

关于《GB/T531.1-2008硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 邵氏硬度计法（邵尔硬度）》的解读

■ 何广霖

（广东省计量科学研究院）

摘要：本文就许多企业、测量机构、人员在对橡胶制品的检测工作当中，依据或参照现行GB/531.1-2008时，所遇到一些问题，以及结合本人专业对标准理解在进行读解，以达到帮助相关部门、人员能掌握和应用标准。

关键词：邵氏硬度Shore 压足 伸出量 测量机构 核查 橡胶国际硬度IRHD

DOI编码： 10.3969/j.issn.1002-5944.2015.12.011

The Interpretation about GB/T 531.1-2008, Rubber, Vulcanized or Thermoplastic — Determination of Indentation Hardness —Part 1:Durometer Method (Shore Hardness)

HE Guang-lin

(Guangdong Provincial Institute of Metrology)

Abstract: Based on the nation standard GB/531.1-2008, the paper analyzes the problem existing in the detection of rubber products according to many enterprises, measurement institutions or staff, the paper gives a professional interpretation on the standard, aiming to help the relevant measurement institution or staff master and apply the nation standard GB/531.1

Keywords: Shore Hardness, pressure foot, protrusion, indicating device, verification, IRHD

1 引言

邵氏(Shore)硬度计，以价格经济、机构简单、规格齐全、操作灵活、测量快捷等优势得到最大范围的认可，广泛用于生产制造、检验机构等部门对橡胶制品硬度进行测量的计量器具。邵氏硬度试验也是许多行业制定标准时对有关橡胶硬度评定首选的方法。由于多个相关邵氏硬度计的标准交叉的原因，各个地区、行业、人员在依据GB/T531.1和使用

邵氏硬度计上存在分歧，这种分歧从某种意义上是有益于邵氏硬度的发展，但却不利于邵氏硬度的统一。因此，必须对GB/T531.1有一个较为全面的读解。

2 标准基本内容部分

GB/T531.1-2008等同采用ISO7619-1:2004,同时参考文献GB/T6031-1998(idt 48:1994),是现行有效的法规性文献。在GB/T531.1中主要可分为五大方块：
(1) 邵氏硬度测量法使用的范围；(2) 邵氏硬度计

的要求；(3)被测物体的要求；(4)测量过程的要求；(5)测量结果的内容。

第一方块部分GB/T 531.1介绍了邵氏硬度测量适合和选择范围要求(如图1所示)。这是由于邵氏硬度在测量时,应尽可能地在有效测量段落上得到最充分的体现,以避免测量段落使用的极端性出现。因此、应用邵氏硬度测量时应遵循这个选择原则。

第二方块对邵氏硬度计给出了各个基本参数的要求。这是GB/T531.1最为重点和最为核心的部分。由第一块测量段落选择引出了邵氏测量所需要3个基本类型:AO、A、D,他们分别相对应于低、中、高硬度范围的橡胶制品。在这3个基本类型中最常用的就是中段硬度的A型。我们知道橡胶具有其特殊性,它是不会用以单纯性支撑承载的用途的,橡胶制品大多不会非常厚,而薄橡胶件是最常见的。为了满足薄橡胶件的测量要求,因此有了AM型。从AM型的压针形状和参数看,它似近于D型,我们因此可以简单地将其看成是测量薄件的D型。此方块分别给出AO、A、D、AM型4个硬度计的压足面最小尺寸、压足孔径、压针几何尺寸、压针伸出量等参数要求,这是要进行邵氏硬度测量时硬度计所必须达到的最基本质量要求,也可以说只有符合这个要求的硬度计,才能具有进入下一步测量橡胶制品的前提,否则测量结果将失去意义。

第三方块对被测物体的要求。对被测物体的规范要求是使用合格硬度计进行测量的获取正确数据的条件,因此,这部分是GB/T531.1次之重要的部

分。我们知道,任何仪器设备都不可能是万能的,都会有使用的最基本条件要求。作为测量器具的邵氏硬度计也同样需要对被测物体有一定的最基本要求,使被测物体能与器具配合得到最为准确、可靠的测量数据,以正确反映被测物体的真实状态。

