ICS 77.140.70
H 44

中华人民共和国国家标准

GB/T 9945—2012
代替 GB/T 9945—2001

热 轧 球 扁 钢

Hot-rolled bulb flats

2012-11-05 发布 2013-05-01 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

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 9945—2001《热轧球扁钢》。

本标准与 GB/T 9945—2001 相比主要变化如下：

——球头肩部圆角半径 r 修改为≤6 mm，标识修改为 r_2；

——删除了 GB/T 9945—2001 的表 2；

——增加了腹板边部焊接角要求；

——增加了牌号 EH40；

——化学成分加严了各牌号 P、S 要求；

——取消了冷弯检验要求。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准主要起草单位：重庆钢铁股份有限公司、常熟市龙腾特种钢有限公司、南京钢铁股份有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本标准主要起草人：原建华、季丙元、杜大松、吴旭春、赵勋、刘宝石、王端军、叶国华、张丽明、杨守东、侯捷。

本标准所代替标准历次版本发布情况：

——GB/T 9945—1988、GB/T 9945—2001。

热 轧 球 扁 钢

1 范围

本标准规定了球扁钢的订货内容、型号、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书等。

本标准适用于船舶制造、海洋工程及钢结构等用途的热轧不对称球扁钢。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法

GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青S分光光度法

GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量

GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钽试剂萃取光度法测定钒含量

GB/T 223.16 钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量

GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量

GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚S分光光度法

GB/T 223.54 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定镍量

GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量

GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量

GB/T 223.69 钢铁及合金 碳含量的测定 管式炉内燃烧后气体容量法

GB/T 223.72 钢铁及合金 硫含量的测定 重量法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 2975 钢及钢产品 力学性能试验取样位置及试样的制备

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 火花源原子发射光谱分析方法(常规法)

GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定原则

3 订货内容

按本标准订货的合同或订单应包括下列内容：

a) 标准编号；

b) 产品名称；

c) 牌号；

d) 交货状态；

e) 型号、长度；

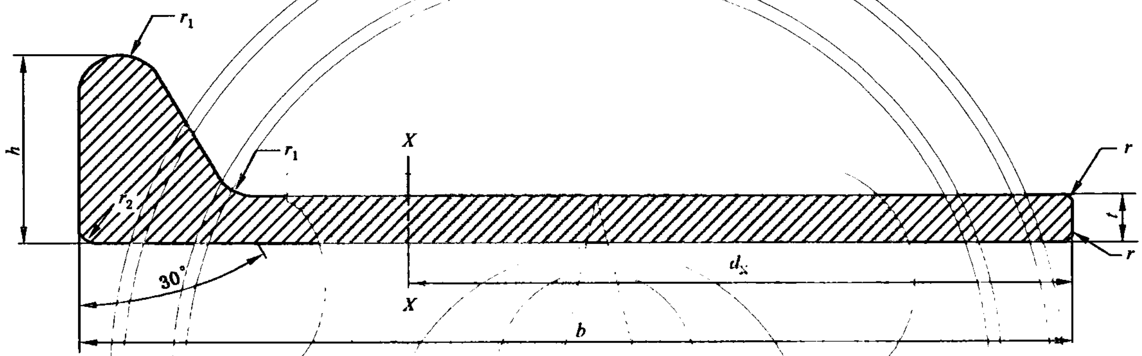
f) 重量。

4 型号、尺寸、外形、重量及允许偏差

4.1 尺寸

4.1.1 截面尺寸及允许偏差

4.1.1.1 球扁钢的截面图示及标注符号如图 1 所示。



说明：

h ——高度；

b ——宽度；

t ——腹板厚度；

r_1 ——球顶面与腹板间的圆角半径、球端圆角半径；

r_2 ——球头肩部圆角半径；

r ——腹板端部的圆角半径；

d_X——重心距离。

图 1 球扁钢截面图示

4.1.1.2 球扁钢的型号、公称尺寸、截面面积、理论重量、截面特性参数应符合表 1 的规定。

表 1 公称尺寸、截面面积、理论重量、截面特性参数

型 号	公称尺寸 mm						截面面积[b] cm²	理论重量 kg/m	重心距离 d_X cm	X-X 轴特征值	
	b	t	h	r_1[a]	r_2[a,b]	r[a]				I_X cm⁴	W_X cm³
80×5	80	5	19	4		≤1.5	5.41	4.25	4.90	33.87	6.9
80×6	80	6	20	4		≤2	6.21	4.88	4.78	38.70	8.1
100×7	100	7	22.5	4.5		≤2	8.74	6.86	5.87	85.30	14.5
100×8	100	8	23.5	4.5	≤6	≤2	9.74	7.65	5.78	94.30	16.3
120×6	120	6	23	5		≤2	9.32	7.32	7.21	133	18.5
120×7	120	7	24	5		≤2	10.52	8.26	7.07	149	21.0
120×8	120	8	25	5		≤2	11.72	9.20	6.96	165	23.6

表 1（续）

型 号	公称尺寸 mm						截面面积[b] cm²	理论重量 kg/m	重心距离 d_X cm	X-X 轴特征值	
	b	t	h	r_1^a	$r_2^{a,b}$	r^a				I_X cm⁴	W_X cm³
140×7	140	7	26	5.5		≤2	12.43	9.75	8.32	241	29.0
140×8	140	8	27	5.5		≤2	13.83	10.85	8.18	266	32.5
140×10	140	10	29	5.5		≤3	16.63	13.05	7.99	315	39.5
160×7	160	7	29	6		≤2	14.60	11.46	9.66	373	38.6
160×8	160	8	30	6		≤2	16.20	12.72	9.50	411	43.3
160×9	160	9	31	6		≤2	17.80	13.97	9.37	449	47.9
160×11	160	11	33	6		≤3	21.00	16.49	9.16	522	57.0
180×8	180	8	33	7		≤2	18.86	14.80	10.89	609	55.9
180×9	180	9	34	7		≤2	20.66	16.22	10.73	664	61.8
180×10	180	10	35	7		≤3	22.46	17.63	10.59	717	67.7
180×11	180	11	36	7		≤3	24.26	19.04	10.47	770	73.5
200×9	200	9	37	8		≤2	23.66	18.57	12.12	942	77.7
200×10	200	10	38	8		≤3	25.66	20.14	11.96	1 017	85.1
200×11	200	11	39	8		≤3	27.66	21.71	11.82	1 091	92.3
200×12	200	12	40	8		≤3	29.66	23.28	11.69	1 164	99.5
220×10	220	10	41	9		≤3	29.00	22.77	13.35	1 396	105
220×11	220	11	42	9	≤6	≤3	31.20	24.50	13.19	1 496	114
220×12	220	12	43	9		≤3	33.40	26.22	13.04	1 595	122
240×10	240	10	44	10		≤3	32.49	25.50	14.77	1 865	126
240×11	240	11	45	10		≤3	34.89	27.39	14.58	1 997	137
240×12	240	12	46	10		≤3	37.29	29.27	14.42	2 127	148
260×10	260	10	47	11		≤3	36.11	28.35	16.22	2 434	150
260×11	260	11	48	11		≤3	38.71	30.39	16.00	2 605	163
260×12	260	12	49	11		≤3	41.31	32.43	15.81	2 774	175
280×11	280	11	51	12		≤3	42.68	33.50	17.44	3 333	191
280×12	280	12	52	12		≤3	45.48	35.70	17.23	3 547	206
280×13	280	13	53	12		≤3	48.28	37.90	17.04	3 757	221
300×11	300	11	54	13		≤3	46.78	36.70	18.90	4 192	222
300×12	300	12	55	13		≤3	49.79	39.09	18.70	4 459	239
300×13	300	13	56	13		≤3	52.79	41.44	18.45	4 722	256
320×12	320	12	58	14		≤3	54.25	42.60	20.12	5 525	275
320×13	320	13	59	14		≤3	57.25	45.09	19.89	5 849	294
320×14	320	14	60	14		≤4	60.85	47.60	19.68	6 168	313
340×12	340	12	61	15		≤3	58.84	46.20	21.69	6 757	313
340×13	340	13	62	15		≤3	62.24	48.86	21.34	7 152	335
340×14	340	14	63	15		≤4	65.54	51.50	21.10	7 540	357

