

李久林 编著

金属硬度试验方法 国家标准

(HB、HV、HR、HL、HK、HS)

实施指南



中国标准出版社

金属硬度试验方法国家标准 (HB、HV、HR、HL、HK、HS) 实 施 指 南

李久林 编著

中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

金属硬度试验方法国家标准(HB、HV、HR、HL、HK、HS)实施指南/李久林编著. —北京:中国标准出版社, 2004

ISBN 7-5066-3500-3

I. 金… II. 李… III. 金属-硬度试验-国家标准-中国-指南 IV. TG115.5-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 049598 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

网址 www.bzcbbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 12 字数 283 千字

2004 年 8 月第一版 2006 年 8 月第二次印刷

定价 40.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



金属硬度试验方法是用于评定和检测金属材料及产品质量的重要手段之一,这些试验方法广泛应用于监测冶金产品的质量及热处理工艺。由于影响硬度试验结果的因素较多,因此这些硬度试验方法的标准化是获得准确可靠试验数据的重要保证。目前,金属硬度试验方法共有 6 个国家标准:布氏硬度试验、维氏硬度试验、洛氏硬度试验、里氏硬度试验、努氏硬度试验和肖氏硬度试验。其中里氏硬度试验、努氏硬度试验是我国首次制定的标准。其他标准历史较长,已经过多次修订。这些标准制修订时在主要技术内容和结构上都最大程度地采用了国际和国外相应标准。

金属硬度试验的结果准确性和可比性受很多因素影响,主要有试样的表面质量和形状及尺寸、硬度计的准确度和稳定性,尤其是试验人员对试验条件的选择以及操作技术和操作经验,对于试验结果的正确性影响很大。此外,根据冶金产品的种类、特点及用途来选择适当的方法进行试验对于正确评定材料硬度性能亦十分重要。这些试验方法标准正是针对各硬度试验的特点做出相应规定,对上述影响因素加以限制。为了使国内本专业试验及技术人员正

确执行这些标准,在本书中对目前实施的金属硬度试验方法标准主要技术规定做了详细说明解释,并对相应国际标准做介绍。与这些硬度试验方法标准密切相关的国家标准包括硬度计的检验和标准硬度块的标定,这些标准均等同或修改采用了相应的国际标准,本书对这部分内容也做了介绍。另外,金属洛氏硬度试验和表面洛氏硬度试验方法国家标准已将这两个标准合并修订为一个标准 GB/T 230.1—2004,内容与国际标准一致,本书除对现行标准技术内容做了说明外,还介绍了修订中标准技术规定的变化。

在对 6 个金属硬度试验国家标准技术内容说明中,引用了一些试验数据和公式,这些资料来源于国内许多文献和著作,其中一部分数据是制修订上述国家标准时各单位做的实验和研究试验结果,在此一并对所有相关人员表示衷心感谢。

编 著 者

2004 年 4 月

目 录



第一章 概述	1
第二章 GB/T 231.1—2002 金属布氏硬度试验	
第 1 部分:试验方法	4
第一节 试验特点及原理	4
第二节 对布氏硬度计的要求	6
第三节 对试样的要求	10
第四节 试验条件的选择	16
第五节 试验方法要求	21
第三章 GB/T 4340.1—1999 金属维氏硬度试验	
第 1 部分:试验方法	30
第一节 原理及应用范围	30
第二节 对维氏硬度计的要求	32
第三节 对试样的要求	37
第四节 试验方法要求	44
第四章 GB/T 230.1—2004 金属洛氏硬度试验	
第 1 部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)	51
第一节 试验原理	51
第二节 应用范围	54
第三节 对洛氏硬度计的要求	57
第四节 试样	63
第五节 试验方法	72
第六节 洛氏硬度试验标准测量不确定度的评定	76
第五章 GB/T 17394—1998 金属里氏硬度试验方法	83
第一节 试验特点及原理	83

第二节	对里氏硬度计的要求	86
第三节	对试样的要求	89
第四节	试验操作	94
第五节	里氏硬度值与其他硬度值的换算	98
第六章 GB/T 18449.1—2001 金属努氏硬度试验		
第 1 部分:试验方法		122
第一节	用途及试验原理	122
第二节	对努氏硬度计的要求	124
第三节	对努氏硬度试样的要求	126
第四节	试验方法	127
第七章 GB/T 4341—2001 金属肖氏硬度试验方法		129
第一节	试验特点及原理	129
第二节	对肖氏硬度计的要求	130
第三节	试验条件及方法	132
附录 金属硬度试验方法国际标准		135
附录 1	ISO 6506-1:1999 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法	135
附录 2	ISO 6507-1:1997 金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分:试验方法	157
附录 3	ISO 6508-1:1999 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)	170
附录 4	ISO 4545:1993(E) 金属材料 努氏硬度试验	182
参考文献		186

