



中华人民共和国国家标准

GB/T 230.2—2012
代替 GB/T 230.2—2002

金属材料 洛氏硬度试验 第2部分：硬度计(A、B、C、D、E、F、 G、H、K、N、T标尺)的检验与校准

Metallic materials—Rockwell hardness test—
Part 2: Verification and calibration of testing machines
(scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T)

(ISO 6508-2:2005, MOD)

2012-12-31 发布

2013-06-01 实施

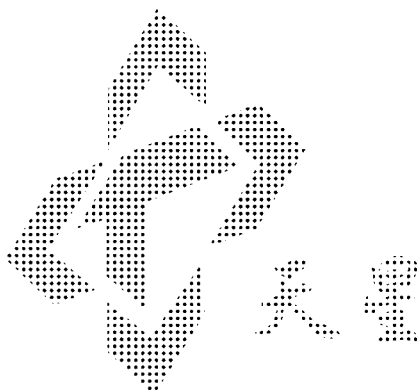


中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般要求	1
4 直接检验	2
5 间接检验	4
6 检验周期	7
7 检验报告和(或)校准证书	7
附录 A (规范性附录) 硬度计的示值重复性	8
附录 B (资料性附录) 硬度计校准结果的测量不确定度	10



前 言

GB/T 230《金属材料 洛氏硬度试验》分为如下三个部分：

- 第 1 部分：试验方法(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)；
- 第 2 部分：硬度计(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)的检验与校准；
- 第 3 部分：标准硬度块(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)的标定。

本部分为 GB/T 230 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 230.2—2002《金属洛氏硬度试验 第 2 部分：硬度计(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)的检验与校准》，与 GB/T 230.2—2002 相比，主要技术变化如下：

- 修改了名称；
- 修改了引言(见引言,2002 年版的引言)；
- 明确规定硬质合金球为压头用标准用球(见引言)；
- 删除了第 2 章规范性引用文件清单中引用的国家标准 GB/T 7997—1987《硬质合金维氏硬度试验方法》(见 2002 年版的第 2 章)；
- 修改了表 1 的内容,并规范了表中 1 所列“标尺”和“洛氏硬度单位”的表示方式;修改了表 5 中、图 A.1 和图 A.2 的曲线上“示值相对重复性指标”的表示方式(见 4.3.1.2、表 5 和附录 A,2002 年版的 4.3.1.2、表 5 和附录 A);
- 增加了公式(3)、符号“ r_{rel} ”和“ c ”以及有关这些符号的说明(见 5.3.1 和 5.4.1)；
- 增加了资料性附录“硬度计校准结果的测量不确定度”(见附录 B)。

本部分使用重新起草法修改采用国际标准 ISO 6508-2:2005《金属材料 洛氏硬度试验 第 2 部分：硬度计(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T 标尺)的检验与校准》(第三版),在文本结构和技术内容方面与 ISO 6508-2:2005 一致。

本部分与 ISO 6508-2:2005 的技术性差异及其原因如下：

- 删除了 ISO 6508-2:2005 的前言,重新编写了前言；
- 关于规范性引用文件,本部分做了具有技术性差异的调整,以适应我国的技术条件,调整的内容集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中,具体调整如下：
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 230.1 代替 ISO 6508-1(见第 1 章、4.3.1.2、4.5、5.2.2 和 B.1.1)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 230.3—2012 代替 ISO 6508-3:2005(见 4.3.1.2 和 5.1)；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 4340.1 代替 ISO 6507-1(见 4.3.2.3.2 和 4.3.2.3.3)；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 13634 代替 ISO 376(见 4.2.3)。
- 修改了表 1 的内容,并规范了表中所列“标尺”和“洛氏硬度单位”的表示方式;修改了表 5 中、图 A.1 和图 A.2 的曲线上“示值相对重复性指标”的表示方式；
- 增加了公式(3)、符号“ r_{rel} ”和“ c ”以及有关这些符号的说明;原公式(3)的序号改为公式(4)；
- 改正了附录 B 中及表 B.1、表 B.5、表 B.6、表 B.8 和表 B.9 中一些错误的符号、计算结果和数据,并在做过改正的地方用下划线注明；
- 规范了附录 B 中向公式里代入数值的一些计算式的表达方法；
- 将附录 B 的公式(B.10)、公式(B.12)和表 B.9 中的符号“ \bar{b} ”用符号“ E ”替换；
- 删除了参考文献。

本部分与 ISO 6508-2:2005 相比存在技术性差异,这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线(|)进行了标示。

本部分还做了下列编辑性修改:

- 将“ISO 6508 的本部分”一词改为“本部分”;
- 用中文的小数点符号“.”代替英文的小数点符号“,”。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本部分由中国机械工业联合会提出。

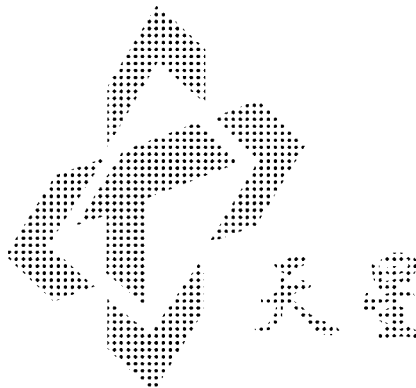
本部分由全国试验机标准化技术委员会(SAC/TC 122)归口。

本部分起草单位:长春机械科学研究院有限公司、莱州华银试验仪器有限公司、上海市计量测试技术研究院、上海尚材试验机有限公司、上海联尔试验设备有限公司、宝禾测量仪器(上海)有限公司。

