



中国船级社

材料与焊接规范

2026 年修改通报

(初稿)

中国船级社上海规范研究所

简要编写说明

修订管材压扁试验的覆盖范围，覆盖到钛、铜等合金；修订水润滑轴承的相关规定；进一步明确LNG等低温围护系统用材料的试验温度；修订AH36级别钢焊接的覆盖问题；船体结构焊接新增测温要求；新增桨前节能附体探伤要求；扩展了铝合金材料的焊接方式。

目录

第 1 篇 金属材料.....	1
第 2 章 材料的性能试验.....	1
第 6 节 管材延性试验.....	1
第 7 节 不锈钢晶间腐蚀试验.....	1
第 9 章 其他有色金属.....	2
第 3 节 铜 管.....	2
第 2 篇 非金属材料.....	2
第 2 章 塑 料 材 料.....	2
第 2 节 原材料.....	2
第 3 篇 焊 接.....	5
第 3 章 焊接工艺认可.....	5
第 2 节 对接焊工艺认可试验.....	5
第 4 章 焊工资格考试.....	6
第 3 节 焊工资格适用范围.....	6
第 5 章 船体结构的焊接.....	8
第 1 节 一般规定.....	8
第 3 节 焊缝检验与修补.....	8
第 7 章 受压壳体的焊接.....	8
第 2 节 受压壳体的产品焊接试验.....	8
第 11 章 有色金属的焊接和铆接.....	9
第 2 节 铝合金的焊接.....	9

第 1 篇 金属材料

第 2 章 材料的性能试验

第 6 节 管材延性试验

2.6.2.2 试验应在室温下沿垂直于管材轴线的方向施压。试验时，在两个平坦而有刚性的平行平板间对试样加压，平板的尺寸应超过压扁后试样的长度和宽度。

压扁试验应连续进行到平板间的距离 H (压载时测量)不大于下式规定之值为止：

$$H = \frac{t(1+C)}{C + \frac{t}{D}} \quad \text{mm}$$

式中： t ——管壁厚度，mm；

D ——管材外径，mm；

C ——系数，按钢种或特别要求决定，详见本篇第4章或第9章规定。

试验后，试样不应有破裂或裂纹，但试样端部的细小裂纹可以不计。

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：

(1) 平板对接试件取宽度为 40mm、长度为 100mm 的纵向弯曲试样；

(2) 外径大于 60mm 的管子对接试件取平行于焊缝的舟样试样或弧形试样，尺寸参照 (1)；

(3) 外径大于 60mm 的管子纵向焊缝试件取平行于焊缝的纵向弯曲试样，其试样宽度应不小于 20mm，长度应不小于 50mm；

(4) 外径不大于 60mm 的小直径管试件可直接作为压扁试样。

第 4 章 钢 管

第 1 节 一般规定

4.1.6.2 对于 I 级和 II 级压力管系用的钢管、锅炉管和过热器管，应按表 4.1.6.2 的规定，从每批或不足一批的钢管中，任选至少 1 根管子制备所需的试样。

钢管取样批量

表 4.1.6.2

钢管等级	钢管外径 D (mm)	每批数量(根) ^①
------	---------------	----------------------

I 级 ^②	所有外径	50
II 级	$D > 325$	100
	$D \leq 325$	200

注：① 由一根管坯轧制而成的钢管，在锯切后不再进行热处理，则从此钢管锯切的所有管段可视为一根计算。

② 锅炉管和过热器管均按 I 级管进行组批取样。

第 9 章 其他有色金属

第 3 节 铜 管

9.3.6.2 每批管子的试验项目和取样数量如下：

- (1) 拉伸试验：至少取 1 个试样；
- (2) 压扁试验：至少取 1 个试样；
- (3) 扩口试验（铜管外径 $\leq 108\text{mm}$ ）：至少取 1 个试样；

如果管子以盘卷交货时，则每批至少应任取 1 卷，每 10 圈或不足 10 圈的余量应截取 1 个试样。

第 2 篇 非金属材料

第 2 章 塑料材料

第 2 节 原材料

2.2.8 舵杆、舵销、舵轴及尾轴的轴承用高分子材料

2.2.8.1 本要求适用于制造舵杆、舵销、舵轴及尾轴的轴承所采用的尼龙(聚酰胺)及改性尼龙弹性(如：橡胶、聚氨酯等)及非弹性(如：尼龙、纤维增强酚醛树脂等材料)高分子材料，以上产品除满足本规范规定外还应满足 CCS《高分子轴承材料指南》的要求其他种类的轴承材料应将相关技术资料提交 CCS 审核。

