

油 船 总 体 设 计

宋德华

4 空船重量估算

初步设计时,选择主尺度常需估算出空船重量,以选定主尺度和方案论证时应用。已发表的众多估算公式,是基于前所建造油船的实船数据。这些油船极大部分是单壳体,现改为双壳体后照理按过去统计公式应把增加的内壳及其骨架重量附加计入。但事实并非如此简单,应考虑现在船体结构设计水准的提高而减轻的结构重量,高强度钢材的大量采用,机器设备重量减轻等因素。现根据近年来建造的双壳体油船数据校核过去发表的估算式,取其中较为接近的公式并加以修正后提供使用。但用这些公式时,应注意对空船重量有较大影响的因素,例:采用高强度钢的比例;货油舱的分隔型式(货油舱数,纵向隔壁数);压载水量与专用压载舱的布局;船体结构设计的依据;结构构件的腐蚀裕度;主尺度的比值(浅吃水船型的结构重量相对较大)等因素,予以必要修正。

4.1 统计公式法

(1) 根据[6]提供的公式:

$$L_w = 0.149 \times L_{pp}^{1.407} \times B^{0.815} \times D^{0.335} \quad (29)$$

式中 L_w —全船空船重量(t)

上式的统计样本数据虽然不多,但是多数是 90 年代前后的实船。根据近期建造的 VLCC、SUEZ-MAX 型等双壳体油船实船数据未校核,该式对载重量大于 13 万 DWT 以上的双壳体油船,偏差不大,而对其他吨位的油船有较大的差值。

(2) 推荐下式

$$L_w = K L_{pp}^{1.407} \times B^{0.815} \times D^{0.335} \quad (30)$$

式中 K 值:

$$30 \text{ 万 DWT} > D_{wt} > 8 \text{ 万 DWT} \quad 0.145 \sim 0.165$$

$$7 \text{ 万 DWT} > D_{wt} > 2.5 \text{ 万 DWT} \quad 0.165 \sim 0.175$$

$$2 \text{ 万 DWT} > D_{wt} > 0.5 \text{ 万 DWT} \quad 0.17 \sim 0.2$$

(3) 根据[8]提供的公式

$$L_w = K_L \times L_{pp}^{1.38} \times B^{0.884} \times D^{0.331} \times C_b^{0.643} \quad (31)$$

上式 K_L 为 0.18~0.185,适用于 12 万 DWT≤

DWT≤22 万 DWT

经实船数据校验后,对不同的吨级,建议不同的 K 值,其中去除特轻的船型样本,例韩国三星重工 1994 年交付的阿法拉型油船,采用高强度钢的比例为 67%,船纵中心面无纵舱壁,其 K_L 值仅为 0.14,但其他同型船 K_L 值接近 0.17。

$$30 \text{ 万 DWT} > D_w > 10 \text{ 万 DWT} \quad K_L = 0.17 \sim 0.175$$

$$8 \text{ 万 DWT} > D_w > 6 \text{ 万 DWT} \quad K_L = 0.175 \sim 0.19$$

$$5.5 \text{ 万 DWT} > D_w > 2 \text{ 万 DWT} \quad K_L = 0.19 \sim 0.21$$

$$2 \text{ 万 DWT} > D_w > 0.5 \text{ 万 DWT} \quad K_L = 0.21 \sim 0.24$$

上述估算空船重量式,仅在初步设计开始时采用,而且应根据所设计油船的实况进行修正。实际进一步确定空船重量,还应根据分项计算来进行估算。

4.2 分项空船重量的估算

通常空船重量为以下项目组成

$$L_w = W_s + W_o + W_M + W_{Marg} \quad (32)$$

式中 W_s —船体结构重量(t)

W_o —舾装设备重量(t)

W_M —机电设备重量(t)

W_{Marg} —裕度(t)

(1) 船体结构重量

船体结构重量占空船重量比例较大,对载重量为 5 000 t 以上至 10 000 t 以下,约占 55%~70%,对 30 000 t~150 000 t,约占 70%~85%。在设计中若能估算出较准确的结构重量,则基本上能达到预定的设计目标。

① E 参数法^[11]。

$$E = L_{pp}(B+d) + 0.85 L_{pp}(D-d) + 0.85 \sum l_1 h_1 + 0.75 \sum l_2 h_2 \quad (33)$$

式中 l_1 和 h_1 为全宽上层建筑的长度和高度;

l_2 和 h_2 为甲板室的长度和高度。

$$W_{ST} = K E^{1.38} \quad (34)$$

式中 W_{ST} —假定 $d=0.8D$ 时标准, $C_b=0.7$ 时的钢材重量;

K —系数, 0.03~0.038, 1 500< E <40 000

E 参数中没有涉及 C_b 的影响,必须进行 C_b 修正。

$$W_s = W_{WT} [1 + 0.5 (C'_b - 0.7)] \quad (35)$$

式中 W_s —船体结构重量;

$C'_b - d = 0.8D$ 时实船方形系数。

如根据母型船的船体结构重量,按上式计算出母型船相对应的 K 值,计算所得船体结构重量则较为逼近实际值。

② 幂函数模式^[12]

$$W_s = K \times 0.2376 \times L_{PP}^{1.724} \times B^{0.386} \times \left(\frac{d}{D}\right)^{0.0282} \times C_b^{0.0032} \quad (36)$$

