



规范文件  
R002AM01-2024

中国船级社

# 材料与焊接规范

修改通报

**2024**

2024年7月1日生效

北京

# 目 录

第 1 篇 金属材料	1
第 2 章 材料的性能试验	1
第 8 节 金属材料裂纹尖端张开位移(CTOD)试验	1
第 3 章 钢板、扁钢与型钢	2
第 1 节 一般规定	2
第 4 节 焊接结构用高强度钢	2
第 4 章 钢管	3
第 1 节 一般规定	3
第 5 章 锻钢件	3
第 2 节 船体结构用锻钢件	3
第 3 节 轴系与机械结构用锻钢件	4
第 4 节 曲轴锻钢件	5
第 5 节 齿轮锻钢件	5
第 9 节 奥氏体与双相不锈钢锻钢件	6
第 6 章 铸钢件	6
第 1 节 一般规定	6
第 2 节 船体结构用铸钢件	6
第 3 节 机械结构用铸钢件	7
第 8 章 铝合金	7
第 1 节 一般规定	7
第 6 节 铝合金搅拌摩擦焊带筋板	8
第 10 章 设备	9
第 1 节 锚	9
第 2 节 船用锚链及其附件	9
第 3 节 海上设施定位用系泊链及其附件	10
第 2 篇 非金属材料	10
第 2 章 塑料材料	10
第 2 节 原材料	10
第 3 章 纤维增强塑料船体材料	11
第 3 节 铺敷成型工艺	11
第 4 章 塑料管与配件附件	11
第 1 节 一般规定	11
第 4 节 标志	12
第 7 章 纤维绳	12
第 1 节 船用纤维绳	12
第 2 节 海工用纤维绳	12
第 3 篇 焊接	13
第 2 章 焊接材料	13
第 1 节 一般规定	13
第 2 节 焊接材料的力学性能	13
第 3 节 电弧焊焊条	14

第 5 节 手工、半自动及自动焊的焊丝与焊丝—气体 .....	15
第 8 节 不锈钢焊接材料 .....	16
<b>第 3 章 焊接工艺认可 .....</b>	<b>16</b>
第 1 节 一般规定 .....	16
第 2 节 对接焊工艺认可试验 .....	16
<b>第 5 章 船体结构的焊接 .....</b>	<b>17</b>
第 2 节 船体构件的焊接 .....	17
第 3 节 焊缝检验与修补 .....	17
<b>第 6 章 海上设施结构的焊接 .....</b>	<b>17</b>
第 3 节 焊接检验 .....	17
<b>第 8 章 重要机件的焊接 .....</b>	<b>18</b>
第 4 节 螺旋桨的无损检测与焊补 .....	18

# 第 1 篇 金属材料

## 第 2 章 材料的性能试验

### 第 8 节 金属材料裂纹尖端张开位移(CTOD)试验

2.8.2.2 除协议另有规定外，试样应为被试材料的全厚度试样。试样的主要尺寸应符合图 2.8.2.2 和表 2.8.2.2 的规定，其他尺寸应符合公认标准的要求。

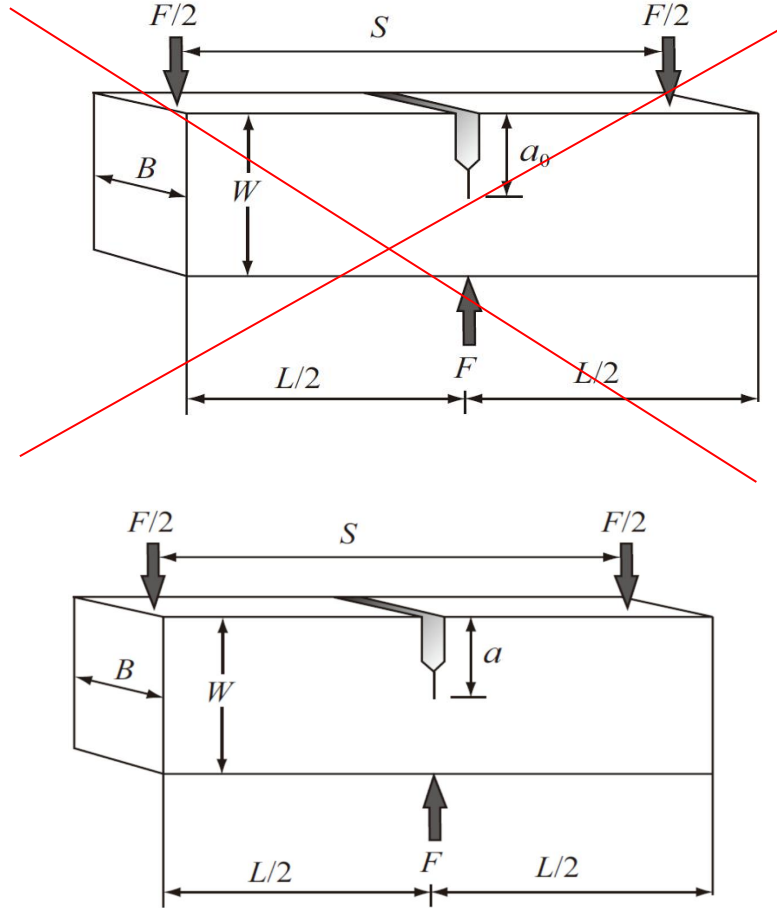


图 2.8.2.2

CTOD 试样的尺寸 表 2.8.2.2

名称	符号	矩形试样	正方形试样	偏差
试样宽度	$B$	$B$	$B$	$\pm 0.5\%B$
试样高度	$W$	$2B$	$B$	$\pm 0.5\%W$
支点跨距	$S$	$4W$	$4W$	$\pm 0.5\%S$
试样长度	$L$	$\geq 4.5W$	$\geq 4.5W$	
有效标称裂纹长度*	$a$	$0.45W \sim 0.55W$	$0.45W \sim 0.55W$	

