

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 2075—2023

橡胶国际硬度计(N、H、L 标尺) 校准规范

Calibration Specification for
International Rubber Hardness Degrees Testers
(Scales N, H, L)

2023-10-12 发布

2024-04-12 实施

国家市场监督管理总局 发布

橡胶国际硬度计
(N、H、L 标尺) 校准规范
Calibration Specification for International
Rubber Hardness Degrees Testers
(Scales N, H, L)

JJF 2075—2023
代替 JJG 666—1990
正文部分

归口单位：全国力值硬度重力计量技术委员会

主要起草单位：广东省计量科学研究院

昆山市创新科技检测仪器有限公司

参加起草单位：中航工业北京长城计量测试技术研究所

本规范委托全国力值硬度重力计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

陈明华（广东省计量科学研究院）

何广霖（广东省计量科学研究院）

吴向垒（广东省计量科学研究院）

陶泽成（昆山市创新科技检测仪器有限公司）

参加起草人：

石 伟（中航工业北京长城计量测试技术研究所）



目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
4.1 压足	(1)
4.2 压头	(2)
4.3 试验力	(2)
4.4 测量指示机构	(2)
4.5 示值误差及示值重复性	(2)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 校准设备	(3)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 校准项目	(3)
6.2 校准前检查	(3)
6.3 压足的校准	(4)
6.4 压头的校准	(4)
6.5 试验力的校准	(5)
6.6 测量指示机构的校准	(5)
6.7 示值误差及示值重复性的校准	(6)
7 校准结果表达	(6)
8 复校时间间隔	(6)
附录 A 橡胶国际硬度计压入深度差 D 值与 IRHD 换算关系	(7)
附录 B 橡胶国际硬度计校准记录格式	(9)
附录 C 橡胶国际硬度计校准证书内页格式	(11)
附录 D 橡胶国际硬度计示值校准结果的不确定度评定方法及示例	(13)

引 言

JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》、JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成修订本规范的基础性系列规范。

本规范在修订过程中充分考虑了 GB/T 23651—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度测试 介绍与指南》、GB/T 6031—2017《硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定 (10 IRHD~100 IRHD)》、GB/T 39693.9—2021《硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定 第9部分：硬度计的校准和验证》、ISO 48-1: 2018《硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定 第1部分：介绍和指南》(Rubber, vulcanized or thermoplastic—Determination of hardness—Part 1: Introduction and guidance)、ISO 48-2: 2018《硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定 第2部分：硬度范围 10 IRHD~100 IRHD》(Rubber, vulcanized or thermoplastic—Determination of hardness—Part 2: Hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)、ISO 48-9: 2018《硫化橡胶或热塑性橡胶 硬度的测定 第9部分：硬度计的校准和验证》(Rubber, vulcanized or thermoplastic—Determination of hardness—Part 9: Calibration and verification of hardness testers)等有关标准的术语、符号与定义，以及相关的技术要求、技术指标和检验方法。本规范给出了橡胶国际硬度计(N、H、L标尺)的计量特性的具体校准条件、校准项目和校准方法。

本规范代替 JJG 666—1990《定负荷橡胶国际硬度计》。与 JJG 666—1990 相比，本规范主要技术变化如下：

- 将检定规程转换为校准规范；
- 原规程附录1 橡胶国际硬度 (IRHD) 标准块独立修订为 JJF 2074—2023《标准橡胶国际硬度块 (N、H、L 标尺) 校准规范》；
- 将本规范的适用范围明确为 N、H、L 共 3 个标尺；
- 取消硬度计主轴对试样支承台面垂直度要求；
- 取消硬度计振动机构产生的噪音要求；
- 硬度计示值重复性改为 1.5 IRHD。

本规范历次版本的发布情况为：

- JJG 666—1990。

橡胶国际硬度计（N、H、L 标尺） 校准规范

1 范围

本规范适用于橡胶国际硬度计(N、H、L 标尺)的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 7220 产品几何量技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 表面粗糙度 术语
参数测量

