



中华人民共和国国家标准

GB/T 9945—2025

代替 GB/T 9945—2012

热轧球扁钢

Hot-rolled bulb flats

2025-06-30 发布

2026-01-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会

发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 9945—2012《热轧球扁钢》，与 GB/T 9945—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了适用范围(见第 1 章,2012 年版的第 1 章)；
- 增加了球扁钢型号(见表 1)；
- 更改了球扁钢的理论重量(见表 1,2012 年版的表 1)；
- 更改了球扁钢通常长度要求(见 5.1.2,2012 年版的 4.1.2)；
- 更改了弯曲度要求(见 5.2.1,2012 年版的 4.2.1)；
- 增加了端部毛刺要求(见 5.2.3)；
- 增加了球头弯曲变形的要求(见 5.2.4)；
- 更改了球扁钢的重量允许偏差(见 5.3,2012 年版的 4.3)；
- 更改了高强度球扁钢化学成分中细化晶粒元素组合运用时的数值(见表 3,2012 年版的表 3)；
- 更改了表面质量要求(见 6.5,2012 年版的 5.5)；
- 更改了组批规则(见 8.2,见 2012 年版的 7.2)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：常熟市龙腾特种钢有限公司、泰兴市聚峰压延科技有限公司、宿迁南钢金鑫轧钢有限公司、鞍山紫竹轻型特钢有限公司、冶金工业信息标准研究院。

本文件主要起草人：季丙元、徐胜、赵勋、李春善、吴家君、刘宝石、蒲红兵、江坤、刘俊军、洪泽、王玉婕、马良、徐昊驰、周军。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1988 年首次发布为 GB/T 9945—1988,2001 年第一次修订,2012 第二次修订；
- 本次为第三次修订。

热 轧 球 扁 钢

1 范围

本文件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、检验规则、包装、标志及质量证明书等,描述了相应的试验方法。

本文件适用于船舶制造、海洋工程、桥梁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

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;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 223.26 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 镍含量的测定 火焰原子吸收光谱法
- 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 锰含量的测定 高碘酸钠(钾)分光光度法
- 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 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(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
- GB/T 20123 钢铁总碳硫含量的测定高频感应炉燃烧后红外吸收法
- GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- 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 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

热轧 as-rolled;AR

钢材未经任何特殊轧制和/或热处理的状态。

3.2

正火轧制 normalizing rolling;NR

终轧变形是在正火温度范围内进行,随后在空气中冷却,得到与正火处理相当的材料性能的轧制工艺。

注:正火轧制也称控制轧制(CR)。

3.3

正火 normalizing; N

将轧制钢加热到临界温度(Ac3)以上,并在奥氏体再结晶温度区的下沿保温一段规定时间,随后空气冷却。此方法以细化晶粒尺寸和均匀显微组织来改善热轧钢的力学性能。

4 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容:

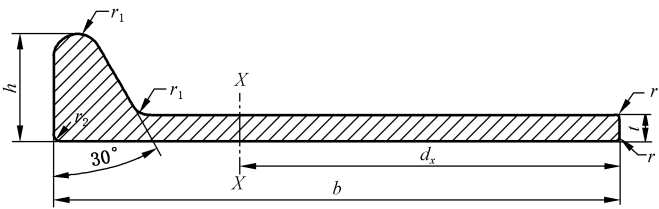
- a) 本文件编号;
- b) 产品名称;
- c) 牌号;
- d) 交货状态;
- e) 型号、长度;
- f) 重量。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 尺寸

5.1.1 截面尺寸及允许偏差

5.1.1.1 球扁钢的截面图示如图 1 所示。



标引符号说明:

- 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 球扁钢的截面图示

5.1.1.2 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 球扁钢的型号、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 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^c				I_x cm ⁴	W_x cm ³
80×5	80	5	19	4	≤6	≤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
80×7	80	7	21	4		≤2	7.02	5.51	4.69	43.40	9.2
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		≤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	6.69	165	23.6
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	10.9	8.18	266	32.5
140×9	140	9	28	5.5		≤2	15.22	12.0	8.07	297	36.0
140×10	140	10	29	5.5		≤3	16.63	13.1	7.99	315	39.5
160×7	160	7	29	6		≤2	14.60	11.5	9.66	373	38.6
160×8	160	8	30	6		≤2	16.20	12.7	9.50	411	43.3
160×9	160	9	31	6		≤2	17.80	14.0	9.37	449	47.9
160×10	160	10	32	6		≤2	19.40	15.2	9.25	485	52.5
160×11	160	11	33	6		≤3	21.00	16.5	9.16	522	57.0
180×8	180	8	33	7		≤2	18.86	14.8	10.89	609	55.9
180×9	180	9	34	7		≤2	20.66	16.2	10.73	664	61.8
180×10	180	10	35	7		≤3	22.46	17.6	10.59	717	67.7
180×11	180	11	36	7		≤3	24.26	19.0	10.47	770	73.5
200×9	200	9	37	8		≤2	23.66	18.6	12.12	942	77.7
200×10	200	10	38	8		≤3	25.66	20.1	11.96	1017	85.1
200×11	200	11	39	8		≤3	27.66	21.7	11.82	1091	92.3
200×12	200	12	40	8		≤3	29.66	23.3	11.69	1164	99.5
220×10	220	10	41	9		≤3	29.00	22.8	13.35	1396	105
220×11	220	11	42	9		≤3	31.20	24.5	13.19	1496	114
220×12	220	12	43	9		≤3	33.40	26.2	13.04	1595	122
240×10	240	10	44	10		≤3	32.49	25.5	14.77	1865	126
240×11	240	11	45	10		≤3	34.89	27.4	14.58	1997	137
240×12	240	12	46	10		≤3	37.29	29.3	14.42	2127	148
260×10	260	10	47	11		≤3	36.11	28.4	16.22	2434	150
260×11	260	11	48	11		≤3	38.71	30.4	16.00	2605	163
260×12	260	12	49	11		≤3	41.31	32.4	15.81	2774	175
260×13	260	13	50	11		≤3	43.91	34.5	15.64	2939	188

表 1 球扁钢的型号、公称尺寸、截面面积、理论重量、截面特性参数 (续)

型号	公称尺寸 mm						截面 面积 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
280×11	280	11	51	12	≤6	≤3	42.68	33.5	17.44	3333	191
280×12	280	12	52	12		≤3	45.48	35.7	17.23	3547	206
280×13	280	13	53	12		≤3	48.28	37.9	17.04	3757	221
300×11	300	11	54	13		≤3	46.78	36.7	18.90	4192	222
300×12	300	12	55	13		≤3	49.79	39.1	18.70	4459	239
300×13	300	13	56	13		≤3	52.79	41.4	18.45	4722	256
320×12	320	12	58	14		≤3	54.25	42.6	20.12	5525	275
320×13	320	13	59	14		≤3	57.25	45.1	19.89	5849	294
320×14	320	14	60	14		≤4	60.85	47.6	19.68	6168	313
340×12	340	12	61	15		≤3	58.84	46.2	21.69	6757	313
340×13	340	13	62	15		≤3	62.24	48.9	21.34	7152	335
340×14	340	14	63	15		≤4	65.54	51.5	21.10	7540	357
340×15	340	15	64	15		≤4	68.97	54.1	20.91	7923	379
370×13	370	13	66.5	16.5		≤4	69.70	54.7	23.54	9469	402
370×14	370	14	67.5	16.5		≤4	73.40	57.6	23.29	9980	429
370×15	370	15	68.5	16.5		≤4	77.10	60.5	23.06	10483	456
370×16	370	16	69.5	16.5		≤4	80.76	63.4	22.85	10978	481
400×14	400	14	72	18		≤4	81.48	64.0	25.49	12924	507
400×15	400	15	73	18		≤4	85.48	67.1	25.24	13573	538
400×16	400	16	74	18		≤4	89.48	70.2	25.00	14211	568
430×14	430	14	76.5	19.5		≤4	89.70	70.6	27.70	16427	592
430×15	430	15	77.5	19.5		≤4	94.19	73.9	27.46	17249	629
430×16	430	16	78.5	19.5		≤4	98.34	77.2	27.19	18057	664
430×17	430	17	79.5	19.5		≤4	102.79	80.7	26.95	18911	703
430×19	430	19	81.5	19.5		≤4	111.39	87.4	26.53	20413	770
430×20	430	20	82.5	19.5		≤4	115.00	90.8	26.30	21180	804
^a r 、 r_1 、 r_2 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。											

