



中 国 船 级 社

材料与焊接规范

RULES FOR MATERIALS
AND WELDING

修 改 通 报

AMENDMENTS

2020

2020 年 7 月 1 日生效
Effective from 1 July 2020

北 京
Beijing

目 录

第1篇 金属材料.....	1
第3章 钢板、扁钢与型钢.....	1
第7节 低温韧性钢	1
第5章 锻钢件.....	2
第4节 曲轴锻钢件	2
第6章 铸钢件.....	3
第1节 一般规定	3
第9章 其他有色金属.....	4
第1节 铜质螺旋桨	4
第10章 设备.....	5
第1节 锚	5
第2篇 非金属材料.....	6
第2章 塑料材料.....	6
第2节 原材料	6
第3篇 焊接.....	9
第1章 通则.....	9
第2节 试验	9
第2章 焊接材料.....	10
第2节 焊接材料的力学性能	10
第6节 电渣焊或气电立焊的焊接材	11
第3章 焊接工艺认可.....	12
第1节 一般规定	12
第2节 对接焊工艺认可试验	12
第3节 角接焊工艺认可试验	13
第7章 受压壳体的焊接.....	14
第5节 检验与修补	14
第9章 压力管系的焊接.....	15
第3节 焊接质量检查	15

第1篇 金属材料

第3章 钢板、扁钢与型钢

第7节 低温韧性钢

3.7.1 适用范围

3.7.1.1 本节规定适用于建造液化气体运输船的液货舱、靠近液货舱的船体结构用的厚度不超过40mm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》的相关要求。

3.7.1.2 对厚度超过40mm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另行考虑。

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 (℃)
					材料厚度 t (mm)	试验温度 T (℃)	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	$t \leq 25$ $25 < t \leq 30$ $30 < t \leq 35$ $35 < t \leq 40$	-65 -70 -75 -80	41	27	-60
2.25Ni	正火 或 正火加回火或 淬火加回火或 TMCP ^①	295	420~570	19	$t \leq 25$ $25 < t \leq 30$ $30 < t \leq 35$ $35 < t \leq 40$	-70 -75 -80 -85			-65
3.5 Ni	<u>正火或</u> <u>正火加回火或</u> <u>淬火加回火</u>	345	440~690	21	$t \leq 25$ $25 < t \leq 30$ $30 < t \leq 35$ $35 < t \leq 40$	-95 -100 -105 -110			-90
5Ni	正火 或 正火加回火或 淬火加回火 ⊕②	390	520~710	21	$t \leq 25$ $25 < t \leq 30$ $30 < t \leq 35$ $35 < t \leq 40$	-110 -115 -120 -125			-105
9Ni	两次正火加 回火 或淬火加回 火	490	640~830	19	$t \leq 40$	-196			-165

① TMCP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40mm的材料。对厚度超过40mm的材料的夏比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。

第5章 锻 钢 件

第4节 曲轴锻钢件

5.4.5.2 曲轴锻钢件的试样数量应符合下列规定：

(5) 对于小型模锻曲轴，可按本章5.1.5.3要求进行批量试验；对于连续热处理工艺，组批数量经CCS同意可适当放宽。

第6章 铸 钢 件

第1节 一般规定

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，各类焊补缺陷焊补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。

第9章 其他有色金属

第1节 铜质螺旋桨

9.1.7.2 每一已验收通过的螺旋桨铸件应具有下列内容的船用产品证书合格证书或等效证明文件:

第10章 设 备

第1节 锚

10.1.6.2 抓力试验用锚的重量应尽可能代表拟认可的该型锚整个系列重量范围。通常应按下列要求选取：

(1) 对大抓力锚应在整个尺寸系列中至少选取两种规格的锚进行海上抓力试验。该系列中可认可的最大规格锚的重量应不大于较大规格测试锚重量的10倍两种规格中较大的一个应不小于该系列中最大规格锚的重量的10%；而较小的一个测试锚应不小于较大一个测试锚的重量的10%；

