

船体精度设计一般规定

1 范围

本标准规定了船体精度设计的精度余量加放符号、设计内容和精度设计原则。

本标准适用于油船和散货船的船体精度设计，其它船型可参照使用。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1 基本尺寸

指图面上标注的理论尺寸，它是描述零件、工件、中间产品（部件、分段单元、总段……）的几何形状、外形尺寸，以及所处位置的量值。

2.2 实际尺寸

指零件、工件和中间产品完工后测得尺寸。（这里对人、机、料、法、环等因素影响检测所造成的误差忽略不计。）

2.3 尺寸偏差

基本尺寸与实际尺寸的差值称之为偏差，实际生产中以 \pm 值来表示。

2.4 尺寸公差

船舶建造过程中，零件、工件和中间产品尺寸允许偏差的范围。

2.5 余量

对零件、工件和中间产品通过加工、装焊、火工校正等多道工序，而产生的变形及收缩进行定性分析后，加放的比实际变形及收缩要大一些的工艺量值。

2.6 补偿值

对零件、工件和中间产品通过加工、装焊、火工校正等多道工序而产生的变形及收缩进行定量分析后，加放的正确的工艺量值。

3 船体精度余量加放符号

3.1 船体分段精度余量加放符号按表1。

表1 船体精度余量加放符号

标记符号	内 容
$X>$	在构件上加放 x mm 补偿量。 补偿搭载或 P.E 阶段, 焊接引起的收缩不能切割。
$\overline{X}>$	在构件上加放 x mm 的补偿量。 弯曲作业完成, 检查后切割。
$\overline{X}\blacktriangleright$	在构件上加放 20 mm 补偿量。 小组立、中组立完成, 检查后保留 x mm 补偿量, 切割。
$\overline{X}\blacktriangleright$	在构件上加放 20 mm 的补偿量。 分段完成后, 检查后保留 x mm 补偿量, 切割。
$\overline{X}\blacktriangleright$	在构件上加放 20 mm 的补偿量。 P.E 完成后, 检查后保留 x mm 补偿量, 切割。
$\overline{X}\blacktriangleright$	在构件上加放 20mm 的补偿量。 搭载后, 检查后保留 x mm 补偿量, 切割。
$\overleftarrow{\text{SHR } x \text{ mm}/n \text{ mm}}$	在构件上每 n mm 加放 x mm 收缩量。 装配时因焊接引起的收缩量, 不切割。
$\frac{XT}{\nabla}$	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。

3.2 补偿量表示方法

表中代号前加任何值, 即表示补偿量的大小。

示例1: 序号1, 代号为 $>$, 前加一个5, 则成为 $5>$, 说明放样下料时, 按理论尺寸外, 还要增加5mm值, 再进行切割。

示例2: 序号4, 代号为 \blacktriangleright , 直线下方任意加一个数值, 如: $\overline{30}\blacktriangleright$ 则说明放样下料余量为30mm, 若无数值表示, 则放样下料余量为20mm, 分段完工后, 切割正足。

