



中 国 船 级 社

# 材料与焊接规范

RULES FOR MATERIALS  
AND WELDING

修 改 通 报

AMENDMENTS

2019

2019年7月1日生效  
Effective from July, 1 2019

北 京  
Beijing

# 目 录

第1篇 金属材料.....	1
第1章 通则.....	1
第2节 试验与检验.....	1
第2章 材料的性能试验.....	2
第7节 不锈钢晶间腐蚀试验.....	2
第3章 设备钢板、扁钢与型钢.....	3
第1节 一般规定.....	3
第3节 高强度船体结构用钢.....	4
第4节 焊接结构用高强度淬火回火钢.....	4
第12节 锚链及其附件用轧制圆钢.....	4
第4章 钢管.....	5
第1节 一般规定.....	5
第3节 焊接压力管.....	5
第6节 奥氏体和奥氏体-铁素体双相不锈钢压力管.....	5
第5章 锻钢件.....	6
第1节 一般规定.....	6
第4节 曲轴锻钢件.....	6
第9节 奥氏体与双相不锈钢锻钢件.....	6
第6章 铸钢件.....	8
第1节 一般规定.....	8
第8章 铝合金.....	9
第2节 铝合金板材与型材.....	9
第9章 其他有色金属.....	10
第1节 铜质螺旋桨.....	10
第10章 设备.....	11
第1节 锚.....	11
第3节 海上设施定位用系泊链及其附件.....	11
第2篇 非金属材料.....	12
第2章 塑料材料.....	12
第2节 原材料.....	12
第3章 纤维增强塑料船体材料.....	13
第1节 一般规定.....	13
第2节 原材料.....	13
第3节 铺敷成型工艺.....	13

<b>第3篇 焊接</b> .....	<b>14</b>
<b>第2章 焊接材料</b> .....	<b>14</b>
第1节 一般规定.....	14
第2节 焊接材料的力学性能.....	14
第3节 电弧焊焊条.....	16
第4节 埋弧自动焊的焊丝—焊剂.....	16
第6节 电渣焊或气电立焊的焊接材料.....	16
<b>第3章 焊接工艺认可</b> .....	<b>17</b>
第1节 一般规定.....	17
第2节 对接焊工艺认可试验.....	17
<b>第4章 焊工资格考试</b> .....	<b>18</b>
第3节 焊工资格适用范围.....	18
<b>第5章 船体结构的焊接</b> .....	<b>19</b>
第3节 焊缝检验与修补.....	19

# 第1篇 金属材料

## 第1章 通 则

### 第2节 试验与检验

#### 1.2.5 无损检测

1.2.5.1 从事无损检测人员应按CCS《无损检测人员资格鉴定与认证规范》—《中国船级社无损检测人员水平鉴定与认证指南》或相应标准考试合格，并持有有效的CCS颁发或接受的《无损检测人员资格证书》。

## 第2章 材料的性能试验

### 第7节 不锈钢晶间腐蚀试验

2.7.2.3 对焊接接头，试样应从与考核的焊接接头相同母材、焊接材料、焊接工艺焊制的试件上截取。应采用试样厚度不大于6mm的纵向弯曲试样，应尽可能包括母材、热影响区及焊缝金属。当试件厚度大于6mm时，可从一面减薄至6mm。保留面为接触腐蚀介质的面，并作为弯曲试验的受拉面。对板状接头和管状接头的试样尺寸要求分别如下：

## 第3章 设备钢板、扁钢与型钢

### 第1节 一般规定

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—《原油船耐蚀钢检验指南》—《原油油船货油舱耐腐蚀钢材检验指南》的相关要求。

3.1.3.4 本章钢板和宽度大于等于600mm的扁钢及型钢的厚度，除合同双方另有规定外，应符合下列要求：

(1) 型钢及名义厚度小于5mm（不包括5mm）的钢板，其厚度偏差可按公认标准验收，同时其厚度负偏差应不超过0.3mm。

(2) 对本章第2、3和4节所规定的各类船体结构用钢板和宽扁钢，除用于运输散装化学品或液化气体的受压容器和独立液货舱结构者外，其母钢板（指由一个锭或坯上直接轧制而成，未进行切割的钢板）应按3.1.3.5的规定进行厚度测量，其测量的算术平均值应不低于钢板的名义厚度，个别测量点的负偏差应不超过0.3mm。若钢板采用保证任选测点的厚度均不低于名义厚度的轧制工艺，则不必计算钢板的算术平均值。钢厂应证明钢板测点的数量和分布能够恰当地确定所生产的母钢板不低于规定的名义板厚，并使CCS满意。

(3) 对于本章第5节所规定的锅炉、受压容器用钢材，以及用于运输散装化学品或液化气体的独立液货舱结构的钢材，除供需双方另有协议规定者外，其厚度负偏差应不超过0.3mm。

