



中华人民共和国国家标准

GB/T 43432.2—2023

金属材料 巴氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验与校准

Metallic materials—Barcol hardness test—
Part 2: Verification and calibration of hardness testers

2023-11-27 发布

2024-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 巴氏硬度试验原理	1
5 硬度计分类	1
6 一般要求	2
7 直接检验	2
7.1 通则	2
7.2 压针的检测	3
7.2.1 压针的主要技术参数	3
7.2.2 压针圆锥角的检测	3
7.2.3 压针顶端平面直径的检测	3
7.2.4 压针表面粗糙度的检测	3
7.2.5 压针硬度的检测	3
7.3 测量指示装置的校准	3
8 间接检验	4
8.1 通则	4
8.2 间接检验方法	4
8.3 示值重复性的评定	4
8.4 示值误差的评定	4
8.5 测量不确定度	4
9 检验周期	5
10 检验报告和(或)校准证书	5
附录 A (资料性) 巴氏硬度计校准结果的测量不确定度	6

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 GB/T 43432《金属材料 巴氏硬度试验》的第 2 部分。GB/T 43432 已经发布了以下部分：

——第 2 部分：硬度计的检验与校准；

——第 3 部分：标准硬度块的标定。

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专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本文件起草单位：沈阳天星试验仪器股份有限公司、中机试验装备股份有限公司、无锡市检验检测认证研究院、吉林大学、丽水市阀检测控技术有限公司、中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所、广州大学、长沙戴卡科技有限公司、中机试验装备(江苏)有限公司。

本文件主要起草人：张路明、任霞、鲍军、赵宏伟、严纲、石伟、徐忠根、刘军、马伟。

引 言

GB/T 43432《金属材料 巴氏硬度试验》旨在规范巴氏硬度的试验方法和试验仪器的检验,拟由三个部分构成。

- 第1部分:试验方法。目的在于确立巴氏硬度试验需遵循的程序和方法。
- 第2部分:硬度计的检验与校准。目的在于规定巴氏硬度计需满足的技术要求和检验校准方法。规定了检验硬度计基本功能的直接检验法和用于检验硬度计综合性能的间接检验法。
- 第3部分:标准硬度块的标定。目的在于确定巴氏标准硬度块需满足的技术要求和标定方法。

金属材料 巴氏硬度试验

第 2 部分: 硬度计的检验与校准

1 范围

本文件描述了用直接检验法和间接检验法检验巴氏硬度计(以下简称“硬度计”)的方法,规定了巴氏硬度计的分类、一般要求、直接检验法、间接检验法、检验周期和检验报告等要求。

本文件适用于巴氏硬度计的检验和校准,间接检验法还可独立地用于硬度计使用中的定期常规检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法

GB/T 36416.1 试验机词汇 第 1 部分: 材料试验机

GB/T 43432.3 金属材料 巴氏硬度试验 第 3 部分: 标准硬度块的标定

3 术语和定义

GB/T 36416.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 巴氏硬度试验原理

将规定形状的钢制压针,在弹簧力的作用下压入试样表面,用压针压入试样的深度来表示材料的巴氏硬度。材料的硬度与压入的深度相关,压入深度越浅硬度越高,反之则越低。定义每 0.007 6 mm 的压入深度为一个巴氏硬度单位。按公式(1)计算巴氏硬度:

$$HBa = 100 - \frac{d}{0.007\ 6} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

HBa —— 巴氏硬度值;

d —— 压针压入试样的深度,单位为毫米(mm)。

5 硬度计分类

按压针圆锥角、施力弹簧系数标称值将硬度计分为 A 型、B 型和 C 型三种型式,每种型式对应的参数值见表 1。

表 1 硬度计型式、压针圆锥角及施力弹簧系数标称值

硬度计型式	压针圆锥角	施力弹簧系数标称值 N/mm
A 型	26°	12.4
B 型	26°	1.25
C 型	40°	1.25

6 一般要求

6.1 用于检验和校准的装置或仪器应能溯源到国家基准。

6.2 直接检验、间接检验均宜在 10 °C~35 °C 的温度范围内,如果在此温度范围以外进行检验,则应在报告中注明。

6.3 在检验硬度计之前,应对其进行检查以确保以下内容:

- a) 施加试验力时,压针能够灵活移动,无摩擦及卡滞现象;
- b) 模拟式指示装置的指针灵敏,无跳动和卡滞现象,数字式指示装置的显示清晰完整、连续、稳定;
- c) 压针尖端位于压针筒小孔的中心,无目视可见的偏移;
- d) 将硬度计放置在磨平的钢板上,用手平稳地对机架施加压力,将压针伸出部分全部压入压针筒内,使压针筒底面压紧在钢板上,此时压针筒底面与钢板之间无可见的间隙。

7 直接检验

7.1 通则

7.1.1 直接检验包括:

- a) 压针的检测;
- b) 指示装置的校准。

7.1.2 直接检验项目对应的检验器具和仪器,其技术性能应符合表 2 的要求。

表 2 直接检验用器具和仪器的技术性能要求

序号	检测项目	检验与校准用器具	
		名称	技术性能
1	测量范围上限值	钢板	尺寸为 150 mm×150 mm×10 mm,试验面的平面度不大于 0.01 mm,试验面的表面粗糙度不大于 0.3 μm,硬度值不低于 60 HRC
2	测量指示装置	数显千分尺、 专用夹具	测量范围 0 mm~25 mm; 分辨力不大于 0.001 mm
3	压针圆锥角和压针 顶端平面直径	工具显微镜	角度最大允许误差:±1'; 长度最大允许误差:±5 μm

表 2 直接检验用器具和仪器的技术性能要求 (续)

序号	检测项目	检验与校准用器具	
		名称	技术性能
4	压针表面粗糙度	表面粗糙度比较样块	实测值与标称值的最大允许偏差: $-17\% \sim +12\%$
5	压针硬度	维氏硬度计 (HV1)	硬度最大允许误差: $\pm 5\%$

7.2 压针的检测

7.2.1 压针的主要技术参数

压针的主要技术参数应符合表 3 的规定。

表 3 压针的主要技术参数

圆锥角	顶端平面直径 mm	表面粗糙度参数 R_a μm	维氏硬度 HV1
$26^\circ \pm 0.25^\circ$	0.157 ± 0.02	≤ 0.2	≥ 700
$40^\circ \pm 0.25^\circ$			

7.2.2 压针圆锥角的检测

将压针水平固定在 V 型夹具上,使用表 2 规定的工具显微镜对压针的圆锥角进行检测。应在压针相互垂直的两个截面上分别进行测量,每个截面测量 3 次,取其算术平均值,检查结果是否满足表 3 的要求。

7.2.3 压针顶端平面直径的检测

将压针固定在夹具上,使压针保持垂直向上,顶端外露。使用工具显微镜(见表 2)沿相互垂直的两个方向对压针顶端平面的直径进行检测,每个方向测量 3 次,取其算术平均值,确认结果是否满足表 3 的要求。

7.2.4 压针表面粗糙度的检测

根据压针的加工工艺,选用与压针的机械加工方法及表面粗糙度参数值均相同的表面粗糙度比较样块(见表 2)进行目视检查,确认结果是否满足表 3 的要求。

7.2.5 压针硬度的检测

将压针顶端垂直向上固定在夹具上,使用表 2 规定的维氏硬度计按照 GB/T 4340.1 规定的方法检测压针端面的维氏硬度,检查测量结果是否满足表 3 的要求。

7.3 测量指示装置的校准

测量指示装置应按下述方法进行校准。

- a) 将硬度计放置在表 2 规定的钢板上,用手平稳地对机架施加压力,将压针伸出部分全部压入压针筒内,硬度计测量指示装置的读数应在 $100 \text{ HBa} \pm 1.0 \text{ HBa}$ 范围内。

- b) 将带专用夹具的千分尺(见表 2)安装在硬度计的压针筒上,调整后置零。用手平稳地对机架施加压力,当千分尺的读数分别为 0.19 mm、0.38 mm 及 0.57 mm 时,硬度计测量指示装置的读数应分别为 25 HBa、50 HBa 及 75 HBa。其最大允许误差为±1.0 HBa。