本部分主要起草人:王学智、杨凤鸣、虞伟良、寇钟夏、杨琼、盛耀兴、贺定弘。

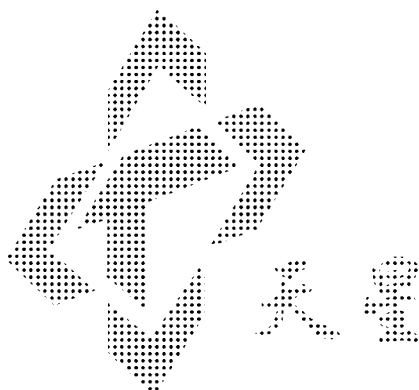
本部分所代替标准的历次版本发布情况:

- GB 2848—1981、GB/T 2849—1981、GB/T 2848—1992;
- GB 3773—1983、GB/T 3773—1993;
- GB/T 230.2—2002。



引 言

GB/T 230 的本部分规定硬质合金球作为洛氏球压头的标准型式的压头用球。如果在产品规范或专门的协议中另有规定,可继续将钢球作为压头用球。



金属材料 洛氏硬度试验

第2部分：硬度计(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)的检验与校准

1 范围

GB/T 230的本部分规定了按GB/T 230.1测定洛氏硬度(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)用的洛氏硬度计(以下简称硬度计)的检验方法。

本部分适用于检查硬度计工作基本功能的直接检验法和对硬度计综合检查的间接检验法。间接检验法可独立地用于使用中硬度计的定期常规检查。

如果硬度计还可用于其他方法的硬度试验,则应分别按每一种方法单独地对硬度计进行检验。

本部分也适用于便携式硬度计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 230.1 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)(GB/T 230.1—2009,ISO 6508-1:2005,MOD)

GB/T 230.3—2012 金属材料 洛氏硬度试验 第3部分:标准硬度块(A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺)的标定(ISO 6508-3:2005,MOD)

GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 4340.1—2009,ISO 6507-1:2005,MOD)

GB/T 13634 单轴试验机检验用标准测力仪的校准(GB/T 13634—2008,ISO 376:2004, Metallic materials-Calibration of force-proving instruments used for verification of uniaxial testing machines, IDT)

3 一般要求

在检验硬度计以前,应对其进行检查以保证硬度计按制造者的说明书正确地安装,并要特别检查:

- a) 安装压头的主轴在其导向装置中能够滑动;
- b) 压头柄牢固地安装在主轴孔中;
- c) 试验力的施加和卸除无冲击或振动,且不影响读数。

应通过检查确认试样的位移或机架的变形不影响读数。当带有将试样锁固在机架上方部件上的锁紧装置时,其锁紧力应超过总试验力。机架变形的影响可通过给主轴装上一个端面为球形的压头(直径不小于10 mm),来代替原压头,经过垫块压在试台上(当带锁紧装置时要用锁紧装置压住垫块再压在试台上)进行检查。该球形压头和垫块材质的洛氏硬度不应低于60 HRC。测量装置的读数(施加着初试验力),在硬度计最大主试验力施加前和卸除后,对不带锁紧装置的硬度计二者相差不应超过1.5洛氏单位;对带锁紧装置的硬度计相差不应超过0.5洛氏单位。

4 直接检验

4.1 总则

4.1.1 直接检验宜在 $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 温度范围内进行。如果在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告中注明。

4.1.2 检验和校准用的器具应能溯源到国家基准。

4.1.3 直接检验包括:

- a) 试验力的校准;
- b) 压头的检测;
- c) 压痕深度测量装置的校准;
- d) 试验循环时间的检测。

4.2 试验力的校准

4.2.1 对于初试验力 F_0 (见 4.2.4) 和所使用的每一个总试验力 F (见 4.2.5) 均应进行测量,只要可行,就应在试验过程中主轴的整个移动范围内以一定的间隔在其至少 3 个位置上做上述力的测量。初试验力应至少保持 2 s。

4.2.2 在主轴的每一位置上,对每个试验力应读取 3 个读数。即将读取每个力的读数之前,主轴的移动方向应与试验时的移动方向一致。

4.2.3 试验力应通过下述两种方法之一测量:

- 用符合 GB/T 13634 规定的 1 级标准测力仪测量;
- 用校准过质量的砝码或具有相同准确度的其他方法施加一个准确到 $\pm 0.2\%$ 的力,使该力与被测试验力相平衡。

4.2.4 初试验力 F_0 (在主试力 F_1 施加前和卸除后) 的最大允差应为其标称值的 $\pm 2.0\%$ 。

4.2.5 总试验力 F 的最大允差应为其标称值的 $\pm 1.0\%$ 。 F 的每一单个测量值均应在此允差之内。

4.3 压头的检测

4.3.1 金刚石圆锥压头(A、C、D、N 标尺)

