

中 国 船 级 社

船用铸钢件检验须知

版本号：XMPM03-1.0-2003

生效日期：2003.03.01

目 录

- A. 适用范围
- B. 冶炼、制造
- C. 化学成份
- D. 力学性能
- E. 热处理
- F. 外观质量
- G. 无损检测
- H. 铸件缺陷清除整形及焊补
- I. 铸钢件质量证书

中国船级社工业产品处

A 适用范围

本须知适用于建造船体结构用，焊接性能好的碳钢或碳锰钢铸件，不适用于合金钢。

船体结构用铸钢件包括：艏柱、艉柱、舵架、舵承、舵扇、尾轴架、挂舵壁、尾轴管、锚头、锚杆等。

B 冶炼、制造

- 1、船体结构用铸钢件应由本社认可的工厂制造。
- 2、制造船体结构用铸钢件的钢材，应采用电弧炉或碱性吹氧转炉冶炼，脱氧方法为镇静处理和细化晶粒处理。

C 化学成分

1、本社规范对各元素成分仅规定最大含量而未规定下限量，是考虑到焊接性的需要，即只要力学性能达到指标，对下限不作限制，以利于降低碳当量。但各种元素含量过低将造成性能不合格，因此，制造厂必须制订化学成分范围内控标准。

2、残余元素控制要求：

残余元素含量（%）不大于					
Cr	Ni	Cu	Mo	V	总和
0.30	0.30	0.30	0.15	0.05	0.80

3、实际碳含量比规定上限每减少 0.01%，允许实际锰含量超出规定的锰上限 0.04%，但总超出量不得大于 0.20%。

4、对于焊接性要求不太高的批量生产的小型铸件，只要符合化学成分的要求，就可保证一般的焊接性。而对厚壁、形状复杂、

焊接拘束度大、施工和使用环境恶劣的铸件，除了化学成分应符合规定外，还应有碳当量指标，即碳、锰和残余元素不能同时为上限，以保证铸件有良好的焊接性。从这个角度看，碳当量是一种大致判断铸钢件焊接性的简便方法。

碳当量计算公式：

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

焊接结构的船体结构铸钢件碳当量应不大于 0.40%，化学成分的控制范围参照下表：

C	Mn	残余元素总和
0.19~0.20	≤0.1.0	≤0.60

注明：批量生产的小型铸钢件是指：单件重量小于 0.5t，总重 3t 为一批，由同一炉钢水浇铸，尺寸大致相同并进行相同热处理。

D 力学性能

1、取样原则

① 铸件重量小于 3t，同炉浇注，同炉热处理，试验一件。采用单浇试样；

② 铸件重量大于等于 3t，但小于 5t，同炉热处理，逐件试验。采用单浇试样；

③ 铸件重量大小等于 5t，但小于 10t，逐件试验，采用连体试样或从铸件本体上取样；

④ 铸件重量大于等于 10t，每件取二个试样，也是连体试样或从铸件本体上取样；

⑤ 如采用两个或两个以上钢水包浇铸时，可按钢水包数目在铸件本体的不同部位截取相应的试样。

2、船体结构用铸钢件的力学性能：

抗拉强度 σ_b 不小于 (N/mm ²)	屈服点 σ_s 不小于 (N/mm ²)	伸长率 δ 不小于 (%)	断收缩率 Ψ 不小于 (%)
400	200	25	40

3、如果铸件的壁超过 100mm 时，实际的铸件力学性能可能低于试样力学性能。

4、对于焊接结构用铸件，为了保证铸钢件的韧性，防止焊接裂纹，应增加冲击试验作为检验项目。由于 V 型缺口更能反映结构破损的实际情况，冲击试验采用标准夏比 V 型缺口试样，常温冲击性能为： $A_{kv} \geq 30 \text{ J}$ ，如有冰区要求时： $-10^\circ\text{C } A_{kv} \geq 27 \text{ J}$ 。

验船师可根据工厂的冶炼水平，产品的稳定性决定是否免除该试验。

E 热处理

1、铸钢件不允许在铸态下交货。

2、规范只规定了三种热处理方法：退火、正火、正火+回火。由制造厂根据铸件的形状、壁厚、化学成分和力学性能要求等因素选择。一般多采用正火或正火+回火工艺，重要的大型铸件可先进行退火，然后进行正火+回火，以保证铸件有良好的性能。

3、一般情况下，正火温度推荐在 $900 \sim 970^\circ\text{C}$ 加热，空冷。回火温度推荐在 $600 \sim 620^\circ\text{C}$ 加热，空冷。

4、重新热处理的次数不超过两次（回火次数无限），一共可进行三次。如果性能还不合格，就说明不是热处理的原因，而是钢的冶金质量问题，即使再进行热处理也无济于事。

F 外观质量

1、尺寸公差

铸件尺寸公差是评定铸件外观质量的重要指标之一，GB6414-86“铸件尺寸公差”标准等效采用于国际标准化组织 1984 年颁布的 ISO8062，“铸件尺寸公差制”。

