

船体精度设计规定

1 范围

本标准规定了船体精度相关术语、船体精度常用符号、船体精度设计项目 and 设计原则。

本标准适用于油船和散货船的船体精度设计工作及船体建造精度管理工作，其它船型可参照使用。

2 规范性引用文件

Q/SWS 52-019-2005	船体结构装配尺寸标注规定
Q/SWS 52-020-2005	船体结构装配角度标注规定
Q/SWS 52-021-2005	船体结构理论线标注规定
Q/SWS 52-026-2005	船体 100 MARK 线设计规定
Q/SWS 52-039-2005	全船精度布置图设计规定
Q/SWS 52-046-2006	分段、总段胎架图设计规定
Q/SWS 52-047-2006	船坞搭载格子线图设计规定
Q/SWS 52-048-2006	分段完工测量表设计规定
Q/SWS 52-049-2006	产品完工测量表设计规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 余量

余量是指对零件、工件和中间产品由于加工、装焊和火工校正等多道工序，所产生的变形和收缩进行定性分析后，加放的比实际变形和收缩值略大的工艺量值。余量在指定的工艺阶段切除。

3.2 补偿值

补偿量是指对零件、工件和中间产品由于加工、装焊和火工校正等多道工序，所产生的变形及收缩进行定量分析后，加放的工艺量值。补偿量在分段建造过程中消耗。

4 船体精度常用符号

4.1 船体精度常用符号按表 1。

表 1

序号	精度符号	内 容
1	$X \rangle$	在构件上加放 X mm 补偿量。 主要用于补偿总组或搭载阶段焊接收缩，无需切割。
2	$X \rightarrow$	在构件上加放 X mm 的余量。 弯曲作业完成，检查后切割。
3	$X \blacktriangleright$	在构件上加放 20 mm 余量。 小组立、中组立完成，检查后保留 X mm 补偿量，切割。
4	$X \triangleleft$	在构件上加放 20 mm 的余量。 分段完成，检查后保留 X mm 补偿量，切割。
5	$X \blacktriangleleft$	在构件上加放 20 mm 的余量。 总组完成，检查后保留 X mm 补偿量，切割。
6	$X \blacktriangleright$	在构件上加放 20mm 的余量。 搭载检查后保留 X mm 补偿量，切割。
7	$\overleftarrow{\text{SHR}} X \text{ mm}/n \text{ mm}$	在构件上每 n mm 加放 X mm 收缩量。 装配时焊接收缩，不切割。
8	$XT \nabla$	三角装配补偿量。 通常加放在大肘板趾端，补偿三角形收缩，不切割。

4.2 精度符号应用示例

- a) 示例 1：序号 1，如果 $X = 5$ ，表示设计建模和放样时，在理论尺寸基础上，已经加放了 5mm，用来补偿总组或搭载阶段焊接引起的收缩。切割作业时无需额外加放，而且切割作业完成后，不得切除该补偿量；
- b) 示例 2：序号 4，直线下方无数值时，表示建模和放样时，加放了 20 mm 余量，直线下方添加数值时，如： $30 \triangleleft$ ，则表示加放值为 30mm。如果 $X = 5$ ，表示设计建模和放样时，在理论尺寸基础上，已经加放了 20mm 余量，用来修正分段建造过程中的偏差，分段完工检查后，保留 5mm，主要补偿总组或搭载阶段焊接引起的收缩。

5 船体精度设计内容

5.1 定位设计

结构理论线

构件定位尺寸和安装角度

构件拼接对合线

构件装焊 100 MARK 线

纵骨安装角度转换表

分段装配型值表

主船体定位基准线

船坞搭载格子线

5.2 余量和补偿量设计

构件边缘余量和补偿量

构件边缘三角形补偿量

构件边缘变坡口补偿量

构件边缘装配负余量

构件内部收缩补偿量

5.3 变形控制设计

构件切割精度检验数据

构件加工逆直线

样板、样箱

曲面胎架

反变形设计

二次划线

5.4 完工测量设计

分段完工测量表

产品完工测量表

6 船体精度设计原则

6.1 定位设计

6.1.1 结构理论线

要求根据《全船结构理论线布置图》进行 TRIBON 建模。遵循 Q/SWS 52-021-2006《船体结构理论线标注规定》，在船体分段装配图中清晰标注，并在放样图中以符号 $\text{—}\wedge\text{—}$ 表示。

