

第3章 材料硬度测定试验

3.1 材料硬度相关知识

1. 硬度及硬度试验的定义

硬度是指材料对压入塑性变形、划痕、磨损或切削等的抗力，是材料在一定条件下抵抗硬物压入其表面的能力。

硬度试验是应用最广泛的力学性能试验，根据受力方式，可分为压入法和刻划法。在压入法中，按照加力速度不同又可分为静态力试验法和动态力试验法。通常所采用的布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度等均属于静态力试验法，肖氏硬度、里氏硬度和锤击布氏硬度等属于动态力试验法。各种不同硬度试验方法适用范围如表 3-1 所示。

表 3-1 不同硬度试验方法适用范围

硬度测量方法	适用范围
布氏硬度试验	测量晶粒粗大且组织不均的零件,对成品件不宜采用。钢铁件的硬度检验中,现已逐渐采用硬质合金球压头测量退火件、正火件、调质件、铸件和锻件的硬度
洛氏硬度试验	批量、成品件及半成品件的硬度检验。对晶粒粗大且组织不均的零件不宜采用。A 标尺适于测量高硬度淬火件、较小与较薄件的硬度,以及具有中等厚度硬化层零件的表面硬度。B 标尺适于测量硬度较低的退火件、正火件及调质件。C 标尺适于测量经淬火回火等处理零件的硬度,以及具有较厚硬化层零件的表面硬度
表面洛氏硬度试验	测量薄件、小件的硬度,以及具有薄或中等厚度硬化层零件的表面硬度。钢铁件硬度检验中一般用 N 标尺
维氏硬度试验	钢铁件硬度检验中,试验力一般不超过 294.2N。主要用于测量小件、薄件的硬度,以及具有浅或中等厚度硬化层零件的表面硬度
小载荷维氏硬度试验	测量小件、薄件的硬度,以及具有浅硬化层零件的表面硬度。测定表面硬化零件的表层硬度梯度或硬化层深度
显微维氏硬度试验	测量微小件、极薄件或显微组织的硬度,以及具有极端或极硬硬化层零件的表面硬度
肖氏硬度试验	主要用于大件的现场硬度检验,例如轧辊、机床面、重型构件等
钢的锉刀硬度检验	形状复杂零件、大件等的现场硬度检验。批量零件的 100% 硬度检验。被检面的硬度应不低于 40HRC
努氏硬度试验	实际检验中,试验力一般不超过 9.807N。主要用于测量微小件、极薄件或显微组织的硬度,以及具有极薄或极硬硬化层零件的表面硬度
里氏硬度试验	大件、组装件、形状较复杂零件等的现场硬度检验
超声硬度试验	大件、组装件、形状较复杂零件、薄件、渗氮件等的现场硬度检验
锤击式布氏硬度试验	正火、退火或调质处理大件及原材料的现场硬度检验

2. 硬度试验常用术语

(1) 布氏硬度 (HBW) 材料抵抗通过硬质合金球压头施加试验力所产生永久压

痕变形的度量单位。

(2) 努氏硬度 (HK) 材料抵抗通过金刚石菱形锥体压头施加试验力所产生永久压痕变形的度量单位。

(3) 肖氏硬度 (HS) 应用弹性回跳法将撞销 (具有尖端的小锥, 尖端上常镶有金刚石) 从一定高度落到所测试材料的表面上而发生回跳, 用测得的撞销回跳的高度来表示的硬度。

(4) 洛氏硬度 (HR) 材料抵抗通过硬质合金, 或对应某一标尺的金刚石圆锥体压头施加试验力所产生永久压痕变形的度量单位。

(5) 维氏硬度 (HV) 材料抵抗通过金刚石正四棱锥体压头施加试验力所产生永久压痕变形的度量单位。

(6) 里氏硬度 (HL) 用规定质量的冲击体在弹性力作用下以一定速度冲击试样表面, 冲头在距试样表面 1mm 处的回弹速度与冲击速度的比值计算的硬度值。

(7) 标准块 用于压痕硬度计间接检验、带有检定合格的压痕值的标准块状物质。

3.2 金属材料洛氏硬度试验

金属材料洛氏硬度试验按照 GB/T 230.1—2009《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 230.2—2012《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》和 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》进行。

3.2.1 试样

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。

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, 尤其对于残余压痕深度浅的试样应特别注意。

3) 试验后试样背面不应出现可见变形。

4) 试样表面粗糙度 Ra 不大于 $1.6\mu\text{m}$ 。在作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。

5) 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。洛氏硬度与试样最小厚度的关系如图 3-1 所示。

3.2.2 试验设备

1. 洛氏硬度计

洛氏硬度计可分为手动洛氏硬度计、电动洛氏硬度计、数显洛氏硬度计、表面类洛氏硬度计、光学类洛氏硬度计和加高型洛氏硬度计。手动洛氏硬度计 (见图 3-2) 操作

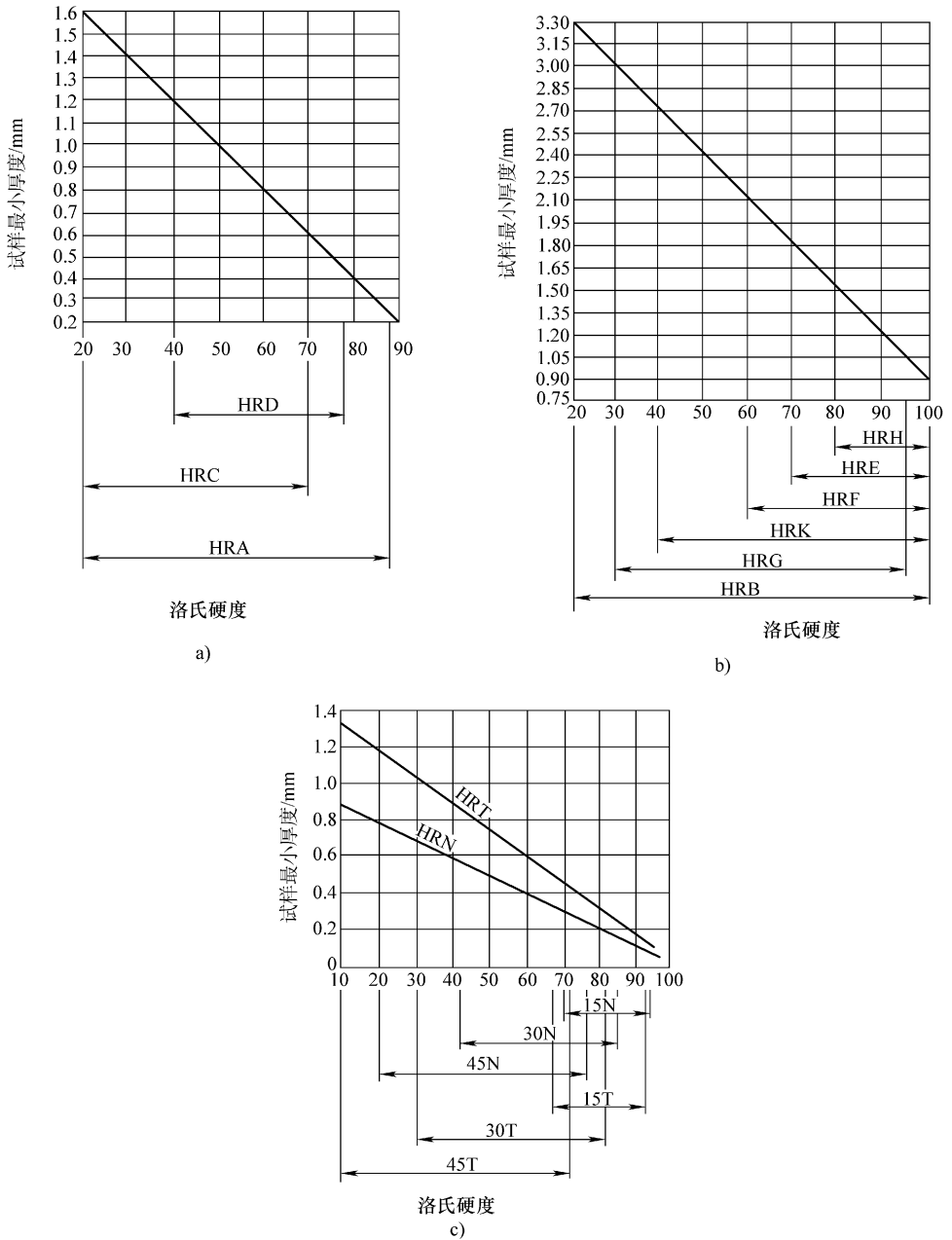


图 3-1 洛氏硬度与试样最小厚度关系

- a) 用金刚石圆锥压头试验 (A、C 和 D 标尺)
- b) 用球压头试验 (B、E、F、G、H 和 K 标尺)
- c) 表面洛氏硬度试验 (N 和 T 标尺)

简单,测量迅速,可在指示表上直接读取硬度值,工作效率高,是最常用的洛氏硬度计。由于试验力较小,压痕也小,特别是表面洛氏硬度试验的压痕更小,对大多数工件的使用无影响,可直接测试成品工件,初试验力的采用,使得试样表面轻微的平面度误差对硬度值的影响较小,非常适于在工厂使用,适于对成批加工的成品或半成品工件进行逐件检测。该试验方法对测量操作的要求不高,非专业人员容易掌握。



图 3-2 手动洛氏硬度计

2. 压头

- 1) 金刚石圆锥压头锥角为 120° , 顶部曲率半径为 0.2mm , 并符合 GB/T 230.2 的要求。
- 2) 硬质合金球压头的直径为 1.5875mm 或 3.175mm , 并符合 GB/T 230.2 的要求。

3.2.3 试验内容及结果表示

1. 试验要求

- 1) 试验一般在 $10\sim 35^\circ\text{C}$ 的温度下进行。对于温度要求严格的试验,应控制在 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 之内。
- 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。
- 3) 试验过程中,硬度计应避免受到冲击和振动。
- 4) 每个试样上的试验点数不少于 4 点,第 1 点不计。
- 5) 在大量试验前或距前一试验超过 24h,以及压头或支承台移动或重新安装后,均应进行检定,上述调整后的第一次试验结果不作为正式数据。

2. 试验原理

将压头(金刚石圆锥、硬质合金球)按图 3-3 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 F_1 ,测量在初试验力 F_0 下的残余压痕深度 h 。根据 h 值及常数 N 和 S ,用下式计算洛氏硬度:

$$\text{洛氏硬度} = N - \frac{h}{S}$$

式中 N ——给定标尺的硬度数,对于 A、C、D、N 和 T 标尺, N 取 100,对于 B、E、F、G、H 和 K 标尺, N 取 130;
 h ——残余压痕深度,单位为 mm;
 S ——给定标尺的单位,对于 A、B、C、D、E、F、G、H 和 K 标尺, S 取 0.002,对于 N 和 T 标尺, S 取 0.001。

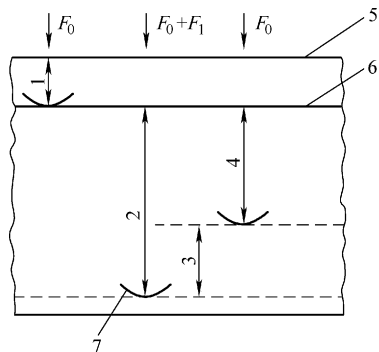


图 3-3 洛氏硬度试验原理图

- 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 后弹性回复深度
- 4—残余压入深度 h
- 5—试样表面 6—测量基准面
- 7—压头位置

3. 洛氏硬度标尺

洛氏硬度标尺如表 3-2 所示。

表 3-2 洛氏硬度标尺

洛氏硬度标尺	硬度符号 ^④	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 ^①	HRA	金刚石圆锥	98.07	490.3	588.4	20HRA ~ 88HRA
B ^②	HRB	直径 1.5875mm 球	98.07	882.6	980.7	20HRB ~ 100HRB
C ^③	HRC	金刚石圆锥	98.07	1373	1471	20HRC ~ 70HRC
D	HRD	金刚石圆锥	98.07	882.6	980.7	40HRD ~ 77HRD
E	HRE	直径 3.175mm 球	98.07	882.6	980.7	70HRE ~ 100HRE
F	HRF	直径 1.5875mm 球	98.07	490.3	588.4	60HRF ~ 100HRF
G	HRG	直径 1.5875mm 球	98.07	1373	1471	30HRG ~ 94HRG
H	HRH	直径 3.175mm 球	98.07	490.3	588.4	80HRH ~ 100HRH
K	HRK	直径 3.175mm 球	98.07	1373	1471	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 1.5875mm 球	29.42	117.7	147.1	67HR15T ~ 93HR15T
30T	HR30T	直径 1.5875mm 球	29.42	264.8	294.2	29HR30T ~ 82HR30T
45T	HR45T	直径 1.5875mm 球	29.42	411.9	441.3	10HR45T ~ 72HR45T

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

① 试验允许范围可延伸至 94HRA。

② 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 10HRBW。

③ 如果压痕具有合适的尺寸，试验允许范围可延伸至 10HRC。

④ 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. 洛氏硬度的表示方法

1) A、C 和 D 标尺洛氏硬度用硬度值、符号 HR、使用的标尺字母表示，如 56HRC 表示用 C 标尺测得的洛氏硬度值为 56。

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（硬质合金球为 W，钢球压头为 S）表示，如 62HRBW 表示用硬质合金球压头在 B 标尺上测得的洛氏硬度值为 62。

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，如 60HR30N 表示用总试验力为 294.2N 的 30N 标尺测得的表面洛氏硬度值为 60。

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，如 35HR30TW 表示用硬质合金球压头在总试验力为 294.2N 的 30T 标尺测得的表面洛氏硬度值为 35。

5. 试验程序

1) 试验一般在 10 ~ 35℃ 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，温度的变化可能会对试验结果有影响，试样和硬度计的温度也可能影响试验结果。因此，试验人员应该确保试验温度不会影响试验结果。

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 24h,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 形槽的试样台上。尤其应注意,保证压头、试样、V 形槽与硬度计支座中心对中。

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 3s。对于电子控制的硬度计,施加初始试验力的时间 (t_a) 的 1/2 和初始试验力保持时间 (t_{pm}) 之和满足下式:

$$t_p = t_a/2 + t_{pm} \leq 3s$$

式中 t_p ——初始试验力施加总时间,单位为 s;

t_a ——初始试验力施加时间,单位为 s;

t_{pm} ——初始试验力保持时间,单位为 s。

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 1s 且不大于 8s。一般情况下,对于约为 60HRC 的试样从 F_0 至 F 的时间为 2~3s。对于 N 和 T 标尺的硬度,约为 78HR30N 的试样建议加力时间为 1~1.5s。

5) 总试验力 F 保持时间为 $4s \pm 2s$,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 6s。在这种情况下,实际施加试验力的时间应在试验结果中注明(例如:65HRFW, 10s)。

6) 洛氏硬度值用公式洛氏硬度 = $N - \frac{h}{S}$ 由残余压痕深度 h 计算出,通常从测量装置中直接读数。

7) 试验过程中,硬度计应避免受到冲击或振动。

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 2mm;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,并且应不小于 1mm。

6. 洛氏硬度的修正

1) 在凸圆柱面上试验时,用金刚石圆锥压头试验(A、C 和 D 标尺)的洛氏硬度修正值如表 3-3 所示,用 1.5875mm 球压头试验(B、F 和 G 标尺)的洛氏硬度修正值如表 3-4 所示,表面洛氏硬度试验(N 标尺)洛氏硬度修正值如表 3-5 所示,表面洛氏硬度试验(T 标尺)洛氏硬度修正值如表 3-6 所示。

表 3-3 用金刚石圆锥压头试验(A、C 和 D 标尺)的洛氏硬度修正值

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

(续)

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
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 3-4 用 1.5875mm 球压头试验 (B、F 和 G 标尺) 的洛氏硬度修正值

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 5HRC 的修正值太大，不在表中规定。

表 3-5 表面洛氏硬度试验 (N 标尺) 洛氏硬度修正值

表面洛氏硬度读数	表面洛氏硬度修正值					
	曲率半径/mm					
	1.6	3.2	5	6.5	9.5	12.5
20	(6.0)	3.0	2.0	1.5	1.5	1.5
25	(5.5)	3.0	2.0	1.5	1.5	1.0
30	(5.5)	3.0	2.0	1.5	1.0	1.0
35	(5.0)	2.5	2.0	1.5	1.0	1.0
40	(4.5)	2.5	1.5	1.5	1.0	1.0
45	(4.0)	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
50	(3.5)	2.0	1.5	1.0	1.0	1.0
55	(3.5)	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

(续)

表面洛氏硬度读数	表面洛氏硬度修正值					
	曲率半径/mm					
	1.6	3.2	5	6.5	9.5	12.5
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

- 注：1. 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。
 2. 圆柱面的试验结果受主轴及V形试台与压头同轴度、试样表面粗糙度及圆柱面平直度综合影响。
 3. 对表中其他半径的修正值，可用线性内插法求得。
 4. 括号中的修正值，经协商后方可使用。

表3-6 表面洛氏硬度试验(T标尺)洛氏硬度修正值

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

- 注：1. 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。
 2. 圆柱面的试验结果受主轴及V形试台与压头同轴度、试样表面粗糙度及圆柱面平直度综合影响。
 3. 对表中其他半径的修正值，可用线性内插法求得。
 4. 括号中的修正值，经协商后方可使用。

2) 在凸球面上试验的洛氏硬度修正

在凸球面上试验的洛氏硬度修正值按下式计算：

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

式中 ΔH ——洛氏硬度修正值；

H ——洛氏硬度值；

d ——球直径，单位为mm。

在凸球面上试验的洛氏硬度修正值如表3-7所示。

表3-7 在凸球面上试验的洛氏硬度修正值

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

7. 薄产品 HR30Tm 和 HR15Tm 试验规范

该试验与 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）。

该试验可用于厚度小于 0.6mm 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 HR30Tm 或 HR15Tm 硬度时，可按此方法试验。

除应满足常规洛氏试验要求外，还应满足以下要求：

(1) 试样支座 试样支座应使用直径为 4.5mm 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样台上。

(2) 试样制备 如果有必要减薄试样，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。

(3) 压痕距离 若无其他规定，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 5mm。

8. 试验结果数值的修约

按 GB/T 8170 进行修约，修约至 0.5HR。

3.3 金属材料布氏硬度试验

金属材料布氏硬度试验按照 GB/T 231.1—2009《金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分：试验方法》、GB/T 231.2—2012《金属材料 布氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》、GB/T 231.3—2012《金属材料 布氏硬度试验 第 3 部分：标准硬度块的标定》和 GB/T 231.4—2009《金属材料 布氏硬度试验 第 4 部分：硬度值表》进行。

3.3.1 试样

- 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。
- 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，尤其对于残余压痕深度浅的试样应特别注意。
- 3) 试验后试样背面不应出现可见变形。
- 4) 试样表面粗糙度 Ra 不大于 $1.6\mu\text{m}$ 。
- 5) 试验厚度至少应为压痕深度的 8 倍，试样最小厚度与压痕平均直径的关系如表 3-8 所示。试验后，试样背部如果出现可见变形，则表明试样太薄。

表 3-8 压痕平均直径与试样最小厚度关系 (单位: mm)

压痕的平均直径 d	试样的最小厚度			
	$D=1$	$D=2.5$	$D=5$	$D=10$
0.2	0.08			
0.3	0.18			
0.4	0.33			
0.5	0.54			
0.6	0.80	0.29		
0.7		0.40		

(续)

压痕的平均直径 d	试样的最小厚度			
	$D=1$	$D=2.5$	$D=5$	$D=10$
0.8		0.53		
0.9		0.67		
1.0		0.83		
1.1		1.02		
1.2		1.23	0.58	
1.3		1.46	0.69	
1.4		1.72	0.80	
1.5		2.00	0.92	
1.6			1.05	
1.7			1.19	
1.8			1.34	
1.9			1.50	
2.0			1.67	
2.2			2.04	
2.4			2.46	1.17
2.6			2.92	1.38
2.8			3.43	1.50
3.0			4.00	1.84
3.2				2.10
3.4				2.38
3.6				2.68
3.8				3.00
4.0				3.34
4.2				3.70
4.4				4.08
4.6				4.48
4.8				4.91
5.0				5.36
5.2				5.83
5.4				6.33
5.6				6.86
5.8				7.42
6.0				8.00

3.3.2 试验设备

布氏硬度试验的优点是硬度代表性好。由于通常采用的是 10mm 直径球压头，294.2kN (3000kgf) 试验力，其压痕面积较大，能反映较大范围内金属各组成相综合影响的平均值，而不受个别组成相及微小不均匀度的影响，因此特别适用于测定灰铸铁、轴承合金和具有粗大晶粒的金属材料。它的试验数据稳定，重现性好，精度高于洛氏硬度，低于维氏硬度。此外，布氏硬度值与抗拉强度值之间存在较好的对应关系。

布氏硬度试验的特点是压痕较大，成品检验有困难，试验过程比洛氏硬度试验复

杂，测量操作和压痕测量都比较费时。由于压痕边缘的凸起、凹陷或圆滑过渡都会使压痕直径的测量产生较大误差，因此要求操作者具有熟练的试验技术和丰富的工作经验，一般要求由专门的试验员操作。布氏硬度计如图 3-4 所示。

使用者在使用硬度计之前，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 231.3 标定过的标准硬度块上的标准压痕进行压痕测量装置的间接检验。压痕测量值应与标准硬度块证书上的标准值相差在 0.5% 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 231.3 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 231.2 中给出的允许误差之内，则硬度计被认为是满意的；如果超出允许误差，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。



图 3-4 布氏硬度计

3.3.3 试验内容及结果表示

1. 试验要求

1) 试验一般在 10 ~ 35℃ 的温度下进行。对于温度要求严格的试验，应控制在 23℃ ± 5℃ 之内。

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。

3) 试验过程中，硬度计应避免受到冲击和振动。

4) 每个试样上的试验点数不少于 4 点，第 1 点不计。

5) 在大量试验前或距前一试验超过 24h，以及压头或支承台移动或重新安装后，均应进行检定，上述调整后的第一次试验结果不作为正式数据。

6) 一般使用表 3-9 中所示的各级试验力。如果有特殊协议，其他试验力-球直径平方的比率也可以用。

表 3-9 不同条件下的试验力

硬度符号	硬质合金球直径 D/mm	试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/\text{MPa}$	试验力的标称值 F
HBW 10/3000	10	30	29.42kN
HBW 10/1500	10	15	14.71kN
HBW 10/1000	10	10	9.807kN
HBW 10/500	10	5	4.903kN
HBW 10/250	10	2.5	2.452kN
HBW 10/100	10	1	980.7N
HBW 5/750	5	30	7.355kN
HBW 5/250	5	10	2.452kN
HBW 5/125	5	5	1.226kN

(续)

硬度符号	硬质合金球直径 D/mm	试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/\text{MPa}$	试验力的标称值 F
HBW 5/62.5	5	2.5	612.9N
HBW 5/25	5	1	245.2N
HBW 2.5/187.5	2.5	30	1.839kN
HBW 2.5/62.5	2.5	10	612.9N
HBW 2.5/31.25	2.5	5	306.5N
HBW 2.5/15.625	2.5	2.5	153.2N
HBW 2.5/6.25	2.5	1	61.29N
HBW 1/30	1	30	294.2N
HBW 1/10	1	10	98.07N
HBW 1/5	1	5	49.03N
HBW 1/2.5	1	2.5	24.52N
HBW 1/1	1	1	9.807N

7) 试验力的选择应保证压痕直径在 $0.24D \sim 0.26D$ 之间。试验力-压头球直径平方的比率 ($0.102F/D^2$ 比值) 应根据材料和硬度值选择, 如表 3-10 所示。

为了保证在尽可能大的有代表性的试样区域试验, 应尽可能地选取大直径压头。

表 3-10 不同材料的试验力-压头球直径平方的比率

材 料	布氏硬度 HBW	试验力-球直径平方 的比率 $0.102F/D^2$ /MPa	材 料	布氏硬度 HBW	试验力-球直径平方 的比率 $0.102F/D^2$ /MPa
钢、镍合金、钛合金		30	轻金属及合金	< 35	2.5
铸铁	< 140	10		35 ~ 80	5
	≥ 140	30			10
铜及铜合金	< 35	5			> 80
	35 ~ 200	10		10	
	> 200	30		铅、锡	1

注: 对于铸铁的试验, 压头球直径一般为 2.5mm、5mm 和 10mm。

2. 试验原理

对一定直径 D 的硬质合金球施加试验力 F , 使之压入试样表面, 经规定保持时间后, 卸除试验力, 测量试样表面压痕的直径, 如图 3-5 所示。布氏硬度值是试验力除以压痕表面积所得的商。

布氏硬度的计算如下:

$$\begin{aligned} \text{布氏硬度} &= 0.102 \times \frac{F}{A} = 0.102 \times \frac{F}{\pi Dh} = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \\ &= \frac{0.204F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \end{aligned}$$

即布氏硬度的计算公式为

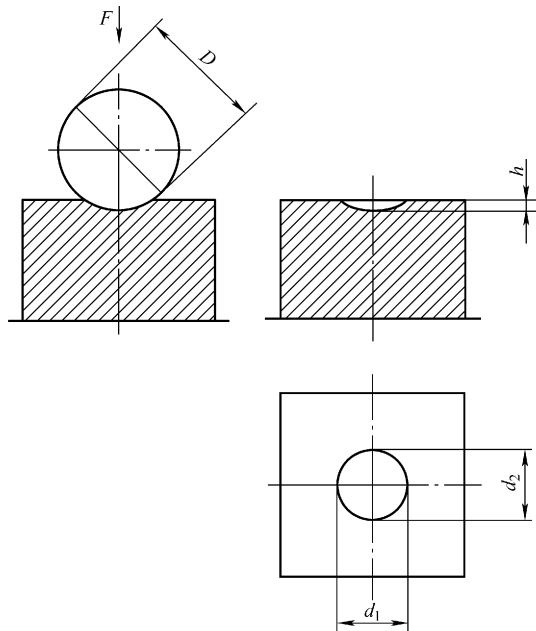


图 3-5 布氏硬度试验原理

$$\text{布氏硬度} = \frac{0.204F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中 0.102——试验力单位由 kgf 转换为 N 后需要乘以的系数，即 $1/g = 1/9.80665 = 0.102$ (g 为标准重力加速度)；

F ——试验力，单位为 N；

A ——压痕表面积，单位为 mm^2 ；

D ——球直径，单位为 mm；

h ——压痕深度，单位为 mm；

d ——压痕平均直径，单位为 mm； $d = (d_1 + d_2)/2$ ， d_1 、 d_2 为在两个相互垂直方向上测量的压痕直径（见图 3-5）。

3. 布氏硬度的表示方法

布氏硬度用符号 HBW 表示，符号 HBW 前面为硬度值，符号后面的数字依次表示球直径（单位为 mm）、试验力数字及与规定时间（10 ~ 15s）不同的试验力保持时间。例如：350HBW5/750 表示用直径 5mm 的硬质合金球在 7.355kN（750kgf）试验力下保持 10 ~ 15s 测定的布氏硬度值为 350；600HBW1/30/20 表示用直径 1mm 的硬质合金球在 294.2 N（30kgf）试验力下保持 20s 测定的布氏硬度值为 600。

4. 试验程序

- 1) 试验一般在 10 ~ 35℃ 室温下进行。对于要求高的产品，温度为 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。
- 2) 当试样尺寸允许时，应优先选用直径 10mm 的球压头进行试验。
- 3) 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。

4) 使压头与试样表面接触, 无冲击和振动地垂直于试验面施加试验力, 直至达到规定试验力值。从加力开始至全部试验力施加完毕的时间应在 2 ~ 8s 之间。试验力保持时间为 10 ~ 15s。对于要求试验力保持时间较长的材料, 试验力保持时间允许误差应在 $\pm 2s$ 以内。

5) 在整个试验期间, 硬度计不应受到影响试验结果的冲击和振动。

6) 任一压痕中心距试样边缘距离至少应为压痕平均直径的 2.5 倍, 两相邻压痕中心间距离至少应为压痕平均直径的 3 倍。

7) 应在两相互垂直方向测量压痕直径。用两个读数的平均值计算布氏硬度, 或按表 3-11 查得布氏硬度值。对于自动测量装置, 可采用如下方式计算: ①等间隔多次测量的平均值; ②材料表面压痕投影面积数值。

表 3-11 平面布氏硬度值计算表

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
2.40	1.200	0.6000	0.240	653	327	218	109	54.5	21.8
2.41	1.205	0.6025	0.241	648	324	216	108	54.0	21.6
2.42	1.210	0.6050	0.242	643	321	214	107	53.5	21.4
2.43	1.215	0.6075	0.243	637	319	212	106	53.1	21.2
2.44	1.220	0.6100	0.244	632	316	211	105	52.7	21.1
2.45	1.225	0.6125	0.245	627	313	209	104	52.2	20.9
2.46	1.230	0.6150	0.246	621	311	207	104	51.8	20.7
2.47	1.235	0.6175	0.247	616	308	205	103	51.4	20.5
2.48	1.240	0.6200	0.248	611	306	204	102	50.9	20.4
2.49	1.245	0.6225	0.249	606	303	202	101	50.5	20.2
2.50	1.250	0.6250	0.250	601	301	200	100	50.1	20.0
2.51	1.255	0.6275	0.251	597	298	199	99.4	49.7	19.9
2.52	1.260	0.6300	0.252	592	296	197	98.6	49.3	19.7
2.53	1.265	0.6325	0.253	587	294	196	97.8	48.9	19.6
2.54	1.270	0.6350	0.254	582	291	194	97.1	48.5	19.4
2.55	1.275	0.6375	0.255	578	289	193	96.3	48.1	19.3
2.56	1.280	0.6400	0.256	573	287	191	95.5	47.8	19.1
2.57	1.285	0.6425	0.257	569	284	190	94.8	47.4	19.0
2.58	1.290	0.6450	0.258	564	282	188	94.0	47.0	18.8
2.59	1.295	0.6475	0.259	560	280	187	93.3	46.6	18.7
2.60	1.300	0.6500	0.260	555	278	185	92.6	46.3	18.5
2.61	1.305	0.6525	0.261	551	276	184	91.8	45.9	18.4
2.62	1.310	0.6550	0.262	547	273	182	91.1	45.6	18.2
2.63	1.315	0.6575	0.263	543	271	181	90.4	45.2	18.1

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
2.64	1.320	0.6600	0.264	538	269	179	89.7	44.9	17.9
2.65	1.325	0.6625	0.265	534	267	178	89.0	44.5	17.8
2.66	1.330	0.6650	0.266	530	265	177	88.4	44.2	17.7
2.67	1.335	0.6675	0.267	526	263	175	87.7	43.8	17.5
2.68	1.340	0.6700	0.268	522	261	174	87.0	43.5	17.4
2.69	1.345	0.6725	0.269	518	259	173	86.4	43.2	17.3
2.70	1.350	0.6750	0.270	514	257	171	85.7	42.9	17.1
2.71	1.355	0.6775	0.271	510	255	170	85.1	42.5	17.0
2.72	1.360	0.6800	0.272	507	253	169	84.4	42.2	16.9
2.73	1.365	0.6825	0.273	503	251	168	83.8	41.9	16.8
2.74	1.370	0.6850	0.274	499	250	166	83.2	41.6	16.6
2.75	1.375	0.6875	0.275	495	248	165	82.6	41.3	16.5
2.76	1.380	0.6900	0.276	492	246	164	81.9	41.0	16.4
2.77	1.385	0.6925	0.277	488	244	163	81.3	40.7	16.3
2.78	1.390	0.6950	0.278	485	242	162	80.8	40.4	16.2
2.79	1.395	0.6975	0.279	481	240	160	80.2	40.1	16.0
2.80	1.400	0.7000	0.280	477	239	159	79.6	39.8	15.9
2.81	1.405	0.7025	0.281	474	237	158	79.0	39.5	15.8
2.82	1.410	0.7050	0.282	471	235	157	78.4	39.2	15.7
2.83	1.415	0.7075	0.283	467	234	156	77.9	38.9	15.6
2.84	1.420	0.7100	0.284	464	232	155	77.3	38.7	15.5
2.85	1.425	0.7125	0.285	461	230	154	76.8	38.4	15.4
2.86	1.430	0.7150	0.286	457	229	152	76.2	38.1	15.2
2.87	1.435	0.7175	0.287	454	227	151	75.7	37.8	15.1
2.88	1.440	0.7200	0.288	451	225	150	75.1	37.6	15.0
2.89	1.445	0.7225	0.289	448	224	149	74.6	37.3	14.9
2.90	1.450	0.7250	0.290	444	222	148	74.1	37.0	14.8
2.91	1.455	0.7275	0.291	441	221	147	73.6	36.8	14.7
2.92	1.460	0.7300	0.292	438	219	146	73.0	36.5	14.6
2.93	1.465	0.7325	0.293	435	218	145	72.5	36.3	14.5
2.94	1.470	0.7350	0.294	432	216	144	72.0	36.0	14.4
2.95	1.475	0.7375	0.295	429	215	143	71.5	35.8	14.3
2.96	1.480	0.7400	0.296	426	213	142	71.0	35.5	14.2
2.97	1.485	0.7425	0.297	423	212	141	70.5	35.3	14.1
2.98	1.490	0.7450	0.298	420	210	140	70.1	35.0	14.0
2.99	1.495	0.7475	0.299	417	209	139	69.6	34.8	13.9
3.00	1.500	0.7500	0.300	415	207	138	69.1	34.6	13.8
3.01	1.505	0.7525	0.301	412	206	137	68.6	34.3	13.7

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
3.02	1.510	0.7550	0.302	409	205	136	68.2	34.1	13.6
3.03	1.515	0.7575	0.303	406	203	135	67.7	33.9	13.5
3.04	1.520	0.7600	0.304	404	202	135	67.3	33.6	13.5
3.05	1.525	0.7625	0.305	401	200	134	66.8	33.4	13.4
3.06	1.530	0.7650	0.306	398	199	133	66.4	33.2	13.3
3.07	1.535	0.7675	0.307	395	198	132	65.9	33.0	13.2
3.08	1.540	0.7700	0.308	393	196	131	65.5	32.7	13.1
3.09	1.545	0.7725	0.309	390	195	130	65.0	32.5	13.0
3.10	1.550	0.7750	0.310	388	194	129	64.6	32.3	12.9
3.11	1.555	0.7775	0.311	385	193	128	64.2	32.1	12.8
3.12	1.560	0.7800	0.312	383	191	128	63.8	31.9	12.8
3.13	1.565	0.7825	0.313	380	190	127	63.3	31.7	12.7
3.14	1.570	0.7850	0.314	378	189	126	62.9	31.5	12.6
3.15	1.575	0.7875	0.315	375	188	125	62.5	31.3	12.5
3.16	1.580	0.7900	0.316	373	186	124	62.1	31.1	12.4
3.17	1.585	0.7925	0.317	370	185	123	61.7	30.9	12.3
3.18	1.590	0.7950	0.318	368	184	123	61.3	30.7	12.3
3.19	1.595	0.7975	0.319	366	183	122	60.9	30.5	12.2
3.20	1.600	0.8000	0.320	363	182	121	60.5	30.3	12.1
3.21	1.605	0.8025	0.321	361	180	120	60.1	30.1	12.0
3.22	1.610	0.8050	0.322	359	179	120	59.8	29.9	12.0
3.23	1.615	0.8075	0.323	356	178	119	59.4	29.7	11.9
3.24	1.620	0.8100	0.324	354	177	118	59.0	29.5	11.8
3.25	1.625	0.8125	0.325	352	176	117	58.6	29.3	11.7
3.26	1.630	0.8150	0.326	350	175	117	58.3	29.1	11.7
3.27	1.635	0.8175	0.327	347	174	116	57.9	29.0	11.6
3.28	1.640	0.8200	0.328	345	173	115	57.5	28.8	11.5
3.29	1.645	0.8225	0.329	343	172	114	57.2	28.6	11.4
3.30	1.650	0.8250	0.330	341	170	114	56.8	28.4	11.4
3.31	1.655	0.8275	0.331	339	169	113	56.5	28.2	11.3
3.32	1.660	0.8300	0.332	337	168	112	56.1	28.1	11.2
3.33	1.665	0.8325	0.333	335	167	112	55.8	27.9	11.2
3.34	1.670	0.8350	0.334	333	166	111	55.4	27.7	11.1
3.35	1.675	0.8375	0.335	331	165	110	55.1	27.5	11.0
3.36	1.680	0.8400	0.336	329	164	110	54.8	27.4	11.0
3.37	1.685	0.8425	0.337	326	163	109	54.4	27.2	10.9
3.38	1.690	0.8450	0.338	325	162	108	54.1	27.0	10.8
3.39	1.695	0.8475	0.339	323	161	108	53.8	26.9	10.8

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
3.40	1.700	0.8500	0.340	321	160	107	53.4	26.7	10.7
3.41	1.705	0.8525	0.341	319	159	106	53.1	26.6	10.6
3.42	1.710	0.8550	0.342	317	158	106	52.8	26.4	10.6
3.43	1.715	0.8575	0.343	315	157	105	52.5	26.2	10.5
3.44	1.720	0.8600	0.344	313	156	104	52.2	26.1	10.4
3.45	1.725	0.8625	0.345	311	156	104	51.8	25.9	10.4
3.46	1.730	0.8650	0.346	309	155	103	51.5	25.8	10.3
3.47	1.735	0.8675	0.347	307	154	102	51.2	25.6	10.2
3.48	1.740	0.8700	0.348	306	153	102	50.9	25.5	10.2
3.49	1.745	0.8725	0.349	304	152	101	50.6	25.3	10.1
3.50	1.750	0.8750	0.350	302	151	101	50.3	25.2	10.1
3.51	1.755	0.8775	0.351	300	150	100	50.0	25.0	10.0
3.52	1.760	0.8800	0.352	298	149	99.5	49.7	24.9	9.95
3.53	1.765	0.8825	0.353	297	148	98.9	49.4	24.7	9.89
3.54	1.770	0.8850	0.354	295	147	98.3	49.2	24.6	9.83
3.55	1.775	0.8875	0.355	293	147	97.7	48.9	24.4	9.77
3.56	1.780	0.8900	0.356	292	146	97.2	48.6	24.3	9.72
3.57	1.785	0.8925	0.357	290	145	96.6	48.3	24.2	9.66
3.58	1.790	0.8950	0.358	288	144	96.1	48.0	24.0	9.61
3.59	1.795	0.8975	0.359	286	143	95.5	47.7	23.9	9.55
3.60	1.800	0.9000	0.360	285	142	95.0	47.5	23.7	9.50
3.61	1.805	0.9025	0.361	283	142	94.4	47.2	23.6	9.44
3.62	1.810	0.9050	0.362	282	141	93.9	46.9	23.5	9.39
3.63	1.815	0.9075	0.363	280	140	93.3	46.7	23.3	9.33
3.64	1.820	0.9100	0.364	278	139	92.8	46.4	23.2	9.28
3.65	1.825	0.9125	0.365	277	138	92.3	46.1	23.1	9.23
3.66	1.830	0.9150	0.366	275	138	91.8	45.9	22.9	9.18
3.67	1.835	0.9175	0.367	274	137	91.2	45.6	22.8	9.12
3.68	1.840	0.9200	0.368	272	136	90.7	45.4	22.7	9.07
3.69	1.845	0.9225	0.369	271	135	90.2	45.1	22.6	9.02
3.70	1.850	0.9250	0.370	269	135	89.7	44.9	22.4	8.97
3.71	1.855	0.9275	0.371	268	134	89.2	44.6	22.3	8.92
3.72	1.860	0.9300	0.372	266	133	88.7	44.4	22.2	8.87
3.73	1.865	0.9325	0.373	265	132	88.2	44.1	22.1	8.82
3.74	1.870	0.9350	0.374	263	132	87.7	43.9	21.9	8.77
3.75	1.875	0.9375	0.375	262	131	87.2	43.6	21.8	8.72
3.76	1.880	0.9400	0.376	260	130	86.8	43.4	21.7	8.68
3.77	1.885	0.9425	0.377	259	129	86.3	43.1	21.6	8.63

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
3.78	1.890	0.9450	0.378	257	129	85.8	42.9	21.5	8.58
3.79	1.895	0.9475	0.379	256	128	85.3	42.7	21.3	8.53
3.80	1.900	0.9500	0.380	255	127	84.9	42.4	21.2	8.49
3.81	1.905	0.9525	0.381	253	127	84.4	42.2	21.1	8.44
3.82	1.910	0.9550	0.382	252	126	83.9	42.0	21.0	8.39
3.83	1.915	0.9575	0.383	250	125	83.5	41.7	20.9	8.35
3.84	1.920	0.9600	0.384	249	125	83.0	41.5	20.8	8.30
3.85	1.925	0.9625	0.385	248	124	82.6	41.3	20.6	8.26
3.86	1.930	0.9650	0.386	246	123	82.1	41.1	20.5	8.21
3.87	1.935	0.9675	0.387	245	123	81.7	40.9	20.4	8.17
3.88	1.940	0.9700	0.388	244	122	81.3	40.6	20.3	8.13
3.89	1.945	0.9725	0.389	242	121	80.8	40.4	20.2	8.08
3.90	1.950	0.9750	0.390	241	121	80.4	40.2	20.1	8.04
3.91	1.955	0.9775	0.391	240	120	80.0	40.0	20.0	8.00
3.92	1.960	0.9800	0.392	239	119	79.5	39.8	19.9	7.95
3.93	1.965	0.9825	0.393	237	119	79.1	39.6	19.8	7.91
3.94	1.970	0.9850	0.394	236	118	78.7	39.4	19.7	7.87
3.95	1.975	0.9875	0.395	235	117	78.3	39.1	19.6	7.83
3.96	1.980	0.9900	0.396	234	117	77.9	38.9	19.5	7.79
3.97	1.985	0.9925	0.397	232	116	77.5	38.7	19.4	7.75
3.98	1.990	0.9950	0.398	231	116	77.1	38.5	19.3	7.71
3.99	1.995	0.9975	0.399	230	115	76.7	38.3	19.2	7.67
4.00	2.000	1.0000	0.400	229	114	76.3	38.1	19.1	7.63
4.01	2.005	1.0025	0.401	228	114	75.9	37.9	19.0	7.59
4.02	2.010	1.0050	0.402	226	113	75.5	37.7	18.9	7.55
4.03	2.015	1.0075	0.403	225	113	75.1	37.5	18.8	7.51
4.04	2.020	1.0100	0.404	224	112	74.7	37.3	18.7	7.47
4.05	2.025	1.0125	0.405	223	111	74.3	37.1	18.6	7.43
4.06	2.030	1.0150	0.406	222	111	73.9	37.0	18.5	7.39
4.07	2.035	1.0175	0.407	221	110	73.5	36.8	18.4	7.35
4.08	2.040	1.0200	0.408	219	110	73.2	36.6	18.3	7.32
4.09	2.045	1.0225	0.409	218	109	72.8	36.4	18.2	7.28
4.10	2.050	1.0250	0.410	217	109	72.4	36.2	18.1	7.24
4.11	2.055	1.0275	0.411	216	108	72.0	36.0	18.0	7.20
4.12	2.060	1.0300	0.412	215	108	71.7	35.8	17.9	7.17
4.13	2.065	1.0325	0.413	214	107	71.3	35.7	17.8	7.13
4.14	2.070	1.0350	0.414	213	106	71.0	35.5	17.7	7.10
4.15	2.075	1.0375	0.415	212	106	70.6	35.3	17.6	7.06

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/\text{MPa}$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
4.16	2.080	1.0400	0.416	211	105	70.2	35.1	17.6	7.02
4.17	2.085	1.0425	0.417	210	105	69.9	34.9	17.5	6.99
4.18	2.090	1.0450	0.418	209	104	69.5	34.8	17.4	6.95
4.19	2.095	1.0475	0.419	208	104	69.2	34.6	17.3	6.92
4.20	2.100	1.0500	0.420	207	103	68.8	34.4	17.2	6.88
4.21	2.105	1.0525	0.421	205	103	68.5	34.2	17.1	6.85
4.22	2.110	1.0550	0.422	204	102	68.2	34.1	17.0	6.82
4.23	2.115	1.0575	0.423	203	102	67.8	33.9	17.0	6.78
4.24	2.120	1.0600	0.424	202	101	67.5	33.7	16.9	6.75
4.25	2.125	1.0625	0.425	201	101	67.1	33.6	16.8	6.71
4.26	2.130	1.0650	0.426	200	100	66.8	33.4	16.7	6.68
4.27	2.135	1.0675	0.427	199	99.7	66.5	33.2	16.6	6.65
4.28	2.140	1.0700	0.428	198	99.2	66.2	33.1	16.5	6.62
4.29	2.145	1.0725	0.429	198	98.8	65.8	32.9	16.5	6.58
4.30	2.150	1.0750	0.430	197	98.3	65.5	32.8	16.4	6.55
4.31	2.155	1.0775	0.431	196	97.8	65.2	32.6	16.3	6.52
4.32	2.160	1.0800	0.432	195	97.3	64.9	32.4	16.2	6.49
4.33	2.165	1.0825	0.433	194	96.8	64.6	32.3	16.1	6.46
4.34	2.170	1.0850	0.434	193	96.4	64.2	32.1	16.1	6.42
4.35	2.175	1.0875	0.435	192	95.9	63.9	32.0	16.0	6.39
4.36	2.180	1.0900	0.436	191	95.4	63.6	31.8	15.9	6.36
4.37	2.185	1.0925	0.437	190	95.0	63.3	31.7	15.8	6.33
4.38	2.190	1.0950	0.438	189	94.5	63.0	31.5	15.8	6.30
4.39	2.195	1.0975	0.439	188	94.1	62.7	31.4	15.7	6.27
4.40	2.200	1.1000	0.440	187	93.6	62.4	31.2	15.6	6.24
4.41	2.205	1.1025	0.441	186	93.2	62.1	31.1	15.5	6.21
4.42	2.210	1.1050	0.442	185	92.7	61.8	30.9	15.5	6.18
4.43	2.215	1.1075	0.443	185	92.3	61.5	30.8	15.4	6.15
4.44	2.220	1.1100	0.444	184	91.8	61.2	30.6	15.3	6.12
4.45	2.225	1.1125	0.445	183	91.4	60.9	30.5	15.2	6.09
4.46	2.230	1.1150	0.446	182	91.0	60.6	30.3	15.2	6.06
4.47	2.235	1.1175	0.447	181	90.5	60.4	30.2	15.1	6.04
4.48	2.240	1.1200	0.448	180	90.1	60.1	30.0	15.0	6.01
4.49	2.245	1.1225	0.449	179	89.7	59.8	29.9	14.9	5.98
4.50	2.250	1.1250	0.450	179	89.3	59.5	29.8	14.9	5.95
4.51	2.255	1.1275	0.451	178	88.9	59.2	29.6	14.8	5.92
4.52	2.260	1.1300	0.452	177	88.4	59.0	29.5	14.7	5.90
4.53	2.265	1.1325	0.453	176	88.0	58.7	29.3	14.7	5.87

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
4.54	2.270	1.1350	0.454	175	87.6	58.4	29.2	14.6	5.84
4.55	2.275	1.1375	0.455	174	87.2	58.1	29.1	14.5	5.81
4.56	2.280	1.1400	0.456	174	86.8	57.9	28.9	14.5	5.79
4.57	2.285	1.1425	0.457	173	86.4	57.6	28.8	14.4	5.76
4.58	2.290	1.1450	0.458	172	86.0	57.3	28.7	14.3	5.73
4.59	2.295	1.1475	0.459	171	85.6	57.1	28.5	14.3	5.71
4.60	2.300	1.1500	0.460	170	85.2	56.8	28.4	14.2	5.68
4.61	2.305	1.1525	0.461	170	84.8	56.5	28.3	14.1	5.65
4.62	2.310	1.1550	0.462	169	84.4	56.3	28.1	14.1	5.63
4.63	2.315	1.1575	0.463	168	84.0	56.0	28.0	14.0	5.60
4.64	2.320	1.1600	0.464	167	83.6	55.8	27.9	13.9	5.58
4.65	2.325	1.1625	0.465	167	83.3	55.5	27.8	13.9	5.55
4.66	2.330	1.1650	0.466	166	82.9	55.3	27.6	13.8	5.53
4.67	2.335	1.1675	0.467	165	82.5	55.0	27.5	13.8	5.50
4.68	2.340	1.1700	0.468	164	82.1	54.8	27.4	13.7	5.48
4.69	2.345	1.1725	0.469	164	81.8	54.5	27.3	13.6	5.45
4.70	2.350	1.1750	0.470	163	81.4	54.3	27.1	13.6	5.43
4.71	2.355	1.1775	0.471	162	81.0	54.0	27.0	13.5	5.40
4.72	2.360	1.1800	0.472	161	80.7	53.8	26.9	13.4	5.38
4.73	2.365	1.1825	0.473	161	80.3	53.5	26.8	13.4	5.35
4.74	2.370	1.1850	0.474	160	79.9	53.3	26.6	13.3	5.33
4.75	2.375	1.1875	0.475	159	79.6	53.0	26.5	13.3	5.30
4.76	2.380	1.1900	0.476	158	79.2	52.8	26.4	13.2	5.28
4.77	2.385	1.1925	0.477	158	78.9	52.6	26.3	13.1	5.26
4.78	2.390	1.1950	0.478	157	78.5	52.3	26.2	13.1	5.23
4.79	2.395	1.1975	0.479	156	78.2	52.1	26.1	13.0	5.21
4.80	2.400	1.2000	0.480	156	77.8	51.9	25.9	13.0	5.19
4.81	2.405	1.2025	0.481	155	77.5	51.6	25.8	12.9	5.16
4.82	2.410	1.2050	0.482	154	77.1	51.4	25.7	12.9	5.14
4.83	2.415	1.2075	0.483	154	76.8	51.2	25.6	12.8	5.12
4.84	2.420	1.2100	0.484	153	76.4	51.0	25.5	12.7	5.10
4.85	2.425	1.2125	0.485	152	76.1	50.7	25.4	12.7	5.07
4.86	2.430	1.2150	0.486	152	75.8	50.5	25.3	12.6	5.05
4.87	2.435	1.2175	0.487	151	75.4	50.3	25.1	12.6	5.03
4.88	2.440	1.2200	0.488	150	75.1	50.1	25.0	12.5	5.01
4.89	2.445	1.2225	0.489	150	74.8	49.8	24.9	12.5	4.98
4.90	2.450	1.2250	0.490	149	74.4	49.6	24.8	12.4	4.96
4.91	2.455	1.2275	0.491	148	74.1	49.4	24.7	12.4	4.94

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
4.92	2.460	1.2300	0.492	148	73.8	49.2	24.6	12.3	4.92
4.93	2.465	1.2325	0.493	147	73.5	49.0	24.5	12.2	4.90
4.94	2.470	1.2350	0.494	146	73.2	48.8	24.4	12.2	4.88
4.95	2.475	1.2375	0.495	146	72.8	48.6	24.3	12.1	4.86
4.96	2.480	1.2400	0.496	145	72.5	48.3	24.2	12.1	4.83
4.97	2.485	1.2425	0.497	144	72.2	48.1	24.1	12.0	4.81
4.98	2.490	1.2450	0.498	144	71.9	47.9	24.0	12.0	4.79
4.99	2.495	1.2475	0.499	143	71.6	47.7	23.9	11.9	4.77
5.00	2.500	1.2500	0.500	143	71.3	47.5	23.8	11.9	4.75
5.01	2.505	1.2525	0.501	142	71.0	47.3	23.7	11.8	4.73
5.02	2.510	1.2550	0.502	141	70.7	47.1	23.6	11.8	4.71
5.03	2.515	1.2575	0.503	141	70.4	46.9	23.5	11.7	4.69
5.04	2.520	1.2600	0.504	140	70.1	46.7	23.4	11.7	4.67
5.05	2.525	1.2625	0.505	140	69.8	46.5	23.3	11.6	4.65
5.06	2.530	1.2650	0.506	139	69.5	46.3	23.2	11.6	4.63
5.07	2.535	1.2675	0.507	138	69.2	46.1	23.1	11.5	4.61
5.08	2.540	1.2700	0.508	138	68.9	45.9	23.0	11.5	4.59
5.09	2.545	1.2725	0.509	137	68.6	45.7	22.9	11.4	4.57
5.10	2.550	1.2750	0.510	137	68.3	45.5	22.8	11.4	4.55
5.11	2.555	1.2775	0.511	136	68.0	45.3	22.7	11.3	4.51
5.12	2.560	1.2800	0.512	135	67.7	45.1	22.6	11.3	4.51
5.13	2.565	1.2825	0.513	135	67.4	45.0	22.5	11.2	4.50
5.14	2.570	1.2850	0.514	134	67.1	44.8	22.4	11.2	4.48
5.15	2.575	1.2875	0.515	134	66.9	44.6	22.3	11.1	4.46
5.16	2.580	1.2900	0.516	133	66.6	44.4	22.2	11.1	4.44
5.17	2.585	1.2925	0.517	133	66.3	44.2	22.1	11.1	4.42
5.18	2.590	1.2950	0.518	132	66.0	44.0	22.0	11.0	4.40
5.19	2.595	1.2975	0.519	132	65.8	43.8	21.9	11.0	4.38
5.20	2.600	1.3000	0.520	131	65.5	43.7	21.8	10.9	4.37
5.21	2.605	1.3025	0.521	130	65.2	43.5	21.7	10.9	4.35
5.22	2.610	1.3050	0.522	130	64.9	43.3	21.6	10.8	4.33
5.23	2.615	1.3075	0.523	129	64.7	43.1	21.6	10.8	4.31
5.24	2.620	1.3100	0.524	129	64.4	42.9	21.5	10.7	4.29
5.25	2.625	1.3125	0.525	128	64.1	42.8	21.4	10.7	4.28
5.26	2.630	1.3150	0.526	128	63.9	42.6	21.3	10.6	4.26
5.27	2.635	1.3175	0.527	127	63.6	42.4	21.2	10.6	4.24
5.28	2.640	1.3200	0.528	127	63.3	42.2	21.1	10.6	4.22
5.29	2.645	1.3225	0.529	126	63.1	42.1	21.0	10.5	4.21

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/MPa$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
5.30	2.650	1.3250	0.530	126	62.8	41.9	20.9	10.5	4.19
5.31	2.655	1.3275	0.531	125	62.6	41.7	20.9	10.4	4.17
5.32	2.660	1.3300	0.532	125	62.3	41.5	20.8	10.4	4.15
5.33	2.665	1.3325	0.533	124	62.1	41.4	20.7	10.3	4.14
5.34	2.670	1.3350	0.534	124	61.8	41.2	20.6	10.3	4.12
5.35	2.675	1.3375	0.535	123	61.5	41.0	20.5	10.3	4.10
5.36	2.680	1.3400	0.536	123	61.3	40.9	20.4	10.2	4.09
5.37	2.685	1.3425	0.537	122	61.0	40.7	20.3	10.2	4.07
5.38	2.690	1.3450	0.538	122	60.8	40.5	20.3	10.1	4.05
5.39	2.695	1.3475	0.539	121	60.6	40.4	20.2	10.1	4.04
5.40	2.700	1.3500	0.540	121	60.3	40.2	20.1	10.1	4.02
5.41	2.705	1.3525	0.541	120	60.1	40.0	20.0	10.0	4.00
5.42	2.710	1.3550	0.542	120	59.8	39.9	19.9	9.97	3.99
5.43	2.715	1.3575	0.543	119	59.6	39.7	19.9	9.93	3.97
5.44	2.720	1.3600	0.544	118	59.3	39.6	19.8	9.89	3.96
5.45	2.725	1.3625	0.545	118	59.1	39.4	19.7	9.85	3.94
5.46	2.730	1.3650	0.546	118	58.9	39.2	19.6	9.81	3.92
5.47	2.735	1.3675	0.547	117	58.6	39.1	19.5	9.77	3.91
5.48	2.740	1.3700	0.548	117	58.4	38.9	19.5	9.73	3.89
5.49	2.745	1.3725	0.549	116	58.2	38.8	19.4	9.69	3.88
5.50	2.750	1.3750	0.550	116	57.9	38.6	19.3	9.66	3.86
5.51	2.755	1.3775	0.551	115	57.7	38.5	19.2	9.62	3.85
5.52	2.760	1.3800	0.552	115	57.5	38.3	19.2	9.58	3.83
5.53	2.765	1.3825	0.553	114	57.2	38.2	19.1	9.54	3.82
5.54	2.770	1.3850	0.554	114	57.0	38.0	19.0	9.50	3.80
5.55	2.775	1.3875	0.555	114	56.8	37.9	18.9	9.47	3.79
5.56	2.780	1.3900	0.556	113	56.6	37.7	18.9	9.43	3.77
5.57	2.785	1.3925	0.557	113	56.3	37.6	18.8	9.39	3.76
5.58	2.790	1.3950	0.558	112	56.1	37.4	18.7	9.35	3.74
5.59	2.795	1.3975	0.559	112	55.9	37.3	18.6	9.32	3.73
5.60	2.800	1.4000	0.560	111	55.7	37.1	18.6	9.28	3.71
5.61	2.805	1.4025	0.561	111	55.5	37.0	18.5	9.24	3.70
5.62	2.810	1.4050	0.562	110	55.2	36.8	18.4	9.21	3.68
5.63	2.815	1.4075	0.563	110	55.0	36.7	18.3	9.17	3.67
5.64	2.820	1.4100	0.564	110	54.8	36.5	18.3	9.14	3.65
5.65	2.825	1.4125	0.565	109	54.6	36.4	18.2	9.10	3.64
5.66	2.830	1.4150	0.566	109	54.4	36.3	18.1	9.06	3.63
5.67	2.835	1.4175	0.567	108	54.2	36.1	18.1	9.03	3.61

(续)

硬质合金球直径 D/mm				试验力-球直径平方的比率 $0.102F/D^2/\text{MPa}$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F					
10				29.42kN	14.71kN	9.807kN	4.903kN	2.452kN	980.7kN
	5			7.355kN	—	2.452kN	1.226kN	612.9N	245.2N
		2.5		1.839kN	—	612.9N	306.5N	153.2N	61.29N
			1	294.2N	—	98.07N	49.03N	24.52N	9.807N
压痕的平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
5.68	2.840	1.4200	0.568	108	54.0	36.0	18.0	8.99	3.60
5.69	2.845	1.4225	0.569	107	53.7	35.8	17.9	8.96	3.58
5.70	2.850	1.4250	0.570	107	53.5	35.7	17.8	8.92	3.57
5.71	2.855	1.4275	0.571	107	53.3	35.6	17.8	8.89	3.56
5.72	2.860	1.4300	0.572	106	53.1	35.4	17.7	8.85	3.54
5.73	2.865	1.4325	0.573	106	52.9	35.3	17.6	8.82	3.53
5.74	2.870	1.4350	0.574	105	52.7	35.1	17.6	8.79	3.51
5.75	2.875	1.4375	0.575	105	52.5	35.0	17.5	8.75	3.50
5.76	2.880	1.4400	0.576	105	52.3	34.9	17.4	8.72	3.49
5.77	2.885	1.4425	0.577	104	52.1	34.7	17.4	8.68	3.47
5.78	2.890	1.4450	0.578	104	51.9	34.6	17.3	8.65	3.46
5.79	2.895	1.4475	0.579	103	51.7	34.5	17.2	8.62	3.45
5.80	2.900	1.4500	0.580	103	51.5	34.3	17.2	8.59	3.43
5.81	2.905	1.4525	0.581	103	51.3	34.2	17.1	8.55	3.42
5.82	2.910	1.4550	0.582	102	51.1	34.1	17.0	8.52	3.41
5.83	2.915	1.4575	0.583	102	50.9	33.9	17.0	8.49	3.39
5.84	2.920	1.4600	0.584	101	50.7	33.8	16.9	8.45	3.38
5.85	2.925	1.4625	0.585	101	50.5	33.7	16.8	8.42	3.37
5.86	2.930	1.4650	0.586	101	50.3	33.6	16.8	8.39	3.36
5.87	2.935	1.4675	0.587	100	50.2	33.4	16.7	8.36	3.34
5.88	2.940	1.4700	0.588	99.9	50.0	33.3	16.7	8.33	3.33
5.89	2.945	1.4725	0.589	99.5	49.8	33.2	16.6	8.30	3.32
5.90	2.950	1.4750	0.590	99.2	49.6	33.1	16.5	8.26	3.31
5.91	2.955	1.4775	0.591	98.8	49.4	32.9	16.5	8.23	3.29
5.92	2.960	1.4800	0.592	98.4	49.2	32.8	16.4	8.20	3.28
5.93	2.965	1.4825	0.593	98.0	49.0	32.7	16.3	8.17	3.27
5.94	2.970	1.4850	0.594	97.7	48.8	32.6	16.3	8.14	3.26
5.95	2.975	1.4875	0.595	97.3	48.7	32.4	16.2	8.11	3.24
5.96	2.980	1.4900	0.596	96.9	48.5	32.3	16.2	8.08	3.23
5.97	2.985	1.4925	0.597	96.6	48.3	32.2	16.1	8.05	3.22
5.98	2.990	1.4950	0.598	96.2	48.1	32.1	16.0	8.02	3.21
5.99	2.995	1.4975	0.599	95.9	47.9	32.0	16.0	7.99	3.20
6.00	3.000	1.5000	0.600	95.5	47.7	31.8	15.9	7.96	3.18

5. 试验结果数值的修约

按 GB/T 8170 进行修约，修约至 0.5HBW。

3.4 金属材料维氏硬度试验

金属材料维氏硬度试验按照 GB/T 4340.1—2009《金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法》、GB/T 4340.2—2012《金属材料 维氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验与校准》、GB/T 4340.3—2012《金属材料 维氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定》和 GB/T 4340.4—2009《金属材料 维氏硬度试验 第4部分：硬度值表》进行。

3.4.1 试样

1) 试样表面应平坦光滑，试验面上应无氧化皮及外来污物，尤其不应有油脂，除非在产品标准中另有规定。试样表面的质量应保证压痕对角线长度的测量精度，建议试样表面进行表面抛光处理。

2) 制备试样时，应使由于过热或冷加工等因素对试样表面硬度的影响减至最小。

3) 由于显微维氏硬度压痕很浅，加工试样时建议根据材料特性采用抛光/电解抛光工艺。

4) 试样或试验层厚度至少应为压痕对角线长度的 1.5 倍，如图 3-6 和图 3-7 所示。试验后，试样背面不应出现可见变形压痕。

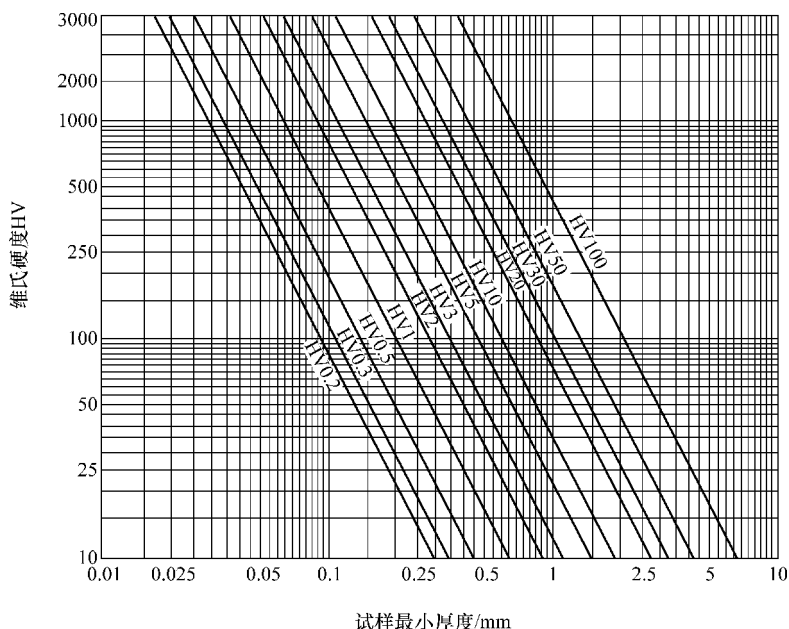


图 3-6 试样最小厚度-试验力-硬度关系图 (HV0.2 ~ HV100)

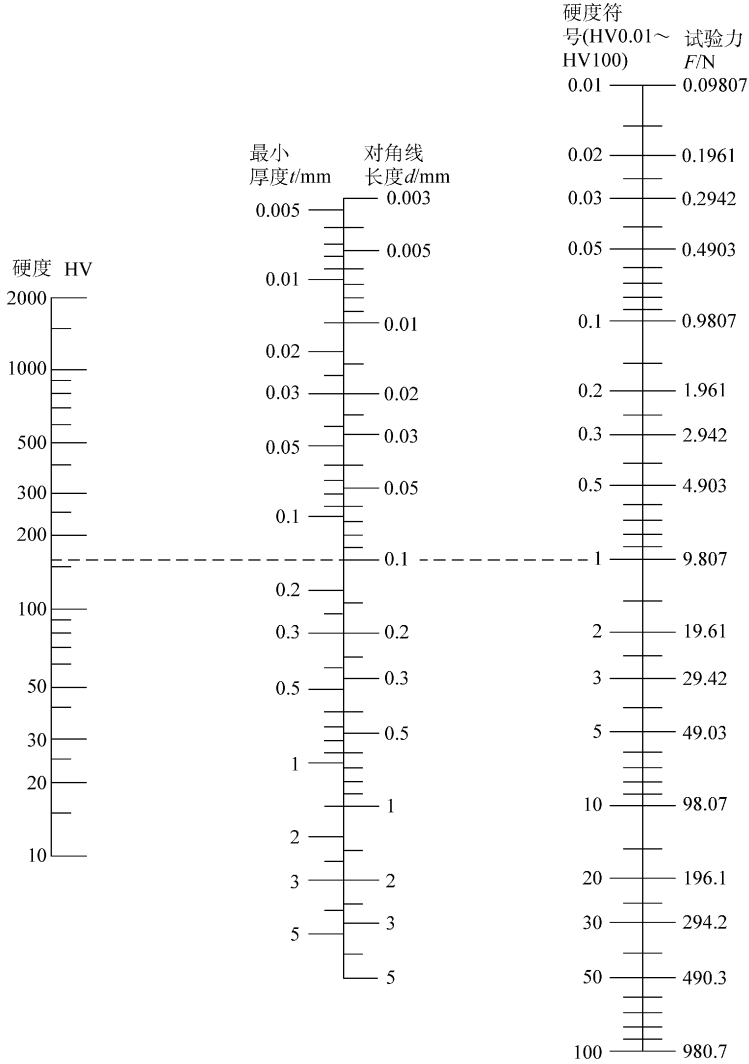


图 3-7 试样最小厚度图 (HV0.01 ~ HV100)

使用图 3-7 时，将右边标尺选定的试验力和左边标尺硬度值做一连接线，此连接线
与中间标尺的交点示出的值为该条件下的试样最小厚度。

5) 试样表面的质量应能保证压痕对角线长度的精确测量，表面粗糙度符合表 3-12
的要求。

表 3-12 维氏硬度表面粗糙度值要求

试样类型	表面粗糙度 $Ra/\mu\text{m}\leq$
维氏硬度试样	0.4
小负荷维氏硬度试样	0.2
显微维氏硬度试样	0.1

3.4.2 试验设备

维氏硬度计分为普通维氏硬度计、小负荷维氏硬度计和显微维氏硬度计。普通维氏硬度计一般指负荷在 98.1 ~ 490.4N (10 ~ 50kgf) 的维氏硬度试验机, 小负荷维氏硬度计一般指最大负荷为 49.04N (5kgf) 的维氏硬度试验机, 显微维氏硬度计一般指最大负荷为 9.81N (1kgf) 的维氏硬度试验机。

维氏硬度计试验测量范围宽广, 可以测量目前工业上所用到的几乎全部金属材料, 从很软的材料 (几个维氏硬度单位) 到很硬的材料 (3000 个维氏硬度单位) 都可测量。维氏硬度试验主要用于材料研究和科学试验方面, 小负荷维氏硬度试验主要用于测试小型精密零件的硬度、表面硬化层硬度和有效硬化层深度、镀层的表面硬度、薄片材料和细线材的硬度、刀刃附近的硬度、牙科材料的硬度等。由于试验力很小, 压痕也很小, 试样外观和使用性能都可以不受影响。显微维氏硬度试验主要用于金属学和金相学研究, 用于测定金属组织中各组成相的硬度、研究难熔化合物脆性等。显微维氏硬度试验还可用于极小或极薄零件的测试, 零件厚度可薄至 3 μm 。

维氏硬度计试验最大的优点在于其硬度值与试验力的大小无关, 只要是硬度均匀的材料, 可以任意选择试验力, 其硬度值不变。这就相当于在一个很宽广的硬度范围内具有一个统一的标尺。维氏硬度试验是常用硬度试验方法中精度最高的, 同时它的重复性也很好。维氏硬度计如图 3-8 所示。

使用者应在使用硬度计之前, 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 4340.3 标定过的标准硬度块上的标准压痕进行压痕测量装置的间接检验。压痕测量值应与标准硬度块证书上的标准值相差在 GB/T 4340.2 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 4340.3 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 4340.2 中给出的允许误差之内, 则硬度计被认为是满意的; 如果超出允许误差, 应立即进行间接检验。



图 3-8 维氏硬度计

3.4.3 试验内容及结果表示

1. 试验要求

1) 试验一般在 10 ~ 35℃ 的温度下进行。对于温度要求严格的试验, 应控制在 23℃ ± 5℃ 之内。

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。

3) 试验过程中, 硬度计应避免受到冲击和振动。

4) 每个试样上的试验点数不少于 4 点, 第 1 点不计。

5) 在大量试验前或距前一试验超过 24h, 以及压头或支承台移动或重新安装后, 均应进行检定, 上述调整后的第一次试验结果不作为正式数据。

6) 使用表 3-13 中所示的各级试验力。

表 3-13 不同条件下的试验力

维氏硬度试验		小力值维氏硬度试验		显微维氏硬度试验	
硬度符号	试验力标称值/N	硬度符号	试验力标称值/N	硬度符号	试验力标称值 /N
HV5	49.03	HV0.2	1.961	HV0.01	0.09807
HV10	98.07	HV0.3	2.942	HV0.015	0.1471
HV20	196.1	HV0.5	4.903	HV0.02	0.1961
HV30	294.2	HV1	9.807	HV0.025	0.2452
HV50	490.3	HV2	19.61	HV0.05	0.4903
HV100	980.7	HV3	29.42	HV0.1	0.9807

注: 1. 维氏硬度试验可使用大于 980.7N 的试验力。

2. 显微维氏硬度试验的试验力为推荐值。

2. 试验原理

将顶部两相对面具有规定角度 (136°) 的正四棱锥体金刚石压头以选定的试验力 F 压入试样表面, 经保持规定时间后, 卸除试验力, 测量试样表面压痕对角线长度, 如图 3-9 所示。维氏硬度值是试验力除以压痕表面积所得的商, 压痕被视为具有正方形基面并与压头角度相同的理想形状。

维氏硬度的计算如下:

$$\text{维氏硬度} = 0.102 \times \frac{F}{A} = 0.102 \times \frac{2F \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} \approx \frac{0.1891F}{d^2}$$

即维氏硬度的计算公式为

$$\text{维氏硬度} = \frac{0.1891F}{d^2}$$

式中 0.102——试验力单位由 kgf 换为 N 后需要乘以的系数, 即 $1/g = 1/9.80665 = 0.102$ (g 为标准重力加速度);

F ——试验力, 单位为 N;

A ——压痕表面积, 单位为 mm^2 ;

d ——压痕平均对角线长度, 单位为 mm , $d = (d_1 + d_2)/2$, d_1 、 d_2 为测量的两对角线长度。

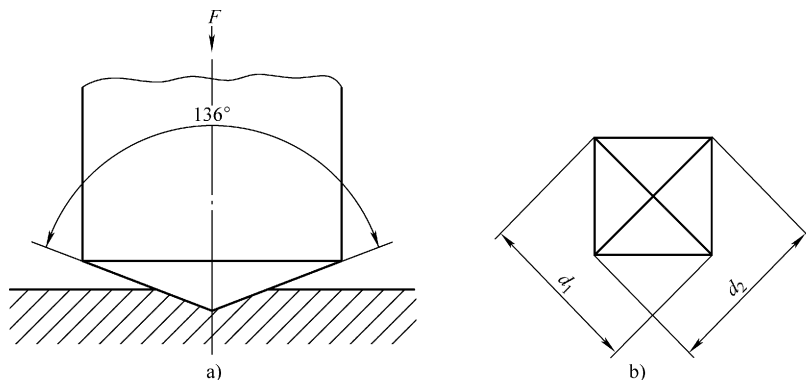


图 3-9 维氏硬度试验原理

a) 压头 (金刚石锥体) b) 维氏硬度压痕

3. 硬度值的表示

维氏硬度用 HV 表示, 符号 HV 之前为硬度值, 符号之后依次为选择的试验力值 (见表 3-13)、试验力保持时间 (10 ~ 15s 不标注)。例如: 640HV30 表示在试验力为 294.2 N (30kgf) 下保持 10 ~ 15s 测定的维氏硬度值为 640; 640HV30/20 表示在试验力为 294.2 N (30kgf) 下保持 20s 测定的维氏硬度值为 640。

4. 试验程序

1) 使压头与试样表面接触, 垂直于试验面施加试验力, 加力过程中不应有冲击和振动, 直至将试验力施加至规定值。从加力开始至全部试验力施加完毕的时间应在 2 ~ 8s 之间。对于小负荷维氏硬度试验和显微维氏硬度试验, 压头下降速度应不大于 0.2mm/s; 对于显微维氏硬度试验, 压头下降速度应在 15 ~ 70 $\mu\text{m/s}$ 之间。

2) 试验力保持时间为 10 ~ 15s。对于特殊材料, 试验力保持时间可以延长, 但误差应在 $\pm 2\text{s}$ 之内。在整个试验期间, 硬度计应避免受到冲击和振动。

3) 任一压痕中心距试样边缘距离: 对于钢、铜及铜合金至少应为压痕对角线长度的 2.5 倍; 对于轻金属、铅、锡及合金至少应为压痕对角线长度的 3 倍。两相邻压痕中心之间距离: 对于钢、铜及铜合金至少应为压痕对角线长度的 3 倍; 对于轻金属、铅、锡及合金至少应为压痕对角线长度的 6 倍。如果相邻两压痕大小不同, 应以较大压痕确定压痕间距。

