



中华人民共和国国家标准

GB/T 13313—2008
代替 GB/T 13313—1991

轧辊肖氏、里氏硬度试验方法

Methods of Shore and Leeb hardness testing for rolls



2008-09-11 发布

2009-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准代替 GB/T 13313—1991《轧辊肖氏硬度试验方法》。

本标准与 GB/T 13313—1991 的主要技术差异如下：

- 名称变更为《轧辊肖氏、里氏硬度试验方法》；
- 规范性引用文件做了补充、调整；
- 增添了里氏硬度的表示、测试方法，及其对试验仪器、被测轧辊、数据处理、试验报告的要求；
- 增加了检测高精轧辊时对硬度计、硬度块的要求；
- 明确了硬度计、硬度块的检定依据；
- 提高了被测轧辊测试硬度表面粗糙度的要求；
- 考虑了冷、热加工对试样表面硬度的影响；
- 增加了对测试现场的环境要求；
- 辊身直径小于等于 300 mm 的轧辊，辊身测试母线数确定为 2 条；辊身直径大于 300 mm、小于等于 500 mm 的轧辊，增加了一条辊身测试母线；
- 对测试母线的分布做了规定；
- 增添了锻钢、铸铁、铸钢轧辊的 HSD-HLD 硬度对照表；
- 硬度计的日常比对不再使用比对辊，改为标准硬度块；
- 删去了原标准中附录 A《C 型肖氏硬度计主要技术参数》、附录 B《E 型肖氏硬度计主要技术参数》、附录 C《比对辊主要技术参数》；
- 删去了原标准中附录 D《硬度换算表》中的 HRA 及其数据，对布氏硬度 HBW 和维氏硬度 HV 数据做了进一步修改和补充。

本标准的附录 A、附录 B 均是资料性附录。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由中冶集团北京冶金设备研究设计总院归口。

本标准起草单位：中钢集团邢台机械轧辊有限公司、中冶集团北京冶金设备研究设计总院、中国测试技术研究院。

本标准起草人：郝进元、赵宝林、林巨才、杨金刚、张云波。

本标准 1991 年 12 月首次发布。

轧辊肖氏、里氏硬度试验方法

1 范围

本标准规定了轧辊肖氏硬度和里氏硬度的表示、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和里氏硬度测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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 1172—1999 黑色金属硬度及强度换算值

GB/T 4341 金属肖氏硬度试验方法

GB/T 8170 数值修约规则

GB/T 17394--1998 金属里氏硬度试验方法

JJG 346 肖氏硬度计

JJG 347 标准肖氏硬度块

JJG 747 里氏硬度计

3 试验原理

3.1 肖氏硬度试验原理

将规定形状、质量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 h 与 h_0 的比值计算肖氏硬度值。计算公式如式(1)所示:

$$HS = K \frac{h}{h_0} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

HS——肖氏硬度;

K——肖氏硬度系数。

3.2 里氏硬度试验原理

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,用冲头在距表面1 mm处的回弹速度与冲击速度的比值计算硬度值。计算公式如式(2)所示:

$$HL = 1\,000 \frac{v_R}{v_A} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

HL——里氏硬度;

v_R ——冲击体回弹速度;

v_A ——冲击体冲击速度。

4 硬度值的表示

4.1 肖氏硬度值的表示

在肖氏硬度符号 HS 前示出硬度数值,在 HS 后示出硬度标尺类型。

例如:45HSC、45HSD 和 45HSE 分别表示 C 型、D 型和 E 型硬度计测定的硬度值为 45。

4.2 里氏硬度值的表示

在里氏硬度符号 HL 前示出硬度数值,在 HL 后示出冲击装置类型。

例如:700HLD、700HLE 表示用 D 型、E 型冲击装置测定的里氏硬度值为 700。

5 试验仪器

5.1 肖氏硬度计

5.1.1 轧辊肖氏硬度测试通常采用 D 型(机械式)、C 型(气动式)肖氏硬度计,其示值误差应不大于 $\pm 2.5\text{HS}$,重复性应不大于 2.5HS 。检测硬度均匀度要求高的轧辊时,可采用高精度数字显示的 D 型或 E 型肖氏硬度计,其示值误差应不大于 $\pm 2.0\text{HS}$,重复性应不大于 2.0HS 。

5.1.2 肖氏硬度计的主要技术指标应符合 JJG 346 的规定。

5.1.3 肖氏硬度计检定时采用的标准肖氏硬度块应符合 JJG 347 的要求。检测硬度均匀度要求高的轧辊时,标准肖氏硬度块在硬度范围大于 75HSD 时的均匀度应 $\leq 1.2\text{HSD}$ 。