表 1（续）

型号	公称尺寸 mm						截面面积[b] cm^2	理论重量 kg/m	重心距离 d_X cm	X-X 轴特征值	
	b	t	h	r_1^a	$r_2^{a,b}$	r^a				I_X cm^4	W_X cm^3
370×13	370	13	66.5	16.5		≤3	69.70	54.70	23.54	9 469	402
370×14	370	14	67.5	16.5		≤4	73.40	57.60	23.29	9 980	429
370×15	370	15	68.5	16.5		≤4	77.10	60.50	23.06	10 483	456
400×14	400	14	72	18		≤4	81.48	63.96	25.49	12 924	507
400×15	400	15	73	18	≤6	≤4	85.48	67.10	25.24	13 573	538
400×16	400	16	74	18		≤4	89.48	70.20	25.00	14 211	568
430×14	430	14	76.5	19.5		≤4	89.70	70.60	27.70	16 427	592
430×15	430	15	77.5	19.5		≤4	94.19	73.90	27.46	17 249	629
430×17	430	17	79.5	19.5		≤4	102.79	80.70	26.95	18 911	703
430×19	430	19	81.5	19.5		≤4	111.39	87.40	26.53	20 413	770
430×20	430	20	82.5	19.5		≤4	115.00	90.80	26.30	21 180	804

[a] r、r_1 尺寸在车削轧辊时检查。

[b] 船用球扁钢的 r_2 应不小于 2 mm。

4.1.1.3 球扁钢截面尺寸允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 尺寸允许偏差

单位为毫米

公称尺寸 b	允许偏差		
	b	t	h
80～120	±1.5	$^{+0.7}_{-0.3}$	±0.5
>120～180	±2.0	$^{+1.0}_{-0.3}$	±0.8
>180～300	±3.0	$^{+1.1}_{-0.3}$	±1.0
>300～430	±4.0	$^{+1.3}_{-0.3}$	±1.1

4.1.1.4 腹板边部焊接角 θ 不得大于 4°，如图 2 所示。

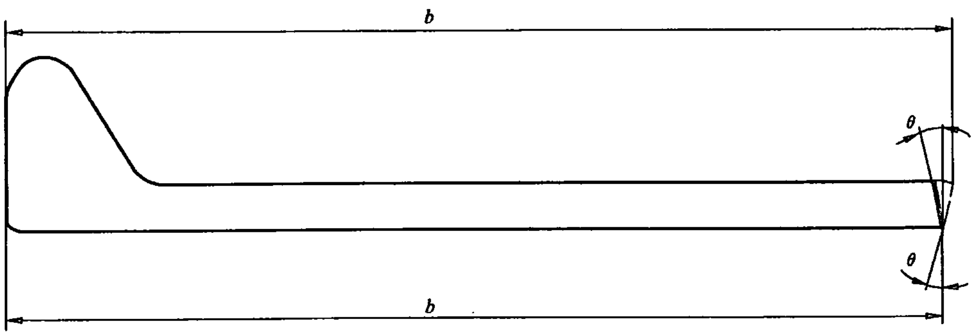


图 2 腹板边部焊接角

4.1.1.5 球部形状需填充饱满，不得有明显缺肉，必要时用专用样板检查。

4.1.2 长度及允许偏差

4.1.2.1 球扁钢的通常长度为 4 000 mm～12 000 mm。

4.1.2.2 球扁钢的长度允许偏差为 $^{+80}_{\ 0}$ mm。

4.2 外形

4.2.1 弯曲度

球扁钢每米弯曲度应不大于 3 mm，总弯曲度应不大于总长度的 0.3%。

4.2.2 扭转

球扁钢不得有明显的扭转。

4.2.3 端部切斜

球扁钢端部切斜不得大于 5 mm。

4.3 重量

球扁钢按理论重量交货，交货的理论重量按定倍尺长度计算。交货的理论重量与实际重量允许有一定偏差，当交货重量不小于 5 t 时，其偏差为 $^{+6\%}_{-2\%}$，当交货重量小于 5 t 时，其偏差为 $^{+8\%}_{-2.7\%}$。球扁钢也可按实际重量交货，但应在合同中注明。

