



中国船级社

材料与焊接规范

2024 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

第 1 篇

- 1、修订节镍双相不锈钢技术要求。
- 2、修订结构钢管技术要求。
- 3、修订曲轴锻钢件冲击试验技术要求。
- 4、新增宽幅搅拌摩擦焊铝合金带筋板技术要求。

第 2 篇

1. 修订泡沫芯材认可要求。
2. 修订纤维增强塑料船成型条件的规定。
3. 修订船用塑料管的相关规定，与钢规要求协调。

第 3 篇

- 1、修订 9Ni 钢焊接材料熔覆金属抗拉强度要求。
- 2、增加手工 TIG 焊的焊接材料认可规定。
- 3、修订奥氏体不锈钢焊接工艺认可冲击取样要求。
- 4、增加双体船抽样无损检测要求。

目录

| | |
|--------------------------|---|
| 第1篇 金属材料 | 1 |
| 第2章 材料的性能试验 | 1 |
| 第9节 双相不锈钢点蚀试验 | 1 |
| 第3章 钢板、扁钢与型钢 | 1 |
| 第1节 一般规定 | 1 |
| 第4节 焊接结构用高强度钢 | 1 |
| 第8节 奥氏体不锈钢和双相不锈钢 | 1 |
| 第4章 钢管 | 2 |
| 第1节 一般规定 | 2 |
| 第5章 锻钢件 | 2 |
| 第3节 轴系与机械结构用锻钢件 | 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8章 铝合金 | 3 |
| 第6节 宽幅搅拌摩擦焊铝合金带筋板 | 3 |
| 第10章 设备 | 4 |
| 第1节 锚 | 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节 铺敷成型工艺 | 4 |
| 第4章 塑料管与配件附件 | 5 |
| 第1节 一般规定 | 5 |
| 第3篇 焊接 | 5 |
| 第2章 焊接材料 | 5 |
| 第1节 一般规定 | 6 |
| 第5节 手工、半自动—及自动焊的焊丝与焊丝—气体 | 7 |
| 第3章 焊接工艺认可 | 7 |
| 第1节 一般规定 | 7 |
| 第2节 对接焊工艺认可试验 | 8 |
| 第5章 船体结构的焊接 | 8 |
| 第2节 船体构件的焊接 | 8 |
| 第3节 焊缝检验与修补 | 8 |
| 第8章 重要机件的焊接 | 9 |
| 第4节 螺旋桨的无损检测与焊补 | 9 |

第 1 篇 金属材料

第 2 章 材料的性能试验

第 9 节 双相不锈钢点蚀试验

2.9.1.2 本规范未规定的节镍型双相不锈钢（Ni 含量通常低于 2.5%）成品及焊接接头的点蚀试验，经 CCS 同意，可按照 [CCS 《节镍双相不锈钢检验指南》](#) 的要求相关公认标准（如：~~ASTM A1084-15a-C 方法~~）进行。~~对节镍型双相不锈钢材料，母材与焊接件的试验温度为 25℃。~~

第 3 章 钢板、扁钢与型钢

第 1 节 一般规定

3.1.1.1 本章规定适用于船体、机械、锅炉和受压容器及海洋工程等所用的钢板、扁钢、型钢和棒材，[对于结构用管材如本章没有规定可按公认标准进行制造、试验和验收。](#)

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 《原油油船货油舱耐腐蚀钢[材](#)检验指南》的相关要求。

第 4 节 焊接结构用高强度钢

3.4.7.2 力学性能试验的取样位置和方向，除如下规定外，应符合本章 3.1.4 的相关规定：

(1) 对于厚度大于 100mm 的产品，当采用圆形横截面拉伸试样时，除了在厚度 1/4 处取样外，还应在厚度中心增加一个试样。

(2) 对于钢板和宽度超过 600mm 的扁钢应取横向夏比冲击试样；对其他产品形式应取纵向冲击试样。

(3) 夏比 V 型缺口冲击试样应取自其一个面距离轧制表面不大于 2mm 处。但对于厚度大于 50mm 的材料，冲击试样应在 $t/4$ 和 $t/2$ 处取样。

(4) 对于名义厚度小于 6mm 的材料，一般不要求进行冲击试验。

[\(5\) 对于 H690QT，如 CCS 需要可要求在其表面取样进行夏比 V 型缺口冲击试验。](#)

第 8 节 奥氏体不锈钢和双相不锈钢

3.8.7.3 节镍型双相不锈钢点蚀试验的试样制备和试验[经 CCS 特殊考虑并同意后，应](#)