第2篇 非金属材料

第2章 塑料材料

第2节 原材料

2.2.3 增强材料

2.2.3.1 增强材料一般为纤维状物质或织物，应无杂质、污染、霉变等缺陷或瑕疵，它们应与拟增强的聚合物、树脂有良好的相容性，且应严格按照材料生产厂的建议贮存在干燥、通风、无尘、温度较为稳定的场所。

2.2.3.2 生产厂应对所使用的每种增强材料提供下列适用项目的数据，且应满足公认标准要求。

- (1) 增强材料的类型；
- (2) 每一方向的纤维类型；
- (3) 纤维或纱线的线密度(kTex值)；
- (4) 纤维表面精整和/或处理剂；
- (5) 纤维材料密度；
- (6) 纤维、粗纱或织物的拉伸断裂强力和断裂伸长率；
- (7) 可燃物含量；
- (8) 含水率；
- (9) 浸润剂和/或处理剂类型及含量；
- (10) 编织类型；
- (11) 织物或毡片单位面积重量；
- (12) 织物或毡片的宽度、厚度；
- (13) 相容性(适用于何种聚合物或树脂)；
- (14) 其他必要的项目。

2.2.3.3 对由多层不同类型增强材料毡片、布、织物组合成的组合增强材料，还应列出其详细的结构组成数据：如纱/线密度、类型、重复频度及排列方向等。

2.2.3.4 应按树脂生产厂建议的固化工艺制备包括增强材料在内的层合板(对无捻粗纱可按有关标准制成棒状)试件，进行各种必要的力学性能试验，层合板的制备应按下列要求进行：

- (1) 采用合适类型CCS的认可树脂(聚合物)。
- (2) 增强材料至少平行铺敷3层，保证层合板厚度不小于4mm。
- (3) 应记录所采用树脂、增强材料的重量和单位面积重量以及制成层合板厚度。
- (4) 对不同类型的玻璃纤维增强材料，其名义玻璃纤维含量如下：

手糊与真空成型的名义玻璃纤维含量(重量百分比) 表2.2.3.4(4)

	手糊成型(%)	真空成型(%)
短切毡	30	36
无捻粗纱及无捻粗纱正交布(方格布)	48	58
复合毡(毡+布)	46-18R	56-22R
多轴向布(3轴向、4轴向)	50	60
单向布	55	66
注：R = 复合毡中毡的总重量/(复合毡中毡+布的重量之和)		

层合板的总名义玻璃纤维含量 G 可用如下公式进行计算：

$$G = \frac{W}{\frac{W_1}{G_1} + \frac{W_2}{G_2} + \dots + \frac{W_n}{G_n}}$$

式中： $W_1, W_2, \dots, W_n$ 为铺层单位面积中不同增强材料的各自总重量，g；

$W = W_1 + W_2 + \dots + W_n$ ，为铺层单位面积中增强材料的总重量，g；

$G_1, G_2, \dots, G_n$ 为铺层单位面积中不同增强材料的名义玻纤含量，从表2.2.3.4(4)中得到。

(5) 对碳纤维增强材料应控制纤维重量含量在60±5%，对采用非玻璃类玻璃纤维和碳纤维以外的其他增强材料可按生产厂建议的体积重量百分含量进行。

2.2.3.5 对使用纤维缠绕方法成型的玻璃纤维无捻粗纱可视为单向增强材料，建议采用玻璃纤维重量含量70±5%进行试验。

2.2.3.6 应对按2.2.3.4制备的玻璃纤维层合板试件进行下列适用项目的性能测定，结果应满足公认标准要求。

- (1) 树脂含量或纤维含量；
- (2) 密度；
- (3) 吸水性；
- (4) 硬度(邵氏、洛氏、布氏-对热塑性塑料、或巴柯尔-对热固性塑料)；
- (5) 载荷下变形温度(马丁耐热性、维卡软化点或热变形温度)；
- (6) 拉伸强度、模量、延伸率；
- (7) 压缩强度、模量；

- (8) 弯曲强度、模量；
- (9) 层间剪切强度(对层合板)；
- (10) 冲击强度。

2.2.3.7 如用于对玻璃纤维无捻粗纱、毡、布认可，弯曲强度尚应进行潮湿状态的试验，试验前试件应在蒸馏水中煮沸2h。

2.2.3.8 试验时，应根据玻璃纤维增强材料在层合板中的排列方向取样。一般喷射无捻粗纱和短切原丝毡取任一方向；单向材料取0°方向；无捻粗纱、无捻粗纱布取0°和90°方向；多层组合增强材料按需要取0°，45°，90°，-45°方向。