2、铸件表面粗糙度

采用 GB6060.1-85“表面粗糙度比较样块——铸造表面”，来考核铸件表面粗糙度。

3、重量公差

严格控制铸件的重量公差，是目前铸件产品质量控制的一项重要内容，采用 GB/T11351-89“铸件重量公差”作为铸件重量公差考核指标的依据。

4、铸钢件浇冒口切割余量

铸件浇冒口切割量太大不仅有损外观质量，而且增加机械加工量。铸件切除冒口后的残余或凹入比应符合 JB/TQ249-83 标准的规定。

G 无损检测

铸钢件应在制造厂进行磁粉探伤检验和超声波探伤检测。

1、磁粉探伤检测

(1) 探伤部位：根据产品图纸规定处或验船师现场指定。

也可参照：日本 JCCSI1-1978 船体铸钢件检查标准中图 1-4 所示部位。

(2) 检查方法：用触头法或磁轭法，使用湿粉进行。应对每个检查区域进行两次独立磁化，第二次电流磁化方向与第一次磁化方向大约呈直角。

(3) 磁化方法：采用触头法时，触头间距为 200-300mm，磁化电流为直流 800-1200A。采用磁轭法时，磁化电流为交流 1200A。

(4) 磁粉探伤验收标准

检查部位	缺陷种类		
	裂纹	线状缺陷	非线状缺陷
焊接制备面	不允许	≤ 2	≤ 3
重要部位	不允许	≤ 3	≤ 6
其它部位	不允许	≤ 5	≤ 10

表中数字为被检表面上所显示的实际长度 mm。

(5) 如果不符合要求, 可采用焊补方法进行修补, 但修补后必须重新磁粉探伤。

2、超声波探伤检测

(1) 铸钢件超声波探伤应在最终热处理后需要加工的部位加工后进行

(2) 探伤面状态: 机械加工表面粗糙度 $Ra \leq 6.3 \mu m$
铸造面表面粗糙度 $Ra \leq 12.5 \mu m$

(3) 验收标准:

GB7233-87 铸钢件超声波探伤及质量评级方法

JCSS I4-1984 碳钢及低合金钢铸钢件的超声波纵波探伤试验标准

(4) 若探伤发现有缺陷须挖掉补焊者, 所有补焊区应在去应力处理后, 再做探伤检查。

H 缺陷的清除整形及焊补

1、缺陷的清除整形:

(1) 缺陷的清除, 缺陷部位可用气割、气刨、铲凿、打磨或机加工方法予以清除。

(2) 缺陷的清除部位的整形, 缺陷清除后无需焊补的部位, 按下述要求用打磨整形:

a 底部打磨成圆弧, 其半径大于深度的两倍;

b 底部与其园围部位应打磨成平滑过度，不能有形状显著变化的部位。

(3) 缺陷焊补条件：

如缺陷清除后凹坑深度使壁厚减薄到小于壁厚公差的下限时，原则上应焊补。

(4) 焊补部位的整形，焊补部位应打磨整形适合焊补的形状。

(5) 缺陷清除后的确认

缺陷清除部位经整形后，应经渗透检查或磁粉探伤检查。以便确认是否缺陷清除或已无有害缺陷，并记录相关位置、大小和缺陷类别。

2、缺陷的焊补

(1) 焊接材料

铸件缺陷一般允许焊补，使用的焊接材料应符合下列要求：

a 手工焊用的焊条，应是本社认可的低氢焊条，焊条使用前应在 300~350℃ 的烘箱内烘烤 1 小时以上方可使用。

b 半自动焊用的焊丝，原则上应经船级社认可

c 焊缝金属的力学性能应不低于铸件的力学性能

(2) 焊工

焊工应具有船级社认可的资格，并与适任范围相一致。

(3) 坡口

焊补坡口区及周围约 20mm 宽范围内，应彻底清除油脂、水分、锈斑及其他杂物。用气刨清除缺陷时，为了去除渗碳层，应使用砂轮机磨去 0.5mm 厚。若为气割，应打磨至呈现金属光泽。坡口根部的裂纹性缺陷应彻底清除。

(4) 预热

当碳当量大于 0.4% 时，原则上应经预热后施焊，预热温度 75~150℃，预热方法可视缺陷大小，场地而定，也可采用局部预热，这时焊补区中心及其周围应均匀加热，加热至预热温度的面积应是

焊补面积的两倍，当碳当量小于 0.40 时，缺陷尺寸较小时，经验船师同意，可不进行预热。

(5) 焊后热处理

焊后热处理应在炉内进行，加热温度为 $550\sim 650^{\circ}\text{C}$ ，保温时间取决于焊补深度，出炉温度应 $\leq 300^{\circ}\text{C}$ 。如果缺陷焊补深度小于 50mm，长度小于 300mm 者，也可采用局部焊后热处理，这时焊补区及其周围 100mm 宽范围内，应加热到 600°C 以上，适当的保温时间，然后缓冷。

(6) 焊补后的检查

焊补后应采用合适的方法修整，其表面粗糙度达到规定的要求，应采用磁粉探伤或渗透探伤和超声波探伤检测，以确认其完好性。

I 铸钢件的质量证明书

对已验收的每一铸钢件或每批铸件，制造厂应向需方和本社各提供一份，包括下列内容的铸钢件质量证明书。

订货单位，铸件名称，用于船舶名称（船型、船号），合同编号，铸件材料钢号、钢级，铸件重量，数量，交货状态，热处理细节，主要尺寸，炼钢工艺，炉号，产品编号，化学成份、力学性能结果，无损探伤标准和结果，标印内容，制造厂的检验结果论有关签字。