



中国船级社

材料与焊接规范

修改通报

2022

2022年7月1日生效

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 3 章 钢板、扁钢与型钢.....	1
第 7 节 低温韧性钢.....	1
第 4 章 钢 管.....	3
第 1 节 一 般 规 定.....	3
第 5 章 锻 钢 件.....	4
第 1 节 一 般 规 定.....	4
第 2 节 船体结构用锻钢件.....	4
第 9 节 奥氏体不锈钢锻钢件.....	4
第 6 章 铸 钢 件.....	4
第 8 节 奥氏体和双相不锈钢铸钢件.....	4
第 8 章 铝 合 金.....	4
第 2 节 铝合金板材与型材.....	4
第 3 节 铝合金铆钉.....	4
第 9 章 其他有色金属.....	5
第 2 节 铸 铜 合 金.....	5
第 10 章 设 备.....	5
第 4 节 钢 丝 绳.....	5
第 2 篇 非金属材料	5
第 7 章 纤 维 绳.....	5
第 1 节 船用纤维绳.....	5
第 3 篇 焊 接	8
第 1 章 通 则.....	8
第 2 节 试 验.....	8
第 2 章 焊 接 材 料.....	9
第 1 节 一 般 规 定.....	9
第 2 节 焊接材料的力学性能.....	9
第 8 节 不锈钢焊接材料.....	9
第 3 章 焊接工艺认可.....	10
第 1 节 一 般 规 定.....	10
第 4 节 倾斜或 T 形管节点全焊透工艺认可试验.....	10
第 4 章 焊工资格考试.....	11
第 1 节 一 般 规 定.....	11
第 2 节 焊工考试与评定.....	11
第 5 章 船体结构的焊接.....	13
第 1 节 一 般 规 定.....	13
第 3 节 焊缝检验与修补.....	14
第 5 节 镍合金钢的焊接.....	14
第 8 章 重要机件的焊接.....	15
第 4 节 螺旋桨的无损检测与焊补.....	15
第 9 章 压力管系的焊接.....	15
第 1 节 一 般 规 定.....	15
第 11 章 有色金属的焊接和铆接.....	15
第 3 节 钛及钛合金的焊接.....	15
附录 1 船体钢质焊缝的无损检测.....	15

第1篇 金属材料

第1章 通则

第2节 试验与检验

1.2.5.1 从事无损检测人员应按 CCS《无损检测人员[水平鉴定与认可指南](#)[资格鉴定与认证规范](#)》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3章 钢板、扁钢与型钢

第7节 低温韧性钢

3.7.1.1 本节规定适用于建造液化气体运输船的液货舱或液化气体燃料舱、靠近液货舱或液化气体燃料舱的船体结构用的厚度不超过4050mm的碳锰钢和镍合金钢。该类用钢除符合本节规定外，还应满足 CCS《散装运输液化气体船舶构造和设备规范》、《船舶应用天然气燃料规范》的相关要求。

3.7.1.2 对厚度超过 4050mm 的碳锰钢和镍合金钢的要求需经 CCS 同意按相关公认标准执行应经 CCS 特别考虑。

3.7.3 热处理与力学性能

3.7.3.1 碳钢和碳锰钢的交货状态和力学性能应符合表3.7.3.1的规定。

3.7.3.2 镍合金钢的交货状态和力学性能应符合表3.7.3.2的规定。

碳锰钢的交货状态和力学性能①

表3.7.3.1

钢号	交货状态②	屈服强度 R_{eH} 不小于 (N/mm ²)	抗拉强度 R_m (N/mm ²)	伸长率 A_5 不小于 (%)	夏比V型缺口冲击试验			最低设计温度 (°C)	
					材料厚度 t (mm)	试验温度 T (°C)④	试样冲击功的 平均值不小于(J)		
							纵向		横向
CL-I-2	正火或淬火加回火	315	440-570	22	$t \leq 25$	-20	41	27	-15
$25 < t \leq 30$					-25				
$30 < t \leq 35$					-30				
CL-II-2	正火或淬火加回火	315	440-570	22	$35 < t \leq 40$	-35	41	27	-35
					40 < t ≤ 45	-40			
					45 < t ≤ 50	-45			
					$t \leq 25$	-40			
					$25 < t \leq 30$	-45			
$30 < t \leq 35$	-50								
CL-III-2	正火或淬火加回火	315	440-570	22	$35 < t \leq 40$	-55	41	27	-55
					40 < t ≤ 45	-60			
					45 < t ≤ 50	-65			
					$t \leq 25$	-60			
					$25 < t \leq 30$	-65			
$30 < t \leq 35$	-70								
$35 < t \leq 40$	-75								
									-80

				40<t≤45	-85			
				45<t≤50				
CL-I-3	355	490-630	21	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-20 -25 -30 -35 -40 -45	41	27	-15
CL-II-3	355	490-630	21	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-40 -45 -50 -55 -60 -65	41	27	-35
CL-III-3	355	490-630	21	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-60 -65 -70 -75 -80 -85	41	27	-55
CL-I-4	390	510-660	20	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-20 -25 -30 -35 -40 -45	41	27	-15
CL-II-4	390	510-660	20	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-40 -45 -50 -55 -60 -65	41	27	-35
CL-III-4	390	510-660	20	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-60 -65 -70 -75 -80 -85	41	27	-55

①本要求适用于厚度不超过4050mm的材料。对厚度超过4050mm的材料夏比V型缺口冲击能量值应经CCS同意—；
 ②控轧工艺或TMCP可代替正火或淬火加回火—；
 ③表中冲击试验横向值适用板材、纵向值适用型材—；
 ④当用于焊后热处理的C型独立液货舱/燃料舱，夏比V型缺口冲击试验温度可比设计温度低5℃或取-20℃（二者取低者）。如使用替代方法（如工程临界评估）免除焊后消除应力热处理，应经CCS认可或符合相关公认标准。

