



全国船舶标准化技术委员会指导性技术文件

CB\*/Z 110—87

---

船舶破舱浸水后的浮态  
及剩余稳性高度计算

1987-04-20 发布

---

全国船舶标准化技术委员会批准

# 全国船舶标准化技术委员会指导性技术文件

CB\*/Z 110-87  
分类号: U 11

## 船舶破舱浸水后的浮态 及剩余稳性高度计算

代替: CB\*/Z 110—77

本指导性文件适用于一般运输船舶。

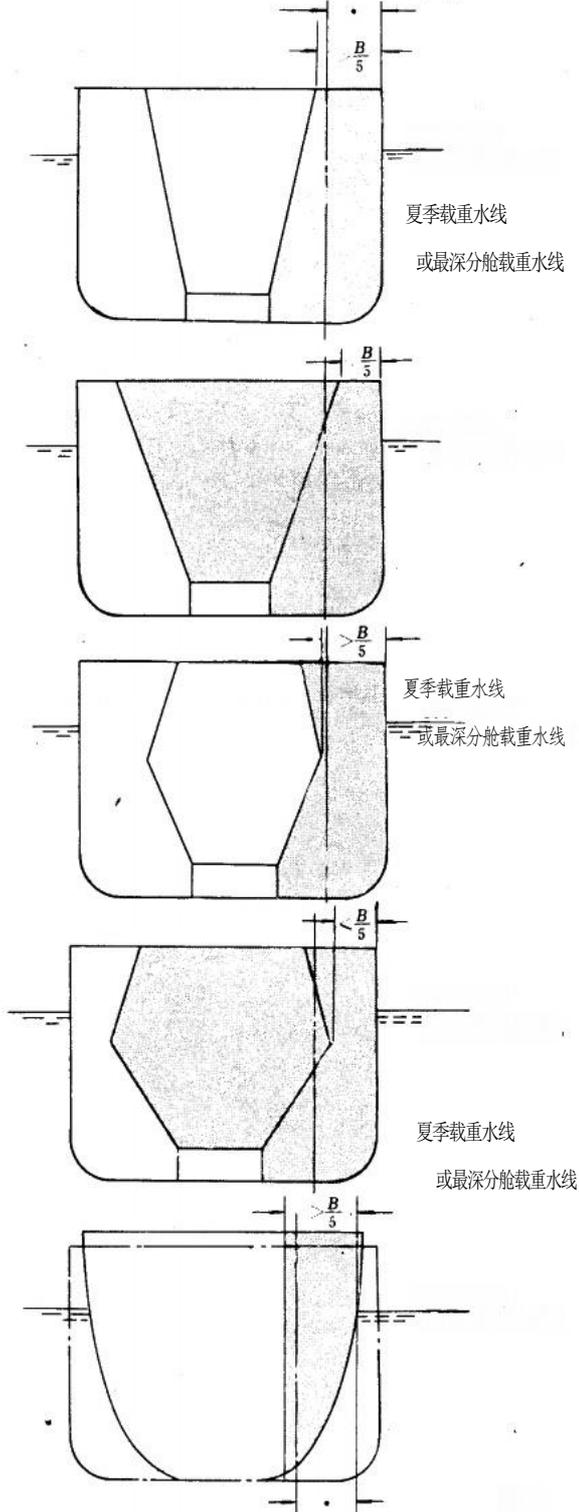
1 名称及符号见表1。

表 1			
序号	名 称	符号	单位
1	横剖面面积	A	m <sup>2</sup>
2	未经自由液面修正的初稳性高度	h <sub>0</sub>	m
3	经自由液面修正后的初稳性高度	h	m
4	自由液面对初稳性高度的修正值	0h	m
5	水线面横向惯性矩	I, i	m <sup>4</sup>
6	横剖面面积对基线力矩	M	m <sup>3</sup>
7	复原力臂	l	m
8	船形稳性力臂	l	m
9	横倾力臂	L	m
10	横稳心半径	r	m
11	破舱长度		m
12	首吃水	T	m
13	尾吃水	T	m
14	破舱重心处吃水	Tez	m
15	横倾时破舱重心处吃水	T	m
16	舱内平均液面高	Z	m

17	横倾时液面在舷侧高度	$Z$	m
18	进水后舷侧液面高出zh之值	$\Delta Z \phi$	m
19	重心距基线高度	$Z_g$	m
20	假定重心距基线高度	$Z,$	m
21	浮心距基线高度	$Z_b$	m
22	横稳心距基线高度	$Z_m$	m
23	重心至肿距离	$X_g$	m
24	浮心至肿距离	$X_b$	m
25	漂心至肿距离	$X_f$	m
26	重心至中纵剖面距离	$Y_g$	m
27	排水体积	$\nabla$	$m^3$
28	进水体积	$V$	$m^3$
29	排水量	$\Delta$	
30	进水重量	$0$	t

全国船舶标准化技术委员会1987-04-20发布

破损的横向穿透及其对浸水范围的影响



• —— 横向破损深度为  $B/5$

① 对于客船:  $B$  为最深分舱载重线处或其下, 由一舷肋骨外缘到另一舷肋骨外缘间的最大宽度。

破损深度由最深分舱载重水线平面上垂直于纵中剖面方向量取。

② 对于货船:  $B$  为型宽, 破损深度由夏季载重水线平面上垂直于纵中剖面方向量取。

**竖向范围：自基线向上，无限制。**

如任何小于上述所指范围的破损会使倾斜或初稳性高度的损失更为严重，则在计算中应针对此种**破损情况作出假定。**

对于主横舱壁的阶层和凹折，应采用一等效的平面舱壁来确定其分舱。

2.1.2 在对称浸水情况下，当采用固定排水量法计算时，应至少有50mm 的正值剩余稳性高度。

2.1.3 在不对称浸水情况下，其总横倾角不得超过 $7^\circ$ ，但在特殊情况下，经主管机关同意，可允许放宽由于不对称力矩而产生的较大横倾角，但在任何情况下，其最终横倾角不应超过 $15^\circ$ 。