5.1.4 肖氏硬度计、硬度块按 JJG 346、JJG 347 的规定进行检定。

5.1.5 肖氏硬度计日常比对宜采用标准肖氏硬度块进行。

5.2 里氏硬度计

5.2.1 轧辊里氏硬度测试通常采用 D 型,如有需要,可采用其他类型冲击装置。里氏硬度计的示值误差应不大于 $\pm 12\text{HL}$,重复性应不大于 12HL 。检测硬度均匀度要求高的轧辊时,里氏硬度计的示值误差应不大于 $\pm 9\text{HL}$,重复性应不大于 9HL 。

5.2.2 里氏硬度计的主要技术参数和检定时采用的标准里氏硬度块应符合 JJG 747 的要求。检测硬度均匀度要求高的轧辊时,标准里氏硬度块在硬度范围大于 760HL 时的均匀度应 $\leq 6\text{HL}$ 。

5.2.3 里氏硬度计、硬度块按 JJG 747 的规定进行检定。

5.2.4 里氏硬度计日常比对宜采用标准里氏硬度块进行。

6 被测轧辊

6.1 采用肖氏硬度计检测时,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 采用 D 型里氏硬度计检测时,轧辊直径应不小于 30 mm ,被测片状轧辊厚度应不小于 5 mm ,如不在试台上测试,轧辊质量应大于 5 kg 。

6.3 测试表面粗糙度 $Ra \leq 1.6\text{ }\mu\text{m}$ 。

6.4 采用其他类型里氏硬度计检测时,对被测轧辊的要求应符合 GB/T 17394 的规定。

6.5 在制备试样表面时,应尽量避免由于受冷、热加工等对试样表面硬度的影响。

6.6 轧辊表面应清洁,无磁性、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 测试前肖氏/里氏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/里氏硬度块校验。

7.1.2 被测轧辊应稳固地水平放置。

7.1.3 轧辊硬度测试一般应在 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度下进行,现场不能有强烈振动、严重粉尘、腐蚀性介质或强磁场。

7.2 测试操作

7.2.1 肖氏硬度测试

7.2.1.1 硬度测试时,应按 GB/T 4341 操作,硬度计可采用 V 型支架或手持,必须保证计测筒垂直状态。

7.2.1.2 在试台上测试硬度时压紧力约为 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。

7.2.1.3 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。

7.2.1.4 硬度测量时,两相邻压痕中心距离不应小于 2 mm。压痕中心距试样边缘的距离不应小于 4 mm,同一压痕不得重复冲击。

7.2.2 里氏硬度测试

7.2.2.1 硬度测试前,根据轧辊直径选择适当的支撑环,以保证冲头冲击瞬间位置偏差在±0.5 mm 之内。

7.2.2.2 硬度测试按以下程序进行:

- a) 向下推动加载套或用其他方式锁住冲击体;
- b) 将冲击装置支撑环紧压在轧辊表面上,冲击方向应与试验面垂直;
- c) 平稳地按动冲击装置释放钮;
- d) 读取硬度示值。

7.2.2.3 硬度测试时,冲击装置应尽可能垂直向下,对于其他冲击方向所测定的硬度值,如果硬度计没有修正功能,应按 GB/T 17394—1998 中附录 A 进行修正。

7.2.2.4 对于小质量的轧辊,在试验时应予以适当的固定或耦合以保证冲击时不产生位移或弹动。

7.2.2.5 硬度测量时,两相邻压痕中心距离不应小于 4 mm。压痕中心距试样边缘的距离不应小于 5 mm,同一压痕不得重复冲击。

7.3 测试部位及点数

7.3.1 对碳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。

辊身直径 ϕ /mm	辊 身			辊 颈	
	点 距		母线数	各辊颈每条母 线测试点数	母线数
	辊身长度 $\leq 1\,200$ mm	辊身长度 $> 1\,200$ mm			
≤ 300	≤ 150	≤ 200	2	1	1
> 300			4	2	2

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

表 2

辊身直径 ϕ /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	
			$\leq 2\,000$	$> 2\,000$	≤ 600	> 600
≤ 600	2	2	3	5	1	2
> 600	4	2	3	5	2	2

7.3.3 一般用途的铸钢、铸铁及普通锻钢轧辊应至少在一条母线上测试,辊身不少于 3 个测试点,辊颈至少 1 个测试点。

7.3.4 辊身及辊颈表面硬度测试母线在辊身圆周方向均布。

7.3.5 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。

7.3.6 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。

7.3.7 测试点的硬度一般是指通过该点母线 30 mm 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/T 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 重新测定。