4) 测量压痕两条对角线的长度, 用公式计算硬度值。也可用其算术平均值按表 3-14 ~ 表 3-16 查出维氏硬度值。

5) 在平面上压痕两对角线长度之差应不超过对角线平均值的 5%, 如果超过 5%, 必须在试验报告中注明。放大系统应能将对角线放大到视场的 25% ~ 75%。

表 3-14 平面维氏硬度值计算表 (小于 HV0.2)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0200	4.64	9.27	23.18	46.36	92.72	115.9	231.8	463.6
0.0202	4.54	9.09	22.72	45.45	90.89	113.6	227.2	454.5
0.0204	4.46	8.91	22.28	44.56	89.12	111.4	222.8	445.6
0.0206	4.37	8.74	21.85	43.70	87.39	109.3	218.5	437.0
0.0208	4.29	8.57	21.43	42.86	85.72	107.2	214.3	428.6
0.0210	4.21	8.41	21.02	42.05	84.10	105.1	210.2	420.5
0.0212	4.13	8.25	20.63	41.26	82.52	103.2	206.3	412.6
0.0214	4.05	8.10	20.25	40.49	80.98	101.2	202.5	404.9
0.0216	3.97	7.95	19.87	39.75	79.49	99.38	198.7	397.5
0.0218	3.90	7.80	19.51	39.02	78.04	97.57	195.1	390.2
0.0220	3.83	7.66	19.16	38.32	76.62	95.80	191.6	383.2
0.0222	3.76	7.52	18.81	37.63	75.25	94.08	188.1	376.3
0.0224	3.70	7.39	18.48	36.96	73.91	92.41	184.8	369.6
0.0226	3.63	7.26	18.15	36.31	72.61	90.78	181.5	363.1
0.0228	3.57	7.13	17.84	35.67	71.34	89.20	178.4	356.7
0.0230	3.51	7.01	17.53	35.06	70.11	87.65	175.3	350.6
0.0232	3.45	6.89	17.23	34.45	68.90	86.15	172.3	344.5
0.0234	3.39	6.77	16.93	33.87	67.73	84.68	169.3	338.7
0.0236	3.33	6.66	16.65	33.30	66.59	83.25	166.5	333.0
0.0238	3.27	6.55	16.37	32.74	65.47	81.86	163.7	327.4
0.0240	3.22	6.44	16.10	32.20	64.39	80.50	161.0	322.0
0.0242	3.17	6.33	15.83	31.67	63.33	79.17	158.3	316.7
0.0244	3.11	6.23	15.57	31.15	62.29	77.88	155.7	311.5
0.0246	3.06	6.13	15.32	30.64	61.28	76.62	153.2	306.4
0.0248	3.02	6.03	15.07	30.15	60.30	75.39	150.7	301.5
0.0250	2.97	5.93	14.83	29.67	59.34	74.19	148.3	296.7
0.0252	2.92	5.84	14.60	29.20	58.40	73.01	146.0	292.0
0.0254	2.87	5.75	14.37	28.74	57.48	71.87	143.7	287.4
0.0256	2.83	5.66	14.15	28.30	56.59	70.75	141.5	283.0
0.0258	2.79	5.57	13.93	27.86	55.72	69.66	139.3	278.6
0.0260	2.74	5.49	13.72	27.43	54.86	68.59	137.2	274.3
0.0262	2.70	5.40	13.51	27.02	54.03	67.55	135.1	270.2
0.0264	2.66	5.32	13.30	26.61	53.21	66.53	133.0	266.1
0.0266	2.62	5.24	13.10	26.21	52.41	65.53	131.0	262.1
0.0268	2.58	5.16	12.91	25.82	51.63	64.56	129.1	258.2
0.0270	2.54	5.09	12.72	25.44	50.87	63.60	127.2	254.4
0.0272	2.51	5.01	12.53	25.07	50.13	62.67	125.3	250.7
0.0274	2.47	4.94	12.35	24.70	49.40	61.76	123.5	247.0
0.0276	2.43	4.87	12.17	24.34	48.69	60.87	121.7	243.4
0.0278	2.40	4.80	12.00	24.00	47.99	60.00	120.0	240.0
0.0280	2.37	4.73	11.83	23.65	47.30	59.14	118.3	236.5

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0282	2.33	4.66	11.66	23.32	46.64	58.31	116.6	233.2
0.0284	2.30	4.60	11.50	22.99	45.98	57.49	115.0	229.9
0.0286	2.27	4.53	11.33	22.67	45.34	56.69	113.3	226.7
0.0288	2.24	4.47	11.18	22.36	44.71	55.90	111.8	223.6
0.0290	2.21	4.41	11.02	22.05	44.10	55.13	110.2	220.5
0.0292	2.18	4.35	10.87	21.75	43.50	54.38	108.7	217.5
0.0294	2.15	4.29	10.73	21.46	42.91	53.64	107.3	214.6
0.0296	2.12	4.23	10.58	21.17	42.33	52.92	105.8	211.7
0.0298	2.09	4.18	10.44	20.88	41.76	52.21	104.4	208.8
0.0300	2.06	4.12	10.30	20.61	41.21	51.52	103.0	206.1
0.0302	2.03	4.07	10.17	20.33	40.66	50.84	101.7	203.3
0.0304	2.01	4.01	10.03	20.07	40.13	50.17	100.3	200.7
0.0306	1.98	3.96	9.90	19.81	39.61	49.52	99.02	198.1
0.0308	1.95	3.91	9.77	19.55	39.09	48.88	97.74	195.5
0.0310	1.93	3.86	9.65	19.30	38.59	48.25	96.48	193.0
0.0312	1.91	3.81	9.52	19.05	38.10	47.63	95.25	190.5
0.0314	1.88	3.76	9.40	18.81	37.61	47.03	94.04	188.1
0.0316	1.86	3.71	9.28	18.57	37.14	46.43	92.85	185.7
0.0318	1.83	3.67	9.17	18.34	36.67	45.85	91.69	183.4
0.0320	1.81	3.62	9.05	18.11	36.22	45.28	90.54	181.1
0.0322	1.79	3.58	8.94	17.89	35.77	44.72	89.42	178.9
0.0324	1.77	3.53	8.83	17.67	35.33	44.17	88.32	176.7
0.0326	1.74	3.49	8.72	17.45	34.90	43.63	87.24	174.5
0.0328	1.72	3.45	8.62	17.24	34.47	43.10	86.18	172.4
0.0330	1.70	3.41	8.51	17.03	34.06	42.58	85.14	170.3
0.0332	1.68	3.36	8.41	16.82	33.65	42.07	84.12	168.2
0.0334	1.66	3.32	8.31	16.62	33.24	41.56	83.11	166.2
0.0336	1.64	3.28	8.21	16.43	32.85	41.07	82.12	164.3
0.0338	1.62	3.25	8.12	16.23	32.46	40.59	81.16	162.3
0.0340	1.60	3.21	8.02	16.04	32.08	40.11	80.20	160.4
0.0342	1.59	3.17	7.93	15.86	31.71	39.64	79.27	158.6
0.0344	1.57	3.13	7.83	15.67	31.34	39.18	78.35	156.7
0.0346	1.55	3.10	7.74	15.49	30.98	38.73	77.45	154.9
0.0348	1.53	3.06	7.66	15.31	30.62	38.29	76.56	153.1
0.0350	1.51	3.03	7.57	15.14	30.27	37.85	75.69	151.4
0.0352	1.50	2.99	7.48	14.97	29.93	37.42	74.83	149.7
0.0354	1.48	2.96	7.40	14.80	29.59	37.00	73.99	148.0
0.0356	1.46	2.93	7.32	14.63	29.26	36.59	73.16	146.3
0.0358	1.45	2.89	7.23	14.47	28.94	36.18	72.34	144.7
0.0360	1.43	2.86	7.15	14.31	28.62	35.78	71.54	143.1
0.0362	1.42	2.83	7.08	14.15	28.30	35.38	70.75	141.5

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0364	1.40	2.80	7.00	14.00	27.99	35.00	69.98	140.0
0.0366	1.38	2.77	6.92	13.84	27.69	34.61	69.21	138.4
0.0368	1.37	2.74	6.85	13.69	27.39	34.24	68.46	136.9
0.0370	1.35	2.71	6.77	13.55	27.09	33.87	67.73	135.5
0.0372	1.34	2.68	6.70	13.40	26.80	33.51	67.00	134.0
0.0374	1.33	2.65	6.63	13.26	26.51	33.15	66.28	132.6
0.0376	1.31	2.62	6.56	13.12	26.23	32.80	65.58	131.2
0.0378	1.30	2.60	6.49	12.98	25.96	32.45	64.89	129.8
0.0380	1.28	2.57	6.42	12.84	25.68	32.11	64.21	128.4
0.0382	1.27	2.54	6.35	12.71	25.41	31.77	63.54	127.1
0.0384	1.26	2.51	6.29	12.58	25.15	31.44	62.88	125.8
0.0386	1.24	2.49	6.22	12.45	24.89	31.12	62.23	124.5
0.0388	1.23	2.46	6.16	12.32	24.63	30.80	61.59	123.2
0.0390	1.22	2.44	6.10	12.19	24.38	30.48	60.96	121.9
0.0392	1.21	2.41	6.03	12.07	24.13	30.17	60.34	120.7
0.0394	1.19	2.39	5.97	11.95	23.89	29.87	59.73	119.5
0.0396	1.18	2.36	5.91	11.83	23.65	29.57	59.12	118.3
0.0398	1.17	2.34	5.85	11.71	23.41	29.27	58.53	117.1
0.0400	1.16	2.32	5.79	11.59	23.18	28.98	57.95	115.9
0.0402	1.15	2.29	5.74	11.48	22.95	28.69	57.37	114.8
0.0404	1.14	2.27	5.68	11.36	22.72	28.41	56.81	113.6
0.0406	1.13	2.25	5.62	11.25	22.50	28.13	56.25	112.5
0.0408	1.11	2.23	5.57	11.14	22.28	27.85	55.70	111.4
0.0410	1.10	2.21	5.52	11.03	22.06	27.58	55.16	110.3
0.0412	1.09	2.18	5.46	10.93	21.85	27.32	54.62	109.3
0.0414	1.08	2.16	5.41	10.82	21.64	27.05	54.09	108.2
0.0416	1.07	2.14	5.36	10.72	21.43	26.79	53.58	107.2
0.0418	1.06	2.12	5.31	10.61	21.23	26.54	53.06	106.1
0.0420	1.05	2.10	5.26	10.51	21.02	26.29	52.56	105.1
0.0422	1.04	2.08	5.21	10.41	20.83	26.04	52.06	104.1
0.0424	1.03	2.06	5.16	10.32	20.63	25.79	51.57	103.2
0.0426	1.02	2.04	5.11	10.22	20.44	25.55	51.09	102.2
0.0428	1.01	2.02	5.06	10.12	20.25	25.31	50.61	101.2
0.0430	1.00	2.01	5.01	10.03	20.06	25.08	50.14	100.3
0.0432	—	1.99	4.97	9.94	19.87	24.85	49.68	99.37
0.0434	—	1.97	4.92	9.85	19.69	24.62	49.22	98.46
0.0436	—	1.95	4.88	9.76	19.51	24.39	48.77	97.56
0.0438	—	1.93	4.83	9.67	19.33	24.17	48.33	96.67
0.0440	—	1.92	4.79	9.58	19.16	23.95	47.89	95.79
0.0442	—	1.90	4.75	9.49	18.98	23.73	47.46	94.93
0.0444	—	1.88	4.70	9.41	18.81	23.52	47.03	94.07

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0446	—	1.86	4.66	9.32	18.64	23.31	46.61	93.23
0.0448	—	1.85	4.62	9.24	18.48	23.10	46.20	92.40
0.0450	—	1.83	4.58	9.16	18.31	22.90	45.79	91.58
0.0452	—	1.82	4.54	9.08	18.15	22.70	45.38	90.77
0.0454	—	1.80	4.50	9.00	17.99	22.50	44.98	89.97
0.0456	—	1.78	4.46	8.92	17.84	22.30	44.59	89.19
0.0458	—	1.77	4.42	8.84	17.68	22.10	44.20	88.41
0.0460	—	1.75	4.38	8.76	17.53	21.91	43.82	87.64
0.0462	—	1.74	4.34	8.69	17.38	21.72	43.44	86.88
0.0464	—	1.72	4.31	8.61	17.23	21.54	43.06	86.14
0.0466	—	1.71	4.27	8.54	17.08	21.35	42.70	85.40
0.0468	—	1.69	4.23	8.47	16.93	21.17	42.33	84.67
0.0470	—	1.68	4.20	8.40	16.79	20.99	41.97	83.95
0.0472	—	1.66	4.16	8.32	16.65	20.81	41.62	83.24
0.0474	—	1.65	4.13	8.25	16.51	20.64	41.27	82.54
0.0476	—	1.64	4.09	8.18	16.37	20.46	40.92	81.85
0.0478	—	1.62	4.06	8.12	16.23	20.29	40.58	81.17
0.0480	—	1.61	4.02	8.05	16.10	20.12	40.24	80.49
0.0482	—	1.60	3.99	7.98	15.96	19.96	39.91	79.82
0.0484	—	1.58	3.96	7.92	15.83	19.79	39.58	79.17
0.0486	—	1.57	3.93	7.85	15.70	19.63	39.25	78.52
0.0488	—	1.56	3.89	7.79	15.57	19.47	38.93	77.87
0.0490	—	1.54	3.86	7.72	15.45	19.31	38.62	77.24
0.0492	—	1.53	3.83	7.66	15.32	19.15	38.30	76.61
0.0494	—	1.52	3.80	7.60	15.20	19.00	37.99	75.99
0.0496	—	1.51	3.77	7.54	15.07	18.85	37.69	75.38
0.0498	—	1.50	3.74	7.48	14.95	18.70	37.38	74.78
0.0500	—	1.48	3.71	7.42	14.83	18.55	37.09	74.18
0.0502	—	1.47	3.68	7.36	14.72	18.40	36.79	73.59
0.0504	—	1.46	3.65	7.30	14.60	18.25	36.50	73.01
0.0506	—	1.45	3.62	7.24	14.48	18.11	36.21	72.43
0.0508	—	1.44	3.59	7.19	14.37	17.97	35.93	71.86
0.0510	—	1.43	3.56	7.13	14.26	17.83	35.65	71.30
0.0512	—	1.41	3.54	7.07	14.15	17.69	35.37	70.74
0.0514	—	1.40	3.51	7.02	14.04	17.55	35.09	70.19
0.0516	—	1.39	3.48	6.97	13.93	17.41	34.82	69.65
0.0518	—	1.38	3.46	6.91	13.82	17.28	34.55	69.11
0.0520	—	1.37	3.43	6.86	13.72	17.15	34.29	68.58
0.0522	—	1.36	3.40	6.81	13.61	17.02	34.03	68.06
0.0524	—	1.35	3.38	6.75	13.51	16.89	33.77	67.54
0.0526	—	1.34	3.35	6.70	13.40	16.76	33.51	67.03

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0528	—	1.33	3.33	6.65	13.30	16.63	33.26	66.52
0.0530	—	1.32	3.30	6.60	13.20	16.51	33.01	66.02
0.0532	—	1.31	3.28	6.55	13.10	16.38	32.76	65.52
0.0534	—	1.30	3.25	6.50	13.01	16.26	32.51	65.03
0.0536	—	1.29	3.23	6.46	12.91	16.14	32.27	64.55
0.0538	—	1.28	3.20	6.41	12.81	16.02	32.03	64.07
0.0540	—	1.27	3.18	6.36	12.72	15.90	31.80	63.60
0.0542	—	1.26	3.16	6.31	12.62	15.78	31.56	63.13
0.0544	—	1.25	3.13	6.27	12.53	15.67	31.33	62.67
0.0546	—	1.24	3.11	6.22	12.44	15.55	31.10	62.21
0.0548	—	1.23	3.09	6.18	12.35	15.44	30.87	61.75
0.0550	—	1.23	3.06	6.13	12.26	15.33	30.65	61.31
0.0552	—	1.22	3.04	6.09	12.17	15.22	30.43	60.86
0.0554	—	1.21	3.02	6.04	12.08	15.11	30.21	60.42
0.0556	—	1.20	3.00	6.00	12.00	15.00	29.99	59.99
0.0558	—	1.19	2.98	5.96	11.91	14.89	29.78	59.56
0.0560	—	1.18	2.96	5.91	11.83	14.79	29.56	59.14
0.0562	—	1.17	2.94	5.87	11.74	14.68	29.35	58.72
0.0564	—	1.17	2.91	5.83	11.66	14.58	29.15	58.30
0.0566	—	1.16	2.89	5.79	11.58	14.47	28.94	57.89
0.0568	—	1.15	2.87	5.75	11.50	14.37	28.74	57.48
0.0570	—	1.14	2.85	5.71	11.41	14.27	28.54	57.08
0.0572	—	1.13	2.83	5.67	11.33	14.17	28.34	56.68
0.0574	—	1.13	2.81	5.63	11.26	14.07	28.14	56.29
0.0576	—	1.12	2.79	5.59	11.18	13.98	27.95	55.90
0.0578	—	1.11	2.78	5.55	11.10	13.88	27.75	55.51
0.0580	—	1.10	2.76	5.51	11.02	13.78	27.56	55.13
0.0582	—	1.09	2.74	5.47	10.95	13.69	27.37	54.75
0.0584	—	1.09	2.72	5.44	10.87	13.60	27.18	54.38
0.0586	—	1.08	2.70	5.40	10.80	13.50	27.00	54.00
0.0588	—	1.07	2.68	5.36	10.73	13.41	26.82	53.64
0.0590	—	1.07	2.66	5.33	10.65	13.32	26.63	53.28
0.0592	—	1.06	2.65	5.29	10.58	13.23	26.46	52.92
0.0594	—	1.05	2.63	5.26	10.51	13.14	26.28	52.56
0.0596	—	1.04	2.61	5.22	10.44	13.05	26.10	52.21
0.0598	—	1.04	2.59	5.19	10.37	12.97	25.93	51.86
0.0600	—	1.03	2.58	5.15	10.30	12.88	25.75	51.51
0.0602	—	1.02	2.56	5.12	10.23	12.79	25.58	51.17
0.0604	—	1.02	2.54	5.08	10.17	12.71	25.41	50.83
0.0606	—	1.01	2.52	5.05	10.10	12.63	25.25	50.50
0.0608	—	1.00	2.51	5.02	10.03	12.54	25.08	50.17
0.0610	—	—	2.49	4.98	9.97	12.46	24.92	49.84

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0612	—	—	2.48	4.95	9.90	12.38	24.75	49.51
0.0614	—	—	2.46	4.92	9.84	12.30	24.59	49.19
0.0616	—	—	2.44	4.89	9.77	12.22	24.43	48.87
0.0618	—	—	2.43	4.86	9.71	12.14	24.28	48.56
0.0620	—	—	2.41	4.82	9.65	12.06	24.12	48.24
0.0622	—	—	2.40	4.79	9.59	11.98	23.96	47.93
0.0624	—	—	2.38	4.76	9.52	11.91	23.81	47.63
0.0626	—	—	2.37	4.73	9.46	11.73	23.66	47.32
0.0628	—	—	2.35	4.70	9.40	11.76	23.51	47.02
0.0630	—	—	2.34	4.67	9.34	11.68	23.36	46.72
0.0632	—	—	2.32	4.64	9.28	11.61	23.21	46.43
0.0634	—	—	2.31	4.61	9.23	11.54	23.07	46.14
0.0636	—	—	2.29	4.58	9.17	11.46	22.92	45.85
0.0638	—	—	2.28	4.56	9.11	11.39	22.78	45.56
0.0640	—	—	2.26	4.53	9.05	11.32	22.64	45.28
0.0642	—	—	2.25	4.50	9.00	11.25	22.49	44.99
0.0644	—	—	2.24	4.47	8.94	11.18	22.36	44.72
0.0646	—	—	2.22	4.44	8.89	11.11	22.22	44.44
0.0648	—	—	2.21	4.42	8.83	11.04	22.08	44.16
0.0650	—	—	2.19	4.39	8.78	10.97	21.94	43.89
0.0652	—	—	2.18	4.36	8.72	10.91	21.81	43.62
0.0654	—	—	2.17	4.34	8.67	10.84	21.68	43.36
0.0656	—	—	2.15	4.31	8.62	10.77	21.54	43.09
0.0658	—	—	2.14	4.28	8.57	10.71	21.41	42.83
0.0660	—	—	2.13	4.26	8.51	10.64	21.28	42.57
0.0662	—	—	2.12	4.23	8.46	10.58	21.16	42.32
0.0664	—	—	2.10	4.21	8.41	10.52	21.03	42.06
0.0666	—	—	2.09	4.18	8.36	10.45	20.90	41.81
0.0668	—	—	2.08	4.16	8.31	10.39	20.78	41.56
0.0670	—	—	2.07	4.13	8.26	10.33	20.65	41.31
0.0672	—	—	2.05	4.11	8.21	10.27	20.53	41.07
0.0674	—	—	2.04	4.08	8.16	10.21	20.41	40.82
0.0676	—	—	2.03	4.06	8.12	10.15	20.29	40.58
0.0678	—	—	2.02	4.03	8.07	10.09	20.17	40.34
0.0680	—	—	2.01	4.01	8.02	10.03	20.05	40.11
0.0682	—	—	1.99	3.99	7.97	9.97	19.93	39.87
0.0684	—	—	1.98	3.96	7.93	9.91	19.82	39.64
0.0686	—	—	1.97	3.94	7.88	9.85	19.70	39.41
0.0688	—	—	1.96	3.92	7.83	9.80	19.59	39.18
0.0690	—	—	1.95	3.90	7.79	9.74	19.47	38.95
0.0692	—	—	1.94	3.87	7.74	9.68	19.36	38.73

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0694	—	—	1.93	3.85	7.70	9.63	19.25	38.50
0.0696	—	—	1.91	3.83	7.66	9.57	19.14	38.28
0.0698	—	—	1.90	3.81	7.61	9.52	19.03	38.06
0.0700	—	—	1.89	3.78	7.57	9.46	18.92	37.85
0.0702	—	—	1.88	3.76	7.53	9.41	18.81	37.63
0.0704	—	—	1.87	3.74	7.48	9.36	18.71	37.42
0.0706	—	—	1.86	3.72	7.44	9.30	18.60	37.21
0.0708	—	—	1.85	3.70	7.40	9.25	18.50	37.00
0.0710	—	—	1.84	3.68	7.36	9.20	18.39	36.79
0.0712	—	—	1.83	3.66	7.32	9.15	18.29	36.58
0.0714	—	—	1.82	3.64	7.27	9.10	18.19	36.38
0.0716	—	—	1.81	3.62	7.23	9.04	18.09	36.17
0.0718	—	—	1.80	3.60	7.19	8.99	17.98	35.97
0.0720	—	—	1.79	3.58	7.15	8.94	17.88	35.77
0.0722	—	—	1.78	3.56	7.11	8.89	17.79	35.58
0.0724	—	—	1.77	3.54	7.08	8.85	17.69	35.38
0.0726	—	—	1.76	3.52	7.04	8.80	17.59	35.18
0.0728	—	—	1.75	3.50	7.00	8.75	17.49	34.99
0.0730	—	—	1.74	3.48	6.96	8.70	17.40	34.80
0.0732	—	—	1.73	3.46	6.92	8.65	17.30	34.61
0.0734	—	—	1.72	3.44	6.88	8.61	17.21	34.42
0.0736	—	—	1.71	3.42	6.85	8.56	17.12	34.24
0.0738	—	—	1.70	3.40	6.81	8.51	17.02	34.05
0.0740	—	—	1.69	3.39	6.77	8.47	16.93	33.87
0.0742	—	—	1.68	3.37	6.74	8.42	16.84	33.68
0.0744	—	—	1.67	3.35	6.70	8.38	16.75	33.50
0.0746	—	—	1.67	3.33	6.66	8.33	16.66	33.32
0.0748	—	—	1.66	3.31	6.63	8.29	16.57	33.15
0.0750	—	—	1.65	3.30	6.59	8.24	16.48	32.97
0.0752	—	—	1.64	3.28	6.56	8.20	16.40	32.79
0.0754	—	—	1.63	3.26	6.52	8.16	16.31	32.62
0.0756	—	—	1.62	3.24	6.49	8.11	16.22	32.45
0.0758	—	—	1.61	3.23	6.45	8.07	16.14	32.28
0.0760	—	—	1.61	3.21	6.42	8.03	16.05	32.11
0.0762	—	—	1.60	3.19	6.39	7.99	15.97	31.94
0.0764	—	—	1.59	3.18	6.35	7.94	15.88	31.77
0.0766	—	—	1.58	3.16	6.32	7.90	15.80	31.61
0.0768	—	—	1.57	3.14	6.29	7.86	15.72	31.44
0.0770	—	—	1.56	3.13	6.26	7.82	15.64	31.28
0.0772	—	—	1.56	3.11	6.22	7.78	15.56	31.12
0.0774	—	—	1.55	3.10	6.19	7.74	15.48	30.96

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0776	—	—	1.54	3.08	6.16	7.70	15.40	30.80
0.0778	—	—	1.53	3.06	6.13	7.66	15.32	30.64
0.0780	—	—	1.52	3.05	6.10	7.62	15.24	30.48
0.0782	—	—	1.52	3.03	6.06	7.58	15.16	30.33
0.0784	—	—	1.51	3.02	6.03	7.54	15.08	30.17
0.0786	—	—	1.50	3.00	6.00	7.51	15.01	30.02
0.0788	—	—	1.49	2.99	5.97	7.47	14.93	29.87
0.0790	—	—	1.49	2.97	5.94	7.43	14.86	29.71
0.0792	—	—	1.48	2.96	5.91	7.39	14.78	29.56
0.0794	—	—	1.47	2.94	5.88	7.35	14.71	29.42
0.0796	—	—	1.46	2.93	5.85	7.32	14.63	29.27
0.0798	—	—	1.46	2.91	5.82	7.28	14.56	29.12
0.0800	—	—	1.45	2.90	5.79	7.24	14.49	28.98
0.0802	—	—	1.44	2.88	5.77	7.21	14.41	28.83
0.0804	—	—	1.43	2.87	5.74	7.17	14.34	28.69
0.0806	—	—	1.43	2.85	5.71	7.14	14.27	28.55
0.0808	—	—	1.42	2.84	5.68	7.10	14.20	28.41
0.0810	—	—	1.41	2.83	5.65	7.07	14.13	28.27
0.0812	—	—	1.41	2.81	5.62	7.03	14.06	28.13
0.0814	—	—	1.40	2.80	5.60	7.00	13.99	27.99
0.0816	—	—	1.39	2.79	5.57	6.96	13.92	27.85
0.0818	—	—	1.39	2.77	5.54	6.93	13.86	27.72
0.0820	—	—	1.38	2.76	5.52	6.90	13.79	27.58
0.0822	—	—	1.37	2.74	5.49	6.86	13.72	27.45
0.0824	—	—	1.37	2.73	5.46	6.83	13.66	27.31
0.0826	—	—	1.36	2.72	5.44	6.80	13.59	27.18
0.0828	—	—	1.35	2.70	5.41	6.76	13.52	27.05
0.0830	—	—	1.35	2.69	5.38	6.73	13.46	26.92
0.0832	—	—	1.34	2.68	5.36	6.70	13.39	26.79
0.0834	—	—	1.33	2.67	5.33	6.67	13.33	26.66
0.0836	—	—	1.33	2.65	5.31	6.63	13.27	26.53
0.0838	—	—	1.32	2.64	5.28	6.60	13.20	26.41
0.0840	—	—	1.31	2.63	5.26	6.57	13.14	26.28
0.0842	—	—	1.31	2.62	5.23	6.54	13.08	26.16
0.0844	—	—	1.30	2.60	5.21	6.51	13.02	26.03
0.0846	—	—	1.30	2.59	5.18	6.48	12.95	25.91
0.0848	—	—	1.29	2.58	5.16	6.45	12.89	25.79
0.0850	—	—	1.28	2.57	5.13	6.42	12.83	25.67
0.0852	—	—	1.28	2.55	5.11	6.39	12.77	25.55
0.0854	—	—	1.27	2.54	5.09	6.36	12.71	25.43
0.0856	—	—	1.27	2.53	5.06	6.33	12.65	25.31

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0858	—	—	1.26	2.52	5.04	6.30	12.59	25.19
0.0860	—	—	1.25	2.51	5.01	6.27	12.54	25.07
0.0862	—	—	1.25	2.50	4.99	6.24	12.48	24.96
0.0864	—	—	1.24	2.48	4.97	6.21	12.42	24.84
0.0866	—	—	1.24	2.47	4.95	6.18	12.36	24.73
0.0868	—	—	1.23	2.46	4.92	6.15	12.31	24.61
0.0870	—	—	1.22	2.45	4.90	6.13	12.25	24.50
0.0872	—	—	1.22	2.44	4.88	6.10	12.19	24.39
0.0874	—	—	1.21	2.43	4.86	6.07	12.14	24.28
0.0876	—	—	1.21	2.42	4.83	6.04	12.08	24.17
0.0878	—	—	1.20	2.41	4.81	6.01	12.03	24.06
0.0880	—	—	1.20	2.39	4.79	5.99	11.97	23.95
0.0882	—	—	1.19	2.38	4.77	5.96	11.92	23.84
0.0884	—	—	1.19	2.37	4.75	5.93	11.86	23.73
0.0886	—	—	1.18	2.36	4.72	5.91	11.81	23.62
0.0888	—	—	1.18	2.35	4.70	5.88	11.76	23.52
0.0890	—	—	1.17	2.34	4.68	5.85	11.71	23.41
0.0892	—	—	1.17	2.33	4.66	5.83	11.65	23.31
0.0894	—	—	1.16	2.32	4.64	5.80	11.60	23.20
0.0896	—	—	1.15	2.31	4.62	5.78	11.55	23.10
0.0898	—	—	1.15	2.30	4.60	5.75	11.50	23.00
0.0900	—	—	1.14	2.29	4.58	5.72	11.45	22.90
0.0902	—	—	1.14	2.28	4.56	5.70	11.40	22.79
0.0904	—	—	1.13	2.27	4.54	5.67	11.35	22.69
0.0906	—	—	1.13	2.26	4.52	5.65	11.30	22.59
0.0908	—	—	1.12	2.25	4.50	5.62	11.25	22.49
0.0910	—	—	1.12	2.24	4.48	5.60	11.20	22.39
0.0912	—	—	1.11	2.23	4.46	5.57	11.15	22.30
0.0914	—	—	1.11	2.22	4.44	5.55	11.10	22.20
0.0916	—	—	1.11	2.21	4.42	5.53	11.05	22.10
0.0918	—	—	1.10	2.20	4.40	5.50	11.00	22.01
0.0920	—	—	1.10	2.19	4.38	5.48	10.95	21.91
0.0922	—	—	1.09	2.18	4.36	5.45	10.91	21.82
0.0924	—	—	1.09	2.17	4.34	5.43	10.86	21.72
0.0926	—	—	1.08	2.16	4.33	5.41	10.81	21.63
0.0928	—	—	1.08	2.15	4.31	5.38	10.77	21.53
0.0930	—	—	1.07	2.14	4.29	5.36	10.72	21.44
0.0932	—	—	1.07	2.13	4.27	5.34	10.67	21.35
0.0934	—	—	1.06	2.13	4.25	5.32	10.63	21.26
0.0936	—	—	1.06	2.12	4.23	5.29	10.58	21.17
0.0938	—	—	1.05	2.11	4.22	5.27	10.54	21.08

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.0940	—	—	1.05	2.10	4.20	5.25	10.49	20.99
0.0942	—	—	1.04	2.09	4.18	5.23	10.45	20.90
0.0944	—	—	1.04	2.08	4.16	5.20	10.40	20.81
0.0946	—	—	1.04	2.07	4.14	5.18	10.36	20.72
0.0948	—	—	1.03	2.06	4.13	5.16	10.32	20.64
0.0950	—	—	1.03	2.05	4.11	5.14	10.27	20.55
0.0952	—	—	1.02	2.05	4.09	5.12	10.23	20.46
0.0954	—	—	1.02	2.04	4.07	5.09	10.19	20.38
0.0956	—	—	1.01	2.03	4.06	5.07	10.14	20.29
0.0958	—	—	1.01	2.02	4.04	5.05	10.10	20.21
0.0960	—	—	1.01	2.01	4.02	5.03	10.06	20.12
0.0962	—	—	1.00	2.00	4.01	5.01	10.02	20.04
0.0964	—	—	—	2.00	3.99	4.99	9.98	19.96
0.0966	—	—	—	1.99	3.97	4.97	9.94	19.87
0.0968	—	—	—	1.98	3.96	4.95	9.89	19.79
0.0970	—	—	—	1.97	3.94	4.93	9.85	19.71
0.0972	—	—	—	1.96	3.93	4.91	9.81	19.63
0.0974	—	—	—	1.95	3.91	4.89	9.77	19.55
0.0976	—	—	—	1.95	3.89	4.87	9.73	19.47
0.0978	—	—	—	1.94	3.88	4.85	9.69	19.39
0.0980	—	—	—	1.93	3.86	4.83	9.65	19.31
0.0982	—	—	—	1.92	3.85	4.81	9.61	19.23
0.0984	—	—	—	1.92	3.83	4.79	9.58	19.15
0.0986	—	—	—	1.91	3.81	4.77	9.54	19.08
0.0988	—	—	—	1.90	3.80	4.75	9.50	19.00
0.0990	—	—	—	1.89	3.78	4.73	9.46	18.92
0.0992	—	—	—	1.88	3.77	4.71	9.42	18.85
0.0994	—	—	—	1.88	3.75	4.69	9.38	18.77
0.0996	—	—	—	1.87	3.74	4.67	9.35	18.69
0.0998	—	—	—	1.86	3.72	4.66	9.31	18.62
0.1000	—	—	—	1.85	3.71	4.64	9.27	18.55
0.1002	—	—	—	1.85	3.69	4.62	9.23	18.47
0.1004	—	—	—	1.84	3.68	4.60	9.20	18.40
0.1006	—	—	—	1.83	3.66	4.58	9.16	18.32
0.1008	—	—	—	1.83	3.65	4.56	9.12	18.25
0.1010	—	—	—	1.82	3.64	4.55	9.09	18.18
0.1012	—	—	—	1.81	3.62	4.53	9.05	18.11
0.1014	—	—	—	1.80	3.61	4.51	9.02	18.04
0.1016	—	—	—	1.80	3.59	4.49	8.98	17.97
0.1018	—	—	—	1.79	3.58	4.47	8.95	17.90
0.1020	—	—	—	1.78	3.56	4.46	8.91	17.82

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1022	—	—	—	1.78	3.55	4.44	8.88	17.76
0.1024	—	—	—	1.77	3.54	4.42	8.84	17.69
0.1026	—	—	—	1.76	3.52	4.40	8.81	17.62
0.1028	—	—	—	1.75	3.51	4.39	8.77	17.55
0.1030	—	—	—	1.75	3.50	4.37	8.74	17.48
0.1032	—	—	—	1.74	3.48	4.35	8.71	17.41
0.1034	—	—	—	1.73	3.47	4.34	8.67	17.35
0.1036	—	—	—	1.73	3.46	4.32	8.64	17.28
0.1038	—	—	—	1.72	3.44	4.30	8.61	17.21
0.1040	—	—	—	1.71	3.43	4.29	8.57	17.15
0.1042	—	—	—	1.71	3.42	4.27	8.54	17.08
0.1044	—	—	—	1.70	3.40	4.25	8.51	17.01
0.1046	—	—	—	1.69	3.39	4.24	8.47	16.95
0.1048	—	—	—	1.69	3.38	4.22	8.44	16.89
0.1050	—	—	—	1.68	3.36	4.21	8.41	16.82
0.1052	—	—	—	1.68	3.35	4.19	8.38	16.76
0.1054	—	—	—	1.67	3.34	4.17	8.35	16.69
0.1056	—	—	—	1.66	3.33	4.16	8.31	16.63
0.1058	—	—	—	1.66	3.31	4.14	8.28	16.57
0.1060	—	—	—	1.65	3.30	4.13	8.25	16.51
0.1062	—	—	—	1.64	3.29	4.11	8.22	16.44
0.1064	—	—	—	1.64	3.28	4.10	8.19	16.38
0.1066	—	—	—	1.63	3.26	4.08	8.16	16.32
0.1068	—	—	—	1.63	3.25	4.07	8.13	16.26
0.1070	—	—	—	1.62	3.24	4.05	8.10	16.20
0.1072	—	—	—	1.61	3.23	4.03	8.07	16.14
0.1074	—	—	—	1.61	3.22	4.02	8.04	16.08
0.1076	—	—	—	1.60	3.20	4.00	8.01	16.02
0.1078	—	—	—	1.60	3.19	3.99	7.98	15.96
0.1080	—	—	—	1.59	3.18	3.98	7.95	15.90
0.1082	—	—	—	1.58	3.17	3.96	7.92	15.84
0.1084	—	—	—	1.58	3.16	3.95	7.89	15.78
0.1086	—	—	—	1.57	3.14	3.93	7.86	15.72
0.1088	—	—	—	1.57	3.13	3.92	7.83	15.67
0.1090	—	—	—	1.56	3.12	3.90	7.80	15.61
0.1092	—	—	—	1.56	3.11	3.89	7.78	15.55
0.1094	—	—	—	1.55	3.10	3.87	7.75	15.50
0.1096	—	—	—	1.54	3.09	3.86	7.72	15.44
0.1098	—	—	—	1.54	3.08	3.85	7.69	15.38
0.1100	—	—	—	1.53	3.06	3.83	7.66	15.33
0.1102	—	—	—	1.53	3.05	3.82	7.63	15.27
0.1104	—	—	—	1.52	3.04	3.80	7.61	15.22
0.1106	—	—	—	1.52	3.03	3.79	7.58	15.16
0.1108	—	—	—	1.51	3.02	3.78	7.55	15.11
0.1110	—	—	—	1.51	3.01	3.76	7.53	15.05
0.1112	—	—	—	1.50	3.00	3.75	7.50	15.00

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1114	—	—	—	1.49	2.99	3.74	7.47	14.94
0.1116	—	—	—	1.49	2.98	3.72	7.44	14.89
0.1118	—	—	—	1.48	2.97	3.71	7.42	14.84
0.1120	—	—	—	1.48	2.96	3.70	7.39	14.78
0.1122	—	—	—	1.47	2.95	3.68	7.36	14.73
0.1124	—	—	—	1.47	2.94	3.67	7.34	14.68
0.1126	—	—	—	1.46	2.93	3.66	7.31	14.63
0.1128	—	—	—	1.46	2.91	3.64	7.29	14.58
0.1130	—	—	—	1.45	2.90	3.63	7.26	14.52
0.1132	—	—	—	1.45	2.89	3.62	7.24	14.47
0.1134	—	—	—	1.44	2.88	3.61	7.21	14.42
0.1136	—	—	—	1.44	2.87	3.59	7.18	14.37
0.1138	—	—	—	1.43	2.86	3.58	7.16	14.32
0.1140	—	—	—	1.43	2.85	3.57	7.13	14.27
0.1142	—	—	—	1.42	2.84	3.56	7.11	14.22
0.1144	—	—	—	1.42	2.83	3.54	7.08	14.17
0.1146	—	—	—	1.41	2.82	3.53	7.06	14.12
0.1148	—	—	—	1.41	2.81	3.52	7.04	14.07
0.1150	—	—	—	1.40	2.80	3.51	7.01	14.02
0.1152	—	—	—	1.40	2.79	3.49	6.99	13.97
0.1154	—	—	—	1.39	2.78	3.48	6.96	13.93
0.1156	—	—	—	1.39	2.78	3.47	6.94	13.88
0.1158	—	—	—	1.38	2.77	3.46	6.91	13.83
0.1160	—	—	—	1.38	2.76	3.45	6.89	13.78
0.1162	—	—	—	1.37	2.75	3.43	6.87	13.73
0.1164	—	—	—	1.37	2.74	3.42	6.84	13.69
0.1166	—	—	—	1.36	2.73	3.41	6.82	13.64
0.1168	—	—	—	1.36	2.72	3.40	6.80	13.59
0.1170	—	—	—	1.35	2.71	3.39	6.77	13.55
0.1172	—	—	—	1.35	2.70	3.38	6.75	13.50
0.1174	—	—	—	1.35	2.69	3.36	6.73	13.46
0.1176	—	—	—	1.34	2.68	3.35	6.70	13.41
0.1178	—	—	—	1.34	2.67	3.34	6.68	13.36
0.1180	—	—	—	1.33	2.66	3.33	6.66	13.32
0.1182	—	—	—	1.33	2.65	3.32	6.64	13.27
0.1184	—	—	—	1.32	2.65	3.31	6.61	13.23
0.1186	—	—	—	1.32	2.64	3.30	6.59	13.18
0.1188	—	—	—	1.31	2.63	3.29	6.57	13.14
0.1190	—	—	—	1.31	2.62	3.27	6.55	13.10
0.1192	—	—	—	1.31	2.61	3.26	6.53	13.05
0.1194	—	—	—	1.30	2.60	3.25	6.50	13.01

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1196	—	—	—	1.30	2.59	3.24	6.48	12.96
0.1198	—	—	—	1.29	2.58	3.23	6.46	12.92
0.1120	—	—	—	1.29	2.58	3.22	6.44	12.88
0.1202	—	—	—	1.28	2.57	3.21	6.42	12.84
0.1204	—	—	—	1.28	2.56	3.20	6.40	12.79
0.1206	—	—	—	1.28	2.55	3.19	6.37	12.75
0.1208	—	—	—	1.27	2.54	3.18	6.35	12.71
0.1210	—	—	—	1.27	2.53	3.17	6.33	12.67
0.1212	—	—	—	1.26	2.52	3.16	6.31	12.62
0.1214	—	—	—	1.26	2.52	3.15	6.29	12.58
0.1216	—	—	—	1.25	2.51	3.14	6.27	12.54
0.1218	—	—	—	1.25	2.50	3.13	6.25	12.50
0.1220	—	—	—	1.25	2.49	3.12	6.23	12.46
0.1222	—	—	—	1.24	2.48	3.11	6.21	12.42
0.1224	—	—	—	1.24	2.48	3.09	6.19	12.38
0.1226	—	—	—	1.23	2.47	3.08	6.17	12.34
0.1228	—	—	—	1.23	2.46	3.07	6.15	12.30
0.1230	—	—	—	1.23	2.45	3.06	6.13	12.26
0.1232	—	—	—	1.22	2.44	3.05	6.11	12.22
0.1234	—	—	—	1.22	2.44	3.04	6.09	12.18
0.1236	—	—	—	1.21	2.43	3.04	6.07	12.14
0.1238	—	—	—	1.21	2.42	3.03	6.05	12.10
0.1240	—	—	—	1.21	2.41	3.02	6.03	12.06
0.1242	—	—	—	1.20	2.40	3.01	6.01	12.02
0.1244	—	—	—	1.20	2.40	3.00	5.99	11.98
0.1246	—	—	—	1.19	2.39	2.99	5.97	11.95
0.1248	—	—	—	1.19	2.38	2.98	5.95	11.91
0.1250	—	—	—	1.19	2.37	2.97	5.93	11.87
0.1252	—	—	—	1.18	2.37	2.96	5.91	11.83
0.1254	—	—	—	1.18	2.36	2.95	5.90	11.79
0.1256	—	—	—	1.18	2.35	2.94	5.88	11.76
0.1258	—	—	—	1.17	2.34	2.93	5.86	11.72
0.1260	—	—	—	1.17	2.34	2.92	5.84	11.68
0.1262	—	—	—	1.16	2.33	2.91	5.82	11.64
0.1264	—	—	—	1.16	2.32	2.90	5.80	11.61
0.1266	—	—	—	1.16	2.31	2.89	5.78	11.57
0.1268	—	—	—	1.15	2.31	2.88	5.77	11.53
0.1270	—	—	—	1.15	2.30	2.87	5.75	11.50
0.1272	—	—	—	1.15	2.29	2.87	5.73	11.46
0.1274	—	—	—	1.14	2.28	2.86	5.71	11.43
0.1276	—	—	—	1.14	2.28	2.85	5.69	11.39

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1278	—	—	—	1.14	2.27	2.84	5.68	11.35
0.1280	—	—	—	1.13	2.26	2.83	5.66	11.32
0.1282	—	—	—	1.13	2.26	2.82	5.64	11.28
0.1284	—	—	—	1.12	2.25	2.81	5.62	11.25
0.1286	—	—	—	1.12	2.24	2.80	5.61	11.21
0.1288	—	—	—	1.12	2.24	2.79	5.59	11.18
0.1290	—	—	—	1.11	2.23	2.79	5.57	11.14
0.1292	—	—	—	1.11	2.22	2.78	5.55	11.11
0.1294	—	—	—	1.11	2.21	2.77	5.54	11.08
0.1296	—	—	—	1.10	2.21	2.76	5.52	11.04
0.1298	—	—	—	1.10	2.20	2.75	5.50	11.01
0.1300	—	—	—	1.10	2.19	2.74	5.49	10.97
0.1302	—	—	—	1.09	2.19	2.74	5.47	10.94
0.1304	—	—	—	1.09	2.18	2.73	5.45	10.91
0.1306	—	—	—	1.09	2.17	2.72	5.44	10.87
0.1308	—	—	—	1.08	2.17	2.71	5.42	10.84
0.1310	—	—	—	1.08	2.16	2.70	5.40	10.81
0.1312	—	—	—	1.08	2.15	2.69	5.39	10.77
0.1314	—	—	—	1.07	2.15	2.69	5.37	10.74
0.1316	—	—	—	1.07	2.14	2.68	5.35	10.71
0.1318	—	—	—	1.07	2.13	2.67	5.34	10.68
0.1320	—	—	—	1.06	2.13	2.66	5.32	10.64
0.1322	—	—	—	1.06	2.12	2.65	5.31	10.61
0.1324	—	—	—	1.06	2.12	2.65	5.29	10.58
0.1326	—	—	—	1.05	2.11	2.64	5.27	10.55
0.1328	—	—	—	1.05	2.10	2.63	5.26	10.52
0.1330	—	—	—	1.05	2.10	2.62	5.24	10.48
0.1332	—	—	—	1.05	2.09	2.61	5.23	10.45
0.1334	—	—	—	1.04	2.08	2.61	5.21	10.42
0.1336	—	—	—	1.04	2.08	2.60	5.19	10.39
0.1338	—	—	—	1.04	2.07	2.59	5.18	10.36
0.1340	—	—	—	1.03	2.07	2.58	5.16	10.33
0.1342	—	—	—	1.03	2.06	2.57	5.15	10.30
0.1344	—	—	—	1.03	2.05	2.57	5.13	10.27
0.1346	—	—	—	1.02	2.05	2.56	5.12	10.24
0.1348	—	—	—	1.02	2.04	2.55	5.10	10.21
0.1350	—	—	—	1.02	2.03	2.54	5.09	10.18
0.1352	—	—	—	1.01	2.03	2.54	5.07	10.15
0.1354	—	—	—	1.01	2.02	2.53	5.06	10.12
0.1356	—	—	—	1.01	2.02	2.52	5.04	10.09
0.1358	—	—	—	1.01	2.01	2.51	5.03	10.06

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1360	—	—	—	1.00	2.01	2.51	5.01	10.03
0.1362	—	—	—	—	2.00	2.50	5.00	10.00
0.1364	—	—	—	—	1.99	2.49	4.98	9.97
0.1366	—	—	—	—	1.99	2.48	4.97	9.94
0.1368	—	—	—	—	1.98	2.48	4.95	9.91
0.1370	—	—	—	—	1.98	2.47	4.94	9.88
0.1372	—	—	—	—	1.97	2.46	4.93	9.85
0.1374	—	—	—	—	1.96	2.46	4.91	9.82
0.1376	—	—	—	—	1.96	2.45	4.90	9.79
0.1378	—	—	—	—	1.95	2.44	4.88	9.77
0.1380	—	—	—	—	1.95	2.43	4.87	9.74
0.1382	—	—	—	—	1.94	2.43	4.85	9.71
0.1384	—	—	—	—	1.94	2.42	4.84	9.68
0.1386	—	—	—	—	1.93	2.41	4.83	9.65
0.1388	—	—	—	—	1.93	2.41	4.81	9.63
0.1390	—	—	—	—	1.92	2.40	4.80	9.60
0.1392	—	—	—	—	1.91	2.39	4.78	9.57
0.1394	—	—	—	—	1.91	2.39	4.77	9.54
0.1396	—	—	—	—	1.90	2.38	4.76	9.52
0.1398	—	—	—	—	1.90	2.37	4.74	9.49
0.1400	—	—	—	—	1.89	2.37	4.73	9.46
0.1402	—	—	—	—	1.89	2.36	4.72	9.43
0.1404	—	—	—	—	1.88	2.35	4.70	9.41
0.1406	—	—	—	—	1.88	2.35	4.69	9.38
0.1408	—	—	—	—	1.87	2.34	4.68	9.35
0.1410	—	—	—	—	1.87	2.33	4.66	9.33
0.1412	—	—	—	—	1.86	2.33	4.65	9.30
0.1414	—	—	—	—	1.85	2.32	4.64	9.28
0.1416	—	—	—	—	1.85	2.31	4.62	9.25
0.1418	—	—	—	—	1.84	2.31	4.61	9.22
0.1420	—	—	—	—	1.84	2.30	4.60	9.20
0.1422	—	—	—	—	1.83	2.29	4.59	9.17
0.1424	—	—	—	—	1.83	2.29	4.57	9.15
0.1426	—	—	—	—	1.82	2.28	4.56	9.12
0.1428	—	—	—	—	1.82	2.27	4.55	9.09
0.1430	—	—	—	—	1.81	2.27	4.53	9.07
0.1432	—	—	—	—	1.81	2.26	4.52	9.04
0.1434	—	—	—	—	1.80	2.25	4.51	9.02
0.1436	—	—	—	—	1.80	2.25	4.50	8.99
0.1438	—	—	—	—	1.79	2.24	4.48	8.97
0.1440	—	—	—	—	1.79	2.24	4.47	8.94

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1442	—	—	—	—	1.78	2.23	4.46	8.92
0.1444	—	—	—	—	1.78	2.22	4.45	8.89
0.1446	—	—	—	—	1.77	2.22	4.43	8.87
0.1448	—	—	—	—	1.77	2.21	4.42	8.84
0.1450	—	—	—	—	1.76	2.21	4.41	8.82
0.1452	—	—	—	—	1.76	2.20	4.40	8.80
0.1454	—	—	—	—	1.75	2.19	4.39	8.77
0.1456	—	—	—	—	1.75	2.19	4.37	8.75
0.1458	—	—	—	—	1.74	2.18	4.36	8.72
0.1460	—	—	—	—	1.74	2.18	4.35	8.70
0.1462	—	—	—	—	1.74	2.17	4.34	8.68
0.1464	—	—	—	—	1.73	2.16	4.33	8.65
0.1466	—	—	—	—	1.73	2.16	4.31	8.63
0.1468	—	—	—	—	1.72	2.15	4.30	8.61
0.1470	—	—	—	—	1.72	2.15	4.29	8.58
0.1472	—	—	—	—	1.71	2.14	4.28	8.56
0.1474	—	—	—	—	1.71	2.13	4.27	8.54
0.1476	—	—	—	—	1.70	2.13	4.26	8.51
0.1478	—	—	—	—	1.70	2.12	4.24	8.49
0.1480	—	—	—	—	1.69	2.12	4.23	8.47
0.1482	—	—	—	—	1.69	2.11	4.22	8.44
0.1484	—	—	—	—	1.68	2.11	4.21	8.42
0.1486	—	—	—	—	1.68	2.10	4.20	8.40
0.1488	—	—	—	—	1.67	2.09	4.19	8.38
0.1490	—	—	—	—	1.67	2.09	4.18	8.35
0.1492	—	—	—	—	1.67	2.08	4.17	8.33
0.1494	—	—	—	—	1.66	2.08	4.15	8.31
0.1496	—	—	—	—	1.66	2.07	4.14	8.29
0.1498	—	—	—	—	1.65	2.07	4.13	8.26
0.1500	—	—	—	—	1.65	2.06	4.12	8.24
0.1502	—	—	—	—	1.64	2.06	4.11	8.22
0.1504	—	—	—	—	1.64	2.05	4.10	8.20
0.1506	—	—	—	—	1.64	2.04	4.09	8.18
0.1508	—	—	—	—	1.63	2.04	4.08	8.16
0.1510	—	—	—	—	1.63	2.03	4.07	8.13
0.1512	—	—	—	—	1.62	2.03	4.06	8.11
0.1514	—	—	—	—	1.62	2.02	4.04	8.09
0.1516	—	—	—	—	1.61	2.02	4.03	8.07
0.1518	—	—	—	—	1.61	2.01	4.02	8.05
0.1520	—	—	—	—	1.61	2.01	4.01	8.03
0.1522	—	—	—	—	1.60	2.00	4.00	8.01
0.1524	—	—	—	—	1.60	2.00	3.99	7.98

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1526	—	—	—	—	1.59	1.99	3.98	7.96
0.1528	—	—	—	—	1.59	1.99	3.97	7.94
0.1530	—	—	—	—	1.58	1.98	3.96	7.92
0.1532	—	—	—	—	1.58	1.98	3.95	7.90
0.1534	—	—	—	—	1.58	1.97	3.94	7.88
0.1536	—	—	—	—	1.57	1.97	3.93	7.86
0.1538	—	—	—	—	1.57	1.96	3.92	7.84
0.1540	—	—	—	—	1.56	1.96	3.91	7.82
0.1542	—	—	—	—	1.56	1.95	3.90	7.80
0.1544	—	—	—	—	1.56	1.94	3.89	7.78
0.1546	—	—	—	—	1.55	1.94	3.88	7.76
0.1548	—	—	—	—	1.55	1.93	3.87	7.74
0.1550	—	—	—	—	1.54	1.93	3.86	7.72
0.1552	—	—	—	—	1.54	1.92	3.85	7.70
0.1554	—	—	—	—	1.54	1.92	3.84	7.68
0.1556	—	—	—	—	1.53	1.92	3.83	7.66
0.1558	—	—	—	—	1.53	1.91	3.82	7.64
0.1560	—	—	—	—	1.52	1.91	3.81	7.62
0.1562	—	—	—	—	1.52	1.90	3.80	7.60
0.1564	—	—	—	—	1.52	1.90	3.79	7.58
0.1566	—	—	—	—	1.51	1.89	3.78	7.56
0.1568	—	—	—	—	1.51	1.89	3.77	7.54
0.1570	—	—	—	—	1.50	1.88	3.76	7.52
0.1572	—	—	—	—	1.50	1.88	3.75	7.50
0.1574	—	—	—	—	1.50	1.87	3.74	7.49
0.1576	—	—	—	—	1.49	1.87	3.73	7.47
0.1578	—	—	—	—	1.49	1.86	3.72	7.45
0.1580	—	—	—	—	1.49	1.86	3.71	7.43
0.1582	—	—	—	—	1.48	1.85	3.70	7.41
0.1584	—	—	—	—	1.48	1.85	3.70	7.39
0.1586	—	—	—	—	1.47	1.84	3.69	7.37
0.1588	—	—	—	—	1.47	1.84	3.68	7.35
0.1590	—	—	—	—	1.47	1.83	3.67	7.34
0.1592	—	—	—	—	1.46	1.83	3.66	7.32
0.1594	—	—	—	—	1.46	1.82	3.65	7.30
0.1596	—	—	—	—	1.46	1.82	3.64	7.28
0.1598	—	—	—	—	1.45	1.82	3.63	7.26
0.1600	—	—	—	—	1.45	1.81	3.62	7.24
0.1602	—	—	—	—	1.45	1.81	3.61	7.23
0.1604	—	—	—	—	1.44	1.80	3.60	7.21
0.1606	—	—	—	—	1.44	1.80	3.59	7.19

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1608	—	—	—	—	1.43	1.79	3.59	7.17
0.1610	—	—	—	—	1.43	1.79	3.58	7.15
0.1612	—	—	—	—	1.43	1.78	3.57	7.14
0.1614	—	—	—	—	1.42	1.78	3.56	7.12
0.1616	—	—	—	—	1.42	1.78	3.55	7.10
0.1618	—	—	—	—	1.42	1.77	3.54	7.08
0.1620	—	—	—	—	1.41	1.77	3.53	7.07
0.1622	—	—	—	—	1.41	1.76	3.52	7.05
0.1624	—	—	—	—	1.41	1.76	3.52	7.03
0.1626	—	—	—	—	1.40	1.75	3.51	7.01
0.1628	—	—	—	—	1.40	1.75	3.50	7.00
0.1630	—	—	—	—	1.40	1.75	3.49	6.98
0.1632	—	—	—	—	1.39	1.74	3.48	6.96
0.1634	—	—	—	—	1.39	1.74	3.47	6.95
0.1636	—	—	—	—	1.39	1.73	3.46	6.93
0.1638	—	—	—	—	1.38	1.73	3.46	6.91
0.1640	—	—	—	—	1.38	1.72	3.45	6.90
0.1642	—	—	—	—	1.38	1.72	3.44	6.88
0.1644	—	—	—	—	1.37	1.72	3.43	6.86
0.1646	—	—	—	—	1.37	1.71	3.42	6.84
0.1648	—	—	—	—	1.37	1.71	3.41	6.83
0.1650	—	—	—	—	1.36	1.70	3.41	6.81
0.1652	—	—	—	—	1.36	1.70	3.40	6.80
0.1654	—	—	—	—	1.36	1.69	3.39	6.78
0.1656	—	—	—	—	1.35	1.69	3.38	6.76
0.1658	—	—	—	—	1.35	1.69	3.37	6.75
0.1660	—	—	—	—	1.35	1.68	3.36	6.73
0.1662	—	—	—	—	1.34	1.68	3.36	6.71
0.1664	—	—	—	—	1.34	1.67	3.35	6.70
0.1666	—	—	—	—	1.34	1.67	3.34	6.68
0.1668	—	—	—	—	1.33	1.67	3.33	6.67
0.1670	—	—	—	—	1.33	1.66	3.32	6.65
0.1672	—	—	—	—	1.33	1.66	3.32	6.63
0.1674	—	—	—	—	1.32	1.65	3.31	6.62
0.1676	—	—	—	—	1.32	1.65	3.30	6.60
0.1678	—	—	—	—	1.32	1.65	3.29	6.59
0.1680	—	—	—	—	1.31	1.64	3.28	6.57
0.1682	—	—	—	—	1.31	1.64	3.28	6.56
0.1684	—	—	—	—	1.31	1.64	3.27	6.54
0.1686	—	—	—	—	1.30	1.63	3.26	6.52
0.1688	—	—	—	—	1.30	1.63	3.25	6.51

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1690	—	—	—	—	1.30	1.62	3.25	6.49
0.1692	—	—	—	—	1.30	1.62	3.24	6.48
0.1694	—	—	—	—	1.29	1.62	3.23	6.46
0.1696	—	—	—	—	1.29	1.61	3.22	6.45
0.1698	—	—	—	—	1.29	1.61	3.22	6.43
0.1700	—	—	—	—	1.28	1.60	3.21	6.42
0.1702	—	—	—	—	1.28	1.60	3.20	6.40
0.1704	—	—	—	—	1.28	1.60	3.19	6.39
0.1706	—	—	—	—	1.27	1.59	3.19	6.37
0.1708	—	—	—	—	1.27	1.59	3.18	6.36
0.1710	—	—	—	—	1.27	1.59	3.17	6.34
0.1712	—	—	—	—	1.27	1.58	3.16	6.33
0.1714	—	—	—	—	1.26	1.58	3.16	6.31
0.1716	—	—	—	—	1.26	1.57	3.15	6.30
0.1718	—	—	—	—	1.26	1.57	3.14	6.28
0.1720	—	—	—	—	1.25	1.57	3.13	6.27
0.1722	—	—	—	—	1.25	1.56	3.13	6.25
0.1724	—	—	—	—	1.25	1.56	3.12	6.24
0.1726	—	—	—	—	1.24	1.56	3.11	6.23
0.1728	—	—	—	—	1.24	1.55	3.11	6.21
0.1730	—	—	—	—	1.24	1.55	3.10	6.20
0.1732	—	—	—	—	1.24	1.55	3.09	6.18
0.1734	—	—	—	—	1.23	1.54	3.08	6.17
0.1736	—	—	—	—	1.23	1.54	3.08	6.15
0.1738	—	—	—	—	1.23	1.54	3.07	6.14
0.1740	—	—	—	—	1.22	1.53	3.06	6.13
0.1742	—	—	—	—	1.22	1.53	3.06	6.11
0.1744	—	—	—	—	1.22	1.52	3.05	6.10
0.1746	—	—	—	—	1.22	1.52	3.04	6.08
0.1748	—	—	—	—	1.21	1.52	3.03	6.07
0.1750	—	—	—	—	1.21	1.51	3.03	6.06
0.1752	—	—	—	—	1.21	1.51	3.02	6.04
0.1754	—	—	—	—	1.21	1.51	3.01	6.03
0.1756	—	—	—	—	1.20	1.50	3.01	6.01
0.1758	—	—	—	—	1.20	1.50	3.00	6.00
0.1760	—	—	—	—	1.20	1.50	2.99	5.99
0.1762	—	—	—	—	1.19	1.49	2.99	5.97
0.1764	—	—	—	—	1.19	1.49	2.98	5.96
0.1766	—	—	—	—	1.19	1.49	2.97	5.95
0.1768	—	—	—	—	1.19	1.48	2.97	5.93
0.1770	—	—	—	—	1.18	1.48	2.96	5.92

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1772	—	—	—	—	1.18	1.48	2.95	5.91
0.1774	—	—	—	—	1.18	1.47	2.95	5.89
0.1776	—	—	—	—	1.18	1.47	2.94	5.88
0.1778	—	—	—	—	1.17	1.47	2.93	5.87
0.1780	—	—	—	—	1.17	1.46	2.93	5.85
0.1782	—	—	—	—	1.17	1.46	2.92	5.84
0.1784	—	—	—	—	1.17	1.46	2.91	5.83
0.1786	—	—	—	—	1.16	1.45	2.91	5.81
0.1788	—	—	—	—	1.16	1.45	2.90	5.80
0.1790	—	—	—	—	1.16	1.45	2.89	5.79
0.1792	—	—	—	—	1.15	1.44	2.89	5.77
0.1794	—	—	—	—	1.15	1.44	2.88	5.76
0.1796	—	—	—	—	1.15	1.44	2.87	5.75
0.1798	—	—	—	—	1.15	1.43	2.87	5.74
0.1800	—	—	—	—	1.14	1.43	2.86	5.72
0.1802	—	—	—	—	1.14	1.43	2.86	5.71
0.1804	—	—	—	—	1.14	1.42	2.85	5.70
0.1806	—	—	—	—	1.14	1.42	2.84	5.69
0.1808	—	—	—	—	1.13	1.42	2.84	5.67
0.1810	—	—	—	—	1.13	1.42	2.83	5.66
0.1812	—	—	—	—	1.13	1.41	2.82	5.65
0.1814	—	—	—	—	1.13	1.41	2.82	5.64
0.1816	—	—	—	—	1.12	1.41	2.81	5.62
0.1818	—	—	—	—	1.12	1.40	2.81	5.61
0.1820	—	—	—	—	1.12	1.40	2.80	5.60
0.1822	—	—	—	—	1.12	1.40	2.79	5.59
0.1824	—	—	—	—	1.11	1.39	2.79	5.57
0.1826	—	—	—	—	1.11	1.39	2.78	5.56
0.1828	—	—	—	—	1.11	1.39	2.77	5.55
0.1830	—	—	—	—	1.11	1.38	2.77	5.54
0.1832	—	—	—	—	1.11	1.38	2.76	5.53
0.1834	—	—	—	—	1.10	1.38	2.76	5.51
0.1836	—	—	—	—	1.10	1.38	2.75	5.50
0.1838	—	—	—	—	1.10	1.37	2.74	5.49
0.1840	—	—	—	—	1.10	1.37	2.74	5.48
0.1842	—	—	—	—	1.09	1.37	2.73	5.47
0.1844	—	—	—	—	1.09	1.36	2.73	5.45
0.1846	—	—	—	—	1.09	1.36	2.72	5.44
0.1848	—	—	—	—	1.09	1.36	2.71	5.43
0.1850	—	—	—	—	1.08	1.35	2.71	5.42
0.1852	—	—	—	—	1.08	1.35	2.70	5.41

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1854	—	—	—	—	1.08	1.35	2.70	5.40
0.1856	—	—	—	—	1.08	1.35	2.69	5.38
0.1858	—	—	—	—	1.07	1.34	2.69	5.37
0.1860	—	—	—	—	1.07	1.34	2.68	5.36
0.1862	—	—	—	—	1.07	1.34	2.67	5.35
0.1864	—	—	—	—	1.07	1.33	2.67	5.34
0.1866	—	—	—	—	1.07	1.33	2.66	5.33
0.1868	—	—	—	—	1.06	1.33	2.66	5.31
0.1870	—	—	—	—	1.06	1.33	2.65	5.30
0.1872	—	—	—	—	1.06	1.32	2.65	5.29
0.1874	—	—	—	—	1.06	1.32	2.64	5.28
0.1876	—	—	—	—	1.05	1.32	2.63	5.27
0.1878	—	—	—	—	1.05	1.31	2.63	5.26
0.1880	—	—	—	—	1.05	1.31	2.62	5.25
0.1882	—	—	—	—	1.05	1.31	2.62	5.24
0.1884	—	—	—	—	1.04	1.31	2.61	5.22
0.1886	—	—	—	—	1.04	1.30	2.61	5.21
0.1888	—	—	—	—	1.04	1.30	2.60	5.20
0.1890	—	—	—	—	1.04	1.30	2.60	5.19
0.1892	—	—	—	—	1.04	1.30	2.59	5.18
0.1894	—	—	—	—	1.03	1.29	2.58	5.17
0.1896	—	—	—	—	1.03	1.29	2.58	5.16
0.1898	—	—	—	—	1.03	1.29	2.57	5.15
0.1900	—	—	—	—	1.03	1.28	2.57	5.14
0.1902	—	—	—	—	1.03	1.28	2.56	5.13
0.1904	—	—	—	—	1.02	1.28	2.56	5.12
0.1906	—	—	—	—	1.02	1.28	2.55	5.10
0.1908	—	—	—	—	1.02	1.27	2.55	5.09
0.1910	—	—	—	—	1.02	1.27	2.54	5.08
0.1912	—	—	—	—	1.01	1.27	2.54	5.07
0.1914	—	—	—	—	1.01	1.27	2.53	5.06
0.1916	—	—	—	—	1.01	1.26	2.53	5.05
0.1918	—	—	—	—	1.01	1.26	2.52	5.04
0.1920	—	—	—	—	1.01	1.26	2.52	5.03
0.1922	—	—	—	—	1.00	1.26	2.51	5.02
0.1924	—	—	—	—	1.00	1.25	2.50	5.01
0.1926	—	—	—	—	—	1.25	2.50	5.00
0.1928	—	—	—	—	—	1.25	2.49	4.99
0.1930	—	—	—	—	—	1.24	2.49	4.98
0.1932	—	—	—	—	—	1.24	2.48	4.97
0.1934	—	—	—	—	—	1.24	2.48	4.96

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.1936	—	—	—	—	—	1.24	2.47	4.95
0.1938	—	—	—	—	—	1.23	2.47	4.94
0.1940	—	—	—	—	—	1.23	2.46	4.93
0.1942	—	—	—	—	—	1.23	2.46	4.92
0.1944	—	—	—	—	—	1.23	2.45	4.91
0.1946	—	—	—	—	—	1.22	2.45	4.90
0.1948	—	—	—	—	—	1.22	2.44	4.89
0.1950	—	—	—	—	—	1.22	2.44	4.88
0.1952	—	—	—	—	—	1.22	2.43	4.87
0.1954	—	—	—	—	—	1.21	2.43	4.86
0.1956	—	—	—	—	—	1.21	2.42	4.85
0.1958	—	—	—	—	—	1.21	2.42	4.84
0.1960	—	—	—	—	—	1.21	2.41	4.83
0.1962	—	—	—	—	—	1.20	2.41	4.82
0.1964	—	—	—	—	—	1.20	2.40	4.81
0.1966	—	—	—	—	—	1.20	2.40	4.80
0.1968	—	—	—	—	—	1.20	2.39	4.79
0.1970	—	—	—	—	—	1.19	2.39	4.78
0.1972	—	—	—	—	—	1.19	2.38	4.77
0.1974	—	—	—	—	—	1.19	2.38	4.76
0.1976	—	—	—	—	—	1.19	2.37	4.75
0.1978	—	—	—	—	—	1.19	2.37	4.74
0.1980	—	—	—	—	—	1.18	2.36	4.73
0.1982	—	—	—	—	—	1.18	2.36	4.72
0.1984	—	—	—	—	—	1.18	2.36	4.71
0.1986	—	—	—	—	—	1.18	2.35	4.70
0.1988	—	—	—	—	—	1.17	2.35	4.69
0.1990	—	—	—	—	—	1.17	2.34	4.68
0.1992	—	—	—	—	—	1.17	2.34	4.67
0.1994	—	—	—	—	—	1.17	2.33	4.66
0.1996	—	—	—	—	—	1.16	2.33	4.65
0.1998	—	—	—	—	—	1.16	2.32	4.65
0.2000	—	—	—	—	—	1.16	2.32	4.64
0.2002	—	—	—	—	—	1.16	2.31	4.63
0.2004	—	—	—	—	—	1.15	2.31	4.62
0.2006	—	—	—	—	—	1.15	2.30	4.61
0.2008	—	—	—	—	—	1.15	2.30	4.60
0.2010	—	—	—	—	—	1.15	2.29	4.59
0.2012	—	—	—	—	—	1.15	2.29	4.58
0.2014	—	—	—	—	—	1.14	2.29	4.57
0.2016	—	—	—	—	—	1.14	2.28	4.56

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.2018	—	—	—	—	—	1.14	2.28	4.55
0.2020	—	—	—	—	—	1.14	2.27	4.54
0.2022	—	—	—	—	—	1.13	2.27	4.54
0.2024	—	—	—	—	—	1.13	2.26	4.53
0.2026	—	—	—	—	—	1.13	2.26	4.52
0.2028	—	—	—	—	—	1.13	2.25	4.51
0.2030	—	—	—	—	—	1.13	2.25	4.50
0.2032	—	—	—	—	—	1.12	2.25	4.49
0.2034	—	—	—	—	—	1.12	2.24	4.48
0.2036	—	—	—	—	—	1.12	2.24	4.47
0.2038	—	—	—	—	—	1.12	2.23	4.46
0.2040	—	—	—	—	—	1.11	2.23	4.46
0.2042	—	—	—	—	—	1.11	2.22	4.45
0.2044	—	—	—	—	—	1.11	2.22	4.44
0.2046	—	—	—	—	—	1.11	2.21	4.43
0.2048	—	—	—	—	—	1.11	2.21	4.42
0.2050	—	—	—	—	—	1.10	2.21	4.41
0.2052	—	—	—	—	—	1.10	2.20	4.40
0.2054	—	—	—	—	—	1.10	2.20	4.40
0.2056	—	—	—	—	—	1.10	2.19	4.39
0.2058	—	—	—	—	—	1.09	2.19	4.38
0.2060	—	—	—	—	—	1.09	2.18	4.37
0.2062	—	—	—	—	—	1.09	2.18	4.36
0.2064	—	—	—	—	—	1.09	2.18	4.35
0.2066	—	—	—	—	—	1.09	2.17	4.34
0.2068	—	—	—	—	—	1.08	2.17	4.34
0.2070	—	—	—	—	—	1.08	2.16	4.33
0.2072	—	—	—	—	—	1.08	2.16	4.32
0.2074	—	—	—	—	—	1.08	2.16	4.31
0.2076	—	—	—	—	—	1.08	2.15	4.30
0.2078	—	—	—	—	—	1.07	2.15	4.29
0.2080	—	—	—	—	—	1.07	2.14	4.29
0.2082	—	—	—	—	—	1.07	2.14	4.28
0.2084	—	—	—	—	—	1.07	2.13	4.27
0.2086	—	—	—	—	—	1.07	2.13	4.26
0.2088	—	—	—	—	—	1.06	2.13	4.25
0.2090	—	—	—	—	—	1.06	2.12	4.25
0.2092	—	—	—	—	—	1.06	2.12	4.24
0.2094	—	—	—	—	—	1.06	2.11	4.23
0.2096	—	—	—	—	—	1.06	2.11	4.22
0.2098	—	—	—	—	—	1.05	2.11	4.21

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	0.009807	0.01961	0.04903	0.09807	0.19612	0.2452	0.4903	0.9807
	维氏硬度							
	HV 0.001	HV 0.002	HV 0.005	HV 0.01	HV 0.02	HV 0.025	HV 0.05	HV 0.1
0.2100	—	—	—	—	—	1.05	2.10	4.21
0.2102	—	—	—	—	—	1.05	2.10	4.20
0.2104	—	—	—	—	—	1.05	2.09	4.19
0.2106	—	—	—	—	—	1.05	2.09	4.18
0.2108	—	—	—	—	—	1.04	2.09	4.17
0.2110	—	—	—	—	—	1.04	2.08	4.17