镍合金钢的交货状态和力学性能

表3.7.3.2

钢号	交货状态	规定非比例 延伸强度 $R_{p0.2}$ 不小于 (N/mm ²)	抗拉强度 R_m (N/mm ²)	伸长率 A_5 不小于 (%)	夏比V型缺口冲击试验				最低设计 温度 (°C)
					材料厚度 t (mm)	试验温度 T (°C)	试样冲击功的平 均值不小于(J)		
							纵向	横向	
1.5Ni	正火或正火加 回火或淬火加 回火或TMCP ①	275	470~640	22	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40	-65 -70 -75 -80 -85	41	27	-60

					40<t≤45 45<t≤50	-90		
2.25Ni	正火 或 正火加回火或 淬火加回火或 TMCP ^①	295	420~570	19	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-70 -75 -80 -85 -90 -95		-65
3.5 Ni	正火 或 正火加回火或 TMCP ^①	345	440~690	21	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-95 -100 -105 -110 -115 -120		-90
5Ni	正火 或 正火加回火或 淬火加回火 ^{①②}	390	520~710	21	t≤25 25<t≤30 30<t≤35 35<t≤40 40<t≤45 45<t≤50	-110 -115 -120 -125 -130 -135		-105
9Ni	两次正火加回 火 或淬火加回火	490	640~830	19	t≤ 4050	-196		-165

- ①TMCP交货的镍钢应经CCS同意[—](#)；
- ②经特殊热处理的5%镍钢，例如经三级热处理（两次淬火+回火）的5%镍钢，可被用于最低温度为-165℃
的场合，但应在-196℃下对其进行冲击试验[—](#)；
- ③本要求适用于厚度不超过[4050](#)mm的材料。对厚度超过[4050](#)mm的材料夏比V型缺口冲击能量值应经CCS同意[—](#)；
- ④冲击试验横向值适用板材、纵向值适用型材。

3.7.3.3 力学性能试验试样的截取：

- (1) 钢板：应从每一轧制件的一端截取1个拉伸试样和1组3个冲击试样；
- (2) 型钢等其他钢材：应以同一炉罐号、同一规格、同一轧制方法和同一热处理制度为一批(每批最大重量为10t)，从每批钢材中任取一件截取1个拉伸试样和1组3个冲击试样；
- (3) 拉伸与冲击试样的截取方向、试样形状和尺寸应符合本篇第2章与本章第1节有关规定，对于拟用于本节3.7.1.1所述用途的钢板，其冲击试样应取横向试样，取样位置及试验值应按CCS《散装运输液化气体船舶构造与设备规范》第6章6.3.1、6.3.2和6.4.1的相关要求。[对于本章第3节，第4节以外的钢材，如厚度>40mm，还需要增加一组厚度中心的冲击试验。](#)

第4章 钢管

第1节 一般规定

4.1.8 液压试验

4.1.8.1 每根钢管均应在制造厂进行液压试验。经CCS同意，也可用超声波检测、[或涡流检测](#)[或漏磁检测](#)代替液压试验，但制造厂应提供证明该方法可靠性的技术文件[或参考相关公认标准](#)。

第5章 锻钢件

第1节 一般规定

5.1.6.4 锻钢件在最终热处理后机加工至适当阶段时应按本章各节的有关规定进行无损检测，并满足下列要求：

- (1) 检测的方法和检测范围应符合CCS《船舶焊接检验指南》第7章附录7A的规定；
- (2) 当采用外加电流法磁化工件时，应避免磁化电流损伤电极接触处的工件表面；
- (3) 当进行超声波无损检测时，通常应进行径向和轴向两个方向的检测。当形状或尺寸受限时，可进行轴向或径向检测；
- (4) 除图纸要求或另有协议外，无损检测的结果应符合CCS《船舶焊接检验指南》第7章附录7A的规定或[相关公认标准的要求](#)。

5.1.7.2 除[受到扭转疲劳的传动轴和曲轴类曲轴](#)锻钢件外，经CCS同意，锻钢件表面可进行焊接修补。此时，修补范围和位置、拟采用的焊接工艺、热处理以及随后的检查程序应提交CCS认可。

第2节 船体结构用锻钢件

5.2.4.3 对冰区航行的船舶，如其冰级标志为B1*或B1时，该船的舵杆和舵轴或舵销所采用的锻钢件，除应按本节5.2.4.1的规定进行试验外，还应作-10℃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27J。

第9节 奥氏体不锈钢锻钢件

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 5.3.4.1和[5.3.4.2](#)的要求；

第6章 铸钢件

第8节 奥氏体[和双相](#)不锈钢铸钢件

6.8.1 适用范围

[6.8.1.2 双相不锈钢铸钢件的化学成分、力学性能、点腐蚀性能和热处理规程，可按相关公认标准验收。](#)

第8章 铝合金

第2节 铝合金板材与型材

8.2.4.1 铝合金板材、棒材、型材和管材可采用轧制、[拔拉](#)或挤压方法生产。

第3节 铝合金铆钉

8.3.3.1 铆钉用线材或铆钉成品应以下列状态之一提交检验：

- (1) 退火；
- (2) 固溶处理加[自然时效处理](#)。

第9章 其他有色金属

第2节 铸铜合金

9.2.4.2 铸锭生产厂所提供的化学成分，应符合[相关公认标准的要求](#)本章9.1.3.1的规定。

第10章 设备

第4节 钢丝绳

10.4.4.5 卷绕试验：镀锌层的粘着力应通过卷绕试验予以检验。将钢丝在圆柱体上卷绕10整圈后，镀层如不出现起皮、剥落和开裂现象，即为合格。每种规格的钢丝至少要取56根进行试验，且钢丝直径与圆柱体直径之比应符合表10.4.4.5的规定：

