



中华人民共和国国家标准

GB/T 231.1—2002
eqv ISO 6506-1:1999

金属布氏硬度试验 第1部分:试验方法

Metallic materials—Brinell hardness test—Part 1: Test method

2002-12-31 发布

2003-06-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

前 言

本标准等效采用国际标准 ISO 6506-1:1999《金属材料 布氏硬度试验 第 1 部分:试验方法》。本标准除了对试样表面质量要求比国际标准规定明确外,技术内容与 ISO 6506-1 完全相同。

本标准此次修订对下列技术内容进行了修改:

——取消了用钢球压头进行试验的规定;

——对布氏硬度计的要求完全按 GB/T 231.2 执行;

——将“试样厚度至少应为压痕深度的 10 倍”改为“试样厚度至少应为压痕深度的 8 倍”;

——取消了用直径 2 mm 球压头进行试验的规定;

——钢类的 $0.102F/D^2$ 仅用 30 的比率;

——将“两相邻压痕中心距离不应小于压痕平均直径的 4 倍”改为“两相邻压痕中心距离至少为压痕平均直径的 3 倍”;

——增加了附录 C 使用者对布氏硬度计的日常检查方法。

GB/T 231《金属布氏硬度试验》分为如下三部分:

——第 1 部分:试验方法

——第 2 部分:硬度计的检验

——第 3 部分:标准块的标定

本标准的附录 A、附录 B 是标准的附录,附录 C 是提示的附录。

本标准自实施之日起,代替 GB/T 231—1984《金属布氏硬度试验方法》。

本标准由原国家冶金工业局提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:钢铁研究总院、首都钢铁公司、上海宝钢集团公司。

本标准主要起草人:李久林、王萍、郭雁行、钱建樑。

本标准于 1962 年 12 月首次发布,1984 年 4 月第 1 次修订。

ISO 前言

ISO(国际标准化组织)是由各国标准化团体(ISO 成员团体)组成的世界性的联合会。制定国际标准的工作通常由 ISO 的技术委员会完成,各成员团体若对某技术委员会已确立的项目感兴趣,均有权参加该技术委员会。与 ISO 保持联系的各国组织(官方的或非官方的)也可参加工作。在电工技术标准方面,ISO 与国际电工委员会(IEC)保持密切合作关系。

本国际标准按照 ISO/IEC 导则第 3 部分的规定进行起草。

由技术委员会通过的国际标准草案提交各成员团体表决,国际标准需要取得至少 75% 参加投票表决的成员团体的同意才能正式发布。

国际标准 ISO 6506-1 由 ISO/TC 164 金属力学性能试验技术委员会 SC 3 硬度试验分委员会制定。

ISO 6506-1 第一版取代 ISO 6506:1981 和 ISO 410:1982,技术内容变化如下:

- 取消了钢球压头;
- 将平面布氏硬度值表(ISO 410:1982)合并到 ISO 6506-1 标准附录 C 中;
- 取消了直径 2 mm 的球压头;
- 增加了附录 A:用户对硬度计的日常检查方法。

ISO 6506《金属材料 布氏硬度试验》分三部分:

- 第 1 部分:试验方法
- 第 2 部分:硬度计的检验与校准
- 第 3 部分:标准块的校准

附录 B 和 C 是 ISO 6506 标准的附录,附录 A 是提示的附录。

中华人民共和国国家标准

金属布氏硬度试验 第1部分:试验方法

GB/T 231.1—2002
eqv ISO 6506-1:1999

Metallic materials—Brinell hardness test—Part 1: Test method

代替 GB/T 231—1984

1 范围

本标准规定了金属布氏硬度试验的原理、符号、硬度计、试样、试验方法及试验报告。

本标准规定的布氏硬度试验范围上限为 650 HBW。

特殊材料或产品布氏硬度的试验,应在相关标准中规定。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 231.2—2002 金属布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验

3 原理

对一定直径的硬质合金球施加试验力压入试样表面,经规定保持时间后,卸除试验力,测量试样表面压痕的直径,见图1。

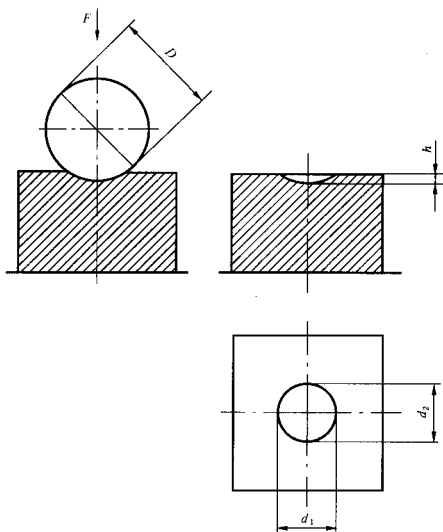


图1 试验原理

布氏硬度与试验力除以压痕表面积的商成正比。压痕被看作是具有一定半径的球形,其半径是压头球直径的二分之一。

4 符号及说明

4.1 符号及说明(见图1和表1)。

表1 符号及说明

符 号	说 明	单 位
D	球直径	mm
F	试验力	N
d	压痕平均直径 $(d = \frac{d_1 + d_2}{2})$	mm
d_1, d_2	在两相互垂直方向测量的压痕直径	mm
h	压痕深度 = $\frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2}$	mm
HBW	布氏硬度 = 常数 $\times \frac{\text{试验力}}{\text{压痕表面积}}$ $= 0.102 \times \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$	
$0.102 \times F/D^2$	试验力-球直径平方的比率	
注 常数 = $\frac{1}{g_n} = \frac{1}{9.80665} = 0.102$ g_n ——标准重力加速度		

4.2 布氏硬度用符号 HBW 表示。

符号 HBW 前面为硬度值,符号后面是按如下顺序表示试验条件的指标:

- 球直径, mm;
- 试验力数字(见表2);
- 与规定时间(见7.5条)不同的试验力保持时间。

例1:350HBW5/750 表示用直径5 mm的硬质合金球在7.355 kN试验力下保持10 s~15 s测定的布氏硬度值为350。

例2:600HBW1/30/20 表示用直径1 mm的硬质合金球在294.2 N试验力下保持20 s测定的布氏硬度值为600。

表2 不同条件下的试验力

硬度符号	球直径 D/mm	试验力-压头球 直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$	试验力 F/N
HBW 10/3 000	10	30	29 420
HBW 10/1 500	10	15	14 710
HBW 10/1 000	10	10	9 807
HBW 10/500	10	5	4 903
HBW 10/250	10	2.5	2 452
HBW 10/100	10	1	980.7

表 2 (完)

硬度符号	球直径 D/mm	试验力-压头球 直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$	试验力 F/N
HBW 5/750	5	30	7 355
HBW 5/250	5	10	2 452
HBW 5/125	5	5	1 226
HBW 5/62.5	5	2.5	612.9
HBW 5/25	5	1	245.2
HBW 2.5/187.5	2.5	30	1 839
HBW 2.5/62.5	2.5	10	612.9
HBW 2.5/31.25	2.5	5	306.5
HBW 2.5/15.625	2.5	2.5	153.2
HBW 2.5/6.25	2.5	1	61.29
HBW 1/30	1	30	294.2
HBW 1/10	1	10	98.07
HBW 1/5	1	5	49.03
HBW 1/2.5	1	2.5	24.52
HBW 1/1	1	1	9.807

5 硬度计

- 5.1 硬度计应符合 GB/T 231.2 的规定,能施加预定试验力或 9.807 N~29.42 kN 范围内的试验力。
 5.2 压头:硬质合金球压头应符合 GB/T 231.2 的要求。
 5.3 压痕测量装置应符合 GB/T 231.2 的规定。

注:附录 C(提示的附录)给出了使用者对硬度计的日常检查方法。

6 试样

- 6.1 试样表面应光滑和平坦,并且不应有氧化皮及外界污物,尤其不应有油脂。试样表面应能保证压痕直径的精确测量,表面粗糙度参数 R_a 一般不大于 $1.6 \mu\text{m}$ 。
 6.2 制备试样时,应使过热或冷加工等因素对表面性能的影响减至最小。
 6.3 试样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见附录 A。
 试验后,试样背后如出现可见变形,则表明试样太薄。

7 试验方法

- 7.1 试验一般在 10°C ~ 35°C 室温进行。对于温度要求严格的试验,温度为 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 。
 7.2 本标准使用表 2 中各级试验力。
 7.3 试验力的选择应保证压痕直径在 $0.24D$ ~ $0.6D$ 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,见表 3。

表 3 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-压头球直径 平方的比率 $0.102F/D^2$
钢、镍合金、钛合金		30
铸铁 ¹⁾	<140	10
	≥140	30
铜及铜合金	<35	5
	35~200	10
	>200	30
轻金属及合金	<35	2.5
	35~80	5
		10
		15
>80	10	
		15
铅、锡		1