表 3-15 平面维氏硬度值计算表 (HV0.2 ~ HV3)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N							
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42	
	维氏硬度							
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3	
0.0110	3065	—	—	—	—	—	—	—
0.0112	2956	—	—	—	—	—	—	—
0.0114	2853	—	—	—	—	—	—	—
0.0116	2756	—	—	—	—	—	—	—
0.0118	2663	—	—	—	—	—	—	—
0.0120	2575	—	—	—	—	—	—	—
0.0122	2491	—	—	—	—	—	—	—
0.0124	2412	—	—	—	—	—	—	—
0.0126	2336	—	—	—	—	—	—	—
0.0128	2263	—	—	—	—	—	—	—
0.0130	2194	—	—	—	—	—	—	—
0.0132	2128	—	—	—	—	—	—	—
0.0134	2065	—	—	—	—	—	—	—
0.0136	2005	—	—	—	—	—	—	—
0.0138	1947	2921	—	—	—	—	—	—
0.0140	1892	2838	—	—	—	—	—	—
0.0142	1839	2759	—	—	—	—	—	—
0.0144	1788	2683	—	—	—	—	—	—
0.0146	1740	2610	—	—	—	—	—	—
0.0148	1693	2540	—	—	—	—	—	—
0.0150	1648	2473	—	—	—	—	—	—
0.0152	1605	2408	—	—	—	—	—	—
0.0154	1564	2346	—	—	—	—	—	—
0.0156	1524	2286	—	—	—	—	—	—
0.0158	1485	2229	—	—	—	—	—	—
0.0160	1449	2173	—	—	—	—	—	—
0.0162	1413	2120	—	—	—	—	—	—
0.0164	1379	2068	—	—	—	—	—	—
0.0166	1346	2019	—	—	—	—	—	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0168	1314	1971	—	—	—	—	—
0.0170	1283	1925	—	—	—	—	—
0.0172	1253	1881	—	—	—	—	—
0.0174	1225	1838	—	—	—	—	—
0.0176	1197	1796	2993	—	—	—	—
0.0178	1170	1756	2926	—	—	—	—
0.0180	1145	1717	2862	—	—	—	—
0.0182	1120	1680	2799	—	—	—	—
0.0184	1095	1643	2739	—	—	—	—
0.0186	1072	1608	2680	—	—	—	—
0.0188	1049	1574	2623	—	—	—	—
0.0190	1027	1541	2568	—	—	—	—
0.0192	1006	1509	2515	—	—	—	—
0.0194	985	1478	2463	—	—	—	—
0.0196	965	1448	2413	—	—	—	—
0.0198	946	1419	2365	—	—	—	—
0.0200	927	1391	2318	—	—	—	—
0.0202	909	1363	2272	—	—	—	—
0.0204	891	1337	2228	—	—	—	—
0.0206	874	1311	2185	—	—	—	—
0.0208	857	1286	2143	—	—	—	—
0.0210	841	1262	2102	—	—	—	—
0.0212	825	1238	2063	—	—	—	—
0.0214	810	1215	2025	—	—	—	—
0.0216	795	1192	1987	—	—	—	—
0.0218	780	1171	1951	—	—	—	—
0.0220	766	1149	1916	—	—	—	—
0.0222	752	1129	1881	—	—	—	—
0.0224	739	1109	1848	—	—	—	—
0.0226	726	1089	1815	—	—	—	—
0.0228	713	1070	1784	—	—	—	—
0.0230	701	1052	1753	—	—	—	—
0.0232	689	1034	1723	—	—	—	—
0.0234	677	1016	1693	—	—	—	—
0.0236	666	999	1665	—	—	—	—
0.0238	655	982	1637	—	—	—	—
0.0240	644	966	1610	—	—	—	—
0.0242	633	950	1583	—	—	—	—
0.0244	623	934	1557	—	—	—	—
0.0246	613	919	1532	—	—	—	—
0.0248	603	905	1507	—	—	—	—
0.0250	593	890	1483	2967	—	—	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0252	584	876	1460	2920	—	—	—
0.0254	575	862	1437	2874	—	—	—
0.0256	566	849	1415	2830	—	—	—
0.0258	557	836	1393	2786	—	—	—
0.0260	549	823	1372	2743	—	—	—
0.0262	540	810	1351	2702	—	—	—
0.0264	532	798	1330	2661	—	—	—
0.0266	524	786	1310	2621	—	—	—
0.0268	516	775	1291	2582	—	—	—
0.0270	509	763	1272	2544	—	—	—
0.0272	501	752	1253	2507	—	—	—
0.0274	494	741	1235	2470	—	—	—
0.0276	487	730	1217	2434	—	—	—
0.0278	480	720	1200	2400	—	—	—
0.0280	473	710	1183	2365	—	—	—
0.0282	466	700	1166	2332	—	—	—
0.0284	460	690	1150	2299	—	—	—
0.0286	453	680	1133	2267	—	—	—
0.0288	447	671	1118	2236	—	—	—
0.0290	441	662	1102	2205	—	—	—
0.0292	435	652	1087	2175	—	—	—
0.0294	429	644	1073	2146	—	—	—
0.0296	423	635	1058	2117	—	—	—
0.0298	418	626	1044	2088	—	—	—
0.0300	412	618	1030	2061	—	—	—
0.0302	407	610	1017	2033	—	—	—
0.0304	401	602	1003	2007	—	—	—
0.0306	396	594	990	1981	—	—	—
0.0308	391	586	977	1955	—	—	—
0.0310	386	579	965	1930	—	—	—
0.0312	381	572	952	1905	—	—	—
0.0314	376	564	940	1881	—	—	—
0.0316	371	557	928	1857	—	—	—
0.0318	367	550	917	1834	—	—	—
0.0320	362	543	905	1811	—	—	—
0.0322	358	537	894	1789	—	—	—
0.0324	353	530	883	1767	—	—	—
0.0326	349	523	872	1745	—	—	—
0.0328	345	517	862	1724	—	—	—
0.0330	341	511	851	1703	—	—	—
0.0332	336	505	841	1682	—	—	—
0.0334	332	499	831	1662	—	—	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0336	328	493	821	1643	—	—	—
0.0338	325	487	812	1623	—	—	—
0.0340	321	481	802	1604	—	—	—
0.0342	317	476	793	1586	—	—	—
0.0344	313	470	783	1567	—	—	—
0.0346	310	465	774	1549	—	—	—
0.0348	306	459	766	1531	—	—	—
0.0350	303	454	757	1514	—	—	—
0.0352	299	449	748	1497	2993	—	—
0.0354	296	444	740	1480	2959	—	—
0.0356	293	439	732	1463	2926	—	—
0.0358	289	434	723	1447	2893	—	—
0.0360	286	429	715	1431	2861	—	—
0.0362	283	425	708	1415	2830	—	—
0.0364	280	420	700	1400	2799	—	—
0.0366	277	415	692	1384	2768	—	—
0.0368	274	411	685	1369	2738	—	—
0.0370	271	406	677	1355	2709	—	—
0.0372	268	402	670	1340	2680	—	—
0.0374	265	398	663	1326	2651	—	—
0.0376	262	394	656	1312	2623	—	—
0.0378	260	389	649	1298	2595	—	—
0.0380	257	385	642	1284	2568	—	—
0.0382	254	381	635	1271	2541	—	—
0.0384	251	377	629	1258	2515	—	—
0.0386	249	373	622	1245	2489	—	—
0.0388	246	370	616	1232	2463	—	—
0.0390	244	366	610	1219	2438	—	—
0.0392	241	362	603	1207	2413	—	—
0.0394	239	358	597	1195	2389	2987	—
0.0396	236	355	591	1183	2365	2957	—
0.0398	234	351	585	1171	2341	2927	—
0.0400	232	348	579	1159	2318	2898	—
0.0402	229	344	574	1148	2295	2869	—
0.0404	227	341	568	1136	2272	2841	—
0.0406	225	338	562	1125	2250	2813	—
0.0408	223	334	557	1114	2228	2785	—
0.0410	221	331	552	1103	2206	2758	—
0.0412	218	328	546	1093	2185	2732	—
0.0414	216	325	541	1082	2164	2705	—
0.0416	214	321	536	1072	2143	2679	—
0.0418	212	318	531	1061	2122	2654	—

(续)

平均压痕直径 <i>d</i> /mm	试验力 <i>F</i> /N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0420	210	315	526	1051	2102	2629	—
0.0422	208	312	521	1041	2082	2604	—
0.0424	206	309	516	1032	2063	2579	—
0.0426	204	307	511	1022	2043	2555	—
0.0428	202	304	506	1012	2024	2531	—
0.0430	201	301	501	1003	2006	2508	—
0.0432	199	298	497	994	1987	2485	2981
0.0434	197	295	492	985	1969	2462	2954
0.0436	195	293	488	976	1951	2439	2927
0.0438	193	290	483	967	1933	2417	2900
0.0440	192	287	479	958	1915	2395	2874
0.0442	190	285	475	949	1898	2373	2848
0.0444	188	282	470	941	1881	2352	2822
0.0446	186	280	466	932	1864	2331	2797
0.0448	185	277	462	924	1848	2310	2772
0.0450	183	275	458	916	1831	2290	2747
0.0452	182	272	454	908	1815	2270	2723
0.0454	180	270	450	900	1799	2250	2699
0.0456	178	268	446	892	1783	2230	2675
0.0458	177	265	442	884	1768	2210	2652
0.0460	175	263	438	876	1752	2191	2629
0.0462	174	261	434	869	1737	2172	2606
0.0464	172	258	431	861	1722	2154	2584
0.0466	171	256	427	854	1708	2135	2562
0.0468	169	254	423	847	1693	2117	2540
0.0470	168	252	420	840	1679	2099	2518
0.0472	166	250	416	832	1665	2081	2497
0.0474	165	248	413	825	1650	2064	2476
0.0476	164	246	409	818	1637	2046	2455
0.0478	162	243	406	812	1623	2029	2435
0.0480	161	241	402	805	1609	2012	2415
0.0482	160	239	399	798	1596	1996	2395
0.0484	158	237	396	792	1583	1979	2375
0.0486	157	236	393	785	1570	1963	2355
0.0488	156	234	389	779	1557	1947	2336
0.0490	154	232	386	772	1544	1931	2317
0.0492	153	230	383	766	1532	1915	2298
0.0494	152	228	380	760	1520	1900	2280
0.0496	151	226	377	754	1507	1885	2261
0.0498	150	224	374	748	1495	1870	2243
0.0500	148	223	371	742	1483	1855	2225
0.0502	147	221	368	736	1472	1840	2208

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0504	146	219	365	730	1460	1825	2190
0.0506	145	217	362	724	1448	1811	2173
0.0508	144	216	359	719	1437	1797	2156
0.0510	143	214	356	713	1426	1783	2139
0.0512	141	212	354	707	1415	1769	2122
0.0514	140	211	351	702	1404	1755	2106
0.0516	139	209	348	697	1393	1741	2089
0.0518	138	207	346	691	1382	1728	2073
0.0520	137	206	343	686	1371	1715	2057
0.0522	136	204	340	681	1361	1702	2042
0.0524	135	203	338	675	1351	1689	2026
0.0526	134	201	335	670	1340	1676	2011
0.0528	133	200	333	665	1330	1663	1996
0.0530	132	198	330	660	1320	1651	1981
0.0532	131	197	328	655	1310	1638	1966
0.0534	130	195	325	650	1300	1626	1951
0.0536	129	194	323	646	1291	1614	1936
0.0538	128	192	320	641	1281	1602	1922
0.0540	127	191	318	636	1272	1590	1908
0.0542	126	189	316	631	1262	1578	1894
0.0544	125	188	313	627	1253	1567	1880
0.0546	124	187	311	622	1244	1555	1866
0.0548	123	185	309	618	1235	1544	1853
0.0550	123	184	306	613	1226	1533	1839
0.0552	122	183	304	609	1217	1522	1826
0.0554	121	181	302	604	1208	1511	1813
0.0556	120	180	300	600	1200	1500	1800
0.0558	119	179	298	596	1191	1489	1787
0.0560	118	177	296	591	1182	1479	1774
0.0562	117	176	294	587	1174	1468	1761
0.0564	117	175	291	583	1166	1458	1749
0.0566	116	174	289	579	1158	1447	1737
0.0568	115	172	287	575	1149	1437	1724
0.0570	114	171	285	571	1141	1427	1712
0.0572	113	170	283	567	1133	1417	1700
0.0574	113	169	281	563	1125	1407	1689
0.0576	112	168	279	559	1118	1398	1677
0.0578	111	167	278	555	1110	1388	1665
0.0580	110	165	276	551	1102	1378	1654
0.0582	109	164	274	547	1095	1369	1642
0.0584	109	163	272	544	1087	1360	1631
0.0586	108	162	270	540	1080	1350	1620

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0588	107	161	268	536	1073	1341	1609
0.0590	107	160	266	533	1065	1332	1598
0.0592	106	159	265	529	1058	1323	1587
0.0594	105	158	263	526	1051	1314	1577
0.0596	104	157	261	522	1044	1305	1566
0.0598	104	156	259	519	1037	1297	1556
0.0600	103	155	258	515	1030	1288	1545
0.0602	102	154	256	512	1023	1279	1535
0.0604	102	152	254	508	1016	1271	1525
0.0606	101	151	252	505	1010	1263	1515
0.0608	100	150	251	502	1003	1254	1505
0.0610	99.7	150	249	498	997	1246	1495
0.0612	99.0	149	248	495	990	1238	1485
0.0614	98.4	148	246	492	984	1230	1476
0.0616	97.7	147	244	489	977	1222	1466
0.0618	97.1	146	243	486	971	1214	1457
0.0620	96.5	145	241	482	965	1206	1447
0.0622	95.8	144	240	479	958	1198	1438
0.0624	95.2	143	238	476	952	1191	1429
0.0626	94.6	142	237	473	946	1183	1420
0.0628	94.0	141	235	470	940	1176	1411
0.0630	93.4	140	234	467	934	1168	1402
0.0632	92.8	139	232	464	928	1161	1393
0.0634	92.3	138	231	461	923	1154	1384
0.0636	91.7	138	229	458	917	1146	1375
0.0638	91.1	137	228	456	911	1139	1367
0.0640	90.5	136	226	453	905	1132	1358
0.0642	90.0	135	225	450	900	1125	1350
0.0644	89.4	134	224	447	894	1118	1341
0.0646	88.9	133	222	444	889	1111	1333
0.0648	88.3	132	221	442	883	1104	1325
0.0650	87.8	132	219	439	878	1097	1317
0.0652	87.2	131	218	436	872	1091	1309
0.0654	86.7	130	217	434	867	1084	1301
0.0656	86.2	129	215	431	862	1077	1293
0.0658	85.6	128	214	428	856	1071	1285
0.0660	85.1	128	213	426	851	1064	1277
0.0662	84.6	127	212	423	846	1058	1269
0.0664	84.1	126	210	421	841	1052	1262
0.0666	83.6	125	209	418	836	1045	1254
0.0668	83.1	125	208	416	831	1039	1247

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0670	82.6	124	207	413	826	1033	1239
0.0672	82.1	123	205	411	821	1027	1232
0.0674	81.6	122	204	408	816	1021	1225
0.0676	81.1	122	203	406	811	1015	1217
0.0678	80.7	121	202	403	807	1009	1210
0.0680	80.2	120	201	401	802	1003	1203
0.0682	79.7	120	199	399	797	997	1196
0.0684	79.3	119	198	396	793	991	1189
0.0686	78.8	118	197	394	788	985	1182
0.0688	78.3	118	196	392	783	980	1175
0.0690	77.9	117	195	390	779	974	1169
0.0692	77.4	116	194	387	774	968	1162
0.0694	77.0	116	193	385	770	963	1155
0.0696	76.6	115	191	383	766	957	1148
0.0698	76.1	114	190	381	761	952	1142
0.0700	75.7	114	189	378	757	946	1135
0.0705	74.6	112	187	373	746	933	1119
0.0710	73.6	110	184	368	736	920	1104
0.0715	72.5	109	181	363	725	907	1088
0.0720	71.5	107	179	358	715	894	1073
0.0725	70.5	106	176	353	705	882	1058
0.0730	69.6	104	174	348	696	870	1044
0.0735	68.6	103	172	343	686	858	1030
0.0740	67.7	102	169	339	677	847	1016
0.0745	66.8	100	167	334	668	835	1002
0.0750	65.9	98.9	165	330	659	824	989
0.0755	65.1	97.6	163	325	651	813	976
0.0760	64.2	96.3	161	321	642	803	963
0.0765	63.4	95.1	158	317	634	792	951
0.0770	62.5	93.8	156	313	625	782	938
0.0775	61.7	92.6	154	309	617	772	926
0.0780	61.0	91.4	152	305	610	762	914
0.0785	60.2	90.3	150	301	602	752	903
0.0790	59.4	89.1	149	297	594	743	891
0.0795	58.7	88.0	147	293	587	734	880
0.0800	57.9	86.9	145	290	579	724	869
0.0805	57.2	85.9	143	286	572	716	859
0.0810	56.5	84.8	141	283	565	707	848
0.0815	55.8	83.8	140	279	558	698	838
0.0820	55.1	82.7	138	276	551	690	827
0.0825	54.5	81.7	136	272	545	681	817
0.0830	53.8	80.8	135	269	538	673	808

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.0835	53.2	79.8	133	266	532	665	798
0.0840	52.6	78.8	131	263	526	657	788
0.0845	51.9	77.9	130	260	519	649	779
0.0850	51.3	77.0	128	257	513	642	770
0.0855	50.7	76.1	127	254	507	634	761
0.0860	50.1	75.2	125	251	501	627	752
0.0865	49.6	74.4	124	248	496	620	744
0.0870	49.0	73.5	122	245	490	613	735
0.0875	48.4	72.7	121	242	484	606	727
0.0880	47.9	71.8	120	239	479	599	718
0.0885	47.3	71.0	118	237	473	592	710
0.0890	46.8	70.2	117	234	468	585	702
0.0895	46.3	69.5	116	232	463	579	695
0.0900	45.8	68.7	114	229	458	572	687
0.0905	45.3	67.9	113	226	453	566	679
0.0910	44.8	67.2	112	224	448	560	672
0.0915	44.3	66.4	111	222	443	554	664
0.0920	43.8	65.7	110	219	438	548	657
0.0925	43.3	65.0	108	217	433	542	650
0.0930	42.9	64.3	107	214	429	536	643
0.0935	42.4	63.6	106	212	424	530	636
0.0940	42.0	63.0	105	210	420	525	630
0.0945	41.5	62.3	104	208	415	519	623
0.0950	41.1	61.6	103	205	411	514	616
0.0955	40.7	61.0	102	203	407	508	610
0.0960	40.2	60.4	101	201	402	503	604
0.0965	39.8	59.7	99.6	199	398	498	597
0.0970	39.4	59.1	98.5	197	394	493	591
0.0975	39.0	58.5	97.5	195	390	488	585
0.0980	38.6	57.9	96.5	193	386	483	579
0.0985	38.2	57.3	95.6	191	382	478	573
0.0990	37.8	56.8	94.6	189	378	473	568
0.0995	37.5	56.2	93.6	187	375	468	562
0.100	37.1	55.6	92.7	185	371	464	556
0.101	36.4	54.5	90.9	182	364	455	545
0.102	35.6	53.5	89.1	178	356	446	535
0.103	35.0	52.4	87.4	175	350	437	524
0.104	34.3	51.4	85.7	171	343	429	514
0.105	33.6	50.5	84.1	168	336	421	505
0.106	33.0	49.5	82.5	165	330	413	495
0.107	32.4	48.6	81.0	162	324	405	486
0.108	31.8	47.7	79.5	159	318	398	477

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.109	31.2	46.8	78.0	156	312	390	468
0.110	30.6	46.0	76.6	153	306	383	460
0.111	30.1	45.2	75.3	151	301	376	452
0.112	29.6	44.4	73.9	148	296	370	444
0.113	29.0	43.6	72.6	145	290	363	436
0.114	28.5	42.8	71.3	143	285	357	428
0.115	28.0	42.1	70.1	140	280	351	421
0.116	27.6	41.3	68.9	138	276	345	413
0.117	27.1	40.6	67.7	135	271	339	406
0.118	26.6	40.0	66.6	133	266	333	400
0.119	26.2	39.3	65.5	131	262	327	393
0.120	25.8	38.6	64.4	129	258	322	386
0.121	25.3	38.0	63.3	127	253	317	380
0.122	24.9	37.4	62.3	125	249	312	374
0.123	24.5	36.8	61.3	123	245	306	368
0.124	24.1	36.2	60.3	121	241	302	362
0.125	23.7	35.6	59.3	119	237	297	356
0.126	23.4	35.0	58.4	117	234	292	350
0.127	23.0	34.5	57.5	115	230	287	345
0.128	22.6	34.0	56.6	113	226	283	340
0.129	22.3	33.4	55.7	111	223	279	334
0.130	21.9	32.9	54.9	110	219	274	329
0.131	21.6	32.4	54.0	108	216	270	324
0.132	21.3	31.9	53.2	106	213	266	319
0.133	21.0	31.5	52.4	105	210	262	315
0.134	20.7	31.0	51.6	103	207	258	310
0.135	20.3	30.5	50.9	102	203	254	305
0.136	20.0	30.1	50.1	100	200	251	301
0.137	19.8	29.6	49.4	98.8	198	247	296
0.138	19.5	29.2	48.7	97.4	195	243	292
0.139	19.2	28.8	48.0	96.0	192	240	288
0.140	18.9	28.4	47.3	94.6	189	237	284
0.141	18.7	28.0	46.6	93.3	187	233	280
0.142	18.4	27.6	46.0	92.0	184	230	276
0.143	18.1	27.2	45.3	90.7	181	227	272
0.144	17.9	26.8	44.7	89.4	179	224	268
0.145	17.6	26.5	44.1	88.2	176	221	265
0.146	17.4	26.1	43.5	87.0	174	218	261
0.147	17.2	25.7	42.9	85.8	172	215	257
0.148	16.9	25.4	42.3	84.7	169	212	254
0.149	16.7	25.1	41.8	83.5	167	209	251
0.150	16.5	24.7	41.2	82.4	165	206	247

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.151	16.3	24.4	40.7	81.3	163	203	244
0.152	16.1	24.1	40.1	80.3	161	201	241
0.153	15.8	23.8	39.6	79.2	158	198	238
0.154	15.6	23.5	39.1	78.2	156	196	235
0.155	15.4	23.2	38.6	77.2	154	193	232
0.156	15.2	22.9	38.1	76.2	152	191	229
0.157	15.0	22.6	37.6	75.2	150	188	226
0.158	14.9	22.3	37.1	74.3	149	186	223
0.159	14.7	22.0	36.7	73.4	147	183	220
0.160	14.5	21.7	36.2	72.4	145	181	217
0.161	14.3	21.5	35.8	71.5	143	179	215
0.162	14.1	21.2	35.3	70.7	141	177	212
0.163	14.0	20.9	34.9	69.8	140	175	209
0.164	13.8	20.7	34.5	69.0	138	172	207
0.165	13.6	20.4	34.1	68.1	136	170	204
0.166	13.5	20.2	33.6	67.3	135	168	202
0.167	13.3	19.9	33.2	66.5	133	166	199
0.168	13.1	19.7	32.8	65.7	131	164	197
0.169	13.0	19.5	32.5	64.9	130	162	195
0.170	12.8	19.3	32.1	64.2	128	160	193
0.171	12.7	19.0	31.7	63.4	127	159	190
0.172	12.5	18.8	31.3	62.7	125	157	188
0.173	12.4	18.6	31.0	62.0	124	155	186
0.174	12.2	18.4	30.6	61.3	122	153	184
0.175	12.1	18.2	30.3	60.6	121	151	182
0.176	12.0	18.0	29.9	59.9	120	150	180
0.177	11.8	17.8	29.6	59.2	118	148	178
0.178	11.7	17.6	29.3	58.5	117	146	176
0.179	11.6	17.4	28.9	57.9	116	145	174
0.180	11.4	17.2	28.6	57.2	114	143	172
0.181	11.3	17.0	28.3	56.6	113	142	170
0.182	11.2	16.8	28.0	56.0	112	140	168
0.183	11.1	16.6	27.7	55.4	111	138	166
0.184	11.0	16.4	27.4	54.8	110	137	164
0.185	10.8	16.3	27.1	54.2	108	135	163
0.186	10.7	16.1	26.8	53.6	107	134	161
0.187	10.6	15.9	26.5	53.0	106	133	159
0.188	10.5	15.7	26.2	52.5	105	131	157
0.189	10.4	15.6	26.0	51.9	104	130	156
0.190	10.3	15.4	25.7	51.4	103	128	154
0.191	10.2	15.2	25.4	50.8	102	127	152
0.192	10.1	15.1	25.2	50.3	101	126	151

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.193	10.0	14.9	24.9	49.8	99.6	124	149
0.194	9.85	14.8	24.6	49.3	98.5	123	148
0.195	9.75	14.6	24.4	48.8	97.5	122	146
0.196	9.65	14.5	24.1	48.3	96.5	121	145
0.197	9.56	14.3	23.9	47.8	95.6	119	143
0.198	9.46	14.2	23.6	47.3	94.6	118	142
0.199	9.36	14.0	23.4	46.8	93.6	117	140
0.200	9.27	13.9	23.2	46.4	92.7	116	139
0.201	9.18	13.8	22.9	45.9	91.8	115	138
0.202	9.09	13.6	22.7	45.4	90.9	114	136
0.203	9.00	13.5	22.5	45.0	90.0	113	135
0.204	8.91	13.4	22.3	44.6	89.1	111	134
0.205	8.82	13.2	22.1	44.1	88.2	110	132
0.206	8.74	13.1	21.8	43.7	87.4	109	131
0.207	8.65	13.0	21.6	43.3	86.5	108	130
0.208	8.57	12.9	21.4	42.9	85.7	107	129
0.209	8.49	12.7	21.2	42.5	84.9	106	127
0.210	8.41	12.6	21.0	42.1	84.1	105	126
0.211	8.33	12.5	20.8	41.7	83.3	104	125
0.212	8.25	12.4	20.6	41.3	82.5	103	124
0.213	8.17	12.3	20.4	40.9	81.7	102	123
0.214	8.10	12.1	20.2	40.5	81.0	101	121
0.215	8.02	12.0	20.1	40.1	80.2	100	120
0.216	7.95	11.9	19.9	39.7	79.5	99.4	119
0.217	7.87	11.8	19.7	39.4	78.7	98.5	118
0.218	7.80	11.7	19.5	39.0	78.0	97.6	117
0.219	7.73	11.6	19.3	38.7	77.3	96.7	116
0.220	7.66	11.5	19.2	38.3	76.6	95.8	115
0.221	7.59	11.4	19.0	38.0	75.9	94.9	114
0.222	7.52	11.3	18.8	37.6	75.2	94.1	113
0.223	7.46	11.2	18.6	37.3	74.6	93.2	112
0.224	7.39	11.1	18.5	37.0	73.9	92.4	111
0.225	7.32	11.0	18.3	36.6	73.2	91.6	110
0.226	7.26	10.9	18.2	36.3	72.6	90.8	109
0.227	7.20	10.8	18.0	36.0	72.0	90.0	108
0.228	7.13	10.7	17.8	35.7	71.3	89.2	107
0.229	7.07	10.6	17.7	35.4	70.7	88.4	106
0.230	7.01	10.5	17.5	35.1	70.1	87.7	105
0.231	6.95	10.4	17.4	34.8	69.5	86.9	104
0.232	6.89	10.3	17.2	34.5	68.9	86.1	103
0.233	6.83	10.2	17.1	34.2	68.3	85.4	102
0.234	6.77	10.2	16.9	33.9	67.7	84.7	102

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.235	6.71	10.1	16.8	33.6	67.1	84.0	101
0.236	6.66	9.99	16.6	33.3	66.6	83.3	99.9
0.237	6.60	9.90	16.5	33.0	66.0	82.5	99.0
0.238	6.55	9.82	16.4	32.7	65.5	81.9	98.2
0.239	6.49	9.74	16.2	32.5	64.9	81.2	97.4
0.240	6.44	9.66	16.1	32.2	64.4	80.5	96.6
0.241	6.38	9.58	16.0	31.9	63.8	79.8	95.8
0.242	6.33	9.50	15.8	31.7	63.3	79.2	95.0
0.243	6.28	9.42	15.7	31.4	62.8	78.5	94.2
0.244	6.23	9.34	15.6	31.1	62.3	77.9	93.4
0.245	6.18	9.27	15.4	30.9	61.8	77.2	92.7
0.246	6.13	9.19	15.3	30.6	61.3	76.6	91.9
0.247	6.08	9.12	15.2	30.4	60.8	76.0	91.2
0.248	6.03	9.05	15.1	30.2	60.3	75.4	90.5
0.249	5.98	8.97	15.0	29.9	59.8	74.8	89.7
0.250	5.93	8.90	14.8	29.7	59.3	74.2	89.0
0.251	5.89	8.83	14.7	29.4	58.9	73.6	88.3
0.252	5.84	8.76	14.6	29.2	58.4	73.0	87.6
0.253	5.79	8.69	14.5	29.0	57.9	72.4	86.9
0.254	5.75	8.62	14.4	28.7	57.5	71.9	86.2
0.255	5.70	8.56	14.3	28.5	57.0	71.3	85.6
0.256	5.66	8.49	14.1	28.3	56.6	70.8	84.9
0.257	5.61	8.42	14.0	28.1	56.1	70.2	84.2
0.258	5.57	8.36	13.9	27.9	55.7	69.7	83.6
0.259	5.53	8.29	13.8	27.6	55.3	69.1	82.9
0.260	5.49	8.23	13.7	27.4	54.9	68.6	82.3
0.261	5.44	8.17	13.6	27.2	54.4	68.1	81.7
0.262	5.40	8.10	13.5	27.0	54.0	67.5	81.0
0.263	5.36	8.04	13.4	26.8	53.6	67.0	80.4
0.264	5.32	7.98	13.3	26.6	53.2	66.5	79.8
0.265	5.28	7.92	13.2	26.4	52.8	66.0	79.2
0.266	5.24	7.86	13.1	26.2	52.4	65.5	78.6
0.267	5.20	7.80	13.0	26.0	52.0	65.0	78.0
0.268	5.16	7.75	12.9	25.8	51.6	64.6	77.5
0.269	5.12	7.69	12.8	25.6	51.2	64.1	76.9
0.270	5.09	7.63	12.7	25.4	50.9	63.6	76.3
0.271	5.05	7.58	12.6	25.3	50.5	63.1	75.8
0.272	5.01	7.52	12.5	25.1	50.1	62.7	75.2
0.273	4.98	7.46	12.4	24.9	49.8	62.2	74.6
0.274	4.94	7.41	12.3	24.7	49.4	61.8	74.1
0.275	4.90	7.36	12.3	24.5	49.0	61.3	73.6
0.276	—	7.30	12.2	24.3	48.7	60.9	73.0

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.277	—	7.25	12.1	24.2	48.3	60.4	72.5
0.278	—	7.20	12.0	24.0	48.0	60.0	72.0
0.279	—	7.15	11.9	23.8	47.6	59.6	71.5
0.280	—	7.10	11.8	23.7	47.3	59.1	71.0
0.281	—	7.05	11.7	23.5	47.0	58.7	70.5
0.282	—	7.00	11.7	23.3	46.6	58.3	70.0
0.283	—	6.95	11.6	23.2	46.3	57.9	69.5
0.284	—	6.90	11.5	23.0	46.0	57.5	69.0
0.285	—	6.85	11.4	22.8	45.7	57.1	68.5
0.286	—	6.80	11.3	22.7	45.3	56.7	68.0
0.287	—	6.75	11.3	22.5	45.0	56.3	67.5
0.288	—	6.71	11.2	22.4	44.7	55.9	67.1
0.289	—	6.66	11.1	22.2	44.4	55.5	66.6
0.290	—	6.62	11.0	22.1	44.1	55.1	66.2
0.291	—	6.57	10.9	21.9	43.8	54.8	65.7
0.292	—	6.52	10.9	21.8	43.5	54.4	65.2
0.293	—	6.48	10.8	21.6	43.2	54.0	64.8
0.294	—	6.44	10.7	21.5	42.9	53.6	64.4
0.295	—	6.39	10.7	21.3	42.6	53.3	63.9
0.296	—	6.35	10.6	21.2	42.3	52.9	63.5
0.297	—	6.31	10.5	21.0	42.0	52.6	63.1
0.298	—	6.26	10.4	20.9	41.8	52.2	62.6
0.299	—	6.22	10.4	20.7	41.5	51.9	62.2
0.300	—	6.18	10.3	20.6	41.2	51.5	61.8
0.301	—	6.14	10.2	20.5	40.9	51.2	61.4
0.302	—	6.10	10.2	20.3	40.7	50.8	61.0
0.303	—	6.06	10.1	20.2	40.4	50.5	60.6
0.304	—	6.02	10.0	20.1	40.1	50.2	60.2
0.305	—	5.98	9.97	19.9	39.9	49.8	59.8
0.306	—	5.94	9.90	19.8	39.6	49.5	59.4
0.307	—	5.90	9.84	19.7	39.3	49.2	59.0
0.308	—	5.86	9.77	19.5	39.1	48.9	58.6
0.309	—	5.83	9.71	19.4	38.8	48.6	58.3
0.310	—	5.79	9.65	19.3	38.6	48.2	57.9
0.311	—	5.75	9.59	19.2	38.3	47.9	57.5
0.312	—	5.72	9.52	19.1	38.1	47.6	57.2
0.313	—	5.68	9.46	18.9	37.9	47.3	56.8
0.314	—	5.64	9.40	18.8	37.6	47.0	56.4
0.315	—	5.61	9.34	18.7	37.4	46.7	56.1
0.316	—	5.57	9.28	18.6	37.1	46.4	55.7
0.317	—	5.54	9.23	18.5	36.9	46.1	55.4
0.318	—	5.50	9.17	18.3	36.7	45.9	55.0

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.319	—	5.47	9.11	18.2	36.4	45.6	54.7
0.320	—	5.43	9.05	18.1	36.2	45.3	54.3
0.321	—	5.40	9.00	18.0	36.0	45.0	54.0
0.322	—	5.37	8.94	17.9	35.8	44.7	53.7
0.323	—	5.33	8.89	17.8	35.5	44.4	53.3
0.324	—	5.30	8.83	17.7	35.3	44.2	53.0
0.325	—	5.27	8.78	17.6	35.1	43.9	52.7
0.326	—	5.23	8.72	17.4	34.9	43.6	52.3
0.327	—	5.20	8.67	17.3	34.7	43.4	52.0
0.328	—	5.17	8.62	17.2	34.5	43.1	51.7
0.329	—	5.14	8.57	17.1	34.3	42.8	51.4
0.330	—	5.11	8.51	17.0	34.1	42.6	51.1
0.331	—	5.08	8.46	16.9	33.8	42.3	50.8
0.332	—	5.05	8.41	16.8	33.6	42.1	50.5
0.333	—	5.02	8.36	16.7	33.4	41.8	50.2
0.334	—	4.99	8.31	16.6	33.2	41.6	49.9
0.335	—	4.96	8.26	16.5	33.0	41.3	49.6
0.336	—	4.93	8.21	16.4	32.8	41.1	49.3
0.337	—	4.90	8.16	16.3	32.7	40.8	49.0
0.338	—	—	8.12	16.2	32.5	40.6	48.7
0.339	—	—	8.07	16.1	32.3	40.3	48.4
0.340	—	—	8.02	16.0	32.1	40.1	48.1
0.341	—	—	7.97	15.9	31.9	39.9	47.8
0.342	—	—	7.93	15.9	31.7	39.6	47.6
0.343	—	—	7.88	15.8	31.5	39.4	47.3
0.344	—	—	7.83	15.7	31.3	39.2	47.0
0.345	—	—	7.79	15.6	31.2	39.0	46.7
0.346	—	—	7.74	15.5	31.0	38.7	46.5
0.347	—	—	7.70	15.4	30.8	38.5	46.2
0.348	—	—	7.66	15.3	30.6	38.3	45.9
0.349	—	—	7.61	15.2	30.4	38.1	45.7
0.350	—	—	7.57	15.1	30.3	37.9	45.4
0.351	—	—	7.53	15.1	30.1	37.6	45.2
0.352	—	—	7.48	15.0	29.9	37.4	44.9
0.353	—	—	7.44	14.9	29.8	37.2	44.6
0.354	—	—	7.40	14.8	29.6	37.0	44.4
0.355	—	—	7.36	14.7	29.4	36.8	44.1
0.356	—	—	7.32	14.6	29.3	36.6	43.9
0.357	—	—	7.27	14.6	29.1	36.4	43.7
0.358	—	—	7.23	14.5	28.9	36.2	43.4
0.359	—	—	7.19	14.4	28.8	36.0	43.2
0.360	—	—	7.15	14.3	28.6	35.8	42.9

(续)

平均压痕直径 <i>d</i> /mm	试验力 <i>F</i> /N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.361	—	—	7.11	14.2	28.5	35.6	42.7
0.362	—	—	7.08	14.2	28.3	35.4	42.5
0.363	—	—	7.04	14.1	28.1	35.2	42.2
0.364	—	—	7.00	14.0	28.0	35.0	42.0
0.365	—	—	6.96	13.9	27.8	34.8	41.8
0.366	—	—	6.92	13.8	27.7	34.6	41.5
0.367	—	—	6.88	13.8	27.5	34.4	41.3
0.368	—	—	6.85	13.7	27.4	34.2	41.1
0.369	—	—	6.81	13.6	27.2	34.1	40.9
0.370	—	—	6.77	13.5	27.1	33.9	40.6
0.371	—	—	6.74	13.5	26.9	33.7	40.4
0.372	—	—	6.70	13.4	26.8	33.5	40.2
0.373	—	—	6.66	13.3	26.7	33.3	40.0
0.374	—	—	6.63	13.3	26.5	33.1	39.8
0.375	—	—	6.59	13.2	26.4	33.0	39.6
0.376	—	—	6.56	13.1	26.2	32.8	39.4
0.377	—	—	6.52	13.0	26.1	32.6	39.1
0.378	—	—	6.49	13.0	26.0	32.5	38.9
0.379	—	—	6.45	12.9	25.8	32.3	38.7
0.380	—	—	6.42	12.8	25.7	32.1	38.5
0.381	—	—	6.39	12.8	25.5	31.9	38.3
0.382	—	—	6.35	12.7	25.4	31.8	38.1
0.383	—	—	6.32	12.6	25.3	31.6	37.9
0.384	—	—	6.29	12.6	25.1	31.4	37.7
0.385	—	—	6.26	12.5	25.0	31.3	37.5
0.386	—	—	6.22	12.4	24.9	31.1	37.3
0.387	—	—	6.19	12.4	24.8	31.0	37.1
0.388	—	—	6.16	12.3	24.6	30.8	37.0
0.389	—	—	6.13	12.3	24.5	30.6	36.8
0.390	—	—	6.10	12.2	24.4	30.5	36.6
0.391	—	—	6.06	12.1	24.3	30.3	36.4
0.392	—	—	6.03	12.1	24.1	30.2	36.2
0.393	—	—	6.00	12.0	24.0	30.0	36.0
0.394	—	—	5.97	11.9	23.9	29.9	35.8
0.395	—	—	5.94	11.9	23.8	29.7	35.7
0.396	—	—	5.91	11.8	23.6	29.6	35.5
0.397	—	—	5.88	11.8	23.5	29.4	35.3
0.398	—	—	5.85	11.7	23.4	29.3	35.1
0.399	—	—	5.82	11.6	23.3	29.1	34.9
0.400	—	—	5.79	11.6	23.2	29.0	34.8
0.401	—	—	5.77	11.5	23.1	28.8	34.6
0.402	—	—	5.74	11.5	22.9	28.7	34.4
0.403	—	—	5.71	11.4	22.8	28.5	34.3
0.404	—	—	5.68	11.4	22.7	28.4	34.1
0.405	—	—	5.65	11.3	22.6	28.3	33.9

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.406	—	—	5.62	11.3	22.5	28.1	33.8
0.407	—	—	5.60	11.2	22.4	28.0	33.6
0.408	—	—	5.57	11.1	22.3	27.9	33.4
0.409	—	—	5.54	11.1	22.2	27.7	33.3
0.410	—	—	5.52	11.0	22.1	27.6	33.1
0.411	—	—	5.49	11.0	22.0	27.4	32.9
0.412	—	—	5.46	10.9	21.8	27.3	32.8
0.413	—	—	5.44	10.9	21.7	27.2	32.6
0.414	—	—	5.41	10.8	21.6	27.1	32.5
0.415	—	—	5.38	10.8	21.5	26.9	32.3
0.416	—	—	5.36	10.7	21.4	26.8	32.1
0.417	—	—	5.33	10.7	21.3	26.7	32.0
0.418	—	—	5.31	10.6	21.2	26.5	31.8
0.419	—	—	5.28	10.6	21.1	26.4	31.7
0.420	—	—	5.26	10.5	21.0	26.3	31.5
0.421	—	—	5.23	10.5	20.9	26.2	31.4
0.422	—	—	5.21	10.4	20.8	26.0	31.2
0.423	—	—	5.18	10.4	20.7	25.9	31.1
0.424	—	—	5.16	10.3	20.6	25.8	30.9
0.425	—	—	5.13	10.3	20.5	25.7	30.8
0.426	—	—	5.11	10.2	20.4	25.6	30.7
0.427	—	—	5.09	10.2	20.3	25.4	30.5
0.428	—	—	5.06	10.1	20.2	25.3	30.4
0.429	—	—	5.04	10.1	20.1	25.2	30.2
0.430	—	—	5.01	10.0	20.1	25.1	30.1
0.431	—	—	4.99	9.98	20.0	25.0	29.9
0.432	—	—	4.97	9.94	19.9	24.8	29.8
0.433	—	—	4.95	9.89	19.8	24.7	29.7
0.434	—	—	4.92	9.85	19.7	24.6	29.5
0.435	—	—	4.90	9.80	19.6	24.5	29.4
0.436	—	—	—	9.76	19.5	24.4	29.3
0.437	—	—	—	9.71	19.4	24.3	29.1
0.438	—	—	—	9.67	19.3	24.2	29.0
0.439	—	—	—	9.62	19.2	24.1	28.9
0.440	—	—	—	9.58	19.2	24.0	28.7
0.441	—	—	—	9.54	19.1	23.8	28.6
0.442	—	—	—	9.49	19.0	23.7	28.5
0.443	—	—	—	9.45	18.9	23.6	28.3
0.444	—	—	—	9.41	18.8	23.5	28.2
0.445	—	—	—	9.36	18.7	23.4	28.1

(续)

平均压痕直径 <i>d</i> /mm	试验力 <i>F</i> /N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.446	—	—	—	9.32	18.6	23.3	28.0
0.447	—	—	—	9.28	18.6	23.2	27.8
0.448	—	—	—	9.24	18.5	23.1	27.7
0.449	—	—	—	9.20	18.4	23.0	27.6
0.450	—	—	—	9.16	18.3	22.9	27.5
0.451	—	—	—	9.12	18.2	22.8	27.4
0.452	—	—	—	9.08	18.2	22.7	27.2
0.453	—	—	—	9.04	18.1	22.6	27.1
0.454	—	—	—	9.00	18.0	22.5	27.0
0.455	—	—	—	8.96	17.9	22.4	26.9
0.456	—	—	—	8.92	17.8	22.3	26.8
0.457	—	—	—	8.88	17.8	22.2	26.6
0.458	—	—	—	8.84	17.7	22.1	26.5
0.459	—	—	—	8.80	17.6	22.0	26.4
0.460	—	—	—	8.76	17.5	21.9	26.3
0.461	—	—	—	8.73	17.4	21.8	26.2
0.462	—	—	—	8.69	17.4	21.7	26.1
0.463	—	—	—	8.65	17.3	21.6	26.0
0.464	—	—	—	8.61	17.2	21.5	25.8
0.465	—	—	—	8.58	17.1	21.4	25.7
0.466	—	—	—	8.54	17.1	21.4	25.6
0.467	—	—	—	8.50	17.0	21.3	25.5
0.468	—	—	—	8.47	16.9	21.2	25.4
0.469	—	—	—	8.43	16.9	21.1	25.3
0.470	—	—	—	8.40	16.8	21.0	25.2
0.471	—	—	—	8.36	16.7	20.9	25.1
0.472	—	—	—	8.32	16.6	20.8	25.0
0.473	—	—	—	8.29	16.6	20.7	24.9
0.474	—	—	—	8.25	16.5	20.6	24.8
0.475	—	—	—	8.22	16.4	20.6	24.7
0.476	—	—	—	8.18	16.4	20.5	24.6
0.477	—	—	—	8.15	16.3	20.4	24.5
0.478	—	—	—	8.12	16.2	20.3	24.3
0.479	—	—	—	8.08	16.2	20.2	24.2
0.480	—	—	—	8.05	16.1	20.1	24.1
0.481	—	—	—	8.02	16.0	20.0	24.0
0.482	—	—	—	7.98	16.0	20.0	23.9
0.483	—	—	—	7.95	15.9	19.9	23.8
0.484	—	—	—	7.92	15.8	19.8	23.7
0.485	—	—	—	7.88	15.8	19.7	23.7

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.486	—	—	—	7.85	15.7	19.6	23.6
0.487	—	—	—	7.82	15.6	19.6	23.5
0.488	—	—	—	7.79	15.6	19.5	23.4
0.489	—	—	—	7.76	15.5	19.4	23.3
0.490	—	—	—	7.72	15.4	19.3	23.2
0.491	—	—	—	7.69	15.4	19.2	23.1
0.492	—	—	—	7.66	15.3	19.2	23.0
0.493	—	—	—	7.63	15.3	19.1	22.9
0.494	—	—	—	7.60	15.2	19.0	22.8
0.495	—	—	—	7.57	15.1	18.9	22.7
0.496	—	—	—	7.54	15.1	18.8	22.6
0.497	—	—	—	7.51	15.0	18.8	22.5
0.498	—	—	—	7.48	15.0	18.7	22.4
0.499	—	—	—	7.45	14.9	18.6	22.3
0.500	—	—	—	7.42	14.8	18.5	22.3
0.501	—	—	—	7.39	14.8	18.5	22.2
0.502	—	—	—	7.36	14.7	18.4	22.1
0.503	—	—	—	7.33	14.7	18.3	22.0
0.504	—	—	—	7.30	14.6	18.3	21.9
0.505	—	—	—	7.27	14.5	18.2	21.8
0.506	—	—	—	7.24	14.5	18.1	21.7
0.507	—	—	—	7.21	14.4	18.0	21.6
0.508	—	—	—	7.19	14.4	18.0	21.6
0.509	—	—	—	7.16	14.3	17.9	21.5
0.510	—	—	—	7.13	14.3	17.8	21.4
0.511	—	—	—	7.10	14.2	17.8	21.3
0.512	—	—	—	7.07	14.1	17.7	21.2
0.513	—	—	—	7.05	14.1	17.6	21.1
0.514	—	—	—	7.02	14.0	17.6	21.1
0.515	—	—	—	6.99	14.0	17.5	21.0
0.516	—	—	—	6.97	13.9	17.4	20.9
0.517	—	—	—	6.94	13.9	17.3	20.8
0.518	—	—	—	6.91	13.8	17.3	20.7
0.519	—	—	—	6.88	13.8	17.2	20.7
0.520	—	—	—	6.86	13.7	17.1	20.6
0.521	—	—	—	6.83	13.7	17.1	20.5
0.522	—	—	—	6.81	13.6	17.0	20.4
0.523	—	—	—	6.78	13.6	17.0	20.3
0.524	—	—	—	6.75	13.5	16.9	20.3
0.525	—	—	—	6.73	13.5	16.8	20.2

(续)

平均压痕直径 <i>d</i> /mm	试验力 <i>F</i> /N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.526	—	—	—	6.70	13.4	16.8	20.1
0.527	—	—	—	6.68	13.4	16.7	20.0
0.528	—	—	—	6.65	13.3	16.6	20.0
0.529	—	—	—	6.63	13.3	16.6	19.9
0.530	—	—	—	6.60	13.2	16.5	19.8
0.531	—	—	—	6.58	13.2	16.4	19.7
0.532	—	—	—	6.55	13.1	16.4	19.7
0.533	—	—	—	6.53	13.1	16.3	19.6
0.534	—	—	—	6.50	13.0	16.3	19.5
0.535	—	—	—	6.48	13.0	16.2	19.4
0.536	—	—	—	6.46	12.9	16.1	19.4
0.537	—	—	—	6.43	12.9	16.1	19.3
0.538	—	—	—	6.41	12.8	16.0	19.2
0.539	—	—	—	6.38	12.8	16.0	19.1
0.540	—	—	—	6.36	12.7	15.9	19.1
0.541	—	—	—	6.34	12.7	15.8	19.0
0.542	—	—	—	6.31	12.6	15.8	18.9
0.543	—	—	—	6.29	12.6	15.7	18.9
0.544	—	—	—	6.27	12.5	15.7	18.8
0.545	—	—	—	6.24	12.5	15.6	18.7
0.546	—	—	—	6.22	12.4	15.6	18.7
0.547	—	—	—	6.20	12.4	15.5	18.6
0.548	—	—	—	6.18	12.3	15.4	18.5
0.549	—	—	—	6.15	12.3	15.4	18.5
0.550	—	—	—	6.13	12.3	15.3	18.4
0.551	—	—	—	6.11	12.2	15.3	18.3
0.552	—	—	—	6.09	12.2	15.2	18.3
0.553	—	—	—	6.06	12.1	15.2	18.2
0.554	—	—	—	6.04	12.1	15.1	18.1
0.555	—	—	—	6.02	12.0	15.1	18.1
0.556	—	—	—	6.00	12.0	15.0	18.0
0.557	—	—	—	5.98	12.0	14.9	17.9
0.558	—	—	—	5.96	11.9	14.9	17.9
0.559	—	—	—	5.93	11.9	14.8	17.8
0.560	—	—	—	5.91	11.8	14.8	17.7
0.561	—	—	—	5.89	11.8	14.7	17.7
0.562	—	—	—	5.87	11.7	14.7	17.6
0.563	—	—	—	5.85	11.7	14.6	17.6
0.564	—	—	—	5.83	11.7	14.6	17.5
0.565	—	—	—	5.81	11.6	14.5	17.4

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.566	—	—	—	5.79	11.6	14.5	17.4
0.567	—	—	—	5.77	11.5	14.4	17.3
0.568	—	—	—	5.75	11.5	14.4	17.2
0.569	—	—	—	5.73	11.5	14.3	17.2
0.570	—	—	—	5.71	11.4	14.3	17.1
0.571	—	—	—	5.69	11.4	14.2	17.1
0.572	—	—	—	5.67	11.3	14.2	17.0
0.573	—	—	—	5.65	11.3	14.1	16.9
0.574	—	—	—	5.63	11.3	14.1	16.9
0.575	—	—	—	5.61	11.2	14.0	16.8
0.576	—	—	—	5.59	11.2	14.0	16.8
0.577	—	—	—	5.57	11.1	13.9	16.7
0.578	—	—	—	5.55	11.1	13.9	16.7
0.579	—	—	—	5.53	11.1	13.8	16.6
0.580	—	—	—	5.51	11.0	13.8	16.5
0.581	—	—	—	5.49	11.0	13.7	16.5
0.582	—	—	—	5.47	10.9	13.7	16.4
0.583	—	—	—	5.46	10.9	13.6	16.4
0.584	—	—	—	5.44	10.9	13.6	16.3
0.585	—	—	—	5.42	10.8	13.5	16.3
0.586	—	—	—	5.40	10.8	13.5	16.2
0.587	—	—	—	5.38	10.8	13.5	16.1
0.588	—	—	—	5.36	10.7	13.4	16.1
0.589	—	—	—	5.35	10.7	13.4	16.0
0.590	—	—	—	5.33	10.7	13.3	16.0
0.591	—	—	—	5.31	10.6	13.3	15.9
0.592	—	—	—	5.29	10.6	13.2	15.9
0.593	—	—	—	5.27	10.5	13.2	15.8
0.594	—	—	—	5.26	10.5	13.1	15.8
0.595	—	—	—	5.24	10.5	13.1	15.7
0.596	—	—	—	5.22	10.4	13.1	15.7
0.597	—	—	—	5.20	10.4	13.0	15.6
0.598	—	—	—	5.19	10.4	13.0	15.6
0.599	—	—	—	5.17	10.3	12.9	15.5
0.600	—	—	—	5.15	10.3	12.9	15.5
0.601	—	—	—	5.13	10.3	12.8	15.4
0.602	—	—	—	5.12	10.2	12.8	15.4
0.603	—	—	—	5.10	10.2	12.8	15.3
0.604	—	—	—	5.08	10.2	12.7	15.2
0.605	—	—	—	5.07	10.1	12.7	15.2

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.606	—	—	—	5.05	10.1	12.6	15.1
0.607	—	—	—	5.03	10.1	12.6	15.1
0.608	—	—	—	5.02	10.0	12.5	15.0
0.609	—	—	—	5.00	10.0	12.5	15.0
0.610	—	—	—	4.98	10.0	12.5	15.0
0.611	—	—	—	4.97	9.93	12.4	14.9
0.612	—	—	—	4.95	9.90	12.4	14.9
0.613	—	—	—	4.94	9.87	12.3	14.8
0.614	—	—	—	4.92	9.84	12.3	14.8
0.615	—	—	—	4.90	9.80	12.3	14.7
0.616	—	—	—	—	9.77	12.2	14.7
0.617	—	—	—	—	9.74	12.2	14.6
0.618	—	—	—	—	9.71	12.1	14.6
0.619	—	—	—	—	9.68	12.1	14.5
0.620	—	—	—	—	9.65	12.1	14.5
0.621	—	—	—	—	9.62	12.0	14.4
0.622	—	—	—	—	9.58	12.0	14.4
0.623	—	—	—	—	9.55	11.9	14.3
0.624	—	—	—	—	9.52	11.9	14.3
0.625	—	—	—	—	9.49	11.9	14.2
0.626	—	—	—	—	9.46	11.8	14.2
0.627	—	—	—	—	9.43	11.8	14.2
0.628	—	—	—	—	9.40	11.8	14.1
0.629	—	—	—	—	9.37	11.7	14.1
0.630	—	—	—	—	9.34	11.7	14.0
0.631	—	—	—	—	9.31	11.6	14.0
0.632	—	—	—	—	9.28	11.6	13.9
0.633	—	—	—	—	9.25	11.6	13.9
0.634	—	—	—	—	9.23	11.5	13.8
0.635	—	—	—	—	9.20	11.5	13.8
0.636	—	—	—	—	9.17	11.5	13.8
0.637	—	—	—	—	9.14	11.4	13.7
0.638	—	—	—	—	9.11	11.4	13.7
0.639	—	—	—	—	9.08	11.4	13.6
0.640	—	—	—	—	9.05	11.3	13.6
0.641	—	—	—	—	9.03	11.3	13.5
0.642	—	—	—	—	9.00	11.2	13.5
0.643	—	—	—	—	8.97	11.2	13.5
0.644	—	—	—	—	8.94	11.2	13.4
0.645	—	—	—	—	8.91	11.1	13.4

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.646	—	—	—	—	8.89	11.1	13.3
0.647	—	—	—	—	8.86	11.1	13.3
0.648	—	—	—	—	8.83	11.0	13.2
0.649	—	—	—	—	8.80	11.0	13.2
0.650	—	—	—	—	8.78	11.0	13.2
0.651	—	—	—	—	8.75	10.9	13.1
0.652	—	—	—	—	8.72	10.9	13.1
0.653	—	—	—	—	8.70	10.9	13.0
0.654	—	—	—	—	8.67	10.8	13.0
0.655	—	—	—	—	8.64	10.8	13.0
0.656	—	—	—	—	8.62	10.8	12.9
0.657	—	—	—	—	8.59	10.7	12.9
0.658	—	—	—	—	8.56	10.7	12.8
0.659	—	—	—	—	8.54	10.7	12.8
0.660	—	—	—	—	8.51	10.6	12.8
0.661	—	—	—	—	8.49	10.6	12.7
0.662	—	—	—	—	8.46	10.6	12.7
0.663	—	—	—	—	8.44	10.5	12.7
0.664	—	—	—	—	8.41	10.5	12.6
0.665	—	—	—	—	8.39	10.5	12.6
0.666	—	—	—	—	8.36	10.5	12.5
0.667	—	—	—	—	8.34	10.4	12.5
0.668	—	—	—	—	8.31	10.4	12.5
0.669	—	—	—	—	8.29	10.4	12.4
0.670	—	—	—	—	8.26	10.3	12.4
0.671	—	—	—	—	8.24	10.3	12.4
0.672	—	—	—	—	8.21	10.3	12.3
0.673	—	—	—	—	8.19	10.2	12.3
0.674	—	—	—	—	8.16	10.2	12.2
0.675	—	—	—	—	8.14	10.2	12.2
0.676	—	—	—	—	8.11	10.1	12.2
0.677	—	—	—	—	8.09	10.1	12.1
0.678	—	—	—	—	8.07	10.1	12.1
0.679	—	—	—	—	8.04	10.1	12.1
0.680	—	—	—	—	8.02	10.0	12.0
0.681	—	—	—	—	8.00	10.0	12.0
0.682	—	—	—	—	7.97	9.97	12.0
0.683	—	—	—	—	7.95	9.94	11.9
0.684	—	—	—	—	7.93	9.91	11.9
0.685	—	—	—	—	7.90	9.88	11.9

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.686	—	—	—	—	7.88	9.85	11.8
0.687	—	—	—	—	7.86	9.82	11.8
0.688	—	—	—	—	7.83	9.80	11.8
0.689	—	—	—	—	7.81	9.77	11.7
0.690	—	—	—	—	7.79	9.74	11.7
0.691	—	—	—	—	7.77	9.71	11.7
0.692	—	—	—	—	7.74	9.68	11.6
0.693	—	—	—	—	7.72	9.65	11.6
0.694	—	—	—	—	7.70	9.63	11.6
0.695	—	—	—	—	7.68	9.60	11.5
0.696	—	—	—	—	7.66	9.57	11.5
0.697	—	—	—	—	7.63	9.54	11.5
0.698	—	—	—	—	7.61	9.52	11.4
0.699	—	—	—	—	7.59	9.49	11.4
0.700	—	—	—	—	7.57	9.46	11.4
0.701	—	—	—	—	7.55	9.44	11.3
0.702	—	—	—	—	7.52	9.41	11.3
0.703	—	—	—	—	7.50	9.38	11.3
0.704	—	—	—	—	7.48	9.36	11.2
0.705	—	—	—	—	7.46	9.33	11.2
0.706	—	—	—	—	7.44	9.30	11.2
0.707	—	—	—	—	7.42	9.28	11.1
0.708	—	—	—	—	7.40	9.25	11.1
0.709	—	—	—	—	7.38	9.22	11.1
0.710	—	—	—	—	7.36	9.20	11.0
0.711	—	—	—	—	7.34	9.17	11.0
0.712	—	—	—	—	7.31	9.15	11.0
0.713	—	—	—	—	7.29	9.12	10.9
0.714	—	—	—	—	7.27	9.10	10.9
0.715	—	—	—	—	7.25	9.07	10.9
0.716	—	—	—	—	7.23	9.04	10.9
0.717	—	—	—	—	7.21	9.02	10.8
0.718	—	—	—	—	7.19	8.99	10.8
0.719	—	—	—	—	7.17	8.97	10.8
0.720	—	—	—	—	7.15	8.94	10.7
0.721	—	—	—	—	7.13	8.92	10.7
0.722	—	—	—	—	7.11	8.89	10.7
0.723	—	—	—	—	7.09	8.87	10.6
0.724	—	—	—	—	7.07	8.85	10.6
0.725	—	—	—	—	7.05	8.82	10.6

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.726	—	—	—	—	7.04	8.80	10.6
0.727	—	—	—	—	7.02	8.77	10.5
0.728	—	—	—	—	7.00	8.75	10.5
0.729	—	—	—	—	6.98	8.72	10.5
0.730	—	—	—	—	6.96	8.70	10.4
0.731	—	—	—	—	6.94	8.68	10.4
0.732	—	—	—	—	6.92	8.65	10.4
0.733	—	—	—	—	6.90	8.63	10.4
0.734	—	—	—	—	6.88	8.61	10.3
0.735	—	—	—	—	6.86	8.58	10.3
0.736	—	—	—	—	6.85	8.56	10.3
0.737	—	—	—	—	6.83	8.54	10.2
0.738	—	—	—	—	6.81	8.51	10.2
0.739	—	—	—	—	6.79	8.49	10.2
0.740	—	—	—	—	6.77	8.47	10.2
0.741	—	—	—	—	6.75	8.44	10.1
0.742	—	—	—	—	6.74	8.42	10.1
0.743	—	—	—	—	6.72	8.40	10.1
0.744	—	—	—	—	6.70	8.38	10.1
0.745	—	—	—	—	6.68	8.35	10.0
0.746	—	—	—	—	6.66	8.33	10.0
0.747	—	—	—	—	6.65	8.31	9.97
0.748	—	—	—	—	6.63	8.29	9.94
0.749	—	—	—	—	6.61	8.27	9.92
0.750	—	—	—	—	6.59	8.24	9.89
0.751	—	—	—	—	6.57	8.22	9.86
0.752	—	—	—	—	6.56	8.20	9.84
0.753	—	—	—	—	6.54	8.18	9.81
0.754	—	—	—	—	6.52	8.16	9.79
0.755	—	—	—	—	6.51	8.13	9.76
0.756	—	—	—	—	6.49	8.11	9.73
0.757	—	—	—	—	6.47	8.09	9.71
0.758	—	—	—	—	6.45	8.07	9.68
0.759	—	—	—	—	6.44	8.05	9.66
0.760	—	—	—	—	6.42	8.03	9.63
0.761	—	—	—	—	6.40	8.01	9.61
0.762	—	—	—	—	6.39	7.99	9.58
0.763	—	—	—	—	6.37	7.96	9.56
0.764	—	—	—	—	6.35	7.94	9.53
0.765	—	—	—	—	6.34	7.92	9.51

(续)

平均压痕直径 <i>d</i> /mm	试验力 <i>F</i> /N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.766	—	—	—	—	6.32	7.90	9.48
0.767	—	—	—	—	6.30	7.88	9.46
0.768	—	—	—	—	6.29	7.86	9.43
0.769	—	—	—	—	6.27	7.84	9.41
0.770	—	—	—	—	6.25	7.82	9.38
0.771	—	—	—	—	6.24	7.80	9.36
0.772	—	—	—	—	6.22	7.78	9.33
0.773	—	—	—	—	6.21	7.76	9.31
0.774	—	—	—	—	6.19	7.74	9.29
0.775	—	—	—	—	6.17	7.72	9.26
0.776	—	—	—	—	6.16	7.70	9.24
0.777	—	—	—	—	6.14	7.68	9.21
0.778	—	—	—	—	6.13	7.66	9.19
0.779	—	—	—	—	6.11	7.64	9.17
0.780	—	—	—	—	6.10	7.62	9.14
0.781	—	—	—	—	6.08	7.60	9.12
0.782	—	—	—	—	6.06	7.58	9.10
0.783	—	—	—	—	6.05	7.56	9.07
0.784	—	—	—	—	6.03	7.54	9.05
0.785	—	—	—	—	6.02	7.52	9.03
0.786	—	—	—	—	6.00	7.51	9.01
0.787	—	—	—	—	5.99	7.49	8.98
0.788	—	—	—	—	5.97	7.47	8.96
0.789	—	—	—	—	5.96	7.45	8.94
0.790	—	—	—	—	5.94	7.43	8.91
0.791	—	—	—	—	5.93	7.41	8.89
0.792	—	—	—	—	5.91	7.39	8.87
0.793	—	—	—	—	5.90	7.37	8.85
0.794	—	—	—	—	5.88	7.35	8.82
0.795	—	—	—	—	5.87	7.34	8.80
0.796	—	—	—	—	5.85	7.32	8.78
0.797	—	—	—	—	5.84	7.30	8.76
0.798	—	—	—	—	5.82	7.28	8.74
0.799	—	—	—	—	5.81	7.26	8.71
0.800	—	—	—	—	5.79	7.24	8.69
0.801	—	—	—	—	5.78	7.23	8.67
0.802	—	—	—	—	5.77	7.21	8.65
0.803	—	—	—	—	5.75	7.19	8.63
0.804	—	—	—	—	5.74	7.17	8.61
0.805	—	—	—	—	5.72	7.16	8.59

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.806	—	—	—	—	5.71	7.14	8.56
0.807	—	—	—	—	5.69	7.12	8.54
0.808	—	—	—	—	5.68	7.10	8.52
0.809	—	—	—	—	5.67	7.08	8.50
0.810	—	—	—	—	5.65	7.07	8.48
0.811	—	—	—	—	5.64	7.05	8.46
0.812	—	—	—	—	5.62	7.03	8.44
0.813	—	—	—	—	5.61	7.02	8.42
0.814	—	—	—	—	5.60	7.00	8.40
0.815	—	—	—	—	5.58	6.98	8.38
0.816	—	—	—	—	5.57	6.96	8.36
0.817	—	—	—	—	5.56	6.95	8.33
0.818	—	—	—	—	5.54	6.93	8.31
0.819	—	—	—	—	5.53	6.91	8.29
0.820	—	—	—	—	5.51	6.90	8.27
0.821	—	—	—	—	5.50	6.88	8.25
0.822	—	—	—	—	5.49	6.86	8.23
0.823	—	—	—	—	5.47	6.85	8.21
0.824	—	—	—	—	5.46	6.83	8.19
0.825	—	—	—	—	5.45	6.81	8.17
0.826	—	—	—	—	5.44	6.80	8.15
0.827	—	—	—	—	5.42	6.78	8.13
0.828	—	—	—	—	5.41	6.76	8.11
0.829	—	—	—	—	5.40	6.75	8.10
0.830	—	—	—	—	5.38	6.73	8.08
0.831	—	—	—	—	5.37	6.71	8.06
0.832	—	—	—	—	5.36	6.70	8.04
0.833	—	—	—	—	5.34	6.68	8.02
0.834	—	—	—	—	5.33	6.67	8.00
0.835	—	—	—	—	5.32	6.65	7.98
0.836	—	—	—	—	5.31	6.63	7.96
0.837	—	—	—	—	5.29	6.62	7.94
0.838	—	—	—	—	5.28	6.60	7.92
0.839	—	—	—	—	5.27	6.59	7.90
0.840	—	—	—	—	5.26	6.57	7.88
0.841	—	—	—	—	5.24	6.56	7.87
0.842	—	—	—	—	5.23	6.54	7.85
0.843	—	—	—	—	5.22	6.52	7.83
0.844	—	—	—	—	5.21	6.51	7.81
0.845	—	—	—	—	5.19	6.49	7.79

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N						
	1.961	2.942	4.903	9.807	19.61	24.52	29.42
	维氏硬度						
	HV0.2	HV0.3	HV0.5	HV1	HV2	HV2.5	HV3
0.846	—	—	—	—	5.18	6.48	7.77
0.847	—	—	—	—	5.17	6.46	7.75
0.848	—	—	—	—	5.16	6.45	7.74
0.849	—	—	—	—	5.14	6.43	7.72
0.850	—	—	—	—	5.13	6.42	7.70

表 3-16 平面维氏硬度值计算表 (HV5 ~ HV100)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.056	2957	—	—	—	—	—
0.057	2854	—	—	—	—	—
0.058	2756	—	—	—	—	—
0.059	2663	—	—	—	—	—
0.060	2575	—	—	—	—	—
0.061	2492	—	—	—	—	—
0.062	2412	—	—	—	—	—
0.063	2336	—	—	—	—	—
0.064	2264	—	—	—	—	—
0.065	2194	—	—	—	—	—
0.066	2128	—	—	—	—	—
0.067	2065	—	—	—	—	—
0.068	2005	—	—	—	—	—
0.069	1947	—	—	—	—	—
0.070	1892	—	—	—	—	—
0.071	1839	—	—	—	—	—
0.072	1788	—	—	—	—	—
0.073	1740	—	—	—	—	—
0.074	1693	—	—	—	—	—
0.075	1648	—	—	—	—	—
0.076	1605	—	—	—	—	—
0.077	1564	—	—	—	—	—
0.078	1524	—	—	—	—	—
0.079	1486	2971	—	—	—	—
0.080	1449	2898	—	—	—	—
0.081	1413	2827	—	—	—	—
0.082	1379	2758	—	—	—	—
0.083	1346	2692	—	—	—	—
0.084	1314	2628	—	—	—	—
0.085	1283	2567	—	—	—	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.086	1254	2507	—	—	—	—
0.087	1225	2450	—	—	—	—
0.088	1197	2395	—	—	—	—
0.089	1171	2341	—	—	—	—
0.090	1145	2290	—	—	—	—
0.091	1120	2239	—	—	—	—
0.092	1095	2191	—	—	—	—
0.093	1072	2144	—	—	—	—
0.094	1049	2099	—	—	—	—
0.095	1027	2055	—	—	—	—
0.096	1006	2012	—	—	—	—
0.097	985	1971	—	—	—	—
0.098	965	1931	—	—	—	—
0.099	946	1892	—	—	—	—
0.100	927	1855	—	—	—	—
0.101	909	1818	—	—	—	—
0.102	891	1782	—	—	—	—
0.103	874	1748	—	—	—	—
0.104	857	1715	—	—	—	—
0.105	841	1682	—	—	—	—
0.106	825	1651	—	—	—	—
0.107	810	1620	—	—	—	—
0.108	795	1590	—	—	—	—
0.109	780	1561	—	—	—	—
0.110	766	1533	—	—	—	—
0.111	753	1505	—	—	—	—
0.112	739	1478	2956	—	—	—
0.113	726	1452	2904	—	—	—
0.114	713	1427	2853	—	—	—
0.115	701	1402	2804	—	—	—
0.116	689	1378	2756	—	—	—
0.117	677	1355	2709	—	—	—
0.118	666	1332	2663	—	—	—
0.119	655	1310	2619	—	—	—
0.120	644	1288	2575	—	—	—
0.121	633	1267	2533	—	—	—
0.122	623	1246	2491	—	—	—
0.123	613	1226	2451	—	—	—
0.124	603	1206	2412	—	—	—
0.125	593	1187	2373	—	—	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.126	584	1168	2336	—	—	—
0.127	575	1150	2299	—	—	—
0.128	566	1132	2263	—	—	—
0.129	557	1114	2228	—	—	—
0.130	549	1097	2194	—	—	—
0.131	540	1081	2161	—	—	—
0.132	532	1064	2128	—	—	—
0.133	524	1048	2096	—	—	—
0.134	516	1033	2065	—	—	—
0.135	509	1018	2035	—	—	—
0.136	501	1003	2005	—	—	—
0.137	494	988	1976	2964	—	—
0.138	487	974	1947	2921	—	—
0.139	480	960	1919	2879	—	—
0.140	473	946	1892	2838	—	—
0.141	466	933	1865	2798	—	—
0.142	460	920	1839	2759	—	—
0.143	453	907	1813	2721	—	—
0.144	447	894	1788	2683	—	—
0.145	441	882	1764	2646	—	—
0.146	435	870	1740	2610	—	—
0.147	429	858	1716	2575	—	—
0.148	423	847	1693	2540	—	—
0.149	418	835	1670	2506	—	—
0.150	412	824	1648	2473	—	—
0.151	407	813	1626	2440	—	—
0.152	401	803	1605	2408	—	—
0.153	396	792	1584	2377	—	—
0.154	391	782	1564	2346	—	—
0.155	386	772	1543	2316	—	—
0.156	381	762	1524	2286	—	—
0.157	376	752	1504	2257	—	—
0.158	371	743	1485	2229	—	—
0.159	367	734	1467	2201	—	—
0.160	362	724	1449	2173	—	—
0.161	358	715	1431	2146	—	—
0.162	353	707	1413	2120	—	—
0.163	349	698	1396	2094	—	—
0.164	345	690	1379	2068	—	—
0.165	341	681	1362	2043	—	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.166	336	673	1346	2019	—	—
0.167	332	665	1330	1995	—	—
0.168	328	657	1314	1971	—	—
0.169	325	649	1298	1948	—	—
0.170	321	642	1283	1925	—	—
0.171	317	634	1268	1903	—	—
0.172	313	627	1253	1881	—	—
0.173	310	620	1239	1859	—	—
0.174	306	613	1225	1838	—	—
0.175	303	606	1211	1817	—	—
0.176	299	599	1197	1796	2993	—
0.177	296	592	1184	1776	2959	—
0.178	293	585	1170	1756	2926	—
0.179	289	579	1157	1736	2894	—
0.180	286	572	1145	1717	2862	—
0.181	283	566	1132	1698	2830	—
0.182	280	560	1120	1680	2799	—
0.183	277	554	1107	1661	2769	—
0.184	274	548	1095	1643	2739	—
0.185	271	542	1083	1626	2709	—
0.186	268	536	1072	1608	2680	—
0.187	265	530	1060	1591	2651	—
0.188	262	525	1049	1574	2623	—
0.189	260	519	1038	1557	2596	—
0.190	257	514	1027	1541	2568	—
0.191	254	508	1016	1525	2541	—
0.192	252	503	1006	1509	2515	—
0.193	249	498	996	1494	2489	—
0.194	246	493	985	1478	2463	—
0.195	244	488	975	1463	2438	—
0.196	241	483	965	1448	2413	—
0.197	239	478	956	1434	2389	—
0.198	236	473	946	1419	2365	—
0.199	234	468	936	1405	2341	—
0.200	232	464	927	1391	2318	—
0.201	229	459	918	1377	2295	—
0.202	227	454	909	1363	2272	—
0.203	225	450	900	1350	2250	—
0.204	223	446	891	1337	2228	—
0.205	221	441	882	1324	2206	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.206	218	437	874	1311	2185	—
0.207	216	433	865	1298	2164	—
0.208	214	429	857	1286	2143	—
0.209	212	425	849	1274	2123	—
0.210	210	421	841	1262	2102	—
0.211	208	417	833	1250	2083	—
0.212	206	413	825	1238	2063	—
0.213	204	409	817	1226	2044	—
0.214	202	405	810	1215	2025	—
0.215	201	401	802	1204	2006	—
0.216	199	397	795	1192	1987	—
0.217	197	394	787	1181	1969	—
0.218	195	390	780	1171	1951	—
0.219	193	387	773	1160	1933	—
0.220	192	383	766	1149	1916	—
0.221	190	380	759	1139	1898	—
0.222	188	376	752	1129	1881	—
0.223	186	373	746	1119	1864	—
0.224	185	370	739	1109	1848	—
0.225	183	366	732	1099	1831	—
0.226	182	363	726	1089	1815	—
0.227	180	360	720	1080	1799	—
0.228	178	357	713	1070	1784	—
0.229	177	354	707	1061	1768	—
0.230	175	351	701	1052	1753	—
0.231	174	348	695	1043	1738	—
0.232	172	345	689	1034	1723	—
0.233	171	342	683	1025	1708	—
0.234	169	339	677	1016	1693	—
0.235	168	336	671	1007	1679	—
0.236	166	333	666	999	1665	—
0.237	165	330	660	990	1651	—
0.238	164	327	655	982	1637	—
0.239	162	325	649	974	1623	—
0.240	161	322	644	966	1610	—
0.241	160	319	638	958	1596	—
0.242	158	317	633	950	1583	—
0.243	157	314	628	942	1570	—
0.244	156	311	623	934	1557	—
0.245	154	309	618	927	1545	—

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.246	153	306	613	919	1532	—
0.247	152	304	608	912	1520	—
0.248	151	302	603	905	1507	—
0.249	150	299	598	897	1495	—
0.250	148	297	593	890	1483	—
0.251	147	294	589	883	1472	—
0.252	146	292	584	876	1460	—
0.253	145	290	579	869	1448	—
0.254	144	287	575	862	1437	—
0.255	143	285	570	856	1426	—
0.256	141	283	566	849	1415	2830
0.257	140	281	561	842	1404	2808
0.258	139	279	557	836	1393	2786
0.259	138	276	553	829	1382	2765
0.260	137	274	549	823	1372	2743
0.261	136	272	544	817	1361	2722
0.262	135	270	540	810	1351	2702
0.263	134	268	536	804	1340	2681
0.264	133	266	532	798	1330	2661
0.265	132	264	528	792	1320	2641
0.266	131	262	524	786	1310	2621
0.267	130	260	520	780	1301	2601
0.268	129	258	516	775	1291	2582
0.269	128	256	512	769	1281	2563
0.270	127	254	509	763	1272	2544
0.271	126	253	505	758	1262	2525
0.272	125	251	501	752	1253	2507
0.273	124	249	498	746	1244	2488
0.274	123	247	494	741	1235	2470
0.275	123	245	490	736	1226	2452
0.276	122	243	487	730	1217	2434
0.277	121	242	483	725	1208	2417
0.278	120	240	480	720	1200	2400
0.279	119	238	476	715	1191	2382
0.280	118	237	473	710	1183	2365
0.281	117	235	470	705	1174	2349
0.282	117	233	466	700	1166	2332
0.283	116	232	463	695	1158	2316
0.284	115	230	460	690	1150	2299
0.285	114	228	457	685	1141	2283

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.286	113	227	453	680	1133	2267
0.287	113	225	450	675	1126	2251
0.288	112	224	447	671	1118	2236
0.289	111	222	444	666	1110	2220
0.290	110	221	441	662	1102	2205
0.291	109	219	438	657	1095	2190
0.292	109	218	435	652	1087	2175
0.293	108	216	432	648	1080	2160
0.294	107	215	429	644	1073	2146
0.295	107	213	426	639	1065	2131
0.296	106	212	423	635	1058	2117
0.297	105	210	420	631	1051	2102
0.298	104	209	418	626	1044	2088
0.299	104	207	415	622	1037	2074
0.300	103	206	412	618	1030	2061
0.301	102	205	409	614	1023	2047
0.302	102	203	407	610	1017	2033
0.303	101	202	404	606	1010	2020
0.304	100	201	401	602	1003	2007
0.305	99.7	199	399	598	997	1994
0.306	99.0	198	396	594	990	1981
0.307	98.4	197	393	590	984	1968
0.308	97.7	195	391	586	977	1955
0.309	97.1	194	388	583	971	1942
0.310	96.5	193	386	579	965	1930
0.311	95.9	192	383	575	959	1917
0.312	95.2	191	381	572	952	1905
0.313	94.6	189	379	568	946	1893
0.314	94.0	188	376	564	940	1881
0.315	93.4	187	374	561	934	1869
0.316	92.8	186	371	557	928	1857
0.317	92.3	185	369	554	923	1845
0.318	91.7	183	367	550	917	1834
0.319	91.1	182	364	547	911	1822
0.320	90.5	181	362	543	905	1811
0.321	90.0	180	360	540	900	1800
0.322	89.4	179	358	537	894	1789
0.323	88.9	178	355	533	889	1778
0.324	88.3	177	353	530	883	1767
0.325	87.8	176	351	527	878	1756