2.1.4 允许设置横贯浸水装置以校正大横倾角，但需计算平衡前的最大倾角，同时平衡所需时间应不超过15min。

2.1.5 在任何情况下，船舶浸水的终了阶段不得淹没限界线。认为在浸水的某一中间阶段可能淹没限界线时，主管机关可要求作船舶安全所必需的研究与布置。

2.2 货船基本要求：(对载重线规范中有抗沉性要求的A型船和要求减少干舷的B型船)。

2.2.1 “A”型船舶，如船长在150m 以上，且设计时考虑当载货达到夏季载重线时有空舱，则当任一空舱浸水时，假定其渗透率为0.95,应能不沉，同时能保持在主管机关认可的平衡状态。其机舱亦应作为浸水舱，但渗透率取0.85

2.2.2 对船长超过100m 的任何“B”型船舶，当要求减少按规定求得的干舷时，则当船舶装载至其夏季载重线时，对于B-60型在任何单独的受损舱浸水以后，对于B-100型在任何两个前后相邻舱浸水后，假定渗透率为0.95(不包括机舱),应仍能在满意的平衡条件下保持漂浮。**船长超过150m 的这两种船舶，机舱应作为进水舱，但渗透率取0.85。**

2.2.3 对“A”型船舶及要求减少干舷的“B”型船舶，浸水后应满足：

- a. 浸水以后，最后水线应在可能继续进水的任何开口的下缘以下。
- b. 由于不对称的浸水，最大的倾斜角应不超过 $15^\circ$ ，但如干舷甲板没有任何部份被淹没，则该横倾角可允许到 $17^\circ$ 。
- c. 在进水状态下的初稳性高度应为正值。
- d. 当假定进水舱之外的甲板任何部分被淹没时，或在任何情况下，对进水状态的临界稳性有怀疑时，应对剩余稳性加以研究。如果复原力臂曲线超过平衡位置的最小稳距有 $20^\circ$ ，且在此稳距内的最大复原力臂至少为0.1m，则剩余稳性可认为是足够的，在此稳距内的复原力臂曲线下的面积不小于0.0175m-rad。

2.2.4 上述计算以下述主要假定为基础：

- a. 损坏的垂直范围等于船深；
- b. 损坏的渗入范围不超过 $B/5$  或11.5m, 两者之间取小值(B 是船舶的最大宽度), (见图1)。如果较a. 和b. 所规定范围为小的破损反而造成更为严重的后果，则应假定此种较小的破损范围；
- c. 除前后两相邻舱进水外，假设主横舱壁没有损坏；
- d. 对于横舱壁及双层底的阶层和凹折，应按IMO A • 172(特V) 决议案的规定处理(见图2)。

CB\*/Z 110—87

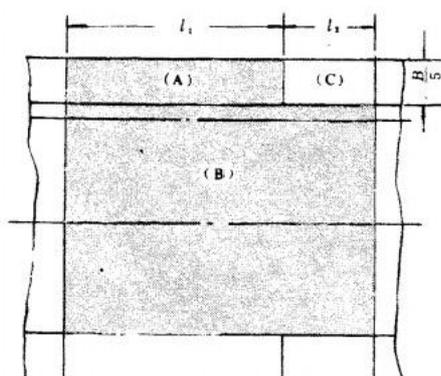
一舱进水

$l_1 > 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者,

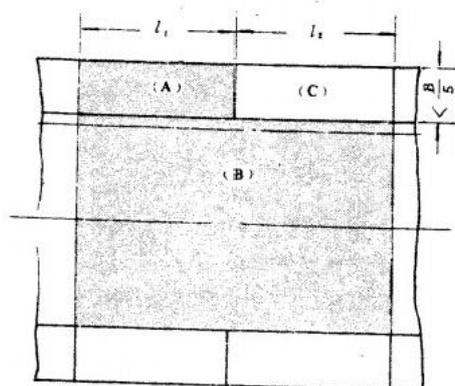
故舱壁有效。

$l_2 < 3.05m$  视作舱壁凹折, 故 (C)

舱不作进水舱



$l_1$  与  $l_2$  均  $> 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ .



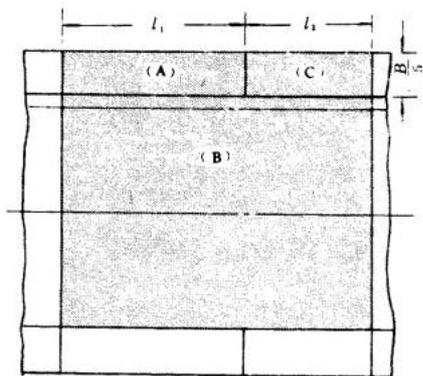
$l_1 > 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者,

故舱壁有效。

$3.05m < l_2 < 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其

中小者, 舱壁无效。

(C) 舱作进水舱处理



$l_1 > 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者,  
 $l_2 < 3.05m$  视作舱壁凹凸 (A) 舱进水

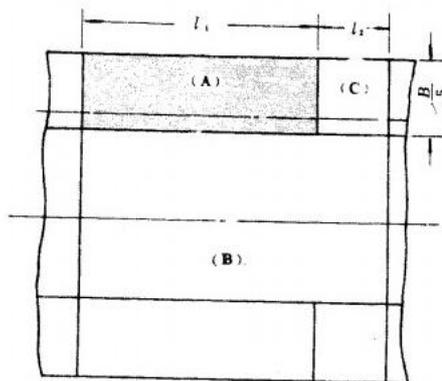


图 2

续表 1

序号	名 称	符号	单位
31	厘米纵倾力矩	Mem	t · m
32	体积渗透率	4y	cm
33	表面渗透率	Ms	
34	横倾角	$\phi$	(°)
35	平衡状态横倾角	$\phi:$	(°)

## 2 基本要求

### 2.1 客船基本要求

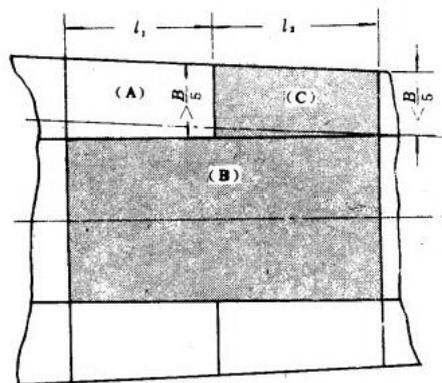
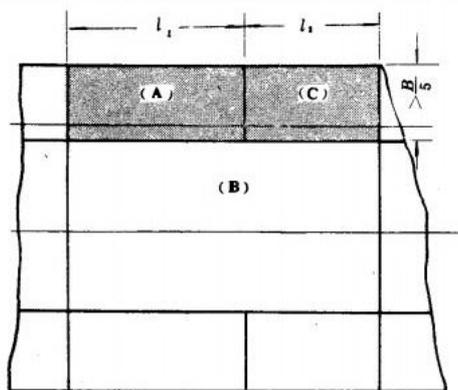
#### 2.1.1 假定破损范围

纵向范围：3.0m加船长的3%或11.0m两者之间取小者，如所要求的分舱因数为0.33或小于0.33，则假定的纵向破损范围应按需要增加，以使其包括任何两个相邻的主横水密舱壁。

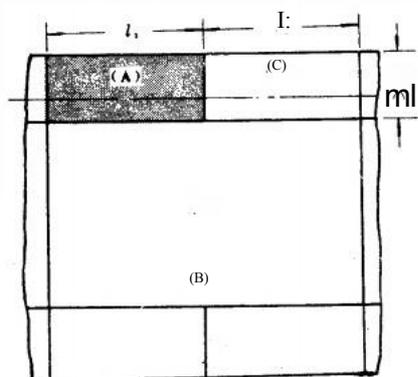
横向范围：在船内于最深分舱载重线水平面上，自舷侧向纵中剖面方向垂直量为船宽(最深分舱载重线或其下的最大型宽)的五分之一距离(见图1)。

CB\*/Z 110—87

$l_1 > 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者,  
 $3.05m < l_1 < 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$   
 其中小者, 舱壁无效, (C) 舱作进水舱处理

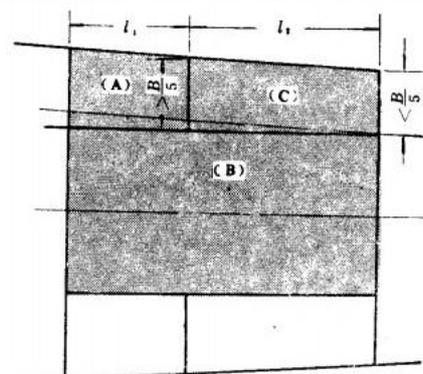


$l_1$  及  $l_2 > 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者, 两舱分别单独进水



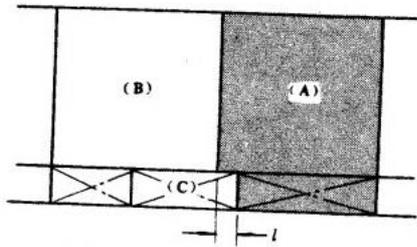
$3.05m < l_1 < 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者, 故不作单独舱进水, (A) 舱与 (C) 舱, (B) 舱同时进水,

$l_2 > 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者



续图2

$l < 3.05\text{m}$ , (C) 舱不与(A) 舱同时  
进水



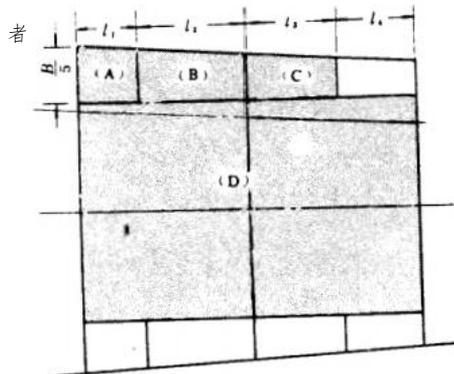
续图 2

二舱进水

$3.05m < h < 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ . 其中小者.

