



中华人民共和国工业和信息化部
兵工民品计量技术规范

JJF（兵工民品） 0024—2023

全自动布氏压痕测量系统校准规范

Calibration Specification for Automatic Brinell Indentation Measurement System

（报批稿）

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

全自动布氏压痕测量系统 校准规范

JJF（兵工民品） 0024—2023

Calibration Specification for Automatic
Brinell Indentation Measurement System

归口单位：中国兵器工业标准化研究所

主要起草单位：国营第六一八厂

参与起草单位：江苏科技大学

本规范技术条文委托起草单位负责解释

本规范主要起草人：

李 宁（国营第六一八厂）

杜 勤（国营第六一八厂）

陈建志（江苏科技大学）

参加起草人：

武 盼（国营第六一八厂）

吴建海（国营第六一八厂）

李国超（江苏科技大学）

周宏根（江苏科技大学）

目 录

引言 (II)

1 范围..... (1)

2 引用文件..... (1)

3 概述..... (1)

3.1 原理..... (1)

3.2 结构..... (1)

3.3 用途..... (2)

4 计量特性..... (2)

5 校准条件..... (2)

5.1 环境条件..... (2)

5.2 测量标准及其他设备..... (2)

6 校准项目和校准方法..... (3)

6.1 校准项目..... (3)

6.2 校准方法..... (3)

7 校准结果表达..... (5)

8 复校时间间隔..... (5)

附录 A 原始记录格式..... (6)

附录 B 校准证书内页格式..... (7)

附录 C 测量不确定度评定示例..... (8)

引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》编写。

本规范为首次发布。

全自动布氏压痕测量系统校准规范

1 范围

本规范适用于全自动布氏硬度压痕测量系统的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

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

3 概述

3.1 原理

把全自动布氏硬度压痕测量系统 CCD 摄像头置于布氏硬度压痕上，移动摄像头使压痕在视场范围内，按下摄像头或者屏幕上的测量按钮，对压痕进行 800 次随机扫描，应用光电技术和计算机技术对扫描数据进行计算得到压痕直径。布氏硬度值按公式（1）计算。

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

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。

3.2 结构

全自动布氏压痕测量系统主要由专用测量软件、电脑、数据处理系统、CCD 摄像头、数据线等组成，结构图见图 1。全自动布氏压痕测量系统应带有用户使用操作指南等技术文件。

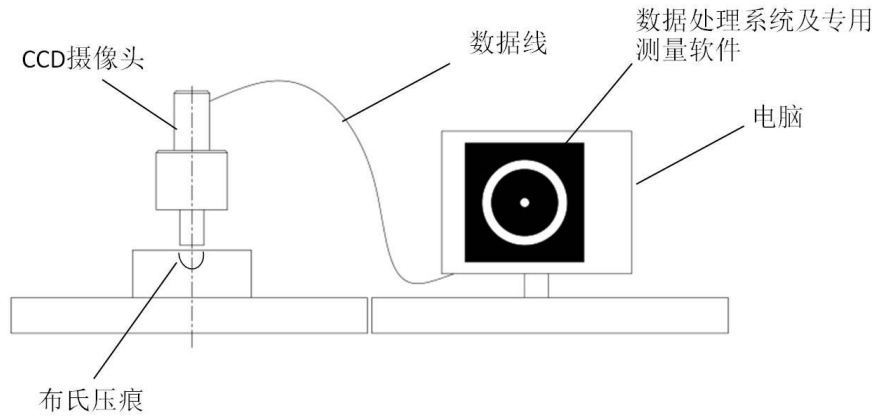


图1 全自动布氏压痕测量系统结构图

3.3 用途

自动测量布氏硬度压痕直径并计算得出布氏硬度值。

4 计量特性

全自动布氏硬度压痕测量系统计量特性见表1。

表1 全自动布氏硬度压痕测量系统计量特性

| 序号 | 硬度测量范围（HBW） | 示值最大允许误差 δ （%） | 示值重复性 H_{cf} （%） |
|----|-----------------------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | ≤ 125 | ± 2.5 | ≤ 3.0 |
| 2 | $125 < \text{HBW} \leq 225$ | ± 2.0 | ≤ 2.5 |
| 3 | > 225 | ± 1.5 | ≤ 2.0 |

5 校准条件

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：全自动布氏压痕测量系统在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的环境条件下校准。在此温度以外进行的测量系统后续校准或者使用中检验时，环境温度不应低于 10°C 和不应高于 35°C ，校准时温度应在校准记录和证书中注明。

