

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF XXXX—20XX

邵氏硬度计校准规范

Calibration Specification for Durometers

(征求意见稿)

国家市场监督管理总局发布

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

邵氏硬度计校准规范

Calibration Specification for Durometers

JJF XXXX-20XX

代替 JJG304-2003

JJG1039-2008

JJF1312-2011

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

参加起草单位：

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：

参加起草人：

目录

引言	II
1 范围.....	(1)
2 引用文献.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 外观和通用技术要求.....	(2)
4.2 压针伸出长度.....	(2)
4.3 测量指示机构.....	(2)
4.4 压针表面状况.....	(3)
4.5 压针几何尺寸.....	(3)
4.6 压针硬度.....	(4)
4.7 压足几何尺寸.....	(4)
4.8 试验力.....	(4)
5 校准条件.....	(4)
5.1 环境条件.....	(4)
5.2 校准设备.....	(5)
6 校准项目和校准方法.....	(5)
6.1 外观和通用技术要求的检查.....	(5)
6.2 压针伸出长度和测量指示机构.....	(5)
6.3 压针表面状况.....	(6)
6.4 压针几何尺寸.....	(6)
6.5 压针硬度.....	(6)
6.6 压足几何尺寸.....	(7)
6.7 试验力.....	(7)
7 校准结果的表达.....	(7)
8 复校时间间隔.....	(8)
附录 A 橡胶国际硬度计示值校准结果的不确定度评定方法及实例.....	(9)
附录 B 橡胶国际硬度计校准记录格式.....	(12)
附录 C 橡胶国际硬度计校准证书内页格式.....	(14)

引言

本规范根据 JJF1071-2010《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 GB/T23651-2009《硫化橡胶或热塑性橡胶硬度测试介绍与指南》、GB/T531.1-2008《硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 第一部分:邵氏硬度计法(邵尔硬度)》、ISO48-1:2018 Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of hardness - Part 1: Introduction and guidance、ISO48-4:2018 Rubber, vulcanized or thermoplastic - Determination of hardness - Part 4: Indentation hardness by durometer method (Shore hardness)、ISO48-9:2018 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。本规范给出了邵氏硬度计(A、D、AO、AM 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 JJG304-2003《A 型邵氏硬度计检定规程》、JJG1039-2008《D 型邵氏硬度计检定规程》、JJF1312-2011《AO 型邵氏硬度计校准规范》。与上面计量技术规范相比,本规范主要技术变化如下:

- 统一转换为校准规范;
- 包含 A、D、AO 标尺邵氏硬度计,并增加 AM 标尺;
- 采用支架固定硬度计,试验力允许误差减少一半;
- 测量指示机构校准增加到 5 点。

历次版本的发布情况如下:

A 标尺邵氏硬度计

JJG304-1989

JJG304-2003

D 标尺邵氏硬度计

JJG1039-2008

AO 标尺邵氏硬度计

JJF1312-2011

邵氏硬度计校准规范

1 范围

本规范适用于 A、D、AO 和 AM 标尺邵氏硬度计的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T4340.1 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

邵氏硬度试验的基本原理是将一定形状的钢制压针，在试验力作用下压入试样表面，当压足平面与试样表面紧密贴合时，测量压针相对压足平面的压入深度。改变硬度计的压针形状和试验力大小可得不同硬度标尺。

邵氏硬度主要包括 A、D、AO、AM 四种标尺。

——A 标尺，适用于普通硬度范围；

——D 标尺，适用于高硬度范围；

——AO 标尺，适用于低硬度橡胶和海绵；

——AM 标尺，适用于普通硬度范围的薄样品。

A、D 和 AO 标尺压针压入试样表面的深度与硬度值的关系按公式(1)进行计算：

$$T=2.5-0.025H \quad (1)$$

式中：

T ——压针压入试样表面的深度，mm；

2.5——压针长度，mm；

H ——硬度计的示值；

0.025——示值变化一个硬度单位时，对应压针压入试样表面的深度变化，mm。

AM 标尺压针压入试样表面的深度与硬度值的关系按公式(2)进行计算：

$$T=1.25-0.0125H \quad (2)$$

式中：

T ——压针压入试样表面的深度，mm；

1.25——压针伸出长度，mm；

H ——硬度计的示值；

0.0125——示值变化一个硬度单位时，对应压针压入试样表面的深度变化，mm。

A、D、AO、AM 标尺试验力与邵氏硬度示值分别应符合关系式(3)~(6)：

$$F=550+75H \quad (3)$$

$$F=445H \quad (4)$$

$$F=550+75H \quad (5)$$

$$F=324+4.4H \quad (6)$$

式中：

F ——邵氏硬度计试验力，mN；

H ——硬度计的示值。

4 计量特性^①

4.1 外观和通用技术要求

4.1.1 硬度计应有型号、编号、计量单位、制造厂及出厂日期等标志。

4.1.2 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。

4.1.3 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观象；数字式指示装置的显示应清晰完整、连续、稳定。