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

当试样尺寸允许时,应优先选用直径 10 mm 的球压头进行试验。

7.4 试样应稳固地放置于刚性支承物上。试样背面和支承物之间应清洁和无外界污物(氧化皮、油、灰尘等)。

7.5 使压头与试样表面接触,无冲击和震动地垂直于试样表面施加试验力,直至达到规定试验力值。从加力开始至施加全部试验力的时间应在 2 s~8 s 之间。试验力保持时间为 10 s~15 s。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为±2 s。

7.6 在整个试验期间,硬度计不应受到影响试验结果的冲击和震动。

7.7 任一压痕中心距试样边缘的距离至少为压痕平均直径的 2.5 倍。

两相邻压痕中心间距离至少为压痕平均直径的 3 倍。

7.8 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,或按照附录 B(标准的附录)查得布氏硬度值。

注:对于一些硬度计,可采用如下值计算布氏硬度:

——多次对称测量数值的平均值;

——材料表面压痕投影面积数值。

8 试验报告

试验报告应包括如下内容:

- 本国家标准编号;
- 有关试样的详细资料;
- 试验温度;
- 试验结果;
- 不在本标准规定之内的各种操作;
- 影响试验结果的各种细节。

注 1: 没有普遍适用的精确方法将布氏硬度值换算成其他硬度或抗拉强度。除非通过对比试验得到相关的换算依据,或产品标准另有规定,否则应避免这些换算。

注 2: 应注意材料的各向异性,例如经过大变形量冷加工,这样压痕直径在不同方向可能有较大差异。产品技术条件应规定这个差异的极限。

附录 A
(标准的附录)

压痕平均直径与试样最小厚度关系表

表 A1

mm

压痕平均直径 d	试样最小厚度			
	球直径			
	$D=1$	$D=2.5$	$D=5$	$D=10$
0.2	0.08			
0.3	0.18			
0.4	0.33			
0.5	0.54			
0.6	0.8			
0.7		0.29		
0.8		0.4		
0.8		0.53		
0.9		0.67		
1		0.83		
1.1		1.02		
1.2		1.23	0.58	
1.3		1.46	0.69	
1.4		1.72	0.8	
1.5		2	0.92	
1.6			1.05	
1.7			1.19	
1.8			1.34	
1.9			1.5	
2			1.67	
2.2			2.04	
2.4			2.46	1.17
2.6			2.92	1.38
2.8			3.43	1.6
3			4	1.84
3.2				2.1
3.4				2.38
3.6				2.68
3.8				3
4				3.34
4.2				3.7
4.4				4.08
4.6				4.48
4.8				4.91
5				5.36
5.2				5.83
5.4				6.33
5.6				6.86
5.8				7.42
6				8

附录 B
(标准的附录)
平面布氏硬度值计算表

表 B1

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10	5	2.5	1	29 420 7 355 1 839 294.2	14 710 — — —	9 807 2 452 612.9 98.07	4 903 1 226 306.5 49.03	2 452 612.9 153.2 24.52	980.7 245.2 61.29 9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
2.40	1.200	0.600 0	0.240	653	327	218	109	54.5	21.8
2.41	1.205	0.602 4	0.241	648	324	216	108	54.0	21.6
2.42	1.210	0.605 0	0.242	643	321	214	107	53.5	21.4
2.43	1.215	0.607 5	0.243	637	319	212	106	53.1	21.2
2.44	1.220	0.610 0	0.244	632	316	211	105	52.7	21.1
2.45	1.225	0.612 5	0.245	627	313	209	104	52.2	20.9
2.46	1.230	0.615 0	0.246	621	311	207	104	51.8	20.7
2.47	1.235	0.617 5	0.247	616	308	205	103	51.4	20.5
2.48	1.240	0.620 0	0.248	611	306	204	102	50.9	20.4
2.49	1.245	0.622 5	0.249	606	303	202	101	50.5	20.2
2.50	1.250	0.625 0	0.250	601	301	200	100	50.1	20.0
2.51	1.255	0.627 5	0.251	597	298	199	99.4	49.7	19.9
2.52	1.260	0.630 0	0.252	592	296	197	98.6	49.3	19.7
2.53	1.265	0.632 5	0.253	587	294	196	97.8	48.9	19.6
2.54	1.270	0.635 0	0.254	582	291	194	97.1	48.5	19.4
2.55	1.275	0.637 5	0.255	578	289	193	96.3	48.1	19.3
2.56	1.280	0.640 0	0.256	573	287	191	95.5	47.8	19.1
2.57	1.285	0.642 5	0.257	569	284	190	94.8	47.4	19.0
2.58	1.290	0.645 0	0.258	564	282	188	94.0	47.0	18.8
2.59	1.295	0.647 5	0.259	560	280	187	93.3	46.6	18.7
2.60	1.300	0.650 0	0.260	555	278	185	92.6	46.3	18.5
2.61	1.305	0.652 5	0.261	551	276	184	91.8	45.9	18.4
2.62	1.310	0.655 0	0.262	547	273	182	91.1	45.6	18.2
2.63	1.315	0.657 5	0.263	543	271	181	90.4	45.2	18.1
2.64	1.320	0.660 0	0.264	538	269	179	89.7	44.9	17.9
2.65	1.325	0.662 5	0.265	534	267	178	89.0	44.5	17.8
2.66	1.330	0.665 0	0.266	530	265	177	88.4	44.2	17.7
2.67	1.335	0.667 5	0.267	526	263	175	87.7	43.8	17.5
2.68	1.340	0.670 0	0.268	522	261	174	87.0	43.5	17.4

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10				29 420	14 710	9 807	4 903	2 452	980.7
5				7 355	—	2 452	1 226	612.9	245.2
2.5				1 839	—	612.9	306.5	153.2	61.29
1				294.2	—	98.07	49.03	24.52	9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
2.69	1.345	0.672 5	0.269	518	259	173	86.4	43.2	17.3
2.70	1.350	0.675 0	0.270	514	257	171	85.7	42.9	17.1
2.71	1.355	0.677 5	0.271	510	255	170	85.1	42.5	17.0
2.72	1.360	0.680 0	0.272	507	253	169	84.4	42.2	16.9
2.73	1.365	0.682 5	0.273	503	251	168	83.8	41.9	16.8
2.74	1.370	0.685 0	0.274	499	250	166	83.2	41.6	16.6
2.75	1.375	0.687 5	0.275	495	248	165	82.6	41.3	16.5
2.76	1.380	0.690 0	0.276	492	246	164	81.9	41.0	16.4
2.77	1.385	0.692 5	0.277	488	244	163	81.3	40.7	16.3
2.78	1.390	0.695 0	0.278	485	242	162	80.8	40.4	16.2
2.79	1.395	0.697 5	0.279	481	240	160	80.2	40.1	16.0
2.80	1.400	0.700 0	0.280	477	239	159	79.6	39.8	15.9
2.81	1.405	0.702 5	0.281	474	237	158	79.0	39.5	15.8
2.82	1.410	0.705 0	0.282	471	235	157	78.4	39.2	15.7
2.83	1.415	0.707 5	0.283	467	234	156	77.9	38.9	15.6
2.84	1.420	0.710 0	0.284	464	232	155	77.3	38.7	15.5
2.85	1.425	0.712 5	0.285	461	230	154	76.8	38.4	15.4
2.86	1.430	0.715 0	0.286	457	229	152	76.2	38.1	15.2
2.87	1.435	0.717 5	0.287	454	227	151	75.7	37.8	15.1
2.88	1.440	0.720 0	0.288	451	225	150	75.1	37.6	15.0
2.89	1.445	0.722 5	0.289	448	224	149	74.6	37.3	14.9
2.90	1.450	0.725 0	0.290	444	222	148	74.1	37.0	14.8
2.91	1.455	0.727 5	0.291	441	221	147	73.6	36.8	14.7
2.92	1.460	0.730 0	0.292	438	219	146	73.0	36.5	14.6
2.93	1.465	0.732 5	0.293	435	218	145	72.5	36.3	14.5
2.94	1.470	0.735 0	0.294	432	216	144	72.0	36.0	14.4
2.95	1.475	0.737 5	0.295	429	215	143	71.5	35.8	14.3
2.96	1.480	0.740 0	0.296	426	213	142	71.0	35.5	14.2
2.97	1.485	0.742 5	0.297	423	212	141	70.5	35.3	14.1
2.98	1.490	0.745 0	0.298	420	210	140	70.1	35.0	14.0
2.99	1.495	0.747 5	0.299	417	209	139	69.6	34.8	13.9
3.00	1.500	0.750 0	0.300	415	207	138	69.1	34.6	13.8
3.01	1.505	0.752 5	0.301	412	206	137	68.6	34.3	13.7
3.02	1.510	0.755 0	0.302	409	205	136	68.2	34.1	13.6