5.1.2 相对湿度：不大于 80%。

5.1.3 周围无影响仪器正常工作的电磁干扰和机械振动。

5.2 主要校准设备及要求

校准过程中所用设备为标准硬度块，应经过计量技术机构检定或校准，满足校准使用要求，并在有效期内，标准硬度块要求见表2、表3。校准项目及技术指标见表4。

表2 标准硬度块的均匀度最大允许要求

| 5 个压痕直径的算数平均值 \bar{d} mm | 均匀度 $J_{\text{rel}}(d)$ % |
|---|------------------------------|
| $\bar{d} < 0.5$ | 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%。 | |

表3 标准硬度块的稳定性要求

| 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 |

表4 校准项目及技术要求

| 校准项目 | 校准用标准物质 | | | |
|------------|-------------------|--------------|------------|------------|
| | 名称 | 技术要求 | | |
| 示值误差和示值重复性 | 标准硬度块 (一套共计九块) | HBW10/3000 | 硬度范围 | ≤ 225 |
| | | | | > 225 |
| | | HBW10/1000 | ≤ 125 | |
| | | HBW5/750 | 硬度范围 | ≤ 225 |
| | | | | > 225 |
| | | HBW5/250 | ≤ 125 | |
| | | HBW2.5/187.5 | 硬度范围 | ≤ 225 |
| | | | | > 225 |
| | | HBW2.5/62.5 | ≤ 125 | |

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

布氏硬度示值误差和示值重复性。

6.2 校准方法

6.2.1 外观、安装及其要求

6.2.1.1 全自动布氏硬度压痕测量系统应有铭牌，标明产品名称、产品型号、编号、制

造单位名称及制造年月。

6.2.1.2 全自动布氏硬度压痕测量系统应按规定调整至符合技术要求。

6.2.1.3 全自动布氏硬度压痕测量系统数据线与电脑相连, 测量装置应能正常、灵活工作。

6.2.1.4 开机后, 确保全自动布氏压痕测量系统正常工作, 并确认无影响测量的因素后, 再进行校准。

6.2.2 标准硬度块的选取

首次校准应按照表 4 规定的硬度范围选取标准硬度块进行校准, 在后续校准或者使用中检验时可只对常用测量范围进行校准。

6.2.3 示值重复性

6.2.3.1 将全自动布氏硬度压痕测量系统对准标准压痕, 调整合适的位置, 使得标准压痕处于电脑屏幕的正中间, 按下测量按钮, 对同一标准压痕共测量五次, 并记录硬度值, 原始记录表格式见附录 A。

6.2.3.2 示值重复性按公式 (2) 计算。

$$H_{cf} = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{\bar{H}_j} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

H_{cf} ——测量系统示值重复性, %;

H_{\max} ——五次中硬度最大值, HBW;

H_{\min} ——五次中硬度最小值, HBW;

\bar{H}_j ——五次硬度值的算术平均值, HBW。

6.2.4 示值误差

6.2.4.1 将全自动布氏硬度压痕测量系统对准标准压痕, 调整合适的位置, 使得标准压痕处于电脑屏幕的正中间, 按下测量按钮, 对同一标准压痕共测量五次, 并记录硬度值, 原始记录表格式见附录 A。

6.2.4.2 示值误差按公式 (3) 计算。

$$\delta = \frac{\bar{H}_j - H_k}{H_k} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

δ ——测量系统示值误差, %;

\bar{H}_j ——五次硬度值的算术平均值, HBW;

H_k ——硬度块的标准值, HBW。

7 校准结果表达

校准结束后出具校准证书，推荐原始记录格式见附录A，校准证书内页格式见附录B。校准证书应准确、客观的报告校准结果。校准结果用校准数据的形式给出，测量不确定度的评定应符合JJF 1059.1的要求，测量不确定度评定示例见附录C。校准证书应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的说明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

8 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等因素所决定，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，一般不超过一年。

附录 A

原始记录格式

| | | | |
|-------|--|-------|--|
| 委托方名称 | | 委托方地址 | |
| 被测设备 | | 制造者 | |
| 型号 | | 编号 | |
| 依据文件 | | 校准地点 | |
| 温度 | | 湿度 | |

计量标准器信息

| | | | | |
|-------|------|------|------|-----|
| 标准器名称 | 测量范围 | 技术指标 | 溯源证书 | 有效期 |
| | | | | |