(4) 对于本章第6节所规定的机械结构用钢板和宽扁钢，其厚度负偏差应符合表3.1.3.4(4)的规定；

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)
$3 \leq t < 5$	$\leq 0.3$
$5 \leq t < 8$	$< 0.4$
$8 \leq t < 15$	$< 0.5$
$15 \leq t < 25$	$< 0.6$
$25 \leq t < 40$	$< 0.8$
$t \geq 40 \leq t < 80$	$< \pm 0.9$
$80 \leq t < 150$	$\leq 1.1$
$150 \leq t < 250$	$\leq 1.2$
$t \geq 250$	$\leq 1.3$

(5) 对于本章第7、8、9节所规定的钢板和宽扁钢，如在订货合同中没有规定将名义厚度作为最小厚度时，则对板厚不超过10mm者，负偏差应不超过0.3mm；对于板厚超过10mm者，负偏差应不超过0.5mm。

(6) 对于本章第10节和第11节的钢材，其厚度偏差应符合其母级钢的要求。

(7) 所有钢材的厚度正偏差可按公认的国家或国际标准验收。

(8) 本章厚度偏差要求不适用于建造起重设备的产品。

3.1.5.5 除本章各节另有规定外，钢材的无损检测一般不作为验收项目，但钢厂有责任采取适当措施保证钢材的内部质量。CCS对钢材的验收并不解除免除钢厂保证钢材内部质量的责任。若订货钢板或宽扁钢需要超声波检测，则可按公认标准验收。

3.1.7.1 钢厂对检验合格的每一件钢材(小型钢材可包扎成捆)，应至少在一个位置清晰地标出CCS的标志和下列标记：

- (1) 钢厂名称及或商标；
- (2) 钢材等级标记；
- (3) 炉罐号及或其他能够追溯钢材全部生产过程的编号或缩写；
- (4) 结构钢的交货状态(如订货方有要求时，如：N、NR、TM、TM+AcC、TM+DQ和QT等)；
- (5) 如订货方有要求，可标上订货合同号或其他识别标记。

上述标记和钢印应用油漆或其它明显易认方式标出框出，以求明显易认。

### 第3节 高强度船体结构用钢

3.3.1.2 大型集装箱船用EH47钢(厚度为50mm~100mm、屈服强度不小于460N/mm<sup>2</sup>的高强度船用结构钢)和止裂钢应满足CCS《船用高强度钢厚板检验指南》的要求。

### 第4节 焊接结构用高强度淬火回火钢

### 第12节 锚链及其附件用轧制圆钢

3.12.5.2 在每个试件中应截取1个拉伸试样；除1级锚链钢外，还应从同一试件上切取1组3个夏比V型缺口冲击试样。拉伸和冲击试样的截取位置如图3.12.5.2(a)或(b)所示，沿圆钢的纵向截取，且尽可能位于距表面1/6直径处。试样的制备和尺寸应符合本篇第2章的有关规定，其中拉伸试样的横截面积一般应不小于150mm<sup>2</sup>。若截面积不足时，也可采用全截面试样代替。

## 第4章 钢 管

### 第1节 一般规定

#### 4.1.5 热处理

4.1.5.1 如CCS需要，所有钢管应进行热处理，并按本章各节的有关规定以相应的热处理状态交货。

4.1.7.1 对于所有的I级和II级压力管系用钢管、锅炉管和过热器管均应进行内外表面目检和尺寸校核，制造厂有责任保证内外表面质量以及尺寸满足相关要求。

### 第3节 焊接压力管

#### 4.3.3 热处理

4.3.3.1 钢管的热处理应符合下述列规定：

(1) 如CCS需要，对碳钢和碳锰钢钢管，应作进行正火处理，制造厂也可自行决定进行正火加回火处理；加回火处理或正火处理。

### 第6节 奥氏体和奥氏体-铁素体双相不锈钢压力管

奥氏体不锈钢压力管钢材的化学成分

表4.6.2.2(1)

牌号	统一数字代号	化学成分 (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	N	其他
06Cr19Ni10	S30408	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	18.0~20.0	8.0~11.0	—	—	—
022Cr19Ni10	S30403	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	18.0~20.0	8.0~12.0	—	—	—
06Cr17Ni12Mo2	S31608	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	16.0~18.0	10.0~14.0	2.0~3.0	—	—
022Cr17Ni12Mo2	S31603	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	16.0~18.0	10.0~14.0	2.0~3.0	—	—
06Cr19Ni13Mo3	S31708	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	—	—
022Cr19Ni13Mo3	S31703	≤0.03	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	—	—
06Cr18Ni10Ti	S32168	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	17.0~19.0	9.0~12.0	—	—	5C≤Ti≤0.80
06Cr18Ni11Nb	S34778	≤0.08	≤1.00	≤2.00	≤0.045	≤0.030	17.0~19.0	9.0~12.0	—	—	10C≤Nb≤1.10