9 试验报告

试验报告应包括以下内容:

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

附录 A
(资料性附录)
硬度换算表

表 A.1 系采用肖氏硬度基准机和洛氏硬度基准机,在试块上进行硬度比对试验后,将数据数学归纳做出 HSD-HRC 硬度换算表,再与 GB/T 1172—1999 联用得到。

表 A.1 硬度换算表

肖氏 HSD	洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 HBW ($F/D^2=30$)	肖氏 HSD	洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 HBW ($F/D^2=30$)	肖氏 HSD	洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 HBW ($F/D^2=30$)
34.0	20.0	226	225	56.0	42.8	414	401	78.0	57.9	654	627
34.5	20.8	230	228	56.5	43.2	418	405	78.5	58.2	660	630
35.0	21.5	233	232	57.0	43.6	422	410	79.0	58.5	666	634
35.5	22.2	236	235	57.5	44.0	428	415	79.5	58.8	671	637
36.0	22.9	240	239	58.0	44.4	433	420	80.0	59.1	678	640
36.5	23.6	244	242	58.5	44.7	438	424	80.5	59.4	685	642
37.0	24.2	249	246	59.0	45.1	443	429	81.0	59.7	692	644
37.5	24.9	252	250	59.5	45.5	448	435	81.5	60.0	698	647
38.0	25.5	256	254	60.0	45.8	454	440	82.0	60.3	705	649
38.5	26.1	260	257	60.5	46.2	458	444	82.5	60.6	711	651
39.0	26.7	264	261	61.0	46.6	462	448	83.0	60.9	718	—
39.5	27.3	267	265	61.5	46.9	466	453	83.5	61.2	725	—
40.0	27.9	272	269	62.0	47.3	471	458	84.0	61.5	733	—
40.5	28.5	276	273	62.5	47.6	476	464	84.5	61.8	741	—
41.0	29.1	281	277	63.0	48.0	482	470	85.0	62.1	748	—
41.5	29.7	287	281	63.5	48.3	487	475	85.5	62.4	756	—
42.0	30.2	290	285	64.0	48.7	492	481	86.0	62.6	763	—
42.5	30.7	293	289	64.5	49.0	497	486	86.5	62.9	770	—
43.0	31.3	297	293	65.0	49.4	502	491	87.0	63.2	776	—
43.5	31.8	301	297	65.5	49.7	507	497	87.5	63.5	782	—
44.0	32.3	305	301	66.0	50.0	512	502	88.0	63.8	789	—
44.5	32.8	309	305	66.5	50.4	518	508	88.5	64.0	795	—
45.0	33.3	314	309	67.0	50.7	523	514	89.0	64.3	802	—
45.5	33.8	318	313	67.5	51.1	528	519	89.5	64.6	810	—
46.0	34.3	323	317	68.0	51.4	534	525	90.0	64.8	817	—
46.5	34.8	329	321	68.5	51.7	539	531	90.5	65.1	823	—
47.0	35.3	333	325	69.0	52.1	545	536	91.0	65.4	830	—
47.5	35.7	338	329	69.5	52.4	551	542	91.5	65.6	838	—
48.0	36.2	343	333	70.0	52.7	556	548	92.0	65.9	847	—
48.5	36.6	347	337	70.5	53.1	562	554	92.5	66.1	855	—
49.0	37.1	351	341	71.0	53.4	568	560	93.0	66.4	862	—
49.5	37.5	355	346	71.5	53.7	573	565	93.5	66.6	869	—
50.0	38.0	360	350	72.0	54.0	578	569	94.0	66.9	875	—
50.5	38.4	364	354	72.5	54.4	585	575	94.5	(67.1)	881	—
51.0	38.8	367	358	73.0	54.7	590	580	95.0	(67.3)	888	—
51.5	39.2	371	362	73.5	55.0	596	585	95.5	(67.6)	895	—
52.0	39.7	377	366	74.0	55.3	602	590	96.0	(67.8)	902	—
52.5	40.1	382	370	74.5	55.7	608	595	96.5	(68.0)	909	—
53.0	40.5	387	375	75.0	56.0	615	601	97.0	(68.2)	(916)	—
53.5	40.9	393	380	75.5	56.3	621	605	97.5	(68.5)	(923)	—
54.0	41.3	397	384	76.0	56.6	627	610	98.0	(68.7)	(930)	—
54.5	41.7	401	388	76.5	56.9	634	615	98.5	(68.9)	(937)	—
55.0	42.1	405	392	77.0	57.2	641	618	99.0	(69.1)	(944)	—
55.5	42.5	410	397	77.5	57.6	648	623	99.5	(69.3)	(951)	—