钢丝绳卷绕试验规定 表10.4.4.5

镀锌层	镀锌钢丝直径(mm)	钢丝直径与圆柱体直径之比
1级或2级	<1.5	1 : 4
	≥1.5	1 : 6
3级	<1.5	1 : 2
	≥1.5	1 : 3

第2篇 非金属材料

第7章 纤维绳

第1节 船用纤维绳

7.1.1 一般要求

7.1.1.1 本节规定适用于作为系船索和拖索用的植物纤维绳和合成纤维绳。

7.1.1.2 纤维绳所用的原料、结构型式、线密度及[额定最小破断强度载荷](#)应符合公认的有关标准。

7.1.1.3 定义与术语

(1) 线密度：纤维绳在预加载荷下，其单位长度的质量。

(2) 预加载荷：为测定纤维绳公称直径及线密度而[按照公认的标准](#)所施加的载荷。计算公式如下：

$$F = n^2 / 8 \times 0.01 \quad kN$$

式中： F ——预加载荷，kN；

n ——公称直径，mm。

(3) [额定最小破断载荷](#)：[纤维绳公认标准中规定的破断试验时必须达到或超过的标称值合格载荷指标](#)，也用于对纤维绳公称直径的校验。

(4) 实际破断载荷：[破断试验中纤维绳破断载荷的实测值按规定试验条件进行的拉伸破断试验中，纤维绳破断载荷的实测值。](#)

(5) [公称直径](#)：[公认标准中给定纤维绳直径的标称值。](#)

7.1.2 材料

7.1.2.1 纤维绳可以用植物纤维(椰子壳纤维、大麻、马尼拉麻或龙舌兰麻)或化学合成纤维(聚酰胺、聚酯、[聚丙烯聚烯烃](#)、超高分子量聚乙烯或以上材料混编)制成，如采用其他材料，应有足够的证据证明其性能满足要求。

7.1.2.2 用于制造纤维绳的材料应质地良好，材质均匀，耐腐蚀，耐老化。

7.1.2.3 用于制造纤维绳的纤维应至少进行下列项目的检验：

- (1) 纤维破断载荷；
- (2) 纤维断裂伸长率；
- (3) 纤维线密度。

7.1.3 制造

7.1.3.1 纤维绳应由 CCS 认可的工厂制造。

7.1.3.2 植物纤维绳中任何浸渍润滑剂的用量应减至最小，任何防腐或防水措施均不对植物纤维造成危害。

7.1.3.3 根据纤维绳的材料和类型，其结构形式一般为 3 股、4 股、6 股、8 股、和12 股和双层编织，也可考虑其他结构形式。

7.1.4 试验

7.1.4.1 成品纤维绳通常应进行拉伸破断试验和线密度测量。

7.1.4.2 样品应从同批号原材料、同一结构、同一尺寸，按相同工艺制造的一批纤维绳中抽取。除另有协议外，应从上述纤维绳中随机抽取 S 个样品进行试验。 S 由下式计算：

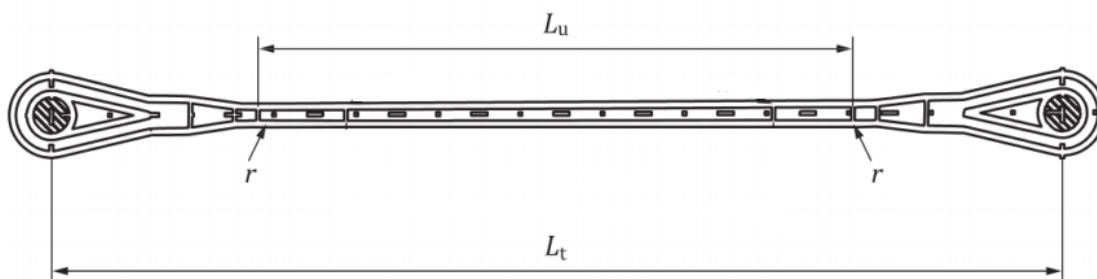
$$S = 0.4 \times \sqrt{N} \quad \text{个}$$

式中： S ——样品数，个；

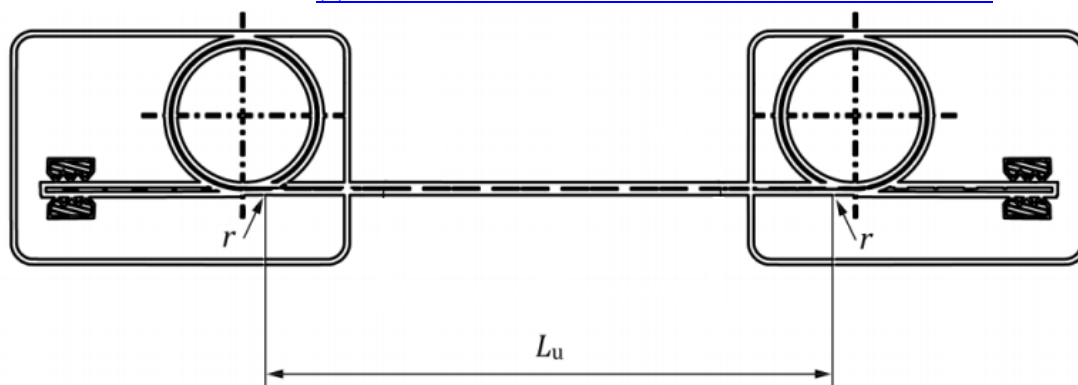
N ——组成一批的纤维绳卷数一个批中以 220m 计为一卷的总卷数（不足 220m 时记为 1 卷），卷。
计算值 S 为非整数时，所求得的数值应取整为最为接近的四舍五入取整数。当 $S < 1$ 时，取一个样品。

