

前 言

本标准等效采用了国际船级社协会(IACS)最新的统一要求,并与中国船级社(China Classification Society(CCS))《材料与焊接规范》(1998年版)等效,与各国船规保持一致。

与原标准比,主要有以下变化:

- 钢板厚度规格范围由 50 mm 扩大到 100 mm。
- 钢板厚度负偏差一律改为 0.3mm。
- 高强度钢增加 A40、D40、E40、F40 钢级。
- 质量等级增加了 F 级,冲击试验试验温度为 -60°C 。
- 各级钢硫、磷含量都降到不大于 0.035%(其中 F 级为不大于 0.025%)。
- 增加 TMCP(Thermo-Mechanical Controlled Processing)温度-形变控制轧制交货状态。
- 按不同质量等级、不同厚度、不同交货状态规定不同的冲击试验取样批量等。

本标准自实施之日起,代替 GB 712—1988《船体用结构钢》。

本标准由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。

本标准由冶金信息标准研究院、中华人民共和国船舶检验局、武汉钢铁公司负责起草。

本标准主要起草人:唐一凡、张介平、柯史炫、赵捷、邓濂献。

本标准 1965 年首次发布,1979 年 7 月第一次修订,1988 年 9 月第二次修订。

中华人民共和国国家标准

GB 712—2000

船体用结构钢

代替 GB 712—1988

Hull structural steel

1 范围

本标准规定了船体用结构钢的尺寸、外形、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本标准适用于制造远洋、沿海和内河航区船舶船体结构用的一般强度钢和高强度钢,包括厚度不大于 100 mm 的钢板及厚度或直径不大于 50 mm 的型钢。

船体结构用钢(锭、坯、材)均应由中华人民共和国船舶检验局或中国船级社(以下简称船检部门)认可的钢厂生产。

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 222—1984	钢的化学分析用试样取样法及成品化学成分允许偏差
GB/T 223.3—1988	钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷磷钼酸重量法测定磷量
GB/T 223.4—1988	钢铁及合金化学分析方法 硝酸铵氧化容量法测定锰量
GB/T 223.11—1991	钢铁及合金化学分析方法 过硫酸铵氧化容量法测定铬量
GB/T 223.14—2000	钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量
GB/T 223.16—1991	钢铁及合金化学分析方法 变色酸光度法测定钛量
GB/T 223.17—1989	钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度测定钛量
GB/T 223.18—1994	钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜
GB/T 223.19—1989	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—1994	钢铁及合金化学分析方法 丁二酮肟分光光度法测定镍量
GB/T 223.24—1994	钢铁及合金化学分析方法 萃取分离-丁二酮肟分光光度法测定镍量
GB/T 223.26—1989	钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐直接光度法测定钼量
GB/T 223.27—1994	钢铁及合金化学分析方法 硫氰酸盐-乙酸丁酯萃取光度法测定钼量
GB/T 223.36—1994	钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-中和滴定法测定氮量
GB/T 223.37—1989	钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量
GB/T 223.40—1985	钢铁及合金化学分析方法 离子交换分离-氯磺酚 S 光度法测定铌量
GB/T 223.54—1987	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 223.58—1987	钢铁及合金化学分析方法 亚砷酸钠-亚硝酸钠滴定法测定锰量
GB/T 223.59—1987	钢铁及合金化学分析方法 铈磷钼蓝光度法测定磷量
GB/T 223.60—1997	钢铁及合金化学分析方法 高氯酸脱水重量法测定硅含量
GB/T 223.61—1988	钢铁及合金化学分析方法 磷钼酸铵容量法测定磷量

GB/T 223.62—1988	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—1988	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 223.64—1988	钢铁及合金化学分析方法	火焰原子吸收光谱法测定锰量
GB/T 223.68—1997	钢铁及合金化学分析方法	管式炉内燃烧后碘酸钾滴定法测定硫含量
GB/T 223.69—1997	钢铁及合金化学分析方法	管式炉内燃烧后气体容量法测定碳含量
GB/T 223.71—1997	钢铁及合金化学分析方法	管式炉内燃烧后重量法测定碳含量
GB/T 223.72—1991	钢铁及合金化学分析方法	氧化铝色层分离-硫酸钡重量法测定硫量
GB/T 223.74—1997	钢铁及合金化学分析方法	非化合碳含量的测定
GB/T 223.76—1994	钢铁及合金化学分析方法	火焰原子吸收光谱法测定钒量
GB/T 228—1987	金属拉伸试验法	
GB/T 229—1994	金属夏比缺口冲击试验方法	
GB/T 232—1999	金属弯曲试验方法	
GB/T 247—1997	钢板和钢带验收、包装、标志及质量证明书的一般规定	
GB/T 709—1988	热轧钢板和钢带尺寸、外形、重量及允许偏差	
GB/T 2101—1989	型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定	