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法

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

橡胶国际硬度通过测量一定直径钢球压头在一个小的接触试验力和一个主试验力先后作用下压入橡胶的深度差，换算成橡胶国际硬度单位（IRHD）指示出来。

N、H、L 标尺的区别在于钢球压头直径和试验力的大小，根据特定的用途选择合适的标尺。每个标尺的适用范围如图 1 所示。

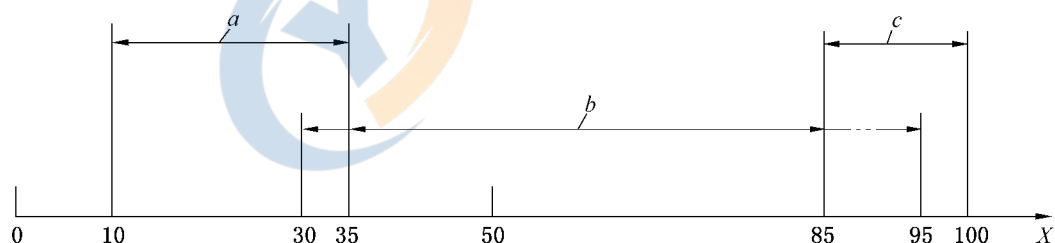


图 1 硬度标尺的适用范围

X —硬度（IRHD）； a —L 标尺； b —N 标尺； c —H 标尺

N 标尺：常规硬度试验。适用于橡胶硬度在（35～85）IRHD 范围内，也可用于硬度在（30～95）IRHD 范围内的橡胶。

H 标尺：高硬度试验。适用于橡胶硬度在（85～100）IRHD 范围内。

L 标尺：低硬度试验。适用于橡胶硬度在（10～35）IRHD 范围内。

4 计量特性^①

4.1 压足

4.1.1 压足几何指标要求见表 1。

^① 计量特性条文中给出的技术指标不用于合格性判定，仅供参考。

表 1 压足几何指标

标尺	外径 mm	中心孔直径 mm	平面度 mm	对试样支承台面平行度 mm
N	20 ± 1	6 ± 1	0.02	0.05
H	20 ± 1	6 ± 1	0.02	0.05
L	22 ± 1	10 ± 1	0.02	0.05

4.1.2 压足压紧力为 $(8.3 \pm 1.5) \text{ N}$ 。

4.2 压头

压头钢球外表面应无划痕、锈蚀，其技术要求见表 2。

在非工作状态时，压头顶端应略高于压足底面。

表 2 压头技术指标

标尺	钢球直径 mm	同轴度 mm	表面 粗糙度 R_a μm	硬度	
				HV_1	压痕对角线 μm
N	$\phi(2.50 \pm 0.01)$	0.05	≤ 3	≥ 550	57
H	$\phi(1.00 \pm 0.01)$	0.05	≤ 3	≥ 550	56
L	$\phi(5.00 \pm 0.01)$	0.05	≤ 3	≥ 550	58

4.3 试验力

4.3.1 接触试验力为 $(0.30 \pm 0.02) \text{ N}$ ；

4.3.2 压入试验力为 $(5.40 \pm 0.01) \text{ N}$ ；

4.3.3 总试验力为 $(5.70 \pm 0.03) \text{ N}$ 。

4.4 测量指示机构

测量指示机构最大允许误差见表 3。

表 3 测量指示机构最大允许误差

标尺	最大允许误差 IRHD(mm)
N	$\pm 0.7 \text{ IRHD}(\pm 0.01 \text{ mm})$
H	$\pm 0.5 \text{ IRHD}(\pm 0.01 \text{ mm})$
L	$\pm 0.3 \text{ IRHD}(\pm 0.01 \text{ mm})$

4.5 示值误差及示值重复性

硬度计的示值可用标准橡胶硬度块进行校准。示值最大允许误差为 $\pm 1.2 \text{ IRHD}$ ，示值重复性不超过 1.5 IRHD 。

5 校准条件

5.1 环境条件

硬度计应在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 和相对湿度为 $(30 \sim 70)\%$ 的环境条件下进行校准。
校准硬度计时，周围环境应清洁，无明显振动，无腐蚀性气体。

