)

GB/T 7997 硬质合金维氏硬度试验方法(GB/T 7997—1987,eqv ISO 3878:1983)

GB/T 13634 单轴试验机检验用标准测力仪的校准(GB/T 13634—2008,ISO 376:2004,IDT)

3 符号及说明

快速压痕(布氏)硬度用符号 HBW 表示。

符号前面为布氏硬度值,符号后面是按如下顺序表示试验条件的指标:

- a) 硬质合金球直径;
- b) 试验力数值;
- c) 与规定时间不同的试验力保持时间。

例1: 350HBW5/750 表示用直径 5 mm 的硬质合金球在 7.355 kN 试验力下保持 10 s~15 s 测定的快速压痕(布氏)硬度值为 350。

例2: 150HBW30/10/500 表示用直径 10 mm 的硬质合金球在 4.903 kN 的试验力下保持 30 s 测定的快速压痕(布氏)硬度值为 150。

4 原理

对一定直径的硬质合金球施加一定的试验力(包括初始试验力和工作试验力),将其压入试样表面,经规定的保持时间后,卸载工作试验力,测量在初始试验力下加卸载工作试验力前后压头位置差值(深度值)。利用多个标准布氏硬度块,测量相应的深度值,将布氏硬度值与深度值相对应,获得在一定的试验条件下压痕深度与布氏硬度的关系曲线。

在进行硬度测量时,将硬度计所测量到的深度值对应压痕深度与布氏硬度关系曲线,就可以得到这种材料的相应的布氏硬度值。

5 试验设备

5.1 硬度计

- 5.1.1 应符合本标准附录 C 的规定,能够施加预定试验力及可以进行压头位移测量。
- 5.1.2 硬度计的设计应保证在测试时及压头离开时,压头和试样不能发生偏转或相对移动。
- 5.1.3 应具有通过软件将测得的深度值换算成相应标尺下的布氏硬度值的功能。
- 5.1.4 应具有通过软件进行测试结果的调整并具有记忆的功能。
- 5.1.5 应具有相应的抗各种污物对硬度测试影响的技术措施。
- 5.1.6 应具有温度校正的功能,扩大试验环境允许的温度范围(见 7.1)。

5.2 试验力

- 5.2.1 试验力应具有初始试验力和工作试验力。
- 5.2.2 试验力及初始试验力应按 7.2 的规定选取。但在保证试验结果精度的情况下,经相关方协商,试验力可以小于 4.903 kN。
- 5.2.3 在施加试验力的过程中不允许有冲击或震动。

5.3 硬质合金压头应符合附录 C 的要求。

5.4 压痕深度测量装置

- 5.4.1 压痕深度测量装置应符合附录 C 的要求。
- 5.4.2 压痕深度测量装置应能够测量在初试验力下加卸载工作试验力前后压头的位置差值。

6 试样

- 6.1 试样的支撑表面宜干净、干燥且不影响硬度测试。
- 6.2 试样测试面粗糙度应能保证试验结果的重复性指标。必要时,试样的测试面须经过打磨或者研磨。试样测试面应该是平面,但在保证安全的情况下,可以是曲面。当曲面的曲率半径较小时,试验结果与平面试验结果具有较大的偏差,需要做相当数量的对比试验得到相应的修正系数。
- 6.3 试验后试样的背面没有可见变形。试样的厚度至少为压痕深度的 8 倍。试样最小厚度与压痕平均直径之间的关系按照 GB/T 231.1 的相关要求执行。

7 试验方法

- 7.1 试验一般要求在 0℃~50℃ 的温度范围内进行。
- 7.2 快速压痕(布氏)硬度试验,总试验力为 4.903 kN,7.355 kN,9.806 kN,29.418 kN。