4.1.4 模拟式的硬度计分度值不大于 2 邵氏硬度，数字式的硬度计分辨力不大于 0.5 邵氏硬度。

4.2 压针伸出长度

4.2.1 压针的移动过程应灵活、平稳。

4.2.2 A、D、AO 压针最大伸出长度为 (2.50 ± 0.02) mm，A、D、AO 压针最大伸出长度为 (1.25 ± 0.02) mm。

4.3 测量指示机构

压针伸出长度和硬度计示值关系分别符合公式(1)、(2)关系，满足表 1、表 2 的要求。

表1 A、D、AO 标尺压针伸出长度和硬度计示值关系

压针伸出长度	硬度计指示值
最大伸出长度	0.0±0.5
2.00 mm	20.0±1.0
1.25 mm	50.0±1.0
0.50 mm	80.0±1.0
0.00 mm	100.0±1.0

表2 AM 标尺压针伸出长度和硬度计示值关系

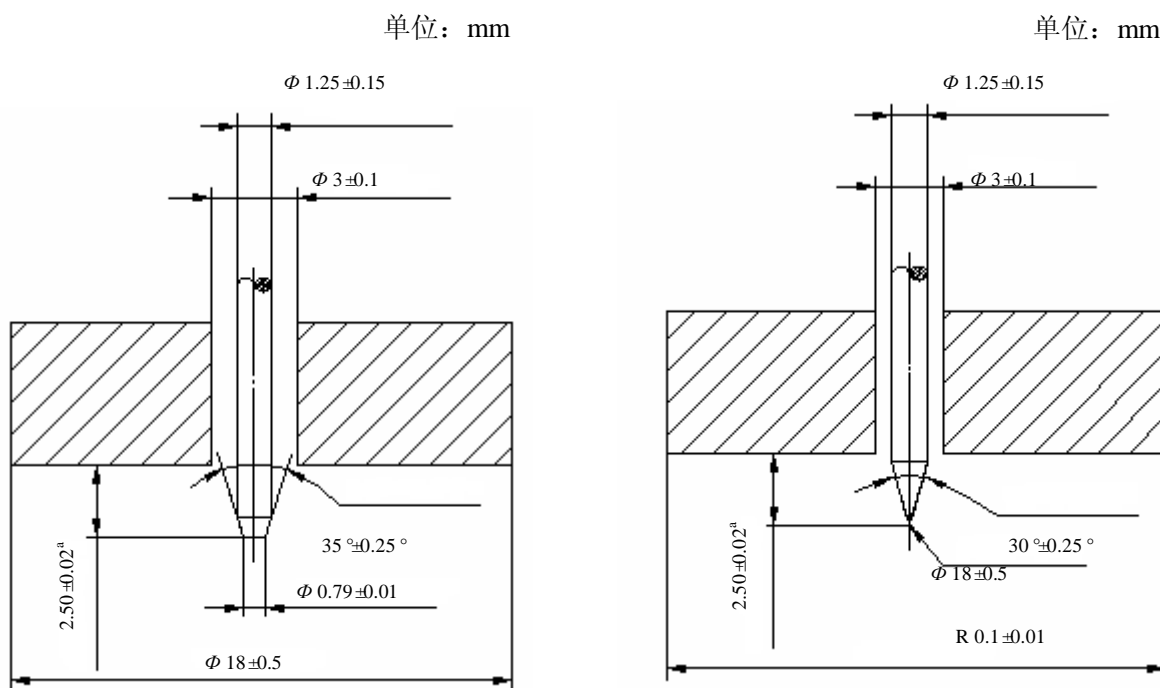
压针伸出长度	硬度计指示值
最大伸出长度	0.0±1.0
1.00 mm	20.0±2.0
0.625 mm	50.0±2.0
0.25 mm	80.0±2.0
0.00 mm	100.0±2.0