不作单独浸水舱, 与(B)、(C) 舱同时进水

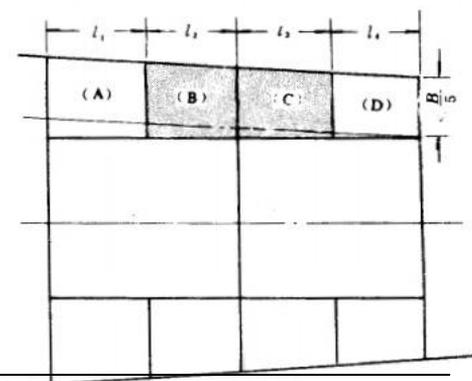
$l_2, l_3, l_4$  均  $> 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小



$1.4 < 3.05m$  或  $> 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ .

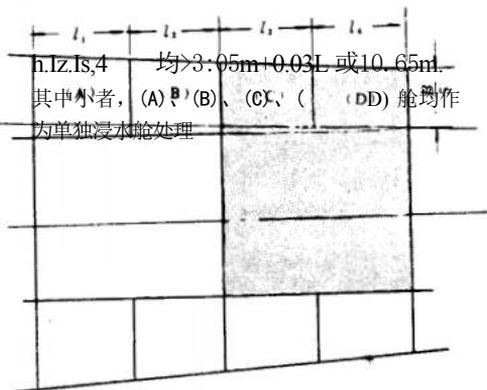
其中小者

$l_2, l_3 > 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者



$l_1, l_2, l_3, l_4$  均  $> 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ .

其中小者, (A)、(B)、(C)、(D) 舱均作为单独浸水舱处理



$l_{1.1};$  均  $> 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ , 其中小者

$l_2,$  均  $> 3.05m$  或  $< 3.05m + 0.03L$  或  $10.65m$ . 取小者

(A) (B) (C) (D) |u

CB\*/Z110-87

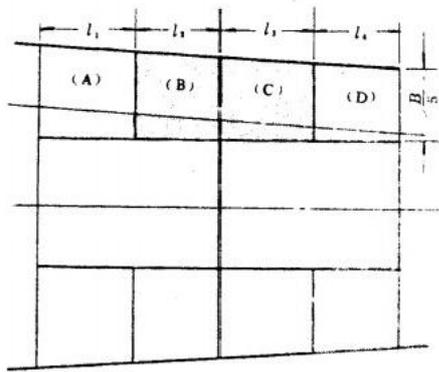
---

续图 2

$l_4 < 3.05\text{m}$  或  $> 3.05\text{m} + 0.03L$  或  $10.65\text{m}$

其中小者

$l_2, l_3$  均  $> 3.05\text{m} + 0.03L$  或  $10.65\text{m}$ , 其中小者

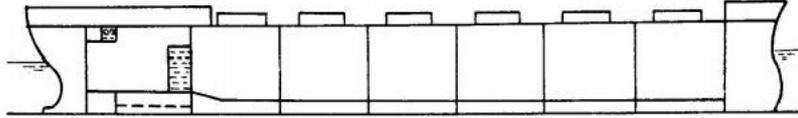


续图 2

e. 对基线以上的重心高度的估算，是按货舱为均匀配载，所保存的各类消耗的液体和物料等，均按满载时总容量的50%计算（见图3）。

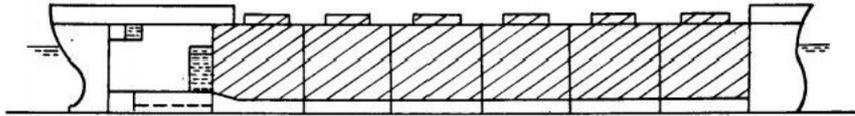
计算重心垂向位置和最终平衡状态程序

第一步



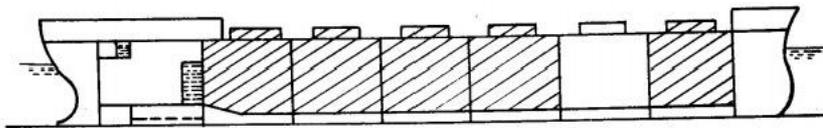
空船并装有50%的消耗性液体（分别为各类液舱总容积的50%）  
和船舶给养品（参见IMCO 建议等V）

第二步



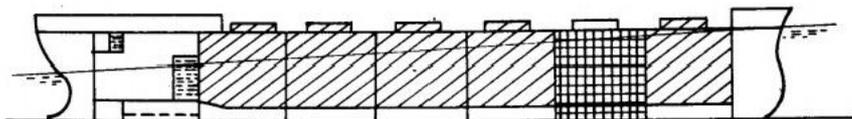
装载均质货，使船舶达到最大夏季吃水，船舶处于平浮状态，并求  
得此标准状态下的Z

第三步



依此假设任一舱为空舱（图中为NO.2 货舱），并假设在第二步  
中取得的浮态及Z 均不变

第四步



空舱进水，并计算其最终的平衡状态

图 3

### 2.3 客船和货船通用要求

2.3.1 选取浸水计算的装载情况，其非进水部分的液舱的自由液面修正，均取每一中液体舱中最大一对(或一个中央舱)液舱的自由液面修正的总和

2.3.2 计算中容积渗透率和表面渗透率按表2选取。

表 2

处 所	海 透 率 ,
货物、煤或物料储藏专用处所	60
起居设备占用处所	95
机器占用处所	85
供装载液体的处所	0或95*

\*视何者导致较严重的后果而定。

### 3 计算时应考虑的情况

3.1 选取计算的装载情况：若以检验浸水后的浮态为主，在进水量大致相同的情况下，则应以吃水较大的装载情况为准。进水舱位置一般以距首或尾1/4船长处为严重。对于低脊弧或无脊弧的船，则船端部可能更严重。若以检验其浸水后的剩余稳性为主，在进水量大致相同的情况下，则应以初稳性较差的装载情况以及进水舱位置在艏处为严重。

