



中华人民共和国国家计量检定规程

JJG 147—2017

标准金属布氏硬度块

Metallic Brinell Hardness Reference Blocks

2017-02-28 发布

2017-08-28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

标准金属布氏硬度块

检定规程

Verification Regulation of Metallic Brinell

Hardness Reference Blocks

JJG 147—2017
代替 JJG 147—2005

归口单位：全国力值硬度计量技术委员会

主要起草单位：中国计量科学研究院

浙江省计量科学研究院

莱州华银试验仪器有限公司

上海市质量监督检验技术研究院

参加起草单位：中国测试技术研究院

北京市计量检测科学研究院

泉州市丰泽东海仪器硬度块厂

沈阳天星试验仪器有限公司

本规程委托全国力值硬度计量技术委员会负责解释

本规程主要起草人：

刘吉萍（中国计量科学研究院）

曹 灏（浙江省计量科学研究院）

王敬涛（莱州华银试验仪器有限公司）

沈 琪（上海市质量监督检验技术研究院）

参加起草人：

徐志敏（中国测试技术研究院）

汪宁溪（北京市计量检测科学研究院）

陈俊薪（泉州市丰泽东海仪器硬度块厂）

张凤林（沈阳天星试验仪器有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文献	(1)
3 概述	(1)
4 计量性能要求	(2)
4.1 标准块的均匀度 $J_{rel}(d)$	(2)
4.2 标准块的硬度范围	(2)
4.3 标准压痕	(2)
4.4 标准块的稳定性	(3)
5 通用技术要求	(3)
5.1 标准块的几何参数和表面粗糙度	(3)
5.2 标准块的其他要求	(4)
6 计量器具控制	(4)
6.1 检定条件	(4)
6.2 检定项目和检定方法	(4)
6.3 检定结果的处理	(6)
6.4 检定周期	(6)
附录 A 标准金属布氏硬度块校准不确定度评定示例	(7)
附录 B 标准金属布氏硬度块检定原始记录格式	(9)
附录 C 标准金属布氏硬度块检定证书和检定结果通知书内页格式	(10)

引 言

本规程依据 JJF 1002—2010《国家计量检定规程编写规则》进行修订。本规程与 JJG 147—2005 相比，主要变化如下：

——修改了原规程中标准硬度块均匀度的定义，与 ISO 6506-3: 2014 中的均匀度定义一致；

——修改了标准硬度块的硬度范围，与 ISO 6506-3: 2014 中的要求一致；

——增加了标准压痕的定义和要求；

——给出了标准压痕有效数据位数要求；

——将硬度块的外观检验、 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下温度的深冷处理并经过至少半年以上的自然时效等要求放在硬度块出厂检验中。

本规程历次版本的发布情况为：

——JJG 147—2005；

——JJG 147—1991；

——JJG 147—1984。

标准金属布氏硬度块检定规程

1 范围

本规程适用于标准金属布氏硬度块的首次检定、后续检定和使用中检验。

2 引用文献

本规程引用了下列文件：

JJG 2005 布氏硬度计量器具检定系统

JJF 1011—2006 力值与硬度计量术语及定义

ISO 6506-1: 2014 金属材料布氏硬度试验 第1部分：试验方法 (Metallic materials—Brinell hardness test—Part 1: Test method)

ISO 6506-3: 2014 金属材料布氏硬度试验 第3部分：标准块的校准 (Metallic materials—Brinell hardness test—Part 3: Calibration of reference blocks)

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规程；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

3 概述

标准金属布氏硬度块（以下简称标准块）是对金属布氏硬度计进行示值检定的标准器具。

布氏硬度试验的原理是将一定直径的硬质合金球以规定的试验力压入试样表面，经规定的保持时间后卸除试验力，测量试样表面的压痕直径。按式（1）计算布氏硬度值：

$$HBW = k \cdot \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (1)$$

式中：

HBW——布氏硬度值；

k ——单位换算系数， $k=0.102$ ；

F ——试验力，N；

D ——球直径，mm；

d ——压痕直径，mm。

布氏硬度试验的压头用球材质为硬质合金，布氏硬度符号是 HBW。

注：锤击式布氏硬度试验可使用钢球压头，硬度符号为“HBS”。

标准块硬度值的表示方法：符号 HBW 前为硬度值，符号 HBW 后按顺序用数字表示球直径、试验力和试验力保持时间（s），试验力保持时间为 10 s~15 s 的可不标注。

例：200 HBW10/3 000/30 表示布氏硬度值为 200、硬质合金球压头直径为 10 mm、试验力为 3 000×9.807 N、试验力保持时间为 30 s。

4 计量性能要求

4.1 标准块的均匀度 $J_{rel}(d)$

标准块的均匀度要求见表 1。

表 1 标准块的均匀度最大允许值要求

5 个压痕直径的算术平均值 \bar{d} mm	均匀度 $J_{rel}(d)$ %
$\bar{d} < 0.5$	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，标准块均匀度的最大允许值可以是 2.0%。