第四、第五方块部分则分别对使用邵氏硬度计,依据GB/T531.1测量时,测量操作过程、测量数据、结果表达等的要求。

为了快捷、简便、有效、充分认知这4种类别邵氏硬度,我们将其进行列表比对,以此能找出它们的共通点和差异性(见表1)。

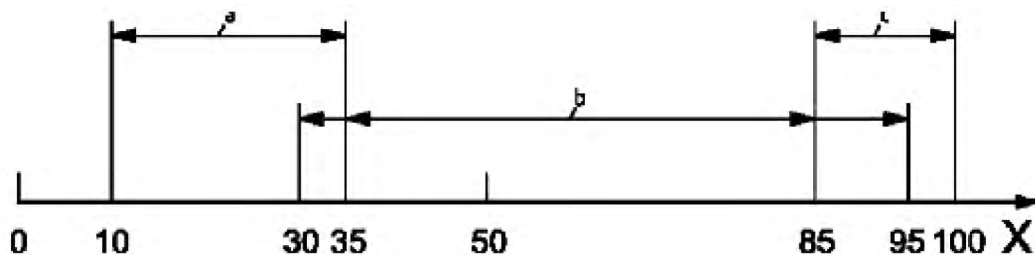
3 依据标准时出现的疑惑点

在使用GB/T531.1时,由于硬度测试结果应用各不相同,部分企业、审核机构等操作人员对该标准中描述内容有多种理解。

3.1 对“压足尺寸及其孔径”的问题

GB/T531.1对各类型邵氏计的压足尺寸作了最低下限的要求,除了特殊用途的邵氏硬度计(如:REX®和MFG®的Shore A只有Φ10mm),绝大多数产品都是满足这一要求的。孔径要求是使压针与内孔缘有足够而又明显的间隙,能完全地、顺畅地通过而无任何黏连。这两个指标极其容易实现的,即使是真的差一点,对硬度值也没能产生决定性显著的影响,所以,计量检定部门不作此项的测量。

3.2 对“压针伸出量”影响的问题



X-硬度范围; a-低硬度部分; b-常规硬度部分; c-高硬度部分

图1 橡胶硬度范围划分图

表1 邵氏硬度计四种基本类别

	AO型	A型	D型	AM型
压针图形 几何尺寸				
硬度值公式	HAO=100-L/0.025	HA=100-L/0.025	HD=100-L/0.0125	HAM=100-L/0.0125
试验力公式(N)	F=0.55+0.075HAO	F=0.55+0.075HA	F=0.445HD	F=0.324+0.0044HAM
试验力允差(N)	±0.035	±0.035	±0.2225	±0.088
压足贴紧力(kg.f)	1 ^{+0.1} ₀	1 ^{+0.1} ₀	5 ^{+0.5} ₀	5 ^{+0.05} ₀
贴紧面半径 (mm)	≥9	≥6	≥6	≥2.5
最薄厚度(mm)	≥6 (最多叠加3层)	≥6 (最多叠加3层)	≥6 (最多叠加3层)	≥1.5 (最多叠加3层)
测量点之间距离(mm)	≥6	≥6	≥6	≥0.8
测量点边缘距离(mm)	≥15	≥12	≥12	≥4.5
恒温调节时间(h)	≥1h	≥1h	≥1h	≥1h
试验力保持时间(s)	硫化3、热塑15	硫化3、热塑15	硫化3、热塑15	硫化3、热塑15

表2 伸出量 ± 0.02mm或 ± 0.01mm时邵氏硬度的示值

AO型、A型、D型		AM型	
+0.02mm	-0.02mm	+0.01mm	-0.01mm
$100 + \frac{(+0.02)}{0.025} = 100.8$	$100 + \frac{(-0.02)}{0.025} = 99.2$	$100 + \frac{(+0.01)}{0.0125} = 100.8$	$100 + \frac{(-0.01)}{0.0125} = 99.2$

压针伸出量对硬度值的影响是绝对的，非常大的。以2.5mm伸出量100个硬度单位计算，每0.025mm是一个硬度单位的量。在同样的物体测量时，伸出不足2.5mm时硬度值偏低，反之则高。当测量机构比例是线性时，就伸出量自身而言，其对示值全程的影响是均等的。

3.3 对“测量机构的影响”的问题

在GB/T531.1包括ISO7619原文中均没有给出这一偏差的具体要求，它是将测量机构与压针伸出量结合在一起，通过(2.50±0.02)mm及(1.25±0.01)mm，在0伸出量为100来推断的。在实际当中，硬度计的0点和满量程点都不可能恰好为0偏差，以±0.02mm及±0.01mm 计算得到GB/T531.1及 ISO7619要求伸出量总量的偏差为0.8硬度，这个偏差的影响是对所有所测得每一个数据都产生的（见表2）。由此推断，当硬度计在对0点及100点时，如有偏差，允许他们两个的绝对值之和应不大于0.8个硬度，如果超出

