



中华人民共和国国家标准

GB/T 230.1—2009
代替 GB/T 230.1—2004

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)

Metallic materials—Rockwell hardness test—
Part 1: Test method(scales A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T)

(ISO 6508-1:2005, MOD)

2009-06-25 发布

2010-04-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 原理	1
4 符号及说明	1
5 试验设备	3
5.1 硬度计	3
5.2 压头	3
5.3 测量系统	3
6 试样	3
7 试验程序	4
8 结果的不确定度	5
9 试验报告	5
附录 A (规范性附录) 薄产品 HR30Tm 和 HR15Tm 试验规范	6
附录 B (规范性附录) 洛氏硬度-试样最小厚度关系图	7
附录 C (规范性附录) 在凸圆柱面上试验的洛氏硬度修正值	10
附录 D (规范性附录) 在凸球面上试验 C 标尺洛氏硬度修正表	12
附录 E (资料性附录) 操作者对硬度计期间检查的方法	13
附录 F (资料性附录) 金刚石压头的说明	14
附录 G (资料性附录) 硬度测量值的不确定度评定	15

前 言

GB/T 230《金属材料 洛氏硬度试验》分为如下三部分：

- 第 1 部分：试验方法；
- 第 2 部分：硬度计的检验与校准；
- 第 3 部分：标准硬度块的标定。

本部分为 GB/T 230 的第 1 部分。

本部分修改采用国际标准 ISO 6508-1:2005《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)》(英文版)。

本部分根据 ISO 6508-1:2005 重新起草,根据我国的实际情况,本标准在采用国际标准时进行了修改和补充。这些技术性差异用垂直单线标识在它们所涉及的条款的页边空白处。

本部分结构和技术内容与 ISO 6508-1:2005 基本一致,根据我国情况在以下几方面进行了修改：

- 删去了国际标准的前言；
- 删除了引言；
- “本国际标准”一词改为“本部分”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 增加了对试样表面粗糙度的建议；
- 增加了试验结果有效位数的规定；
- 修改了附录 G 洛氏硬度测量值的不确定度分析方法。

本部分代替 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)》，与原标准相比对下列内容进行了修改：

- 增加了试验范围的解释和说明；
- 增加对活性金属的硬度试样的规定；
- 对可能产生过度塑性变形的试样进行试验时的加荷时间做出规定；
- 增加了对结果不确定度的说明；
- 增加了资料性附录 G(硬度测量值的不确定度评定)。

本部分的附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 为规范性附录,附录 E、附录 F、附录 G 为资料性附录。

本部分由中国钢铁工业协会提出。

本部分由全国钢标准化技术委员会归口。

本部分起草单位：钢铁研究总院、首钢总公司、冶金工业信息标准研究院、上海出入境检验检疫局、上海材料研究所、攀钢钢研院。

本部分起草人：朱林茂、高怡斐、刘卫平、董莉、华沂、王滨、张晓华。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 230—1983、GB/T 230—1991、GB/T 230.1—2004；
- GB/T 1818—1979、GB/T 1818—1994。

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)

1 范围

GB/T 230 的本部分规定了金属材料洛氏硬度和表面洛氏硬度试验的原理、符号及说明、试验设备、试样、试验程序、结果的不确定度及试验报告。

值得注意的是硬质合金球形压头为标准型洛氏硬度压头。如果在产品标准或协议中有规定时,允许使用钢球压头。

注 1: 需要指出的是使用两种类型的球进行硬度测试会得出不同的结果。对于特殊的材料或产品适用其他标准。

注 2: 对于某些材料,适用范围可能比所规定的要窄。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 230 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 230.2 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(GB/T 230.2—2002,ISO 6508-2:1999,MOD)

GB/T 230.3 金属洛氏硬度试验 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(GB/T 230.3—2002,ISO 6508-3:1999,MOD)

JJF 1059 测量不确定度评定与表示

3 原理

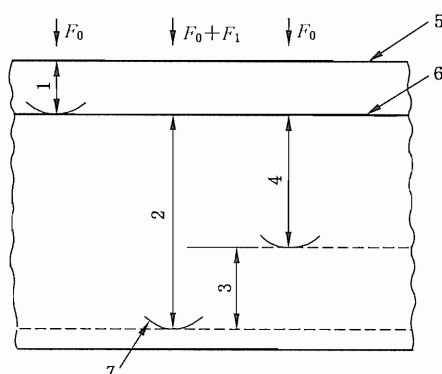
将压头(金刚石圆锥、硬质合金球)按图 1 分两个步骤压入试样表面,经规定保持时间后,卸除主试验力,测量在初试验力下的残余压痕深度 h 。

根据 h 值及常数 N 和 S (见表 2),用式(1)计算洛氏硬度(见图 1):

$$\text{洛氏硬度} = N - \frac{h}{S} \quad \dots\dots\dots(1)$$

4 符号及说明

4.1 符号及说明见图 1、表 1 及表 2。



- 1——在初试验力 F_0 下的压入深度；
- 2——由主试验力 F_1 引起的压入深度；
- 3——卸除主试验力 F_1 后的弹性回复深度；
- 4——残余压入深度 h ；
- 5——试样表面；
- 6——测量基准面；
- 7——压头位置。