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.326	87.2	174	349	523	872	1745
0.327	86.7	173	347	520	867	1734
0.328	86.2	172	345	517	862	1724
0.329	85.7	171	343	514	857	1713
0.330	85.1	170	341	511	851	1703
0.331	84.6	169	338	508	846	1693
0.332	84.1	168	336	505	841	1682
0.333	83.6	167	334	502	836	1672
0.334	83.1	166	332	499	831	1662
0.335	82.6	165	330	496	826	1652
0.336	82.1	164	328	493	821	1643
0.337	81.6	163	327	490	816	1633
0.338	81.2	162	325	487	812	1623
0.339	80.7	161	323	484	807	1614
0.340	80.2	160	321	481	802	1604
0.341	79.7	159	319	478	797	1595
0.342	79.3	159	317	476	793	1586
0.343	78.8	158	315	473	788	1576
0.344	78.3	157	313	470	783	1567
0.345	77.9	156	312	467	779	1558
0.346	77.4	155	310	465	774	1549
0.347	77.0	154	308	462	770	1540
0.348	76.6	153	306	459	766	1531
0.349	76.1	152	304	457	761	1523
0.350	75.7	151	303	454	757	1514
0.351	75.3	151	301	452	753	1505
0.352	74.8	150	299	449	748	1497
0.353	74.4	149	298	446	744	1488
0.354	74.0	148	296	444	740	1480
0.355	73.6	147	294	441	736	1472
0.356	73.2	146	293	439	732	1463
0.357	72.7	146	291	437	727	1455
0.358	72.3	145	289	434	723	1447
0.359	71.9	144	288	432	719	1439
0.360	71.5	143	286	429	715	1431
0.361	71.1	142	285	427	711	1423
0.362	70.8	142	283	425	708	1415
0.363	70.4	141	281	422	704	1407
0.364	70.0	140	280	420	700	1400
0.365	69.6	139	278	418	696	1392

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.366	69.2	138	277	415	692	1384
0.367	68.8	138	275	413	688	1377
0.368	68.5	137	274	411	685	1369
0.369	68.1	136	272	409	681	1362
0.370	67.7	135	271	406	677	1355
0.371	67.4	135	269	404	674	1347
0.372	67.0	134	268	402	670	1340
0.373	66.6	133	267	400	666	1333
0.374	66.3	133	265	398	663	1326
0.375	65.9	132	264	396	659	1319
0.376	65.6	131	262	394	656	1312
0.377	65.2	130	261	391	652	1305
0.378	64.9	130	260	389	649	1298
0.379	64.5	129	258	387	645	1291
0.380	64.2	128	257	385	642	1284
0.381	63.9	128	255	383	639	1278
0.382	63.5	127	254	381	635	1271
0.383	63.2	126	253	379	632	1264
0.384	62.9	126	251	377	629	1258
0.385	62.6	125	250	375	626	1251
0.386	62.2	124	249	373	622	1245
0.387	61.9	124	248	371	619	1238
0.388	61.6	123	246	370	616	1232
0.389	61.3	123	245	368	613	1226
0.390	61.0	122	244	366	610	1219
0.391	60.6	121	243	364	606	1213
0.392	60.3	121	241	362	603	1207
0.393	60.0	120	240	360	600	1201
0.394	59.7	119	239	358	597	1195
0.395	59.4	119	238	357	594	1189
0.396	59.1	118	236	355	591	1183
0.397	58.8	118	235	353	588	1177
0.398	58.5	117	234	351	585	1171
0.399	58.2	116	233	349	582	1165
0.400	57.9	116	232	348	579	1159
0.401	57.7	115	231	346	577	1153
0.402	57.4	115	229	344	574	1148
0.403	57.1	114	228	343	571	1142
0.404	56.8	114	227	341	568	1136
0.405	56.5	113	226	339	565	1131

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.406	56.2	113	225	338	562	1125
0.407	56.0	112	224	336	560	1120
0.408	55.7	111	223	334	557	1114
0.409	55.4	111	222	333	554	1109
0.410	55.2	110	221	331	552	1103
0.411	54.9	110	220	329	549	1098
0.412	54.6	109	218	328	546	1093
0.413	54.4	109	217	326	544	1087
0.414	54.1	108	216	325	541	1082
0.415	53.8	108	215	323	538	1077
0.416	53.6	107	214	321	536	1072
0.417	53.3	107	213	320	533	1066
0.418	53.1	106	212	318	531	1061
0.419	52.8	106	211	317	528	1056
0.420	52.6	105	210	315	526	1051
0.421	52.3	105	209	314	523	1046
0.422	52.1	104	208	312	521	1041
0.423	51.8	104	207	311	518	1036
0.424	51.6	103	206	309	516	1032
0.425	51.3	103	205	308	513	1027
0.426	51.1	102	204	307	511	1022
0.427	50.9	102	203	305	509	1017
0.428	50.6	101	202	304	506	1012
0.429	50.4	101	201	302	504	1008
0.430	50.1	100	201	301	501	1003
0.431	49.9	99.8	200	299	499	998
0.432	49.7	99.4	199	298	497	994
0.433	49.5	98.9	198	297	495	989
0.434	49.2	98.5	197	295	492	985
0.435	49.0	98.0	196	294	490	980
0.436	48.8	97.6	195	293	488	976
0.437	48.6	97.1	194	291	486	971
0.438	48.3	96.7	193	290	483	967
0.439	48.1	96.2	192	289	481	962
0.440	47.9	95.8	192	287	479	958
0.441	47.7	95.4	191	286	477	954
0.442	47.5	94.9	190	285	475	949
0.443	47.2	94.5	189	283	472	945
0.444	47.0	94.1	188	282	470	941
0.445	46.8	93.6	187	281	468	936

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.446	46.6	93.2	186	280	466	932
0.447	46.4	92.8	186	278	464	928
0.448	46.2	92.4	185	277	462	924
0.449	46.0	92.0	184	276	460	920
0.450	45.8	91.6	183	275	458	916
0.451	45.6	91.2	182	274	456	912
0.452	45.4	90.8	182	272	454	908
0.453	45.2	90.4	181	271	452	904
0.454	45.0	90.0	180	270	450	900
0.455	44.8	89.6	179	269	448	896
0.456	44.6	89.2	178	268	446	892
0.457	44.4	88.8	178	266	444	888
0.458	44.2	88.4	177	265	442	884
0.459	44.0	88.0	176	264	440	880
0.460	43.8	87.6	175	263	438	876
0.461	43.6	87.3	174	262	436	873
0.462	43.4	86.9	174	261	434	869
0.463	43.3	86.5	173	260	433	865
0.464	43.1	86.1	172	258	431	861
0.465	42.9	85.8	171	257	429	858
0.466	42.7	85.4	171	256	427	854
0.467	42.5	85.0	170	255	425	850
0.468	42.3	84.7	169	254	423	847
0.469	42.2	84.3	169	253	422	843
0.470	42.0	84.0	168	252	420	840
0.471	41.8	83.6	167	251	418	836
0.472	41.6	83.2	166	250	416	832
0.473	41.4	82.9	166	249	414	829
0.474	41.3	82.5	165	248	413	825
0.475	41.1	82.2	164	247	411	822
0.476	40.9	81.8	164	246	409	818
0.477	40.7	81.5	163	245	407	815
0.478	40.6	81.2	162	243	406	812
0.479	40.4	80.8	162	242	404	808
0.480	40.2	80.5	161	241	402	805
0.481	40.1	80.2	160	240	401	802
0.482	39.9	79.8	160	239	399	798
0.483	39.7	79.5	159	238	397	795
0.484	39.6	79.2	158	237	396	792
0.485	39.4	78.8	158	237	394	788

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.486	39.3	78.5	157	236	393	785
0.487	39.1	78.2	156	235	391	782
0.488	38.9	77.9	156	234	389	779
0.489	38.8	77.6	155	233	388	776
0.490	38.6	77.2	154	232	386	772
0.491	38.5	76.9	154	231	385	769
0.492	38.3	76.6	153	230	383	766
0.493	38.1	76.3	153	229	381	763
0.494	38.0	76.0	152	228	380	760
0.495	37.8	75.7	151	227	378	757
0.496	37.7	75.4	151	226	377	754
0.497	37.5	75.1	150	225	375	751
0.498	37.4	74.8	150	224	374	748
0.499	37.2	74.5	149	223	372	745
0.500	37.1	74.2	148	223	371	742
0.501	36.9	73.9	148	222	369	739
0.502	36.8	73.6	147	221	368	736
0.503	36.6	73.3	147	220	366	733
0.504	36.5	73.0	146	219	365	730
0.505	36.4	72.7	145	218	364	727
0.506	36.2	72.4	145	217	362	724
0.507	36.1	72.1	144	216	361	721
0.508	35.9	71.9	144	216	359	719
0.509	35.8	71.6	143	215	358	716
0.510	35.6	71.3	143	214	356	713
0.511	35.5	71.0	142	213	355	710
0.512	35.4	70.7	141	212	354	707
0.513	35.2	70.5	141	211	352	705
0.514	35.1	70.2	140	211	351	702
0.515	35.0	69.9	140	210	350	699
0.516	34.8	69.7	139	209	348	697
0.517	34.7	69.4	139	208	347	694
0.518	34.6	69.1	138	207	346	691
0.519	34.4	68.8	138	207	344	688
0.520	34.3	68.6	137	206	343	686
0.521	34.2	68.3	137	205	342	683
0.522	34.0	68.1	136	204	340	681
0.523	33.9	67.8	136	203	339	678
0.524	33.8	67.5	135	203	338	675
0.525	33.6	67.3	135	202	336	673

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.526	33.5	67.0	134	201	335	670
0.527	33.4	66.8	134	200	334	668
0.528	33.3	66.5	133	200	333	665
0.529	33.1	66.3	133	199	331	663
0.530	33.0	66.0	132	198	330	660
0.531	32.9	65.8	132	197	329	658
0.532	32.8	65.5	131	197	328	655
0.533	32.6	65.3	131	196	326	653
0.534	32.5	65.0	130	195	325	650
0.535	32.4	64.8	130	194	324	648
0.536	32.3	64.6	129	194	323	646
0.537	32.2	64.3	129	193	322	643
0.538	32.0	64.1	128	192	320	641
0.539	31.9	63.8	128	191	319	638
0.540	31.8	63.6	127	191	318	636
0.541	31.7	63.4	127	190	317	634
0.542	31.6	63.1	126	189	316	631
0.543	31.4	62.9	126	189	314	629
0.544	31.3	62.7	125	188	313	627
0.545	31.2	62.4	125	187	312	624
0.546	31.1	62.2	124	187	311	622
0.547	31.0	62.0	124	186	310	620
0.548	30.9	61.8	123	185	309	618
0.549	30.8	61.5	123	185	308	615
0.550	30.6	61.3	123	184	306	613
0.551	30.5	61.1	122	183	305	611
0.552	30.4	60.9	122	183	304	609
0.553	30.3	60.6	121	182	303	606
0.554	30.2	60.4	121	181	302	604
0.555	30.1	60.2	120	181	301	602
0.556	30.0	60.0	120	180	300	600
0.557	29.9	59.8	120	179	299	598
0.558	29.8	59.6	119	179	298	596
0.559	29.7	59.3	119	178	297	593
0.560	29.6	59.1	118	177	296	591
0.561	29.5	58.9	118	177	295	589
0.562	29.4	58.7	117	176	294	587
0.563	29.3	58.5	117	176	293	585
0.564	29.1	58.3	117	175	291	583
0.565	29.0	58.1	116	174	290	581

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.566	28.9	57.9	116	174	289	579
0.567	28.8	57.7	115	173	288	577
0.568	28.7	57.5	115	172	287	575
0.569	28.6	57.3	115	172	286	573
0.570	28.5	57.1	114	171	285	571
0.571	28.4	56.9	114	171	284	569
0.572	28.3	56.7	113	170	283	567
0.573	28.2	56.5	113	169	282	565
0.574	28.1	56.3	113	169	281	563
0.575	28.0	56.1	112	168	280	561
0.576	27.9	55.9	112	168	279	559
0.577	27.8	55.7	111	167	278	557
0.578	27.8	55.5	111	167	278	555
0.579	27.7	55.3	111	166	277	553
0.580	27.6	55.1	110	165	276	551
0.581	27.5	54.9	110	165	275	549
0.582	27.4	54.7	109	164	274	547
0.583	27.3	54.6	109	164	273	546
0.584	27.2	54.4	109	163	272	544
0.585	27.1	54.2	108	163	271	542
0.586	27.0	54.0	108	162	270	540
0.587	26.9	53.8	108	161	269	538
0.588	26.8	53.6	107	161	268	536
0.589	26.7	53.5	107	160	267	535
0.590	26.6	53.3	107	160	266	533
0.591	26.5	53.1	106	159	265	531
0.592	26.5	52.9	106	159	265	529
0.593	26.4	52.7	105	158	264	527
0.594	26.3	52.6	105	158	263	526
0.595	26.2	52.4	105	157	262	524
0.596	26.1	52.2	104	157	261	522
0.597	26.0	52.0	104	156	260	520
0.598	25.9	51.9	104	156	259	519
0.599	25.8	51.7	103	155	258	517
0.600	25.8	51.5	103	155	258	515
0.601	25.7	51.3	103	154	257	513
0.602	25.6	51.2	102	154	256	512
0.603	25.5	51.0	102	153	255	510
0.604	25.4	50.8	102	152	254	508
0.605	25.3	50.7	101	152	253	507

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.606	25.2	50.5	101	151	252	505
0.607	25.2	50.3	101	151	252	503
0.608	25.1	50.2	100	150	251	502
0.609	25.0	50.0	100.0	150	250	500
0.610	24.9	49.8	99.7	150	249	498
0.611	24.8	49.7	99.3	149	248	497
0.612	24.8	49.5	99.0	149	248	495
0.613	24.7	49.4	98.7	148	247	494
0.614	24.6	49.2	98.4	148	246	492
0.615	24.5	49.0	98.0	147	245	490
0.616	24.4	48.9	97.7	147	244	489
0.617	24.4	48.7	97.4	146	244	487
0.618	24.3	48.6	97.1	146	243	486
0.619	24.2	48.4	96.8	145	242	484
0.620	24.1	48.2	96.5	145	241	482
0.621	24.0	48.1	96.2	144	240	481
0.622	24.0	47.9	95.8	144	240	479
0.623	23.9	47.8	95.5	143	239	478
0.624	23.8	47.6	95.2	143	238	476
0.625	23.7	47.5	94.9	142	237	475
0.626	23.7	47.3	94.6	142	237	473
0.627	23.6	47.2	94.3	142	236	472
0.628	23.5	47.0	94.0	141	235	470
0.629	23.4	46.9	93.7	141	234	469
0.630	23.4	46.7	93.4	140	234	467
0.631	23.3	46.6	93.1	140	233	466
0.632	23.2	46.4	92.8	139	232	464
0.633	23.1	46.3	92.5	139	231	463
0.634	23.1	46.1	92.3	138	231	461
0.635	23.0	46.0	92.0	138	230	460
0.636	22.9	45.8	91.7	138	229	458
0.637	22.8	45.7	91.4	137	228	457
0.638	22.8	45.6	91.1	137	228	456
0.639	22.7	45.4	90.8	136	227	454
0.640	22.6	45.3	90.5	136	226	453
0.641	22.6	45.1	90.3	135	226	451
0.642	22.5	45.0	90.0	135	225	450
0.643	22.4	44.9	89.7	135	224	449
0.644	22.4	44.7	89.4	134	224	447
0.645	22.3	44.6	89.1	134	223	446

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.646	22.2	44.4	88.9	133	222	444
0.647	22.1	44.3	88.6	133	221	443
0.648	22.1	44.2	88.3	132	221	442
0.649	22.0	44.0	88.0	132	220	440
0.650	21.9	43.9	87.8	132	219	439
0.651	21.9	43.8	87.5	131	219	438
0.652	21.8	43.6	87.2	131	218	436
0.653	21.7	43.5	87.0	130	217	435
0.654	21.7	43.4	86.7	130	217	434
0.655	21.6	43.2	86.4	130	216	432
0.656	21.5	43.1	86.2	129	215	431
0.657	21.5	43.0	85.9	129	215	430
0.658	21.4	42.8	85.6	128	214	428
0.659	21.3	42.7	85.4	128	213	427
0.660	21.3	42.6	85.1	128	213	426
0.661	21.2	42.4	84.9	127	212	424
0.662	21.2	42.3	84.6	127	212	423
0.663	21.1	42.2	84.4	127	211	422
0.664	21.0	42.1	84.1	126	210	421
0.665	21.0	41.9	83.9	126	210	419
0.666	20.9	41.8	83.6	125	209	418
0.667	20.8	41.7	83.4	125	208	417
0.668	20.8	41.6	83.1	125	208	416
0.669	20.7	41.4	82.9	124	207	414
0.670	20.7	41.3	82.6	124	207	413
0.671	20.6	41.2	82.4	124	206	412
0.672	20.5	41.1	82.1	123	205	411
0.673	20.5	40.9	81.9	123	205	409
0.674	20.4	40.8	81.6	122	204	408
0.675	20.3	40.7	81.4	122	203	407
0.676	20.3	40.6	81.1	122	203	406
0.677	20.2	40.5	80.9	121	202	405
0.678	20.2	40.3	80.7	121	202	403
0.679	20.1	40.2	80.4	121	201	402
0.680	20.1	40.1	80.2	120	201	401
0.681	20.0	40.0	80.0	120	200	400
0.682	19.9	39.9	79.7	120	199	399
0.683	19.9	39.8	79.5	119	199	398
0.684	19.8	39.6	79.3	119	198	396
0.685	19.8	39.5	79.0	119	198	395

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.686	19.7	39.4	78.8	118	197	394
0.687	19.6	39.3	78.6	118	196	393
0.688	19.6	39.2	78.3	118	196	392
0.689	19.5	39.1	78.1	117	195	391
0.690	19.5	39.0	77.9	117	195	390
0.691	19.4	38.8	77.7	117	194	388
0.692	19.4	38.7	77.4	116	194	387
0.693	19.3	38.6	77.2	116	193	386
0.694	19.3	38.5	77.0	116	193	385
0.695	19.2	38.4	76.8	115	192	384
0.696	19.1	38.3	76.6	115	191	383
0.697	19.1	38.2	76.3	115	191	382
0.698	19.0	38.1	76.1	114	190	381
0.699	19.0	38.0	75.9	114	190	380
0.700	18.9	37.8	75.7	114	189	378
0.701	18.9	37.7	75.5	113	189	377
0.702	18.8	37.6	75.2	113	188	376
0.703	18.8	37.5	75.0	113	188	375
0.704	18.7	37.4	74.8	112	187	374
0.705	18.7	37.3	74.6	112	187	373
0.706	18.6	37.2	74.4	112	186	372
0.707	18.5	37.1	74.2	111	185	371
0.708	18.5	37.0	74.0	111	185	370
0.709	18.4	36.9	73.8	111	184	369
0.710	18.4	36.8	73.6	110	184	368
0.711	18.3	36.7	73.4	110	183	367
0.712	18.3	36.6	73.1	110	183	366
0.713	18.2	36.5	72.9	109	182	365
0.714	18.2	36.4	72.7	109	182	364
0.715	18.1	36.3	72.5	109	181	363
0.716	18.1	36.2	72.3	109	181	362
0.717	18.0	36.1	72.1	108	180	361
0.718	18.0	36.0	71.9	108	180	360
0.719	17.9	35.9	71.7	108	179	359
0.720	17.9	35.8	71.5	107	179	358
0.721	17.8	35.7	71.3	107	178	357
0.722	17.8	35.6	71.1	107	178	356
0.723	17.7	35.5	70.9	106	177	355
0.724	17.7	35.4	70.7	106	177	354
0.725	17.6	35.3	70.5	106	176	353

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.726	17.6	35.2	70.4	106	176	352
0.727	17.5	35.1	70.2	105	175	351
0.728	17.5	35.0	70.0	105	175	350
0.729	17.4	34.9	69.8	105	174	349
0.730	17.4	34.8	69.6	104	174	348
0.731	17.4	34.7	69.4	104	174	347
0.732	17.3	34.6	69.2	104	173	346
0.733	17.3	34.5	69.0	104	173	345
0.734	17.2	34.4	68.8	103	172	344
0.735	17.2	34.3	68.6	103	172	343
0.736	17.1	34.2	68.5	103	171	342
0.737	17.1	34.1	68.3	102	171	341
0.738	17.0	34.0	68.1	102	170	340
0.739	17.0	34.0	67.9	102	170	340
0.740	16.9	33.9	67.7	102	169	339
0.741	16.9	33.8	67.5	101	169	338
0.742	16.8	33.7	67.4	101	168	337
0.743	16.8	33.6	67.2	101	168	336
0.744	16.7	33.5	67.0	101	167	335
0.745	16.7	33.4	66.8	100	167	334
0.746	16.7	33.3	66.6	100	167	333
0.747	16.6	33.2	66.5	99.7	166	332
0.748	16.6	33.1	66.3	99.4	166	331
0.749	16.5	33.1	66.1	99.2	165	331
0.750	16.5	33.0	65.9	98.9	165	330
0.751	16.4	32.9	65.7	98.6	164	329
0.752	16.4	32.8	65.6	98.4	164	328
0.753	16.4	32.7	65.4	98.1	164	327
0.754	16.3	32.6	65.2	97.9	163	326
0.755	16.3	32.5	65.1	97.6	163	325
0.756	16.2	32.4	64.9	97.3	162	324
0.757	16.2	32.4	64.7	97.1	162	324
0.758	16.1	32.3	64.5	96.8	161	323
0.759	16.1	32.2	64.4	96.6	161	322
0.760	16.1	32.1	64.2	96.3	161	321
0.761	16.0	32.0	64.0	96.1	160	320
0.762	16.0	31.9	63.9	95.8	160	319
0.763	15.9	31.9	63.7	95.6	159	319
0.764	15.9	31.8	63.5	95.3	159	318
0.765	15.8	31.7	63.4	95.1	158	317

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.766	15.8	31.6	63.2	94.8	158	316
0.767	15.8	31.5	63.0	94.6	158	315
0.768	15.7	31.4	62.9	94.3	157	314
0.769	15.7	31.4	62.7	94.1	157	314
0.770	15.6	31.3	62.5	93.8	156	313
0.771	15.6	31.2	62.4	93.6	156	312
0.772	15.6	31.1	62.2	93.3	156	311
0.773	15.5	31.0	62.1	93.1	155	310
0.774	15.5	31.0	61.9	92.9	155	310
0.775	15.4	30.9	61.7	92.6	154	309
0.776	15.4	30.8	61.6	92.4	154	308
0.777	15.4	30.7	61.4	92.1	154	307
0.778	15.3	30.6	61.3	91.9	153	306
0.779	15.3	30.6	61.1	91.7	153	306
0.780	15.2	30.5	61.0	91.4	152	305
0.781	15.2	30.4	60.8	91.2	152	304
0.782	15.2	30.3	60.6	91.0	152	303
0.783	15.1	30.2	60.5	90.7	151	302
0.784	15.1	30.2	60.3	90.5	151	302
0.785	15.0	30.1	60.2	90.3	150	301
0.786	15.0	30.0	60.0	90.1	150	300
0.787	15.0	29.9	59.9	89.8	150	299
0.788	14.9	29.9	59.7	89.6	149	299
0.789	14.9	29.8	59.6	89.4	149	298
0.790	14.9	29.7	59.4	89.1	149	297
0.791	14.8	29.6	59.3	88.9	148	296
0.792	14.8	29.6	59.1	88.7	148	296
0.793	14.7	29.5	59.0	88.5	147	295
0.794	14.7	29.4	58.8	88.2	147	294
0.795	14.7	29.3	58.7	88.0	147	293
0.796	14.6	29.3	58.5	87.8	146	293
0.797	14.6	29.2	58.4	87.6	146	292
0.798	14.6	29.1	58.2	87.4	146	291
0.799	14.5	29.0	58.1	87.1	145	290
0.800	14.5	29.0	57.9	86.9	145	290
0.801	14.5	28.9	57.8	86.7	145	289
0.802	14.4	28.8	57.7	86.5	144	288
0.803	14.4	28.8	57.5	86.3	144	288
0.804	14.3	28.7	57.4	86.1	143	287
0.805	14.3	28.6	57.2	85.9	143	286

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.806	14.3	28.5	57.1	85.6	143	285
0.807	14.2	28.5	56.9	85.4	142	285
0.808	14.2	28.4	56.8	85.2	142	284
0.809	14.2	28.3	56.7	85.0	142	283
0.810	14.1	28.3	56.5	84.8	141	283
0.811	14.1	28.2	56.4	84.6	141	282
0.812	14.1	28.1	56.2	84.4	141	281
0.813	14.0	28.1	56.1	84.2	140	281
0.814	14.0	28.0	56.0	84.0	140	280
0.815	14.0	27.9	55.8	83.8	140	279
0.816	13.9	27.9	55.7	83.6	139	279
0.817	13.9	27.8	55.6	83.3	139	278
0.818	13.9	27.7	55.4	83.1	139	277
0.819	13.8	27.6	55.3	82.9	138	276
0.820	13.8	27.6	55.1	82.7	138	276
0.821	13.8	27.5	55.0	82.5	138	275
0.822	13.7	27.4	54.9	82.3	137	274
0.823	13.7	27.4	54.7	82.1	137	274
0.824	13.7	27.3	54.6	81.9	137	273
0.825	13.6	27.2	54.5	81.7	136	272
0.826	13.6	27.2	54.4	81.5	136	272
0.827	13.6	27.1	54.2	81.3	136	271
0.828	13.5	27.0	54.1	81.1	135	270
0.829	13.5	27.0	54.0	81.0	135	270
0.830	13.5	26.9	53.8	80.8	135	269
0.831	13.4	26.9	53.7	80.6	134	269
0.832	13.4	26.8	53.6	80.4	134	268
0.833	13.4	26.7	53.4	80.2	134	267
0.834	13.3	26.7	53.3	80.0	133	267
0.835	13.3	26.6	53.2	79.8	133	266
0.836	13.3	26.5	53.1	79.6	133	265
0.837	13.2	26.5	52.9	79.4	132	265
0.838	13.2	26.4	52.8	79.2	132	264
0.839	13.2	26.3	52.7	79.0	132	263
0.840	13.1	26.3	52.6	78.8	131	263
0.841	13.1	26.2	52.4	78.7	131	262
0.842	13.1	26.2	52.3	78.5	131	262
0.843	13.0	26.1	52.2	78.3	130	261
0.844	13.0	26.0	52.1	78.1	130	260
0.845	13.0	26.0	51.9	77.9	130	260

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.846	13.0	25.9	51.8	77.7	130	259
0.847	12.9	25.9	51.7	77.5	129	259
0.848	12.9	25.8	51.6	77.4	129	258
0.849	12.9	25.7	51.4	77.2	129	257
0.850	12.8	25.7	51.3	77.0	128	257
0.851	12.8	25.6	51.2	76.8	128	256
0.852	12.8	25.5	51.1	76.6	128	255
0.853	12.7	25.5	51.0	76.5	127	255
0.854	12.7	25.4	50.8	76.3	127	254
0.855	12.7	25.4	50.7	76.1	127	254
0.856	12.7	25.3	50.6	75.9	127	253
0.857	12.6	25.3	50.5	75.7	126	253
0.858	12.6	25.2	50.4	75.6	126	252
0.859	12.6	25.1	50.3	75.4	126	251
0.860	12.5	25.1	50.1	75.2	125	251
0.861	12.5	25.0	50.0	75.0	125	250
0.862	12.5	25.0	49.9	74.9	125	250
0.863	12.4	24.9	49.8	74.7	124	249
0.864	12.4	24.8	49.7	74.5	124	248
0.865	12.4	24.8	49.6	74.4	124	248
0.866	12.4	24.7	49.4	74.2	124	247
0.867	12.3	24.7	49.3	74.0	123	247
0.868	12.3	24.6	49.2	73.8	123	246
0.869	12.3	24.6	49.1	73.7	123	246
0.870	12.2	24.5	49.0	73.5	122	245
0.871	12.2	24.4	48.9	73.3	122	244
0.872	12.2	24.4	48.8	73.2	122	244
0.873	12.2	24.3	48.7	73.0	122	243
0.874	12.1	24.3	48.5	72.8	121	243
0.875	12.1	24.2	48.4	72.7	121	242
0.876	12.1	24.2	48.3	72.5	121	242
0.877	12.1	24.1	48.2	72.3	121	241
0.878	12.0	24.1	48.1	72.2	120	241
0.879	12.0	24.0	48.0	72.0	120	240
0.880	12.0	23.9	47.9	71.8	120	239
0.881	11.9	23.9	47.8	71.7	119	239
0.882	11.9	23.8	47.7	71.5	119	238
0.883	11.9	23.8	47.6	71.4	119	238
0.884	11.9	23.7	47.5	71.2	119	237
0.885	11.8	23.7	47.3	71.0	118	237

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.886	11.8	23.6	47.2	70.9	118	236
0.887	11.8	23.6	47.1	70.7	118	236
0.888	11.8	23.5	47.0	70.6	118	235
0.889	11.7	23.5	46.9	70.4	117	235
0.890	11.7	23.4	46.8	70.2	117	234
0.891	11.7	23.4	46.7	70.1	117	234
0.892	11.7	23.3	46.6	69.9	117	233
0.893	11.6	23.3	46.5	69.8	116	233
0.894	11.6	23.2	46.4	69.6	116	232
0.895	11.6	23.2	46.3	69.5	116	232
0.896	11.5	23.1	46.2	69.3	115	231
0.897	11.5	23.0	46.1	69.1	115	230
0.898	11.5	23.0	46.0	69.0	115	230
0.899	11.5	22.9	45.9	68.8	115	229
0.900	11.4	22.9	45.8	68.7	114	229
0.901	11.4	22.8	45.7	68.5	114	228
0.902	11.4	22.8	45.6	68.4	114	228
0.903	11.4	22.7	45.5	68.2	114	227
0.904	11.3	22.7	45.4	68.1	113	227
0.905	11.3	22.6	45.3	67.9	113	226
0.906	11.3	22.6	45.2	67.8	113	226
0.907	11.3	22.5	45.1	67.6	113	225
0.908	11.2	22.5	45.0	67.5	112	225
0.909	11.2	22.4	44.9	67.3	112	224
0.910	11.2	22.4	44.8	67.2	112	224
0.911	11.2	22.3	44.7	67.0	112	223
0.912	11.1	22.3	44.6	66.9	111	223
0.913	11.1	22.2	44.5	66.7	111	222
0.914	11.1	22.2	44.4	66.6	111	222
0.915	11.1	22.2	44.3	66.4	111	222
0.916	11.1	22.1	44.2	66.3	111	221
0.917	11.0	22.1	44.1	66.2	110	221
0.918	11.0	22.0	44.0	66.0	110	220
0.919	11.0	22.0	43.9	65.9	110	220
0.920	11.0	21.9	43.8	65.7	110	219
0.921	10.9	21.9	43.7	65.6	109	219
0.922	10.9	21.8	43.6	65.4	109	218
0.923	10.9	21.8	43.5	65.3	109	218
0.924	10.9	21.7	43.4	65.2	109	217
0.925	10.8	21.7	43.3	65.0	108	217

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.926	10.8	21.6	43.2	64.9	108	216
0.927	10.8	21.6	43.2	64.7	108	216
0.928	10.8	21.5	43.1	64.6	108	215
0.929	10.7	21.5	43.0	64.5	107	215
0.930	10.7	21.4	42.9	64.3	107	214
0.931	10.7	21.4	42.8	64.2	107	214
0.932	10.7	21.3	42.7	64.0	107	213
0.933	10.7	21.3	42.6	63.9	107	213
0.934	10.6	21.3	42.5	63.8	106	213
0.935	10.6	21.2	42.4	63.6	106	212
0.936	10.6	21.2	42.3	63.5	106	212
0.937	10.6	21.1	42.2	63.4	106	211
0.938	10.5	21.1	42.1	63.2	105	211
0.939	10.5	21.0	42.1	63.1	105	210
0.940	10.5	21.0	42.0	63.0	105	210
0.941	10.5	20.9	41.9	62.8	105	209
0.942	10.4	20.9	41.8	62.7	104	209
0.943	10.4	20.9	41.7	62.6	104	209
0.944	10.4	20.8	41.6	62.4	104	208
0.945	10.4	20.8	41.5	62.3	104	208
0.946	10.4	20.7	41.4	62.2	104	207
0.947	10.3	20.7	41.3	62.0	103	207
0.948	10.3	20.6	41.3	61.9	103	206
0.949	10.3	20.6	41.2	61.8	103	206
0.950	10.3	20.5	41.1	61.6	103	205
0.951	10.3	20.5	41.0	61.5	103	205
0.952	10.2	20.5	40.9	61.4	102	205
0.953	10.2	20.4	40.8	61.3	102	204
0.954	10.2	20.4	40.7	61.1	102	204
0.955	10.2	20.3	40.7	61.0	102	203
0.956	10.1	20.3	40.6	60.9	101	203
0.957	10.1	20.2	40.5	60.7	101	202
0.958	10.1	20.2	40.4	60.6	101	202
0.959	10.1	20.2	40.3	60.5	101	202
0.960	10.1	20.1	40.2	60.4	101	201
0.961	10.0	20.1	40.2	60.2	100	201
0.962	10.0	20.0	40.1	60.1	100	200
0.963	10.0	20.0	40.0	60.0	100	200
0.964	9.98	20.0	39.9	59.9	99.8	200
0.965	9.96	19.9	39.8	59.7	99.6	199

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
0.966	9.94	19.9	39.7	59.6	99.4	199
0.967	9.92	19.8	39.7	59.5	99.2	198
0.968	9.89	19.8	39.6	59.4	98.9	198
0.969	9.87	19.8	39.5	59.2	98.7	198
0.970	9.85	19.7	39.4	59.1	98.5	197
0.971	9.83	19.7	39.3	59.0	98.3	197
0.972	9.81	19.6	39.2	58.9	98.1	196
0.973	9.79	19.6	39.2	58.8	97.9	196
0.974	9.77	19.5	39.1	58.6	97.7	195
0.975	9.75	19.5	39.0	58.5	97.5	195
0.976	9.73	19.5	38.9	58.4	97.3	195
0.977	9.71	19.4	38.8	58.3	97.1	194
0.978	9.69	19.4	38.8	58.2	96.9	194
0.979	9.67	19.3	38.7	58.0	96.7	193
0.980	9.65	19.3	38.6	57.9	96.5	193
0.981	9.63	19.3	38.5	57.8	96.3	193
0.982	9.61	19.2	38.5	57.7	96.1	192
0.983	9.60	19.2	38.4	57.6	96.0	192
0.984	9.58	19.2	38.3	57.5	95.8	192
0.985	9.56	19.1	38.2	57.3	95.6	191
0.986	9.54	19.1	38.1	57.2	95.4	191
0.987	9.52	19.0	38.1	57.1	95.2	190
0.988	9.50	19.0	38.0	57.0	95.0	190
0.989	9.48	19.0	37.9	56.9	94.8	190
0.990	9.46	18.9	37.8	56.8	94.6	189
0.991	9.44	18.9	37.8	56.6	94.4	189
0.992	9.42	18.8	37.7	56.5	94.2	188
0.993	9.40	18.8	37.6	56.4	94.0	188
0.994	9.38	18.8	37.5	56.3	93.8	188
0.995	9.36	18.7	37.5	56.2	93.6	187
0.996	9.35	18.7	37.4	56.1	93.5	187
0.997	9.33	18.7	37.3	56.0	93.3	187
0.998	9.31	18.6	37.2	55.9	93.1	186
0.999	9.29	18.6	37.2	55.7	92.9	186
1.000	9.27	18.5	37.1	55.6	92.7	185
1.001	9.25	18.5	37.0	55.5	92.5	185
1.002	9.23	18.5	36.9	55.4	92.3	185
1.003	9.22	18.4	36.9	55.3	92.2	184
1.004	9.20	18.4	36.8	55.2	92.0	184
1.005	9.18	18.4	36.7	55.1	91.8	184

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.006	9.16	18.3	36.6	55.0	91.6	183
1.007	9.14	18.3	36.6	54.9	91.4	183
1.008	9.12	18.3	36.5	54.8	91.2	183
1.009	9.11	18.2	36.4	54.6	91.1	182
1.010	9.09	18.2	36.4	54.5	90.9	182
1.011	9.07	18.1	36.3	54.4	90.7	181
1.012	9.05	18.1	36.2	54.3	90.5	181
1.013	9.04	18.1	36.1	54.2	90.4	181
1.014	9.02	18.0	36.1	54.1	90.2	180
1.015	9.00	18.0	36.0	54.0	90.0	180
1.016	8.98	18.0	35.9	53.9	89.8	180
1.017	8.96	17.9	35.9	53.8	89.6	179
1.018	8.95	17.9	35.8	53.7	89.5	179
1.019	8.93	17.9	35.7	53.6	89.3	179
1.020	8.91	17.8	35.6	53.5	89.1	178
1.021	8.89	17.8	35.6	53.4	88.9	178
1.022	8.88	17.8	35.5	53.3	88.8	178
1.023	8.86	17.7	35.4	53.2	88.6	177
1.024	8.84	17.7	35.4	53.1	88.4	177
1.025	8.82	17.7	35.3	53.0	88.2	177
1.026	8.81	17.6	35.2	52.8	88.1	176
1.027	8.79	17.6	35.2	52.7	87.9	176
1.028	8.77	17.5	35.1	52.6	87.7	175
1.029	8.76	17.5	35.0	52.5	87.6	175
1.030	8.74	17.5	35.0	52.4	87.4	175
1.031	8.72	17.4	34.9	52.3	87.2	174
1.032	8.71	17.4	34.8	52.2	87.1	174
1.033	8.69	17.4	34.8	52.1	86.9	174
1.034	8.67	17.3	34.7	52.0	86.7	173
1.035	8.66	17.3	34.6	51.9	86.6	173
1.036	8.64	17.3	34.6	51.8	86.4	173
1.037	8.62	17.2	34.5	51.7	86.2	172
1.038	8.61	17.2	34.4	51.6	86.1	172
1.039	8.59	17.2	34.4	51.5	85.9	172
1.040	8.57	17.1	34.3	51.4	85.7	171
1.041	8.56	17.1	34.2	51.3	85.6	171
1.042	8.54	17.1	34.2	51.2	85.4	171
1.043	8.52	17.0	34.1	51.1	85.2	170
1.044	8.51	17.0	34.0	51.0	85.1	170
1.045	8.49	17.0	34.0	50.9	84.9	170

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.046	8.47	16.9	33.9	50.8	84.7	169
1.047	8.46	16.9	33.8	50.8	84.6	169
1.048	8.44	16.9	33.8	50.7	84.4	169
1.049	8.43	16.9	33.7	50.6	84.3	169
1.050	8.41	16.8	33.6	50.5	84.1	168
1.051	8.39	16.8	33.6	50.4	83.9	168
1.052	8.38	16.8	33.5	50.3	83.8	168
1.053	8.36	16.7	33.4	50.2	83.6	167
1.054	8.35	16.7	33.4	50.1	83.5	167
1.055	8.33	16.7	33.3	50.0	83.3	167
1.056	8.31	16.6	33.3	49.9	83.1	166
1.057	8.30	16.6	33.2	49.8	83.0	166
1.058	8.28	16.6	33.1	49.7	82.8	166
1.059	8.27	16.5	33.1	49.6	82.7	165
1.060	8.25	16.5	33.0	49.5	82.5	165
1.061	8.24	16.5	32.9	49.4	82.4	165
1.062	8.22	16.4	32.9	49.3	82.2	164
1.063	8.21	16.4	32.8	49.2	82.1	164
1.064	8.19	16.4	32.8	49.1	81.9	164
1.065	8.17	16.4	32.7	49.0	81.7	164
1.066	8.16	16.3	32.6	49.0	81.6	163
1.067	8.14	16.3	32.6	48.9	81.4	163
1.068	8.13	16.3	32.5	48.8	81.3	163
1.069	8.11	16.2	32.4	48.7	81.1	162
1.070	8.10	16.2	32.4	48.6	81.0	162
1.071	8.08	16.2	32.3	48.5	80.8	162
1.072	8.07	16.1	32.3	48.4	80.7	161
1.073	8.05	16.1	32.2	48.3	80.5	161
1.074	8.04	16.1	32.1	48.2	80.4	161
1.075	8.02	16.0	32.1	48.1	80.2	160
1.076	8.01	16.0	32.0	48.1	80.1	160
1.077	7.99	16.0	32.0	48.0	79.9	160
1.078	7.98	16.0	31.9	47.9	79.8	160
1.079	7.96	15.9	31.9	47.8	79.6	159
1.080	7.95	15.9	31.8	47.7	79.5	159
1.081	7.93	15.9	31.7	47.6	79.3	159
1.082	7.92	15.8	31.7	47.5	79.2	158
1.083	7.90	15.8	31.6	47.4	79.0	158
1.084	7.89	15.8	31.6	47.3	78.9	158
1.085	7.88	15.8	31.5	47.3	78.8	158

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.086	7.86	15.7	31.4	47.2	78.6	157
1.087	7.85	15.7	31.4	47.1	78.5	157
1.088	7.83	15.7	31.3	47.0	78.3	157
1.089	7.82	15.6	31.3	46.9	78.2	156
1.090	7.80	15.6	31.2	46.8	78.0	156
1.091	7.79	15.6	31.2	46.7	77.9	156
1.092	7.78	15.6	31.1	46.7	77.8	156
1.093	7.76	15.5	31.0	46.6	77.6	155
1.094	7.75	15.5	31.0	46.5	77.5	155
1.095	7.73	15.5	30.9	46.4	77.3	155
1.096	7.72	15.4	30.9	46.3	77.2	154
1.097	7.70	15.4	30.8	46.2	77.0	154
1.098	7.69	15.4	30.8	46.1	76.9	154
1.099	7.68	15.4	30.7	46.1	76.8	154
1.100	7.66	15.3	30.6	46.0	76.6	153
1.101	7.65	15.3	30.6	45.9	76.5	153
1.102	7.63	15.3	30.5	45.8	76.3	153
1.103	7.62	15.2	30.5	45.7	76.2	152
1.104	7.61	15.2	30.4	45.6	76.1	152
1.105	7.59	15.2	30.4	45.6	75.9	152
1.106	7.58	15.2	30.3	45.5	75.8	152
1.107	7.57	15.1	30.3	45.4	75.7	151
1.108	7.55	15.1	30.2	45.3	75.5	151
1.109	7.54	15.1	30.2	45.2	75.4	151
1.110	7.53	15.1	30.1	45.2	75.3	151
1.111	7.51	15.0	30.0	45.1	75.1	150
1.112	7.50	15.0	30.0	45.0	75.0	150
1.113	7.48	15.0	29.9	44.9	74.8	150
1.114	7.47	14.9	29.9	44.8	74.7	149
1.115	7.46	14.9	29.8	44.7	74.6	149
1.116	7.44	14.9	29.8	44.7	74.4	149
1.117	7.43	14.9	29.7	44.6	74.3	149
1.118	7.42	14.8	29.7	44.5	74.2	148
1.119	7.40	14.8	29.6	44.4	74.0	148
1.120	7.39	14.8	29.6	44.4	73.9	148
1.121	7.38	14.8	29.5	44.3	73.8	148
1.122	7.36	14.7	29.5	44.2	73.6	147
1.123	7.35	14.7	29.4	44.1	73.5	147
1.124	7.34	14.7	29.4	44.0	73.4	147
1.125	7.33	14.7	29.3	44.0	73.3	147

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.126	7.31	14.6	29.2	43.9	73.1	146
1.127	7.30	14.6	29.2	43.8	73.0	146
1.128	7.29	14.6	29.1	43.7	72.9	146
1.129	7.27	14.5	29.1	43.6	72.7	145
1.130	7.26	14.5	29.0	43.6	72.6	145
1.131	7.25	14.5	29.0	43.5	72.5	145
1.132	7.24	14.5	28.9	43.4	72.4	145
1.133	7.22	14.4	28.9	43.3	72.2	144
1.134	7.21	14.4	28.8	43.3	72.1	144
1.135	7.20	14.4	28.8	43.2	72.0	144
1.136	7.18	14.4	28.7	43.1	71.8	144
1.137	7.17	14.3	28.7	43.0	71.7	143
1.138	7.16	14.3	28.6	43.0	71.6	143
1.139	7.15	14.3	28.6	42.9	71.5	143
1.140	7.13	14.3	28.5	42.8	71.3	143
1.141	7.12	14.2	28.5	42.7	71.2	142
1.142	7.11	14.2	28.4	42.7	71.1	142
1.143	7.10	14.2	28.4	42.6	71.0	142
1.144	7.08	14.2	28.3	42.5	70.8	142
1.145	7.07	14.1	28.3	42.4	70.7	141
1.146	7.06	14.1	28.2	42.4	70.6	141
1.147	7.05	14.1	28.2	42.3	70.5	141
1.148	7.04	14.1	28.1	42.2	70.4	141
1.149	7.02	14.0	28.1	42.1	70.2	140
1.150	7.01	14.0	28.0	42.1	70.1	140
1.151	7.00	14.0	28.0	42.0	70.0	140
1.152	6.99	14.0	27.9	41.9	69.9	140
1.153	6.97	13.9	27.9	41.8	69.7	139
1.154	6.96	13.9	27.8	41.8	69.6	139
1.155	6.95	13.9	27.8	41.7	69.5	139
1.156	6.94	13.9	27.7	41.6	69.4	139
1.157	6.93	13.9	27.7	41.6	69.3	139
1.158	6.91	13.8	27.7	41.5	69.1	138
1.159	6.90	13.8	27.6	41.4	69.0	138
1.160	6.89	13.8	27.6	41.3	68.9	138
1.161	6.88	13.8	27.5	41.3	68.8	138
1.162	6.87	13.7	27.5	41.2	68.7	137
1.163	6.85	13.7	27.4	41.1	68.5	137
1.164	6.84	13.7	27.4	41.1	68.4	137
1.165	6.83	13.7	27.3	41.0	68.3	137

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.166	6.82	13.6	27.3	40.9	68.2	136
1.167	6.81	13.6	27.2	40.9	68.1	136
1.168	6.80	13.6	27.2	40.8	68.0	136
1.169	6.78	13.6	27.1	40.7	67.8	136
1.170	6.77	13.5	27.1	40.6	67.7	135
1.171	6.76	13.5	27.0	40.6	67.6	135
1.172	6.75	13.5	27.0	40.5	67.5	135
1.173	6.74	13.5	27.0	40.4	67.4	135
1.174	6.73	13.5	26.9	40.4	67.3	135
1.175	6.72	13.4	26.9	40.3	67.2	134
1.176	6.70	13.4	26.8	40.2	67.0	134
1.177	6.69	13.4	26.8	40.2	66.9	134
1.178	6.68	13.4	26.7	40.1	66.8	134
1.179	6.67	13.3	26.7	40.0	66.7	133
1.180	6.66	13.3	26.6	40.0	66.6	133
1.181	6.65	13.3	26.6	39.9	66.5	133
1.182	6.64	13.3	26.5	39.8	66.4	133
1.183	6.62	13.3	26.5	39.8	66.2	133
1.184	6.61	13.2	26.5	39.7	66.1	132
1.185	6.60	13.2	26.4	39.6	66.0	132
1.186	6.59	13.2	26.4	39.6	65.9	132
1.187	6.58	13.2	26.3	39.5	65.8	132
1.188	6.57	13.1	26.3	39.4	65.7	131
1.189	6.56	13.1	26.2	39.4	65.6	131
1.190	6.55	13.1	26.2	39.3	65.5	131
1.191	6.54	13.1	26.1	39.2	65.4	131
1.192	6.53	13.1	26.1	39.2	65.3	131
1.193	6.51	13.0	26.1	39.1	65.1	130
1.194	6.50	13.0	26.0	39.0	65.0	130
1.195	6.49	13.0	26.0	39.0	64.9	130
1.196	6.48	13.0	25.9	38.9	64.8	130
1.197	6.47	12.9	25.9	38.8	64.7	129
1.198	6.46	12.9	25.8	38.8	64.6	129
1.199	6.45	12.9	25.8	38.7	64.5	129
1.200	6.44	12.9	25.8	38.6	64.4	129
1.201	6.43	12.9	25.7	38.6	64.3	129
1.202	6.42	12.8	25.7	38.5	64.2	128
1.203	6.41	12.8	25.6	38.4	64.1	128
1.204	6.40	12.8	25.6	38.4	64.0	128
1.205	6.39	12.8	25.5	38.3	63.9	128

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.206	6.37	12.8	25.5	38.3	63.7	128
1.207	6.36	12.7	25.5	38.2	63.6	127
1.208	6.35	12.7	25.4	38.1	63.5	127
1.209	6.34	12.7	25.4	38.1	63.4	127
1.210	6.33	12.7	25.3	38.0	63.3	127
1.211	6.32	12.6	25.3	37.9	63.2	126
1.212	6.31	12.6	25.2	37.9	63.1	126
1.213	6.30	12.6	25.2	37.8	63.0	126
1.214	6.29	12.6	25.2	37.7	62.9	126
1.215	6.28	12.6	25.1	37.7	62.8	126
1.216	6.27	12.5	25.1	37.6	62.7	125
1.217	6.26	12.5	25.0	37.6	62.6	125
1.218	6.25	12.5	25.0	37.5	62.5	125
1.219	6.24	12.5	25.0	37.4	62.4	125
1.220	6.23	12.5	24.9	37.4	62.3	125
1.221	6.22	12.4	24.9	37.3	62.2	124
1.222	6.21	12.4	24.8	37.3	62.1	124
1.223	6.20	12.4	24.8	37.2	62.0	124
1.224	6.19	12.4	24.8	37.1	61.9	124
1.225	6.18	12.4	24.7	37.1	61.8	124
1.226	6.17	12.3	24.7	37.0	61.7	123
1.227	6.16	12.3	24.6	37.0	61.6	123
1.228	6.15	12.3	24.6	36.9	61.5	123
1.229	6.14	12.3	24.6	36.8	61.4	123
1.230	6.13	12.3	24.5	36.8	61.3	123
1.231	6.12	12.2	24.5	36.7	61.2	122
1.232	6.11	12.2	24.4	36.7	61.1	122
1.233	6.10	12.2	24.4	36.6	61.0	122
1.234	6.09	12.2	24.4	36.5	60.9	122
1.235	6.08	12.2	24.3	36.5	60.8	122
1.236	6.07	12.1	24.3	36.4	60.7	121
1.237	6.06	12.1	24.2	36.4	60.6	121
1.238	6.05	12.1	24.2	36.3	60.5	121
1.239	6.04	12.1	24.2	36.2	60.4	121
1.240	6.03	12.1	24.1	36.2	60.3	121
1.241	6.02	12.0	24.1	36.1	60.2	120
1.242	6.01	12.0	24.0	36.1	60.1	120
1.243	6.00	12.0	24.0	36.0	60.0	120
1.244	5.99	12.0	24.0	35.9	59.9	120
1.245	5.98	12.0	23.9	35.9	59.8	120

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.246	5.97	11.9	23.9	35.8	59.7	119
1.247	5.96	11.9	23.8	35.8	59.6	119
1.248	5.95	11.9	23.8	35.7	59.5	119
1.249	5.94	11.9	23.8	35.7	59.4	119
1.250	5.93	11.9	23.7	35.6	59.3	119
1.251	5.92	11.8	23.7	35.5	59.2	118
1.252	5.91	11.8	23.7	35.5	59.1	118
1.253	5.91	11.8	23.6	35.4	59.1	118
1.254	5.90	11.8	23.6	35.4	59.0	118
1.255	5.89	11.8	23.5	35.3	58.9	118
1.256	5.88	11.8	23.5	35.3	58.8	118
1.257	5.87	11.7	23.5	35.2	58.7	117
1.258	5.86	11.7	23.4	35.2	58.6	117
1.259	5.85	11.7	23.4	35.1	58.5	117
1.260	5.84	11.7	23.4	35.0	58.4	117
1.261	5.83	11.7	23.3	35.0	58.3	117
1.262	5.82	11.6	23.3	34.9	58.2	116
1.263	5.81	11.6	23.2	34.9	58.1	116
1.264	5.80	11.6	23.2	34.8	58.0	116
1.265	5.79	11.6	23.2	34.8	57.9	116
1.266	5.78	11.6	23.1	34.7	57.8	116
1.267	5.78	11.6	23.1	34.7	57.8	116
1.268	5.77	11.5	23.1	34.6	57.7	115
1.269	5.76	11.5	23.0	34.5	57.6	115
1.270	5.75	11.5	23.0	34.5	57.5	115
1.271	5.74	11.5	23.0	34.4	57.4	115
1.272	5.73	11.5	22.9	34.4	57.3	115
1.273	5.72	11.4	22.9	34.3	57.2	114
1.274	5.71	11.4	22.8	34.3	57.1	114
1.275	5.70	11.4	22.8	34.2	57.0	114
1.276	5.69	11.4	22.8	34.2	56.9	114
1.277	5.69	11.4	22.7	34.1	56.9	114
1.278	5.68	11.4	22.7	34.1	56.8	114
1.279	5.67	11.3	22.7	34.0	56.7	113
1.280	5.66	11.3	22.6	34.0	56.6	113
1.281	5.65	11.3	22.6	33.9	56.5	113
1.282	5.64	11.3	22.6	33.8	56.4	113
1.283	5.63	11.3	22.5	33.8	56.3	113
1.284	5.62	11.2	22.5	33.7	56.2	112
1.285	5.61	11.2	22.5	33.7	56.1	112

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.286	5.61	11.2	22.4	33.6	56.1	112
1.287	5.60	11.2	22.4	33.6	56.0	112
1.288	5.59	11.2	22.4	33.5	55.9	112
1.289	5.58	11.2	22.3	33.5	55.8	112
1.290	5.57	11.1	22.3	33.4	55.7	111
1.291	5.56	11.1	22.2	33.4	55.6	111
1.292	5.55	11.1	22.2	33.3	55.5	111
1.293	5.55	11.1	22.2	33.3	55.5	111
1.294	5.54	11.1	22.1	33.2	55.4	111
1.295	5.53	11.1	22.1	33.2	55.3	111
1.296	5.52	11.0	22.1	33.1	55.2	110
1.297	5.51	11.0	22.0	33.1	55.1	110
1.298	5.50	11.0	22.0	33.0	55.0	110
1.299	5.49	11.0	22.0	33.0	54.9	110
1.300	5.49	11.0	21.9	32.9	54.9	110
1.301	5.48	11.0	21.9	32.9	54.8	110
1.302	5.47	10.9	21.9	32.8	54.7	109
1.303	5.46	10.9	21.8	32.8	54.6	109
1.304	5.45	10.9	21.8	32.7	54.5	109
1.305	5.44	10.9	21.8	32.7	54.4	109
1.306	5.44	10.9	21.7	32.6	54.4	109
1.307	5.43	10.9	21.7	32.6	54.3	109
1.308	5.42	10.8	21.7	32.5	54.2	108
1.309	5.41	10.8	21.6	32.5	54.1	108
1.310	5.40	10.8	21.6	32.4	54.0	108
1.311	5.39	10.8	21.6	32.4	53.9	108
1.312	5.39	10.8	21.5	32.3	53.9	108
1.313	5.38	10.8	21.5	32.3	53.8	108
1.314	5.37	10.7	21.5	32.2	53.7	107
1.315	5.36	10.7	21.4	32.2	53.6	107
1.316	5.35	10.7	21.4	32.1	53.5	107
1.317	5.35	10.7	21.4	32.1	53.5	107
1.318	5.34	10.7	21.3	32.0	53.4	107
1.319	5.33	10.7	21.3	32.0	53.3	107
1.320	5.32	10.6	21.3	31.9	53.2	106
1.321	5.31	10.6	21.3	31.9	53.1	106
1.322	5.31	10.6	21.2	31.8	53.1	106
1.323	5.30	10.6	21.2	31.8	53.0	106
1.324	5.29	10.6	21.2	31.7	52.9	106
1.325	5.28	10.6	21.1	31.7	52.8	106

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.326	5.27	10.5	21.1	31.6	52.7	105
1.321	5.27	10.5	21.1	31.6	52.7	105
1.328	5.26	10.5	21.0	31.5	52.6	105
1.329	5.25	10.5	21.0	31.5	52.5	105
1.330	5.24	10.5	21.0	31.5	52.4	105
1.331	5.23	10.5	20.9	31.4	52.3	105
1.332	5.23	10.5	20.9	31.4	52.3	105
1.333	5.22	10.4	20.9	31.3	52.2	104
1.334	5.21	10.4	20.8	31.3	52.1	104
1.335	5.20	10.4	20.8	31.2	52.0	104
1.336	5.19	10.4	20.8	31.2	51.9	104
1.337	5.19	10.4	20.7	31.1	51.9	104
1.338	5.18	10.4	20.7	31.1	51.8	104
1.339	5.17	10.3	20.7	31.0	51.7	103
1.340	5.16	10.3	20.7	31.0	51.6	103
1.341	5.16	10.3	20.6	30.9	51.6	103
1.342	5.15	10.3	20.6	30.9	51.5	103
1.343	5.14	10.3	20.6	30.8	51.4	103
1.344	5.13	10.3	20.5	30.8	51.3	103
1.345	5.13	10.3	20.5	30.8	51.3	103
1.346	5.12	10.2	20.5	30.7	51.2	102
1.347	5.11	10.2	20.4	30.7	51.1	102
1.348	5.10	10.2	20.4	30.6	51.0	102
1.349	5.09	10.2	20.4	30.6	50.9	102
1.350	5.09	10.2	20.3	30.5	50.9	102
1.351	5.08	10.2	20.3	30.5	50.8	102
1.352	5.07	10.1	20.3	30.4	50.7	101
1.353	5.06	10.1	20.3	30.4	50.6	101
1.354	5.06	10.1	20.2	30.3	50.6	101
1.355	5.05	10.1	20.2	30.3	50.5	101
1.356	5.04	10.1	20.2	30.3	50.4	101
1.357	5.03	10.1	20.1	30.2	50.3	101
1.358	5.03	10.1	20.1	30.2	50.3	101
1.359	5.02	10.0	20.1	30.1	50.2	100
1.360	5.01	10.0	20.0	30.1	50.1	100
1.361	5.01	10.0	20.0	30.0	50.1	100
1.362	5.00	10.0	20.0	30.0	50.0	100
1.363	4.99	9.98	20.0	29.9	49.9	99.8
1.364	4.98	9.97	19.9	29.9	49.8	99.7
1.365	4.98	9.95	19.9	29.9	49.8	99.5

(续)

平均压痕直径 <i>d</i> /mm	试验力 <i>F</i> /N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.366	4.97	9.94	19.9	29.8	49.7	99.4
1.367	4.96	9.92	19.8	29.8	49.6	99.2
1.368	4.95	9.91	19.8	29.7	49.5	99.1
1.369	4.95	9.90	19.8	29.7	49.5	99.0
1.370	—	9.88	19.8	29.6	49.4	98.8
1.371	—	9.87	19.7	29.6	49.3	98.7
1.372	—	9.85	19.7	29.6	49.3	98.5
1.373	—	9.84	19.7	29.5	49.2	98.4
1.374	—	9.82	19.6	29.5	49.1	98.2
1.375	—	9.81	19.6	29.4	49.0	98.1
1.376	—	9.79	19.6	29.4	49.0	97.9
1.377	—	9.78	19.6	29.3	48.9	97.8
1.378	—	9.77	19.5	29.3	48.8	97.7
1.379	—	9.75	19.5	29.3	48.8	97.5
1.380	—	9.74	19.5	29.2	48.7	97.4
1.381	—	9.72	19.4	29.2	48.6	97.2
1.382	—	9.71	19.4	29.1	48.5	97.1
1.383	—	9.70	19.4	29.1	48.5	97.0
1.384	—	9.68	19.4	29.0	48.4	96.8
1.385	—	9.67	19.3	29.0	48.3	96.7
1.386	—	9.65	19.3	29.0	48.3	96.5
1.387	—	9.64	19.3	28.9	48.2	96.4
1.388	—	9.63	19.2	28.9	48.1	96.3
1.389	—	9.61	19.2	28.8	48.1	96.1
1.390	—	9.60	19.2	28.8	48.0	96.0
1.391	—	9.58	19.2	28.8	47.9	95.8
1.392	—	9.57	19.1	28.7	47.8	95.7
1.393	—	9.56	19.1	28.7	47.8	95.6
1.394	—	9.54	19.1	28.6	47.7	95.4
1.395	—	9.53	19.1	28.6	47.6	95.3
1.396	—	9.52	19.0	28.5	47.6	95.2
1.397	—	9.50	19.0	28.5	47.5	95.0
1.398	—	9.49	19.0	25.5	47.4	94.9
1.399	—	9.48	18.9	28.4	47.4	94.8
1.400	—	9.46	18.9	28.4	47.3	94.6
1.401	—	9.45	18.9	28.3	47.2	94.5
1.402	—	9.43	18.9	28.3	47.2	94.3
1.403	—	9.42	18.8	28.3	47.1	94.2
1.404	—	9.41	18.8	28.2	47.0	94.1
1.405	—	9.39	18.8	28.2	47.0	93.9

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.406	—	9.38	18.8	28.1	46.9	93.8
1.407	—	9.37	18.7	28.1	46.8	93.7
1.408	—	9.35	18.7	28.1	46.8	93.5
1.409	—	9.34	18.7	28.0	46.7	93.4
1.410	—	9.33	18.7	28.0	46.6	93.3
1.411	—	9.31	18.6	27.9	46.6	93.1
1.412	—	9.30	18.6	27.9	46.5	93.0
1.413	—	9.29	18.6	27.9	46.4	92.9
1.414	—	9.28	18.5	27.8	46.4	92.8
1.415	—	9.26	18.5	27.8	46.3	92.6
1.416	—	9.25	18.5	27.7	46.2	92.5
1.417	—	9.24	18.5	27.7	46.2	92.4
1.418	—	9.22	18.4	27.7	46.1	92.2
1.419	—	9.21	18.4	27.6	46.0	92.1
1.420	—	9.20	18.4	27.6	46.0	92.0
1.421	—	9.18	18.4	27.6	45.9	91.8
1.422	—	9.17	18.3	27.5	45.9	91.7
1.423	—	9.16	18.3	27.5	45.8	91.6
1.424	—	9.15	18.3	27.4	45.7	91.5
1.425	—	9.13	18.3	27.4	45.7	91.3
1.426	—	9.12	18.2	27.4	45.6	91.2
1.427	—	9.11	18.2	27.3	45.5	91.1
1.428	—	9.09	18.2	27.3	45.5	90.9
1.429	—	9.08	18.2	27.2	45.4	90.8
1.430	—	9.07	18.1	27.2	45.3	90.7
1.431	—	9.06	18.1	27.2	45.3	90.6
1.432	—	9.04	18.1	27.1	45.2	90.4
1.433	—	9.03	18.1	27.1	45.2	90.3
1.434	—	9.02	18.0	27.1	45.1	90.2
1.435	—	9.01	18.0	27.0	45.0	90.1
1.436	—	8.99	18.0	27.0	45.0	89.9
1.437	—	8.98	18.0	26.9	44.9	89.8
1.438	—	8.97	17.9	26.9	44.8	89.7
1.439	—	8.96	17.9	26.9	44.8	89.6
1.440	—	8.94	17.9	26.8	44.7	89.4
1.441	—	8.93	17.9	26.8	44.7	89.3
1.442	—	8.92	17.8	26.8	44.6	89.2
1.443	—	8.91	17.8	26.7	44.5	89.1
1.444	—	8.89	17.8	26.7	44.5	88.9
1.445	—	8.88	17.8	26.6	44.4	88.8

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.446	—	8.87	17.7	26.6	44.3	88.7
1.447	—	8.86	17.7	26.6	44.3	88.6
1.448	—	8.84	17.7	26.5	44.2	88.4
1.449	—	8.83	17.7	26.5	44.2	88.3
1.450	—	8.82	17.6	26.5	44.1	88.2
1.451	—	8.81	17.6	26.4	44.0	88.1
1.452	—	8.80	17.6	26.4	44.0	88.0
1.453	—	8.78	17.6	26.4	43.9	87.8
1.454	—	8.77	17.5	26.3	43.9	87.7
1.455	—	8.76	17.5	26.3	43.8	87.6
1.456	—	8.75	17.5	26.2	43.7	87.5
1.457	—	8.74	17.5	26.2	43.7	87.4
1.458	—	8.72	17.4	26.2	43.6	87.2
1.459	—	8.71	17.4	26.1	43.6	87.1
1.460	—	8.70	17.4	26.1	43.5	87.0
1.461	—	8.69	17.4	26.1	43.4	86.9
1.462	—	8.68	17.3	26.0	43.4	86.8
1.463	—	8.66	17.3	26.0	43.3	86.6
1.464	—	8.65	17.3	26.0	43.3	86.5
1.465	—	8.64	17.3	25.9	43.2	86.4
1.466	—	8.63	17.3	25.9	43.1	86.3
1.467	—	8.62	17.2	25.9	43.1	86.2
1.468	—	8.61	17.2	25.8	43.0	86.1
1.469	—	8.59	17.2	25.8	43.0	85.9
1.470	—	8.58	17.2	25.7	42.9	85.8
1.471	—	8.57	17.1	25.7	42.8	85.7
1.472	—	8.56	17.1	25.7	42.8	85.6
1.473	—	8.55	17.1	25.6	42.7	85.5
1.474	—	8.54	17.1	25.6	42.7	85.4
1.475	—	8.52	17.0	25.6	42.6	85.2
1.476	—	8.51	17.0	25.5	42.6	85.1
1.477	—	8.50	17.0	25.5	42.5	85.0
1.478	—	8.49	17.0	25.5	42.4	84.9
1.479	—	8.48	17.0	25.4	42.4	84.8
1.480	—	8.47	16.9	25.4	42.3	84.7
1.481	—	8.46	16.9	25.4	42.3	84.6
1.482	—	8.44	16.9	25.3	42.2	84.4
1.483	—	8.43	16.9	25.3	42.2	84.3
1.484	—	8.42	16.8	25.3	42.1	84.2
1.485	—	8.41	16.8	25.2	42.0	84.1

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.486	—	8.40	16.8	25.2	42.0	84.0
1.487	—	8.39	16.8	25.2	41.9	83.9
1.488	—	8.38	16.7	25.1	41.9	83.8
1.489	—	8.36	16.7	25.1	41.8	83.6
1.490	—	8.35	16.7	25.1	41.8	83.5
1.491	—	8.34	16.7	25.0	41.7	83.4
1.492	—	8.33	16.7	25.0	41.7	83.3
1.493	—	8.32	16.6	25.0	41.6	83.2
1.494	—	8.31	16.6	24.9	41.5	83.1
1.495	—	8.30	16.6	24.9	41.5	83.0
1.496	—	8.29	16.6	24.9	41.4	82.9
1.497	—	8.28	16.5	24.8	41.4	82.8
1.498	—	8.26	16.5	24.8	41.3	82.6
1.499	—	8.25	16.5	24.8	41.3	87.5
1.500	—	8.24	16.5	24.7	41.2	82.4
1.501	—	8.23	16.5	24.7	41.2	82.3
1.502	—	8.22	16.4	24.7	41.1	82.2
1.503	—	8.21	16.4	24.6	41.0	82.1
1.504	—	8.20	16.4	24.6	41.0	82.0
1.505	—	8.19	16.4	24.6	40.9	81.9
1.506	—	8.18	16.4	24.5	40.9	81.8
1.507	—	8.17	16.3	24.5	40.8	81.7
1.508	—	8.16	16.3	24.5	40.8	81.6
1.509	—	8.14	16.3	24.4	40.7	81.4
1.510	—	8.13	16.3	24.4	40.7	81.3
1.511	—	8.12	16.2	24.4	40.6	81.2
1.512	—	8.11	16.2	24.3	40.6	81.1
1.513	—	8.10	16.2	24.3	40.5	81.0
1.514	—	8.09	16.2	24.3	40.4	80.9
1.515	—	8.08	16.2	24.2	40.4	80.8
1.516	—	8.07	16.1	24.2	40.3	80.7
1.517	—	8.06	16.1	24.2	40.3	80.6
1.518	—	8.05	16.1	24.1	40.2	80.5
1.519	—	8.04	16.1	24.1	40.2	80.4
1.520	—	8.03	16.1	24.1	40.1	80.3
1.521	—	8.02	16.0	24.0	40.1	80.2
1.522	—	8.01	16.0	24.0	40.0	80.1
1.523	—	8.00	16.0	24.0	40.0	80.0
1.524	—	7.98	16.0	24.0	39.9	79.8
1.525	—	7.97	15.9	23.9	39.9	79.7

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.526	—	7.96	15.9	23.9	39.8	79.6
1.527	—	7.95	15.9	23.9	39.8	79.5
1.528	—	7.94	15.9	23.8	39.7	79.4
1.529	—	7.93	15.9	23.8	39.7	79.3
1.530	—	7.92	15.8	23.8	39.6	79.2
1.531	—	7.91	15.8	23.7	39.6	79.1
1.532	—	7.90	15.8	23.7	39.5	79.0
1.533	—	7.89	15.8	23.7	39.5	78.9
1.534	—	7.88	15.8	23.6	39.4	78.8
1.535	—	7.87	15.7	23.6	39.3	78.7
1.536	—	7.86	15.7	23.6	39.3	78.6
1.537	—	7.85	15.7	23.5	39.2	78.5
1.538	—	7.84	15.7	23.5	39.2	78.4
1.539	—	7.83	15.7	23.5	39.1	78.3
1.540	—	7.82	15.6	23.5	39.1	78.2
1.541	—	7.81	15.6	23.4	39.0	78.1
1.542	—	7.80	15.6	23.4	39.0	78.0
1.543	—	7.79	15.6	23.4	38.9	77.9
1.544	—	7.78	15.6	23.3	38.9	77.8
1.545	—	7.77	15.5	23.3	38.8	77.7
1.546	—	7.76	15.5	23.3	38.8	77.6
1.547	—	7.75	15.5	23.2	38.7	77.5
1.548	—	7.74	15.5	23.2	38.7	77.4
1.549	—	7.73	15.5	23.2	38.6	77.3
1.550	—	7.72	15.4	23.2	38.6	77.2
1.551	—	7.71	15.4	23.1	38.5	77.1
1.552	—	7.70	15.4	23.1	38.5	77.0
1.553	—	7.69	15.4	23.1	38.4	76.9
1.554	—	7.68	15.4	23.0	38.4	76.8
1.555	—	7.67	15.3	23.0	38.3	76.7
1.556	—	7.66	15.3	23.0	38.3	76.6
1.557	—	7.65	15.3	22.9	38.2	76.5
1.558	—	7.64	15.3	22.9	38.2	76.4
1.559	—	7.63	15.3	22.9	38.1	76.3
1.560	—	7.62	15.2	22.9	38.1	76.2
1.561	—	7.61	15.2	22.8	38.0	76.1
1.562	—	7.60	15.2	22.8	38.0	76.0
1.563	—	7.59	15.2	22.8	38.0	75.9
1.564	—	7.58	15.2	22.7	37.9	75.8
1.565	—	7.57	15.1	22.7	37.9	75.7

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.566	—	7.56	15.1	22.7	37.8	75.6
1.567	—	7.55	15.1	22.7	37.8	75.5
1.568	—	7.54	15.1	22.6	37.7	75.4
1.569	—	7.53	15.1	22.6	37.7	75.3
1.570	—	7.52	15.0	22.6	37.6	75.2
1.571	—	7.51	15.0	22.5	37.6	75.1
1.572	—	7.50	15.0	22.5	37.5	75.0
1.573	—	7.49	15.0	22.5	37.5	74.9
1.574	—	7.49	15.0	22.5	37.4	74.9
1.575	—	7.48	14.9	22.4	37.4	74.8
1.576	—	7.47	14.9	22.4	37.3	74.7
1.577	—	7.46	14.9	22.4	37.3	74.6
1.578	—	7.45	14.9	22.3	37.2	74.5
1.579	—	7.44	14.9	22.3	37.2	74.4
1.580	—	7.43	14.9	22.3	37.1	74.3
1.581	—	7.42	14.8	22.3	37.1	74.2
1.582	—	7.41	14.8	22.2	37.0	74.1
1.583	—	7.40	14.8	22.2	37.0	74.0
1.584	—	7.39	14.8	22.2	37.0	73.9
1.585	—	7.38	14.8	22.1	36.9	73.8
1.586	—	7.37	14.7	22.1	36.9	73.7
1.587	—	7.36	14.7	22.1	36.8	73.6
1.588	—	7.35	14.7	22.1	36.8	73.5
1.589	—	7.34	14.7	22.0	36.7	73.4
1.590	—	7.34	14.7	22.0	36.7	73.4
1.591	—	7.33	14.6	22.0	36.6	73.3
1.592	—	7.32	14.6	22.0	36.6	73.2
1.593	—	7.31	14.6	21.9	36.5	73.1
1.594	—	7.30	14.6	21.9	36.5	73.0
1.595	—	7.29	14.6	21.9	36.4	72.9
1.596	—	7.28	14.6	21.8	36.4	72.8
1.597	—	7.27	14.5	21.8	36.4	72.7
1.598	—	7.26	14.5	21.8	36.3	72.6
1.599	—	7.25	14.5	21.8	36.3	72.5
1.600	—	7.24	14.5	21.7	36.2	72.4
1.601	—	7.24	14.5	21.7	36.2	72.4
1.602	—	7.23	14.4	21.7	36.1	72.3
1.603	—	7.22	14.4	21.7	36.1	72.2
1.604	—	7.21	14.4	21.6	36.0	72.1
1.605	—	7.20	14.4	21.6	36.0	72.0

