



中国船级社

材料与焊接规范

2025 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

1. 纳入 IACS UR W8 Rev.4 的最新修订内容, 修订了大尺寸铸钢件试块尺寸的要求。
2. 新增低温液货罐用货舱承木的检验要求。
3. 修订船体结构和管系焊缝外观检查实施要求及铝合金船体结构射线检测范围要求。
4. 纳入 IACS UR W24/27 Rev.5 的最新修订内容, 修订了铜质螺旋桨吉尔试件尺寸, 螺旋桨无损检测显示尺寸衡准及焊接修补要求。

知米高

目录

第1篇 金属材料.....	1
第5章 锻钢件.....	1
第4节 曲轴锻钢件.....	1
第6章 铸钢件.....	1
第1节 一般规定.....	1
第9章 其他有色金属.....	2
第1节 铜质螺旋桨.....	2
第4节 钛合金板.....	4
第2篇 非金属材料.....	4
第2章 塑料材料.....	4
第2节 原材料.....	4
第3章 纤维增强塑料船体材料.....	5
第1节 一般规定.....	5
第3篇 焊接.....	6
第2章 焊接材料.....	6
第2节 焊接材料的力学性能.....	6
第3章 焊接工艺认可.....	7
第1节 一般规定.....	7
第5章 船体结构的焊接.....	7
第3节 焊缝检验与修补.....	7
第8章 重要机件的焊接.....	7
第4节 螺旋桨的无损检测与焊补.....	7
第9章 压力管系的焊接.....	9
第3节 焊接质量检查.....	9
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 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：

(4) 一套试样应包括：~~对碳钢和碳锰钢曲轴锻钢件应取1个拉伸试样，对合金钢曲轴锻钢件应取1个拉伸试样和1组3个冲击试样。~~

第 6 章 铸 钢 件

第 1 节 一 般 规 定

6.1.6 试样

6.1.6.1 每个或每批铸钢件应能提供足够的试验材料，以满足规定的试验和可能进行的复试的需要。~~试块应能够代表整个铸件性能。~~试件可与铸钢件一起整体浇铸或附带于铸钢件的本体上，也可从铸件的浇道中取出，~~试件厚度 (t_s) 应不小于铸件的等效截面（可参考 ISO4990、ISO683-1、ISO683-2 或经试验确定）或 30mm（两者取大）。~~对薄壁淬火加回火铸钢件，试件厚度至少为 20mm，且应与铸钢件的厚度相适应。

6.1.6.2 铸钢件试件制备可任选以下两个方案：

(1) 试件厚度至少为 30mm；

(2) 经供需双方确认并经 CCS 同意，试件厚度根据等效截面选取（参考 ISO4990、ISO683-1、ISO683-2）。

如图 6.1.6.2 所示，对于除尾管、尾架、锚和挂舵臂以外的大厚度铸件，试件厚度 t_s 通常应不大于 150 mm。除 CCS 另有要求外，试件的长度和宽度通常为试件厚度 t_s 的 3 倍。对于铸件宽度或长度在 1 倍厚度 (t_s) 和 3 倍厚度 ($3t_s$) 之间的铸件，试件可以接受较短的宽度或长度。对于合金钢铸件，制造厂应提出试件的尺寸并经 CCS 同意。

