

船体分段焊接变形控制工艺规范

1 范围

本规范规定了船体分段焊接变形控制工艺的施工前准备、人员、工艺要求、工艺过程和检验。

本规范适用于散货船、油船的建造。

2 规范性引用文件

Q/SWS 41-003-2006 船舶结构焊接与坡口型式选用规定

Q/SWS 41-009-2005 船体焊接原则工艺规范

Q/SWS 52-002-2006 船体精度设计规定

Q/SWS 60-001.2-2003 船舶建造质量标准 建造精度

3 施工前准备

3.1 焊接材料应符合Q/SWS 41-009-2005《船体焊接原则工艺规范》

3.2 焊接坡口型式应符合 Q/SWS 41-003-2006《船舶结构焊接与坡口型式选用规定》。

4 人员

4.1 装配工，应对本工种的应知应会熟悉掌握，并持证上岗。

4.2 电焊工必须经过专业培训，并持有船级社认可焊工合格证书，方可从事相应等级的焊接工作。

4.3 施工人员应熟悉分段施工工艺，并在施工过程中予以贯彻、落实。

5 工艺要求

5.1 分段制造应满足 Q/SWS 60-001.2-2003《船舶建造质量标准 建造精度》和 Q/SWS 41-009-2005《船体焊接原则工艺规范》的要求。

5.2 为控制焊接变形，一般应先焊收缩量大的焊缝，后焊收缩量小的焊缝。船体结构焊缝的焊接顺序是先焊对接缝，后焊角接缝。对接缝的焊接顺序是先焊平对接焊，后焊横对接，最后焊立对接；带坡口的接头先焊，不带坡口的接头后焊。角接缝的焊接顺序是先焊立角接缝，后焊平角接缝。

5.3 在 CO₂ 衬垫多层多道焊时，第一层焊缝焊接电流不允许超过 200 安培；层间温度应控制在 200 左右，为防止产生裂缝，第一层焊缝结束后，第二层焊缝要立即盖上去，每道

焊缝宽度不宜超过 14 毫米。

5.4 特殊分段焊接，如艏轴管与铸钢件及构架焊接时，为控制艏轴管中心线偏移，要派专人进行测量，当出现中心线超公差产生椭圆度时，要及时改变焊接顺序，在椭圆的短轴上先焊，使艏轴管保持正圆。

5.5 分段在设计时，应加放焊接补偿量，具体焊接补偿量按照 Q/SWS 52-002-2006《船体精度设计规定》进行加放。

6 工艺过程

6.1 货舱区双层底分段焊接变形控制。

6.1.1 施工方法及状态

6.1.1.1 建造方案：双层底分段分为内底平面分段和外底平面分段；分别在流水线平台上建造，最后内底分段翻身扣在外底分段上，见图 1。

6.1.1.2 建造简要程序：

- a) 外底板拼板 焊接 外底纵骨装配 焊接 移出流水线平台搁在外场胎架上。
- b) 内底拼板 焊接 内底纵骨装配 焊接 肋板、纵桁、管弄板架 焊接 移出流水线平台翻身扣在外底板上 纵横构架与外板焊接。
- c) 舳部底板、纵骨 焊接 舳部板架吊在内底分段胎架上合拢 焊接 舳部外板（转圆板） 焊接。