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.606	—	7.19	14.4	21.6	35.9	71.9
1.607	—	7.18	14.4	21.5	35.9	71.8
1.608	—	7.17	14.3	21.5	35.9	71.7
1.609	—	7.16	14.3	21.5	35.8	71.6
1.610	—	7.15	14.3	21.5	35.8	71.5
1.611	—	7.15	14.3	21.4	35.7	71.5
1.612	—	7.14	14.3	21.4	35.7	71.4
1.613	—	7.13	14.3	21.4	35.6	71.3
1.614	—	7.12	14.2	21.4	35.6	71.2
1.615	—	7.11	14.2	21.3	35.5	71.1
1.616	—	7.10	14.2	21.3	35.5	71.0
1.617	—	7.09	14.2	21.3	35.5	70.9
1.618	—	7.08	14.2	21.3	35.4	70.8
1.619	—	7.08	14.1	21.2	35.4	70.8
1.620	—	7.07	14.1	21.2	35.3	70.7
1.621	—	7.06	14.1	21.2	35.3	70.6
1.622	—	7.05	14.1	21.1	35.2	70.5
1.623	—	7.04	14.1	21.1	35.2	70.4
1.624	—	7.03	14.1	21.1	35.2	70.3
1.625	—	7.02	14.0	21.1	35.1	70.2
1.626	—	7.01	14.0	21.0	35.1	70.1
1.627	—	7.01	14.0	21.0	35.0	70.1
1.628	—	7.00	14.0	21.0	35.0	70.0
1.629	—	6.99	14.0	21.0	34.9	69.9
1.630	—	6.98	14.0	20.9	34.9	69.8
1.631	—	6.97	13.9	20.9	34.9	69.7
1.632	—	6.96	13.9	20.9	34.8	69.6
1.633	—	6.95	13.9	20.9	34.8	69.5
1.634	—	6.95	13.9	20.8	34.7	69.5
1.635	—	6.94	13.9	20.8	34.7	69.4
1.636	—	6.93	13.9	20.8	34.6	69.3
1.637	—	6.92	13.8	20.8	34.6	69.2
1.638	—	6.91	13.8	20.7	34.6	69.1
1.639	—	6.90	13.8	20.7	34.5	69.0
1.640	—	6.90	13.8	20.7	34.5	69.0
1.641	—	6.89	13.8	20.7	34.4	68.9
1.642	—	6.88	13.8	20.6	34.4	68.8
1.643	—	6.87	13.7	20.6	34.3	68.7
1.644	—	6.86	13.7	20.6	34.3	68.6
1.645	—	6.85	13.7	20.6	34.3	68.5

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.646	—	6.84	13.7	20.5	34.2	68.4
1.647	—	6.84	13.7	20.5	34.2	68.4
1.648	—	6.83	13.7	20.5	34.1	68.3
1.649	—	6.82	13.6	20.5	34.1	68.2
1.650	—	6.81	13.6	20.4	34.1	68.1
1.651	—	6.80	13.6	20.4	34.0	68.0
1.652	—	6.80	13.6	20.4	34.0	68.0
1.653	—	6.79	13.6	20.4	33.9	67.9
1.654	—	6.78	13.6	20.3	33.9	67.8
1.655	—	6.77	13.5	20.3	33.8	67.7
1.656	—	6.76	13.5	20.3	33.8	67.6
1.657	—	6.75	13.5	20.3	33.8	67.5
1.658	—	6.75	13.5	20.2	33.7	67.5
1.659	—	6.74	13.5	20.2	33.7	67.4
1.660	—	6.73	13.5	20.2	33.6	67.3
1.661	—	6.72	13.4	20.2	33.6	67.2
1.662	—	6.71	13.4	20.1	33.6	67.1
1.663	—	6.71	13.4	20.1	33.5	67.1
1.664	—	6.70	13.4	20.1	33.5	67.0
1.665	—	6.69	13.4	20.1	33.4	66.9
1.666	—	6.68	13.4	20.0	33.4	66.8
1.667	—	6.67	13.3	20.0	33.4	66.7
1.668	—	6.67	13.3	20.0	33.3	66.7
1.669	—	6.66	13.3	20.0	33.3	66.6
1.670	—	6.65	13.3	19.9	33.2	66.5
1.671	—	6.64	13.3	19.9	33.2	66.4
1.672	—	6.63	13.3	19.9	33.2	66.3
1.673	—	6.63	13.2	19.9	33.1	66.3
1.674	—	6.62	13.2	19.9	33.1	66.2
1.675	—	6.61	13.2	19.8	33.0	66.1
1.676	—	6.60	13.2	19.8	33.0	66.0
1.677	—	6.59	13.2	19.8	33.0	65.9
1.678	—	6.59	13.2	19.8	32.9	65.9
1.679	—	6.58	13.2	19.7	32.9	65.8
1.680	—	6.57	13.1	19.7	32.8	65.7
1.681	—	6.56	13.1	19.7	32.8	65.6
1.682	—	6.56	13.1	19.7	32.8	65.6
1.683	—	6.55	13.1	19.6	32.7	65.5
1.684	—	6.54	13.1	19.6	32.7	65.4
1.685	—	6.53	13.1	19.6	32.7	65.3

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.686	—	6.52	13.0	19.6	32.6	65.2
1.687	—	6.52	13.0	19.5	32.6	65.2
1.688	—	6.51	13.0	19.5	32.5	65.1
1.689	—	6.50	13.0	19.5	32.5	65.0
1.690	—	6.49	13.0	19.5	32.5	64.9
1.691	—	6.49	13.0	19.5	32.4	64.9
1.692	—	6.48	13.0	19.4	32.4	64.8
1.693	—	6.47	12.9	19.4	32.3	64.7
1.694	—	6.46	12.9	19.4	32.3	64.6
1.695	—	6.45	12.9	19.4	32.3	64.5
1.696	—	6.45	12.9	19.3	32.2	64.5
1.697	—	6.44	12.9	19.3	32.2	64.4
1.698	—	6.43	12.9	19.3	32.2	64.3
1.699	—	6.42	12.8	19.3	32.1	64.2
1.700	—	6.42	12.8	19.3	32.1	64.2
1.701	—	6.41	12.8	19.2	32.0	64.1
1.702	—	6.40	12.8	19.2	32.0	64.0
1.703	—	6.39	12.8	19.2	32.0	63.9
1.704	—	6.39	12.8	19.2	31.9	63.9
1.705	—	6.38	12.8	19.1	31.9	63.8
1.706	—	6.37	12.7	19.1	31.9	63.7
1.707	—	6.36	12.7	19.1	31.8	63.6
1.708	—	6.36	12.7	19.1	31.8	63.6
1.709	—	6.35	12.7	19.0	31.7	63.5
1.710	—	6.34	12.7	19.0	31.7	63.4
1.711	—	6.33	12.7	19.0	31.7	63.3
1.712	—	6.33	12.7	19.0	31.6	63.3
1.713	—	6.32	12.6	19.0	31.6	63.2
1.714	—	6.31	12.6	18.9	31.6	63.1
1.715	—	6.31	12.6	18.9	31.5	63.1
1.716	—	6.30	12.6	18.9	31.5	63.0
1.717	—	6.29	12.6	18.9	31.4	62.9
1.718	—	6.28	12.6	18.8	31.4	62.8
1.719	—	6.28	12.5	18.8	31.4	62.8
1.720	—	6.27	12.5	18.8	31.3	62.7
1.721	—	6.26	12.5	18.8	31.3	62.6
1.722	—	6.25	12.5	18.8	31.3	62.5
1.723	—	6.25	12.5	18.7	31.2	62.5
1.724	—	6.24	12.5	18.7	31.2	62.4
1.725	—	6.23	12.5	18.7	31.2	62.3

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.726	—	6.23	12.4	18.7	31.1	62.3
1.727	—	6.22	12.4	18.7	31.1	62.2
1.728	—	6.21	12.4	18.6	31.1	62.1
1.729	—	6.20	12.4	18.6	31.0	62.0
1.730	—	6.20	12.4	18.6	31.0	62.0
1.731	—	6.19	12.4	18.6	30.9	61.9
1.732	—	6.18	12.4	18.5	30.9	61.8
1.733	—	6.17	12.3	18.5	30.9	61.7
1.734	—	6.17	12.3	18.5	30.8	61.7
1.735	—	6.16	12.3	18.5	30.8	61.6
1.736	—	6.15	12.3	18.5	30.8	61.5
1.737	—	6.15	12.3	18.4	30.7	61.5
1.738	—	6.14	12.3	18.4	30.7	61.4
1.739	—	6.13	12.3	18.4	30.7	61.3
1.740	—	6.13	12.2	18.4	30.6	61.3
1.741	—	6.12	12.2	18.4	30.6	61.2
1.742	—	6.11	12.2	18.3	30.6	61.1
1.743	—	6.10	12.2	18.3	30.5	61.0
1.744	—	6.10	12.2	18.3	30.5	61.0
1.745	—	6.09	12.2	18.3	30.4	60.9
1.746	—	6.08	12.2	18.2	30.4	60.8
1.747	—	6.08	12.2	18.2	30.4	60.8
1.748	—	6.07	12.1	18.2	30.3	60.7
1.749	—	6.06	12.1	18.2	30.3	60.6
1.750	—	6.06	12.1	18.2	30.3	60.6
1.751	—	6.05	12.1	18.1	30.2	60.5
1.752	—	6.04	12.1	18.1	30.2	60.4
1.753	—	6.03	12.1	18.1	30.2	60.3
1.754	—	6.03	12.1	18.1	30.1	60.3
1.755	—	6.02	12.0	18.1	30.1	60.2
1.756	—	6.01	12.0	18.0	30.1	60.1
1.757	—	6.01	12.0	18.0	30.0	60.1
1.758	—	6.00	12.0	18.0	30.0	60.0
1.759	—	5.99	12.0	18.0	30.0	59.9
1.760	—	5.99	12.0	18.0	29.9	59.9
1.761	—	5.98	12.0	17.9	29.9	59.8
1.762	—	5.97	11.9	17.9	29.9	59.7
1.763	—	5.97	11.9	17.9	29.8	59.7
1.764	—	5.96	11.9	17.9	29.8	59.6
1.765	—	5.95	11.9	17.9	29.8	59.5

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.766	—	5.95	11.9	17.8	29.7	59.5
1.767	—	5.94	11.9	17.8	29.7	59.4
1.768	—	5.93	11.9	17.8	29.7	59.3
1.769	—	5.93	11.8	17.8	29.6	59.3
1.770	—	5.92	11.8	17.8	29.6	59.2
1.771	—	5.91	11.8	17.7	29.6	59.1
1.772	—	5.91	11.8	17.7	29.5	59.1
1.773	—	5.90	11.8	17.7	29.5	59.0
1.774	—	5.89	11.8	17.7	29.5	58.9
1.775	—	5.89	11.8	17.7	29.4	58.9
1.776	—	5.88	11.8	17.6	29.4	58.8
1.777	—	5.87	11.7	17.6	29.4	58.7
1.778	—	5.87	11.7	17.6	29.3	58.7
1.779	—	5.86	11.7	17.6	29.3	58.6
1.780	—	5.85	11.7	17.6	29.3	58.5
1.781	—	5.85	11.7	17.5	29.2	58.5
1.782	—	5.84	11.7	17.5	29.2	58.4
1.783	—	5.83	11.7	17.5	29.2	58.3
1.784	—	5.83	11.7	17.5	29.1	58.3
1.785	—	5.82	11.6	17.5	29.1	58.2
1.786	—	5.81	11.6	17.4	29.1	58.1
1.787	—	5.81	11.6	17.4	29.0	58.1
1.788	—	5.80	11.6	17.4	29.0	58.0
1.789	—	5.79	11.6	17.4	29.0	57.9
1.790	—	5.79	11.6	17.4	28.9	57.9
1.791	—	5.78	11.6	17.3	28.9	57.8
1.792	—	5.77	11.5	17.3	28.9	57.7
1.793	—	5.77	11.5	17.3	28.8	57.7
1.794	—	5.76	11.5	17.3	28.8	57.6
1.795	—	5.76	11.5	17.3	28.8	57.6
1.796	—	5.75	11.5	17.2	28.7	57.5
1.797	—	5.74	11.5	17.2	28.7	57.4
1.798	—	5.74	11.5	17.2	28.7	57.4
1.799	—	5.73	11.5	17.2	28.6	57.3
1.800	—	5.72	11.4	17.2	28.6	57.2
1.801	—	5.72	11.4	17.2	28.6	57.2
1.802	—	5.71	11.4	17.1	28.6	57.1
1.803	—	5.70	11.4	17.1	28.5	57.0
1.804	—	5.70	11.4	17.1	28.5	57.0
1.805	—	5.69	11.4	17.1	28.5	56.9

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.806	—	5.69	11.4	17.1	28.4	56.9
1.807	—	5.68	11.4	17.0	28.4	56.8
1.808	—	5.67	11.3	17.0	28.4	56.7
1.809	—	5.67	11.3	17.0	28.3	56.7
1.810	—	5.66	11.3	17.0	28.3	56.6
1.811	—	5.65	11.3	17.0	28.3	56.5
1.812	—	5.65	11.3	16.9	28.2	56.5
1.813	—	5.64	11.3	16.9	28.2	56.4
1.814	—	5.64	11.3	16.9	28.2	56.4
1.815	—	5.63	11.3	16.9	28.1	56.3
1.816	—	5.62	11.2	16.9	28.1	56.2
1.817	—	5.62	11.2	16.9	28.1	56.2
1.818	—	5.61	11.2	16.8	28.1	56.1
1.819	—	5.60	11.2	16.8	28.0	56.0
1.820	—	5.60	11.2	16.8	28.0	56.0
1.821	—	5.59	11.2	16.8	28.0	55.9
1.822	—	5.59	11.2	16.8	27.9	55.9
1.823	—	5.58	11.2	16.7	27.9	55.8
1.824	—	5.57	11.1	16.7	27.9	55.7
1.825	—	5.57	11.1	16.7	27.8	55.7
1.826	—	5.56	11.1	16.7	27.8	55.6
1.827	—	5.56	11.1	16.7	27.8	55.6
1.828	—	5.55	11.1	16.6	27.7	55.5
1.829	—	5.54	11.1	16.6	27.7	55.4
1.830	—	5.54	11.1	16.6	27.7	55.4
1.831	—	5.53	11.1	16.6	27.7	55.3
1.832	—	5.53	11.0	16.6	27.6	55.3
1.833	—	5.52	11.0	16.6	27.6	55.2
1.834	—	5.51	11.0	16.5	27.6	55.1
1.835	—	5.51	11.0	16.5	27.5	55.1
1.836	—	5.50	11.0	16.5	27.5	55.0
1.837	—	5.50	11.0	16.5	27.5	55.0
1.838	—	5.49	11.0	16.5	27.4	54.9
1.839	—	5.48	11.0	16.5	27.4	54.8
1.840	—	5.48	11.0	16.4	27.4	54.8
1.841	—	5.47	10.9	16.4	27.4	54.7
1.842	—	5.47	10.9	16.4	27.3	54.7
1.843	—	5.46	10.9	16.4	27.3	54.6
1.844	—	5.45	10.9	16.4	27.3	54.5
1.845	—	5.45	10.9	16.3	27.2	54.5

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.846	—	5.44	10.9	16.3	27.2	54.4
1.847	—	5.44	10.9	16.3	27.2	54.4
1.848	—	5.43	10.9	16.3	27.1	54.3
1.849	—	5.42	10.8	16.3	27.1	54.2
1.850	—	5.42	10.8	16.3	27.1	54.2
1.851	—	5.41	10.8	16.2	27.1	54.1
1.852	—	5.41	10.8	16.2	27.0	54.1
1.853	—	5.40	10.8	16.2	27.0	54.0
1.854	—	5.40	10.8	16.2	27.0	54.0
1.855	—	5.39	10.8	16.2	26.9	53.9
1.856	—	5.38	10.8	16.2	26.9	53.8
1.857	—	5.38	10.8	16.1	26.9	53.8
1.858	—	5.37	10.7	16.1	26.9	53.7
1.859	—	5.37	10.7	16.1	26.8	53.7
1.860	—	5.36	10.7	16.1	26.8	53.6
1.861	—	5.35	10.7	16.1	26.8	53.5
1.862	—	5.35	10.7	16.0	26.7	53.5
1.863	—	5.34	10.7	16.0	26.7	53.4
1.864	—	5.34	10.7	16.0	26.7	53.4
1.865	—	5.33	10.7	16.0	26.7	53.3
1.866	—	5.33	10.6	16.0	26.6	53.3
1.867	—	5.32	10.6	16.0	26.6	53.2
1.868	—	5.31	10.6	15.9	26.6	53.1
1.869	—	5.31	10.6	15.9	26.5	53.1
1.870	—	5.30	10.6	15.9	26.5	53.0
1.871	—	5.30	10.6	15.9	26.5	53.0
1.872	—	5.29	10.6	15.9	26.5	52.9
1.873	—	5.29	10.6	15.9	26.4	52.9
1.874	—	5.28	10.6	15.8	26.4	52.8
1.875	—	5.28	10.5	15.8	26.4	52.8
1.876	—	5.27	10.5	15.8	26.3	52.7
1.877	—	5.26	10.5	15.8	26.3	52.6
1.878	—	5.26	10.5	15.8	26.3	52.6
1.879	—	5.25	10.5	15.8	26.3	52.5
1.880	—	5.25	10.5	15.7	26.2	52.5
1.881	—	5.24	10.5	15.7	26.2	52.4
1.882	—	5.24	10.5	15.7	26.2	52.4
1.883	—	5.23	10.5	15.7	26.1	52.3
1.884	—	5.22	10.4	15.7	26.1	52.2
1.885	—	5.22	10.4	15.7	26.1	52.2

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.886	—	5.21	10.4	15.6	26.1	52.1
1.887	—	5.21	10.4	15.6	26.0	52.1
1.888	—	5.20	10.4	15.6	26.0	52.0
1.889	—	5.20	10.4	15.6	26.0	52.0
1.890	—	5.19	10.4	15.6	26.0	51.9
1.891	—	5.19	10.4	15.6	25.9	51.9
1.892	—	5.18	10.4	15.5	25.9	51.8
1.893	—	5.18	10.3	15.5	25.9	51.8
1.894	—	5.17	10.3	15.5	25.8	51.7
1.895	—	5.16	10.3	15.5	25.8	51.6
1.896	—	5.16	10.3	15.5	25.8	51.6
1.897	—	5.15	10.3	15.5	25.8	51.5
1.898	—	5.15	10.3	15.4	25.7	51.5
1.899	—	5.14	10.3	15.4	25.7	51.4
1.900	—	5.14	10.3	15.4	25.7	51.4
1.901	—	5.13	10.3	15.4	25.7	51.3
1.902	—	5.13	10.3	15.4	25.6	51.3
1.903	—	5.12	10.2	15.4	25.6	51.2
1.904	—	5.12	10.2	15.3	25.6	51.2
1.905	—	5.11	10.2	15.3	25.5	51.1
1.906	—	5.10	10.2	15.3	25.5	51.0
1.907	—	5.10	10.2	15.3	25.5	51.0
1.908	—	5.09	10.2	15.3	25.5	50.9
1.909	—	5.09	10.2	15.3	25.4	50.9
1.910	—	5.08	10.2	15.2	25.4	50.8
1.911	—	5.08	10.2	15.2	25.4	50.8
1.912	—	5.07	10.1	15.2	25.4	50.7
1.913	—	5.07	10.1	15.2	25.3	50.7
1.914	—	5.06	10.1	15.2	25.3	50.6
1.915	—	5.06	10.1	15.2	25.3	50.6
1.916	—	5.05	10.1	15.2	25.3	50.5
1.917	—	5.05	10.1	15.1	25.2	50.5
1.918	—	5.04	10.1	15.1	25.2	50.4
1.919	—	5.04	10.1	15.1	25.2	50.4
1.920	—	5.03	10.1	15.1	25.2	50.3
1.921	—	5.03	10.0	15.1	25.1	50.3
1.922	—	5.02	10.0	15.1	25.1	50.2
1.923	—	5.01	10.0	15.0	25.1	50.1
1.924	—	5.01	10.0	15.0	25.0	50.1
1.925	—	5.00	10.0	15.0	25.0	50.0

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.926	—	5.00	10.0	15.0	25.0	50.0
1.927	—	4.99	9.99	15.0	25.0	49.9
1.928	—	4.99	9.98	15.0	24.9	49.9
1.929	—	4.98	9.97	15.0	24.9	49.8
1.930	—	—	9.96	14.9	24.9	49.8
1.931	—	—	9.94	14.9	24.9	49.7
1.932	—	—	9.93	14.9	24.8	49.7
1.933	—	—	9.92	14.9	24.8	49.6
1.934	—	—	9.91	14.9	24.8	49.6
1.935	—	—	9.90	14.9	24.8	49.5
1.936	—	—	9.89	14.8	24.7	49.5
1.937	—	—	9.88	14.8	24.7	49.4
1.938	—	—	9.87	14.8	24.7	49.4
1.939	—	—	9.86	14.8	24.7	49.3
1.940	—	—	9.85	14.8	24.6	49.3
1.941	—	—	9.84	14.8	24.6	49.2
1.942	—	—	9.83	14.8	24.6	49.2
1.943	—	—	9.82	14.7	24.6	49.1
1.944	—	—	9.81	14.7	24.5	49.1
1.945	—	—	9.80	14.7	24.5	49.0
1.946	—	—	9.79	14.7	24.5	49.0
1.947	—	—	9.78	14.7	24.5	48.9
1.948	—	—	9.77	14.7	24.4	48.9
1.949	—	—	9.76	14.6	24.4	48.8
1.950	—	—	9.75	14.6	24.4	48.8
1.951	—	—	9.74	14.6	24.4	48.7
1.952	—	—	9.73	14.6	24.3	48.7
1.953	—	—	9.72	14.6	24.3	48.6
1.954	—	—	9.71	14.6	24.3	48.6
1.955	—	—	9.70	14.6	24.3	48.5
1.956	—	—	9.69	14.5	24.2	48.5
1.957	—	—	9.68	14.5	24.2	48.4
1.958	—	—	9.67	14.5	24.2	48.4
1.959	—	—	9.66	14.5	24.2	48.3
1.960	—	—	9.65	14.5	24.1	48.3
1.961	—	—	9.64	14.5	24.1	48.2
1.962	—	—	9.63	14.5	24.1	48.2
1.963	—	—	9.62	14.4	24.1	48.1
1.964	—	—	9.61	14.4	24.0	48.1
1.965	—	—	9.60	14.4	24.0	48.0

(续)

平均压痕直径 d/mm	试验力 F/N					
	49.03	98.07	196.1	294.2	490.3	980.7
	维氏硬度					
	HV5	HV10	HV20	HV30	HV50	HV100
1.966	—		9.59	14.4	24.0	48.0
1.967	—	—	9.58	14.4	24.0	47.9
1.968	—	—	9.57	14.4	23.9	47.9
1.969	—	—	9.56	14.3	23.9	47.8
1.970	—	—	9.56	14.3	23.9	47.8
1.971	—	—	9.55	14.3	23.9	47.7
1.972	—	—	9.54	14.3	23.8	47.7
1.973	—	—	9.53	14.3	23.8	47.6
1.974	—	—	9.52	14.3	23.8	47.6
1.975	—	—	9.51	14.3	23.8	47.5
1.976	—	—	9.50	14.2	23.7	47.5
1.977	—	—	9.49	14.2	23.7	47.4
1.978	—	—	9.48	14.2	23.7	47.4
1.979	—	—	9.47	14.2	23.7	47.4
1.980	—	—	9.46	14.2	23.6	47.3
1.981	—	—	9.45	14.2	23.6	47.3
1.982	—	—	9.44	14.2	23.6	47.2
1.983	—	—	9.43	14.1	23.6	47.2
1.984	—	—	9.42	14.1	23.5	47.1
1.985	—	—	9.41	14.1	23.5	47.1
1.986	—	—	9.40	14.1	23.5	47.0
1.987	—	—	9.39	14.1	23.5	47.0
1.988	—	—	9.38	14.1	23.5	46.9
1.989	—	—	9.37	14.1	23.4	46.9
1.990	—	—	9.36	14.0	23.4	46.8
1.991	—	—	9.35	14.0	23.4	46.8
1.992	—	—	9.35	14.0	23.4	46.7
1.993	—	—	9.34	14.0	23.3	46.7
1.994	—	—	9.33	14.0	23.3	46.6
1.995	—	—	9.32	14.0	23.3	46.6
1.996	—	—	9.31	14.0	23.3	46.5
1.997	—	—	9.30	14.0	23.2	46.5
1.998	—	—	9.29	13.9	23.2	46.5
1.999	—	—	9.28	13.9	23.2	46.4

6) 对于在曲面试样上试验的结果, 要按表3-17 ~ 表3-22 进行修正, 即用原计算值(或查阅值)乘以表中的系数。

表 3-17 在凸球面上进行试验时的修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.004	0.995	0.086	0.920
0.009	0.990	0.093	0.915
0.013	0.985	0.100	0.910
0.018	0.980	0.107	0.905
0.023	0.975	0.114	0.900
0.028	0.970	0.122	0.895
0.033	0.965	0.130	0.890
0.038	0.960	0.139	0.885
0.043	0.955	0.147	0.880
0.049	0.950	0.156	0.875
0.055	0.945	0.165	0.870
0.061	0.940	0.175	0.865
0.067	0.935	0.185	0.860
0.073	0.930	0.195	0.855
0.079	0.925	0.206	0.850

表 3-18 在凹球面上进行试验时的修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.004	1.005	0.057	1.080
0.008	1.010	0.060	1.085
0.012	1.015	0.063	1.090
0.016	1.020	0.066	1.095
0.020	1.025	0.069	1.100
0.024	1.030	0.071	1.105
0.028	1.035	0.074	1.110
0.031	1.040	0.077	1.115
0.035	1.045	0.079	1.120
0.038	1.050	0.082	1.125
0.041	1.055	0.084	1.130
0.045	1.060	0.087	1.135
0.048	1.065	0.089	1.140
0.051	1.070	0.091	1.145
0.054	1.075	0.094	1.150

表 3-19 在凸圆柱面（一对角线与圆柱轴线呈 45° ）上进行试验时的修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.009	0.995	0.109	0.940
0.017	0.990	0.119	0.935
0.026	0.985	0.129	0.930
0.035	0.980	0.139	0.925
0.044	0.975	0.149	0.920
0.053	0.970	0.159	0.915
0.062	0.965	0.169	0.910
0.071	0.960	0.179	0.905
0.081	0.955	0.189	0.900
0.090	0.950	0.200	0.895
0.100	0.945		

表 3-20 在凹圆柱面（一对角线与圆柱轴线呈 45° ）上进行试验时的修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.009	1.005	0.127	1.080
0.017	1.010	0.134	1.085
0.025	1.015	0.141	1.090
0.034	1.020	0.148	1.095
0.042	1.025	0.155	1.100
0.050	1.030	0.162	1.105
0.058	1.035	0.169	1.110
0.066	1.040	0.176	1.115
0.074	1.045	0.183	1.120
0.082	1.050	0.189	1.125
0.089	1.055	0.196	1.130
0.097	1.060	0.203	1.135
0.104	1.065	0.209	1.140
0.112	1.070	0.216	1.145
0.119	1.075	0.222	1.150

表 3-21 在凸圆柱面（一对角线平行于圆柱轴线）上进行试验时的修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.009	0.995	0.085	0.965
0.019	0.990	0.104	0.960
0.029	0.985	0.126	0.955
0.041	0.980	0.153	0.950
0.054	0.975	0.189	0.945
0.068	0.970	0.243	0.940

表 3-22 在凹圆柱面（一对角线平行于圆柱轴线）上进行试验时的修正系数

d/D	修正系数	d/D	修正系数
0.008	1.005	0.087	1.080
0.016	1.010	0.090	1.085
0.023	1.105	0.093	1.090
0.030	1.020	0.097	1.095
0.036	1.025	0.100	1.100
0.042	1.030	0.103	1.105
0.048	1.035	0.105	1.110
0.053	1.040	0.108	1.115
0.058	1.045	0.111	1.120
0.063	1.050	0.113	1.125
0.067	1.055	0.116	1.130
0.071	1.060	0.118	1.135
0.076	1.065	0.120	1.140
0.079	1.070	0.123	1.145
0.083	1.075	0.125	1.150

3.5 金属材料努氏硬度试验

金属材料努氏硬度试验按照 GB/T 18449.1—2009《金属材料 努氏硬度试验 第1部分：试验方法》、GB/T 18849.2—2012《金属材料 努氏硬度试验 第2部分：硬度计的检验与校准》、GB/T 18449.3—2012《金属材料 努氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定》和 GB/T 18449.4—2009《金属材料 努氏硬度试验 第4部分：硬度值表》进行。

3.5.1 试样

1) 应在平坦光滑的试样表面上进行试验，试样表面应抛光，并应无氧化皮及外界污物，尤其不应有油脂。在各种试验条件下，压痕周边均应清晰地出现在显微镜视场中。试样表面应保证精确测量压痕对角线长度的测定。

2) 制备试样时应采取措施，使由于发热或冷加工等因素对试样表面硬度的影响减至最小。

3) 由于努氏硬度压痕很浅，在准备样品时应采取特殊措施。推荐根据被测材料选取适合的抛光和电解抛光技术。

4) 试验后，试样背面不应出现可见变形。

5) 对于小横截面或形状不规则的试样，可使用类似镶嵌的辅助支承，保证在加力过程中试样不发生移动。

3.5.2 试验设备

努氏硬度试验没有专门的硬度计，通常是共用显微维氏硬度计，只要更换压头并改变硬度值的算法即可。一般施加预定试验力或 $98.07 \times 10^{-3} \sim 19.614\text{N}$ 的试验力。

努氏硬度压痕测量装置应符合 GB/T 18449.2 的相应要求。压痕测量装置应能将对角线放大到视场的 25% ~ 75%。

测量系统报出的对角线长度应精确至 $0.1\mu\text{m}$ 。

使用者应在使用硬度计之前，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 18449.3 标定过的标准硬度块上的标准压痕进行压痕测量装置的间接检验。压痕测量值应与标准硬度块证书上的标准值相差在 0.5% 和 $0.4\mu\text{m}$ （取两者中的较大值）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 18449.3 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 18449.2 中给出的允许误差之内，则硬度计被认为是满意的；如果超出允许误差，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。

3.5.3 试验内容及结果表示

1. 试验要求

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

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。

3) 试验过程中，硬度计应避免受到冲击和振动。

4) 每个试样上的试验点数不少于 4 点，第 1 点不计。

5) 不同条件下的试验力如表 3-23 所示。

表 3-23 不同条件下的试验力

硬度符号	试验力值 F	
	N	近似的 $\text{kgf}^{\text{①}}$ 当量数
HK0.01	0.09807	0.010
HK0.02	0.1961	0.020
HK0.025	0.2452	0.025
HK0.05	0.4903	0.050
HK0.1	0.9807	0.100
HK0.2	1.961	0.200
HK0.3	2.942	0.300
HK0.5	4.903	0.500
HK1	9.807	1.000
HK2	19.614	2.000

① kgf 不是国际单位制单位。

2. 试验原理

将顶部两相对面具有规定角度的菱形棱锥体金刚石压头用试验力 F 压入试样表面，经规定保持时间后卸除试验力，测量试样表面压痕长对角线的长度，如图 3-10 和图 3-11 所示。努氏硬度与试验力除以压痕投影面积所得的商成正比，压痕被视为具有与压头顶部角度相同的菱形基面棱锥体形状。

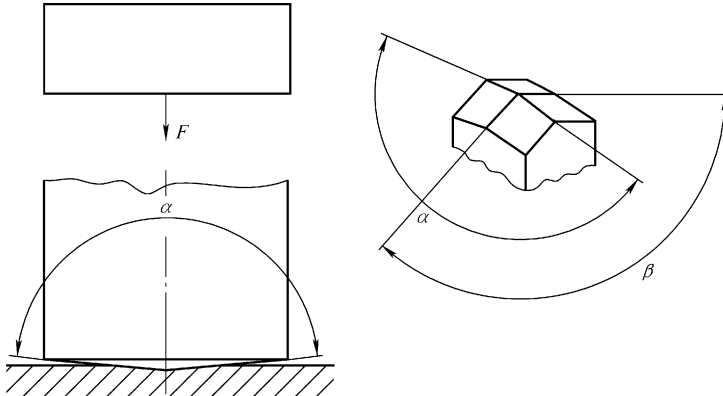


图 3-10 努氏硬度的压头

努氏硬度的计算如下:

$$\begin{aligned} \text{努氏硬度} &= 0.102 \times \frac{F}{A} = 0.102 \times \frac{F}{d^2 c} \\ &\approx 0.102 \times \frac{F}{0.07028 d^2} \approx \frac{1.451 F}{d^2} \end{aligned}$$

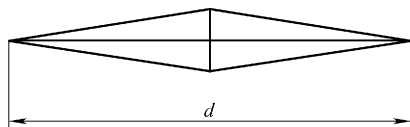


图 3-11 努氏硬度压痕

即努氏硬度的计算公式为

$$\text{努氏硬度} = \frac{1.451 F}{d^2}$$

式中 0.102——试验力单位由 kgf 更换为 N 后需要乘以的系数, 即 $1/g = 1/9.80665 = 0.102$ (g 标准重力加速度);

F ——试验力, 单位为 N;

A ——压痕投影面积, 单位为 mm^2 。

d ——压痕长对角线长度, 单位为 mm;

c ——压头常数, $c = \tan(\beta/2) / [2 \tan(\alpha/2)]$, 其中, α 、 β 是相对棱边之间的夹角, 分别为 $172.5^\circ \pm 0.1^\circ$ 、 $130^\circ \pm 0.1^\circ$ 。

3. 硬度值的表示

努氏硬度用 HK 表示, 符号之前为硬度值, 符号之后依次为表示试验力的数字 (见表 3-23)、试验力保持时间 (10 ~ 15s 不标注)。例如: 640HK0.1 表示在试验力为 0.9807N (0.1kgf) 下保持 10 ~ 15s 测定的努氏硬度值为 640; 640HK0.1/20 表示在试验力为 0.9807N (0.1kgf) 下保持 20s 测定的努氏硬度值为 640。

4. 试验程序

1) 使压头与试样表面接触, 垂直于试验面施加试验力, 加力过程中不应有冲击和振动, 直至将试验力施加至规定值。从加力开始至全部试验力施加完毕的时间应不超过 10s, 压头下降速度应在 $15 \sim 70 \mu\text{m/s}$ 之间。

2) 试验力保持时间为 10 ~ 15s。对于特殊材料, 试验力保持时间可以延长, 但误差应在 $\pm 2\text{s}$ 之内。

3) 在整个试验期间, 硬度计应避免受到冲击和振动。

4) 任一压痕中心距试样边缘距离, 至少应为短压痕对角线长度的 3 倍。

5) 肩并肩的两相邻压痕之间的最小距离至少应为压痕短对角线长度的 2.5 倍, 头碰头的两相邻压痕之间的最小距离至少应为压痕长对角线长度的 1 倍。如果两压痕的大小不同, 压痕之间的最小距离至少应为较大压痕短对角线长度的 1 倍。

6) 测量压痕长对角线的长度, 用长对角线的长度计算努氏硬度。对于所有试验, 压痕的周边在显微镜的视场里应被清晰地定义。降低试验力也就增加了测量结果的分散性。这尤其适用于低力值的努氏硬度试验, 在测量长压痕对角线时将出现主要缺陷。

7) 压痕测量装置应能将对角线放大到视场的 25% ~ 75%。

8) 如果长压痕对角线的一半与另一半相差超过 10%, 应检查试样测量表面与支撑表面之间的平行度, 最终保证压头与试样之间的同轴性。试验结果偏差超过 10% 的应该舍弃。

9) 平面努氏硬度值的计算如表 3-24 所示。

表 3-24 平面努氏硬度值的计算

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0200	355.8	711.3	889.5	1779	—	—	—	—	—
0.0202	348.7	697.2	872.0	1743	—	—	—	—	—
0.0204	341.9	683.6	855.0	1709	—	—	—	—	—
0.0206	335.3	670.4	838.4	1676	—	—	—	—	—
0.0208	328.9	657.6	822.4	1644	—	—	—	—	—
0.0210	322.7	645.1	806.8	1613	—	—	—	—	—
0.0212	316.6	633.0	791.7	1583	—	—	—	—	—
0.0214	310.7	621.2	776.9	1553	—	—	—	—	—
0.0216	305.0	609.8	762.6	1525	—	—	—	—	—
0.0218	299.4	598.6	748.7	1497	2994	—	—	—	—
0.0220	294.0	587.8	735.1	1470	2940	—	—	—	—
0.0222	288.7	577.3	721.9	1443	2887	—	—	—	—
0.0224	283.6	567.0	709.1	1418	2836	—	—	—	—
0.0226	278.6	557.0	696.6	1393	2786	—	—	—	—
0.0228	273.7	547.3	684.4	1368	2737	—	—	—	—
0.0230	269.0	537.8	672.6	1345	2690	—	—	—	—
0.0282	264.4	528.6	661.0	1322	2644	—	—	—	—
0.0234	259.9	519.6	649.8	1299	2599	—	—	—	—
0.0236	255.5	510.8	638.8	1277	2555	—	—	—	—
0.0238	251.2	502.3	628.1	1256	2512	—	—	—	—
0.0240	247.0	493.9	617.7	1235	2470	—	—	—	—
0.0242	243.0	485.8	607.5	1215	2430	—	—	—	—
0.0244	239.0	477.9	597.6	1195	2390	—	—	—	—
0.0246	235.1	470.1	587.9	1176	2351	—	—	—	—
0.0248	231.4	462.6	578.5	1157	2314	—	—	—	—
0.0250	227.7	455.2	569.3	1138	2277	—	—	—	—
0.0252	224.1	448.0	560.3	1120	2241	—	—	—	—
0.0254	220.6	441.0	551.5	1103	2206	—	—	—	—
0.0256	217.1	434.1	542.9	1086	2171	—	—	—	—
0.0258	213.8	427.4	534.5	1069	2138	—	—	—	—
0.0260	210.5	420.9	526.3	1052	2105	—	—	—	—
0.0262	207.3	414.5	518.3	1036	2073	—	—	—	—

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0264	204.2	408.2	510.5	1021	2042	—	—	—	—
0.0266	201.1	402.1	502.9	1005	2011	—	—	—	—
0.0268	198.1	396.1	495.4	990.5	1981	—	—	—	—
0.0270	195.2	390.3	488.1	975.9	1952	—	—	—	—
0.0272	192.3	384.5	480.9	961.6	1923	—	—	—	—
0.0274	189.5	378.9	473.9	947.6	1895	—	—	—	—
0.0276	186.8	373.5	467.1	933.9	1868	—	—	—	—
0.0278	184.1	368.1	460.4	920.5	1841	—	—	—	—
0.0280	181.5	362.9	453.8	907.4	1815	—	—	—	—
0.0282	178.9	357.8	447.4	894.6	1789	—	—	—	—
0.0284	176.4	352.7	441.1	882.0	1764	—	—	—	—
0.0286	174.0	347.8	435.0	869.7	1740	—	—	—	—
0.0288	171.6	343.0	429.0	857.7	1716	—	—	—	—
0.0290	169.2	338.3	423.1	845.9	1692	—	—	—	—
0.0292	166.9	333.7	417.3	834.3	1669	—	—	—	—
0.0294	164.6	329.1	411.6	823.0	1646	—	—	—	—
0.0296	162.4	324.7	406.1	812.0	1624	—	—	—	—
0.0298	160.2	320.4	400.7	801.1	1602	—	—	—	—
0.0300	158.1	316.1	395.3	790.4	1581	—	—	—	—
0.0302	156.0	311.9	390.1	780.0	1560	—	—	—	—
0.0304	154.0	307.8	385.0	769.8	1540	—	—	—	—
0.0306	152.0	303.8	380.0	759.8	1520	—	—	—	—
0.0308	150.0	299.9	375.1	749.9	1500	2999	—	—	—
0.0310	148.1	296.0	370.2	740.3	1481	2960	—	—	—
0.0312	146.2	292.3	365.5	730.8	1462	2923	—	—	—
0.0314	144.3	288.6	360.9	721.5	1443	2886	—	—	—
0.0316	142.5	284.9	356.3	712.4	1425	2849	—	—	—
0.0318	140.1	281.3	351.8	703.5	1407	2813	—	—	—
0.0320	139.0	277.8	347.5	694.7	1390	2778	—	—	—
0.0322	137.2	274.4	343.2	686.1	1372	2744	—	—	—
0.0324	135.6	271.0	338.9	677.7	1356	2710	—	—	—

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0326	133.9	267.7	334.8	669.4	1339	2677	—	—	—
0.0328	132.3	264.4	330.7	661.3	1323	2644	—	—	—
0.0330	130.7	261.2	326.7	653.3	1307	2612	—	—	—
0.0332	129.1	258.1	322.8	645.4	1291	2581	—	—	—
0.0334	127.6	255.0	318.9	637.7	1276	2550	—	—	—
0.0336	126.0	252.0	315.2	630.1	1260	2520	—	—	—
0.0338	124.6	249.0	311.4	622.7	1246	2490	—	—	—
0.0340	123.1	246.1	307.8	615.4	1231	2461	—	—	—
0.0342	121.7	243.2	304.2	608.2	1217	2432	—	—	—
0.0344	120.3	240.4	300.7	601.2	1203	2404	—	—	—
0.0346	118.9	237.6	297.2	594.2	1189	2376	—	—	—
0.0348	117.5	234.9	293.8	587.4	1175	2349	—	—	—
0.0350	116.2	232.2	290.4	580.7	1162	2322	—	—	—
0.0352	114.8	229.6	287.2	574.2	1148	2296	—	—	—
0.0354	113.0	227.0	283.9	567.7	1136	2270	—	—	—
0.0356	112.3	224.5	280.7	561.3	1123	2245	—	—	—
0.0358	111.0	222.0	277.6	555.1	1110	2220	—	—	—
0.0360	109.8	219.5	274.5	548.9	1098	2195	—	—	—
0.0362	108.6	217.1	271.5	542.9	1086	2171	—	—	—
0.0364	107.4	214.7	268.5	536.9	1074	2147	—	—	—
0.0366	106.2	212.4	265.6	531.1	1062	2124	—	—	—
0.0368	105.1	210.1	262.7	525.3	1051	2101	—	—	—
0.0370	103.9	207.8	259.9	519.6	1039	2078	—	—	—
0.0372	102.8	205.6	257.1	514.1	1028	2056	—	—	—
0.0374	101.7	203.4	254.4	508.6	1017	2034	—	—	—
0.0376	100.7	201.2	251.7	503.2	1007	2012	—	—	—
0.0378	99.59	199.1	249.0	497.9	995.9	1991	2988	—	—
0.0380	98.55	197.0	246.4	492.7	985.5	1970	2956	—	—
0.0382	97.52	195.0	243.8	487.5	975.2	1950	2925	—	—
0.0384	96.50	192.9	241.3	482.4	965.0	1929	2895	—	—
0.0386	95.51	190.9	238.8	477.5	955.1	1909	2865	—	—

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0388	94.52	189.0	236.3	472.6	945.2	1890	2836	—	—
0.0390	93.56	187.0	233.9	467.7	935.6	1870	2807	—	—
0.0392	92.60	185.1	231.5	463.0	926.0	1851	2778	—	—
0.0394	91.67	185.3	229.2	458.3	916.7	1833	2750	—	—
0.0396	90.74	181.4	226.9	453.7	907.4	1814	2722	—	—
0.0398	89.83	179.6	224.6	449.1	898.3	1796	2695	—	—
0.0400	88.94	177.8	222.4	444.6	889.4	1778	2668	—	—
0.0402	88.05	176.0	220.2	440.2	880.5	1760	2642	—	—
0.0404	87.19	174.3	218.0	435.9	871.9	1743	2616	—	—
0.0406	86.33	172.6	215.9	431.6	863.3	1726	2590	—	—
0.0408	85.48	170.9	213.7	427.4	854.8	1709	2565	—	—
0.0410	84.65	169.2	211.7	423.2	846.5	1692	2540	—	—
0.0412	83.83	167.6	209.6	419.1	838.3	1676	2515	—	—
0.0414	83.02	166.0	207.6	415.1	830.2	1660	2491	—	—
0.0416	82.23	164.4	205.6	411.1	822.3	1644	2467	—	—
0.0418	81.44	162.8	203.6	407.2	814.4	1628	2443	—	—
0.0420	80.67	161.3	201.7	403.3	806.7	1613	2420	—	—
0.0422	79.91	159.8	199.8	399.5	799.1	1598	2397	—	—
0.0424	79.15	158.3	197.9	395.7	791.5	1583	2375	—	—
0.0426	78.41	156.8	196.1	392.0	784.1	1568	2352	—	—
0.0428	77.68	155.3	194.2	388.4	776.8	1553	2330	—	—
0.0430	76.96	153.9	192.4	384.7	769.6	1539	2309	—	—
0.0432	76.25	152.4	190.7	381.2	762.5	1524	2287	—	—
0.0434	75.55	151.0	188.9	377.7	755.5	1510	2266	—	—
0.0436	74.86	149.7	187.2	374.2	748.6	1497	2246	—	—
0.0438	74.17	148.3	185.5	370.8	741.7	1483	2225	—	—
0.0440	73.50	147.0	183.8	367.5	735.0	1470	2205	—	—
0.0442	72.84	145.6	182.1	364.1	728.4	1456	2185	—	—
0.0444	72.18	144.3	180.5	360.9	721.8	1443	2166	—	—
0.0446	71.54	143.0	178.9	357.6	715.4	1430	2146	—	—
0.0448	70.90	141.8	177.3	354.5	709.0	1418	2127	—	—

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0450	70.27	140.5	175.7	351.3	702.7	1405	2108	—	—
0.0452	69.65	138.3	174.2	348.2	696.5	1393	2090	—	—
0.0454	69.04	138.0	172.6	345.1	690.4	1380	2071	—	—
0.0456	68.43	136.8	171.1	342.1	684.3	1368	2053	—	—
0.0458	67.84	135.6	169.6	339.1	678.4	1356	2035	—	—
0.0460	67.25	134.5	168.1	336.2	672.5	1345	2017	—	—
0.0462	66.67	133.3	166.7	333.3	666.7	1333	2000	—	—
0.0464	66.10	132.1	165.3	330.4	661.0	1321	1983	—	—
0.0466	65.53	131.0	163.8	327.6	655.3	1310	1966	—	—
0.0468	64.97	129.9	162.4	324.8	649.7	1299	1949	—	—
0.0470	64.42	128.8	161.1	322.0	644.2	1288	1933	—	—
0.0472	63.87	127.7	159.7	319.3	638.7	1277	1916	—	—
0.0474	63.34	126.6	158.4	316.6	633.4	1266	1900	—	—
0.0476	62.80	125.5	157.0	314.0	628.0	1256	1884	—	—
0.0478	62.28	124.5	155.7	311.4	622.8	1245	1868	—	—
0.0480	61.76	123.5	154.4	308.8	617.6	1235	1853	—	—
0.0482	61.25	122.5	153.1	306.2	612.5	1225	1838	—	—
0.0484	60.75	121.4	151.9	303.7	607.5	1214	1822	—	—
0.0486	60.25	120.5	150.6	301.2	602.5	1205	1807	—	—
0.0488	59.75	119.5	149.4	298.7	597.5	1195	1793	2987	—
0.0490	59.27	118.5	148.2	296.3	592.7	1185	1778	2963	—
0.0492	58.79	117.5	147.0	293.9	587.9	1175	1764	2939	—
0.0494	58.31	116.6	145.8	291.5	583.1	1166	1749	2915	—
0.0496	57.84	115.6	144.6	289.2	578.4	1156	1735	2892	—
0.0498	57.38	114.7	143.5	286.9	573.8	1147	1721	2869	—
0.0500	56.92	113.8	142.3	284.6	569.2	1138	1708	2846	—
0.0502	56.47	112.9	141.2	282.3	564.7	1129	1694	2823	—
0.0504	56.02	112.0	140.1	280.1	560.2	1120	1681	2801	—
0.0506	55.58	111.1	139.0	277.9	555.8	1111	1667	2779	—
0.0508	55.14	110.2	137.9	275.7	551.4	1102	1654	2757	—
0.0510	54.71	109.4	136.8	273.5	547.1	1094	1641	2735	—

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0512	54.28	108.5	135.7	271.4	542.8	1085	1628	2714	—
0.0514	53.86	107.7	134.7	269.3	538.6	1077	1616	2693	—
0.0516	53.44	106.9	138.6	267.2	534.4	1069	1603	2672	—
0.0518	53.03	106.0	132.6	265.1	530.3	1060	1591	2651	—
0.0520	52.63	105.2	131.6	263.1	526.3	1052	1579	2631	—
0.0522	52.22	104.4	130.6	261.1	522.2	1044	1567	2611	—
0.0524	51.83	103.6	129.6	259.1	518.3	1036	1555	2591	—
0.0526	51.43	102.8	128.6	257.1	514.3	1028	1543	2571	—
0.0528	51.04	102.1	127.6	255.2	510.4	1021	1531	2552	—
0.0530	50.66	101.3	126.7	253.3	506.6	1013	1520	2533	—
0.0532	50.28	100.5	125.7	251.4	502.8	1005	1508	2514	—
0.0534	49.90	99.77	124.8	249.5	499.0	997.7	1497	2495	—
0.0536	49.53	99.03	123.8	247.6	495.3	990.3	1486	2476	—
0.0538	49.16	98.29	122.9	245.8	491.6	982.9	1475	2458	—
0.0540	48.80	97.57	122.0	244.0	488.0	975.7	1453	2440	—
0.0542	48.44	96.85	121.1	242.2	484.4	968.5	1453	2422	—
0.0544	48.08	96.14	120.2	240.4	480.8	961.4	1443	2404	—
0.0546	47.73	95.43	119.3	238.6	477.3	954.3	1432	2369	—
0.0548	47.39	94.74	118.5	236.9	473.9	947.4	1422	2369	—
0.0550	47.04	94.05	117.6	235.2	470.4	940.5	1411	2352	—
0.0552	46.70	93.37	116.8	233.5	467.0	933.7	1401	2335	—
0.0554	46.36	92.70	115.9	231.8	463.6	927.0	1391	2318	—
0.0556	46.03	92.03	115.1	230.1	460.3	920.3	1381	2301	—
0.0558	45.70	91.37	114.3	228.5	457.0	913.7	1371	2285	—
0.0560	45.38	90.72	113.5	226.8	453.8	907.2	1361	2268	—
0.0562	45.05	90.08	112.7	225.2	450.5	900.8	1352	2252	—
0.0564	44.73	89.44	111.9	223.6	447.3	894.4	1342	2236	—
0.0566	44.42	88.81	111.1	222.1	444.2	888.1	1333	2221	—
0.0568	44.11	88.18	110.3	220.5	441.1	881.8	1323	2205	—
0.0570	43.80	87.57	109.5	219.0	438.0	875.7	1314	2190	—
0.0572	43.49	86.95	108.7	217.4	434.9	869.5	1305	2174	—

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0574	43.19	86.35	108.0	215.9	431.9	863.5	1296	2159	—
0.0576	42.89	85.75	107.2	214.4	428.9	857.5	1287	2144	—
0.0578	42.59	85.16	106.5	212.9	425.9	851.6	1278	2129	—
0.0580	42.30	84.57	105.8	211.5	423.0	845.7	1269	2115	—
0.0582	42.01	83.99	105.0	210.0	420.1	839.9	1260	2100	—
0.0584	41.72	83.42	104.3	208.6	417.2	834.2	1252	2086	—
0.0586	41.44	82.85	103.6	207.2	414.2	828.5	1243	2072	—
0.0588	41.16	82.29	102.9	205.8	411.6	822.9	1235	2058	—
0.0590	40.88	81.73	102.2	204.4	408.8	817.3	1226	2044	—
0.0592	40.60	81.18	101.5	203.0	406.0	811.8	1218	2030	—
0.0594	40.33	80.63	100.8	201.6	403.3	806.3	1210	2016	—
0.0596	40.06	80.09	100.2	200.3	400.6	800.9	1202	2003	—
0.0598	39.79	79.56	99.50	198.9	397.9	795.6	1194	1989	—
0.0600	39.53	79.03	98.83	197.6	395.3	790.3	1186	1976	—
0.0602	39.27	78.50	98.18	196.3	392.7	785.0	1178	1963	—
0.0604	39.01	77.98	97.53	195.0	390.1	779.8	1170	1950	—
0.0606	38.75	77.47	96.89	193.7	387.5	774.7	1162	1937	—
0.0608	38.49	76.96	96.25	192.4	384.9	769.6	1155	1924	—
0.0610	38.24	76.46	95.62	191.2	382.4	764.6	1147	1912	—
0.0612	37.99	75.96	95.00	189.9	379.9	759.6	1140	1899	—
0.0614	37.75	75.46	94.38	188.7	377.5	754.5	1132	1887	—
0.0616	37.50	74.98	93.77	187.5	375.0	749.8	1125	1875	—
0.0618	37.26	74.49	93.16	186.3	372.6	744.9	1118	1863	—
0.0620	37.02	74.01	92.56	185.1	370.2	740.1	1111	1851	—
0.0622	36.78	73.54	91.97	183.9	367.8	735.4	1103	1839	—
0.0624	36.55	73.07	91.38	182.7	365.5	730.7	1096	1827	—
0.0626	36.31	72.60	90.79	181.5	363.1	726.0	1089	1815	—
0.0628	36.08	72.14	90.22	180.4	360.8	721.4	1082	1804	—
0.0630	35.85	71.68	89.64	179.2	358.5	716.8	1076	1792	—
0.0632	35.63	71.23	89.08	178.1	356.3	712.3	1069	1781	—
0.0634	35.40	70.78	88.52	177.0	354.0	707.8	1062	1770	—

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0636	35.18	70.33	87.96	175.9	351.8	703.3	1055	1759	—
0.0638	34.96	69.89	87.41	174.8	349.6	698.9	1049	1748	—
0.0640	34.74	69.46	86.87	173.7	347.4	694.6	1042	1737	—
0.0642	34.53	69.03	86.32	172.6	345.3	690.3	1036	1726	—
0.0644	34.31	68.60	85.79	171.5	343.1	686.0	1029	1715	—
0.0646	34.10	68.17	85.26	170.5	341.0	681.7	1023	1705	—
0.0648	33.89	67.75	84.73	169.4	338.9	677.5	1017	1694	—
0.0650	33.68	67.34	84.21	168.4	336.8	673.4	1010	1684	—
0.0652	33.47	66.92	83.70	167.3	334.7	669.2	1004	1673	—
0.0654	33.27	66.52	83.19	166.3	332.7	665.2	998.1	1663	—
0.0656	33.07	66.11	82.68	165.3	330.7	661.1	992.0	1653	—
0.0658	32.87	65.71	82.18	164.3	328.7	657.1	986.0	1643	—
0.0660	32.67	65.31	81.68	163.3	326.7	653.1	980.0	1633	—
0.0662	32.47	64.92	81.19	162.3	324.7	649.2	974.1	1623	—
0.0664	32.28	64.53	80.70	161.4	322.8	645.3	968.3	1614	—
0.0666	32.08	64.14	80.22	160.4	320.8	641.4	962.4	1604	—
0.0668	31.89	63.76	79.74	159.4	318.9	637.6	956.7	1594	—
0.0670	31.70	63.38	79.26	158.5	317.0	633.8	951.0	1585	—
0.0672	31.51	63.00	78.79	157.5	315.1	630.0	945.3	1575	—
0.0674	31.32	62.63	78.32	156.6	313.2	626.3	939.7	1566	—
0.0676	31.14	62.26	77.86	155.7	311.4	622.6	934.2	1557	—
0.0678	30.96	61.89	77.40	154.8	309.6	618.9	928.7	1548	—
0.0680	30.77	61.53	76.95	153.8	307.7	615.3	923.2	1538	—
0.0682	30.59	61.17	76.50	152.9	305.9	611.7	917.8	1529	—
0.0684	30.42	60.81	76.05	152.1	304.2	608.1	912.5	1521	—
0.0686	30.24	60.46	75.61	151.2	302.4	604.6	907.1	1512	—
0.0688	30.06	60.10	75.17	150.3	300.6	601.0	901.9	1503	—
0.0690	29.89	59.76	74.73	149.4	298.9	597.6	896.7	1494	2988
0.0692	29.72	59.41	74.30	148.6	297.2	594.1	891.5	1486	2972
0.0694	29.55	59.07	73.87	147.7	295.5	590.7	886.4	1477	2955
0.0696	29.38	58.73	73.45	146.9	293.8	587.3	881.3	1469	2938

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0698	29.21	58.39	73.03	146.0	292.1	583.9	876.2	1460	2921
0.0700	29.04	58.06	72.61	145.2	290.4	580.6	871.2	1452	2904
0.0702	28.88	57.73	72.20	144.4	288.8	577.3	866.3	1444	2888
0.0704	28.71	57.40	71.79	143.5	287.1	574.0	861.4	1435	2871
0.0706	28.55	57.08	71.38	142.7	285.5	570.8	856.5	1427	2855
0.0708	28.39	56.76	70.98	141.9	283.9	567.6	851.6	1419	2839
0.0710	28.23	56.44	70.58	141.1	282.3	564.4	846.9	1411	2823
0.0712	28.07	56.12	70.19	140.3	280.7	561.2	842.1	1403	2807
0.0714	27.91	55.81	69.79	139.5	279.1	558.1	837.4	1395	2791
0.0716	27.76	55.50	69.40	138.8	277.6	555.0	832.7	1388	2776
0.0718	27.60	55.19	69.02	138.0	276.0	551.9	828.1	1380	2760
0.0720	27.45	54.88	68.63	137.2	274.5	548.8	823.5	1372	2745
0.0722	27.30	54.58	68.25	136.5	273.0	545.8	818.9	1365	2730
0.0724	27.15	54.28	67.88	135.7	271.5	542.8	814.4	1357	2715
0.0726	27.00	53.98	67.50	135.0	270.0	539.8	809.9	1350	2700
0.0728	26.85	53.68	67.13	134.2	268.5	536.8	805.5	1342	2685
0.0730	26.70	53.39	66.77	133.5	267.0	533.9	801.1	1335	2670
0.0732	26.56	53.10	66.40	132.8	265.6	531.0	796.7	1328	2656
0.0734	26.41	52.81	66.04	132.0	264.1	528.1	792.4	1320	2641
0.0736	26.27	52.52	65.68	131.3	262.7	525.2	788.1	1313	2627
0.0738	26.13	52.24	65.33	130.6	261.3	522.4	783.8	1306	2613
0.0740	25.99	51.95	64.97	129.9	259.9	519.5	779.6	1299	2599
0.0742	25.85	51.67	64.62	129.2	258.5	516.7	775.4	1292	2585
0.0744	25.71	51.40	64.28	128.5	257.1	514.0	771.2	1285	2571
0.0746	25.57	51.12	63.93	127.8	255.7	511.2	767.1	1278	2557
0.0748	25.43	50.85	63.59	127.1	254.3	508.5	763.0	1271	2543
0.0750	25.30	50.58	63.25	126.5	253.0	505.8	758.9	1265	2530
0.0752	25.16	50.31	62.92	125.8	251.6	503.1	754.9	1258	2516
0.0754	25.03	50.04	62.58	125.1	250.3	500.4	750.9	1251	2503
0.0756	24.90	49.78	62.25	124.5	249.0	497.8	746.9	1245	2490
0.0758	24.77	49.52	61.93	123.8	247.7	495.2	743.0	1238	2477

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0760	24.64	49.26	61.60	123.2	246.4	492.6	739.1	1232	2464
0.0762	24.51	49.00	61.28	122.5	245.1	490.0	735.2	1225	2451
0.0764	24.38	48.74	60.96	121.9	243.8	487.4	731.4	1219	2438
0.0766	24.25	48.49	60.64	121.2	242.5	484.9	727.6	1212	2425
0.0768	24.13	48.23	60.32	120.6	241.3	482.3	723.8	1206	2413
0.0770	24.00	47.98	60.01	120.0	240.0	479.8	720.0	1200	2400
0.0772	23.88	47.74	59.70	119.4	238.8	477.4	716.3	1194	2388
0.0774	23.75	47.49	59.39	118.7	237.5	474.9	712.6	1187	2375
0.0776	23.63	47.25	59.09	118.1	236.3	472.5	708.9	1181	2363
0.0778	23.51	47.00	58.78	117.5	235.1	470.0	705.3	1175	2351
0.0780	23.39	46.76	58.48	116.0	233.9	467.6	701.7	1169	2339
0.0782	23.27	46.52	58.18	116.3	232.7	465.2	698.1	1163	2327
0.0784	23.15	46.29	57.89	115.7	231.5	462.9	694.5	1157	2315
0.0786	23.03	46.05	57.59	115.2	230.3	460.5	691.0	1152	2303
0.0788	22.92	45.82	57.30	114.6	229.2	458.2	687.5	1146	2292
0.0790	22.80	45.59	57.01	114.0	228.0	455.9	684.0	1140	2280
0.0792	22.69	45.36	56.72	113.4	226.9	453.6	680.6	1134	2269
0.0794	22.57	45.13	56.44	112.8	225.7	451.3	677.2	1128	2257
0.0796	22.46	44.90	56.15	112.3	224.6	449.0	673.8	1123	2246
0.0798	22.35	44.68	55.87	111.7	223.5	446.8	670.4	1117	2235
0.0800	22.23	44.45	55.59	111.2	222.3	444.5	667.0	1112	2223
0.0802	22.12	44.23	55.32	110.6	221.2	442.3	663.7	1106	2212
0.0804	22.01	44.01	55.04	110.1	220.1	440.1	660.4	1101	2201
0.0806	21.90	43.79	54.77	109.5	219.0	437.9	657.1	1095	2190
0.0808	21.80	43.58	54.50	109.5	218.0	435.8	653.9	1090	2180
0.0810	21.69	43.36	54.23	108.4	216.9	433.6	650.7	1084	2169
0.0812	21.58	43.15	53.96	107.9	215.8	431.5	647.5	1079	2158
0.0814	21.48	42.94	53.70	107.4	214.8	429.4	644.3	1074	2148
0.0816	21.37	42.73	53.43	106.8	213.7	427.3	641.1	1068	2137
0.0818	21.27	42.52	53.17	106.3	212.7	425.2	638.0	1063	2127
0.0820	21.16	42.31	52.91	105.8	211.6	423.1	634.9	1058	2116

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0822	21.06	42.11	52.66	105.3	210.6	421.1	631.8	1053	2106
0.0824	20.96	41.90	52.40	104.8	209.6	419.0	628.7	1048	2096
0.0826	20.86	41.70	52.15	104.3	208.6	417.0	625.7	1043	2086
0.0828	20.78	41.50	51.90	103.8	207.6	415.0	622.7	1038	2076
0.0830	20.66	41.30	51.65	103.3	206.6	413.0	619.7	1033	2066
0.0832	20.56	41.10	51.40	102.8	205.6	411.0	616.7	1028	2056
0.0834	20.46	40.90	51.15	102.3	204.6	409.0	613.8	1023	2046
0.0836	20.36	40.71	50.91	101.8	203.6	407.1	610.8	1018	2036
0.0838	20.26	40.51	50.67	101.3	202.6	405.1	607.9	1013	2026
0.0840	20.17	40.32	50.43	100.8	201.7	403.2	605.0	1008	2017
0.0842	20.07	40.13	50.19	100.3	200.7	401.3	602.1	1003	2007
0.0844	19.98	39.94	49.95	99.87	199.8	399.4	599.3	998.7	1998
0.0846	19.88	39.75	49.71	99.40	198.8	397.5	596.5	994.0	1988
0.0848	19.79	39.56	49.48	98.93	197.9	395.6	593.7	989.3	1979
0.0850	19.70	39.38	49.25	98.46	197.0	393.8	590.9	984.6	1970
0.0852	19.60	39.19	49.01	98.00	196.0	391.9	588.1	980.0	1960
0.0854	19.51	39.01	48.79	97.54	195.1	390.1	585.3	975.4	1951
0.0856	19.42	38.83	48.56	97.09	194.2	388.3	582.6	970.9	1942
0.0858	19.33	38.65	48.33	96.64	193.3	386.5	579.9	966.4	1933
0.0860	19.24	38.47	48.11	96.19	192.4	384.7	577.2	961.9	1924
0.0862	19.15	38.29	47.88	95.74	191.5	382.9	574.5	957.4	1915
0.0864	19.06	38.11	47.66	95.30	190.6	381.1	571.9	953.0	1906
0.0866	18.97	37.94	47.44	94.86	189.7	379.4	569.2	948.6	1897
0.0868	18.89	37.76	47.22	94.42	188.9	377.6	566.6	944.2	1889
0.0870	18.80	37.59	47.01	93.99	188.0	375.9	564.0	939.9	1880
0.0872	18.71	37.42	46.79	93.56	187.1	374.2	561.4	935.6	1871
0.0874	18.63	37.24	46.58	93.13	186.3	372.4	558.9	931.3	1863
0.0876	18.54	37.07	46.37	92.71	185.4	370.7	556.3	927.1	1854
0.0878	18.46	36.91	46.15	92.38	184.6	369.1	553.8	922.8	1846
0.0880	18.38	36.74	45.95	91.86	183.8	367.4	551.3	918.6	1838
0.0882	18.29	36.57	45.74	91.45	182.9	365.7	548.8	914.5	1829

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0884	18.21	36.41	45.53	91.04	182.1	364.1	546.3	910.4	1821
0.0886	18.13	36.24	45.33	90.62	181.3	362.4	543.8	906.2	1813
0.0888	18.05	36.08	45.12	90.22	180.5	360.8	541.4	902.2	1805
0.0890	17.96	35.92	44.92	89.81	179.6	359.2	538.9	898.1	1796
0.0892	17.88	35.76	44.72	89.41	178.8	357.6	536.5	894.1	1788
0.0894	17.80	35.60	44.52	89.01	178.0	356.0	534.1	890.1	1780
0.0896	17.73	35.44	44.52	88.61	177.3	354.4	531.8	886.1	1773
0.0898	17.65	35.28	44.12	88.22	176.5	352.8	529.4	882.2	1765
0.0900	17.57	35.12	43.93	87.83	175.7	351.2	527.0	878.3	1757
0.0902	17.49	34.97	43.73	87.44	174.9	349.7	524.7	874.4	1749
0.0904	17.41	34.81	43.54	87.05	174.1	348.1	522.4	870.5	1741
0.0906	17.34	34.66	43.35	86.67	173.4	346.6	520.1	866.7	1734
0.0908	17.26	34.51	45.16	86.29	172.6	345.1	517.8	862.9	1726
0.0910	17.18	34.36	42.97	85.91	171.8	343.6	515.5	859.1	1718
0.0912	17.11	34.21	42.78	85.53	171.1	342.1	513.3	855.3	1711
0.0914	17.03	34.06	42.59	85.16	170.3	340.6	511.0	851.6	1703
0.0916	16.96	33.91	42.40	84.79	169.6	339.1	508.8	847.9	1696
0.0918	16.89	33.76	42.22	84.42	168.9	337.6	506.6	844.2	1689
0.0920	16.81	33.61	42.04	84.05	168.1	336.1	504.4	840.5	1681
0.0922	16.74	33.47	41.85	83.69	167.4	334.7	502.2	836.9	1674
0.0924	16.67	33.32	41.67	83.32	166.7	333.2	500.0	833.2	1667
0.0926	16.60	33.18	41.49	82.96	166.0	331.8	497.9	829.6	1660
0.0928	16.52	33.04	41.32	82.61	165.2	330.4	495.7	826.1	1652
0.0930	16.45	32.89	41.14	82.25	164.5	328.9	493.6	822.5	1645
0.0932	16.38	32.75	40.96	81.90	163.8	327.5	491.5	819.0	1638
0.0934	16.31	32.61	40.79	81.55	163.1	326.1	489.4	815.5	1631
0.0936	16.24	32.47	40.61	81.20	162.4	324.7	487.3	812.0	1624
0.0938	16.17	32.34	40.44	80.86	161.7	323.4	485.2	808.6	1617
0.0940	16.10	32.20	40.27	80.51	161.0	322.0	483.1	805.1	1610
0.0942	16.04	32.06	40.10	80.17	160.4	320.6	481.1	801.7	1604
0.0944	15.97	31.93	39.93	79.83	159.7	319.3	479.1	798.3	1597

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.0946	15.90	31.79	39.76	79.49	159.0	317.9	477.0	794.9	1590
0.0948	15.83	31.66	39.59	79.16	158.3	316.6	475.0	791.6	1583
0.0950	15.77	31.52	39.42	78.83	157.7	315.2	473.0	788.3	1577
0.0952	15.70	31.39	39.26	78.49	157.0	313.9	471.0	784.9	1570
0.0954	15.64	31.26	39.09	78.17	156.4	312.6	469.1	781.7	1564
0.0956	15.57	31.13	38.93	77.84	155.7	311.3	467.1	778.4	1557
0.0958	15.51	31.00	38.77	77.51	155.1	310.0	465.2	775.1	1551
0.0960	15.44	30.87	38.61	77.19	154.4	308.7	463.2	771.9	1544
0.0962	15.38	30.74	38.45	76.87	153.8	307.4	461.3	768.7	1538
0.0964	15.31	30.61	38.29	76.55	153.1	306.1	459.4	765.5	1531
0.0966	15.25	30.49	38.13	76.24	152.5	304.9	457.5	762.4	1525
0.0968	15.19	30.36	37.97	75.92	151.9	303.6	455.6	759.2	1519
0.0970	15.12	30.24	37.81	75.61	151.2	302.4	453.7	756.1	1512
0.0972	15.06	30.11	37.66	75.30	150.6	301.1	451.8	753.0	1506
0.0974	15.00	29.99	37.50	74.99	150.0	299.9	450.0	749.9	1500
0.0976	14.94	29.87	37.35	74.68	149.4	298.7	448.2	746.8	1494
0.0978	14.88	29.74	37.20	74.38	148.8	297.4	446.3	743.8	1488
0.0980	14.82	29.62	37.05	74.07	148.2	296.2	444.5	740.7	1482
0.0982	14.76	29.50	36.90	73.77	147.6	295.0	442.7	737.7	1476
0.0984	14.70	29.38	36.75	73.47	147.0	293.8	440.9	734.7	1470
0.0986	14.64	29.26	36.60	73.17	146.4	292.6	439.1	731.7	1464
0.0988	14.58	29.15	36.45	72.88	145.8	291.5	437.3	728.8	1458
0.0990	14.52	29.03	36.30	72.58	145.2	290.3	435.6	725.8	1452
0.0992	14.46	28.91	36.16	72.29	144.6	289.1	433.8	722.9	1446
0.0994	14.40	28.79	36.01	72.00	144.0	287.9	432.1	720.0	1440
0.0996	14.34	28.68	35.87	71.71	143.4	286.8	430.3	717.1	1434
0.0998	14.29	28.56	35.72	71.43	142.9	285.6	428.6	714.3	1429
0.1000	14.23	28.45	35.58	71.14	142.3	284.5	426.9	711.4	1423
0.1002	14.17	28.34	35.44	70.86	141.7	283.4	425.2	708.6	1417
0.1004	14.12	28.22	35.30	70.57	141.2	282.2	423.5	705.7	1412
0.1006	14.06	28.11	35.16	70.29	140.6	281.1	421.8	702.9	1406

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1008	14.01	28.00	35.02	72.02	140.1	280.0	420.2	700.2	1401
0.1010	13.95	27.89	34.88	69.74	139.5	278.9	418.5	697.4	1395
0.1012	13.89	27.78	34.74	69.46	138.9	277.8	416.8	694.6	1389
0.1014	13.84	27.67	34.60	69.19	138.4	276.7	415.2	691.9	1384
0.1016	13.79	27.56	34.74	68.92	137.9	275.6	413.6	689.2	1379
0.1018	13.73	27.45	34.33	68.85	137.3	274.5	411.9	686.5	1373
0.1020	13.68	27.35	34.20	68.38	136.8	273.5	410.3	683.8	1368
0.1022	13.62	27.24	34.06	68.11	136.2	272.4	408.7	681.1	1362
0.1024	13.57	27.13	33.93	67.84	135.7	271.3	407.1	678.4	1357
0.1026	13.52	27.03	33.80	67.58	135.2	270.3	405.5	675.8	1352
0.1028	13.47	26.92	33.67	67.32	134.7	269.2	404.0	673.2	1347
0.1030	13.41	26.82	33.54	67.06	134.1	268.2	402.4	670.6	1341
0.1032	13.36	26.71	33.41	66.80	133.6	267.1	400.8	668.0	1336
0.1034	13.31	26.61	33.28	66.54	133.1	266.1	399.3	665.4	1331
0.1036	13.26	26.51	33.15	66.28	132.6	265.1	397.7	662.8	1326
0.1038	13.21	26.41	33.02	66.03	132.1	264.1	396.2	660.3	1321
0.1040	13.16	26.30	32.90	65.77	131.6	263.0	394.7	657.7	1316
0.1042	13.11	26.20	32.77	65.52	131.1	262.0	393.2	655.2	1311
0.1044	13.06	26.10	32.64	65.27	130.6	261.0	391.7	652.7	1306
0.1046	13.01	26.00	32.52	65.02	130.1	260.0	390.2	650.2	1301
0.1048	12.96	25.90	32.40	64.77	129.6	259.0	388.7	647.7	1296
0.1050	12.91	25.80	32.27	64.53	129.1	258.0	387.2	645.3	1291
0.1052	12.86	25.71	32.15	64.28	128.6	257.1	385.7	642.8	1286
0.1054	12.81	25.61	32.03	64.04	128.1	256.1	384.3	640.4	1281
0.1056	12.76	25.51	31.91	63.79	127.6	255.1	382.8	637.9	1276
0.1058	12.71	25.42	31.79	63.55	127.1	254.2	381.4	635.5	1271
0.1060	12.66	25.32	31.67	63.31	126.6	253.2	379.9	633.1	1266
0.1062	12.62	25.23	31.55	63.08	126.2	252.3	378.5	630.8	1262
0.1064	12.57	25.13	31.43	62.84	125.7	251.3	377.1	628.4	1257
0.1066	12.52	25.04	31.31	62.60	125.2	250.4	375.7	626.0	1252
0.1068	12.48	24.94	31.19	62.37	124.8	249.4	374.3	623.7	1248

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1070	12.43	24.85	31.08	62.14	124.3	248.5	372.9	621.4	1243
0.1072	12.38	24.76	30.96	61.90	123.8	247.5	371.5	619.0	1238
0.1074	12.34	24.66	30.85	61.67	123.4	246.6	370.1	616.7	1234
0.1076	12.29	24.57	30.73	61.45	122.9	245.7	368.7	614.5	1229
0.1078	12.25	24.48	30.62	61.22	122.5	244.8	367.4	612.2	1225
0.1080	12.20	24.39	30.50	60.99	122.0	243.9	366.0	609.9	1220
0.1082	12.15	24.30	30.39	60.77	121.5	243.0	364.6	607.7	1215
0.1084	12.11	24.21	30.28	60.54	121.1	242.1	363.3	605.4	1211
0.1086	12.07	24.12	30.17	60.32	120.7	241.2	362.0	603.2	1207
0.1088	12.02	24.03	30.06	60.10	120.2	240.3	360.6	601.0	1202
0.1090	11.98	23.95	29.95	59.88	119.8	239.5	359.3	598.8	1198
0.1092	11.93	23.86	29.84	59.66	119.3	238.6	358.0	596.6	1193
0.1094	11.89	23.77	29.73	59.44	118.9	237.7	356.7	594.4	1189
0.1096	11.85	23.68	29.62	59.22	118.5	236.8	355.4	592.2	1185
0.1098	11.80	23.60	29.51	59.01	118.0	236.0	354.1	590.1	1180
0.1100	11.76	23.51	29.40	58.79	117.6	235.1	352.8	587.9	1176
0.1102	11.72	23.43	29.30	58.58	117.2	234.3	351.5	585.8	1172
0.1104	11.68	23.34	29.19	58.37	116.8	233.4	350.3	583.7	1168
0.1106	11.63	23.26	29.09	58.16	116.3	232.6	349.0	581.6	1163
0.1108	11.59	23.17	28.98	57.95	115.9	231.7	347.7	579.5	1159
0.1110	11.55	23.09	28.88	57.74	115.5	230.9	346.5	577.4	1155
0.1112	11.51	23.01	28.77	57.53	115.1	230.1	345.2	575.3	1151
0.1114	11.47	22.93	28.67	57.32	114.7	229.5	344.0	573.2	1147
0.1116	11.43	22.84	28.57	57.12	114.3	228.4	342.8	571.2	1143
0.1118	11.38	22.76	28.47	56.92	113.8	227.6	341.5	569.2	1138
0.1120	11.34	22.68	28.36	56.71	113.4	226.8	340.3	567.1	1134
0.1122	11.30	22.60	28.26	56.51	113.0	226.0	339.1	565.1	1130
0.1124	11.26	22.52	28.16	56.31	112.6	225.2	337.9	563.1	1126
0.1126	11.22	22.44	28.06	56.11	112.2	224.4	336.7	561.1	1122
0.1128	11.18	22.36	27.96	55.91	111.8	223.6	335.5	559.1	1118
0.1130	11.14	22.28	27.86	55.71	111.4	222.8	334.3	557.1	1114