初试验力大小建议按总试验力的 1/15~1/10 选取。

表 1 给出了推荐的压头直径、总试验力和试样的硬度值的关系。

对于一定尺寸和形状的试样,可能适用不同的试验力和不同直径的压头。当试样尺寸允许时,应尽可能选用较大直径的硬质合金球压头及较大的试验力进行试验。表 1 给出了推荐的 F/D^2 (试验条件) 与硬度的关系以及试验力与硬度及压头直径之间的关系。

表 1 推荐的总试验力和初试验力及压头直径之间的关系

总试验力 $F/\text{kgf(kN)}$	压头直径 D/mm	试验条件 F/D^2	推荐的硬度范围
3 000(29.418)	10	30	96~600
1 000(9.806)	10	10	48~300
750(7.355)	5	30	96~600
500(4.903)	10	5	16~100

7.3 从施加力开始至总试验力施加完毕,应保证在 2 s~8 s 之间。试验力保持时间应为 10 s~15 s(对于塑性变形较缓慢的材料,可以采用更长的保压时间)。对于要求试验力保持时间较长的材料,试验力保持时间允许误差为 ± 2 s。

7.4 压痕中心到试样边缘的距离至少应是压痕直径的 2.5 倍;压痕中心到另一个压痕中心的距离,至少应是压痕直径的 3 倍。

7.5 试样应稳固地放置在试台上,并使压头轴线与试样表面垂直,保证在试验过程中不发生位移。

8 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) 本标准编号;
- b) 与试样有关的资料;
- c) 试验结果(HBW);
- d) 试验温度;
- e) 不在本标准规定之内的操作;
- f) 影响试验结果的各种细节。

9 硬度计的检验与校准

9.1 硬度计的检验与校准应按照附录 C 进行。

9.2 应按照附录 D 进行硬度计的日常核查。

10 标准硬度块的标定

标准硬度块的标定按照 GB/T 231.3 执行。

附 录 A
(资料性附录)

本标准章条编号与 ASTM E103-84(2002)章条编号对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 ASTM E103-84(2002)章条编号对照一览表。

表 A.1 本标准章条编号与 ASTM E103-84(2002)章条编号对照表

本标准章条编号	对应的 ASTM 标准章条编号
引言	1,3,4
2	2
3	—
4	3.1.2
5.1	5.1
5.1.3	5.2
6	6
7.1	—
7.2	7.1
7.3	—
9	—
10	—
附录 A	—
附录 B	—
附录 C.1	11
C.2	12
C.3	13.1
C.3.2.4	13.1.1
C.3.4.2	13.1.3
C.4	13.2
C.5	—
C.6	—
C.7	—
附录 D	—
附录 E	—

注：表中章条以外的本标准其他章条编号与 ASTM E103-84(2002)的章条编号均相同且内容相对应。

附 录 B
(资料性附录)