建造过程

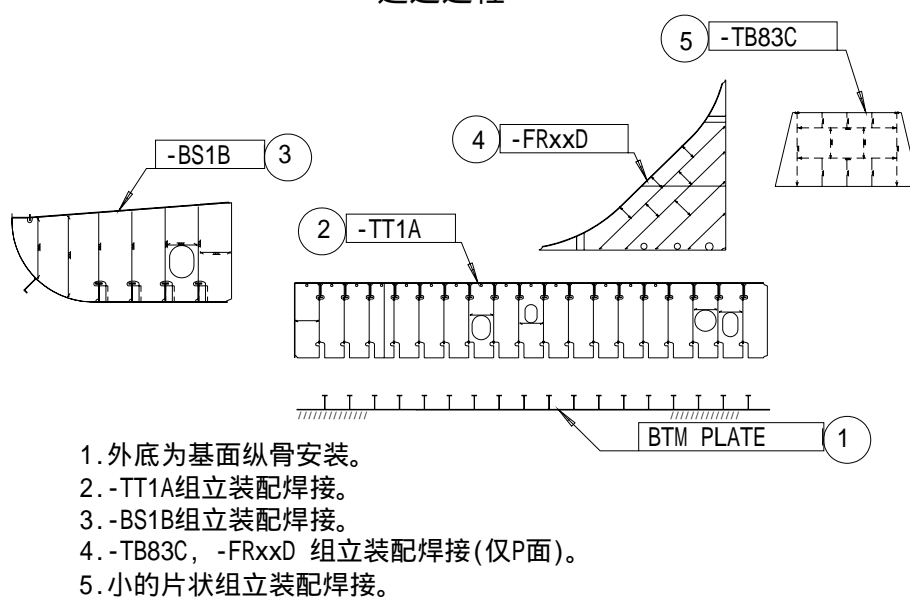


图 1

6.1.1.3 分段状态：

- a) 内底板架在平面分段流水线平台上，反造时，内底板为自由状态水平放置在平台上；
- b) 内底板架翻身扣在外板上，为自由状态，对纵、横结构与外板的角焊缝进行焊接。

6.1.2 焊接顺序

6.1.2.1 内外底板拼板示意图

- a) 焊接方法：横向对接缝采用 CO₂ 衬垫焊+埋弧自动焊
纵向对接缝采用 FCB 法焊接；
- b) 焊接顺序：如图 2， 、 、 为施焊顺序

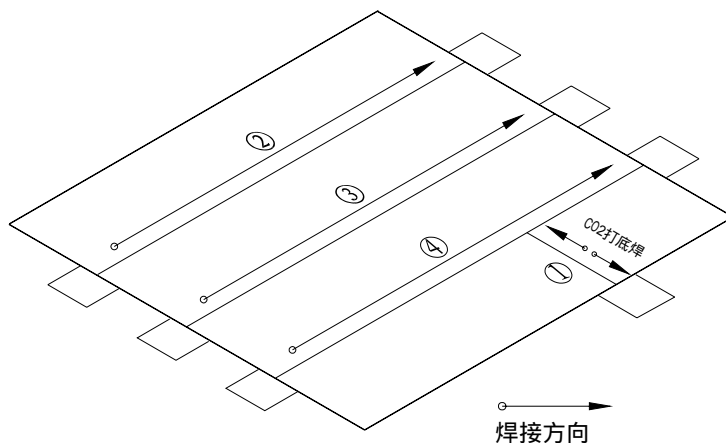


图 2

6.1.2.2 纵骨与内底板焊接示意图

- a) 焊接方法：采用 16 电极 HS-MAG 自动角焊机
b) 焊接顺序：如图 3， 、 、 、 、 、 、

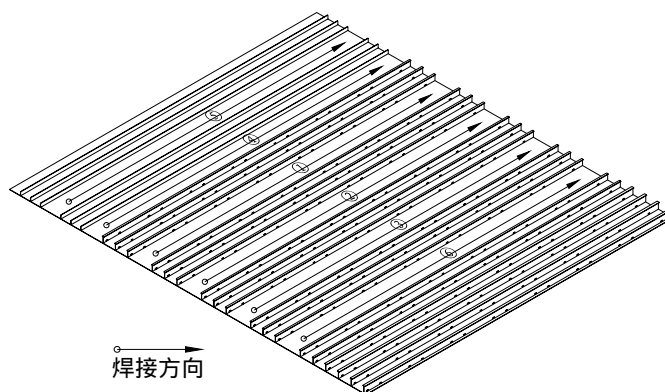


图 3

6.1.2.3 内底分段肋板、纵桁、管弄板架焊接示意图

- a) 组装焊接方法：采用 CO₂ 半自动和自动角焊机焊接
- b) 焊接顺序：如图 4，由双数焊工同时进行焊接，焊工人数不超过 12 人，焊接方向从中间向前后、左右推进，先焊纵桁与肋板之间的立角焊，再焊纵向肋板与横向肋板之间的立角焊，后焊纵桁肋板与内底板之间的平角焊。