5.2 校准设备

校准用设备与计量器具如表 4 所示。

表 4 校准用设备与计量器具

序号	校准项目	校准器具	
		名称	技术要求
1	压足外径及中心孔直径	游标卡尺	测量范围： $(0 \sim 150)$ mm MPE： ± 0.03 mm
2	压足底面平面度	刀口尺	直线度最大允许误差： $1\ \mu\text{m}$
		塞尺	$(0.02 \sim 1.00)$ mm
3	压足与试台台面平行度	塞尺	$(0.02 \sim 1.00)$ mm
4	钢球直径	投影仪	$200\times$ 、 $100\times$ 、 $50\times$
		标准圆	直径偏差： ± 0.2 mm
5	钢球与压头轴线同轴度	工具显微镜	测量范围： $(0 \sim 25)$ mm 最小分度值： 0.01 mm
6	钢球表面粗糙度	干涉显微镜	$500\times$
7	钢球硬度	低负荷维氏硬度计	试验力： $(0.5 \sim 10)$ N
8	安装水平度	水平仪	分度值： 0.10 mm/m
9	压足压紧力、试验力	标准测力仪	测量范围： $(0.3 \sim 10)$ N 0.1 级
10	测量指示机构	量块	2 级
11	硬度计示值	标准橡胶硬度块	覆盖 $(30 \sim 95)$ IRHD 范围，至少 6 块组成一套
注：可以使用满足技术要求的其他测量设备。			

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表 4 要求。

6.2 校准前检查

6.2.1 硬度计应有型号、编号、计量单位、制造厂及出厂日期等标志。

6.2.2 硬度计的外表面应完好，不得有凹凸不平或裂纹，喷漆或电镀部位不应有脱皮量或损伤。

6.2.3 硬度计表盘刻度应清晰、整齐，指针成平直，移动灵活，不得有碰擦表盘或表蒙的现象；数字显示应清晰、明了。

6.2.4 试样支承台应坚固，表面平滑，升降机构应灵活，不得有松动或卡住现象。

6.2.5 有振动机构的硬度计振动量应平稳。

6.3 压足的校准

6.3.1 压足的几何指标

6.3.1.1 用游标卡尺检查压足的外径和中心孔直径，分别在 3 个不同方向上测量，任何方向测量值均应符合要求。

6.3.1.2 用刀口尺和塞尺检查压足底面平面度，刀口工作棱边紧贴压足底面，用 0.02 mm 塞尺试塞其缝隙，应不能通过。

6.3.1.3 下降压足，直到压足压紧力完全施加在试样支承台面上，用塞尺检查压足对试样支承台面平行度，沿压足周围压足与支承台面间隙不得大于 0.05 mm。

6.3.2 压足压紧力

硬度计应正确安装在稳固的基础上，调水平至 1 mm/m。把标准测力仪的力传感器置于试样支承台上，压头对准传感器轴线，下降压足，对传感器施加压力，在硬度计指针移动或示值变化 (3~5) IRHD 后，停止下降压足，读取压紧力数值。重复测量 3 次，以 3 次测量值的与标称值相差最大的测量结果计算偏差，计算公式见式 (1)。

$$\delta_K = K - K_0 \quad (1)$$

式中：

δ_K —— 压足压紧力偏差；

K_0 —— 压足压紧力标称值；

K —— 3 次测量中与 K_0 相差最大的测量结果。

6.4 压头的校准

6.4.1 压头钢球直径

在投影仪上检查压头钢球直径。钢球放大后的轮廓应位于一定直径的内外两条圆弧之间，并且要求从压头顶端沿轴线方向的一定范围内符合要求。具体要求见表 5。

表 5 压头钢球直径最大允许误差

标尺	放大倍数	内圆弧直径 mm	外圆弧直径 mm	从末端起 要求范围 mm
N	100	249	251	1.8
H	200	198	202	0.5
L	50	249.5	250.5	3.2

在两个互相垂直的方向上检查压头直径，任何一次测量的结果都应符合要求。

6.4.2 钢球与压头轴线同轴度

用工具显微镜测量钢球与压头轴线的同轴度，在两个互相垂直的方向上检查，任何一次测量的结果都应符合要求。

6.4.3 钢球表面粗糙度

按照 GB/T 7220，把钢球压头置于干涉显微镜上，检查钢球表面粗糙度。

6.4.4 钢球硬度

按照 GB/T 4340.1，在低负荷维氏硬度计上以 9.81 N 试验力测量钢球的硬度。

6.5 试验力的校准

升高并固定压足，使压头露出压足底面，对于有振动机构的硬度计开启振动机构，然后把力传感器置于试样支承台上，压头对准传感器轴线，缓慢下降压头对传感器施加接触试验力，接着施加主试验力，并分别记录接触试验力和总试验力数值，重复测量 3 次，以 3 次测量值的与标称值相差最大的测量结果计算偏差。

$$\delta_f = f - f_0 \quad (2)$$

式中：

δ_f ——接触试验力偏差，N；

f_0 ——接触试验力标称值，N；

f ——3 次测量中与 f_0 相差最大的测量结果，N。

$$\delta_F = F - F_0 \quad (3)$$

式中：

δ_F ——总试验力偏差，N；

F_0 ——总试验力标称值，N；

F ——3 次测量中与 F_0 相差最大的测量结果，N。

6.6 测量指示机构的校准

测量指示机构用量块进行校准，N 标尺校准推荐用下列尺寸的 12 块量块组成：5.000 mm（3 块）、4.870 mm、4.820 mm、4.700 mm、4.560 mm、4.350 mm、4.170 mm、3.900 mm、3.500 mm、3.200 mm。