参照 CCS《节镍双相不锈钢检验指南》的要求 ASTM-A1084-15a-C 方法的标准进行。

第 4 章 钢 管

第 1 节 一般规定

4.1.1.5 海底管系用的钢管以及海洋工程钢结构或流体输送用的钢管等可按公认的有关标准进行制造、试验和验收。

第 5 章 锻 钢 件

第 3 节 轴系与机械结构用锻钢件

5.3.2.1 锻钢件的熔炼分析化学成分应符合表 5.3.2.1 的规定。

轴系与机械用锻钢件的化学成分 表 5.3.2.1

| 钢种 | 化学成分(%) | | | | | | | | | |
|-------------------|----------------------|-------|-----------|--------|--------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------|
| | C | Si | Mn | S | P | Cr | Mo | Ni | Cu ^③ | 残余元素总量 |
| 碳钢 碳锰钢 | ≤0.23 ^{①②④} | ≤0.45 | 0.30~1.50 | ≤0.035 | ≤0.035 | ≤0.30 ^{④⑤} | ≤0.15 ^{④⑤} | ≤0.40 ^{④⑤} | ≤0.30 | ≤0.85 |
| 合金钢 ^{④①} | ≤0.45 | ≤0.45 | 0.30~1.00 | ≤0.035 | ≤0.035 | ≥0.40 ^{④⑤} | ≥0.15 ^{④⑤} | ≥0.40 ^{④⑤} | ≤0.30 | — |

注：① 不用于焊接结构的碳钢、碳锰钢的含碳量应不超过 0.65%；

② 如果按下式计算所得的碳当量(Ceq)不大于 0.41%，则含碳量可超过 0.23%的限制；

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15} \quad (%)$$

③ 除有最少量限制外，这些元素作为残余元素考虑；

④ 用于焊接结构的合金钢锻钢件，化学成分应提交 CCS 认可；

⑤ 这些元素的一项或多项应符合最低要求。

第 4 节 曲轴锻钢件

5.4.6.2 曲轴合金钢锻钢件的夏比 V 型缺口冲击试验要求应符合表 5.3.5.1 和表 5.4.6.2 的规定。

常温下曲轴合金钢锻钢件冲击试验要求^① 表 5.4.6.2

| 规定最小抗拉强度 R_m (N/mm ²) | | | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 |
|--|-------|----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 夏比 V 型缺口冲击试验平均冲击功 (J) 不小于 ^② | 正火加回火 | 纵向 | 27 | 27 | 27 | — | — | — |
| | | 切向 | 18 | 18 | 18 | — | — | — |
| | 淬火加回火 | 纵向 | 41 | 32 | 30 | 27 | 27 | 27 |
| | | 切向 | 24 | 22 | 20 | 18 | 18 | 18 |

① 对于材料规定最小抗拉强度为表列值中间时，其所对应的平均冲击功的最小值可用内插法求得。

② 根据设计和应用，经CCS同意可接受其他验收要求。

第 6 章 铸 钢 件

第 1 节 一 般 规 定

6.1.4.2 铸造厂所选用的细化晶粒相关添加元素及其含量，应由制造厂控制或经CCS同意。

第 8 章 铝 合 金

第 6 节 宽幅搅拌摩擦焊铝合金带筋板

8.6.1 适用范围

8.6.1.1 本节规定适用于船舶与海洋工程的铝及铝合金搅拌摩擦焊带筋板。

8.6.2 一般要求

8.6.2.1 宽幅搅拌摩擦焊铝合金带筋板应由 CCS 认可的工厂生产。

8.6.2.2 铝合金材料通常应符合本章第 2 节相关要求的船用铝合金。

8.6.3 制造方法

8.6.3.1 应由数块带筋板条拼接而成，带筋板条之间通过搅拌摩擦焊接连接而成。

8.6.4 无损检测及宏观检测

8.6.4.1 宽幅搅拌摩擦焊铝合金带筋板应按批准图纸的要求进行无损检测或宏观检测。

8.6.4.2 相关无损检测及宏观检测方法应符合公认标准。

8.6.5 力学性能试验

8.6.5.1 按批取样提交检验。每批由不超过 5 吨相同的材质和相同的搅拌摩擦焊工艺的带筋板组成。

8.6.5.2 弯曲试样截取应满足下列要求：

(1) 焊缝数量不超过 10 条的板取 2 件弯曲试样（第一条焊缝和倒数第二条焊缝），弯曲试样从距起始位置 70mm 处截取；

(2) 焊缝数量大于 10 条的板取 3 件弯曲试样（第一条焊缝，中间焊缝和倒数第二条焊缝）弯曲试样从距起始位置 70mm 处截取。

8.6.5.3 每组试样包括以下试验项目：

(1) 焊缝横向拉伸试验 1 个：试样尺寸应符合本篇第 2 章表 2.2.2.1 的规定；

(2) 弯曲试验：压头直径应符合相关公认标准要求。

8.6.5.4 以上试验的试验方法应符合公认标准。

8.6.5.5 试验结果应符合制造厂技术条件的规定。

8.6.5.6 当以上任一项力学性能试验结果不符合要求时，对不合格的项目，允许在原板上再取 2 倍数量的试样进行复试，复试结果均合格者，则这批产品可以验收。若复试结果仍有不合格，则对该批产品逐张进行检验。

