

轧辊肖氏硬度试验方法

Method of Shore hardness testing for mill rolls

1 主题内容与适用范围

本标准规定了轧辊肖氏硬度的表示、测试方法,对试验仪器、被测轧辊、数据处理、试验报告的要求以及硬度换算表。

本标准适用于各种类型的锻钢、铸钢及铸铁轧辊的肖氏硬度测定。

2 引用标准

- GB 1172 黑色金属硬度及强度换算值
- GB 4341 金属肖氏硬度试验方法
- GB 4977 D型肖氏硬度计技术条件
- GB 4978 标准肖氏硬度块
- GB 8170 数值修约规则

3 试验原理

将规定形状、质量的金刚石或硬质合金冲头从固定高度 $h_0$ 落在被测物的表面上,冲头弹起一定高度 $h$ ,用 $h$ 与 $h_0$ 的比值计算肖氏硬度值。

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

式中:HS——肖氏硬度;  
K——肖氏硬度系数。

4 硬度值的表示

肖氏硬度符号为HS,并注以所用硬度标尺类型。

例如:45 HSC,45 HSD,45 HSE,分别代表C型、D型、E型硬度计测定的硬度值。

5 试验仪器

- 5.1 轧辊肖氏硬度测试可以采用C型、D型、E型肖氏硬度计。硬度计的示值误差应不大于 $\pm 2.5$  HSD,变动性应不大于2.5 HSD。
- 5.2 D型肖氏硬度计应符合GB 4977的要求,C型肖氏硬度计主要技术参数应符合附录A(补充件)的要求,E型肖氏硬度计主要技术参数应符合附录B(补充件)的要求。
- 5.3 硬度计检定时采用的标准肖氏硬度块应符合GB 4978的要求。
- 5.4 硬度计应按国家计量部门的规定定期检定。

5.5 硬度计日常比时宜采用比对辊,比对辊需经国家计量单位检定。比对辊主要技术条件应符合附录C(参考件)规定。

## 6 被测轧辊

6.1 轧辊直径应不小于65 mm,被测片状轧辊厚度应不小于10 mm。如不在试台上测试,轧辊质量应大于4 kg。

6.2 轧辊硬度小于等于70 HS时,被测表面粗糙度 $R_a$ 值应不大于 $3.2\ \mu\text{m}$ 。轧辊硬度大于70 HS时,被测表面粗糙度 $R_a$ 值应不大于 $1.6\ \mu\text{m}$ 。

6.3 轧辊表面应清洁,无磁性,无油脂、氧化皮、涂料等外来污物。

## 7 测试方法

### 7.1 测试前准备

7.1.1 测试前硬度计应按被测轧辊的硬度范围用同一硬度等级标准肖氏硬度块或比对辊校验。

7.1.2 被测轧辊应稳固地水平放置。

7.1.3 轧辊硬度测试一般在 $10\sim 35\ \text{C}$ 温度下进行。

### 7.2 测试操作

7.2.1 硬度测试时,硬度计可采用V型支架或手持。必须保证计测筒垂直状态。

7.2.2 在试台上测定硬度时压紧力约为200 N。手持计测筒或用V型支架测试时,压紧力应使计测筒与轧辊表面保持接触。

7.2.3 D型肖氏硬度计释放冲头时,操作轮的回转时间约为1 s并缓慢复位。C型硬度计读取冲头反弹瞬间最高位置时应迅速、准确。E型肖氏硬度计操作时应平稳,选择正确的测试方向。

7.2.4 硬度测量时,两相邻压痕中心距离应不小于2 mm。压痕中心至试件边缘的距离应不小于4 mm,同一压痕不得重复冲击。

### 7.3 测试部位及点数

7.3.1 对锻钢冷轧工作辊及支承辊测试部位及点数应符合表1规定。

辊身每条母线上测试点数应不少于3点。

表 1

辊身直径 $\phi$ mm	辊 身		母线数	各辊颈每条母 线测试点数	母线数
	点 距				
	辊身长度 $\leq 1\ 200\ \text{mm}$	辊身长度 $> 1\ 200\ \text{mm}$			
$\leq 300$			1~2	1	1
$> 300$ $\leq 500$	$\leq 150$	$\leq 200$	3	2	2
$> 500$			4	2	2