2.2.8.2 舵杆、舵销、舵轴及尾轴的轴承用高分子材料在使用前应经 CCS 认可。

2.2.8.3 舵杆、舵销、舵轴及尾轴的轴承用高分子材料通常可加工成圆筒形、板条形或 half 型。

2.2.8.4 应对轴承材料的以下物理性能进行检验：

- (1) 压缩应力强度和压缩弹性模量（仅适用于非弹性材料）；
- (2) 拉伸强度及拉伸断裂伸长率（仅适用于弹性材料）；
- (3) 耐温性（50℃时的压缩应力及模量在 60±2℃或最高工作温度二者取大值下，对非弹性材料测定其压缩强度及模量，对弹性材料测定其拉伸强度及拉伸断裂伸长率）；
- (4) 人造海水 (ASTM D1141)中(20±2℃及, 80℃下 60±2℃或最高工作温度二者取大值, 4 周/672h)的体积膨胀率 (仅适用于水润滑)；
- (5) 油 (ISO1817 中 No.3 油)中(20±2℃下, 4 周/672h)的体积膨胀率（仅适用于油润滑）；

(6) 耐海水性(对水润滑轴承,在 20±2℃的人造海水 (ASTM D1141)中浸泡 4 周/672h 后,的压缩应力及模量对非弹性材料测定其压缩强度及模量,对弹性材料测定其拉伸强度及拉伸断裂伸长率);

(7) 线性热膨胀系数(垂直于受压面方向);

(8) 磨损率(体积,尾轴轴承测试方法为 ASTM G77,舵轴轴承测试方法为摇摆试验);

(9) 硬度;

(10) 冲击强度 (仅适用于非弹性材料);

(11) 摩擦系数(20℃及 80℃下,材料的干态及湿态条件下的动、静态摩擦系数,尾轴轴承测试方法为 ASTM G77,舵轴轴承测试方法为摇摆试验);

(12) 极限 PV 值(轴承承受压强与轴在轴承表面相对滑动的线速度的乘积);

(123) 密度。

(13) 耐老化性 (仅适用于弹性高分子材料,在空气循环烘箱中,在 60±2℃或最高工作温度二者取大值下进行热老化 96h,取出后在 20 至 48h 内进行拉伸强度和断裂伸长率的测试)。

(14) 金属粘接力 (ISO813 仅适用于需要与金属构件粘接的弹性高分子轴承材料)。

2.2.8.5 舵杆、舵销、舵轴、尾轴的轴承用高分子材料的物理性能应满足表 2.2.8.5(1)和 2.2.8.5(2)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。

非弹性高分子轴承材料物理性能要求

表 2.2.8.5(1)

压缩应力强度 (N/mm ²)	压缩弹性模量 (N/mm ²)	摩擦系数	耐温性及耐海水 性	润滑介质中的体积膨胀 率 ^③ (%)	拉伸强度 (N/mm ²)
ISO 604	ISO 604	=	-	ISO 175	ISO 527-2
≥12085 ^① ≥100 ^② (垂直 于受压面) ≥85 ^② (平行于 受压面)	≥1500850 ^① ≥1000 ^① ≥850 ^①	≤0.25	不小于 2.2.8.4(1) 试验值的 80%	≤3	≥70

注: ①垂直于轴承受压面方向。对均质材料轴承。

②平行于轴承受压面,仅针对板条形轴承。对非均质材料轴承。

③润滑介质中的体积膨胀率测试,样品尺寸为 50mm×50mm×t, t 一般为的最小厚度取 4mm,也可采用最小产品厚度,从浸泡介质中取出后以湿态马上测定膨胀率。

弹性高分子轴承材料物理性能要求

表 2.2.8.5(2)

拉伸强度 (N/mm ²)	拉伸断裂伸长 率(N/mm ²)	摩擦系数	耐温性及耐海水 性	润滑介质中的体积膨胀 率 ^③ (%)	耐老化性
ISO 37	ISO 37	=	-	ISO 175	ISO 37
≥10 ^① ≥30 ^②	≥150 ^① ≥60 ^②	≤0.25	不小于 2.2.8.4(2) 试验值的 80%	≤3	不小于 2.2.8.4(2)试 验值的 75%

