



中国船舶工业总公司部标准

CB/Z 125—98

潜艇船体结构焊接质量检验规则

Inspection regulation of welding quality for submarine hull structure

1998—03—20发布

1998—08—01实施

目 次

1 范围	1
2 引用文件	1
3 定义	1
4 一般要求	1
5 详细要求	2
5.1 船体结构焊缝分类	2
5.2 焊缝质量检查方法	2
5.3 焊前检查	2
5.4 焊接过程检查	2
5.5 焊缝外观质量检查	3
5.6 焊缝内部质量检验	3
5.7 评定标准	3
5.8 液压和密性试验	6
5.9 焊缝缺陷的补焊及焊后检查	6
附录 A(补充件) 必须查明的焊缝主要缺陷表	7

潜艇船体结构焊接质量检验规则

Inspection regulation of welding
quality for submarine hull structure

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了潜艇船体结构焊接的检查范围、方法、焊缝的质量评定和检查验收程序等要求。

1.2 适用范围

本标准适用于钢板厚度为 3~100 mm 的以 921A、922A 及 907A 等钢为船体结构的潜艇焊接质量检验。

2 引用文件

GJB 64.2A—97 舰船船体规范 潜艇

CB/Z 124—98 潜艇 921A 等钢结构焊接技术要求

CB 1220—93 921A、922A 钢焊接坡口基本形式及焊缝外形尺寸

CB/T 3761—1996 船体结构焊缝缺陷修补技术要求

3 定义

本章无内容。

4 一般要求

4.1 焊接质量检验人员应经培训,熟悉检验规则及产品图样和技术文件要求,并能正确掌握焊接质量检验方法和标准。

4.2 焊接质量检验包括焊前检查、焊接过程检查、焊缝表面质量检查、焊缝内部质量检查和焊缝缺陷修补后检验。必须查明的焊缝主要缺陷,其检查方法和要求按附录 A(补充件)的规定。

4.3 无损检验设备应符合检验要求,并定期检测及标定。

4.4 总体设计单位应按产品要求和 CB/Z 124 等有关标准的规定编制船体《焊缝质量无损检验明细表》,确定焊缝检查方法和范围。承造船厂应按《焊缝质量无损检验明细表》编制《焊缝质量检查清册》,记录检查位置和结果。《焊缝质量无损检验明细表》和《焊缝质量检查清册》应经驻厂军事代表会签。

4.5 焊缝内部无损探伤检验应在表面检查合格,并在焊后 24 h 后进行,结构刚度大的部位应在 48 h 后进行,而对接和角接焊缝的磁粉探伤需经七昼夜后进行。

4.6 当必要时,经有关单位协商,可采用剖开焊缝的方法来确定焊缝缺陷性质和范围或对焊缝作力学性能试验和金相检验。剖开检查可采用碳弧气刨、机凿和钻孔等方法。为确定裂纹的性质、数量和大小,可用酸洗法作进一步检查。

4.7 无损探伤的检查报告应按产品分别提供,其上应明确探伤方法、灵敏度、探伤位置、缺陷情况及合格结论,定期送驻厂军事代表。无损探伤报告及标明检查位置和结果的《焊缝质量检查清册》应按艇进行

归档,保存期一般为交船后十年以上。

5 详细要求

5.1 船体结构焊缝分类

船体结构焊缝按下列特征分为四类:

- a. I类焊缝:保证耐压船体强度、局部强度和应力集中区反复受载构件的对接缝。如耐压船体大接头、耐压液舱、耐压室(如耐压的指挥室、设闸室、升降装置室等)、艏艉端耐压舱壁和艏轴壳后壁等结构的对接缝;
- b. II类焊缝:保证耐压船体强度及局部强度构件的角接焊缝、T型焊缝和保证耐压船体强度和局部强度和应力集中区非经常反复受载构件的焊缝。如外肋骨、一般杆型管节、出入舱口围槛、蓄电池舱口结构和内部舱壁等结构的角焊缝和内部舱壁板的对接缝等;
- c. III类焊缝:保证船体局部强度的水密、油密结构的焊缝。如压载水舱、油舱和内部液舱等结构的对接缝和角接缝;
- d. IV类焊缝:保证船体局部强度的非水密结构的焊缝。如艏艉非水密部分、上层建筑和指挥室围壳和导流罩等结构的对接缝和角接缝。

总体设计单位应根据焊缝分类并考虑设计特点、承造船厂建造情况和采用的材料,确定焊缝类别和编制《焊缝质量无损检验明细表》,在个别情况下,可以局部调整结构焊缝的类别。

5.2 焊缝质量检查方法

除按5.3条、5.4条进行焊前及焊接过程检查外,应按5.1条规定的焊缝类别分别确定焊缝的检查方法,具体为:

- a. 对I类焊缝和II类焊缝应作表面质量检查、无损探伤检验和密性试验;
- b. 对III类焊缝应作表面质量检查和密性试验,对该潜艇在密性试验前还应作无损探伤检验;
- c. 对IV类焊缝仅作表面质量检查。

5.3 焊前检查

5.3.1 焊工

焊工应按GJB 64.2A中27.6条的规定,经承造船厂的焊工考试委员会培训、并经理论及实际操作考试合格后,在合格证书有效期内,从事应与焊工类别相对应的潜艇船体结构焊接工作。

5.3.2 母材和焊接材料

母材和焊接材料均应按CB/Z 124的5.1.1条、5.1.2条规定进行进货检验,合格后方可使用。

5.3.3 焊接设备、工具和用具

5.3.3.1 焊接用各项设备应符合下列要求:

- a. 保证满足工艺文件所规定的焊接规范;
- b. 具备完整的、能正确反映施焊过程中焊接规范的指示仪表(仪表精度应为1.5~2.5级),自动焊机必须具备电流表和电弧电压表;
- c. 指示仪表应定期检定和检修。

5.3.3.2 设备维修部门应对各种焊接用机动设备(胎架、夹具等)作定期的检修和保养。

5.3.4 装配

船体结构装配后,应对下列各项进行检查,符合要求后方可进行焊接:

- a. 接头坡口型式、坡口钝边、坡口角度、间隙大小和错边等;
- b. 坡口的表面应光洁,不应沾有油污、铁锈、氧化皮和水分;
- c. 要求保留的定位焊,结构焊接前应消除气孔、裂缝等缺陷。

5.4 焊接过程检查

焊接过程中应对下列各项进行检查,若发现有不符合要求时,应立即停止焊接,纠正后才能继续进

行焊接:

- a. 焊接程序;
- b. 焊接参数、焊接线能量;
- c. 焊接材料的牌号、焙烘和领用制度;
- d. 焊接工作环境的温度、湿度等,以及所采取的措施,包括预热温度、道间温度和焊道布置等;
- e. 焊接过程中的焊缝质量,包括反面振槽后的坡口清理状况及坡口尺寸等,若有裂纹则应进行无损检验并清除裂纹。

5.5 焊缝外观质量检查

5.5.1 焊缝正反面均应进行外观检查和外形尺寸检查。

5.5.2 对接焊缝宽度和余高、角焊缝的焊脚尺寸及间断焊缝长度和间距等,应符合 CB 1220 或设计要求。

5.5.3 焊缝外观检查中,如发现焊缝区有裂纹、烧穿、针状气孔、表面气孔、弧坑、焊瘤、咬边大于 0.5 mm 和焊道间凹槽大于 1 mm 等缺陷时,应进行修补。修补检验合格后方可进行内部质量检验及密性试验。

5.6 焊缝内部质量检验

应采用射线探伤或超声波探伤的方法检验焊缝内部缺陷,采用磁粉探伤或渗透探伤检验耐压船体结构对接焊缝、角接焊缝表面层及近表面层的缺陷。

5.6.1 耐压船体结构的对接焊缝及其修补应进行下列检验:

- a. 对核潜艇,应进行 100% 的射线探伤、100% 的超声波探伤和 100% 的磁粉探伤;
- b. 对常规潜艇,应进行 100% 的超声波探伤或 100% 的射线探伤。若 100% 的超声波探伤,则射线探伤可按一定比例进行复验;反之则用一定比例超声波探伤进行复验。

5.6.2 耐压结构上的角接焊缝应进行下列检验:

- a. 对核潜艇,应进行 100% 的超声波探伤和 100% 的磁粉探伤;
- b. 对常规潜艇,应对重要结构角接焊缝进行 100% 的超声波探伤或 100% 的磁粉探伤。其它部位由总体设计单位或驻厂军事代表确定。

5.6.3 耐压结构中 I、II 类焊缝、结构刚性大、易产生裂缝的部位及核潜艇的对接焊缝在液压试验后再作适量抽验。如果抽验不合格,应再扩大抽验的范围。

5.6.4 耐压船体结构对接焊缝所有交叉焊缝(包括 T 型焊缝)应用射线探伤检验。

5.6.5 被抽检的焊缝段,如果发现内部有不允许存在的缺陷,那么在补焊后必须再次进行无损探伤检验,检验范围从补焊处向两端各延伸 150 mm。

5.6.6 射线探伤所使用的底片长度为 300 mm,若由于技术上原因或没有必要一定为 300 mm 时,可适当缩短,但是在规定部位上的探伤总长度应保持不变。

5.7 评定标准

5.7.1 射线探伤

5.7.1.1 质量分级

根据缺陷性质和数量,焊缝质量分为 3 级:3 级为优良,2 级为合格,1 级为不合格。其评定标准为:

- a. 3 级焊缝内应无裂纹、未焊透、未熔合和长形缺陷;
- b. 2 级焊缝内应无裂纹、未焊透和未熔合;
- c. 焊缝缺陷超过 2 级者为 1 级。

5.7.1.2 圆形缺陷分级

5.7.1.2.1 长宽比小于或等于 3 的缺陷定义为圆形缺陷。它们可以是圆形、椭圆形、锥形或带有尾巴(在测定尺寸时应包括尾部)等不规则的形状。包括气孔、夹渣和夹钨。

5.7.1.2.2 底片上有针孔或柱孔缺陷的,一律评为 1 级。

5.7.1.2.3 在 2、3 级焊缝内单个圆形缺陷的限值为母材厚度的 10%，但最小可为 1.5 mm，最大不大于 3.0 mm。

5.7.1.2.4 圆形密集缺陷用评定区进行评定，评定区的尺寸为 10 mm×20 mm，评定区应选在缺陷最严重的部位。

5.7.1.2.5 评定圆形密集缺陷时应将缺陷尺寸按表 1 换算成缺陷点数。

表 1 缺陷点数换算

缺陷长径 mm	≤1	>1~2	>2~3
点数	1	2	3

5.7.1.2.6 不计点数的缺陷尺寸见表 2。

表 2 不计点数的缺陷尺寸

母材厚度 t	缺陷长径
≤35	<0.5
>35	<0.7

5.7.1.2.7 3 级焊缝和母材厚度不大于 10 mm 的 2 级焊缝内不计点数的圆形缺陷，在评定区内不得多于 10 个。

5.7.1.2.8 当缺陷在评定区边界上时，应把它划在评定区内计算点数。

5.7.1.2.9 圆形密集缺陷按表 3 分级。

表 3 圆形密集缺陷的分级

级别	母材厚度 mm			
	≤10	>10~25	>25~35	>35
	缺陷点数			
3	3	4	5	6
2	6	8	10	12

注：母材厚度不同时，取较薄板的厚度值。

5.7.1.3 长形缺陷分级

5.7.1.3.1 长宽比大于 3 的缺陷为长形缺陷。

5.7.1.3.2 长形缺陷按表 4 分级。

表 4 长形缺陷的分级

级别	单个长形缺陷长度	长形缺陷总长度
2	$1/4t$ ，最小可为 4，最大不超过 10	任意长形缺陷，其累计长度在 $10t$ 焊缝长度内不超过 t 。
1	大于 2 级者	

注：① t 为母材厚度。母材厚度不同时，取较薄板的厚度值。

② 当被检焊缝长度不足 $10t$ 时，可按比例折算，当折算的长形缺陷总长度小于单个长形缺陷长度时，以单个长形缺陷长度为允许值。

③ 相邻两长形缺陷间距小于、等于较长长形缺陷长度时，两长形缺陷长度之和作为一个长形缺陷的长度计算。

5.7.2 超声波探伤

5.7.2.1 最大反射波幅位于评定线到判废线之间缺陷,根据缺陷指示长度按表 5 分级。

表 5

mm

级别	单个缺陷长度	缺陷总长度
1	$1/3t$;但最小 8,最大 16	$1/2t$;但不大于 32
2	$1/2t$;但最小 12,最大 24	$3/4t$;但不大于 40
3	$2/3t$;但最小 16;但最大 32	$1t$;但不大于 48
4	超过 3 级者	

注:① t 为母材厚度。母材厚度不同时,取较薄板的厚度值。

② “最小”系指母材厚度 t 小于某一厚度时的允许值;例如 1 级焊缝,当厚度 t 等于或小于 24 mm 时,可允许单个缺陷指示长度为 8 mm。

③ “最大”系指母材厚度 t 大于某一厚度时的上限值;例如 1 级焊缝,当 t 大于 48 mm 时,其单个缺陷指示长度不允许大于 16 mm。

5.7.2.2 最大反射波幅不超过评定线的缺陷,均评为 1 级。

5.7.2.3 最大反射波幅超过评定线的缺陷,检查者判断为裂纹等危害缺陷时,均评为不合格。

5.7.2.4 反射波幅超过判废线的缺陷,均评为 4 级。

5.7.2.5 缺陷的总长和密集程度规定为:

a. 相邻两缺陷间距小于 8 mm 时,两缺陷指示长度之和作为一个缺陷的指示长度计算;若间距大于 8 mm 时,则分别计算长度;

b. 对于不超过表 5 规定单个缺陷的指示长度,在任意 150 mm 焊缝长度范围内,缺陷的指示长度总和按表 5 中规定的缺陷总长度评定;

c. 在探测中,当遇到疑难确系无法判别时,应辅以其它检测方法进行综合判断;

d. 按比例抽检的焊缝,在检查区(段)一端或两端确认危害性缺陷有延长时,应在延长端扩大检查检查长度应不小于 150 mm。

5.7.3 磁粉探伤

5.7.3.1 缺陷磁痕的评定,分为合格、不合格两个级别。

5.7.3.2 出现下列缺陷磁痕为不合格:

- 任何裂纹;
- 密集状缺陷;
- 长度大于 1.5 mm 的长形缺陷;
- 大于等于 2 mm 的圆形缺陷;
- 任意 100 mm 长的焊缝段内,缺陷累积长度大于 4 mm。

5.7.3.3 除 5.7.3.2 条外的缺陷磁痕,为合格。

5.7.4 球扁钢对接焊缝

球扁钢对接焊缝若存在下述缺陷之一则为不合格:

a. 球扁钢的球头焊缝中任何尺寸的针状气孔、未焊透、裂缝、链状或密集的缺陷,尺寸超过 2 mm 的单个气孔,长度超过 3 mm 的长形缺陷,数量超过 3 个的尺寸较小的气孔和长形缺陷;

b. 球扁钢腹板焊缝中任何尺寸的针状气孔、未焊透、裂缝、密集的缺陷,尺寸超过 2 mm 的单个气孔和长度超过母材金属厚度 0.3 倍的单个长形缺陷,尺寸较小的单个气孔和长形缺陷(其总长度超过球扁钢腹板焊缝长度 10% 时),长度超过球扁钢腹板焊缝长度 10% 的链状气孔。

5.7.5 角接焊缝

角接焊缝的质量按下述三级制评定。

5.7.5.1 在焊缝内没有内部缺陷或有下述缺陷评为 3 级。

- a. 单个气孔不大于 3 mm;
 - b. 单个长形缺陷不大于 5 mm;
 - c. 单个气孔和长形缺陷的总长度不超过用射线探伤检查的焊缝长度 5%。
- 5.7.5.2 焊缝无裂缝、未焊透和针状气孔等缺陷,但有下述缺陷评为 2 级:
- a. 单个气孔不大于 5 mm;
 - b. 单个长形缺陷不大于 15 mm;
 - c. 链状气孔和长形缺陷不大于 5 mm,间距不小于缺陷尺寸;
 - d. 当气孔和长形缺陷尺寸不大于 3 mm,密集缺陷长度不超过用射线探伤检查的焊缝长度 10% 的气孔和长形缺陷为局部密集形状,a、b、c 各项所指的缺陷总长度不超过射线探伤检查的焊缝长度的 15%。
- 5.7.5.3 焊缝中存在下述缺陷之一者评为 1 级:任何尺寸的裂缝、未焊透、针状气孔,以及尺寸、数量和总长度超过 2 级规定的气孔和长形缺陷、链状和积聚的缺陷等。
- 5.7.6 如果检查焊段被评为合格,但在焊段的两端发现有链状缺陷或密集缺陷,而这些缺陷尺寸只凭此段无法确定时,则需对相邻焊段进行补充检查。
- 5.7.7 如焊缝上出现了评为不合格的焊段时,则应在此焊缝上作补充检查。检查数量为不合格焊段数量的两倍,位置应在原被检查焊段之间,并距合格焊段边缘至少 300 mm。
- 5.7.8 对于不合格焊段(包括第一次以及补充检查)应按下列原则确定其缺陷界限:
- a. 若焊段上缺陷是周期性分布的,则在此焊段的两端相邻段上补充检查,以能确定缺陷界限为止;
 - b. 若焊段上的缺陷是处在其一端,而在另一端长度不小于 1/4 检查焊段的范围内没有缺陷,则只需在缺陷一端补充检查,以能确定缺陷界限为止;
 - c. 若焊段上的缺陷是局部性的(个别气孔、长形缺陷或局部聚积缺陷)并处在焊段中间的 1/2 检查焊段范围内,则此焊段的相邻两端不需补充检查;
 - d. 在交叉焊段处发现有横着焊段的缺陷时,则需在横向焊段上按照 5.7.6 条规定作补充检查;
 - e. 船体分段上短的对接焊缝(长度小于 300 mm)发现有不合格时,则需对此焊缝的相邻两个同类焊缝进行补充检查。若再需补充检查时,则需对整个分段上的同类的剩余焊缝进行检查;
 - f. 若在第一次和补充检查中发现有裂缝时,则需对该裂缝所处的工艺上独立焊缝段作 100% 射线探伤检查。
- 5.7.9 若在第一次和以后的补充检查长度已超过被检查焊缝长度的 50%,并且还需进一步补充检查,则此焊缝全部返修。
- 5.7.10 检查部门应根据探伤结果及时提出检查结论。结论应包括被检查焊段的位置、发现的缺陷性质、数量和评级等。
- ## 5.8 液压和密性试验
- 5.8.1 根据总体设计单位所编制的密性试验文件,对船体结构各部位进行液压和密性试验。
- 5.8.2 液压和密性试验以前,焊缝表面的油漆、焊渣等均应去除干净。
- 5.8.3 液压和密性试验中,发现缺陷时应进行修补,修补前必须将缺陷全部清除,并不准在带压背水的情况下补焊,修补后的焊缝仍需按原检查要求进行检查,合格后再进行密性试验。
- ## 5.9 焊缝缺陷的补焊及焊后检查
- 5.9.1 焊缝表面和内部检查为不合格的焊缝按照 CB/T 3761 的规定进行修补。
- 5.9.2 补焊前应由检验部门检查缺陷是否完全清除干净,补焊槽、焊接材料、补焊工艺等是否符合要求。
- 5.9.3 补焊后,有关焊缝质量检查应隔 48 h 以后进行,表面质量检查和内部检查按 5.5 条、5.6 条的规定执行。