7.1.4.3 破断试验应按下列要求进行：

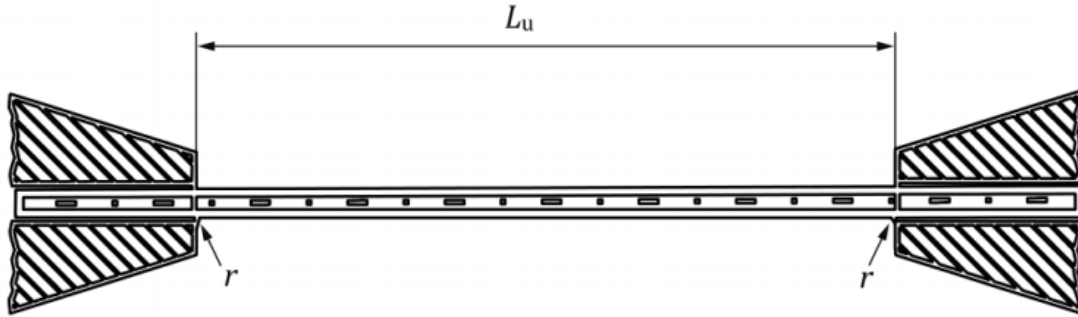
(1) 破断试验试样的取样长度和预加载荷应符合表 7.1.4.3(1) 的规定。破断试验的试样在夹具间的最小自由长度 L_u 应为 5 倍的捻距、5 倍编绞距或 400mm 三者中取大者。两端 r 到闭合末端的距离（或者到轮式夹具的切点），为 2-3 倍的绳索直径。见图 7.1.4.3(1)



(a)眼环式夹具测试公称直径不小于 20mm 纤维绳的图示



(b)轮（柱）式夹具测试公称直径小于 20mm 纤维绳的图示



(c)楔形夹具测试公称直径小于 20mm 纤维绳的图示

图 7.1.4.3 (1) 纤维绳在夹具间的安装图示

纤维绳破断试验参数 表 7.1.4.3(1)

材料	试样在夹具间的最小自由长度(mm)	载荷比*(%)	试验速度 (mm/min)
植物纤维	1800	2	150±50
合成纤维	900	1	75±25

注：载荷比为预加载荷与额定破断载荷之比。

(2)施加预加载荷后，校验试样的直径和捻捻均匀度，然后对试样按表 7.1.4.3(2) 所规定的试验速度均匀增加载荷，直至断裂。施加从预加载荷到 50%最小破断载荷，连续 3 个或 10 个循环（测试报告中应记录循环的次数），之后按同样速度施加载荷直到断裂。

破断试验的加载速度 表 7.1.4.3(2)

夹具类型	试验速度 (mm/min)
眼环式夹具	$(2\%-12\%) \times L_1$ ①
轮（柱）式夹具、楔形夹具	250±50

注①：L₁见图 7.1.4.3(1)(a)。

(3) 试验结果应满足下列要求：

- ① 试样的实际破断载荷，应不小于公认有关标准中所规定的额定破断载荷；
- ②① 试验时，若纤维绳的断裂位置在 r 距夹具 150mm 范围之内，且破断载荷不小于公认标准中所规定的最小破断载荷，则是合格的可重新取样复试；
- ③② 若试样在被夹持部位或在捻接部位 r 范围之外发生断裂，而其试验结果已达到或超过额定最小破断载荷的 90%以上时，则可以认为该试验是合格的。但不应认定试样的真实破断载荷为测试结果的 10/9 倍。

7.1.4.4 线密度测量应满足下列要求：

(1) 线密度的检测是按公认的标准对试样进行温、湿度调节后，对绳索施加预加载荷（误差应控制在±5%）并保持 1min，之后在绳索上标记 2m 长度的两端，去除载荷并在标记处切割以截取试样。称量试样的质量，以试样的总质量除以其在预加张力下的长度来计算得到。应并按下列公式对线密度进行计算：

$$\rho_x = m_0 / L \quad \text{ktex}$$

式中：ρ_x——线密度，ktex；

m₀——截取的试样质量，g；

L——试样在预加张力载荷下的 2m 长度，m。L = D_p × L₀ / D₀。

其中：L₀——试样在装上试验机前，用手展直后的初始长度，m；

D₀——试样在展平状态下两标距间的初始距离(至少为 0.5m)，m；

D_p——在预加张力下测得的两标距间的距离，m。

(2) 线密度的测量值应予以记录。

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 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) 纤维绳的额定最小破断载荷(必要时加注实际破断载荷)。