注: ①橡胶材料。

②非橡胶类弹性材料。

③润滑介质中的体积膨胀率测试,样品尺寸为 50mm×50mm×t, t 的最小厚度取 4mm,也可采用最小

产品厚度，从浸泡介质中取出后以湿态马上测定膨胀率。

2.2.8.6 舵杆、舵销、舵轴、~~尾轴~~的轴承用高分子材料的最大许用表面压力一般为不大于 5.5N/mm²；如需认可大于 5.5N/mm²的许用表面压力，则除满足 2.2.8.4 及 2.2.8.5 的要求外，还需进行材料在干、湿交替条件下的浸泡试验，其体积膨胀率应不大于 3%。

2.2.8.7 对于每批产品出厂检验时应进行以下项目的检验：

- (1) 压缩应力和模量 (仅针对非弹性材料)；
- (2) 硬度；
- (3) 拉伸强度及断裂伸长率(仅针对弹性材料)；
- (4) 密度。

2.2.9 低温液罐用浇注型环氧腻子

2.2.9.1 用于 LEG、LPG、LNG 等低温液货罐鞍座与支承架填充粘接的双组分热固性环氧腻子在使用前应取得 CCS 认可。

2.2.9.2 产品生产厂应提供完整的施工技术文件，包括建议的设计原则、施工操作方法和要求等供备查。

2.2.9.3 应按施工工艺浇注样品，固化后测定下列性能（试验条件中的-196℃指液氮浸泡温度，实际测试温度不高于-168℃），结果应满足公认标准或制造厂制定的极限值：

- (1) 巴柯尔硬度；
- (2) 密度；
- (3) 压缩强度和压缩弹性模量（在 20℃，-196℃温度下进行测试）；
- (4) 剪切强度（在 20℃，-196℃温度下进行测试）；
- (5) 线膨胀系数（-30℃~+30℃）；
- (6) 蠕变（70℃，2000h 条件下，分别测定 2.5MPa 和 7MPa 负荷的蠕变量）；
- (7) 压缩变形（20℃，-196℃）；
- (8) 压缩屈服强度（20℃，-196℃）。

2.2.10 货舱承木

2.2.10.1 货舱承木系指采用榉木、桦木等硬质木材薄片，通过浸渍热固性树脂高温压制而成的层压制品。适用于 LEG、LPG、LNG 等低温液货罐的支承。

2.2.10.2 货舱承木应经 CCS 认可。

2.2.10.3 货舱承木的质量证明文件和包装上应标明尺寸、密度、所用木材的种类及树脂种类。

2.2.10.4 货舱承木应无鼓泡、裂缝、死节、虫孔、腐朽、污染和沾附异物等缺陷。加工切口应表面平滑、板层均匀。不得有胶层分离、表面剥离、鼓包等缺陷。

2.2.10.5 设计方应考虑货舱承木长期承受动态压缩之后的变形仍能满足设计要求。

2.2.10.6 应对货舱承木的如下性能进行检验（试验条件中的-196℃指液氮浸泡温度，实际测试温度不高于-168℃），结果应满足标准或制造厂制定的极限值：

- (1)密度
- (2)压缩强度(垂直和平行方向)（20℃，-196℃）
- (3)压缩形变率(垂直和平行方向)（20℃，-196℃）

第3篇 焊 接

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

3.1.4.3 焊接工艺规程对钢材的适用范围规定如下：

- (1) 对相同强度级别的钢材，适用于与试验母材韧性等级相同或较低的钢材。
- (2) 对除上述(1)以外，规定屈服强度最小值小于或等于 390N/mm² 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（此处 H27 级别钢材不作为一个单独级别，例如：AH36 级别钢焊接工艺适用于 AH32、AH27、B 及 A 级钢）；对焊接结构用高强度钢，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 50kJ/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。
- (4) 对锻钢与铸钢(碳钢和碳锰钢)，适用的强度等级范围为等于或低于试验母材的强度。
- (5) 对交货态与认可试验母材不同的钢材，除下列表 3.1.4.3 规定者外，CCS 将根据情况提出试验要求：—

①—~~淬火回火钢与其他交货状态钢材认可的焊接工艺不能相互覆盖；—~~

②—~~一般情况下正火、热轧、控轧交货状态钢材认可的焊接工艺可覆盖 TMCP 钢。但反之不能覆盖。~~

钢材交货状态的适用范围

表 3.1.4.3

试验母材交货状态	覆盖交货状态
淬火回火	淬火回火
正火，热轧，控轧	正火，热轧，控轧，TMCP
TMCP	TMCP
TMCP（规定屈服强度最小值小于或等于 390N/mm ² 的钢） ^①	正火，热轧，控轧，TMCP