注：小组立能合拢的构架尽量在小组立时完成焊接工作。

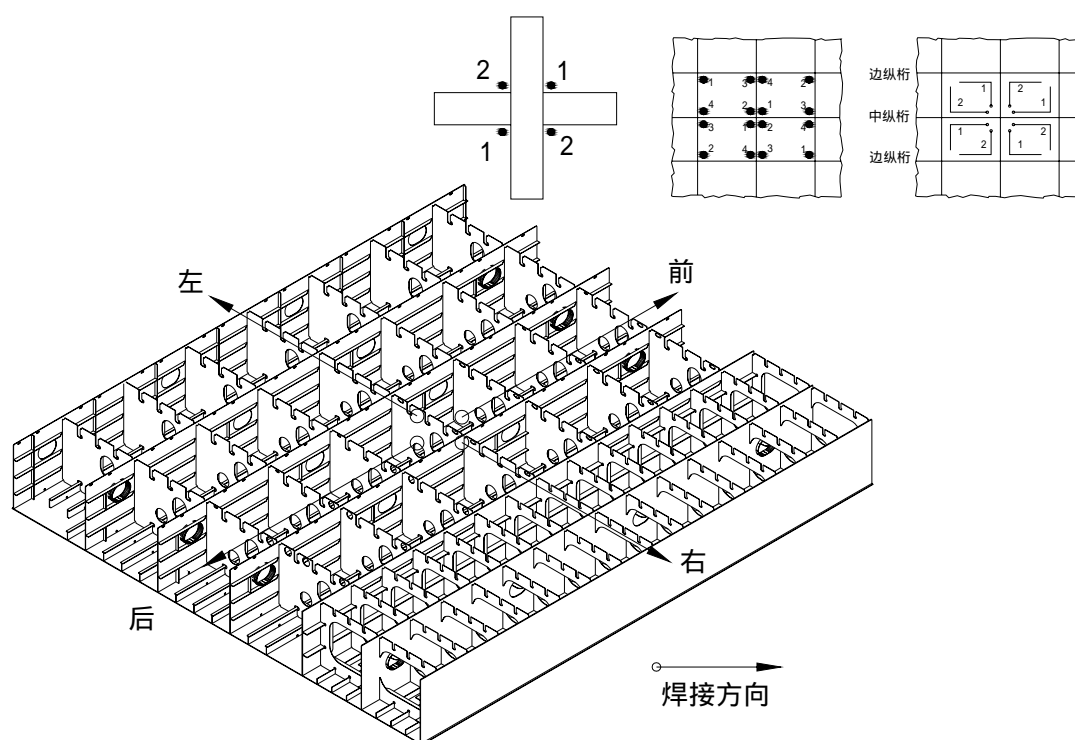


图 4

6.1.2.4 舳部底板与纵骨、肘板焊接示意图

- a) 焊接方法：舳部底板与纵骨之间平角焊采用 16 电极 HS-MAG 自动角焊，肘板与底板采用 CO₂ 半自动焊。
- b) 焊接顺序：如图 5，肘板与底板间角焊缝由二名焊工从中间向左右、前后方向对称焊接。

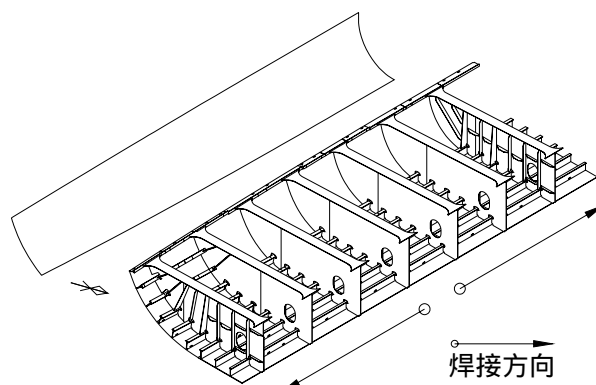


图 5

6.1.2.5 内底板架扣在外底板上与舳部分段合拢焊接按图 6

a) 焊接方法：采用 CO₂ 半自动角焊和 CO₂ 半自动衬垫焊

b) 焊接顺序：

焊内底板架扣在外底板上结构焊缝。由双数焊工同时进行焊接，焊接方向从中间向前后、左右推进。先焊内底板架纵横构架与外底纵骨之间的立角焊，后焊纵横构架与外底板之间的平角焊。具体顺序参见图 4。

焊舳部与内底分段合拢焊缝。先焊内底分段与舳部分段纵向外板对接缝，由二名焊工从中间向艏艉两端焊接；再焊舳部转圆板与舳部底板对接缝（同样由两名焊工从中间向两端焊接）；后焊舳部分段大肘板与边纵桁立角焊，最后焊舳部转圆板与肘板平角焊缝。