式中 K 仅有双层底, $K = 1.10 \sim 1.12$

用(36)式估算结构重量时,对有双层底与纵舱壁时的 K 值应取 $1.16 \sim 1.45$,对载重量大于 10 万 t 以上,应偏向高值。对纵舱壁数量大于 2 以上,应修正;对采用高强度钢的比率,应修正;上式为简便估算式,对某些船型可能偏差较大, K 值最好是采取母型船换算所得值后加以修正。

③ 分段重量计算法^[13]

鉴于过去发表的船体结构估算重量统计回归公式出入较大,其原因:双壳体油船是 90 年代后才大量出现,主要是基于单壳体油船;结构设计方法改进;规范要求的改变;高强度钢采用比率不同;货油舱与专用压载舱分隔型式与舱数等不同。而船体结构重量占主船体有相当大百分比,故在设计开始时能较准确估算船体结构的重量是重要。

分段划法与船体结构立体分段相结合分为:

尾部分段(包括尾尖舱在内的机舱分段);

首尖舱分段;

货油舱区间;

上层建筑;

a. 尾部分段重量估算

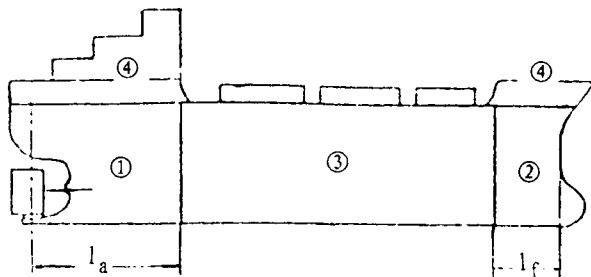


图 5 重量计算分段划分图

$$W_A = W_{AA} + W_{AB} + W_{AC} \quad (37)$$

式中 W_A 为尾部分段重量(t);

W_{AA} 为不包括舱壁与铸锻件的尾部分段结构重量(t);

W_{AB} 为尾部分段中舱壁重量(t);

W_{AC} 为尾柱、轴毂等铸锻件重量(t);

W_{AA} 决定于 Q_{AA} 参数。

$$Q_{AA} = L_{PP}^{0.25} \times B \times D \times l_a \left(\frac{l_a}{L} + 0.8 \right) \times [1.0 + (C_b - 0.8) \times 1.5] \times 10^{-3} \quad (38)$$

式中 l_a 机舱前端壁至尾垂线间长(m);

$W_{AA} = f(Q_{AA})$, 从图 6 中查得。

$$W_{AB} = 0.025 \times \Sigma l_m \times D^{1.5} \quad (39)$$

l_m 为尾部分段中在上甲板平面上舱壁的总长(m),若舱壁的高度小于型深,则应与型深的比例予以修正。

b. 首部分段重量

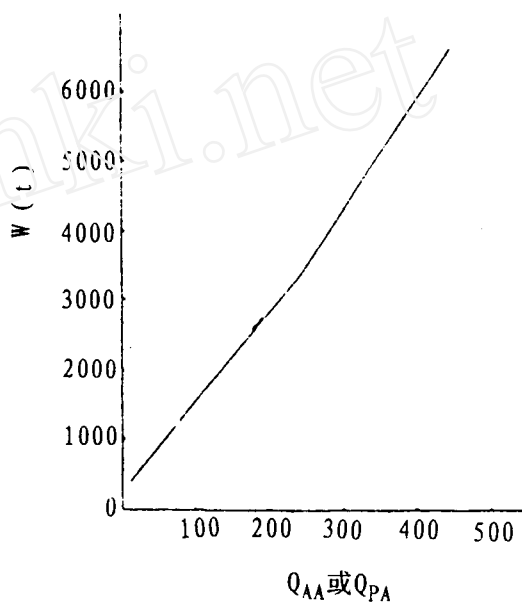


图 6 Q 值与重量曲线图

$$W_F = W_{FA} + W_{FB} + W_{FC} \quad (40)$$

W_{FA} —首部分段重量,包括防撞舱壁(t);

W_{FB} —隔离舱壁、泵舱壁或其他舱壁重量(t);

W_{FC} —铸、锻钢件重量(t)。

$$W_{FA} = f(Q_{FA})$$

$$Q_{FA} = L_{PP}^{0.25} \times B \times D_s \times l_f \times \left(\frac{l_f}{L} \times 0.01 + 0.86 \right) \times [1.0 + (C_b - 0.8) \times 3] \times 10^{-3} \quad (41)$$

式中 D_s —首部分段平均高度(m);

l_f —自防撞舱壁至首垂线的长度(m)。

根据 Q_{FA} 查图 6 可得 W_{FA}

$$W_{FB} = 0.035 \times \Sigma l_n \times D_s^{1.5} \quad (42)$$

式中 l_n —首部分段中在上甲板平面上舱壁总长(m),若舱壁高度小于型深,则应与型深的比

值予以修正。

c. 货舱段重量估算法

$$W_x = (\omega_x \times L_{pp} \times C \times K_{cb}) (1 + K_D) + \Sigma W_{BHD} + \Sigma W_S \quad (43)$$

式中 W_x —货油舱段的重量(t);