4 设计内容

4.1 构件端部补偿

4.2 构件内部收缩补偿

4.3 构件三角形边缘补偿

4.4 变坡口补偿

4.5 构件定位和安装角度

4.6 逆直线、对合线

4.7 样板、样箱

4.8 胎架、二次划线

4.9 主船体分段安装精度基准线

4.10 分段装配型值表、分段完工测量表、产品完工测量表

5 精度设计原则

5.1 端部补偿量设计原则

5.1.1 加工余量加放原则

5.1.1.1 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。

5.1.1.2 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。

5.1.1.3 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。

5.1.1.4 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。

5.1.1.5 艏艉柱纵向曲率 $\geq 300\text{mm}$ 以上，钢板宽度围长最佳不超过 1500mm。

5.1.1.6 采用肋骨冷弯机加工的型材，型材端头加放 400mm 加工余量。

5.1.1.7 T 型材面板、腹板装焊加放焊接收缩补偿量 0.5/1000。

5.1.1.8 对特殊零件的加工余量加放由设计结构信息组考虑。

5.1.2 装配补偿量

5.1.2.1 装配补偿量加放原则

原则上一般内部构件装配补偿量为零，下面几种情况为方便装配需要加放装配补偿量。

a) 间断肋板和肋板加强大肘板按图 1。

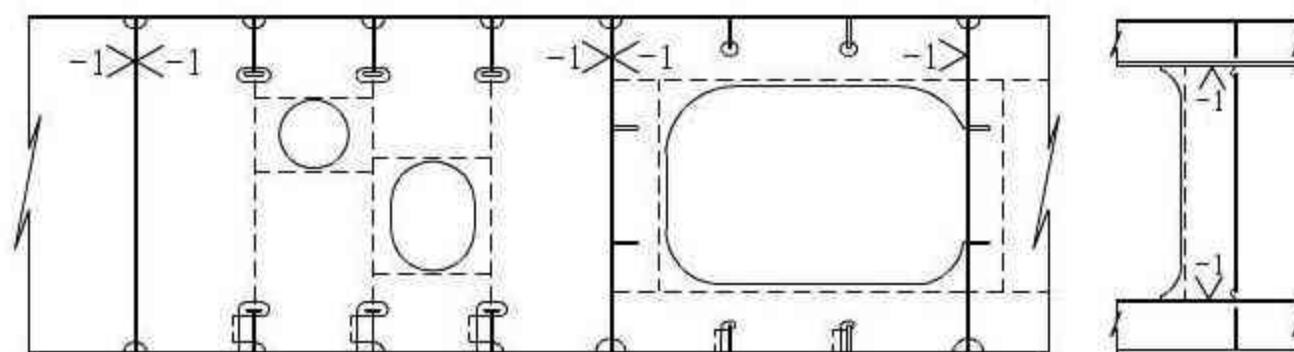


图 1

b) 角隅肘板按图 2。

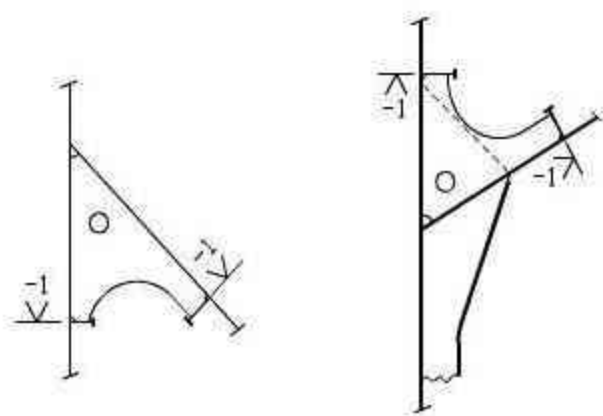


图 2

c) 舱壁水平、垂直隔板按图 3。

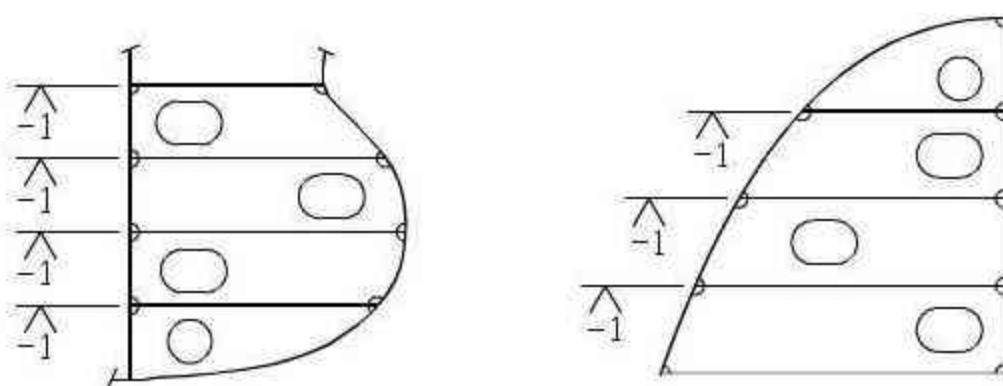


图 3

5.1.3 主船体分段端部补偿量加放原则

5.1.3.1 船长方向补偿量加放原则

- a) 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）；
- b) 船坞搭载的其余分段：向艏端设有补偿量，向艉端正足。