6.1.2 构件定位尺寸和安装角度

要求根据详细设计图纸进行 TRIBON 建模。遵循 Q/SWS 52-019-2006《船体结构装配尺寸标注规定》和 Q/SWS 52-020-2006《船体结构装配角度标注规定》，在船体分段装配图中清晰标注。

6.1.3 艏、艉、机舱的肋骨，以及狭窄的水平桁等构件，由于拼板和面板装焊等操作，往往产生较大变形，所以必须设计对合线，作为现场校核依据（见图 1）。

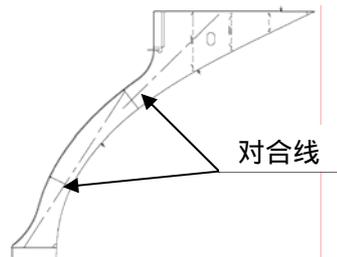


图 1

6.1.4 构件装焊 100 MARK 线

要求遵循 Q/SWS 52-026-2006《船体 100 MARK 线设计规定》设计出图。

6.1.5 纵骨安装角度转换表

对于安装角度变化较大的纵骨，必须设计纵骨安装角度转换表（见图 2）。

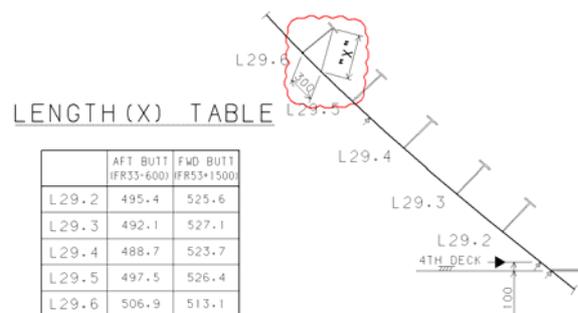


图 2

6.1.6 分段装配型值表

要求对于所有线型分段和有严格装配要求的分段必须提供分段装配型值表，对于曲形大分段的片体，也必须根据生产需要，设计装配型值表，如图 3 所示。

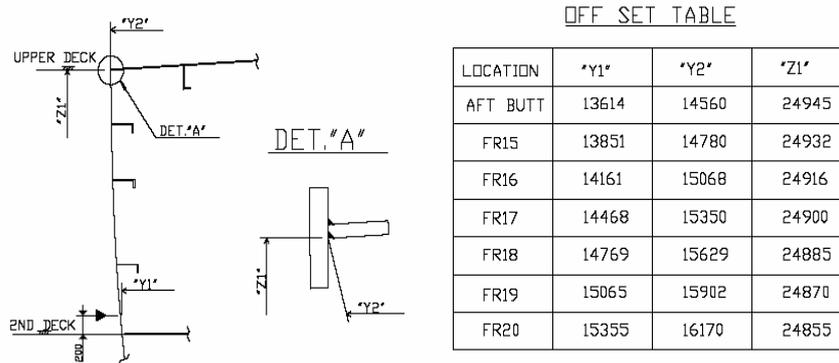


图 3

6.1.7 主船体定位基准线

主船体定位基准线包括肋骨检验线、直剖线和水线，要求根据《定位基准线图》进行 TRIBON 建模，在分段装配图封面上明确说明，在分段放样图中明确标识。定位基准线的确定原则如下：

- a) 肋骨检验线：肋位号+100 mm，每个分段设定一个，通常选分段中部强框肋位；
- b) 直剖线：通常选中线、~ 10m 直剖线、~ 20m 直剖线，要求避开结构 200mm 以上；
- c) 水线：通常选 1m 水线、3m 水线、10m 水线、20m 水线，要求避开结构 200mm 以上。

