



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 231.3—2022

代替 GB/T 231.3—2012

## 金属材料 布氏硬度试验 第 3 部分：标准硬度块的标定

Metallic materials—Brinell hardness test—  
Part 3: Calibration of reference blocks

(ISO 6506-3:2014, 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 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 标准块的制造 .....	1
5 标准机 .....	2
6 标定方法 .....	3
7 压痕数量 .....	3
8 标准块的均匀度 .....	3
9 标识 .....	4
10 有效性 .....	4
附录 A (资料性) 标准块平均硬度值的测量不确定度 .....	5
参考文献 .....	8

## 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 3 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 231.3—2012《金属材料 布氏硬度试验 第 3 部分：标准硬度块的标定》，与 GB/T 231.3—2012 相比，主要技术变化如下：

- 更改了试验力的检测要求(见 5.4, 2012 年版的 4.4)；
- 更改了压头的检测要求(见 5.5, 2012 年版的 4.5)；
- 更改了压痕直径测量装置的性能要求, 并给出了定义(见 5.6, 2012 年版的 4.6)；
- 删除了硬质合金球的特性要求(见 2012 年版的 4.8)；
- 更改了压头最大接近速度的要求(见第 6 章表 3, 2012 年版的第 5 章)；
- 增加了标识标准压痕的要求(见第 7 章)；
- 增加了证书中的不确定度内容要求[见 9.3d)；
- 增加了标准块平均硬度值的测量不确定度评定概述(见 A.1)。

本文件修改采用 ISO 6506-3:2014《金属材料 布氏硬度试验 第 3 部分：标准硬度块的标定》。

本文件与 ISO 6506-3:2014 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：

- 增加了本文件适用范围的内容(见第 1 章)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 231.1 代替了 ISO 6506-1(见第 1 章、5.7、第 6 章)；
- 用修改采用国际标准的 GB/T 231.2—××××代替了 ISO 6506-2(见第 1 章、5.1、5.5)；
- 将 ISO 6506-3:2014 中 3.1 的“注”修改为条款内容(见 4.1)；
- 用 JJG 144 代替 ISO 376, 以适应我国技术条件(见 5.4)。

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：泉州市丰泽东海仪器硬度块厂、中国航空工业集团公司北京长城计量测试技术研究所、中机试验装备股份有限公司、济南鑫光试验机制造有限公司、莱州华银试验仪器有限公司、沈阳天星试验仪器股份有限公司、北京市计量检测科学研究院、中国航发贵州黎阳航空动力有限公司。

本文件主要起草人：骆昕、石伟、张金伟、王建国、王敬涛、张路明、汪宁溪、聂静。

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 6270—1986, 1997 年第一次修订为 GB/T 6270—1997, 2002 年第二次修订为 GB/T 231.3—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,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:硬度计的检验和校准。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3部分：标准硬度块的标定

### 1 范围

本文件规定了按 GB/T 231.2 对布氏硬度计进行间接检验以及按 GB/T 231.1 进行定期检查用的标准布氏硬度块的标定方法。本文件还规定了为确保布氏硬度标准机(以下简称“标准机”)硬度量值计量溯源所需的程序。

本文件适用于标准布氏硬度块(以下简称“标准块”)的标定。

### 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 231.2—2022 金属材料 布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准(ISO 6506-2:2017,MOD)

JJG 144 标准测力仪检定规程

### 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

### 4 标准块的制造

4.1 标准块应专门制造。应重视标准块的制造工艺过程,以使标准块获得必要的均质性、组织稳定性和表面硬度的均匀性。

4.2 每一待标定的金属块的厚度:

——对于 10 mm 球,不应小于 16 mm;

——对于 5 mm 球,不应小于 12 mm;

——对于小于 5 mm 的球,不应小于 6 mm。

对于 10 mm 球,仅在标准块的硬度大于 150 HBW 时,金属块的厚度可不小于 12 mm。

4.3 标准块应无磁性。建议制造商在制造过程结束时,确保钢块已经消磁。

4.4 标准块两表面的平面度和平行度应符合表 1 的规定。

4.5 试验面应无影响压痕测量的划痕(见表 1)。

4.6 为能查验标定之后不从标准块的试验面上去除任何材料,应在标准块上标注其标定时的厚度,准确到 0.1 mm,或在试验面上做出识别标记。

表 1 标准块的要求

球直径 mm	表面平面度允差 mm	平行度允差 mm/50 mm	表面粗糙度 $Ra^*$ 的最大允许值 $\mu\text{m}$	
			试验面	支承面
10	0.040	0.050	0.3	0.8
5	0.030	0.040	0.2	0.8
2.5	0.020	0.030	0.1	0.8
1.0	0.020	0.030	0.05	0.8