第一章 概述

硬度是评定金属材料力学性能常用指标之一,就已经标准化的金属硬度试验方法而言,硬度的实质是材料抵抗另一较硬材料压入的能力。目前,我国已经有了金属布氏硬度、维氏硬度、洛氏硬度、里氏硬度、努氏硬度和肖氏硬度试验方法国家标准,由于每种硬度试验方法原理不同,故“硬度”本身是一个不确定的物理量,即对同一试样,用不同方法测定的硬度值完全不同,各种硬度反映的是在各自规定的试验条件下所表现的材料弹性、塑性、强度、韧性及磨损抗力等多种物理量的综合性能。

由于通过硬度试验可以反映金属材料在不同化学成分、组织结构及热处理工艺条件下性能的差别,因此硬度试验广泛应用于金属材料性能的检验、监督热处理工艺质量及新材料的研制。硬度试验的特点是:它属于在非破坏性条件下进行的试验,测试方法比较简单,对试件的形状及尺寸适应性较强,试验效率较高,这些都是硬度试验方法得到广泛使用的原因。

在已经标准化的金属硬度试验方法中,按试验力状态分,可分为静态力硬度试验方法和动态力硬度试验方法。

属于静态力硬度试验方法的国家标准有:

GB/T 231.1—2002 金属布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 4340.1—1999 金属维氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 230.1—2004 金属洛氏硬度试验方法 第1部分:试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)

GB/T 18449.1—2001 金属努氏硬度试验 第1部分:试验方法

属于动态力硬度试验方法的国家标准有:

GB/T 17394—1998 金属里氏硬度试验方法

GB/T 4341—2001 金属肖氏硬度试验方法

这6种硬度试验方法从原理上的区别是:

布氏硬度试验:用球形压痕表面积评定硬度,其压痕表面积用测量的压痕平均直径计算,用给定条件下试验力除以球形压痕表面积所得的值作为硬度数值,即布氏硬度值。

维氏硬度试验:用正四棱锥形压痕表面积评定硬度,压痕表面积用测量的压痕对角线计算,用给定试验力除以正四棱锥形压痕表面积所得的值作为硬度数值,即维氏硬度值。

努氏硬度试验:用菱形压痕投影面积评定硬度,压痕投影面积用测量的压痕长对角线计算,用给定试验力除以菱形压痕投影面积所得的值作为硬度数值,即努氏硬度值。

洛氏硬度试验:用残余压痕深度计算硬度值,对两种类型压头 and 不同试验力,附以相应

的标尺表示硬度值。

里氏硬度试验:用冲头回弹速度与冲击速度比值计算硬度,对不同冲击装置用相应符号表示。

肖氏硬度试验:用冲头回弹高度与初始高度比值计算硬度,乘以不同的肖氏硬度系数得到相应的肖氏硬度值。

在日常的金属材料及产品的硬度检测中,所使用的硬度试验方法要根据很多情况来选择,考虑到各硬度试验方法的特点,要根据金属材料的种类、组织结构、硬度值的高低、试件的厚度、试验面积及几何形状多种因素决定。从标准化角度讲,冶金产品技术条件或协议应根据金属产品的特点及用途对使用的硬度试验方法种类提出要求,作为一般要求,在各硬度试验方法标准说明中给出了选择指南。

金属的硬度试验方法虽然相对比较简单,但影响试验结果准确度和分散度的因素很多,这些因素在不同的硬度试验方法中影响的程度也各不相同,试验方法标准化的目的就是对这些影响因素作客观的限定,以获得准确可靠和可比较的试验数据。在金属硬度试验方法中,影响试验结果的主要因素如下:

一、试验装置

1. 试验力误差;
2. 压头硬度、形状及表面质量;
3. 压痕测量装置的分辨力和测量误差;
4. 作为综合性能,表现为硬度计的示值误差和示值重复性。

二、试样

1. 试样表面粗糙度和表面质量;
2. 试样或试验层厚度;
3. 试样的曲面形状及曲率半径;
4. 试样重量(动态力硬度试验)。

三、操作方法

1. 试样的固定与支承;
2. 加力速度及方向;
3. 试验力保持时间(静态力硬度试验);
4. 试验条件的选择;
5. 压痕间距;
6. 压痕尺寸测量误差(静态力硬度试验)。