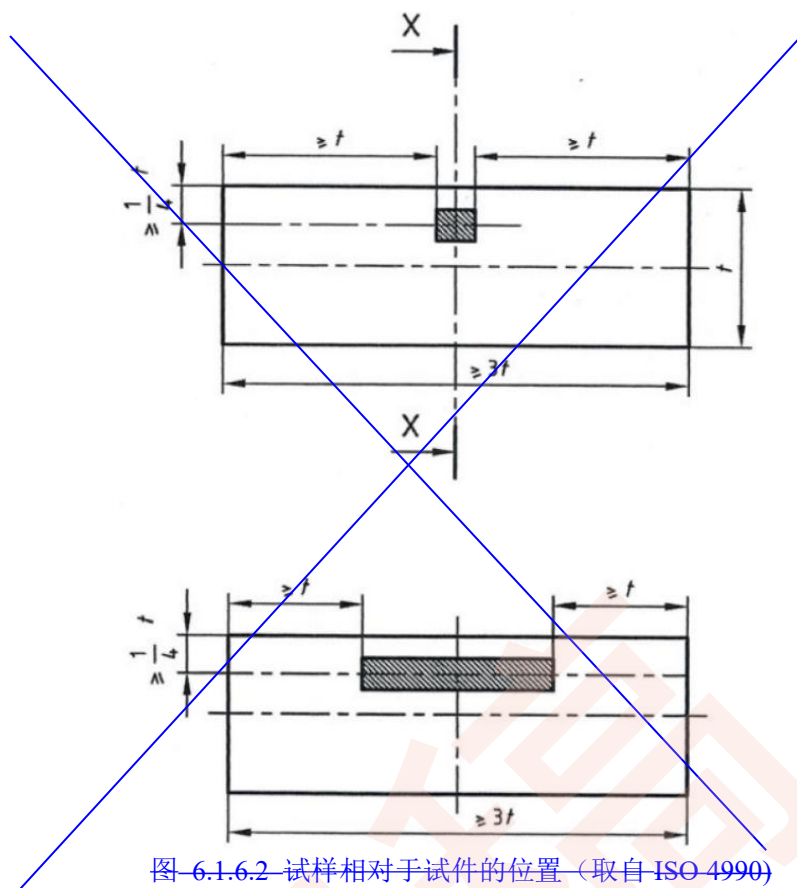


图 6.1.6.2 试样相对于铸件的位置 (取自 ISO 4990)

6.1.6.3 试验材料应在最终热处理完成之后才能与铸钢件本体分离。分离之前，应标上明显的标记。

6.1.6.4 按本节6.1.1.5提交作批量检验的小型铸钢件，其铸件可用同炉钢水单独浇铸。试件尺寸按公认标准(如ISO 4990)确定，且厚度不小于28mm。试件应与其所代表的铸钢件一起作热处理，并标上其所代表的批量的标记。

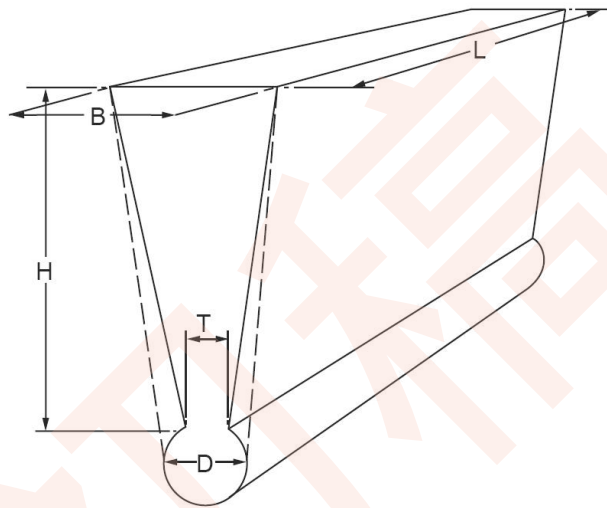
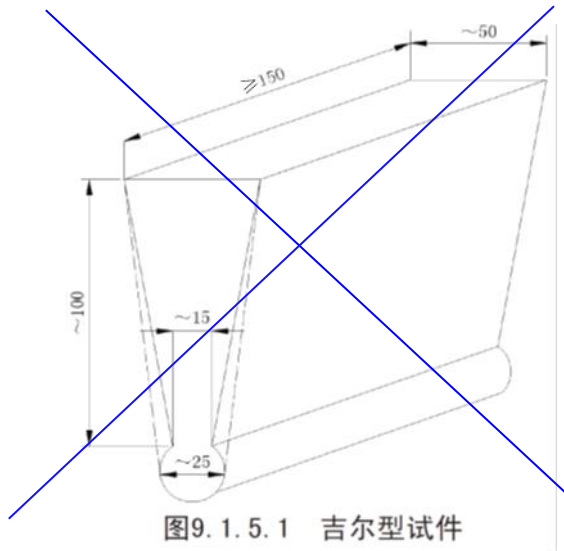
6.1.6.5 若试件厚度小于等于56mm，则试样轴线应位于距表面14mm处。若试件厚度大于56mm，则试样轴线应距表面不小于 $1/4t_s$ 。如图6.1.6.2所示，所取试样其他部位都应距表面不小于 t_s 。全部试样应按照本篇第2章的规定制备。拉伸试样的横截面积应大于 150mm^2 。