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10	5	2.5	1	29 420 7 355 1 839 294.2	14 710 — — —	9 807 2 452 612.9 98.07	4 903 1 226 306.5 49.03	2 452 612.9 153.2 24.52	980.7 245.2 61.29 9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
3.03	1.515	0.757 5	0.303	406	203	135	67.7	33.9	13.5
3.04	1.520	0.760 0	0.304	404	202	135	67.3	33.6	13.5
3.05	1.525	0.762 5	0.305	401	200	134	66.8	33.4	13.4
3.06	1.530	0.765 0	0.306	398	199	133	66.4	33.2	13.3
3.07	1.535	0.767 5	0.307	395	198	132	65.9	33.0	13.2
3.08	1.540	0.770 0	0.308	393	196	131	65.5	32.7	13.1
3.09	1.545	0.772 5	0.309	390	195	130	65.0	32.5	13.0
3.10	1.550	0.775 0	0.310	388	194	129	64.6	32.3	12.9
3.11	1.555	0.777 5	0.311	385	193	128	64.2	32.1	12.8
3.12	1.560	0.780 0	0.312	383	191	128	63.8	31.9	12.8
3.13	1.565	0.782 5	0.313	380	190	127	63.3	31.7	12.7
3.14	1.570	0.787 0	0.314	378	189	126	62.9	31.5	12.6
3.15	1.575	0.787 5	0.315	375	188	125	62.5	31.3	12.5
3.16	1.580	0.790 0	0.316	373	186	124	62.1	31.1	12.4
3.17	1.585	0.792 5	0.317	370	185	123	61.7	30.9	12.3
3.18	1.590	0.795 0	0.318	368	184	123	61.3	30.7	12.3
3.19	1.595	0.797 5	0.319	366	183	122	60.9	30.5	12.2
3.20	1.600	0.800 0	0.320	363	182	121	60.5	30.3	12.1
3.21	1.605	0.802 5	0.321	361	180	120	60.1	30.1	12.0
3.22	1.610	0.805 0	0.322	359	179	120	59.8	29.9	12.0
3.23	1.615	0.807 5	0.323	356	178	119	59.4	29.7	11.9
3.24	1.620	0.810 0	0.324	354	177	118	59.0	29.5	11.8
3.25	1.625	0.812 5	0.325	352	176	117	58.6	29.3	11.7
3.26	1.630	0.815 0	0.326	350	175	117	58.3	29.1	11.7
3.27	1.635	0.817 5	0.327	347	174	116	57.9	29.0	11.6
3.28	1.640	0.820 0	0.328	345	173	115	57.5	28.8	11.5
3.29	1.645	0.822 5	0.329	343	172	114	57.2	28.6	11.4
3.30	1.650	0.825 0	0.330	341	170	114	56.8	28.4	11.4
3.31	1.655	0.827 5	0.331	339	169	113	56.5	28.2	11.3
3.32	1.660	0.830 0	0.332	337	168	112	56.1	28.1	11.2
3.33	1.665	0.832 5	0.333	335	167	112	55.8	27.9	11.2
3.34	1.670	0.835 0	0.334	333	166	111	55.4	27.7	11.1
3.35	1.675	0.837 5	0.335	331	165	110	55.1	27.5	11.0
3.36	1.680	0.840 0	0.336	329	164	110	54.8	27.4	11.0

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10	5	2.5	1	29 420 7 355 1 839 294.2	14 710 —	9 807 2 452 612.9 98.07	4 903 1 226 306.5 49.03	2 452 612.9 153.2 24.52	980.7 245.2 61.29 9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
3.37	1.685	0.842 5	0.337	326	163	109	54.4	27.2	10.9
3.38	1.690	0.845 0	0.338	325	162	108	54.1	27.0	10.8
3.39	1.695	0.847 5	0.339	323	161	108	53.8	26.9	10.8
3.40	1.700	0.850 0	0.340	321	160	107	53.4	26.7	10.7
3.41	1.705	0.852 5	0.341	319	159	106	53.1	26.6	10.6
3.42	1.710	0.855 0	0.342	317	158	106	52.8	26.4	10.6
3.43	1.715	0.857 5	0.343	315	157	105	52.5	26.2	10.5
3.44	1.720	0.860 0	0.344	313	156	104	52.2	26.1	10.4
3.45	1.725	0.862 5	0.345	311	156	104	51.8	25.9	10.4
3.46	1.730	0.865 0	0.346	309	155	103	51.5	25.8	10.3
3.47	1.735	0.867 5	0.347	307	154	102	51.2	25.6	10.2
3.48	1.740	0.870 0	0.348	306	153	102	50.9	25.5	10.2
3.49	1.745	0.872 5	0.349	304	152	101	50.6	25.3	10.1
3.50	1.750	0.875 0	0.350	302	151	101	50.3	25.2	10.1
3.51	1.755	0.877 5	0.351	300	150	100	50.0	25.0	10.0
3.52	1.760	0.880 0	0.352	298	149	99.5	49.7	24.9	9.95
3.53	1.765	0.882 5	0.353	297	148	98.9	49.4	24.7	9.89
3.54	1.770	0.885 0	0.354	295	147	98.3	49.2	24.6	9.83
3.55	1.775	0.887 5	0.355	293	147	97.7	48.9	24.4	9.77
3.56	1.780	0.890 0	0.356	292	146	97.2	48.6	24.3	9.72
3.57	1.785	0.892 5	0.357	290	145	96.6	48.3	24.2	9.66
3.58	1.790	0.895 0	0.358	288	144	96.1	48.0	24.0	9.61
3.59	1.795	0.897 5	0.359	286	143	95.5	47.7	23.9	9.55
3.60	1.800	0.900 0	0.360	285	142	95.0	47.5	23.7	9.50
3.61	1.805	0.902 5	0.361	283	142	94.4	47.2	23.6	9.44
3.62	1.810	0.905 0	0.362	282	141	93.9	46.9	23.5	9.39
3.63	1.815	0.907 5	0.363	280	140	93.3	46.7	23.3	9.33
3.64	1.820	0.910 0	0.364	278	139	92.8	46.4	23.2	9.28
3.65	1.825	0.912 5	0.365	277	138	92.3	46.1	23.1	9.23
3.66	1.830	0.915 0	0.366	275	138	91.8	45.9	22.9	9.18
3.67	1.835	0.917 5	0.367	274	137	91.2	45.6	22.8	9.12
3.68	1.840	0.920 0	0.368	272	136	90.7	45.4	22.7	9.07
3.69	1.845	0.922 5	0.369	271	135	90.2	45.1	22.6	9.02
3.70	1.850	0.925 0	0.370	269	135	89.7	44.9	22.4	8.97

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率					
				$0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10				29 420	14 710	9 807	4 903	2 452	980.7
5				7 355	—	2 452	1 226	612.9	245.2
2.5				1 839	—	612.9	306.5	153.2	61.29
1				294.2	—	98.07	49.03	24.52	9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
3.71	1.855	0.927 5	0.371	268	134	89.2	44.6	22.3	8.92
3.72	1.860	0.930 0	0.372	266	133	88.7	44.4	22.2	8.87
3.73	1.865	0.932 5	0.373	265	132	88.2	44.1	22.1	8.82
3.74	1.870	0.935 0	0.374	263	132	87.7	43.9	21.9	8.77
3.75	1.875	0.937 5	0.375	262	131	87.2	43.6	21.8	8.72
3.76	1.880	0.940 0	0.376	260	130	86.8	43.4	21.7	8.68
3.77	1.885	0.942 5	0.377	259	129	86.3	43.1	21.6	8.63
3.78	1.890	0.945 0	0.378	257	129	85.8	42.9	21.5	8.58
3.79	1.895	0.947 5	0.379	256	128	85.3	42.7	21.3	8.53
3.80	1.900	0.950 0	0.380	255	127	84.9	42.4	21.2	8.49
3.81	1.905	0.952 5	0.381	253	127	84.4	42.2	21.1	8.44
3.82	1.910	0.955 0	0.382	252	126	83.9	42.0	21.0	8.39
3.83	1.915	0.957 5	0.383	250	125	83.5	41.7	20.9	8.35
3.84	1.920	0.960 0	0.384	249	125	83.0	41.5	20.8	8.30
3.85	1.925	0.962 5	0.385	248	124	82.6	41.3	20.6	8.26
3.86	1.930	0.965 0	0.386	246	123	82.1	41.1	20.5	8.21
3.87	1.935	0.967 5	0.387	245	123	81.7	40.9	20.4	8.17
3.88	1.940	0.970 0	0.388	244	122	81.3	40.6	20.3	8.13
3.89	1.945	0.972 5	0.389	242	121	80.8	40.4	20.2	8.08
3.90	1.950	0.975 0	0.390	241	121	80.4	40.2	20.1	8.04
3.91	1.955	0.977 5	0.391	240	120	80.0	40.0	20.0	8.00
3.92	1.960	0.980 0	0.392	239	119	79.5	39.8	19.9	7.95
3.93	1.965	0.982 5	0.393	237	119	79.1	39.6	19.8	7.91
3.94	1.970	0.985 0	0.394	236	118	78.7	39.4	19.7	7.87
3.95	1.975	0.987 5	0.395	235	117	78.3	39.1	19.6	7.83
3.96	1.980	0.990 0	0.396	234	117	77.9	38.9	19.5	7.79
3.97	1.985	0.992 5	0.397	232	116	77.5	38.7	19.4	7.75
3.98	1.990	0.995 0	0.398	231	116	77.1	38.5	19.3	7.71
3.99	1.995	0.997 5	0.399	230	115	76.7	38.3	19.2	7.67
4.00	2.000	1.000 0	0.400	229	114	76.3	38.1	19.1	7.63
4.01	2.005	1.002 5	0.401	228	114	75.9	37.9	19.0	7.59
4.02	2.010	1.005 0	0.402	226	113	75.5	37.7	18.9	7.55
4.03	2.015	1.007 5	0.403	225	113	75.1	37.5	18.8	7.51
4.04	2.020	1.010 0	0.404	224	112	74.7	37.3	18.7	7.47