图 1 洛氏硬度试验原理图

表 1 洛氏硬度标尺

洛氏硬度标尺	硬度符号 ^d	压头类型	初试验力 F_0/N	主试验力 F_1/N	总试验力 F/N	适用范围
A ^a	HRA	金刚石圆锥	98.07	490.3	588.4	20HRA~88HRA
B ^b	HRB	直径 1.587 5 mm 球	98.07	882.6	980.7	20HRB~100HRB
C ^c	HRC	金刚石圆锥	98.07	1 373	1 471	20HRC~70HRC
D	HRD	金刚石圆锥	98.07	882.6	980.7	40HRD~77HRD
E	HRE	直径 3.175 mm 球	98.07	882.6	980.7	70HRE~100HRE
F	HRF	直径 1.587 5 mm 球	98.07	490.3	588.4	60HRF~100HRF
G	HRG	直径 1.587 5 mm 球	98.07	1 373	1 471	30HRG~94HRG
H	HRH	直径 3.175 mm 球	98.07	490.3	588.4	80HRH~100HRH
K	HRK	直径 3.175 mm 球	98.07	1 373	1 471	40HRK~100HRK
15N	HR15N	金刚石圆锥	29.42	117.7	147.1	70HR15N~94HR15N
30N	HR30N	金刚石圆锥	29.42	264.8	294.2	42HR30N~86HR30N
45N	HR45N	金刚石圆锥	29.42	411.9	441.3	20HR45N~77HR45N
15T	HR15T	直径 1.587 5 mm 球	29.42	117.7	147.1	67HR15T~93HR15T
30T	HR30T	直径 1.587 5 mm 球	29.42	264.8	294.2	29HR30T~82HR30T
45T	HR45T	直径 1.587 5 mm 球	29.42	411.9	441.3	10HR45T~72HR45T

如果在产品标准或协议中有规定时,可以使用直径为 6.350 mm 和 12.70 mm 的球形压头。

^a 试验允许范围可延伸至 94 HRA。

^b 如果在产品标准或协议中有规定时,试验允许范围可延伸至 10 HRBW。

^c 如果压痕具有合适的尺寸,试验允许范围可延伸至 10 HRC。

^d 使用硬质合金球压头的标尺,硬度符号后面加“W”。使用钢球压头的标尺,硬度符号后面加“S”。

4.2 洛氏硬度的表示方法如下例。

例如：

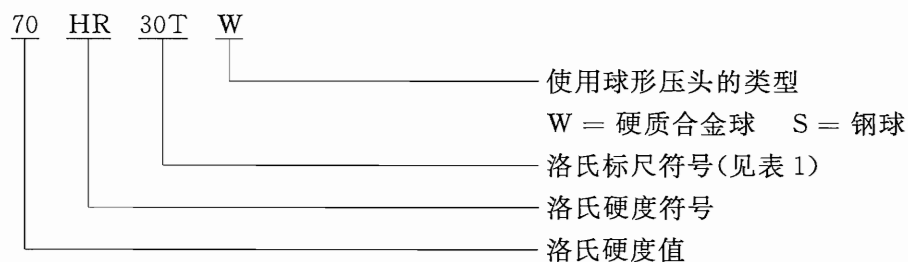


表 2 符号及名称

符 号	说 明	单 位
F_0	初试验力	N
F_1	主试验力	N
F	总试验力	N
S	给定标尺的单位	mm
N	给定标尺的硬度数	
h	卸除主试验力,在初试验力下压痕残留的深度 (残余压痕深度)	mm
HRA HRC HRD	洛氏硬度 = $100 - \frac{h}{0.002}$	
HRB HRE HRF HRG HRH HRK	洛氏硬度 = $130 - \frac{h}{0.002}$	
HRN HRT	表面洛氏硬度 = $100 - \frac{h}{0.001}$	

5 试验设备

5.1 硬度计

硬度计应能按表 1 施加预定的试验力,并符合 GB/T 230.2 的要求。

5.2 压头

金刚石圆锥压头锥角为 120° ,顶部曲率半径为 0.2 mm,并符合 GB/T 230.2 的要求。

硬质合金球压头的直径为 1.587 5 mm 或 3.175 mm,并符合 GB/T 230.2 的要求。

5.3 测量系统

测量系统应符合 GB/T 230.2 的规定。

注:附录 E 给出了使用者对硬度计进行期间核查的方法。附录 F 也给出了关于金刚石压头的说明。

6 试样

6.1 除非产品或材料标准另有规定,试样表面应平坦光滑,并且不应有氧化皮及外来污物,尤其不应有

油脂,试样的表面应能保证压痕深度的精确测量.建议试样表面粗糙度 Ra 不大于 $1.6 \mu\text{m}$.在做可能会与压头粘结的活性金属的硬度试验时,例如钛,可以使用某种合适的油性介质(例如煤油).使用的介质应在试验报告中注明。

6.2 试样的制备应使受热或冷加工等因素对试样表面硬度的影响减至最小.尤其对于残余压痕深度浅的试样应特别注意。

6.3 除了 HR30Tm,试验后试样背面不应出现可见变形. HR30Tm 的试验应按附录 A 进行。

附录 B 给出了洛氏硬度-试样最小厚度关系图.对于用金刚石圆锥压头进行的试验,试样或试验层厚度应不小于残余压痕深度的 10 倍;对于用球压头进行的试验,试样或试验层的厚度应不小于残余压痕深度的 15 倍.除非可以证明使用较薄的试样对试验结果没有影响。

6.4 表 C.1、表 C.2、表 C.3、表 C.4 和表 D.1 给出了在凸圆柱面和凸球面上试验时的洛氏硬度修正值。

未规定在凹面上试验的修正值,在凹面上试验时,应专门协商。

7 试验程序

7.1 试验一般在 $10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 室温下进行.洛氏硬度试验应选择在较小的温度变化范围内进行,因为温度的变化可能会对试验结果有影响。