4.2 标准块的硬度范围

标准块的硬度范围要求见表 2。

表 2 标准块的硬度范围要求

硬度标尺	硬度范围 (HBW)
HBW 10/3 000 HBW 5/750 HBW 2.5/187.5 HBW 1/30	<250 $250 \leq \text{HBW} \leq 450$ >450
HBW 10/1 000 HBW 5/250 HBW 2.5/62.5 HBW 1/10	<100 $100 \leq \text{HBW} \leq 200$ >200
HBW 10/500 HBW 5/125 HBW 2.5/31.25 HBW 1/5	<70 $70 \leq \text{HBW} \leq 100$ >100
HBW 10/250 HBW 5/62.5 HBW 2.5/15.625 HBW 1/2.5	<70

4.3 标准压痕

标准压痕的有效位数要求见表 3。

表3 标准压痕的直径有效数字位数要求

压痕直径 d /mm	标准压痕直径 d_s /mm 有效数字位数
$d < 1$	5
$1 \leq d < 2.5$	4
$d \geq 2.5$	4

4.4 标准块的稳定性

标准块的稳定性要求见表4。

表4 标准块的稳定性要求

硬度范围	稳定性 % (d)
$70 > \text{HBW}$	1.0
$100 > \text{HBW} > 70$	0.8
$200 > \text{HBW} > 100$	0.6
$450 > \text{HBW} > 250$	0.5

5 通用技术要求

5.1 标准块的几何参数和表面粗糙度

标准块的几何参数和表面粗糙度的要求见表5。

表5 标准块的几何参数和表面粗糙度要求

标尺	尺寸		表面粗糙度 R_a		工作面与支撑面的平行度 mm	工作面与支撑面的平面度 mm
	长×宽或直径 mm	厚度 mm	工作面 μm	支撑面 μm		
HBW 10/3 000	100×80 或 $\phi 100$	>16	≤ 0.3	≤ 0.8	$\leq 0.05/50$	≤ 0.04
HBW 10/1 000						
HBW 5/750	100×80 或 $\phi 100$	>12	≤ 0.2	≤ 0.8	$\leq 0.04/50$	≤ 0.03
HBW 5/250	60×40 或 $\phi 64$	>6	≤ 0.1	≤ 0.8	$\leq 0.03/50$	≤ 0.02
HBW 2.5/187.5						
HBW 2.5/62.5						
HBW 1/30						
HBW 1/10						

注：
 1 R_a 的取样长度 $L=0.8$ mm。
 2 硬度块周边、尖角倒钝。
 3 标准块的硬度大于 150 HBW 时，对于直径为 10 mm 的布氏压头用球，标准块的厚度可选用 12 mm。
 4 特殊形状的硬度块，必须满足标准块表面粗糙度、工作面与支持面平行度和工作面、支持面平面度要求。

5.2 标准块的其他要求

5.2.1 标准块不得有磁性，其工作面和支撑面不得有锈蚀、裂纹、划痕及任何影响压痕测量的缺陷。

5.2.2 为保证标准块的稳定性，在生产钢质硬度块时，必须进行 $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下温度的深冷处理，并做退磁处理和经过至少半年以上时间的自然时效。

5.2.3 标准块应刻有制造单位的标志和批号，其标志和批号应清晰可辨。

5.2.4 使用过的标准块，不允许磨平后再重新检定使用。

6 计量器具控制

6.1 检定条件

标准块只能用布氏硬度基准装置（含副基准装置）或工作基准布氏硬度机检定。

布氏硬度基准装置（含副基准装置）技术要求见表6，工作基准布氏硬度机技术要求见表7。

表6 布氏硬度基准装置（含副基准装置）技术要求

基准装置	布氏硬度值范围 HBW	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
布氏硬度基准装置 (试验力: $F \geq 1\ 839\ \text{N}$)	8~650	0.4%
小负荷布氏硬度基准装置 (试验力: $1\ 839\ \text{N} > F \geq 98.07\ \text{N}$)	8~650	0.8%

表7 工作基准布氏硬度机技术要求

基准装置	布氏硬度值范围 HBW	不确定度 $U_{rel}(k=2)$
工作基准布氏硬度机 (试验力: $F \geq 1\ 839\ \text{N}$)	8~650	0.5%
小负荷工作基准布氏硬度机 (试验力: $1\ 839\ \text{N} > F \geq 98.07\ \text{N}$)	8~650	1.0%

6.1.1 硬度块应在 $(23 \pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度不超过 70% 的环境条件下检定。