奥氏体不锈钢压力管的力学性能和工艺性能

表4.6.4.1(1)

牌号	统一数字代号	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ 不小于 (N/mm <sup>2</sup> )	规定非比例延伸强度 $R_{p1.0}$ 不小于 (N/mm <sup>2</sup> )	抗拉强度 $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	伸长率 $A_5$ 不小于 (%)	压扁试验系数 C	弯曲试验弯心直径 D
06Cr19Ni10	S30408	205	245	520~720	35	0.09	3t (t为厚度)
022Cr19Ni10	S30403	175	205	480~680	35	0.09	3t
06Cr17Ni12Mo2	S31608	205	245	520~720	35	0.09	3t
022Cr17Ni12Mo2	S31603	175	205	480~680	35	0.09	3t
06Cr19Ni13Mo3	S31708	205	245	520~720	35	0.09	3t
022Cr19Ni13Mo3	S31703	175	205	480~680	35	0.09	3t
06Cr18Ni10Ti	S32168	205	245	520~720	35	0.09	3t
06Cr18Ni11Nb	S34778	205	245	520~720	35	0.09	3t

注：① 表中各强度级钢管的抗拉强度范围均为200 N/mm<sup>2</sup>。

②  $R_{p1.0}$ 仅作参考。除另有协议外，一般不要求测定该项数据。

# 第5章 锻 钢 件

## 第1节 一般规定

### 5.1.1 适用范围

5.1.1.5 不锈钢锻钢件应满足本章第9节的相关规定。

## 第4节 曲轴锻钢件

5.4.1.2 如拟采用合金钢曲轴锻钢件，应将其化学成分、力学性能和热处理规程提交CCS认可。合金钢曲轴锻钢件的抗拉强度通常应不大于应不超过 $1000\text{N/mm}^2$ ，如抗拉强度大于 $1000\text{N/mm}^2$ 应经CCS特殊考虑。

## 第9节 奥氏体与双相不锈钢锻钢件

### 5.9.1 一般规定

5.9.1.1 本节规定适用于液化气体船的液货舱和管系低温用、散装化学品船液货舱和管系耐蚀用、以及舵杆、轴系用奥氏体、双相不锈钢锻钢件。

5.9.1.4 所有奥氏体、双相不锈钢锻钢件均应提交化学成分、力学性能和热处理规程等详细资料，并取得CCS的认可。

### 5.9.2 化学成分

奥氏体不锈钢锻钢件的化学成份

表5.9.2.1

牌号	统一数字代号	化学成分 (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	其他	注
06Cr19Ni10	S30408	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	18.0~20.0	8.0~11.0	—	—	1
022Cr19Ni10	S30403	0.03	1.00	2.00	0.045	0.030	18.0~20.0	8.0~12.0	—	—	
06Cr17Ni12Mo2	S31608	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	16.0~18.0	10.0~14.0	2.0~3.0	—	1
022Cr17Ni12Mo2	S31603	0.03	1.00	2.00	0.045	0.030	16.0~18.0	10.0~14.0	2.0~3.0	—	
06Cr19Ni13Mo3	S31708	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	—	1
022Cr19Ni13Mo3	S31703	0.03	1.00	2.00	0.045	0.030	18.0~20.0	11.0~15.0	3.0~4.0	—	
06Cr23Ni13	S30908	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	22.0~24.0	12.0~15.0	—	—	2
06Cr25Ni20	S31008	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	24.0~26.0	19.0~22.0	—	—	2
06Cr18Ni10Ti	S32168	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	17.0~19.0	9.0~12.0	—	$5\text{C}\leq\text{Ti}\leq 0.80$	
06Cr18Ni11Nb	S34778	0.08	1.00	2.00	0.045	0.030	17.0~19.0	9.0~12.0	—	$10\text{C}\leq\text{Nb}\leq 1.10$	

注：① 不建议用于液化天然气船液货舱中的结构件。

② 建议用于高温条件抗腐蚀要求较高的场合。

③ 表中数据除有区间的表示外，其他值均为最高限值。

5.9.2.2 双相不锈钢锻钢件的熔炼分析化学成分一般应符合本篇表3.8.3.2的规定。

### 5.9.3 热处理

5.9.3.1 所有奥氏体、双相不锈钢锻钢件均应经固溶处理。

5.9.4.3 除另有协议外，奥氏体不锈钢锻钢件一般不要求作冲击试验。当奥氏体不锈钢用于-100℃及以下温度环境时，可要求进行-196℃温度下的夏比V型缺口冲击试验。试验结果的平均值应不低于41J(纵向取样)。