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/ <i>N</i>								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1132	11.10	22.20	27.77	55.52	111.0	222.0	333.1	555.2	1110
0.1134	11.07	22.12	27.67	55.32	110.7	221.2	332.0	553.2	1107
0.1136	11.03	22.05	27.57	55.13	110.3	220.5	330.8	551.3	1103
0.1138	10.99	21.97	27.47	54.93	109.9	219.7	329.6	549.3	1099
0.1140	10.95	21.89	27.38	54.74	109.5	218.9	328.5	547.4	1095
0.1142	10.91	21.81	27.28	54.55	109.1	218.1	327.3	545.5	1091
0.1144	10.87	21.74	27.19	54.36	108.7	217.4	326.2	543.6	1087
0.1146	10.84	21.66	27.09	54.17	108.4	216.6	325.1	541.7	1084
0.1148	10.80	21.59	27.00	53.98	108.0	215.9	323.9	539.8	1080
0.1150	10.76	21.51	26.90	53.79	107.6	215.1	322.8	537.9	1076
0.1152	10.72	21.44	26.81	53.61	107.2	214.4	321.7	536.1	1072
0.1154	10.69	21.36	26.72	53.42	106.9	213.6	320.6	534.2	1069
0.1156	10.65	21.29	26.63	53.24	106.5	212.9	319.5	532.4	1065
0.1158	10.61	21.22	26.53	53.05	106.1	212.2	318.4	530.5	1061
0.1160	10.58	21.14	26.44	52.87	105.8	211.4	317.3	528.7	1058
0.1162	10.54	21.07	26.35	52.69	105.4	210.7	316.2	526.9	1054
0.1164	10.50	21.00	26.26	52.51	105.0	210.0	315.1	525.1	1050
0.1166	10.47	20.93	26.17	52.33	104.7	209.3	314.0	523.5	1047
0.1168	10.43	20.85	26.08	52.15	104.3	208.5	312.9	521.3	1043
0.1170	10.40	20.78	25.99	51.97	104.0	207.8	311.9	519.7	1040
0.1172	10.36	20.71	25.90	51.79	103.6	207.1	310.8	517.9	1036
0.1174	10.32	20.64	25.81	51.62	103.2	206.4	309.7	516.2	1032
0.1176	10.29	20.57	25.73	51.44	102.9	205.7	308.7	514.4	1029
0.1178	10.25	20.50	25.64	51.27	102.5	205.0	307.6	512.7	1025
0.1180	10.22	20.43	25.55	51.09	102.2	204.3	306.6	510.9	1022
0.1182	10.19	20.36	25.47	50.92	101.9	203.6	305.6	509.2	1019
0.1184	10.15	20.29	25.38	50.75	101.5	202.9	304.5	507.5	1015
0.1186	10.12	20.23	25.30	50.58	101.2	202.3	303.5	505.8	1012
0.1188	10.08	20.16	25.21	50.41	100.8	201.6	302.5	504.1	1008
0.1190	10.05	20.09	25.13	50.24	100.5	200.9	301.5	502.4	1005
0.1192	10.02	20.02	25.04	50.07	100.2	200.2	300.5	500.7	1002
0.1194	9.98	19.96	24.96	49.90	99.82	199.6	299.4	499.0	998.2
0.1196	9.95	19.89	24.87	49.73	99.48	198.9	298.4	497.3	994.8
0.1198	9.91	19.82	24.79	49.57	99.15	198.2	297.4	495.7	991.5
0.1200	9.88	19.76	24.71	49.40	98.82	197.6	296.5	494.0	988.2
0.1202	9.85	19.69	24.63	49.24	98.49	196.9	295.5	492.4	984.9
0.1204	9.82	19.63	24.54	49.08	98.16	196.3	294.5	490.8	981.6

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/ <i>N</i>								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1206	9.78	19.56	24.46	48.91	97.84	195.6	293.5	489.1	978.4
0.1208	9.75	19.50	24.38	48.75	97.51	195.0	292.5	487.5	975.1
0.1210	9.72	19.43	24.30	48.59	97.19	194.3	291.6	485.9	971.9
0.1212	9.69	19.37	24.22	48.43	96.87	193.7	290.6	484.3	968.7
0.1214	9.66	19.30	24.14	48.27	96.55	193.0	289.7	482.7	965.5
0.1216	9.62	19.24	24.06	48.11	96.24	192.4	288.7	481.1	962.4
0.1218	9.59	19.18	23.98	47.95	95.92	191.8	287.8	479.5	959.2
0.1220	9.56	19.11	23.90	47.80	95.61	191.1	286.8	478.0	956.1
0.1222	9.53	19.05	23.83	47.64	95.29	190.5	285.9	476.4	952.9
0.1224	9.50	18.99	23.75	47.48	94.98	189.9	284.9	474.8	949.8
0.1226	9.47	18.93	23.67	47.33	94.67	189.3	284.0	473.3	946.7
0.1228	9.44	18.87	23.59	47.18	94.36	188.7	283.1	471.8	943.6
0.1230	9.41	18.80	23.52	47.02	94.06	188.0	282.2	470.2	940.6
0.1232	9.38	18.74	23.44	46.87	93.75	187.4	281.3	468.7	937.5
0.1234	9.34	18.68	23.37	46.72	93.45	186.8	280.3	467.2	934.5
0.1236	9.31	18.62	23.29	46.57	93.15	186.2	279.4	465.7	931.5
0.1238	9.28	18.56	23.21	46.42	92.85	185.6	278.5	464.2	928.5
0.1240	9.25	18.50	23.14	46.27	92.55	185.0	277.6	462.7	925.5
0.1242	9.22	18.44	23.07	46.12	92.25	184.4	276.7	461.2	922.5
0.1244	9.20	18.38	22.99	45.97	91.95	183.8	275.9	459.7	919.5
0.1246	9.17	18.33	22.92	45.82	91.66	183.3	275.0	458.2	916.6
0.1248	9.14	18.27	22.84	45.68	91.36	182.7	274.1	456.8	913.6
0.1250	9.11	18.21	22.77	45.53	91.07	182.1	273.2	455.3	910.7
0.1252	9.08	18.15	22.70	45.38	90.78	181.5	272.3	453.8	907.8
0.1254	9.05	18.09	22.63	45.24	90.49	180.9	271.5	452.4	904.9
0.1256	9.02	18.03	22.55	45.10	90.20	180.3	270.6	451.0	902.0
0.1258	8.99	17.98	22.48	44.95	89.92	179.8	269.8	449.5	899.2
0.1260	8.96	17.92	22.41	44.81	89.63	179.2	268.9	448.1	896.3
0.1262	8.93	17.86	22.34	44.67	89.35	178.6	268.0	446.7	893.5
0.1264	8.91	17.81	22.27	44.53	89.07	178.1	267.2	445.3	890.7
0.1266	8.88	17.75	22.20	44.39	88.78	177.5	266.4	443.9	887.8
0.1268	8.85	17.69	22.13	44.25	88.50	176.9	265.5	442.5	885.0
0.1270	8.82	17.64	22.06	44.11	88.23	176.4	264.7	441.1	882.3
0.1272	8.79	17.58	21.99	43.97	87.95	175.8	263.8	439.7	879.5
0.1274	8.77	17.53	21.92	43.83	87.67	175.3	263.0	438.3	876.7
0.1276	8.74	17.47	21.85	43.69	87.40	174.7	262.2	436.9	874.0
0.1278	8.71	17.42	21.78	43.56	87.13	174.2	261.4	435.6	871.3

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1280	8.69	17.36	21.72	43.42	86.85	173.6	260.6	434.2	868.5
0.1282	8.66	17.31	21.65	43.29	86.58	173.1	259.7	432.9	865.8
0.1284	8.63	17.26	21.58	43.15	86.31	172.6	258.9	431.5	863.1
0.1286	8.60	17.20	21.51	43.02	86.04	172.0	258.1	430.2	860.4
0.1288	8.58	17.15	21.45	42.88	85.78	171.5	257.3	428.8	857.8
0.1290	8.55	17.10	21.38	42.75	85.51	171.0	256.5	427.5	855.1
0.1292	8.52	17.04	21.31	42.62	85.25	170.4	255.7	426.2	852.5
0.1294	8.50	16.99	21.25	42.49	84.98	169.9	255.0	424.9	849.8
0.1296	8.47	16.94	21.18	42.35	84.72	169.4	254.2	423.5	847.2
0.1298	8.42	16.89	21.12	42.22	84.46	168.9	253.4	422.2	844.6
0.1300	8.39	16.83	21.05	42.09	84.20	168.3	252.6	420.9	842.0
0.1302	8.37	16.78	20.99	41.97	83.94	167.8	251.8	419.7	839.4
0.1304	8.37	16.73	20.92	41.84	83.69	167.3	251.1	418.4	836.9
0.1306	8.34	16.68	20.86	41.71	83.43	166.8	250.3	417.1	834.3
0.1308	8.32	16.63	20.80	41.58	83.17	166.3	249.5	415.8	831.7
0.1310	8.29	16.58	20.73	41.45	82.92	165.8	248.8	414.5	829.2
0.1312	8.27	16.53	20.67	41.33	82.67	165.3	248.0	413.3	826.7
0.1314	8.24	16.48	20.61	41.20	82.42	164.8	247.2	412.0	824.2
0.1316	8.22	16.43	20.54	41.08	82.17	164.3	246.5	410.8	821.7
0.1318	8.19	16.38	20.48	40.95	81.92	163.8	245.8	409.5	819.2
0.1320	8.17	16.33	20.42	40.83	81.67	163.3	245.0	408.3	816.7
0.1322	8.14	16.28	20.36	40.71	81.42	162.8	244.3	407.1	814.2
0.1324	8.12	16.23	20.30	40.58	81.18	162.3	243.5	405.8	811.8
0.1326	8.09	16.18	20.24	40.46	80.93	161.8	242.8	404.6	809.3
0.1328	8.07	16.13	20.17	40.34	80.69	161.3	242.1	403.4	806.9
0.1330	8.04	16.08	20.11	40.22	80.45	160.8	241.3	402.2	804.5
0.1332	8.02	16.04	20.05	40.10	80.20	160.4	240.6	401.0	802.0
0.1334	8.00	15.99	19.99	39.98	79.96	159.9	239.9	399.8	799.6
0.1336	7.97	15.94	19.93	39.86	79.72	159.4	239.2	398.6	797.2
0.1338	7.95	15.89	19.87	39.74	79.49	158.9	238.5	397.4	794.9
0.1340	7.92	15.84	19.82	39.62	79.25	158.4	237.7	396.2	792.5
0.1342	7.90	15.80	19.76	39.50	79.01	158.0	237.0	395.0	790.1
0.1344	7.88	15.75	19.70	39.38	78.78	157.5	236.3	393.8	787.8
0.1346	7.85	15.70	19.64	39.27	78.54	157.0	235.6	392.7	785.4
0.1348	7.83	15.66	19.58	39.15	78.31	156.6	234.9	391.5	783.1
0.1350	7.81	15.61	19.52	39.03	78.08	156.1	234.2	390.3	780.8
0.1352	7.78	15.56	19.46	38.92	77.85	155.6	233.5	389.2	778.5

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/ <i>N</i>								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1354	7.76	15.52	19.41	38.80	77.62	155.2	232.9	388.0	776.2
0.1356	7.74	15.47	19.35	38.69	77.39	154.7	232.2	386.9	773.9
0.1358	7.72	15.43	19.29	38.58	77.16	154.3	231.5	385.8	771.6
0.1360	7.69	15.38	19.24	38.46	76.94	153.8	230.8	384.6	769.4
0.1362	7.67	15.34	19.18	38.35	76.71	153.4	230.1	383.5	767.1
0.1364	7.65	15.29	19.12	38.24	76.48	152.9	229.5	382.4	764.8
0.1366	7.63	15.25	19.07	38.13	76.26	152.5	228.8	381.3	762.6
0.1368	7.60	15.20	19.01	38.01	76.04	152.0	228.1	380.1	760.4
0.1370	7.58	15.16	18.96	37.90	75.82	151.6	227.4	379.0	758.2
0.1372	7.56	15.11	18.90	37.79	75.60	151.1	226.8	377.9	756.0
0.1374	7.54	15.07	18.85	37.68	75.38	150.7	226.1	376.8	753.8
0.1376	7.52	15.03	18.79	37.57	75.16	150.3	225.5	375.7	751.6
0.1378	7.49	14.98	18.74	37.46	74.94	149.8	224.8	374.6	749.4
0.1380	7.47	14.94	18.68	37.36	74.72	149.4	224.2	373.6	747.2
0.1382	7.45	14.90	18.63	37.25	74.51	149.0	223.5	372.5	745.1
0.1384	7.43	14.85	18.58	37.14	74.29	148.5	222.9	371.4	742.9
0.1386	7.41	14.81	18.52	37.03	74.08	148.1	222.2	370.3	740.8
0.1388	7.39	14.77	18.47	36.93	73.86	147.7	221.6	369.3	738.6
0.1390	7.37	14.72	18.42	36.82	73.65	147.2	221.0	368.2	736.5
0.1392	7.34	14.68	18.36	36.71	73.44	146.8	220.3	367.1	734.4
0.1394	7.32	14.64	18.31	36.61	73.23	146.4	219.7	366.1	732.3
0.1396	7.30	14.60	18.26	36.50	73.02	146.0	219.1	365.0	730.2
0.1398	7.28	14.56	18.21	36.40	72.81	145.6	218.4	364.0	728.1
0.1400	7.26	14.52	18.15	36.30	72.60	145.2	217.8	363.0	726.0
0.1402	7.24	14.47	18.10	36.19	72.40	144.7	217.2	361.9	724.0
0.1404	7.22	14.43	18.05	36.09	72.19	144.3	216.6	360.9	721.9
0.1406	7.20	14.39	18.00	35.99	71.98	143.9	216.0	359.9	719.8
0.1408	7.18	14.35	17.95	35.88	71.78	143.5	215.3	358.8	717.8
0.1410	7.16	14.31	17.90	35.78	71.58	143.1	214.7	357.8	715.8
0.1412	7.14	14.27	17.85	35.68	71.37	142.7	214.1	356.8	713.7
0.1414	7.12	14.23	17.80	35.58	71.17	142.3	213.5	355.8	711.7
0.1416	7.10	14.19	17.75	35.48	70.97	141.9	212.9	354.8	709.7
0.1418	7.08	14.15	17.70	35.38	70.77	141.5	212.3	353.8	707.7
0.1420	7.06	14.11	17.65	35.28	70.57	141.1	211.7	352.8	705.7
0.1422	7.04	14.07	17.60	35.18	70.37	140.7	211.1	351.8	703.7
0.1424	7.02	14.03	17.55	35.08	70.18	140.3	210.5	350.8	701.8
0.1426	7.00	13.99	17.50	34.98	69.98	139.9	209.9	349.8	699.8

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1428	6.98	13.95	17.45	34.89	69.78	139.5	209.3	348.9	697.8
0.1430	6.96	13.91	17.40	34.79	69.59	139.1	208.8	347.9	695.9
0.1432	6.94	13.87	17.35	34.69	69.39	138.7	208.2	346.9	693.9
0.1434	6.92	13.84	17.30	34.60	69.20	138.4	207.6	346.0	692.0
0.1436	6.90	13.80	17.25	34.50	69.01	138.0	207.0	345.0	690.1
0.1438	6.88	13.76	17.21	34.40	68.82	137.6	206.4	344.0	688.2
0.1440	6.86	13.72	17.16	34.31	68.62	137.2	205.9	343.1	686.2
0.1442	6.84	13.68	17.11	34.21	68.43	136.8	205.3	342.1	684.3
0.1444	6.82	13.64	17.06	34.12	68.24	136.4	204.7	341.2	682.4
0.1446	6.81	13.61	17.02	34.02	68.06	136.1	204.2	340.2	680.6
0.1448	6.79	13.57	16.97	33.93	67.87	135.7	203.6	339.3	678.7
0.1450	6.77	13.53	16.92	33.84	67.68	135.3	203.0	338.4	676.8
0.1452	6.75	13.49	16.88	33.74	67.50	134.9	202.5	337.4	675.0
0.1454	6.73	13.46	16.83	33.65	67.31	134.6	201.9	336.5	673.1
0.1456	6.71	13.42	16.78	33.56	67.12	134.2	201.4	335.6	671.2
0.1458	6.69	13.38	16.74	33.47	66.94	133.8	200.8	334.7	669.4
0.1460	6.68	13.35	16.69	33.37	66.76	133.5	200.3	333.7	667.6
0.1462	6.66	13.31	16.65	33.28	66.57	133.1	199.7	332.8	665.7
0.1464	6.64	13.27	16.60	33.19	66.39	132.7	199.2	331.9	663.9
0.1466	6.62	13.24	16.56	33.10	66.21	132.4	198.6	331.0	662.1
0.1468	6.60	13.20	16.51	33.01	66.03	132.0	198.1	330.1	660.3
0.1470	6.59	13.17	16.47	32.92	65.85	131.7	197.6	329.2	658.5
0.1472	6.57	13.13	16.42	32.83	65.67	131.3	197.0	328.3	656.7
0.1474	6.55	13.09	16.38	32.74	65.50	130.9	196.5	327.4	655.0
0.1476	6.53	13.06	16.33	32.65	65.32	130.6	196.0	326.5	653.2
0.1478	6.51	13.02	16.29	32.57	65.14	130.2	195.4	325.7	651.4
0.1480	6.50	12.99	16.24	32.48	64.97	129.9	194.9	324.8	649.7
0.1482	6.48	12.95	16.20	32.39	64.79	129.5	194.4	323.9	647.9
0.1484	6.46	12.92	16.16	32.30	64.62	129.2	193.8	323.0	646.2
0.1486	6.44	12.88	16.11	32.22	64.44	128.8	193.3	322.2	644.4
0.1488	6.43	12.85	16.07	32.13	64.27	128.5	192.8	321.3	642.7
0.1490	6.41	12.81	16.03	32.04	64.10	128.1	192.3	320.4	641.0
0.1492	6.39	12.78	15.98	31.96	63.92	127.8	191.8	319.6	639.2
0.1494	6.38	12.75	15.94	31.87	63.75	127.5	191.3	318.7	637.5
0.1496	6.36	12.71	15.90	31.79	63.58	127.1	190.7	317.9	635.8
0.1498	6.34	12.68	15.86	31.70	63.41	126.8	190.2	317.0	634.1
0.1500	6.32	12.64	15.81	31.62	63.24	126.4	189.7	316.2	632.4

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1502	6.31	12.61	15.77	31.53	63.08	126.1	189.2	315.3	630.8
0.1504	6.29	12.58	15.73	31.45	62.91	125.8	188.7	314.5	629.1
0.1506	6.27	12.54	15.69	31.37	62.74	125.4	188.2	313.7	627.4
0.1508	6.26	12.51	15.65	31.28	62.58	125.1	188.7	312.8	625.8
0.1510	6.24	12.48	15.60	31.20	62.41	124.8	187.2	312.0	624.1
0.1512	6.22	12.44	15.56	31.12	62.24	124.4	186.7	311.2	622.4
0.1514	6.21	12.41	15.52	31.04	62.08	124.1	186.2	310.4	620.8
0.1516	6.19	12.38	15.48	30.95	61.92	123.8	185.7	309.5	619.2
0.1518	6.18	12.35	15.44	30.87	61.75	123.5	185.3	308.7	617.5
0.1520	6.16	12.31	15.40	30.79	61.59	123.1	184.8	307.9	615.9
0.1522	6.14	12.28	15.36	30.71	61.43	122.8	184.3	307.1	614.3
0.1524	6.13	12.25	15.32	30.63	61.27	122.5	183.8	306.3	612.7
0.1526	6.11	12.22	15.28	30.55	61.11	122.2	183.3	305.5	611.1
0.1528	6.09	12.19	15.24	30.47	60.95	121.9	182.8	304.7	609.5
0.1530	6.08	12.15	15.20	30.39	60.79	121.5	182.4	303.9	607.9
0.1532	6.06	12.12	15.16	30.31	60.63	121.2	181.9	303.1	606.3
0.1534	6.05	12.09	15.12	30.23	60.47	120.9	181.4	302.3	604.7
0.1536	6.03	12.06	15.08	30.15	60.31	120.6	180.9	301.5	603.1
0.1538	6.02	12.03	15.04	30.07	60.16	120.3	180.5	300.7	601.6
0.1540	6.00	12.00	15.00	30.00	60.00	120.0	180.0	300.0	600.0
0.1542	5.98	11.97	14.96	29.92	59.85	119.7	179.5	299.2	598.5
0.1544	5.97	11.93	14.92	29.84	59.69	119.3	179.1	298.4	596.9
0.1546	5.95	11.90	14.89	29.76	59.54	119.0	178.6	297.6	595.4
0.1548	5.94	11.87	14.85	29.69	59.38	118.7	178.1	296.9	593.8
0.1550	5.92	11.84	14.81	29.61	59.23	118.4	177.7	296.1	592.3
0.1552	5.91	11.81	14.77	29.53	59.08	118.1	177.2	295.3	590.8
0.1554	5.89	11.78	14.73	29.46	58.93	117.8	176.8	294.6	589.3
0.1556	5.88	11.75	14.70	29.38	58.77	117.5	176.3	293.8	587.7
0.1558	5.86	11.72	14.66	29.31	58.62	117.2	175.9	293.1	586.2
0.1560	5.85	11.69	14.62	29.23	58.47	116.9	175.4	292.3	584.7
0.1562	5.83	11.66	14.58	29.16	58.32	116.6	175.0	291.6	583.2
0.1564	5.82	11.63	14.55	29.08	58.17	116.3	174.5	290.8	581.7
0.1566	5.80	11.60	14.51	29.01	58.03	116.0	174.1	290.1	580.3
0.1568	5.79	11.57	14.47	28.93	57.88	115.7	173.6	289.3	578.8
0.1570	5.77	11.54	14.43	28.86	57.73	115.4	173.2	288.6	577.3
0.1572	5.76	11.51	14.40	28.79	57.58	115.1	172.8	287.9	575.8
0.1574	5.74	11.48	14.36	28.71	57.44	114.8	172.3	287.1	574.4

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1576	5.73	11.45	14.32	28.64	57.29	114.5	171.9	286.4	572.9
0.1578	5.71	11.43	14.29	28.57	57.15	114.3	171.4	285.7	571.5
0.1580	5.70	11.40	14.25	28.50	57.00	114.0	171.0	285.0	570.0
0.1582	5.69	11.37	14.22	28.43	56.86	113.7	170.6	284.3	568.6
0.1584	5.67	11.34	14.18	28.35	56.71	113.4	170.1	283.5	567.1
0.1586	5.66	11.31	14.14	28.28	56.57	113.1	169.7	282.8	565.7
0.1588	5.64	11.28	14.11	28.11	56.43	112.8	169.3	282.1	564.3
0.1590	5.63	11.25	14.07	28.14	56.29	112.5	168.9	281.4	562.9
0.1592	5.61	11.23	14.04	28.07	56.15	112.3	168.4	280.7	561.5
0.1594	5.60	11.20	14.00	28.00	56.01	112.0	168.0	280.0	560.1
0.1596	5.59	11.17	13.97	27.93	55.86	111.7	167.6	279.3	558.6
0.1598	5.57	11.14	13.93	27.86	55.73	111.4	167.2	278.6	557.8
0.1600	5.56	11.11	13.90	27.79	55.59	111.1	166.8	277.9	555.9
0.1602	5.54	11.09	13.86	27.72	55.45	110.9	166.3	277.2	554.5
0.1604	5.53	11.06	13.83	27.65	55.31	110.6	165.9	276.5	553.1
0.1606	5.52	11.03	13.79	27.58	55.17	110.3	165.5	275.8	551.7
0.1608	5.50	11.00	13.76	27.51	55.03	110.0	165.1	275.1	550.3
0.1610	5.49	10.98	13.73	27.44	54.90	109.8	164.7	274.4	549.0
0.1612	5.48	10.95	13.69	27.38	54.76	109.5	164.3	273.8	547.6
0.1614	5.46	10.92	13.66	27.31	54.63	109.2	163.9	273.1	546.3
0.1616	5.45	10.89	13.62	27.24	54.49	108.9	163.5	272.4	544.9
0.1618	5.44	10.87	13.59	27.17	54.36	108.7	163.1	271.7	543.6
0.1620	5.42	10.84	13.56	27.11	54.22	108.4	162.7	271.1	542.2
0.1622	5.41	10.81	13.52	27.04	54.09	108.1	162.3	270.4	540.9
0.1624	5.40	10.79	13.49	26.97	53.96	107.9	161.9	269.7	539.6
0.1626	5.38	10.76	13.46	26.91	53.82	107.6	161.5	269.1	538.2
0.1628	5.37	10.73	13.42	26.84	53.69	107.3	161.1	268.4	536.9
0.1630	5.36	10.71	13.39	26.78	53.56	107.1	160.7	267.8	535.6
0.1632	5.34	10.68	13.36	26.71	53.43	106.8	160.3	267.1	534.3
0.1634	5.33	10.66	13.33	26.64	53.30	106.6	159.9	266.4	533.0
0.1636	5.32	10.63	13.29	26.58	53.17	106.3	159.5	265.8	531.7
0.1638	5.30	10.60	13.26	26.51	53.04	106.0	159.1	265.1	530.4
0.1640	5.29	10.58	13.23	26.45	52.91	105.8	158.7	264.5	529.1
0.1642	5.28	10.55	13.20	26.39	52.78	105.5	158.3	263.9	527.8

(续)

压痕对角线 <i>d</i> /mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1644	5.27	10.53	13.16	26.32	52.65	105.3	158.0	263.2	526.5
0.1646	5.25	10.50	13.13	26.26	52.52	105.0	157.6	262.6	525.2
0.1648	5.24	10.48	13.10	26.19	52.40	104.8	157.2	261.9	524.0
0.1650	5.23	10.45	13.07	26.13	52.27	104.5	156.8	261.3	522.7
0.1652	5.21	10.42	13.04	26.07	52.14	104.2	156.4	260.7	521.4
0.1654	5.20	10.40	13.01	26.00	52.02	104.0	156.0	260.0	520.2
0.1656	5.19	10.37	12.97	25.94	51.89	103.7	155.7	259.4	518.9
0.1658	5.18	10.35	12.94	25.88	51.76	103.5	155.3	258.8	517.6
0.1660	5.16	10.32	12.91	25.82	51.64	103.2	154.9	258.2	516.4
0.1662	5.15	10.30	12.88	25.75	51.52	103.0	154.5	257.5	515.2
0.1664	5.14	10.27	12.85	25.69	51.39	102.7	154.2	256.9	513.9
0.1666	5.13	10.25	12.82	25.63	51.27	102.5	153.8	256.3	512.7
0.1668	5.11	10.23	12.79	25.57	51.15	102.3	153.4	255.7	511.5
0.1670	5.10	10.20	12.76	25.51	51.02	102.0	153.1	255.1	510.2
0.1672	5.09	10.18	12.73	25.45	50.90	101.8	152.7	254.5	509.0
0.1674	5.08	10.15	12.70	25.39	50.78	101.5	152.3	253.9	507.8
0.1676	5.07	10.13	12.67	25.33	50.66	101.3	152.0	253.3	506.6
0.1678	5.05	10.10	12.64	25.27	50.54	101.0	151.6	252.7	505.4
0.1680	5.04	10.08	12.61	25.21	50.42	100.8	151.3	252.1	504.2
0.1682	5.03	10.06	12.58	25.15	50.30	100.6	150.9	251.5	503.0
0.1684	5.02	10.03	12.55	25.09	50.18	100.3	150.5	250.9	501.8
0.1686	5.01	10.01	12.52	25.03	50.06	100.1	150.2	250.3	500.6
0.1688	4.99	9.98	12.49	24.97	49.94	99.85	149.8	249.7	499.4
0.1690	4.98	9.96	12.46	24.91	49.82	99.61	149.5	249.1	498.2
0.1692	4.97	9.94	12.43	24.85	49.71	99.38	149.1	248.5	497.1
0.1694	4.96	9.91	12.40	24.79	49.59	99.14	148.8	247.9	495.9
0.1696	4.95	9.89	12.37	24.73	49.47	98.91	148.4	247.3	494.7
0.1698	4.94	9.87	12.34	24.67	49.35	98.67	148.1	246.7	493.5
0.1700	4.92	9.84	12.31	24.62	49.24	98.44	147.7	246.2	492.4
0.1702	4.91	9.82	12.28	24.56	49.12	98.21	147.4	245.6	491.2
0.1704	4.90	9.80	12.25	24.50	49.01	97.98	147.0	245.0	490.1
0.1706	4.89	9.78	12.22	24.44	48.89	97.75	146.7	244.4	488.9
0.1708	4.88	9.75	12.20	24.39	48.78	97.52	146.3	243.9	487.8
0.1710	4.87	9.73	12.17	24.33	48.66	97.29	146.0	243.3	486.6
0.1712	4.86	9.71	12.14	24.27	48.55	97.07	145.7	242.7	485.5
0.1714	4.84	9.68	12.11	24.22	48.44	96.84	145.3	242.2	484.4
0.1716	4.83	9.66	12.08	24.16	48.32	96.62	145.0	241.6	483.2
0.1718	4.82	9.64	12.05	24.10	48.21	96.39	144.6	241.0	482.1
0.1720	4.81	9.62	12.03	24.05	48.10	96.17	144.3	240.5	481.0
0.1722	4.80	9.59	12.00	23.99	47.99	95.94	144.0	239.9	479.9
0.1724	4.79	9.57	11.97	23.94	47.88	95.72	143.6	239.4	478.8

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1726	4.78	9.55	11.94	23.88	47.77	95.50	145.3	238.8	477.7
0.1728	4.77	9.53	11.92	23.82	47.66	95.28	143.0	238.2	476.6
0.1730	4.75	9.51	11.89	23.77	47.55	95.06	142.6	237.7	475.5
0.1732	4.74	9.48	11.86	23.71	47.44	94.84	142.3	237.1	474.4
0.1734	4.73	9.46	11.83	23.66	47.33	94.62	142.0	236.6	473.3
0.1736	4.72	9.44	11.81	23.61	47.22	94.40	141.7	236.1	472.2
0.1738	4.71	9.42	11.78	23.55	47.11	94.19	141.3	235.5	471.1
0.1740	4.70	9.40	11.75	23.50	47.00	93.97	141.0	235.0	470.0
0.1742	4.69	9.38	11.72	23.44	46.89	93.75	140.7	234.4	468.9
0.1744	4.68	9.35	11.70	23.39	46.79	93.54	140.4	233.9	467.9
0.1746	4.67	9.33	11.67	23.34	46.57	93.32	140.0	233.4	466.8
0.1748	4.66	9.31	11.64	23.28	46.57	93.11	139.7	232.8	465.7
0.1750	4.65	9.29	11.62	23.23	46.47	92.90	139.4	232.3	464.7
0.1752	4.64	9.27	11.59	23.18	46.36	92.69	139.1	231.8	463.6
0.1754	4.63	9.25	11.57	23.12	46.25	92.47	138.8	231.2	462.5
0.1756	4.61	9.23	11.54	23.07	46.15	92.26	138.4	230.7	461.5
0.1758	4.60	9.21	11.51	23.02	46.04	92.05	138.1	230.2	460.4
0.1760	4.59	9.18	11.49	22.97	45.94	91.85	137.8	229.7	459.4
0.1762	4.58	9.16	11.46	22.91	45.83	91.64	137.5	229.1	458.3
0.1764	4.57	9.14	11.43	22.86	45.73	91.43	137.2	228.6	457.3
0.1766	4.56	9.12	11.41	22.81	45.63	91.22	136.9	228.1	456.3
0.1768	4.55	9.10	11.38	22.76	45.52	91.02	136.6	227.6	455.2
0.1770	4.54	9.08	11.36	22.71	45.42	90.81	136.3	227.1	454.2
0.1772	4.53	9.06	11.33	22.66	45.32	90.61	136.0	226.6	453.2
0.1774	4.52	9.04	11.31	22.61	45.22	90.40	135.6	226.1	452.2
0.1776	4.51	9.02	11.28	22.55	45.11	90.20	135.3	225.5	451.1
0.1778	4.50	9.00	11.25	22.50	45.01	90.00	135.0	225.0	450.1
0.1780	4.49	8.98	11.23	22.45	44.91	89.79	134.7	224.5	449.1
0.1782	4.48	8.96	11.20	22.40	44.81	89.59	134.4	224.0	448.1
0.1784	4.47	8.94	11.18	22.35	44.71	89.39	134.1	223.5	447.1
0.1786	4.46	8.92	11.15	22.30	44.61	89.19	133.8	223.0	446.1
0.1788	4.45	8.90	11.13	22.25	44.51	88.99	133.5	222.5	445.1
0.1790	4.44	8.88	11.10	22.20	44.41	88.79	133.2	222.0	444.1
0.1792	4.43	8.86	11.08	22.15	44.31	88.59	132.9	221.5	443.1
0.1794	4.42	8.84	11.06	22.10	44.21	88.40	132.6	221.0	442.1
0.1796	4.41	8.82	11.03	22.05	44.12	88.20	132.3	220.5	441.2
0.1798	4.40	8.80	11.01	22.01	44.02	88.00	132.1	220.1	440.2
0.1800	4.39	8.78	10.98	21.96	43.92	87.81	131.8	219.6	439.2
0.1802	4.38	8.76	10.96	21.91	43.82	87.61	131.5	219.1	438.2
0.1804	4.37	8.74	10.93	21.86	43.73	87.42	131.2	218.6	437.3
0.1806	4.36	8.72	10.91	21.81	43.63	87.23	130.9	218.1	436.8

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1808	4.35	8.70	10.88	21.76	43.53	87.03	130.6	217.6	435.3
0.1810	4.34	8.68	10.86	21.71	43.44	86.84	130.3	217.1	434.4
0.1812	4.33	8.66	10.84	21.67	43.34	86.65	130.0	216.7	433.4
0.1814	4.32	8.65	10.81	21.62	43.24	86.46	129.7	216.2	432.4
0.1816	4.31	8.63	10.79	21.57	43.15	86.27	129.4	215.7	431.5
0.1818	4.31	8.61	10.77	21.52	43.05	86.08	129.2	215.2	430.5
0.1820	4.30	8.59	10.74	21.48	42.96	85.89	128.9	214.8	429.6
0.1822	4.29	8.57	10.72	21.43	42.87	85.70	128.6	214.3	428.7
0.1824	4.28	8.55	10.69	21.38	42.77	85.51	128.3	213.8	427.7
0.1826	4.27	8.53	10.67	21.34	42.68	85.33	128.0	213.4	426.8
0.1828	4.26	8.51	10.65	21.29	42.58	85.14	127.8	212.9	425.8
0.1830	4.25	8.50	10.62	21.24	42.49	84.95	127.5	212.4	424.9
0.1832	4.24	8.48	10.60	21.20	42.40	84.77	127.2	212.0	424.0
0.1834	4.23	8.46	10.58	21.15	42.31	84.58	126.9	211.5	423.1
0.1836	4.22	8.44	10.56	21.10	42.21	84.40	126.6	211.0	422.1
0.1838	4.21	8.42	10.53	21.06	42.12	84.22	126.4	210.6	421.2
0.1840	4.20	8.40	10.51	21.01	42.03	84.03	126.1	210.1	420.3
0.1842	4.19	8.38	10.49	20.97	41.94	83.85	125.8	209.7	419.4
0.1844	4.18	8.37	10.46	20.92	41.85	83.67	125.5	209.2	418.5
0.1846	4.18	8.35	10.44	20.88	41.76	83.49	125.3	208.8	417.6
0.1848	4.17	8.33	10.42	20.83	41.67	83.31	125.0	208.3	416.7
0.1850	4.16	8.31	10.40	20.79	41.58	83.13	124.7	207.9	415.8
0.1852	4.15	8.29	10.37	20.74	41.49	82.95	124.5	207.4	414.9
0.1854	4.14	8.28	10.35	20.70	41.40	82.77	124.2	207.0	414.0
0.1856	4.13	8.26	10.33	20.65	41.31	82.59	123.9	206.5	413.1
0.1858	4.12	8.24	10.31	20.61	41.22	82.41	123.7	206.1	412.2
0.1860	4.11	8.22	10.28	20.56	41.13	82.23	123.4	205.6	411.3
0.1862	4.10	8.21	10.26	20.52	41.04	82.06	123.1	205.2	410.4
0.1864	4.10	8.19	10.24	20.47	40.96	81.88	122.9	204.7	409.6
0.1866	4.09	8.17	10.22	20.43	40.87	81.71	122.6	204.3	408.7
0.1868	4.08	8.15	10.20	20.39	40.78	81.53	122.3	203.9	407.8
0.1870	4.07	8.14	10.17	20.34	40.69	81.36	122.1	203.4	406.9
0.1872	4.06	8.12	10.15	20.30	40.61	81.18	121.8	203.0	406.1
0.1874	4.05	8.10	10.13	20.26	40.52	81.01	121.6	202.6	405.2
0.1876	4.04	8.08	10.11	20.21	40.43	80.84	121.3	202.1	404.3
0.1878	4.03	8.07	10.09	20.17	40.35	80.67	121.0	201.7	403.5
0.1880	4.03	8.05	10.07	20.13	40.26	80.49	120.8	201.3	402.6
0.1882	4.02	8.03	10.05	20.09	40.18	80.32	120.5	200.9	401.8
0.1884	4.01	8.02	10.02	20.04	40.09	80.15	120.3	200.4	400.9
0.1886	4.00	8.00	10.00	20.00	40.01	79.98	120.0	200.0	400.1
0.1888	3.99	7.98	9.98	19.96	39.92	79.81	119.8	199.6	399.2

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1890	3.98	7.96	9.96	19.92	39.84	79.65	119.5	199.2	398.4
0.1892	3.98	7.95	9.94	19.87	39.75	79.48	119.3	198.7	397.5
0.1894	3.97	7.93	9.92	19.83	39.67	79.31	119.0	198.3	396.7
0.1896	3.96	7.91	9.90	19.79	39.58	79.14	118.8	197.9	395.8
0.1898	3.95	7.90	9.88	19.75	39.50	78.98	118.5	197.5	395.0
0.1900	3.94	7.88	9.86	19.71	39.42	78.81	118.3	197.1	394.0
0.1902	3.93	7.86	9.84	19.66	39.34	78.64	118.0	196.6	393.4
0.1904	3.93	7.85	9.81	19.62	39.25	78.48	117.8	196.2	392.5
0.1906	3.92	7.83	9.79	19.58	39.17	78.31	117.5	195.8	391.7
0.1908	3.91	7.81	9.77	19.54	39.09	78.15	117.3	195.4	390.9
0.1910	3.90	7.80	9.75	19.50	39.01	77.99	117.0	195.0	390.1
0.1912	3.89	7.78	9.73	19.46	38.93	77.82	116.8	194.6	389.3
0.1914	3.88	7.77	9.71	19.42	38.84	77.66	116.5	194.2	388.4
0.1916	3.88	7.75	9.69	19.38	38.76	77.50	116.3	193.8	387.6
0.1918	3.87	7.73	9.67	19.34	38.68	77.34	116.0	193.4	386.8
0.1920	3.86	7.72	9.65	19.30	38.60	77.18	115.8	193.0	386.0
0.1922	3.85	7.70	9.63	19.26	38.52	77.02	115.6	192.6	385.2
0.1924	3.84	7.69	9.61	19.22	38.44	76.85	115.3	192.2	384.4
0.1926	3.84	7.67	9.59	19.18	38.36	76.70	115.1	191.8	383.6
0.1928	3.83	7.65	9.57	19.14	38.28	76.54	114.8	191.4	382.8
0.1930	3.82	7.64	9.55	19.10	38.20	76.38	114.6	191.0	382.0
0.1932	3.81	7.62	9.53	19.06	38.12	76.22	114.4	190.6	381.2
0.1934	3.80	7.61	9.51	19.02	38.04	76.06	114.1	190.2	380.4
0.1936	3.80	7.59	9.49	18.98	37.97	75.91	113.9	189.8	379.7
0.1938	3.79	7.57	9.47	18.94	37.89	75.75	113.7	189.4	378.9
0.1940	3.78	7.56	9.45	18.90	37.81	75.59	113.4	189.0	378.1
0.1942	3.77	7.54	9.43	18.86	37.73	75.44	113.2	188.6	377.3
0.1944	3.77	7.53	9.41	18.82	37.65	75.28	113.0	188.2	376.5
0.1946	3.76	7.51	9.40	18.79	37.58	75.13	112.7	187.9	375.8
0.1948	3.75	7.50	9.38	18.75	37.50	74.97	112.5	187.5	375.0
0.1950	3.74	7.48	9.36	18.71	37.42	74.82	112.3	187.1	374.2
0.1952	3.73	7.47	9.34	18.67	37.35	74.67	112.0	186.7	373.5
0.1954	3.73	7.45	9.32	18.63	37.27	74.51	111.8	186.3	372.7
0.1956	3.72	7.44	9.30	18.59	37.19	74.36	111.6	185.9	371.9
0.1958	3.71	7.42	9.28	18.56	37.12	74.21	111.4	185.6	371.2
0.1960	3.70	7.41	9.26	18.52	37.04	74.06	111.1	185.2	370.4
0.1962	3.70	7.39	9.24	18.48	36.97	73.91	110.9	184.8	369.7
0.1964	3.69	7.38	9.22	18.44	36.89	73.76	110.7	184.4	368.9
0.1966	3.68	7.36	9.21	18.41	36.82	73.61	110.4	184.1	368.2
0.1968	3.67	7.35	9.19	18.37	36.74	73.46	110.2	183.7	367.4
0.1970	3.67	7.33	9.17	18.33	36.67	73.31	110.0	183.3	366.7

(续)

压痕对角线 d/mm	试验力/N								
	0.09807	0.1961	0.2452	0.4903	0.9807	1.9612	2.9420	4.903	9.807
	努氏硬度								
	HK 0.01	HK 0.02	HK 0.025	HK 0.05	HK 0.1	HK 0.2	HK 0.3	HK 0.5	HK 1
0.1972	3.66	7.32	9.15	18.29	36.59	73.16	109.8	182.9	365.9
0.1974	3.65	7.30	9.13	18.26	36.52	73.01	109.6	182.6	365.2
0.1976	3.64	7.29	9.11	18.22	36.44	72.86	109.3	182.2	364.4
0.1978	3.64	7.27	9.09	18.18	36.37	72.72	109.1	181.8	363.7
0.1980	3.63	7.26	9.08	18.15	36.30	72.57	108.9	181.5	363.0
0.1982	3.62	7.24	9.06	18.11	36.22	72.42	108.7	181.1	362.2
0.1984	3.62	7.23	9.04	18.07	36.15	72.28	108.5	180.7	361.5
0.1986	3.61	7.21	9.02	18.04	36.08	72.13	108.2	180.4	360.8
0.1988	3.60	7.20	9.00	18.00	36.01	71.99	108.0	180.0	360.1
0.1990	3.59	7.18	8.98	17.96	35.93	71.84	107.8	179.6	359.3
0.1992	3.59	7.17	8.97	17.93	35.86	71.70	107.6	179.3	358.6
0.1994	3.58	7.16	8.95	17.89	35.79	71.55	107.4	178.9	357.9
0.1996	3.57	7.14	8.93	17.86	35.72	71.41	107.2	178.6	357.2
0.1998	3.56	7.13	8.91	17.82	35.65	71.27	106.9	178.2	356.5
0.2000	3.56	7.11	8.90	17.79	35.58	71.13	106.7	177.9	355.8

3.6 金属材料肖氏硬度试验

金属材料肖氏硬度试验按照 GB/T 4341—2001 《金属肖氏硬度试验方法》进行。

3.6.1 试样

- 1) 试样的试验面一般为平面, 对于曲面试样, 其试验面的曲率半径应不小于 32mm。
- 2) 试样的质量应至少在 0.1kg 以上。
- 3) 试样应有足够的厚度, 以保证测量的硬度值不受试样台硬度的影响。试样的厚度一般应在 10mm 以上。
- 4) 试样的试验面积应尽可能大。
- 5) 肖氏硬度小于 50HS 的试样, 表面粗糙度 R_a 应不大于 $1.6\mu\text{m}$; 肖氏硬度大于 50HS 时, 表面粗糙度 R_a 应不大于 $0.8\mu\text{m}$ 。
- 6) 试样的表面应无氧化皮及外来污物, 尤其不应有油脂。
- 7) 试样不应带有磁性。

3.6.2 试验设备

肖氏硬度计适用于测定金属材料的肖氏硬度值。肖氏硬度计便于携带, 特别适用于

冶金、重型机械行业的中大型工件，如大型构件、铸件、锻件、曲轴、轧辊、特大型齿轮、机床导轨等工件。与其他硬度计相比，肖氏硬度计的准确度稍差，受测试时的垂直性、试样表面粗糙度等因素的影响，数据分散性较大，其测试结果的比较只限于弹性模量相同的材料。它对试样的厚度和质量都有一定要求，不适于较薄和较小试样，但是它是一种轻便的手提式仪器，便于现场测试，其结构简单，便于操作，测试效率高。肖氏硬度计如图 3-12 所示。

3.6.3 试验内容及结果表示

1. 试验要求

1) 试验一般在 $10 \sim 35^{\circ}\text{C}$ 的温度下进行，对温度要求严格的试验，应在 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 之内进行。对于温度变化敏感的材料，应在材料标准中规定试验温度。

2) 试验前，应使用与试样硬度值接近的肖氏硬度标准块按 JJG 346 对硬度计进行检验。

3) 试验时，试样应稳固地放置在机架的试样台上。由于试样的形状、尺寸、质量等关系，需将测量筒从机架上取下，以手持或安放在特殊形状的支架上使用。试验结果应注明手持测量或支架测量。

4) 硬度计应安置在稳固的基础上，试验时测量筒应保持垂直状态，试验面应与冲头作用方向垂直。手持测量筒时，要特别注意保持垂直状态。

2. 试验原理

将规定形状的金刚石冲头从固定的高度 h_0 落在试样表面上，冲头弹起一定高度 h ，用下式计算肖氏硬度值：

$$\text{HS} = K \frac{h}{h_0}$$

式中 HS——肖氏硬度；

h_0 ——固定的高度，单位为 mm；

h ——冲头弹起的高度，单位为 mm；

K ——肖氏硬度系数，对于目测型（C 型）肖氏硬度计， K 取 $10^3/65$ ，对于指示型（D 型）肖氏硬度计， K 取 140。

3. 硬度值的表示

肖氏硬度符号为 HS，HS 后面的符号表示硬度计类型。例如：28HSC 表示用 C 型（目测型）肖氏硬度计测定的肖氏硬度值为 28，50HSD 表示用 D 型（指示型）肖氏硬度计测定的肖氏硬度值为 50。

4. 试验程序

1) 测量硬度时，试样在试样台上受到的压力约为 200N。试样质量在 20kg 以上，手持测量筒或在特殊形状的支架上进行试验时，对测量筒的压力应以测量筒在试样上保持稳定为宜。

2) 对于 D 型肖氏硬度计，操作鼓轮的回转时间约为 1s，复位时的操作以手动缓慢



图 3-12 肖氏硬度计

进行。对于 C 型肖氏硬度计，读取冲头反弹最高位置时的瞬间读数。

3) 试样两相邻压痕中心距离应不小于 1mm，压痕中心距试样边缘的距离应不小于 4mm。

4) 肖氏硬度值的读数应精确至 0.5HS，以连续 5 次有效读数的平均值作为一个肖氏硬度测量值。

3.7 金属材料里氏硬度试验

金属材料里氏硬度试验按照 GB/T 17394—1998《金属里氏硬度试验方法》进行。

3.7.1 试样

1) 在制备试样表面过程中，应尽量避免由于受热、冷加工等对试样表面硬度的影响。

2) 试样的试验面最好是平面，试验面应具有金属光泽，不应有氧化皮及其他污物，试样表面粗糙度应符合表 3-25 中的要求。

表 3-25 试样的表面粗糙度要求 (单位: μm)

冲击装置类型	试样表面粗糙度 R_a
D、DC 型	≤ 1.6
G 型	≤ 6.3
C 型	≤ 0.4

3) 试样必须有足够的质量及刚性，以保证在冲击过程中不产生位移或弹动。试样的质量应符合表 3-26 中的规定。

表 3-26 试样的质量要求 (单位: kg)

冲击装置类型	试样质量		
	稳定装置	固定或夹持	需耦合
D、DC 型	> 5	2 ~ 5	0.05 ~ 2
G 型	> 15	5 ~ 15	0.5 ~ 5
C 型	> 1.5	0.5 ~ 1.5	0.02 ~ 0.5

4) 试样应具有足够的厚度，试样最小厚度应符合表 3-27 中的规定。

表 3-27 试样的最小厚度要求 (单位: mm)

冲击装置类型	试样最小厚度
D、DC 型	5
G 型	10
C 型	1

5) 对于具有表面硬化层的试样，硬化层深度应符合表 3-28 中的规定。

表 3-28 试样的硬化层深度要求 (单位: mm)

冲击装置类型	表面硬化层深度
D、DC 型	≥0.8
C 型	≥0.2

6) 对于凹、凸圆柱面及球面试样, 其表面曲率半径应符合表 3-29 中的规定。

表 3-29 试样的表面曲率半径要求 (单位: mm)

冲击装置类型	表面曲率半径
D、DC 型	≥30
G 型	≥50

7) 对于表面为曲面的试样, 应使用适当的支撑环, 以保证冲头冲击瞬间位置偏差在 ±0.5mm 之内。

3.7.2 试验设备

里氏硬度计是一种新型的硬度测试仪器, 具有测试精度高、体积小、操作容易、携带方便, 测量范围宽的特点。它可将测得的硬度值自动转换成布氏、洛氏、维氏、肖氏等硬度值并打印记录, 还可配置适合于各种测试场合的配件。里氏硬度计可以满足于各种测试环境和条件。

便携式里氏硬度计广泛应用于已安装的机械或永久性组装部件、轴承及其他零件、压力容器、汽轮发电机组及其设备的失效分析、重型工件、试验空间很狭小的工件、要求对测试结果有正规的原始记录、金属材料仓库的材料区分、大型工件大范围内多处测量部位的快速检验。里氏硬度计如图 3-13 所示。



图 3-13 里氏硬度计

里氏硬度计的主要技术参数应符合表 3-30 中的要求, 示值误差及重复性应不大于表 3-31 中的规定。

表 3-30 里氏硬度计的主要技术参数

冲击装置类型	主要参数				试验范围 HL	用途
	冲击体质量 /g	冲击能量 /J	冲头直径 /mm	冲头材料		
D 型	5.5	11.0	3	碳化钨	200 ~ 900	一般场合孔内, 小空间 大型铸锻件表面层及薄壁件
DC 型	5.5	11.0	3	碳化钨	200 ~ 900	
G 型	20.0	90.0	5	碳化钨	300 ~ 750	
C 型	3.0	2.7	3	碳化钨	350 ~ 960	

表 3-31 里氏硬度计示值误差及重复性

冲击装置类型	里氏硬度值	示值误差	重复性
D 型	490 ~ 830HLD	±12HLD	12HLD
DC 型	490 ~ 830HLDC	±12HLDC	12HLDC
G 型	460 ~ 630HLC	±12HLC	12HLC
C 型	550 ~ 890HLC	±12HLC	12HLC

3.7.3 试验内容及结果表示

1. 试验要求

1) 试验一般在 10 ~ 35℃ 的温度下进行。对于温度要求严格的试验, 应控制在 23℃ ± 5℃ 之内。

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。

3) 试验过程中, 硬度计应避免受到冲击和振动。

4) 每个试样上的试验点数不少于 4 点, 第 1 点不计。

5) 在大量试验前或距前一试验超过 24h, 以及压头或支承台移动或重新安装后, 均应进行检定, 上述调整后的第一次试验结果不作为正式数据。

6) 里氏硬度计不应在强烈振动、严重粉尘、腐蚀性气体或强磁场的场合使用。

7) 对于需要耦合的试样, 试验面应与支承台面平行, 试样背面和支承台面必须平坦光滑, 在耦合的平面上涂以适量的耦合剂, 使试样与支承台在垂直耦合面的方向上成为承受压力的刚性整体。试验时, 冲击方向必须垂直于耦合面。建议用凡士林作为耦合剂。

8) 对于大面积板材、长杆、弯曲件等试样, 在试验时应予适当的支承及固定, 以保证冲击时不产生位移及弹动。

2. 里氏硬度符号

里氏硬度试验用符号及说明如表 3-32 所示。

表 3-32 里氏硬度试验用符号及说明

符号	说 明	符号	说 明
HLD	用 D 型冲击装置测定的里氏硬度	HLG	用 G 型冲击装置测定的里氏硬度
HLDC	用 DC 型冲击装置测定的里氏硬度	HLG	用 C 型冲击装置测定的里氏硬度

注: 当使用其他冲击装置时, 应在 HL 之后附以相应型号。

3. 试验原理

用规定质量的冲击体在弹力作用下以一定速度冲击试样表面, 用冲头在距试样表面 1mm 处的回弹速度与冲击速度的比值计算硬度值。计算公式为

$$HL = 1000 \frac{v_R}{v_A}$$

式中 HL——里氏硬度;

v_R ——冲击体回弹速度, 单位为 mm/s;

v_A ——冲击体冲击速度, 单位为 mm/s。

4. 硬度值的表示

在里氏硬度符号 HL 前示出硬度数值, 在 HL 后面示出冲击装置类型。例如: 700HLD 表示用 D 型冲击装置测定的里氏硬度值为 700。对于用里氏硬度换算的其他硬度, 应在里氏硬度符号之前附以相应的硬度符号。例如: 400HVHLD 表示用 D 型冲击装

置测定的里氏硬度值换算的维氏硬度值为 400。

5. 试验程序

- 1) 向下推动加载套或用其他方式锁住冲击体。
- 2) 将冲击装置支撑环紧压在试样表面上, 冲击方向应与试验面垂直。
- 3) 平稳地按动冲击装置释放钮。
- 4) 读取硬度示值。
- 5) 试验时冲击装置尽可能垂直向下。
- 6) 任意两压痕中心之间距离或任一压痕中心距试样边缘距离应符合表 3-33 中的规定。

表 3-33 压痕距离的要求 (单位: mm)

冲击装置类型	两压痕中心间距离	压痕中心距试样边缘距离
	≥	≥
D、DC 型	3	5
G 型	4	8
C 型	2	4

- 7) 试样的每个测量部位一般进行 5 次试验, 数据分散不应超过平均值的 $\pm 15\text{HL}$ 。

8) 对于其他方向冲击所测定的硬度值, 如果硬度计没有修正功能, 应按表 3-34 进行修正。

表 3-34 里氏硬度修正值

HL	D 和 DC 型冲击装置				G 型冲击装置				C 型冲击装置			
200	-7	-14	-23	-33	-2	-5	-13	-20	—	—	不 规 定	
250							-12	-19	—	—		
300	-6	-13	-22	-31			-12	-18	—	—		
350	-6	-12	-20	-29			-11	-17	-7	-15		
400	-6	-11	-19	-27			-11	-16	-7	-14		
450	-5	-10	-18	-25			-10	-15	-7	-13		
500	-5	-10	-17	-24			-9	-14	-6	-13		
550	-5	-10	-16	-22			-9	-13	-6	-12		
600	-4	-9	-15	-20			-8	-12	-6	-11		
650	-4	-8	-14	-19			-8	-11	-5	-10		
700	-4	-8	-13	-18			-7	-10	-5	-10		
750	-3	-7	-12	-17			—	—	-4	-9		
800	-3	-6	-11	-16			—	—	-4	-8		
850	-3	-6	-10	-15			—	—	-4	-7		
900	-2	-5	-9	-14			—	—	-3	-6		
950	—	—	—	—			—	—	—	—		

9) 应尽量避免将里氏硬度换算成其他硬度。当必须进行换算时, 对于常用金属材料, 应按表 3-35 ~ 表 3-43 进行。

表 3-35 碳钢、低合金钢和铸钢 ($E \approx 210000\text{MPa}$) 的 D 型冲击装置里氏硬度换算表

HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD	HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD
300			83				376		68.3	117			
302			84				378		68.9	118			
304			85				380		69.5	119			
306			85				382		70.1	120			
308			86				384		70.6	121			
310			87				386		71.2	123			
312			87				388		71.8	124			
314			88				390		72.3	125			
316			89				392		72.9	126			
318			90				394		73.4	127			
320			90				396		74.0	129			
322			91				398		74.5	130			
324			92				400		75.0	131		142	
326			93				402		75.5	133		144	
328			94				404		76.0	134		145	
330			94				406		76.5	135		147	
332			95				408		77.0	136		149	
334			96				410		77.5	138		150	
336			97				412		78.0	139		152	
338			98				414		78.4	141		153	
340			99				416		78.9	142		155	
342			100				418		79.3	143		156	
344			101				420		79.8	145	140	157	
346			101				422		80.2	146	141	159	
348			102				424		80.7	148	143	160	
350		59.6	103				426		81.1	149	144	162	
352		60.3	104				428		81.5	151	145	163	
354		61.0	105				430		81.9	152	147	165	
356		61.7	106				432		82.4	154	148	166	
358		62.4	107				434		82.8	155	150	168	
360		63.1	108				436		83.2	157	151	169	
362		63.8	109				438		83.6	158	153	171	
364		64.5	110				440		84.0	160	154	172	
366		65.1	111				442		84.4	161	156	174	
368		65.8	112				444		84.8	163	157	175	
370		66.4	114				446		85.1	164	159	176	
372		67.0	115				448		85.5	166	160	178	
374		67.7	116				450		85.9	168	162	179	

(续)

HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD	HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD
452		86.3	169	164	181		526	22.8		239	231	239	35.8
454		86.6	171	165	182		528	23.1		241	234	241	36.1
456		87.0	173	167	184		530	23.5		244	236	242	36.4
458		87.4	174	168	185		532	23.8		246	238	244	36.7
460		87.7	176	170	187	26.4	534	24.1		248	240	246	37.0
462		88.1	178	172	188	26.7	536	24.5		250	242	248	37.3
464		88.5	179	173	190	27.0	538	24.8		252	244	250	37.6
466		88.8	181	175	191	27.3	540	25.2		255	246	252	37.9
468		89.2	183	177	193	27.6	542	25.5		257	249	254	38.1
470		89.5	185	178	194	27.9	544	25.8		259	251	256	38.4
472		89.9	186	180	196	28.2	546	26.2		261	253	258	38.7
474		90.3	188	182	197	28.5	548	26.5		264	255	259	39.0
476		90.6	190	184	198	28.8	550	26.8		266	258	261	39.3
478		91.0	192	185	200	29.1	552	27.1		268	260	263	39.6
480		91.3	194	187	202	29.4	554	27.5		270	262	265	39.9
482		91.7	195	189	203	29.7	556	27.8		273	265	268	40.2
484		92.1	197	191	205	30.0	558	28.1		275	267	270	40.5
486		92.4	199	192	206	30.3	560	28.4		278	269	272	40.8
488		92.8	201	194	208	30.6	562	28.8		280	272	274	41.1
490		93.1	203	196	209	30.9	564	29.1		282	274	276	41.4
492		93.5	205	198	211	31.2	566	29.4		285	276	278	41.7
494		93.9	207	200	212	31.5	568	29.7		287	279	280	42.0
496		94.3	209	202	214	31.7	570	30.0		290	281	282	42.3
498		94.6	211	204	215	32.0	572	30.3		292	283	285	42.6
500		95.0	213	205	217	32.2	574	30.6		294	286	287	42.9
502		95.4	215	207	219	32.5	576	30.9		297	288	289	43.2
504		95.8	217	209	220	32.8	578	31.2		299	291	292	43.5
506		96.2	219	211	222	33.1	580	31.5		302	293	294	43.8
508		96.6	221	213	224	33.3	582	31.8		304	296	296	44.1
510	19.8	97.0	223	215	225	33.6	584	32.1		307	298	299	44.4
512	20.2	97.4	225	217	227	33.9	586	32.4		309	301	301	44.7
514	20.6	97.9	227	219	229	34.2	588	32.7		312	303	304	45.0
516	21.0	98.3	229	221	230	34.4	590	33.0		315	306	308	45.4
518	21.3	98.7	231	223	232	34.7	592	33.3		317	308	310	45.7
520	21.7	99.2	233	225	234	35.0	594	33.6		320	311	313	46.0
522	22.0	99.6	235	227	235	35.3	596	33.9		322	314	315	46.3
524	22.4		237	229	237	35.6	598	34.2		325	316	318	46.6

(续)

HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD	HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD
600	34.5		328	319	320	46.9	676	44.9		439	429	429	59.2
602	34.8		330	322	323	47.2	678	45.2		442	432	432	59.5
604	35.1		333	324	325	47.5	680	45.5		446	435	435	59.9
606	35.4		336	327	328	47.8	682	45.7		449	439	439	60.2
608	35.7		338	330	331	48.2	684	46.0		452	442	442	60.5
610	35.9		341	332	333	48.5	686	46.2		456	445	445	60.9
612	36.2		344	335	336	48.2	688	46.5		459	448	448	61.2
614	36.5		346	338	339	49.1	690	46.8		463	451	451	61.6
616	36.8		349	340	341	49.4	692	47.0		466	455	455	61.9
618	37.1		352	343	344	49.7	694	47.3		469	458	458	62.2
620	37.4		355	346	346	50.1	696	47.5		473	461	461	62.6
622	37.6		357	349	349	50.4	698	47.8		476	465	465	62.9
624	37.9		360	351	352	50.7	700	48.0		480	468	468	63.3
626	38.2		363	354	355	51.0	702	48.3		483	471	471	63.6
628	38.5		366	357	357	51.3	704	48.6		487	474	474	64.0
630	38.7		369	360	360	51.7	706	48.8		491	478	478	64.3
632	39.0		372	363	363	52.0	708	49.1		494	481	481	64.6
634	39.3		375	366	366	52.3	710	49.3		498	485	485	65.0
636	39.6		377	369	369	52.6	712	49.6		501	488	488	65.3
638	39.8		380	371	371	52.9	714	49.8		505	491	491	65.7
640	40.1		383	374	374	53.3	716	50.1		509	495	495	66.0
642	40.4		386	377	377	53.6	718	50.3		513	498	498	66.4
644	40.7		389	380	380	53.9	720	50.6		516	502	502	66.7
646	40.9		392	383	383	54.2	722	50.8		520	505	505	67.1
648	41.2		395	386	386	54.6	724	51.1		524	508	508	67.4
650	41.5		398	389	389	54.9	726	51.3		528	512	512	67.8
652	41.7		401	392	392	55.2	728	51.6		532	515	515	68.2
654	42.0		404	395	395	55.6	730	51.8		535	519	519	68.5
656	42.3		407	398	398	55.8	732	52.1		539	522	522	68.9
658	42.6		411	401	401	56.2	734	52.3		543	526	526	69.2
660	42.8		414	404	404	56.5	736	52.6		547	529	529	69.6
662	43.1		417	407	407	56.9	738	52.8		551	533	533	69.9
664	43.4		420	410	410	57.2	740	53.1		555	536	536	70.3
666	43.6		423	413	413	57.5	742	53.3		559	540	540	70.7
668	43.9		426	417	417	57.9	744	53.6		563	543	543	71.0
670	44.1		429	420	420	58.2	746	53.8		568	547	547	71.4
672	44.4		433	423	423	58.5	748	54.1		572	551	551	71.8
674	44.7		436	426	426	58.9	750	54.3		576	554	554	72.1

(续)

HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD	HLD	HRC	HRB	HV	HBW[1] ($F = 30D^2$)	HBW[2] ($F = 30D^2$)	HSD
752	54.5		580	558	558	72.5	822	62.5		750			86.1
754	54.8		584	561	561	72.9	824	62.7		756			86.5
756	55.0		589	565	565	73.2	826	62.9		762			87.0
758	55.3		593	569	569	73.6	828	63.1		768			87.4
760	55.5		597	572	572	74.0	830	63.3		773			87.8
762	55.7		602	576	576	74.3	832	63.5		779			88.2
764	56.0		606	580	580	74.7	834	63.7		785			88.6
766	56.2		610	583	583	75.1	836	63.9		791			89.1
768	56.5		615	587	587	75.5	838	64.1		797			89.5
770	56.7		619	591	591	75.8	840	64.3		803			89.9
772	56.9		624	594	594	76.2	842	64.5		809			90.4
774	57.2		628	598	598	76.6	844	64.7		816			90.8
776	57.4		633	602	602	77.0	846	64.9		822			91.2
778	57.6		638	605	605	77.4	848	65.1		828			91.7
780	57.9		642	609	609	77.7	850	65.3		835			92.1
782	58.1		647	613	613	78.1	852	65.4		841			92.6
784	58.3		652	617	617	78.5	854	65.6		848			93.0
786	58.6		657	620	620	78.9	856	65.8		854			93.5
788	58.8		662	624	624	79.3	858	66.0		861			93.9
790	59.0		666	628	628	79.7	860	66.2		867			94.4
792	59.2		671	632	632	80.1	862	66.3		874			94.8
794	59.5		676	635	635	80.5	864	66.5		881			95.3
796	59.7		681	639	639	80.9	866	66.7		888			95.7
798	59.9		686	643	643	81.2	868	66.8		895			96.2
800	60.1		691	647	647	81.6	870	67.0		902			96.7
802	60.4		697	651	651	82.0	872	67.2		909			97.1
804	60.6		702			82.4	874	67.3		916			97.6
806	60.8		707			82.8	876	67.5		923			98.1
808	61.0		712			83.2	878	67.6		931			98.6
810	61.2		718			83.7	880	67.8		938			99.0
812	61.4		723			84.1	882	68.0		946			99.5
814	61.7		728			84.5	884	68.1		953			
816	61.9		734			84.9	886	68.2		961			
818	62.1		739			85.3	888	68.4		968			
820	62.3		745			85.7	890	68.5		976			

注：HBW [1] 为轧制材料的布氏硬度，HBW [2] 为锻造材料的布氏硬度。

表 3-36 铸铁的 D 型冲击装置里氏硬度换算表

HLD	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	HLD	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	HLD	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)
416		140	490	179	194	564	245	266
418		142	492	181	195	566	247	268
420		143	494	182	197	568	249	271
422		144	496	184	199	570	251	273
424		145	498	186	201	572	253	275
426		146	500	188	202	574	255	277
428		148	502	189	204	576	257	280
430		149	504	191	205	578	259	282
432		150	506	193	208	580	261	284
434		152	508	194	210	582	263	286
436		153	510	196	211	584	265	289
438		154	512	198	213	586	266	291
440	140	156	514	200	215	588	268	293
442	141	157	516	201	217	590	270	296
444	143	158	518	203	219	592	272	298
446	144	160	520	205	221	594	274	301
448	146	161	522	207	223	596	276	303
450	147	162	524	208	225	598	278	305
452	149	164	526	210	227	600	280	308
454	150	165	528	212	229	602	283	310
456	152	167	530	214	230	604	285	313
458	153	168	532	216	232	606	287	315
460	155	170	534	217	234	608	289	318
462	156	171	536	219	236	610	291	320
464	158	173	538	221	239	612	293	323
466	160	174	540	223	241	614	295	325
468	161	176	542	225	243	616	297	328
470	163	177	544	227	245	618	299	330
472	164	179	546	228	247	620	301	333
474	166	181	548	230	249	622	303	336
476	168	182	550	232	251	624	305	338
478	169	184	552	234	253	626	308	341
480	171	185	554	236	255	628	310	343
482	172	187	556	238	257	630	312	346
484	174	189	558	240	260	632	314	349
486	176	190	560	241	262	634	316	351
488	177	192	562	243	264	636	318	354

(续)

HLD	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	HLD	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	HLD	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)
638	321	357	646	330	368	654		379
640	323	359	648	332	370	656		381
642	325	362	650	334	373	658		384
644	327	365	652		376	660		387

注：本表适用于：未经热处理的非合金及低合金灰铸铁（GG）、非合金及低合金球墨铸铁（GGG）。

表 3-37 铸铝合金 ($E \approx 65000 \sim 85000 \text{MPa}$) 的 D 型冲击装置里氏硬度换算表

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)
200	30	254	43	308	59	362	77
202	31	256	44	310	60	364	77
204	31	258	44	312	60	366	78
206	32	260	45	314	61	368	79
208	32	262	46	316	61	370	79
210	33	264	46	318	62	372	80
212	33	266	47	320	63	374	81
214	34	268	47	322	63	376	82
216	34	270	48	324	64	378	82
218	34	272	48	326	65	380	83
220	35	274	49	328	65	382	84
222	35	276	49	330	66	384	84
224	36	278	50	332	67	386	85
226	36	280	51	334	67	388	86
228	37	282	51	336	68	390	87
230	37	284	52	338	69	392	87
232	38	286	52	340	69	394	88
234	38	288	53	342	70	396	89
236	39	290	54	344	71	398	90
238	39	292	54	346	71	400	90
240	40	294	55	348	72	402	91
242	40	296	55	350	73	404	92
244	41	298	56	352	73	406	93
246	41	300	56	354	74	408	93
248	42	302	57	356	75	410	94
250	42	304	58	358	75	412	95
252	43	306	58	360	76	414	96

(续)

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)
416	96	454	112	492	128	530	145
418	97	456	112	494	128	532	145
420	98	458	113	496	129	534	146
422	99	460	114	498	130	536	147
424	100	462	115	500	131	538	148
426	100	464	116	502	132	540	149
428	101	466	116	504	133	542	150
430	102	468	117	506	134	544	151
432	103	470	118	508	135	546	152
434	103	472	119	510	135	548	153
436	104	474	120	512	136	550	154
438	105	476	121	514	137	552	155
440	106	478	122	516	138	554	156
442	107	480	122	518	139	556	157
444	107	482	123	520	140	558	158
446	108	484	124	522	141	560	159
448	109	486	125	524	142		
450	110	488	126	526	143		
452	111	490	127	528	144		

表 3-38 铜锌合金 ($E \approx 85000 \sim 130000 \text{MPa}$) 的 D 型冲击装置里氏硬度换算表

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB
200	40		232	48		264	58	15.8	296	68	32.0
202	40		234	49		266	58	16.9	298	68	32.9
204	41		236	50		268	59	18.0	300	69	33.8
206	41		238	50		270	60	19.1	302	70	34.7
208	42		240	51		272	60	20.2	304	70	35.5
210	42		242	51		274	61	21.2	306	71	36.4
212	43		244	52		276	61	22.3	308	72	37.2
214	43		246	52		278	62	23.3	310	72	38.1
216	44		248	53		280	63	24.3	312	73	38.9
218	45		250	54		282	63	25.3	314	74	39.7
220	45		252	54		284	64	26.3	316	74	40.5
222	46		254	55		286	65	27.3	318	75	41.3
224	46		256	55		288	65	28.2	320	76	42.1
226	47		258	56		290	66	29.2	322	76	42.9
228	47		260	57	13.5	292	66	30.1	324	77	43.6
230	48		262	57	14.7	294	67	31.1	326	78	44.4

(续)

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HRB
328	78	45.1	384	99	62.7	440	121	75.6	496	146	86.0
330	79	45.9	386	99	63.2	442	122	76.0	498	147	86.4
332	80	46.6	388	100	63.7	444	123	76.4	500	148	86.7
334	80	47.3	390	101	64.2	446	124	76.8	502	149	87.1
336	81	48.0	392	102	64.7	448	125	77.2	504	150	87.4
338	82	48.7	394	102	65.2	450	126	77.6	506	151	87.8
340	82	49.4	396	103	65.7	452	126	77.9	508	152	88.1
342	83	50.1	398	104	66.2	454	127	78.3	510	153	88.4
344	84	50.8	400	105	66.7	456	128	78.7	512	154	88.8
346	85	51.4	402	106	67.2	458	129	79.1	514	155	89.1
348	85	52.1	404	106	67.7	460	130	79.5	516	156	89.5
350	86	52.7	406	107	68.2	462	131	79.9	518	157	89.8
352	87	53.4	408	108	68.6	464	132	80.2	520	158	90.2
354	87	54.0	410	109	69.1	466	133	80.6	522	159	90.5
356	88	54.6	412	110	69.5	468	133	81.0	524	160	90.8
358	89	55.3	414	110	70.0	470	134	81.3	526	161	91.2
360	90	55.9	416	111	70.4	472	135	81.7	528	162	91.5
362	90	56.5	418	112	70.9	474	136	82.1	530	163	91.9
364	91	57.1	420	113	71.3	476	137	82.4	532	164	92.2
366	92	57.7	422	114	71.8	478	138	82.8	534	165	92.5
368	93	58.2	424	114	72.2	480	139	83.2	536	166	92.9
370	93	58.8	426	115	72.6	482	140	83.5	538	167	93.2
372	94	59.4	428	116	73.1	484	141	83.9	540	168	93.6
374	95	60.0	430	117	73.5	486	142	84.2	542	169	93.9
376	96	60.5	432	118	73.9	488	143	84.6	544	170	94.2
378	96	61.1	434	119	74.3	490	144	85.0	546	171	94.6
380	97	61.6	436	120	74.7	492	144	85.3	548	172	94.9
382	98	62.1	438	120	75.2	494	145	85.7	550	173	95.3

表 3-39 铜铝合金及铜锡合金 ($E \approx 94000 \sim 130000 \text{MPa}$) 的 D 型冲击装置里氏硬度换算表

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)
300	60	310	64	320	68	330	73
302	61	312	65	322	69	332	73
304	62	314	66	324	70	334	74
306	62	316	67	326	71	336	75
308	63	318	67	328	72	338	76

(续)