注：对熔敷金属试验的试样，其有效裂纹长度范围可为  $0.45W \sim 0.70W$ 。

## 第3章 钢板、扁钢与型钢

### 第1节 一般规定

3.1.1.1 本章规定适用于船体、机械、锅炉和受压容器及海洋工程等所用的钢板、扁钢、型钢和棒材和管材。

3.1.1.3 用于原油船作为涂层替代措施的耐腐蚀一般强度和高强度船体结构钢，除分别满足本章相关要求外，还应满足CCS《原油油船货油舱耐腐蚀钢材检验指南》的相关要求。

机械结构用钢板和宽扁钢的厚度负偏差

表 3.1.3.4(4)

名义厚度 $t$ (mm)	负偏差 (mm)
$3 \leq t < 5$	<0.3
$5 \leq t < 8$	<0.4
$8 \leq t < 15$	<0.5
$15 \leq t < 25$	<0.6
$25 \leq t < 40$	<0.87
$40 \leq t < 80$	<0.9
$80 \leq t < 150$	<1.1
$150 \leq t < 250$	<1.2
$t \geq 250$	<1.3

### 第4节 焊接结构用高强度钢

3.4.1.1 本节规定适用于拟用于海洋结构工程的热轧、细晶、可焊接高强度结构钢。而不适用于本章第2节和第3节所规定的船体结构钢。

本节规定亦可适用于钢板以外的型钢或无缝钢管等其他产品型式。

3.4.1.3 本节规定钢材适用的最大厚度见表3.4.6.2于厚度不大于250mm的钢板和扁钢、厚度不超过50mm的型钢，以及直径/厚度不超过250mm的钢棒。厚度超出此范围的钢材，应经CCS特别考虑。

3.4.6.2相应于特定的交货状态，钢板、型材、钢棒和管材的最大适用厚度见表3.4.6.2所示。

不同形式产品的最大厚度

表 3.4.6.2

交货状态	最大厚度/直径(mm)			
	板材	型材	钢棒	管材
正火(N)	250 <sup>②</sup>	50	250	65
正火轧制(NR)	150	①		
热机械控制轧制(TM)	150	50	不适用	不适用
淬火加回火(QT)	150 <sup>②</sup>	50	不适用	50

注：① 用正火轧制工艺路线生产的型钢、[钢棒材](#)和管材的最大厚度通常小于正火工艺路线生产产品的厚度，并应经 CCS 同意。

② 对于厚度大于 250mm 的正火钢和厚度大于 150mm 的淬火加回火钢应经 CCS 特别考虑。

3.4.7.2 力学性能试验的取样位置和方向，除如下规定外，应符合本章3.1.4的相关规定：

(1) 对于厚度大于 100mm 的产品，当采用圆形横截面拉伸试样时，除了在厚度 1/4 处取样外，还应在厚度中心增加一个试样。

(2) 对于钢板和宽度超过 600mm 的扁钢应取横向夏比冲击试样；对其他产品形式应取纵向冲击试样。

(3) 夏比 V 型缺口冲击试样应取自其一个面距离轧制表面不大于 2mm 处。但对于厚度大于 50mm 的材料，冲击试样应在  $t/4$  和  $t/2$  处取样。

(4) 对于名义厚度小于 6mm 的材料，一般不要求进行冲击试验。

(5) 对于QT交货状态且厚度大于50mm的钢材，如CCS认为有必要可增加一组距离轧制表面不大于2mm的试样进行夏比V型缺口冲击试验。

3.4.7.4 试验结果应满足表3.4.7.4的相应要求。若对板[材](#)和宽扁钢以外其他形式的产品进行纵向试验时，试验的伸长率结果应满足表内的纵向伸长率的要求。

## 第 4 章 钢 管

### 第 1 节 一般规定

4.1.1.5 [船舶结构用钢管](#)、海底管系用的钢管以及海洋工程钢结构或流体输送用的钢管等可按公认的[有关标准](#)进行制造、试验和验收。

## 第 5 章 锻 钢 件

### 第 2 节 船体结构用锻钢件

船体结构用锻钢件的力学性能

表5.2.4.2

钢种	抗拉强度 <sup>①②</sup> $R_m$ 不小于 (N/mm <sup>2</sup> )	屈服强度 $R_{eH}$ 不小于 (N/mm <sup>2</sup> )	伸长率 $A_5$ 不小于 (%)		断面收缩率 $Z$ 不小于 (%)		夏比 V 型缺口冲击试验平均冲击功 <sup>③</sup> 不小于 (J)		
			纵向	切向	纵向	切向	温度 (°C)	纵向	切向
碳钢	400	200	26	19	50	35	0	27	18
碳锰钢	440	220	24	18	50	35			

钢种	抗拉强度 <sup>①②</sup> $R_m$ 不小于 (N/mm <sup>2</sup> )	屈服强度 $R_{eH}$ 不小于 (N/mm <sup>2</sup> )	伸长率 $A_5$ 不小于 (%)		断面收缩率 $Z$ 不小于 (%)		夏比 V 型缺口冲击试验平均冲击功 <sup>③</sup> 不小于 (J)		
			纵向	切向	纵向	切向	温度 (°C)	纵向	切向
	480	240	22	16	45	30			
	520	260	21	15	45	30			
	560	280	20	14	40	27			
	600	300	18	13	40	27			
合金钢	550	350	20	14	50	35			
	600	400	18	13	50	35			
	650	450	17	12	50	35			

