

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1594—2016

携带式洛氏硬度计校准规范

Calibration Specification for Portable Rockwell Hardness Testers

2016-11-30 发布

2017-02-28 实施

国家质量监督检验检疫总局 发布

携带式洛氏硬度计校准规范

Calibration Specification for Portable
Rockwell Hardness Testers

JJF 1594—2016

归口单位：全国力值硬度计量技术委员会

主要起草单位：上海市计量测试技术研究院

中国计量科学研究院

中航工业北京长城计量测试技术研究所

沈阳天星试验仪器有限公司

浙江省计量科学研究院

参加起草单位：南昌况氏硬度块制造有限公司

辽宁省计量科学研究院

本规范委托全国力值硬度计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

虞伟良（上海市计量测试技术研究院）

张 峰（中国计量科学研究院）

石 伟（中航工业北京长城计量测试技术研究所）

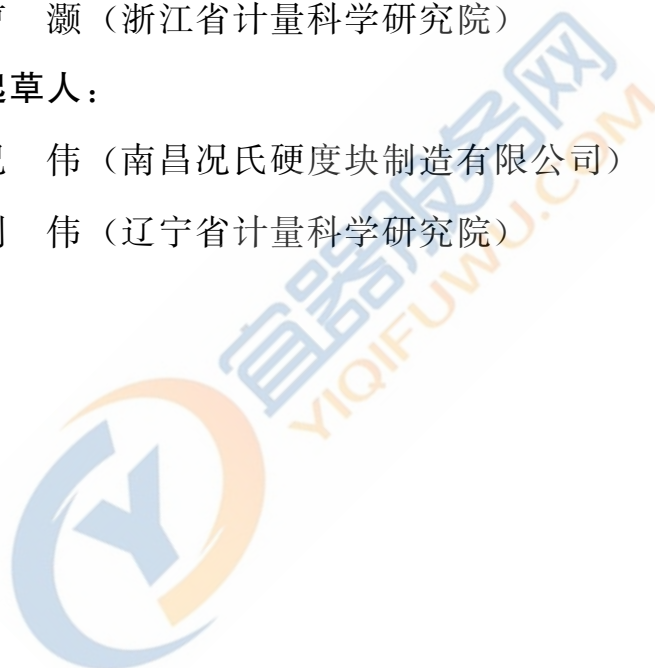
张凤林（沈阳天星试验仪器有限公司）

曹 灏（浙江省计量科学研究院）

参加起草人：

况 伟（南昌况氏硬度块制造有限公司）

刘 伟（辽宁省计量科学研究院）



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 硬度计结构	(2)
4 计量特性	(3)
4.1 基本性能	(3)
4.2 指示装置	(3)
4.3 试验力	(3)
4.4 硬度计示值	(3)
5 校准条件	(4)
6 校准项目和校准方法	(4)
6.1 校准前检查	(4)
6.2 试验力的校准	(4)
6.3 硬度计示值的校准	(5)
7 校准结果	(5)
8 复校时间间隔	(6)
附录 A 携带式洛氏硬度计校准记录内页格式	(7)
附录 B 携带式洛氏硬度计校准证书内页格式	(8)
附录 C 携带式洛氏硬度计示值误差校准不确定度评定方法及示例	(9)

引 言

本规范根据 JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》规定的规则编写。

本规范在制定过程中充分考虑了国家标准 GB/T 230.1—2009《金属材料 洛氏硬度试验 第1部分：试验方法（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）》、GB/T 230.2—2012《金属材料 洛氏硬度试验 第2部分：硬度计（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）的检验与校准》、GB/T 230.3—2012《金属材料 洛氏硬度试验 第3部分：标准硬度块（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）的标定》、ISO 6508-1: 2015 Metallic materials—Rockwell hardness test—Part 1: Test method、ISO 6508-2: 2015 Metallic materials—Rockwell hardness test—Part 2: Verification and calibration of testing machines and indenters、ISO 6508-3: 2015 Metallic materials—Rockwell hardness test—Part 3: Calibration of reference blocks 与 ASTM E110-14 Standard Test Method for Rockwell and Brinell Hardness of Metallic Materials by Portable Hardness Testers 等标准的术语、符号与定义以及相关的技术要求、技术指标和测试方法。本规范给出了携带式洛氏硬度计计量特性的校准条件、校准项目和校准方法。

本规范为首次发布。

携带式洛氏硬度计校准规范

1 范围

本规范适用于按 GB/T 230.1 进行洛氏硬度试验的携带式洛氏硬度计的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 112—2013 金属洛氏硬度计（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）