7.3.2 对使用条件要求严格的优质铸钢、铸铁轧辊,测试部位及点数应符合表2规定。

表 2

辊身直径 $\phi$ mm	母 线 数		辊身每条母线测试点数		各辊颈每条母线测试点数	
	辊 身	辊 颈	辊身长度,mm		辊颈长度,mm	
			$\leq 2000$	$> 2000$	$\leq 600$	$> 600$
$\leq 600$	2	2	3	5	1	2
$> 600$	4	2	3	5	2	2

7.3.3 一般用途的铸钢、铸铁及普通碳钢轧辊应在至少一条母线上测试,辊身不少于3个测试点,辊颈至少1个测试点。

7.3.4 带槽轧辊、片状轧辊等硬度测试一般应在工作面上进行,如测试困难可与用户协商确定。

7.3.5 冷轧工作辊及有软带要求的其他轧辊,辊身两端软带不进行硬度测试。

7.3.6 测试点的硬度一般是指通过该点母线30mm线段内测试硬度的平均值。

## 8 数据处理

8.1 连续五次读数的算术平均值为该测试点的硬度值。

8.2 测试时,允许读到0.5个刻度时平均值应按GB 8170规定修约到整数。允许读到0.1个刻度时平均值应修约到0.5个单位。

8.3 测试点硬度值分散度较大时,允许在该测试点范围内按7.2条要求重新测定。

## 9 试验报告

试验报告应包括以下内容:

- 各测试点肖氏硬度的算术平均值及本支轧辊硬度的最大值、最小值;
- 所用肖氏硬度计的型号;
- 试验条件(支撑方式、测试方式、测试环境温度、测试方向等);
- 测试操作人员。

**附录 A**  
**C型肖氏硬度计主要技术参数**  
(补充件)

- A1 冲头杆直径为  $5.94^{+0.01}$  mm。  
 A2 冲头顶端球面半径为  $1.0 \pm 0.1$  mm。  
 A3 冲头质量为  $2.5 \pm 0.3$  g。  
 A4 冲头与玻璃管的间隙:管子顶部为  $0.19 \sim 0.31$  mm,管子底部为  $0.04 \sim 0.08$  mm。  
 A5 冲头顶端材料为金刚石。  
 A6 C型肖氏硬度计算公式:

$$\text{HSC} = \frac{10'}{65} \cdot \frac{h}{h_0} \dots\dots\dots (\text{A1})$$

式中:  $h$  —— 冲头反弹高度, mm;  
 $h_0$  —— 冲头落下高度, 约 254 mm。

- A7 硬度计的试台质量为 4 kg。  
 A8 硬度计的示值用 D 标尺标准肖氏硬度块检定。

**附录 B**  
**E型肖氏硬度计主要技术参数**  
(补充件)

- B1 冲头杆直径: I、II 型为  $7.94 \pm 0.04$  mm, III 型为  $7.84 \pm 0.04$  mm, IV 型为  $8.74 \pm 0.04$  mm。  
 B2 冲头顶端球面半径: I、II、III 型为  $1.5 \pm 0.1$  mm, IV 型为  $2.5 \pm 0.1$  mm。  
 B3 冲头质量: I、II 型为  $6 \pm 0.5$  g, III 型为  $5.5 \pm 0.5$  g, IV 型为  $8 \pm 0.5$  g。  
 B4 冲头顶端材料为金刚石或碳化钨硬质合金。  
 B5 E型肖氏硬度计算公式:

$$\text{HSE} = K' \frac{V^2}{V_0^2} \dots\dots\dots (\text{B1})$$

式中:  $V$  —— 冲头反弹时速度, m/s;  
 $V_0$  —— 冲头冲击时速度, 约为 0.6 m/s;  
 $K'$  —— E型肖氏硬度系数。

- B6 硬度计的试台质量为 4 kg。  
 B7 硬度计的示值用 D 标尺标准肖氏硬度块检定。

**附录 C**  
**比对辊主要技术参数**  
(参考件)

- C1 比对辊的几何尺寸见图 C1。  
 C2 比对辊的硬度范围:  
 $95 \pm 4$  HSD;