2.2.3.9 对聚丙烯腈(PAN)基及沥青基且最大丝束不大于48K的碳纤维织物，应按本章2.2.3.4的要求制成层合板，进行表2.2.3.9中要求项目的测试，结果应不低于表2.2.3.9的要求。

碳纤维层合板性能要求					表2.2.3.9
	拉伸强度 (MPa)	拉伸模量 (GPa)	压缩强度 (MPa)	弯曲强度 (MPa)	层间剪切强度(MPa)
	ISO 527	ISO 527	ISO14126	ISO14125	ISO14130
单向布	1100	100	765	900	乙烯基树脂25 环氧树脂48
双轴向布	600	55	430	500	
三轴向布 ^①	550	45	350	400	
四轴向布	500	42	350	370	
注:① 测试方向为0°方向。 ② 测试用纤维其上浆剂应与拟使用的树脂相匹配。					

第3篇 焊 接

第1章 通 则

第2节 试 验

(1) 结构钢焊缝弯曲试验应符合表1.2.4.2(1) 要求。

结构钢焊缝弯曲试验要求			表1.2.4.2(1)
试验类别	试样材料最小屈服强度规定值 (N/mm ²)	压头直径 d	弯曲角度 α
焊接材料认可试验	$R_{eH} \leq 400$	$3t$	120°
	$400 < R_{eH} \leq 500$	$4t$	
	$500 < R_{eH} \leq 690$	$5t$	
	$690 < R_{eH} \leq 890$	$6t$	
	$890 < R_{eH} \leq 960$	$7t$	
焊接工艺认可试验	$R_{eH} \leq 400$	$4t$	180°
	$400 < R_{eH} \leq 500$	$5t$	
	$500 < R_{eH} \leq 690$	$6t$	
	$690 < R_{eH} \leq 890$	$7t$	
	$890 < R_{eH} \leq 960$	$8t$	

注：① 表中 t 为试样的厚度。

② 锅炉与受压容器的焊接工艺认可试验时，试验压头直径应符合本篇表7.2.3.4的规定。

第2章 焊接材料

第2节 焊接材料的力学性能

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 ^①	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 ^⑦ R_{eff} (N/mm ²)	≥305	≥375	≥400	≥420	≥460	≥500	≥550	≥620	≥690	≥890	≥960	≥375				
	抗拉强度 ^⑧ 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	
	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(℃)	②											-80	-100	-120	-196
	平均冲击功 ^⑥ (J)	≥47 ^③			≥47			≥50	≥55	≥62	≥69	≥69	≥69	≥69			
对接焊缝试验	接头抗拉强度(N/mm ²)	≥400	≥490	≥510	≥520	≥540	≥590	≥640	≥700	≥770	940	980	≥490	≥450	≥540	≥640	
	夏比V型缺口冲击试验	试验温度(℃)	②											-80	-100	-120	-196
	平均冲击功 ^⑥ (J)	≥47 ^④			≥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。⑤															

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。

45、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 $R_{eff} < 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于34J；对 $R_{eff} \geq 400\text{N/mm}^2$ 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 $R_{eff} < 400\text{N/mm}^2$ 的焊接材料应不低于34J；对 $R_{eff} \geq 400\text{N/mm}^2$ 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。同时对于在本篇表2.2.2.3中的Y89以及Y96级焊接材料，设计应用于低级别匹配焊接接头时，需经CCS同意并满足制造厂建议。(2020年1月1日生效)

