

常用硬度的测试原理及表示方法

机械工业出版社机械分社 (北京 100037) 陈保华 赵晓峰

硬度是各种机械零件和工具必须具备的力学性能指标,用于表征材料的软硬程度,是指材料抵抗局部变形,特别是塑性变形、压痕或划痕的能力。

测试硬度的方法很多,常用的布氏硬度试验法、洛氏硬度试验法、维氏硬度试验法、努氏硬度试验法、肖氏硬度试验法、里氏硬度试验法和莫氏硬度试验法等。

如果对上述各种硬度的测试原理和表示方法不清楚,那么在进行技术交流时就容易出现表达错误。本文对布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度、努氏硬度、肖氏硬度、里氏硬度和莫氏硬度的测试原理、表示方法进行简单介绍,以帮助读者更好地进行技术交流。

1. 布氏硬度

布氏硬度试验特别适用于测定各种铸铁、热轧或正火钢材、各种有色金属及其合金、轴承合金等硬度较低或金相组织较大的材料的硬度。布氏硬度符号为 HBW。

(1) 测试原理 使用一定直径的硬质合金球 (GB/T231.1—2002《金属布氏硬度试验第1部分:试验方法》中取消了钢球压头)作为压头,以规定试验力压入试样表面,经规定保持时间后,卸除试验力,然后测量表面压痕直径来计算硬度。布氏硬度值是指球面压痕单位面积上所承受的平均压力。

在实际应用时,布氏硬度一般不用计算,而是通过专用刻度放大镜,测量出压痕直径,再通过查布氏硬度值表,即可得到相应布氏硬度值。

(2) 表示方法 一般布氏硬度值不标单位,只写明硬度的数值。布氏硬度的表示方法按以下顺序书写:硬度值、布氏硬度符号 (HBW)、压头球体直径、试验力、试验力保持时间 (10~15s 不标注)。其中,后三项之间用斜线隔开。

例如:229HBW10/1000/30,表示用直径 10mm 的硬质合金球,在 1000kgf (9807N) 试验力的作用下,保

持 30s 时测得的布氏硬度值为 229,一般简写为 229HBW,这是科技书稿中常见的表示方法。

2. 洛氏硬度

洛氏硬度试验用来测试高硬度材料,如淬火后经不同温度回火的钢材、各种工模具、渗层硬度 $>0.5\text{mm}$ 的渗碳层等较硬材料,以及硬质合金之类的很硬材料。洛氏硬度符号为 HR。

(1) 测试原理 洛氏硬度试验是采用锥顶角为 120° 的金刚石圆锥体或淬火钢球为压头,压入金属表面,以测量压痕塑性变形深度来计算洛氏硬度值。也就是说,洛氏硬度试验与布氏硬度试验不同,它测量的是压痕深度。

洛氏硬度没有单位,试验时硬度值可直接从洛氏硬度计的刻度表盘上读出。

(2) 表示方法 为了能用同一硬度计测定从极软到极硬材料的硬度,可采用不同的压头和试验力,这就组成了 15 种不同的洛氏硬度标尺,见表 1。洛氏硬度标尺标注在洛氏硬度符号 HR 后面,其中 C 标尺应用最广泛。

表 1 各种洛氏硬度标尺

洛氏硬度标尺	硬度符号	压头类型	适用范围
A	HRA	金刚石圆锥	20~88HRA
B	HRB	直径 1.5875mm 钢球	20~100HRB
C	HRC	金刚石圆锥	20~70HRC
D	HRD	金刚石圆锥	40~77HRD
E	HRE	直径 3.175mm 钢球	70~100HRE
F	HRF	直径 1.5875mm 钢球	60~100HRF
G	HRG	直径 1.5875mm 钢球	30~94HRG
H	HRH	直径 3.175mm 钢球	80~100HRH
K	HRK	直径 3.175mm 钢球	40~100HRK

(续)