5.1.3.2 船宽方向分段侧端全部正足，向中线端设补偿量。

5.1.3.3 所有分段上端全部正足，下端设补偿量。

5.1.4 典型端部补偿量加放值

各类典型分段补偿量加放可参阅附录 A 典型产品横剖面图。

5.1.4.1 底部分段

- a) 艏艉应加放补偿量端，加放补偿量 6mm；
- b) 左右应加放补偿量端，加放补偿量 5mm。

5.1.4.2 舷侧分段

- a) 艏艉应加放补偿量端，加放补偿量 4mm;
- b) 下口（或内口）加放补偿量端，加放补偿量 5mm。

5.1.4.3 纵、横隔舱分段

- a) 纵横隔舱下口加放补偿量端，加放补偿量 5mm;
- b) 纵隔舱前后应加放补偿量端，加放补偿量 4mm;
- c) 横隔舱的内口处应加放补偿量端，加放补偿量 5mm。

5.1.4.4 甲板

- a) 甲板前后应加放补偿量端，加放补偿量 2mm;
- b) 甲板内外口在应放补偿量端加放补偿量 5mm。

5.1.4.5 上层建筑、机舱棚、烟囱

上建下层下端加放 30mm 补偿量。上建其余各层、机舱棚、烟囱下端加放 10mm 补偿量。

5.1.4.6 舱口围

- a) 围壁下口加放补偿量 20mm;
- b) 横向在左右两侧加放补偿量 10 mm;
- c) 纵向在中间前侧加放补偿量 20 mm。

5.2 构件内部收缩补偿量设计原则

5.2.1 对接焊缝焊接收缩补偿量加放原则

手工焊、CO₂衬垫焊、双面自动焊等收缩补偿量相同，厚薄板对接以薄板板厚为基准加放收缩补偿量。对接焊缝横向收缩统计近似值见表 2。对接补偿量加放值按表 3。

表 2 对接焊缝横向收缩值 mm


坡口型式	板 厚											
	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
	1.3	1.3	1.4	1.6	1.8	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.1	3.3
	1.2	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0
注：对接焊缝横向收缩值为统计的近似值。												

表 3 对接补偿量加放值 mm

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

5.2.2 角焊缝板材收缩补偿量加放原则

5.2.2.1 手工角焊缝

手工角焊缝板材收缩补偿量加放按表 4。

表 4 手工角焊缝板材收缩补偿量加放表 mm

<div>焊脚 板厚</div>	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。										

5.2.2.2 CO₂角焊缝

CO₂角焊缝板材收缩补偿量加放按表 5。

表 5 CO₂角焊缝板材收缩补偿量加放表 mm

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。										

5.3 内部构件焊接变形补偿量

5.3.1 内部构件焊接变形补偿量加放原则

原则上生产设计对一般内部构架焊接变形补偿量为零，下面几种情况为方便装配需加放。

5.3.1.1 棱形板及端头补偿量 n 加放值按图 4 和表 6。

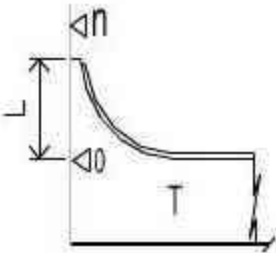


图 4

表 6 端头补偿量 n 加放值 mm

板厚 T	补偿量 n	备注
$T \leq 15$	$L \times 2.0 / 1000$	当 $L \leq 700$ 时， 不加放三角补偿量。
$15 < T \leq 20$	$L \times 1.5 / 1000$	
$T > 20$	$L \times 1 / 1000$	

5.3.1.2 肘板及端头补偿量 n 加放值按图 5 和表 7。

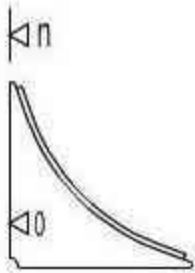
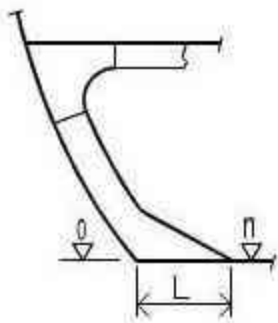