ω_x —船中部每 m 重量(t)。

$$C = 0.84 - \{0.375(\frac{l_a}{L_{pp}}) + 1.33(\frac{l_a}{L_{pp}})^2 + 0.356(\frac{l_f}{L_{pp}}) + 1.36(\frac{l_f}{L_{pp}})^2\} \quad (44)$$

$$K_{cb} = [1 + (C_b - 0.8) \times 0.3] + 0.03 \quad (45)$$

$$K_D = 0.007(14 - \frac{L}{D}) \quad (46)$$

W_{BHD} —横舱壁的重量(包括制荡舱壁)(t);

W_S —局部加强重量(t)。

上述计算,其优点是货舱段采用高强度钢或普通钢都可较逼真估算出,不必再修正,首、尾分段重量可以方便地与实船技术设计完毕后的理论重量相校核等。必须注意对大功率主机尾尖舱内采用蜂窝式结构所引起重量的变化、及局部加强重量的估算,特别对大型油船认为满足剪应力的要求,对局部舷侧外板的加强,首部迫击要求的加强和冰区航行的加强等。

d. 上层建筑重量估算

首楼重量

$$W_{Fcle} = \frac{1.8L^{0.82}}{1000} [l \times b + 10(l+b)] \quad (47)$$

尾楼重量

$$W_{Pwp} = (\frac{0.4L}{1000} + 0.084) [l \times b + 5(l+b)] \quad (48)$$

$$\text{甲板室重量} = \sum_{i=1}^n (\frac{0.4L}{1000} + 0.04) (l_i \times b_i + 5(l_i + b_i)) \quad (49)$$

式中 l_i 、 b_i 为上层建筑的长度和平均宽度(m);

l_i 、 b_i 为甲板室每层的长度和平均宽度(m)。

此外,应考虑烟囱、个别的房仓和舷墙等重量。

整个空船重量为上述四部分之和,此外还考虑烟囱、在上甲板以上独立的房舱,舷墙等重量,并另加约 1%~2% 净钢材重量,以考虑焊接积渣和钢料轧制裕量。

(2) 舾装设备重量。

船装设备重量占空船重量比例较小,约占 5%~13%。根据[12]发表估算式如下:

$$W_b = C_o L_{pp} (B + D) \quad (50)$$

$$\text{式中 } C_o = 0.3428 DW^{-1.495} + 0.0886 \quad (51)$$

对载重量大于 15 万 t 以上的油船,最好按舾装设备分项重量进行估算。

(3) 机电设备重量

机电设备重量可按[6]所发表的公式进行估算;

$$W_M = p \times P_w \times 1.359 \times 10^{-3} \quad (52)$$

$$\text{式中 } p = 131.7 - 1.529 \times 10^{-3} P_w \quad (53)$$

P_w —主机功率(MCR)(kW)

也可按[10]中推荐式进行估算:

$$W_M = H \times P_w / 17355 \times 10^{-3} \quad (54)$$

$$\text{式中 } H = 128.3 - 2.288 P_w \times 10^{-3}$$

经与实船对比(52)相对偏大,可根据所设计实船情况分别采用。

5 稳性与纵倾调整

本节所指稳性是指与船舶倾覆有关的横稳性(以下用“稳性”表达),包括完整稳性和破舱稳性。航海实践证明,防止有关稳性事故的安全问题至今仍未完全解决,尤其是在航行中的船舶应视为一个动力系统。油船在海浪和风的作用下,环境状况之间关系以及在外力作用下对油舱内货物的影响,这些均应视为极其重要的因素。故应认识到,基于航行中的船舶流体动力学及稳性分析而制定的稳性衡准是最基本的要求。应看到,近年来不断发生的海损事故。引起各船级社规范的不不断修改,要求越来越高,故在设计中对船舶的稳性必需予以足够的重视并留有裕度。

按现行公约要求,整个货油舱区应设置双壳体使货油重心提高,已建成的双壳体宽油舱油船中,某些船舶在装卸货油或航行过程中出现小角度横倾,客观地反映出船舶初稳性高是负值。而这些船舶装载手册中所表达的初稳性高,却是正值,而且大于国际公约和规则中所要求的 0.15 m,从而意识到稳性已成为双底或双壳体油船设计的重要关键技术之一,许多船级社已提出对满载货油舱(装载 98%)也需进行自由液面修正的要求。对某些船宽受限制的船型来讲,常会出现还不能满足现行船级社、公约的修正要求,故在选择主尺度、货油舱柜尺度及其分隔时,须充分考虑稳性这一关键技术。

此外,自 70 年代后把船舶分舱和破舱稳性与防污染问题联系起来,建立起包括干舷、完整稳性和破舱稳性的安全保障体系。特别是国际防船舶污染公约(MARPOL)自 1984 年至 1994 年共公布了 21 个修正案,其中 18 个修正案都已生效。92 修正案中增

加 13 F 条款,对载重量大于 2 万 t 以上油船增加了船底划损的要求,使油船的设计工作又增加了难度。设计师必须在设计早期阶段就要使设计方案具有满足抗沉性要求的充分把握,如果到设计后期发现问题,解决的难度和返工的工作量就相当大。

