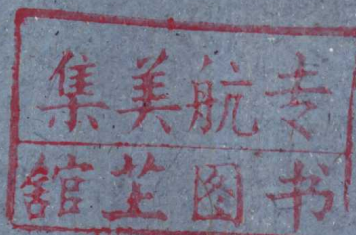


运 货 船 船

(海洋船舶驾驶专业用)

下 册

陈桂卿 刘世宁 等编



大连海运学院航海系

一九八〇年七月

目



第四章 散装谷物运输	(241)
第一节 散装谷物运输保管条件.....	(241)
第二节 散装谷物船舶稳性及计算方法.....	(243)
第三节 散装谷物船舶稳性计算表格的介绍.....	(254)
第四节 散装谷物船舶的主要防移装置及止移措施.....	(266)
第五章 油轮运输	(270)
第一节 石油的种类及其理化性质.....	(270)
第二节 油轮配载的特点.....	(274)
第三节 石油的计量.....	(279)
第四节 油量计算中的某些问题.....	(282)
第六章 海上集装箱运输	(285)
第一节 集装箱运输的优越性及存在的问题.....	(285)
第二节 集装箱船的类型.....	(286)
第三节 集装箱的定义、标准规格和种类.....	(290)
第四节 集装箱码头及装卸机械.....	(295)
第五节 集装箱船的配载特点及装卸绑扎.....	(298)
第七章 矿石专用船运输	(308)
第一节 矿石的种类及特性.....	(308)
第二节 矿石专用船的结构特点.....	(309)
第三节 矿石专用船的配载特点.....	(310)
第四节 装卸过程中的注意事项.....	(317)
第五节 水尺检量.....	(319)
第八章 天然气专用船运输	(328)
第一节 液化石油气与液化天然气的性质.....	(328)
第二节 液化气体运输船舶的种类.....	(330)
第三节 液化气体船的液舱与船的结构.....	(333)
第四节 液化石油气和液化天气船的装卸作业.....	(335)
第五节 防爆和舱的惰性化.....	(336)
第六节 各种测量装置.....	(337)

第七节 液化气船舶的航海性能	(338)
第九章 危险货物运输	(340)
第一节 危险货物运输	(340)
第二节 《国际海运危险货物规则》简介	(349)
第十章 冷藏货物运输	(360)
第一节 制冷的基本原理和冷藏的主要设备	(360)
第二节 各类冷藏货物的运输保管	(366)
第三节 冷藏货物的装载	(368)
第四节 冷藏集装箱运输	(372)
第十一章 海船营运工作指标及经济核算	(373)
第一节 海船生产过程及航次	(373)
第二节 海船营运的技术经济指标	(375)
第三节 船舶航次经济核算	(392)
第四节 船舶航次生产管理	(401)

第四章 散装谷物运输

“谷物 (Grain)” 一词包括了小麦 (Wheat)、玉蜀黍 (Maize) (Corn)，燕麦 (Oats)、稞麦 (Rye)、大麦 (Barley)、大米 (Rice)、种籽 (Seeds) 及其自然状况具有与谷物相同特点的制成品。

谷物的散装运输比包装运输具有许多优点，例如可以增加一定的装载数量，节省装卸时间、装卸费用和包装费用等，对提高运输能力和降低运输成本都是有利的。因此，大宗谷物多半采用散装的方式来运输。

谷物有它自己的特性，散装运输时必须采取一定的措施来适应这些特性，才能保证运输的安全。政府间海事协商组织 (IMCO) 于1974年制定了《1974年国际海上人命安全公约》，该公约第六章为谷物装运的规定，这个规定根据谷物特性，就散装谷物船舶的稳性衡准、装载方法、装备等作了专门的规定。1974年公约现已生效。

本章根据1974年公约的规定，对散装谷物运输特点作了相应的介绍。

第一节 散装谷物运输保管条件

一、谷物的自然特性

谷物本身具有许多特性，要求运输保管上给予特殊的注意。如谷物具有自热性，易发霉；有吸湿性和散湿性，要求在一定的含水量范围内运输，以免加速发霉变质；有吸附性，易于吸收异味等。谷物还易于受各种虫害。对这些特性，无论散装运输或包装运输都须加以注意，要求货舱清洁、干燥、无异味、无害虫，要求装船谷物的水分不超出规定的范围。

对于散装运输来说，还必须特别注意谷物的散落性和下沉性。

各种颗粒状、块状和粉末状的散货都具有散落性。由于谷物颗粒间的摩擦力很小，就更易于流动。散落性的大小，一般用静止角（或称摩擦角）来表示。所谓静止角 (Angle of repose) 就是散货由高处自然落下时堆成的圆锥体斜面与水平面的交角，见