第6节 电渣焊或气电立焊的焊接材

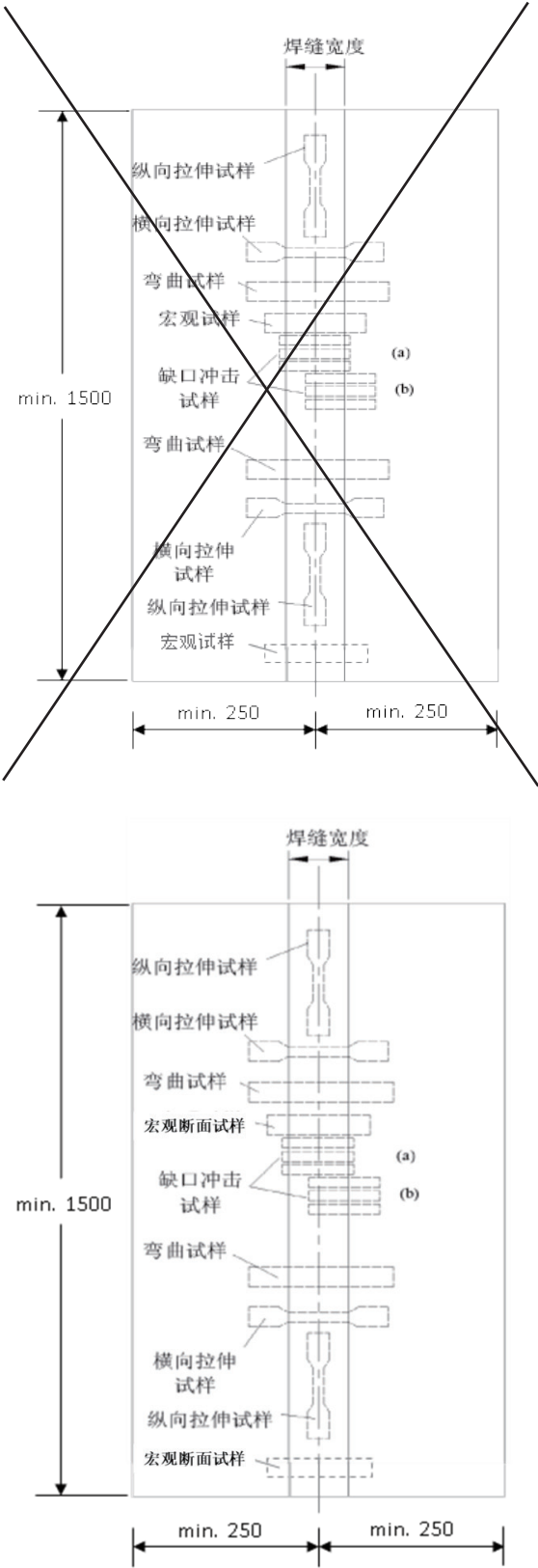


图2.6.2.3(1)

第3章 焊接工艺认可

第1节 一般规定

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：

B组：4% ≤ Mg ≤ 7.0% 的铝-镁系铝合金(~~5059、5083、5086、5383、5456、5A01~~5086、5083、5383、5456、5A01、5059)