5.1 完整稳性

5.1.1 应提供的技术文件

在设计阶段有:“各种装载情况稳性计算书”、“许用重心高度计算书、曲线图”或“最小许用初稳性高度计算书及曲线图”。在完工交船时有:“船舶稳性报告书”或“船舶装载手册”,某些船级社还要求另加“油船装卸操作手册。”

装载手册应包括下列内容:

- ① 船舶概况;
- ② 使用须知;
- ③ 标明水密舱室关闭、通风管、进水角、干舷标记及水尺的总布置图;
- ④ 在正常运行状况中预期的排水量范围及纵倾范围的静水力曲线图或表,稳性横交曲线图或表;
- ⑤ 液舱的容积、重心和自由液面数据;
- ⑥ 及初稳性高度修正说明,满足稳性衡准最大 KG 或最小 GM 曲线或表;
- ⑦ 基本装载情况的稳性计算;
- ⑧ 稳性计算的简介;
- ⑨ 船舶在正常和应急情况下安全航行所必要的任何其他指南;
- ⑩ 船舶倾斜试验报告。

对稳性不富裕或宽货油舱油船应提供“油船装卸操作手册”。因经常出现边装、卸油,边排、注压载水的情况,此时货油舱处于装载状况的舱数很可能大于一舱。若压载舱内水位未达到双层底顶部时,很可能产生因大自由液面造成船舶初稳性高度为负值,使船体横倾甚至造成不必要的损失。因此应编订“油船装卸操作手册”,保证在货油装卸操作过程中计及自由液面修正后的初稳性高度 $\geq 0.15 \text{ m}$ ^①。手册内容还应包括:

- ① 货油的装、卸操作程序;
- ② 压载水的注、排操作程序;
- ③ 货油装卸过程中货油舱和压载舱自由液面数据;
- ④ 船舶初稳性高度和船舶浮态数据。

5.1.2 完整稳性的设计衡准

各国的船级社一般以 IMO A. 749 (18)决议中的要求作为完整稳性的设计衡准,也有提出增加要

求例;中国船检局的海船法规另有衬,海船稳性基本要求的规定。法规中明确规定油船满足法规第 7 篇第 3 章 3.7 节的要求,对国际航行的油船可用 IMO A. 749(18)中第三章等效代替中国法规的第 2 章要求。日本、德国英国等国家也有他们自己的要求,对挂国旗国的船,必须满足,该国的规范等要求。

B 其中进水角计算,中国、日本等国取实际进水角为界限,而 IMO 及英国等限制为 40° 。

对挂德国旗的船,须满足德国海上同业会(S. B. G)的要求,其消失角必需大于 50° 。当消失角小于 60° 时,每小 1° ,在 30° 处的最大复原力臂:应增加 0.01 m 。船长大于 100 m ,小于 200 m 的船,在 30° 处最大复原力臂 $\geq 0.002 \times L (\text{m})$,对船长大于 200 m ,最大复原力臂 $\geq 0.4 \text{ m}$ 。

5.1.3 计算方法

① 现行 IMO 和中国法规所推荐的计算方法是一种近似性和假定条件下的计算方法,其有实用性强,方便、易于校核等优点,且为各国船级社所认可。其中船舶初稳性高计算有所更改,过去对满载液货舱装载至 98% 舱容时不需作自由液面修正,后改为按液面横倾 5° 时自由液面修正。最近国外许多船级社例:LR、DNV 等要求按 0° 修正,中国法规(95 修改通报)要求“对双壳体油船……,如果货油舱内均不设置纵舱壁,还应注意满载货油横倾小于 5° 时自由液面对初稳性高的影响。”

② 采用静力学原理的精确计算方法,能准确反映船舶稳性实际情况,但必需采用电子计算机计算。当前有些船级社也同意采用此法,但必须注意船级社对采用此法有关的要求,例 C. C. S 要求计算时“应精确计入满载舱(按装载 98% 舱容计)、部分装载舱及舱内有残存液体的各液舱内实际液位高度,在船舶正浮时的自由液面惯性矩对初稳性高的修正。对船舶大倾角稳性计算:应精确计入满载舱(按装载 98% 舱容计)、部分装载舱及舱内有残存液体的各液舱内实际液位高度,在船舶不同横倾角状态时的移动力矩对复原力臂的修正。”其次还应注意到船舶实际营运中的可操作性,及如何能迅速判断破舱稳性是否符合要求等问题。

5.1.4 自由液面修正

① 货油舱(98% 装载)

一般货油在装入货油舱内时温度较高,当货油冷却后容积减小,其膨胀容积早期取 3%,现在已基

^① MARPOL 1996 年修正案(附则 I)增加船在港口和海上两种情况时,不同的完整稳性要求。

本统一取 2%。在实际货油装载时不可能装满货油舱,通常高位报警敏感元件设在装载 98%容积的液位高度,并且采用闭式装卸后也看不到油舱内的液位高度。货油泵的排量大,操作时因怕货油溢出,常不到高位报警液面就停止装油,冷却后液位又要下降,货油舱顶部必然存在空间,根据公约和规范要求对满载舱(98%),必须计入自由液面对稳性的修正。(目前要按正浮时的自由液面惯性矩计算自由液面修正值)。