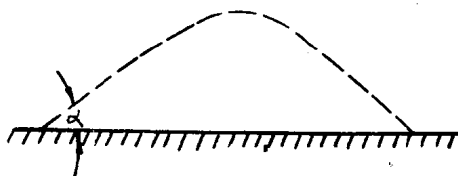


图4—1

图4—1。某些实验资料表明，各种矿石的静止角约在 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 之间，煤炭约为 $30^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，而谷物的静止角最小，约在 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间。实际上，船舶在航行中不断发生摇摆和升降运动，谷物开始移动的角度比这个静止角要小。例如，某项实

验资料表明，当静止角为 25° 的谷物在横摇到 $16^\circ 32'$ 时就开始移动，再加上升降运动，在 $14^\circ 24'$ 时谷物就开始动了。

谷物的下沉性是由于其颗粒间的空隙产生的。装满谷物的货舱，由于船的摇摆震动，颗粒间的空隙变小，谷物下沉。各种谷物的下沉幅度不完全相同。有的资料记载，小麦的下沉量能达到全部小麦体积的 5% 左右。

为了保证散粮的运输不至于因谷物的自然特性，主要是散落性和下沉性影响到船的安全，装运散装谷物时，从准备工作开始就要注意这点。

二、装运散装谷物的准备工作

为适应散装谷物运输的要求，要采用适合于散装谷物的货舱结构形式。从本世纪五十年代以来，散装谷物多采用专门的散粮船 (Grain Carrier) 装运，这是一种单层甲板船，舱内设有一道或两道固定的垂直纵向隔壁，舱口围很高，以防止或减少谷物移动对船舶稳性的影响，但这种货舱结构不利于散装谷物的装卸作业。随着技术的不断发展，逐步发展成为现在的散货船，其货舱结构形式如图 4—2 所示。它的特点是在船侧设有

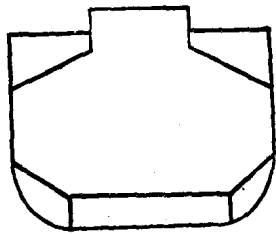


图 4—2

顶边水舱及底边水舱，使上下方的舱壁呈斜面形，这样既减少谷物的自由表面，又有利于清舱与平舱，而且在空载时，这些边水舱可做压载水舱，有利于改善压载航行的性能。专用散粮船大大地改善了船舶的稳性状况，一般说来稳性是没有问题的。另一种是多用途货船，以运杂货为主，兼运散粮，其结构形式和普通的杂货船类似。如果这种船装运散粮时，稳性满足不了公约的规定，可以采取补救措施，即安装运散粮的装备，如纵向止移板 (Longitudinal Shifting board) 或添注漏斗 (Feeder) 及围阱 (Trunks)，前者起阻止谷物移动的作用，后者是当舱内谷物下沉而产生空挡时，漏斗或围阱中的谷物即自由流入舱内，将空挡填满，以防止流动谷面的产生。

不论专用船或兼用船，装运散粮时都须在装货前申请装货港验船人员检验，取得检验证书。申请检验的项目除货舱的装备外，还包括舱内的清洁、无异味、无害虫以及污水沟的畅通，防止散粮漏入设备等。

装货前除须作好上述准备工作外，还要根据航运规则，在各装货港按各装货港制定的表格形式编制“谷物装载图” (Grain Loading plan) 及“稳性计算书”，此项工作由船上大付承担。“谷物装载图”及“稳性计算书”经装货港的主管机关批准后，方可装货，装货完毕后货舱谷面须保持平整，并测量各舱内谷面的实际空挡值，以校核“谷物装载图”及“稳性计算书”，船舶离港时，必须保持正浮状态。

第二节 散装谷物船舶稳性及计算方法

一、散装谷物船舶稳性

由于散装谷物具有下沉和散落性，当船舶航行时发生摇摆、升降、振动时，不论是在满载舱（Fully filled compartments）内（指散装谷物经装载与平舱后，使其充满甲板下及舱口盖下的一切空间，达到最大可能装满程度的货舱）或部分装载舱（Partly filled compartment）内（即没有装满谷物的货舱），也称松动舱（Slack holds）的