校准前，应先将试样支承台表面、压足底面用酒精擦拭干净。然后，将 3 个 5 mm 的量块并列放置于试样支承台中央，如图 2 所示。

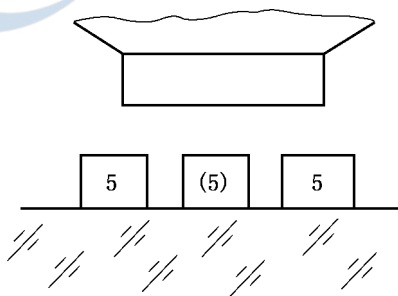


图 2 测量指示机构的校准

硬度计如有振动机构，校准应在启动振动机构的情况下进行。校准时，先下降压足，使压足置于外侧两个 5 mm 量块上，然后使钢球压头接触中间 5 mm 量块并施加接触试验力。这时，应调整零位调节机构使硬度计指示 100 IRHD。接着，在保证压足位置不变的情况下，稍许升起钢球压头，用 4.820 mm 等量块替换中间 5 mm 量块。按附录 B 的格式作好记录，重复测量 3 次，以每个测量点的 3 次测量值的平均值计算误差。

H 标尺、L 标尺可对照附录 A，参照以上 N 标尺方法进行。

6.7 示值误差及示值重复性的校准

用标准橡胶国际硬度块进行示值误差及示值重复性的校准。校准时，在每块标准硬度块上均匀分布地测量 5 点，测量点之间距离不小于 6 mm。N 标尺和 H 标尺测量点至硬度块边缘的距离不小于 10 mm，L 标尺各测量点至硬度块边缘的距离不小于 12 mm，以 5 点硬度值的平均值与标准块硬度值之差，计算示值误差；以 5 点中最大值与最小值之差，计算重复性。

注：

- 1 一般只校准硬度计的示值误差、示值重复性和试验力，其余项目可根据客户具体要求进行校准。
- 2 压头硬度、表面粗糙度可批量抽检。
- 3 可根据客户实际情况选择标尺和硬度值范围。