5.9.4.4 双相不锈钢锻钢件的力学性能应符合本篇表3.8.5.4的规定。

### 5.9.5 无损检测

5.9.5.1 对直径大于250mm的奥氏体、双相不锈钢螺旋桨推进轴锻钢件通常应进行超声波检测。

5.9.5.2 对除轴以外奥氏体、双相不锈钢锻钢件，应按批准图纸、标准、合同或协议的要求进行无损检测。

5.9.5.4 从事奥氏体、双相不锈钢超声波检测的人员应具有奥氏体、双相钢的检测经验。

### 5.9.6 晶间腐蚀试验

5.9.6.1 当材料拟用于腐蚀场合时，奥氏体、双相不锈钢热处理后应取样按本篇第2章第7节的规定进行晶间腐蚀试验。

### 5.9.7 点蚀试验

5.9.7.1 当材料拟用于腐蚀场合时，双相不锈钢锻钢件热处理后应取样按本篇第2章第9节内容的规定进行点蚀试验。

## 第6章 铸 钢 件

### 第1节 一般规定

6.1.10.10 对于在精加工或装配阶段发现的小缺陷，经CCS同意，修补后可免除热处理或进行局部热处理。

6.1.10.13 铸造厂应保持每个修补铸件的修补范围和位置的详细记录以及修补的焊接和热处理过程记录及后继检验报告，各类焊补缺陷的处理结果应经验船师确认，非修饰性焊补的报告和/或记录应提交验船师这些报告应提交验船师。

## 第8章 铝 合 金

### 第2节 铝合金板材与型材

8.2.3.3 验船师可以抽查铝合金冶炼厂的化学成分分析报告，尤其是当熔炼状态化学成分与最终产品化学成分相差较大时。

## 第9章 其他有色金属

### 第1节 铜质螺旋桨

9.1.5.1 铜质螺旋桨一般采用如图9.1.5.1所示的单独浇铸的吉尔型试件。若采用附连的试件，则试件应尽可能位于桨叶的 $0.5R$ 与 $0.6R$ 之间( $R$ 为螺旋桨的半径)。也可采用其他公认的标准规定的单独浇铸的试样。

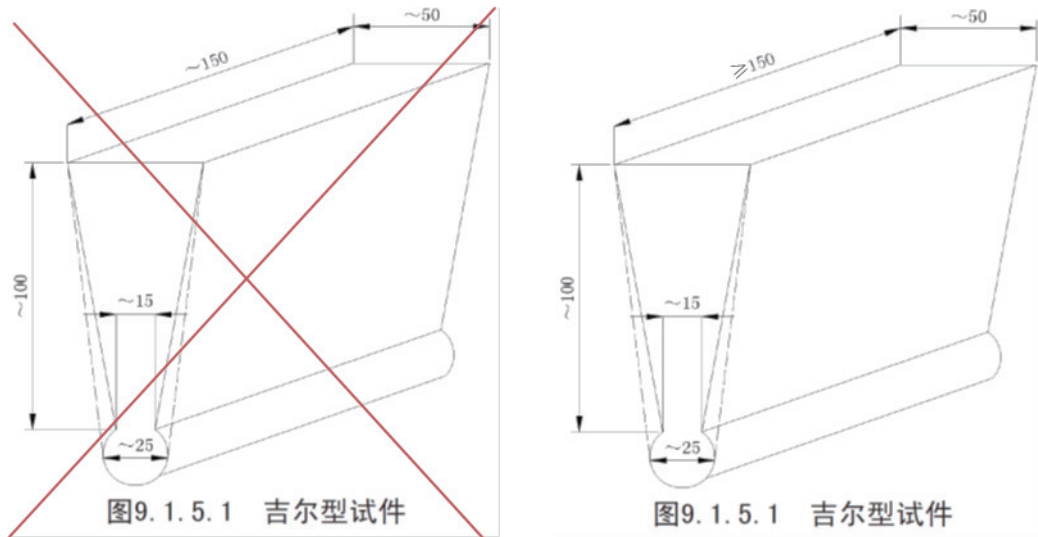


图9.1.5.1 吉尔型试件

## 第10章 设 备

### 第1节 锚

10.1.5.1 各种尺寸的锚均应按本章表10.1.5.3的要求进行拉力试验。在进行拉力试验前应检查并确认锚中无有害的表面缺陷。锚的拉力试验机应经校准。

### 第3节 海上设施定位用系泊链及其附件

10.3.3.2 除下列规定外，用于附件制造的锻钢应符合本篇第5章第1节的有关规定。

(1) 锻钢应满足认可的技术条件和在认可时提交认可的试验报告。钢应以吹氧转炉、电炉或其他经特别认可的工艺制造。所有钢级均应经镇静和细化晶粒处理，MR4S和MR5级钢还应经真空脱气处理。