第 9 章 其他有色金属

第 1 节 铜质螺旋桨

9.1.5 试样

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。



$H \geq 100\text{mm}$; $B \geq 50\text{mm}$; $L > 150\text{mm}$; $T \geq 15\text{mm}$; $D \geq 25\text{mm}$

图 9.1.5.1 吉尔型试件

9.1.7 标记和证书

9.1.7.1 每个螺旋桨铸件应由制造厂做下列适当标记:

- 材料等级或其缩写符号;
- 制造厂标记;
- 炉号或其他能追溯铸件整个制造过程的标记;
- ~~试样号~~成品桨重量;
- CCS 证书号;
- 冰级符号(当适用时);
- 大侧斜角螺旋桨的侧斜角;
- 最终检验的日期;
- 当铸件已验收通过, 应打上 CCS 的标记。

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合格证书:

- 订货方名或订货号;
- 船名, 当已知时;
- 螺旋桨图纸的图号(图纸中对铸件进行详细的相关描述);

- d) 螺旋桨的直径、桨叶数、螺距、旋向；
- e) 大侧斜角螺旋桨的侧斜角；
- f) 成品桨重量；
- g) 合金型号、各炉的化学成分；
- h) 铸件的炉号或浇铸批号；
- i) 铸件的标识号；
- j) 无损检测方法及其结果；
- k) 力学性能试验结果；

第4节 钛合金板

9.4.5.2 每块试料中应按如下要求制取1个拉伸试样和1组3个夏比冲击试样(对板厚大于10mm者)和2个弯曲试样：

(1) 拉伸试样应采用本篇第2章表2.2.2.1中序号1的板状比例试样（但试样宽度可[按相关公认标准](#)为12.5mm P7试样）；对厚度大于40mm者也可采用序号2的圆棒形比例试样(但试样直径可为5mm)，此时试样的轴线应位于板的1/4厚度处；

(2) 对板的厚度不大于40mm时，冲击试样应为试样边缘距板轧制表面不大于2mm处；若产品厚度超过40mm时，试样的轴线应位于板材的1/4厚度处。试样轴线应垂直于轧制方向，试样的缺口应垂直于轧制面；

(3) 2个弯曲试样的受拉面应至少各保持一个原轧制面，且其轴线应垂直于轧制方向。试样宽度为15mm，对于厚度超过5mm的板，可单面减薄至5mm。

第2篇 非金属材料

第2章 塑料材料

第2节 原材料

2.2.7.6 拟认可的环氧机座垫片的使用条件为：在使用过程中由设备本身自重产生的静载荷通常应不大于0.7N/mm²（对额定转速低于300r/min的柴油机应不大于0.9N/mm²），环氧垫片承受的最大静载荷(设备自重加螺栓紧固力)通常应不大于4.5N/mm²，使用温度不超过80℃。浇注体的性能要求见表2.2.7.6。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。

环氧机座垫片浇注体性能要求

表 2.2.7.6

压缩强度 (N/mm ²)	压缩模量 (N/mm ²)	巴柯尔硬度	热变形温度 (℃)	可燃性	吸水率 ^① (%)	吸油率 ^① (%)
ASTM D695	ASTM D695	ASTM D2583	ISO 75-2	ASTM D635	ISO 62	ISO 62
≥120	≥5000	≥35	≥80	自熄	≤0.9	≤0.9

注：① 吸水率及吸油率测试的样品尺寸为50mm × 50mm × 4mm。

2.2.7.7 如浇注料拟使用于尾轴管和尾轴衬套安装，除[2.2.7.7](#) [2.2.7.6](#)规定外，还应提供其拉伸强度和拉伸弹性模量的测定数据。其中拉伸强度应不小于34MPa(ASTM D638)。