本标准与 ASTM E103-84(2002)技术性差异及其原因

表 B.1 给出了本标准与 ASTM E103-84(2002)技术性差异及其原因的一览表。

表 B.1 本标准与 ASTM E103-84(2002)技术性差异及其原因

序号	本标准的 章条编号	技术性差异	原 因
1	引言	将 ASTM E103 中的适用范围的部分内容、快速压痕硬度试验术语的解释和意义及应用合并为引言	该部分内容为对本标准的进一步解释和说明,为与我国国标的编写规则 GB/T 1.1 保持一致,特将其单列为引言
2	2	将规范性引用文件 ASTM E4 改为国标 GB/T 13634 试验机检验用测力计的校准,增加规范性引用文件 GB/T 231.1,GB/T 231.2,GB/T 231.3,GB/T 7997	保持本标准与现有国标保持一致,便于该标准在国内广泛使用
3	3	增加了符号及说明	同我国其他硬度试验方法标准的格式保持统一
4	4	增加试验原理一章	同我国其他硬度试验方法标准的格式保持统一
5	5.1.1	强调了硬度计应具有的一些特殊功能	快速压痕(布氏)硬度计主要是为了解决产品的布氏硬度快速测试,由于车间现场的环境条件较为恶劣,硬度计必须具有相应的功能
6	5.1.3	取消了用钢球压头进行试验的规定	根据 GB/T 231,只允许使用硬质合金球,所以取消了钢球压头
7	6.1 6.2	增加了对试样的测试面的要求	便于本标准的操作和执行
8	6.3	将“试验厚度至少为压痕深度的 10 倍”改为“试验厚度至少为压痕深度的 8 倍”	根据 GB/T 231 试验厚度至少为压痕深度的 8 倍
9	7.1	增加了硬度试验的允许使用温度范围的规定	由于车间现场的环境温度范围较宽,所以要求硬度计必须具备适应较宽温度范围的功能,便于本标准的操作和执行
10	7.2	建议初试验力采用总试验力的 1/15~1/10	便于本标准的操作和执行
11	7.3	增加了对试验力施加过程及保压时间的要求	根据 GB/T 231,对 ASTM E103 原标准进行补充
12	8	取消了试验报告中关于须注明“深度与硬度的换算关系”的要求	由于本标准统一了深度测量方法,同时,规定了示值误差和重复性误差,因此,各台硬度计所得出的结果是可比的。因此,只要给出测试结果,无须指出其换算关系

表 B.1 (续)

序号	本标准的 章条编号	技术性差异	原 因
13	9	将“硬度计的检验与校准”单独列为一章	保证标准的结构清晰
14	10	取消原标准中 C 部分,将标准中关于标准硬度块的标定部分规定为:按照国标 GB/T 231.3 的内容执行	由于快速压痕(布氏)所采用的标准硬度块同 GB/T 231.3 完全一致,因此,本标准规定标准硬度块按国标 GB/T 231.3 的内容执行
15	附录 A	增加了附录 A:本标准章条编号与 ASTM E103-84(2002)章条编号对照	资料性附件,便于对应原标准
16	附录 B	增加了附录 B:本标准与 ASTM E103-84 (2002)技术性差异及其原因	资料性附件,便于对应原标准
17	附录 C	将原标准中 B 部分改成附录 C:硬度计的检验与校准	关于硬度计的检验与校准和标准硬度块的标定 2 部分,ASTM 标准将其同试验方法部分混编。为了满足 ISO 和 GB 的编写方式,将这 2 部分改为规范性附件的形式
18	C.3.2.4	提高了力值传感器精度要求	快速压痕(布氏)硬度测试,测量的是深度的变化,显示的结果是硬度值的变化。根据 JJG 150 的规定,可以以硬度值的形式来表示其误差
19	C.3.4.2	提高了位移传感器的分辨率要求	目前的电感式位移传感器的分辨率均能达到 1 微米
20	C.4.1.1	将硬度计的间接检验温度修改为 $25 \pm 25^\circ\text{C}$	为了测试结果的准确,必须保证间接检验的环境条件同实际工作状态相一致
21	C.4.2.2	在附录 C 中,将采用测量压痕直径进行间接检验的方法改为采用测量标准硬度块的硬度值的方法进行间接检验,以硬度值的形式规定了硬度计的示值误差和重复性误差范围	快速压痕(布氏)硬度测试,测量的是深度的变化,显示的结果是硬度值的变化。可以以硬度值的形式来表示其误差
22	附录 D	增加了附录 D:使用者对硬度计的日常检查方法	按照 GB/T 231 的要求进行了修改和增加,与其他现有的硬度试验方法标准保持一致
23	附录 E	增加了附录 E:硬度值测量的不确定度	按照 GB/T 231 的要求进行了修改和增加,与其他现有的硬度试验方法标准保持一致