洛氏硬度标尺	硬度符号	压头类型	适用范围
15N	HR15N	金刚石圆锥	70~94HR15N
30N	HR30N	金刚石圆锥	42~86HR30N
45N	HR45N	金刚石圆锥	20~77HR45N
15T	HR15T	直径 1.5875mm 钢球	67~93HR15T
30T	HR30T	直径 1.5875mm 钢球	29~82HR30T
45T	HR45T	直径 1.5875mm 钢球	10~72HR45T

洛氏硬度的表示方法是将硬度值写在符号 HR 前面，符号 HR 后面注明使用的标尺。例如：45HRC 表示用 C 标尺测定的洛氏硬度值为 45。

3. 维氏硬度

维氏硬度试验用来测量渗层较浅的渗氮层、渗硼层等的硬度。维氏硬度符号是 HV。

(1) 测试原理 维氏硬度测试原理与布氏硬度测试原理相同。将相对面夹角为 136° 的金刚石正四棱锥体压头，以选定的试验力压入试样表面，经规定的保持时间后卸除试验力，然后测量压痕对角线的平均长度，即可计算出硬度值。维氏硬度是用金刚石正四棱锥体压痕单位面积上承受的平均压力来表示硬度值的。

在实际应用时，维氏硬度值可根据测得的压痕两条对角线平均长度，从维氏硬度值表中直接查出。

(2) 表示方法 一般维氏硬度值不标单位，只写明硬度的数值。维氏硬度的表示方法按以下顺序书写：硬度值、维氏硬度符号 (HV)、试验力、试验力保持时间 (10~15s 不标注)。其中，后两项之间用斜线隔开。

例如：824HV30 表示用 30kgf (294.2N) 试验力，保持 10~15s 测定的维氏硬度值为 824。又如，824HV30/20 表示用 30kgf (294.2N) 试验力，保持 20s 测定的维氏硬度值为 824。一般简称为 824HV，这是科技书稿中常见的表示方法。

4. 努氏硬度

努氏硬度试验用来测量薄层（表面淬火或化学渗层与镀层）区域的硬度或测量硬度的分布情况。努氏硬度符号为 HK。

(1) 测试原理 努氏硬度试验与维氏硬度试验原理基本相同，只是压头采用了两个对面角分别为 172.5° 及

130° 的四棱锥金刚石压头。测量时，在被测试样的表面得到长对角线长度比短对角线长度大 7.11 倍的菱形压痕，只需测量长对角线的长度，即可计算出努氏硬度值。努氏硬度值是试验力除以压痕投影面积所得的商。

(2) 表示方法 一般努氏硬度值不标单位，只写明硬度的数值。努氏硬度的表示方法按以下顺序书写：硬度值、努氏硬度符号 (HK)、试验力、试验力保持时间 (10~15s 不标注)。其中，后两项之间用斜线隔开。

例如：640HK0.1 表示用 0.1kgf (0.9807N) 的试验力，保持 10~15s 测定的努氏硬度值为 640。又如，640HK0.1/20 表示用 0.1kgf (0.9807N) 的试验力，保持 20s 测定的努氏硬度值为 640。一般简称为 640HK，这是科技书稿中常见的表示方法。

5. 肖氏硬度

肖氏硬度计为手提式，使用方便，可在现场测量大型工件的硬度，如大型冷轧辊的验收标准就是肖氏硬度值。肖氏硬度符号为 HS。

(1) 测试原理 肖氏硬度试验是将规定形状、质量的金刚石冲头，从固定的高度 h_0 落在试样表面上，冲头弹起一定高度 h ，用 h 与 h_0 的比值计算肖氏硬度值。肖氏硬度没有单位。

(2) 表示方法 肖氏硬度的表示方法按以下顺序书写：硬度值、肖氏硬度符号 HS、硬度计类型符号 C 或 D。其中，C 型表示计测型肖氏硬度计，D 型表示指示型肖氏硬度计。