7 校准结果表达

经过校准的硬度计发给校准证书，校准结果应至少给出硬度计示值误差的测量结果的不确定度，校准证书的内容及内页格式见附录 C。

8 复校时间间隔

硬度计建议复校时间间隔为 1 年。

由于复校时间间隔由硬度计的使用情况、使用者、仪器本身的质量等因素决定，送校单位可根据实际使用情况自主确定复校时间间隔。

附录 A

橡胶国际硬度计压入深度差 D 值与 IRHD 换算关系表 A.1 N 标尺 D 值与 IRHD 换算值 D 以 0.01 mm 表示

D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD
0	100.0	31	82.9	62	64.5	93	51.2	124	41.7	155	34.6
1	100.0	32	82.2	63	64.0	94	50.9	125	41.4	156	34.4
2	99.9	33	81.5	64	63.5	95	50.5	126	41.1	157	34.2
3	99.8	34	80.9	65	63.0	96	50.2	127	40.9	158	34.0
4	99.6	35	80.2	66	62.5	97	49.8	128	40.6	159	33.8
5	99.3	36	79.5	67	62.0	98	49.5	129	40.4	160	33.6
6	99.0	37	78.9	68	61.5	99	49.1	130	40.1	161	33.4
7	98.6	38	78.2	69	61.1	100	48.8	131	39.9	162	33.2
8	98.1	39	77.6	70	60.6	101	48.5	132	39.6	163	33.0
9	97.7	40	77.0	71	60.1	102	48.1	133	39.4	164	32.8
10	97.1	41	76.4	72	59.7	103	47.8	134	39.1	165	32.6
11	96.5	42	75.8	73	59.2	104	47.5	135	38.9	166	32.4
12	95.9	43	75.2	74	58.8	105	47.1	136	38.7	167	32.3
13	95.3	44	74.5	75	58.3	106	46.8	137	38.4	168	32.1
14	94.7	45	73.9	76	57.9	107	46.5	138	38.2	169	31.9
15	94.0	46	73.3	77	57.5	108	46.2	139	38.0	170	31.7
16	93.4	47	72.7	78	57.0	109	45.9	140	37.8	171	31.6
17	92.7	48	72.2	79	56.6	110	45.6	141	37.5	172	31.4
18	92.0	49	71.6	80	56.2	111	45.3	142	37.3	173	31.2
19	91.3	50	71.0	81	55.8	112	45.0	143	37.1	174	31.1
20	90.6	51	70.4	82	55.4	113	44.7	144	36.9	175	30.9
21	89.8	52	69.8	83	55.0	114	44.4	145	36.7	176	30.7
22	89.2	53	69.3	84	54.6	115	44.1	146	36.5	177	30.5
23	88.5	54	68.7	85	54.2	116	43.8	147	36.2	178	30.4
24	87.8	55	68.2	86	53.8	117	43.5	148	36.0	179	30.2
25	87.1	56	67.6	87	53.4	118	43.3	149	35.8	180	30.0
26	86.4	57	67.1	88	53.0	119	43.0	150	35.6		
27	85.7	58	66.6	89	52.7	120	42.7	151	35.4		
28	85.0	59	66.0	90	52.3	121	42.5	152	35.2		
29	84.3	60	65.5	91	52.0	122	42.2	153	35.0		
30	83.6	61	65.0	92	51.6	123	41.9	154	34.8		

表 A.2 H 标尺 D 值与 IRHD 换算值 D 以 0.01 mm 表示

D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD
0	100.0	8	99.3	16	97.0	24	93.8	32	90.2	40	86.6
1	100.0	9	99.1	17	96.6	25	93.4	33	89.7	41	86.1
2	100.0	10	98.8	18	96.2	26	92.9	34	89.3	42	85.7
3	99.9	11	98.6	19	95.8	27	92.5	35	88.8	43	85.3
4	99.9	12	98.3	20	95.4	28	92.0	36	88.4	44	84.8
5	99.8	13	98.0	21	95.0	29	91.6	37	87.9		
6	99.6	14	97.6	22	94.6	30	91.1	38	87.5		
7	99.5	15	97.3	23	94.2	31	90.7	39	87.0		

表 A.3 L 标尺 D 值与 IRHD 换算值 D 以 0.01 mm 表示

D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD
110	34.9	146	26.8	182	21.1	218	17.0	254	13.8	290	11.5
112	34.4	148	26.4	184	20.8	220	16.8	256	13.7	292	11.4
114	33.9	150	26.1	186	20.6	222	16.6	258	13.5	294	11.3
116	33.4	152	25.7	188	20.3	224	16.4	260	13.4	296	11.2
118	32.9	154	25.4	190	20.1	226	16.2	262	13.3	298	11.1
120	32.4	156	25.0	192	19.8	228	16.0	264	13.1	300	11.0
122	31.9	158	24.7	194	19.6	230	15.8	266	13.0	302	10.9
124	31.4	160	24.4	196	19.4	232	15.6	268	12.8	304	10.8
126	30.9	162	24.1	198	19.2	234	15.4	270	12.7	306	10.6
128	30.4	164	23.8	200	18.9	236	15.3	272	12.6	308	10.5
130	30.0	166	23.5	202	18.7	238	15.1	274	12.5	310	10.4
132	29.6	168	23.1	204	18.5	240	14.9	276	12.3	312	10.3
134	29.2	170	22.8	206	18.3	242	14.8	278	12.2	314	10.2
136	28.8	172	22.5	208	18.0	244	14.6	280	12.1	316	10.1
138	28.4	174	22.2	210	17.8	246	14.4	282	12.0	318	9.9
140	28.0	176	21.9	212	17.6	248	14.3	284	11.8		
142	27.6	178	21.6	214	17.4	250	14.1	286	11.7		
144	27.2	180	21.3	216	17.2	252	14.0	288	11.6		

