



中华人民共和国国家标准

GB/T 4341.2—2016

金属材料 肖氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验

Metallic materials—Shore hardness test—
Part 2: Verification of hardness testers

2016-10-13 发布

2017-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般要求	1
4 直接检验	1
5 间接检验	3
6 检验周期	4
7 检验报告	4
附录 A (资料性附录) 肖氏硬度计的型式	6
附录 B (资料性附录) 肖氏硬度计示值误差测量结果的不确定度评定示例	8

前 言

GB/T 4341《金属材料 肖氏硬度试验》分为如下三个部分：



- 第1部分：试验方法；
- 第2部分：硬度计的检验；
- 第3部分：标准硬度块的标定。

本部分为 GB/T 4341 的第2部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容有可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本部分起草单位：长春机械科学研究院有限公司、上海市质量监督检验技术研究院、上海市计量测试技术研究院、中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所、沈阳天星试验仪器有限公司、泉州市丰泽东海仪器硬度块厂。

本部分主要起草人：陈洪程、沈琪、虞伟良、石伟、张凤林、陈俊薪。

金属材料 肖氏硬度试验

第 2 部分: 硬度计的检验



1 范围

GB/T 4341 的本部分规定了按 GB/T 4341.1 测定肖氏硬度用的肖氏硬度计(以下简称硬度计)的检验方法。

本部分适用于检验硬度计基本功能的直接检验法和硬度计综合检查的间接检验法。间接检验法可独立地用于使用中的硬度计的定期常规检验。

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 4341.1 金属材料 肖氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法

GB/T 4341.3 金属材料 肖氏硬度试验 第 3 部分: 标准硬度块的标定

3 一般要求

硬度计检验之前,应对硬度计进行检查以保证:

- a) 正确地安装硬度计,使试台处于水平状态;
- b) 操作手轮,使测量筒沿导轨上、下灵活移动并能对试样施加适当的力;
- c) 缓慢转动旋钮至合适位置(D 型)或橡胶球排吸气(C 型),使冲头能自由下落。

注: 硬度计的型式参见附录 A。

4 直接检验

4.1 总则

4.1.1 直接检验只适用于 D 型肖氏硬度计。直接检验宜在 10 °C ~ 35 °C 的温度范围内进行,如在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告/证书中注明。

4.1.2 检测项目、检验用器具及其技术性能见表 1,所用的计量器具应能溯源到国家基准。

表 1 检测项目、检验用器具及其技术性能

序号	检测项目	检验用器具	
		名称	技术性能
1	水准器	水平仪	最小分度值为 0.10 mm/m
2	机架和试台质量	电子秤	10 kg, Ⅲ级

表 1 (续)

序号	检测项目	检验用器具	
		名称	技术性能
3	试台工作面直径	游标卡尺	0 mm~150 mm
4	试台工作面硬度	洛氏硬度计	示值最大允许误差为±1.5 HRC
5	测量指示装置	深度千分尺	最小分度值为 0.01 mm
6	冲头杆直径	千分尺	最小分度值为 0.01 mm
7	冲头质量	天平	0 g~200 g, Ⅱ级
8	冲头顶端球面半径	投影仪	最小放大倍数 100 倍
9	冲头杆表面粗糙度	表面粗糙度测量仪	示值最大允许误差为±5%~±15%
10	冲头顶端球面表面粗糙度	干涉显微镜	示值最大允许误差为±5%~±22%
11	冲头杆表面缺陷	放大镜	最小放大倍数 10 倍
12	冲头顶端球面缺陷	立体显微镜	最小放大倍数 100 倍
13	金刚石球面体轴线与冲头杆轴线同轴度	工具显微镜或投影仪	最小放大倍数 50 倍
14	冲头下落高度	深度千分尺	最小分度值为 0.01 mm

4.1.3 直接检验包括：

- a) 水准器的检查；
- b) 机架和试台的检测；
- c) 升降与操作机构的检查；
- d) 测量指示装置的检测；
- e) 冲头的检测；
- f) 冲头下落高度的检测。

4.2 水准器的检查

4.2.1 在试台上放置水平仪，目测水平仪的水泡是否居中，并观察水准器的水平状态。

4.2.2 操作手轮使测量筒下端平面轻微接触试台，并使测量筒沿导向装置移动，目测观察水准器在移动范围内是否始终显示水平状态。

4.3 机架和试台的检测

4.3.1 试台应牢固地安装在机架上，试台工作面应光滑平整，不应有任何裂纹、锈斑、划痕等缺陷。

4.3.2 机架和试台应有足够的刚性，试台的质量为 4.0 kg~4.1 kg。支架和试台的组合质量为 8.0 kg~8.5 kg。用电子秤称量机架和试台的质量。