注① 仅适用于热输入小于等于 50kJ/cm 时。

第2节 对接焊工艺认可试验

3.2.4 对接焊工艺试验项目

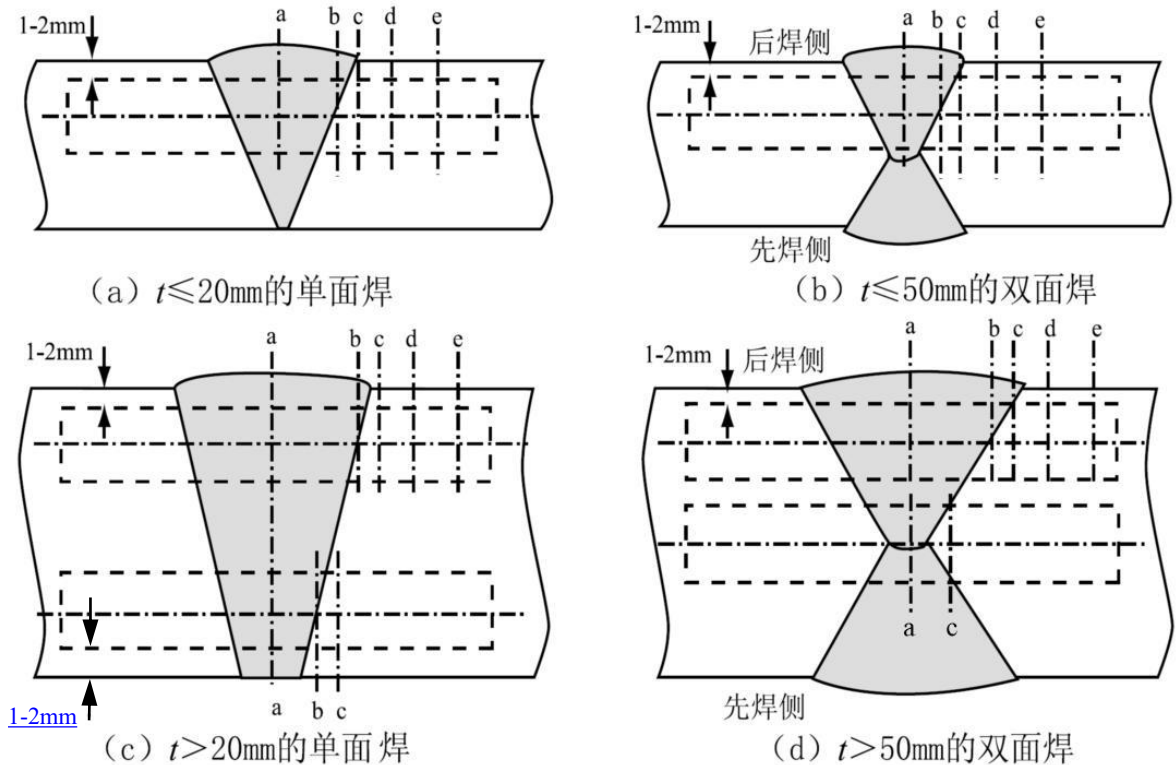
3.2.4.1 钢材对接焊工艺试验一般应按图3.2.4.1所示从试件上切取如下试样：试样尺寸应符合本篇第1章第2节的有关规定。

- (1) 焊缝横向拉伸试样2个；
- (2) 焊缝横向正反弯试样各2个。若试件厚度大于或等于12mm时，可改取侧弯试样4个；若对接焊的两块试板材料不相同，允许将横向正反弯曲试样改为纵向正反弯曲试样进行试验；

(3) 应根据热输入范围、焊接工艺和试件板厚,按表 3.2.4.1(3)要求,在图 3.2.4.1(3)所示位置制取冲击试样若干组(每组 3 个试样);

(4) 焊缝断面宏观检查与硬度测试试样各 1 个(一般应在有焊道接头处截取)。母材规定最小屈服强度低于 355N/mm^2 的钢材可免做硬度试验;

(5) 焊缝金属纵向拉伸试样 1 个(仅在焊接材料尚未认可时);若采用一种以上焊接方法或使用多种焊接材料制作试验焊缝,其试样的截取应从除去第一焊道或根部焊缝金属所用的焊接方法或焊材以外的每个焊接区域截取。