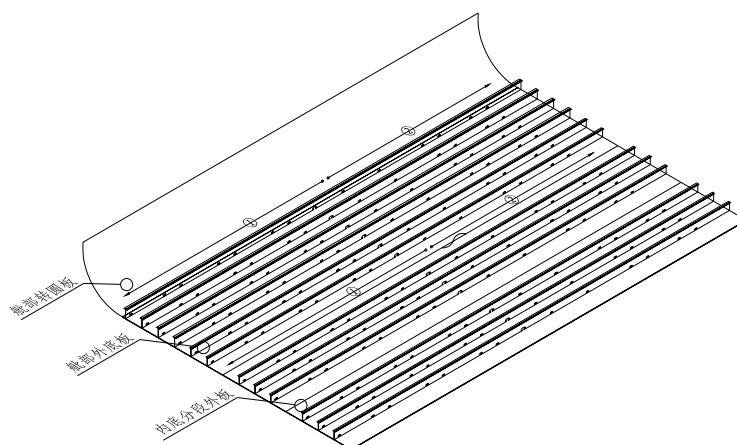


图 6

6.2 机舱底部分段焊接变形控制

6.2.1 施工方法及状态

6.2.1.1 建造方案：以内底平台为基面在胎架上反造。

6.2.1.2 建造简要程序：

- a) 内底平台拼板 焊接 纵桁、肋板组装 焊接 机舱底部贴外板 焊接 翻身放在曲面胎架上 肋板、纵桁与外板角接缝焊接；
- b) 横隔舱拼板 焊接 T 形件、边水舱通道组装 焊接；
- c) 左（右）舷侧外板拼板 焊接 半隔舱、肋骨组装 焊接；
- d) 机舱底部以自由状态按置在曲面胎架上 隔舱组装 焊接 左右舷外板组装 焊接。

6.2.1.3 分段状态

- a) 机舱内底板以自由状态放置在平台胎架上，外底贴板接缝焊接结束后移出平台胎架；
- b) 机舱外底板翻身后以自由状态放置在曲面胎架上，按装横隔舱、左（右）舷侧分段及纵横构架，然后进行焊接。

6.2.2 焊接顺序

6.2.2.1 平台板、拼板示意图

a) 焊接方法：采用埋弧自动焊和 CO₂ 衬垫焊

b) 焊接顺序：如图 7

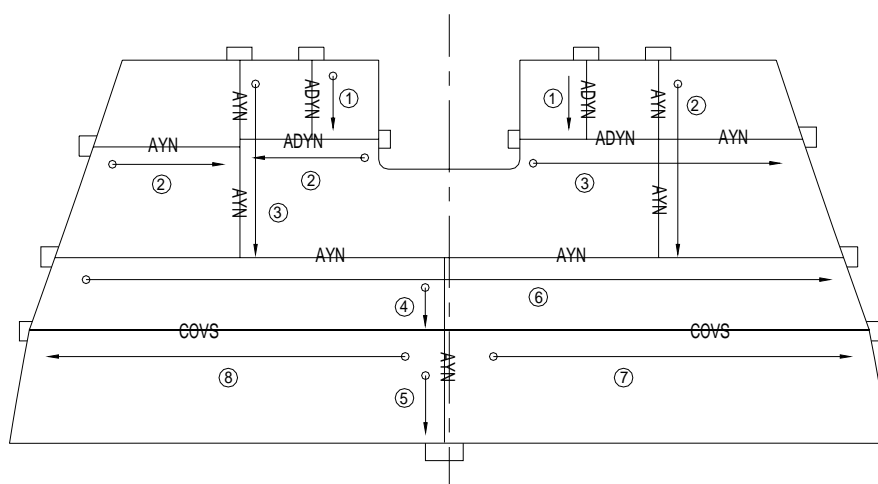


图 7

6.2.2.2 纵横向构架（纵桁、肋板）组装焊接按图 8（在小组立能合拢的构架尽量在小组立时完成焊接工作。）

- a) 组装焊接方法：采用 CO₂ 半自动和自动角焊机焊接；
- b) 焊接顺序：由双数焊工同时进行焊接，焊接方向从中间向前后、左右推进，先焊中纵桁与肋板之间的立角焊，再焊边纵桁与肋板之间的立角焊最后焊纵桁、肋板与平台板之间的平角焊。