四、试验结果

1. 测量点数;
2. 试验结果的换算条件。

由于每种硬度试验方法各有特点,所以上述各项影响因素对每种硬度试验的结果影响

大小不同。在制修订这些硬度试验方法标准过程中,分析了上述影响因素在不同试验方法中的重要性,通过试验研究、数据分析、参考国外相关标准及文献,并结合了我国具体情况。随着我国金属材料的发展、合金类型的增加以及科技的进步,金属硬度测试技术也在不断提高,这些试验方法的标准也在不断修改,目前所实施的国家标准大部分是经过多次修订的,修订后的标准更具有先进性、科学性和实用性,并扩大了应用范围。例如金属布氏硬度试验方法国家标准适用范围从最初的 450HB 扩展至现在的 650HBW,新标准中去掉了使用钢球做布氏硬度压头的规定,仅使用硬质合金球作压头,并且增加了小直径的球压头,适用于更广泛金属材料的硬度测试。金属维氏硬度试验方法标准将维氏硬度试验、小负荷维氏硬度试验及显微维氏硬度试验 3 个标准合并为 1 个标准,扩大了使用范围,统一了试验方法,并使试验力在整个范围内衔接连续,针对各试验力范围,对试样、压痕测量装置及硬度计示值误差作了相应规定。3 个标准合并后,减少了同类标准的重复,丰富了标准技术内容,便于标准的管理与实施。金属洛氏硬度试验方法标准从最初规定的 3 个标尺扩大至 9 个标尺洛氏硬度的测定,新标准将包括 15 个洛氏硬度标尺,新标准中对计算洛氏用的符号做了修改,修改后的符号与 ISO 6508-1 统一。近年来制定了两个新的硬度试验方法标准:金属里氏硬度试验和金属努氏硬度试验国家标准。金属里氏硬度试验标准对于现场大型工件、设备部件硬度的测定十分有用,本标准的建立很重要的一点是规定了统一的里氏硬度与其他硬度之间的换算关系表。本标准的实施结束了国内多种不统一硬度换算关系的混乱局面。金属努氏硬度试验标准的建立使我国金属硬度试验方法标准种类更加完善,本标准包括了两个国际标准的内容,即 ISO 4545 金属努氏硬度试验方法和 ISO 10250 金属材料平面努氏硬度值表。

第二章

GB/T 231.1—2002

金属布氏硬度试验 第1部分:试验方法

金属布氏硬度试验方法新标准是在 GB/T 231—84 基础上修订的,2002 年 12 月 31 日颁布,2003 年 6 月 1 日实施。本标准等效采用了国际标准 ISO 6506-1:1999。按国际标准结构,ISO 6506 由 3 部分构成:

ISO 6506-1:1999 金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法

ISO 6506-2:1999 金属材料 布氏硬度试验 第 2 部分:硬度计的检验与校准

ISO 6506-3:1999 金属材料 布氏硬度试验 第 3 部分:标准硬度块的标定

我国的布氏硬度试验方法标准编制与国际标准相对应:

GB/T 231.1—2002 金属布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法

GB/T 231.2—2002 金属布氏硬度试验 第 2 部分:硬度计的检验与校准

GB/T 231.3—2002 金属布氏硬度试验 第 3 部分:标准硬度块的标定

新标准与 GB/T 231—1984《金属布氏硬度试验方法》相比较,主要规定变化如下:

1. 取消了用钢球压头进行试验的规定。仅使用硬质合金球作压头,试验范围上限为 650HBW。
2. 对布氏硬度计的要求按 GB/T 231.2 执行。对布氏硬度计示值重复性和示值误差的要求与 ISO 6506-2:1999 相同。
3. 对试样最小厚度规定作了调整。将“试验厚度至少应为压痕深度的 10 倍”。改为“试样厚度至少应为压痕深度的 8 倍”。
4. 取消了用直径 2 mm 球压头进行试验的规定,新标准使用直径 10、5、2.5 和 1 mm 硬质合金球作压头。
5. 对试验材料选用试验力-压头直径平方的比率($0.102F/D^2$)规定作了改变,规定钢类的 $0.102F/D^2$ 仅使用 30 的比率。
6. 对压痕间距的规定作了调整,将“两相邻压痕中心距离不应小于压痕平均直径的 4 倍”改为“两相邻压痕中心距离至少为压痕平均直径的 3 倍”。
7. 增加了附录 C 使用者对布氏硬度计的检查方法。