## 第2篇 非金属材料

### 第2章 塑料材料

#### 第2节 原材料

2.2.2.5 对浇铸体试件进行下列项目的测定，结果应满足表2.2.2.5的要求，对表中未提及的项目其结果应满足标准或制造厂制定的极限值。

- (1) 密度或相对密度；
- (2) 固化后体积收缩率；
- (3) 巴柯尔硬度；
- (4) 拉伸强度；
- (5) 断裂伸长率；
- (6) 吸水量（如需要如长期接触水使用或用于建造纤维增强塑料船）；
- (7) 热变形温度。

铺敷用树脂浇铸体性能

表2.2.2.5

项目	试验标准	不饱和聚酯/乙烯基树脂	胶衣树脂/罩面树脂/环氧树脂
拉伸强度(N/mm <sup>2</sup> )	ISO527-2	≥45	≥55
拉伸断裂伸长率(%)	ISO527-2	≥1.5	≥2.5
弯曲弹性模量(N/mm <sup>2</sup> )	ISO178	≥2700	≥2700
弯曲强度(N/mm <sup>2</sup> )	ISO178	≥80	≥100
热变形温度(°C)	ISO75-2	≥75	≥75
巴柯尔硬度	ASTM D2583	≥35	≥35
吸水量(mg)	ISO62	≤80(船体) ≤100(非船体)	≤70

注1: 试验所用试样应经50°C后固化24h制备。

注2: 吸水性测试试样尺寸为50mm\*50mm\*4mm,试验条件为在23±2°C加正负2下浸泡672h。

项目	试验标准	不饱和聚酯/乙烯基树脂		环氧树脂
		1级	2级	
拉伸强度(N/mm <sup>2</sup> )	ISO527-2	≥55	≥45	≥55
拉伸断裂伸长率(%)	ISO527-2	≥2.5	≥1.5	≥2.5
弯曲弹性模量(N/mm <sup>2</sup> )	ISO178	≥2700	≥2700	≥2700
弯曲强度(N/mm <sup>2</sup> )	ISO178	≥100	≥80	≥100
热变形温度(°C)	ISO75-2	≥70	≥60	≥75
巴柯尔硬度	ASTM D2583	≥35	≥35	≥35
吸水量(mg)	ISO62	≤80	≤100	≤70

注1: 试验所用试样应经50°C后固化24h制备。

注2: 吸水性测试试样尺寸为50mm\*50mm\*4mm,试验条件为在23±2°C下浸泡672h。

注3: 以不饱和聚酯树脂或乙烯基树脂制造的胶衣树脂和罩面树脂应满足1级要求。

## 第3章 纤维增强塑料船体材料

### 第1节 一般规定

#### 3.1.3.3 纤维增强塑料船成型工艺认可试验：

(1) 对于采用新的建造工艺或新的铺层方式或新的树脂及增强材料建造的纤维增强塑料船，开工前，建造厂应在与成型车间条件相同的施工条件下，由铺敷人员按送审的工艺规程制作一块试板，用于玻璃钢船体设计的验证。试板厚度应为船体(船壳)最薄处的厚度。

(2) 试板应表面平整、均匀、无气泡、无分层和纤维裸露等缺陷。

(3) 层板试件的数量和规格按接受的有关标准进行加工，供进行拉伸、压缩、弯曲、层间剪切等力学性能试验。同时测定其密度（满足制造厂制定的极限值）、巴柯尔硬度、玻璃纤维含量等项目。

(4) 对于夹层板试板，应按接受的有关ISO1922标准进行剪切试验。剪切强度应不低于芯材剪切强度的1.33倍，且破坏面不应在芯材与面板的结合面。此外，还应制作夹层面板试板，供其他性能试验。试验要求、方法和结果与层板试板相同。

(5) 以玻璃纤维作为增强材料制造的船体，上述性能试验结果应不低于表3.1.3.3(5)的要求；以芳纶纤维或碳纤维作为增强材料制造的船体，应进行上述性能试验，且各项测试结果应不低于强度计算书的要求，层间剪切强度应不小于17MPa，并提交验船师确认。

(6) 推荐使用以短切原丝毡和无捻粗纱正交布交替铺敷成型的层板。

### 第2节 原材料

3.2.3.5 胶衣树脂应为船用耐水型不饱和聚酯树脂或乙烯基树脂。胶衣树脂与纤维增强材料间的附着性能应良好，断裂伸长率应大于铺层树脂，其差值一般不大于1%。

3.2.3.6 使用不饱和聚酯树脂制造船艇时，对于高速船及游艇其单板型船体及三明治结构的船体外面板应使用表2.2.2.5中的1级树脂进行船体的制造，2级树脂仅可用于上层建筑及船体内部结构的制造。对于救生艇及救助艇可采用2级树脂进行制造。