为检验圆锥压头的可靠性,应按照本部分进行直接检测和间接检测。

4.3.1.1 圆锥压头的直接检测

4.3.1.1.1 与 0.3 mm 压入深度范围相对应的金刚石圆锥面和顶端球面应抛光,两个面的结合应完全相切。两个面应无表面缺陷。

4.3.1.1.2 压头的形状可通过直接测量或通过测量其在投影屏上的投影进行检测。测量应至少在 4 个等间隔的截面进行。

4.3.1.1.3 金刚石圆锥的顶角应为 $120^{\circ}\pm 0.35^{\circ}$ 。

邻近结合处的金刚石圆锥母线直线度的偏差,在 0.4 mm 的最小长度内不应超过 0.002 mm。

4.3.1.1.4 金刚石圆锥体轴线与压头柄轴线(垂直于座的安装面)的夹角不应超过 0.5° 。

4.3.1.1.5 压头的顶端应为球面,球面半径是根据在 4.3.1.1.2 定义的各轴向截面测量的单个测量值而确定的。两同心圆的间距不应超过 0.004 mm。每一单个测量值应在 $(0.2\pm 0.015)\text{mm}$ 以内。至少 4 个单个测量值的平均值应在 $(0.2\pm 0.01)\text{mm}$ 以内。

注 1: 球面半径能够通过测量压头轴向截面投影轮廓线与两同心圆的两段弧的交线而测定。

注 2: 上述的单一值是两个同心圆半径的平均值。

也可使用带准直仪的装置测量。在这种情况下,宜至少在4个中心角(该中心角应不小于120°)进行测量。

4.3.1.2 圆锥压头的间接检测

由硬度计给出的硬度值不但取决于4.3.1.1.3和4.3.1.1.5中规定的压头几何尺寸的实际值,而且还取决于其表面粗糙度、金刚石晶轴的位置和金刚石在压头座中的镶装状况。

为检测上述的影响,应相对表1规定的硬度水平选用4块已标定的标准块对压头进行间接检测,或在给出等效的总压痕深度的4块标准块上进行间接检测。

对于每一标准块,用被检压头压出3个压痕取得的平均硬度值与用按GB/T 230.3—2012的4.5标定的压头取得的3个压痕的平均硬度值不应相差 ± 0.8 洛氏单位。用被检压头压出的压痕与用上述标定的压头压出的压痕宜是相邻的。

注:使用标准机按GB/T 230.3—2012第5章所述的程序能够进行这种间接检测。

上述间接检测使用的硬度计,其试验力的允差应符合以下规定:

$F_0: \pm 1.0\%$;

$F: \pm 0.5\%$ 。

试验应按GB/T 230.1进行。

表1 对应不同标尺的硬度水平

洛氏硬度标尺	硬 度	范围
C	23 HRC	(20~26) HRC
C	55 HRC	(52~58) HRC
N	43 HR45N	(40~46) HR45N
N	91 HR15N	(88~94) HR15N

4.3.2 球压头(B、E、F、G、H、K、T标尺)

4.3.2.1 为检测球的尺寸和硬度,应从一批球中随机抽取一个样品进行试验,经过硬度试验后的球应予以剔除。

4.3.2.2 球应抛光且无表面缺陷。

4.3.2.3 使用者应对球进行测量以保证其满足下述要求,或者从球的供应方获得能证明满足下述要求的球。

4.3.2.3.1 在不少于3个位置上测量,球的直径与其标称直径之差应在表2给出的允差以内。

表2 不同球直径的允差

洛氏硬度标尺	球 直 径 mm	允 差 mm
B	1.587 5	$\pm 0.003 5$
F	1.587 5	$\pm 0.003 5$
G	1.587 5	$\pm 0.003 5$
T	1.587 5	$\pm 0.003 5$

表 2 (续)

洛氏硬度标尺	球直径 mm	允差 mm
E	3.175	±0.004
H	3.175	±0.004
K	3.175	±0.004

4.3.2.3.2 硬质合金球的特性如下:

- 硬度:当使用不小于 4.903 N 试验力,按 GB/T 4340.1 测定,维氏硬度不应低于 1 500 HV。硬质合金球可以在球面上直接测定硬度,或将球剖开在球的截面上测定硬度。表 3 给出了以 HV10 标尺测定硬度的示例;
- 密度: $\rho=(14.8\pm 0.2)\text{g}/\text{cm}^3$ 。

注:推荐的化学成分如下:

碳化钨(WC)	其余部分
其他碳化物总量	2.0%
钴(Co)	5.0%~7.0%

4.3.2.3.3 钢球的硬度当使用 98.07 N 试验力,按 GB/T 4340.1 测定,其维氏硬度不应低于 750 HV10 (见表 3)。

表 3 用于确定球硬度的压痕平均对角线的值(HV10)

单位为毫米

球直径	用维氏压头以 98.07 N(HV10)的力在球面上做出压痕的平均对角线的最大值	
	钢球	硬质合金球
3.175	0.153	0.109
1.587 5	0.160	0.107

4.4 压痕深度测量装置的校准

4.4.1 压痕深度测量装置应以增加硬度值的方向通过使压头产生已知的位移增量,将包含与常用标尺的最低和最高硬度相对应的范围,至少分 3 个测量段进行检测。

4.4.2 检测压痕深度测量装置用的仪器应具有 0.000 2 mm 的不确定度($k=2$)。对于 A~K 标尺,压痕深度测量装置的示值应准确到±0.001 mm;对于 N 和 T 标尺,应准确到±0.000 5 mm,即对应每一个标尺的硬度范围均为±0.5 标尺单位。