第一节 试验特点及原理

在目前的硬度试验方法中,金属布氏硬度试验方法是应用较广泛的静力硬度试验方法,其特点是:用较大直径的球体压头可压出面积较大的压痕,适合于铸铁等晶粒粗大的金属材料硬度的测定。由于可以测定金属各组织部分的平均硬度值,因此很少受到个别组织的影

响,当用大直径球体测定硬度时比较稳定,精度高,而且试验操作简单。对试样制备的要求,比起其他方法要宽些。近年来新的方法标准又增加了小直径球体及硬质合金压头的规定,扩大了 F/D^2 的级数,这样不但使硬度值测量范围变宽,而且对于小尺寸及薄板试样、有色金属及软金属都有了更好的适用性。

布氏硬度试验的原理是:将一定直径球体压入试样表面,保持一定时间后卸除试验力,测量试样表面压痕直径,用试验力除以压痕表面面积计算布氏硬度值,见公式(2-1)和图 2-1。这里所指的压痕表面积是用所测平均压痕直径计算的压痕表面积,在目前的一些自动式硬度计中,常使用测量压痕深度的方法计算布氏硬度值,这与本试验标准有些差别,因为试样的组织及表面状态各异,布氏硬度压痕边缘有时出现凸起或凹下的现象,另外布氏硬度压痕深度仅为压痕直径的 1/7 左右,深度测量误差大,所以在使用本标准时要用测得的压痕平均直径计算压痕表面积。

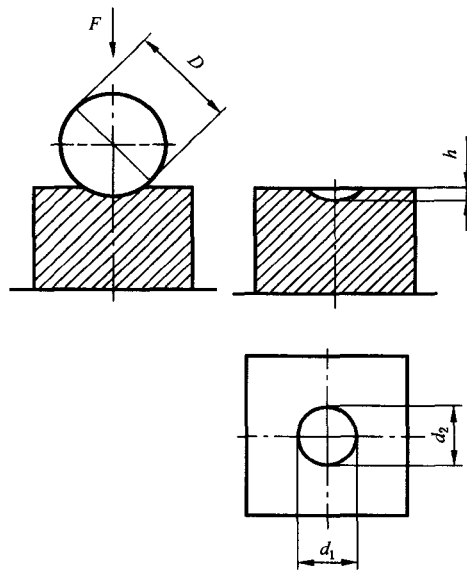


图 2-1 布氏硬度试验原理

$$HB = \frac{F}{S} \dots\dots\dots (2-1)$$

式中: F ——试验力, N;
 S ——压痕表面积, mm^2 。

在实际试验中,压痕表面积是用测量压痕直径得到的,布氏硬度与压痕直径的关系,分别见式(2-2)、(2-3)和图 2-2。

$$HB = \frac{F}{S} = \frac{F}{\pi D h} \dots\dots\dots (2-2)$$

式中: D ——球体压头直径, mm;
 h ——压痕深度, mm。

布氏硬度压痕深度与压痕直径关系如下:

$$\begin{aligned} h &= \frac{D}{2} - OB = \frac{D}{2} - \sqrt{OA^2 - AB^2} \\ &= \frac{D}{2} - \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2} \\ &= \frac{1}{2}(D - \sqrt{D^2 - d^2}) \end{aligned}$$

将 h 代入 $HB = \frac{F}{\pi D h}$

则

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots (2-3)$$

应当注意,新标准试验力单位用牛顿,如果直接用上式计算,其布氏硬度值约为原来的10倍。对于给定试验条件,为了保持原来的布氏硬度值不变,应在公式前乘以一个换算系数,其来源为:1 N=0.102 kgf。则采用 N 时,布氏硬度 $= 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$ 。

在 GB/T 231—84 中,试验力单位使用 kgf 为过渡形式,计算公式中试验力单位可使用 kgf,试验力的表示也用 kgf,新标准中则均使用 N,取消了用 kgf 表示的规定。