4.3.3 试台的工作面应为平面，直径为(40±1)mm，工作面的洛氏硬度应在 40 HRC~45 HRC 范围内。使用游标卡尺和洛氏硬度计分别检测试台工作面的直径和硬度。

4.4 升降与操作机构的检查

4.4.1 升降机构的上下运动应自如，无卡滞或滑脱现象。

4.4.2 操作机构动作应灵活，锁紧和释放时应无异常现象，各部件间的连接应牢固无松动。

4.5 指示装置的检测

4.5.1 指示装置的示值应以肖氏硬度单位表示。示值范围为 0 HS~140 HS,分度值应不大于 1 HS。

4.5.2 从机架上取下测量指示装置,用深度千分尺测量指示装置从 0 HS~100 HS 时测量杆的位移量,其值应为 (13.6 ± 0.2) mm,测量 3 次,取其算术平均值。

4.6 冲头的检测

4.6.1 冲头杆直径、冲头质量、冲头顶端球面半径的技术要求见表 2。

表 2 冲头杆直径、冲头质量、冲头顶端球面半径

检测项目	技术要求
冲头杆直径/mm	7.94 ± 0.02
冲头质量/g	36.2 ± 0.5
冲头顶端球面半径/mm	1.0 ± 0.1
冲头杆表面粗糙度/ μm	≤ 0.4
冲头顶端球面在距离顶端 2 mm 内的表面粗糙度/ μm	≤ 0.1

4.6.2 用千分尺测量冲头杆直径,用表面粗糙度测量仪检测冲头杆的表面粗糙度,用天平称量冲头的质量,用投影仪检测冲头顶端球体相互垂直四个方向上的球面半径,取其算术平均值。

4.6.3 冲头顶端与冲头杆相贯的半球体轴线与冲头杆轴线的同轴度为 $\phi 0.06$ mm。冲头杆轴线与冲头顶端半球体轴线的同轴度用工具显微镜或投影仪进行检测。

4.6.4 金刚石与冲头杆的镶装应牢固,应无虚焊、砂眼、气孔、裂纹、崩裂及划痕等缺陷。用干涉显微镜检测冲头顶端球面的表面粗糙度,用 10 倍放大镜检测冲头杆的表面缺陷,用 100 倍立体显微镜检测冲头顶端球面的缺陷。

4.7 冲头下落高度的检测

4.7.1 冲头下落高度为 (19 ± 0.5) mm。

4.7.2 从机架上取下测量指示装置,用深度千分尺测量冲头下落高度。

4.7.3 冲头下落高度应测量三次,取三次测量的算术平均值。

5 间接检验

5.1 一般要求

硬度计的间接检验应符合以下规定:

- 在 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内对硬度计进行间接检验,如在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告/证书中注明;
- 硬度计的间接检验应在直接检验合格之后进行。

5.2 间接检验方法

5.2.1 硬度计的示值误差和示值重复性应使用符合 GB/T 4341.3 规定的标准肖氏硬度块进行检测。

5.2.2 检测前,先预冲三次,以使硬度计处于良好的工作状态。

5.2.3 将标准肖氏硬度块压紧在试台的工作面上(压紧力约为 200 N),释放冲头。

5.2.4 模拟式硬度计释放冲头时旋钮的转动时间约为 1 s,复位时应缓慢平稳。

5.2.5 硬度计示值误差和示值重复性应符合表 3 的要求。

表 3 硬度计示值误差和示值重复性

硬度范围 HS	示值误差 HS	示值重复性 HS
91~99	±2.5	≤2.5
56~64	±2.5	≤2.5
26~34	±2.5	≤2.5

5.3 示值重复性

5.3.1 将每一标准块上测定的五点硬度值 H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 、 H_5 按照从小到大递增的次序排列,在规定的检验条件下,硬度计的示值重复性 r ,按式(1)计算:

$$r = H_5 - H_1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

5.3.2 示值重复性应满足表 3 的要求。

5.4 示值误差

5.4.1 在规定的检验条件下,硬度计的示值误差 E ,按式(2)计算:

$$E = \overline{H} - H \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

H ——所用标准肖氏硬度块的标定硬度值;

\overline{H} ——五个压痕硬度值的平均硬度值,按式(3)计算:

$$\overline{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5} \quad \dots\dots\dots(3)$$



式中:

H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 、 H_5 ——五个压痕对应的硬度值。

5.4.2 示值误差应满足表 3 的要求。

5.5 测量不确定度

硬度计间接检验结果的测量不确定度评定方法参见附录 B。

6 检验周期

硬度计的间接检验周期应不超过 12 个月。

7 检验报告

检验报告应包含以下内容:

- a) 注明执行本部分,即 GB/T 4341.2;
- b) 检验方法(直接检验或间接检验);
- c) 硬度计的标识信息(通常为硬度计铭牌上的内容,如硬度计型号、名称、制造日期、编号和制造

者名称等)；

- d) 检验器具(标准块等)；
- e) 检验温度；
- f) 检验结果；
- g) 检验日期和检测机构；
- h) 检验结果的测量不确定度(委托方要求时)。



附录 A
(资料性附录)
肖氏硬度计的型式

A.1 结构

硬度计的基本结构包括：

- a) 测量指示装置；
- b) 冲头锁紧机构；
- c) 试台；
- d) 冲头组件；
- e) 附件。

A.2 型式

硬度计根据测量指示装置的型式分为 D 型和 C 型两种形式：

- a) D 型：测量指示装置为模拟系统或数字系统，又称为指示型，见图 A.1；
- b) C 型：测量指示装置为刻度标尺，又称为目测型，见图 A.2。

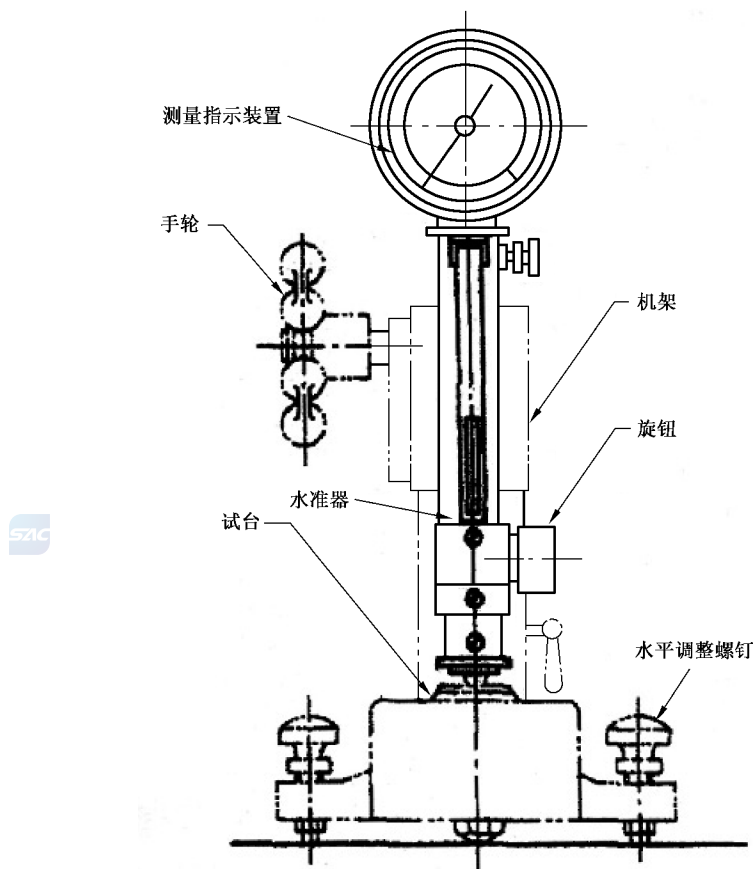


图 A.1 D 型(指示型)硬度计示意图

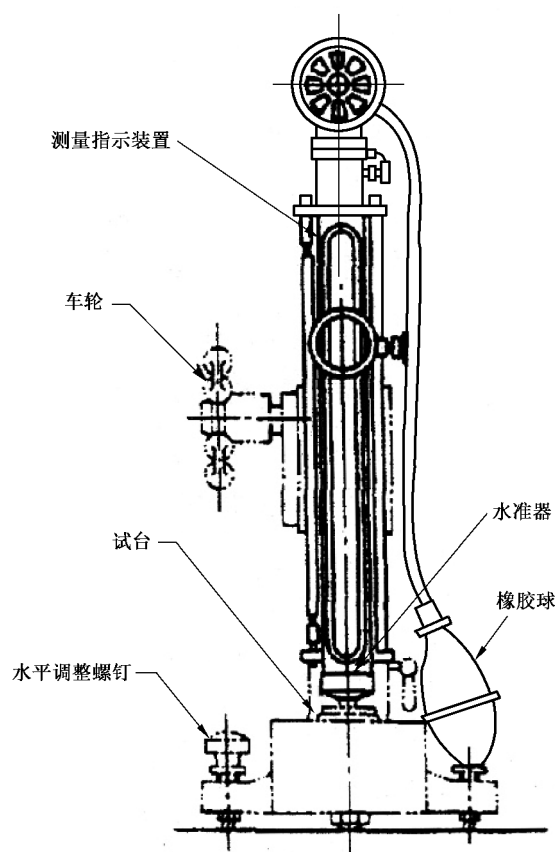


图 A.2 C 型(目测型)硬度计示意图



A.3 主要参数

硬度计的主要参数见表 A.1。

表 A.1 硬度计的主要参数

参数或项目名称	D 型	C 型
冲头下落高度	19 mm	254 mm
冲头质量	36.2 g	2.5 g
冲头顶端材料	金刚石	金刚石
冲头顶端半径	1 mm	1 mm
冲头的反弹比和肖氏硬度值的关系	$HS = 140 \frac{h^a}{h_0^b}$	$HS = \frac{10\,000}{65} \times \frac{h^a}{h_0^b}$
测量指示装置	指针或数字	刻度盘
^a h —— 冲头回弹高度, mm。 ^b h_0 —— 冲头下落高度, mm。		

附录 B

(资料性附录)

肖氏硬度计示值误差测量结果的不确定度评定示例

B.1 概述

B.1.1 检验方法

硬度计按 5.2 的方法进行间接检验。

B.1.2 环境条件

室温 10 °C ~ 35 °C。

B.1.3 测量标准

标准肖氏硬度块。

B.1.4 测量过程

使用符合 GB/T 4341.3 规定的三块标准肖氏硬度块(在 91 HSD~99 HSD、56 HSD~64 HSD 和 26 HSD~34 HSD 三个硬度范围中选取)对硬度计示值进行间接检验,在每一硬度块上近似均匀分布地测量五点,测得的五点硬度值的算术平均值与标准硬度块标定硬度值之差,即为硬度计的示值误差。

B.2 数学模型

数学模型见式(B.1):

$$\Delta h = \bar{H} - H_b \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

