

中华人民共和国国家标准

GB/T 230.1—2004

代替 GB/T 230—1991、GB/T 1818—1994

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)

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

[ISO 6508-1:1999 Metallic materials—Rockwell hardness test—
Part 1: Test method(scales A, B, C, D, E, F, G, H, K, N, T), MOD]

2004-05-09 发布

2004-10-01 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

前 言

GB/T 230《金属洛氏硬度试验》分为如下 3 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 1 部分。

本部分修改采用国际标准 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)》。

本部分是根据 ISO 6508-1:1999 重新起草的,在本文结构和技术内容方面与 ISO 6508-1:1999 一致,但根据我国具体情况做了如下修改：

- 用“GB/T 230 的本部分”代替了“ISO 6508 的本部分”；
- 用小数点符号“.”代替小数点“,”；
- 为与我国相关硬度标准统一,改变了标准名称,合并了引导要素和主体要素,统称为“金属洛氏硬度试验”；
- 删除了 ISO 6508-1:1999 的前言；
- 在第 2 章“规范性引用文件”中直接引用了与 ISO 6508-1:1999 中引用的国际标准相对应的我国国家标准；
- 增加了对试样表面粗糙度的建议；
- 增加了试验力保持时间的规定；
- 增加了试验结果有效位数的规定。

本部分代替 GB/T 230—1991《金属洛氏硬度试验方法》和 GB/T 1818—1994《金属表面洛氏硬度试验方法》。

本部分合并了 GB/T 230—1991 和 GB/T 1818—1994 两个独立的国家标准,并对它们做了如下技术修改：

- 修改了名称；
 - 调整了标准结构,合并了技术要素,使其与国际标准的技术内容保持一致；
 - 增加了前言和引言；
 - 增加了用硬质合金球的试验；
 - 改变了计算洛氏硬度的符号；
 - 对洛氏硬度计的要求按 GB/T 230.2—2002 实施；
 - 修改了对试样最小厚度的要求；
 - 修改了试验力施加及保持时间的规定；
 - 修改了对两相邻压痕中心之间距离和任一压痕距试样边缘的距离要求；
 - 删除了硬度换算采用相应国家标准的规定；
 - 增加了对薄产品 HR30T_m 的试验规范；
 - 增加了附录 F 关于金刚石压头的说明。
- 本部分的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 是规范性附录；附录 E 和附录 F 是资料性附录。

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。

本部分负责起草单位：钢铁研究总院。

本部分参加起草单位：武汉钢铁股份有限公司、时代集团公司。

本部分主要起草人：李久林、单凯军、何明文、马炜。

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

——GB/T 230—1983、GB/T 230—1991；

——GB/T 1818—1979、GB/T 1818—1994。

引 言

GB/T 230 本部分中的力值(N)是根据公斤力(kgf)值换算而来的,这些力值都是在采用国际单位制(SI)以前引用的。GB/T 230 本部分决定与国际标准一致,仍保留这些基于旧单位建立的力值。国际标准在下一次修订时将要考虑引用试验力整数值(整数牛顿值)的益处和由此对相关各硬度标尺所产生的影响。届时,随着国际标准的变化,本部分也做相应的修订。

试验时要注意,GB/T 230 本部分中采用硬质合金球作为压头与使用钢球是等效的,但是,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。

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)

1 范围

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、硬度计、试样、试验方法及试验报告。

本部分使用的洛氏硬度标尺及适用范围见表1。

表1 洛氏硬度标尺

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

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

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过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,其后所有的修改单(不包括勘误的内容)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以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,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),MOD〕。

3 原理

将压头(金刚石圆锥、钢球或硬质合金球)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:

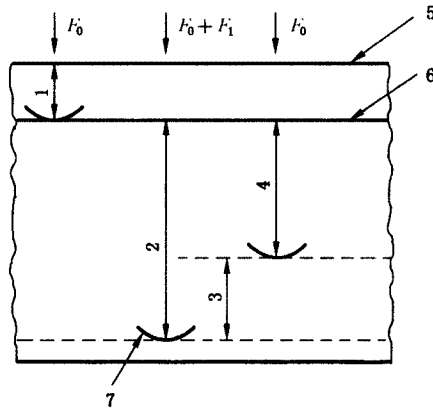
$$\text{洛氏硬度} = N - \frac{h}{S} \dots\dots\dots(1)$$