\* 取样长度,  $l=0.80$  mm(见 GB/T 3505)。

## 5 标准机

5.1 标准机除满足 GB/T 231.2—2022 第 4 章规定的一般要求外,还应满足 5.2~5.7 的要求。

5.2 应对标准机进行直接检验,检验周期不应超过 12 个月。

直接检验包括:

- 试验力的检测;
- 压头球直径、硬度和密度的检测;
- 压痕直径测量装置的校准;
- 试验循环时间的检测,如果不能检测,至少要检测力对时间的变化特性。

5.3 用于检验和校准标准机的计量器具应溯源到国家基准。

5.4 每个试验力应使用符合 JJG 144 规定的 0.03 级或优于 0.03 级的标准测力仪至少测量 3 次。对于通过液压或砝码系统来施加力的仪器,应在 3 个不同压头位置进行这些力的测量。测量平均值(适用于每个压头位置)应在其标称值的  $\pm 0.1\%$  以内。

5.5 应按照 GB/T 231.2—2022 中 5.3 的规定对压头进行检测,并满足其中给出的尺寸、硬度和密度要求。

5.6 对于用 10 mm 和 5 mm 直径的球压出的压痕,压痕直径测量系统的标尺分度应能读出 0.002 mm;对于用 2.5 mm 和 1 mm 直径的球压出的压痕,压痕直径测量系统的标尺分度应能读出 0.001 mm。

压痕直径测量系统应用标准线纹尺在其每个工作范围内至少 5 个测量段处进行校准。对应不同压痕直径,压痕直径测量系统的性能(定义为测量值与标准线纹尺的测量偏差与标准线纹尺扩展不确定度的总和)应符合表 2 的规定。

表 2 压痕直径测量装置的性能

单位为毫米

压痕直径 $d$	性能
$d < 1$	$\pm 0.000 5$
$1 \leq d < 2.5$	$\pm 0.001 0$
$d \geq 2.5$	$\pm 0.002 0$

5.7 试验循环时间应与 GB/T 231.1 规定的试验循环时间一致,其计时最大允许误差应小于  $\pm 0.5$  s。

## 6 标定方法

标准块应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度范围内,按 GB/T 231.1 规定的试验方法,在第 5 章描述的标准机上进行标定。标定过程中,温度的波动不宜超过  $1^\circ\text{C}$ 。

压头接触试块表面前的最大接近速度应符合表 3 的规定。

从开始施加试验力到试验力全都加上的时间应为 $(7 \pm 1)\text{s}$ 。试验力保持时间应为 $(14 \pm 1)\text{s}$ 。

表 3 压头最大接近速度

球直径 mm	最大速度 mm/s
1	0.3
2.5	0.4
5 或 10	1.0

## 7 压痕数量

在每个标准块的试验面上,应均匀分布地至少压出 5 个压痕,且至少一个压痕应标识为标准压痕 [见 9.3e)]。

注:如压痕数量多于 5 个,可减小测量不确定度。

## 8 标准块的均匀度

8.1 将测得的压痕直径平均值按递增的次序排列为  $d_1, d_2, d_3, d_4$  和  $d_5$ 。在特定的标定条件下,标准块的均匀度  $R$  由式(1)来表征:

$$R = d_5 - d_1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

用  $\bar{d}$  的百分比表示的标准块的相对均匀度按式(2)计算:

$$R_{\text{rel}} = \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中,  $\bar{d}$  按式(3)计算:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \quad \dots\dots\dots (3)$$

8.2 标准块均匀度的最大允许值应符合表 4 的要求。

表4 标准块的均匀度

$\bar{d}$ mm	标准块的均匀度 $R_{rel}$ %
$\bar{d} < 0.5$	2.0
$0.5 \leq \bar{d} \leq 1$	1.5
$\bar{d} > 1$	1.0