Δh ——硬度计的示值误差,以 HS 表示;

\bar{H} ——测得的硬度计五点硬度示值的算术平均值,以 HS 表示;

H_b ——标准肖氏硬度块的标定值,以 HS 表示。

B.3 不确定度传播率

不确定度传播率见式(B.2):

$$u_c^2(y) = c_1^2 u^2(\bar{H}) + c_2^2 u^2(H_b) = u_1^2(y) + u_2^2(y) \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

$$c_1 = \frac{\partial \Delta h}{\partial \bar{H}} = 1;$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta h}{\partial H_b} = -1。$$

B.4 输入量的标准不确定度评定

B.4.1 输入量 \bar{H} 的标准不确定度 $u(\bar{H})$ 的评定

输入量 \bar{H} 的标准不确定度主要是由硬度计的测量重复性引起的,来源于硬度计的冲击机构和标准硬度块的均匀度两个因素,由于硬度计示值是硬度计在标准硬度块上的不同区域测得的结果,其测量的特殊性是同一点不可能重复测量,所以硬度计的测量重复性已包含了硬度块均匀度对其示值的影响。采用 A 类方法进行评定。

在一台硬度计上,用一块 94.1 HSD 的标准块进行五次测量,得到一个测量列:93.0 HSD、93.5 HSD、94.0 HSD、92.5 HSD、92.0 HSD,其算术平均值和单次实验标准差按式(B.3)和式(B.4)计算:

$$\bar{h} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n h_i = 93.0 \text{ HSD} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum (h_i - \bar{h})^2}{n - 1}} = 0.791 \text{ HSD} \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

选取三台硬度计,使用硬度范围为 91 HSD~99 HSD、56 HSD~64 HSD 和 26 HSD~34 HSD 的三块标准肖氏硬度块,对每台硬度计分别在每一标准硬度块上选取五个测量点进行硬度测定,得到三个测量列,并分别按式(B.3)和式(B.4)计算每个测量列的单次实验标准差。对同一硬度范围的单次实验标准差按式(B.5)进行合并,同时按式(B.6)计算出各硬度范围的标准不确定度,测量结果详见表 B.1。

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{j=1}^m s_j^2} \quad \dots\dots\dots (B.5)$$

由此,输入量 H_m 的标准不确定度 $u(H_m)$ 为式(B.6):

$$u(\bar{H}) = \frac{s_p}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (B.6)$$