第 10 章 设 备

第 1 节 锚

10.1.2.2 锚的铸钢件应采用铝处理细化晶粒的焊接结构用铸钢件，并按本篇第 6 章第 1 节和第 2 节的有关规定进行制造和试验。

第 2 篇 非金属材料

第 2 章 塑料材料

第 2 节 原材料

2.2.6.3 对每种泡沫塑料芯材应提供下列适用项目的试验数据：

- (1) 密度；
- (2) 吸水率；
- (3) 压缩强度；
- (4) 压缩弹性模量；
- (5) 拉伸强度；
- (6) 拉伸弹性模量；
- (7) 剪切强度；
- (8) 剪切弹性模量；
- (9) 建议的最高使用温度；
- (10) 线收缩率（尺寸稳定性）。

第 3 节 铺敷成型工艺

3.3.3.2 铺敷成型车间应满足下列基本条件：

(1) 车间应完全密闭、干燥、清洁、防尘、有充分通风和良好照明，并有适当保护措施，避免任何光线或人造光源影响树脂的正常固化；

(2) 成型车间的温度一般应在15~32℃之间，相对湿度一般应小于80%，喷射成型区域的湿度一般不小于40%，或遵循树脂厂家推荐的施工温、湿度条件，温度及相对湿度应保持稳定，防止结露或冷凝。喷射成型区域的湿度一般不小于40%；

第4章 塑料管与配件附件

本章中所有“配件”替换为“附件”。

第1节 一般规定

4.1.2 定义与术语

4.1.2.1 **塑料**：系指经增强的或未经增强的热塑性聚合物和热固性树脂。系指经增强或未经增强的热塑性材料或热固性材料两种，诸如聚氯乙烯——PVC与纤维增强塑料——FRP。塑料包括合成橡胶和具有类似热/机械特性的材料。

4.1.2.2 **管子/管系**：系指管子、配件、管子接头，以及符合性能标准的任何内外衬、护层与涂层的连接形式。

4.1.2.3 **配件附件**：系指用塑料制成的弯头、肘型弯管、变径管、组装分支管。

4.1.2.4 **接头**：系指使用粘接剂、铺敷、焊接等连接管道。系指两根管子、或管子与附件连接在一起的位置。连接可以使用粘接剂、层压、焊接、法兰等方式。

4.1.2.5 **耐火性**：系指管子遇到火灾时，在一预先设定的时间内保持其强度与完整性(能够起到其应起的作用)的能力。

4.1.3 一般要求

4.1.3.1 塑料管与配件所用的主要原材料、管体的组成结构和强度设计、制造工艺、接头的连接方法应经 CCS 认可。

4.1.3.2 塑料管应根据其化学成分、耐温极限、机械物理性能、运送介质的化学性能和压力情况选取。

4.1.3.3 如无可靠数据证实，塑料管及其**配件附件**一般不用于介质温度高于 60℃或低于 0℃的管系。塑料管的设计工作温度应低于管子材料的热变形温度至少 20℃。

第3篇 焊 接

第2章 焊接材料

第1节 一般规定

2.1.2 工厂认可

2.1.2.1 焊接材料应由CCS认可的工厂进行制造，其制造焊接材料所用的金属材料亦一般应由CCS认可的制造厂提供。

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 | 屈服强度 ^② $R_{eH}(N/mm^2)$ | ≥ 305 | ≥ 375 | ≥ 400 | ≥ 420 | ≥ 460 | ≥ 500 | ≥ 550 | ≥ 620 | ≥ 690 | ≥ 890 | ≥ 960 | ≥ 375 | | | |
| | 抗拉强度 ^③ $R_m(N/mm^2)$ | 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 ≥ 640 |
| 金属试验 | 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 ^③ | | ≥ 47 | | ≥ 50 | ≥ 55 | ≥ 62 | ≥ 69 | ≥ 69 | ≥ 69 | ≥ 34 | | | | |
| 对接焊接试验 | 接头抗拉强度 (N/mm ²) | ≥ 400 | ≥ 490 | ≥ 510 | ≥ 520 | ≥ 540 | ≥ 590 | ≥ 640 | ≥ 700 | ≥ 770 | 940 | 980 | ≥ 490 | ≥ 450 | ≥ 540 | ≥ 640 |
| | 试验温度 (°C) | ② | | | | | | | | | | -80 | -100 | -120 | -196 | |
| | 平均冲击功 (J) | ≥ 47 ^④ | | ≥ 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。 ^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°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℃;