了则视为不符合要求。在JJG 304邵氏硬度计检定规程中，0点及100点的偏差为±0.5HA，要求更为明确具体。

其实，压针的伸出量和测量机构并不是同一会事，也未必是对应同等比例关系，只是它们相互关联在一体。由于测量的深度仅有2.5mm或1.25mm，硬度计都须将测量结果进行过放大处理，而市场上的邵氏硬度计的测量机构大部分是由圆形或扇形齿轮传递并放大处理的，因此测量机构的检测也是非常必要的。通过对测量机构的检定和要求，能有效地整体控制硬度计测量准确性。针对测量机构，JJG304邵氏硬度计检定规程要求对1.25mm时的指示值进行测量。

3.4 关于“硬度示值与试验力的关系”的问题

在现行所有关于邵氏硬度计测量的有效方法文件中，规定其硬度计是分部测量法（即对所有影响相关的参数进行分别测量），这是由邵氏硬度测

量的特殊性决定的。它分别与硬度计的压针几何尺寸、伸出长度、测量机构、弹簧试验力、压足贴紧状态、压入速度、试验保持时间等因素有关联。其中前面4项是硬件的因素，2、3、4项影响最大；后面3项与经验、要求、操作等有关。在硬度计使用时，它们都是相关联一起相互作用的。我们不能知道伸出量有偏差，进行修正使用，因为伸出量的长短影响着弹簧的伸缩；也不能知道试验力的偏差进行修约，因为压头的尺寸影响试验力作用的大小等等。由此我们也可以看到邵氏硬度的测量都是，在某一硬度点上所产生的试验力，而不是倒过来，某一试验力时为多少“硬度”。这是“硬度”包含了所有参数影响下的综合量值，综合值与单一值是不存在双向互换关系的。如按 $F=0.55+0.075HA$ 计算，60HA时的试验力是5.05N，但不能说5.05N就是60HA，更加不允许将试验力的偏差换算成硬度值进行修正使用。

在这里要明确的是，JJG304邵氏硬度计检定规程中试验力的偏差要求，是相对于1个硬度单位而言的，它较GB/T531.1及ISO7619的要求要宽。对于现行，由丝杆接触导向在弹簧力作用下，经齿轮传递的邵氏硬度计，要达到GB/T531.1及ISO7619的要求不是容易的事。在试验力的要求上，现行有效的国际标准均存在差异。以A型、D型为例（见表3）。

3.5 使用“支架、砝码”的问题

邵氏硬度计的使用有两种状态，手持使用或支架固定使用。我们知道，硬度计的压针在弹簧力的作用下伸出于压足面，使用时要使压足面贴紧试样表面，就一定要用大过压针作用的弹簧力才能实现。弹簧力在满量程100时是最大的，因此，贴紧力就有最低下限的要求。在手持测量时，贴紧力是无法评定的，当用支架固定使用时，贴紧力则由配置的砝

码实现。

必须注意的是：（1）在砝码重量产生的力偏差，对硬度值的测量没有明显决定性的影响，如果有，是绝对不允许可以同时两种状态采集数据的。由于这一指标要求在生产上易于实现，且对测量数据无影响，所以计量检定部门不必对其测量。（2）压足面与工作台支撑面一定是平行无缝隙接触，且指示器在最大量程的100点状态，否则不能进行测量。这点是所有相关邵氏标准中都没有涉及。

3.6 “测量保持时间”和“测量数据”的问题

在GB/T531.1及ISO7619中明确给出测量时试验力保持的时间，硫化橡胶为3s；热塑橡胶为15s。这是共同默认时间，当不是在这个时间所得的数据，一定要在数据后面作时间的标注，以此特别提示。这是为避免弹性橡胶在不同的时间段蠕动时，所获取数值差异的影响。

在橡胶硬度的测量中，一般测量取点5次，GB/T531.1及ISO7619标准是以测量得到的中值为最终测量结果。在用中值表述时要注意，在同等条件下测量结果的横向比较差别可能会较大，而采用5次的平均值表述，其数据横向比较会较为接近。