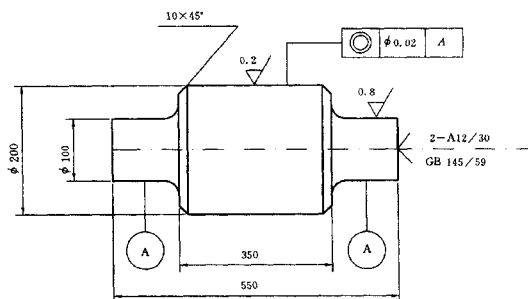
60±4 HSD;

30±4 HSD。

C3 比对辊的硬度均匀性应不大于 2HSD。

C4 比对辊的硬度稳定性一年内不超过 2.0 HSD。

C5 比对辊的材料采用锻造合金工具钢。



附录 D  
硬度换算表  
(参考件)

本表系采用肖氏硬度基准机和洛氏硬度基准机进行硬度比对试验后,将数据数学归纳做出 HS-HRC 硬度换算表,再与 GB 1172 联用得到 HS、HRC、HRA、HB、HV 硬度换算表。见表 D1。表中括弧表示当超过仪器的测量范围时,数值仅供参考。

表 D1 硬度换算表

肖氏 HS	洛氏		布氏 HB30D <sup>2</sup>	维氏 HV
	HRC	HRA		
30.0	(13.6)	(56.9)	200	
30.5	(14.4)	(57.3)	203	
31.0	(15.3)	(57.8)	206	
31.5	(16.1)	(58.2)	209	
32.0	(16.9)	(58.6)	212	
32.5	(17.7)	(59.0)	215	215
33.0	(18.5)	(59.4)	218	218

续表 D1

肖 氏 HS	洛 氏		布 氏 HB30D <sup>2</sup>	维 氏 HV
	HRC	HRA		
33.5	(19.3)	(59.8)	221	222
34.0	20.0	60.2	225	226
34.5	20.8	60.6	228	230
35.0	21.5	60.9	232	234
35.5	22.2	61.3	235	238
36.0	22.9	61.7	239	242
36.5	23.6	62.0	242	246
37.0	24.2	62.3	246	250
37.5	24.9	62.7	250	254
38.0	25.5	63.0	254	258
38.5	26.1	63.3	257	262
39.0	26.7	63.7	261	266
39.5	27.3	64.0	265	270
40.0	27.9	64.3	269	274
40.5	28.5	64.6	273	278
41.0	29.1	64.9	277	282
41.5	29.7	65.2	281	286
42.0	30.2	65.4	285	290
42.5	30.7	65.7	289	294
43.0	31.3	66.0	293	298
43.5	31.8	66.3	297	302
44.0	32.3	66.5	301	306
44.5	32.8	66.8	305	310
45.0	33.3	67.1	309	315
45.5	33.8	67.3	313	319
46.0	34.3	67.6	317	323
46.5	34.8	67.8	321	327
47.0	35.3	68.1	325	331

续表 D1

肖氏 HS	洛氏		布氏 HB30D <sup>2</sup>	维氏 HV
	HRC	HRA		
47.5	35.7	68.3	329	335
48.0	36.2	68.5	333	339
48.5	36.6	68.8	337	344
49.0	37.1	69.0	341	348
49.5	37.5	69.2	346	352
50.0	38.0	69.5	350	356
50.5	38.4	69.7	354	360
51.0	38.8	69.9	358	365
51.5	39.2	70.1	362	369
52.0	39.7	70.4	366	373
52.5	40.1	70.6	370	378
53.0	40.5	70.8	375	382
53.5	40.9	71.0	379	387
54.0	41.3	71.2	383	391
54.5	41.7	71.4	387	395
55.0	42.1	71.6	391	400
55.5	42.5	71.8	396	405
56.0	42.8	72.0	400	409
56.5	43.2	72.2	404	414
57.0	43.6	72.4	408	418
57.5	44.0	72.6	413	423
58.0	44.4	72.8	417	428
58.5	44.7	73.0	421	432
59.0	45.1	73.2	426	437
59.5	45.5	73.4	430	442
60.0	45.8	73.6	434	447
60.5	46.2	73.8	439	452
61.0	46.6	74.0	443	457
61.5	46.9	74.2	447	462