3.2 在设有双层底或水线下水密平台的情况下，若以检验浸水后的浮态为主，则以双层底或水密平台下同时破损为严重。

若以检验浸水后的剩余稳性为主，则以双层底或水密平台下不破损为严重。

3.3 在非对称破损浸水情况下，尚应考虑破损浸水后的横倾角在进水量大致相同的情况下，装载情况则以初稳性较差的情况以及破损舱内液体距纵中剖面横向力矩大者为严重。

3.4 当破损范围内有供装载液体的处所，并载有部分液体时，若以检验浮态为主时，可假定其渗透率为0.95；若以检验其剩余稳性为主时，当进水舱重心较低时可假定其渗透率为0，而当重心较高时宜假定为0.95。

以上3.1~3.4条系在通常情况下的考虑原则，在实际计算时，还应根据船舶的特定情况，对原始状态和破舱情况作出假定，假定船舶的稳性处于能预计到的最恶劣的营运状态，且破损后浮态或稳性将处于最严重的状态。

### 4 计算原理

4.1 计算破舱浸水后的浮态采用增加重量法，即将破舱后的进水重量作为在破损范围内液体载荷的增加，而后根据重力与浮力大小相等而方向相反，重心与浮心在同一铅垂线上的原理求得新的平衡位置，即为破舱浸水后的浮态。

$$\Delta_0 + \delta$$

4.2 计算破舱浸水后的剩余稳性高度，采用固定排水量法在按增加重量法求得的新的平衡位置下(排水量不变)，将破损部分作为浮力损失而从整个船的浮力中扣除。破损部分相应的水线面惯性矩从整个船的水线面惯性矩中扣除，所求得此平衡位置下的初稳性高度，即为破舱浸水后的剩余稳性高度。

4.3 对于不对称破舱浸水，其最终浮态的重心与浮心横向位置应在同一铅垂线上，因而要求浸水后的横倾力臂和船舶复原力臂平衡。

浸水后的横倾力臂按(1)式计算

$$\dots\dots\dots \dots\dots (1)$$

式中：φ为横倾角。

5 计算方法及步骤

5.1 应具备的资料:

- a. 总图
- b. 线型图;
- c. 容积图;
- d. 船形稳性力臂曲线图;
- e. 静水力曲线图;
- f. 邦氏曲线图;
- g. 各种装载情况及稳性计算书;
- h. 稳性计算辅助资料。

5.2 根据总图及各种装载情况及稳性计算书, 选取破舱浸水时的装载情况, 并按分舱因数确定破舱范围。

稳性计算中自由液面的修正, 应按各种液体舱中各取一对(或一个中央舱)最大的液舱进行修正。

5.3 按破损舱内部各种处所的情况, 确定容积渗透率及表面渗透率。

5.4 对称浸水

5.4.1 在破损范围内, 沿纵向分成三等分或四等分。沿垂向假定不少于4个液面高度。

5.4.2 按表3用辛氏积分法计算各液面下的破损舱容积及容积重心位置。若在破损范围内设有双层底或水线下的水密平台, 则按其以检验浮态为主, 还是以检验剩余稳性为主, 确定双层底或水线下的水密平台是否破损。

表3

剖面	积分系数	力臂系数	舱内平均液面高度Z, m											
			A	f(V)	f(M)	A	f(V)	f(M)	A	f(Y)	f(M)	A	f(Y)	f(M)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)= (2)X(4)	(6)= (3)X(5)	(7)	(8)= (2)X(7)	(9)= (3)X(8)	(10)	(11)= (2)X(10)	(12)= (3)X(11)	(13)	(14)= (2)X(13)	(15)= (3)X(14)
	1*(1)	0*(0.4)												
	4(3)	1(0.6)												
	2(3)	2(2.4)												
	4(1)	3(2.6)												

		4											
2f(Z)													
f(M)													
$V = \frac{l}{12} \sum_{(8)} f(V),$ <p style="text-align: center;">m<sup>3</sup></p>													
$X_g = \frac{l f(M)}{4} + C,$ <p style="text-align: center;">m</p>													
$V = V - V_i,$ <p style="text-align: center;">*m<sup>3</sup></p>													
$X_{gt} = \frac{V X_g - V_i X_{gt}}{V_i}$ <p style="text-align: center;">m</p>													

• 括号内的积分系数系指三等分时积分系数及力臂系数。

…力臂系数为0(0.4)的剖面距肿距离。

…V, X<sub>g</sub> 为在破舱范围内假定双层底或平台甲板不破时应扣除的双层底或平台甲板下容积及其重心距肿距离。

5.4.3 将在各假定液面下的进水量作为在原装载情况中增加的液体载荷，并按表4计算增加载荷后船舶的浮态。

表4

序号	项 目	单位	符 号 及 公 式	各种进水情况之数值			
1	舱内液面高度	m	Z				
2	假定进水容积	m <sup>3</sup>	V				
3	进水重量		$\sigma = V \mu \gamma$				
4	进水容积重心距肿距离	m	X <sub>g</sub> $4' = 4_0 + 8$				
5	浸水后的排水量	t	$X_g' = \frac{\Delta_0 X_{g0} + \delta X_{gt}}{\Delta'}$				
6	没水后船舶重心距肿距离	m	T'				
7	排水量为4' 时吃水	m	X <sub>b</sub>				
8	吃水为T' 时浮心距肿距离	m	X <sub>f</sub>				
9	吃水为T' 时漂心距肿距离	m	Mem				
10	吃水为T' 时之厘米纵倾力矩	$\frac{t \cdot m}{cm}$	$t = \frac{(X_g' - X_b) \Delta'}{100 M'_{cm}}$				
11	纵倾值	m	T=T' $+ \frac{(0.50 L_{pp} - X_f')}{L_{pp}} t$				
12	船吃水	m	T=T!				
13	解吃水	m	$- \frac{(0.50 L_{pp} + X_f')}{L_{pp}} t$ $T_{c,t} = T' + \frac{t}{L_{pp}}$				
14	破舱重心处吃水	m	$x(X_{gi} - X_t)$				