### 第3节 铺敷成型工艺

3.3.2.2 在铺敷成型期间，应同时制作供验证用的试板。试板最好从船体开口或船体外延部位选取，如不可行，应在与实际生产相同的环境条件、原材料、配方和工艺方法下(除胶衣层外)，由一般作业人员在约45°角放置的平板模具上模拟制作。固化后取样，按照3.4.3.5的要求测定各项性能，并应满足3.4.3.6的规定。对于需要后固化的环氧树脂模拟同步试板，试板应与船体同时放入同一个固化炉中完成后固化，之后取样测试。对凡用同一图纸型号、同一工艺规程、同一生产条件成批生产的小艇，允许每10条艇进行一次试板测试。

# 第3篇 焊 接

## 第2章 焊接材料

### 第1节 一般规定

2.1.3.5 各级钢焊接材料认可试验用的试板可根据表2.1.3.5选取，也可选取韧性级别低于表中要求的材料。对熔敷金属试验用试板，焊接材料等级在Y40及以下的可以选用任何级别钢种；Y42及以上的可选用与焊缝金属相匹配的钢材，或在母材坡口表面堆焊待认可的焊接材料；而含镍低合金钢和不锈钢一般在母材坡口表面堆焊待认可的焊接材料。当使用堆焊方法时，建议用相应的焊接材料先堆焊一至二层，再装配试件。

认可试验用钢材级别

表2.1.3.5

焊接材料等级	试验用钢级别	焊接材料等级	试验用钢级别	焊接材料等级	试验用钢级别
1	A	5Y42	FH420	3Y69	DH690
2	B、D	3Y46	DH460	4Y69	EH690
3	E	4Y46	EH460	5Y69	FH690
1Y	AH32、AH36	5Y46	FH460	3Y89	DH890
2Y	DH32、DH36	3Y50	DH500	4Y89	EH890
3Y	EH32、EH36	4Y50	EH500	5Y89	①
4Y	FH32、FH36	5Y50	FH500	3Y96	DH960
2Y40	DH40	3Y55	DH550	4Y96	EH960
3Y40	EH40	4Y55	EH550	5Y96	①
4Y40	FH40	5Y55	FH550	1.5Ni	1.5Ni
5Y40	FH40	3Y62	DH620	3.5Ni	3.5Ni
3Y42	DH420	4Y62	EH620	5Ni	5Ni
4Y42	EH420	5Y62	FH620	9Ni	9Ni

注①：选用适合的钢种

### 第2节 焊接材料的力学性能

2.2.2.1 结构钢焊接材料按其屈服强度可以分为911个等级；各个等级又按其缺口冲击韧性可进一步划分为若干个级别。各级焊接材料的表达方式见表2.1.3.5所示；冲击韧性以数字1至5表示，高强度焊接材料以字母Y表示；若焊接材料的屈服强度大于或等于400N/mm<sup>2</sup>，则在字母Y后接以数字40至6996。镍合金钢用焊接材料则以其母材中镍的含量分为1.5Ni、3.5Ni、5Ni和9Ni共4个级别。

2.2.2.2 对每一等级的结构钢焊接材料，凡符合较高韧性级别要求者，可以认为该材料也符合较低级别的要求。

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 4Y40 5Y40	3Y42 4Y42 5Y42	3Y46 4Y46 5Y46	3Y50 4Y50 5Y50	3Y55 4Y55 5Y55	3Y62 4Y62 5Y62	3Y69 4Y69 5Y69	3Y89 4Y89 5Y89	3Y96 4Y96 5Y96	1.5Ni	3.5Ni	5Ni	9Ni
熔敷金属试验	屈服强度 <sup>②</sup> $R_{eH}$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥305	≥375	≥400	≥420	≥460	≥500	≥550	≥620	≥690	≥890	≥960	≥375			
	抗拉强度 <sup>③</sup> $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )	400- 560	490- 660	510- 690	530- 520-680	570- 540-720	610- 590-770	670-830 640-820	720 700-890	770-940	940- 1100	980- 1150	≥460	≥420	≥500	≥600
	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)	②										-80	-100	-120	-196
	平均冲击功 (J)	≥47 <sup>④</sup>		≥47		≥50	≥55	≥62	≥69	≥69	≥69	≥69				
对接焊接试验	接头抗拉强度 (N/mm <sup>2</sup> )	≥400	≥490	≥510	≥530 520	≥570 540	≥610 590	≥670 640	≥720 700	≥770	940	980	≥490	≥450	≥540	≥640
	夏比V型缺口冲击试验	试验温度 (°C)	②										-80	-100	-120	-196
		平均冲击功 (J)	≥47 <sup>④</sup>		≥47		≥50	≥55	≥62	≥69	≥69	≥69	≥69			
	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。 <sup>⑤</sup>														