4.4 压针表面状况

压针顶端中心处在中轴线上，压针面应光滑，不得有锈蚀和凹凸不平等现象。

4.5 压针几何尺寸

邵氏硬度计压针形状在图 1 给出，压针伸出量 a 对应硬度计示值为 0。



a) 标尺 A 硬度计压针

b) 标尺 D 硬度计压针

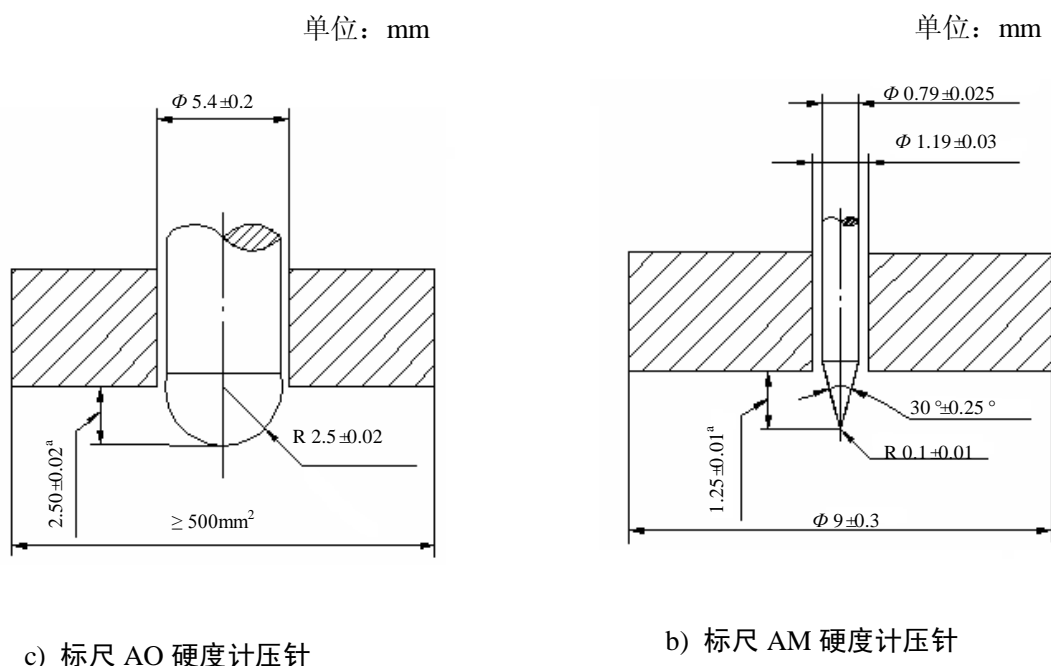


图1 压针的几何形状

注：使用中 A、D、AO 标尺硬度计，压针锥角允差可以为上面数值的三倍。

4.6 压针硬度

压针应有足够的硬度，硬度计的压针垂直与平面玻璃相接触，在连续加压至硬度计的压足平面与平面玻璃紧密贴合后，压针不得产生明显的塑性形变。A、AM 标尺压针硬度不低于 700HV，D 标尺压针硬度不低于 1500HV，AO 标尺压针硬度不低于 500HV。

4.7 压足几何尺寸

A 和 D 标尺硬度计的压足直径为 (18 ± 0.5) mm 并带有 (3 ± 0.1) mm 中孔；AO 标尺硬度计压足面积不小于 500 mm^2 ，中间的圆孔直径为 (5.4 ± 0.2) mm；AM 标尺硬度计压足直径为 (9 ± 0.3) mm 并带有 (11.9 ± 0.03) mm 中孔。

4.8 试验力

A、D、AO、AM 标尺试验力的按照(3)~(6)关系要求，进程允许偏差 A、AO 标尺为 ± 37.5 mN，D 标尺为 ± 222.5 mN，AM 标尺为 ± 8.8 mN。

注：手持式和使用中 A、D、AO 标尺硬度计，试验力允差可以为上面数值的两倍。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准室温为 (23 ± 5) ℃，湿度 $\leq 80\%$ RH，校准前硬度计及使用的计量器具，应在同一环

