

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 231.2—2022

代替 GB/T 231.2—2012

## 金属材料 布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准

Metallic materials—Brinell hardness test—  
Part 2: Verification and calibration of testing machines

(ISO 6506-2:2017, MOD)

2022-07-11 发布

2023-02-01 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 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 一般要求 .....	1
5 直接检验 .....	2
5.1 通则 .....	2
5.2 试验力的检测 .....	2
5.3 压头用球性能的检测 .....	2
5.4 压痕直径测量装置的校准 .....	3
5.5 试验循环时间的检测 .....	3
6 间接检验 .....	3
7 检验周期 .....	5
8 检验报告/校准证书 .....	5
附录 A (资料性) 硬度计检验结果的测量不确定度 .....	7
附录 B (规范性) 不能满足按规定力/时间配置的硬度计的检验 .....	13
参考文献 .....	14

## 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 231《金属材料 布氏硬度试验》的第 2 部分。GB/T 231 已经发布了以下部分：

- 第 1 部分：试验方法；
- 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；
- 第 4 部分：硬度值表。

本文件代替 GB/T 231.2—2012《金属材料 布氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》，与 GB/T 231.2—2012 相比，主要技术变化如下：

- 按试验力/球直径二次方的比率，修改了间接检验硬度计用低、中、高标准硬度块的硬度范围，以及与被检硬度计不同硬度范围所对应的硬度计示值相对重复性和相对误差的最大允许值（见 6.7 和 6.9，2012 年版的 5.7 和 5.8）；
- 增加了附录 B“不能满足按规定力/时间配置的硬度计的检验”（见附录 B）。

本文件修改采用 ISO 6506-2:2017《金属材料 布氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》。

本文件与 ISO 6506-2:2017 相比，做了下述结构调整：

- 将 ISO 6506-2:2017 中 5.3.4.1 和 5.3.4.2 改为 5.3.5 和 5.3.6。

本文件与 ISO 6506-2:2017 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。具体的技术性差异及其原因如下：

- 用修改采用国际标准的 GB/T 231.1 代替了 ISO 6506-1（见第 1 章、5.2.4、5.5.2、6.4、A.1 和附录 B），以适应我国技术条件；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 231.3 代替了 ISO 6506-3（见第 1 章、5.4.3、6.1），以适应我国技术条件；
- 增加引用了 GB/T 36416.1—2018（见第 3 章）；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 4340.1 代替了 ISO 6507-1（见 5.3.4.2），以适应我国技术条件。

本文件做了下列编辑性修改：

- 将表 2 和表 3 中第一列用于表示“被检硬度计不同硬度范围”的序号“1”“2”“3”（见 6.7）分别更改为汉字“低”“中”“高”；
- 将表 4 中用于表示“必检项目”的符号“×”更改为符号“√”，并增加符号“—”用于表示“不检项目”（见第 7 章）；
- 将 ISO 6506-2:2017 附录 A 中未编号的公式按顺序统一进行了编号（见附录 A）；
- 将 ISO 6506-2:2017 附录 A 中的公式(A.6)、公式(A.8)和表 A.9 中的符号“b”更改为符号“E”[见公式(A.10)、公式(A.13)和表 A.9]。

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：昆山市创新科技检测仪器有限公司、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、北京市计量检测科学研究院、中信戴卡股份有限公司、山东山材试验仪器有限公司、莱州华银试验仪器有限公司、上海尚材试验机有限公司、上海奥龙星迪检测设备有限公司。