② 部分装载
鉴于货油比重改变、或装载两种以上的货种,或货油装卸过程等,原经常出现货油舱仅装载半舱或非满舱,对这种舱也应进行自由液面修正。其修正值必须符合公约要求,按 50%舱容时自由液面进行修正。

③ 专用压载舱(包括首、尾尖舱)
在货油装卸过程中,必然用压载舱调整浮态。在装油完毕后,实际操作过程中不可能按要求将压载舱内残存液体全部排完,应计入这些残存液体的自由液面。对双层底下的残留水,因宽度大,其自由液面修正值相当大。例某油船在一航行状态实测到的各压载舱等残存液体实况见表 2,对初稳性高的修正值达 0.92 m。此仅提供量值的概念,各船的修正值还应按实际情况而定。

④ 对消耗液体舱柜的自由液面修正,此按公约与规范要求进行(与过去无差别)。

表 2 液舱内残液体的自由液面修正表

船 名	液位高度 (cm)	自由液面修正值 (t · m)
NO. 1 压载水舱(左)	45	4 596
NO. 1 压载水舱(右)	7	1 301
NO. 2 压载水舱(左)	8	3 844
NO. 2 压载水舱(右)	8	3 844
NO. 3 压载水舱(左)	14	4 586
NO. 3 压载水舱(右)	14	4 586
NO. 4 压载水舱(左)	28	6 724
NO. 4 压载水舱(右)	16	5 241
NO. 5 压载水舱(左)	6	1 896
NO. 5 压载水舱(右)	10	3 160
首尖舱	30	44
机泵舱	90	4 920
		总计 44 742

5.2 破舱稳性

5.2.1 应提供技术文件
在设计阶段,破舱稳性计算书其内容应包括:①破损后的衡准;②破损范围;③选择破损的装载情况;④破损假定;⑤计算结果;⑥结论。

完工图低,根据完工的各种装载情况进行破舱稳性计算,内容除包括设计阶段外,还需增加满足破舱稳性要求的最大许用重心高曲线或数值表。某些船级社还要求根据破舱稳性计算结果提供破损控制图。

5.2.2 破舱稳性的公约、规则
目前有关船舶破舱稳性的公约、规则及其修正案数量众多,规定互不相同,现把与油船有关的公约、规则及其比较叙述如下:

(1) 对“A”型干舷船
必须满足 1966 年国际载重线公约(ICLL 66)和 MARPOL 73/78 附则 1 规定,见图 7。

IMO 19 届大会,(1995.11),接受 1966 年载重线公约的国家有 130 个,我国生效时间为 1994 年 1 月 5 日。根据 ICLL 66,抗沉性分析流程如图 8。

1966 年载重线公约(1988 年议定书)尚未生效,但若船旗国参加此公约,自愿采用其作为其国家法定规则,则必须遵守。此外,其 1988 年议定书要有 15 个以上缔约国,其商船队合计吨位不少于世界商船队总吨位数 50%,满足此两个条件,经过 12 个月后才生效。该议定书今后迟早会生效,故设计过程中应按所设计船的船旗国与船的情况全面考虑。按 1966 ICLL 1988 议定书抗沉性分析流程见图 9。