境条件下放置至少 1h。

5.2 校准设备

校准用设备与计量器具见表 3。

表 3 校准用设备与计量器具

序号	校准项目	校准器具	
		名称	技术特性
1	压针伸出长度	专用量块	A、D 标尺：尺寸为 $(2.52_{-0.004}^0)$ mm、 $(2.48_0^{+0.004})$ mm 和 (1.25 ± 0.004) mm、 (2.00 ± 0.004) mm，中央有一直径约为 3mm 的通孔； AO 标尺：尺寸为 $(2.52_{-0.004}^0)$ mm、 $(2.48_0^{+0.004})$ mm 和 (1.25 ± 0.004) mm、 (2.00 ± 0.004) mm，中央有一直径约为 6mm 的通孔； AM 标尺：尺寸为 $(1.26_{-0.004}^0)$ mm、 $(1.24_0^{+0.004})$ mm 和 (0.625 ± 0.004) mm、 (1.00 ± 0.004) mm，中央有一直径约为 3mm 的通孔。
2	压针表面状况	工具显微镜	不低于 30×
3	压针几何尺寸	投影仪	A、AO 标尺：50×，AO 标尺配比较样板 $R(125 \pm 1)$ mm； D、AM 标尺：200×，配比较样板 $R(20.0 \pm 0.2)$ mm。
4	压针硬度	维氏硬度计	试验力 9.807 N
5	压足几何尺寸	卡尺 工具显微镜	量程 150 mm，分度值 0.02 mm 或分辨力 0.01 mm； 不低于 30×
6	试验力	测力仪器	A、AO 标尺：测量范围(0~10)N，允许误差 ± 5 mN； D 标尺：测量范围(0~50)N，允许误差 ± 50 mN； AM 标尺：测量范围(0~1)N，允许误差 ± 2 mN。
注：可以使用满足技术要求的其它测量设备。			

6 校准项目和校准方法

6.1 外观和通用技术要求的检查

按照本规范第 4.1 要求对外观和指示装置等进行检查。

6.2 压针伸出长度和测量指示机构

6.2.1 手握硬度计使硬度计的压针与平面玻璃相接触，压针的移动过程应灵活平稳、无阻滞。

6.2.2 硬度计处于垂直向下的自由状态时，为压针伸出长度最大，其指示值应满足 4.3.求。

6.2.3 对 A、D、AO 标尺硬度计，将标称值为 2.48mm 及 2.52mm 专用量块放在平面玻璃上，手握硬度计，使硬度计的压针穿入量块的孔内，用手加压至硬度计的压足平面与量块平面紧密贴合，在用标称值为 2.48mm 量块时硬度计的零位示值应产生变化；在用标称值为 2.52mm 量块时硬度计的零位示值应无任何变化。对 AM 标尺硬度计，则用标称值为 1.24mm 及

1.26mm 专用量块进行上面测量。

6.2.4 手握硬度计，使硬度计的压针垂直与平面玻璃相接触，用手加压至使硬度计的压足平面与玻璃平面紧密贴合，这时硬度计的指示值应满足 4.3 要求。

注：对于压针硬度不了解的 D 标尺硬度计，可不进行此项试验。

6.2.5 对 A、D、AO 标尺硬度计，分别将标称值为 2.00mm、1.25 mm、0.5mm 专用量块放在平面玻璃上，手握硬度计，使硬度计的压针穿入量块的孔内，用手加压至硬度计的压足平面与量块平面紧密贴合，这时硬度计的指示值应满足表 1 要求。对 AM 标尺硬度计，则用标称值为 1.00mm、0.625mm、0.25mm 专用量块进行上面测量，硬度计的指示值应满足表 2 要求。

注：对于压针硬度不了解的 D 标尺硬度计，可只用 2.00mm、1.25 mm 专用量块进行试验。

6.3 压针表面状况

将硬度计固定在工具显微镜专用测量工作台上，使压针处于水平位置，在两个互相垂直方向上观察压针，压针的表面状况应符合 4.4 要求。

6.4 压针几何尺寸

压针几何尺寸在工具显微镜上进行校准。

对于 A 标尺硬度计，将硬度计固定在专用夹具上，使压针处于水平。沿压针轴线转动硬度计，变化方向以观察压针顶端平面，压针顶端的状态应符合 4.5 的要求。在两个互相垂直方向上测量压针压杆直径、顶端平面直径和顶端圆锥角，每个参数在两个垂直方向上各测量 1 次，各个参数每个测量值均应符合 4.5 的要求。