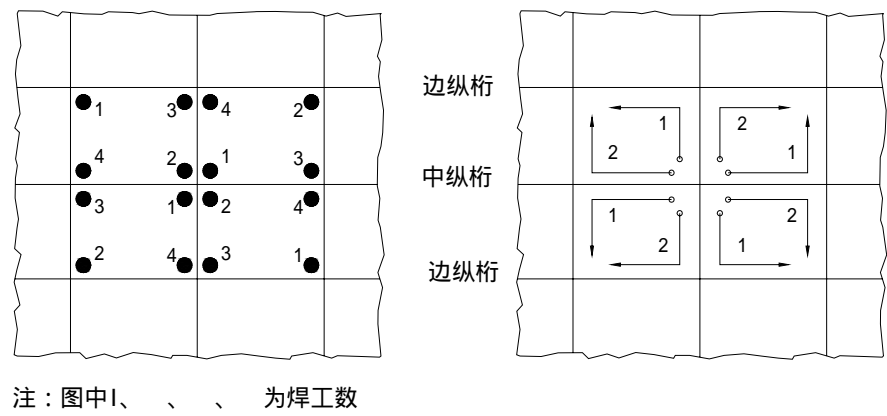


图 8

6.2.2.3 机舱底部分段外板装焊示意图

- a) 焊接方法：采用 CO₂ 衬垫焊和 CO₂ 衬垫焊+埋弧自动焊；
- b) 焊接顺序：由双数焊工进行对称焊接。先焊 K 行底板纵缝，后焊边缝，最后焊横向对接缝及纵向边接缝。具体顺序，见图 9。

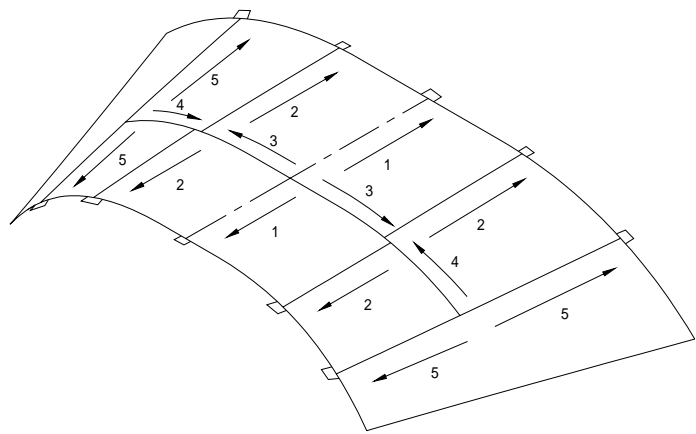


图 9

6.2.2.4 舷侧外板拼板及构架装焊按图 10。

- a) 焊接方法：采用 CO₂ 半自动焊和 CO₂ 衬垫焊由双数焊工进行对称焊接。先焊舷侧外

板对接缝，后焊隔舱、肋骨与舷侧外板角焊缝，最后焊构架与舷外板角焊缝，焊接方向从中间向前后、左右推进。

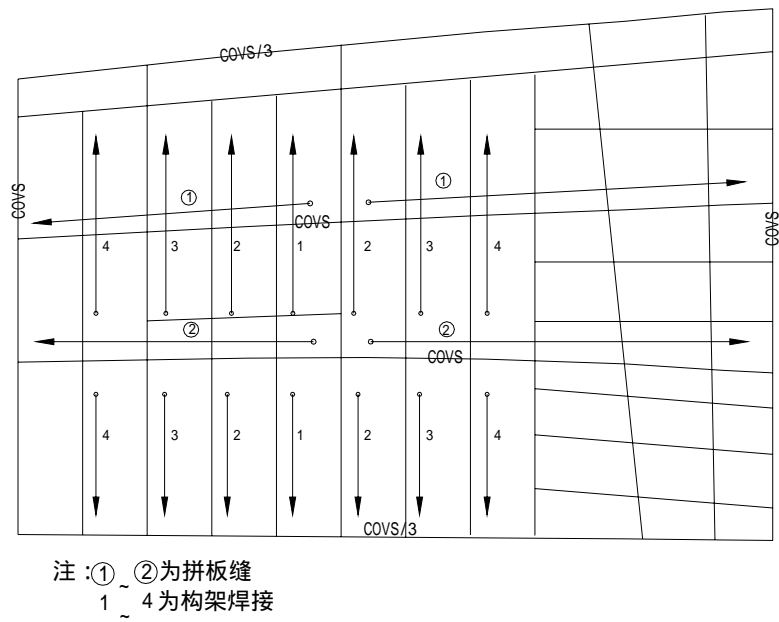


图 10

6.2.2.5 横隔舱拼板及构架装焊按图 11。

- a) 焊接方法：埋弧自动焊、CO₂ 半自动焊及自动角焊
- b) 焊接顺序：隔舱拼板先焊端接缝，后焊边接缝。加强筋焊接，CO₂ 半自动焊或自动角焊机焊接从中间向左、右舷对称焊接。