2.2.9 低温液罐用浇注型环氧腻子

2.2.9.1 用于 LEG、LPG、LNG 等低温液化气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，结果应满足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℃，~~-50℃~~，~~-110℃~~，~~-1956℃~~ 温度下进行测试）；
- (4) 剪切强度（在 20℃，~~-50℃~~，~~-110℃~~，~~-1956℃~~ 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℃，~~-1956℃~~）；
- (8) 压缩屈服强度（20℃，~~-1956℃~~）。

2.2.10 货舱承木

2.2.10.1 货舱承木系指采用桦木、柞木等硬质木材薄片，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 货舱承木应标明所用木材的种类、尺寸、密度、层数、单层厚度及树脂种类。

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，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℃)

(4) 吸水率

(5) 吸油率（油的种类根据适装货物和实际暴露情况选取）

(6) 耐水性（在水中浸泡 4 周，测试垂直和水平方向的压缩强度）。

(7) 耐油性（在油中浸泡 4 周，测试垂直和水平方向的压缩强度，油品种类根据可能接触的油品种类选取）。

(8) 导热系数（垂直方向）

(9) 线膨胀系数（垂直方向）

(10) 剪切强度（垂直、平行方向及层间方向，在 20℃和-196℃）

(11) 摩擦系数（对安装后的摩擦副组合测定常温下的摩擦系数，如：货舱承木与不锈钢作为摩擦副或承木与承木作为摩擦副等）

2.2.10.7 如货舱承木使用在可能接触水和油的区域时，可采取防护措施，采取的防护措施应与承木兼容，不得影响承木的木材及树脂成分，采取防护措施后对承木进行 2.2.10.6(6)(7)中的浸泡以验证防护措施的有效性，浸泡后压缩强度的测试结果不应低于浸泡前结果的 97%；或取承木在水中及油中浸泡性能稳定之后的数据进行设计。

2.2.10.8 如货舱承木在甲板以上使用还应测试其 80℃的压缩强度及形变率，结果应满足标准或制造厂制定的极限值。

第 3 章 纤维增强塑料船体材料

第 1 节 一般规定

3.1.3 工艺认可

试板的性能指标

表3.1.3.3(5)

项目	标准	短切毡与无捻粗纱正交布交替 / 无捻粗纱正交布型复合毡/短切毡与无捻粗纱正交布型复合毡交替
拉伸强度(N/mm ²)	ISO 527-4	800 G ² - 80 G + 37
拉伸模量(N/mm ²)	ISO 527-4	38000 G - 5000
弯曲强度(N/mm ²)	ISO 14125	502 G ² + 107
弯曲模量(N/mm ²)	ISO 14125	38000G - 6500
压缩强度(N/mm ²)	ISO 604	150 G + 72
压缩模量(N/mm ²)	ISO 604	7000
层间剪切强度(N/mm ²)	ISO 14130	玻璃纤维 ≥20 碳纤维及芳纶纤维 ≥17
纤维重量含量(%、重量)	ISO 1172(玻璃纤维) ASTM D3171 (碳纤维/芳纶纤维)	G
巴柯尔硬度	ASTM D2583	40

注：① 表中拉伸、压缩性能指面内性能，不得使用面外压缩代替面内性能试验。

② 表中 G 为总名义玻璃纤维含量，应四舍五入至小数点后三位，例如：0.502。其计算公式可采用 2.2.3.4(4)中 G 的计算公式。也可采用 2.2.3.4(4)中复合毡一栏的公式作为简化公式计算，将层板简化为一个大的复合毡，其中的毡与布分别予以计算，如铺层结构中本身含有复合毡，则将复合毡简化为单独的毡与布的结构进行计算。

第 3 篇 焊 接

第 2 章 焊接材料

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 ^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 [®] R _{eH} (N/mm ²)	≥305	≥375	≥400	≥420	≥460	≥500	≥550	≥620	≥690	≥890	≥960	≥375			≥400	
	抗拉强度 [®] 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	≥640	
	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)	®														
	平均冲击功 [®] (J)	≥47 [®]			≥47			≥50	≥55	≥62	≥69	≥69	≥69	≥34			
对接焊试	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	试验温度 (°C)	®														
		-80	-100	-120	-196												