6.1.8 船坞搭载格子线

要求遵循 Q/SWS 52-047-2006 《船坞搭载格子线设计规定》，按船型设计出图。

6.2 余量和补偿量设计

6.2.1 构件边缘余量和补偿量

6.2.1.1 构件边缘加工余量加放原则

- a) 卷板机预弯板，边缘最小剩余直边 75mm，否则加放 $2 \times t$ (t 为板厚) 压头余量；
- b) 一般仅需少许冷加工和火工成形的钢板，边缘不加放加工余量；
- c) 小曲率火工艏柱、艉柱板上下（前后）各加放 50mm 工艺余量，宽度方向不加放；
- d) 大曲率艏柱、艉柱样箱板上下（前后）各加放 100 ~ 300mm 余量，宽度方向不加放；

- e) 船艏柱纵向曲率 300mm 以上，钢板宽度围长最佳不超过 1500mm；
- f) 采用肋骨冷弯机加工的型材，型材端头加放 150mm 加工余量；
- g) T 型材面板、腹板装焊加放焊接收缩补偿量 0.5/1000；
- h) 对特殊零件的加工余量加放由设计结构信息组考虑。

6.2.1.2 构件边缘装配余量加放原则

该余量集中在分段完工后、总组完工后和搭载阶段修割，原则上余量加放不超过 20mm，具体修割阶段和数值与精度管理负责部门联合确定。

6.2.1.3 构件端部补偿量加放原则

- a) 船长方向补偿量加放原则
 - 船坞基准定位分段，前后端环形接缝全部正足（内部构架相同）；
 - 船坞搭载的其余分段：向艏端设有补偿量，向艉端正足。
- b) 船宽方向分段侧端全部正足，向中线端设补偿量；
- c) 所有分段上端全部正足，下端设补偿量。

6.2.2 构件边缘三角形补偿量

一般内部构架焊接变形补偿量为零，下面几种情况需加放三角形补偿量。

6.2.2.1 棱形板及端头补偿量 n 加放（见图 4 和表 2）

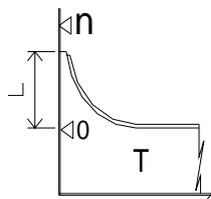


图 4

表 2

板厚 T	补偿量 n	备注
T 15	$L \times 2.0 / 1000$	当 L 700 时，不加放三角补偿量。
15 < T 20	$L \times 1.5 / 1000$	
T > 20	$L \times 1.0 / 1000$	

6.2.2.2 肘板及端头补偿量 n 加放 (见图 5 和表 3)。

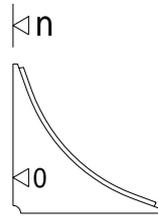
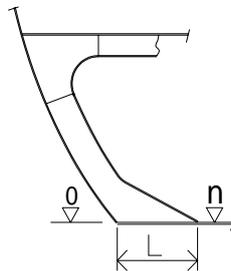


图 5

表 3

板厚 T	补偿量 n	备注
T = 20	$L \times 1.5 / 1000$	适用于大型肘板且自由边为曲形。
$20 < T$	$L \times 1.0 / 1000$	

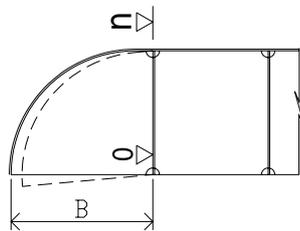
6.2.2.3 机舱大肋骨 (见图 6)。



$$n = L \times 5 / 1000 \quad (\text{MAX } n = 7\text{mm})$$

图 6

6.2.2.4 机舱双层底分段反造 (见图 7)。



$$n = B \times 3 / 1000 \quad (n \leq 10 \text{ mm})$$

图 7

6.2.2.5 散货船普通肋骨 (见图 8)。

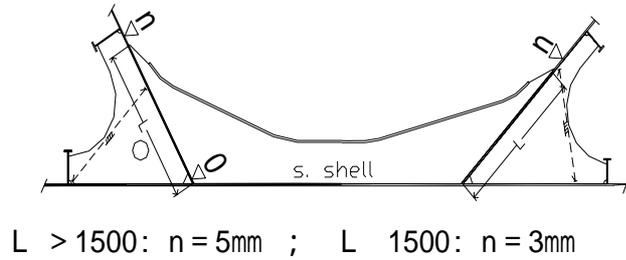


图 8

6.2.3 构件边缘变坡口补偿量 (见图 9)