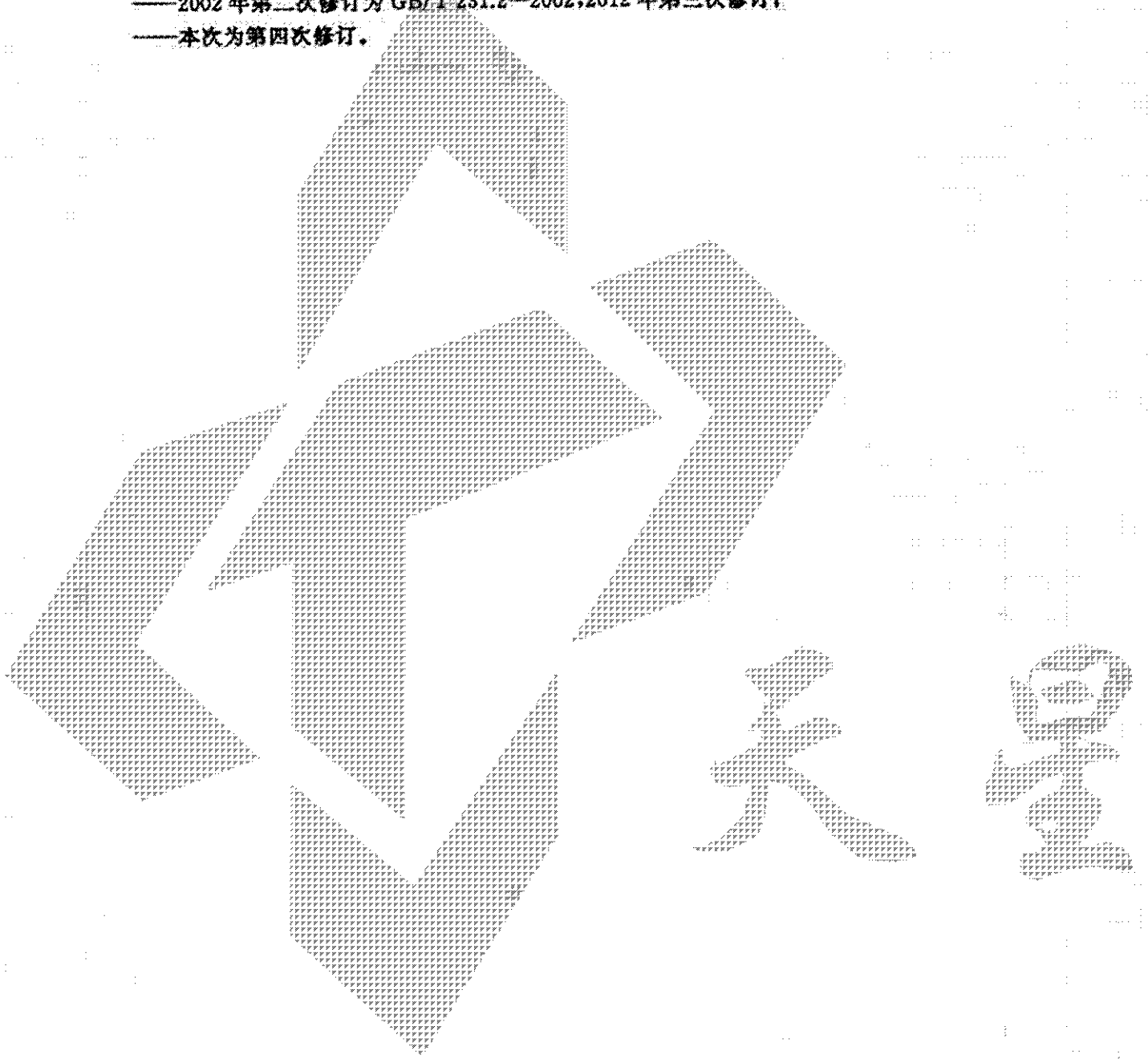
本文件主要起草人：陶泽成、张路明、张金伟、骆昕、刘军、高曙光、王敬涛、卫志清、许占平。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1986年首次发布为GB 6269—1986《布氏硬度计 技术条件》，1997年第一次修订为GB/T 6269—1997；

——2002年第二次修订为GB/T 231.2—2002，2012年第三次修订；

——本次为第四次修订。



## 引 言

GB/T 231《金属材料 布氏硬度试验》旨在规范布氏硬度的试验方法、试验仪器的检验及布氏硬度值计算表,由四个部分构成。

- 第1部分:试验方法。目的在于确立布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。目的在于确定布氏硬度计需满足的技术要求和检验、校准方法。
- 第3部分:标准硬度块的标定。目的在于确定布氏标准硬度块需满足的技术要求和标定方法。
- 第4部分:硬度值表。目的在于给出布氏硬度的计算值。

# 金属材料 布氏硬度试验

## 第2部分:硬度计的检验与校准

### 1 范围

本文件规定了按 GB/T 231.1 测定布氏硬度用的布氏硬度计(以下简称硬度计)的直接检验和间接检验方法,并规定了对硬度计进行这两种方法检验的检验周期。

直接检验包括检查被检硬度计性能参数是否处于规定的限值以内,而间接检验则是使用按 GB/T 231.3 标定的标准硬度块进行硬度测量来检查硬度计的综合性能。

如果硬度计还用于其他方法的硬度试验,则需分别按每一种方法单独对硬度计进行检验。

本文件适用于固定安装的硬度计和便携式硬度计。对于不能符合按规定的力/时间配置的硬度计,附录 B 给出了对硬度计的力和试验循环时间进行改进的直接检验程序。

### 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 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1-2018,ISO 6506-1:2014,MOD)

GB/T 231.3 金属材料 布氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定(GB/T 231.3-2022,ISO 6506-3:2014,MOD)

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1-2009,ISO 6507-1:2005,MOD)

GB/T 13634 金属材料 单轴试验机检验用标准测力仪的校准(GB/T 13634-2019,ISO 376:2011,IDT)

GB/T 36416.1 试验机词汇 第1部分:材料试验机

### 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 一般要求

在检验硬度计以前,应对其进行检查以确保硬度计按制造者的说明书正确地安装。宜特别检查并确保:

- a) 安装球座的主轴在其导向装置中能正常滑动;
- b) 校准时使用的球及球座稳固地安装到主轴孔中;
- c) 施加和卸除试验力时,无影响读数的冲击、振动或过冲;
- d) 对于压痕直径测量装置与主机为一体的硬度计:
  - 1) 从卸除试验力到测量压痕模式的转换过程不影响压痕直径测量;