对于 D、AM 标尺硬度计，将硬度计固定在工具显微镜专用测量工作台上，使压针处于水平位置，在两个互相垂直方向上观察压针，压针的表面状况应符合 4.4 要求。同时在两个互相垂直方向上测量压针直径、顶端圆锥角，每个测量值均应符合 4.5 要求。用投影仪在两个互相垂直方向上将压针顶端球面投影放大 200 倍，以同心圆标准板套线法进行检验。球面半径的轮廓应位于 $R9.0\text{mm}$ 和 $R11.0\text{mm}$ 两条同心半圆的曲线之间，这时压针顶端球面半径视为符合 4.5 要求。

对于 AO 标尺硬度计，压针球面直径的测量在投影仪进行。在两个互相垂直方向上将压针球面投影放大 50 \times ，以同心圆标准板套线法进行检验。球面半径的轮廓应位于 $R124\text{mm}$ 和 $R126\text{mm}$ 两条同心半圆的曲线之间，这时压针顶端球面半径视为符合 4.5 要求。

如采用其他放大倍数的按实际计算值确定两条同心半圆的曲线。

6.5 压针硬度

按照 GB/T 4340.1, 在低负荷维氏硬度计上以 9.81N 试验力测量压针硬度, 其结果应符合 4.6 要求。

注: 除特殊要求以外, 一般不进行压针硬度测量。

6.6 压足几何尺寸

压足的几何尺寸及内孔用游标卡尺或工具显微镜进行, 其结果应符合 4.7 要求。

注: 除特殊要求以外, 一般不进行压足几何尺寸的测量。

6.7 试验力

将硬度计固定在硬度试验支架或其它专用夹具上, 在硬度计下放置测力仪器, 硬度计的压针垂直向下且与加力轴心线一致。测力仪器上可放压垫, 压垫上面稍成凹形与压针顶端相适应, 测力仪放上压垫后示值置零。

测量试验力前, 应对硬度计及测力仪器进行预压, 测量过程中, 硬度计、压垫、测力仪器不得产生倾斜。

测量时缓慢地上升测力仪器或下降硬度计, 使硬度计压针的试验力施加到测力仪器上, 当硬度计指针指示在某点位置时读取测力仪器上的数值, 该数值即为该测量点的试验力。试验力的测量应在硬度计示值(20~100)使用范围内均匀分布地选取 3~5 点进行, 推荐校准点为 20、40、60、80、100, 每点测量 3 次, 任意一次的测量结果符合 4.8 要求。

按公式(7)式计算试验力偏差。

$$\Delta f = f - f_0 \quad (7)$$

式中:

Δf —— 试验力偏差, mN;

f —— 试验力测量值, mN;

f_0 —— 试验力的标称值, mN。

对于其它试验力测量仪器, 则按该测量仪器具体使用方法进行试验力测量。

7 校准结果的表达

经校准的硬度计出具校准证书。

- 环境条件;
- 校准用测量标准的溯源性;
- 校准项目和校准结果;
- 主要测量结果的不确定度。

其内容见附录B。

需要符合性评定时，给出符合性评定结果。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔一般不超过1年，用户可根据实际使用情况自主决定。

附录 A

邵氏硬度计校准结果测量结果的不确定度评定方法及实例

A.1 概述

本校准规范采用分部法对邵氏硬度计校准。主要校准项目试验力和压针几何尺寸，由于压针球面采用投影仪和标准样板方法，属于半定量测量，可不分析不确定度。下面以 A 标尺硬度计为例，分析试验力偏差、压针直径、针顶端圆锥角的测量结果不确定度的测量结果不确定度。

A.2 试验力偏差的测量结果不确定度

试验力偏差的不确定度包括估读误差的标准不确定度 u_1 和力传感器引起的标准不确定度分量 u_2 。

在进程缓慢施加硬度计试验力于负荷传感器上，试验可得出在一定的试验力下，硬度计示值估读误差 $\pm 0.1\text{HA}$ ，对应于 $\pm 7.5\text{mN}$ ，该误差为均匀分布。

$$u_1 = \frac{7.5}{\sqrt{3}} = 4.3 \text{ mN}$$

测力仪器的示值误差不超出 $\pm 5 \text{ mN}$ ，该误差为均匀分布。

$$u_2 = \frac{5}{\sqrt{3}} = 2.9 \text{ mN}$$

合成标准不确定度

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \\ &= 5.2 \text{ mN} \end{aligned}$$