注:若对压痕深度测量装置不能直接进行检测,能通过使用标准块和已检验合格并对已知误差做过修正的压头所做的间接检验结果来对其性能予以检查(见 5.2)。

4.5 试验循环时间的检测

试验循环时间应与 GB/T 230.1 规定的试验循环时间一致,其时控误差的最大允许值为±0.5 s。

5 间接检验

5.1 总则

宜在(23±5)℃温度范围内,使用按 GB/T 230.3—2012 标定的标准硬度块进行间接检验。如果在此温度范围以外进行检验,则应在检验报告中注明。

5.2 方法

5.2.1 硬度计的间接检验应采用以下方法。

应对硬度计所使用的每一个标尺进行检测。对于每一待检测的标尺,应从表 4 规定的每一个硬度范围中选用标准块。标准块的硬度值应接近预期使用的极限值。

5.2.2 在每一标准块的试验面上,应均匀分布地压出 5 个压痕,而且每个硬度读数要读取到 0.2 标尺单位。在做这 5 个压痕以前,至少应压出 2 个初始压痕以保证硬度计工作自如,以及标准块、压头和试台的定位正确可靠。这些初始压痕的结果应忽略不计。试验应按 GB/T 230.1 进行。

表 4 不同标尺的硬度范围

洛氏硬度标尺	标准块的硬度范围	洛氏硬度标尺	标准块的硬度范围
A	20 HRA~40 HRA 45 HRA~75 HRA 80 HRA~88 HRA	K	40 HRK~60 HRK 65 HRK~80 HRK 85 HRK~100 HRK
B	20 HRB~50 HRB 60 HRB~80 HRB 85 HRB~100 HRB	15 N	70 HR15N~77 HR15N 78 HR15N~88 HR15N 89 HR15N~91 HR15N
C	20 HRC~30 HRC 35 HRC~55 HRC 60 HRC~70 HRC	30 N	42 HR30N~54 HR30N 55 HR30N~73 HR30N 74 HR30N~80 HR30N
D	40 HRD~47 HRD 55 HRD~63 HRD 70 HRE~77 HRE	45 N	20 HR45N~31 HR45N 32 HR45N~61 HR45N 63 HR45N~70 HR45N
E	70 HRE~77 HRE 84 HRE~90 HRE 93 HRE~100 HRE	15 T	73 HR15T~80 HR15T 81 HR15T~87 HR15T 88 HR15T~93 HR15T
F	60 HRF~75 HRF 80 HRF~90 HRF 94 HRF~100 HRF	30 T	43 HR30T~56 HR30T 57 HR30T~69 HR30T 70 HR30T~82 HR30T
G	30 HRG~50 HRG 55 HRG~75 HRG 80 HRG~94 HRG	45 T	12 HR45T~33 HR45T 34 HR45T~54 HR45T 55 HR45T~72 HR45T
H	80 HRH~94 HRH 96 HRH~100 HRH	—	—

5.3 重复性

5.3.1 将每一标准块上测得的硬度值 H_1 、 H_2 、 H_3 、 H_4 、 H_5 ,按从小到大递增的次序排列。

在规定的检验条件下,硬度计的示值重复性 r 由公式(1)确定:

$$r = H_5 - H_1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

5 个压痕的平均硬度值 \bar{H} 按公式(2)计算:

$$\bar{H} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5}{5} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中：

$H_1、H_2、H_3、H_4、H_5$ ——与 5 个压痕对应的硬度值。

以百分比表示的硬度计的示值相对重复性 r_{rel} 按公式(3)计算：

$$r_{rel} = \frac{H_5 - H_1}{c - H} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

c ——标尺系数。对于：

- A、C、D、N、T 标尺, $c=100$;
- B、E、F、G、H、K 标尺, $c=130$ 。

5.3.2 如果被检硬度计的重复性满足表 5 规定的要求,则认为该硬度计的重复性合格。在图 A.1 和图 A.2 中还示出了硬度计示值重复性 r 和示值相对重复性 r_{rel} 的曲线图。

5.4 误差

5.4.1 在规定的检验条件下,硬度计的示值误差 E 按公式(4)计算：

$$E = \bar{H} - H_c \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中：

H_c ——所用标准块标定的硬度值。

5.4.2 硬度计的示值误差应符合表 5 的规定。

表 5 允许的硬度计示值重复性和示值误差

洛氏硬度标尺	标准块的硬度范围	示值允许误差洛氏单位	允许的硬度计示值重复性
A	20 HRA~75 HRA >75 HRA~88 HRA	±2 HRA ±1.5 HRA	≤2.0%或 0.8 洛氏单位*
B	20 HRB~45 HRB >45 HRB~80 HRB >80 HRB~100 HRB	±4 HRB ±3 HRB ±2 HRB	≤4.0%或 1.2 洛氏单位*
C	20 HRC~70 HRC	±1.5 HRC	≤2.0%或 0.8 洛氏单位*
D	40 HRD~70 HRD >70 HRD~77 HRD	±2 HRD ±1.5 HRD	≤2.0%或 0.8 洛氏单位*
E	70 HRE~90 HRE >90 HRE~100 HRE	±2.5 HRE ±2 HRE	≤4.0%或 1.2 洛氏单位*
F	60 HRF~90 HRF >90 HRF~100 HRF	±3 HRF ±2 HRF	≤4.0%或 1.2 洛氏单位*
G	30 HRG~50 HRG >50 HRG~75 HRG >75 HRG~94 HRG	±6 HRG ±4.5 HRG ±3 HRG	≤4.0%或 1.2 洛氏单位*
H	80 HRH~100 HRH	±2 HRH	≤4.0%或 1.2 洛氏单位*
K	40 HRK~60 HRK >60 HRK~80 HRK >80 HRK~100 HRK	±4 HRK ±3 HRK ±2 HRK	≤4.0%或 1.2 洛氏单位*
N	—	±2 HRN	≤4.0%或 1.2 洛氏单位*
T	—	±3 HRT	≤6.0%或 2.4 洛氏单位*

