



中华人民共和国国家标准

GB/T 4341.1—2014
代替 GB/T 4341—2001

金属材料 肖氏硬度试验 第 1 部分：试验方法

Metallic materials—Shore hardness test—
Part 1: Test method

2014-09-30 发布

2015-05-01 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

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 试验原理	1
4 符号及说明	1
5 硬度计	1
6 试样	2
7 试验程序	2
8 试验结果的测量不确定度	2
9 试验报告	3
附录 A (规范性附录) 使用者对硬度计的 日常检查	4
附录 B (资料性附录) 肖氏硬度试验结果的 测量不确定度	5

前 言

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 4341—2001《金属肖氏硬度试验方法》，与 GB/T 4341—2001 相比，主要技术变化如下：

- 修改了标准名称；
- 增加了第 2 章规范性引用文件中的相应引用标准(见第 2 章,2001 版的第 2 章)；
- 增加了“试验结果的测量不确定度”的规定(见第 8 章)；
- 增加了规范性附录 A“使用者对硬度计的日常检查”；
- 增加了资料性附录 B“肖氏硬度试验结果的测量不确定度”。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本部分起草单位:钢铁研究总院、冶金工业信息标准研究院。

本部分主要起草人:高怡斐、董莉。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 4341—1984、GB/T 4341—2001。

金属材料 肖氏硬度试验

第 1 部分: 试验方法

1 范围

GB/T 4341 的本部分规定了金属材料肖氏硬度试验方法的原理、符号及说明、硬度计、试样、试验程序、试验结果的不确定度和试验报告。

本部分适用的肖氏硬度试验范围为 5 HS~105 HS,分为 C 型(目测型)和 D 型(指示型)。

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

JJG 346 肖氏硬度计

JJG 347 标准肖氏硬度块

3 试验原理

用规定形状的金钢石冲头从规定高度自由落下冲击试样表面,以冲头第一次回跳高度 h 与冲头落下高度 h_0 的比值计算肖氏硬度值见式(1)。

$$HS = K \frac{h}{h_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

HS —— 肖氏硬度;

K —— 肖氏硬度系数(C 型仪器 $K = 10^4/65$,D 型仪器 $K = 140$);

h —— 冲头第一次回跳高度,单位为毫米(mm);

h_0 —— 冲头落下高度,单位为毫米(mm)。

4 符号及说明

肖氏硬度符号为 HS,HS 后面的符号表示硬度计类型。

示例 1:

25HSC 表示用 C 型(目测型)肖氏硬度计测定的肖氏硬度值为 25。

示例 2:

51HSD 表示用 D 型(指示型)肖氏硬度计测定的肖氏硬度值为 51。

5 硬度计

5.1 肖氏硬度计的主要技术参数见表 1。

表 1 肖氏硬度计的主要技术参数

项目	C 型	D 型
冲头的质量/g	2.5	36.2
冲头的下落高度/mm	254	19
冲头顶端球面半径/mm	1	1

5.2 肖氏硬度计的其他技术指标应符合 JJG 346 的规定。

6 试样

6.1 试样的试验面一般为平面,对于曲面试样,其试验面的曲率半径不应小于 32 mm。

6.2 试样的质量应至少在 0.1 kg 以上。

6.3 试样应有足够的厚度,以保证测量的硬度值不受试台硬度的影响。试样的厚度一般应在 10 mm 以上。

6.4 试样的试验面积应尽可能大,并应符合 7.7 的要求。

6.5 对于肖氏硬度小于 50 HS 的试样,表面粗糙度参数 Ra 应不大于 $1.6 \mu\text{m}$;肖氏硬度大于 50 HS 时,表面粗糙度参数 Ra 应不大于 $0.8 \mu\text{m}$ 。

6.6 试样的表面应无氧化皮及外来污物,尤其不应有油脂。

6.7 试样不应带有磁性。

7 试验程序

7.1 试验一般在 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下进行,对于温度要求严格的试验,应在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之内进行。对于温度变化敏感的材料,应在材料标准中规定试验温度。

7.2 试验前,应使用与试样硬度值接近的肖氏硬度标准块按 JJG 346 对硬度计进行检定。硬度计的日常工作检查参见附录 A。

7.3 试验时,试样应稳固地放置在机架的试台上。由于试样的形状、尺寸、质量等关系,需将测量筒从机架上取下,以手持或安放在特殊形状的支架上使用。试验结果应注明手持测量或支架测量。

7.4 硬度计应安置在稳固的基础上,试验时测量筒应保持垂直状态。试验面应与冲头作用方向垂直。按 7.3 手持测量筒时,要特别注意保持垂直状态。

7.5 测量硬度时,试样在试台上受到的压紧力约为 200 N(20 kgf)。试样质量在 20 kg 以上,手持测量筒或特殊形状的支架上进行试验时,对测量筒的压力应以测量筒在试样上保持稳定为宜。

7.6 对于 D 型肖氏硬度计,操作鼓轮的回转时间约为 1 s,复位时的操作以手动缓慢进行。对于 C 型肖氏硬度计,读取冲头反弹最高位置时的瞬间读数,要求操作者熟练。