注：① 对抗拉强度<600N/mm<sup>2</sup>的各强度级锻钢，其抗拉强度的范围均可为 120N/mm<sup>2</sup>；  
对抗拉强度≥600N/mm<sup>2</sup>的各强度级锻钢，其抗拉强度的范围均可为 150N/mm<sup>2</sup>；  
② 当材料的规定最小抗拉强度为中间值时，其所对应其他力学性能要求均可用内插法求得；  
③ 根据设计和应用，经CCS同意可接受其他验收要求；  
④ 对冰区航行的船舶，如其冰级标志为B1\*、B1、B2和B3时，该船暴露在空气中的船体结构锻钢件，除应按本节5.2.4.1的规定进行试验外，还应作-10°C的夏比V型缺口冲击试验，试样1组3个，纵向平均冲击功应不低于20J。

### 第 3 节 轴系与机械结构用锻钢件

5.3.2.1 锻钢件的熔炼分析化学成分应符合表5.3.2.1的规定。

轴系与机械用锻钢件的化学成分 表 5.3.2.1

钢种	化学成分(%)									
	C	Si	Mn	S	P	Cr <sup>③</sup>	Mo <sup>③</sup>	Ni <sup>③</sup>	Cu <sup>④⑤</sup>	残余元素总量
碳钢 碳锰钢	≤0.23 <sup>①②④</sup>	≤0.45	0.30~1.50	≤0.035	≤0.035	≤0.30 <sup>④</sup>	≤0.15 <sup>④</sup>	≤0.40 <sup>④</sup>	≤0.30	≤0.85
合金钢 <sup>④⑤</sup>	≤0.45	≤0.45	0.30~1.00	≤0.035	≤0.035	≥0.40 <sup>④⑤</sup>	≥0.15 <sup>④⑤</sup>	≥0.40 <sup>④⑤</sup>	≤0.30	—

注：① 不用于焊接结构的碳钢、碳锰钢的含碳量应不超过 0.65%；  
② 如果按下式计算所得的碳当量(Ceq)不大于 0.41%，则含碳量可超过 0.23%的限制；

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

③ 除有最少量限制外，这些元素作为残余元素考虑；

- ④ 用于焊接结构的合金钢锻钢件，化学成分应提交 CCS 认可；
- ⑤ 这些元素的一项或多项应符合最低要求。

## 第 4 节 曲轴锻钢件

5.4.6.2 曲轴碳钢、碳锰钢和合金钢曲轴锻钢件的夏比 V 型缺口冲击试验要求应分别符合表 5.3.5.1 和表 5.4.6.2 的规定。

常温下曲轴合金钢锻钢件冲击试验要求<sup>①</sup> 表 5.4.6.2

规定最小抗拉强度 $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )			600	700	800	900	1000	1100
夏比 V 型缺口冲击试验平均冲击功 (J) 不小于 <sup>②</sup>	正火加回火	纵向	27	27	27	—	—	—
		切向	18	18	18	—	—	—
	淬火加回火	纵向	41	32	30	27	27	27
		切向	24	22	20	18	18	18

- ① 对于材料规定最小抗拉强度为表列值中间时，其所对应的平均冲击功的最小值可用内插法求得。
- ② 根据设计和应用，经 CCS 同意可接受其他验收要求。

## 第 5 节 齿轮锻钢件

5.5.5.1 每个取样的齿轮锻钢件至少应提供一套试验材料，包括 1 个拉伸试样，1 组 3 个冲击试样。试样的切取方法应符合下列规定：

(1) 成品齿轮直径超过 200mm 的小齿轮(齿轮轴)锻钢件，应靠近齿部截取切向试样，如图 5.5.5.1(1) 中部位 B 所示；若受尺寸限制，无法在部位 B 取样时，则应按图中部位 C 所示，在轴颈末端截取切向试样；当该轴颈直径不超过 200mm 时，应在图中部位 A 截取纵向试样；当成品齿轮有齿部分的长度超过 1.25m，或成品齿轮重量超过 4 吨时，应从锻钢件的两端截取试样；

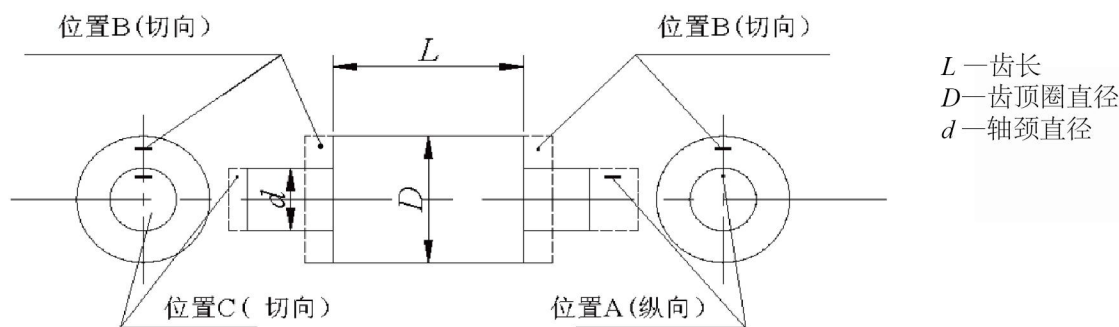


图 5.5.5.1(1)