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

- 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5节 手工、半自动及自动焊的焊丝与焊丝-气体

2.5.1 一般要求

2.5.1.1 手工、半自动及自动焊的各种焊丝(包括气保护焊丝和自保护焊丝)与焊丝-气体配合可按工艺适用性作如下划分:

- (1) 对用于多道半自动焊的焊丝与焊丝-气体配合, 应在其级别符号后面加缀字母“S”;
- (2) 对用于多道自动焊的焊丝与焊丝-气体配合, 应在其级别符号后面加缀字母“M”;
- (3) 对用于双面单道自动焊的焊丝与焊丝-气体配合, 应在其级别符号后面加缀字母“T”;
- (4) 对兼用于双面单道和多道焊的焊丝与焊丝-气体配合, 应在其级别符号后面加缀字母“TM”;
- (5) 对兼用于半自动焊和自动焊的焊丝与焊丝-气体配合, 应在其级别符号后面加缀字母“SM”。

2.5.1.5 对手工焊(TIG)所用的焊丝与焊丝-气体配合按照本节多道半自动焊的规定进行认可试验。

第3章 焊接工艺认可

第1节 一般规定

3.1.1 适用范围

3.1.1.1 本章适用于船舶、海上设施和船用产品的制造厂常用可焊接钢材和铝合金材料的焊接结构生产前的焊接工艺认可。本章所述的双相不锈钢包含节镍型双相不锈钢。

3.1.4 认可焊接工艺的适用范围

3.1.4.8 焊接位置的适用范围一般仅限于认可试验的焊接位置。但当考核最高热输入焊接位置(通常是立向上焊)和最低热输入焊接位置(通常是横焊)合格后, 可适用于除立向下外的其他焊接位置。管子外径大于25mm的管对接适用于相应焊接位置的板对接。焊接

位置见本篇 4.3.7.1。

第 2 节 对接焊工艺认可试验

3.2.7 不锈钢焊接工艺认可试验的附加要求

3.2.7.1 对奥氏体不锈钢，除上述3.2.4.1、3.2.5相关要求外，还应满足下列规定：

(1) 冲击试验一般仅做焊缝中心（试验温度为-20℃）。当用于深冷条件时，应在焊缝中心、熔合线和距熔合线21mm、距熔合线3mm和距熔合线5mm的热影响区各做1组（3个）冲击试验（试验温度为-196℃）。冲击能量应不小于27J；

(2) 硬度试验可免除；

(3) 焊缝晶间腐蚀试验（使用于非腐蚀性介质条件下的奥氏体不锈钢可以免除），按本规范第1篇第2章第7节要求进行。

第 5 章 船体结构的焊接

第 2 节 船体构件的焊接

5.2.4 铸钢和锻钢船体结构件的焊接

5.2.4.1 当船体结构件(如首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等)的材料为铸钢或锻钢时，其焊接应符合下列要求：

(1) 如焊件的含碳量达到0.23%或刚性较大时，则在焊接前、后均应采取相应的预热和保温措施；

(2) 采用手工焊、CO₂气体保护焊进行焊接的首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等应在焊后进行回火消应力处理。采用电渣焊方法焊接而成的首柱、尾柱和舵杆，在焊后应进行正火-回火处理。

若首柱、尾柱、舵杆和尾轴架等构件的尺度较大，整体热处理条件不足时，允许采用有效的局部热处理方法。

第 3 节 焊缝检验与修补

5.3.2 焊缝质量检验

5.3.2.7 下列部位应抽样进行无损检测：

- (1) 自动焊对接焊缝(电渣焊、气电焊、埋弧焊等)的引/熄弧接头处；
- (2) 舳龙骨的对接接头；
- (3) 油船的内壳、水密舱壁上的对接焊缝；
- (4) 集装箱船纵向连续舱口围板、顶板上的对接焊缝；
- (5) 除集装箱船外，长度超过0.15L的纵向连续舱口围板及其顶板上的对接焊缝；
- (6) 邻近上层建筑结构突变处的对接焊缝；
- (7) 由结构强度直接计算或疲劳强度评估确定的关键部位的焊缝；
- (8) 营运检验不可达的熔透焊缝(如船舶球鼻首内尖角处焊缝等)；
- (9) 双体船横向合拢的焊缝；
- (10) 其他重要的、承受高应力的或失效后可能影响重大的受力焊缝。

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

8.4.4.7 螺旋桨 B 区域的修补一般应遵循下列原则：

(1) 经 CCS 的事先批准，B 区一般允许焊接修补，但最好能够避免。每次批准均应提交缺陷/损坏和预期修补工艺的全部详细资料；

(2) 对深度不大于 $\frac{t}{40}$ mm (t , 批准图纸上缺陷所在处的最小局部厚度) 或 2mm 的缺陷(取大者)一般应打磨去除；

(3) 对深度超出上述(2)范围的缺陷可用焊接方法修补。