JJG 113 标准金属洛氏硬度块（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）

JJG 144 标准测力仪

GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分：试验方法（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）

GB/T 230.2 金属材料 洛氏硬度试验 第 2 部分：硬度计（A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺）的检验与校准

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

洛氏硬度的试验原理是：在初试验力 F_0 及总试验力 F 先后作用下，将金刚石圆锥压头或规定直径的球压头压入试样表面，经规定的保持时间，卸除主试验力 F_1 ，测量保留初试验力 F_0 时的压痕残余深度 h ，根据 h 值及常数 N 和 S ，用式（1）计算洛氏硬度值。

$$HR = N - \frac{h}{S} \quad (1)$$

式中：

HR——洛氏硬度值；

N ——给定标尺的硬度数；

h ——卸除主试验力后，在初试验力下压痕残留的深度（残余压痕深度），mm；

S ——给定标尺的单位数，mm。

常用洛氏硬度计算公式和洛氏标尺见表 1。

表 1 常用洛氏硬度标尺

硬度标尺	压头类型	初试验力 F_0/N	主试验力 F_1/N	总试验力 F/N	硬度值 计算公式	使用范围
HRA	金刚石圆锥体	98.07	490.3	588.4	$100 - \frac{h}{0.002}$	(20~88) HRA
HRBW	$\phi 1.5875\text{ mm}$ 球		882.6	980.7	$130 - \frac{h}{0.002}$	(20~100) HRBW
HRC	金刚石圆锥体		1 373	1 471	$100 - \frac{h}{0.002}$	(20~70) HRC
HR15N	金刚石圆锥体	29.42	117.7	147.1	$100 - \frac{h}{0.001}$	(70~94) HR15N
HR30N	金刚石圆锥体		264.8	294.2		(42~86) HR30N
HR45N	金刚石圆锥体		411.9	441.3		(20~77) HR45N
HR15TW	$\phi 1.5875\text{ mm}$ 球		117.7	147.1		(67~93) HR15TW
HR30TW	$\phi 1.5875\text{ mm}$ 球		264.8	294.2		(29~82) HR30TW
HR45TW	$\phi 1.5875\text{ mm}$ 球		411.9	441.3		(10~72) HR45TW