图 5

表 7 端头补偿量 n 加放值 mm

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

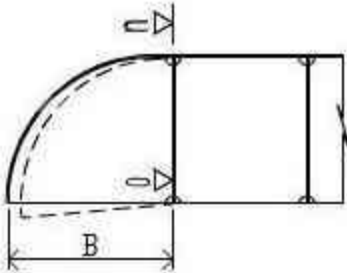
5.3.1.3 机舱大肋骨按图 6。



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

图 6

5.3.1.4 机舱双层底分段反造按图 7。



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

图 7

5.3.1.5 散货船普通肋骨按图 8。

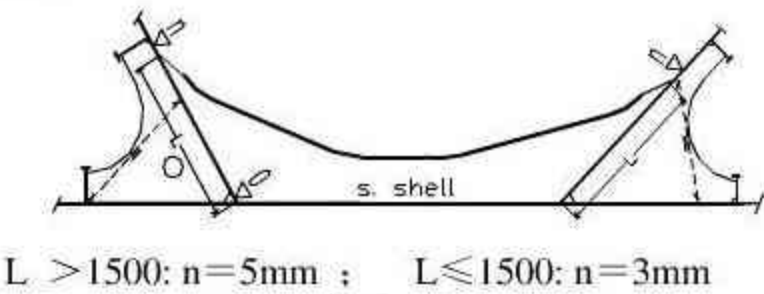


图 8

5.4 变坡口补偿

变坡口补偿适用于艏艉线型变化较大的区域，如图 9 所示，其中 β 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 β 须相应变化，即变坡口建模。