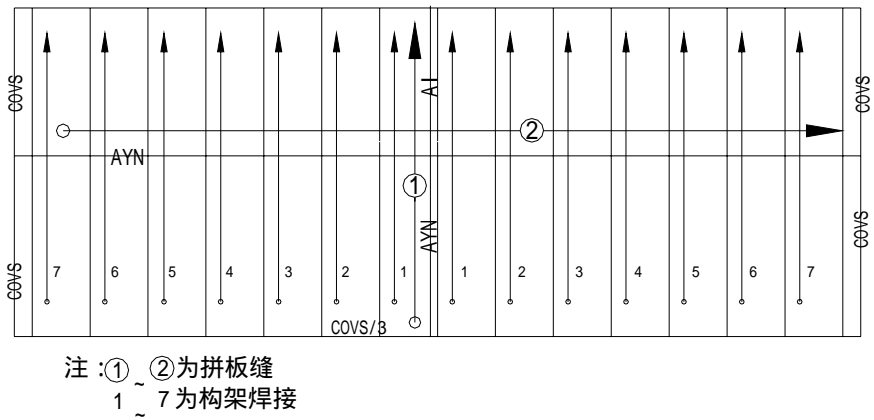
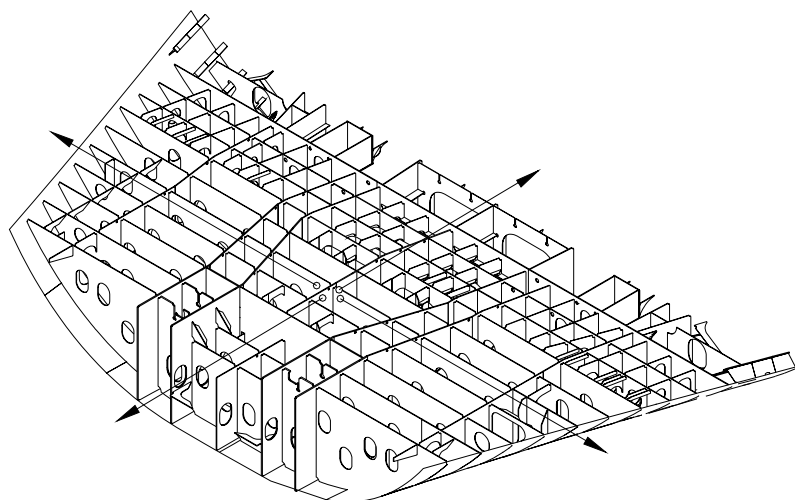


图 11

6.2.2.6 机舱底部分段纵横构架与外板角焊缝焊接按图 12。

机舱底部分段翻身后以自由状态放置在曲面胎架上，采用 CO₂ 半自动焊，焊接纵桁、肋板与外板的角焊缝。焊接顺序：与 6.1.2.5 双层底构架与外板焊接方法相同。由双数焊工同