注:试样和硬度计的温度也可能会影响试验结果,因此试验人员应该确保试验温度不会影响试验结果。

7.2 试样应平稳地放在刚性支承物上,并使压头轴线与试样表面垂直,避免试样产生位移.如果使用固定装置,应与 GB/T 230.2 的规定一致。

在大量试验前或距上次试验超过 24 h,以及移动和更换压头或载物台之后,应确定硬度计的压头和载物台安装正确.上述调整后的前两次试验结果应舍弃。

应对圆柱形试样作适当支承,例如放置在洛氏硬度值不低于 60HRC 的带有 V 型槽的试台上.尤其应注意使压头、试样、V 型槽与硬度计支座中心对中。

7.3 使压头与试样表面接触,无冲击和振动地施加初试验力 F_0 ,初试验力保持时间不应超过 3 s。

注:对于电子控制的硬度计,施加初始试验力的时间(T_a)和初始试验力保持时间(T_{pm})之和满足公式(2):

$$T_p = T_a/2 + T_{pm} \leq 3 \text{ s} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

T_p ——初始试验力施加总时间;

T_a ——初始试验力施加时间;

T_{pm} ——初始试验力保持时间。

7.4 无冲击和无振动或无摆动地将测量装置调整至基准位置,从初试验力 F_0 施加至总试验力 F 的时间应不小于 1 s 且不大于 8 s。

注:一般情况下,对于约为 60HRC 的试样从 F_0 至 F 的时间为 2 s~3 s.对于 N 和 T 标尺的硬度,约为 78HR30N 的试样建议加力时间为 1 s~1.5 s。

7.5 总试验力 F 保持时间为 $4 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$.然后卸除主试验力 F_1 ,保持初试验力 F_0 ,经短时间稳定后,进行读数。

对于压头持续压入而呈现过度塑性流变(压痕蠕变)的试样,应保持施加全部试验力.当产品标准中另有规定时,施加全部试验力的时间可以超过 6 s.这种情况下,实际施加试验力的时间应在试验结果中注明(例如,65HRFW,10 s)。

7.6 洛氏硬度值用表 2 中给出的公式由残余压痕深度 h 计算出,通常从测量装置中直接读数,图 1 中说明了洛氏硬度值的求出过程。

7.7 试验过程中,硬度计应避免受到冲击或振动。

7.8 两相邻压痕中心之间的距离至少应为压痕直径的 4 倍,并且不应小于 2 mm。

任一压痕中心距试样边缘的距离至少应为压痕直径的 2.5 倍,并且不应小于 1 mm。

8 结果的不确定度

如需要,一次完整的不确定度评估宜依照测量不确定度表示指南 JJF 1059 进行。

对于硬度试验,可能有以下两种评定测量不确定度的方法:

- 基于在直接校准中对所有出现的相关不确定度分量的评估。
- 基于用标准硬度块(有证标准物质)进行间接校准,测定指导参见附录 G。

9 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- a) GB/T 230 的本部分编号;
- b) 与试样有关的详细资料;
- c) 不在 10 °C~35 °C 的试验温度;
- d) 试验结果,洛氏硬度值应至少精确至 0.5HR;
- e) 不在本部分规定之内的操作;
- f) 影响试验结果的各种细节;
- g) 如果施加全部试验力的时间超过 6 s,应注明准确施加试验力的时间。

没有普遍适用的方法将洛氏硬度值精确地换成其他硬度或抗拉强度,因此应避免这种换算,除非通过对比试验得到可比较的换算方法。

注:资料表明,某些材料可能对应变速率较敏感,应变速率的改变可能引起屈服应力值轻微变化,压痕形成的时间对硬度值的改变有相应影响。

附录 A

(规范性附录)

薄产品 HR30T_m 和 HR15T_m 试验规范

A.1 一般要求

本试验与 GB/T 230.1 中规定的 HR30T 或 HR15T 试验条件相似,但经协议允许在试样背面出现变形痕迹(这在 HRT 试验中不允许)。

本试验可用于厚度小于 0.6 mm 至产品标准中给出的最小厚度的产品。可对硬度在 80HR30T(相当于 90HR15T)以下的薄件进行试验。产品标准规定 HR30T_m 或 HR15T_m 硬度时,可按此方法试验。