8 间接检验

8.1 通则

应使用 GB/T 43432.3 规定的标准巴氏硬度块(以下简称标准块)进行间接检验。

8.2 间接检验方法

8.2.1 将标准块放置在钢板(见表 2)上,用手平稳、快速地对机架施加压力,直至压针筒底面和标准块表面贴合,在指示装置上读取硬度示值。

8.2.2 检测时,应根据硬度计的型式,按表 4 的硬度范围选取合适的标准块。应在每一标准块的试验面上均匀分布地压出 5 个压痕。测得的每个硬度示值应准确到 0.5 HBa。

试验时压出的两相邻压痕中心的距离和压痕中心至标准块边缘的距离不应小于 3 mm。

8.2.3 读数时,如果硬度计的示值出现回落变化,应读取观察到的最大值。

表 4 硬度计示值最大允许误差和示值重复性

硬度计型式	硬度范围	示值最大允许误差	示值重复性
A 型	82 HBaA~89 HBaA	±2.0 HBaA	≤2.5 HBaA
	42 HBaA~55 HBaA		
B 型	87 HBaB~89 HBaB	±2.0 HBaB	≤2.5 HBaB
C 型	43 HBaC~48 HBaC	±2.0 HBaC	≤2.5 HBaC

注: HBa 是巴氏硬度的通用符号, A 型、B 型和 C 型硬度计测定的硬度值,其单位分别为 HBaA、HBaB 和 HBaC。

8.3 示值重复性的评定

将每一标准块上所测得的 5 点硬度值 H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 和 H_5 ,按从小到大递增的次序排列。在规定的检测条件下,硬度计的示值重复性 r ,按公式(2)计算。检测结果应满足表 4 的要求。

$$r = H_5 - H_1 \quad \dots\dots\dots (2)$$

8.4 示值误差的评定

在规定的检验条件下,按公式(3)计算硬度计的示值误差 E 。检测结果应满足表 4 的要求。

$$E = \overline{H} - H \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

H ——标准硬度块校准证书给出的标定硬度值。

\overline{H} ——硬度计读数的算术平均硬度值,按公式(4)计算:

$$\overline{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5} \quad \dots\dots\dots (4)$$

8.5 测量不确定度

应确定间接检验和校准的不确定度,示例见附录 A。

9 检验周期

硬度计直接检验周期见表 5。

间接检验的周期不应超过 12 个月,间接检验应在直接检验完成以后进行。

表 5 硬度计的直接检验

直接检验要求	测量指示装置	压针
首次开始工作以前	√	√
压针使用 18 个月后	—	√
经拆卸并重新装配后	√	—
间接检验不合格时 ^a	√	—
间接检验超过 14 个月	√	—
注：“√”表示必检项目，“—”表示可不检项目。		
^a 可按顺序对这些参数进行直接检验,以便找出未通过间接检验的原因。		

10 检验报告和(或)校准证书

检验报告和(或)校准证书应包含以下内容:

- a) 注明执行本文件,即 GB/T 43432.2;
- b) 检验方法(直接和/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、编号和制造厂名称等);
- d) 检验器具(标准块等);
- e) 检验温度(仅在 10 °C~35 °C 温度范围之外进行检验时需要报告);
- 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。

附录 A

(资料性)

巴氏硬度计校准结果的测量不确定度

A.1 间接检验合成标准不确定度计算方法

使用标准块进行间接检验,能检查硬度计的综合性能,同时根据标准块的标准值测定出硬度计的重复性及误差。

注:在本附录中,根据硬度试验标准的定义,下标“CRM”(有证标准物质)的含义是“标准硬度块”。

间接检验时,硬度计的合成标准不确定度 u_{HTM} 按公式(A.1)计算:

$$u_{HTM} = \sqrt{u_{CRM}^2 + u_{CRM-D}^2 + u_H^2 + 2 \times u_{ms}^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- u_{HTM} ——巴氏硬度计的合成标准不确定度;
- u_{CRM} ——标准块校准证书给出的标准不确定度;
- u_{CRM-D} ——标准块自最近一次标定后,其硬度值随时间漂移引入的标准不确定度(当使用满足标准要求标准块检验时,此分量可忽略不计);
- u_H ——由硬度计测量结果引入的标准不确定度;
- u_{ms} ——硬度计分辨力引入的标准不确定度。