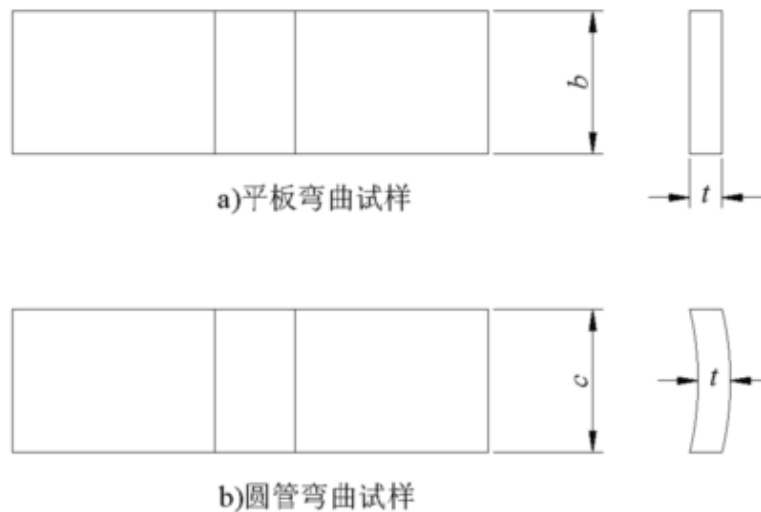
第3篇 焊接

第1章 通则

第2节 试验

1.2.3 试样的形状和尺寸

1.2.3.3 对接焊缝正反弯曲试样的形状和尺寸应按图1.2.3.3所示。焊缝的上下表面应锉平、磨光或机加工至与母材表面齐平。试样的受拉表面允许两边缘倒角1~2mm。管试样可将受压表面机加工成为一个平面。

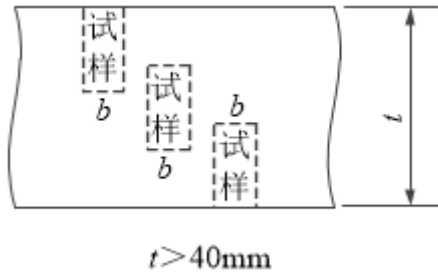


t -试样厚度, 应为母材厚度, 若厚度超过25mm, 可将试样的受压面一侧减薄至25mm, 对于铝合金应取母材的全厚度; b -板试样宽度, 取30mm; c -管试样宽度, 取 $t+0.1d$, 但不小于10mm, 也不大于30mm。式中 d 为管试件的外径, mm。当管试样直径小于等于25mm时, 可将试件在圆周方向上四等分取样。

图1.2.3.3

1.2.3.4 对接焊缝侧弯试样的形状和尺寸应按图1.2.3.4所示。试样焊缝的上下表面应机加工至与母材表面齐平。试样的受拉表面允许两边缘倒角1~2mm。





t -试板厚度, mm。当 t 大于40mm时, 可分为数个20mm到40mm的试样分别进行试验;
 b -试样厚度, 取为10mm。

图1.2.3.4

1.2.3.7 断面宏观检查试样是在焊缝接头处将试件垂直于焊缝截断, 长度至少包含热影响区以外10mm的母材区域。再将接头处的断面磨平、抛光, 经[酸洗侵蚀](#)后进行检查。

第2章 焊接材料

第1节 一般规定

2.1.4 认可保持

2.1.4.3 在下列情况下, CCS将通知焊接材料制造厂, [撤销](#)对其产品的认可:

- (1) 年度检查和试验不合格者;
- (2) 无特殊理由而未进行年度检查和试验者;
- (3) 抽样检查表明产品质量比认可时有明显下降以至不合格者。

第2节 焊接材料的力学性能

2.2.2 结构钢焊接材料

~~2.2.2.4 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。同时对于在本篇表2.2.2.3中的Y89以及Y96级焊接材料, 当设计应用于低级别匹配焊接接头时, 应满足制造厂的建议, 并经CCS同意。~~

2.2.2.54 对屈服强度大于或等于 420N/mm^2 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2.2.2.54所示。

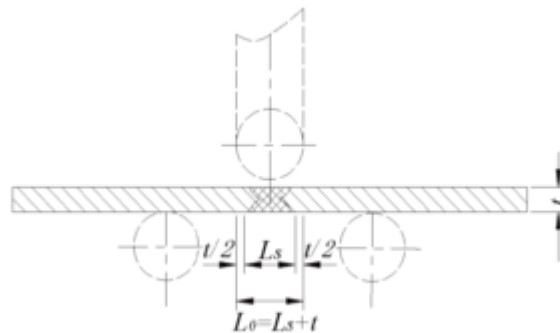


图2.2.2.54

第8节 不锈钢焊接材料

2.8.5 年度检查

2.8.5.2 所有试验结果应符合[表2.8.3](#)和2.8.4的相应要求。

第3章 焊接工艺认可

第1节 一般规定

3.1.4 认可焊接工艺的适用范围

3.1.4.4 焊接工艺规程对铝合金材料的适用范围应符合下列要求:

(1) 铝合金焊接工艺认可按母材化学成分分组如下:

A I组: Mg < 4% 的铝-镁系铝合金(5754、5454)

B II组: $4\% \leq \text{Mg} \leq 7.0\%$ 的铝-镁系铝合金(5086、5083、5383、5456、5A01、5059)

C III组: 铝-硅-镁系铝合金(6005A₇、6061₇、6082)

(2) 认可用于某一铝合金的焊接工艺也可用于同组材料中强度相等或较低的铝合金。认可用于 **B II** 组的铝合金焊接工艺可用于 **A I** 组铝合金的焊接。

第4节 倾斜或 T 形管节点全焊透工艺认可试验

3.4.1 一般要求

3.4.1.1 钢质海上设施的倾斜或T形管节点全焊透工艺认可试验应按不同的焊接方法和不同的焊接位置分别进行。

3.4.2 试件

3.4.2.1 除另有规定外, 倾斜或T形管节点焊接试件一般应按图3.4.2.1布置。

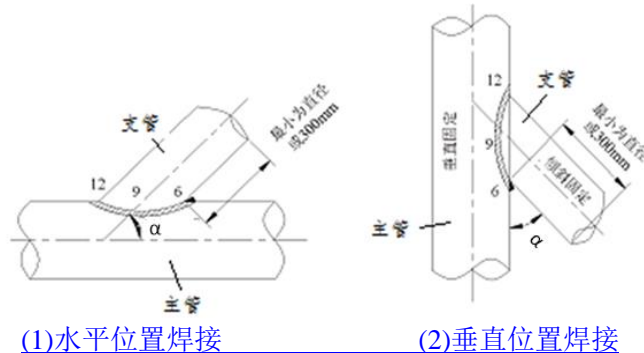


图3.4.2.1

3.4.2.2 管节点主管及支管的直径、壁厚和倾角等有关参数应根据结构相应确定。一般倾角为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ，或选用结构可能出现的最小倾角。支管的最小长度取其直径值，但不必超过300mm。坡口设计、加工、装配及焊接工艺应符合实际结构的要求。