除按 GB/T 230.1 试验外,还应满足 A.2~A.4 要求。

A.2 试样支座

试样支座应使用直径为 4.5 mm 的金刚石平板。支座面应与压头轴线垂直,支座轴线应与主轴同轴,并能稳固精确地安装于硬度计试台上。

A.3 试样制备

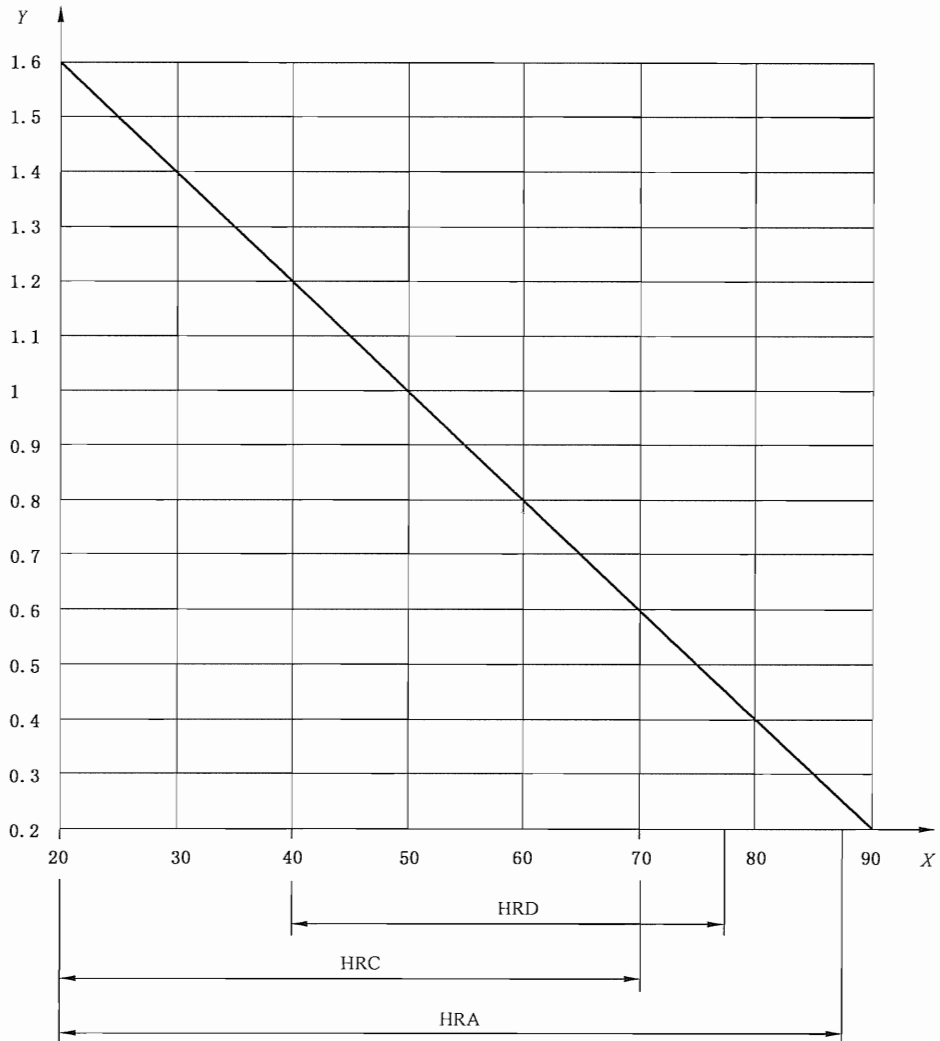
如有必要减薄试样,要对试样上下两面进行加工,加工中应避免如发热或冷变形等对金属基体性能的影响。基体金属不应薄于最小允许厚度。