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10				29 420	14 710	9 807	4 903	2 452	980.7
5				7 355	—	2 452	1 226	612.9	245.2
2.5				1 839	—	612.9	306.5	153.2	61.29
1				294.2	—	98.07	49.03	24.52	9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
4.05	2.025	1.012 5	0.405	223	111	74.3	37.1	18.6	7.43
4.06	2.030	1.015 0	0.406	222	111	73.9	37.0	18.5	7.39
4.07	2.035	1.017 5	0.407	221	110	73.5	36.8	18.4	7.35
4.08	2.040	1.020 0	0.408	219	110	73.2	36.6	18.3	7.32
4.09	2.045	1.022 5	0.409	218	109	72.8	36.4	18.2	7.28
4.10	2.050	1.025 0	0.410	217	109	72.4	36.2	18.1	7.24
4.11	2.055	1.027 5	0.411	216	108	72.0	36.0	18.0	7.20
4.12	2.060	1.030 0	0.412	215	108	71.7	35.8	17.9	7.17
4.13	2.065	1.032 5	0.413	214	107	71.3	35.7	17.8	7.13
4.14	2.070	1.035 0	0.414	213	106	71.0	35.5	17.7	7.10
4.15	2.075	1.037 5	0.415	212	106	70.6	35.3	17.6	7.06
4.16	2.080	1.040 0	0.416	211	105	70.2	35.1	17.6	7.02
4.17	2.085	1.042 5	0.417	210	105	69.9	34.9	17.5	6.99
4.18	2.090	1.045 0	0.418	209	104	69.5	34.8	17.4	6.95
4.19	2.095	1.047 5	0.419	208	104	69.2	34.6	17.3	6.92
4.20	2.100	1.050 0	0.420	207	103	68.8	34.4	17.2	6.88
4.21	2.105	1.052 5	0.421	205	103	68.5	34.2	17.1	6.85
4.22	2.110	1.055 0	0.422	204	102	68.2	34.1	17.0	6.82
4.23	2.115	1.057 5	0.423	203	102	67.8	33.9	17.0	6.78
4.24	2.120	1.060 0	0.424	202	101	67.5	33.7	16.9	6.75
4.25	2.125	1.062 5	0.425	201	101	67.1	33.6	16.8	6.71
4.26	2.130	1.065 0	0.426	200	100	66.8	33.4	16.7	6.68
4.27	2.135	1.067 5	0.427	199	99.7	66.5	33.2	16.6	6.65
4.28	2.140	1.070 0	0.428	198	99.2	66.2	33.1	16.5	6.62
4.29	2.145	1.072 5	0.429	198	98.8	65.8	32.9	16.5	6.58
4.30	2.150	1.075 0	0.430	197	98.3	65.5	32.8	16.4	6.55
4.31	2.155	1.077 5	0.431	196	97.8	65.2	32.6	16.3	6.52
4.32	2.160	1.080 0	0.432	195	97.3	64.9	32.4	16.2	6.49
4.33	2.165	1.082 5	0.433	194	96.8	64.6	32.3	16.1	6.46
4.34	2.170	1.085 0	0.434	193	96.4	64.2	32.1	16.1	6.42
4.35	2.175	1.087 5	0.435	192	95.9	63.9	32.0	16.0	6.39
4.36	2.180	1.090 0	0.436	191	95.4	63.6	31.8	15.9	6.36
4.37	2.185	1.092 5	0.437	190	95.0	63.3	31.7	15.8	6.33
4.38	2.190	1.095 0	0.438	189	94.5	63.0	31.5	15.8	6.30

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10				29 420	14 710	9 807	4 903	2 452	980.7
5				7 355	—	2 452	1 226	612.9	245.2
2.5				1 839	—	612.9	306.5	153.2	61.29
1				294.2	—	98.07	49.03	24.52	9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
4.39	2.195	1.097 5	0.439	188	94.1	62.7	31.4	15.7	6.27
4.40	2.200	1.100 0	0.440	187	93.6	62.4	31.2	15.6	6.24
4.41	2.205	1.102 5	0.441	186	93.2	62.1	31.1	15.5	6.21
4.42	2.210	1.105 0	0.442	185	92.7	61.8	30.9	15.5	6.18
4.43	2.215	1.107 5	0.443	185	92.3	61.5	30.8	15.4	6.15
4.44	2.220	1.110 0	0.444	184	91.8	61.2	30.6	15.3	6.12
4.45	2.225	1.112 5	0.445	183	91.4	60.9	30.5	15.2	6.09
4.46	2.230	1.115 0	0.446	182	91.0	60.6	30.3	15.2	6.06
4.47	2.235	1.117 5	0.447	181	90.5	60.4	30.2	15.1	6.04
4.48	2.240	1.120 0	0.448	180	90.1	60.1	30.0	15.0	6.01
4.49	2.245	1.122 5	0.449	179	89.7	59.8	29.9	14.9	5.98
4.50	2.250	1.125 0	0.450	179	89.3	59.5	29.8	14.9	5.95
4.51	2.255	1.127 5	0.451	178	88.9	59.2	29.6	14.8	5.92
4.52	2.260	1.130 0	0.452	177	88.4	59.0	29.5	14.7	5.90
4.53	2.265	1.132 5	0.453	176	88.0	58.7	29.3	14.7	5.87
4.54	2.270	1.135 0	0.454	175	87.6	58.4	29.2	14.6	5.84
4.55	2.275	1.137 5	0.455	174	87.2	58.1	29.1	14.5	5.81
4.56	2.280	1.140 0	0.456	174	86.8	57.9	28.9	14.5	5.79
4.57	2.285	1.142 5	0.457	173	86.4	57.6	28.8	14.4	5.76
4.58	2.290	1.145 0	0.458	172	86.0	57.3	28.7	14.3	5.73
4.59	2.295	1.147 5	0.459	171	85.6	57.1	28.5	14.3	5.71
4.60	2.300	1.150 0	0.460	170	85.2	56.8	28.4	14.2	5.68
4.61	2.305	1.152 5	0.461	170	84.8	56.5	28.3	14.1	5.65
4.62	2.310	1.155 0	0.462	169	84.4	56.3	28.1	14.1	5.63
4.63	2.315	1.157 5	0.463	168	84.0	56.0	28.0	14.0	5.60
4.64	2.320	1.160 0	0.464	167	83.6	55.8	27.9	13.9	5.58
4.65	2.325	1.162 5	0.465	167	83.3	55.5	27.8	13.9	5.55
4.66	2.330	1.165 0	0.466	166	82.9	55.3	27.6	13.8	5.53
4.67	2.335	1.167 5	0.467	165	82.5	55.0	27.5	13.8	5.50
4.68	2.340	1.170 0	0.468	164	82.1	54.8	27.4	13.7	5.48
4.69	2.345	1.172 5	0.469	164	81.8	54.5	27.3	13.6	5.45
4.70	2.350	1.175 0	0.470	163	81.4	54.3	27.1	13.6	5.43
4.71	2.355	1.177 5	0.471	162	81.0	54.0	27.0	13.5	5.40
4.72	2.360	1.180 0	0.472	161	80.7	53.8	26.9	13.4	5.38