验	口冲击试验	平均冲击功 ^⑥ (J)	≥47 ^⑥	≥47	≥50	≥55	≥62	≥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 (即 1Y 等级不适用于手工焊条)。
- 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 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

3.1.4.9 热输入量的适用范围为焊接工艺认可试验时使用的值的 $\pm 25\%$, 但上限最高不超过 55kJ/cm。对热输入超过 50 kJ/cm 的焊接方法, 其使用上限为不超过焊接工艺认可试验时使用值的 10%。焊接热输入一般按下式计算:

$$HI(kJ/cm) = \frac{U \times I \times 60}{v \times 1000}$$

其中: U : 电弧电压(V) I : 焊接电流(A) v : 焊接速度(cm/min)。

如热输入经热效率系数修正或采用其他计算方式, 需说明。对于多丝焊接方法及复合热源焊接方法, 热输入为各焊丝或各热源的总和。

第 5 章 船体结构的焊接

第 3 节 焊缝检验与修补

5.3.2 焊缝质量检验

5.3.2.1 船体结构施焊完工后, 船厂应对所有焊缝进行外观检查。焊缝表面应成型均匀、平顺地向母材过渡, 无过大的余高, 不应有裂纹、未熔合、单面焊根部未焊透等缺陷存在。表面气孔和咬边等应在允许范围以内。