例如：25HSC 表示用 C 型肖氏硬度计测定的肖氏硬度值为 25；51HSD 表示用 D 型肖氏硬度计测定的肖氏硬度值为 51。

6. 里氏硬度

里氏硬度计为手提式，使用方便，可在现场测量大型工件的硬度。里氏硬度符号为 HL。

(1) 测试原理 用规定质量的冲击体在弹力作用下以一定速度冲击试验表面，用冲头在距试样表面 1mm 处的回弹跳速度与冲击速度的比值计算硬度值。

(2) 表示方法 里氏硬度符号用 HL 来表示，但用不同的冲击装置测的里氏硬度其表示方法不同。HLD、HLDC、HLG、HLC 分别表示用 D 型、DC 型、G 型和 C 型冲击装置测的里氏硬度。里氏硬度的表示方法按以下顺序书写：硬度值、里氏硬度符号 HL、冲击装置类型。

7. 莫氏硬度

莫氏硬度是一种划痕硬度，它以材料抵抗划痕的能力作为衡量硬度的依据，主要用来鉴定矿物的相对硬度。最初的莫氏硬度标准由常见的 10 种矿物组成，分为 10 级，即滑石、石膏（或岩盐）、方解石、氟石、磷灰石、长石、石英、黄玉、刚玉和金刚石依次定其莫氏硬度为 1~10 级。后来莫氏硬度的应用范围日益扩大，级数也有所增加，例如，纯金属的莫氏硬度见表 2。

表 2 纯金属的莫氏硬度

金属	莫氏硬度/级
铯	0.2
钠	0.4
钾	0.5
铅	1.5
锆	1.5
锡	1.8
铋	1.8~1.9
镉	2
钙	2.2~2.5
铈	2.5
金	2.5
锌	2.5
镁	2.6
银	2.7
铝	2.9
铈	3
铜	3
铁	4
钋	4
铂	4.3
镍	5
锰	6
钼	6
铌	5~6
钨	6.5~7.5
钽	7
铬	9

测试莫氏硬度时，在被测试试样上选一个平滑面，用已知莫氏硬度级别的一种试样在选好的平滑面上用力刻划，如果在平滑面上留下刻痕，则表示该被测试试样的硬度小于已知试样的硬度。

8. 邵氏硬度

邵氏硬度是用来测量硫化橡胶、软橡胶、合成橡胶、打印胶辊及塑料制品等的硬度。邵氏硬度符号为 HA 或 HD。

(1) 测试原理 将一定形状的钢制压针，在试验力作用下压入试样表面，当压足颊与试样表面紧密贴合时，测量压针相对压足颊的伸出长度。邵氏硬度值即以该伸出长度来表示，以 0.025mm 的伸出长度为邵氏硬度单位。

(2) 表示方法 邵氏硬度的表示方法按以下顺序书写：硬度值、邵氏硬度符号 [HA 型 (A 型邵氏硬度) 或 HD (D 型邵氏硬度)]。

例如，50HA 表示用 A 型邵氏硬度计测得的硬度值为 50。 MW (20080606)

《金属加工》(冷加工)

2008 年第 15 期要目

数控与高速加工技术在汽车与航空航天制造业的相互推进
浅析保证数控加工精度的方法
冷加工中的经验与窍门
成组技术在零件加工中的应用
车拉刀加工尺寸偏差分析和程序处理方法
磨削加工小窍门
扩镗孔组合刀具的设计与应用
铣键槽刀具对刀装置
平衡接触剃齿刀的设计与应用
用双弹性胀套加工中长的薄壁筒件
夹持窄轴环的磨削夹头
吹胀蒸发器板压凹冲孔复合模设计
塑料小圆片注射模设计
螺纹孔位置度的三坐标测量实践
面轮廓度的特征及应用
基于台阶孔加工的机床改进
LT3 直流调速器和 PLC 在设备改造中的应用
利用 PLC 实现流水生产线上的“傻瓜式”加工
iTNC530 五轴加工功能在数控龙门镗铣床上的应用
基于 UG 软件的芯盒内表面抛光路径生成方法
宏程序在拉深凹模加工中的运用