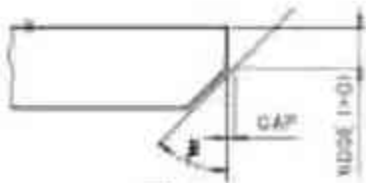


图 9

5.5 构件定位和安装角度

装配图中构件定位信息和安装角度等必须根据船体装配图设计规范标注清楚。

5.6 逆直线、对合线

5.6.1 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，如图 10。

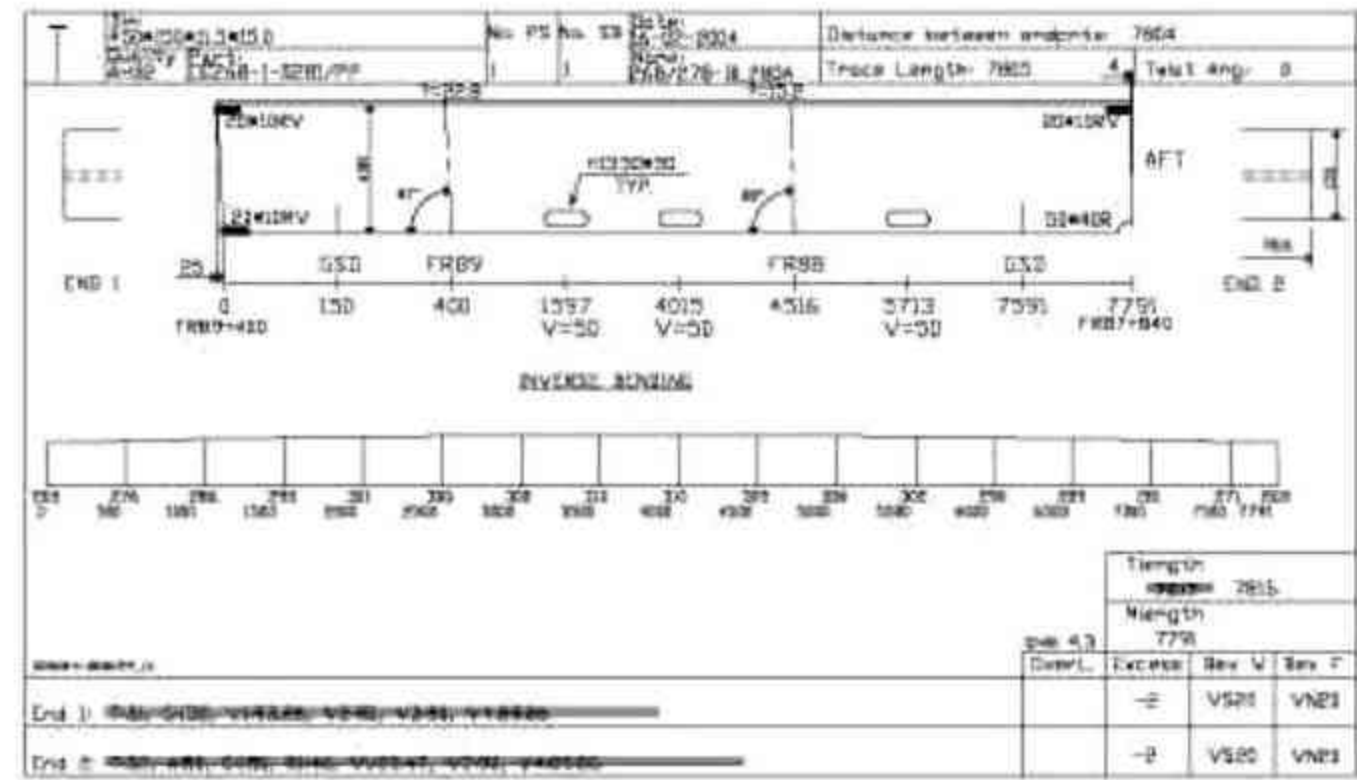


图 10

5.6.2 对于艏艉和机舱的肋骨，以及狭窄的水平桁等组件，在拼板和面板装焊过程往往产生较大的变形，所以必须设计对合线，作为现场校核依据，如图 11。

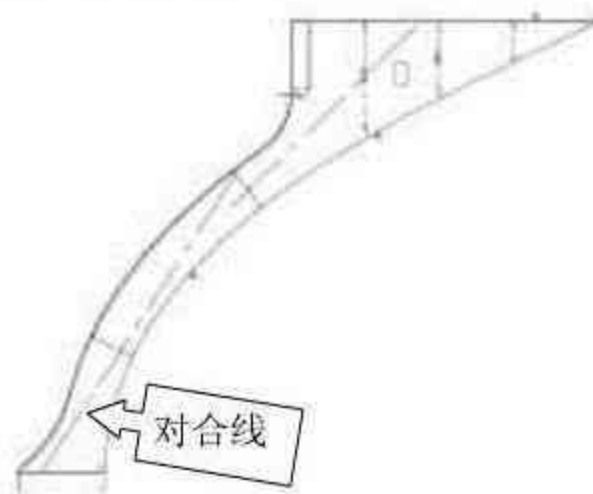


图 11

5.7 样板、样箱

5.7.1 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。

5.7.2 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。

5.8 胎架、二次划线

根据分段组立方法确定是否需要设计胎架，但不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、定位和完工校核的依据。

5.9 主船体分段安装精度基准线

5.9.1 直剖线：中线、~10m 直剖线、~20m 直剖线（避开结构 200mm 以上）。

5.9.2 水线：1m 水线、3m 水线、10m 水线、20m 水线（避开结构 200mm 以上）。

5.9.3 肋位线：按分段、总段定位肋位号+100 mm（每一分段设一个定位肋位号）。

5.9.4 大接头处 100mm 对合线。

5.10 分段装配型值表、分段完工测量表、产品完工测量表

要求必须根据公司船舶建造质量标准设计所有分段完工测量表和产品完工测量表，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，如图 12 所示。