* 取其较大者。

5.5 测量不确定度

硬度计校准结果测量不确定度的评定方法见附录 B。

6 检验周期

硬度计直接检验项目和检验周期见表 6。

间接检验的周期不应超过 12 个月并应在直接检验完成以后进行。

表 6 硬度计直接检验

直接检验要求	力	测量装置	试验循环时间	压头 ^a
安装后首次工作以前	√	√	√	√
经拆卸并重新装配后,如果影响到力、测量装置或试验循环时	√	√	√	—
间接检验不合格时 ^b	√	√	√	—
间接检验超过 14 个月	√	√	√	—

^a 建议当压头使用 2 年后要对其进行直接检验。

^b 可对这些检测项目按顺序进行直接检验,以找出未通过间接检验的原因,如果能够证明压头失效的原因(例如使用标准压头进行试验),则不需要对其进行直接检验。

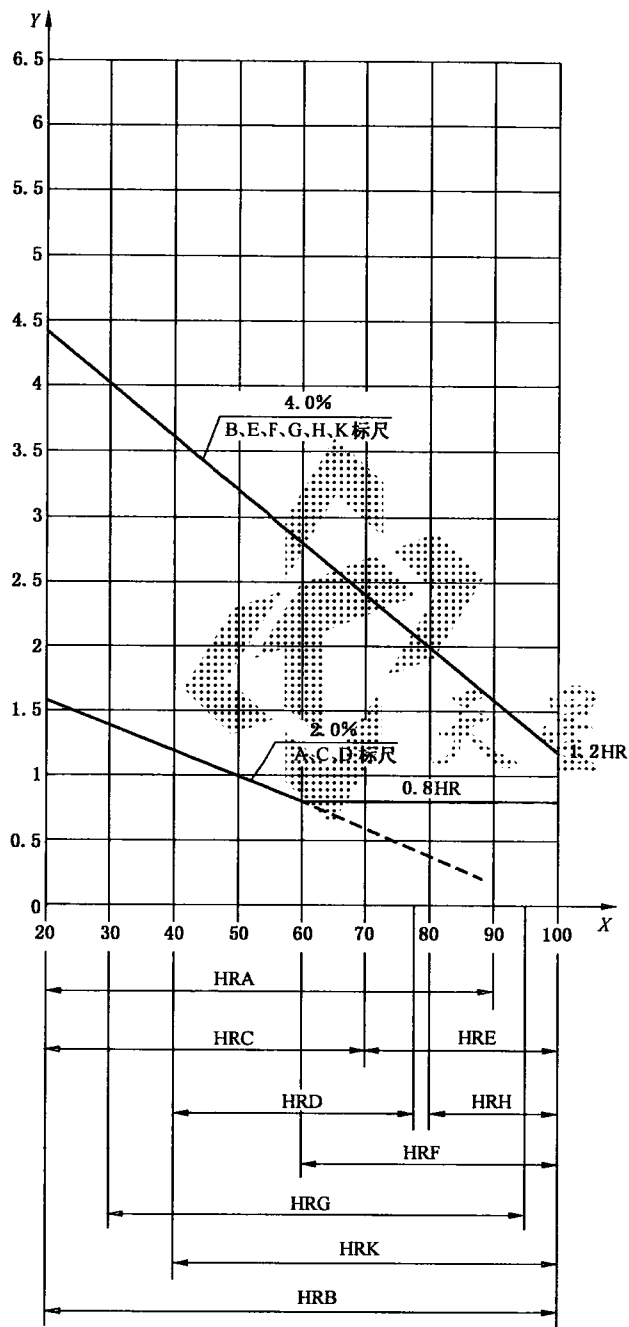
7 检验报告和(或)校准证书

检验报告和(或)校准证书应包含以下内容:

- 注明执行本部分,即 GB/T 230.2;
- 检验方法[直接和(或)间接检验];
- 硬度计标识的信息;
- 检验器具(标准块、标准测力仪等);
- 被检验的洛氏硬度标尺;
- 检验温度;
- 检验结果;
- 检验日期和检验机构;
- 检验结果的不确定度。