6.1.2 检定标准块时周围环境应清洁，无明显振动，无腐蚀性气体。

6.2 检定项目和检定方法

6.2.1 检定项目

检定项目见表8。

表8 检定项目表

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
均匀度	+	+	+
硬度值	+	+	+

表 8 (续)

检定项目	首次检定	后续检定	使用中检查
标准压痕	+	+	+
稳定性	/	+	-

注：表中“+”表示应检项目；“-”表示可不检项目；“/”表示不可检项目。

6.2.2 检定方法

每一批次的硬度块，生产商均应出具符合 5.1、5.2 规定的检验合格报告。

硬度块在试验环境中至少放置 2 h 后方可进行检定。每一个硬度块全部检定工作应在 4 h 内完成。

6.2.2.1 标准块上的两相邻压痕中心距离不得小于 3 倍压痕直径；压痕中心至标准块边缘的距离不得小于 2.5 倍压痕直径；压痕直径 \bar{d} 与所用压头的球直径 D 应符合： $0.24D \leq \bar{d} \leq 0.6D$ 的关系；每个压痕直径应在相互垂直的两个方向进行测量，取其平均值；同一个压痕两垂直方向直径之差与其中较短的直径之比不应大于 1%。

6.2.2.2 标准块均匀度是指在检定条件不变的情况下，用布氏硬度基准装置（包括副基准装置）或工作基准机在标准块工作面上均匀分布地压出 5 个压痕，每个压痕测量两个相互垂直方向的直径，取其平均值，将测得的每个压痕直径 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 和 d_5 ，按从小到大递增的次序排列。

5 个压痕直径的算术平均值 \bar{d} 按 (2) 计算：

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5} \quad (2)$$

标准块均匀度 $J_{\text{rel}}(d)$ ：5 个压痕中最大直径与最小直径之差，除以 5 个压痕直径平均值，用百分数表示。按式 (3) 计算：

$$J_{\text{rel}}(d) = \frac{d_5 - d_1}{\bar{d}} \times 100\% \quad (3)$$

标准块的均匀度应符合 4.1 要求。

6.2.2.3 用布氏基准装置（或副基准装置）检定布氏硬度块

布氏硬度块上均匀分布地压出 5 点压痕，分别测量出压痕直径，按式 (1) 计算出 5 个点的硬度值，每个硬度值标记为 H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 和 H_5 。

5 点硬度值的算术平均值即为标准块的硬度值 \bar{H} ，按 (4) 计算，硬度值用三位有效数字表示。

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

标准块的硬度值应符合 4.2 要求。

6.2.2.4 用工作基准布氏硬度机检定硬度块

用于布氏硬度基准、副基准和工作基准布氏硬度机之间量值比对的硬度块称为比对硬度块。

用工作基准布氏硬度机检定硬度块应首先确定工作基准机的硬度值修正量。在比对

硬度块上均匀分布地测 5 点硬度值，所测硬度值的平均值与比对硬度块硬度值之差除以比对硬度块硬度值，用百分比表示，即为工作基准机的硬度值修正量，修正量的符号相反。

当工作基准布氏硬度机的修正量符合表 9 时可不修正。

表 9 工作基准布氏硬度机修正量要求

基准装置	修正量绝对值/%	结论
工作基准布氏硬度机 (试验力: $F \geq 1\ 839\ \text{N}$)	≤ 0.6	可不修正
小负荷工作基准布氏硬度机 (试验力: $1\ 839\ \text{N} > F \geq 98.07\ \text{N}$)	≤ 1.2	可不修正

经过长期稳定性考核，可以确认系统误差的工作基准机，应进行修正。

经过修正后的工作基准布氏硬度机按 6.2.2.2 和 6.2.2.3 的方法检定均匀度和硬度值，均匀度和硬度值应符合 4.1 和 4.2 的要求。

6.2.2.5 标准压痕

标准硬度块首次检定时，在 5 个压痕中，选定一个压痕作为标准压痕，在该压痕外围用方形图案标记，方形图案的两个边长为压痕的两个测量方位，其平均值为标准压痕直径 d_s ，标准压痕直径 d_s 的有效数字位数应符合表 3 要求。

复检硬度块的标准压痕，按照已标注的测量方位，测量出标准压痕 d_s ，标准压痕 d_s 的有效数字位数应符合表 3 要求。

6.2.2.6 稳定性

标准块的稳定性为前后间隔 1 个检定周期时间的两次检定的压痕直径之差除以前次的压痕直径，用百分比绝对值表示。标准块的稳定性应符合 4.4 要求。

6.3 检定结果的处理

6.3.1 检定结果符合表 1、表 2 和表 3 要求，并按 6.2.2.4 标出标准压痕的布氏硬度块发给检定证书，不符合的布氏硬度块发给检定结果通知书。

6.3.2 标准块的硬度值应刻在标准块工作面的边缘或标准块侧面。

6.4 检定周期

首次检定的标准硬度块，检定周期一般不超过 1 年。一个周期后复检合格的标准硬度块，检定有效期不超过 2 年。

附录 A

标准金属布氏硬度块校准不确定度评定示例

A.1 不确定度计算过程

布氏硬度块校准不确定度来源于硬度块的均匀度（A类）和基准的不确定度（B类）。

A.1.1 A类标准不确定度

标准金属布氏硬度块均匀度 $J_{rel}(d)$ 是用压痕直径定义的，换算为硬度值重复性 w 有近似 2 倍关系，即： $w \approx 2J_{rel}(d)$ 。