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10mm的热影响区。

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

4.3.7 焊接位置

4.3.7.1 根据焊工考试的实际焊接位置,认可的焊接位置分别见表 4.3.7.1a、表 4.3.7.1b、表 4.3.7.1c 和表 4.3.7.1d (用于表中的焊接位置定义见图 4.3.7.1 和表 4.3.7.1e)。

仅从事填角焊工作的焊工可进行填角焊考试。但需从事部分熔透或全熔透 T 形接头/管

板角接的焊工应进行对接焊考试。

对锅炉压力容器专用插入式管板角接焊接位置覆盖按照表 4.3.7.1d，插入式管板角接也可覆盖相应焊接位置的管板角接/管管角接填角焊和板填角焊。

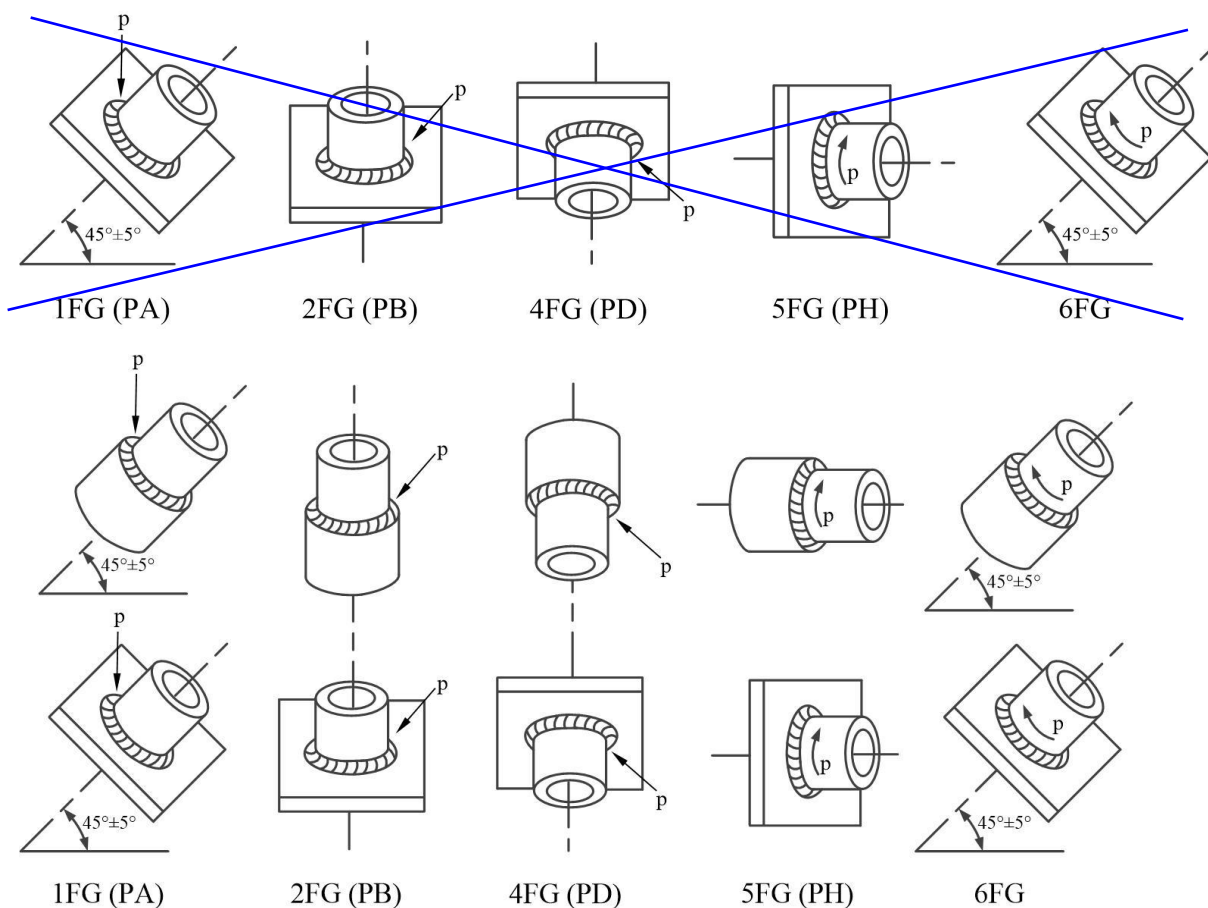


图 4.3.7.1 焊接位置示意图（部分）

管板角接/管管角接填角焊焊工考试焊接位置覆盖范围

表 4.3.7.1d

管板角接/管管角接 填角焊考试焊接位置	适用于焊接生产中的实际角接焊位置	
	管板角接/管管角接填角焊	板填角焊
1FG	1FG	FF
2FG	1FG、2FG	FF、FH
4FG	1FG、2FG、4FG	FF、FH、FH _a 、FO、FO _a
5FG	1FG、2FG、4FG、5FG	FF、FH、FH _a 、FV _u 、FO、FO _a
6FG	1FG、2FG、4FG、5FG、6FG	FF、FH、FH _a 、FV _u 、FO、FO _a
4FG+5FG	1FG、2FG、4FG、5FG、6FG	FF、FH、FH _a 、FV _u 、FO、FO _a

第 5 章 船体结构的焊接

第 1 节 一般规定

5.1.5 焊前准备