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)
340	77	418	115	496	159	574	206
342	78	420	116	498	160	576	207
344	79	422	117	500	161	578	208
346	80	424	119	502	162	580	209
348	81	426	120	504	163	582	211
350	82	428	121	506	164	584	212
352	82	430	122	508	166	586	213
354	83	432	123	510	167	588	214
356	84	434	124	512	168	590	216
358	85	436	125	514	169	592	217
360	86	438	126	516	170	594	218
362	87	440	127	518	172	596	219
364	88	442	128	520	173	598	221
366	89	444	129	522	174	600	222
368	90	446	130	524	175	602	223
370	91	448	132	526	176	604	225
372	92	450	133	528	178	606	226
374	93	452	134	530	179	608	227
376	94	454	135	532	180	610	228
378	95	456	136	534	181	612	230
380	96	458	137	536	182	614	231
382	97	460	138	538	184	616	232
384	98	462	139	540	185	618	234
386	99	464	140	542	186	620	235
388	100	466	142	544	187	622	236
390	101	468	143	546	188	624	238
392	102	470	144	548	190	626	239
394	103	472	145	550	191	628	240
396	104	474	146	552	192	630	242
398	105	476	147	554	193	632	243
400	106	478	148	556	194	634	244
402	107	480	149	558	196	636	246
404	108	482	151	560	197	638	247
406	109	484	152	562	198	640	248
408	110	486	153	564	199	642	250
410	111	488	154	566	201	644	251
412	112	490	155	568	202	646	252
414	113	492	156	570	203	648	254
416	114	494	158	572	204	650	255

(续)

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)
652	256	666	266	680	276	694	286
654	258	668	267	682	277	696	287
656	259	670	269	684	278	698	289
658	260	672	270	686	280	700	290
660	262	674	271	688	281		
662	263	676	273	690	283		
664	264	678	274	692	284		

表 3-40 纯铜及低铜合金 ($E \approx 110000 \sim 135000 \text{MPa}$) 的 D 型冲击装置里氏硬度换算表

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)
200	45	254	59	308	77	362	100	416	126
202	45	256	60	310	78	364	101	418	127
204	46	258	60	312	79	366	102	420	128
206	46	260	61	314	80	368	103	422	129
208	47	262	61	316	80	370	103	424	131
210	47	264	62	318	81	372	104	426	132
212	48	266	63	320	82	374	105	428	133
214	48	268	63	322	83	376	106	430	134
216	49	270	64	324	84	378	107	432	135
218	49	272	65	326	84	380	108	434	136
220	50	274	65	328	85	382	109	436	137
222	50	276	66	330	86	384	110	438	138
224	51	278	67	332	87	386	111	440	139
226	51	280	67	334	88	388	112	442	140
228	52	282	68	336	88	390	113	444	142
230	52	284	69	338	89	392	114	446	143
232	53	286	69	340	90	394	115	448	144
234	53	288	70	342	91	396	116	450	145
236	54	290	71	344	92	398	117	452	146
238	54	292	71	346	93	400	118	454	147
240	55	294	72	348	94	402	119	456	148
242	56	296	73	350	94	404	120	458	150
244	56	298	74	352	95	406	121	460	151
246	57	300	74	354	96	408	122	462	152
248	57	302	75	356	97	410	123	464	153
250	58	304	76	358	98	412	124	466	154
252	58	306	77	360	99	414	125	468	155

(续)

HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)	HLD	HBW ($F = 10D^2$)
470	157	516	185	562	216	608	250	654	286
472	158	518	187	564	218	610	252	656	287
474	159	520	188	566	219	612	253	658	289
476	160	522	189	568	221	614	255	660	290
478	161	524	191	570	222	616	256	662	292
480	163	526	192	572	224	618	258	664	294
482	164	528	193	574	225	620	259	666	295
484	165	530	195	576	226	622	261	668	297
486	166	532	196	578	228	624	262	670	299
488	168	534	197	580	229	626	264	672	300
490	169	536	199	582	231	628	265	674	302
492	170	538	200	584	232	630	267	676	303
494	171	540	201	586	234	632	268	678	305
496	172	542	203	588	235	634	270	680	307
498	174	544	204	590	237	636	271	682	308
500	175	546	205	592	238	638	273	684	310
502	176	548	207	594	240	640	275	686	312
504	178	550	208	596	241	642	276	688	313
506	179	552	209	598	243	644	278	690	315
508	180	554	211	600	244	646	279		
510	181	556	212	602	245	648	281		
512	183	558	214	604	247	650	282		
514	184	560	215	606	248	652	284		

表 3-41 低碳钢、低合金钢及铸钢 ($E \approx 210000\text{MPa}$) 的 G 型冲击装置里氏硬度换算表

HLC	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLC	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLC	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLC	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLC	HBW ($F = 30D^2$)	HRB
300	90	47.7	316	100	54.8	332	109	61.3	348	120	67.3	364	131	72.6
302	91	48.6	318	101	55.7	334	111	62.1	350	121	68	366	132	73.3
304	93	49.5	320	102	56.5	336	112	62.9	352	123	68.7	368	134	73.9
306	94	50.4	322	103	57.3	338	113	63.6	354	124	69.4	370	135	74.5
308	95	51.3	324	104	58.1	340	115	64.4	356	125	70	372	137	75.1
310	96	52.2	326	106	59	342	116	65.1	358	127	70.7	374	138	75.7
312	97	53.1	328	107	59.8	344	117	65.8	360	128	71.4	376	140	76.3
314	98	53.9	330	108	60.5	346	119	66.6	362	130	72	378	141	76.9

(续)

HLG	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLG	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLG	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLG	HBW ($F = 30D^2$)	HRB	HLG	HBW ($F = 30D^2$)	HRB
380	143	77.5	456	208	94.5	532	289		608	391		684	516	
382	144	78	458	209	94.9	534	292		610	394		686	519	
384	146	78.6	460	211	95.2	536	294		612	397		688	523	
386	147	79.2	462	213	95.6	538	297		614	400		690	526	
388	149	79.7	464	215	95.9	540	299		616	403		692	530	
390	150	80.2	466	217	96.3	542	301		618	406		694	534	
392	152	80.8	468	219	96.6	544	304		620	409		696	538	
394	153	81.3	470	221	96.9	546	306		622	412		698	541	
396	155	81.8	472	223	97.3	548	309		624	415		700	545	
398	157	82.3	474	225	97.6	550	311		626	418		702	549	
400	158	82.8	476	227	97.9	552	314		628	421		704	553	
402	160	83.3	478	229	98.3	554	317		630	424		706	557	
404	161	83.8	480	231	98.6	556	319		632	428		708	560	
406	163	84.3	482	233	98.9	558	322		634	431		710	564	
408	165	84.8	484	236	99.2	560	324		636	434		712	568	
410	166	85.2	486	238	99.6	562	327		638	437		714	572	
412	168	85.7	488	240	99.9	564	329		640	440		716	576	
414	170	86.2	490	242		566	332		642	444		718	580	
416	171	86.6	492	244		568	335		644	447		720	584	
418	173	87.1	494	246		570	337		646	450		722	588	
420	175	87.5	496	248		572	340		648	453		724	592	
422	177	87.9	498	250		574	343		650	457		726	596	
424	178	88.3	500	253		576	345		652	460		728	600	
426	180	88.8	502	255		578	348		654	463		730	604	
428	182	89.2	504	257		580	351		656	467		732	608	
430	184	89.6	506	259		582	354		658	470		734	612	
432	185	90	508	262		584	356		660	473		736	616	
434	187	90.4	510	264		586	359		662	477		738	620	
436	189	90.8	512	266		588	362		664	480		740	625	
438	191	91.2	514	268		590	365		666	484		742	629	
440	193	91.6	516	271		592	368		668	487		744	633	
442	194	92	518	273		594	371		670	491		746	637	
444	196	92.3	520	275		596	373		672	494		748	642	
446	198	92.7	522	278		598	376		674	498		750	646	
448	200	93.1	524	280		600	379		676	501				
450	202	93.5	526	282		602	382		678	505				
452	204	93.8	528	285		604	385		680	508				
454	206	94.2	530	287		606	388		682	512				

表 3-42 灰铸铁及球墨铸铁 ($E \approx 170000 \sim 180000 \text{MPa}$) 的 G 型冲击装置里氏硬度换算表

HLG	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	HLG	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	HLG	灰铸铁 HBW ($F = 30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F = 30D^2$)
340	92		416	141	160	492	205	226
342	93		418	143	161	494	206	228
344	94		420	144	162	496	208	230
346	96		422	146	164	498	210	232
348	97		424	147	165	500	212	234
350	98		426	149	167	502	214	236
352	99		428	150	168	504	216	239
354	100		430	152	170	506	218	241
356	102		432	153	171	508	220	243
358	103		434	155	173	510	222	245
360	104		436	156	175	512	224	247
362	105		438	158	176	514	226	250
364	107		440	160	178	516	228	252
366	108		442	161	179	518	230	254
368	109		444	163	181	520	232	257
370	110		446	164	183	522	234	259
372	112		448	166	184	524	236	261
374	113		450	168	186	526	239	264
376	114		452	169	188	528	241	266
378	115		454	171	189	530	243	269
380	117		456	173	191	532	245	271
382	118		458	174	193	534	247	273
384	119		460	176	195	536	249	276
386	121	140	462	178	197	538	251	278
388	122	142	464	179	198	540	254	281
390	123	143	466	181	200	542	256	283
392	125	144	468	183	202	544	258	286
394	126	145	470	185	204	546	260	289
396	127	146	472	186	206	548	263	291
398	129	148	474	188	208	550	265	294
400	130	149	476	190	210	552	267	296
402	132	150	478	192	212	554	269	299
404	133	151	480	193	214	556	272	302
406	134	153	482	195	216	558	274	304
408	136	154	484	197	218	560	276	307
410	137	155	486	199	220	562	279	310
412	139	157	488	201	222	564	281	312
414	140	158	490	203	224	566	284	315

(续)

HLC	灰铸铁 HBW ($F=30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F=30D^2$)	HLC	灰铸铁 HBW ($F=30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F=30D^2$)	HLC	灰铸铁 HBW ($F=30D^2$)	球墨铸铁 HBW ($F=30D^2$)
568	286	318	580	301	335	592	316	352
570	288	321	582	303	338	594	318	355
572	291	323	584	306	340	596	321	358
574	293	326	586	308	343	598	323	361
576	296	329	588	311	346	600	326	364
578	298	332	590	313	349			

表 3-43 低碳钢、低合金钢及铸钢 ($E \approx 210000\text{MPa}$) 的 C 型冲击装置里氏硬度换算表

HLC	HV	HBW ($F=30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F=30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F=30D^2$)	HRC	HS
350	80	80			396	102	103			442	131	131		
352	80	81			398	103	104			444	133	132		
354	81	81			400	104	105			446	134	133		
356	82	82			402	105	107			448	135	135		
358	83	83			404	107	108			450	137	136		
360	84	84			406	108	109			452	138	137		
362	85	85			408	109	110			454	140	139		
364	86	86			410	110	111			456	141	140		
366	86	87			412	111	112			458	143	141		
368	87	88			414	113	114			460	144	143		
370	88	89			416	114	115			462	146	144		
372	89	90			418	115	116			464	147	145		
374	90	91			420	116	117			466	149	147		
376	91	92			422	118	118			468	150	148		
378	92	94			424	119	120			470	152	150		
380	93	95			426	120	121			472	153	151		
382	94	96			428	122	122			474	155	152		
384	95	97			430	123	123			476	156	151		
386	96	98			432	124	124			478	158	155		
388	97	99			434	126	126			480	160	157		
390	99	100			436	127	127			482	161	158		
392	100	101			438	128	128			484	163	160		
394	101	102			440	130	129			486	164	161		

(续)

HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS
488	166	163			562	231	224		33.4	636	307	299	30.4	43.6
490	167	164			564	232	226		33.7	638	309	301	30.7	43.9
492	169	166			566	234	227		34.0	640	311	304	31.0	44.2
494	171	167			568	236	229		34.2	642	313	306	31.3	44.5
496	172	169			570	238	231	20.0	34.5	644	316	308	31.6	44.7
498	174	170			572	240	233	20.4	34.8	646	318	311	31.9	45.0
500	176	172			574	242	235	20.7	35.0	648	320	313	32.1	45.3
502	177	173			576	244	237	21.1	35.3	650	322	315	32.4	45.6
504	179	175			578	246	239	21.4	35.6	652	325	318	32.7	45.9
506	181	176			580	248	241	21.7	35.8	654	327	320	33.0	46.2
508	182	178			582	250	243	22.1	36.1	656	330	322	33.3	46.5
510	184	179			584	252	245	22.4	36.4	658	332	325	33.5	46.8
512	186	181			586	254	247	22.7	36.7	660	334	327	33.8	47.0
514	187	183			588	256	249	23.1	36.9	662	337	329	34.1	47.3
516	189	184			590	258	251	23.4	37.2	664	339	332	34.4	47.6
518	191	186			592	260	252	23.7	37.5	666	341	334	34.6	47.9
520	193	187			594	262	254	24.0	37.8	668	344	337	34.9	48.2
522	194	189			596	264	257	24.4	38.0	670	346	339	35.2	48.5
524	196	191			598	266	259	24.7	38.3	672	349	342	35.4	48.8
526	198	192			600	268	261	25.0	38.6	674	351	344	35.7	49.1
528	200	194			602	270	263	25.3	38.8	676	354	347	36.0	49.4
530	201	196			604	272	265	25.6	39.1	678	356	349	36.3	49.7
532	203	197			606	274	267	25.9	39.4	680	359	352	36.5	49.9
534	205	199			608	276	269	26.2	39.7	682	361	354	36.8	50.2
536	207	201			610	278	271	26.5	40.0	684	364	357	37.1	50.5
538	208	202			612	280	273	26.9	40.2	686	367	359	37.3	50.8
540	210	204			614	283	275	27.2	40.5	688	369	362	37.6	51.1
542	212	206			616	285	277	27.5	40.8	690	372	365	37.9	51.4
544	214	208			618	287	279	27.8	41.1	692	374	367	38.1	51.7
546	216	209			620	289	282	28.1	41.4	694	377	370	38.4	52.0
548	218	211			622	291	284	28.4	41.6	696	380	372	38.6	52.3
550	219	213		31.9	624	293	286	28.7	41.9	698	382	375	38.9	52.6
552	221	215		32.1	626	295	288	29.0	42.2	700	385	378	39.2	52.9
554	223	217		32.4	628	298	290	29.3	42.5	702	388	380	39.4	53.2
556	225	218		32.7	630	300	292	29.5	42.8	704	390	383	39.7	53.5
558	227	220		32.9	632	302	295	29.8	43.0	706	393	386	39.9	53.8
560	229	222		33.2	634	304	297	30.1	43.3	708	396	389	40.2	54.1

(续)

HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS
710	399	391	40.5	54.4	786	520	506	49.9	66.2	862	685	646	58.9	79.6
712	401	394	40.7	54.7	788	524	510	50.2	66.6	864	690	650	59.1	80.0
714	404	397	41.0	55.0	790	528	513	50.4	66.9	866	695	654	59.4	80.4
716	407	400	41.2	55.3	792	531	517	50.6	67.2	868	700	658	59.6	80.8
718	410	402	41.5	55.6	794	535	520	50.9	67.6	870	705	663	59.8	81.2
720	413	405	41.7	55.9	796	539	523	51.1	67.9	872	711	667	60.0	81.6
722	416	408	42.0	56.2	798	543	527	51.4	68.2	874	716	671	60.3	82.0
724	419	411	42.2	56.5	800	547	530	51.6	68.5	876	721	675	60.5	82.4
726	422	414	42.5	56.8	802	551	534	51.8	68.9	878	727	679	60.7	82.8
728	424	417	42.7	57.1	804	555	537	52.1	69.2	880	732	683	61.0	83.2
730	427	419	43.0	57.4	806	559	541	52.3	69.6	882	738		61.2	83.6
732	430	422	43.3	57.7	808	563	544	52.6	69.9	884	743		61.4	84.0
734	433	425	43.5	58.0	810	567	548	52.8	70.2	886	749		61.6	84.4
736	436	428	43.8	58.3	812	571	551	53.0	70.6	888	755		61.9	84.9
738	440	431	44.0	58.6	814	575	555	53.3	70.9	890	760		62.1	85.3
740	443	434	44.3	58.9	816	579	558	53.5	71.3	892	766		62.3	85.7
742	446	437	44.5	59.3	818	583	562	53.7	71.6	894	772		62.5	86.1
744	449	440	44.8	59.6	820	587	566	54.0	72.0	896	778		62.8	86.6
746	452	443	45.0	59.9	822	592	569	54.2	72.3	898	784		63.0	87.0
748	455	446	45.3	60.2	824	596	573	54.5	72.7	900	790		63.2	87.4
750	458	449	45.5	60.5	826	600	577	54.7	73.0	902	796		63.4	87.9
752	462	452	45.7	60.8	828	605	580	54.9	73.4	904	802		63.6	88.3
754	465	455	46.0	61.1	830	609	584	55.2	73.7	906	808		63.9	88.8
756	468	458	46.2	61.4	832	613	588	55.4	74.1	908	814		64.1	89.2
758	471	461	46.5	61.7	834	618	592	55.6	74.4	910	820		64.3	89.7
760	475	464	46.7	62.1	836	622	595	55.9	74.8	912	827		64.5	90.1
762	478	468	47.0	62.4	838	627	599	56.1	75.2	914	833		64.7	90.6
764	481	471	47.2	62.7	840	632	603	56.3	75.5	916	839		64.9	91.0
766	485	474	47.5	63.0	842	636	607	56.6	75.9	918	846		65.2	91.5
768	488	477	47.7	63.3	844	641	611	56.8	76.2	920	852		65.4	92.0
770	492	480	48.0	63.6	846	646	615	57.0	76.6	922	859		65.6	92.4
772	495	483	48.2	64.0	848	650	618	57.3	77.0	924	866		65.8	92.9
774	499	487	48.5	64.3	850	655	622	57.5	77.4	926	872		66.0	93.4
776	502	490	48.7	64.6	852	660	626	57.7	77.7	928	879		66.2	93.9
778	506	493	48.9	64.9	854	665	630	58.0	78.1	930	886		66.4	94.4
780	509	496	49.2	65.3	856	670	634	58.2	78.5	932	893		66.6	94.9
782	513	500	49.4	65.6	858	675	638	58.4	78.9	934	900		66.9	95.4
784	517	503	49.7	65.9	860	680	642	58.7	79.3	936	907		67.1	95.9

(续)

HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS	HLC	HV	HBW ($F = 30D^2$)	HRC	HS
938	914		67.3	96.4	946	943		68.1	98.5	954	973		68.9	100.6
940	921		67.5	96.9	948	950		68.3	99.0	956	980		69.1	101.2
942	928		67.7	97.4	950	957		68.5	99.6	958	988		69.3	101.7
944	935		67.9	98.0	952	965		68.7	100.1	960	996		69.5	102.3

3.8 焊接接头硬度试验

焊接接头硬度试验按照 GB/T 2654—2008 《焊接接头硬度试验方法》进行。

3.8.1 试样

- 1) 试件横截面应通过机械切割获取，通常垂直于焊接接头。
- 2) 试样表面的制备过程应正确进行，以保证硬度测量没有受到冶金因素的影响。
- 3) 被检测表面制备完成后最好进行适当的腐蚀，以便准确确定焊接接头不同区域的硬度测量位置。

3.8.2 试验设备

使用布氏硬度测试和维氏硬度测试所用的设备。

3.8.3 试验内容及结果表示

1. 标线测定 (R)

1) 图 3-14 ~ 图 3-20 给出了标线测定测点位置示例图，包括标线距表面的距离，通过这些测点可以对接头进行评定。必要时，可以增加标线数量和（或）在其他位置测定。测点位置应在试验报告中说明。

2) 测点的数量和间距应足以确定由于焊接导致的硬化或软化区域。在热影响区相邻测点中心的距离如表 3-44 所示。

表 3-44 在热影响区两个测点中心之间的距离

硬度符号	两个测点中心间的推荐距离 $L^{\text{①}}$ /mm	
	钢铁材料 ^②	铝、铜及其合金
HV5	0.7	2.5 ~ 5
HV10	1	3 ~ 5
HBW1/2.5	不使用	2.5 ~ 5
HBW2.5/15.625	不使用	3 ~ 5

① 任何测点中心距已检测点中心的距离 L 应不小于 GB/T 4340.1 允许值。

② 奥氏体钢除外。

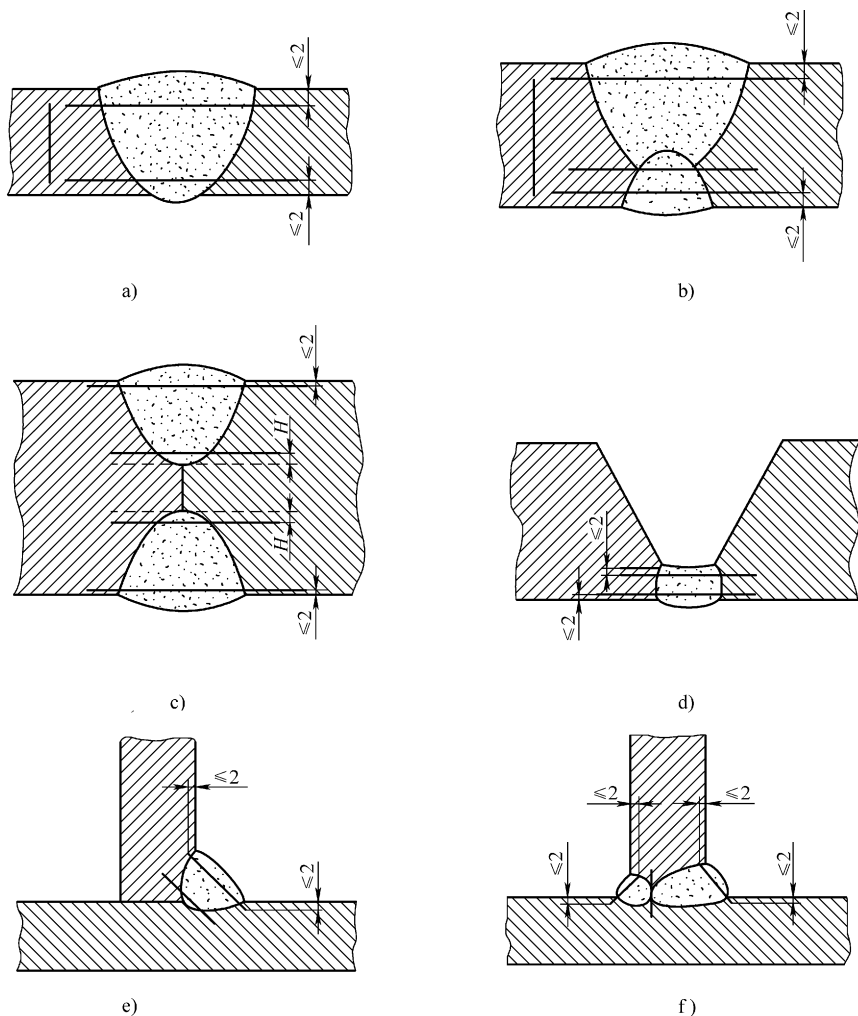


图 3-14 钢焊缝标线测定 (R) 示例

- a) 单面焊对接焊缝 b) 双面焊对接焊缝 c) 双面焊部分熔透对接焊缝
d) 用于对单道根部焊缝硬化程度的评估 e) 角焊缝 f) T 形接头

H —标线测定时测点中心距表面或熔合线的距离 (mm)

3) 在母材上检测时, 应有足够的检测点以保证检测的准确; 在焊缝金属上检测时, 测点间距离的选择应确保对其作出准确评定。

4) 热影响区中由于焊接引起硬化的区域应增加两个测点, 测点中心与熔合线之间的距离不大于 0.5mm。

2. 单点测定 (E)

1) 图 3-21 给出了测点位置的典型区域。此外, 还可根据金相检验确定测点位置。

2) 为了防止由测点压痕变形产生的影响, 在任何测点中心间的最小距离不得小于最近测点压痕的对角线或直径的平均值的 2.5 倍。

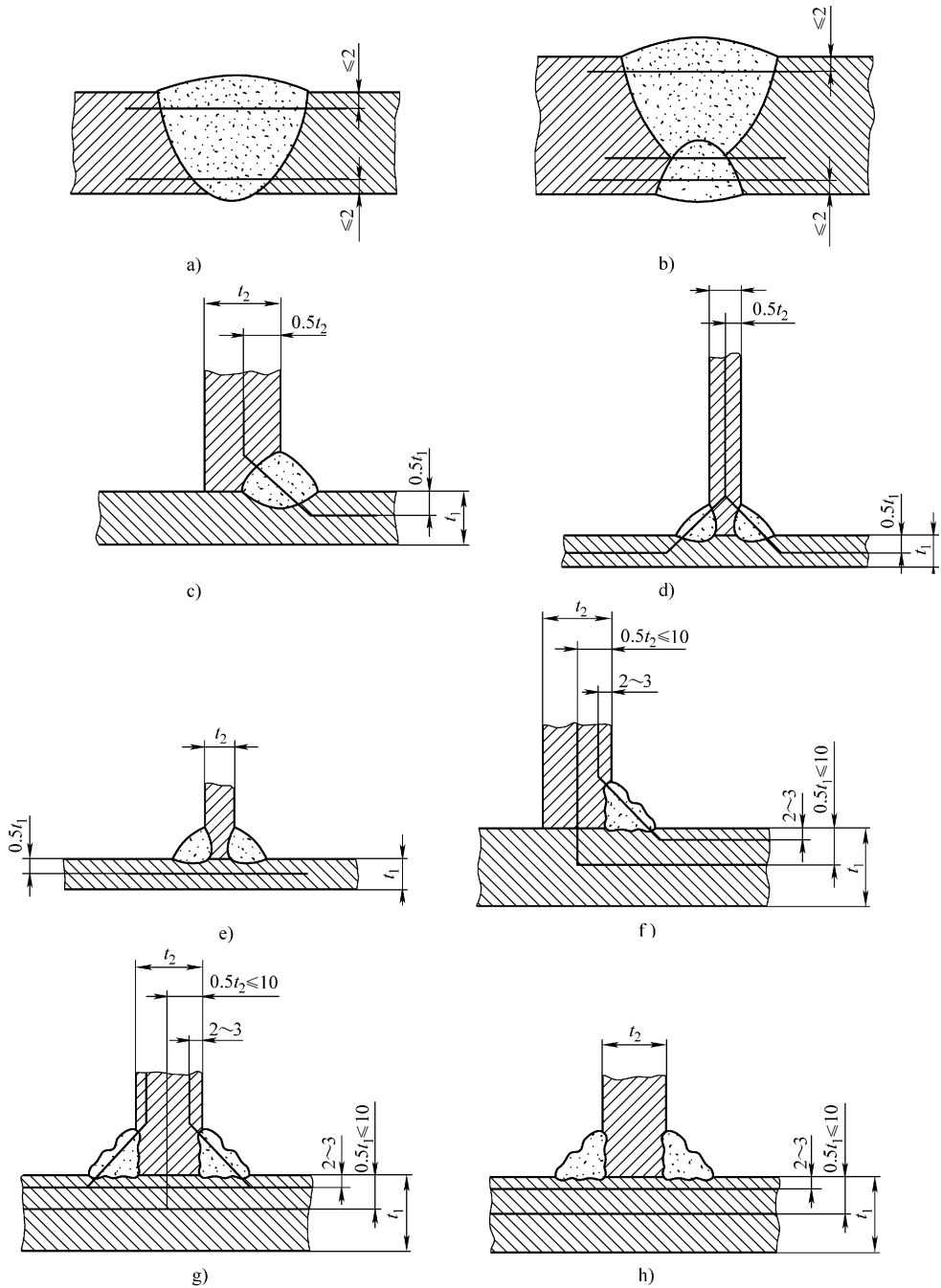


图 3-15 铝、铜及其合金焊缝标线测定 (R) 示例

- a) 单面焊对接焊缝 b) 双面焊对接焊缝 c) 单面角焊缝 d) 双面角焊缝 (单道)
 e) 双面角焊缝 (单道, 肋板不承载) f) 单面角焊缝 (多道) g) 双面角焊缝 (多道)
 h) 双面角焊缝 (多道, 肋板不承载) t_1 —横板试样的厚度 (mm) t_2 —立板试样的厚度 (mm)

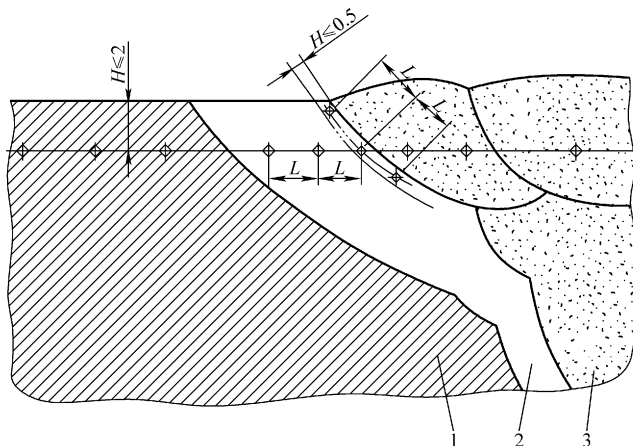


图 3-16 钢（奥氏体钢除外）对接焊缝的测点位置

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属

H —标线测定时测点中心距表面或熔合线的距离（mm）

L —在热影响区两个相邻测点中心的距离（mm）

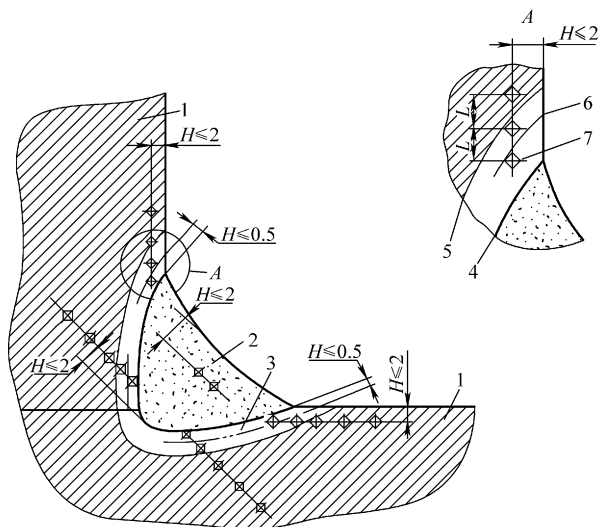


图 3-17 钢（奥氏体钢除外）角焊缝的测点位置

1—母材 2—焊缝金属 3—热影响区

4—熔合线 5—热影响区靠近母材侧区域

6—热影响区靠近熔合线侧区域 7—第一个检测点位置

H —标线测定时测点中心距表面或熔合线的距离（mm）

L —在热影响区两个相邻测点中心的距离（mm）

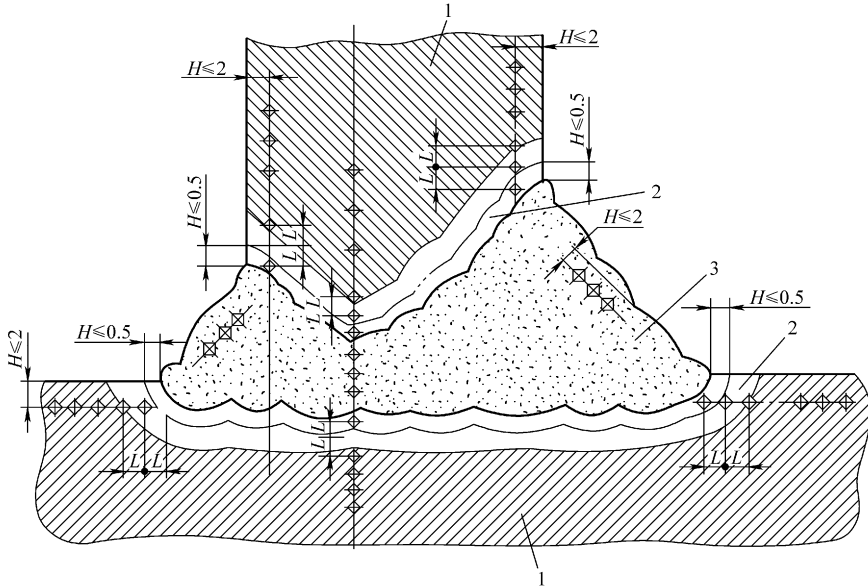


图 3-18 钢（奥氏体钢除外）T 形接头的测点位置

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属

H —标线测定时测点中心距表面或熔合线的距离（mm）

L —在热影响区两个相邻测点中心的距离（mm）

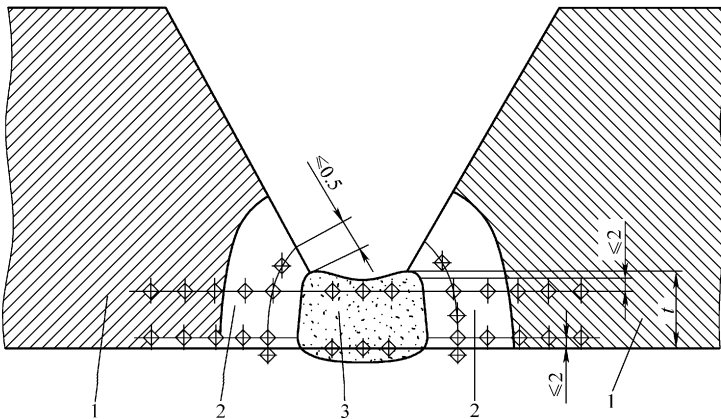


图 3-19 钢根部单道焊缝评估硬化程度的测点位置

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属

t —试样的厚度（mm）

3) 热影响区中由于焊接引起硬化的区域，至少有一个测点，测点中心与熔合线之间的距离不大于 0.5mm。对于单点测定，测定区域应按图 3-21 所示予以编号。

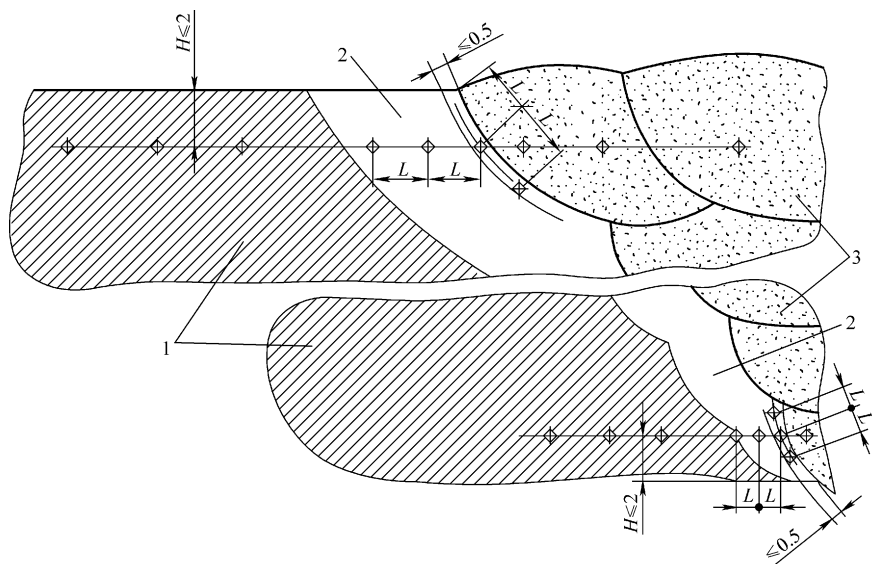


图 3-20 钢根部多道焊缝评估硬化程度的测点位置

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属

H —标线测定时测点中心距表面或熔合线的距离 (mm)

L —在热影响区两个相邻测点中心的距离 (mm)

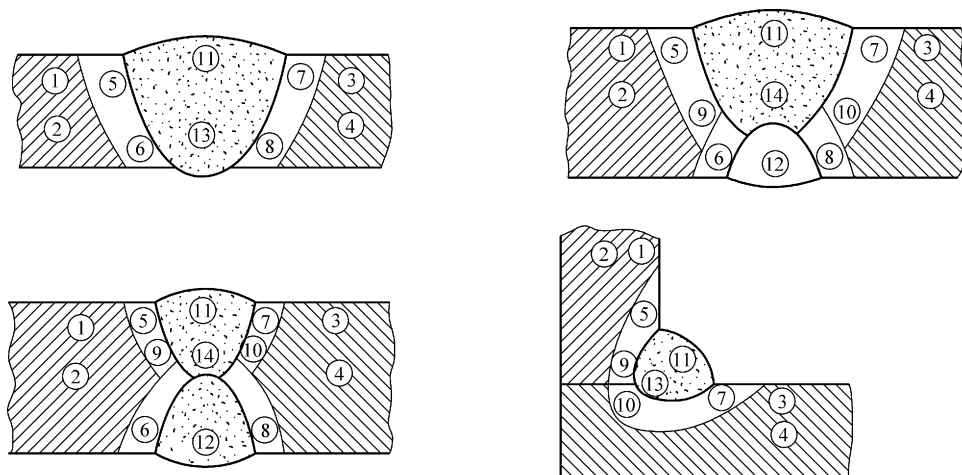


图 3-21 单点测定 (E) 区域示例

①~④—母材 ⑤~⑩—热影响区 ⑪~⑭—焊缝金属

3. 接头硬度的测定

按布氏硬度和维氏硬度的测试方法进行。

3.9 焊缝破坏性显微硬度试验

焊缝破坏性显微硬度试验按照 GB/T 27552—2011《金属材料焊缝破坏性试验 焊接接头显微硬度试验》进行。

3.9.1 试样

- 1) 试件横截面应通过机械切割获取，通常垂直于焊接接头。
- 2) 试样表面的制备过程应正确进行，以保证硬度测量没有受到冶金因素的影响。
- 3) 被检测表面制备完成后最好进行适当的腐蚀，以便准确确定焊接接头不同区域的硬度测量位置。

3.9.2 试验设备

使用维氏硬度测试所用的设备。

3.9.3 试验内容及结果表示

1. 标线测定 (R)

1) 图 3-22 ~ 图 3-24 给出了标线测定检测点位置示例图，图中给出了标线测定检测点距表面的距离，通过用图中标示的检测点来评定焊接接头。如果需要，例如参照的应用标准要求，可以增加标线测定的数量和/或在其他位置检验，但检验位置应记录在试验报告中。

2) 对于铝、铜及其合金，对接焊缝不一定总是需要对根部位置进行标线测定，可以省去。

3) 检测点的位置和数量选择应足以确定出由于焊接引起的硬化或软化的区域。在热影响区相邻检测点的推荐距离 L 按表 3-45 的要求。

4) 在检测母材时，应有足够的检测点以保证检测的准确。在检测焊缝金属时，检测点间距离的选择应确保对其做出准确评定。在检测热影响区时，由于焊接引起硬化的区域应增加两个检测点，检测点中心与熔合线之间的距离不大于 0.5mm。

5) 对于其他形状的头或金属（例如奥氏体钢），其具体要求可根据相关标准或协议要求。

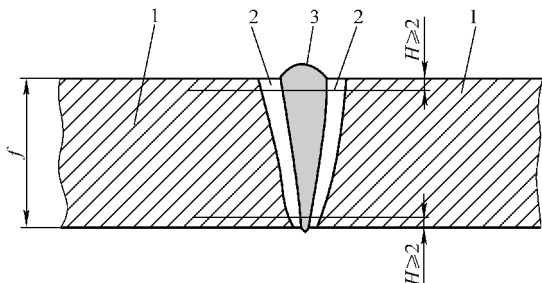


图 3-22 钢对接焊缝标线测定 (R) 示例

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属
 H —标线测定时测点中心距表面或熔合线的距离 (mm) f —试样厚度 (mm)

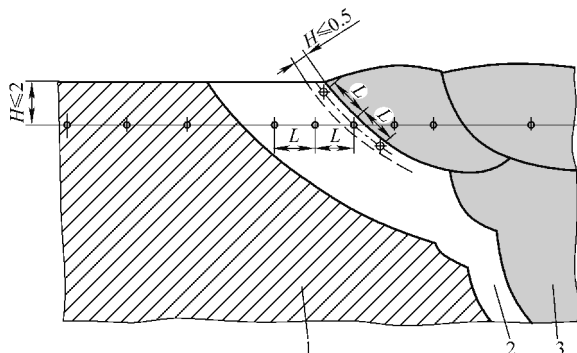


图 3-23 钢（奥氏体钢除外）对接焊缝检测点位置示例

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属

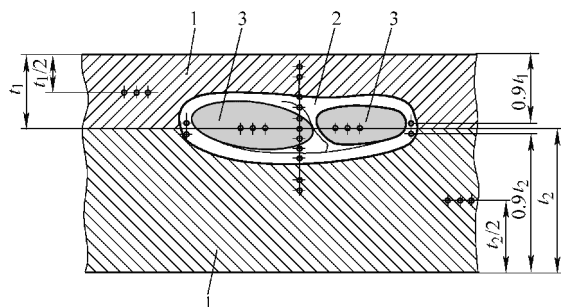
 H —标线测定时测点中心距表面或熔合线的距离（mm） L —在热影响区两个相邻测点中心的距离（mm）

图 3-24 钢点焊和凸缝焊焊缝检测点位置示例

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属

 t_1 、 t_2 —钢板厚度（mm）表 3-45 标线测定时热影响区两个检测点中心间的推荐距离 L

维氏硬度符号	两个检测点中心间的推荐距离 $L^{\text{①}}$ /mm	
	钢铁材料 ^②	铝、铜及其合金
HV0.1	0.2	0.8 ~ 2
HV1	0.5	1.5 ~ 4
HV5	0.7	2.5 ~ 5

① 检测点中心间的距离 L 应不小于 ISO 6507-1 允许的最小值。

② 奥氏体钢除外。

2. 单点测定 (E)

1) 图 3-25 给出了测点位置的典型区域。此外，还可根据金相检验确定测点位置。

2) 为了防止由测点压痕变形引起的影响，在任何测点中心间的最小距离不得小于最近测点压痕的对角线或直径的平均值的 2.5 倍。

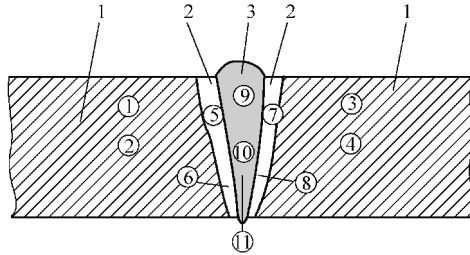


图 3-25 单点测定 (E) 硬度检验区域示例

1—母材 2—热影响区 3—焊缝金属

①~④—母材 ⑤~⑧—热影响区 ⑨~⑪—焊缝金属

3) 热影响区中由于焊接引起硬化的区域,至少有一个测点,测点中心与熔合线之间的距离不大于 0.5mm。对于单点测定,测定区域应按图 3-25 所示予以编号。

3. 接头硬度的测定

按维氏硬度的测试方法进行。

3.10 钢铁热处理零件硬度检验通则

钢铁热处理零件硬度检验按照 JB/T 6050—2006 《钢铁热处理零件硬度检验通则》进行。

1. 待测试件及测试部位的选取及要求

1) 热处理后有硬度值要求的钢铁零件可全部为待测试件,也可按规定抽样选取一定数量的零件为待测试件。有时采用与零件材料和状态相同的随炉试样来代替待测试件。

2) 批量零件抽样测试硬度时,抽样率与取样方式应保证被选钢铁零件具有代表性。

3) 对于稳定生产的大批量钢铁零件一般可按 GB/T 2828.1—2003 《计数抽样检验程序 第 1 部分:按接收质量限 (AQL) 检索的逐批检验抽样计划》规定进行抽样检验。

4) 当随炉试样硬度的测试结果不合格时,允许对钢铁零件本体硬度进行复试,并以其结果为判定值。

5) 随炉试样一般不能用于仲裁硬度测试。

6) 为确保测试结果准确,待测试件外观不应存在影响测试结果的污物。

7) 待测试件应有足够质量和刚度,以及选用的硬度测试方法所要求的厚度,保证测试过程中不产生振动和发生位移,以确保硬度测试结果的准确。

8) 对于表面硬化层有要求的待测试件,应保证测试结果能正确表征表面硬化层的硬度。

2. 测试面的要求

- 1) 制备测试面过程中,应避免过热或冷作硬化等因素对表面硬度值的影响。
- 2) 待测试面不应有氧化、脱碳及影响测试结果的污物。
- 3) 待测试面的表面粗糙度应符合相应硬度测试方法的规定。
- 4) 待测试面尽可能选择平面,非平面测试面必须符合不同硬度测试方法的相关要求。

3. 试验方法的选择

1) 应按钢铁零件技术要求的不同硬度值选用相应的金属硬度测试方法。目前通用的测试方法有 GB/T 230.1—2009《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 231.1—2009《金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法》、GB/T 4340.1—2009《金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法》、GB/T 4341—2001《金属肖氏硬度试验方法》、GB/T 17394—1998《金属里氏硬度试验方法》、GB/T 18449.1—2009《金属材料 努氏硬度试验 第1部分:试验方法》等。

2) 冶金和其他设备用辊类件的硬度应按 GB/T 13313—2008《轧辊肖氏、里氏硬度试验方法》进行测试。

3) 生产现场钢铁零件热处理后的硬度可选用里氏硬度计、超声硬度计、锤击式布氏硬度计和携带式布氏硬度计等进行测试。

4) 非平面硬度测试,应根据不同情况选用不同的硬度计或测试装置。

5) 经不同工艺热处理后的钢铁零件表面硬度测试方法及选用原则如表 3-46 所示,其心部或基体硬度的测试一般按 GB/T 230.1—2009《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 231.1—2009《金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法》、GB/T 4340.1—2009《金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法》、GB/T 4341—2001《金属肖氏硬度试验方法》、GB/T 17394—1998《金属里氏硬度试验方法》进行。

表 3-46 经不同工艺热处理后的钢铁零件表面硬度测试方法及选用原则

热处理件通常类别	表面硬度测试方法标准	选用原则
正火件与退火件	GB/T 230.1、GB/T 231.1、 GB/T 4340.1、GB/T 17394	一般按 GB/T 231.1 测试,或用 GB/T 17394 D 型装置测试
淬火件和调质件	GB/T 230.1、GB/T 231.1、 GB/T 4340.1、GB/T 4341、GB/T 13313、GB/T 17394	一般按 GB/T 230.1(C 标尺)测试;辊类件按 GB/T 13313 测试;调质件按 GB/T 231.1 测试;小件、薄片按 GB/T 230.1(A 标尺或 15N 标尺)或 GB/T 4340.1 测试
表面淬火件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、 GB/T 4341、GB/T 13313、GB/ T 17394	一般按 GB/T 230.1(C 标尺)测试。硬化层较浅时,可选用 GB/T 4340.1 或 GB/T 230.1(15N 或 30N 标尺)测试。生产现场测试可用 GB/T 17394 中 D 型冲击装置
渗碳件与 碳氮共渗件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、 GB/T 4341、GB/T 17394	一般按 GB/T 230.1 测试(有效硬化层深度大于 0.6mm 时可用 A 标尺或 C 标尺) 硬化层深度较浅(< 0.4mm)时,可选用 GB/T 4340.1 或 GB/T 230.1(15N 或 30N 标尺)

(续)

热处理件通常类别	表面硬度测试方法标准	选用原则
渗氮件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、 GB/T 4341、GB/T 18449.1、GB/ T 17394	一般按 GB/T 4340.1 测试(试验力一般选 98.07N, 如果渗氮层深度 $\leq 0.2\text{mm}$ 时, 试验力一般不超过 49.03N) 渗氮层深度 $> 0.3\text{mm}$ 时, 亦可选用 GB/T 230.1 (15N 标尺) 测试, 化合物层硬度按 GB/T 4340.1 (试验力一般 $< 1.961\text{N}$)
氮碳共渗件	GB/T 230.1、GB/T 4340.1、 GB/T 18449.1、GB/T 17394	一般按 GB/T 4340.1 测试(试验力一般为 0.4903N ~ 0.9807N); 渗层深度 $\geq 0.2\text{mm}$ 时可选用 GB/T 17394C 型装置
其他渗非金属材料 渗金属材料	GB/T 18449.1、GB/T 4340.1、 GB/T 17394	

6) 若确定的硬度测试方法有几种试验力可供选择时, 应选用测试条件所允许的最大试验力。

4. 测试部位

1) 测试部位应具有代表性或按照图样规定进行, 钢铁零件的其他部位若能反映工作部位的硬度时也可作为测试部位。

2) 测试部位应具备测试条件, 能够用规定的硬度计方便、快捷、准确地进行硬度测试。

3) 测试部位磨去层深度不应超过工艺要求所规定的机械加工余量。

4) 选择的测试部位应保证硬度压痕不影响钢铁零件的最终质量。

5) 局部淬火件的淬火区与非淬火区的交界处、局部化学热处理件的渗层与非渗层交界处、对允许存在的软点或软带的边缘处一般不应作为钢铁零件表面或基体硬度的测试部位。

5. 测试点数

1) 对每一待测试件, 应按图样要求确定测试点数, 每个测试点对应一个硬度测量值。

2) 每一待测试件在正式测试前, 一般应先测一个点, 以确认工作条件是否正常, 该点不记入测试点数。

3) 小尺寸批量零件的测试点数可适当减少, 但应适当增加被检测零件数量。

4) 可适当减少大批量同类待测试件的测试点数。

5) 若发现某一测试点的测试结果异常时, 允许在该测试点附近补测两次, 但原异常测试结果应与补测数值同时记录。

6. 测试结果与硬度值的表示

1) 测试结果可能是单一的硬度值, 也可能是一个硬度范围, 但每一个硬度值均应按不同硬度测试方法的规定来确定。如连续 5 次有效读数为一个硬度测量值, 即为一个硬度值。

2) 在圆柱或球面上测得的硬度值, 应按 GB/T 230.1—2009《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)》和 GB/T 4340.1—2009《金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分: 试验方法》的规定进行修正。

3) 硬度值应按 GB/T 8170—2008《数值修约规则与极限数值的表示和判定》执行修约。

4) 记录硬度平均值时, 一般应在硬度平均值后面加括号注明计算硬度平均值所用的各测试点硬度值, 如 64.0HRC (63.7HRC、64.0HRC、64.3HRC)。

5) 报出换算硬度值时, 应在换算值后面加括号注明硬度实测值, 如 48.5HRC (75.0HRA)。

3.11 金属材料各种硬度的转换

金属材料各种硬度的转换按照 MH/T 3020—2011《金属硬度标尺的转换》进行。

3.11.1 转换硬度值的表述

当表述转换硬度时, 应将测试所得的硬度值和类型写在括号内, 如 353HBW (38HRC)。

3.11.2 非奥氏体钢硬度近似转换 (洛氏 C 标尺范围)

非奥氏体钢硬度近似转换 (洛氏 C 标尺范围) 如表 3-47 所示。表中括号内的数据表示理论值, 仅供参考, 不应使用。

表 3-47 非奥氏体钢硬度近似转换 (洛氏 C 标尺范围)

洛氏硬度 HRC	维氏硬度 HV	布氏硬度		努氏硬度 HK ≥4.9N	洛氏硬度		表面洛氏硬度			肖氏硬度 HS
		HBS ^① 10/3000	HBW 10/3000		HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N	
61	720	—	(670)	754	81.8	71.5	90.7	78.4	67.7	82.6
60	697	—	(654)	732	81.2	70.7	90.2	77.5	66.6	80.8
59	674	—	634	710	80.7	69.6	89.8	76.6	65.5	79.0
58	653	—	615	690	80.1	69.2	89.3	75.7	64.3	77.3
57	633	—	595	670	79.6	68.5	88.9	74.8	63.2	75.6
56	613	—	577	650	79.0	67.7	88.3	73.9	62.0	74.0
55	595	—	560	630	78.5	66.9	87.9	73.0	60.9	72.4
54	577	—	543	612	78.0	66.1	87.4	72.0	59.8	70.9
53	560	—	525	594	77.4	65.4	86.9	71.2	58.6	69.4
52	544	(500)	512	576	76.8	64.6	86.4	70.2	57.4	67.9
51	528	(487)	496	558	76.3	63.8	85.9	69.4	56.1	66.5
50	513	(475)	481	542	75.9	63.1	85.5	68.5	55.0	65.1
49	498	(464)	469	526	75.2	62.1	85.0	67.6	53.8	63.7
48	484	451	455	510	74.7	61.4	84.5	66.7	52.5	62.4
47	471	442	443	495	74.1	60.8	83.9	65.8	51.4	61.1
46	458	432	432	480	73.6	60.0	83.5	64.8	50.3	59.8
45	446	421	421	466	73.1	59.2	83.0	64.0	49.0	58.5
44	434	409	409	452	72.5	58.5	82.5	63.1	47.8	57.3
43	423	400	400	438	72.0	57.7	82.0	62.2	46.7	56.1
42	412	390	390	426	71.5	56.9	81.5	61.3	45.5	54.9
41	402	381	381	414	70.9	56.2	80.9	60.4	44.3	53.7
40	392	371	371	402	70.4	55.4	80.4	59.5	43.1	52.6

(续)

洛氏硬度 HRC	维氏硬度 HV	布氏硬度		努氏硬度 HK ≥4.9N	洛氏硬度		表面洛氏硬度			肖氏硬度 HS
		HBS ^① 10/3000	HBW 10/3000		HRA	HRD	HR15N	HR30N	HR45N	
39	382	362	362	391	69.9	54.6	79.9	58.6	41.9	51.5
38	372	353	353	380	69.4	53.8	79.4	57.7	40.8	50.4
37	363	344	344	370	68.9	53.1	78.8	56.8	39.6	49.3
36	354	336	336	360	68.4	52.3	78.3	55.9	38.4	48.2
35	345	327	327	351	67.9	51.5	77.7	55.0	37.2	47.1
34	336	319	319	342	67.4	50.8	77.2	54.2	36.1	46.1
33	327	311	311	334	66.8	50.0	76.6	53.3	34.9	45.1
32	318	301	301	326	66.3	49.2	76.1	52.1	33.7	44.1
31	310	294	294	318	65.8	48.4	75.6	51.3	32.5	43.1
30	302	286	286	311	65.3	47.7	75.0	50.4	31.3	42.2
29	294	279	279	304	64.8	47.0	74.5	49.5	30.1	41.3
28	286	271	271	297	64.3	46.1	73.9	48.6	28.9	40.4
27	279	264	264	290	63.8	45.2	73.3	47.7	27.8	39.5
26	272	258	258	284	63.3	44.6	72.8	46.8	26.7	38.7
25	266	253	253	278	62.8	43.8	72.2	45.9	25.5	37.8
24	260	247	247	272	62.4	43.1	71.6	45.0	24.3	37.0
23	254	243	243	266	62.0	42.1	71.0	44.0	23.1	36.3
22	248	237	237	261	61.5	41.6	70.5	43.2	22.0	35.5
21	243	231	231	256	61.0	40.9	69.9	42.3	20.7	34.8
20	238	226	226	251	60.5	40.1	69.4	41.5	19.6	34.2

① HBS 为采用钢球压头所测试的布氏硬度值，在 GB/T 231.1—2009 中已取消了钢球压头。

3.11.3 非奥氏体钢硬度近似转换（洛氏 B 标尺范围）

非奥氏体钢硬度近似转换（洛氏 B 标尺范围）如表 3-48 所示。

表 3-48 非奥氏体钢硬度近似转换（洛氏 B 标尺范围）

洛氏硬度 HRB	维氏硬度 HV	布氏硬度 HBS ^① 10/3000	努氏硬度 HK ≥4.9N	洛氏硬度		表面洛氏硬度		
				HRA	HRF	HR15T	HR30T	HR45T
100	240	240	251	61.5	—	93.1	83.1	72.9
99	234	234	246	60.9	—	92.8	82.5	71.9
98	228	228	241	60.2	—	92.5	81.8	70.9
97	222	222	236	59.5	—	92.1	81.1	69.9
96	216	216	231	58.9	—	91.8	80.4	68.9
95	210	210	226	58.3	—	91.5	79.8	67.9
94	205	205	221	57.6	—	91.2	79.1	66.9
93	200	200	216	57.0	—	90.8	78.4	65.9
92	195	195	211	56.4	—	90.5	77.8	64.8
91	190	190	206	55.8	—	90.2	77.1	63.8
90	185	185	201	55.2	—	89.9	76.4	62.8
89	180	180	196	54.6	—	89.5	75.8	61.8
88	176	176	192	54.0	—	89.2	75.1	60.8

(续)

洛氏硬度	维氏硬度	布氏硬度	努氏硬度	洛氏硬度		表面洛氏硬度		
HRB	HV	HBS ^① 10/3000	HK ≥4.9N	HRA	HRF	HR15T	HR30T	HR45T
87	172	172	188	53.4	—	88.9	74.4	59.8
86	169	169	184	52.8	—	88.6	73.8	58.8
85	165	165	180	52.3	—	88.2	73.1	57.8
84	162	162	176	51.7	—	87.9	72.4	56.8
83	159	159	173	51.1	—	87.6	71.8	55.8
82	156	156	170	50.6	—	87.3	71.1	54.8
81	153	153	167	50.0	—	86.9	70.4	53.8
80	150	150	164	49.5	—	86.6	69.7	52.8
79	147	147	161	48.9	—	86.3	69.1	51.8
78	144	144	158	48.4	—	86.0	68.4	50.8
77	141	141	155	47.9	—	85.6	67.7	49.8
76	139	139	152	47.3	—	85.3	67.1	48.8
75	137	137	150	46.8	99.6	85.0	66.4	47.8
74	135	135	147	46.3	99.1	84.7	65.7	46.8
73	132	132	145	45.8	98.5	84.3	65.1	45.8
72	130	130	143	45.3	98.0	84.0	64.4	44.8
71	127	127	141	44.8	97.4	83.7	63.7	43.8
70	125	125	139	44.3	96.8	83.4	63.1	42.8
69	123	123	137	43.8	96.2	83.0	62.4	41.8
68	121	121	135	43.3	95.6	82.7	61.7	40.8
67	119	119	133	42.8	95.1	82.4	61.0	39.8
66	117	117	131	42.3	94.5	82.1	60.4	38.7
65	116	116	129	41.8	93.9	81.8	59.7	37.7
64	114	114	127	41.4	93.4	81.4	59.0	36.7
63	112	112	125	40.9	92.8	81.1	58.4	35.7
62	110	110	124	40.4	92.2	80.8	57.7	34.7
61	108	108	122	40.0	91.7	80.5	57.0	33.7
60	107	107	120	39.5	91.1	80.1	56.4	32.7
59	106	106	118	39.0	90.5	79.8	55.7	31.7
58	104	104	117	38.6	90.0	79.5	55.0	30.7
57	103	103	115	38.1	89.4	79.2	54.4	29.7
56	101	101	114	37.7	88.8	78.8	53.7	28.7
55	100	100	112	37.2	88.2	78.5	53.0	27.7
54	—	—	111	36.8	87.7	78.2	52.4	26.7
53	—	—	110	36.3	87.1	77.9	51.7	25.7
52	—	—	109	35.9	86.5	77.5	51.0	24.7
51	—	—	108	35.5	86.0	77.2	50.3	23.7
50	—	—	107	35.0	85.4	76.9	49.7	22.7
49	—	—	106	34.6	84.8	76.6	49.0	21.7
48	—	—	105	34.1	84.3	76.2	48.3	20.7
47	—	—	104	33.7	83.7	75.9	47.7	19.7
46	—	—	103	33.3	83.1	75.6	47.0	18.7
45	—	—	102	32.9	82.6	75.3	46.3	17.7

(续)

洛氏硬度	维氏硬度	布氏硬度	努氏硬度	洛氏硬度		表面洛氏硬度		
HRB	HV	HBS ^① 10/3000	HK ≥4.9N	HRA	HRF	HR15T	HR30T	HR45T
44	—	—	101	32.4	82.0	74.9	45.7	16.7
43	—	—	100	32.0	81.4	74.6	45.0	15.7
42	—	—	99	31.6	80.8	74.3	44.3	14.7
41	—	—	98	31.2	80.3	74.0	43.7	13.6
40	—	—	97	30.7	79.7	73.6	43.0	12.6
39	—	—	96	30.3	79.1	73.3	42.3	11.6
38	—	—	95	29.9	78.6	73.0	41.6	10.6
37	—	—	94	29.5	78.0	72.7	41.0	9.6
36	—	—	93	29.1	77.4	72.3	40.3	8.6
35	—	—	92	28.7	76.9	72.0	39.6	7.6
34	—	—	91	28.2	76.3	71.7	39.0	6.6
33	—	—	90	27.8	75.7	71.4	38.3	5.6
32	—	—	89	27.4	75.2	71.0	37.6	4.6
31	—	—	88	27.0	74.6	70.7	37.0	3.6
30	—	—	87	26.6	74.0	70.4	36.3	2.6

① HBS 为采用钢球压头所测试的布氏硬度值，在 GB/T 231.1—2009 中已取消了钢球压头。

3.11.4 镍及高镍合金硬度近似转换

镍及高镍合金硬度近似转换如表 3-49 和表 3-50 所示。表中括号内的数据表示理论值，仅供参考，不应使用。

表 3-49 镍及高镍合金硬度近似转换 (I)

维氏硬度	布氏硬度	洛氏硬度						
HV	HBS ^① 10/3000	HRA	HRB	HRC	HRD	HRE	HRF	HRC
513	(479)	75.5	—	50.0	63.0	—	—	—
481	450	74.5	—	48.0	61.5	—	—	—
452	425	73.5	—	46.0	60.0	—	—	—
427	403	72.5	—	44.0	58.5	—	—	—
404	382	71.5	—	42.0	57.0	—	—	—
382	363	70.5	—	40.0	55.5	—	—	—
362	346	69.5	—	38.0	54.0	—	—	—
344	329	68.5	—	36.0	52.5	—	—	—
326	313	67.5	—	34.0	50.5	—	—	—
309	298	66.5	(106)	32.0	49.5	—	(116.5)	94.0
285	275	64.5	(104)	28.5	46.5	—	(115.5)	91.0
266	258	63.0	(102)	25.5	44.5	—	(114.5)	87.5
248	241	61.5	100	22.5	42.0	—	(113.0)	84.5
234	228	60.5	98	20.0	40.0	—	(112.0)	81.5
220	215	59.0	96	(17.0)	38.0	—	(111.0)	78.5
209	204	57.5	94	(14.5)	36.0	—	(110.0)	75.5
198	194	56.5	92	(12.0)	34.0	—	(108.5)	72.0
188	184	55.0	90	(9.0)	32.0	(108.5)	(107.5)	69.0

(续)

维氏硬度	布氏硬度	洛氏硬度						
		HRA	HRB	HRC	HRD	HRE	HRF	HRG
HV	HBS ^① 10/3000							
179	176	53.5	88	(6.5)	30.0	(107.0)	(106.5)	65.5
171	168	52.5	86	(4.0)	28.0	(106.0)	(105.0)	62.5
164	161	51.5	84	(2.0)	26.5	(104.5)	(104.0)	59.5
157	155	50.0	82	—	24.5	(103.0)	(103.0)	56.5
151	149	49.0	80	—	22.5	(102.0)	(101.5)	53.0
145	144	47.5	78	—	21.0	(100.5)	(100.5)	50.0
140	139	46.5	76	—	(19.0)	99.5	99.5	47.0
135	134	45.5	74	—	(17.5)	98.0	98.5	43.5
130	129	44.0	72	—	(16.0)	97.0	97.0	40.0
126	125	43.0	70	—	(14.5)	95.5	96.0	37.5
122	121	42.0	68	—	(13.0)	94.5	95.0	34.5
119	118	41.0	66	—	(11.5)	93.0	93.5	31.0
115	114	40.0	64	—	(10.0)	91.5	92.5	—
112	111	39.0	62	—	(8.0)	90.5	91.5	—
108	108	—	60	—	—	89.0	90.0	—
106	106	—	58	—	—	88.0	89.0	—
103	103	—	56	—	—	86.5	88.0	—
100	100	—	54	—	—	85.5	87.0	—
98	98	—	52	—	—	84.0	85.5	—
95	95	—	50	—	—	83.0	84.5	—
93	93	—	48	—	—	81.5	83.5	—
91	91	—	46	—	—	80.5	82.0	—
89	89	—	44	—	—	79.0	81.0	—
87	87	—	42	—	—	78.0	80.0	—
85	85	—	40	—	—	76.5	79.0	—
83	83	—	38	—	—	75.0	77.5	—
81	81	—	36	—	—	74.0	76.5	—
79	79	—	34	—	—	72.5	75.5	—
78	78	—	32	—	—	71.5	74.0	—
77	77	—	30	—	—	70.0	73.0	—

① HBS 为采用钢球压头所测试的布氏硬度值，在 GB/T 231.1—2009 中已取消了钢球压头。

表 3-50 镍及高镍合金硬度近似转换 (II)

维氏硬度	洛氏硬度	表面硬度						努氏硬度
		HR15N	HR30N	HR45N	HR15T	HR30T	HR45T	
HV	HRK							HK 4.9N 9.807N
513	—	85.5	68.0	54.5	—	—	—	—
481	—	84.5	66.5	52.5	—	—	—	—
452	—	83.5	64.5	50.0	—	—	—	—
427	—	82.5	63.0	47.5	—	—	—	—
404	—	81.5	61.0	45.5	—	—	—	—
382	—	80.5	59.5	43.0	—	—	—	436
362	—	79.5	58.0	41.0	—	—	—	413

(续)

维氏硬度	洛氏硬度	表面硬度						努氏硬度
HV	HRK	HR15N	HR30N	HR45N	HR15T	HR30T	HR45T	HK 4.9N 9.807N
344	—	78.5	56.0	38.5	—	—	—	392
326	—	77.5	54.5	36.0	—	—	—	372
309	—	76.5	52.5	34.0	94.5	85.5	77.0	352
285	—	75.0	49.5	30.0	94.0	84.5	75.0	325
266	—	73.5	47.0	26.5	93.0	83.0	73.0	304
248	—	72.0	44.5	23.0	92.5	81.5	71.0	283
234	—	70.5	42.0	20.0	92.0	80.5	69.0	267
220	100	69.0	39.5	17.0	91.0	79.0	67.0	251
209	98.0	68.0	37.5	14.0	90.5	77.5	65.0	239
198	96.5	66.5	35.5	11.0	89.5	76.0	63.0	226
188	94.5	65.0	32.5	7.5	89.0	75.0	61.0	215
179	93.0	64.0	30.5	5.0	88.0	73.5	59.5	204
171	91.0	62.5	28.5	2.0	87.5	72.0	57.5	195
164	89.0	61.5	26.5	—	87.0	70.5	55.5	187
157	87.5	—	—	—	86.0	69.5	53.5	179
151	85.5	—	—	—	85.5	68.0	51.5	173
145	83.5	—	—	—	84.5	66.5	49.5	166
140	82.0	—	—	—	84.0	65.5	47.5	160
135	80.0	—	—	—	83.0	64.0	45.5	154
130	78.0	—	—	—	82.5	62.5	43.5	149
126	76.5	—	—	—	82.0	61.0	41.5	144
122	74.5	—	—	—	81.0	60.0	39.5	140
119	72.5	—	—	—	80.5	58.5	37.5	136
115	71.0	—	—	—	79.5	57.0	35.5	—
112	69.0	—	—	—	79.0	56.0	33.5	—
108	67.5	—	—	—	78.5	54.5	31.5	—
106	65.5	—	—	—	77.5	53.0	29.5	—
103	63.5	—	—	—	77.0	51.5	27.5	—
100	62.0	—	—	—	76.0	50.5	25.5	—
98	60.0	—	—	—	75.5	49.0	23.5	—
95	58.0	—	—	—	74.5	47.5	21.5	—
93	56.5	—	—	—	74.0	46.5	19.5	—
91	54.5	—	—	—	73.5	45.0	17.0	—
89	52.5	—	—	—	72.5	43.5	14.5	—
87	51.0	—	—	—	72.0	42.0	12.5	—
85	49.0	—	—	—	71.0	41.0	10.0	—
83	47.0	—	—	—	70.5	39.5	7.5	—
81	45.5	—	—	—	70.0	38.0	5.5	—
79	43.5	—	—	—	69.0	36.5	3.0	—
78	42.0	—	—	—	68.5	35.5	1.0	—
77	40.0	—	—	—	67.5	34.0	(-1.5)	—

3.11.5 弹壳黄铜硬度近似转换

弹壳黄铜（H70）硬度近似转换如表 3-51 所示。

表 3-51 弹壳黄铜（H70）硬度近似转换

维氏硬度	布氏硬度	洛氏硬度		表面洛氏硬度		
		HRB	HRF	HRI5T	HR30T	HR45T
HV	HBS ^① 10/500					
196	169	93.5	110.0	90.0	77.5	66.0
194	167	—	109.5	—	—	65.5
192	166	93.0	—	—	77.0	65.0
190	164	92.5	109.0	—	76.5	64.5
188	162	92.0	—	89.5	—	64.0
186	161	91.5	108.5	—	76.0	63.5
184	159	91.0	—	—	75.5	63.0
182	157	90.5	108.0	89.0	—	62.5
180	156	90.0	107.5	—	75.0	62.0
178	154	89.0	—	—	74.5	61.5
176	152	88.5	107.0	—	—	61.0
174	150	88.0	—	88.5	74.0	60.5
172	149	87.5	106.5	—	73.5	60.0
170	147	87.0	—	—	—	59.5
168	146	86.0	106.0	88.0	73.0	59.0
166	144	85.5	—	—	72.5	58.5
164	142	85.0	105.5	—	72.0	58.0
162	141	84.0	105.0	87.5	—	57.5
160	139	83.5	—	—	71.5	56.5
158	138	83.0	104.5	—	71.0	56.0
156	136	82.0	104.0	87.0	70.5	55.5
154	135	81.5	103.5	—	70.0	54.5
152	133	80.5	103.0	—	—	54.0
150	131	80.0	—	86.5	69.5	53.5
148	129	79.0	102.5	—	69.0	53.0
146	128	78.0	102.0	—	68.5	52.5
144	126	77.5	101.5	86.0	68	51.5
142	124	77.0	101.0	—	67.5	51.0
140	122	76.0	100.5	85.5	67.0	50.0
138	121	75.0	100.0	—	66.5	49.0
136	120	74.5	99.5	85.0	66.0	48.0
134	118	73.5	99.0	—	65.5	47.5
132	116	73.0	98.5	84.5	65.0	46.5
130	114	72.0	98.0	84.0	64.5	45.5
128	113	71.0	97.5	—	63.5	45.0
126	112	70.0	97.0	83.5	63.0	44.0
124	110	69.0	96.5	—	62.5	43.0
122	108	68.0	96.0	83.0	62.0	42.0
120	106	67.0	95.5	—	61.0	41.0
118	105	66.0	95.0	82.5	60.5	40.0

(续)

维氏硬度	布氏硬度	洛氏硬度		表面洛氏硬度		
		HRB	HRF	HR15T	HR30T	HR45T
HV	HBS ^① 10/500					
116	103	65.0	94.5	82.0	60.0	39.0
114	101	64.0	94.0	81.5	59.5	38.0
112	99	63.0	93.0	81.0	58.5	37.0
110	97	62.0	92.6	80.5	58.0	35.5
108	95	61.0	92.0	—	57.0	34.5
106	94	59.5	91.2	80.0	56.0	33.0
104	92	58.0	90.5	79.5	55.0	32.0
102	90	57.0	89.8	79.0	54.5	30.5
100	88	56.0	89.0	78.5	53.5	29.5
98	86	54.0	88.0	78.0	52.5	28.0
96	85	53.0	87.2	77.5	51.5	26.5
94	83	51.0	86.3	77.0	50.5	24.5
92	82	49.5	85.4	76.5	49.0	23.0
90	80	47.5	84.4	75.5	48.0	21.0
88	79	46.0	83.5	75.0	47.0	19.0
86	77	44.0	82.3	74.5	45.5	17.0
84	76	42.0	81.2	73.5	44.0	14.5
82	74	40.0	80.0	73.0	43.0	12.5
80	72	37.5	78.6	72.0	41.0	10.0
78	70	35.0	77.4	71.5	39.5	7.5
76	68	32.5	76.0	70.5	38.0	4.5
74	66	30.0	74.8	70.0	36.0	1.0
72	64	27.5	73.2	69.0	34.0	—
70	63	24.5	71.8	68.0	32.0	—
64	59	15.5	66.8	65.0	25.5	—
62	57	12.5	65.0	63.5	23.0	—
60	55	10.0	62.5	62.5	—	—
58	53	—	61.0	61.0	18.0	—
56	52	—	58.8	60.0	15.0	—
54	50	—	56.5	58.5	12.0	—
52	48	—	53.5	57.0	—	—
50	47	—	50.5	55.5	—	—
49	46	—	49.0	54.5	—	—
48	45	—	47.0	53.5	—	—
47	44	—	45.0	—	—	—
46	43	—	43.0	—	—	—
45	42	—	40.0	—	—	—

① HBS 为采用钢球压头所测试的布氏硬度值，在 GB/T 231.1—2009 中已取消了钢球压头。

3.11.6 奥氏体不锈钢板退火后布氏-洛氏 B 标尺硬度近似转换

奥氏体不锈钢板退火后布氏-洛氏 B 标尺硬度近似转换如表 3-52 所示。

表 3-52 奥氏体不锈钢板退火后布氏-洛氏 B 标尺硬度近似转换表

洛氏硬度	布氏硬度	洛氏硬度	布氏硬度
HRB	HBS ^① 10/3000	HRB	HBS ^① 10/3000
100	256	79	150
99	248	78	147
98	240	77	144
97	233	76	142
96	226	75	139
95	219	74	137
94	213	73	135
93	207	72	132
92	202	71	130
91	197	70	128
90	192	69	126
89	187	68	124
88	183	67	122
87	178	66	120
86	174	65	118
85	170	64	116
84	167	63	114
83	163	62	113
82	160	61	111
81	156	60	110
80	153	—	—

① HBS 为采用钢球压头所测试的布氏硬度值，在 GB/T 231.1—2009 中已取消了钢球压头。

3.11.7 奥氏体不锈钢薄板洛氏硬度近似转换

奥氏体不锈钢薄板洛氏硬度近似转换如表 3-53 和表 3-54 所示。表 3-54 中括号内的数据表示理论值，仅供参考，不应使用。

表 3-53 奥氏体不锈钢薄板洛氏硬度近似转换 (I)

洛氏硬度		表面洛氏硬度		
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N
48	74.4	84.1	66.2	52.1
47	73.9	83.6	65.3	50.9
46	73.4	83.1	64.5	49.8
45	72.9	82.6	63.6	48.7
44	72.4	82.1	62.7	47.5
43	71.9	81.6	61.8	46.4
42	71.4	81.0	61.0	45.2
41	70.9	80.5	60.1	44.1
40	70.4	80.0	59.2	43.0
39	69.9	79.5	58.4	41.8
38	69.3	79.0	57.5	40.7
37	68.8	78.5	56.6	39.6
36	68.3	78.0	55.7	38.4

(续)

洛氏硬度		表面洛氏硬度		
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N
35	67.8	77.5	54.9	37.3
34	67.3	77.0	54.0	36.1
33	66.8	76.5	53.1	35.0
32	66.3	75.9	52.3	33.9
31	65.8	75.4	51.4	32.7
30	65.3	74.9	50.5	31.6
29	64.8	74.4	49.6	30.4
28	64.3	73.9	48.8	29.3
27	63.8	73.4	47.9	28.2
26	63.3	72.9	47.0	27.0
25	62.8	72.4	46.2	25.9
24	62.3	71.9	45.3	24.8
23	61.8	71.3	44.4	23.6
22	61.3	70.8	43.5	22.5
21	60.8	70.3	42.7	21.3
20	60.3	69.8	41.8	20.2

表 3-54 奥氏体不锈钢薄板洛氏硬度近似转换 (II)