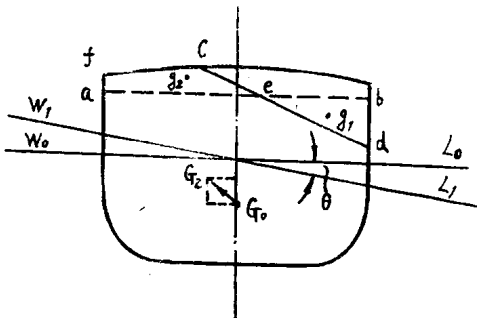


图 4—3

谷物就会下沉和移动，如图 4—3 所示，船舶经过一段时间航行后，满载舱内下沉的谷物表面与甲板之间将出现一个空挡（Ullage），当船舶在风浪作用下出现横倾角 θ 时，舱内的谷物表面由 ab 移至 cd 。因为有一部分谷物由 ebd 移至 $aecf$ ，它的重心由 g_1 移至 g_2 ，使船舶重心由 G_0 移至 G_2 。由图可知，舱内谷物的移动将产生谷物横向倾侧力矩，其结果使船舶出现横倾角，也使船舶重心升高，这就使船舶的稳性状态变坏，严重时甚至造成翻船事故。

为了保障船舶的安全，针对船舶装运散装谷物的特点，1974 年《SOLAS》第六章谷物装运规定，对一切装运散装谷物的船舶（包括专用船和普通杂货船）提出了完整稳性的要求。该规定指出，任何装运散装谷物的船舶，不论在各舱内采取何种装载方案，整个航程中的完整稳性特征，当考虑由于谷物移动而产生的倾侧力矩后，应符合下列标准：

第一、由于谷物移动所产生的船舶横倾角不大于 12° ；

第二、在静稳性曲线图上，到达倾侧力臂与稳性力臂曲线纵坐标最大差值对应的横倾角或 40° 或进水角（ θ_h ），取其中小者，该两曲线之间的剩余面积，在一切装载情况下应不小于 0.075 米·弧度，如图 4—4 所示。

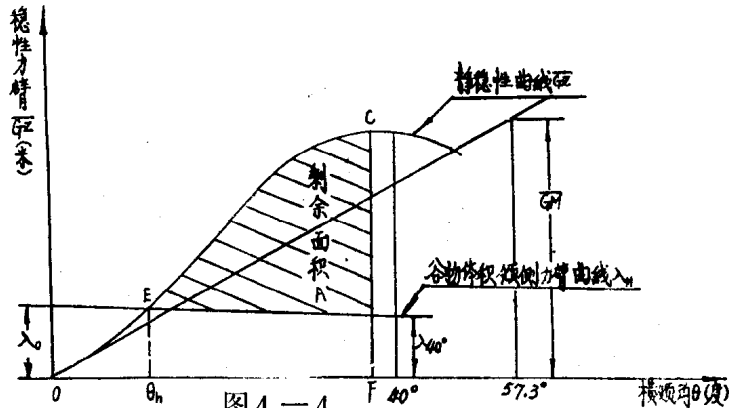


图 4—4

第三、经修正各液舱自由液面后的初稳性高度不小于0.3米。

二、计算方法

在上述完整稳性的三点要求中，第三点和第三章第四节所述完全相同。以下将着重介绍第一点和第二点要求的具体计算方法。

1、船舶横倾角的求取方法

按规定的要求，由于谷物移动所引起的船舶横倾角不得大于 12° 。谷物移动引起的横倾角可按公式计算或作图法求得。

(1) 公式计算法

设船舶原重心点在 G 处，经自由液面修正后的船舶重心位置在 G_0 处，因为谷物横向移动而形成的横向倾侧总力矩 M_x ，使船舶重心由 G_0 移至 G_1 。船舶横倾后的浮力作用线与通过 G_1 点的重力作用线重合并通过船舶的稳心 M ，由图4-5可知：

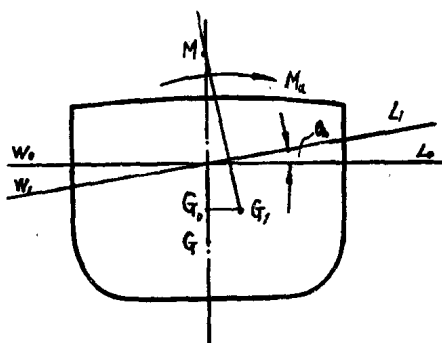


图4-5

$$M_x = D \overline{G_0 G_1}$$

$$\operatorname{tg} \theta_h = \frac{\overline{G_0 G_1}}{\overline{G_0 M}} = \frac{M_x}{D} \times \frac{1}{\overline{G_0 M}}$$