由上可见,凡是满足“B”型干舷船,可不考虑 1966 ICLL 的要求,仅需满足 MARPOL 的破舱稳性衡准要求。

(2) 对“B”型干舷船
仅需满足 MARPOL 附则 1 的要求。

(3) 公约要求破损范围、位置、残存能力、残存稳性标准见表 3、表 4 和表 5。

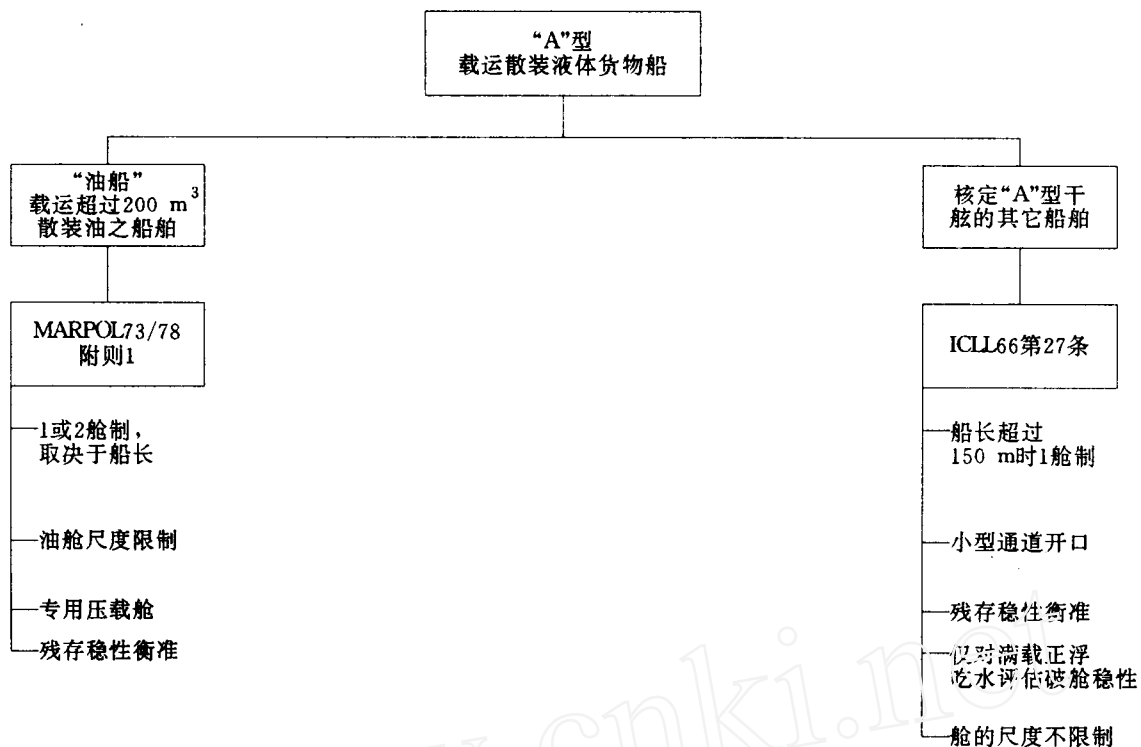


图 7 抗沉性要求分析流程图

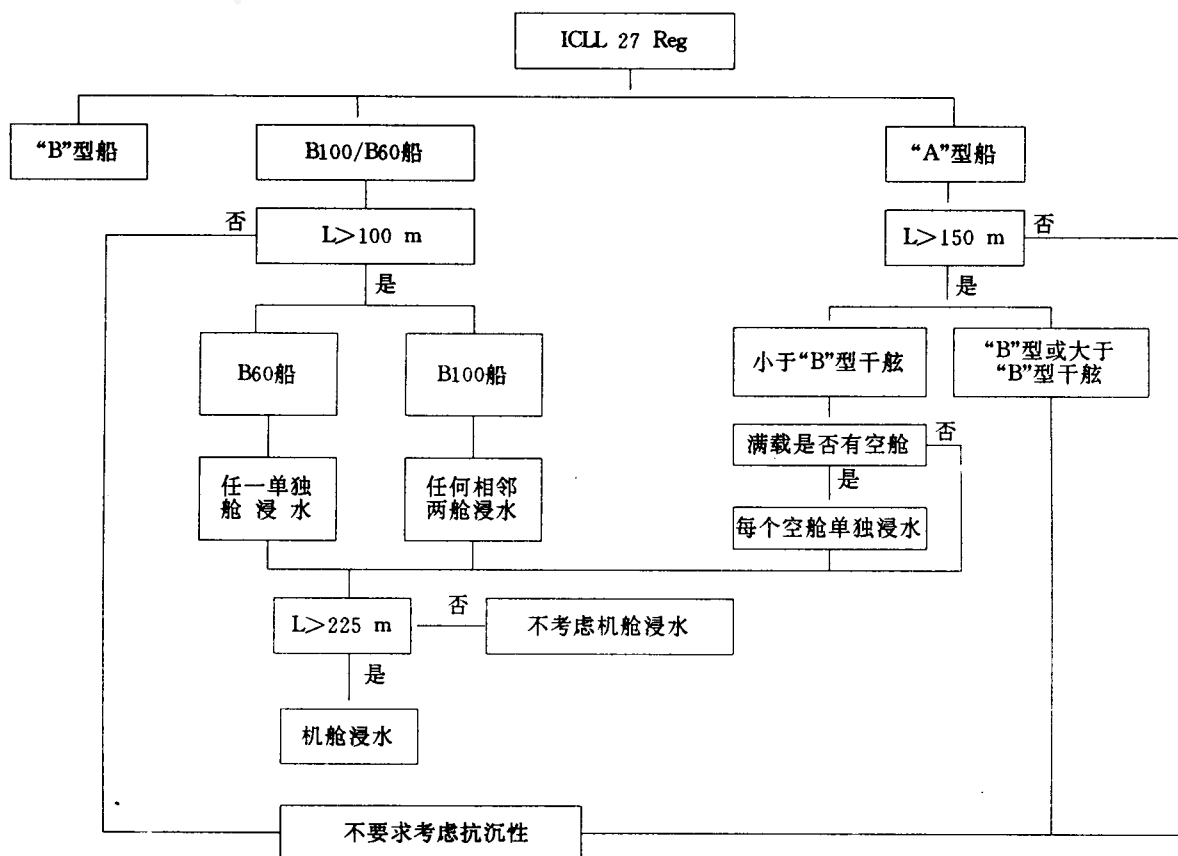


图 8 1966 ICLL 抗沉性要求分析流程

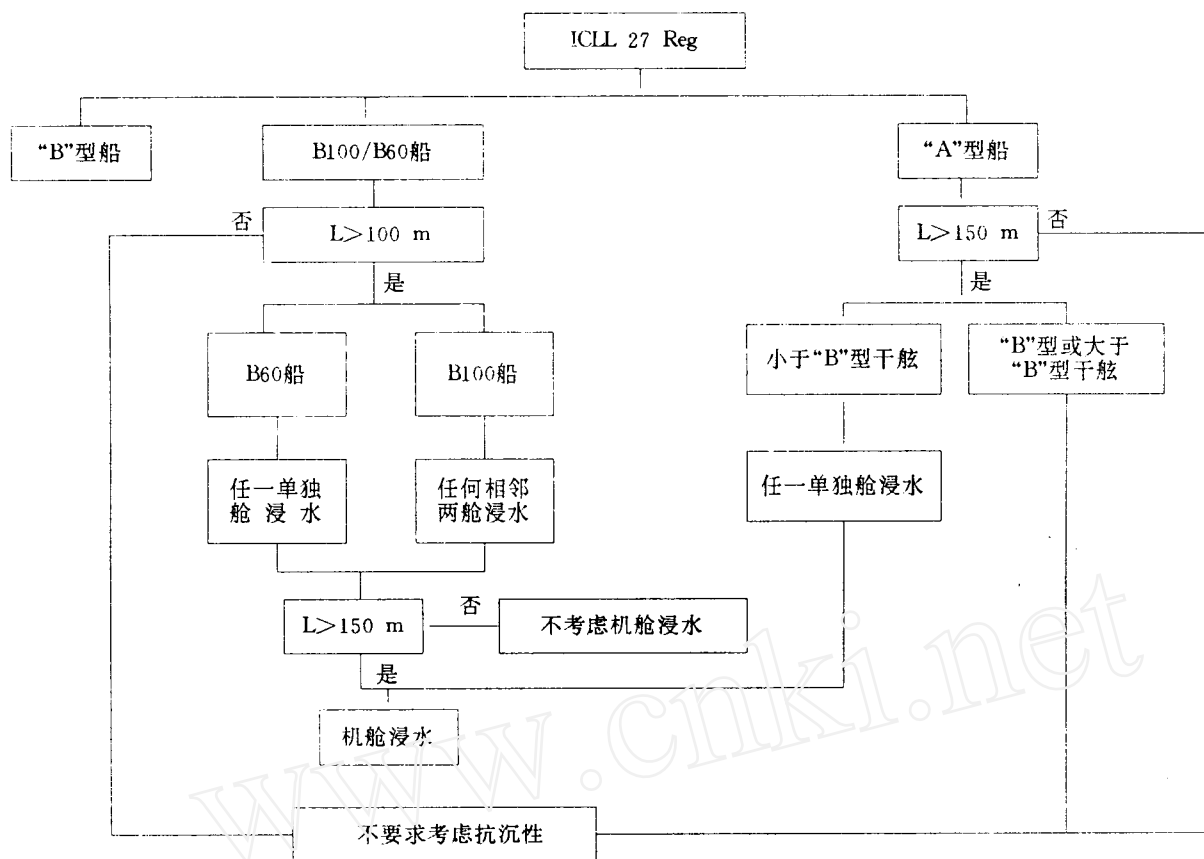


图 9 1966 ICLL 抗沉性要求分析流程 (1988 年议定书)

表 3 假定破损范围

			ICLL 66	MARPOL 73/78
船侧破损	纵向 lc		$\frac{1}{3} L^{\frac{2}{3}}$ 或 14.5 m	
	横向 tc		B/5	B/5 或 11.5 m
	垂向 vc		从基线向上不限制	
船底破损	纵向 Ls	前 0.3 L	无 要 求	$\frac{1}{3} L^{\frac{2}{3}}$ 或 14.5 m
		后 0.7 L	无 要 求	$\frac{1}{3} L^{\frac{2}{3}}$
	横向 ts	前 0.3 L	无 要 求	B/6 或 10 m
		后 0.7 L	无 要 求	B/6 或 5 m
	垂向 vs		无 要 求	B/15 或 6 m
船底划损	纵 向		无 要 求	0.6 L 或 0.4 L'
	横 向			B/3
	垂 向			外壳破

注:本表中凡两数值取小者,*对载重量<7.5万t取0.4L,>7.5万t取0.6L。

表4 破损位置