注:表中括弧表示当超过仪器的测量范围时,数据仅供参考。

附录 B

(资料性附录)

HSD-HLD 硬度对照表

表 B.1、表 B.2、表 B.3 系采用肖氏硬度工作机和里氏硬度工作机,在锻钢、铸铁、铸钢轧辊实物上进行硬度比对试验后,将数据数学归纳做出的 HSD-HLD 硬度对照表。

表 B.1 锻钢轧辊 HSD-HLD 硬度对照表

肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD
35	517	50	622	65	710	80	791	95	863
36	525	51	628	66	715	81	796	96	868
37	532	52	634	67	721	82	801	97	872
38	540	53	640	68	726	83	805	98	875
39	548	54	646	69	732	84	810	99	880
40	555	55	653	70	737	85	815	100	884
41	562	56	659	71	742	86	820	101	888
42	569	57	665	72	747	87	825	102	894
43	576	58	671	73	753	88	830	103	898
44	582	59	677	74	758	89	835	104	902
45	588	60	683	75	764	90	839	105	906
46	594	61	688	76	770	91	844	—	—
47	601	62	693	77	775	92	849	—	—
48	608	63	699	78	781	93	853	—	—
49	615	64	704	79	786	94	858	—	—

表 B.2 铸铁轧辊 HSD-HLD 硬度对照表

肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD
30	477	45	585	60	677	75	761
30.5	481	45.5	589	60.5	680	75.5	763
31	484	46	592	61	683	76	766
31.5	488	46.5	596	61.5	687	76.5	768
32	491	47	599	62	690	77	771
32.5	495	47.5	603	62.5	693	77.5	773
33	498	48	606	63	696	78	776
33.5	502	48.5	609	63.5	699	78.5	778
34	505	49	612	64	702	79	781
34.5	509	49.5	615	64.5	705	79.5	784
35	512	50	618	65	708	80	786
35.5	516	50.5	621	65.5	711	80.5	789
36	519	51	624	66	714	81	791
36.5	523	51.5	627	66.5	717	81.5	794
37	526	52	630	67	720	82	796
37.5	530	52.5	633	67.5	723	82.5	799
38	533	53	636	68	726	83	801
38.5	537	53.5	640	68.5	728	83.5	804
39	540	54	643	69	731	84	806
39.5	543	54.5	646	69.5	733	84.5	809
40	547	55	649	70	736	85	811
40.5	550	55.5	652	70.5	739	85.5	814
41	554	56	655	71	741	86	816
41.5	558	56.5	658	71.5	744	86.5	819
42	562	57	660	72	746	87	821
42.5	566	57.5	663	72.5	748	87.5	824
43	570	58	666	73	751	88	826
43.5	574	58.5	668	73.5	753	—	—
44	578	59	671	74	756	—	—
44.5	581	59.5	674	74.5	758	—	—

表 B.3 铸钢轧辊 HSD-HLD 对照表

肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD	肖氏 HSD	里氏 HLD
25	441	40	546	55	649	70	732
25.5	445	40.5	550	55.5	652	70.5	735
26	448	41	553	56	655	71	737
26.5	452	41.5	557	56.5	658	71.5	740
27	455	42	560	57	661	72	742
27.5	459	42.5	564	57.5	664	72.5	745
28	462	43	567	58	667	73	747
28.5	466	43.5	571	58.5	670	73.5	750
29	469	44	574	59	673	74	752
29.5	473	44.5	578	59.5	676	74.5	755
30	476	45	581	60	679	75	757
30.5	480	45.5	585	60.5	682	—	—
31	483	46	588	61	685	—	—
31.5	487	46.5	592	61.5	688	—	—
32	490	47	595	62	691	—	—
32.5	494	47.5	599	62.5	694	—	—
33	497	48	602	63	697	—	—
33.5	501	48.5	606	63.5	700	—	—
34	504	49	609	64	702	—	—
34.5	508	49.5	613	64.5	705	—	—
35	511	50	616	65	707	—	—
35.5	515	50.5	620	65.5	710	—	—
36	518	51	623	66	712	—	—
36.5	522	51.5	627	66.5	715	—	—
37	525	52	630	67	717	—	—
37.5	529	52.5	634	67.5	720	—	—
38	532	53	637	68	722	—	—
38.5	536	53.5	640	68.5	725	—	—
39	539	54	643	69	727	—	—
39.5	543	54.5	646	69.5	730	—	—