第2节 对接焊工艺认可试验

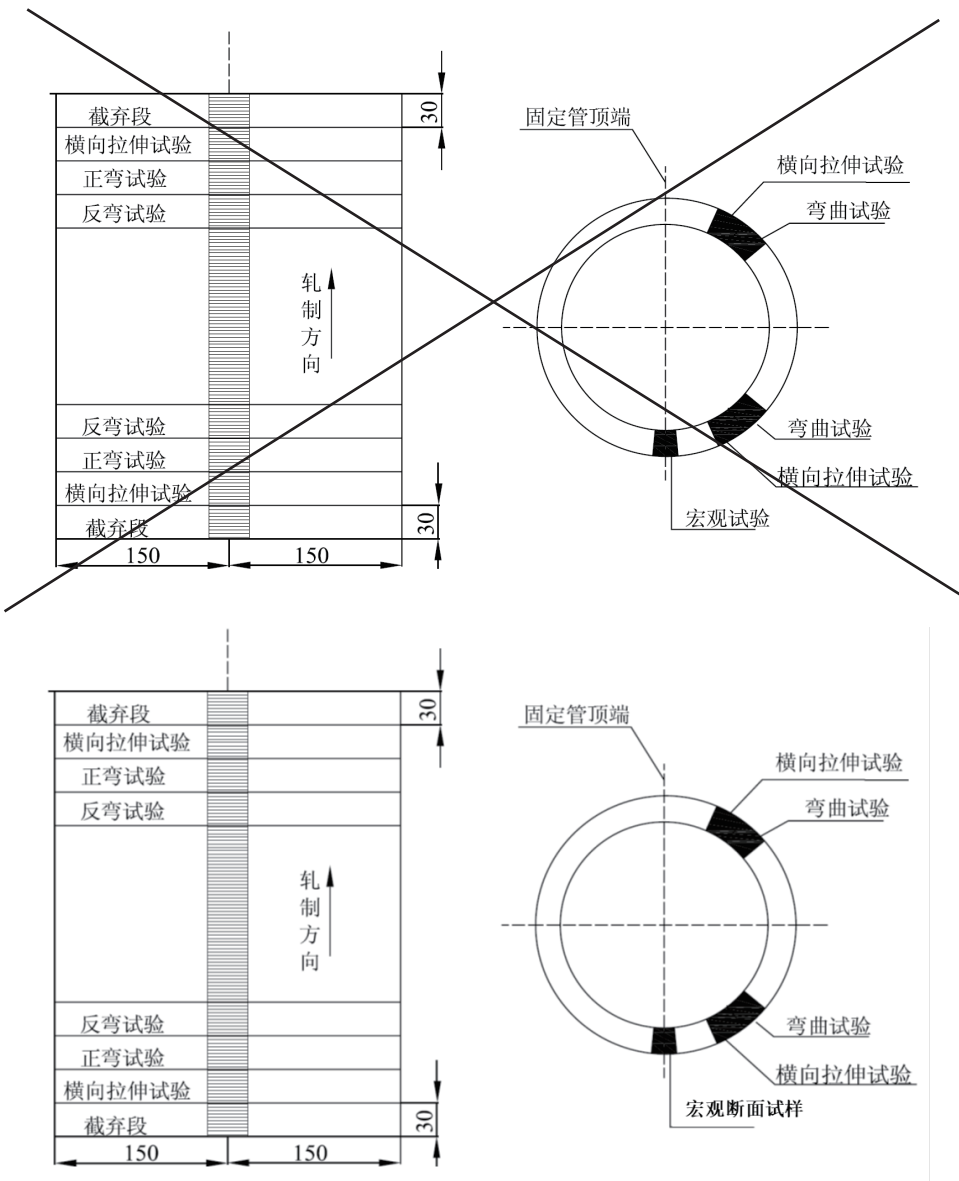


图3.2.4.2

第3节 角接焊工艺认可试验

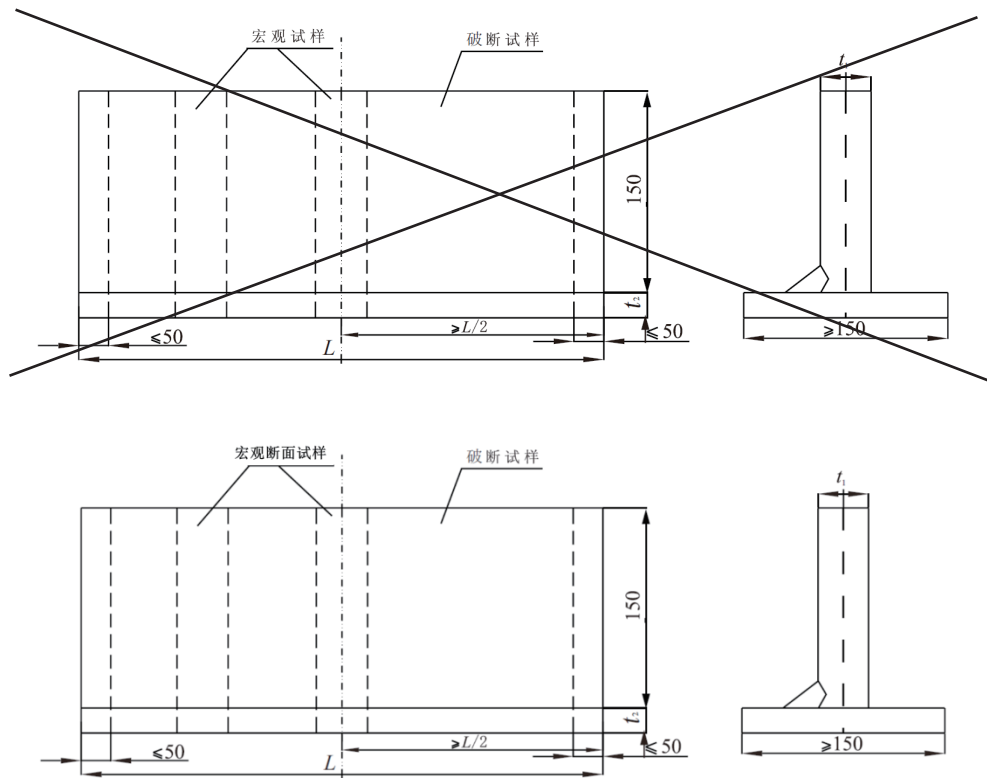


图3.3.3.2

第7章 受压壳体的焊接

第5节 检验与修补

7.5.2.4 测量锅炉与一般受压容器的设计型线量规的弦长等于筒体名义内径的1/4。锅炉与受压容器外形轮廓偏差 X 和筒体不圆度 $\Delta\varphi$ 均应符合表7.5.2.4的规定。

锅炉与一般受压容器筒体不圆度偏差		表7.5.2.4
受压壳体的名义内径 $D_i(\text{mm})$	筒体不圆度允差值 $\Delta\varphi \text{ (mm)}$	外形轮廓的最大偏差 $X(\text{mm})$
$D_i\leq 300$ $300<D_i\leq 460$ $460<D_i\leq 600$ $600<D_i\leq 900$ $900<D_i\leq 1220$ $1220<D_i\leq 1520$ $1520<D_i\leq 1900$	$\leq 0.01D_i$	1.2 1.6 2.4 3.2 4.0 4.8 5.6
$1900<D_i\leq 2300$ $2300<D_i\leq 2670$ $2670<D_i\leq 3950$	≤ 19	6.4 7.2 8.0
$3950<D_i\leq 4650$	≤ 19	$0.002D_i$
$D_i>4650$	$\leq 0.004D_i$	$0.002D_i$

第9章 压力管系的焊接