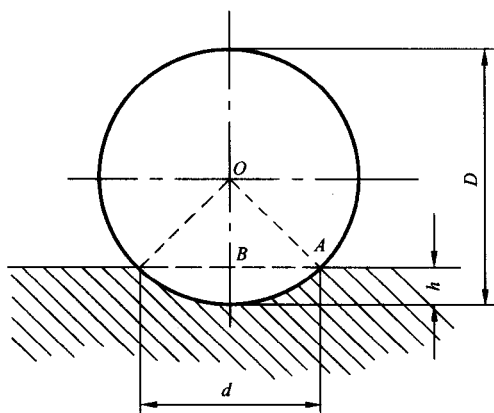


图 2-2 布氏硬度压痕深度与直径关系图

第二节 对布氏硬度计的要求

新标准中对布氏硬度计的要求引用了 GB/T 231.2—2002《金属布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准》规定。这些规定与国际标准 ISO 6506-2:1999 完全相同。

标准中对布氏硬度计的检验分为检查布氏硬度计基本功能的直接检验和检查硬度计综合性能的间接检验。

一、布氏硬度计的直接检验

在布氏硬度计的直接检验中要检查试验力、压头、压痕测量装置及试验力施加和保持时间。

1. 试验力的检查

在布氏硬度计的试验力检查中,对于每级试验力,尽可能在主轴移动范围内至少选择 3 个位置。

检查试验力可使用 1 级测力计(按 GB/T 13634 要求);或者用校准质量的砝码通过机械装置施加准确至 $\pm 0.2\%$ 的力值,使这个力与被试验力平衡。

在硬度计主轴各个位置上,测量 3 次试验力。

测量的试验力误差在试验力标准值的 $\pm 1.0\%$ 之内为合格。

2. 压头

新的标准规定,压头球体应是硬质合金材料制成,取消了原标准中使用钢球的规定。硬质合金球的特性应满足如下要求:

维氏硬度不低于 1500HV10,硬度测定方法按 GB/T 7997 规定进行。

材质密度为: $\rho = (14.8 \pm 0.2) \text{g/cm}^3$

建议其化学成分为:

碳化钨(WC):基本部分;

其他碳化物总量(质量分数):2.0%;

钴(Co)(质量分数):5.0%~7.0%。

由于球体压头是布氏硬度试验中标准工具之一,所以球体直径的公差范围应控制得尽可能小,否则将影响布氏硬度值的准确性。

根据《硬度计量与硬度计》一书提供的资料,一些研究者早已提出球体直径误差对布氏硬度值的影响,当球体直径变化了 ΔD 时,压痕直径 d 也会产生变化,用公式表示为

$$d = \left(\frac{D}{a}\right)^{\frac{1}{n}} \cdot \left(1 + \frac{\Delta D}{D}\right)^{\frac{1-n}{n}} \dots\dots\dots (2-4)$$

式中 a ——与试验材料有关的常数。当 $n=2$ 时, d 与 D 变化无关,当 $n>2$ 时随着 D 的增加, d 随之增加,当 $n<2$ 时则相反。上式经转换,得:

$$\frac{\Delta \text{HB}}{\text{HB}} = \frac{2}{n} \left[1 - n + \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2}} \right] \frac{\Delta D}{D} \dots\dots\dots (2-5)$$