- 2) 照明不影响直径测量;
- 3) 需要时,压痕中心要位于视场中心。

## 5 直接检验

### 5.1 通则

5.1.1 直接检验应在 $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 温度范围内进行。如果在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告中注明。

5.1.2 用于检验的器具应溯源到国家基准。

5.1.3 直接检验包括:

- a) 试验力的检测;
- b) 压头用球的直径、硬度和密度的检测;
- c) 压痕直径测量装置的校准;
- d) 试验循环时间的检测。

对上述各项的直接检验还包括依据规定的允差对检验结果的评定。

### 5.2 试验力的检测

5.2.1 对硬度计工作范围内的每一个试验力均应进行检测。当通过杠杆或利用机械效益的其他装置以开环方式施加力时,应选择在试验过程中压头整个移动范围内至少3个间隔相等的位置对每个试验力进行检测。

5.2.2 应在压头的每个位置上对每个试验力进行3次测量。在每次测量读数前,压头的移动方向应与试验时的移动方向一致。

5.2.3 应采用下述两种方法之一测量试验力:

—使用满足 GB/T 13634 要求的1级或优于1级的标准测力仪;

用校准过质量的砝码或具有相同准确度的其他方法施加一个示值误差在 $\pm 0.2\%$ 以内的力,使该力与被测试验力相平衡。

5.2.4 力的每一次测量的误差均应在 GB/T 231.1 规定的试验力标称值[见附录 A 中公式(A.2)]的 $\pm 1.0\%$ 以内。

### 5.3 压头用球性能的检测

5.3.1 压头由球和压头座组成。仅需对球进行检测。

5.3.2 应从一批球中随机至少抽取2个球,检测每个抽样球的尺寸和硬度。做过硬度检测的球应予以剔除。

5.3.3 所有的球均应抛光,且无表面缺陷。

5.3.4 使用者应对球进行测量以保证其满足 5.3.5 和 5.3.6 的要求,或者从球的供方获得能证明满足 5.3.5 和 5.3.6 要求的球。

5.3.5 球的直径应为在球的不少于3个位置上测得的单个测量值的平均值。每个单个测量值与其标称直径之差均应在表 1 给出的允差之内。

5.3.6 碳化钨合金球的特性应满足下列要求。

a) 硬度:按 GB/T 4340.1 的方法,测定的球的维氏硬度不应低于 1 500 HV。碳化钨合金球可在球面上直接测定硬度,或将球剖开在球的截面上测定硬度。

b) 密度: $\rho = (14.8 \pm 0.2)\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 。

球的密度可用抽样的球在其做硬度试验以前测定密度,或测定整批球的密度。推荐球含有以下化

学成分：

- 碳化钨(WC)：基体部分；
- 其他碳化物总量：2.0%（质量分数）；
- 钴(Co)：5.0%~7.0%（质量分数）。

表 1 不同球直径的允差

单位为毫米

球直径	允差
10	±0.005
5	±0.004
2.5	±0.003
1	±0.003

#### 5.4 压痕直径测量装置的校准

5.4.1 对于直接测量压痕直径的测量装置，其标尺的分度应能估测到压痕直径的 0.5%<sup>1)</sup> 以内。压痕直径测量装置应对每个物镜进行校准。校准时，应将测量装置的每个工作范围至少分成 4 个测量段。对于每一段组合的标尺刻线，如果可能，宜在两个垂直的测量轴上，将其调整到视场中心，使用标准线纹尺进行检测。对于每一测量段的测量值与标称值的最大允许误差为 ±0.5%<sup>2)</sup> [见公式(A.7)]。

5.4.2 对于根据测量投影面积计算压痕直径的测量装置，压痕直径测量装置应对每个物镜，通过测量覆盖被测面积范围的至少 4 个标准圆形参考图形进行校准。测量装置的最大允许误差为被测面积的 ±1%<sup>2)</sup>。

5.4.3 所有测量装置还应通过测量有证标准压痕，如按 GB/T 231.3 标定的标准硬度块上的压痕进行检验。对应每一规格的球，应用每个物镜测量覆盖直径工作范围的至少 4 个压痕。在测量过程中照明的条件应保持不变。测得的平均直径与标准压痕的平均直径的最大允许误差为 ±0.5%<sup>2)</sup>。