附 录 C
(规范性附录)
硬度计的检验与校准

C.1 范围

C.1.1 本附录规定了金属快速压痕(布氏)硬度计的检验与校准的方法。

C.1.2 本附录规定了检查硬度计基本功能的直接检验和适用于检查硬度计综合性能指标的间接检验这2种方法。

C.1.3 新购买或重新安装的硬度计应进行直接检验法的检定。

C.1.4 在用的硬度计可以采用任何一种方法进行检定。

C.1.5 间接检验法可独立地应用于硬度计的日常检验。

C.2 一般要求

在进行金属快速压痕(布氏)硬度计检验及校准之前,应检查仪器以达到以下的要求:

- a) 硬度计安装正确;
- b) 压头主轴在导向装置中滑动自如;
- c) 采用新的符合 C.3.3 要求的压头,安装牢固可靠;
- d) 保证在施加及释放试验力的过程中硬度计整体没有震动及晃动,力值传感器及位移传感器所测试的数值稳定;
- e) 试样的位移或机架的变形不影响试验结果。

C.3 直接检验

C.3.1 总则

C.3.1.1 直接检验宜在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的温度条件下进行。如果在此条件以外的温度下进行,应在报告中注明。

C.3.1.2 检验及校准用的器具应溯源到国家标准。

C.3.1.3 直接检验包括:

- a) 试验力校准;
- b) 压头的检验;
- c) 压痕深度测量装置的校准;
- d) 试验循环时间的检验。

C.3.2 试验力的校准

C.3.2.1 快速压痕硬度计力值的校准,包括初试验力的校准和总试验力的校准。

C.3.2.2 只要允许,应在硬度计主轴整个移动范围内至少选择三个位置,测量各级初试验力和总试验力。

C.3.2.3 校准力值可以采用闭环测量系统进行,也可以采用标准 GB/T 13634 中规定的 0.5 级测力装置进行校准。

C.3.2.4 实际校准的结果同硬度计的标称力值的偏差应在 $\pm 0.5\%$ 以内。

C.3.2.5 应在主轴的每个位置上,对各级试验力(包括初试验力和总试验力)进行三次测量。将要读取试验力的瞬间,主轴的移动方向应与试验时的运动方向一致。

C.3.3 压头的校验

C.3.3.1 一般来说,压头应包括硬质合金球和压头座两个部分(在有可能的情况下,建议使用一体结构压头,以保证压头接触的稳定性,但成本增加)。

C.3.3.2 硬质合金球应进行抛光,表面应该光滑且没有缺陷。

C.3.3.3 压头垂直度:硬质合金球施加试验力的方向与试样表面法线的夹角不应超过 2° 。

C.3.3.4 采用成分为碳化钨的硬质合金压头球。其特性应满足以下要求:

——硬度:按 GB/T 7997 的要求测定,其维氏硬度不应低于 1 500 HV10。

——密度: $\rho=(14.8\pm0.2)\text{g/cm}^3$ 。

C.3.3.5 当采用试验力将硬质合金球压入样品后,取出硬质合金球,测试其直径变形不能大于 0.005 mm。

C.3.3.6 对于不同直径的硬质合金球,其直径的允差如表 C.1。

表 C.1 不同硬质合金球直径允差

单位为毫米

球 直 径	允 差
10	0.005
5	0.004

注:如采用其他直径的硬质合金球,参照 GB/T 231.2 执行。

C.3.4 深度测量装置检验

C.3.4.1 压痕深度测量装置应取不少于三个位置(包括与常用标尺的最低和最高硬度值相对应的间隔)上进行检验。

C.3.4.2 应采用精确的参考标准标尺或者采用其他的方法进行检验,检验压痕深度测量装置的测量装置应具有 0.000 2 mm 的准确度。压痕深度测量装置的整个工作长度上,应准确到 0.001 mm。