附录 A
(规范性附录)
硬度计的示值重复性

图 A.1 和 A.2 示出了硬度计示值重复性的允许范围。



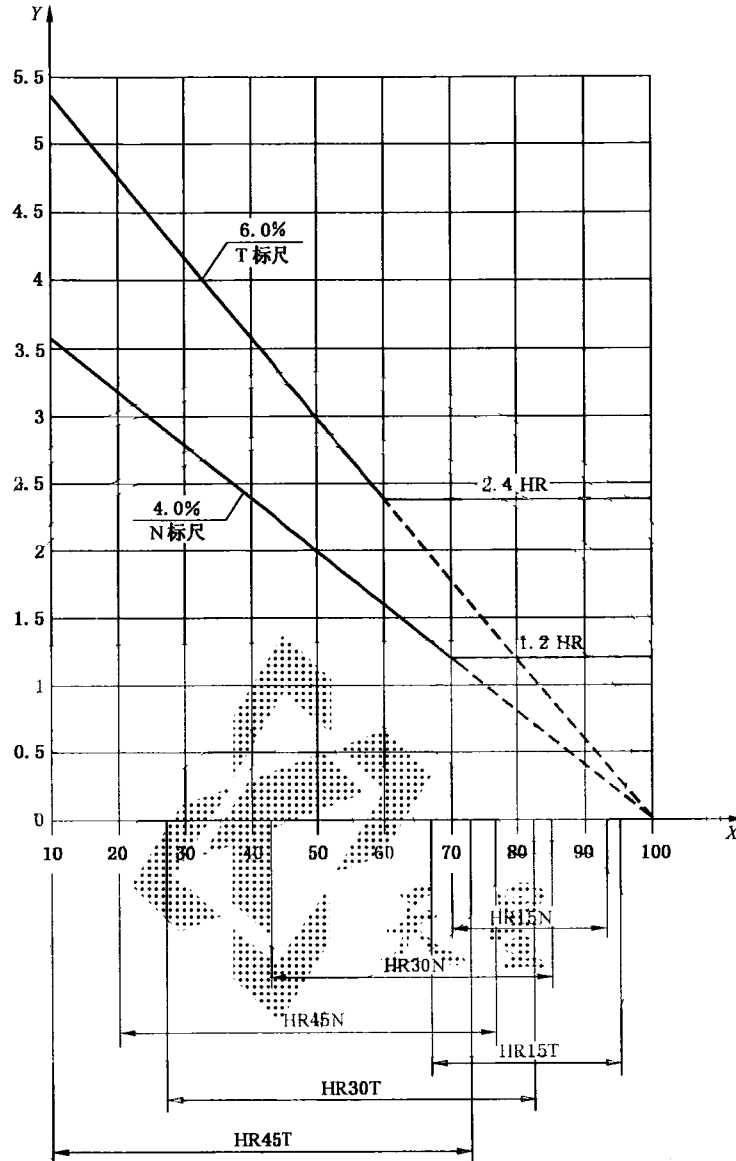
说明:

X —— 洛氏硬度;

Y —— 硬度计的重复性;

HR —— 各标尺的洛氏硬度单位。

图 A.1 洛氏硬度(A、B、C、D、E、F、G、H 和 K 标尺)



说明：

X ——表面洛氏硬度；

Y ——硬度计的重复性；

HR ——各标尺的洛氏硬度单位。

图 A.2 表面洛氏硬度(N和T标尺)

附录 B
(资料性附录)

硬度计校准结果的测量不确定度

B.1 硬度计的直接校准

B.1.1 试验力的校准

试验力校准的相对合成标准不确定度按公式(B.1)计算:

$$u_F = \sqrt{u_{FRS}^2 + u_{FHTM}^2} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

u_{FRS} ——标准测力仪的相对标准不确定度(在校准证书中给出);

u_{FHTM} ——硬度计试验力的相对标准不确定度。

标准测力仪的测量不确定度在相应的校准证书中给出。对于重要的应用宜考虑下列影响量,例如:

- 温度相关性;
- 长期稳定度;
- 内插法误差。

根据传感器的结构设计,在校准过程中还宜考虑将传感器相对硬度计的压头轴线转位。

注: GB/T 230.1—2009 的图 G.1 中示出了硬度标尺的定义和量值传递所需的计量链。

评定不确定度的示例如下:

标准测力仪的测量不确定度(由校准证书给出): $U_{FRS} = 0.12\% (k=2)$

标准测力仪的校准值: $F_{RS} = 1\,471.0\text{ N}$

表 B.1 试验力校准结果

校准试验力时 主轴上测量 位置的序号	第 1 列 F_1 N	第 2 列 F_2 N	第 3 列 F_3 N	平均值 \bar{F} N	相对误差 ΔF_{rel} %	相对标准测量 不确定度 u_{FHTM} %
1	1 471.5	1 471.9	1 471.7	1 471.7	-0.05	0.008
2	1 472.1	1 472.3	1 472.7	1 472.3	-0.09	0.012
3	1 472.2	1 473.5	1 471.3	1 472.3	-0.09	0.043

表 B.1 中的 ΔF_{rel} 和 u_{FHTM} 分别按公式(B.2)和公式(B.3)计算:

$$\Delta F_{rel} = \frac{F_{RS} - \bar{F}}{\bar{F}} \dots\dots\dots (B.2)$$

$$u_{FHTM} = \frac{s_{Fi}}{\bar{F}} \times \frac{1}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

s_{Fi} ——在主轴第 i 个位置测量的试验力示值的标准偏差。

n ——测量次数, $n=3$ 。

在表 B.2 中,将使用到表 B.1 中 u_{FHTM} 的最大值。

表 B.2 试验力测量不确定度的计算

不确定度分量 X_i	估计值 x_i	相对极限值 a_i	分布类别	相对标准测量 不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	相对不确定度的 贡献 $u_i(H)$
u_{FRS}	1 471.0 N	—	正态	6.0×10^{-4}	1	6.0×10^{-4}
u_{FHTM}	1 471.0 N	—	正态	4.3×10^{-4}	1	4.3×10^{-4}
相对合成标准不确定度 u_F						7.4×10^{-4}
相对扩展测量不确定度 $U_F(k=2)$						1.5×10^{-3}

表 B.3 中的 ΔF_{max} 按公式(B.4)计算:

$$\Delta F_{max} = |\Delta F_{rel}| + U_F \quad \dots\dots\dots(B.4)$$

表 B.3 包含标准测力仪测量不确定度的试验力最大相对误差的计算

试验力的相对误差 ΔF_{rel} %	试验力的相对扩展不确定度 U_F %	包含标准测力仪测量不确定度的 试验力最大相对误差 ΔF_{max} %
0.09	0.15	0.24