时进行焊接。焊接方向从中间向前后、左右推进。



注：图中箭头所指方向为焊接方向

图 12

6.2.2.7 机舱底部分段组装焊接按图 13。

a) 焊接方法：采用 CO₂ 衬垫焊和 CO₂ 半自动焊。

b) 焊接顺序：

先焊横隔舱与内底平台板角焊缝，从中间向左右方向焊接。后焊隔舱扶强材与平台板角焊缝。

焊舷部外板纵向对接缝，从中间向艏艉方向焊接。

焊左、右舷分段部分隔舱与横隔舱垂直对接缝，焊接方向，由下向上焊。

焊纵横构架与平台板角焊缝。

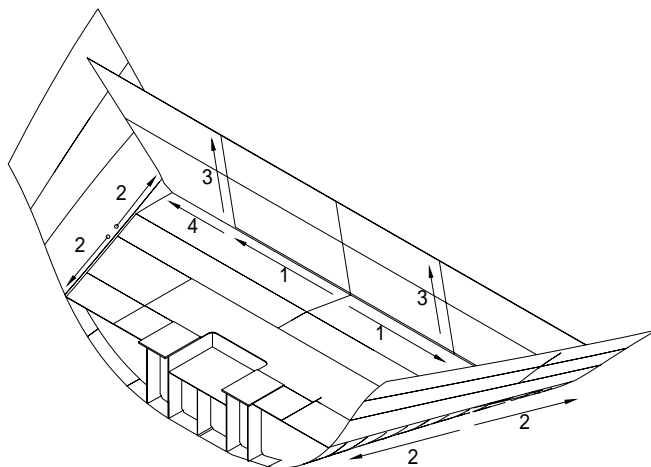


图 13

6.3 艨部分段焊接变形控制

6.3.1 施工方法及状态

6.3.1.1 建造方案：以艨部横舱壁为基面卧造。

6.3.1.2 建造简要程序：

- a) 艨轴管轧圆合拢 焊接 艨轴管与艨轴毂合拢 焊接；
- b) 横隔舱拼板 焊接 纵桁、肋板、平台板 焊接 艨轴管插入分段后与前轴毂铸钢件合拢 焊接 贴外板焊接。

6.3.1.3 分段状态

艨部分段卧造时，艨部横隔舱为自由状态水平安置在胎架上。

艨轴管吊入分段为自由状态，与纵横构架焊接。

6.3.2 焊接顺序

6.3.2.1 艨轴管轧圆后，装焊按图 14。

- a) 焊接方法：采用 CO₂ 衬垫焊+埋弧自动焊；
- b) 焊接顺序：由 2 名焊工从中间向两端进行焊接。

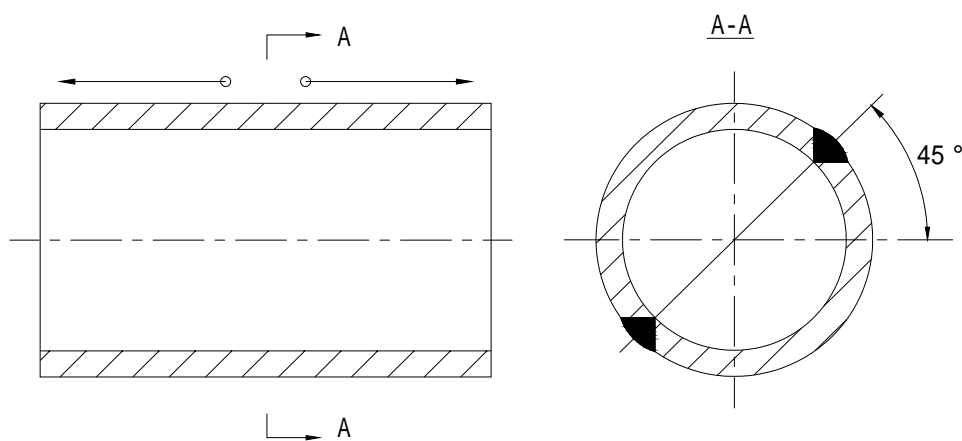


图 14

6.3.2.2 艨轴管与艨轴毂铸钢件装焊按图 15。

- a) 焊接方法：采用 CO₂ 半自动衬垫焊；
- b) 焊接顺序：由二名焊工进行对称焊接。

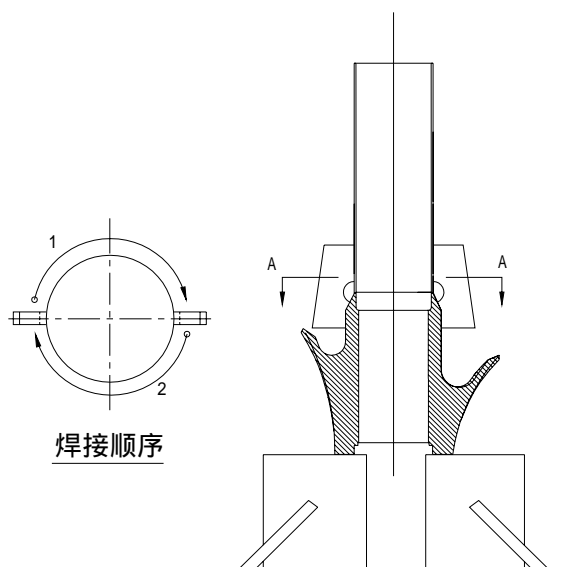


图 15

6.3.2.3 横隔舱拼板焊接按图 16。

- a) 焊接方法：采用埋弧自动焊、CO₂ 半自动焊；
- b) 焊接顺序：见图 16 中 1、2、3、4、5；
- c) 拼板焊接结束后，装纵、横构架，焊接构架与隔舱角焊缝，由双数焊工从中间向两端进行焊接。