4 符号

本部分使用的符号及说明见表 1、表 2 及图 1。

表 2 符号及名称

符 号	名 称	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	卸除主试验力后,在初试验力下压痕残留的深度(残余压痕深度)	mm
HRA		
HRC	洛氏硬度 = $100 - \frac{h}{0.002}$	
HRD		
HRB		
HRE		
HRF	洛氏硬度 = $130 - \frac{h}{0.002}$	
HRG		
HRH		
HRK		
HRN	表面洛氏硬度 = $100 - \frac{h}{0.001}$	
HRT		



- 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

4.1 A、C和D标尺洛氏硬度用硬度值、符号HR和使用的标尺字母表示。

示例:59HRC表示用C标尺测得的洛氏硬度值为59。

4.2 B、E、F、G、H和K标尺洛氏硬度用硬度值、符号HR、使用的标尺和球压头代号(钢球为S,硬质合金球为W)表示。

示例:60HRBW表示用硬质合金球压头在B标尺上测得的洛氏硬度值为60。

4.3 N标尺表面洛氏硬度用硬度值、符号HR、试验力数值(总试验力)和使用的标尺表示。

示例:70HR30N表示用总试验力为294.2 N的30 N标尺测得的表面洛氏硬度值为70。

4.4 T标尺表面洛氏硬度用硬度值、符号HR、试验力数值(总试验力)、使用的标尺和压头代号表示。

示例:40HR30TS表示用钢球压头在总试验力为294.2 N的30 T标尺测得的表面洛氏硬度值为40。

5 硬度计

5.1 硬度计应能按表1施加预定的试验力,并符合GB/T 230.2要求。

5.2 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。

5.3 钢球或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。

5.4 压痕深度测量装置应符合GB/T 230.2的要求。

6 试样

6.1 试样表面应光滑平坦,无氧化皮及外来污物,尤其不应有油脂,建议试样表面粗糙度 R_a 不大于 $0.8\ \mu\text{m}$,产品或材料标准另有规定除外。

6.2 试样的制备应使受热或冷加工等因素对表面硬度的影响减至最小。

6.3 试验后试样背面不应出现可见变形。

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。附录B给出了洛氏硬度—试样最小厚度关系图。对HR30T_m的试验按附录A进行。

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

注:未规定在凹面上试验的修正值,在凹面上试验时,应经专门协商。

7 试验方法

7.1 试验一般在 $10^\circ\text{C}\sim 35^\circ\text{C}$ 室温进行。对于温度要求严格的试验,应控制在 $(23\pm 5)^\circ\text{C}$ 之内。

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,以避免试样产生位移。

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60 HRC的带有V型槽的钢支座上。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。

7.4 无冲击和振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。

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。

注:对于低硬度材料,经协商试验力保持时间可以延长,允许偏差 $\pm 2\ \text{s}$ 。

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和振动。

7.8 在大量试验前或距前一试验超过 24 h,以及压头或支承台移动或重新安装后,均应检查压头和支座安装的正确性,上述调整后的两个试验结果不作为正式数据。

注:在附录 E 中给出了周期性检查的推荐方法,并见附录 F 中对金刚石压头的说明。

7.9 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。

7.10 如无其他规定,每个试样上的试验点数不少于 4 点,第 1 点不计。

8 结果的不确定度

结果的不确定度与很多参数有关,可分为如下两类:

a) 与洛氏硬度计相关的参数(包括硬度计校准的不确定度和标准块标定的不确定度)。

b) 与试验方法相关的不确定度(各种操作条件变量)。

注:在置信水平为 95%时得到的不确定度指示值相当于在 GB/T 230.2 中表 5 的最大允许误差。

9 试验报告

试验报告应包括如下内容:

a) 本国家标准号;

b) 与试样相关的资料;

c) 不在 $(23\pm 5)^{\circ}\text{C}$ 范围的试验温度;

d) 试验结果;洛氏硬度值至少应精确至 0.5HR;

e) 本部分规定以外的操作;

f) 各种可能影响试验结果的细节。

注 1:没有普遍适用的方法将洛氏硬度值精确地换算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基础。

注 2: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 HR30Tm 试验规范

A.1 一般要求

本试验与 GB/T 230.1 中规定的 HR30T 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 以下的薄试件进行试验。产品标准规定 HR30Tm 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约 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应不小于 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。