此例的结果表明包含标准测力仪测量不确定度的试验力的相对误差是满足 4.2 规定的 $\pm 1.0\%$ 要求的。

B.1.2 压痕深度测量装置

用深度校准装置(参考标准)校准压痕深度测量装置时,相对合成标准不确定度按公式(B.5)计算:

$$u_L = \sqrt{u_{LRS}^2 + u_{ms}^2 + u_{LHTM}^2} \quad \dots\dots\dots(B.5)$$

式中:

- u_{LRS} —— 校准压痕深度测量装置用的深度校准装置(参考标准)校准证书给出的相对标准不确定度($k=1$);
- u_{ms} —— 压痕深度测量装置分辨力引入的相对标准不确定度;
- u_{LHTM} —— 硬度计的相对标准不确定度。

校准压痕深度测量装置用的深度校准装置的测量不确定度在相应的校准证书中给出。下列影响量不要对校准所用的深度校准装置的测量不确定度产生实质的影响。如:

- 温度相关性;
- 长期稳定度;
- 内插法误差。

评定不确定度的示例如下:

校准压痕深度测量装置所用的深度校准装置的扩展不确定度: $U_{LRS} = 0.000 2 \text{ mm}(k=2)$ 。

压痕深度测量装置的分辨力: $\delta_{ms} = 0.5 \mu\text{m}$ 。

表 B.4 中的 u_{LHTM} 和 ΔL_{rel} 分别按公式(B.6)和公式(B.7)计算:

$$u_{LHTM} = \frac{s_{Li}}{L} \times \frac{1}{\sqrt{n}} \quad \dots\dots\dots(B.6)$$

$$\Delta L_{rel} = \frac{\bar{L} - L_{RS}}{L_{RS}} \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

s_{L_i} ——对应深度校准装置第 i 个示值, 压痕深度测量装置长度示值的标准偏差;

n ——测量次数, $n=3$ 。

表 B.4 压痕深度测量装置的校准结果

压痕深度测量装置的标称值 L_{RS} mm	第 1 列 L_1 mm	第 2 列 L_2 mm	第 3 列 L_3 mm	平均值 \bar{L} mm	相对误差 ΔL_{rel} %	相对标准测量不确定度 u_{LHTM} %
0.060	0.060 3	0.060 2	0.060 0	0.060 2	0.33	0.15
0.080	0.080 5	0.080 3	0.080 2	0.080 3	0.38	0.11
0.100	0.100 7	0.100 2	0.100 3	0.100 4	0.40	0.15
0.120	0.120 3	0.120 5	0.120 1	0.120 3	0.25	0.10
0.140	0.140 5	0.140 6	0.140 3	0.140 5	0.33	0.06
0.160	0.160 6	0.160 3	0.160 2	0.160 4	0.23	0.07

压痕深度测量装置测量不确定度的评定方法和计算结果见表 B.5。

表 B.5 压痕深度测量装置测量不确定度的计算

不确定度分量 X_i	估计值 x_i mm	极限值 a_i	分布类别	相对标准测量不确定度 $u(x_i)$	灵敏系数 c_i	不确定度的贡献 $u_i(H)$
u_{LRS}	0	1.0×10^{-4} mm	正态	1.0×10^{-4}	1	1.0×10^{-4}
u_{ms}	0	5.0×10^{-4} mm	矩形	1.4×10^{-4}	1	1.4×10^{-4}
u_{LHTM}	0.06	0.15%	正态	9.6×10^{-4}	1	9.6×10^{-4}
对应于 0.16 mm 的合成相对标准不确定度 $u_L/\%$						0.098
相对扩展测量不确定度 $U_L(k=2)/\%$						0.20

表 B.6 包含深度校准装置(参考标准)测量不确定度的压痕测量装置最大相对误差的计算

检测长度 L_{RS} mm	压痕测量装置的相对误差 ΔL_{rel} %	相对扩展测量不确定度 U_L %	包含深度校准装置测量不确定度的压痕测量装置最大相对误差 ΔL_{max} %
0.16	0.23	0.20	0.43

表 B.6 中 ΔL_{max} 按公式(B.8)计算:

$$\Delta L_{max} = |\Delta L_{rel}| + U_L \dots\dots\dots (B.8)$$

此例的结果表明: 包含深度校准装置测量不确定度的压痕测量装置的误差是满足 4.4 规定的 ± 0.001 mm ($L_{RS} \times \Delta L_{max} = 0.16$ mm $\times 0.43\% = 0.00072$ mm) 要求的。

B.1.3 压头的检测

压头是由压头体和压头柄组成,不能通过在现场分别测量进行检测。压头的几何偏差(见 4.3)应由认可的校准实验室出具的有效校准证书予以证明。

B.1.4 试验循环时间的检测

4.5 中规定试验循环每个阶段的时间允许误差为 ± 0.5 s。当使用常规的时间测量装置(秒表)测量时,能够给出的测量不确定度为 0.1 s。因此,不需考虑对此测量不确定度分量的评估。