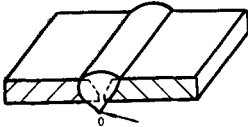
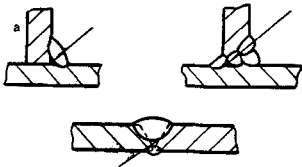
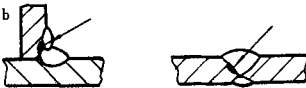
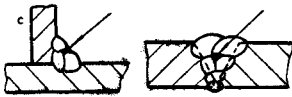


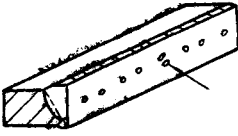
附录 A
必须查明的焊缝主要缺陷表
(补充件)

A1 焊缝主要缺陷见表 A1。

表 A1

序号	缺陷名称	缺陷简图	检查方法	缺陷许可性
1	焊缝尺寸不符合设计		1. 外观检查; 2. 测量	根据有关文件或结构图确定
2	焊缝偏移		1. 外观检查; 2. 测量	不允许
3	焊瘤		外观检查	不允许
4	咬边		1. 外观检查; 2. 测量	根据 5.5.3 条确定
5	弧坑		外观检查	不允许

续表 A1

序号	缺陷名称	缺陷简图	检查方法	缺陷许可性
6	烧穿		外观检查	不允许
7	未 焊透	<p>a 焊缝根部</p> 	1. 射线探伤或 (和)超声波探伤; 2. 剖开检查	不允许
	b 沿边缘			
	c 焊道之间			
8	内 外 气 孔	<p>a 个别的</p> 	1. 外观检查; 2. 射线探伤或 (和)超声波探伤; 3. 剖开检查	根据 5.5.3 条、5.6条和5.7 条确定
	b 密集的			
	c 链状的			

续表 A1

序号	缺陷名称	缺陷简图	检查方法	缺陷许可性
9	夹渣 a 焊道之间		1. 射线探伤或(和)超声波探伤; 2. 剖开检查	根据 5.6 条和 5.7 条确定
	b 焊缝金属内			
10	针状小气孔 a 穿透的 b 不穿透的		1. 外观检查; 2. 射线探伤或(和)超声波探伤; 3. 密性试验; 4. 剖开检查	不允许
11	裂 缝 a 横向裂缝 b 靠近焊缝处		1. 外观检查; 2. 射线探伤或(和)超声波探伤; 3. 密性试验; 4. 剖开检查	不允许
	c 纵向裂缝 d 靠近焊缝处			

附加说明：

本标准由造船工艺专业组提出。

本标准由中国船舶工业总公司第十一研究所归口。

本标准由中国船舶工业总公司第十一研究所负责起草。

本标准主要起草人：杨孟麟、江莲英。