## 第 9 节 奥氏体与双相不锈钢锻钢件

5.9.4.1 不锈钢锻钢件应按下列要求取样：

(1) 轴类锻钢件的取样应满足本章第 3 节 5.3.4 的要求；

(2) 管和阀类锻钢件的取样应以同一炉罐号、同一热处理炉次生产的形状和尺寸相近的锻钢件同熔炼号、同热处理为一批，每批不超过 5t，至少取一个拉伸试样。

# 第 6 章 铸 钢 件

## 第 1 节 一般规定

6.1.4.2 铸造厂所选用的细化晶粒相关添加元素及其含量，应由制造厂控制或经 CCS 同意。

## 第 2 节 船体结构用铸钢件

船体结构用铸钢件的化学成分

表 6.2.2.1

种类	应用	化学成分 (%)								
		C	Mn <sup>①</sup>	Si	P	S	残余元素 <sup>②</sup>			
							Cu	Cr	Ni	Mo
碳钢、碳锰钢	焊接结构用	≤0.23 <sup>③</sup>	0.50~1.60	≤0.60	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.30	≤0.40	≤0.15
	非焊接结构用	≤0.40	0.50~1.60	≤0.60	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.30	≤0.40	≤0.15
合金钢	焊接结构用	经 CCS 同意，可按公认的有关标准验收								
	非焊接结构用	≤0.45	0.50~1.60	≤0.60	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.30	≤0.40	≤0.15

注：① 锰的含量不宜小于实际含碳量的 3 倍；

② 碳钢、碳锰钢铸钢件残余元素的总含量应不大于 0.80%；

③ 当按下式计算的碳当量  $C_{eq}$  不超过 0.41% 时，则含碳量可超过 0.23% 的限制；

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

④ 这些元素的一项或多项应符合最低要求。

### 第 3 节 机械结构用铸钢件

机械结构用铸钢件的化学成分

表6.3.2.1

种类	应用	化学成分 (%)								
		C	Mn <sup>①</sup>	Si	P	S	残余元素 <sup>②</sup>			
							Cu	Cr	Ni	Mo
碳钢、碳锰钢	焊接结构用	≤0.23 <sup>③</sup>	0.50~1.60	≤0.60	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.30	≤0.40	≤0.15
	非焊接结构用	≤0.40	0.50~1.60	≤0.60	≤0.035	≤0.035	≤0.30	≤0.30	≤0.40	≤0.15
合金钢	焊接结构用	经 CCS 同意，可按公认的有关标准验收								
	非焊接结构用	≤0.45	0.50~1.60	≤0.60	≤0.035	≤0.035	≥0.30	≥0.30	≥0.40	≥0.15

注：① 锰的含量不宜小于实际含碳量的 3 倍；

② 碳钢、碳锰钢铸钢件残余元素的总含量应不大于 0.80%；

③ 当按下式计算的碳当量  $C_{eq}$  不超过 0.41% 时，则含碳量可超过 0.23% 的限制；

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

④ 这些元素的一项或多项应符合最低要求。

## 第 8 章 铝 合 金

### 第 1 节 一 般 规 定

8.1.7.1 制造厂对经 CCS 检验合格的所有铝合金成品，应至少在一个位置清晰地标出 CCS 的标志印记和下列标记：

## 第 6 节 铝合金搅拌摩擦焊带筋板

### 8.6.1 适用范围

8.6.1.1 本节规定适用于船舶与海洋工程的铝及铝合金搅拌摩擦焊带筋板。

### 8.6.2 一般要求

8.6.2.1 铝合金搅拌摩擦焊带筋板应由 CCS 认可的工厂生产。

8.6.2.2 铝合金材料通常应为符合本章第 2 节相关要求的船用铝合金。

### 8.6.3 制造方法

8.6.3.1 应由数块带筋板条拼接而成，带筋板条之间通过搅拌摩擦焊接连接而成。

### 8.6.4 目视检测、无损检测、尺寸检测和宏观金相检测

8.6.4.1 铝合金搅拌摩擦焊带筋板可进行目视检测、无损检测、尺寸检测或宏观金相检测。

8.6.4.2 每批由不超过 5 吨相同的材质和相同的搅拌摩擦焊工艺的带筋板中截取宏观金相试样 1 个。目视检测、无损检测、尺寸检测和宏观金相检测方法和结果应符合 CCS《船舶焊接检验指南》或相关公认标准的要求。

### 8.6.5 力学性能试验

8.6.5.1 不超过 5 吨相同的材质和相同的搅拌摩擦焊工艺的带筋板可组批进行试验，每批应截取焊缝横向拉伸试样 1 个，试样从距焊接试板起始位置 50mm 或 3 倍焊接接头厚度（取大者）处截取，试样尺寸应符合本篇第 2 章表 2.2.2.1 的规定。

8.6.5.2 弯曲试验的组批应符合 8.6.5.1 的要求，弯曲试样的截取应满足下列要求：

(1) 焊缝数量不超过 10 条的板取 2 组弯曲试样（第一条焊缝和倒数第二条焊缝），弯曲试样从距焊接试板起始位置 50mm 或 3 倍焊接接头厚度（取大者）处截取；

(2) 焊缝数量大于 10 条的板取 3 组弯曲试样（第一条焊缝，中间焊缝和倒数第二条焊缝），弯曲试样从距焊接试板起始位置 50mm 或 3 倍焊接接头厚度（取大者）处截取；

(3) 弯曲试样压头直径应符合本规范第 3 篇 1.2.4.2(2)的要求。

8.6.5.3 以上试验的试验方法应符合本篇或相关公认标准要求。

8.6.5.4 力学性能试验结果应符合表 8.6.5.4 的要求。

表 8.6.5.4: 焊接接头力学性能要求

焊接接头厚度	状态	抗拉强度不小于 <sup>①②</sup>	弯曲性能 <sup>③</sup>
≤5mm	T4 <sup>④</sup>	$0.8R_m$	弯曲角度至少为 150°，试验后试样的收拉表面应不出现长度超过 3 mm 的开口缺陷
	T5 和 T6	$0.7R_m$	
≥5mm	T4 <sup>④</sup>	$0.7R_m$	
	T5 和 T6	$0.6R_m$	