3.7 硬度计“校准”与“核查”的问题

按GB/T531.1的要求，校准一项，核查二项。由内容看我们能够知道校准是由外单位检定部门进行，核查是由硬度计使用部门定期日常进行。

对硬度计定期的校准是非常必要的。通过校准能够清楚地知道硬度计经连续使用后各相关指标参数的状况，以便及时调整设备的使用，确保硬度计量值的准确性和产品质量的稳定性。在GB/T531.1及ISO7619同时提到硬度计按ISO18898进行校准。

表3 各标准规范对邵氏硬度计试验力的要求

	ISO 868-2003	ISO 7619-2012	ISO 18898-2012	ISO 21509-2006	ASTM D 2240-2005	JIS K 6253-2012
A型	± 0.075 N	± 0.0375 N	± 0.0375 N	± 0.075 N	± 0.075 N	± 0.0375 N
D型	± 0.445 N	± 0.2225 N	± 0.2225 N	± 0.445 N	± 0.445 N	± 0.2225 N

核查的第一步是，硬度计在平面玻璃上进行，贴紧并调至为100。能够被允许在这种情形下“调整为100”，是因为认为，硬度在低范围的影响较高范围的影响要小，且(0~30)HA不被允许使用。在ISO7619原文中此处的100是不带后面“IRHD”的，如果一定得加“IRHD”，可以认为shore A硬度计压玻璃平板时最大硬度等于IRHD的100。

核查的第二步是由IRHD N(橡胶国际硬度-常规法)标准硬度块实现。用标准块是ISO7619标准中较先提出的，它的目的是希望能在某种程度上解决邵氏硬度无法进行综合示值评定。由于邵氏硬度计在机构和测量原理上的客观局限限制，暂时还不能进行高准确性综合示值的溯源，因此，选用更为准确可靠的，由球体压头在恒定试验力下测量的IRHD数值进行比较。这在主观上是可行的，因为由标准物质的比较总比无法评定更为来得实际。客观上也是可行的，因为IRHD的测量准确性、稳定性都较shore要更好，IRHD的标准块早已存在。

IRHD N的测量范围(30~95)IRHD，所使用的硬度块通常在(40~90)IRHD。Shore A测量的范围是(30~90)HA，IRHD N的标准块刚好落在Shore A测量范围内。在使用IRHD N的标准块的数据时应该注意，IRHD N数值与Shore A数值的差异。两个测量原理方式的不同，测量结果的差异必然客观地存在，换句话说，就是不可能刚好一点不差地一一对应。

3.8 IRHD N与Shore A硬度值的关系问题

GB/T531.1及ISO7619同时提到Shore A硬度计使用IRHD N标准硬度块，是源于ISO 48中3.1的“b) for highly elastic rubbers, the IRHD and Shore A scales are comparable.”以及BROWN, R.P橡胶物理试验.chapman and Hall, London, 1996和OBERTO S, 橡胶化学技术.1955, 28, 1054. IUVE A E, 橡胶技术.1957, 30, 267.

在实际测量当中，也许是基于某种因素，我们并没有实现真正意义上的“comparable(相似的、近似的)”。我们分别选用两台经检定合格的硬度计在同一套硬度块上进行两次数值比较，比较结果见表4、表5。

通过上面两组数据，我们不难得出这样的结果：(1) IRHD N数值较Shore A数值要高；(2) IRHD N硬度计与Shore A硬度计在低端及高端差值约为1，中间相差约为2~3；(3) IRHD N硬度计较Shore A硬度计更为稳定。

3.9 硬度计校准测量点的问题

在对硬度计使用的相关部门进行检查时，有一些考核人员要求硬度计的检定点应包含有测量试样的测量点。这是不合理的。首先，计量部门对邵氏硬度计整机的检定是依据有效JJG304进行，是经过严格制定颁布实施的。检定是已经包括了仪器所适用的范围，只要使用部门测量的段落是落在检测的