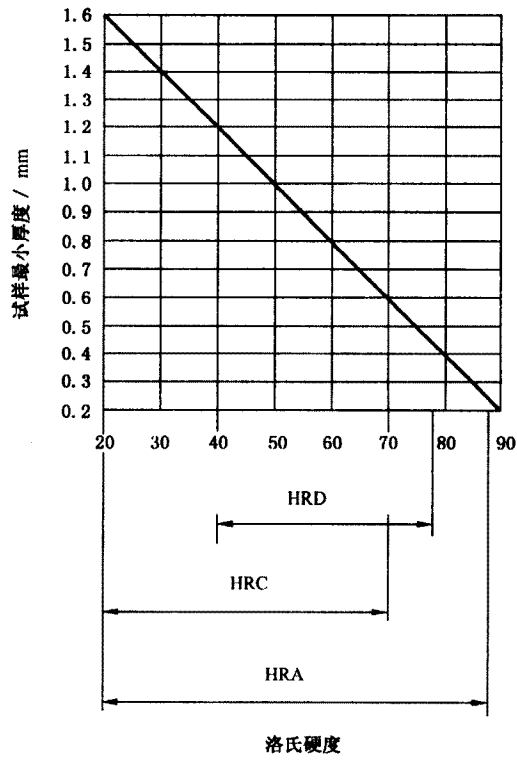


图 B.1 用金刚石圆锥压头试验(A、C和D标尺)

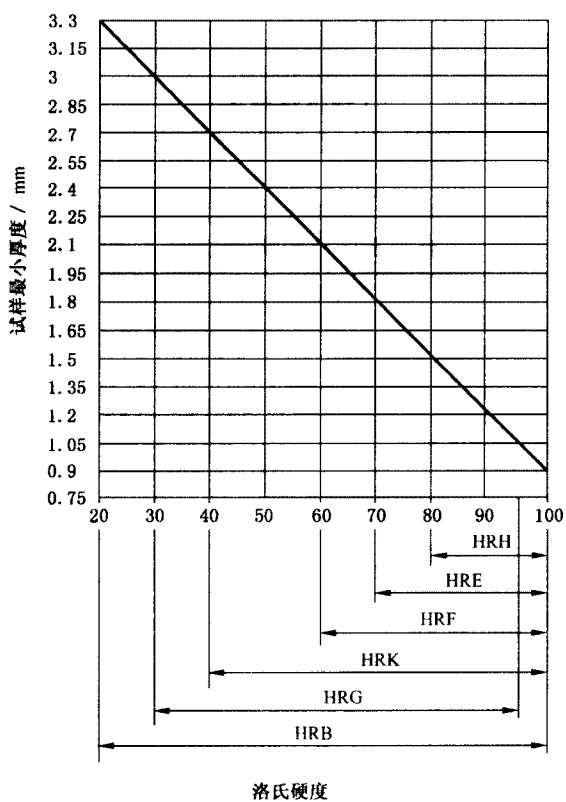


图 B.2 用球压头试验(B、E、F、G、H和K标尺)