5 技术要求

5.1 牌号和化学成分

5.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼成分)应符合表 3 的规定。

表 3 化学成分

钢类	牌号	化学成分(质量分数)/%								
		C	Si	Mn[a]	P	S	Nb	V	Ti	Als[b]
一般强度钢	A	≤0.21[c]	≤0.50	≥0.50	≤0.035	≤0.035	—	—	—	—
	B		≤0.35	≥0.60						
	D			≥0.60	≤0.030	≤0.030				≥0.15
	E	≤0.18		≥0.70	≤0.025	≤0.025				

表 3（续）

<table>
<tr><th rowspan="2">钢类</th><th rowspan="2">牌号</th><th colspan="9">化学成分（质量分数）/%</th></tr>
<tr><th>C</th><th>Si</th><th>Mn[a]</th><th>P</th><th>S</th><th>Nb</th><th>V</th><th>Ti</th><th>Als[b]</th></tr>
<tr><td rowspan="9">高强度钢</td><td>AH32</td><td rowspan="9">≤0.18</td><td rowspan="9">≤0.50</td><td rowspan="9">0.90～1.60</td><td rowspan="3">≤0.030</td><td rowspan="3">≤0.030</td><td rowspan="9">0.020～0.050[d]</td><td rowspan="9">0.050～0.100[d]</td><td rowspan="9">≤0.020[d]</td><td rowspan="9">≥0.015[d]</td></tr>
<tr><td>AH36</td></tr>
<tr><td>AH40</td></tr>
<tr><td>DH32</td><td rowspan="6">≤0.025</td><td rowspan="6">≤0.025</td></tr>
<tr><td>DH36</td></tr>
<tr><td>DH40</td></tr>
<tr><td>EH32</td></tr>
<tr><td>EH36</td></tr>
<tr><td>EH40</td></tr>
<tr><td colspan="11">[a] 当 AH32～EH40 钢材的厚度≤12.5 mm 时，Mn 的最小值可为 0.70%。
[b] 可测定总铝含量代替酸溶铝含量，此时总铝含量应不小于 0.020%。
[c] A 钢的碳，最大可到 0.23%。
[d] 细化晶粒元素 Al、Nb、V、Ti 可以单独加入或以任一组合形式加入。当单独加入时，其含量应符合表中规定值，若混合加入两种或两种以上细化晶粒元素时，则表中对单一元素含量下限的规定不适用，且 Nb+V+Ti≤0.12%。</td></tr>
</table>

5.1.2 一般强度钢，钢中铜含量应不大于 0.35%，铬、镍含量应各不大于 0.30%。供方若能保证合格可不作分析。

5.1.3 高强度钢中残余元素含量应符合表 4 的规定。

表 4 残余元素

残余元素	Ni	Cr	Cu	Mo
质量分数/%	≤0.40	≤0.20	≤0.30	≤0.08

5.1.4 一般强度钢的碳当量 $Ceq=C+\frac{1}{6}Mn\leq 0.40\%$。

5.1.5 供需双方协商，高强度钢可提供碳当量要求，碳当量计算公式：$Ceq=C+\frac{1}{6}Mn+\frac{1}{5}(Cr+Mo+V)+\frac{1}{15}(Ni+Cu)$。

5.1.6 成品钢材的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

5.1.7 经供需双方协议，可供应表 3 以外的其他牌号的球扁钢，化学成分和力学性能指标由供需双方协商确定。

5.2 冶炼方法

钢由氧气转炉或电炉冶炼，需要时，可进行炉外精炼。

5.3 交货状态

球扁钢以热轧、控轧或热处理状态交货。

5.4 力学性能

5.4.1 球扁钢的力学性能应符合表 5 的规定。

表 5 力学性能

牌号	屈服强度[a] R_{eH}/MPa	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率 A/%	冲击吸收能量 KV_2/J		
				温度/℃	纵向	横向
A	≥235	400～520	≥22	—	—	—
B				0	≥27	≥20
D				−20		
E				−40		
AH32	≥315	440～570	≥22	0	≥31	≥22
DH32				−20		
EH32				−40		
AH36	≥355	490～620	≥21	0	≥34	≥24
DH36				−20		
EH36				−40		
AH40	≥390	510～660	≥20	0	≥41	≥27
DH40				−20		
EH40				−40		