B.2 硬度计的间接检验

注:在本附录中,根据硬度试验方法标准的定义,下标“CRM”(有证标准物质)的含义是“标准硬度块”。

通过使用标准硬度块进行间接检验,能检查硬度计的综合性能,同时根据标准硬度块的标准值测定出硬度计的重复性及误差。

硬度计间接检验时的合成标准不确定度由公式(B.9)求得:

$$u_{\text{HTM}} = \sqrt{u_{\text{CRM}}^2 + u_{\text{CRM-D}}^2 + u_{\text{H}}^2 + u_{\text{ms}}^2} \dots\dots\dots (\text{B.9})^{1)}$$

式中:

u_{CRM} —— 标准硬度块校准证书给出的标准不确定度($k=1$);

$u_{\text{CRM-D}}$ —— 标准硬度块自最近一次标定,其硬度值随时间漂移而引入的标准不确定度(当使用满足标准要求的标准硬度块检测时此项可忽略不计);

$u_{\text{H}}^{1)}$ —— 用标准硬度块检测时由硬度计引入的标准不确定度;

u_{ms} —— 由硬度计的分辨力引入的标准不确定度。

评定不确定度的示例如下:

标准硬度块的标定值: $H_{\text{CRM}} = 45.4 \text{ HRC}$

标准硬度块的测量不确定度: $U_{\text{CRM}} = 0.5 \text{ HRC}, (k=2)^{2)}$

硬度计的分辨力: $\delta_{\text{ms}} = 0.1 \mu\text{m}$

根据表 B.7 中的数据,按公式(B.10)计算被检硬度计的示值误差:

$$E = \bar{H} - H_{\text{CRM}} \dots\dots\dots (\text{B.10})$$

$$E = 45.9 \text{ HRC} - 45.4 \text{ HRC} = 0.5 \text{ HRC}$$

标准不确定度按公式(B.11)计算:

$$u_{\text{H}} = \frac{t \times s_{\text{H}}}{\sqrt{n}} \dots\dots\dots (\text{B.11})$$

式中取 $t=1.14, n=5, s_{\text{H}}=0.42 \text{ HRC}$ 时:

$$u_{\text{H}} = 0.21 \text{ HRC}$$

1) 国际标准 ISO 6508-2:2005 的公式(B.9)中遗漏了“ u_{H}^2 ”一项和对 u_{H} 分量的说明,本标准予以补充。

2) 国际标准 ISO 6508-2:2005 在 0.5 HRC 前有“ \pm ”号,根据 ISO GUM:1993《测量不确定度表示指南》的规定:不确定度的值均应为正值,没有负值,同时本部分还补充了包含因子($k=2$)。

表 B.7 间接检验结果

序 号	测得的硬度值 H HRC ^a
1	46.4 _{max}
2	46.1
3	45.3 _{min}
4	45.7
5	45.8
平均值 \bar{H}	45.9
标准偏差 s_H	0.42

^a HRC——洛氏硬度。

B.3 测量不确定度的评定

硬度计扩展不确定度的评定结果见表 B.8。

表 B.8 测量不确定度的评定

不确定度分量 X_i	估计值 x_i HRC	标准测量不确定度 $u(x_i)$	分布类别	灵敏系数 c_i	不确定度的贡献 $u_i(H)$ HRC ^a
u_{CRM}	45.4	0.25 HRC	正态	1.0	0.25
u_{ms}	0	0.03 μ_{HTM}	矩形	0.5	0.02
u_H	0	0.21 HRC	正态	1.0	0.21
u_{CRM-D}	0	0 HRC	三角	1.0	0
合成标准不确定度 u_{HTM}					0.33
扩展测量不确定度 $U_{HTM}(k=2)$					0.7

^a HRC——洛氏硬度。

含有测量不确定度的硬度计的示值误差 ΔH_{HTM} 按公式(B.12)计算：

$$\Delta H_{HTM} = |E| + U_{HTM} \dots\dots\dots (B.12)$$

表 B.9 包含测量不确定度的硬度计的最大误差

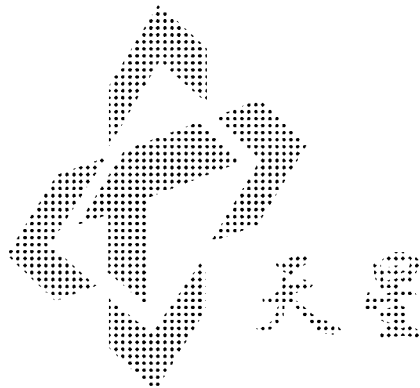
硬度计测定的硬度值 H HRC	扩展测量不确定度 U_{HTM} HRC	用标准硬度块校准时 硬度计的误差 $ E $ HRC	包含测量不确定度的 硬度计的最大误差 $(\Delta H_{HTM})_{max}$ HRC ^a
45.1	0.7	0.5	1.2

^a HRC——洛氏硬度。

表 B.9 中包含测量不确定度的硬度计的最大示值误差:

$$(\Delta H_{\text{HTM}})_{\text{max}} = 0.5 \text{ HRC} + 0.7 \text{ HRC} = 1.2 \text{ HRC}$$

上例的结果表明:包含测量不确定度的硬度计的允许极限误差是满足第 5 章规定的 $\pm 1.5 \text{ HRC}$ 要求的。



中华人民共和国
国家标准
金属材料 洛氏硬度试验
第2部分：硬度计(A、B、C、D、E、F、
G、H、K、N、T标尺)的检验与校准
GB/T 230.2—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室：(010)64275323 发行中心：(010)51780235

读者服务部：(010)68523946

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 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 33 千字
2013年5月第一版 2013年5月第一次印刷

*

书号：155066·1-46681 定价 24.00 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)68510107



GB/T 230.2-2012