公约规则决议	适用范围		破损说明	在横舱壁之间破损		在船长范围内任何处破损		
				包括机舱	机舱不考虑	包括机舱	机舱 1 舱制	机舱不 考虑
ICLL 66 (配合图 4)	“B 100”	L>150 m					★	
		L<150 m					★	
	“B 60” “A”型	L>150 m	★					
		L<150 m		★				
MARPOL 73/78	L>225 m				★			
	225 m>L>150 m					★		
	L<150 m			★				
	L<100 m			★				
	船底 划损	7.5 万 DWT 及以上			E.P 至向后 0.6 L			
		7.5 万 DWT 以下, 至 2.0 万 DWT			E.P 至向后 0.4 L			

表5 残存能力要求

	ICLL 66	MARPOL 73/78
破损后最大横倾角	15°或 17°(甲板边线未浸水)	25°或 30°(甲板边线未浸水)
破损后残存稳性	a. 破损复原力臂曲线在最终平衡角以外具有 20°的正稳性范围; b. 此范围内最大复原力臂值不小于 100 mm; c. 此范围内复原力臂曲线下面积不小于 0.0175 m-rad; d. 浸水中间阶段的稳性是足够的。	
浸水后 GM 值	>0	
浸水中间阶段要求	主管机关满意	
平衡水线	最终平衡水线应位于进水开口或发生进一步浸水开口的下缘。	

上表所列内容是为设计者提供了两个公约的明确要点与差别,不包括有关的全部规定。此外,必须注意按 1966 年 ICLL 破舱稳性计算,在浸水前初始装载仅一种工况,按船舶装载至夏季载重水线,假定无纵倾状态。货舱按装满 98%均质货计,燃油、比重按 0.95 t/m³,柴油、滑油的比重按 0.9 t/m³ 等统一规定值。其破损位置在横舱壁间,当分舱长度大于纵向假定破损长度,仅须满足一舱不沉。