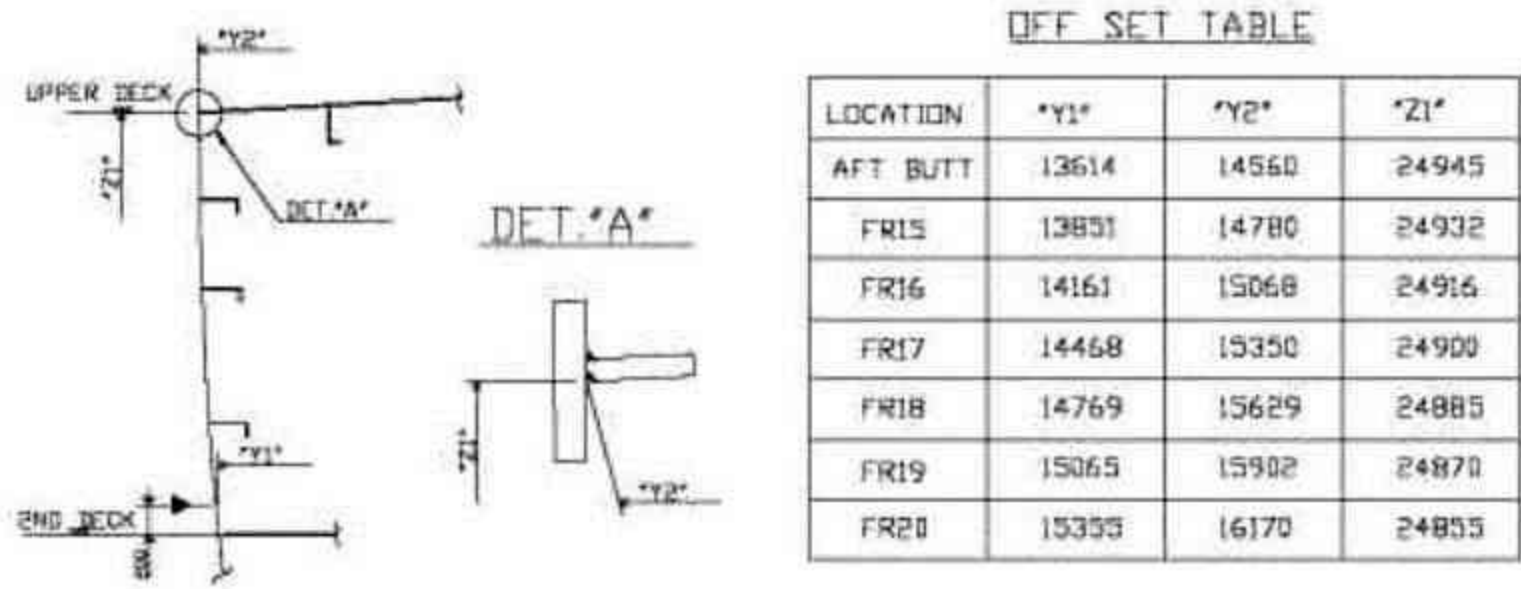


图 12

5.11 货舱区典型横剖面精度加放参见附录 A。

6 说明

本标准为公司各型产品精度设计的一般性规定，具体产品必须以此为依据设绘全船精度布置图。

附录 A

(资料性附录)

货舱区典型横剖面精度加放示例

内容见图A.1~A.4

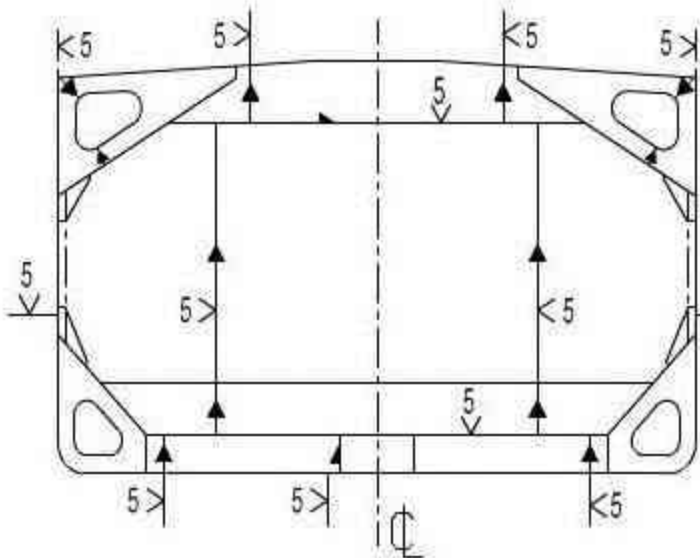
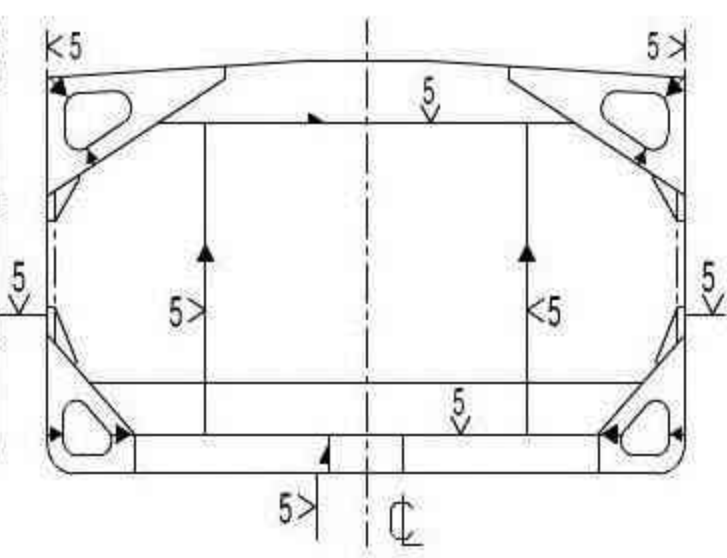