A.4 压痕距离

如无其他规定,两相邻压痕中心间距离或任一压痕中心距试样边缘距离不小于 5 mm。

附录 B
(规范性附录)
洛氏硬度-试样最小厚度关系图

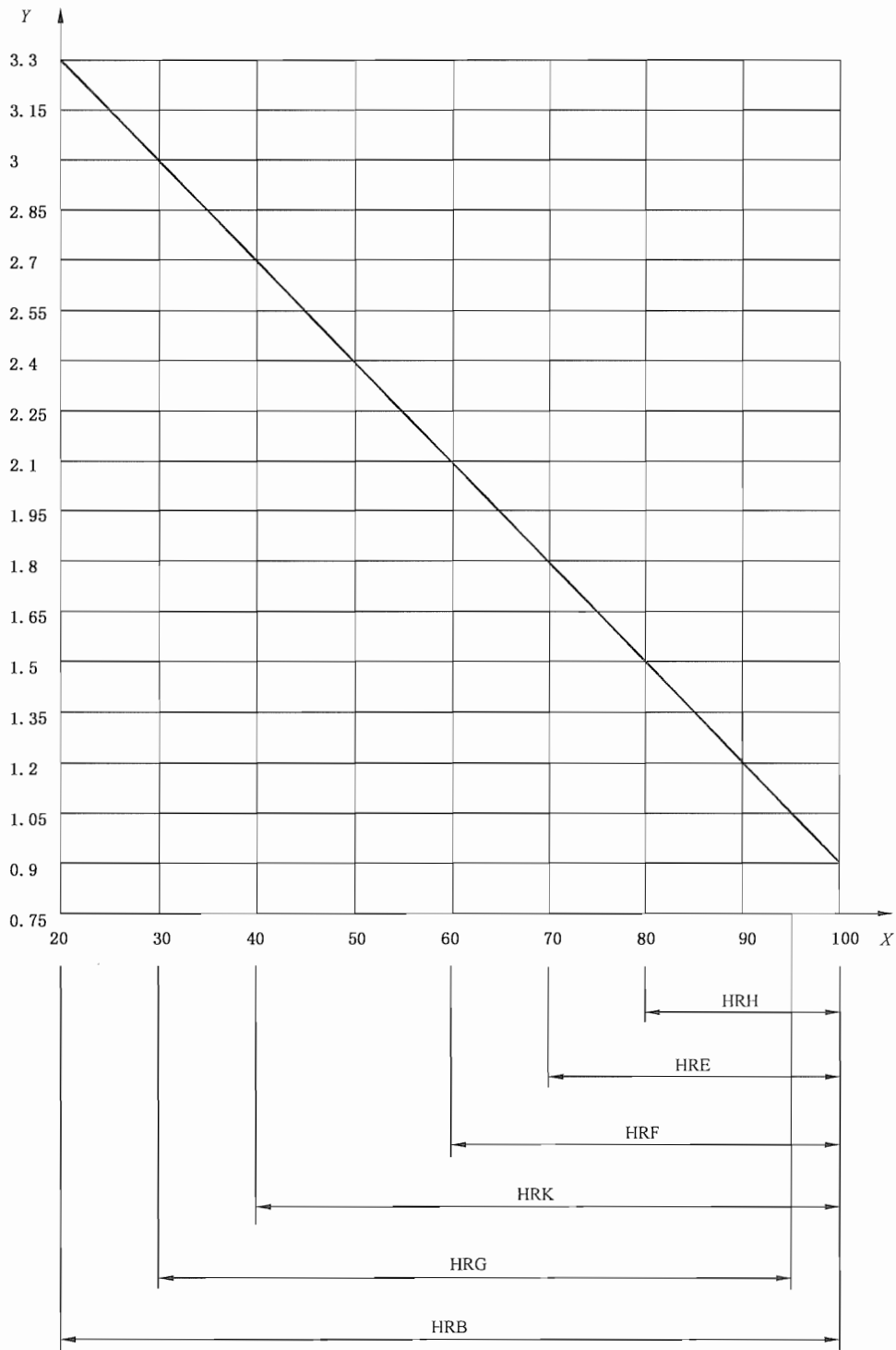
图 B.1、图 B.2 和图 B.3 给出了试样或试验层最小厚度。



X——洛氏硬度；

Y——试样最小厚度，单位为毫米(mm)。

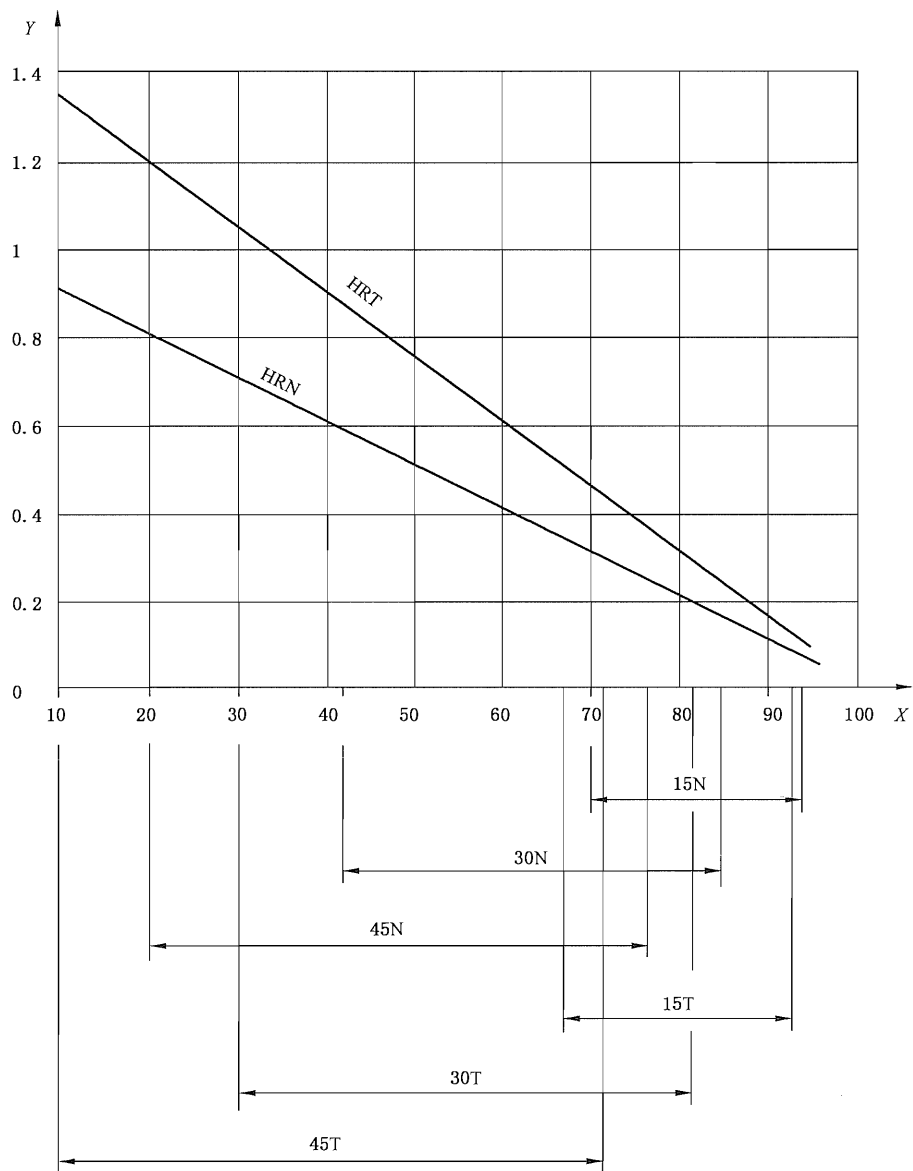
图 B.1 用金刚石圆锥压头试验(A、C、和D标尺)



X——洛氏硬度；

Y——试样最小厚度，单位为毫米(mm)。

图 B.2 用球压头试验(B、E、F、G、H 和 K 标尺)



X——洛氏硬度；
Y——试样最小厚度，单位为毫米(mm)。

图 B.3 表面洛氏硬度试验(N 和 T 标尺)

附录 C

(规范性附录)

在凸圆柱面上试验的洛氏硬度修正值

表 C.1、表 C.2、表 C.3 和表 C.4 给出了在凸圆柱面上试验的洛氏硬度修正值。

表 C.1 用金刚石圆锥压头试验(A、C 和 D 标尺)

洛氏硬度读数	洛氏硬度修正值								
	曲率半径/mm								
	3	5	6.5	8	9.5	11	12.5	16	19
20				2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0
25			3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
30			2.5	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
35		3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
40		2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5
45	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
50	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
55	2.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0
60	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
65	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
70	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
75	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0
80	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0
85	0.5	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0
90	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0