变坡口补偿适用于船艤线型变化较大的区域,如图 9 所示其值随线型变化而变化,为方便装配,减少修割,要求板的边缘坡口角度须相应变化,即变坡口建模。

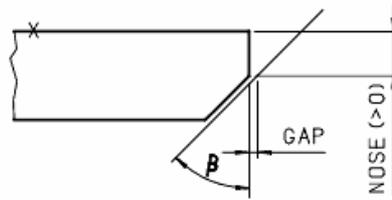


图 9

6.2.4 构件边缘装配负余量

原则上一般内部构件装配补偿量为零,下面几种情况需加放装配负余量。

6.2.4.1 间断肋板和肋板加强大肘板 (见图 10)。

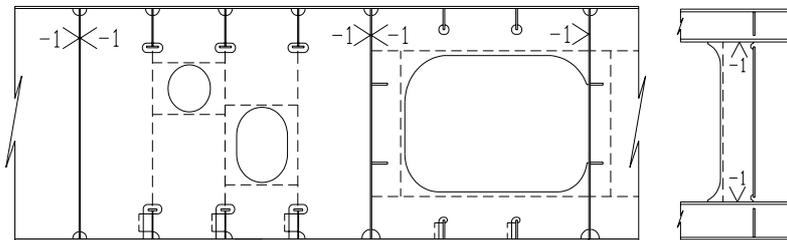


图 10

6.2.4.2 角隅肘板 (见图 11)。

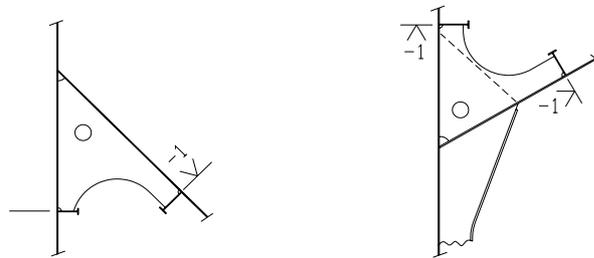


图 11

6.2.4.3 艏艉水平、垂直隔板 (见图 12)。

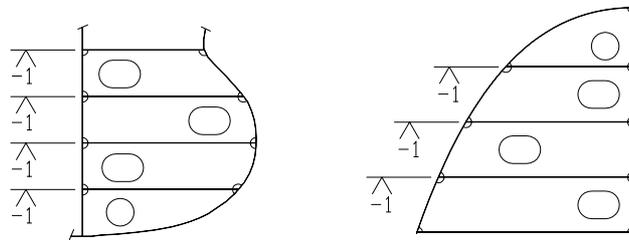


图 12

6.2.5 构件内部收缩补偿量

6.2.5.1 对接焊缝焊接收缩补偿量加放 (见图 13、表 4)。

分段内部对接焊缝收缩补偿量按板厚区分，厚薄板对接以薄板板厚为基准加放。

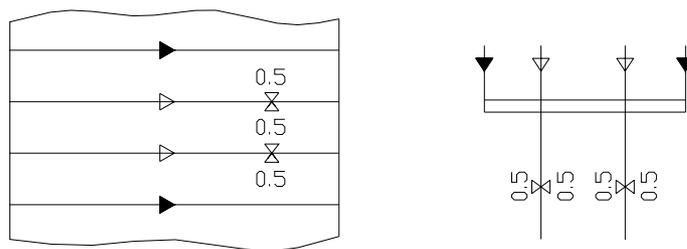


图 13

表 4

板厚	拼板缝单边收缩值
5 ~ 14	0.5
15 ~ 24	1.0
25 ~ 32	1.5

6.2.5.2 手工角焊缝收缩补偿量加放原则（见表5）

表5

板厚 \ 焊脚	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5
5										
6										
7						0.5				
8										
9~10						0.4				
11~12										
13~15						0.3				
16~20										
21~25						0.2				
26~30										
31~35		0.1								
36~40										