5.1.1.3 球扁钢截面尺寸允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 球扁钢截面尺寸允许偏差

单位为毫米

公称尺寸 <i>b</i>	允许偏差		
	<i>b</i>	<i>t</i>	<i>h</i>
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

5.1.1.4 腹板边部焊接角 θ 不应大于 4° , 见图 2。

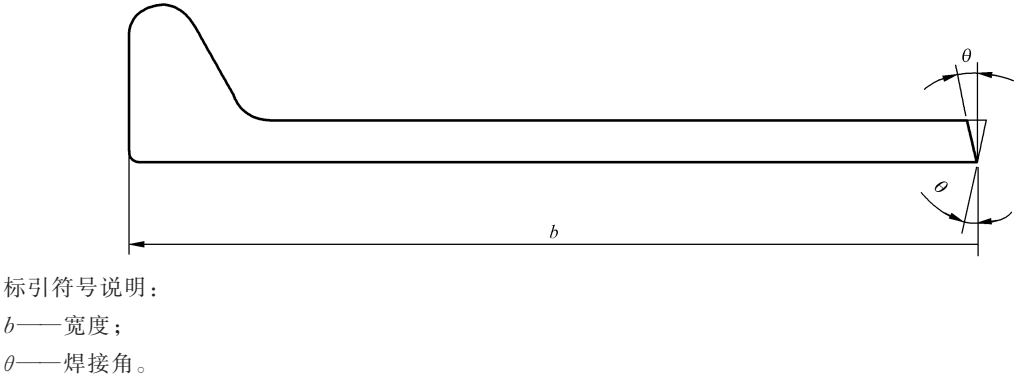


图 2 腹板边部焊接角

5.1.1.5 球部形状需填充饱满, 不应有明显缺肉, 必要时用专用样板检查。

5.1.2 长度及允许偏差

5.1.2.1 球扁钢的通常长度为 6 000 mm~18 000 mm。供需双方可协商其他特殊长度。

5.1.2.2 球扁钢的长度允许偏差为 $^{+80}_0$ mm。

5.2 外形

5.2.1 弯曲度

球扁钢每米弯曲度应不大于 2 mm, 总弯曲度应不大于总长度的 0.2%。

5.2.2 扭转

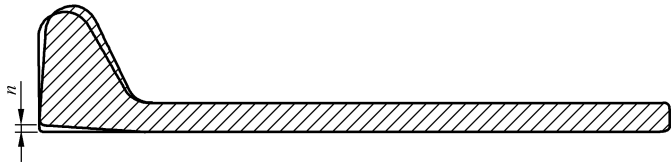
球扁钢不应有明显扭转。

5.2.3 端部切斜

球扁钢端部切斜不应大于 5 mm, 端面上不准许有大于 2 mm 的毛刺。

5.2.4 球头弯曲变形

球扁钢球头收缩后的向下弯曲变形量 n (如图 3 所示)不应大于 2 mm。



标引符号说明：
 n ——弯曲变形量。

图 3 球扁钢的球头弯曲变形

5.3 重量

球扁钢按理论重量交货。交货的理论重量与实际重量允许偏差范围为-3%~5%。球扁钢也可按实际重量交货,但应在合同中注明。

6 技术要求

6.1 牌号和化学成分

6.1.1 钢的牌号和化学成分(熔炼成分)应符合表 3 的规定。球扁钢应用于桥梁工程时,牌号按照桥梁用结构钢相应国家标准执行。

表 3 钢的牌号和化学成分(熔炼成分)