#### 5.5 试验循环时间的检测

5.5.1 硬度计的试验循环宜由其制造者在生产时进行检测，或当硬度计经过修理后可能会影响到试验循环时进行检测。在其他时间对试验循环的检测见表 4 的规定。

5.5.2 应检测试验循环以符合 GB/T 231.1 确定的试验循环时间，并要考虑与时间测量有关的测量不确定度。

### 6 间接检验

6.1 宜在 (23±5)℃ 温度范围内，使用按 GB/T 231.3 标定的标准硬度块进行间接检验。如果在此温度范围以外进行检验，则应在检验报告中注明。

标准块的试验面和支承面与压头表面不应有任何外来的或腐蚀性的污物。

1) ISO 6506-2:2017 原文在此处的百分数前带有“±”号。

2) ISO 6506-2:2017 原文在此处的百分数前不带“±”号。



6.2 应针对每一试验力和所使用的每种规格的球对硬度计进行检验。对于每一试验力,应从表 2(对应  $0.102 \times F/D^2 = 30$  的比率)和表 3(对应其他试验力/球直径二次方的比率)规定的硬度范围中至少选用 2 块标准块进行检验。

如有可能,2 块标准块应从不同的硬度范围中选取。

6.3 如果间接检验不是在直接检验后立即进行,则应使用被检硬度计前一次直接检验过程中所采用的相同照明条件,测量每一标准块上的标准压痕。对于每个压痕,其直径的平均测量值与有证标准压痕平均直径的最大允许误差为  $\pm 0.5\%$ 。优选时,这种检验能够用一个单独标准块上同样大小的压痕来代替。

6.4 应在每一标准块的试验面上均匀分布地压出 5 个压痕,并对其进行测量。试验应按 GB/T 231.1 进行。

6.5 将每一标准块上所测得的 5 个压痕直径按从小到大递增的次序排列为:  $d_1$ 、 $d_2$ 、 $d_3$ 、 $d_4$  和  $d_5$ ,并按公式(1)计算其算术平均值  $\bar{d}$ 。

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \dots\dots\dots(1)$$

6.6 在规定的检验条件下,硬度计示值重复性  $r$  按公式(2)计算。

$$r = d_5 - d_1 \dots\dots\dots(2)$$

以  $\bar{d}$  的百分比表示的硬度计示值相对重复性  $r_{rel}$  按公式(3)计算:

$$r_{rel} = 100 \times \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}} \dots\dots\dots(3)$$

6.7 硬度计的相对重复性  $r_{rel}$  应符合表 2 或表 3 的规定。

6.8 对于每个标准块,用  $H_1$ 、 $H_2$ 、 $H_3$ 、 $H_4$  和  $H_5$  分别表示与 5 个压痕对应的硬度值,5 个压痕的平均硬度值  $\bar{H}$  按公式(4)计算:

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

6.9 在规定的检验条件下,硬度计的示值误差  $E$  按公式(5)计算:

$$E = \bar{H} - H_c \dots\dots\dots(5)$$

式中:

$H_c$  标准硬度块校准证书给出的标定硬度值。

以标准块标定硬度值  $H_c$  的百分数表示的硬度计示值相对误差  $E_{rel}$  按公式(6)计算:

$$E_{rel} = 100 \times \frac{\bar{H} - H_c}{H_c} \dots\dots\dots(6)$$

以  $H_c$  的百分数表示的硬度计示值相对误差应符合表 2 或表 3 的规定。

表 2 对应  $0.102 \times F/D^2 = 30$  的比率硬度计的示值相对重复性和相对误差

被检验硬度计的 硬度范围	标准块的标定硬度值 $H_c$ HBW	硬度计示值相对重复性 $r_{rel}$ 的最大允许值 %	硬度计示值相对误差 $E_{rel}$ 的最大允许值 %
低	<250	3.0	$\pm 3.0$
中	250~450	2.5	$\pm 2.5$
高	>450	2.0	$\pm 2.0$

表3 对应其他试验力/球直径二次方的比率硬度计的示值相对重复性和相对误差

被检验硬度计的 硬度范围	$0.102 \times F/D^2$				硬度计示值 相对重复性 $r_{rel}$ 的最大允许值 %	硬度计示值 相对误差 $E_{rel}$ 的最大允许值 %
	15	10	5	$\leq 2.5$		
	标准块的标定硬度值 $H_s$ HBW					
低	<100	<100	<70	<70	3.0	$\pm 3.0$
中	100~250	100~200	70~100	N/A	3.0	$\pm 3.0$
高	>250	>200	>100	N/A	3.0	$\pm 3.0$

6.10 硬度计校准结果测量不确定度的评定方法见附录 A。

## 7 检验周期

硬度计直接检验项目和检验周期见表 4。

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4 硬度计的直接检验

直接检验要求	力	压痕直径 测量装置	试验循环	压头 <sup>a</sup>
安装后首次工作以前	✓	✓	✓	✓
经拆卸并重新装配后,如果影响到力、压痕直径测量装置 或试验循环时	✓	✓	✓	—
间接检验不合格时 <sup>b</sup>	✓	✓	✓	—
间接检验超过 13 个月	✓	✓	✓	—