7.7 试样两相邻压痕中心距离不应小于 1 mm,压痕中心距试样边缘的距离不应小于 4 mm。

7.8 不应将硬度计的冲头对试台冲击。

7.9 肖氏硬度计的读数应精确至 0.5 HS;以连续 5 次有效读数的算术平均值作为一个肖氏硬度测量值,其平均值按 GB/T 8170 修约至整数。

8 试验结果的测量不确定度

试验结果的测量不确定度取决于各种不确定度来源。这些不确定度可以分成两类:

- 来源于肖氏硬度计(包括直接检验时引入的测量值不确定度)以及标准硬度块的标定;
- 来源于测试方法的不同和测试条件的变化。

使用表 1 列出的肖氏硬度计的示值误差来估算测量值的不确定度。

对肖氏硬度测量值的不确定度进行估算的示例见附录 B。

注:有时对测量值不确定度的每个来源进行量化是不可能的。但通过对多个试件测量值的数据分析,可以获得对测量值不确定度的估算值。

9 试验报告

试验报告应至少包括如下内容:

- a) 本部分的标准编号,即 GB/T 4341.1—2014;
- b) 与试样相关的基本描述;
- c) 试验结果;
- d) 影响试验结果的各种细节;
- e) 试验温度(在 $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 试验时);
- f) 测量筒支撑条件(手持测量或支架测量)。



附 录 A

(规范性附录)

使用者对硬度计的日常检查

- A.1 使用者应在当天使用硬度计之前,对其使用的硬度标尺或范围进行检查。
- A.2 日常检查应在按照 JJG 347 检定的标准硬度块上至少打三个压痕。如果测量的硬度(平均)值与标准硬度块标准值的差值在 JJG 346 中给出的允许误差之内,则认为硬度计是合格的。如果超出其允许误差,应立即进行间接检验。
- A.3 所测数据应当保存一段时间,以便监测硬度计的复现性和稳定性。



附录 B

(资料性附录)

肖氏硬度试验结果的测量不确定度

B.1 一般要求

B.1.1 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不确定度分量的组合影响(间接检验)。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验一年内采用本方法计算。

B.1.2 图 B.1 示出了用于定义和区分各硬度标尺的三级计量溯源链的结构图。溯源链起始于用于定义国内比对的各硬度标尺的国家基准。国家基准肖氏硬度机定度基准肖氏硬度块,标准肖氏硬度机定度实验室用标准肖氏硬度机。当然,基准硬度机应当在尽可能高的准确度下进行直接标定和校准。

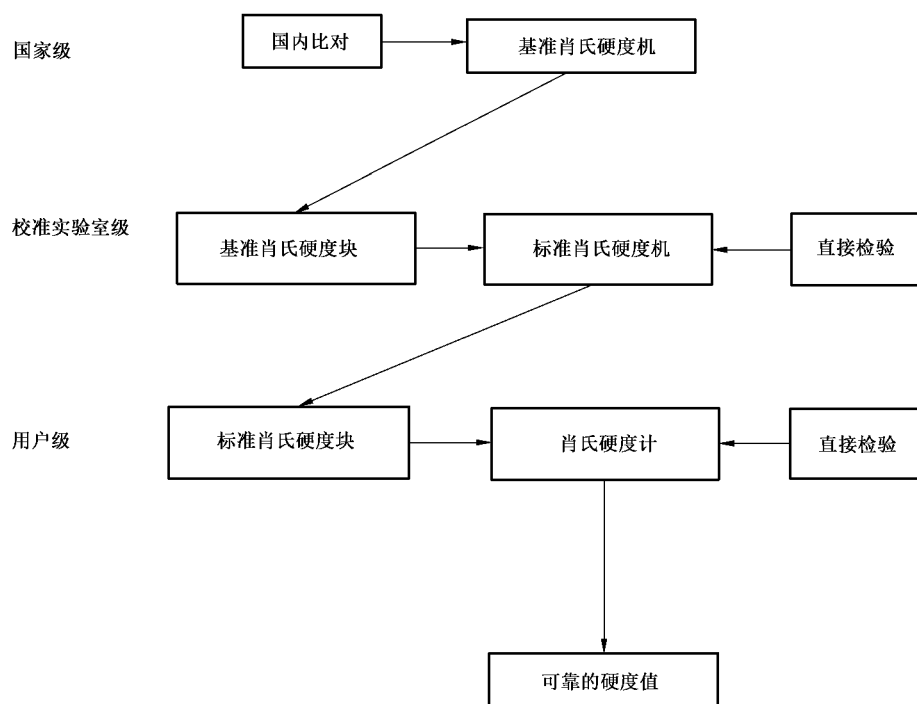


图 B.1 肖氏硬度标尺的定义和硬度量值计量传递框图

B.2 一般程序

本程序用平方根求和的方法(RSS)计算合成不确定度 u_c (各不确定度分项见表 B.1)。扩展不确定度 U 是合成不确定度 u_c 和包含因子 k (通常取 $k=2$) 的乘积。表 B.1 给出了全部的符号和定义。