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	≥2.5C	≤0.035	≤0.035	—	—	—	—
	B		≤0.35	≥0.60						≥0.015
	D			≥0.60	≤0.030	≤0.030				
	E	≤0.18		≥0.70	≤0.025	≤0.025				
高强度钢	AH32	≤0.18	≤0.50	0.90~1.60	≤0.030	≤0.030	0.020~0.050 ^d	0.050~0.100 ^d	≤0.020 ^d	≥0.015 ^d
	AH36									
	AH40									
	DH32									
	DH36									
	DH40									
	EH32									
	EH36									
	EH40									

表 3 钢的牌号和化学成分（熔炼成分）（续）

钢类	牌 号	化 学 成 分 (质量分数) / %								
		C	Si	Mn ^a	P	S	Nb	V	Ti	Als ^b
^a 当 AH32~EH40 钢材的厚度≤12.5 mm 时, Mn 含量的最小值可为 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 钢的碳含量最大值可到 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: 1) 当采用 Al+Nb 时, 总铝含量不低于 0.015%, Nb 含量不低于 0.010%; 2) 当采用 Al+V 时, 总铝含量不低于 0.015%, V 含量不低于 0.030%。										

6.1.2 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。

6.1.3 高强度钢中残余元素含量应符合表 4 的规定。

表 4 高强度钢中残余元素含量

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

6.1.4 一般强度钢应符合: $C + Mn/6 \leq 0.40\%$ 。

6.1.5 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:

$$Ceq = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

6.1.6 钢材的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.1.7 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。

6.2 冶炼方法

钢由氧气转炉或电弧炉冶炼, 需要时, 可进行炉外精炼。

6.3 交货状态

球扁钢以热轧、正火轧制或正火热处理状态交货。

6.4 力学性能

6.4.1 球扁钢的力学性能应符合表 5 的规定。当球扁钢应用于桥梁工程时, 力学性能按照桥梁用结构钢相应国家标准执行。

表 5 球扁钢的力学性能

牌号	屈服强度 ^a R_{eH} MPa	抗拉强度 R_{m} MPa	断后伸长率 A %	夏比(V型缺口)冲击试验		
				温度 ℃	冲击吸收能量 KV_2 /J	
					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 $R_{\text{P}0.2\sigma}$						

6.4.2 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 小尺寸试样作冲击试验时,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

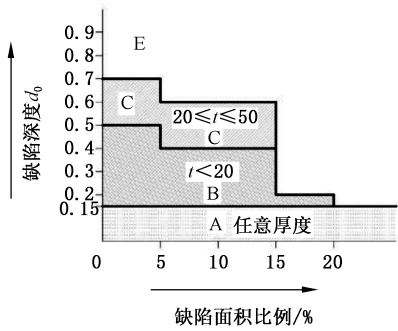
牌号	试样尺寸 mm	冲击吸收能量 KV_2 J 不小于	
		纵向	横向
B	10×7.5	22	17
D			
E	10×5	18	13
AH32	10×7.5	26	18
DH32			
EH32	10×5	21	15
AH36	10×7.5	28	20
DH36			
EH36	10×5	23	16
AH40	10×7.5	34	23
DH40			
EH40	10×5	27	18

6.4.3 若需方无特殊要求,冲击试验仅做纵向试验。

6.5 表面质量

6.5.1 对于球扁钢由轧制或存储过程中所产生的有害缺陷,如麻点、氧化铁皮、压痕、辊印、划痕和凹槽,不论数量多少,只要满足如下(图 4)所示的条件,则可接受:

- a) A 范围为优良区,只包含深度为 0.15 mm 以下的不必修整的表面缺陷;
- b) B 范围和 C 范围为合格区,包含允许存在不需要修整的表面缺陷,并表明各厚度允许的缺陷深度及面积的大小;
- c) E 范围为修整区,即存在不允许的表面缺陷,应进行修整;
- d) 缺陷修整方法:
 - 1) $d_0 < 0.07 t$ 时,磨平;打磨后的表面应光滑无棱角,清除宽度不应小于清除深度的 5 倍,并保证最小厚度;
 - 2) d_0 超出 $0.07 t$ 时,钢材报废。



标引符号说明:

d_0 —— 缺陷深度;

t —— 腹板厚度;

A —— 优良区范围;

B、C —— 合格区范围;

E —— 修整区范围。

图 4 缺陷深度和面积比例图

6.5.2 球扁钢表面缺陷不准许进行焊补。

7 试验方法

7.1 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。

7.2 钢的化学成分试验一般按 GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125 或其他通用的化学分析方法进行,仲裁时按 GB/T 223.5、GB/T 223.9、GB/T 223.12、GB/T 223.14、GB/T 223.16、GB/T 223.19、GB/T 223.26、GB/T 223.40、GB/T 223.54、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.69、GB/T 223.72 和 GB/T 20125 的规定进行。

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	1 个/炉	GB/T 20066	7.2
2	拉伸试验	1 个/批	GB/T 2975 和 8.3	GB/T 228.1
3	冲击试验	3 个/批	GB/T 2975 和 8.3	GB/T 229
4	尺寸、外形	逐支	—	符合精度要求的量具
5	表面质量	逐支	—	目视及测量

8 检验规则

8.1 检查和验收

球扁钢的质量由供方质量检验部门进行检查和验收,需方有权对本文件或合同所规定的任一检验项目进行检查和验收。

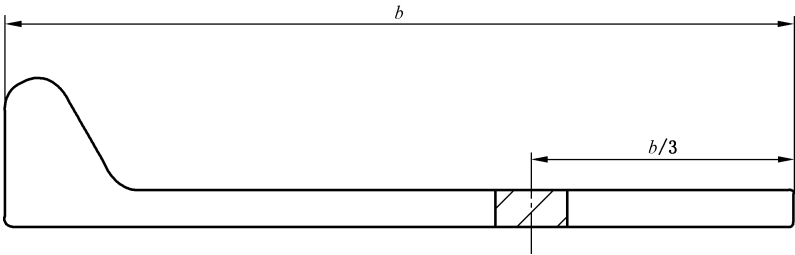
8.2 组批规则

球扁钢应按批验收,每批应由同一牌号、同一炉号、同一规格、同一交货状态的钢材组成。一般强度 A、B、D 球扁钢每批重量不应大于 50 t,一般强度 E 每批重量不应大于 15 t,高强度 AH32、AH36、AH40、DH32、DH36 和 DH40 球扁钢每批重量不应大于 25 t,高强度 EH32、EH36 和 EH40 球扁钢每批重量不应大于 15 t。

经供需双方协商并在合同中注明,也可按船级社规范要求执行。

8.3 取样位置

应从球扁钢腹板三分之一处切取矩形拉伸和冲击样坯,见图 5。



标引符号说明:
 b ——宽度。

图 5 取样位置

8.4 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。

8.5 数值修约

检验结果的数值修约应符合 YB/T 081 的规定。

9 包装、标志及质量证明书

9.1 包装

9.1.1 球扁钢应按同一倍尺叠落整齐、包装捆扎牢固。

9.1.2 球扁钢应成捆交货。

9.2 标志

球扁钢的标志应符合 GB/T 2101 的规定。

9.3 质量证明书

9.3.1 球扁钢质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

9.3.2 根据需方要求可提供中英文对照的质量证明书。