注：大于 3HRA、3HRC 和 3HRD 的修正值太大，不在表中规定。

表 C.2 用 1.587 5 mm 球压头试验(B、F 和 G 标尺)

洛氏硬度读数	洛氏硬度修正值						
	曲率半径/mm						
	3	5	6.5	8	9.5	11	12.5
20				4.5	4.0	3.5	3.0
30			5.0	4.5	3.5	3.0	2.5
40			4.5	4.0	3.0	2.5	2.5
50			4.0	3.5	3.0	2.5	2.0
60		5.0	3.5	3.0	2.5	2.0	2.0
70		4.0	3.0	2.5	2.0	2.0	1.5
80	5.0	3.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5
90	4.0	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0
100	3.5	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5

注：大于 5HRB、5HRF 和 5HRG 的修正值太大，不在表中规定。

表 C.3 表面洛氏硬度试验(N标尺)^{a,b}

表面洛氏硬度读数	表面洛氏硬度修正值					
	曲率半径 ^c /mm					
	1.6	3.2	5	6.5	9.5	12.5
20	(6.0) ^d	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5
25	(5.5) ^d	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0
30	(5.5) ^d	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0
35	(5.0) ^d	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
40	(4.5) ^d	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0
45	(4.0) ^d	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
50	(3.5) ^d	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
55	(3.5) ^d	2.0	1.5	1.0	0.5	0.5
60	3.0	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5
65	2.5	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5
70	3.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
75	1.5	1.0	0.5	0.5	0.5	0
80	1.0	0.5	0.5	0.5	0	0
85	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
90	0	0	0	0	0	0

^a 修正值仅为近似值,代表从表中给出曲面上实测平均值。精确至 0.5 个表面洛氏硬度单位。
^b 圆柱面的试验结果受主轴及 V 型试台与压头同轴度、试样表面粗糙度及圆柱面平直度综合影响。
^c 对表中其他半径的修正值,可用线性内插法求得。
^d 括号中的修正值,经协商后方可使用。

表 C.4 表面洛氏硬度试验(T标尺)^{a,b}

表面洛氏硬度读数	表面洛氏硬度修正值						
	曲率半径 ^c /mm						
	1.6	3.2	5	6.5	8	9.5	12.5
20	(13) ^d	(9.0) ^d	(6.0) ^d	(4.5) ^d	(3.5) ^d	3.0	2.0
30	(11.5) ^d	(7.5) ^d	(5.0) ^d	(4.0) ^d	(3.5) ^d	2.5	2.0
40	(10.0) ^d	(6.5) ^d	(4.5) ^d	(3.5) ^d	3.0	2.5	2.0
50	(8.5) ^d	(5.5) ^d	(4.0) ^d	3.0	2.5	2.0	1.5
60	(6.5) ^d	(4.5) ^d	3.0	2.5	2.0	1.5	1.5
70	(5.0) ^d	(3.5) ^d	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
80	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0	1.0	0.5
90	1.5	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5

^a 修正值仅为近似值,代表从表中给出曲面上实测平均值。精确至 0.5 个表面洛氏硬度单位。
^b 圆柱面的试验结果受主轴及 V 型试台与压头同轴度、试样表面粗糙度及圆柱面平直度综合影响。
^c 对表中其他半径的修正值,可用线性内插法求得。
^d 括号中的修正值,经协商后方可使用。

附录 D
(规范性附录)

在凸球面上试验 C 标尺洛氏硬度修正表

表 D.1 中给出了在凸球面上试验的洛氏硬度修正值。

表 D.1 凸球面上 C 标尺洛氏硬度修正值

洛氏硬度读数	洛氏硬度修正值								
	凸球面直径 d/mm								
	4	6.5	8	9.5	11	12.5	15	20	25
55HRC	6.4	3.9	3.2	2.7	2.3	2.0	1.7	1.3	1.0
60HRC	5.8	3.6	2.9	2.4	2.1	1.8	1.5	1.2	0.9
65HRC	5.2	3.2	2.6	2.2	1.9	1.7	1.4	1.0	0.8

在表 D.1 中给出的加于洛氏硬度 C 标尺的修正值 ΔH 由下式计算出：

$$\Delta H = 59 \times \frac{\left(1 - \frac{H}{160}\right)^2}{d} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

H ——洛氏硬度值；

d ——球直径,单位为毫米(mm)。

附 录 E

(资料性附录)

操作者对硬度计期间检查的方法

使用者应在当天使用硬度计之前,对其使用的硬度标尺或范围进行检查。

日常检查之前,(对于每个范围/标尺和硬度水平)应使用依照 GB/T 230.3 标定过的标准硬度块上的标准压痕进行测量装置的间接检验。测量值应与标准硬度块证书上的标准值相差应在 GB/T 230.2 中给出的最大允许误差以内。如果测量装置不能满足上述要求,应采取相应措施。

日常检查应在按照 GB/T 230.3 标定的标准硬度块上至少打一个压痕。如果测量的硬度(平均)值与标准硬度块标准值的差值在 GB/T 230.2 中给出的允许误差之内,则硬度计被认为是满意的。如果超出,应立即进行间接检验。

所测数据应当保存一段时间,以便监测硬度计的再现性和测量设备的稳定性。

附 录 F
(资料性附录)
金刚石压头的说明

经验表明,许多良好的压头在试验一段时间以后出现缺陷,这是由于表面的小裂纹、斑痕或缺陷所致。如果能及时检查出这些缺陷并修复,许多压头仍能继续使用,否则任何小缺陷都会很快恶化,导致压头报废。