3.4.2.4 管节点分车间水平位置焊接(转动)和现场垂直位置焊接(固定)两种情况, 各焊1试件。试验焊缝长度应为整个节点焊缝长度。当整个节点焊缝长度为800mm及以上时, 试验焊缝可取节点焊缝长度的一半。

3.4.3 试验项目

3.4.3.2 冲击试验43组(每组3个)(当主管壁厚允许时)。如图3.4.2.1所示, 试样在邻近“9”点的部位截取, 其缺口位置分别为焊缝中心、熔合线、距熔合线2mm和5mm的热影响区, 对于海上设施增加距熔合线5mm的热影响区。V型缺口垂直于支管管壁。

3.4.5 认可焊接工艺的适用范围

3.4.5.1 除本章第1节规定的适用范围外, 倾斜或 T 形管节点倾角 α 适用范围为试验时的角度至 90° 。

第4章 焊工资格考试

第1节 一般规定

4.1.1 适用范围

4.1.1.1 本章的规定适用于船舶及海上设施的结构、机械、锅炉与压力容器及管系等的碳钢、碳锰钢、合金钢及铝合金的熔化焊（包括焊条电弧焊、半自动焊和TIG焊）焊工考试。^注

~~注：①本章要求适用于2018年1月1日及以后焊工或焊接操作者资格考试（初次或复证）。~~

~~②在2018年1月1日前CCS颁发和接受的焊工资格证书在有效期内仍有效，但有效期满（最迟不超过2020年12月31日）的焊工应按本章要求重新考试。~~

~~③2022年1月1日及以后期满的证书应按本章要求更新。~~

~~④对2018年前无证书要求的焊工或焊接操作者，最迟至2020年12月31日应按本章要求初次考试和发证。~~

4.1.7.4 除定位焊工资格证书长期有效外，为延续焊工证书有效性，所有焊工在满足 4.1.7.2 的要求下，应由 CCS 定期进行重新验证。焊工技能应由下列之一方法进行周期性验证：

(1) 每 3 年焊工重新进行考试；

(2) 每 2 年进行验证：在 2 年有效期的最后 6 个月期间，对焊工焊接的 2 条焊缝进行射线检测或超声波检测或破坏性试验并作记录。该焊缝应重现初次考试条件（除板厚）。这些试验通过后可使焊工资格延期 2 年。

(3) 在满足 4.1.7.2 的要求下，焊工资格证书一直长期有效，但必须符合以下条件，并经 CCS 同意。CCS 与船厂或制造厂达成一致的情况下，每不超过 3 年由 CCS 重新审查验证。（本条及其子条款于 2022 年 1 月 1 日生效）

① 焊工在同一个船厂/制造厂从事焊接作业，从事焊接工作所在的船厂/制造厂应与其焊工资格证书上标明的雇主名称保持一致。该船厂/制造厂应对其焊工资格生产过程焊接质量负责。

② CCS 应对船厂/制造厂的焊工管理体系进行审核，至少包含以下内容：

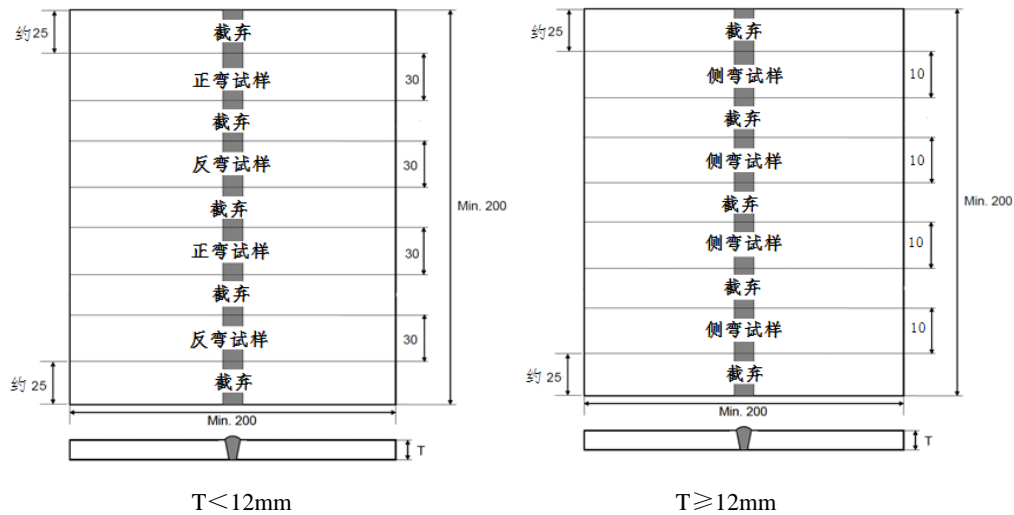
- 协调焊工管理体系的负责人；
- 船厂/制造厂焊工和主管焊接质量监督人员的清单；
- 分包商外聘焊工清单（如有）；
- 焊工的资格证书和相关管理体系；
- 焊工资格程序中考核的培训记录要求；
- 焊工和焊接工艺的识别体系针对具体焊接件对焊工和所用焊接工艺的追溯体系；
- 监控程序（焊缝的检测记录）关于如何监控具体焊工焊接质量的程序。监控应基于对焊接件质量检查记录的评价结果（如返修率）等。同时还应明确如焊工不需要通过上述（1）（2）条进行试验验证，保持焊工资格所需要达到的最低标准。