A.2 间接检验合成标准不确定度计算过程

A.2.1 概述

计算结果见表 A.1,具体计算过程见 A.2.2~A.2.5。其中:

- 标准块的定值 $H_{CRM} = 86.9 \text{ HBa}$
- 标准块的扩展不确定度 $U_{CRM} = 0.5 \text{ HBa}$
- 硬度计分辨力 $\delta_{ms} = 0.1 \text{ HBa}$

表 A.1 巴氏硬度计校准结果

序号	测得的硬度值 HBa
1	88.7(最大值)
2	87.2
3	87.3
4	87.5
5	86.5(最小值)
平均值 \bar{H}	87.4
标准差 s_H	0.8

A.2.2 标准块引入的标准不确定度 u_{CRM}

根据校准证书可知,标准块的扩展不确定度为 $U_{CRM} = 0.5 \text{ HBa} (k = 2)$,则标准块引入的标准不确

定度：

$$u_{\text{CRM}} = \frac{U_{\text{CRM}}}{k} = 0.25 \text{ HBa} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

U_{CRM} ——标准块的扩展不确定度；

u_{CRM} ——标准块引入的标准不确定度。

A.2.3 硬度计分辨力引入的标准不确定度 u_{ms}

硬度计分辨力 $\delta_{\text{ms}} = 0.1 \text{ HBa}$ ，则硬度计分辨力引入的标准不确定度为：

$$u_{\text{ms}} = \frac{\delta_{\text{ms}}}{2 \times \sqrt{3}} = 0.03 \text{ HBa} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

u_{ms} ——硬度计分辨力引入的标准不确定度；

δ_{ms} ——硬度计分辨力。

A.2.4 硬度计间接检验引入的标准不确定度 u_{H}

硬度计间接检验引入的标准不确定度为：

$$u_{\text{H}} = \frac{t \times S_{\text{H}}}{\sqrt{n}} = \frac{1.14 \times 0.8}{\sqrt{5}} = 0.41 \text{ HBa} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

u_{H} ——用标准硬度块校准硬度计时由硬度计引入的标准不确定度；

S_{H} ——硬度示值的标准偏差；

n ——测量点数量；

t ——查 t 分布表获得。

A.2.5 合成标准不确定度

各分量独立不相关，合成标准不确定度按公式(A.1)进行计算，合成标准不确定度计算汇总表见表 A.2 所示。

表 A.2 合成标准不确定度汇总表

序号	标准不确定度来源	评定类型	置信因子	影响量	不确定度分量
1	标准块引入的标准不确定度 u_{CRM}	B	2	1	0.25 HBa
2	硬度计分辨力引入的标准不确定度 u_{ms}	B	$\sqrt{3}$	1	0.03 HBa
3	硬度计测量结果引入的标准不确定度 u_{H}	A	—	1	0.41 HBa
合成标准不确定度 u_{HTM}					0.48 HBa

A.2.6 扩展不确定度计算

取 $k = 2$ ，则巴氏硬度计校准结果的扩展不确定度为： $U_{\text{HTM}} = 1.0 \text{ HBa} (k = 2)$ 。

A.3 包含测量不确定度的硬度计的示值最大误差

包含测量不确定度的硬度计的示值最大误差 ΔH ，按照公式(A.2)计算，结果见表 A.3。

$$\Delta H = |E| + U_{\text{HTM}} \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

$|E|$ —— 硬度计示值误差；

U_{HTM} —— 扩展不确定度。

表 A.3 包含测量不确定度的硬度计的示值最大误差

硬度计测定的硬度值 HBa	合成标准不确定度， $U_{\text{HTM}}(k=2)$ HBa	硬度计示值误差， $ E $ HBa	包含测量不确定度的 硬度计示值最大误差， ΔH HBa
87.4	1.0	0.5	1.5

此例的结果表明，包含扩展不确定度的硬度计示值最大误差满足表 4 中规定的 ± 2.0 HBa 的要求。