注：硬度值低于 225 HBW 时，标准块相对均匀度的最大允许值可以是 2.0%。

8.3 标准块平均硬度值的测量不确定度的评定方法见附录 A 和 JJF 1059.1—2012。

## 9 标识

9.1 每一标准块上应标记下列内容：

- 标定时测得的硬度值的算术平均值，如 348 HBW5/750；
- 供应商或制造商的名称或标志；
- 编号；
- 校准机构的名称或标志；
- 标准块的厚度或试验面上的识别标记（见 4.6）；
- 标定年份（若在编号中未标出）。

9.2 当试验面朝上时，标在标准块侧面上的任何标记均应是正立的。

9.3 交付的标准块应附有至少包含以下内容的证书：

- 注明执行本文件，即 GB/T 231.3；
- 标准块的编号；
- 标定日期；
- 硬度值的算术平均值及其相关不确定度，以及标准块的均匀度（见 8.1）；
- 有关标准压痕的位置、测量直径的方向和测量值，以及测量的平均直径等信息。

## 10 有效性

标准块的有效性仅适用于标定的标尺。

标定的有效期宜限制为 5 年。应注意对于铝合金和铜合金制的标准块，标定的有效期宜视实际情况减少到 2 年~3 年。



## 附录 A

(资料性)

## 标准块平均硬度值的测量不确定度

## A.1 概述

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,如客户没有特殊说明,本方法可供参考。

本文件规定的标准块的校准要求已经经过很长时间的发展和完善。在确定标准块应满足的上下限允差时,所用测量设备的不确定度已包含于该允差之内,因此,通过测量不确定度来减少允差是不合适的,这适用于与标准块制造和校准相关的所有测量,也适用于对校准设备进行校验时的所有测量。在每次测量中,仅使用指定的测量设备产生的测量值,用于评估是否满足本文件要求。

GB/T 231.1—2018的图 C.1 给出了硬度标尺的定义和量值传递图。

## A.2 标准机的直接检验

## A.2.1 试验力的检测

见 GB/T 231.2—2022 的附录 A。

## A.2.2 压痕直径测量系统的校准

见 GB/T 231.2—2022 的附录 A。

## A.2.3 压头的检测

见 GB/T 231.2—2022 的附录 A。

## A.2.4 试验循环时间的检测

见 GB/T 231.2—2022 的附录 A。

## A.3 标准机的间接检验

注:在本附录中,按照硬度试验标准定义,下称“CRM”(有证标准物质)的含义是“标准硬度块”。

通过使用基准硬度块进行间接检验,能检查标准机的综合性能,同时根据实际硬度值确定标准机的偏差。

标准机间接校准时的测量不确定度按公式(A.1)计算:

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

式中:

$u_{CRM-P}$  ——基准硬度块校准证书给出的标准不确定度( $k=1$ );

$u_{CRM-1}$  ——标准机重复性引入的标准不确定度;

$u_{CRM-D}$  ——基准硬度块自最近一次标定,其硬度值稳定性引入的标准不确定度;

$u_{ms}$  ——由压痕直径测量系统分辨力引入的标准不确定度。

示例:

基准硬度块的硬度值,  $H_{CRM-P} = (591.7 \pm 3.6) \text{ HBW}2.5/187.5$ 。

基准硬度块的标准不确定度,  $u_{CRM-1} = 1.8 \text{ HBW}2.5/187.5$ 。

基准硬度块硬度值随时间漂移引入的标准不确定度： $u_{CRM-D} = 0$ 。

压痕直径测量系统的分辨力： $\delta_{ms} = 0.1 \mu\text{m}$ 。

根据表 A.1 中的标准偏差  $s_{zCRM-1}$ ，标准不确定度  $u_{zCRM-1}$  按式 (A.2) 计算：

$$u_{zCRM-1} = \frac{t \cdot s_{zCRM-1}}{\sqrt{n}} = 0.41 \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中： $n=5$ ，取  $t=1.14$ 。

表 A.1 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	0.630 5(最大值)	591.4(最小值)
2	0.630 0	592.3
3	0.629 5(最小值)	593.3(最大值)
4	0.629 7	592.9
5	0.629 5	593.3
平均值 $\bar{H}$	0.629 8	592.6
标准偏差 $s_{zCRM-1}$	0.000 42	0.81