注：①  $R_m$  为母材规定的抗拉强度；

② 如焊后未进行热处理，应符合自然时效状态的要求；

③ 经 CCS 同意，可按公认标准或制造厂技术条件的规定验收；

④ T4 交货状态为固溶热处理后进行自然时效处理。

8.6.5.5 当以上任一项力学性能试验结果不符合要求时，对不合格的项目，允许在原板上再取2倍数量的试样进行复试，复试结果均合格者，则这批产品可以验收。若复试结果仍有不合格，则对该批产品逐张进行检验。

## 第 10 章 设 备

### 第 1 节 锚

10.1.2.2 锚的铸钢件应采用铝处理细化晶粒的焊接结构用铸钢件，并按本篇第 6 章第 1 节和第 2 节的有关规定进行制造和试验。

10.1.7.2 经检验合格的锚，应在锚爪和锚柄上打上 CCS 的认可标志和下列内容的标记：

### 第 2 节 船用锚链及其附件

10.2.3.2 锚链及其附件应按公认的标准进行设计与制造，其典型的结构见图 10.2.3.2(1)~(7)，图中数字为公称直径  $d$  的倍数。每节锚链的链环数应为奇数。对不同于上述图中所规定结构和焊接方法生产的附件，应将其尺寸、制造方法及热处理过程的全部图纸及工艺提交 CCS 认可。

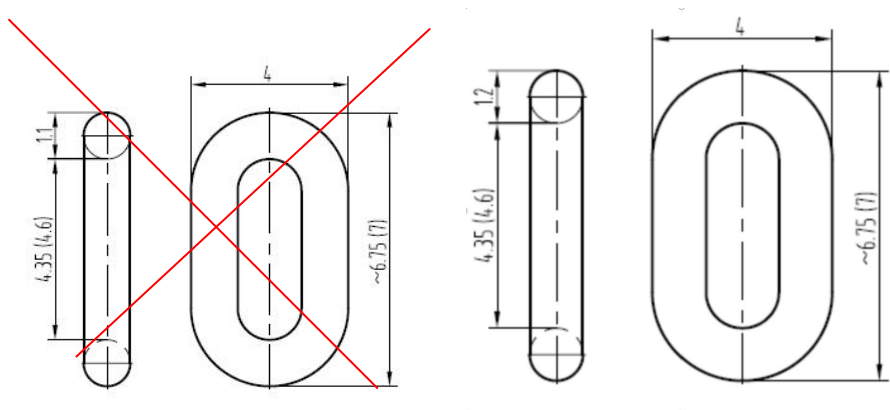


图10.2.3.2(3) 末端链环

10.2.8.2 破断试验：对由25个或不足25个卸扣、转环、转环卸扣、加大链环和末端链环组成的每个制造批量(炉罐号、链径和热处理相同)应取1个附件作为破断试验试样；而对肯特卸扣则以50个或不足50个为一个制造批量，取1个链环作为试样，按本节表10.2.7.2所规定的破断载荷进行破断试验。凡做过破断试验的附件一般不可再使用。

若末端链环和加大链环是与锚链一起制造、热处理和试验时，则不必再进行破断试验和

力学性能试验。

10.2.9.2 制造厂应对符合要求的锚链或附件提供包括下列内容的合格证书应由CCS签发证书，证书上应至少有下列各项：

- (1) 制造厂名称；
- (2) 等级；
- (3) 炉号(适用于附件)；
- (4) 化学成分(包括铝的总含量)；
- (5) 名义直径/重量；
- (6) 拉力载荷/破断载荷；
- (7) 热处理；
- (8) 锚链或附件的标记；
- (9) 长度(适用于锚链)；
- (10) 力学性能(如适用)。

### 第 3 节 海上设施定位用系泊链及其附件

10.3.3.1 焊接系泊链及其附件用轧制圆钢应满足本规范第1篇第3章第102节的相关要求。

10.3.10.3 在链环的横档上应作如下标记：

- (1) 系泊链等级；
- (2) 证书编号；
- (3) CCS检验标记的印章。

## 第 2 篇 非金属材料

### 第 2 章 塑料材料

#### 第 2 节 原材料

2.2.6.3 对参与结构强度计算的每种泡沫塑料芯材应提供下列适用项目的试验数据：

- (1) 密度；
- (2) 吸水率；
- (3) 压缩强度；
- (4) 压缩弹性模量；
- (5) 拉伸强度；
- (6) 拉伸弹性模量；
- (7) 剪切强度；
- (8) 剪切弹性模量；
- (9) 建议的最高使用温度；
- (10) 线收缩率(尺寸稳定性)。；
- (11) 弯曲弹性模量。

## 第3章 纤维增强塑料船体材料

### 第3节 铺敷成型工艺

3.3.3.2 铺敷成型车间应满足下列基本条件：

(1) 车间应完全密闭、干燥、清洁、防尘、有充分通风和良好照明，并有适当保护措施，避免任何光线或人造光源影响树脂的正常固化的光线或人造光源；

(2) 成型车间的温度一般应在15~32℃之间，相对湿度一般应小于80%，喷射成型区域的湿度一般不小于40%，或遵循树脂厂家推荐的施工温、湿度条件，温度及相对湿度应保持稳定，防止结露或冷凝。喷射成型区域的湿度一般不小于40%；