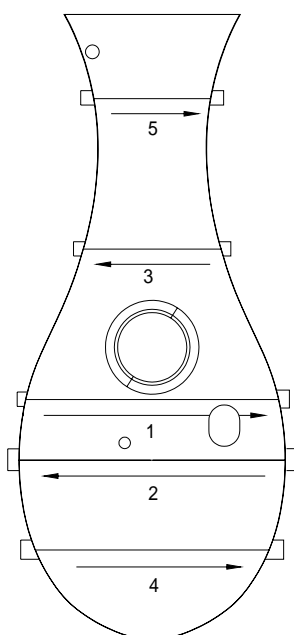


图 16

6.3.2.4 艏轴管插入分段后与前艏管铸钢件、肋板、平台板装焊按图 17。

- a) 焊接方法：采用 CO₂ 半自动焊；
- b) 焊接顺序：先焊艏轴管与前艏管铸钢件连接焊缝，后焊艏轴管与各道肋板环形角焊缝，最后焊构架之间角焊缝。焊接时应由双数焊工从中间向前后、左右方向推进。

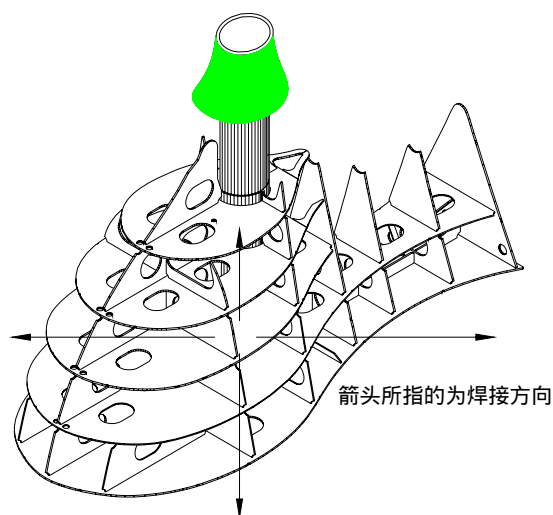


图 17

6.3.2.5 艏部分段贴外板焊接按图 18。

- a) 焊接方法：采用 CO₂ 衬垫焊；
- b) 焊接顺序：见图 18 中 1、2、3、4、5……；

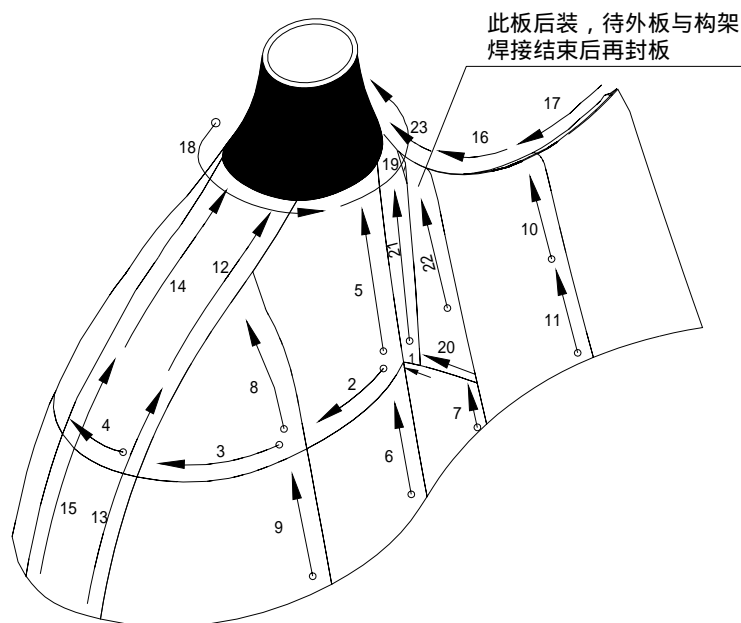


图 18

c) 先焊短焊缝，后焊长焊缝，短焊缝可从下向上焊、长焊缝应采用分段焊。

7 检验

各类型分段中合拢施焊结束后，按照各类分段测量表要求填写测量数据。