3 分类及代号

3.1 船体用结构钢分一般强度钢和高强度钢两类：

一般强度钢分为：A、B、D、E 四个质量等级；

高强度钢分为三个强度级别，四个质量等级：A32、D32、E32、F32、A36、D36、E36、F36、A40、D40、E40、F40。

4 尺寸、外形、重量及允许偏差

4.1 钢板的尺寸、外形及允许偏差(包括厚度公差)应符合 GB/T 709 的规定，但厚度负偏差均应为不大于 0.3 mm。

4.1.1 钢板按理论重量交货。经需方同意，供需双方协商，可采用公称厚度加附加值作为计算理论重量的理论厚度，厚度附加值的计算方法如下：

$$\text{厚度附加值} = \text{公差值} / 2 - 0.3 \text{ mm}$$

注：公差值系指 GB/T 709 规定的公差，为正偏差加负偏差绝对值。

4.2 型钢的尺寸、外形、重量及允许偏差应符合有关标准规定。

5 技术条件

5.1 化学成分

5.1.1 一般强度钢的化学成分(熔炼成分)应符合表 1 的规定。

表 1

钢的等级		A	B	D	E
化学成分%	C	≤0.21	≤0.21	≤0.21	≤0.18
	Si	≤0.50	≤0.35	≤0.35	≤0.35
	Mn	≥2.5C	0.80~1.20	0.60~1.20	0.70~1.20
	P	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
	S	≤0.035	≤0.035	≤0.035	≤0.035
	Als	—	—	≥0.015	≥0.015

5.1.1.1 经需方同意，并在合同中注明，厚度不大于 12.5 mm 的 A 级钢，可采用沸腾钢，但应在质量

证明书上注明。

5.1.1.2 商品钢坯碳含量下限由供需双方协商规定。

5.1.1.3 型钢含碳量上限可到 0.23%。

5.1.1.4 所有质量等级钢的碳当量为 $C+1/6Mn \leq 0.40\%$ 。

5.1.1.5 当 B 级钢做冲击试验时,锰含量下限可到 0.60%。

5.1.1.6 厚度大于 25 mm 的 D 级钢和 E 级钢,可以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%。经船检部门同意后,也可使用其他细化晶粒元素。

5.1.1.7 若采用温度-形变控制轧制(TMCP)状态交货,经船检部门同意,化学成分可不同于表 1 的规定。

5.1.1.8 钢中铜含量应不大于 0.35%,铬、镍含量应各不大于 0.30%。

5.1.1.9 为改善钢的性能,在冶炼过程中添加其他微量元素,应在质量证明书上注明。

5.1.2 高强度钢的化学成分(熔炼成分)应符合表 2 的规定。

表 2

钢的等级		A32 A36 A40 D32 D36 D40 E32 E36 E40	F32 F36 F40
化学成分%	C	≤ 0.18	≤ 0.16
	Si	≤ 0.50	≤ 0.50
	Mn	0.90~1.60	0.90~1.60
	S	≤ 0.035	≤ 0.025
	P	≤ 0.035	≤ 0.025
	Als	≥ 0.015	≥ 0.015
	Nb	0.02~0.05	0.02~0.05
	V	0.05~0.10	0.05~0.10
	Ti	≤ 0.02	≤ 0.02
	Cu	≤ 0.35	≤ 0.35
	Cr	≤ 0.20	≤ 0.20
	Ni	≤ 0.40	≤ 0.8
	Mo	≤ 0.08	≤ 0.08
	N		≤ 0.009 (如含 Al 时, ≤ 0.012)

5.1.2.1 商品钢坯碳含量下限由供需双方协商规定。

5.1.2.2 厚度不大于 12.5 mm 的 A 级钢,Mn 含量下限可到 0.70%。

5.1.2.3 可以测定全铝量(Alt)含量代替酸溶铝(Als)含量。此时,Alt 应不小于 0.02%。

5.1.2.4 表 2 中规定的 Nb、V、Ti 等微量元素,单独加入或以任一混合形式加入。单独加入时,其含量应不小于表中规定的下限。混合加入两种或两种以上时,其总和含量不得大于 0.12%。

5.1.2.5 若采用温度-形变控制轧制状态交货,经船检部门同意,化学成分可以不同于表 2 的规定。

5.1.2.6 为改善钢材的性能,在冶炼过程中添加其他微量元素,应在质量证明书中注明。

5.1.2.7 碳当量一般不大于 0.40%,如果碳当量大于 0.40%,应在质量证明书中注明。

碳当量根据钢的熔炼成分按式(1)计算:

$$C_{eq}(\%) = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \dots\dots\dots(1)$$