## 第4章 塑料管与配件附件

本章中所有“配件”替换为“附件”。

### 第1节 一般规定

#### 4.1.2 定义与术语

4.1.2.1 **塑料**：系指经增强的或未经增强的热塑性聚合物和热固性树脂。系指经增强或未经增强的热塑性材料或热固性材料两种，诸如聚氯乙烯——PVC与纤维增强塑料——FRP。塑料包括合成橡胶和具有类似热/机械特性的材料。

4.1.2.2 **管子/管系**：系指管子、配件、管子接头，以及符合性能标准的任何内外衬、护层与涂层的连接形式。

4.1.2.3 **配件附件**：系指用塑料制成的弯头、肘型弯管、变径管、组装分支管。

4.1.2.4 **接头**：系指使用粘接剂、铺敷、焊接等连接管道。系指两根管子、或管子与附件连接在一起的位置。连接可以使用粘接剂、层压、焊接、法兰等方式。

4.1.2.5 **耐火性**：系指管子遇到火灾时，在一预先设定的时间内保持其强度与完整性(能够起到其应起的作用)的能力。

#### 4.1.3 一般要求

4.1.3.1 塑料管与配件所用的主要原材料、管体的组成结构和强度设计、制造工艺、接头的连接方法应经 CCS 认可。

4.1.3.2 塑料管应根据其化学成分、耐温极限、机械物理性能、运送介质的化学性能和压力情况选取。

4.1.3.3 如无可靠数据证实，塑料管及其配件一般不用于介质温度高于60℃或低于0℃的管系。决定工作压力的许用工作温度应遵循制造厂的建议，许用工作温度应低于管子材料的最低热变形温度至少20℃。

## 第4节 标志

### 4.4.1 标记

4.4.1.1 所有管子与配件均应用一种可保证追溯制造过程中使用的所有组成材料的方法作标记。

4.4.1.2 凡经 CCS 检验合格的塑料管与配件，制造厂应用模塑、热喷或其他合适的方法如印字，至少每根管子与配件的一处清晰位置上，标上 CCS 检验标志及下列标记：

- (1) 管子型号或规格
- (2) 制造厂名称或商标
- (3) 额定压力等级
- (4) 制造管子的主体材料
- (5) 采用的标准
- (6) 建议使用温度
- (7) 批号或生产编号
- (8) 耐火性和/或低播焰性(如有时)

## 第7章 纤维绳

### 第1节 船用纤维绳

#### 7.1.5 标志和证书

7.1.5.1 经验收合格的每卷成品纤维绳均应在绳卷的明显易见处系上标明产品名称、型号、编号、材料、结构、规格、制造厂名和 CCS 检验标志的标签。

7.1.5.2 制造厂应对合格的纤维绳提供至少具有下列内容的合格证书：

- (1) 产品名称、型号及编号；
- (2) 用于制造纤维绳的材料；
- (3) 纤维绳的线密度；
- (4) 纤维绳的整卷长度和直径；
- (5) 纤维绳的结构型式；
- (6) 纤维绳的最小破断载荷(必要时加注实际破断载荷)。

### 第2节 海工用纤维绳

#### 7.2.7 标记和证书

7.2.7.1 每卷成品纤维绳均应在绳体的明显易见处(例如护套)印刷上标明产品名称、规格、制造厂名(或商标)的信息。

7.2.7.2 经验收合格的纤维绳应在每根绳的端头处，以牢固的方式(建议以铅封方式)系上至少含有纤维绳编号、材料、结构和 CCS 检验标志的标签。

7.2.7.3 制造厂应对合格的纤维绳提供至少具有下列内容的合格证书：

- (1) 产品名称、型号及编号；
- (2) 用于制造纤维绳的材料；

- (3) 纤维绳的线密度;
- (4) 纤维绳的整卷长度和直径;
- (5) 纤维绳的结构型式;
- (6) 纤维绳的额定破断载荷及实测的湿态破断载荷;
- (7) 制造和检验日期;
- (8) 许用温度;
- (9) 产品储存期。

## 第 3 篇 焊 接

### 第 2 章 焊 接 材 料

#### 第 1 节 一 般 规 定

##### 2.1.2 工厂认可

2.1.2.1 焊接材料应由CCS认可的工厂进行制造，其制造焊接材料所用的金属材料亦一般应由CCS认可的制造厂提供。

##### 2.1.5 标志和说明书

2.1.5.1 凡经CCS认可的焊接材料，应在每盒或每包上明显地标上CCS认可的标志。

#### 第 2 节 焊 接 材 料 的 力 学 性 能

##### 2.2.2 结构钢焊接材料

2.2.2.3 结构钢焊接材料的力学性能应符合表2.2.2.3的要求。

结构钢焊接材料的力学性能

表2.2.2.3

焊接材料级别		1、2、3	1Y、2Y 3Y、4Y <sup>①</sup>	2Y40 3Y40	3Y42 4Y42	3Y46 4Y46	3Y50 4Y50	3Y55 4Y55	3Y62 4Y62	3Y69 4Y69	3Y89 4Y89	3Y96 4Y96	1.5Ni	3.5Ni	5Ni	9Ni	
		熔敷金属				4Y40 5Y40	5Y42 5Y46	5Y50 5Y55	5Y62 5Y69	5Y89 5Y96							
	屈服强度 <sup>②</sup> $R_{eH}(N/mm^2)$	≥305	≥375	≥400	≥420	≥460	≥500	≥550	≥620	≥690	≥890	≥960	≥375				≥400
	抗拉强度 <sup>③</sup> $R_m(N/mm^2)$	400-560	490-660	510-690	520-680	540-720	590-770	640-820	700-890	770-940	940-1100	980-1150	≥460	≥420	≥500		≥600 640