图 A.1 17.5 万吨散货船



A.2 17.5 万吨散货船优化船型

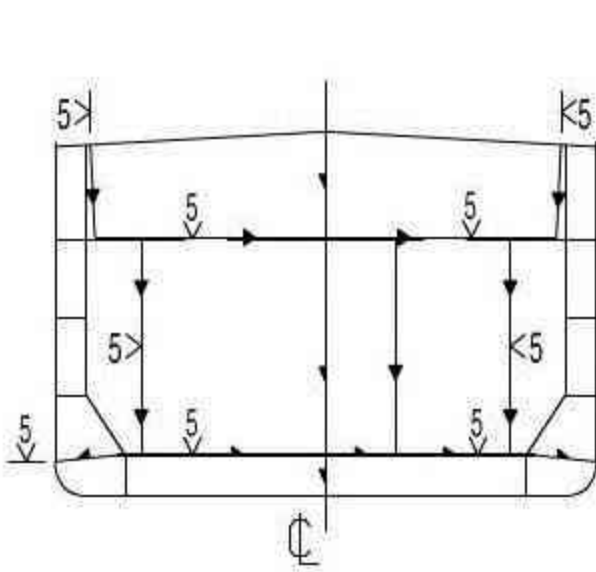


图 A.3 10.5 万吨原油船

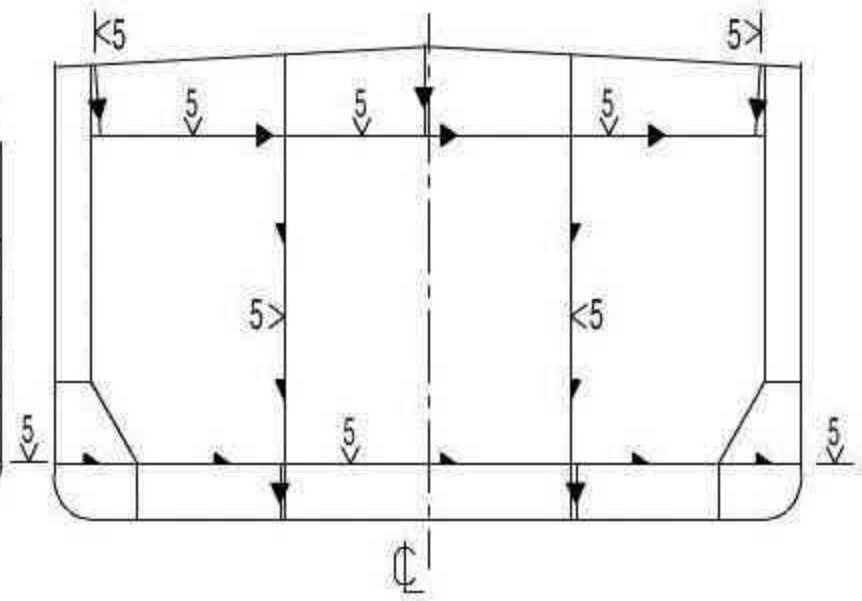


图 A.4 30 万吨 VLCC