因此:

- 对压头的表面在首次使用和以后的使用中要用光学装置(显微镜、放大镜等)经常检查;
- 当发现压头表面有缺陷后则认为压头失效;
- 应按 GB/T 230.2 中要求对重新研磨或修复的压头再校验。

附录 G
(资料性附录)
硬度测量值的不确定度评定

G.1 通常要求

本附录定义的不确定度只考虑硬度计与标准硬度块(CRM)相关测量的不确定度。这些不确定度反映了所有分量不确定度的组合影响(间接检定)。由于本方法要求硬度计的各个独立部件均在其允许偏差范围内正常工作,故强烈建议在硬度计通过直接检定一年内采用本方法计算。

图 G.1 显示用于定义和区分各硬度标尺的四级的计量溯源链的结构图。溯源链起始于用于定义国际比对的各硬度标尺的国际基准。一定数量的国家基准——基础标准硬度计“定值”校准实验室用基础参考硬度块。当然,基础标准硬度计应当在尽可能高的准确度下进行直接标定和校准。

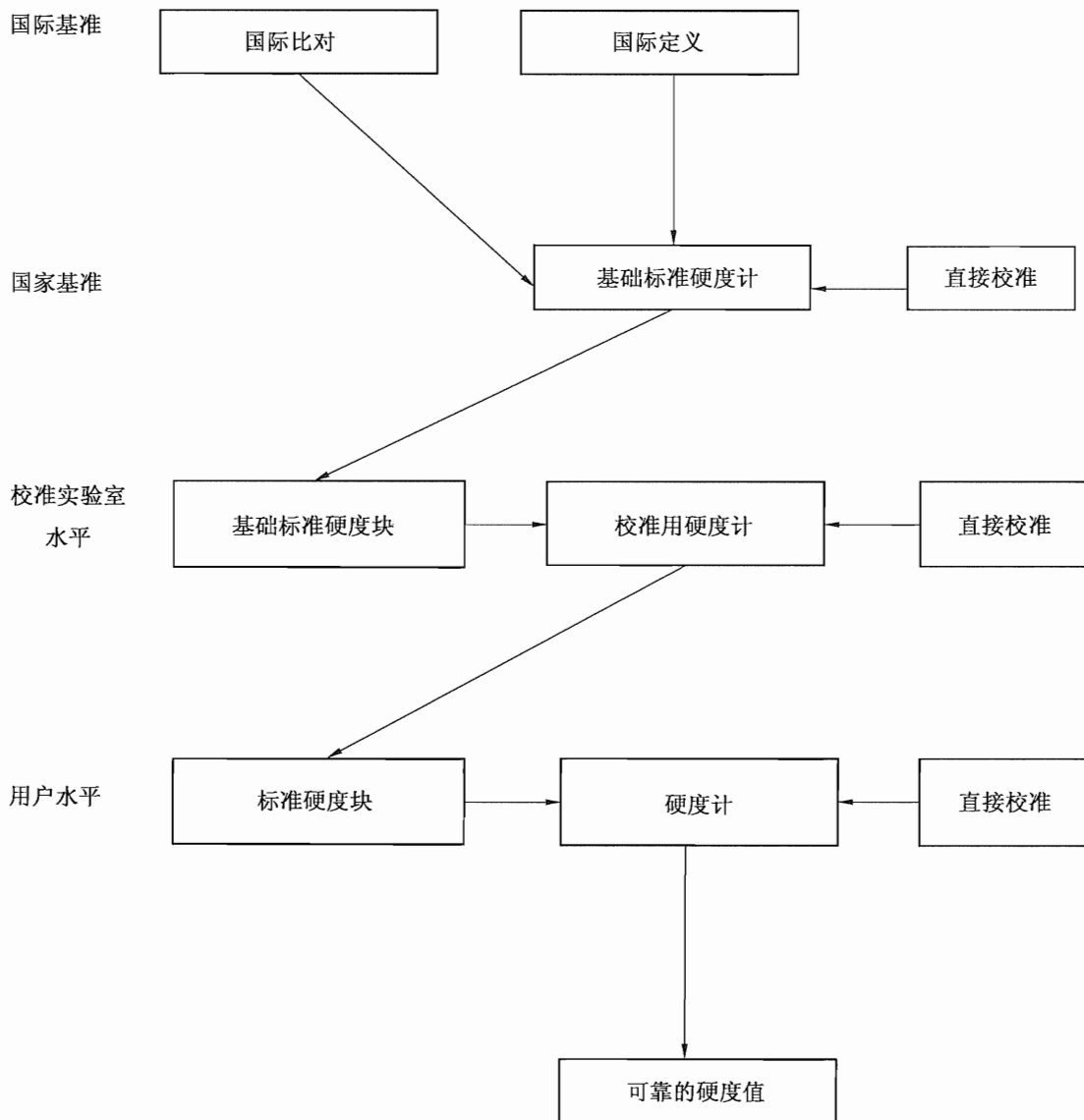


图 G.1 硬度标尺的定义和量值传递图

G.2 通常程序

本程序用平方根求和的方法(RSS)合成 u_1 (各不确定度分项见表 G.1)。扩展不确定度 U 是 u_1 和包含因子 $k(k=2)$ 的乘积。表 G.1 给出了全部的符号和定义。