表4 IRHD N与Shore A数值的差异第一次实验

序号		1	2	3	4	5	平均值	均匀性	差量
A	IRHD N	46.7	46.5	46.7	46.7	46.6	46.64	0.2	1
	Shore A	46.0	46.0	45.7	45.4	45.6	45.74	0.6	
B	IRHD N	57.0	57.0	57.1	57.2	57.0	57.06	0.2	2
	Shore A	55.0	54.7	55.0	55.3	55.4	55.08	0.7	
C	IRHD N	66.4	66.2	66.3	66.0	66.1	66.20	0.4	2
	Shore A	64.0	64.0	64.3	64.2	64.2	64.14	0.3	
D	IRHD N	77.7	76.6	76.5	77.1	78.1	77.20	1.6	2
	Shore A	75.0	75.2	75.2	74.0	75.0	74.88	1.2	
E	IRHD N	86.0	86.0	86.6	85.8	86.3	86.14	0.8	3
	Shore A	83.2	83.0	83.2	82.8	83.0	83.04	0.4	
F	IRHD N	94.1	93.5	92.8	93.5	94.0	93.58	1.3	1
	Shore A	92.0	93.0	92.9	92.6	92.6	92.62	1.0	

表5 IRHD N与Shore A数值的差异第二次实验

序号		1	2	3	4	5	平均值	均匀性	差量
A	IRHD N	46.7	46.5	46.6	46.6	47.0	46.68	0.5	2
	Shore A	44.7	45.1	45.3	44.0	44.7	44.76	1.3	
B	IRHD N	57.2	56.9	57.1	57.1	56.9	57.04	0.3	2
	Shore A	55.0	54.8	55.3	55.0	55.2	55.06	0.5	
C	IRHD N	66.4	66.3	66.2	66.0	66.2	66.22	0.4	2
	Shore A	64.0	64.0	63.0	64.0	63.7	63.74	1.0	
D	IRHD N	77.5	76.5	76.1	76.5	77.9	76.90	1.8	3
	Shore A	74.3	75.2	74.7	73.4	73.2	74.16	2.0	
E	IRHD N	86.3	85.8	86.0	86.0	86.2	86.06	0.5	3
	Shore A	82.3	83.0	83.2	83.0	82.3	82.76	0.9	
F	IRHD N	94.0	93.4	92.8	93.3	94.3	93.56	1.5	1
	Shore A	93.0	93.2	93.0	92.0	91.8	92.60	1.0	

段落内，就应该是已知受控的。如果使用部门的测量段落超出了标准设备要求规定的范围而又一定要使用却没有被检定含盖的，另当别论。其次，绝大部分的监督、检查、测试都是按章抽取进行，以多个局部表示整体现象。计量检测部门的检定不可能也不应该以只应使用部门要求，检定一两个点来证明整机的状况的。再有，考核人员如果对仪器检测报告的内容、项目、方法、数据等存有疑问，可向报告签发部门、上级行政部门或标准制定部门提出非议。

4 结论

在依据GB/T531.1或 ISO7619使用邵氏硬度计检测时，理解并严格按照标准进行采集数据，当超出标准要求状态的一定要加以标注说明。同时也要了解与其相关或同时采用的标准，了解邵氏硬度计的原理、机构。并清楚邵氏硬度计检测报告上提供的项目内容及数据所反映的状况。只有在这个基础上才能更好地完善和利用邵氏硬度计进行测量，以达到实现产品质量持续有效的稳定。

邵氏AO、A、D型硬度计测量硬度的高低仅是相对而言，对于一些特殊段落的硬度范围，如特软橡胶制品的测量都不在这3种类别之列。邵氏硬度在低硬度范围的延伸是最宽扩的，已出现了由多种不同形状压头、试验力组合的硬度计，如发泡橡胶

(海绵)等。

参考文献

- [1] GB/T 531.1-2008硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法 邵氏硬度计法（邵尔硬度）.
- [2] ISO 7619-1:2012 Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of indentation hardness —Part 1:Durometer method (Shore hardness).
- [3] ISO 48 2001 Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD) .
- [4] ISO 868-2003 Plastics and ebonite -- Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness).
- [5] ISO 18898-2012 Rubber — Calibration and verification of hardness testers.
- [6] ISO 21509-2006 Plastics and ebonite -- Verification of Shore durometers.
- [7] ASTM D 2240-2005 (Reapproved 2010) Standard Test Method for Rubber Property—Durometer Hardness1.
- [8] JIS K 6253-5-2012硫化橡胶和热塑性橡胶—硬度检测 第5部分 硬度计的校准和检验.
- [9] GB/T 6031-1998 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定(10~100IRHD).
- [10] JJG 304-2003 A型邵氏硬度计检定规程.
- [11] JJG 1039-2008 D型邵氏硬度计检定规程.

作者简介

何广霖，高级工程师，从事金属、非金属硬度计的检测、检定规程制定等方面的研究工作。

(责任编辑：马 磊)