5.1.5.5 预热温度一般在焊件加热面的背面测量。条件不允许时，先移开加热源，待母材厚度方向上温度均匀后测定温度，温度均匀化的时间按每 25mm 母材厚度需 2min 的比例计。

温度测量点一般距坡口边缘 4 倍板厚，且不超过 50mm。焊件厚度大于 50mm 时，测温点至少距坡口边缘 75mm 或坡口任何方向上的相应位置。道间温度应在焊缝金属或相邻的母材金属处测得。

第 3 节 焊缝检验与修补

5.3.2 焊缝质量检验

5.3.2.13 桨前节能附体表面壳体（含外部支撑结构）与船体连接焊缝应进行 100% 的表面及至少 80% 的内部无损检测。

第 7 章 受压壳体的焊接

第 2 节 受压壳体的产品焊接试验

7.2.3 试样与试验

7.2.3.1 各个级别的受压壳体所需制备的试样应按图7.2.3.1和表7.2.3.1的规定截取。

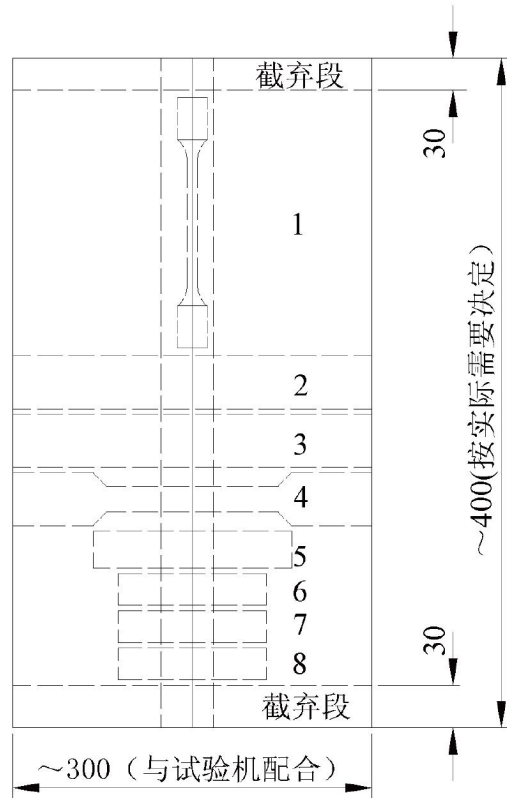


图7.2.3.1

各级受压壳体的试样

表 7.2.3.1

序号	试样名称	受压壳体	
		I级	II级
1	熔敷金属拉伸	要求	要求
2	正弯 ^①	要求	要求
3	反弯 ^①	要求	要求
4	接头横向拉伸	要求	要求
5	断面宏观检查	要求	要求
6~8	焊缝中心冲击试验 ^②	要求	

注：① 当试板厚度大于等于12mm时，可改取侧弯试样，进行侧弯试验。

② 下列任意一条情况应增加1组3个缺口位于熔合线上的冲击试样：

- a.潜水系统和潜水器受压壳体；
- b.所有设计温度在0℃及以下的受压壳体；
- c.使用合金钢制造的受压壳体（奥氏体不锈钢除外）。

第 11 章 有色金属的焊接和钎接

第 2 节 铝合金的焊接

11.2.2 焊前准备

11.2.2.2 铝合金材料可采用机械或等离子或激光方法进行切割。坡口一般可采用刨或磨等机加工方法制备。若采用其他方法，应经CCS验船师同意。