试验	伸长率 A(%)		≥22	≥20	≥18	≥17	≥14	≥13	≥22	≥25						
	夏比V型 缺口 冲击试验	试验温度 (°C)	⑧										-80	-100	-120	-196
对接 焊接 试验	平均冲击功 ⑧ (J)		≥47 <sup>⑧</sup>	≥47	≥50	≥55	≥62	≥69	≥69	≥69	≥69	≥34				
	接头抗拉强度 (N/mm <sup>2</sup> )		≥400	≥490	≥510	≥520	≥540	≥590	≥640	≥700	≥770	940	980	≥490	≥450	≥540
对接 焊接 试验	夏比V型 缺口 冲击试验	试验温度 (°C)	⑧										-80	-100	-120	-196
	平均冲击功 ⑧ (J)		≥47 <sup>⑧</sup>	≥47	≥50	≥55	≥62	≥69	≥69	≥69	≥69	≥34				
弯曲试验		试验后, 试样表面上任何方向应不出现长度超过3mm的开口缺陷。⑧														

注：① 手工焊条应符合2Y级及以上要求。

② 1、1Y级焊接材料的冲击试验温度为20°C；

2、2Y、2Y40级焊接材料的冲击试验温度为0°C；

3、3Y、3Y40、3Y42、3Y46、3Y50、3Y55、3Y62、3Y69、3Y89、3Y96级焊接材料的冲击试验温度为-20°C；

4Y、4Y40、4Y42、4Y46、4Y50、4Y55、4Y62、4Y69、4Y89、4Y96级焊接材料的冲击试验温度为-40°C；

5Y40、5Y42、5Y46、5Y50、5Y55、5Y62、5Y69、5Y89、5Y96级焊接材料的冲击试验温度为-60°C。

③ 自动焊熔敷金属冲击试验的平均冲击功，对 $R_{eH} < 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于34J；对 $R_{eH} \geq 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于39J。

④ 立焊及自动焊对接接头冲击试验的平均冲击功，对 $R_{eH} < 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于34J；对 $R_{eH} \geq 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于39J。

⑤ 除5Ni和9Ni钢试件用直径为4倍板厚的压头对试样进行弯曲试验外，压头直径应符合本篇1.2.4.2的规定。

⑥ 冲击试验的单个值应不低于规定值的70%。5Y89、5Y96级焊接材料的冲击试验验收值由CCS另行考虑。

⑦ 当材料无明显屈服点时，则应为规定非比例伸长应力 $R_{p0.2}$ 。

⑧ 当抗拉强度超过上限时，由CCS另行考虑。

### 第3节 电弧焊焊条

#### 2.3.5 角接焊试验

2.3.5.3 按图2.3.5.3(1)所示，截取3个长度为25mm的断面宏观检查试样。检验焊缝的熔

合情况，是否存在裂纹、过多的气孔和夹渣等缺陷。并将此3个断面宏观检查试样的端面磨光，按图2.3.5.3(2)所示作进行硬度测试，以测定焊接接头的硬度，硬度测试结果记入报告供参考。在余下的2个分段中，取1个分段将第1侧的角焊缝凿槽或刨尽，另1个分段将第2侧的角焊缝凿槽或刨尽，然后按本篇1.2.4.4进行角焊缝破断试验。其断面应显示出熔合良好，无裂纹和疏松等缺陷。

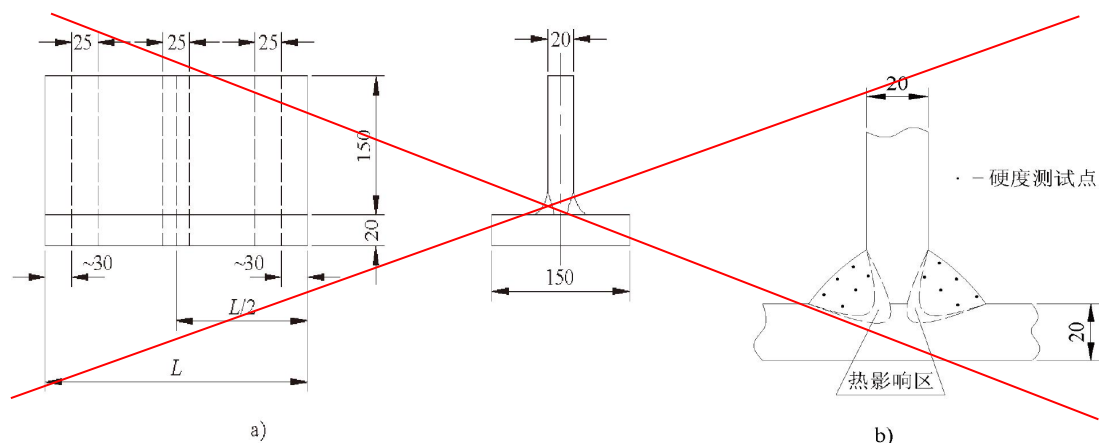


图2.3.5.3(1)

图2.3.5.3(2)

## 第5节 手工、半自动及自动焊的焊丝与焊丝-气体

### 2.5.1 一般要求

2.5.1.1 手工、半自动及自动焊的各种焊丝(包括气保护焊丝和自保护焊丝)与焊丝-气体配合可按工艺适用性作如下划分：

- (1) 对用于多道半自动焊的焊丝与焊丝-气体配合，应在其级别符号后面加缀字母“S”；
- (2) 对用于多道自动焊的焊丝与焊丝-气体配合，应在其级别符号后面加缀字母“M”；
- (3) 对用于双面单道自动焊的焊丝与焊丝-气体配合，应在其级别符号后面加缀字母“T”；
- (4) 对兼用于双面单道和多道焊的焊丝与焊丝-气体配合，应在其级别符号后面加缀字母“TM”；
- (5) 对兼用于半自动焊和自动焊的焊丝与焊丝-气体配合，应在其级别符号后面加缀字母“SM”。