注:符号“✓”表示“必检项目”,符号“—”表示“不检项目”。

<sup>a</sup> 建议当压头使用两年后要对其进行直接检验或更换。

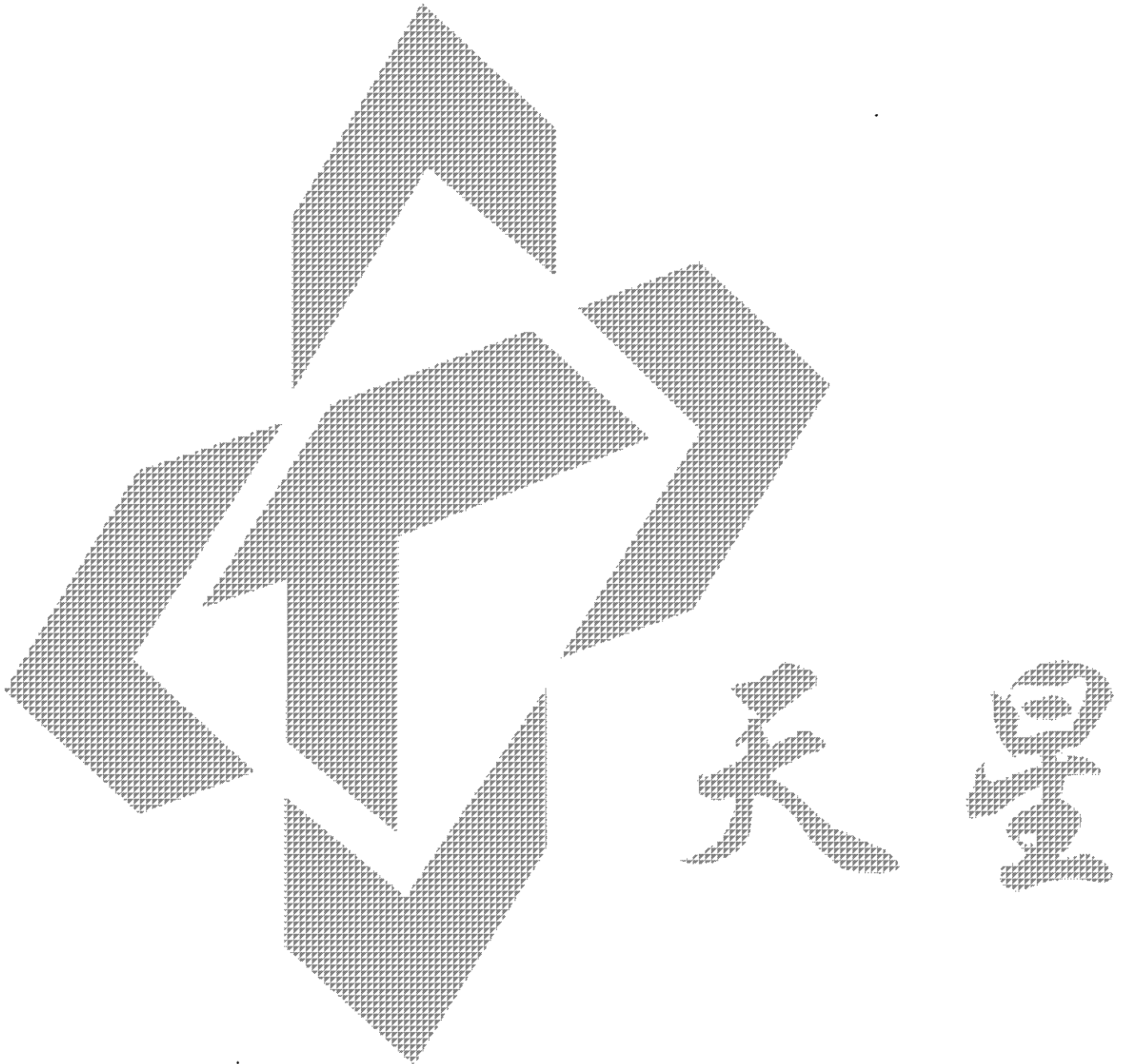
<sup>b</sup> 可对这些检测项目按顺序进行直接检验,以便找出未通过间接检验的原因,如果能够证明压头是失效的原因(例如通过更换压头进行试验),则不需要对其进行直接检验。

## 8 检验报告/校准证书

检验报告/校准证书应包括以下内容:

- 注明执行本文件,即 GB/T 231.2;
- 检验方法(直接检验和/或间接检验);
- 硬度计标识的信息;
- 检验器具(标准硬度块、标准测力仪等);
- 压头用球的直径和试验力;
- 检验时的温度;

- g) 检验结果；
- h) 检验日期和检验机构；
- i) 检验结果的不确定度。



## 附录 A

(资料性)