由均匀度引起的标准不确定度分量：

已知测量点数 $n=5$ ，硬度值的重复性 w ，按极差法可算出标准不确定度分量：

$$s = \frac{w}{d_n \times \sqrt{n}}$$

$$d_n = 2.33, n = 5$$

A.1.2 B类不确定度

工作基准机不确定度见表 A.1。

表 A.1 工作基准布氏硬度机不确定度

试验力/N	工作基准布氏硬度机不确定度 $U_1(k=2)$ %
$F \geq 1\ 839$	0.5
$1\ 839 > F \geq 98.07$	1.0

$$u_1 = \frac{U_1}{2}$$

A.1.3 合成标准不确定度

$$u_{crel} = \sqrt{s^2 + u_1^2}$$

A.1.4 标准块校准不确定度

$$U_{rel} = k \times u_{crel}$$

A.2 不确定度计算示例

A.2.1 某一标准块由工作基准布氏硬度机标定（HBW 10/3 000），均匀度 $J_{rel}(d) = 1.0\%$ 。

$$w = 2J_{rel}(d) = 2.0\%$$

由硬度块均匀度带来的标准不确定度：

$$s = \frac{w}{d \times \sqrt{n}} = \frac{2.0\%}{2.33 \times \sqrt{5}} = 0.38\%$$

A.2.2 由工作基准布氏硬度机带来的不确定度：

$$u_{1\text{rel}} = \frac{U}{k} = \frac{0.5\%}{2} = 0.25\%$$

A.2.3 合成标准不确定度

$$u_{\text{crel}} = \sqrt{s^2 + u_{1\text{crel}}^2} = \sqrt{0.38^2 + 0.25^2} \% = 0.45\%$$

A.2.4 校准不确定度 U_{rel}

$$\text{校准不确定度 } U_{\text{rel}} = k u_{\text{crel}} = 2 \times 0.45\% = 0.9\% (k=2)$$

附录 B

标准金属布氏硬度块检定原始记录格式

送检单位_____ 单位地址_____

型 号_____ 出厂编号_____ 制造单位_____

外观检查_____ 检定地点_____ 室温_____ 相对
湿度_____

检定前状态_____ 检定后状态_____ 检定日期_____

检定结论_____ 检定周期_____ 证书编号_____

本次检定的技术依据：JJG 147—2017《标准金属布氏硬度块》

检定所用的计量基准/标准：

名 称	测量范围	不确定度	证书编号	有效日期

1. 检定所用的计量器具：

名 称	测量范围	不确定度	证书编号	有效日期	使用前 状态	使用后 状态

2. 示值：

硬度 块 编号	标 尺	压痕直径测量值/mm						均匀度 %	硬度值 (HBW)	修正值 (HBW)	修正后 硬度值 (HBW)	稳定度 %
		单次测量 方向和 平均值	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5					
		X 向										
		Y 向										
		$(dx+dy)/2$										
		取 为 标准压痕并做标记										

检定_____ 核验_____

附录 C

标准金属布氏硬度块检定证书和检定结果通知书内页格式

C.1 检定证书内页格式

硬度块编号	硬度值	硬度块均匀度 (d) %	标准压痕

特别提示：

标准块工作面上用正方形标注的压痕为标准压痕，其相邻的边长为两测量压痕直径的方位。

标准块相对均匀度为 5 个硬度压痕直径最大值减最小值之差除以 5 个压痕直径平均值，用百分比表示。此定义与以前版本的 JJG 147 有所不同，与国家标准及其他国际标准一致。

说明：

- 只准在工作面上使用；
- 测定点应均匀分布；
- 试验力保持时间 s ；
- 用后要妥善保管，防止锈蚀、碰撞；
- 圆形标准块中心直径 ϕ mm 范围内为非测试区域。

C.2 检定结果通知书内页格式

标准块编号	硬度值	均匀度

特别提示：

标准块工作面上用正方形标注的压痕为标准压痕，其相邻的边长为两测量压痕直径的方位。

硬度块相对均匀度为 5 个硬度压痕直径最大差值减最小值之差除以 5 个压痕直径平

均值，用百分比表示。此定义与以前版本的 JJG 147 有所不同，与国家标准及其他国际标准一致。

不合格项目：