表中序号7, 8, 9, 10可按4从静水力曲线图查取。

根据上表计算结果，以  $\delta$  为横坐标，T, T, T<sub>e2</sub> 及Z 为纵坐标，作T, T<sub>a</sub>, T<sub>c2</sub> 及Z 曲线，T<sub>e2</sub> 与Z 两曲线相交点的T, T<sub>a</sub> 即为破舱浸水后的浮态。

5.4.4 按所求得浸水后浮态的T<sub>r</sub>, T<sub>a</sub> 按表5计算在此浮态下的排水体积、浮心高度及水线面惯

性矩。

表中(2)、(5)两项查自邦氏曲线图。

表5

站号	截面积 A m <sup>2</sup>	积分 系数	f(V) m <sup>2</sup>	面积力矩 M <sub>w</sub> m <sup>3</sup>	f(My) m <sup>3</sup>	水线半宽 Y m	Y <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	f(I) m <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)= (2) × (3)	(5)	(6)= (3) × (5)	(7)	(8)=(7) <sup>3</sup>	(9)= (3) × (8)
0		$\frac{1}{2}$						
$\frac{1}{2}$		2						
1								
$\frac{1}{2}$		2						
2								
$\frac{1}{2}$		$1\frac{1}{2}$						
3								
$\frac{1}{2}$		4						
4								
$\frac{1}{2}$		2						
5								
$\frac{1}{2}$		4						
6								
$\frac{1}{2}$		2						
7								
$\frac{1}{2}$		4						
8								
$\frac{1}{2}$		$1\frac{1}{2}$						
9								
$\frac{1}{2}$		2						
10								
		$\frac{1}{2}$						

$\sum f(V) =$

$2\sum f(M) =$

$2\sum f(A) =$

$$\nabla = \frac{1}{3} \Delta L \sum f(V) \dots\dots\dots (2)$$

$$Z_b = \frac{\sum f(M_v)}{\sum f(V)} \dots\dots\dots (3)$$

$$I_x = \frac{2}{9} \Delta L \sum f(I_x) \dots\dots\dots (4)$$

5.4.5 按表6计算破损舱进水容积、重心位置及液面惯性矩。

表 6

肋号	截面积 A m <sup>2</sup>	积分 系数	f(V) m <sup>2</sup>	面积力矩 M m <sup>3</sup>	f(My) m <sup>3</sup>	水线半宽 Y m	Y <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	f(i) m <sup>3</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)= (2) × (3)	(5)	(6)= (3) × (5)	(7)	(8)=(7) <sup>3</sup>	(9)= (3) × (8)
	3 3 1							

2f(V)=

z f(M)=

zf(ix)=

$$V_i = \frac{l_p}{8} \sum f(V) \dots\dots\dots (5)$$

$$Z_{gi} = \frac{\sum f(M_v)}{\sum f(V)} \dots\dots\dots (6)$$

$$i_x = \frac{l_p}{12} \sum f(i_x) \dots\dots\dots (7)$$

5.4.6 将破损舱的进水容积及水线面惯性矩作为浮力及水线面惯性矩的损失，从整个船的浮力及水线面惯性矩中扣除，并求取扣除后的船舶排水体积、浮心、惯性矩及初稳性高h。

$$\nabla = \nabla' - V \times p_v \dots\dots\dots (8)$$

$$Z_b = \frac{\nabla' \cdot Z_b' - V_i \mu_v \cdot Z_{gi}}{\nabla} \dots\dots\dots (9)$$

$$I_x = I_x' - i_p s \dots\dots\dots (10)$$

$$r = \frac{I_x}{\nabla}, m \quad Z_m = Z + r \dots\dots\dots (11)$$

$$h_o = Z_m - Z_{go} \dots\dots\dots (12)$$

$$h = h_o - \delta n \dots\dots\dots (13)$$

其中：Z<sub>0</sub> —— 破损浸水前船舶重心距基线高度，m；

h<sub>o</sub> —— 除破损舱外液舱自由液面修正值，m；

h —— 采用固定排水量法求得的破舱浸水后的剩余稳性高度，m。

5.5 非对称破舱浸水

5.5.1 在破损范围内沿垂向假定不少于4个液面高度，求取在正浮时各液面高度下破损舱的容积及容积重心位置。

5.5.2 选定二个横倾角各作四条横倾水线，并分别求得各横倾水线下的容积及其重心位置。

5.5.3 对每一种横倾角分别以容积为横坐标，重心位置及横倾时液面在舷边高度Z。为纵坐标，绘成Z<sub>g</sub>、Y<sub>g</sub>、Z。曲线。

5.5.4 按 φ=0时各Z<sub>h</sub>下的容积，在上述曲线图中求得相应于Z 下各容积在每种横倾角时的Z<sub>g</sub>、Y<sub>g</sub>，见表7。