5.2.3 渗透率

根据公约规定,假定渗透率比较如下:

表6 渗透率比较表

处所	渗透率		
	1966 ICLL	1966 ICL 1988 年议定书	MARPOL
贮藏物料处所	—	—	0.60
起居舱室	—	—	0.95
机器处所	0.85	0.85	0.85
空的处所	0.95	0.95	0.95
装载消耗液体处所	—	0.95	0 至 0.95*
装载其它液体处所	0 或 0.95	0.95	0 至 0.95*

注:—表示公约无直接明文规定

* 指部分装载舱的渗透率应与舱内所载液体的量相一致。装载液体的舱一旦破损,应假定所载液体完全自该舱流失,并由海水替换至液面等于最后平衡时的水准面

按 1966 ICLL 1988 年议定书中规定,满载液舱渗透率还要以 0.95 计,与 MARPOL 不同。

5.2.4 计算方法

基本上与完整稳性相同,其中按国际公约推荐的假定性算法,满载舱(98%装载率)的自由液面修正值按横倾 5°时自由液面惯性矩计算自由液面修正值。精确算法计算破损后大倾角稳性时,还应考虑船舶破损后破损的舱室已不再是船体的一部分,故必须重新计算出一组船舶扣除破损舱室后的新的稳性交叉曲线,其工作量相当大。

5.3 纵倾调整

船东常要求装载不同比重的油货时都能无首倾现象,即使对运输原油,比重变化范围也有可能为 0.83~1 t/m³。当装载重质油时常有可能产生首倾,一般只能减小载油量尾部加压载水予以平衡,但这不经济,船东也不满意。如达到船东要求装载的最大

比重油货,满载出港时不用压载水平衡纵倾,浮心又在阻力最低状态时的位置,此为理想的匹配。

布置压载舱的位置与容量除了满足上述要求外,还需满足下列调整纵倾的要求:

① 满足船东提出部分装载及浮态要求,船东常在部分装载要求平浮,即无纵倾。对某些船要满足多种部分装载方案都能达到平浮是有难度的,在设计时应予以考虑与计算核实;

② 满足整个装载油过程中所必须的纵倾调整要求;

③ 满足原油洗舱为保证舱内液体有效排出所期望的纵倾要求;

④ 满足航行状态时驾驶室视线的有关要求;

⑤ 因调整纵倾需加压载水后产生的静水弯矩尽可能处于相对低值;

⑥ 满足有关公约、法规等要求,例 MARPOL 的压载航行时纵倾值,螺旋桨浸深等要求。

(待续)

(上接第 15 页)

6 新船型的开发研究

MARIC 为我国历史最悠久、实力最雄厚的船舶研究设计单位,拥有水池、风洞等重要试验设施。我所对高速双体船、穿浪双体船、穿浪气垫船、穿浪水翼船等均进行过大量的研究和船模试验,为新船型的开发研究开辟了道路。已进行的工作有:

1. 澳大利亚 Incat 公司将小水线面和深 V 船型相结合研究开发了穿浪双体船新船型,使耐波性有较大的提高,现已发展到 100 m 的车客渡船。我们根据穿浪船发展经验与存在的问题进行了穿浪双体船模型试验工作,并获得了大量试验数据。最近我国已引进澳 AMD 公司穿浪船图纸和技术,准备生产穿浪船,我们将充分消化吸收国外的先进技术和经验。

2. 穿浪船的发展中也出现了一些问题,实船有发生谐摇而造成严重拍击毁坏事故,升沉阻尼也特别小。我们在穿浪船上加上了气垫,形成穿浪气垫船。经船模试验证明,在阻力和耐波性上有较大突破,其快速性和耐波性优于穿浪艇,波浪上的快速性和运动性能优于双体船,唯一缺点是要增加一套气

垫系统。

3. 此外,我们还进行了穿浪船加横跨水翼增升的研究,结果表明在巡航时水翼可提供 25% 的升力,航速可提高 10%,水翼又可增加升沉阻尼、减少升沉和横摇刚度,可弥补穿浪船的不足,拟进一步深入研究,逐步形成我国自己的新船型。

参考文献

- [1] “我国高速客船的航运及建造概况”,黄平涛,《1996 年高速水运发展战略研讨会》。
- [2] “发展我国高速客船的技术政策建议”,张德洪,《1996 年高速水运发展战略研讨会》。
- [3] “21 世纪水上高速客运工具的方向——动力气垫地效翼船”,恽良,彭桂华,《1996 年高速水运发展战略研讨会》。
- [4] “MARIC 高性能船最新研究设计”,凌志梁,《1996 年第 7 次全国高性能船会议》。
- [5] “国外高性能船发展综述”,顾雄,《1993 年高性能船舶文集》。
- [6] “穿浪双体气垫船的研究”,马涛,1996. 10
- [7] “Fast Ferry International”,1993-1996 年。
- [8] “Jane's high-speed marine craft”,1995-1996 年。
- [9] FAST '93, “proceedings of the second international conference on Fast Sea Transportation”, Japan,