续表 D1

肖氏 HS	洛氏		布氏 HB30D <sup>2</sup>	维氏 HV
	HRC	HRA		
62.0	47.3	74.3	452	467
62.5	47.6	74.5	456	472
63.0	48.0	74.7	461	477
63.5	48.3	74.9	465	482
64.0	48.7	75.1	470	488
64.5	49.0	75.3	474	493
65.0	49.4	75.5	479	498
65.5	49.7	75.6	484	504
66.0	50.0	75.8	488	509
66.5	50.4	76.0	493	515
67.0	50.7	76.2	498	521
67.5	51.1	76.4	—	526
68.0	51.4	76.5	—	532
68.5	51.7	76.7	—	538
69.0	52.1	76.9	—	544
69.5	52.4	77.1	—	550
70.0	52.7	77.3	—	556
70.5	53.1	77.4	—	562
71.0	53.4	77.6	—	568
71.5	53.7	77.8	—	574
72.0	54.0	78.0	—	580
72.5	54.4	78.1	—	587
73.0	54.7	78.3	—	593
73.5	55.0	78.5	—	600
74.0	55.3	78.6	—	606
74.5	55.7	78.8	—	613
75.0	56.0	79.0	—	620

续表 D1

肖 氏 HS	洛 氏		布 氏 HB30D <sup>2</sup>	维 氏 HV
	HRC	HRA		
75.5	56.3	79.2	—	626
76.0	56.6	79.3	—	633
76.5	56.9	79.5	—	640
77.0	57.2	79.7	—	647
77.5	57.6	79.8	—	654
78.0	57.9	80.0	—	661
78.5	58.2	80.2	—	669
79.0	58.5	80.3	—	676
79.5	58.8	80.5	—	683
80.0	59.1	80.7	—	691
80.5	59.4	80.8	—	698
81.0	59.7	81.0	—	706
81.5	60.0	81.2	—	713
82.0	60.3	81.3	—	721
82.5	60.6	81.5	—	729
83.0	60.9	81.6	—	737
83.5	61.2	81.8	—	744
84.0	61.5	82.0	—	752
84.5	61.8	82.1	—	760
85.0	62.1	82.3	—	768
85.5	62.4	82.4	—	776
86.0	62.6	82.6	—	785
86.5	62.9	82.7	—	793
87.0	63.2	82.9	—	801
87.5	63.5	83.0	—	809
88.0	63.8	83.2	—	818
88.5	64.0	83.3	—	826
89.0	64.3	83.5	—	834
89.5	64.6	83.6	—	843

续表 D1

肖 氏 HS	洛 氏		布 氏 HB30D <sup>2</sup>	维 氏 HV
	HRC	HRA		
90.0	64.8	83.8	—	851
90.5	65.1	83.9	—	859
91.0	65.4	84.1	—	868
91.5	65.6	84.2	—	876
92.0	65.9	84.3	—	885
92.5	66.1	84.5	—	893
93.0	66.4	84.6	—	902
93.5	66.6	84.8	—	910
94.0	66.9	84.9	—	919
94.5	(67.1)	85.0	—	927
95.0	(67.3)	85.2	—	936
95.5	(67.6)	85.3	—	944
96.0	(67.8)	85.4	—	952
96.5	(68.0)	85.5	—	960
97.0	(68.2)	85.6	—	969
97.5	(68.5)	85.8	—	977
98.0	(68.7)	85.9	—	985
98.5	(68.9)	86.0	—	993
99.0	(69.1)	86.1	—	1001
99.5	(69.3)	86.2	—	1 009

## 附加说明：

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由冶金工业部北京冶金设备研究所归口。

本标准由冶金工业部北京冶金设备研究所、中国测试技术研究院负责起草。

本标准主要起草人李亚军、林巨才。

本标准委托冶金工业部北京冶金设备研究所负责解释。