5.1.2.8 采用 TMCP 状态交货的钢,碳当量应符合表 3 的规定。但表中 F32 不适用厚度大于 50 mm。

表 3

钢的等级	碳当量 C_{eq} , % 不大于	
	厚度, mm	
	≤50	>50~100
A32 D32 E32 F32	0.36	0.38
A36 D36 E36 F36	0.38	0.40
A40 D40 E40 F40	0.40	—

5.2 交货状态

5.2.1 一般强度钢材交货状态应符合表 4 的规定。

表 4

钢材等级	产品类型	交 货 状 态					
		厚度, mm					
		≤12.5	>12.5~25	>25~35	>35~50	>50~100	
A	板材	A(-)			N(-), TM(-) CR(25) AR*(50)		
	型材	—					
B	板材	A(-)		A(50)		N(50), TM(50) CR(50) AR*(25)	
	型材	—		—			
D	板材	A(50)			N(50) CR(50) TM(50)		N(50) TM(50) CR(25)
	型材				N(50) CR(50) TM(50) AR*(25)		
E	板材	N(每件), TM(每件)					
	型材	N(25), TM(25), AR*(15), CR*(15)					

注

1 交货状态, A 任意; N 正火; CR 控制轧制; TM(TMCP) 温度-形变控制轧制;
AR* 经船检部门同意, 可采用热轧交货;
CR* 经船检部门同意, 可采用控制轧制交货。

2 厚度 >50~100 mm 的 A 级钢板采用 TM 状态交货和厚度 >35~50 mm 的 D 级型钢采用热轧状态交货, 须经船检部门同意。

3 括号中的数值表示做冲击试验的取样批量, 括号中数值(15, 25, 50) 的单位为 t(吨)。(-) 表示不做冲击试验

5.2.2 高强度钢交货状态应符合表 5 的规定。

5.3 力学性能

5.3.1 钢材的力学性能应符合表 6 的规定。

表 5

钢材等级	细化晶粒元素	产品类型	交 货 状 态				
			厚度,mm				
			≤12.5	>12.5~20	>20~25	>25~35	>35~50
A32 A36	Nb+V 或 V	板材	A(50)	N(50),CR(50),TM(50)			N(50),CR(25),TM(50)
		型材	A(50)	N(50),CR(50),TM(50),AR*(25)			—
	Al 或 Al+Ti	板材	A(50)		AR*(25)	—	
		型材	A(50)	N(50),CR(50),TM(50),AR*(25)			—
A40	任意	板、型材	A(50)	N(50),CR(50),TM(50)			—
D32 D36	Nb+V 或 V	板材	A(50)	N(50),CR(50),TM(50)			N(50),CR(25),TM(50)
		型材	A(50)	N(50),CR(50),TM(50),AR*(25)			—
	Al 或 Al+Ti	板材	A(50)		AR*(25)	—	
		型材	A(50)	N(50),CR(50),TM(50),AR*(25)			—
D40	任意	板、型材	N(50),CR(50),TM(50)			—	
E32 E36	任意	板材	N(每件),TM(每件)				—
		型材	N(25),TM(25),AR*(15),CR*(15)			—	
E40	任意	板材	N(每件),TM(每件),QT(每一热处理长度)				—
		型材	N(25),TM(25),QT(25)			—	
F32 F36	任意	板材	N(每件),TM(每件),QT(每一热处理长度)				—
		型材	N(25),TM(25),QT(25),CR*(25)			—	
F40	任意	板材	N(每件),TM(每件),QT(每一热处理长度)				—
		型材	N(25),TM(25),QT(25)			—	
<p>注</p> <p>1 交货状态:A 任意; N 正火; CR 控制轧制; TM 温度-形变控制轧制; QT 淬火加回火; AR* 经船检部门同意,可采用热轧状态交货。</p> <p>2 括号中的数值和数量表示做冲击试验的取样批量,括号中数值(15,25,50)的单位为 t</p>							

表 6

钢材等级	屈服点 σ_s MPa 不小于	抗拉强度 σ_b MPa	断后伸长率 δ % 不小于	试验温度 ℃	冲击功 A_{kv} , J 不小于					
					厚度, mm					
					≤50		50~70		>70~100	
					纵向	横向	纵向	横向	纵向	横向
A	235	400~520	22	20	—	—	34	24	41	27
B				0	27	20				
D				-20						
E				-40						
A32	315	440~570	22	0	31	22	38	26	46	31
D32				-20						
E32				-40						
F32				-60						
A36	355	490~630	21	0	34	24	41	27	50	34
D36				-20						
E36				-40						
F36				-60						
A40	390	510~660	20	0	41	27	—			
D40				-20						
E40				-40						
F40				-60						