表7

假定舱内液面高Z m				
项 目				

CB/Z 110—87

重心横向位置 Y, m	$\phi=0$ $\phi 1=$ $\phi 2=$				
重心在基线上 高度Z, m	$\phi=0$ $\phi 1=$ $\phi 2=$				
重心至船舫距离X <sub>g</sub> , m					
相应进水容积V, m					

表8

假定舱内液面高Z					
项目	横倾角 $\phi$ ( ) m				
4Z <sub>D</sub> , m	0				
	91				
	92				

5.5.5 按表9计算进水体积产生的横倾力臂k

$$l_k = \frac{\delta}{\Delta + \delta} Y_g \cos\varphi \dots\dots\dots (14)$$

表 9

舱内液面高Zh					
项目	m				
o=V <sub>pv</sub> Y, t					
4+8. t					
$\frac{\delta}{\Delta_0 + \delta}$					
$\phi=0^\circ$	Ygcos 0° =Y, m $l_k = \frac{\delta}{\Delta_0 + \delta} Y_g, m$				
92=	Ygcos92, m $l_k = \frac{\delta}{\Delta_0 + \delta} \cos\varphi_2, m$				
93=	Ycos93, m $l_k = \frac{\delta}{\Delta_0 + \delta} \cos\varphi_3, m$		.....		

注：γ=1.025(海水)；1.000(淡水)。

5.5.6按各假定Z 下相应的浸水后的排水量，从船形稳性力臂曲线图求取各排水量下的静稳性力臂曲线，并按表10计算。

$$Z = \frac{\Delta_0 + \delta}{\Delta_0 + \delta} = \dots \dots (15)$$

$$\text{重心高度 } Z_g = \frac{\Delta_0 \cdot Z_{g0} + \delta \cdot Z_{gt}}{\Delta_0 + \delta} \dots \dots (16)$$

$$\text{假定重心高 } Z_s = p = Z_g - Z_s$$

表10

9 (°)	m	sin φ	psing m	*M · s m <sup>4</sup>	M · g / (4o+0) m	l m
(1)	(2)	(3)	(4)=p×(3)	(5)	(6)	(7)=(2)-(4)-(6)
10						
20						
30						

\*Ms是自由液面力矩，各液舱的自由液面效应，是否要计入静稳性力臂曲线内，可采用海协建议的校核方法，即30°时的自由液面力矩M：是否小于0.014 min，如小于0.014 min，则可不计入其自由液面效应。

5.5.7 以φ为横坐标，ls、ΔZp、Zg为纵坐标作图，曲线与l。曲线交点，即为各假定舱内液面Z下的平衡位置，并求得各Z下平衡位置时相应的角度φs、ΔZ，及Zg，并列表，见表11。

表11

Z, m							
9., (°)							
Zo · m							
1 舱内液面高	m	Z					
2 Zgi m 假定进水容积	m <sup>3</sup>	V					
5.5.8 将上述求得各假定液面下的进水量作为在原装载情况下增加的液体载荷，按表12计算增加载荷后船舶的浮态。							
3 进水容积重心至舯距离	m	$X$					
4 浸水后排水量	$X'_{g'} = \frac{\Delta_0 X_g + \delta X_{g'} t}{1.2 \Delta'}$						
5 序号	浸水后船舶重心距舯距离	单位	符号及公式			各进水情况下之数值	
7	排水量为Δ'时吃水	m	X				
8	吃水为T'时浮心纵坐标	$\frac{t \cdot m}{cm}$	Xr'				
9	吃水为T'时漂心纵坐标	m	$t = \frac{X'_{g'} - X'_{b'}}{100 M'_{cm}} \Delta'$				
10	吃水为T'时之厘米纵倾力矩	m	$T (=T' + \frac{(0.5 L_{pp} - X'_{t'})}{L_{pp}} t)$				
13	尾吃水	m	$T_{\text{尾}} = T' - \frac{(0.5 L_{pp} + X'_{t'})}{L_{pp}} t$				
14	破舱重心处吃水	m	$T_{c t} = T' + \frac{t}{L_{pp}}$				

续表12

序号	名称	单位	符号及公式	各进水情况下之数值			
15	横倾时液面在舷侧高度(舱重心处)	m	$Z, =Z+\Delta Z。$				
16	平衡状态横倾角	(°)	9.				
17	横倾时破舱重心处吃水	m	$T_{\phi} = T_{c1} + \frac{B}{2} \text{tg} \phi。$				

以进水重量为横坐标,  $T_i, T_a, Z_{gf}, \phi_s, T_o, Z,$  为纵坐标作图,  $Z,$  与  $T,$  相交点即为浸水破舱后的浮态, 按图求得在此浮态下的  $T, T_a, \phi_s, \delta。$

表中序号7、8、9、10可按  $\Delta'$  从静水力曲线图查取。

5.6 横贯浸水装置计算

5.6.1 在非对称浸水情况下, 若倾角超过规定要求时, 可采用横贯浸水装置减小横倾角, 对于客船平衡所需时间不得超过15min。

5.6.2 计算采用海大266(III届)决议《关于为适应客船横贯浸水装置的要求而制定的标准方法的建议案》所列公式, 即(17)、(18)式。

全部横贯浸水所需时间(S):

$$T_0 = \frac{2W}{SF} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{h_i}{H_0}}\right)}{\sqrt{2gH_0}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{h_i}{H_0}\right)} \dots\dots\dots (17)$$

