

关于硬度的简介

金属材料抵抗硬的物体压陷表面的能力，称为硬度。根据试验方法和适用范围不同，硬度又可分为布氏硬度、洛氏硬度、维氏硬度、肖氏硬度、显微硬度和高温硬度等。对于管材一般常用的有布氏、洛氏、维氏硬度三种。

一、布氏硬度 (HB)

用一定直径的钢球或硬质合金球，以规定的试验力 (F) 压入试样表面，经规定保持时间后卸除试验力，测量试样表面的压痕直径 (L)。布氏硬度值是以试验力除以压痕球形表面积所得的商。以 HBS (钢球) 表示，单位为 N/mm²(MPa)。

其计算公式为：

式中：F--压入金属试样表面的试验力，N；

D--试验用钢球直径，mm；

d--压痕平均直径，mm。

测定布氏硬度较准确可靠，但一般 HBS 只适用于 450N/mm² (MPa) 以下的金属材料，对于较硬的钢或较薄的板材不适用。在钢管标准中，布氏硬度用途最广，往往以压痕直径 d 来表示该材料的硬度，既直观，又方便。

举例：120HBS10/1000130：表示用直径 10mm 钢球在 1000Kgf (9.807KN) 试验力作用下，保持 30s (秒) 测得的布氏硬度值为 120N/mm² (MPa)。

二、维氏硬度

代号：HV

简介：以 49.03~980.7N 的负荷，将相对面夹角为 136° 的方锥形金刚石压入器压材料表面，保持规定时间后，用测量压痕对角线长度，再按公式来计算硬度的大小。它适用于较大工件和较深表面层的硬度测定。维氏硬度尚有小负荷维氏硬度，试验负荷 1.961~<49.03N，它适用于较薄工件、工具表面或镀层的硬度测定；显微维氏硬度，试验负荷 <1.961N，适用于金属箔、极薄表面层的硬度测定。

HV-适用于显微镜分析。维氏硬度(HV) 以 120kg 以内的载荷和顶角为 136° 的金刚石方形锥压入器压入材料表面，用材料压痕凹坑的表面积除以载荷值，即为维氏硬度值(HV)。

三、洛氏硬度

在规定的的外加载荷下，将钢球或金刚石压头垂直压入试件表面，产生压痕，测试压痕深度，利用洛氏硬度计算公式 $HR = (K-H)/C$ 便可计算出洛氏硬度。简单说就是压痕越浅，HR 值越大，材料硬度越高。用 "HRC" 来表示。比如 HRC60，即代表在试验载荷为 150kg 下，使用顶角为 120 度的金刚石圆锥压头时，试件的压痕深度为 0.08mm。洛氏硬度试验采用三种试验力，三种压头，它们共有 9 种组合，对应于洛氏硬度的 9 个标尺。这 9 个标尺的应用涵盖了几乎所有常用的金属材料。常用标尺是 HRC、HRB 和 HRF，其中 HRC 标尺用于测试淬火钢、回火钢、调质钢和部分不锈钢。这是金属加工行业应用多的硬度试验方法。HRB 标尺用于测试各种退火钢、正火钢、软钢、部分不锈钢及较硬的铜合金。HRF 标尺用于测试纯铜、较软的铜合金和硬铝合金。HRA 标尺尽管也可用于大多数黑色金属，但是实际应用上一般只限于测试硬质合金和薄硬钢带材料。

表面洛氏硬度试验采用三种试验力，两种压头，它们有 6 种组合，对应于表面洛氏硬度的 6 个标尺。表面洛氏硬度试验是对洛氏硬度试验的一种补充，在采用洛氏硬度试验时，当遇到材料较薄，

试样较小，表面硬化层较浅或测试表面镀覆层时，就应改用表面洛氏硬度试验。这时采用与洛氏硬度试验相同的压头，采用只有洛氏硬度试验几分之一大小的试验力，就可以在上述试样上得到有效的硬度试验结果。表面洛氏硬度的 N 标尺适用于类似洛氏硬度的 HRC、HRA 和 HRD 测试的材料；T 标尺适用于类似洛氏硬度的 HRB、HRF 和 HRG 测试的材料。

HRC 标尺的使用范围是 20~70HRC，当硬度值小于 20HRC 时，因为压头的圆锥部分压入太多，灵敏度下降，这时应改用 HRB 标尺。尽管 HRC 标尺被规定的上限值为 70HRC，但是当试样硬度大于 67HRC 时，压头尖端承受的压力过大，金刚石容易损坏，压头寿命会大大缩短，因此一般应改用 HRA 标尺。

HRA 标尺的使用范围是 20-88HRA，由美国标准 ASTM E140 可以获得以下换算关系：

$$27\text{HRA} \approx 30\text{HRB}$$

$$60\text{HRA} \approx 100\text{HRB} \approx 20\text{HRC}$$

$$85.6\text{HRA} \approx 68\text{HRC}$$

可见，HRA 标尺的测试范围涵盖了从软钢（HRB）、硬钢（HRC）到硬质合金的硬度范围。然而，事实上 HRA 标尺很少用于测试软钢，主要用于测试薄硬钢板、深层渗碳钢和硬质合金。在硬质合金方面，由于技术进步，有些材料硬度已达到 93-94HRA，这已超出标准规定。工程上超出 HRA 高端的测量范围已成为惯例。HRA 标尺有一个特殊用途。在使用洛氏硬度计测试钢试样时，如果不知试样是软钢还是硬钢，可先用 HRA 标尺试测一下，当硬度值小于 60HRA 时可改用 HRB 标尺，当硬度值大于 60HRA 时可改用 HRC 标尺。

HRB 标尺的使用范围是 20~100HRB，当硬度值低于 20HRB 时，由于钢球的压入深度过大，金属蠕变加剧，试样在试验力作用下的变形时间延长，测试值准确度降低，此时应改用 HRF 标尺。当硬度值大于 100HRB 时，因为钢球压入深度过浅，灵敏度降低，精度下降，此时应改用 HRC 标尺。在使用 HRB 标尺测试钢试样时，一个特别值得注意的地方是：当预先不知道试样是软钢还是硬钢时，决不可使用 HRB 标尺做测试，因为用钢球压头误测了淬硬钢，钢球就可能会变形，钢球压头就会损坏，这是钢球压头损坏的主要原因。遇到这种情况时应先用金刚石压头，用 HRA 标尺测试一下，再决定是用 HRB 还是用 HRC。

HRF 标尺的使用范围是 60~100HRF。HRF 标尺是国外使用较多的一个标尺，它是测试纯铜和较软的铜合金材料很好的检测手段。但是在我国，也存在标准硬度块短缺的问题，它的应用也受到了限制。

HRG 标尺适用于 HRB 值接近 100 的材料，对于铍青铜、磷青铜、可锻铸铁这些硬度范围介于 HRB 标尺的高端和 HRC 标尺低端的材料，如果改用 HRG 标尺，就可以大大改善测试的灵敏度，提高测试精度。

四、肖氏硬度

“肖氏硬度”是一种回跳硬度。主要用于金属材料，方法是使一特制的小锤从一定高度自由下落冲击被测材料的试样，并以试样在冲击过程中储存（继而释放）应变能的多少（通过小锤的回跳高度测定）确定材料的硬度。

这种仪器比较小巧，适用于现场使用，精度不高，但是方便。