5.3.1.1 经船检部门同意, A 级型钢的抗拉强度上限可以超过表 6 的规定。

5.3.1.2 夏比(V 型缺口)冲击功, 按三个试样的平均值, 允许其中一个试样的单个值比表 6 规定值低, 但不得低于规定值的 70%。

5.3.1.3 除需方要求外, 冲击试验仅做纵向, 但供方应采取措施保证横向冲击性能。

5.3.1.4 厚度不大于 25 mm 的 B 级钢, 经船检部门同意, 可不作冲击试验。

5.3.1.5 厚度大于 50 mm 的 A 级钢, 如经过细化晶粒处理并以正火状态交货, 可以不做冲击试验; 经过船检部门同意, 以温度-形变控制轧制状态交货的 A 级钢亦可不做冲击试验。

5.3.1.6 如供方能保证, 经船检部门同意, A32 和 A36 可不作冲击试验。

5.3.2 厚度小于 12 mm 的钢材采用小尺寸试样做冲击试验, 最小平均冲击功应符合表 7 的规定。

表 7

钢材等级	小试样尺寸 mm	纵向 J	横向 J
A	10×7.5	22	17
B			
D			
E	10×5.0	18	13
A32	10×7.5	26	18
D32			

表 7(完)

钢材等级	小试样尺寸 mm	纵向 J	横向 J
E32 F32	10×5.0	21	15
A36 D36	10×7.5	28	20
E36 F36	10×5.0	23	16
A40 D40	10×7.5	34	23
E40 F40	10×5.0	27	18

5.3.3 冷弯试验:A级钢做窄冷弯($b=2a$)弯曲 180° ,弯心直径为 $2a$;B、D、E级钢和高强度钢做宽冷弯($b=5a$)弯曲 120° ,弯心直径为 $3a$,如供方能保证,可不做冷弯试验。

5.3.4 厚度2~4 mm薄钢板的抗拉强度 σ_b 上限可以超过表6规定,断后伸长率允许有如表8的降低值(绝对值)。

表 8

钢板厚度,mm	降低值,%
2.0~3.0	5
>3.0~3.5	4
>3.5~4.0	3

5.4 D、E级钢材和高强度钢的晶粒度应不小于5级。供方能保证,可不作检验。

5.5 钢板表面不允许有气泡、结疤、裂纹、拉裂、折叠、夹杂和压入氧化铁皮。钢板不得有分层。

钢板表面允许有不妨碍检查表面缺陷的薄层氧化铁皮、铁锈、由于压入氧化铁皮和轧辊所造成的不明显的粗糙、网纹、划痕及其他局部缺陷,但其深度不得大于负偏差之半,且应保证钢板的最小厚度。

钢板表面缺陷允许修磨清理,但应保证钢板的最小厚度,清理处应平滑无棱角。

型钢的表面质量应符合碳素结构钢和低合金结构钢热轧条钢标准的有关规定。

6 试验方法

6.1 每批钢材的检验项目、取样数量、取样方法及试验方法应符合表9的规定。

表 9

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	化学分析	1 (每一炉罐号)	GB/T 222	GB/T 223
2	拉伸	1	GB/T 2975	GB/T 228
3	冷弯	1		GB/T 232
4	夏比(V型缺口),冲击	3		GB/T 229
5	低温冲击	3		GB/T 229

6.2 每一批钢板、角钢、槽钢、球扁钢的取样部位按GB/T 2975的规定。

T字钢应在距一边1/3宽处截取。

圆钢应在距外表面1/3半径处截取。

7 验收规则

7.1 钢材的验收由供方技术监督部门进行。

7.2 钢材应由同一炉罐号、同一规格(型号)、同一轧制制度、同一热处理制度组成一批,每批重量不得大于 50 t。

如允许用控轧代替正火的钢材,每批重量不得大于 25 t。

做冲击试验取样组批量应符合表 4、表 5 括号中规定的数量。

7.3 夏比(V 型缺口)低温冲击试验的冲击功低于表 6 规定的平均值,低于平均值的试样不超过 2 个,低于平均值 70%的试样不超过 1 个,可在同一钢材或同一样坯上再取一组三个试样进行试验,前后两组 6 个试样的平均值不得低于规定值,但允许有两个试样低于规定值,其中低于规定值 70%的试样只允许有一个。

7.4 其他项目的复验应符合 GB/T 247、GB/T 2101 的规定。

8 包装、标志和质量证明书

钢板和型钢的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 247 和 GB/T 2101 的有关规定。