B.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；
- 标定标准硬度块的标准值。

B.4 计算硬度测量值不确定度的方法

B.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,见式(B.1)。

$$u_c = \sqrt{u_E^2 + u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_x^2 + u_{ms}^2} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中 u_E 、 u_{CRM} 、 u_H 、 u_x 、 u_{ms} 见表 B.1。

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

测定扩展不确定度 U (见表 B.1),见式(B.2)。

$$U = k \cdot \sqrt{u_E^2 + u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_x^2 + u_{ms}^2} \dots\dots\dots (B.2)$$

测量结果见式(B.3):

$$X = \bar{x} \pm U \dots\dots\dots (B.3)$$

式中 X 、 \bar{x} 见表 B.1。

B.4.2 考虑硬度计系统误差的方法(方法 2)

除方法 1 外,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,见式(B.4)和式(B.5)。

$$u_c = \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_{ms}^2 + u_b^2} \dots\dots\dots (B.4)$$

$$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_{ms}^2 + u_b^2} \dots\dots\dots (B.5)$$

式中 u_b 见表 B.1。

测量结果见式(B.6):

$$X = \bar{x} \pm U \dots\dots\dots (B.6)$$

B.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 表示测量不确定度(见表 B.1,第 10 步)。

表 B.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： [···]=HSD
1 方法 1 方法 2	测量试样的平均值及其标准偏差	\bar{x} s_x	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ $s_x = \frac{R}{C}$	测量结果的标准偏差 采用极差法计算 当 $n=5$ 时极差系数 $C=2.33$ R 为极差	单次测量值 93.5, 92.0, 91.5, 95.0, 94.5 $\bar{x} = 93.3$ $s_x = \frac{3.5}{2.33} = 1.50$
2 方法 1 方法 2	对试样测量重复性的标准不确定度	u_x	$u_x = s_x$	评定单次测量的标准不确定度	$u_x = 1.50$
3 方法 1 方法 2	用标准硬度块测定的硬度平均值和标准偏差	\bar{H} s_H	$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$ $s_H = \frac{R}{C}$	检验结果的标准偏差 采用极差法计算 当 $n=5$ 时极差系数 $C=2.33$	93.0, 93.5, 94.0, 92.5, 92.0 $\bar{H} = 93.0$ $s_H = 0.79$
4 方法 1 方法 2	用标准硬度块测定的硬度平均值的标准不确定度	$u_{\bar{H}}$	$u_{\bar{H}} = s_H / (\sqrt{5})$	评定 5 次平均值的标准不确定度 $n=5$	$u_{\bar{H}} = \frac{0.79}{(\sqrt{5})} = 0.35$
5 方法 1 方法 2	标准硬度块的标准不确定度	u_{CRM}	$u_{\text{CRM}} = \frac{U_{\text{CRM}}}{2}$ $\bar{X}_{\text{CRM}} = 94.1$	标准硬度块硬度均匀度的最大允许值见 CRM 的检定证书	$u_{\text{CRM}} = \frac{0.9}{2} = 0.45$
6 方法 1	最大允许误差下的标准不确定度	u_E	$u_E = \frac{E}{(\sqrt{3})}$	JJG 346 最大允许误差 ± 2.5 HS	$u_E = \frac{2.5}{(\sqrt{3})} = 1.44$
7 方法 1 方法 2	压痕测量装置分辨力的标准不确定度	u_{ms}	$u_{\text{ms}} = \frac{\delta_{\text{ms}}}{2(\sqrt{3})}$	JJG 346 中压痕测量装置 分辨力为 0.5 HS	$u_{\text{ms}} = \frac{0.5}{2(\sqrt{3})} = 0.14$

表 B.1 (续)

方法步骤	不确定度来源	符号	公式	依据	例： [...]=HSD
8 方法 2	硬度计示值误差	b	$b = \bar{H} - H_{CRM}$	第 3 步和第 5 步	$b = 93.3 - 94.1 = -0.8$
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	$u_b = 0.8$
10 方法 1	扩展不确定度的评定	U	$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_E^2 + u_{ms}^2}$	第 1 步到第 7 步 $k = 2$	$U = 2 \times \sqrt{1.50^2 + 0.35^2 + 0.45^2 + 1.44^2 + 0.14^2} = 4.3 \text{ HSD}$
11 方法 1	测量结果	X	$X = \bar{x} \pm U$	第 1 步和第 10 步	$X = (93.3 \pm 4.3) \text{HSD (方法 1)}$
12 方法 2	扩展不确定度的评定	U	$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_{ms}^2 + u_b^2}$	第 1 步到第 5 步 第 7 步到第 9 步	$U = 2 \times \sqrt{1.50^2 + 0.35^2 + 0.45^2 + 0.14^2 + 0.8^2} = 3.6 \text{ HSD}$
13 方法 2	测量结果	X	$X = \bar{x} \pm U$	第 1 步和第 12 步	$X = (93.3 \pm 3.6) \text{HSD (方法 2)}$