取包含因子 $k = 2$

扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 11 \text{ mN}$$

试验力允差为 $\pm 37.5 \text{ mN}$

$$U : \text{MPEV} = 1:3.4$$

A.3 压针直径的测量结果不确定度

压针直径是通过大工镜直接测量获得的。

分量标准不确定度包括大工镜示值误差引起的标准不确定度分量 u_1 和对线误差引起的标准不确定度分量 u_2 。

大工镜纵向、横向的示值误差均为 $3.0\mu\text{ m}$ (峰-峰值)，均匀分布。

$$u_1 = \frac{3}{\sqrt{3}} = 1.73\mu\text{ m}$$

大工镜的分度值为 0.01 mm ，即 $10\mu\text{ m}$ ，对线误差为分度值的 $\pm 1/5$ ，即 $\pm 2\mu\text{ m}$ ，该误差为均匀分布，前后对线两次。

$$u_2 = \sqrt{2} \times \frac{2}{\sqrt{3}} = 1.63\mu\text{ m}$$

合成标准不确定度

$$\begin{aligned} u_c &= \sqrt{u_1^2 + u_2^2} \\ &= 2.4\mu\text{ m} \end{aligned}$$

取包含因子 $k = 2$

扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 5\mu\text{ m}$$

压针直径允差为 $\pm 0.03\text{ mm}$

$$U : \text{MPEV} = 1:6$$

A.4 针顶端圆锥角的测量结果不确定度

压针直径是通过大工镜测量获得的。

分量标准不确定度包括大工镜示值误差引起的标准不确定度分量 u_1 和对线误差引起的标准不确定度分量 u_2 。

大工镜测角误差为 $1'$ (峰-峰值)，均匀分布。

$$u_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} = 0.58'$$

大工镜的分度值为 $1'$ ，对线误差为分度值的 $\pm 1/2$ ，即 $\pm 0.5'$ ，该误差为均匀分布，前后对线两次。

$$u_2 = \sqrt{2} \times \frac{0.5}{\sqrt{3}} = 0.41'$$

合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2}$$
$$= 0.71'$$

取包含因子 $k = 2$

扩展不确定度

$$U = k \cdot u_c = 2'$$

压针直径允差为 $\pm 15'$

$$U : \text{MPEV} = 1:7$$

附录 B

邵氏硬度计校准记录

委托单位 _____ 校准室温 _____ °C 相对湿度 _____ %

型号规格 _____ 出厂编号 _____ 制造厂 _____

使用标准器具 _____ 标准器具证书编号 _____ 校准技术依据: _____

一、外观和通用技术要求的检查

二、压针伸出长度和测量指示机构

校准项目	要求	测量结果是否符合要求
压针最大伸出长度在 _____ 时	零位示值产生变化	
压针最大伸出长度在 _____ 时	零位示值无变化	

校准项目	允差	测量结果	
		实测值	偏差
压针伸出长度为最大时	0.0±1.0		
压针伸出长度为 _____ mm 时	20.0±2.0		
压针伸出长度为 _____ mm 时	50.0±2.0		
压针伸出长度为 _____ mm 时	80.0±2.0		
压针伸出长度为 _____ mm 时	100.0±2.0		

三、压针表面状况

校准项目	观测结果是否符合要求
压针表面的状况	

四、压针几何尺寸

校准项目	允差	测量结果(mm)	
		0°方向	90°方向

五、试验力

校准点	标称值 (mN)	允差 (mN)	测量结果(mN)			
			1	2	3	最大偏差

结论 _____ 校准记录号 _____ 校准证书号 _____

校准人员 _____ 核验 _____ 校准日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

附录 C

邵氏硬度计校准证书内页格式

一、外观和通用技术要求的检查

二、压针伸出长度和测量指示机构

校准项目	校准结果
压针最大伸出长度	

校准项目	允差	偏差
压针伸出长度为最大时	0.0 ± 1.0	
压针伸出长度为 mm 时	20.0 ± 2.0	
压针伸出长度为 mm 时	50.0 ± 2.0	
压针伸出长度为 mm 时	80.0 ± 2.0	
压针伸出长度为 mm 时	100.0 ± 2.0	

三、压针表面状况

校准项目	观测结果
压针表面的状况	

四、压针几何尺寸

校准项目	允差	校准结果

五、试验力

校准点	标称值(mN)	允差(mN)	最大偏差(mN)