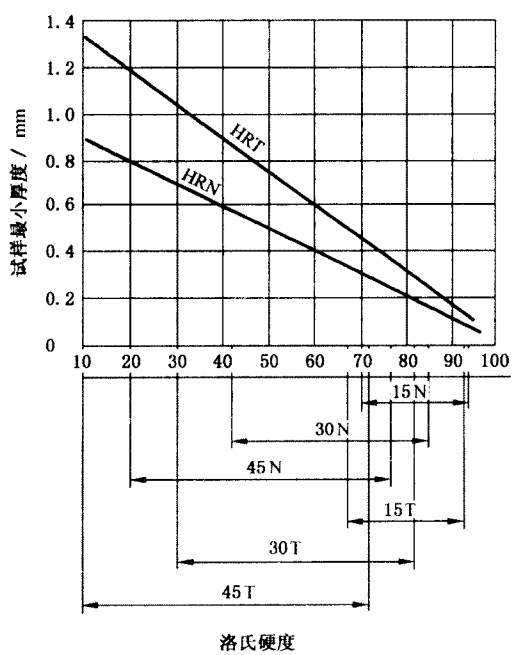


图 B.3 表面洛氏硬度试验(N和T标尺)

附录 C
(规范性附录)

在凸圆柱面上试验的洛氏硬度修正表

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	1.5	1.5	1	1
25			3	2.5	2	1.5	1	1	1
30			2.5	2	1.5	1.5	1	1	0.5
35		3	2	1.5	1.5	1	1	0.5	0.5
40		2.5	2	1.5	1	1	1	0.5	0.5
45	3	2	1.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5
50	2.5	2	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5
55	2	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0
60	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
65	1.5	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
70	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0
75	1	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 5mm 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	3.5	3
30			5	4.5	3.5	3	2.5
40			4.5	4	3	2.5	2.5
50			4	3.5	3	2.5	2
60		5	3.5	3	2.5	2	2
70		4	3	2.5	2	2	1.5
80	5	3.5	2.5	2	1.5	1.5	1.5
90	4	3	2	1.5	1.5	1.5	1
100	3.5	2.5	1.5	1.5	1	1	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) ^d	3	2	1.5	1.5	1.5
25	(5.5) ^d	3	2	1.5	1.5	1
30	(5.5) ^d	3	2	1.5	1	1
35	(5) ^d	2.5	2	1.5	1	1
40	(4.5) ^d	2.5	1.5	1.5	1	1
45	(4) ^d	2	1.5	1	1	1
50	(3.5) ^d	2	1.5	1	1	1
55	(3.5) ^d	2	1.5	1	0.5	0.5
60	3	1.5	1	1	0.5	0.5
65	2.5	1.5	1	0.5	0.5	0.5
70	2	1	1	0.5	0.5	0.5
75	1.5	1	0.5	0.5	0.5	0
80	1	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) ^d	(6) ^d	(4.5) ^d	(3.5) ^d	3	2
30	(11.5) ^d	(7.5) ^d	(5) ^d	(4) ^d	(3.5) ^d	2.5	2
40	(10) ^d	(6.5) ^d	(4.5) ^d	(3.5) ^d	3	2.5	2
50	(8.5) ^d	(5.5) ^d	(4) ^d	3	2.5	2	1.5
60	(6.5) ^d	(4.5) ^d	3	2.5	2	1.5	1.5
70	(5) ^d	(3.5) ^d	2.5	2	1.5	1	1
80	3	2	1.5	1.5	1	1	0.5
90	1.5	1	1	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

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	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：

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

式中：

H ——洛氏硬度读数；

d ——球直径,单位为毫米(mm)。

附录 E

(资料性附录)

操作者对硬度计定期检查的方法

在日常检查中,对硬度计的直接检验太耗费时间且费用太高。建议采用如下方法:

在使用中每日对硬度计至少做一次定期检查。

检查之前,应预先打两个压痕以保证试样、压头及支座处于正常状态。这两个压痕不作为试验数据。

在与试验材料硬度值相近的标准硬度块上至少打三个压痕,如果硬度读数平均值与标准块硬度值之差在 GB/T 230.2 表 5 规定范围内,则认为硬度计合格,否则应进行直接检验。

附 录 F
(资料性附录)
关于金刚石压头的说明

经验表明,许多良好的压头在使用一段时间后出现缺陷,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。

为此,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,压头经修复后,应按 GB/T 230.2 中第 4.3.1 款要求对重新研磨或修复的压头再校验。