C.3.4.3 若对压痕深度测量装置不能直接进行检验,可以采用标准硬度块测试硬度的方法进行间接检验。

C.3.5 试验循环时间的检验

试验循环时间应满足 7.4 的要求。

C.4 间接检验**C.4.1 总则**

C.4.1.1 间接检验宜在 $(25\pm25)^\circ\text{C}$ 的温度条件下进行。如果在此条件以外的温度下进行,应在报告中标明。

C.4.1.2 采用本标准附录 D 标定的标准硬度块的进行检验

C.4.1.3 硬质合金球的表面以及标准块的试验面不应有任何污物,标准块的支撑面应尽可能没有污物。

C.4.1.4 硬度计应针对各级试验力和所使用的每种规格的硬质合金球进行检验。对每一试验力,应从下列硬度范围内至少选择两块进行试验:

—— ≤ 300 HBW;

—— $300 \leq \text{HBW} \leq 400$;

—— ≥ 500 HBW。

C.4.1.5 如果有可能,两块标准硬度块应在不同的硬度值范围内选取。

C.4.1.6 采用标准硬度块对快速压痕(布氏)硬度计进行间接检验时,硬度计的检验应与实际应用时采用相同的试验力、相同的压头和相同的保压时间。

C.4.2 金属快速压痕(布氏)硬度计检验步骤及指标要求

C.4.2.1 采用经过校准后的金属快速压痕(布氏)硬度计,在标准块上均匀分布地测试 5 个点。设 H_1, H_2, \dots, H_5 分别为 5 个压痕相应的测量硬度值,并以逐渐递增的顺序来排列。

C.4.2.2 5 个点示值误差和示值重复性误差为表 E.2 所示:

在规定的试验条件下标准硬度计的示值重复性定义为: $H_5 - H_1$ 。

在规定的试验条件下标准硬度计的示值误差定义为: $\bar{H} - H$ 其中, H 为标准块的标定硬度值, $\bar{H} = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5)/5$ 。

表 C.2 硬度计的示值误差和示值重复性误差

标准硬度块范围/ HBW	示值误差最大允许值 (相对于 H)	示值重复性误差最大允许值 (相对于 H)
$HBW \leq 125$	$\pm 3\%$	2%
$125 < HBW \leq 225$	$\pm 2.5\%$	2%
$HBW \geq 225$	$\pm 3\%$	2%

C.4.3 其他

C.4.3.1 建议快速压痕(布氏)硬度计应配备放大倍数不低于 8 倍的光学读数放大镜,光学读数放大镜的相关指标见 GB/T 231.2。

C.4.3.2 可以采用测量平均压痕直径与硬度计的硬度值显示结果经查表得到压痕直径相比较的方法来检验硬度计。

C.4.3.3 可以采用 CCD 光学布氏硬度测量系统代替光学读数放大镜进行压痕直径的测量。

注:在有条件的情况下,建议将深度测量装置的读数与标准硬度块的压痕深度值进行对比。这既可以进行刻度的检验,同时也可确定硬度计生产厂提供的对比关系。

C.5 检验周期

C.5.1 直接检验

下述情况下应进行直接检验:

C.5.1.1 硬度计安装时或经拆卸重新装配后或挪动位置时。

C.5.1.2 连续 3 次间接检验未通过或间接检验结果出现重大问题时。

C.5.2 日常检查

每个工作日开机后,应进行日常检查。见附录 D。

C.5.3 间接检验

C.5.3.1 每次直接检验后,应做间接检验。

C.5.3.2 日常检查不合格或硬度计经过调整后,应采用间接检验。

C.5.3.3 2 次间接检验的周期视硬度计的维护水平和使用频率而定,但不得超过 12 个月。

C.6 深度-硬度对比曲线的调整

C.6.1 间接检验后,如显示结果与标准硬度块的标称值超出允许范围,应进行深度-硬度对比曲线调整。具体调整方法见硬度计生产厂家说明书;

C.6.2 经过数值曲线调整后的硬度计,应立即进行再次间接检验。再次间接检验不合格时,应再次进行深度-硬度对比曲线调整;