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10	5	2.5	1	29 420 7 355 1 839 294.2	14 710 — — —	9 807 2 452 612.9 98.07	4 903 1 226 306.5 49.03	2 452 612.9 153.2 24.52	980.7 245.2 61.29 9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
4.73	2.365	1.182 5	0.473	161	80.3	53.5	26.8	13.4	5.35
4.74	2.370	1.185 0	0.474	160	79.9	53.3	26.6	13.3	5.33
4.75	2.375	1.187 5	0.475	159	79.6	53.0	26.5	13.3	5.30
4.76	2.380	1.190 0	0.476	158	79.2	52.8	26.4	13.2	5.28
4.77	2.385	1.192 5	0.477	158	78.9	52.6	26.3	13.1	5.26
4.78	2.390	1.195 0	0.478	157	78.5	52.3	26.2	13.1	5.23
4.79	2.395	1.197 5	0.479	156	78.2	52.1	26.1	13.0	5.21
4.80	2.400	1.200 0	0.480	156	77.8	51.9	25.9	13.0	5.19
4.81	2.405	1.202 5	0.481	155	77.5	51.6	25.8	12.9	5.16
4.82	2.410	1.205 0	0.482	154	77.1	51.4	25.7	12.9	5.14
4.83	2.415	1.207 5	0.483	154	76.8	51.2	25.6	12.8	5.12
4.84	2.420	1.210 0	0.484	153	76.4	51.0	25.5	12.7	5.10
4.85	2.425	1.212 5	0.485	152	76.1	50.7	25.4	12.7	5.07
4.86	2.430	1.215 0	0.486	152	75.8	50.5	25.3	12.6	5.05
4.87	2.435	1.217 5	0.487	151	75.4	50.3	25.1	12.6	5.03
4.88	2.440	1.220 0	0.488	150	75.1	50.1	25.0	12.5	5.01
4.89	2.445	1.222 5	0.489	150	74.8	49.8	24.9	12.5	4.98
4.90	2.450	1.225 0	0.490	149	74.4	49.6	24.8	12.4	4.96
4.91	2.455	1.227 5	0.491	148	74.1	49.4	24.7	12.4	4.94
4.92	2.460	1.230 0	0.492	148	73.8	49.2	24.6	12.3	4.92
4.93	2.465	1.232 5	0.493	147	73.5	49.0	24.5	12.2	4.90
4.94	2.470	1.235 0	0.494	146	73.2	48.8	24.4	12.2	4.88
4.95	2.475	1.237 5	0.495	146	72.8	48.6	24.3	12.1	4.86
4.96	2.480	1.240 0	0.496	145	72.5	48.3	24.2	12.1	4.83
4.97	2.485	1.242 5	0.497	144	72.2	48.1	24.1	12.0	4.81
4.98	2.490	1.245 0	0.498	144	71.9	47.9	24.0	12.0	4.79
4.99	2.495	1.247 5	0.499	143	71.6	47.7	23.9	11.9	4.77
5.00	2.500	1.250 0	0.500	143	71.3	47.5	23.8	11.9	4.75
5.01	2.505	1.252 5	0.501	142	71.0	47.3	23.7	11.8	4.73
5.02	2.510	1.255 0	0.502	141	70.7	47.1	23.6	11.8	4.71
5.03	2.515	1.257 5	0.503	141	70.4	46.9	23.5	11.7	4.69
5.04	2.520	1.260 0	0.504	140	70.1	46.7	23.4	11.7	4.67
5.05	2.525	1.262 5	0.505	140	69.8	46.5	23.3	11.6	4.65
5.06	2.530	1.265 0	0.506	139	69.5	46.3	23.2	11.6	4.63

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10				29 420	14 710	9 807	4 903	2 452	980.7
5				7 355	—	2 452	1 226	612.9	245.2
2.5				1 839	—	612.9	306.5	153.2	61.29
1				294.2	—	98.07	49.03	24.52	9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
5.07	2.535	1.267 5	0.507	138	69.2	46.1	23.1	11.5	4.61
5.08	2.540	1.270 0	0.508	138	68.9	45.9	23.0	11.5	4.59
5.09	2.545	1.272 5	0.509	137	68.6	45.7	22.9	11.4	4.57
5.10	2.550	1.275 0	0.510	137	68.3	45.5	22.8	11.4	4.55
5.11	2.555	1.277 5	0.511	136	68.0	45.3	22.7	11.3	4.53
5.12	2.560	1.280 0	0.512	135	67.7	45.1	22.6	11.3	4.51
5.13	2.565	1.282 5	0.513	135	67.4	45.0	22.5	11.2	4.50
5.14	2.570	1.285 0	0.514	134	67.1	44.8	22.4	11.2	4.48
5.15	2.575	1.287 5	0.515	134	66.9	44.6	22.3	11.1	4.46
5.16	2.580	1.290 0	0.516	133	66.6	44.4	22.2	11.1	4.44
5.17	2.585	1.292 5	0.517	133	66.3	44.2	22.1	11.1	4.42
5.18	2.590	1.295 0	0.518	132	66.0	44.0	22.0	11.0	4.40
5.19	2.595	1.297 5	0.519	132	65.8	43.8	21.9	11.0	4.38
5.20	2.600	1.300 0	0.520	131	65.5	43.7	21.8	10.9	4.37
5.21	2.605	1.302 5	0.521	130	65.2	43.5	21.7	10.9	4.35
5.22	2.610	1.305 0	0.522	130	64.9	43.3	21.6	10.8	4.33
5.23	2.615	1.307 5	0.523	129	64.7	43.1	21.6	10.8	4.31
5.24	2.620	1.310 0	0.524	129	64.4	42.9	21.5	10.7	4.29
5.25	2.625	1.312 5	0.525	128	64.1	42.8	21.4	10.7	4.28
5.26	2.630	1.315 0	0.526	128	63.9	42.6	21.3	10.6	4.26
5.27	2.635	1.317 5	0.527	127	63.6	42.4	21.2	10.6	4.24
5.28	2.640	1.320 0	0.528	127	63.3	42.2	21.1	10.6	4.22
5.29	2.645	1.322 5	0.529	126	63.1	42.1	21.0	10.5	4.21
5.30	2.650	1.325 0	0.530	126	62.8	41.9	20.9	10.5	4.19
5.31	2.655	1.327 5	0.531	125	62.6	41.7	20.9	10.4	4.17
5.32	2.660	1.330 0	0.532	125	62.3	41.5	20.8	10.4	4.15
5.33	2.665	1.332 5	0.533	124	62.1	41.4	20.7	10.3	4.14
5.34	2.670	1.335 0	0.534	124	61.8	41.2	20.6	10.3	4.12
5.35	2.675	1.337 5	0.535	123	61.5	41.0	20.5	10.3	4.10
5.36	2.680	1.340 0	0.536	123	61.3	40.9	20.4	10.2	4.09
5.37	2.685	1.342 5	0.537	122	61.0	40.7	20.3	10.2	4.07
5.38	2.690	1.345 0	0.538	122	60.8	40.5	20.3	10.1	4.05
5.39	2.695	1.347 5	0.539	121	60.6	40.4	20.2	10.1	4.04
5.40	2.700	1.350 0	0.540	121	60.3	40.2	20.1	10.1	4.02