从公式可定量算出球体公差对布氏硬度值的影响。

在 GB/T 231.2 中对布氏硬度压头球直径允差规定见表 2-1。

表 2-1 硬质合金球直径允许偏差

mm

球 直 径	允 差	球 直 径	允 差
10	± 0.005	2.5	± 0.003
5	± 0.004	1	± 0.003

在检查球体直径时,应在 3 个以上位置测量,用其平均值作为测量直径,而且在每个位置上测量的直径偏差均不应大于表 2-1 规定。

新标准中取消了使用钢球的规定,只使用硬质合金压头,这是金属布氏硬度测试技术上的很大进步。

在旧标准 GB 231—84《金属布氏硬度试验方法》中,规定两种材料的球体压头,在 2.2 条中规定:“钢球压头适用于布氏硬度在 450 以下的金属材料,硬度符号为 HBS;硬质合金球压头适用于布氏硬度在 650 以下的金属材料,硬度符号为 HBW”。并且注明:“布氏硬度超过 350 时,用钢球和硬质合金球得到的试验结果明显不同”。这条规定与 ISO 6506:1981 技术内容相同,将这条规定归纳起来可分为 3 种情况,第一种情况是测试布氏硬度在 350 以下的材料,无论用钢球还是硬质合金球压头,其测试结果相同;第二种情况是测试布氏硬度 450~650 的材料,只能用硬质合金球压头,第三种情况是布氏硬度范围在 350~450 的材料,可以用钢球也可用硬质合金球压头,但试验结果不同。前面两种情况在执行中是明确的,第三种情况出现的问题是用两种球体压头得到的结果不同,其原因是,当布氏硬度超过 350 时,按标准规定,试验力与压头球体直径平方的比率为 30,在试验力作用下,钢球会产生较大的弹性变形,在同样试验条件下,钢球比硬质合金球在试样表面上留下的压痕面积要大,因此计算出的布氏硬度值低。在修订标准时进行的对比试验表明,两种球体试验数据的差异随布氏硬度值的增大而趋于明显,两组代表性的数据见表 2-2 和表 2-3,各数据点均为 3 个试验数据的平均值。

表 2-2 直径 10 mm 的钢球和硬质合金球布氏硬度试验结果对比

HBS	222	231	285	292	354	394	461	512	582	627
HBW	223	234	287	292	357	404	475	537	634	745

表 2-3 直径 5 mm 的钢球和硬质合金球布氏硬度试验结果对比

HBS	208	235	286	341	395	435	457	488	580	601
HBW	208	236	288	345	404	450	477	516	631	683

从上述对比数据可以看出,为了获得准确的试验结果,以布氏硬度 350 为界限选择压头球体最合理。然而在 GB 321—1984 中仍以布氏硬度 450 为界限,其原因是:1)在 GB 231—1963 中仅规定了钢球压头,适用的布氏硬度上限为 450,当时的冶金产品标准对材料的检验都按此范围使用,如果直接改为以布氏硬度 350 为界限,则许多冶金产品在布氏硬度 350~450 范围内作出的 HBW 数据与以前的 HBS 数据不一致,给产品验收带来困难;2)布氏硬度在 350~450 时虽然用钢球压头作出的试验结果偏低,但如果试验室之间或生产厂和用户之间均使用 HBS 作数据,由于试验条件一致,在产品生产和验收中尚不致引起争议,从这个角度上看,GB 231—84 中规定钢球压头仍可用于布氏硬度上限为 450 是考虑国内具体情况,实际上是一种过渡;3)基于当时国内硬质合金球作布氏硬度压头很不普遍,标准从当时的实用角度维持了这一现状。

在冶金产品布氏硬度检验中,一些单位执行 GB 231—84 时经常提出的问题是,材料的布氏硬度在 350~450 之间时,究竟使用钢球还是硬质合金球做压头? 这个问题虽然在标准中没有明确规定,但根据布氏硬度试验原理,球体压头在压入试样中应视为刚体,即布氏硬度计算公式中球体直径 D 是固定的,国际标准 ISO 6506 在原理中也提出“压痕被视为具有一定半径的球形,其半径是球形压头直径的二分之一”。从试验准确性角度讲,在此硬度范围使用硬质合金球压头试验最为合理,在产品检验中应尽可能用 HBW 试验数据逐渐取代

HBS 试验数据。然而,如果试验数据必须要与以前材料的 HBS 数据比较,还是要用钢球压头去试验,尽管测试的数据比 HBW 偏低。

由于旧标准在布氏硬度 350HB~450HB 范围内可以使用两种球体压头,才存在上述问题。现在新标准中规定只使用硬质合金球压头,以上的问题则完全得到解决。目前,硬质合金球压头已在布氏硬度试验中广泛应用,国际标准 ISO 6506-1:1997《金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》在引言中提出:“本版标准只规定了使用硬质合金球作压头”。在金属布氏硬度试验方法中全部使用硬质合金球压头有许多优点,第一,硬质合金球硬度高,使用寿命长,表面质量稳定,而钢球表面易受损伤,在潮湿环境易产生锈斑,影响试验准确性。第二,在布氏硬度 350HB~450HB 范围,不存在以前与 HBS 并用的问题,真实地反映材料的布氏硬度值,有利于标准的执行。第三,硬质合金球压头在布氏硬度全范围使用,仅用 HBW 表示即可,简化了表示方法。

因此,新标准中取消了用钢球作压头的规定,只使用硬质合金球作压头。

3. 布氏硬度压痕测量装置

布氏硬度压痕测量装置的准确度对于获得正确的布氏硬度试验结果十分关键,关于压痕测量装置误差对布氏硬度示值的影响,可从公式(2-6)计算出:

$$\frac{\Delta HB}{HB} = \frac{1}{HB} \cdot \frac{\partial HB}{\partial d} \cdot \Delta d = - \left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2}} \right] \frac{\Delta d}{d} \approx - \frac{2\Delta d}{d} \quad \dots\dots (2-6)$$