\* HBW——布氏硬度。

测量不确定度评价见表 A.2。

表 A.2 测量不确定度的评定

不确定度分量 $X_i$	估计值 $x_i$	标准不确定度 $u(x_i)$	分布类型	灵敏系数 $c_i$	不确定度的贡献 $u_i(H)$ HBW
$u_{CRM-P}$	591.7 HBW	1.8 HBW	正态	1.0	1.80
$u_{zCRM-1}$	592.6 HBW	0.41 HBW	正态	1.0	0.41
$u_{ms}$	630.0 $\mu\text{m}$	0.1 $\mu\text{m}$	矩形	-1 909.2 HBW/mm*	-0.06
$u_{CRM-D}$	0.0 HBW	0.0 HBW	三角形	1.0	0.0
合成标准不确定度 $u_{CM}$					1.85

\* 灵敏系数按式 (A.3) 计算：

$$\frac{\partial H}{\partial d} = -\frac{H}{d} \times \frac{D + \sqrt{D^2 - d^2}}{\sqrt{D^2 - d^2}} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中： $H=591.7 \text{ HBW}$ ， $D=2.5 \text{ mm}$ ， $d=0.630 0 \text{ mm}$ 。

A.4 标准块的测量不确定度

标准块的合成标准不确定度按式 (A.4) 计算：

$$u_{CRM} = \sqrt{u_{CM}^2 + u_{zCRM-2}^2} \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- $u_{CRM}$  —— 标准块标定的合成标准不确定度；
- $u_{zCRM-2}$  —— 标准块均匀度引入的标准不确定度；

$u_{CM}$  ——标准机间接检验时的合成标准不确定度,见式(A.1)。  
标准块均匀度的测定见表 A.3。

表 A.3 标准块均匀度的测定

序号	测得的压痕直径 $d$ mm	硬度值 $H$ HBW
1	0.630 4(最大值)	591.01(最小值)
2	0.630 1	591.60
3	0.629 4(最小值)	592.92(最大值)
4	0.629 6	592.53
5	0.629 7	592.34
平均值 $\bar{H}$	0.629 8	592.08
标准偏差 $s_{z-CRM2}$	0.000 40	0.77

标准块由于硬度均匀引入的标准不确定度  $u_{z-CRM2}$  按式(A.5)计算:

$$u_{z-CRM2} = \frac{t \cdot s_{z-CRM2}}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (A.5)$$

式中,  $n=5$ , 取  $t=1.14$ , 则  $u_{z-CRM2}=0.39$  HBW。

标准块的测量不确定度见表 A.4。

表 A.4 标准块的测量不确定度

标准块标定的硬度值 $H_{CRM}$ HBW	标准块均匀度引入的 标准不确定度 $u_{z-CRM2}$ HBW	标准机引入的标准 不确定度 $u_{CM}$ HBW	标准块标定的扩展 不确定度 $U_{CRM}$ HBW
592.64	0.39	1.85	3.8

表 A.4 中的  $U_{CRM}$  按式(A.6)计算:

$$U_{CRM} = 2\sqrt{u_{CM}^2 + u_{z-CRM2}^2} \dots\dots\dots (A.6)$$

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
- [2] GB/T 3505 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数
- [3] JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示
- [4] ISO 4287 Geometrical Product Specifications(GPS)—Surface texture; profile method—Terms, definitions and surface texture parameters
- [5] SAWLA A. Uncertainty of measurement in the verification and calibration of the force measuring systems of testing machines, Proceedings of the Asia-pacific symposium on measurement of force, mass and torque(APMF), Tsukuba, Japan, November 2000
- [6] WEHRSTEDT A., & PATKOVSKY I. News in the field of standardization about verification and calibration of materials testing machines, EMPA Academy, May 2001
- [7] GABAUER W. Manual codes of practice for the determination of uncertainties in mechanical tests on metallic materials, The estimation of uncertainties in hardness measurements, Project No. SMT4-CT97-2165, UNCERT COP 14, 2000
- [8] POLZIN T., & SCHWENK D. Method for Uncertainty Determination of Hardness Testing; PC File for Determination, Materialprüfung 44(2002)3, pp.64-71



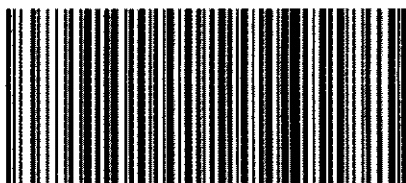
中华人民共和国  
国家标准  
金属材料 布氏硬度试验  
第3部分：标准硬度块的标定  
GB/T 231.3—2022

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 字数 25 千字  
2022年7月第一版 2022年7月第一次印刷

书号: 155066·1-70357 定价 26.00 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 231.3—2022



码上扫一扫 正版服务到