## 硬度计检验结果的测量不确定度

## A.1 概述

GB/T 231.1—2018 的图 C.1 示出了硬度标尺的定义和量值传递所需的计量链。

测量不确定度评估是确定误差来源和理解测试结果差异的一种有力工具。本附录给出了不确定度评估的指导,如果客户无特殊要求,本方法可供参考。

本文件规定的硬度计性能评价方法已经经过很长时间的发展和完善。当确定硬度计需要符合的某一规定允差时,该允差已包含与使用测量仪器和(或)参考标准相关的不确定度。因此,在此不确定度的基础上再给出进一步的允差是不正确的(例如通过测量不确定度减小允差)。这种情况适用于硬度计直接检验或间接检验中的所有测量值。每次评估硬度计是否符合本文件的规定时,仅需使用规定的测量设备和(或)参考标准物质得到的测量值。然而在一些特殊情况下,通过测量不确定度减小允差也是允许的。这种情况仅限于各方通过协议一致同意时适用。

## A.2 硬度计的直接检验

## A.2.1 试验力的检测

试验力校准的相对合成标准不确定度按公式(A.1)计算:

$$u_F = \sqrt{u_{F_{RS}}^2 + u_{F_{HTM}}^2} \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

$u_{F_{RS}}$  标准测力仪的相对标准不确定度(在校准证书中给出),其包含因子  $k=1$ ;

$u_{F_{HTM}}$  硬度计产生的试验力的相对标准不确定度。

标准测力仪的测量不确定度在相应的校准证书中给出。对于重要的应用宜考虑下列影响量:

- 温度相关性;
- 长期稳定度;
- 内插法误差。

根据标准测力仪力传感器的结构设计,在校准过程中还宜考虑将传感器相对硬度计的压头轴线转位。

测量不确定度评定的示例如下:

标准测力仪的扩展测量不确定度(由校准证书给出):  $u_{F_{RS}} = 0.12\% (k=2)$

标准测力仪的标准力值:  $F_{RS} = 1.839 \text{ N}$

表 A.1 试验力校准结果

校准试验力时主轴高度位置的序号	第 1 列 $F_1$ N	第 2 列 $F_2$ N	第 3 列 $F_3$ N	平均值 $\bar{F}$ N	相对误差 $\Delta F_{rel}$ %	相对标准测量不确定度 $u_{F,HTM}$ %
1	1 835.0	1 836.6	1 837.9	1 836.5	-0.14	0.10
2	1 834.3	1 835.7	1 837.5	1 835.8	-0.17	0.12
3	1 831.0	1 839.5	1 835.3	1 835.3	-0.20	0.31

表 A.1 中的  $\Delta F_{rel}$  和  $u_{F,HTM}$  分别按公式(A.2)和公式(A.3)计算:

$$\Delta F_{rel} = 100 \times \frac{\bar{F} - F_{RS}}{F_{RS}} \dots\dots\dots (A.2)$$

$$u_{F,HTM} = 100 \times \frac{s_{F,i}}{\bar{F}} \times t \text{ (对于三个读数, } t = 1.32) \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

$s_{F,i}$  —— 在主轴第  $i$  个高度位置测得的试验力示值的标准偏差。

在表 A.2 中,使用的是表 A.1 中  $u_{F,HTM}$  的最大值。

表 A.2 试验力测量不确定度的计算

不确定度分量 $x_i$	估计值 $x_i$ N	相对极限值 $u_i$	分布类别	相对标准测量不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 $c_i$	相对不确定度的贡献 $u_{rel}$
标准测力仪测量的力	1 839	—	正态	$0.6 \times 10^{-3}$	1	$0.6 \times 10^{-3}$
硬度计产生的试验力	1 839	—	正态	$3.1 \times 10^{-3}$	1	$3.1 \times 10^{-3}$
相对合成标准不确定度 $u_F$						$3.1 \times 10^{-3}$
相对扩展测量不确定度 $U_F (k=2)$						$6.2 \times 10^{-3}$

表 A.3 包含标准测力仪测量不确定度的试验力最大相对误差的计算

试验力的相对误差 $\Delta F_{rel}$ %	试验力的相对扩展测量不确定度 $U_F$ %	包含标准测力仪测量不确定度的试验力最大相对误差 $\Delta F_{max}$ %
-0.20	0.62	0.83

表 A.3 中的  $\Delta F_{max}$  按公式(A.4)计算:

$$\Delta F_{max} = \Delta F_{rel} + U_F \dots\dots\dots (A.4)$$

此例的结果表明包含标准测力仪测量不确定度的试验力的相对误差是满足 5.2 中规定的总计  $\pm 1.0\%$  要求的。

A.2.2 压痕直径测量装置的校准

用标准线纹尺(参考标准)校准压痕直径测量装置的相对合成标准不确定度按公式(A.5)计算:

$$u_L = \sqrt{u_{L,RS}^2 + u_{\sigma_m}^2 + u_{L,HTM}^2} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中:

$u_{L,RS}$  ——标准线纹尺(参考标准)校准证书给出的相对标准测量不确定度,  $k=1$ ;

$u_{\sigma_m}$  ——压痕直径测量装置分辨力引入的相对标准测量不确定度;

$u_{L,HTM}$  ——硬度计长度测量的相对标准不确定度。

标准线纹尺(压痕直径测量装置校准用的参考标准)的测量不确定度在其相应的校准证书中给出。

下列影响量不会对校准用的标准线纹尺的测量不确定度产生实质的影响:

- 温度相关性;
- 长期稳定性;
- 内插法误差。

测量不确定度评定示例如下:

标准线纹尺的扩展测量不确定度,  $U_{L,RS} = 0.0005 \text{ mm} (k=2)$ ;

压痕直径测量装置的分辨力,  $\sigma_m = 1.0 \text{ }\mu\text{m}$ 。

表 A.4 压痕直径测量装置的校准结果

标准线纹尺的示值 $L_{RS}$ mm	第 1 列 $L_1$ mm	第 2 列 $L_2$ mm	第 3 列 $L_3$ mm	平均值 $\bar{L}$ mm	相对误差 $\Delta L_{rel}$ %	相对标准测量不确定度 $u_{L,HTM}$ %
1.000	1.002	1.003	1.001	1.002	0.20	0.13
2.000	2.001	2.003	2.001	2.002	0.08	0.08
3.000	3.002	3.003	3.001	3.002	0.06	0.03
4.000	4.001	4.003	4.002	4.002	-0.05	0.03

表 A.4 中的  $u_{L,HTM}$  和  $\Delta L_{rel}$  分别按公式(A.6)和公式(A.7)计算:

$$u_{L,HTM} = \frac{s_{L,i}}{\bar{L}} \times t \text{ (对于三个测量, } t=1.32) \dots\dots\dots (A.6)$$

式中:

$s_{L,i}$  ——对应标准线纹尺第  $i$  个示值, 压痕直径测量装置长度示值的标准偏差。

$$\Delta L_{rel} = \frac{L - L_{RS}}{L_{RS}} \dots\dots\dots (A.7)$$

尽管所有的参考长度的相对标准测量不确定度都是这样计算, 但在表 A.5 中, 相对标准测量不确定度用的是表 A.4 中  $u_{L,HTM}$  的最大值。

表 A.5 压痕直径测量装置测量不确定度的计算

不确定度分量 $X_i$	估计值 $x_i$ mm	极限值 $a_i$ mm	分布类别	相对标准测量不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 $c_i$	相对测量不确定度的贡献 $u_i$
参考标准长度	1.0	—	正态	$2.5 \times 10^{-4}$	1	$2.5 \times 10^{-4}$
测量装置分辨力	—	$\pm 1.0 \times 10^{-3}$	矩形	$2.9 \times 10^{-4}$	1	$2.9 \times 10^{-4}$
测量装置校准	1.0	—	正态	$1.3 \times 10^{-3}$	1	$1.3 \times 10^{-4}$
相对合成标准测量不确定度 $u_c$ %						0.14
相对扩展测量不确定度 $U_L (k=2)$ %						0.27

表 A.6 包含标准线纹尺测量不确定度的压痕直径测量装置最大相对误差的计算

检测长度 $L_{RS}$ mm	压痕直径测量装置 的相对误差 $\Delta L_{rel}$ %	相对扩展测量不确定度 $U_L$ %	包含标准线纹尺测量不确定度的 压痕直径测量装置的最大相对误差 $\Delta L_{max}$ %
1.0	0.20	0.27	0.47

表 A.6 中  $\Delta L_{max}$  按公式(A.8)计算:

$$\Delta L_{max} = |\Delta L_{rel}| + U_L \quad \dots\dots\dots (A.8)$$

此例的结果表明:包含校准用标准线纹尺测量不确定度的压痕直径测量装置的相对误差是满足5.4规定的±0.5%要求的。

### A.2.3 压头用球的检测

压头是由头部装有球的压头体和压头柄组成,不能通过在现场分别测量进行检验。压头用球的几何特性、物理性能和化学成分(见 5.3)宜由被认可的校准或检测实验室出具的有效校准证书或检测报告予以证明。

### A.2.4 试验循环时间的检测

5.5 中对试验循环时间的检验和与其相关的测量不确定度做了详细的考虑。因此,不需对此测量不确定度分量进行评估。

### A.3 硬度计的间接检验

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

通过使用标准布氏硬度块进行间接检验,能检查硬度计的综合性能,同时根据标准硬度块的标准值还可测定出硬度计的重复性及误差。

硬度计间接检验时的合成标准测量不确定度由公式(A.9)求得:

$$u_{ITM} = \sqrt{u_{CRM}^2 + u_{RCMD}^2 + u_H^2 + u_{ms}^2} \quad \dots\dots\dots (A.9)$$

式中:

- $u_{CRM}$  —— 标准硬度块校准证书给出的校准不确定度( $k=1$ );
- $u_{RCMD}$  —— 标准硬度块自最近一次标定,由时间变化引起的标准硬度块硬度值的变化而引入的标准测量不确定度(当使用满足标准要求的标准硬度块检测硬度计时此项在计算时可忽略不计);
- $u_H$  —— 用标准硬度块检测时由硬度计引入的标准不确定度;
- $u_{ms}$  —— 由硬度计的分辨力引入的标准不确定度。