从公式(2-6)可以看出,压痕测量相对误差会引起布氏硬度值相对误差的 2 倍变化。当压痕测量误差为 $\pm 0.5\% d$ 时,布氏硬度值误差达 $\pm 1\%$ 。

由于布氏硬度值是在测量压痕直径后经查表得到的,所以压痕测量装置是造成布氏硬度值误差的重要原因之一。标准中将压痕测量装置误差规定在 $\pm 0.5\% d$ 以内,则可有效地将布氏硬度示值误差控制于小范围内。从《金属硬度试验》一书提供的曲线中可直观地看出,对于 $D=10 \text{ mm}$ 的球体,当直径测量误差在 0.01 mm 时,对最高硬度值的压痕直径来说是 $\pm 0.01/2.4 = \pm 0.4\%$,相当于图中的曲线 e ,对布氏硬度影响约为 $0.8\% \sim 1\%$ 。

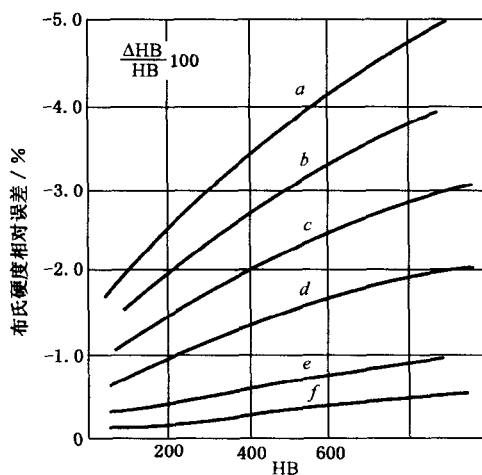


图 2-3 压痕直径测量误差引起的布氏硬度值变化

图中压痕测量装置误差(mm)为:a—0.05;b—0.04;c—0.03;d—0.02;e—0.01;f—0.005。

本标准对布氏硬度压痕测量装置的要求:当测量压痕直径时,装置的最大允许误差在 $\pm 0.5\%$ 之内;测量压痕投影区域时,要求最大允许误差为 $\pm 1\%$ 。另外,布氏硬度压痕测量装置的标尺分度应能估测到压痕直径的 $\pm 0.5\%$ 之内。当使用间接方法检验布氏硬度压痕测量装置时,可使用 GB/T 231.2 间接检验硬度计的各级标准块来进行,用每一个标准块上其中一个标准压痕直径进行比较,其相对误差应不大于 $\pm 1\%$ 。

二、布氏硬度计的间接检验

布氏硬度计的间接检验使用标准布氏硬度块进行,根据不同的试验力和各种尺寸压头球直径,在下列硬度范围至少选两个标准块:

- $\leq 200\text{HBW}$
- $300\text{HBW} \sim 400\text{HBW}$
- $\geq 500\text{HBW}$

在上述硬度范围内,选择的两个标准块尽量在两个范围选取。

检验时,在每一标准块上均匀分布地压 5 个压痕,将压痕平均直径按递增次序排列: d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 d_5 。

布氏硬度计的示值重复性由下式确定:

$$d_5 - d_1$$

布氏硬度计的示值误差由下式确定:

$$\bar{H} - H$$

式中: $\bar{H}$ 是 5 个压痕硬度的平均值:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5}$$

式中:

- H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 、 H_5 ——与 d_1 、 d_2 、 d_3 、 d_4 、 d_5 相对应的硬度值;
- H ——标准块的标定硬度值。

布氏硬度计的示值重复性和示值误差应符合表 2-4 规定。

表 2-4 布氏硬度计的示值重复性和示值误差

标准块硬度 HBW	硬度计示值重复性的 最大允许值/mm	硬度计示值误差的 最大允许值/%(相对 H)
≤ 125	$0.030\bar{d}$	± 3
$125 < \text{HBW} \leq 225$	$0.025\bar{d}$	± 2.5
> 225	$0.020\bar{d}$	± 2

第三节 对试样的要求

一、试样表面质量

在制备布氏硬度试样时,如果进行机加工,应注意加工时不应使试样过热,同时对加工