1 外观及工作正常性检查

表 1 外观及工作正常性检查

| | |
|---------|------|
| 项目 | 检查结果 |
| 外观检查 | |
| 工作正常性检查 | |

2 硬度

表 2 硬度

| 编号 | 标准硬度 | 测量结果（HBW） | | | | | | 示值误差 /% | 示值重复性 /% |
|----|------|-----------|---|---|---|---|-----|------------|-------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 平均值 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

3 测量结果不确定度：

测量结果的扩展不确定度： $U=$ HBW， $k=2$ 。

校准人：

核验人：

原始记录编号：

附录 B

校准证书内页格式

1 外观及工作正常性检查

表 1 外观及工作正常性检查

| 项目 | 检查结果 |
|---------|------|
| 外观检查 | |
| 工作正常性检查 | |

2 校准结果

表 2 校准结果

| 序号 | 校准项目名称 | 校准结果 | 备注 |
|----|---------|------|----|
| 1 | 示值误差/% | | |
| 2 | 示值重复性/% | | |
| | | | |
| | | | |

3 测量不确定度

测量结果的扩展不确定度： $U=$ HBW， $k=2$ 。

附录 C

全自动布氏硬度压痕测量系统测量不确定度评定示例

C.1 建立数学模型

数学模型见公式 (C.1)。

$$\delta = \bar{H}_j - H_k \quad (\text{C.1})$$

式中：

δ ——压痕测量系统示值误差，HBW；

\bar{H}_j ——布氏压痕五次校准值的算数平均值，HBW；

H_k ——标准布氏硬度压痕值，HBW。

C.2 不确定度来源

不确定度来源包含测量重复性引入的标准不确定度 $u(e_1)$ 和标准布氏硬度块引入的标准不确定度 $u(e_2)$ 。

C.3 标准不确定度评定

C.3.1 压痕测量系统的重复性引入的标准不确定度 u_1

在温度为 22.5℃，相对湿度为 40% 的环境条件下，用标准值为 104HBW10/1000 的标准布氏硬度块对压痕测量系统进行校准，进行五次重复性测量，结果分别为 103HBW10/1000、103HBW10/1000、104HBW10/1000、102HBW10/1000 和 104HBW10/1000，平均值 103HBW10/1000，重复性引入的标准不确定度用极差法按公式 (C.2) 计算。

$$S_n(\bar{x}) = \frac{R}{d_n} \quad (\text{C.2})$$

查极差系数 $d_5 = 2.33$ ， $S_n(\bar{x}) = \frac{2\text{HBW10/1000}}{2.33} = 0.868\text{HBW10/1000}$ ，则压痕测量系

统的重复性引入的标准不确定度为：

$$u_1 = S_n(\bar{x}) / \sqrt{5} = \frac{0.868\text{HBW10/1000}}{\sqrt{5}} = 0.384\text{HBW10/1000}$$

C.3.2 标准布氏硬度块引入的标准不确定度 u_2

经查检定证书，标准值为 104 HBW10/1000 的标准布氏硬度块的均匀度为 0.9%，均

匀度为五次标准布氏硬度块最大减最小值除以标准值所得，查极差系数 $d_5 = 2.33$ ，

$$S_n(\bar{x}) = \frac{0.936\text{HBW}10/1000}{2.33} = 0.402\text{HBW}10/1000, \text{ 则标准布氏硬度块引入的标准不确定}$$

度 u_B 为:

$$u_2 = S_n(\bar{x}) / \sqrt{5} = \frac{0.402\text{HBW}10/1000}{\sqrt{5}} = 0.180\text{HBW}10/1000$$

C.4 合成标准不确定度

合成标准不确定度为:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.42\text{HBW}10/1000$$

C.5 扩展不确定度

取置信概率 $P=95\%$ ，包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为:

$$U = k \cdot u_c = 2u_c = 0.84\text{HBW}10/1000 (k=2)$$

用均匀度为 0.9% ，标准值为 $104 \text{ HBW}10/1000$ 的标准布氏硬度块对压痕测量系统进行校准时，则压痕测量系统测量结果相对扩展不确定度为:

$$U_{\text{rel}} = 0.8\% (k=2)$$

中华人民共和国工业和信息化部
军工民品计量技术规范
全自动布氏压痕测量系统校准规范
JJF (军工民品) 0024—2023
版权所有 不得翻印