G.3 硬度计的偏差

硬度计的偏差 b 起源于下面两部分之间的差异：

- 校准硬度计的五个硬度压痕的平均值。
- 标准硬度块的校准值。

可以用不同的方法测定不确定度。

G.4 计算不确定度的步骤:硬度测量值

注: CRM(Certified Reference Material)是由标准硬度计定义的标准硬度块。

G.4.1 考虑硬度计最大允许误差的方法(方法 1)

方法 1 是一种简单的方法,它不考虑硬度计的系统误差,即是一种按照硬度计最大允许误差考虑的方法。

测定扩展不确定度 U (见表 D.1)

$$U = k \cdot \sqrt{u_E^2 + u_{CRM}^2 + u_H^2 + u_x^2 + u_{ms}^2} \dots\dots\dots(G.1)$$

测量结果:

$$X = \bar{x} \pm U \dots\dots\dots(G.2)$$

G.4.2 考虑硬度计系统误差的方法(方法 2)

除去方法 1,也可以选择方法 2。方法 2 是与控制流程相关的方法,可以获得较小的不确定度。

$$U = k \cdot \sqrt{u_x^2 + u_H^2 + u_{CRM}^2 + u_{ms}^2 + u_b^2} \dots\dots\dots(G.3)$$

测量结果:

$$X = \bar{x} \pm U \dots\dots\dots(G.4)$$

G.5 硬度测量结果的表示

表示测量结果时应注明使用哪种方法。通常用方法 1(G.4.1)测量(见表 G.1,第 11 步)。

表 G.1 扩展不确定度的说明

方法步骤	不确定度分项	符号	公式	出处	例:[...] = HRC
1 方法 1	测量试样的平均值及其标准偏差	\bar{x} s_x	$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ $s_x = \frac{R}{C}$	测量结果的标准偏差 采用极差法计算 当 $n=5$ 时极差系数 $C=2.33$	单次测量值 60.9, 61.0, 61.1, 61.1, 60.7 $\bar{x} = 60.96$ $s_x = \frac{0.4}{2.33} = 0.17$
2 方法 1 方法 2	对试样测量重复性的标准不确定度	u_x	$u_x = s_x$	评定单次测量的标准不确定度	$u_x = 0.17$
3 方法 1 方法 2	标准硬度块的平均值及其标准偏差	\bar{H} s_H	$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$ $s_H = \frac{R}{C}$	测量结果的标准偏差 采用极差法计算 当 $n=5$ 时极差系数 $C=2.33$	60.7, 60.8, 61.1, 61.0, 60.8 $\bar{H} = 60.88$ $s_H = \frac{0.4}{2.33} = 0.17$
4 方法 1 方法 2	测量标准物质时硬度试验机的标准不确定度	$u_{\bar{H}}$	$u_{\bar{H}} = \frac{S_H}{\sqrt{n}}$	评定 5 次平均值的标准不确定度 $n=5$	$u_{\bar{H}} = \frac{0.17}{\sqrt{5}} = 0.08$
5 方法 1 方法 2	标准硬度块的标准不确定度	u_{CRM}	$u_{CRM} = \frac{r_{rel} \cdot H_{CRM}}{2.83}$	标准硬度块不均匀性 最大允许值见 GB/T 230.3 $r_{rel} = 1.0\%$	$u_{CRM} = 60.82 \times \frac{1\%}{2.83} = 0.21$
6 方法 1 方法 2	最大允许误差下的标准不确定度	u_E	$u_E = \frac{E}{\sqrt{3}}$	允许误差 $E = \pm 1.5 HRC$ 见 GB/T 230.2	$u_E = \frac{1.5}{\sqrt{3}} = 0.87$

表 G.1 (续)

方法步骤	不确定度分项	符号	公式	出处	例:[...] = HRC
7 方法1 方法2	压痕测量系统分辨力引起的标准不确定度	u_{ms}	$u_{ms} = \frac{\delta_{ms}}{2\sqrt{3}}$	$\delta_{ms} = 0.1 \text{ HRC}$	$u_{ms} = \frac{0.1}{2\sqrt{3}} = 0.03$
8 方法2	硬度计校准值与硬度块标准值之差	b	$b = \bar{H} - H_{CRM}$	第3步	$b = 60.88 - 60.82 = 0.06$
9 方法2	硬度计偏差带来的不确定度	u_b	$u_b = b $	第8步	$u_b = 0.06$
10 方法1	扩展不确定度的测定	U	$U = k \cdot \sqrt{u_E^2 + u_{CRM}^2 + u_{\bar{H}}^2 + u_x^2 + u_{ms}^2}$	第1步到第7步 $k=2$	$U = 2 \times \sqrt{0.87^2 + 0.21^2 + 0.08^2 + 0.17^2 + 0.03^2}$ $U = 1.83 \text{ HRC}$
11 方法1	测量结果	X	$X = \bar{x} \pm U$	第1步和第10步	$X = (60.9 \pm 1.8) \text{ HRC (方法1)}$
12 方法2	扩展不确定度的测定	U	$U = k \cdot \sqrt{u_b^2 + u_{CRM}^2 + u_{\bar{H}}^2 + u_x^2 + u_{ms}^2}$	第1步到第5步 第7步到第9步	$U = 2 \times \sqrt{0.06^2 + 0.21^2 + 0.08^2 + 0.17^2 + 0.03^2}$ $U = 0.58 \text{ HRC}$
13 方法2	测量结果	X	$X = \bar{x} \pm U$	第1步和第12步	$X = (60.9 \pm 0.6) \text{ HRC (方法2)}$

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
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

*

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.spc.net.cn

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 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 37 千字
2009年10月第一版 2009年10月第一次印刷

*

书号：155066·1-38875

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



GB/T 230.1—2009