第3节 焊接质量检查

9.3.1 一般要求

9.3.1.1 管子焊接后应进行外观检查、无损检测和液压试验。

9.3.1.2 液压试验应按CCS《钢质海船入级规范》第3篇第2章第5节的规定进行。

9.3.2 外观检查

9.3.2.1 焊缝表面不应有裂纹、焊瘤、气孔、咬边以及未填满的弧坑和凹陷存在。如有上述缺陷应进行修补。

9.3.3 无损检测

9.3.3.1 在I级管系中，外径大于75mm的管子的对接焊接头，应全部经X射线或 γ 射线检测。

9.3.3.2 在II级管系中，外径大于100mm的管子的对接焊接头，以及I级管系中外径等于或小于75mm的管子的对接焊接头，应以10%抽样进行X射线或 γ 射线检测。

9.3.3.3 在保证可达到相当焊接质量水平的条件下，允许用认可的超声波检测工艺代替射线检测。

9.3.3.4 在I级管系中，法兰接头的角焊缝应进行磁粉检查或其他合适的无损检测，检测数量应满足9.3.3.1和9.3.3.2的规定。根据材料类型、管壁厚度、外径尺寸以及流体性质等不同情况，可要求对其他等级的管系中的角焊缝进行磁粉检测或等效检测。

9.3.3.5 除上述的无损检测外，可根据个别的特殊情况附加提出超声波检测要求。

9.3.3.6 X射线、 γ 射线及超声波检测，应由CCS发证的II级人员按合适的工艺进行。必要时，X射线、 γ 射线及超声波检测的完整工艺应提交审查。

9.3.3.7 磁粉检测应由适当的设备和工艺，且磁通量应足够探测出缺陷，必要时，设备应以标准试块进行校准。

9.3.3.8 焊缝质量应符合可接受的标准，焊缝中不可接受的缺陷应予去除，并按规定要求修补。