携带式洛氏硬度计（以下简称硬度计）主要用于大型、异形及复杂零部件的洛氏硬度现场测试，可以满足工业生产等领域特殊零部件的洛氏硬度测试要求。

3.2 硬度计结构

硬度计按外形结构可分为 C 型、井型、磁力式等类型。硬度计由支座、加力手轮、力值指示表、示值读数鼓轮或指示装置、砧座及压头等部件组成，见图 1 至图 3。

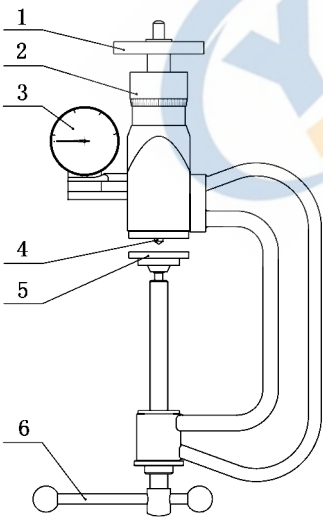


图 1 C 型洛氏硬度计

1—加力手轮；2—读数鼓轮；3—力值指示表；
4—压头；5—砧座；6—手柄

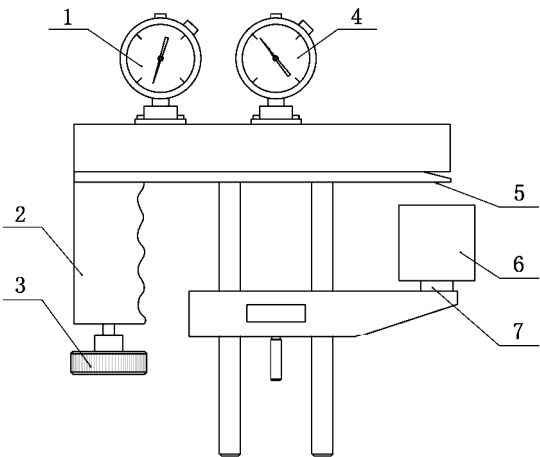


图 2 井型洛氏硬度计

1—力值指示表；2—手柄；3—加力手轮；
4—示值指示表；5—压头；6—试样；7—砧座

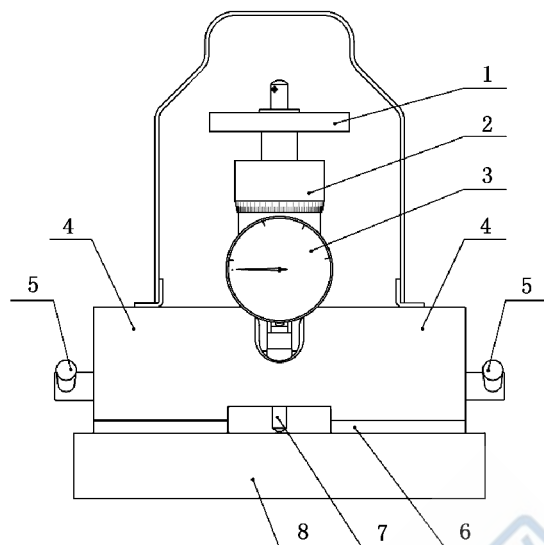


图3 磁力式洛氏硬度计

1—加力手轮；2—读数鼓轮；3—力值指示表；4—磁力吸盘；
5—磁力开关手柄；6—适配器；7—压头；8—试样

4 计量特性^①

4.1 基本性能

4.1.1 硬度计应有铭牌，铭牌上应标明产品名称、型号、编号、制造者名称等信息。

4.1.2 硬度计的主轴、加力机构、升降机构等装置均应正常灵活地工作，传动部件及丝杆无晃动，不应有卡滞现象。

4.2 指示装置

4.2.1 模拟式指示装置的表盘应透明、标度盘的标度标记应清晰、正确、易于读数，刻线宽度与分度间隔应均匀一致；指针不得与标度盘、表盘有任何接触；指针尖端的宽度应不大于分度值的五分之一。在示值范围内指针的移动不得有任何卡滞或跳动现象。

鼓轮的刻线应清晰完整、易于读数，刻线宽度与分度间隔应均匀一致。

4.2.2 数字式指示装置的显示应清晰完整、连续、稳定。

4.2.3 模拟式指示装置的分度值应不低于2个硬度单位，数字式指示装置的分辨力应不低于1个硬度单位。

4.3 试验力

4.3.1 初试验力 F_0 （在主试验力 F_1 施加前和卸除后）的偏差为 $\pm 3.0\%$ 。

4.3.2 总试验力 F 的偏差为 $\pm 2.0\%$ 。

4.4 硬度计示值

硬度计示值的最大允许误差及示值重复性见表2。

^① 计量特性条文中给出的技术指标不是用于合格性判定，仅供参考。

表 2 硬度计示值最大允许误差和示值重复性

硬度标尺	标准块的硬度范围	示值最大允许误差	示值重复性*
HRA	(20~75) HRA	±3 HRA	≤0.03 (100- $\bar{H}$) 或 1.2 HR
	(>75~88) HRA	±2.5HRA	
HRBW	(20~45) HRB	±6 HRB	≤0.06 (130- $\bar{H}$) 或 1.8 HR
	(>45~80) HRB	±4.5 HRB	
	(>80~100) HRB	±3 HRB	
HRC	(20~70) HRC	±2.5 HRC	≤0.03 (100- $\bar{H}$) 或 1.2HR
HR15N	(70~91) HR15N	±3 HRN	≤0.06 (100- $\bar{H}$) 或 1.8HR
HR30N	(42~80) HR30N		
HR45N	(20~70) HR45N		
HR15TW	(73~93) HR15TW	±4.5 HRT	≤0.09 (100- $\bar{H}$) 或 3.6HR
HR30TW	(43~82) HR30TW		
HR45TW	(12~72) HR45TW		
* 有两个值时取其中较大值。			
注： $\bar{H}$ 为 5 点硬度平均值。			

5 校准条件

硬度计应在 (10~35)℃ 和相对湿度不超过 80% 的环境条件下进行校准, 温度和湿度均应在校准记录或校准证书中注明。

6 校准项目和校准方法

校准项目及使用仪器见表 3。

表 3 校准项目及使用仪器

校准项目	使用仪器名称	使用仪器技术要求
试验力	标准测力仪	0.3 级及以上
硬度计示值	标准洛氏硬度块	硬度范围见 JJG 112—2013 表 9

6.1 校准前检查

按 4.1 和 4.2 的要求, 通过实际操作和观察进行基本性能和指示装置功能的检查。

6.2 试验力的校准

6.2.1 取下压头, 将硬度计固定在支架上, 使主轴垂直于水平面, 将符合 JJG 144 要求的标准测力仪的力传感器放置在砧座或底座上, 使其受力点对准主轴轴线, 转动加力手轮, 使力值指示表读数至最大值, 预压三次, 将测力仪显示值置零。