C.6.3 连续 3 次间接检验不合格时,不再进行深度-硬度对比曲线调整,应进行直接检验。

C.7 检验报告和(或)校准证书

检验报告和(或)校准证书应包括以下内容:

- 注明采用本标准及本标准号;
- 检验方法(直接或间接检验或两种同时检验);
- 硬度计的标识资料;
- 检验器具(如标准硬度块,标准测力仪等);
- 硬质合金球直径和试验力;
- 检验时的温度;
- 检验结果;
- 检验日期和检验机构名称。

附录 D

(规范性附录)

使用者对金属快速压痕(布氏)硬度计的日常检查

对于在用硬度计,使用者应在每班工作之前对硬度计的相应标尺进行测量数据准确性核查。

具体的方法是:利用标准硬度块,在标准硬度块至少测量 1 个点硬度(如新更换了压头,则应至少测试 2 点,取第 2 点的值)。如果所得的值与标准硬度块标称值的误差在允许最大误差之内(见附录 C),则硬度试验机可以使用。如果超出,则应再测量 3 个点。如果 3 个点的误差都在允许最大误差之内,则硬度试验机可以使用。若其中有一个点的误差超出规定的范围,则应立即进行深度-硬度对比曲线调整。调整的方法是利用标准硬度块,调整硬度计的布氏硬度与压痕测量深度之间的关系曲线的位置,使得硬度计的测试结果的误差保持在允许最大误差之内。具体的调整方法见硬度计的使用手册。

所测数据应当保存,以便观察硬度计的重复性和测量系统的稳定性。

附 录 E
(资料性附录)
硬度值测量的不确定度

E.1 一般要求

本附录定义的不确定度只考虑硬度计与标准硬度块(CRM)相关测量的不确定度。这些不确定度反映了所有分量不确定度的组合影响(间接检定)。由于本方法要求硬度计的各个独立部件均在其允许偏差范围内正常工作,故强烈建议在硬度计通过直接检定一年内采用本方法计算。

图 E.1 显示用于定义和区分各硬度标尺的四级的计量溯源链的结构图。溯源链起始于用于定义国际比对的各硬度标尺的国际基准。一定数量的国家基准——基础标准硬度计“定值”校准实验室用基础参考硬度块。当然,基础标准硬度计应当在尽可能高的准确度下进行直接标定和校准。