### 2.5.1.5 对手工钨极惰性气体保护焊(TIG)所用的焊丝与焊丝-气体配合按照本节多道

[半自动焊的规定进行认可试验。](#)

## 第 8 节 不锈钢焊接材料

### 2.8.3 熔敷金属试验

2.8.3.2 不锈钢熔敷金属均应进行化学成分分析、力学性能试验和金相检查。

2.8.3.3 熔敷金属的化学成分，包括所有重要元素，应予报告。分析结果应符合公认的标准或制造商的规定。

2.8.3.4 熔敷金属的力学性能应符合表 2.8.3.4 所列的相应要求。

2.8.3.5 [熔敷金属的金相检查试样](#)应在熔敷金属中心取样，以金相法或磁性法测定熔敷金属的铁素体含量。对于奥氏体不锈钢焊接材料，铁素体含量应符合制造厂的规定；对奥氏体-铁素体双相不锈钢焊接材料，铁素体含量应在 35%~65%范围内。

## 第 3 章 焊接工艺认可

### 第 1 节 一般规定

#### 3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本章适用于船舶、海上设施和船用产品的制造厂常用可焊接钢材和铝合金材料的焊接结构生产前的焊接工艺认可。[本章所述的双相不锈钢包含节镍型双相不锈钢。](#)

#### 3.1.4 认可焊接工艺的适用范围

3.1.4.8 焊接位置的适用范围一般仅限于认可试验的焊接位置。但当考核最高热输入焊接位置（通常是立向上焊）和最低热输入焊接位置（通常是横焊）合格后，可适用于除立向下外的其他焊接位置。管子外径大于 25mm 的管对接适用于相应焊接位置的板对接。[焊接位置见本篇 4.3.7.1。](#)

### 第 2 节 对接焊工艺认可试验

#### 3.2.7 不锈钢焊接工艺认可试验的附加要求

3.2.7.1 对奥氏体不锈钢，除上述 3.2.4.1、3.2.5 相关要求外，还应满足下列规定：

(1) 冲击试验一般仅做焊缝中心（试验温度为-20℃）。当用于深冷条件时，应在焊缝中心、熔合线[和](#)距熔合线[21mm](#)、[距熔合线3mm](#)和[距熔合线5mm](#)的热影响区各做1组（[3个](#)）冲击试验（试验温度为-196℃）。冲击能量应不小于27J；

(2) 硬度试验可免除；

(3) 焊缝晶间腐蚀试验（使用于非腐蚀性介质条件下的奥氏体不锈钢可以免除），按本规范第1篇第2章第7节要求进行。

## 第5章 船体结构的焊接

### 第2节 船体构件的焊接

#### 5.2.4 铸钢和锻钢船体结构件的焊接

5.2.4.1 当船体结构件(如首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等)的材料为铸钢或锻钢时,其焊接应符合下列要求:

(1) 如焊件的含碳量达到0.23%或刚性较大时,则在焊接前、后均应采取相应的预热和保温措施;

(2) 采用手工焊、CO<sub>2</sub>气体保护焊进行焊接的首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等应在焊后进行回火消应力处理。采用电渣焊方法焊接而成的首柱、尾柱和舵杆,在焊后应进行正火-回火处理。

若首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等构件的尺度较大,整体热处理条件不足时,允许采用有效的局部热处理方法。

### 第3节 焊缝检验与修补

#### 5.3.2 焊缝质量检验

5.3.2.7 下列部位应抽样进行无损检测:

- (1) 自动焊对接焊缝(电渣焊、气电焊、埋弧焊等)的引/熄弧接头处;
- (2) 舳龙骨的对接接头;
- (3) 油船的内壳、水密舱壁上的对接焊缝;
- (4) 集装箱船纵向连续舱口围板、顶板上的对接焊缝;
- (5) 除集装箱船外,长度超过0.15L的纵向连续舱口围板及其顶板上的对接焊缝;
- (6) 邻近上层建筑结构突变处的对接焊缝;
- (7) 由结构强度直接计算或疲劳强度评估确定的关键部位的焊缝;
- (8) 营运检验不可达的熔透焊缝(如船舶球鼻首内尖角处焊缝等);
- (9) 双体船横向合拢的焊缝;
- (10) 其他重要的、承受高应力的或失效后可能影响重大的受力焊缝。

## 第6章 海上设施结构的焊接

### 第3节 焊接检验

#### 6.3.1 一般要求

6.3.1.10 对于最小屈服强度大于或等于420N/mm<sup>2</sup>的淬火回火焊接结构用高强度钢,焊缝的无损检测时机应符合本篇附录1中2.4的要求应在焊后48h以后进行。当焊件要作焊后热处理时,无损检测应在热处理后进行。

## 第 8 章 重要机件的焊接

### 第 4 节 螺旋桨的无损检测与焊补

#### 8.4.4 缺陷修补的一般要求

##### 8.4.4.7 螺旋桨 B 区域的修补一般应遵循下列原则：

(1) 经 CCS 的事先批准，B 区一般允许焊接修补，但最好能够避免。每次批准均应提交缺陷/损坏和预期修补工艺的全部详细资料；

(2) 对深度不大于  $\frac{t}{40}$  mm( $t$ , 批准图纸上缺陷所在处的最小局部厚度)或 2mm 的缺陷(取大者)一般应打磨去除；

(3) 对深度超出上述(2)范围的缺陷可用焊接方法修补。