③ 船厂/制造厂每年必须至少提供一次记录（焊工是否满足焊工证书资格要求），并经 CCS 同意。船厂/制造厂应定期（至少每年一次）整理并提交关于评价焊工的工作质量（焊接质量、返修率等）满足建造质量标准和 CCS 规范要求的文件证明。

第2节 焊工考试与评定

4.2.2 试件形式与尺寸

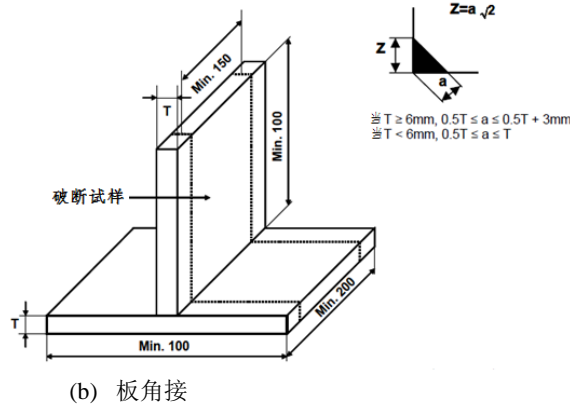
4.2.2.1 板对接、角接、管对接、管板角接头试件尺寸分别见图 4.32.2.1(a)、(b)、(c)、(d)。



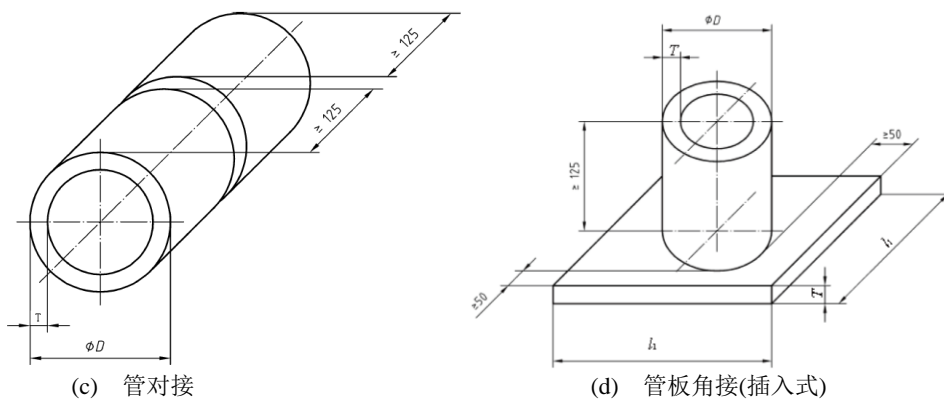
$T < 12\text{mm}$

$T \geq 12\text{mm}$

(a) 板对接



(b) 板角接



(c) 管对接

(d) 管板角接(插入式)

单位: mm

图 4.2.2.1 试件尺寸

4.2.4 试验或检验

4.2.4.7 当板角接焊采用宏观检验时, 从不同切割位置制备2个宏观试样, 其中至少1个试样切割在根部焊道或盖面焊道中的一个熄弧和重新起弧点。按本篇第1章1.2.3.7要求进行试样加工, 对每个试样一侧进行**酸洗侵蚀**, 以清晰显示焊缝金属、熔合线、根部熔深及热影响区。宏观断面应包含至少10mm的非热影响区母材金属。宏观检验应显示焊缝成形良好, 焊缝相邻焊道间以及与母材之间完全熔合, 无裂纹、未熔合缺陷。

4.2.4.8 对管板角接头, 如图 4.2.4.8 所示用机械方法将试件四等分, 取其中 2 块, 对 A、B 面进行宏观断面检查(其中 B 为接头处)。试样加工和**酸洗侵蚀**要求同 4.2.4.7。宏观断面应显示焊缝成形良好, 根部焊透, 无裂纹、未熔合缺陷。

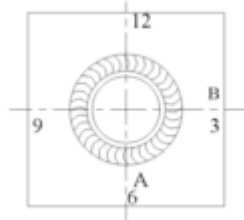


图 4.2.4.8 管板角接头宏观断面截取位置

第 5 章 船体结构的焊接

第 1 节 一般规定

5.1.4 焊接材料选用

5.1.4.1 船体结构所用的焊接材料应符合本篇第2章的规定。所选用焊接材料的级别应与船体结构用的钢级相适应，除另有规定外，并符合宜按照表5.1.4.1(1)的选用。对焊接结构用高强度钢，除另有规定外，适用的焊接材料的等级宜按照表5.1.4.1(2)选用。

焊接材料选用表

表 5.1.4.1

船体结构 钢级 焊接材 料级别	焊接材料选用表												
	A	B	D	E	AH27 AH32 AH36	DH27 DH32 DH36	EH27 EH32 EH36	FH27 FH32 FH36	AH40	DH40	EH40	FH40	
1	*												
2	*	*	*										
3	*	*	*	*									
1Y	*				②								
2Y	*	*	*		*	*							
3Y	*	*	*	*	*	*	*						
4Y	*	*	*	*	*	*	*	*					
2Y40	⊕	⊕	⊕		*	*			*	*			
3Y40	⊕	⊕	⊕	⊕	*	*	*		*	*	*		
4Y40	⊕	⊕	⊕	⊕	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5Y40	⊕	⊕	⊕	⊕	*	*	*	*	*	*	*	*	*