表 B.1 各硬度范围的标准差及标准不确定度 $u(\bar{H})$ 的计算结果

硬度范围 HSD	91~99	56~64	26~34
单次实验标准差 s_i HSD	0.725	0.587	0.447
	0.791	0.503	0.587
	0.714	0.548	0.503
合并样本标准差 s_p HSD	0.744	0.547	0.516
各硬度范围标准不确定度 $u(\bar{H})$ HSD	0.429	0.316	0.298

B.4.2 输入量 H 的标准不确定度 $u(H)$ 的评定

B.4.2.1 输入量 H 的标准不确定度来源

输入量 H 的标准不确定度来源主要有以下两部分构成:

- a) 定度标准肖氏硬度块的基准肖氏硬度机引起的标准不确定度分量 $u(H_1)$;

b) 标准肖氏硬度块稳定度引起的标准不确定度分量 $u(H_2)$ 。

B.4.2.2 基准肖氏硬度机引起的标准不确定度分量 $u(H_1)$ 的评定

基准肖氏硬度机的扩展不确定为 $U=0.9$ HSD, 包含因子 $k=3$, 则:

$$u(H_1) = \frac{0.9}{3} = 0.3 \text{ HSD}$$

B.4.2.3 标准肖氏硬度块稳定度引起的标准不确定度分量 $u(H_2)$ 的评定

根据实际经验及有关文献, 标准肖氏硬度块在使用周期内的稳定度 α 不超过 0.3 HSD, 其稳定度变化服从均匀分布, 采用 B 类方法进行评定:

$$u(H_2) = \frac{a}{k} = \frac{0.3}{\sqrt{3}} = 0.173 \text{ HSD}$$

B.5 合成标准不确定度

B.5.1 各标准不确定度分量

各标准不确定度分量汇总见表 B.2。

表 B.2 标准不确定度汇总表

不确定度来源 (Δh)	$\alpha \Delta h$ HSD	$k \Delta h$	$u(\Delta h)$ HSD
硬度计的示值重复性 \overline{H} 91 HSD~99 HSD	0.744	$\sqrt{3}$	0.429
硬度计的示值重复性 \overline{H} 56 HSD~64 HSD	0.547	$\sqrt{3}$	0.316
硬度计的示值重复性 \overline{H} 26 HSD~34 HSD	0.516	$\sqrt{3}$	0.298
定度标准块引入的标准不确定度 H_1	0.9	3	0.3
标准块稳定度引入的标准不确定度 H_2	0.3	$\sqrt{3}$	0.173

B.5.2 合成标准不确定度的计算

输入量 \overline{H} 和 H 彼此独立不相关, 则可按式(B.7)计算合成标准不确定度:

$$u_c^2(\Delta h) = \left[\frac{\partial \Delta h}{\partial \overline{H}} \times u(\overline{H}) \right]^2 + \left[\frac{\partial \Delta h}{\partial H} \cdot u(H) \right]^2 = [c_1 u(\overline{H})]^2 + [c_2 u(H)]^2 \dots (B.7)$$

91 HSD~99 HSD 硬度范围: $u(\Delta h) = \sqrt{0.429^2 + 0.3^2 + 0.173^2} = 0.55$ HSD

56 HSD~64 HSD 硬度范围: $u(\Delta h) = \sqrt{0.316^2 + 0.3^2 + 0.173^2} = 0.47$ HSD

26 HSD~34 HSD 硬度范围: $u(\Delta h) = \sqrt{0.298^2 + 0.3^2 + 0.173^2} = 0.46$ HSD

B.5.3 各硬度范围扩展不确定度的计算

假设主要分量 \overline{H} 和 H 服从正态分布, 取包含因子 $k=2$, 则各硬度范围的扩展不确定度:

$$U = k \times u_c(\Delta h)$$

91 HSD~99 HSD 硬度范围: $U = 2 \times 0.55 = 1.1$ HSD;

56 HSD~64 HSD 硬度范围: $U = 2 \times 0.47 = 0.9$ HSD;

26 HSD~34 HSD 硬度范围: $U = 2 \times 0.46 = 0.9$ HSD。

B.6 测量不确定度的报告与表示

肖氏硬度计示值误差测量结果的不确定度为:

91 HSD~99 HSD 硬度范围: $U = 1.1$ HSD ($k = 2$);

56 HSD~64 HSD 硬度范围: $U = 0.9$ HSD ($k = 2$);

26 HSD~34 HSD 硬度范围: $U = 0.9$ HSD ($k = 2$)。