表 B1(续)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10				29 420	14 710	9 807	4 903	2 452	980.7
5				7 355	—	2 452	1 226	612.9	245.2
2.5				1 839	—	612.9	306.5	153.2	61.29
1				294.2	—	98.07	49.03	24.52	9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
5.41	2.705	1.352 5	0.541	120	60.1	40.0	20.0	10.0	4.00
5.42	2.710	1.355 0	0.542	120	59.8	39.9	19.9	9.97	3.99
5.43	2.715	1.357 5	0.543	119	59.6	39.7	19.9	9.93	3.97
5.44	2.720	1.360 0	0.544	119	59.3	39.6	19.8	9.89	3.96
5.45	2.725	1.362 5	0.545	118	59.1	39.4	19.7	9.85	3.94
5.46	2.730	1.365 0	0.546	118	58.9	39.2	19.6	9.81	3.92
5.47	2.735	1.367 5	0.547	117	58.6	39.1	19.5	9.77	3.91
5.48	2.740	1.370 0	0.548	117	58.4	38.9	19.5	9.73	3.89
5.49	2.745	1.372 5	0.549	116	58.2	38.8	19.4	9.69	3.88
5.50	2.750	1.375 0	0.550	116	57.9	38.6	19.3	9.66	3.86
5.51	2.755	1.377 5	0.551	115	57.7	38.5	19.2	9.62	3.85
5.52	2.760	1.380 0	0.552	115	57.5	38.3	19.2	9.58	3.83
5.53	2.765	1.382 5	0.553	114	57.2	38.2	19.1	9.54	3.82
5.54	2.770	1.385 0	0.554	114	57.0	38.0	19.0	9.50	3.80
5.55	2.775	1.387 5	0.555	114	56.8	37.9	18.9	9.47	3.79
5.56	2.780	1.390 0	0.556	113	56.6	37.7	18.9	9.43	3.77
5.57	2.785	1.392 5	0.557	113	56.3	37.6	18.8	9.39	3.76
5.58	2.790	1.395 0	0.558	112	56.1	37.4	18.7	9.35	3.74
5.59	2.795	1.397 5	0.559	112	55.9	37.3	18.6	9.32	3.73
5.60	2.800	1.400 0	0.560	111	55.7	37.1	18.6	9.28	3.71
5.61	2.805	1.402 5	0.561	111	55.5	37.0	18.5	9.24	3.70
5.62	2.810	1.405 0	0.562	110	55.2	36.8	18.4	9.21	3.68
5.63	2.815	1.407 5	0.563	110	55.0	36.7	18.3	9.17	3.67
5.64	2.820	1.410 0	0.564	110	54.8	36.5	18.3	9.14	3.65
5.65	2.825	1.412 5	0.565	109	54.6	36.4	18.2	9.10	3.64
5.66	2.830	1.415 0	0.566	109	54.4	36.3	18.1	9.06	3.63
5.67	2.835	1.417 5	0.567	108	54.2	36.1	18.1	9.03	3.61
5.68	2.840	1.420 0	0.568	108	54.0	36.0	18.0	8.99	3.60
5.69	2.845	1.422 5	0.569	107	53.7	35.8	17.9	8.96	3.58
5.70	2.850	1.425 0	0.570	107	53.5	35.7	17.8	8.92	3.57
5.71	2.855	1.427 5	0.571	107	53.3	35.6	17.8	8.89	3.56
5.72	2.860	1.430 0	0.572	106	53.1	35.4	17.7	8.85	3.54
5.73	2.865	1.432 5	0.573	106	52.9	35.3	17.6	8.82	3.53
5.74	2.870	1.435 0	0.574	105	52.7	35.1	17.6	8.79	3.51

表 B1(完)

球直径 D/mm				试验力-压头球直径平方的比率 $0.102 \times F/D^2$					
				30	15	10	5	2.5	1
				试验力 F/N					
10	5	2.5	1	29 420 7 355 1 839 294.2	14 710 — — —	9 807 2 452 612.9 98.07	4 903 1 226 306.5 49.03	2 452 612.9 153.2 24.52	980.7 245.2 61.29 9.807
压痕平均直径 d/mm				布氏硬度 HBW					
5.75	2.875	1.437 5	0.575	105	52.5	35.0	17.5	8.75	3.50
5.76	2.880	1.440 0	0.576	105	52.3	34.9	17.4	8.72	3.49
5.77	2.885	1.442 5	0.577	104	52.1	34.7	17.4	8.68	3.47
5.78	2.890	1.445 0	0.578	104	51.9	34.6	17.3	8.65	3.46
5.79	2.895	1.447 5	0.579	103	51.7	34.5	17.2	8.62	3.45
5.80	2.900	1.450 0	0.580	103	51.5	34.3	17.2	8.59	3.43
5.81	2.905	1.452 5	0.581	103	51.3	34.2	17.1	8.55	3.42
5.82	2.910	1.455 0	0.582	102	51.1	34.1	17.0	8.52	3.41
5.83	2.915	1.457 5	0.583	102	50.9	33.9	17.0	8.49	3.39
5.84	2.920	1.460 0	0.584	101	50.7	33.8	16.9	8.45	3.38
5.85	2.925	1.462 5	0.585	101	50.5	33.7	16.8	8.42	3.37
5.86	2.930	1.465 0	0.586	101	50.3	33.6	16.8	8.39	3.36
5.87	2.935	1.467 5	0.587	100	50.2	33.4	16.7	8.36	3.34
5.88	2.940	1.470 0	0.588	99.9	50.0	33.3	16.7	8.33	3.33
5.89	2.945	1.472 5	0.589	99.5	49.8	33.2	16.6	8.30	3.32
5.90	2.950	1.475 0	0.590	99.2	49.6	33.1	16.5	8.26	3.31
5.91	2.955	1.477 5	0.591	98.8	49.4	32.9	16.5	8.23	3.29
5.92	2.960	1.480 0	0.592	98.4	49.2	32.8	16.4	8.20	3.28
5.93	2.965	1.482 5	0.593	98.0	49.0	32.7	16.3	8.17	3.27
5.94	2.970	1.485 0	0.594	97.7	48.8	32.6	16.3	8.14	3.26
5.95	2.975	1.487 5	0.595	97.3	48.7	32.4	16.2	8.11	3.24
5.96	2.980	1.490 0	0.596	96.9	48.5	32.3	16.2	8.08	3.23
5.97	2.985	1.492 5	0.597	96.6	48.3	32.2	16.1	8.05	3.22
5.98	2.990	1.495 0	0.598	96.2	48.1	32.1	16.0	8.02	3.21
5.99	2.995	1.497 5	0.599	95.9	47.9	32.0	16.0	7.99	3.20
6.00	3.000	1.500 0	0.600	95.5	47.7	31.8	15.9	7.96	3.18

附 录 C

(提示的附录)

使用者对布氏硬度计的日常检查方法

直接检验方法对于日常检查会消耗很多时间和财力,建议采用如下方法检查布氏硬度计。

每天试验前对硬度计至少进行一次检查。

检查之前,至少预压两个压痕以保证试样和压头处于稳定状态。预测的数据不应使用。

在标准硬度块上至少压出一个压痕。选择的标准块硬度值应与试验材料的硬度接近,如果硬度读数的平均值与标准块硬度值之差在 GB/T 231.2 表 2 中规定的范围之内时,则认为硬度计合格,如果超差,应进行直接检验。



中华人民共和国国家标准

GB/T 231.2—2002
代替 GB/T 6269—1997

金属布氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验与校准

**Metallic Brinell hardness test—
Part 2: Verification and calibration of hardness testers**

(ISO 6506-2:1999, Metallic materials—Brinell hardness test—Part 2:
Verification and calibration of testing machines, MOD)

2002-11-25 发布

2003-05-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布



目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 一般要求	1
4 直接检验	1
5 间接检验	3
6 检验周期	4
7 检验报告和(或)校准证书	4
附录 A (资料性附录) 测量装置间接检验法示例	5

前 言

GB/T 231《金属布氏硬度试验》分为如下三个部分：

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

本部分为 GB/T 231 的第 2 部分。

本部分修改采用国际标准 ISO 6506-2:1999《金属材料 布氏硬度试验 第 2 部分：硬度计的检验与校准》（英文第一版）。

本部分是根据 ISO 6506-2:1999 采用翻译法起草的，在文本结构和技术内容方面与 ISO 6506-2:1999 一致，存在小的差异如下：

- 用中文惯用的小数点符号“.”代替英文采用的小数点符号“.”；
- 为与我国相关硬度标准统一，改变了标准名称，合并了其引导要素和主体要素，统称为“金属布氏硬度试验”；
- 重新编写了前言，代替 ISO 6506-2 的前言；
- 对于 ISO 6506-2 所引用的其他国际标准，本部分直接引用与之相对应的我国国家标准。

本部分代替并废止 GB/T 6269—1997《布氏硬度计的检验》。

本部分与 GB/T 6269—1997 相比主要变化如下：

- 修改了名称；
- 标准结构和编写格式符合 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求，技术内容与 ISO 6506-2:1999 保持一致；
- 增加了引言，删除了 ISO 前言；
- 增加了检验时的温度要求（见本版的 4.1.1、5.1）；
- 删除了钢球压头（1997 年版的 4.2.3.2、5.1；本版的 4.3.4.2）；
- 删除了 2 mm 球压头（1997 年版的表 2；本版的表 1）；
- 增加了第 6 章关于检验周期的规定（见第 6 章）；
- 增加了资料性附录“测量装置间接检验法示例”（见附录 A）。

本部分的附录 A 为资料性附录。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国试验机标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：长春试验机研究所。

本部分参加起草单位：上海材料试验机厂、莱州华银试验仪器有限公司。

本部分主要起草人：郭永祥、桑佩君、周巧云。

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

GB 6269—1986、GB/T 6269—1997。

引 言

GB/T 231 本部分中的力值是根据公斤力(kgf)值换算而来的。这些力值都是在采用国际单位制(SI)以前引用的。GB/T 231 的本部分决定与国际标准一致仍保留这些基于旧单位建立的力值。国际标准在下一次修订时将要考虑引用试验力整数(整数牛顿值)的益处和由此对相关各硬度标尺所产生的影响。