附录 B

橡胶国际硬度计校准记录格式

证书编号

客户名称：

校准地点：

仪器名称：

型号：

编号：

制造商：

依据的技术文件：

使用的计量标准器证书编号：

标准器具有有效期至：

温度：℃

相对湿度：%

一、基本性能的检查：

二、压头钢球直径：

标尺	N	H	L
测量结果			

三、试验力：

试验力	标称值 N	硬度计试验力测量值/N			偏差 N
		1	2	3	
接触试验力					
总试验力					

四、测量指示装置：

标尺	量块 标称值 mm	压头 位移量 mm	相应 硬度值 IRHD	硬度计示值/IRHD			平均值 IRHD	误差 IRHD
				1	2	3		

五、硬度计示值：

单位：IRHD

标准硬度块		硬度计示值					平均值	示值 误差	示值 重复性	示值误差的 不确定度
编号	硬度值	1	2	3	4	5				

校准员：

核验员：

校准日期：

年

月

日

建议复校周期：

年

附录 C

橡胶国际硬度计校准证书内页格式

证书编号

一、基本性能的检查：

二、压头钢球直径：

单位：mm

标尺	N	H	L
测量结果			

三、试验力：

单位：N

试验力	标称值	偏差
接触试验力		
总试验力		

四、测量指示装置：

标尺	压头位移量/mm	相应硬度值/IRHD	误差/IRHD

五、硬度计示值：

单位：IRHD

标准硬度块		硬度计示值 平均值	示值 误差	示值 重复性	示值误差的 不确定度
编号	硬度值				



附录 D

橡胶国际硬度计示值校准结果的不确定度评定方法及示例

D.1 不确定度评定概述

D.1.1 校准对象：橡胶国际硬度计。

D.1.2 测量标准：标准橡胶国际硬度块（以下简称标准块）。

D.1.3 环境条件：室温（ 23 ± 2 ）℃；相对湿度（30~70）%。

D.1.4 校准方法：用符合规定的标准块对橡胶国际硬度计进行示值测量，在标准块上的不同区域压出 5 个压痕并测量，同时根据标准块的硬度值计算出硬度计的重复性及示值误差。

D.2 测量模型

$$\Delta = X - Y$$

式中：

Δ —— 硬度计示值误差，IRHD；

X —— 硬度计示值，IRHD；

Y —— 硬度块硬度值，IRHD。

D.3 标准不确定度分量

D.3.1 被校准硬度计引入的不确定度

已知测量点数 $n = 5$ ，5 次测量所测得的各点硬度值的最大值与最小值之差 $W = 1.5$ IRHD， W 包含的被校准硬度计重复性和硬度块的均匀性。

则按照极差法可算出 5 点硬度平均值的标准不确定度为（极差系数 $C = 2.33$ ）：

$$u_1(X) = \frac{W}{C\sqrt{n}} = \frac{W}{2.33 \times \sqrt{5}} \\ \approx 0.29 \text{ IRHD}$$

校准硬度块时，测量点数 $n = 5$ ，5 次测量所测得的各点硬度值的最大值与最小值之差 $W = 1.0$ IRHD。

则按照极差法可算出的均匀性的标准不确定度为（极差系数 $C = 2.33$ ）：

$$u_2(X) = \frac{W}{C\sqrt{n}} = \frac{W}{2.33 \times \sqrt{5}} \\ \approx 0.19 \text{ IRHD}$$

$$u(X) = \sqrt{u_1^2(X) + u_2^2(X)} \\ = \sqrt{0.29^2 + 0.19^2} \\ \approx 0.21$$

D.3.2 标准块校准引入的不确定度

D.3.2.1 标准块校准的不确定度

标准块校准的不确定度： $U(Y) = 0.54$ IRHD， $k = 2$ 。则标准块校准的标准不确

定度：

$$u_1(Y) = \frac{0.54}{2} \text{ IRHD} = 0.27 \text{ IRHD}$$

D.3.2.2 环境温度引入的不确定度

试验表明，在（20~25）℃，标准块硬度变化最大为 0.1 IRHD/℃，标准块（23±2）℃ 环境条件下，硬度值变化为±0.2 IRHD，按均匀分布，则

$$u_2(Y) = \frac{0.2 \text{ IRHD}}{\sqrt{3}} \\ \approx 0.12 \text{ IRHD}$$

所以

$$u(Y) = \sqrt{u_1^2(Y) + u_2^2(Y)} \\ = \sqrt{0.27^2 + 0.12^2} \text{ IRHD} \\ \approx 0.30 \text{ IRHD}$$

D.4 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u^2(X) + u^2(Y)} \\ = \sqrt{0.21^2 + 0.30^2} \text{ IRHD} \\ \approx 0.37 \text{ IRHD}$$

D.5 扩展不确定度

取包含因子 $k=2$ ，扩展不确定度

$$U = 2 \times u_c \\ \approx 0.8 \text{ IRHD}$$