[a] 当屈服现象不明显时，屈服强度取 $R_{P0.2}$。

5.4.2 表 5 所列是 10 mm×10 mm×55 mm 标准试样的冲击吸收能量，当采用 7.5 mm×10 mm×55 mm和 5 mm×10 mm×55 mm 小尺寸试样做冲击试验时，其试验结果应符合表 6 的规定。

表 6 小尺寸试样冲击吸收能量

牌号	试样尺寸 mm	冲击吸收能量 KV_2 J 不小于	
		纵向	横向
B D E	10×7.5	22	17
	10×5	18	13
AH32 DH32 EH32	10×7.5	26	18
	10×5	21	15

表 6（续）

牌　号	试样尺寸 mm	冲击吸收能量 KV_2 J 不小于	
		纵向	横向
AH36 DH36 EH36	10×7.5	28	20
	10×5	23	16
AH40 DH40 EH40	10×7.5	34	23
	10×5	27	18

5.4.3　若订货合同未注明，冲击试验仅做纵向试验。

5.5　表面质量

5.5.1　球扁钢表面不应有气泡、结疤、裂纹、折叠、夹杂和压入氧化铁皮等有害缺陷。不应有目视可见的分层。

5.5.2　球扁钢的表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈及由于压入氧化铁皮和轧辊所造成的粗糙、网纹、划痕及其他局部缺陷，但其深度不应大于厚度负偏差，并应保证钢材允许的最小厚度。

5.5.3　球扁钢表面缺陷允许清除，清除处应圆滑无棱角，清除宽度不得小于清除深度的 5 倍，清除深度从实际尺寸算起不应大于厚度公差的一半，并保证最小厚度。球扁钢不应进行横向清除缺陷。

5.5.4　球扁钢表面缺陷不允许进行焊补。

6　试验方法

6.1　球扁钢的检验项目、取样数量、取样方法、试验方法应符合表 7 的规定。

6.2　检验结果的数值修约应符合 YB/T 081 的规定。

表 7　试验方法

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学成分	每炉 1 个	GB/T 20066	GB/T 223 或 GB/T 4336
2	拉伸试验	每批 1 个	GB/T 2975	GB/T 228.1
3	冲击试验	每批 3 个	GB/T 2975	GB/T 229
4	尺寸、外形	逐支		符合精度要求的适宜量具
5	表面	逐支		目视

7　检验规则

7.1　检查和验收

球扁钢的质量由供方质量技术监督部门进行检查和验收，需方有权对本标准或合同所规定的任一

检验项目进行检查和验收。

7.2 组批规则

球扁钢应按批验收,每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一热处理状态的钢材组成。一般强度 A、B、D 球扁钢每批重量不得大于 50 t,一般强度 E 和高强度球扁钢每批重量不得大于 25 t。

7.3 取样位置

应从球扁钢腹板$\frac{1}{3}$处切取矩形拉力和冲击样坯,如图 3 所示。

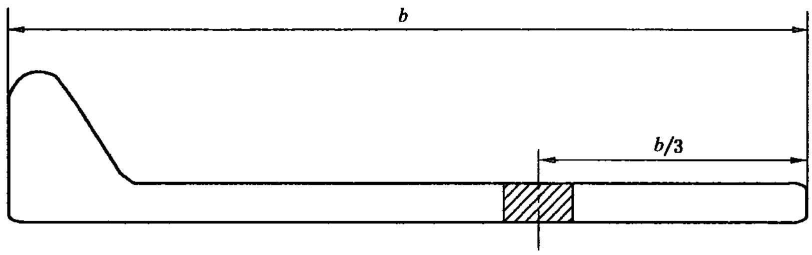


图 3 取样位置

7.4 复验与判定规则

球扁钢检验项目的复验与判定规则应符合 GB/T 2101 的规定。

8 包装、标志及质量证明书

8.1 包装

8.1.1 球扁钢应按同一倍尺叠落整齐、包装捆扎牢固。

8.1.2 球扁钢应成捆交货。

8.2 标志

球扁钢的标志应符合 GB/T 2101 的规定。

8.3 质量证明书

8.3.1 球扁钢质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

8.3.2 根据需方要求可提供中英文对照的质量证明书。