注意,GB/T 231 的本部分规定只使用硬质合金球压头。

布氏硬度符号是 HBW,不宜与以前使用钢球压头时的符号 HB 或 HBS 混淆。

金属布氏硬度试验

第2部分:硬度计的检验与校准

1 范围

GB/T 231的本部分规定了按GB/T 231.1的要求测定布氏硬度用的布氏硬度计(以下简称硬度计)的检验和校准方法。

本部分规定了检查硬度计基本功能的直接检验法和适用于检查硬度计综合性能的间接检验法。

如果硬度计还用于其他方法的硬度试验,则应按各自的方法对其进行检验。

本部分也适用于便携式硬度计,但6.1a)要求中“改变位置”一词不适用。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过GB/T 231的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分:试验方法(GB/T 231.1—2002,ISO 6506-1:1999, Metallic materials—Brinell hardness test—Part 1: Test method, EQV)

GB/T 231.3—2002 金属布氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定(ISO 6506-3:1999, Metallic materials—Brinell hardness test—Part 3: Calibration of reference blocks, MOD)

GB/T 7997 硬质合金维氏硬度试验方法(GB/T 7997—1987, eqv ISO 3878:1983)

GB/T 13634 试验机检验用测力仪的校准(GB/T 13634—2000, idt ISO 376:1999)

3 一般要求

对布氏硬度计进行检验以前,应对其进行检查以确保:

- a) 硬度计安装正确;
- b) 压头主轴在导向体中正常滑动;
- c) 在主轴上牢固安装带有一个球(取自按4.3检验合格的一批中)的压头;
- d) 施加和卸除试验力时,无冲击、振动或过冲且不影响读数;
- e) 对于测量装置与主机为一体的硬度计:
 - 从卸除试验力到测量压痕,不影响读数;
 - 照明不影响读数;
 - 如需要,压痕中心要位于视场中心。

4 直接检验

4.1 通则

4.1.1 直接检验宜在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度范围内进行。如果超出该温度范围,则应在检验报告中注明。

4.1.2 用于检验和校准的仪器应溯源到国家基准。

4.1.3 直接检验包括：

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

4.2 试验力的校准

4.2.1 只要允许，应在试验过程中主轴整个移动范围内至少选择三个位置，测量各级试验力。

4.2.2 应采用下述两种方法之一测量试验力：

——使用满足 GB/T 13634 要求的 1 级测力仪；

——用校准过质量的砝码通过机械装置施加一个准确到 ±0.2% 的力，使该力与被测试验力相平衡。

4.2.3 应在主轴的每个位置上，对各级试验力进行三次测量。将要读取试验力值的瞬间，主轴的移动方向应与试验时的移动方向一致。

4.2.4 测量的各级试验力的误差均应在 GB/T 231.1 规定的试验力标称值的 ±1.0% 以内。

4.3 压头的检验

4.3.1 压头由一个球和一个压头座组成。

4.3.2 应从一批球中随机抽取样品，检验其尺寸和硬度。检验完硬度的球应予剔除。

4.3.3 所有球均应抛光，并且无表面缺陷。

4.3.4 使用者应对球进行测量，以保证满足下述要求，或者从球的供方获得证明能满足下述要求的球。

4.3.4.1 球的直径应为在球的不少于三个位置上测量的单个测量值的平均值。每一单个测量值与其标称直径之差均不应超过表 1 给出的允差。

表 1 不同球直径的允差

单位为毫米

球直径	允差
10	±0.005
5	±0.004
2.5	±0.003
1	±0.003

4.3.4.2 硬质合金球的特性应满足下列要求：

——硬度：按 GB/T 7997 的要求测定硬度，其维氏硬度不应低于 1 500HV10；

——密度： $\rho = (14.8 \pm 0.2) \text{ g/cm}^3$ 。

注：建议含有以下化学成分：

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

4.4 压痕测量装置的校准

4.4.1 压痕测量装置的标尺分度应能估测到压痕直径的 ±0.5%¹⁾ 以内。

4.4.2 将测量装置各工作范围至少分成五个间隔，在分级测微尺上测量进行检验，其最大允许误差应为 ±0.5%。

4.4.3 测量投影区域时，其最大允许误差应为 ±1%¹⁾。

4.4.4 除上述测量装置的直接检验外，还可按附录 A 规定的方法进行间接检验。

1) ISO 6506-2:1999 原文在此处的百分数前不加“±”。

4.5 试验循环时间的检验

试验循环时间应满足 GB/T 231.1 的要求,并应进行调整使其不确定度在 $0.5 s^2$ 以内。

5 间接检验

5.1 间接检验应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 温度范围内使用按 GB/T 231.3 标定的标准块进行。如果在该温度范围以外进行检验,应在检验报告中注明。

标准块的试验面和支承面与压头表面不应有任何腐蚀性污物。

5.2 硬度计应针对各级试验力和所使用的每种规格的球进行检验。对每一试验力,应从下列硬度范围中至少选取两块标准块:

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

如果可能,两块标准块应在不同的硬度范围中选取。

注:当该硬度试验不可能在上述较高硬度范围内进行时(对于 $0.102 \times F/D^2 = 5$ 或 10 的情况),可以仅使用一块较低硬度范围内的标准块进行检验。

5.3 应在每一标准块上压出均匀分布的五个压痕,并对其进行测量。试验应按 GB/T 231.1 进行。

5.4 将每一标准块上所测得的五个压痕直径的平均值 d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 按大小递增的次序排列。

5.5 在规定的检验条件下硬度计的示值重复性由下面的量确定:

$$d_5 - d_1$$

直径的总平均值 \bar{d} 等于:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5}$$

式中: d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 已在 5.4 规定。

被检硬度计的示值重复性应符合表 2 的规定。

表 2 硬度计的示值重复性和示值误差

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

5.6 在规定的检验条件下硬度计的示值误差由下面的量表示:

$$\bar{H} - H$$

式中:

\bar{H} ——五个压痕硬度值的平均值:

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

式中:

H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 ——与 d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 相对应的硬度值;

H ——标准块的标定硬度值。

以标准块标定硬度值的百分比表示的硬度计示值误差不应超过表 2 的规定。

2) ISO 6506-2:1999 原文在此处的“ $0.5 s$ ”前加“ \pm ”。

3) ISO 6506-2:1999 原文中此栏目的各项允许值前不加“ \pm ”。

6 检验周期

6.1 直接检验

下述情况下应进行直接检验：

- a) 硬度计安装时或经拆卸重新装配后或改变位置后；
- b) 间接检验结果不合格时；
- c) 间接检验的时间间隔超过了12个月。

每次直接检验后，接着应做间接检验。

6.2 间接检验

两次间接检验的周期视硬度计的维护水平和被使用的次数而定。在任何情况下，检验周期不应超过12个月。

7 检验报告和(或)校准证书

检验报告和(或)校准证书应包括下列内容：

- a) 注明采用本标准，即 GB/T 231.2；
- b) 检验方法(直接和(或)间接检验)；
- c) 硬度计的标识资料；
- d) 检验器具(标准块、标准测力仪等)；
- e) 球压头直径和试验力；
- f) 检验时的温度；
- g) 检验结果；
- h) 检验日期和检验机构。

附 录 A
(资料性附录)
测量装置间接检验法示例

测量装置的间接检验可以通过测量第 5 章中硬度计间接检验所使用的每一标准块上的标准压痕来进行(见 GB/T 231.3—2002 中 8.3 的注)。

以每一标准块上的某一标准压痕所选定直径的百分比表示的测量装置最大允许误差应为 $\pm 1\%$ ⁴⁾。

4) ISO 6506-2:1999 原文在此处的百分数前不加“±”。



中华人民共和国国家标准

GB/T 231.3—2002
代替 GB/T 6270—1997

金属布氏硬度试验 第3部分：标准硬度块的标定

**Metallic Brinell hardness test—
Part 3: Calibration of hardness reference blocks**

(ISO 6506-3:1999, Metallic materials—Brinell hardness test—
Part 3: Calibration of reference blocks, MOD)

2002-11-25 发布

2003-05-01 实施

中华人民共和国
国家质量监督检验检疫总局 发布

目 次

前言	Ⅲ
引言	Ⅳ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 标准块的制造	1
4 标准机	2
5 标定方法	3
6 压痕数目	3
7 硬度均匀度	3
8 标志	3
9 有效性	4

前 言

GB/T 231《金属布氏硬度试验》分为如下三个部分：

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

本部分为 GB/T 231 的第 3 部分。

本部分修改采用国际标准 ISO 6506-3:1999《金属材料 布氏硬度试验 第 3 部分：标准块的标定》（英文第一版）。

本部分是根据 ISO 6506-3:1999 采用翻译法起草的，在文本结构和技术内容方面与 ISO 6506-3:1999 一致，存在小的差异如下：

- 用中文惯用的小数点符号“.”代替英文采用的小数点符号“.”；
- 为与我国相关硬度标准统一，改变了标准名称，合并了其引导要素和主体要素，统称为“金属布氏硬度试验”；
- 重新编写了前言，代替 ISO 6506-3 的前言；
- 对于 ISO 6506-3 所引用的其他国际标准，本部分直接引用与之相对应的我国国家标准。