硬度计测量不确定度评定的示例如下:

标准硬度块的标定值:  $H_{CRM} = 100.0$  HBW 2.5/187.5;

标准硬度块的扩展测量不确定度:  $U_{CRM} = 1.0$  HBW 2.5/187.5( $k=2$ );

硬度计的分辨力:  $\delta_{ms} = 0.5 \mu\text{m}$ 。

表 A.7 硬度计间接检验结果

序 号	测得的压痕直径 $d$ mm	计算的硬度值 $H$ HBW
1	1.462(最小值)	101.1(最大值)
2	1.469	100.1
3	1.472(最大值)	99.6(最小值)
4	1.471	99.8
5	1.468	100.3
平均硬度值 $\bar{H}$	100.2	100.2
标准偏差 $s_H$	0.50	0.50

根据表 A.7 中的数据按公式(A.10)计算被检硬度计的示值误差:

$$E = \bar{H} - H_{CRM} \dots\dots\dots (A.10)$$

代入表 A.7 中的相关数据,  $E = 100.2 - 100.0 = 0.2$  HBW

硬度计间接检验的标准不确定度按公式(A.11)计算:

$$u_H = \frac{t \times s_H}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (A.11)$$

当  $t = 1.14, n = 5, s_H = 0.50$  HBW 时,  $u_H = 0.31$  HBW

A.4 硬度计间接检验测量不确定度的评定

根据表 A.8 中的数据,按公式(A.10)、公式(A.11)计算测量不确定度的估计值。

表 A.8 硬度计间接检验测量不确定度的评定

不确定度分量 $X_i$	估计值 $x_i$ HBW	标准测量不确定度 $u(x_i)$	分布类别	灵敏系数 $c_i$	不确定度的贡献 $u_i(H)$ HBW
$u_{CRM}$	100.0	0.50 HBW	正态	1.0	0.50
$u_H$	0	0.31 HBW	正态	1.0	0.31
$u_{mm}$	0	0.000 14 mm	矩形	-152.2 HBW/mm <sup>2</sup>	0.02
$u_{CRM-D}$	0	0 HBW	三角	1.0	0
合成标准测量不确定度 $u_{HTM}$					0.59
扩展测量不确定度 $U_{HTM}(k=2)$					1.17

HBW——布氏硬度符号。

\* 灵敏系数按公式(A.12)计算:

$$\frac{\partial H}{\partial d} = -\frac{H}{D} \times \frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{\sqrt{D^2 - d^2}} \dots\dots\dots (A.12)$$

该灵敏系数值是代入数据:  $H = 100.0$  HBW,  $D = 2.5$  mm,  $d = 1.469$  mm 得到的。



表 A.9 包含测量不确定度的硬度计的最大误差

硬度计测定的硬度值 $H$	扩展测量不确定度 $U_{HTM}$ HBW	用标准硬度块间接检验的 硬度计的误差 $ E $ HBW	包含测量不确定度的硬度计的 最大误差 $\Delta H_{HTM, max}$ HBW
100.2 HBW 2.5/187.5	1.2	0.2	1.4

包含测量不确定度的硬度计的最大示值误差  $\Delta H_{HTM, max}$  按公式(A.13)计算:

$$\Delta H_{HTM, max} = U_{HTM} + |E| \quad \dots\dots\dots (A.13)$$

代入表 A.9 中的相关数据,  $\Delta H_{HTM, max} = 1.2 + 0.2 = 1.4$  HBW。

此例的结果表明, 包含测量不确定度的硬度计最大示值相对误差满足第 6 章规定的  $\pm 3.0\%$  的要求。


## 附录 B

(规范性)

## 不能满足按规定力/时间配置的硬度计的检验

对由于其设计原因不能满足按规定力/时间配置的硬度计,允许仅对压痕直径测量装置和压头用球的特性进行直接检验。按如此方法检验的硬度计每年应进行一次间接检验,而且用该硬度计所做的硬度试验结果应以硬度符号 HBW/P 而不是 HBW 表示。

应按第 6 章对硬度计进行间接检验,但是不必按照 6.4 中提到的,在 GB/T 231.1 中规定的试验循环时间配置加力时间。对于在给定压痕位置具备施加多次力的功能的硬度计,为了获得最优的测量效果,应多次施加力并记录加力次数,该加力次数要记录在检验报告中。使用这种硬度计测得的 GB/T 231.1 试验结果仅对所检测过的规定次数的施加力有效。



天  
星

参 考 文 献

- [1] GB/T 231.1—2018 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法



中华人民共和国  
国家标准  
金属材料 布氏硬度试验  
第2部分：硬度计的检验与校准

GB/T 231.2—2022

\*

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.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

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 1.5 字数 34 千字  
2022年7月第一版 2022年7月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-70356 定价 36.00 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)68510107



GB/T 231.2-2022



码上扫一扫 正版鉴别