使客船从  $\theta$  角(或限界浸水角)到垂直状态所需时间:

$$T_{\theta} = \frac{2W}{SF} \cdot \frac{\left(1 - \sqrt{\frac{h_i}{H_{\theta}}}\right)}{\sqrt{2gH_{\theta}}} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{h_i}{H_{\theta}}\right)}$$

从横贯浸水开始到倾斜  $\theta$  角(或限界浸水角)所需时间: .....(18)

$$T = T_0 - T_{\theta}$$

式中:  $W$ ——在所指时间内水进入平衡舱的体积,  $m^3$ ;

$S$ ——经过横贯浸水管道的横断面面积,  $m^2$ ;

$H_0$ ——横贯浸水开始以前的水头,  $m$ ;

$H_{\theta}$ ——在横贯浸水时, 船舶倾斜到  $\theta$  时的水头,  $m$ ;

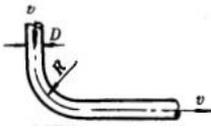
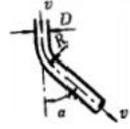
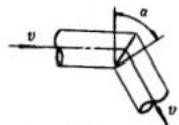
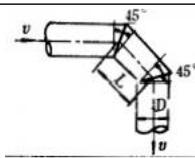
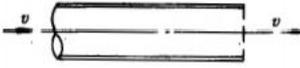
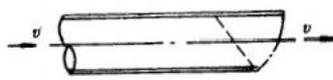
$h$ ——横贯浸水后最后的水头(当平衡舱内的水平面等于舷外的水平面时  $h=0$ ),  $m$ ;

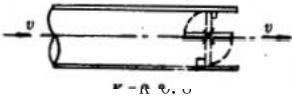
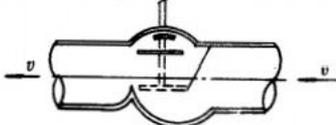
F——管道中减速的无因次数为在横贯浸水装置中弯头、阀等的函数、 $F = \frac{1}{\sqrt{1 + \sum K}}$

K 值见表13

5.7 计算中精确度截面积取小数后两位，容积、重量、排水体积、排水量取小数后一位，面积力矩取小数后一位，体积力矩、惯性矩均取整数，吃水、液面高、重心纵向位置、复原力臂、横倾力臂等均取小数后两位，计算结果的 $Z_g, Z, \gamma, Z_m, h$  值均取小数点后3位。

5.8 计算结果的排水体积扣除进水容积后与原排水体积之误差应小于2%。

 <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>R/D</td> <td>2</td> <td>3</td> <td></td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.30</td> <td>0.26</td> <td>0.23</td> <td>0.20</td> <td>0.18</td> <td>0.17</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">90° 圆弯头</p>	R/D	2	3		5	6	7	K	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17	 <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>(°)</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>75</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.06</td> <td>0.12</td> <td>0.18</td> <td>0.24</td> <td>0.27</td> <td>0.30</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">径向弯头 R/D=2</p>	(°)	15	30	45	60	75	90	K	0.06	0.12	0.18	0.24	0.27	0.30
R/D	2	3		5	6	7																							
K	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17																							
(°)	15	30	45	60	75	90																							
K	0.06	0.12	0.18	0.24	0.27	0.30																							
 <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>a(°)</td> <td>5</td> <td>15</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>60</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.02</td> <td>0.06</td> <td>0.17</td> <td>0.32</td> <td>0.68</td> <td>1.26</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">斜接弯头</p>	a(°)	5	15	30	45	60	90	K	0.02	0.06	0.17	0.32	0.68	1.26	 <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>L/D</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.41</td> <td>0.40</td> <td>0.43</td> <td>0.46</td> <td>0.46</td> <td>0.44</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">90° 双斜接弯头</p>	L/D	1	2	3	4	5	6	K	0.41	0.40	0.43	0.46	0.46	0.44
a(°)	5	15	30	45	60	90																							
K	0.02	0.06	0.17	0.32	0.68	1.26																							
L/D	1	2	3	4	5	6																							
K	0.41	0.40	0.43	0.46	0.46	0.44																							
 <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td>/D</td> <td>0.01</td> <td>0.02</td> <td>0.03</td> <td>0.04</td> <td>0.05</td> <td>&gt;0.05</td> </tr> <tr> <td>K</td> <td>0.83</td> <td>0.68</td> <td>0.53</td> <td>0.46</td> <td>0.44</td> <td>0.43</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">管进口</p>	/D	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	>0.05	K	0.83	0.68	0.53	0.46	0.44	0.43	 <p style="text-align: center;">K=1.0</p> <p style="text-align: center;">管出口</p>														
/D	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	>0.05																							
K	0.83	0.68	0.53	0.46	0.44	0.43																							
 <p style="text-align: center;">K=0.5</p> <p>随着弗氏数减少K值实际增加，特别是速度在 2 m/s 以下</p> <p style="text-align: center;">止回阀</p>	$K = \frac{0.02L}{D}$ <p>上述系数是一个平均数，并实际上如同雷诺数值改变(即：对D系数和D、随D而改变)以及随同相对粗糙度而改变</p> <p style="text-align: center;">管摩擦损耗</p>																												

 <p style="text-align: center;">K=0.3 闸阀</p>	 <p style="text-align: center;">蝶阀</p>
 <p style="text-align: center;">K=6.0 球阀</p>	

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。  
 如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/257162143043006132>