本部分代替并废止 GB/T 6270—1997《标准布氏硬度块的标定》。

本部分与 GB/T 6270—1997 相比主要变化如下：

- 修改了名称；
- 标准结构和编写格式符合 GB/T 1.1—2000《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写规则》的要求，技术内容与 ISO 6506-3:1999 保持一致；
- 增加了引言，删除了 ISO 前言；
- 第 8 章补充了标准块的附带文件（1997 年版的第 8 章；本版的第 8 章）；
- 增加了第 9 章关于标准块有效性的规定（见第 9 章）。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国试验机标准化技术委员会归口。

本部分负责起草单位：长春试验机研究所。

本部分参加起草单位：上海材料试验机厂、莱州华银试验仪器有限公司、泉州市丰泽东海仪器硬度块厂。

本部分主要起草人：郭永祥、桑佩君、周巧云、陈志明。

本部分所代替标准的历次版本发布情况：

GB 6270—1986、GB/T 6270—1997。

引 言

GB/T 231 本部分中的力值是根据公斤力(kgf)值换算而来的。这些力值都是在采用国际单位制(SI)以前引用的。GB/T 231 的本部分决定与国际标准一致仍保留这些基于旧单位建立的力值。国际标准在下次修订时将要考虑引用试验力整数(整数牛顿值)的益处和由此对相关各硬度标尺所产生的影响。

注意,GB/T 231 的本部分规定只使用硬质合金球压头。

布氏硬度符号是 HBW,不宜与以前使用钢球压头时的符号 HB 或 HBS 混淆。

金属布氏硬度试验

第3部分：标准硬度块的标定

1 范围

GB/T 231的本部分规定了在GB/T 231.2中描述的布氏硬度计间接检验用标准硬度块(以下简称标准块)的标定方法。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过GB/T 231本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 231.1 金属布氏硬度试验 第1部分：试验方法(GB/T 231.1—2002, ISO 6506-1:1999, Metallic materials—Brinell hardness test—Part 1: Test method, EQV)

GB/T 231.2—2002 金属布氏硬度试验 第2部分：布氏硬度计的检验与校准(ISO 6506-2:1999, Metallic materials—Brinell hardness test—Part 2: Verification and calibration of testing machines, MOD)

GB/T 3505 产品几何技术规范 表面结构 轮廓法 表面结构的术语、定义及参数(GB/T 3505—2000, eqv ISO 4287:1997)

GB/T 7997 硬质合金维氏硬度试验方法(GB/T 7997—1987, eqv ISO 3878:1983)

GB/T 13634 试验机检验用测力仪的校准(GB/T 13634—2000, idt ISO 376:1999)

3 标准块的制造

3.1 标准块应专门制造。

注：需要重视所使用的制造工艺过程，以使标准块获得必要的均质性、组织稳定性和表面硬度的均匀性。

3.2 每一待标定的金属块的厚度：

——对于10 mm球，不应小于16 mm；

——对于5 mm球，不应小于12 mm；

——对于小于5 mm球，不应小于6 mm。

3.3 标准块应无磁性。对于钢制的块，建议制造者确保在其制造工艺结束时(标定前)均经过退磁处理。

3.4 标准块两表面的平面度和平行度应符合表1的规定。

3.5 试验面应无影响压痕测量的划痕(见表1)。

3.6 为检查标准块以后不去除任何材料，标定时，应在标准块上标注其厚度，准确到0.1 mm，或应在试验面上做出鉴别标记(见第8章)。

表 1 标准块的要求

球直径/mm	表面平面度/mm	平行度/(mm/50 mm)	表面粗糙度参数的最大允许值 $Ra/\mu\text{m}$	
			试验面	支承面
10	0.04	0.05	0.3	0.8
5	0.03	0.04	0.2	0.8
<5	0.02	0.03	0.1	0.8

^a 取样长度： $l=0.8$ mm(见 GB/T 3505)。

4 标准机

4.1 标准布氏硬度机除应满足 GB/T 231.2—2002 第 3 章规定的一般要求外,还应满足 4.2~4.8 的要求。

4.2 应对标准机进行直接检验,检验周期不超过 12 个月。直接检验包括:

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

4.3 用于检验和校准的仪器应溯源到国家基准。

4.4 每一试验力应准确到 GB/T 231.1 规定的试验力标称值的 $\pm 0.1\%$ 以内。

应使用满足 GB/T 13634 要求的 0.5 级标准测力仪测量试验力。

4.5 应对压头进行检验,除了球直径的允差应满足表 2 规定的要求外,压头还应满足 GB/T 231.2—2002 中 4.3 规定的要求。

表 2 不同球直径的允差

单位为毫米

球直径	允差
10	± 0.003
5	± 0.002
2.5	± 0.001
1	± 0.001

4.6 对于用 10 mm 和 5 mm 直径的球压出的压痕,测量装置的标尺应分度到能读出 0.002 mm;对于用小于 5 mm 直径的球压出的压痕,应分度到能读出 0.001 mm。

将测量装置标尺各工作范围至少分成五个间隔,在分级测微尺上测量进行检验,对应不同的压痕直径,测量装置的准确度应符合表 3 的规定。

表 3 测量装置的准确度

单位为毫米

压痕直径	允许误差
$d < 1$	± 0.0005
$1 \leq d < 2.5$	± 0.001
$d \geq 2.5$	± 0.002

4.7 试验循环时间应满足 GB/T 231.1 的要求, 并应进行调整使其不确定度在 $0.5 \text{ s}^{1)}$ 以内。

4.8 硬质合金球的特性应满足下列要求:

——硬度: 按 GB/T 7997 的要求测定硬度, 其维氏硬度不应低于 $1\ 500 \text{ HV}10$;

——密度: $\rho = (14.8 \pm 0.2) \text{ g/cm}^3$ 。

注: 建议含有以下化学成分:

碳化钨(WC) 剩余部分

其他碳化物总量 2.0%

钴(Co) 5.0%~7.0%

5 标定方法

应在 $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的温度范围内使用 GB/T 231.1 规定的一般试验方法, 在第 4 章描述的标准机上进行标定。

从开始施加试验力到达满试验力的时间应在 $6 \text{ s} \sim 8 \text{ s}$ 之间。试验力保持时间应为 $10 \text{ s} \sim 15 \text{ s}$ 。

施加试验力的控制机构应保证球接触标准块前的接近速度不超过 1 mm/s 。

6 压痕数目

在每一标准块的整个试验面上应压出均匀分布的五个压痕。

7 硬度均匀度

7.1 设 d_1, d_2, d_3, d_4, d_5 为每个测量的压痕直径的平均值, 按大小递增的次序排列。

在规定标定条件下标准块的均匀度为:

$$d_5 - d_1$$

以 \bar{d} 的百分比表示, 其中 \bar{d} 按下式计算:

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5}$$

7.2 标准块不均匀度的最大允许值应符合表 4 的规定。

表 4 不均匀度的最大允许值

\bar{d}/mm	不均匀度的最大允许值/%(相对 \bar{d})
$\bar{d} < 0.5$	2.0
$0.5 \leq \bar{d} \leq 1$	1.5
$\bar{d} > 1$	1.0

注: 硬度值低于 200 HBW 时, 不均匀度的最大允许值可以是 \bar{d} 的 2.0%。

8 标志

8.1 每一标准块上应标记下列内容:

- 标定时测得的硬度值的算术平均值, 例如: $348 \text{ HBW}5/750$;
- 供方或制造者的名称或标志;
- 编号;
- 标定机构的名称或标志;
- 标准块的厚度或试验面上的鉴别标记(见 3.6);
- 标定年份(在编号中未标出时)。

1) ISO 6506-3:1999 原文此处为“ 0.5 s ”前加“ \pm ”号。

8.2 当试验面朝上时,标在标准块侧面上的任何标记均应是正立的。

8.3 随提供的每一标准块,应附有至少包括下列内容的证书:

- a) 注明采用本标准,即 GB/T 231.3;
- b) 标准块的标识;
- c) 标定日期;
- d) 硬度值的算术平均值或表征标准块均匀度的值(见 7.1)。

注:可以从五个压痕中选择一个压痕作为标准压痕用于 GB/T 231.2—2002 附录 A 提到的测量装置的间接检验。
因此,宜对该压痕作一个永久标记,标出所测的一条直径。

9 有效性

满足第 3 章要求的标准块,只对标定的标尺有效。

注:标定的有效期不宜超过 5 年。