6.2.2 转动加力手轮，分别在力值指示表指示的初试验力及每级主试验力位置上读取标准测力仪的读数，每级试验力测量 3 次。试验力偏差按公式 (2) 计算：

$$W = \frac{K - K_0}{K_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

W ——试验力偏差；

K_0 ——试验力对应的标准测力仪示值；

K ——测力仪 3 次读数与 K_0 相差最大的示值。

6.3 硬度计示值的校准

6.3.1 硬度计应使用符合 JJG 112 要求的金刚石圆锥体压头和球压头。

6.3.2 对于选定校准的标尺，按 GB/T 230.1 的要求选用相应的试验力和压头。

6.3.3 应使用符合 JJG 113 要求的标准洛氏硬度块（以下简称标准块）进行硬度计示值校准。

6.3.4 硬度计应对其使用的常用标尺进行校准，可从 JJG 112—2013 表 9 规定的硬度范围中选用带 * 号的标准块；对于单一标尺的校准，应从 JJG 112—2013 表 9 规定的硬度范围中至少选用一块硬度值接近试件硬度范围的标准块。

6.3.5 校准前，先在标准块上至少试压 3 次，使硬度计各部位处于良好的工作状态。

6.3.6 校准时，主试验力施加时间为 (1~8) s；总试验力保持时间为 (4±2) s；主试验力在 (2~8) s 内平稳卸除。

6.3.7 在标准块的工作面上测定 6 点，第 1 点不计，其余 5 点均匀分布，两相邻压痕中心之间的距离及压痕中心至硬度块边缘的距离应不小于 2 mm。

6.3.8 所测 5 点的硬度平均值与标准块硬度值之差即为该硬度计的示值误差 δ ；5 点硬度值中最大值与最小值之差即为该硬度计的示值重复性 b 。

硬度计示值误差 δ 按公式 (3) 计算：

$$\delta = \overline{H}_m - H_b \quad (3)$$

式中：

$\overline{H}_m$ ——5 点硬度的平均值；

H_b ——标准块的硬度值。

硬度计示值重复性按公式 (4) 计算：

$$b = H_{\max} - H_{\min} \quad (4)$$

式中：

$H_{\max}$ ——5 点硬度测定值的最大值；

$H_{\min}$ ——5 点硬度测定值的最小值。

7 校准结果

经过校准的硬度计发给校准证书，校准证书的内容及内页格式见附录 C。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身的质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自行确定复校时间间隔。



附录 A

携带式洛氏硬度计校准记录内页格式

证书编号 _____
 客户名称 _____ 温度 _____ °C 湿度 _____ %RH
 仪器名称 _____ 型号 _____ 编号 _____
 制造商 _____ 依据的技术文件 _____
 使用的计量标准器 _____ 标准器证书编号 _____

一、基本性能的检查：

二、试验力校准

试验力/N	标准测力仪示值 K_0	硬度计试验力测量值			与 K_0 相差最大的示值 K	试验力偏差 %
		1	2	3		

三、硬度计示值校准

HR

标准块		硬度计示值						示值 误差	示值 重复性	扩展不确定度 $U(k=2)$
编号	硬度值	1	2	3	4	5	平均值			

校准员 _____ 核验员 _____ 校准日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日
 建议复校周期 _____ 年

附录 B

携带式洛氏硬度计校准证书内页格式

证书编号 _____

一、试验力校准结果

试验力/N	标准测力仪示值 K_0	与 K_0 相差最大的示值 K	试验力偏差/%

二、硬度计示值校准结果

HR

标准块		硬度计示值平均值	示值误差	扩展不确定度 $U (k=2)$
编号	硬度值			

注：校准证书的内容应符合 JJF 1071《国家计量校准规范编写规则》要求，由于各实验室对校准证书有各自的版式，本附录仅给出与校准结果相关部分的内页格式。

附录 C

携带式洛氏硬度计示值误差校准不确定度评定方法及示例

C.1 概述

C.1.1 测量对象

携带式洛氏硬度计；

C.1.2 测量标准

标准洛氏硬度块；

C.1.3 测量方法

用符合 JJG 113 中规定的 (60~70) HRC 标准块对硬度计进行示值测量。在每一硬度块上重复测量 5 次，5 次测量的算术平均值和硬度块标准值之差即为硬度计的示值误差。