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℃；

2、2Y、2Y40级焊接材料的冲击试验温度为0℃；

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℃；  
4Y、4Y40、4Y42、4Y46、4Y50、4Y55、4Y62、4Y69、4Y89、4Y96级焊接材料的冲击试验温度为-40℃；  
5Y40、5Y42、5Y46、5Y50、5Y55、5Y62、5Y69、5Y89、5Y96级焊接材料的冲击试验温度为-60℃。

4、5Y级的冲击测试试验不适用于强度等级为89和96级的焊接材料。

5、5Y89、5Y96级焊接材料的冲击试验验收值由CCS另行考虑。

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%。

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。

2.2.2.4 Y89级焊接材料仅适用于与其强度等级相同的钢材，Y96级焊接材料适用于强度等级相同或低一个强度级别的钢材。

2.2.2.45 对屈服强度大于或等于420N/mm<sup>2</sup>的焊接材料，若弯曲试验不能符合表2.2.2.3要求，而在弯曲试样标距长度 $L_0$ 内的伸长率符合熔敷金属试验的伸长率要求时，可认为试验合格。弯曲试样的标距 $L_0$ 见图2.2.2.4所示。

### 第3节 电弧焊焊条

焊接材料的含氢量要求

表2.3.1.1

焊接材料等级	扩散氢含量
1、2、3、1Y、2Y、3Y	不作强制要求
4Y、2Y40、3Y40、4Y40	H15
3Y42、4Y42、5Y42、3Y46、4Y46、5Y46、3Y50、4Y50、5Y50	H10
3Y55、4Y55、5Y55、3Y62、4Y62、5Y62、3Y69、4Y69、5Y69	H5
3Y89、4Y89、5Y89、3Y96、4Y96、5Y96	H5

注：对于Y69、Y89以及Y96级焊材，年度检查需进行测氢试验。

### 第4节 埋弧自动焊的焊丝—焊剂

2.4.5.1 双面单道焊工艺对接焊应根据认可焊丝-焊剂的不同级别用相应强度的试板制备两副不同厚度的试板。试板的厚度见表2.4.5.1。每块试板的宽度应不小于150mm，长度应足够提供截取规定数量和尺寸的试样。

不同焊接材料等级对双面单道焊对接试板厚度的要求

表2.4.5.1

焊接材料等级	较薄试板厚度(mm)	较厚试板厚度(mm)
1,1Y	12~15	20~25
2,2Y,3,3Y,4Y, 2Y40,3Y40,4Y40,5Y40	20~25 <sup>①</sup>	30~35 <sup>①</sup>

注：① 经CCS同意，可对认可的范围(最大适用板厚)进行限制。这种情况下不论焊接材料等级均用12~15mm和20~25mm两副试件进行焊接。此情况仅适用于25mm及以下板厚。

### 第6节 电渣焊或气电立焊的焊接材料

2.6.1.2 1Y、2Y、3Y、4Y、2Y40、3Y40、和4Y40和5Y40级的电渣焊或气电立焊用焊接材料可以仅对特定的高强度钢作认可。考虑到所含细化晶粒元素的影响，若要求对焊接材料作一般性认可时，则应使用铈处理钢进行认可试验。