HRBS	HRA	HRFS	HR15TS	HR30TS	HR45TS
100	61.5	(113.9)	91.5	80.4	70.2
99	60.9	(113.2)	91.2	79.7	69.2
98	60.3	(112.5)	90.8	79.0	68.2
97	59.7	(111.8)	90.4	78.3	67.2
96	59.1	(111.1)	90.1	77.7	66.1
95	58.5	(110.5)	89.7	77.0	65.1
94	58.0	(109.8)	89.3	76.3	64.1
93	57.4	(109.1)	88.9	75.6	63.1
92	56.8	(108.4)	88.6	74.9	62.1
91	56.2	(107.8)	88.2	74.2	61.1
90	55.6	(107.1)	87.8	73.5	60.1
89	55.0	(106.4)	87.5	72.8	59.0
88	54.5	(105.7)	87.1	72.1	58.0
87	53.9	(105.0)	86.7	71.4	57.0
86	53.3	(104.4)	86.4	70.7	56.0
85	52.7	(103.7)	86.0	70.0	55.0
84	52.1	(103.0)	85.6	69.3	54.0
83	51.5	(102.3)	85.2	68.6	52.9
82	50.9	(101.7)	84.9	67.9	51.9
81	50.4	(101.0)	84.5	67.2	50.9
80	49.8	(100.3)	84.1	66.5	49.9
79	49.2	99.6	83.8	65.8	48.9
78	48.6	99.0	83.4	65.1	47.9
77	48.0	98.3	83.0	64.4	46.8
76	47.4	97.6	82.6	63.7	45.8

(续)

HRBS	HRA	HRFS	HR15TS	HR30TS	HR45TS
75	46.9	96.9	82.3	63.0	44.8
74	46.3	96.2	81.9	62.4	43.8
73	45.7	95.6	81.5	61.7	42.8
72	45.1	94.9	81.2	61.0	41.8
71	44.5	94.2	80.8	60.3	40.7
70	43.9	93.5	80.4	59.6	39.7
69	43.3	92.8	80.1	58.9	38.7
68	42.8	92.2	79.7	58.2	37.7
67	42.2	91.5	79.3	57.5	36.7
66	41.6	90.8	78.9	56.8	35.7
65	41.0	90.1	78.6	56.1	34.7
64	40.4	89.5	78.2	55.4	33.6
63	39.8	88.8	77.8	54.7	32.6
62	39.3	88.1	77.5	54.0	31.6
61	38.7	87.4	77.1	53.3	30.6
60	38.1	86.8	76.7	52.6	29.6

3.11.8 变形铝合金硬度近似转换

变形铝合金硬度近似转换如表 3-55 所示。

表 3-55 变形铝合金硬度近似转换

布氏硬度 HBS ^① 10/500	维氏硬度 HV15	洛氏硬度			表面洛氏硬度		
		HRB	HRE	HRH	HR15T	HR30T	HR15W
160	189	91	—	—	89	77	95
155	183	90	—	—	89	76	95
150	177	89	—	—	89	75	94
145	171	87	—	—	88	74	94
140	165	86	—	—	88	73	94
135	159	84	—	—	87	71	93
130	153	81	—	—	87	70	93
125	147	79	—	—	86	68	92
120	141	76	—	—	86	67	92
115	135	72	101	—	86	65	91
110	129	69	100	—	85	63	91
105	123	65	99	—	84	61	91
100	117	60	98	—	83	59	90
95	111	56	96	—	82	57	90
90	105	51	94	108	81	54	89
85	98	46	91	107	80	52	89
80	92	40	88	106	78	50	88
75	86	34	84	104	76	47	87
70	80	28	80	102	74	44	86
65	74	—	75	100	72	—	85
60	68	—	70	97	70	—	83

(续)

布氏硬度	维氏硬度	洛氏硬度			表面洛氏硬度		
HBS ^① 10/500	HV15	HRB	HRE	HRH	HR15T	HR30T	HR15W
55	62	—	65	94	67	—	82
50	56	—	59	91	64	—	80
45	50	—	53	87	62	—	79
40	44	—	46	83	59	—	77

① HBS 为采用钢球压头所测试的布氏硬度值，在 GB/T 231.1—2009 中已取消了钢球压头。

3.11.9 各种硬度间的换算关系

各种硬度间的换算关系如表 3-56 所示。

表 3-56 各种硬度间的换算关系

洛氏硬度 HRC	肖氏硬度 HS	维氏硬度 HV	布氏硬度 HBW	洛氏硬度 HRC	肖氏硬度 HS	维氏硬度 HV	布氏硬度 HBW	洛氏硬度 HRC	肖氏硬度 HS	维氏硬度 HV	布氏硬度 HBW
70	—	1037	—	52	69.1	543	—	34	46.6	320	314
69	—	997	—	51	67.7	525	501	33	45.6	312	306
68	96.6	959	—	50	66.3	509	488	32	44.5	304	298
67	94.6	923	—	49	65	493	474	31	43.5	296	291
66	92.6	889	—	48	63.7	478	461	30	42.5	289	283
65	90.5	856	—	47	62.3	463	449	29	41.6	281	276
64	88.4	825	—	46	61	449	436	28	40.6	274	269
63	86.5	795	—	45	59.7	436	424	27	39.7	268	263
62	84.8	766	—	44	58.4	423	413	26	38.8	261	257
61	83.1	739	—	43	57.1	411	401	25	37.9	255	251
60	81.4	713	—	42	55.9	399	391	24	37	249	245
59	79.7	688	—	41	54.7	388	380	23	36.3	243	240
58	78.1	664	—	40	53.5	377	370	22	35.5	237	234
57	76.5	642	—	39	52.3	367	360	21	34.7	231	229
56	74.9	620	—	38	51.1	357	350	20	34	226	225
55	73.5	599	—	37	50	347	341	19	33.2	221	220
54	71.9	579	—	36	48.8	338	332	18	32.6	216	216
53	70.5	561	—	35	47.8	329	323	17	31.9	211	211

3.12 金属材料各种硬度与强度的转换

3.12.1 钢铁材料硬度与强度的换算关系

钢铁材料硬度与强度的换算关系如表 3-57 所示。

表 3-57 钢铁材料硬度与强度的换算关系 (GB/T 1172—1999)

硬 度								抗拉强度 R_m /MPa									
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏 ($0.012F/D^2 = 30$)		碳 钢	铬 钢	铬 钒 钢	铬 镍 钢	铬 钼 钢	铬 镍 钼 钢	铬 锰 硅 钢	超 高 强 度 钢	不 锈 钢	
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS ^①	HBW										
20.0	60.2	68.8	40.7	19.2	226	225	—	774	742	736	782	747	—	781	—	740	
20.5	60.4	69.0	41.2	19.8	228	227	—	784	751	744	787	753	—	788	—	749	
21.0	60.7	69.3	41.7	20.4	230	229	—	793	760	753	792	760	—	794	—	758	
21.5	61.0	69.5	42.2	21.0	233	232	—	803	769	761	797	767	—	801	—	767	
22.0	61.2	69.8	42.6	21.5	235	234	—	813	779	770	803	774	—	809	—	777	
22.5	61.5	70.0	43.1	22.1	238	237	—	823	788	779	809	781	—	816	—	786	
23.0	61.7	70.3	43.6	22.7	241	240	—	833	798	788	815	789	—	824	—	796	
23.5	62.0	70.6	44.0	23.3	244	242	—	843	808	797	822	797	—	832	—	806	
24.0	62.2	70.8	44.5	23.9	247	245	—	854	818	807	829	805	—	840	—	816	
24.5	62.5	71.1	45.0	24.5	250	248	—	864	828	816	836	813	—	848	—	826	
25.0	62.8	71.4	45.5	25.1	253	251	—	875	838	826	843	822	—	856	—	837	
25.5	63.0	71.6	45.9	25.7	256	254	—	886	848	837	851	831	850	865	—	847	
26.0	63.3	71.9	46.4	26.3	259	257	—	897	859	847	859	840	859	874	—	858	
26.5	63.5	72.2	46.9	26.9	262	260	—	908	870	858	867	850	869	883	—	868	
27.0	63.8	72.4	47.3	27.5	266	263	—	919	880	869	876	860	879	893	—	879	
27.5	64.0	72.7	47.8	28.1	269	266	—	930	891	880	885	870	890	902	—	890	
28.0	64.3	73.0	48.3	28.7	273	269	—	942	902	892	894	880	901	912	—	901	
28.5	64.6	73.3	48.7	29.3	276	273	—	954	914	903	904	891	912	922	—	913	
29.0	64.8	73.5	49.2	29.9	280	276	—	965	925	915	914	902	923	933	—	924	
29.5	65.1	73.8	49.7	30.5	284	280	—	977	937	928	924	913	935	943	—	936	
30.0	65.3	74.1	50.2	31.1	288	283	—	989	948	940	935	924	947	954	—	947	
30.5	65.6	74.4	50.6	31.7	292	287	—	1002	960	953	946	936	959	965	—	959	
31.0	65.8	74.7	51.1	32.3	296	291	—	1014	972	966	957	948	972	977	—	971	
31.5	66.1	74.9	51.6	32.9	300	294	—	1027	984	980	969	961	985	989	—	983	
32.0	66.4	75.2	52.0	33.5	304	298	—	1039	996	993	981	974	999	1001	—	996	
32.5	66.6	75.5	52.5	34.1	308	302	—	1052	1009	1007	994	987	1012	1013	—	1008	
33.0	66.9	75.8	53.0	34.7	313	306	—	1065	1022	1022	1007	1001	1027	1026	—	1021	
33.5	67.1	76.1	53.4	35.3	317	310	—	1078	1034	1036	1020	1015	1041	1039	—	1034	
34.0	67.4	76.4	53.9	35.9	321	314	—	1092	1048	1051	1034	1029	1056	1052	—	1047	
34.5	67.7	76.7	54.4	36.5	326	318	—	1105	1061	1067	1048	1043	1071	1066	—	1060	
35.0	67.9	77.0	54.8	37.0	331	323	—	1119	1074	1082	1063	1058	1087	1079	—	1074	
35.5	68.2	77.2	55.3	37.6	335	327	—	1133	1088	1098	1078	1074	1103	1094	—	1087	
36.0	68.4	77.5	55.8	38.2	340	332	—	1147	1102	1114	1093	1090	1119	1108	—	1101	
36.5	68.7	77.8	56.2	38.8	345	336	—	1162	1116	1131	1109	1106	1136	1123	—	1116	
37.0	69.0	78.1	56.7	39.4	350	341	—	1177	1131	1148	1125	1122	1153	1139	—	1130	
37.5	69.2	78.4	57.2	40.0	355	345	—	1192	1146	1165	1142	1139	1171	1155	—	1145	
38.0	69.5	78.7	57.6	40.6	360	350	—	1207	1161	1183	1159	1157	1189	1171	—	1161	
38.5	69.7	79.0	58.1	41.2	365	355	—	1222	1176	1201	1177	1174	1207	1187	1170	1176	
39.0	70.0	79.3	58.6	41.8	371	360	—	1238	1192	1219	1195	1192	1226	1204	1195	1193	

(续)

硬 度								抗拉强度 R_m /MPa								
洛氏		表面洛氏			维氏	布氏 ($0.012F/D^2 = 30$)		碳 钢	铬 钢	铬 钒 钢	铬 镍 钢	铬 钼 钢	铬 镍 钼 钢	铬 锰 硅 钢	超 高 强 度 钢	不 锈 钢
HRC	HRA	HR15N	HR30N	HR45N	HV	HBS ^①	HBW									
59.5	80.9	90.4	76.9	65.6	687	—	643	—	—	—	—	—	—	—	2572	—
60.0	81.2	90.6	77.3	66.2	698	—	647	—	—	—	—	—	—	—	2639	—
60.5	81.4	90.8	77.7	66.8	710	—	650	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61.0	81.7	91.0	78.1	67.3	721	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
61.5	82.0	91.2	78.6	67.9	733	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62.0	82.2	91.4	79.0	68.4	745	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
62.5	82.5	91.5	79.4	69.0	757	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63.0	82.8	91.7	79.8	69.5	770	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63.5	83.1	91.8	80.2	70.1	782	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64.0	83.3	91.9	80.6	70.6	795	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64.5	83.6	92.1	81.0	71.2	809	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65.0	83.9	92.2	81.3	71.7	822	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65.5	84.1	—	—	—	836	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66.0	84.4	—	—	—	850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
66.5	84.7	—	—	—	865	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67.0	85.0	—	—	—	879	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67.5	85.2	—	—	—	894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
68.0	85.5	—	—	—	909	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

① HBS 为采用钢球压头所测试的布氏硬度值，在 GB/T 231.1—2009 中已取消了钢球压头。

3.12.2 非铁金属材料硬度与强度的换算关系

非铁金属材料硬度 (HBW) 与抗拉强度 R_m (MPa) 的关系可按关系式 $R_m = KHBW$ 计算，其中强度-硬度系数 K 值按表 3-58 取值。

表 3-58 非铁金属材料强度-硬度系数 K 值

材 料	K 值	材 料	K 值
铝	2.7	铝黄铜	4.8
铅	2.9	铸铝 ZL103	2.12
锡	2.9	铸铝 ZL101	2.66
铜	5.5	硬铝	3.6
单相黄铜	3.5	锌合金铸件	0.9
H62	4.3 ~ 4.6		

3.13 塑料球压痕法硬度测试

塑料球压痕法硬度测试按照 GB/T 3398.1—2008 《塑料 硬度测定 第 1 部分：球

压痕法》进行。

3.13.1 试样

每个试样应为一个光滑的平板或有足够尺寸的样块，以减小边缘对试验结果的影响，例如 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ ，试样的两表面间应平行，推荐的厚度为 4mm 。

试样的支撑面在试验后不应显示任何形变。

若试样厚度小于 4mm ，可以放几个试样。不过，叠加的试样上得到的硬度值和同样厚度单片试样所得到的值会有差异。

在某些情况下，特别是半结晶热塑性塑料的注塑试样，要获得精准的平板状试样是困难的。若所用的试样稍有翘曲，所测得压入深度包括把试样压向支撑板所移动的距离。为消除这一影响，可使用一直径为 $10\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 的圆形支撑板，这一直径对于平板试样也足够大了，还推荐将试样较平的一侧朝向支撑板放置。

3.13.2 试验设备

(1) 硬度试验机 主要是由装有一个试样支撑板的可调整台架、带有连接部件的压痕器以及无冲击的施加负荷的装置构成。硬度试验机还应配备测量压痕器压入深度在 0.4mm 范围内的设备，其测量精密密度为 $\pm 0.005\text{mm}$ 。在最大负荷下，沿若加力主轴进行变形测量时，框架变形不大于 0.05mm 。压痕器是一个经过硬化并抛光的钢球，试验后该钢球不能显出任何变形或损伤。钢球的直径应为 $5.0\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ 。

(2) 计时器 准确至 $\pm 0.1\text{s}$ 。

3.13.3 试验内容及结果表示

1. 状态调节

试验前，试样的状态调节应按 GB/T 2918 规定的标准环境进行。

2. 试验步骤

1) 除非另有规定，试验应在与状态调节同样的环境中进行。

2) 把试样放在支撑板上，充分地支撑试样并使试样表面垂直于加荷轴。

在离试样边缘不小于 10mm 处的某一点上施加初负荷 F_0 ，其值为 $9.8\text{N} \pm 0.1\text{N}$ ，调整深度指示装置至零点，然后在 $2 \sim 3\text{s}$ 内的时间内平稳地施加试验负荷 F_m 。

3) 选择下列的试验负荷值 F_m ： 49.0N 、 132N 、 358N 、 981N ，误差为 $\pm 1\%$ 。

使修正框架变形后的压入深度在 $0.15 \sim 0.35\text{mm}$ 之间。

如果 30s 压痕深度值超出范围（无论一组试样或单个试样时），需改变试验负荷以得到在规定范围内的压痕深度，应说明超出规定范围压痕深度的试验数目。

如果一组试验中试验负荷应改变，当处于转变区域时，不同试验负荷下产生的不同硬度值将难以解释，例如：当评估热老化对硬度的影响时，经双方协商一致，可扩大上述的压痕深度范围，但不能超出该值的 20% 。使用这个负荷使大部分试验压痕深度落在 $0.15 \sim 0.35\text{mm}$ 之间。

4) 当按此方法进行试验时，试样中的气泡或开裂不应影响结果。如果在同一试样

上进行几次测定。各压痕点间及离开边缘距离都应不小于10mm。

5) 施加试拉负荷 F_m 30s 后, 在加荷下测量压入深度 h_1 , 其精度为 $\pm 0.005\text{mm}$ 。

6) 在一个或多个试样上进行 10 次有效的试验。

7) 仪器机架的变形 h_2 应按下述步骤测定: 把一块软铜板 (至少 6mm 厚) 放在支撑板, 同时施加初负荷 F_0 。调整指示装置至零点并施加试验负荷 F_m 。保持试验负荷直到深度指示器稳定, 记下读数, 移去试验负荷同时重新调整深度指示器至零。

重复这种操作直到深度指示器读数在每次施加试验负荷时恒定为止, 这就表示在该点铜块不会进一步被压入, 因此该恒定的深度读数就是由于设备的框架变形而导致的深度指示器的位移量。记下该恒定的读数为 h_2 。用 $h = h_1 - h_2$ 修正压入深度 h 。

3. 球压痕法硬度的测定

1) 由下式计算折合试验负荷 F_r :

$$F_r = F_m \times \frac{\alpha}{(h - h_r + \alpha)} = F_m \times \frac{0.21}{h - 0.25 + 0.21}$$

式中 F_m ——压痕器上的负荷, 单位为 N;

h_r ——压入的折合深度 (0.25mm);

h ——机架变形修正后的压入深度 ($h_1 - h_2$), 单位为 mm;

α ——常数 (0.21)。

2) 球压痕硬度由下式计算:

$$\text{HB} = \frac{F_r}{\pi d h_r}$$

式中 HB——球压痕硬度值, 单位为 MPa;

F_r ——折合试验负荷, 单位为 N;

h_r ——压入的折合深度 (0.25mm);

d ——钢球的直径 (5mm)。

3) 当修正的压入深度 h 确定时, 可利用表 3-59 直接读出 HB 的值。

表 3-59 球压痕硬度值随压入深度和试验负荷关系表

压入深度 h/mm	在下列各负荷 F_m 下的球压痕硬度 HB 值/MPa			
	49N	132N	358N	961N
0.150	23.82	64.17	174.04	467.19
0.155	22.79	61.38	166.47	446.87
0.160	21.84	58.82	159.54	428.25
0.165	20.96	56.47	153.15	411.12
0.170	20.16	54.30	147.26	395.31
0.175	19.41	52.29	141.81	380.87
0.180	18.72	50.42	136.75	367.07
0.185	18.07	48.68	132.03	354.42
0.190	17.47	47.06	127.63	342.60
0.195	16.91	45.54	123.51	331.55
0.200	16.38	44.12	119.65	321.19
0.205	15.88	42.78	116.03	311.46
0.210	15.41	41.52	112.61	302.30

(续)

压入深度 h/mm	在下列各负荷 F_m 下的球压痕硬度 HB 值/MPa			
	49N	132N	358N	961N
0.215	14.97	40.34	109.40	293.66
0.220	14.56	39.22	106.36	285.50
0.225	14.16	38.16	103.48	277.79
0.230	13.79	37.15	100.76	270.48
0.235	13.44	36.20	98.18	263.54
0.240	13.10	35.29	95.72	256.95
0.245	12.78	34.43	93.39	250.69
0.250	12.48	33.61	91.16	244.72
0.255	12.19	32.83	89.04	239.03
0.260	11.91	32.09	87.02	233.59
0.265	11.65	31.37	85.09	228.40
0.270	11.39	30.69	93.24	223.44
0.275	11.15	30.04	81.47	218.68
0.280	10.92	29.41	79.77	214.13
0.285	10.70	28.81	78.14	209.76
0.290	10.48	28.24	76.68	205.56
0.295	10.28	27.68	75.08	201.53
0.300	10.08	27.15	73.63	197.66
0.305	9.89	26.54	72.24	193.93
0.310	9.70	26.14	70.91	190.34
0.315	9.53	25.67	69.62	186.87
0.320	9.36	25.21	68.37	183.54
0.325	9.19	24.77	67.17	180.32
0.330	9.04	24.34	66.02	177.21
0.335	8.88	23.33	64.90	174.21
0.340	8.73	23.53	63.81	171.30
0.345	8.59	23.14	62.77	168.49
0.350	8.45	22.77	61.76	165.78

注：当试样的球压痕硬度处于一个试验负荷和另一个试验负荷之间的转换区时，以较小的试验负荷在较低的压痕深度下进行的试验，与以较大的试验负荷在较大的深度下进行试验产生的球压痕硬度稍有不同。在这种情况下，推荐使用有关各方协商一致的试验负荷。

4. 试验结果数值的修约

按 GB/T 8170 进行修约，对于 HB 低于 250MPa 时，修约至 1MPa；对于 HB 不低于 250MPa 时，修约至 10MPa。

3.14 塑料洛氏硬度测试

塑料洛氏硬度测试按照 GB/T 3398.2—2008《塑料 硬度测定 第2部分：洛氏硬度》进行。

3.14.1 试样

1) 标准试样为厚度至少 6mm 的平板。其面积应满足下列要求：在试样的同一表面上作 5 次测量，每一测量点应离试样边缘 10mm 以上，任何两测量点的间隔不得少于 10mm。

试样不一定为正方形。试验后在支撑面上不应有压头的压痕。

2) 当无法得到上述所规定的最小厚度的试样时，可用相同厚度的较薄试样叠成，要求每片试样的表面都应紧密接触，不得被任何形式的表面缺陷分开（例如，凹陷痕迹或锯割形成的毛边）。

3) 全部压痕都应在试样的同一表面上。

4) 测量洛氏硬度只需一个试样，对各向同性的材料，每一试样至少应测量 5 次。

5) 当受试材料是各向异性时，应规定压痕的方向与各向异性轴的关系。当需要测定不止一个方向上的硬度值时，则应制备足够的试样，以使每个方向上至少可以测定 5 个洛氏硬度值。

3.14.2 试验设备

1) 仪器是标准洛氏硬度计，其主要由下列部件构成：①可调工作台的刚性机架，带有直径至少为 50mm 的用于放置试样的平板；②有连接器的压头；③无冲击地将适宜负荷加在压头上的装置。

2) 压头为可在轴套中自由滚动的硬质抛光钢球。该钢球在试验中不应有变形，试验后不应有损伤。压头的直径取决于所用的洛氏硬度标尺。

3) 压头配有千分表或其他合适的装置，以测量压头的压入深度，精确至 0.001mm。千分表最好按洛氏硬度值标刻度数（但不是必须这样做，洛氏标尺的每一分度值为 0.002mm）。当仪器直接标刻时，千分表上通常有黑、红两种刻度，后者已自动推算 M、L 及 R 标尺洛氏硬度的常数 130。只要准确度不低于千分表，也可采用其他测量和数据显示手段。

4) 所有情况下的初负荷都是 98.07N。洛氏硬度计通过丝杠将放置试样的工作台升高至试样与压头接触来施加初负荷。在这种情况下，千分表上有一个显示初负荷已经施加的指示点，在操作硬度计之前，应参阅厂商的仪器手册。调整加荷速度极为重要。调节洛氏硬度计的缓冲器，以使操作手柄在仪器上无试样时或未加荷于砧座的情况下，在 4~5s 内完成，此操作所用的主负荷应是 980.7N。

5) 洛氏标尺的主负荷、初负荷及压头直径如表 3-60 所示，主负荷及初负荷都需准确到 2% 之内。

6) 仪器应安装在水平、无振动的刚性基座上。若仪器台座上无法避免要受到振动的影响（例如在其他试验机的附近），则洛氏硬度计也可装在带有至少 25mm 厚的海绵橡胶衬垫的金属板上，或其他能有效减振的台座上。

表 3-60 洛氏标尺的主负荷、初负荷及压头直径

洛氏硬度标尺	初负荷/N	主负荷/N	压头直径/mm
R	98.07	588.4	12.7 ± 0.015
L	98.07	588.4	6.35 ± 0.015
M	98.07	980.7	6.35 ± 0.015
E	98.07	980.7	3.175 ± 0.015

注：E 标尺仅用于校准。

7) 定期用已知洛氏硬度的金属（铸铁、铝镁合金、轴承材料）标准硬度块，采用洛氏 E 标尺校准仪器。这样可以发现由于加荷装置的失灵或框架变形所引起的误差，这些误差应在仪器使用前予以校正。当仪器规定 R、L 或 M 的试验方法时，可经常按 R、L 或 M 相应测试方法所用的标准硬度块进行辅助校验。

3.14.3 试验内容及结果表示

1. 状态调节

试验前，试样应在与受试材料有关的标准所规定的环境中或在 GB/T 2918 所规定的一种环境中进行状态调节。

2. 试验步骤

1) 除非另有规定，试验应在与状态调节相同的标准环境中进行。

2) 校对主负荷、初负荷及压头直径是否与所用洛氏标尺相符合。由于手调不能使压头正确地安置在轴承座中，更换钢球后的第一次读数必须废弃。需要主负荷的全部压力才能使压头安置在轴承座中。

3) 把试样放在工作台上。检查试样和压头的表面是否有灰尘、污物、润滑油及锈迹，并检查试样表面是否垂直于所施加的负荷方向。

施加初负荷且调整千分表到零。在施加初负荷后 10s 内施加主负荷。在施加主负荷后 15 ~ 16s 时卸去主负荷。应平稳操作仪器。卸去主负荷 15s 后读取千分表上读数，准确到标尺的分度值。

4) 若仪器是按洛氏硬度值直接分度时，则适合于按下述方法操作：计数施加主负荷后指针通过标尺上零点的次数，将所得次数与卸去主负荷后指针通过零点的次数相减。若其差值为零，则硬度值为标尺读数加上 100。若其差值为 1，则硬度值为标尺读数，若其差值为 2，则硬度值为标尺读数减去 100。若有疑问，可查阅制造厂的仪器手册。

5) 在试样的同一表面上作 5 次测量，每一测量点应离试样边缘 10mm 以上，任何两测量点的间隔不得少于 10mm。

6) 理论上，洛氏硬度值应处于 50 ~ 115 之间，超出此范围的值是不准确的，应用邻近的标尺重新测定。

7) 如果需要比 R 标尺更低硬度值的标尺时，则洛氏硬度试验是不适合的。

3. 洛氏硬度测试

测定硬度的方法是在规定的加荷时间内，在受试材料上面的钢球上施加一个恒定的

初负荷，随后施加主负荷，然后再恢复到相同的初负荷。测量结果是由压入总深度减去卸去主负荷后规定时间内的弹性恢复以及初负荷引起的压入深度。洛氏硬度由压头上的负荷从规定初负荷增加到主负荷，然后再恢复到相同初负荷时的压入深度净增量求出。

洛氏硬度标尺每一分度表示压头垂直移动 0.002mm。实际上，洛氏硬度值由下求出：

$$HR = 130 - e$$

式中 HR——洛氏硬度值；

e ——主负荷卸除后的压入深度，以 0.002mm 为单位的数值。

此关系式仅适用于 E、M、L 和 R 标尺。

3.15 塑料和硬橡胶压痕硬度试验

塑料和硬橡胶压痕硬度试验按照 GB/T 2411—2008《塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）》进行。

3.15.1 试样的制备

1) 试样的厚度至少为 4mm，可以用较薄的几层叠合成所需的厚度。由于各层之间的表面接触不完全，因此，试验结果可能与单片试样所测结果不同。

2) 试样的尺寸应足够大，以保证离任一边缘至少 9mm 进行测量，除非已知离边缘较小的距离进行测量所得结果相同。试样表面应平整，压座与试样接触时覆盖的区域至少离压针顶端有 6mm 的半径。应避免在弯曲的、不平或粗糙的表面上测量硬度。

3.15.2 试验设备

1) 该试验方法采用邵氏 A 型和邵氏 D 型的硬度计。A 型和 D 型邵氏硬度计由压座、压针及指示装置构成。

2) 压座，中心有一直径为 $\phi 3\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 的孔，离压座的任一边至少 6mm。

3) 压针，由直径为 $\phi 1.25\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ 的硬化钢制成。A 型硬度计压针的形状尺寸如图 3-26 所示，D 型硬度计压针如图 3-27 所示。

4) 指示装置，可读取压针顶端伸出压座的长度，当压针全部伸出 $2.50\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$ 时定为 0，压座和压针与平面玻璃紧密接触，伸出值为 0mm 时定为 100，方可直接读数。

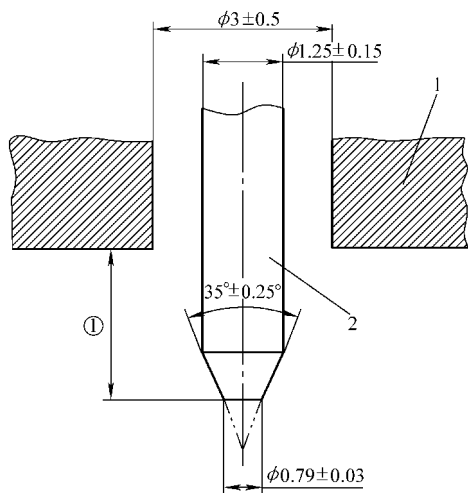


图 3-26 A 型硬度计压针

1—压座 2—压针

① 全部伸出 $2.50\text{mm} \pm 0.04\text{mm}$ 。

该装置可能包括将负荷施加于压针时所获得的初始压痕的指示值, 需要时可由最大值指示器读取瞬时读数的最大值。

5) 已校准的弹簧, 对于 A 型邵氏硬度计, 施加于压针上的力按下式计算:

$$F = 550 + 75H_A$$

式中 F ——施加的力, 单位为 mN;

H_A ——A 型硬度计硬度读数。

对于 D 型邵氏硬度计, 施加于压针上的力按下式计算:

$$F = 445H_D$$

式中 F ——施加的力, 单位为 mN;

H_D ——D 型硬度计硬度读数。

6) 校准硬度计的弹簧时, 为防止压座和天平盘间的干扰, 将硬度计垂直放置, 压针顶端静置在天平盘中的一个金属垫上, 如图 3-28 所示。垫片上有一个高约 2.5mm、直径约 1.25mm 的小圆杆, 顶部像一小杯, 可容纳压针。垫片的质量用天平的另一个秤盘上的砝码来平衡。把砝码加到秤盘上, 以平衡压针在各种刻度读数时的力。测得的力值与 A 型硬度计的计算力值之差应在 $\pm 75\text{mN}$ 之内, 或与 D 型硬度计的计算力值之差应在 $\pm 445\text{mN}$ 之内。

可用专门的仪器校准硬度计。用于校准的天平或仪器应能在压针顶端施加力并测量, 其中 A 型硬度计在 3.9mN 以内, D 型硬度计在 19.6mN 以内。

3.15.3 试验结果及内容表示

1. 状态调节和试验环境

材料的硬度与相对湿度无关时, 硬度计和试样应在试验温度下状态调节 1h 以上。对于硬度与相对湿度有关材料, 试样应按 GB/T 2918 或按相应的材料标准进行状态调节。

当硬度计由低于室温的地方移至较高温度的地方时, 在转移位置前, 应将其放在合适的干燥器或气密的容器中, 在移入新的环境后继续保持直到硬度计的温度高于空气露点的温度。

除非相关材料标准中另有规定, 试验应在 GB/T 2918 规定的一种标准环境下进行。

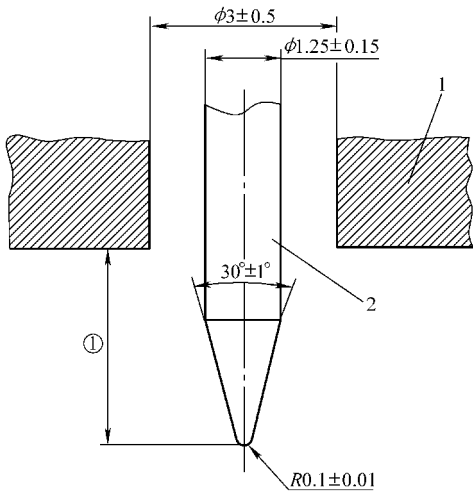


图 3-27 D 型硬度计压针

1—压座 2—压针

①全部伸出 2.50mm ± 0.04mm。

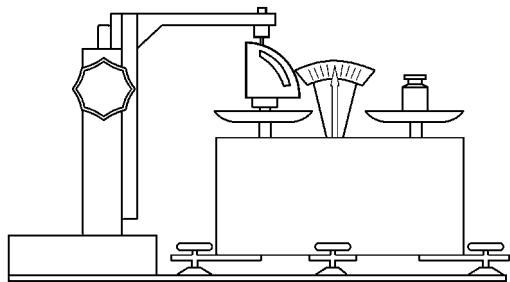


图 3-28 校准硬度计弹簧的装置

2. 试验步骤

1) 将试样放在一个硬的、坚固稳定的水平平面上,握住硬度计,使其处于垂直位置,同时使压针顶端离试样任一边缘至少9mm。立即将压座无冲击地加到试样上,使压座平行于试样并施加足够的压力,压座与试样应紧密接触。

用硬度计台或压针中心轴上加砝码的方法,将压座加到试样上,可获得最好的再现性。A型硬度计推荐的质量是1kg, D型硬度计是5kg。

15s ± 1s后读取指示装置的示值。若规定瞬时读数,则在压座与试样紧密接触后1s之内读取硬度计的最大值。

2) 在同一试样上至少相隔6mm测量5个硬度值,并计算其平均值。

当A型硬度计的示值高于90时,建议用D型硬度计进行测量;当D型硬度计的示值低于20时,建议用A型硬度计进行测量。

3. 压痕硬度的测定

在规定的测试条件下,将规定形状的压针压入试验材料,测量垂直压入的深度。

压痕硬度与相应的压入深度成反比,且依赖于材料的弹性模量和黏弹性。压针的形状、施加的力及施力时间都会影响试验结果。一种型号的硬度计与另一种型号的硬度计以及硬度计与其他测量硬度的仪器之间没有一种简单关系。

读数可以用邵氏硬度 A/15: 45 的形式报告, A 是硬度计的类型, 15 是 15s, 它是将压座与试样紧密接触后与读数之间的时间, 45 是读数。又如, 邵氏硬度 D/1: 60, 是指在 1s 之内读取的 D 型硬度计示值为 60, 或由最大值指示器得到的读数。

3.16 硫化橡胶或热塑性橡胶硬度试验

硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定按照 GB 6031—1998《硫化橡胶或热塑性橡胶硬度的测定(10-100IRHD)》进行。

3.16.1 橡胶国际硬度

1. 橡胶国际硬度(IRHD)的定义

橡胶国际硬度(IRHD)这样确定:当IRHD等于0时,表示材料的杨氏弹性模量为0;当IRHD等于100时,表示材料的杨氏弹性模量为无限大。在通常情况下应满足如下条件:

- 1) 橡胶国际硬度的增量总是近似地表示相同比例的杨氏弹性模量的增量。
- 2) 对于高弹性橡胶,橡胶国际硬度和邵尔A型硬度的数值大致相同。

2. 测定方法

对表面平坦而且两面平行的硫化橡胶或热塑性橡胶国际硬度的四种测定方法是:①方法N,常规试验;②方法H,高硬度试验;③方法L,低硬度试验;④方法M,微型试验。对于弯曲表面表观硬度的测定也有四种方法,分别为方法CN、CH、CL和CM。

这些方法的主要区别在于钢球的直径和压入力的大小,根据特定的用途选择合适的方法。每个方法的适用范围如图3-29所示。

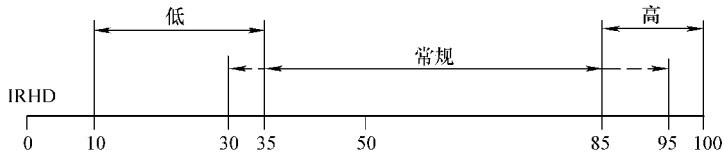


图 3-29 硬度测试的应用范围

(1) 方法 N 硬度的常规试验适用于橡胶的硬度在 35 ~ 85IRHD 范围内，也可用于硬度在 30 ~ 95IRHD 范围内的橡胶。试样的厚度要求大于或等于 4mm。

(2) 方法 H 适用于橡胶的硬度在 85 ~ 100IRHD 范围内，试样的厚度要求大于或等于 4mm。

(3) 方法 L 适用于橡胶的硬度在 10 ~ 35IRHD 范围内，试样的厚度要求大于或等于 6 mm。在 85 ~ 95IRHD 和 30 ~ 35IRHD 范围内，用方法 N 测得的硬度值与分别用方法 H 或方法 L 获得的数据不完全一致。

(4) 方法 M 硬度的微型试验法，本质上是按比例缩小的常规试验法，适用于橡胶的硬度在 35 ~ 85IRHD 范围内，也可用于硬度在 30 ~ 95IRHD 范围内，试样的厚度小于 4 mm 的橡胶。

由于橡胶的各种表面因素，例如由打磨引起的表面粗糙，致使微型试验与常规试验所测的结果出现差异。

方法 CN、CH、CL、和 CM 是弯曲表面的表观硬度试验，是试验的橡胶为弯曲的情况下，对方法 N、H、L 和 M 的修改。主要存在两种情况：

1) 试验的试样和制品足够大，使硬度计能安放在上面。

2) 试验的试样和制品及硬度计都很小，使它们能安放在普通的支座上，或者能将试样安放在硬度计的试样台上。

上述方法不能保证适用于所有类型和尺寸的试样，但包括了像 O 形圈这样一些最普通的类型。

3. 标准硬度 (用 S 表示)

标准硬度指使用方法 N、H、L 和 M 规定的程序，用标准厚度和不小于规定的最小横向尺寸的试样测得的硬度。橡胶国际硬度值取整数位。

4. 表观硬度

表观硬度指使用方法 N、H、L 和 M 规定的程序，用非标准试样，以及使用方法 CN、CH、CL 和 CM 测得的硬度。橡胶国际硬度取整数位。

用方法 CN、CH、CL 和 CM 测得的值总是给出表观硬度，因为试验通常在橡胶厚度有所变化的整个制品上进行，而且在多数情况下，横向尺寸不能保证压足与边缘之间的最小距离，因此测得的数值通常与用方法 N、H、L 和 M 在标准试样上，或在相同厚度的制品的平坦表面上所测得的数值不一致。另外，测出的硬度值还与制品的支承方法和是否使用了压足有关。

在弯曲表面上测得的结果，仅适用于特殊形状、特殊尺寸的试样或制品，以及特殊的支承方式等。同标准硬度值相比可相差 10IRHD 左右。此外，经打磨的表面或用其他方法除去布纹的表面，与光滑的模压表面相比，得到的硬度值将稍有不同。

3.16.2 试样

1. 方法 N、H、L 和 M

1) 试样的上、下表面应是平整、光滑和相互平行的，对比试验应在相同厚度的试样上进行。

2) 试样的厚度要求：①方法 N 和 H，标准试样的厚度应为 8~10mm，而且可以由一层、两层或三层叠放的橡胶组成，其最薄的橡胶层应不小于 2mm，非标准试样可以稍厚些或者稍薄些，但不能小于 4mm；②方法 L，标准试样的厚度为 10~15mm，而且可以由一层、两层或三层叠放的橡胶组成，其最薄的橡胶层不应小于 2mm，非标准试样可以稍厚些或者稍薄些，但不能小于 6mm；③方法 M，标准试样的厚度应为 $2\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，可以使用厚些或薄些的试样，但不能小于 1mm，用这样的试样测得的结果与标准试样所测的结果不能进行比较。

3) 试样横向尺寸的要求：①方法 N、H 和 L，标准试样和非标准试样的横向尺寸应使试验点与试样边缘的距离不小于表 3-61 的规定；②方法 M，横向尺寸应使试验点与试样边缘的距离不小于 2mm，试样厚度大于 4mm，但由于横向尺寸或平面部分的面积所限，不宜在常规试验仪器上试验而用微型仪器试验时，试验点应距离试样边缘尽可能远一些。

表 3-61 试验点与试样边缘的最小距离

试样的总厚度/mm	试验点与试样边缘的最小距离/mm
4	7.0
6	8.0
8	9.0
10	10.0
15	11.5
25	13.0

2. 方法 CN、CH、CL 和 CM

试样应是一个完整的制品或者是从制品上切下的一部分。切下的试样下面应能够在硬度试验期间内被正常支承受住。如果试样的表面有布纹，应打磨后再进行试验，试样在打磨后应在标准温度下恢复至少 16h，而且按进行环境调节，调节期可以作为恢复期的一部分。

3.16.3 试验设备

1. 方法 N、H、L 和 M

仪器主要部件的尺寸和作用力如表 3-62 所示。

表 3-62 仪器主要部件的尺寸和作用力

试验	直径/mm	钢球作用力			压足上的力/N
		接触力/N	压入力/N	总力/N	
方法 N (常规试验)	球 2.5 ± 0.01 压足 20 ± 1 孔 6 ± 1	0.30 ± 0.02	5.40 ± 0.01	5.70 ± 0.03	8.3 ± 1.5
方法 H (高硬度)	球 1.00 ± 0.01 压足 20 ± 1 孔 6 ± 1	0.30 ± 0.02	5.40 ± 0.01	5.70 ± 0.03	8.3 ± 1.5
方法 L (低硬度)	球 5.00 ± 0.01 压足 22 ± 1 孔 10 ± 1	0.30 ± 0.02	5.40 ± 0.01	5.70 ± 0.03	8.3 ± 1.5
方法 M (微型试验)	球 0.395 ± 0.005 压足 3.35 ± 0.15 孔 1.00 ± 0.15	接触力/mN	压入力/mN	总力/mN	压足上的力/mN
		8.3 ± 0.5	145 ± 0.5	153.3 ± 1.0	235 ± 30

1) 压杆和压杆的支承装置。可垂直移动压杆的下端是一个钢球或球形表面。压杆的支承装置可使其在施加接触力之前，钢球下端部稍高于环形压足的基准面。

2) 对压杆施加接触力和压入力的装置。作用力包括压杆和与其相连的附件重力，以及一切可能作用于压杆的弹簧力，以使其实际加于压杆球端的力符合表 3-61 的规定。

3) 测量由压入力产生的压杆压入深度增量的装置，以长度单位表示，或者直接读出橡胶国际硬度 IRHD。该测量装置可以是机械的、光学的或电学的。

4) 扁平环形压足，垂直于压杆轴线，并有一个使压杆通过的同心圆孔。压足放在试样上，并对其施加 $30\text{kPa} \pm 5\text{kPa}$ 的压力，施加在压足上的总压力不应超过表 3-61 中规定的值。压足与测量压入深度的装置为刚性连接。这样测出的位移才是压杆相对于压足（即试样的上表面）的位移，而不是压杆相对于支承试样的表面的位移。

在微型试验中，当使用借助弹簧向上顶推试样台的仪器时，压足上的压力值和压足上的作用力在施加总压力的过程中都是起作用的，在施加 145mN 压入力之前，压足上的作用力大于此值，即等于 $380\text{mN} \pm 30\text{mN}$ 。

5) 硬度计的轻微振动装置（例如电动蜂鸣器）用以克服任何轻微的摩擦力（在完全消除了摩擦力的仪器上可以省去）。

6) 试样配有恒温箱，试样在非标准温度下试验时所用。该恒温箱应安装一个控制温度的装置，使其将温度控制在所需温度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 范围内。压足和垂直压杆应穿过恒温箱顶部，穿过顶部的部分由低热导率的材料制成，测量温度的敏感元件应安装在恒温箱内靠近试样或安放试样的地方。

2. 方法 CN、CH、CL 和 CM

所用仪器基本上是方法 N、H、L 和 M 中所描述的，但有以下几点不同：

1) 半径大于 50mm 的圆柱形表面，仪器的底部应在压杆下面有小孔，使环形压足自由通过，这样一来在底座的上、下均可进行测量。底座的下表面应为两个相互平行并

与底座平面平行的圆柱体形状。圆柱的直径和它们相隔的距离应能使仪器固定并支承在被试验的弯曲表面上，或者经改进的底座可以安装上带万向节的可动压足，以便使它们适用于弯曲面。

2) 大于50mm大半径的双弯曲的表面，应使用1)中规定的带可调压足的仪器。

3) 半径为4~50mm的圆柱面或双弯曲的小试样，如果表面太小不能支承仪器，则试样或制品应由专用夹具或V形模具的装置固定，以便使压足垂直地压在试验表面上。也可以用蜡把小试样凝固在试样台上。

通常情况下，用于方法M的仪器仅适用于橡胶厚度小于4mm的试样。用于方法M，借助弹簧向上顶推试样台的仪器，不适用于大的试样或具有大弯曲半径的制品。

4) 小O形圈和小于4mm弯曲半径的制品，这些试样应固定在合适的夹具或模具上，或者用蜡凝固在试样台上，应使用方法M所用的仪器测量。如果半径小于0.8mm，则不能进行试验。

3.16.4 试验内容及结果表示

1. 硫化和试验之间的时间间隔

除非技术原因另有规定外，应遵守下列要求：

1) 在进行常规试验时，硫化和试验之间的最短时间应为16h。在进行仲裁试验时，最短时间应为72h。

2) 在进行非制品试验时，硫化和试验间的最长时间为4个星期。在进行对比评价试验时，试验应尽可能经相同的时间间隔后进行。

3) 在进行制品试验，只要有可能，硫化和试验间的时间间隔应不超过3个月。在其他情况下，试验应在使用方收到制品后两个月内进行。

2. 试样的调节

1) 当试验在标准温度下进行，试样在试验前应在这一试验条件下至少调节3h。

2) 当试验在较高或较低的温度进行时，试样应在试验环境中放置一段时间，使之足以达到与试验环境的温度相平衡，或按所试材料或制品的技术要求规定的时间放置，然后立即试验。

3. 试验温度

试验通常应在标准温度下进行（见GB/T 2941）。当采用其他温度时，应从GB/T 2941所规定的优选温度中挑选温度。

4. 试验步骤

1) 按规定调节试样。在试样的上、下表面撒上薄薄的滑石粉，把试样放在一水平刚性支承表面上，放下压足与试样表面接触。使压杆和压球在橡胶上保持5s，这时球上的压力为接触力。

2) 如果硬度计以橡胶国际硬度（IRHD）分度，它应在5s后，调整到读数为100；然后应施加压入力并保持30s，这时可直接测得橡胶国际硬度值。

3) 如果硬度计以长度单位分度，应记下施加压入力30s后引起的压杆压入深度值D（0.01mm为单位）。在采用微型试验时，这个值应乘以刻度系数6，再利用表3-63~

表 3-65 或由这些表绘制的曲线换算成橡胶国际硬度值。

4) 在施加负荷期间, 除非仪器完全消除了摩擦, 否则都应轻微振动仪器。

表 3-63 方法 N 所用的 D 值与橡胶国际硬度值 (IRHD) 的换算

D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD
0	100.0	46	73.3	92	51.6	138	38.2
1	100.0	47	72.7	93	51.2	139	38.0
2	99.9	48	72.2	94	50.9	140	37.8
3	99.8	49	71.6	95	50.5	141	37.5
4	99.6	50	71.0	96	50.2	142	37.3
5	99.3	51	70.4	97	49.8	143	37.1
6	99.0	52	69.8	98	49.5	144	36.9
7	98.6	53	69.3	99	49.1	145	36.7
8	98.1	54	68.7	100	48.8	146	36.5
9	97.7	55	68.2	101	48.5	147	36.2
10	97.1	56	67.6	102	48.1	148	36.0
11	96.5	57	67.1	103	47.8	149	35.8
12	95.9	58	66.6	104	47.5	150	35.6
13	95.3	59	66.0	105	47.1	151	35.4
14	94.7	60	65.5	106	46.8	152	35.2
15	94.0	61	65.0	107	46.5	153	35.0
16	93.4	62	64.5	108	46.2	154	34.8
17	92.7	63	64.0	109	45.9	155	34.6
18	92.0	64	63.5	110	45.6	156	34.4
19	91.3	65	63.0	111	45.3	157	34.2
20	90.6	66	62.5	112	45.0	158	34.0
21	89.8	67	62.0	113	44.7	159	33.8
22	89.2	68	61.5	114	44.4	160	33.6
23	88.5	69	61.1	115	44.1	161	33.4
24	87.8	70	60.6	116	43.8	162	33.2
25	87.1	71	60.1	117	43.5	163	33.0
26	86.4	72	59.7	118	43.3	164	32.8
27	85.7	73	59.2	119	43.0	165	32.6
28	85.0	74	58.8	120	42.7	166	32.4
29	84.3	75	58.3	121	42.5	167	32.3
30	83.6	76	57.9	122	42.2	168	32.1
31	82.9	77	57.5	123	41.9	169	31.9
32	82.2	78	57.0	124	41.7	170	31.7
33	81.5	79	56.6	125	41.4	171	31.6
34	80.9	80	56.2	126	41.1	172	31.4
35	80.2	81	55.8	127	40.9	173	31.2
36	79.5	82	55.4	128	40.6	174	31.1
37	78.9	83	55.0	129	40.4	175	30.9
38	78.2	84	54.6	130	40.1	176	30.7
39	77.6	85	54.2	131	39.9	177	30.5
40	77.0	86	53.8	132	39.6	178	30.4
41	76.4	87	53.4	133	39.4	179	30.2
42	75.8	88	53.0	134	39.1	180	30.0
43	75.2	89	52.7	135	38.9		
44	74.5	90	52.3	136	38.7		
45	73.9	91	52.0	137	38.4		

注: D 为不同的压入深度 (以 0.01mm 表示), 钢球的直径为 2.5mm。

表 3-64 方法 H 所用的 D 值与橡胶国际硬度值 (IRHD) 的换算

D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD
0	100.0	15	97.3	30	91.1
1	100.0	16	97.0	31	90.7
2	100.0	17	96.6	32	90.2
3	99.9	18	96.2	33	89.7
4	99.9	19	95.8	34	89.3
5	99.8	20	95.4	35	88.8
6	99.6	21	95.0	36	88.4
7	99.5	22	94.6	37	87.9
8	99.3	23	94.2	38	87.5
9	99.1	24	93.8	39	87.0
10	98.8	25	93.4	40	86.6
11	98.6	26	92.9	41	86.1
12	98.3	27	92.5	42	85.7
13	98.0	28	92.0	43	85.3
14	97.5	29	91.6	44	84.8

注： D 为不同的压入深度（以 0.01mm 表示），钢球的直径为 1mm。

表 3-65 方法 L 所用的 D 值与橡胶国际硬度值 (IRHD) 的换算

D	IRHD	D	IRHD	D	IRHD
110	34.9	180	21.3	250	14.1
112	34.4	182	21.1	252	14.0
114	33.9	184	20.8	254	13.8
116	33.4	186	20.6	256	13.7
118	32.9	188	20.3	258	13.5
120	32.4	190	20.1	260	13.4
122	31.9	192	19.8	262	13.3
124	31.4	194	19.6	264	13.1
126	30.9	196	19.4	266	13.0
128	30.4	198	19.2	268	12.8
130	30.0	200	18.9	270	12.7
132	29.6	202	18.7	272	12.6
134	29.2	204	18.5	274	12.5
136	28.8	206	18.3	276	12.3
138	28.4	208	18.0	278	12.2
140	28.0	210	17.8	280	12.1
142	27.6	212	17.6	282	12.0
144	27.2	214	17.4	284	11.8
146	26.8	216	17.2	286	11.7
148	26.4	218	17.0	288	11.6
150	26.1	220	16.8	290	11.5
152	25.7	222	16.6	292	11.4
154	25.4	224	16.4	294	11.3
156	25.0	226	16.2	296	11.2
158	24.7	228	16.0	298	11.1
160	24.4	230	15.8	300	11.0
162	24.1	232	15.6	302	10.9
164	23.8	234	15.4	304	10.8
166	23.5	236	15.3	306	10.6
168	23.1	238	15.1	308	10.5
170	22.8	240	14.9	310	10.4
172	22.5	242	14.8	312	10.3
174	22.2	244	14.6	314	10.2
176	21.9	246	14.4	316	10.1
178	21.6	248	14.3	318	9.9

注： D 为不同的压入深度（以 0.01mm 表示），钢球的直径为 5mm。

5. 压痕硬度的测定

该硬度试验是测量钢球在一个小的接触力和一个大的总力作用下压入橡胶的深度差。当采用微型试验时，用刻度系数 6 乘以这个差值。橡胶国际硬度由表 3-63 ~ 表 3-65 或由这些表绘制的曲线获得，或者由以橡胶国际硬度为单位的刻度盘直接读数。这些曲线由以下给出的压入深度与硬度之间的经验关系得到。

不同的压入深度和用国际硬度表示的硬度之间存在一定的关系，其根据如下：

1) 对于完全弹性的各向同性材料，压入深度 D （以 0.01mm 为单位）和杨氏弹性模量 E （以 MPa 为单位）之间的已知关系是：

$$\frac{F}{E} = 0.0038r^{0.65}D^{1.35}$$

式中 F ——压入力，单位为 N；
 r ——钢球的半径，单位为 mm。

2) 用正态误差积分曲线把 $\lg E$ 和橡胶国际硬度联系起来，如图 3-30 ~ 图 3-32 所示。此曲线表明两点：① 相应于曲线中点 $\lg E$ 的值等于 0.364 MPa；② 曲线的最大斜率等于 57IRHD/ $\lg E$ 单位增量。

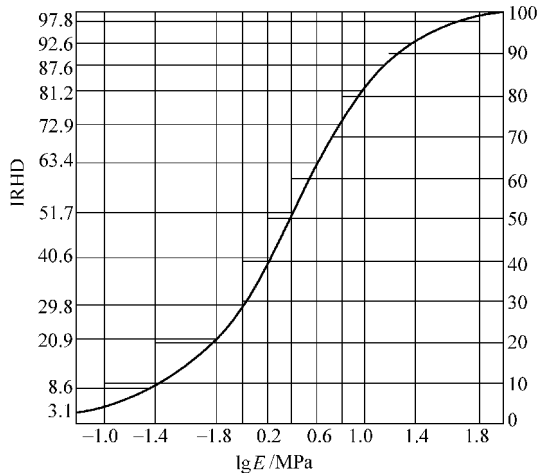


图 3-30 $\lg E$ 和国际硬度 (3 ~ 100IRHD) 之间的关系

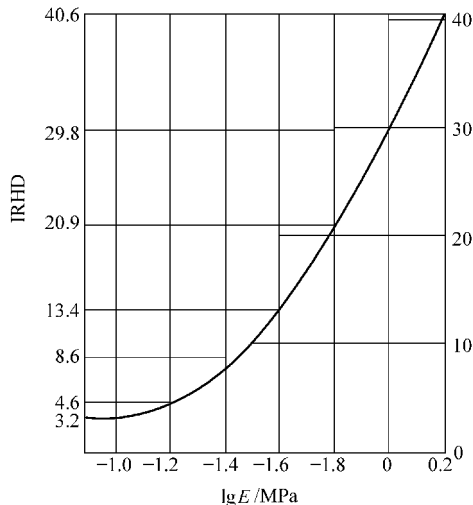
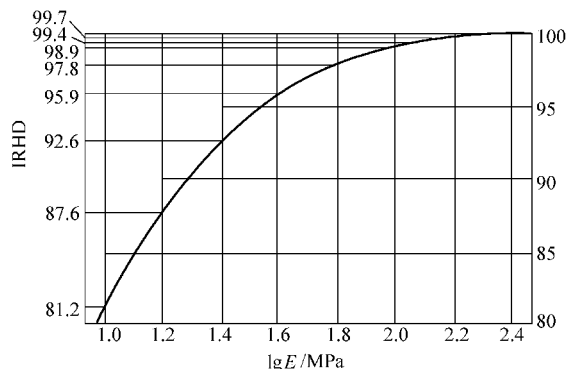


图 3-31 $\lg E$ 和国际硬度 (3 ~ 40IRHD) 之间的关系

图 3-32 $\lg E$ 和国际硬度 (80 ~ 1000IRHD) 之间的关系

3.17 硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度 (邵氏硬度计法) 试验

硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度 (邵氏硬度计法) 试验按照 GB/T 531.1—2008 《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分: 邵氏硬度计法 (邵尔硬度)》进行。

该试验规定了硫化橡胶或热塑性橡胶使用下列标尺的压入硬度 (邵氏硬度) 试验方法:

- 1) A 标尺, 适用于普通硬度范围, 采用 A 标尺的硬度计称邵氏 A 型硬度计。
- 2) D 标尺, 适用于高硬度范围, 采用 D 标尺的硬度计称邵氏 D 型硬度计。
- 3) AO 标尺, 适用于低硬度橡胶和海绵, 采用 AO 标尺的硬度计称邵氏 AO 型硬度计。
- 4) AM 标尺, 适用于普通硬度范围的薄样品, 采用 AM 标尺的硬度计称邵氏 AM 型硬度计。

3.17.1 试样

1. 厚度

- 1) 使用邵氏 A 型、D 型和 AO 型硬度计测定硬度时, 试样的厚度不小于 6mm。
- 2) 使用邵氏 AM 型硬度计测定硬度时, 试样的厚度不小于 1.5mm。
- 3) 对于厚度小于 6mm 和 1.5mm 的薄片, 为得到足够的厚度, 试样可以由不多于 3 层叠加而成。对于邵氏 A 型、D 型和 AO 型硬度计, 叠加后试样总厚度不小于 6mm; 对于 AM 型, 叠加后试样总厚度不小于 1.5mm。但由叠层试样测定的结果和单层试样测定的结果不一定一致。

2. 表面

- 1) 试样尺寸的另一要求是具有足够的面积, 使邵氏 A 型、D 型硬度计的测量位置距离任一边缘分别不小于 12mm, AO 型不小于 15mm, AM 型不小于 4.5mm。

2) 试样的表面在一定范围内应平整, 上下平行, 以使压足能和试样在足够面积内进行接触。邵氏 A 型和 D 型硬度计接触面半径不小于 6mm, AO 型不小于 9mm, AM 型不小于 2.2mm。

3) 采用邵氏硬度计一般不能在弯曲、不平和粗糙的表面获得满意的测量结果, 然而它们也有特殊应用, 比如 ISO 7267-2 适用于橡胶覆盖胶滚筒的表观硬度测定。对这些特殊应用的局限性应有清晰的认识。

3.17.2 试验设备

1. A 型、D 型和 AO 型

(1) 压足 A 型和 D 型的压足直径为 $\phi 18\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 并带有 $\phi 3\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ 中孔, AO 型的压足面积至少为 500mm^2 , 带有 $\phi 5.4\text{mm} \pm 0.2\text{mm}$ 中孔, 中孔尺寸允差和压足大小的要求仅适用于在支架上使用的硬度计。

(2) 压针 A 型、D 型压针采用直径为 $\phi 1.25\text{mm} \pm 0.15\text{mm}$ 的硬质钢棒制成, 其形状分别如图 3-33 和图 3-34 所示。AO 型压针为半径 $R2.5\text{mm} \pm 0.02\text{mm}$ 的球面, 其形状如图 3-35 所示。

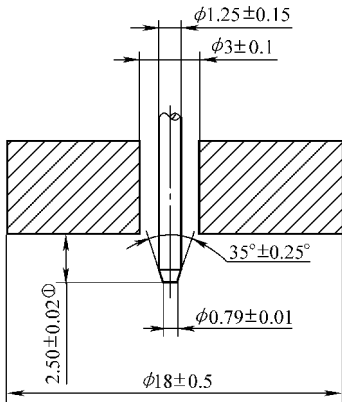


图 3-33 邵氏 A 型硬度计压针

① 压针伸出量对应硬度计读数为 0。

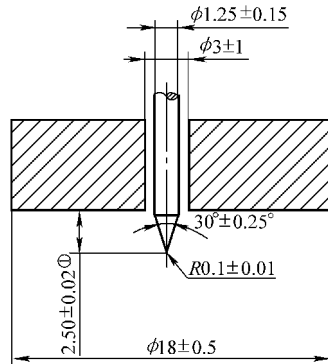


图 3-34 邵氏 D 型硬度计压针

① 压针伸出量对应硬度计读数为 0。

(3) 指示机构 指示机构用于读出压针末端伸出压足表面的长度, 并用硬度值表示出来。指示机构的示值范围可以通过下述方法进行校准: 在压针最大伸出量为 $2.50\text{mm} \pm 0.02\text{mm}$ 时硬度指示值为 0, 把压足和压针紧密接触合适的硬质平面, 压针伸出量为 0 时硬度指示值为 100。

2. AM 型

AM 型硬度计除含有 A 型、D 型和 AO 型的零部件, 其要求如下:

(1) 压足 压足直径为 $\phi 9\text{mm} \pm 0.3\text{mm}$ 并带有 $\phi 1.19\text{mm} \pm 0.03\text{mm}$ 中孔。

(2) 压针 压针采用直径为 $\phi 0.79\text{mm} \pm 0.025\text{mm}$ 的硬质圆棒制成, 其形状如图 3-36 所示。

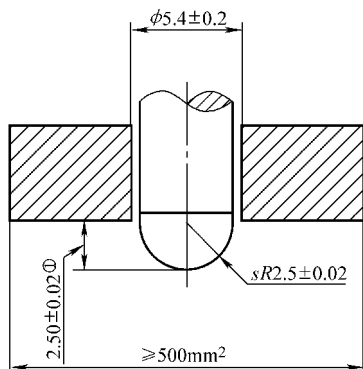


图 3-35 邵氏 AO 型硬度计压针

① 压针伸出量对应硬度计读数为 0。

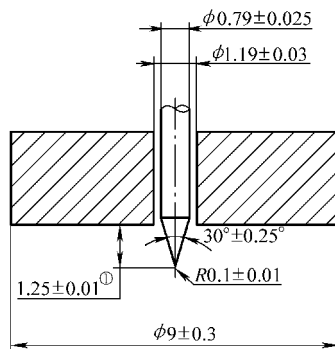


图 3-36 邵氏 AM 型硬度计压针

① 压针伸出量对应硬度计读数为 0。

(3) 指示机构 指示机构用于读出压针末端伸出压足表面的长度，并用硬度值表示出来。指示机构的示值范围可以通过下述方法进行校准：在压针最大伸出量为 $1.25\text{mm} \pm 0.01\text{mm}$ 时硬度指示值为 0，把压足和压针紧密接触合适的硬质平面，压针伸出量为 0 时硬度指示值为 100。

(4) 支架 使用支架可提高测量准确度，通过支架在压针中轴上的砝码加力，使压足压在试样上。邵氏 A 型、D 型和 AO 型硬度计既可以和便携式硬度计一样用手直接使用，也可以安装在支架上使用。邵氏 AM 型硬度计只能安装在支架上使用。

3.17.3 试验内容及结果表示

1. 邵氏硬度计的原理和选择

邵氏硬度计的测量原理是在特定的条件下把特定形状的压针压入橡胶试样而形成压入深度，再把压入深度转换为硬度值。

使用邵氏硬度计，标尺的选择如下：

- 1) D 标尺值低于 20 时，选用 A 标尺。
- 2) A 标尺值低于 20 时，选用 AO 标尺。
- 3) A 标尺值高于 90 时，选用 D 标尺。
- 4) 薄样品（样品厚度小于 6mm）选用 AM 标尺。

2. 邵氏硬度计弹簧试验力的校准

邵氏硬度计弹簧试验力的校准如表 3-66 所示。

表 3-66 邵氏硬度计弹簧试验力的校准

邵氏硬度计指示值	弹簧试验力/mN		
	AM 型	A 型、AO 型	D 型
0	324	550	—
10	368	1300	4450
20	412	2050	8900
30	456	2800	13350

(续)

邵氏硬度计指示值	弹簧试验力/mN		
	AM 型	A 型、AO 型	D 型
40	500	3550	17800
50	544	4300	22250
60	588	5050	26700
70	632	5800	31150
80	676	6550	35600
90	720	7300	40050
100	764	8050	44500
单位硬度值的弹簧试验力	4.4	75	445
校准允差	±8.8	±37.5	±222.5

3. 试样的调节

在进行试验前，试样应按照 GB/T 2941 的规定在标准实验室温度下调节至少 1h，用于比较目的的单—或系列试验应始终采用相同的温度。

4. 试验步骤

1) 将试样放在平整、坚硬的表面上，尽可能快速地将压足压到试样上或反之把试样压到压足上，应没有振动，保持压足和试样表面平行，以使压针垂直于橡胶表面。当使用支架操作时，最大速度为 3.2mm/s。

2) 按规定施加弹簧试验力使压足和试样表面紧密接触。当压足和试样紧密接触后，在规定的时刻读数。对于硫化橡胶标准弹簧试验力保持时间为 3s，热塑性橡胶则为 15s。

如果采用其他的试验时间，应在试验报告中说明，未知类型橡胶当做硫化橡胶处理。

3) 在试样表面不同位置进行 5 次测量取中值。对于邵氏 A 型、D 型和 AO 型硬度计，不同测量位置两两相距至少 6mm，对于 AM 型，至少相距 0.8mm。

5. 邵氏硬度的测定

1) 邵氏 A 型硬度计的示值按下式计算：

$$H_A = (F - 550) / 75$$

式中 H_A ——邵氏 A 型硬度计读数；

F ——在压针上施加的弹簧试验力，单位为 mN。

2) 邵氏 D 型硬度计的示值按下式计算：

$$H_D = F / 455$$

式中 H_D ——邵氏 D 型硬度计读数；

F ——在压针上施加的弹簧试验力，单位为 mN。

3) 邵氏 AO 型硬度计的示值按下式计算：

$$H_{AO} = (F - 550) / 75$$

式中 H_{AO} ——邵氏 AO 型硬度计读数；

F ——在压针上施加的弹簧试验力，单位为 mN。

4) 邵氏 AM 型硬度计的示值按下式计算:

$$H_{AM} = (F - 324) / 4.4$$

式中 H_{AM} ——邵氏 AM 型硬度计读数;

F ——在压针上施加的弹簧试验力, 单位为 mN。

邵氏 A 型、D 型、AO 型和 AM 型硬度计测量结果分别用 ShoreA、ShoreD、ShoreAO 和 ShoreAM 单位表示。

3.18 摩擦材料洛氏硬度试验

摩擦材料洛氏硬度试验按照 GB/T 5766—2007 《摩擦材料洛氏硬度试验方法》进行。

3.18.1 试样

试样为整件摩擦材料制品, 也可供需双方协商裁取其中一部分。试样的受试表面不允许有影响试验结果的缺陷。

试样厚度应保证在试验时不得使其压痕表面产生裂纹或背面变形。

试样状态调节: 在干燥器内放置 24h 以上。

汽车用摩擦材料硬度测量点的位置选择如图 3-37 ~ 图 3-39 所示。

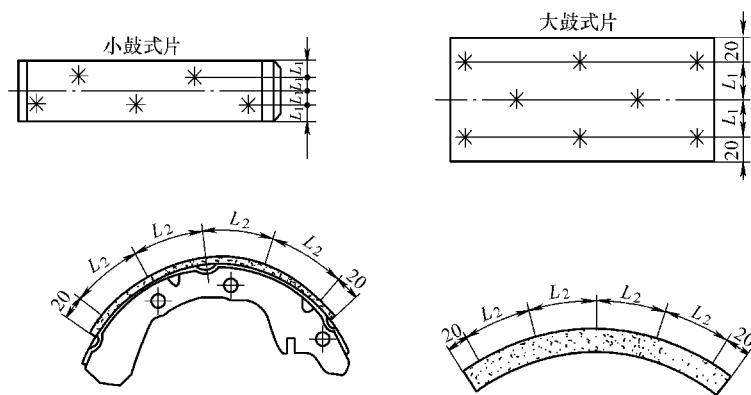


图 3-37 鼓式制动器衬片

*—测量点位置 L_1 、 L_2 —测量点在试样上分布距离

3.18.2 试验设备

洛氏硬度计, 试样托座 (根据样品形状选用相应的试样托座, 试验样品和试样托座应保持紧密贴合)。

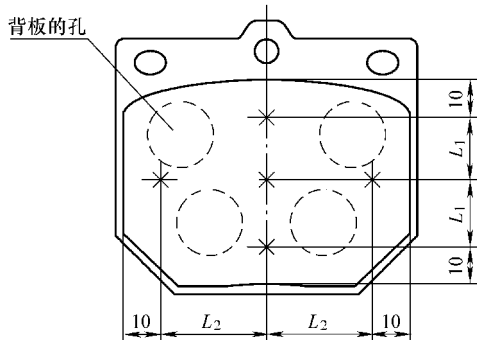


图 3-38 盘式制动器衬片

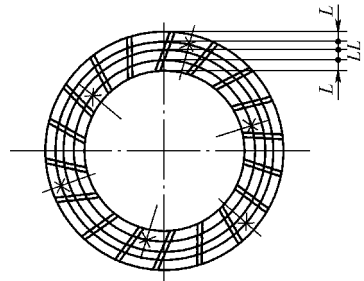
*—测量点位置 L_1 、 L_2 —测量点在试样上分布距离

图 3-39 离合器面片

*—测量点位置 L —测量点在试样上分布距离

3.18.3 试验内容及结果表示

1. 试验要求

试验应在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 $50\% \pm 5\%$ 的条件下进行。

根据摩擦材料的软硬程度选择适宜的标尺，应使洛氏硬度值在 50 ~ 115 范围内。R 标尺适用于软的摩擦材料，P 标尺适用于硬的摩擦材料。如果一种摩擦材料按两种标尺来进行试验所得的硬度值都处在限值内，则宜选用较小硬度值的标尺。对相同材质的摩擦材料，应采用同一标尺。

硬度计要安放在水平台上，压头主轴应垂直于试样表面，钢球在压头轴磁孔中应能自由滑动，且要求洁净无缺陷。

试样托座与硬度计试样台应紧密贴合，试样托座支承面与硬度计试样台应洁净。

2. 硬度的测定

表示洛氏硬度钢球直径和试验力的组合符号如表 3-67 所示。

表 3-67 洛氏硬度标尺

初试验力/ N	主试验力/ N	总试验力/ N	标尺	
			钢球直径/mm	
			6.350	12.700
98.07	490.3	588.4	L	R
	882.6	980.7	M	S
	1373	1471	P	V

用规定的钢球压头，在规定的条件下，对摩擦材料制品表面先后施加初试验力和主试验力，然后卸除主试验力，保留初试验力。用前后两次初试验力作用下的钢球压头压入深度残余增量 e 求得的值，即为洛氏硬度值， e 的单位为 0.002mm 。

洛氏硬度 $\text{HR} = 130 - e$ 。

3.19 烧结金属摩擦材料表观硬度试验

烧结金属摩擦材料表观硬度试验按照 GB/T 9097.1—2002《烧结金属材料（不包括硬质合金）表观硬度的测定 第一部分：截面硬度基本均匀的材料》进行。

3.19.1 试样

1) 试样的试验面应制成光滑平面，不应有氧化皮及外来污物，使压痕边缘足够清晰，以保证测量压痕直径的准确性。

2) 试样厚度应不小于压痕深度的8倍。对于带芯板的烧结金属摩擦片，摩擦材料层厚度应不小于压痕深度的5倍。

3.19.2 试验设备

试验设备应符合 GB/T 231.1 的有关规定。

3.19.3 试验内容及结果表示

1) 钢球直径、试验力、试验力保持时间应根据试样预期硬度和厚度按表 3-68 选择。

表 3-68 试验参数要求

布氏硬度范围 HBS	试样 厚度/mm	F 与 D 的相互关系 ($0.102F/D^2$)	钢球直径 D /mm	试验力 F /N	试验力保持 时间/s
>130	3~6	30	10.0	29420	30
	2~4		5.0	7355	
	<3		2.5	1839	
36~130	3~9	10	10.0	9807	30
	3~6		5.0	2452	
	<3		2.5	612.9	
18~70	3~6	5	2.5	306.5	30
8~35	>6	2.5	10.0	2452	60
	3~6		5.0	612.9	
	<3		2.5	153.2	

2) 必须保证试验力作用方向与试验面垂直，试验过程中应平稳均匀地施加试验力，不得有冲击和振动。

3) 压痕中心距试样边缘的距离不应小于压痕平均直径的2.5倍，相邻两个压痕的中心距不应小于压痕平均直径的4倍。试样的硬度小于35HBS时，上述距离应分别为压痕平均直径的3倍和6倍。

4) 试验后，试样边缘或其背面若有变形痕迹，则试验无效。此时应选用较小的试验力及相应直径的钢球重新试验。

5) 表观硬度的测定，在两相互垂直方向测量压痕直径，布氏硬度 HBS 按下式

计算：

$$\text{HBS} = 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

式中 F ——试验力，单位为 N；

D ——钢球直径，单位为 mm；

d ——压痕平均直径，单位为 mm。

3.20 无色光学玻璃克氏硬度试验

无色光学玻璃克氏硬度试验按照 GB/T 7962.18—2010《无色光学玻璃测试方法第 18 部分：克氏硬度》进行。

3.20.1 试样

1) 样品玻璃内应无肉眼可见条纹、气泡、结石等夹杂物，应力双折射应不大于 10nm/cm。

2) 样品尺寸为 20mm × 20mm × 10mm，两大面应平行且平行度误差不大于 0.01mm，一大面抛光，表面粗糙度 Ra 为 0.05 μm ，其余各面细磨。

3.20.2 试验设备

- 1) 显微硬度计。
- 2) 施压负荷：0.98N， $\pm 1\%$ 。
- 3) 压头下降速度：20mm/min。
- 4) 对角线长度测量不确定度： $\pm 0.001\text{mm}$ 。
- 5) 显微镜放大倍数：600。

3.20.3 试验内容及结果表示

- 1) 根据仪器使用说明书的要求调试和校正仪器，使仪器进入正常工作状态。
- 2) 测量前，用酒精清洗样品表面，放入干燥器内待用。
- 3) 样品放在显微镜视场下，调焦，使样品表面清晰，避开缺陷，将样品推至压头下。
- 4) 按规定在压头上加 0.98N 负荷，将压头压在样品表面上，停留时间 20s。
- 5) 提起压头，将样品推至显微镜视场下，在 6min 内测量出压痕长对角线的长度 d 。

6) 克氏硬度的测定，克氏硬度采用对称棱角为 172°30' 和 130° 的四角锥金刚石压头（见图 3-40）测试，全称为克努普显微压痕硬度。

施加一定负荷垂直压在样品表面上，保持一定时间后，撤去负荷，用显微镜观察并测量样品上压痕长对角线的长度，换算出压痕的投影面积（见图 3-41），用下式计算克氏硬度：

$$HK = 1.4229 \frac{F}{d^2}$$

式中 F ——施压负荷，单位为 N；
 d ——压痕长对角线的长度，单位为 mm；
HK——克氏硬度，单位为 10^7Pa 。

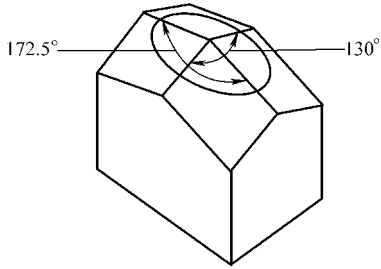
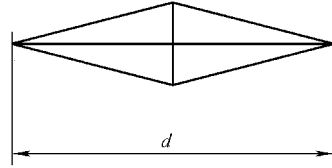


图 3-40 金刚石压头

图 3-41 压痕投影
 d —压痕长对角线的长度