第 8 章 重要机件的焊接

第 4 节 螺旋桨的无损检测与焊补

8.4.3 无损检测

8.4.3.7 渗透剂显示按图 8.4.3.7 划分为非线型、线型和连续等三种。不同区域内的相关显示大小和数量应不超过表 8.4.3.7 所示之值。

显示: 在液体渗透检测中, 使用显影剂至少 10 分钟后, 从材料不连续处出现可检测的渗透液渗出。

相关显示：只有尺寸大于1.5mm的显示才被认为是显示分类中的相关显示。

非线型显示：显示的最夫尺寸长度 (l) 小于或等于最小尺寸宽度 (w) 的3倍 (即 $l \leq 3w$)。

线型显示：显示的最夫尺寸长度 (l) 大于等于最小尺寸宽度 (w) 的3倍 (即 $l \geq 3w$)。

连续显示：

(a)非线型连续显示：显示之间的距离 (d_i) 小于等于2mm且最少有3个显示成排。一个连续型显示是一个唯一的显示，其长度等于连续显示队列总长度 (l_T)；

(b)线型连续显示：2个显示之间的距离 (d_i) 小于等于最大显示的长度 ($\text{Max}[l_i]$)。

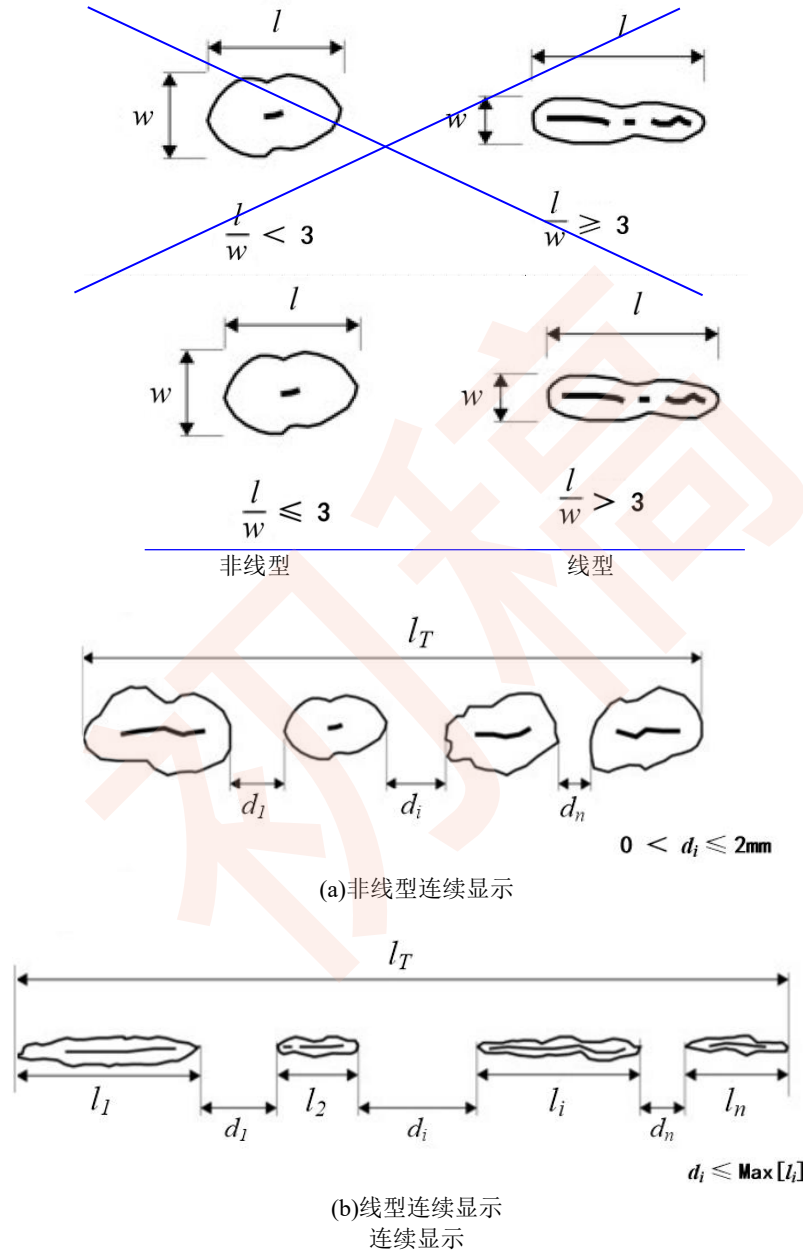


图8.4.3.7 显示的类型

液体渗透检测判定区内相关显示的判定

表8.4.3.7

区域	显示的最大数量	显示类型	每类显示的最大数量 ^②	显示的最大尺寸(mm)
A	7	非线型	5	4
		线型	2	3
		连续	2	3
B	14	非线型	10	6

		线型	4	6
		连续	4	6
C	20	非线型	14	8
		线型	6	6
		连续	6	6

注：① A区内小于2mm的单个非线型显示及其他区域内小于3mm的单个非线型显示可以不被认为是相关显示。

② 如线型或连续型显示较少或不存，非线型显示的总数最多可达到所有显示的最大许可数量，只要保证各种显示的数量之和不超过最大许可数量。

8.4.4 缺陷修补的一般要求

8.4.4.6 螺旋桨 A 区域的修补一般应遵循下列原则：

(1) A 区域一般不允许焊接修补，焊接修补只有经 CCS 同意才能进行。如果同意采用焊接修补，则焊后应进行消应力热处理，热处理工艺应经 CCS 验船师同意；

(2) 打磨后桨叶的厚度应保持图纸上批准的桨叶厚度；

(3) 当缺陷的深度大于本条(2)允许修补范围时，其修补应经 CCS 另行考虑。

~~(4) A 区域修补还可由螺旋桨设计方提交基于详细的水动力载荷和应力分析的建议方案，并经 CCS 另行考虑。~~

第 9 章 压力管系的焊接

第 3 节 焊接质量检查

9.3.2 外观检查

9.3.2.1 管系焊接完成后，船厂应对所有焊缝进行外观检查。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。

第 11 章 有色金属的焊接和钎接

第 2 节 铝合金的焊接

11.2.4 焊缝检查与修补

11.2.4.1 完工焊缝应进行外观检查 and 无损检测，检测的方法和验收标准应经 CCS 同意。

11.2.4.2 主要船体结构的焊缝无损检测范围由工厂与验船师商定。主船体焊缝射线检测范围建议不少于主船体对接焊缝的 5% 主船体强力甲板及外板的对接焊缝一般进行不少于 5% 的射线检测，检测位置应根据结构特点布置在合适的位置。重要结构的角焊缝应经超声波检测，缺陷的评定应符合 CCS 所接受标准的规定。