注：1) 角焊焊脚超过 9mm，参照 8.5mm 焊脚收缩量加放补偿量。
2) 角焊开坡口，参照上一挡的焊接收缩量加放补偿量。

6.2.5.3 CO₂角焊缝板材收缩补偿量加放（见表6）

表6

板厚 \ 焊脚	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5
5										
6										
7						0.4				
8										
9~10						0.3				
11~12										
13~15						0.2				
16~20										
21~25						0.1				
26~30										
31~35		0.05								
36~40										

注：1) 角焊焊脚超过 9mm，参照 8.5mm 焊脚收缩量加放补偿量。
2) 角焊开坡口，参照上一挡的焊接收缩量加放补偿量。

6.3 变形控制设计

6.3.1 构件切割精度检验数据

为保证构件切割精度，需要在切割版图中标注门切构件对角线长度，在所有数切版图左下角标注检验尺寸（见图 14）。

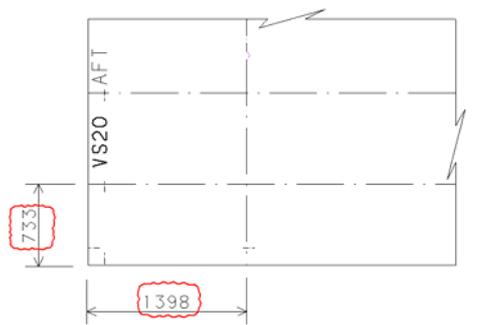


图 14

6.3.2 构件加工逆直线

针对肋骨冷弯机加工的型材，设计逆直线，以保证零件加工到位（见图 15）。

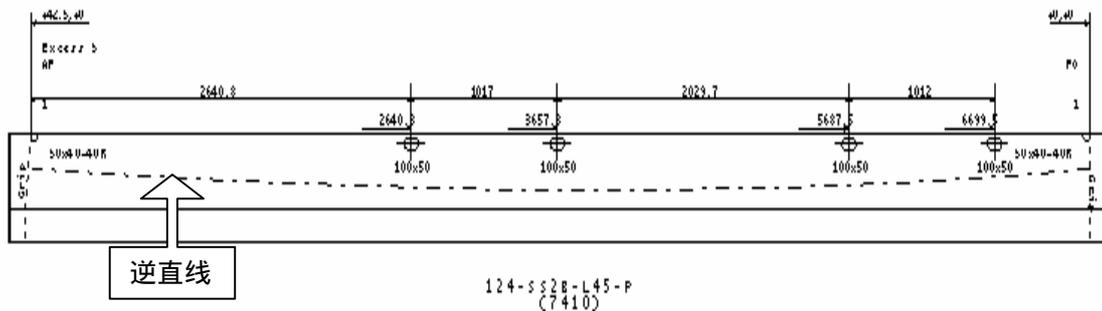


图 15

6.3.3 样板、样箱

6.3.3.1 对于船体内部单曲度零件，以及双曲度比较小的外板零件，作为加工和校验的依据，设计木样板或活络样板。

6.3.3.2 对于双曲度比较复杂的外板零件，如：轴包板、球鼻艏包板、艏艉柱板等，加工难度很高，必须设计样箱以保证加工精度。

6.3.4 曲面胎架

根据分段组立方法确定曲面胎架，要求遵循 Q/SWS 52-046-2006《分段、总段胎架图设计规定》设计出图。

6.3.5 反变形设计

反变形的设计由精度管理室根据生产实况积累经验数据，与设计部共同制定反变形工艺，由船体室在工艺图纸中反映。

6.3.6 二次划线

无论是否需要胎架建造，对于所有的曲面拼板组立，均要求提供二次划线图纸，作为划线和定位的依据。

6.4 完工测量设计

6.4.1 分段完工测量表

要求遵循 Q/SWS 52-048-2006《分段完工测量表设计规定》设计出图。

6.4.2 产品完工测量表

要求遵循 Q/SWS 52-049-2006《产品完工测量表设计规定》设计出图。

7 全船精度布置图

全船精度布置图由工法室负责协调有关部门，按 Q/SWS 52-039-2005《全船精度布置图设计规定》出图，由船体室及精度管理室会签后，作为船体室相关精度设计的依据。