## 第3章 焊接工艺认可

### 第1节 一般规定

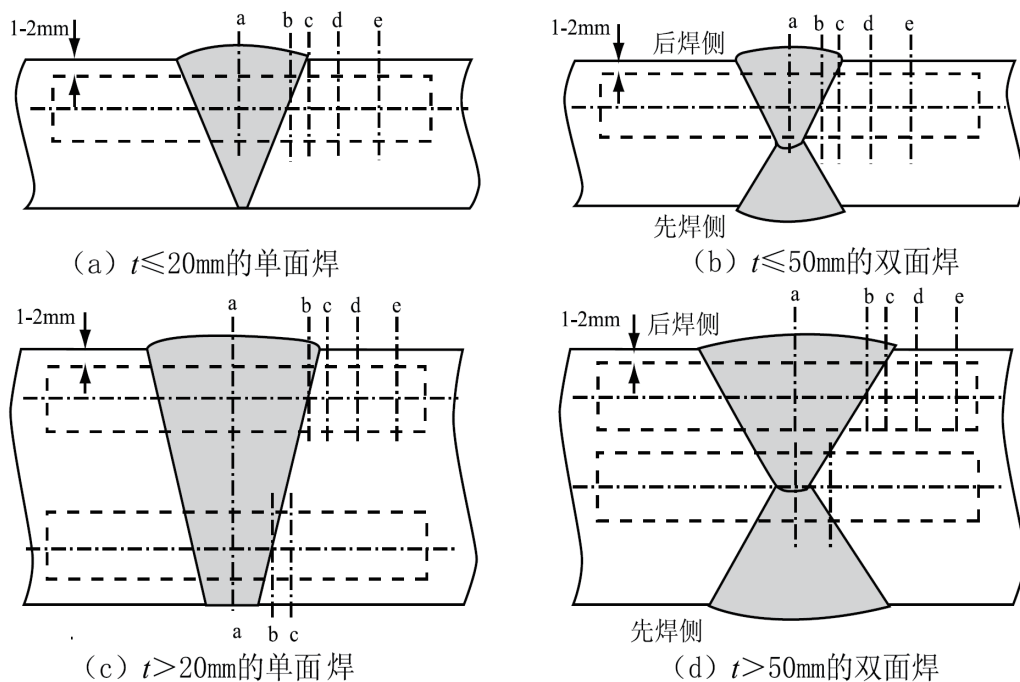
3.1.4.3 焊接工艺规程对钢材的适用范围规定如下：

(2) 对除上述(1)以外，规定屈服强度最小值小于或等于 $390\text{N/mm}^2$ 的钢，适用于与试验母材强度级别相同或低两个级别的钢材；对焊接结构用高强度淬火回火钢，适用于与试验母材强度级别相同或低一个级别的钢材。

(3) 当采用热输入大于 $50\text{kJ/cm}$ 的焊接方法时，焊接工艺仅可覆盖与试验母材韧性等级相同，强度等级低一个级别的钢材。

### 第2节 对接焊工艺认可试验

3.2.3.1 试件切割前应进行100%外观检查、100%表面和内部无损检测。如果要求进行焊后热处理或时效处理，则无损检测应在热处理或时效处理后进行。对规定最小屈服强度大于或等于 $420\text{N/mm}^2$ 的焊接结构用高强度淬火回火钢，除非焊后热处理已经完成，否则无损检测应延迟至少48小时。无损检测工艺应经CCS同意。



图中a、b、c、d和e是指冲击试样的缺口所处位置。其中a—焊缝中心、b—熔合线、c—距熔合线2mm的热影响区、d—距熔合线5mm的热影响区、e—距熔合线7~10mm10mm的热影响区(根据热输入量而定)。

图3.2.4.1(3) 冲击试样的取样位置

## 第4章 焊工资格考试

### 第3节 焊工资格适用范围

焊接位置代号

表4.3.7.1d

试件形式	焊接位置代号	焊接位置	ISO6947的对应代号
板材对接焊	F	平焊	PA
	Vu	立向上焊	PF
	Vd	立向下焊	PG
	H	横焊	PC
	O	仰焊	PE
管子对接焊	1G	管子水平滚动焊	PA
	2G	管子垂直固定焊	PC
	5G	管子水平固定焊	PH
	6G	管子倾斜45°固定焊	H-L045
	6GR	带有限制环的管子倾斜45°固定焊	-
板填角焊	FF	平角焊船型角焊	PA
	FH	横角焊平角焊	PB
	FHa	横角焊	PC
	FVu	立向上角焊	PF
	FVd	立向下角焊	PG
	FO	仰角焊	PD
	FOa	仰角焊	PE
管板角接焊	2FG	垂直固定平焊	PB
	4FG	垂直固定仰焊	PD
	5FG	水平固定焊	PH
	6FG	倾斜45°固定焊	H-L045

## 第5章 船体结构的焊接

### 第3节 焊缝检验与修补

5.3.2.4 对于在船中 $0.6L$ 范围内的船体强力甲板和外板(除5.3.2.6规定加强检验者外), 无损检测点的数量( $n$ )可以按下式计算:

$$n = 0.16k(i + 0.1W_T) + 0.04W_L$$

式中:  $n$  —— 船中 $0.6L$ 内的无损检测点, 个;

$k$  —— 船中 $0.6L$ 内板列的平均宽度,  $m$ , 可按下式计算:

$$k = \frac{\text{船中横剖面处的周长 (开口除外)}}{\text{横剖面处见到的板列数}}$$

$i$  —— 船中 $0.6L$ 内的纵、横向对接焊缝交叉处的总数;

$W_T$  —— 船中 $0.6L$ 内的横向对接焊缝的总长,  $m$ ;

$W_L$  —— 船中 $0.6L$ 内的分段合拢的纵向对接焊缝的总长,  $m$ 。

上述 $L$ 系指沿夏季载重水线, 由首柱前缘量至舵柱后缘的长度; 对无舵柱的船舶, 由首柱前缘量至舵杆中心线的长度; 但均不应小于夏季载重水线总长的96%, 且不必大于97%。对于箱形船体,  $L$ 为沿夏季载重线自船首端壁前缘量至船尾端壁后缘的长度。对于无舵杆的船舶, 为夏季载重水线总长的97%。

无损检测点的布置密度应按结构的重要性和受力大小从高到低递减。

纵横向对接焊缝交叉处的检测方向应平行于横向对接焊缝。

检测点一般应采用射线方法进行检测。