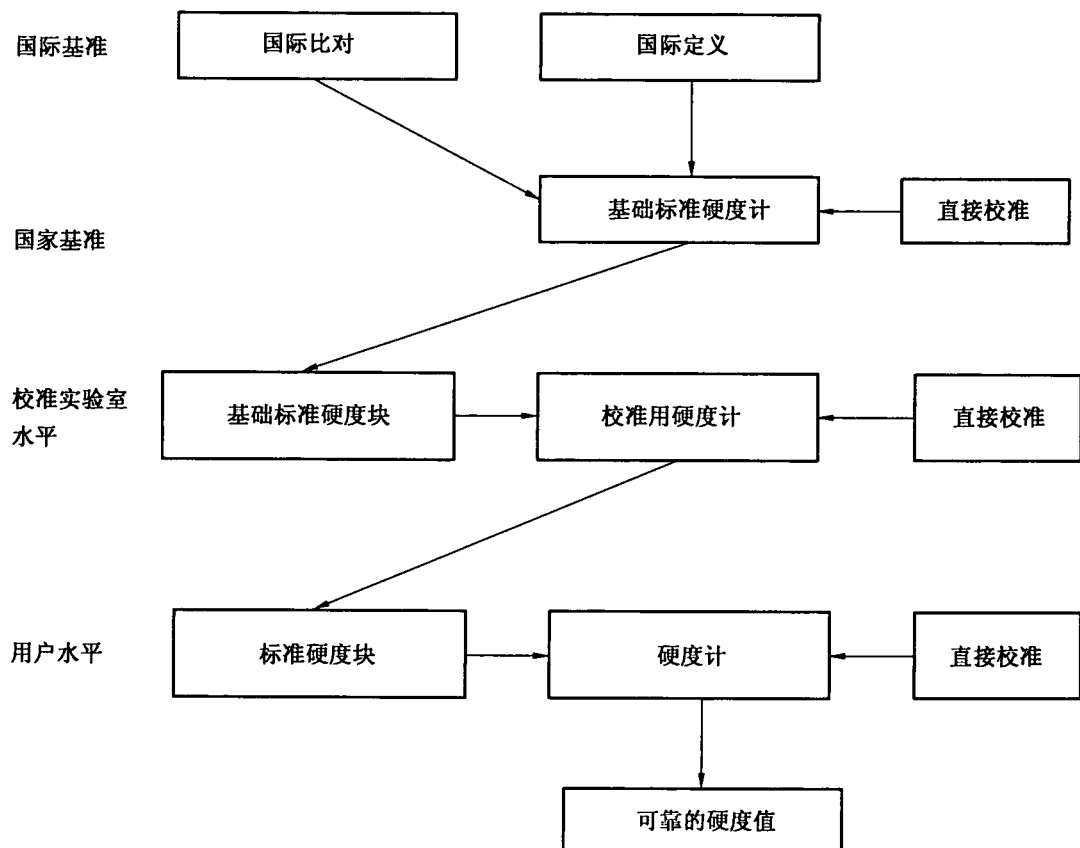


图 E.1 硬度标尺的定义和量值传递图

E.2 通常程序

用平方根求和的方法合成 u_1 , (各不确定度分项见表 E. 1)。扩展不确定度是 u_1 和包含因子 $k(k=2)$ 的乘积(见表 E. 1)。

E.3 硬度计的偏差

硬度计的偏差 b 起源于下面两部分之间的差异:

——校准硬度计的五个硬度压痕的平均值;

——标准硬度块的标准值。

可以用不同的方法确定不确定度。

E.4 计算不确定度的步骤: 硬度测量值

注: CRM(Certified Reference Material)是由标准硬度计标定的标准硬度块。

E.4.1 考虑硬度计最大允许误差的方法(方法 1)

方法 1 是一种简单的方法, 它不考虑硬度计的系统误差, 即是一种按照硬度计最大允许误差考虑的方法。

测定扩展不确定度 U (见表 E. 1)

$$U = k \cdot \sqrt{u_E^2 + u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_x^2 + u_m^2}$$

测量结果:

$$X = \bar{x} \pm U$$

E.4.2 考虑硬度计系统误差的方法(方法 2)

除去方法 1, 也可以选择方法 2。方法 2 是与控制流程相关的方法, 可能获得较小的不确定度(见表 E. 1)。

$$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_m^2 + u_b^2}$$

测量结果:

$$X = \bar{x} \pm U$$

E.5 硬度测量结果的表示

表示测量结果时应注明不确定度的表示方法。通常用方法 1 表达测量不确定度(见表 E. 1, 第 10 步)。

表 E.1 扩展不确定度评定的两种方法

方法 步骤	不确定度来源	符号	公 式	依 据	例： [...]=HBW 10/3000
1 方法 1 方法 2	测量一个试样的平均值及其标准偏差	\bar{x} s_x	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ $s_x = \frac{R}{C}$	测量结果的单次标准偏差 采用极差法计算 当 $n=5$ 时极差系数 $C=2.33$	单次测量值 223-223-221-221-224 $\bar{x}=222.4$ $s_x = \frac{3}{2.33} = 1.29$
2 方法 1 方法 2	对试样测量重复性的标准不确定度	u_x	$u_x = s_x$	评定单次测量的不确定度	$u_x = 1.29$
3 方法 1 方法 2	用标准硬度块检定的平均值和标准偏差	\bar{H} s_H	$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$ $s_H = \frac{R}{C}$	检定结果的单次标准偏差 采用极差法计算 当 $n=5$ 时极差系数 $C=2.33$	222-224-224-221-222 $\bar{H}=222.6$ $s_H = \frac{3}{2.33} = 1.29$
4 方法 1 方法 2	用标准硬度块检定的平均值的标准不确定度	u_H	$u_H = s_H / \sqrt{5}$		$u_H = \frac{1.29}{\sqrt{5}} = 0.58$
5 方法 1 方法 2	标准硬度块的标准不确定度	u_{CRM}	$u_{CRM} = H_{CRM} \cdot u_{dCRM} \cdot \left(\frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{\sqrt{D^2 - d^2}} \right)$ $u_{dCRM} = \frac{r_{rel}}{2.83}$	HBW=0.102 × $\frac{2F}{\pi D^2 (1 - \sqrt{1 - d^2/D^2})}$ 标准硬度块不均匀性最大允许值见 GB/T 231.3	$u_{CRM} = 222.4 \times \frac{1.5\%}{2.83} \times$ $\frac{10 + \sqrt{10^2 + 4.054^2}}{\sqrt{10^2 + 4.054^2}} = 1.29$
6 方法 1	最大允许误差下的标准不确定度	u_E	$u_E = \frac{E_{rel} \cdot H_{CRM}}{\sqrt{3}}$	允许误差 E_{rel} 见 GB/T 231.2 H_{CRM} 从校准认证中获得	$u_E = \frac{0.25 \times 222.4}{\sqrt{3}} = 3.21$

表 E.1 (续)

方法 步骤	不确定度来源	符号	公 式	依 据	例： [...]=HBW 10/3000
7 方法 1 方法 2	压痕测量分辨力的标准不确定度	u_m	$u_m = \frac{\rho_m}{2\sqrt{3}}$	HBW=222 时压痕深度 0.430 mm HBW=224 时压痕深度 0.426 mm 压痕深度测量装置分辨率 0.001 mm	$u_m = \frac{0.5}{2\sqrt{3}} = 0.14$
8 方法 2	硬度计校准值与硬度块标准值差	b	$b = \bar{H} - H_{CRM}$	第 2 步和第 3 步	$b = 223 - 222.6 = -0.4$
9 方法 2	硬度计系统误差带来的不确定度	u_b	$u_b = b $	两点分布	$u_b = 0.4$
10 方法 1	扩展不确定度的评定	U	$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_E^2 + u_m^2}$	第 1 步到第 7 步 $k=2$	$U = 2 \cdot \sqrt{1.29^2 + 0.58^2 + 1.29^2 + 3.21^2 + 0.14^2}$ $U = 7.5 \text{ HBW}$
11 方法 1	测量结果	X	$X = \bar{x} \pm U$	第 1 步和第 10 步	$\bar{X} = (222.4 \pm 7.5) \text{ HBW (方法 1)}$
12 方法 2	扩展不确定度的评定	U	$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_m^2 + u_b^2}$	第 1 步到第 5 步 第 7 步到第 9 步	$U = 2 \times \sqrt{1.29^2 + 0.58^2 + 1.29^2 + 0.14^2 + 0.4^2}$ $U = 3.9 \text{ HBW}$
13 方法 2	测量结果	X	$X = \bar{x} \pm U$	第 1 步和第 12 步	$\bar{X} = (222.3 \pm 3.9) \text{ HBW (方法 2)}$

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
金属材料快速压痕(布氏)硬度试验方法
GB/T 24523—2009

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

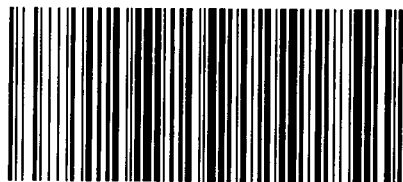
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 30 千字
2009年12月第一版 2009年12月第一次印刷

*

书号: 155066·1-39389 定价 21.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 24523-2009