注：“*”为适用的钢级；

① 在普通强度结构钢焊接中不宜采用过高强度级别的焊接材料。

② 当采用1Y级焊接材料焊接时，母材的厚度不大于25mm。

焊接材料选用表

表 5.1.4.1(1)

焊材级别	一般强度及高强度船体结构用钢 ^①															
	A	B	D	E	AH27 AH32	DH27 DH32	EH27 EH32	FH27 FH32	AH36	DH36	EH36	FH36	AH40	DH40	EH40	FH40
1	×															
2	×	×	×													
3	×	×	×	×												
1Y	×				× ^②				× ^②							
2Y	×	×	×		×	×			×	×						
3Y	×	×	×	×	×	×	×		×	×	×					
4Y	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×				
2Y40					×	×			×	×			×	×		
3Y40					×	×	×		×	×	×		×	×	×	
4Y40					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
5Y40					×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

焊材级别	一般强度及高强度船体结构用钢 ^①															
	A	B	D	E	AH27 AH32	DH27 DH32	EH27 EH32	FH27 FH32	AH36	DH36	EH36	FH36	AH40	DH40	EH40	FH40
3Y42									×	×	×		×	×	×	
4Y42									×	×	×	×	×	×	×	×
5Y42									×	×	×	×	×	×	×	×
3Y46													×	×	×	
4Y46													×	×	×	×
5Y46													×	×	×	×

注：① “×”为适用的钢级，空格为不适用的钢级；
② 当采用1Y级焊接材料焊接时，母材的厚度不大于25mm。

焊接材料选用表 表 5.1.4.1(2)

焊材级别	焊接结构用高强度钢 ^①																							
	AH420 DH420	EH420	FH420	AH460 DH460	EH460	FH460	AH500 DH500	EH500	FH500	AH550 DH550	EH550	FH550	AH620 DH620	EH620	FH620	AH690 DH690	EH690	FH690	AH890 DH890	EH890	FH890	AH960 DH960	EH960	FH960
3Y42	×																							
4Y42	×	×																						
5Y42	×	×	×																					
3Y46	×			×																				
4Y46	×	×		×	×																			
5Y46	×	×	×	×	×	×																		
3Y50	×			×			×																	
4Y50	×	×		×	×		×	×																
5Y50	×	×	×	×	×	×	×	×	×															
3Y55							×			×														
4Y55							×	×		×	×													
5Y55							×	×	×	×	×	×												
3Y62										×			×											
4Y62										×	×		×	×										
5Y62										×	×	×	×	×	×									
3Y69													×			×								
4Y69													×	×		×	×							
5Y69													×	×	×	×	×	×						
3Y89																				×				
4Y89																				×	×			
5Y89																				×	×	×		
3Y96																				×			×	
4Y96																				×	×		×	×
5Y96																				×	×	×	×	×

注：① “×”为适用的钢级，空格为不适用的钢级。

5.1.4.4 Y89 以及 Y96 级焊接材料，当设计应用于低级别匹配焊接接头时，应满足制造厂的建议，并经 CCS 同意。

第 3 节 焊缝检验与修补

5.3.2 焊缝质量检验

5.3.2.2 焊缝的内部质量可采用射线、超声波或其他适当的方法进行无损检测，必要时有些焊缝还应增加适当数量的磁粉或渗透检测。无损检测通常应满足本篇附录1及附录2、CCS《船舶焊接检验指南》第7章或公认的检测方法和验收标准的要求。

第 5 节 镍合金钢的焊接

5.5.4 焊接

5.5.4.2 为避免在焊接时应采取措施避免发生磁偏吹，宜选用交流电源及能适应交流电的电焊条或焊丝

焊剂进行焊接。

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

8.4.4.2 发现超过表8.4.3.5 7验收标准的显示(如裂纹、缩孔、夹砂、夹渣、非金属夹杂、气孔以及其他可能削弱螺旋桨安全使用的缺陷)的螺旋桨, 应进行必要的修整或焊补。

第9章 压力管系的焊接

第1节 一般规定

9.1.3 焊接工艺认可

9.1.3.1 对于首次焊制或采用新的焊接工艺时, 应按本篇第3章的有关规定将下列[连焊](#)接接头的焊接工艺规程提交CCS认可:

- (1) 法兰与管子的[连焊](#)接;
- (2) 阀箱与管子的[连焊](#)接;
- (3) 附件与管子的[连焊](#)接;
- (4) 管子与管子的[连焊](#)接;
- (5) 分支管接头的焊接等。

第11章 有色金属的焊接和钎接

第3节 钛及钛合金的焊接

11.3.6 焊缝检查与修补

11.3.6.3 焊缝内部质量一般应经无损检测方法检查(射线探伤或超声波检测)。焊缝无损检测的范围、数量及其所采用的工艺和标准应符合CCS接受的标准的要求(如: [JB/T4730-NB/T 47013](#)。)

附录1 船体钢质焊缝的无损检测

5 检测总体方案: 无损检测方法选择

5.8 通常, 使用自动或~~全~~[全机械化](#)焊接工艺的焊缝的起点/终点应使用RT或UT进行检测, 但内部构件除外, 其测试范围应与验船师商定。

6 测试

6.5.2.2在保证质量和一致性的情况下, 可以考虑减少自动[或全机械化](#)焊接的检测频率。若不合格的比例异常高, 则要增加检测点的数量。

9 不合格显示和修复

9.2 当发现不合格显示时, 应检测相同焊缝长度的附加区域, 除非与验船师和制造商达成一致, 确定显示已被隔离。如果是自动[或全机械化](#)焊接接头, 则应将额外的无损检测扩展到相同焊缝长度的所有区域。