C.2 测量模型

$$\delta = H_m - H_b$$

式中：

δ ——硬度计的示值误差，HRC；

H_m ——硬度计示值的算术平均值，HRC；

H_b ——硬度块的标准值，HRC。

C.3 不确定度传播律

输入量 H_m 和 H_b 彼此独立不相关，故

$$u^2(\delta) = c_1^2 u^2(H_m) + c_2^2 u^2(H_b) = u_1^2(\delta) + u_2^2(\delta)$$

$$\text{式中, } c_1 = \frac{\partial \delta}{\partial H_m} = 1 \quad c_2 = \frac{\partial \delta}{\partial H_b} = -1。$$

C.4 标准不确定度评定

C.4.1 输入量 H_m 的标准不确定度 $u(H_m)$ 的评定

输入量 H_m 的标准不确定度来源主要由以下两部分构成：

a) 硬度计示值重复性引起的标准不确定度分项 $u(H_{m1})$ ；

b) 硬度计的分辨力引起的标准不确定度分项 $u(H_{m2})$ 。

C.4.1.1 硬度计示值重复性引起的标准不确定度分项 $u(H_{m1})$ 的评定

硬度计的示值重复性来源于硬度计机构和标准硬度块的均匀度两个因素，由于硬度计示值是硬度计在标准硬度块上的不同区域测得的结果，其测量的特殊性是同一点不可能重复测试，所以硬度计示值重复性已包含了标准块均匀度对其示值的影响。采用 A 类方法进行评定。

用一块硬度值为 61.3 HRC 的标准块在一台硬度计上进行连续 5 次测量，得到一测量列，其测量结果的平均值和实验标准差见表 C.1。

表 C.1 测量结果的平均值和实验标准差

序号	测定的硬度值/HRC
1	60.5
2	61.5
3	62.0
4	61.5
5	62.5
示值算术平均值 $\bar{H}$	61.6
实验标准差 s_i	0.74

实际测量中，每块标准块在重复性条件下连续测量 5 次，以该 5 次的算术平均值为测量结果。其不确定度按公式 (C.1) 计算。

$$u(H_{m1}) = \frac{s_i}{\sqrt{n}} \quad (C.1)$$

$$u(H_{m1}) = 0.33(\text{HRC})$$

C.4.1.2 硬度计的分辨力引起的标准不确定度分项 $u(H_{m2})$ 的评定

硬度计示值读数鼓轮的分度值为 1 个硬度单位，分辨力导致的示值误差限为 ± 0.5 个硬度单位。即其分散区的半宽 a 为 0.5 个硬度单位，由于被测量可能值出现在这一分散区间之内的任一点的概率相等，其变化服从矩形分布，采用 B 类方法进行评定。其不确定度按公式 (C.2) 计算。

$$u(H_{m2}) = \frac{a}{k} = \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.29(\text{HRC}) \quad (C.2)$$

C.4.2 输入量 H_b 的标准不确定度 $u(H_b)$ 的评定

标准块的不确定度由定值证书给出，采用 B 类评定方法进行评定。

硬度值为 61.3HRC 的标准块校准证书给出其扩展不确定度为 0.3 HRC，包含因子

$$k=2, \text{ 则 } u(H_b) = \frac{a}{k} = \frac{0.3}{2} = 0.15(\text{HRC})$$

C.5 合成标准不确定度

C.5.1 主要标准不确定度汇总表

主要标准不确定度汇总表见表 C.2。

表 C.2 标准不确定度汇总表

δ , 不确定度来源	a/HRC	k	u/HRC
硬度计的示值平均值重复性 H_{m1}	0.33	1	0.33
硬度计的分辨力 H_{m2}	0.5	$\sqrt{3}$	0.29
标准块证书给出的标准不确定度 H_b	0.3	2	0.15

C.5.2 合成标准不确定度的计算

输入量 H_m 和 H_b 彼此独立不相关, 所以合成标准不确定度可按公式 (C.3) 计算:

$$u_c^2(\Delta h) = \left(\frac{\partial \Delta h}{\partial H_m} \cdot u(H_m) \right)^2 + \left(\frac{\partial \Delta h}{\partial H_b} \cdot u(H_b) \right)^2 = [c_1 u(H_m)]^2 + [c_2 u(H_b)]^2 \quad (C.3)$$

$$u_c(\Delta h) = \sqrt{0.33^2 + 0.29^2 + 0.15^2} = 0.46 \text{ (HRC)}$$

C.5.3 扩展标准不确定度的计算

取包含概率 $p=95\%$, 可取包含因子 $k=2$, 则: $U=ku_c(\Delta h)$ 。

$$U=2 \times 0.46 = 0.92 \approx 1.0 \text{ (HRC)}$$

C.6 测量不确定度的报告与表示

便携式洛氏硬度计示值误差测量结果的不确定度为:

$$U=1.0 \text{ HRC} \quad (k=2)$$