在式中， D 为船舶排水量(吨)； $\overline{G_0 M}$ 为经过自由液面修正后的初稳性高度(米)。所以，只要知道谷物横向倾侧力矩值 M_x (吨·米)，就可以由公式求船舶横倾角的正切值，即可求得船舶横倾角 θ_h 。

谷物横向倾侧总力矩 M_x ，是各舱谷物横向倾侧力矩的总计值，可由下式求得：

$$M_x = \sum \frac{M_H}{S.F.} \quad (\text{吨} \cdot \text{米})$$

如果全船各舱所装的是同一品种谷物，则

$$M_x = \frac{1}{S.F.} \sum M_H \quad (\text{吨} \cdot \text{米})$$

式中： $S.F.$ 为谷物的积载因数(米³/吨)； M_H 为体积倾侧力矩(米⁴)。

横向体积倾侧力矩 M_H 由设计单位或船厂提供的“散装谷物船舶稳性报告书”中根据谷物装舱深度查取。每个舱满载时的谷物体积倾侧力矩 M_H 为一常数，但各舱数值不一定相等。在部分装载舱内其数值随谷物装舱深度变化，如图4-9所示。图4-9为25000吨级散装货船№1舱谷物体积倾侧力矩图，如在第一货舱内装载积载因数为1.115米³/吨的谷物4700吨时，则可知在该舱所装谷物的体积为

$$4700 \text{ 吨} \times 1.115 \text{ 米}^3 / \text{吨} = 5240.5 \text{ 米}^3$$

于是，查该舱舱容曲线，5240.5米³容积时的装舱深度为12.6米，容积中心距基线高度为8.02米，根据装舱深度12.6米，查得谷物体积倾侧力矩 $M_{H1} = 2060 \text{ 米}^4$ ，谷物移动倾侧力矩为：

$$M_{H1} = \frac{2060}{1.115} = 1847 \text{ 吨} \cdot \text{米}$$

(2) 作图法

船舶横倾角由作图法求得，求解步骤如下：

1) 绘制静稳性力臂 \overline{GZ} 曲线

静稳性力臂曲线的计算和绘制方法可参看本讲义第三章第八节所述。

当绘制静稳性力臂曲线时，应计及自由液面对它的影响 $\delta \overline{GM}$ 。静稳性力臂可按式进行计算：

$$\overline{GZ} = \overline{KN} - (KG + \delta \overline{GM}) \sin \theta$$

2) 绘制谷物体积倾侧力臂 λ_H 曲线

设横倾角为零度时的倾侧力臂值为 λ_0 ，横倾角为40度时的倾侧力臂 λ_{40} ，按如下公式计算：

$$\lambda_0 = \frac{\sum M_{H'}'}{D \cdot S \cdot F} \quad (\text{米})$$

式中各舱谷物体积倾侧力矩 M_H (Volumetric heeling moment) 由谷物横向移动体积倾侧力矩 M_H 及垂向移动体积倾侧力矩两部分组成。但是，由于谷物垂向移动的体积倾侧力矩的数值较小，因此，当计算各舱谷物的体积倾侧力矩时，均以谷物横向移动的体积倾侧力矩为基础，再考虑一定的系数。系数的大小随满载舱或部分装载舱的不同及谷物重心确定方法的不同而已。

对于满载舱：若谷物重心位于该满载舱的舱容中心时，

$$M_{H'} = 1.00 M_H \quad (\text{米}^4)$$

对于满载舱：若谷物重心位于所装谷物的体积中心时

$$M_{H'} = 1.06 M_H \quad (\text{米}^4)$$

对于部分装载舱：

$$M_{H'} = 1.12 M_H \quad (\text{米}^4)$$

各舱谷物横向移动的体积倾侧力矩 M_H (米⁴)，其数值均可在船舶稳性报告中查得。

实际上，满载舱总倾侧力矩计算时，满载舱内货物的重量应为整个货舱的容积除以积载因数，谷物重心取为舱容中心，这样可以认为已计及了谷物移动时的重心垂向有害影响，不要将计算横向倾侧力矩再乘1.06了。

$$\lambda_{\theta} = (1 - 0.005\theta_m) \lambda_0$$

当 $\theta_m = 40^\circ$ 时，

$$\lambda_{40} = (1 - 0.005 \times 40^\circ) \lambda_0 = 0.8\lambda_0$$

3) 根据静稳性力臂 \overline{GZ} 曲线与谷物倾侧力臂 λ_H 曲线的相交位置，就可以求得由于谷物移动所产生的船舶横倾角。从图 4-4 中可以看出，自静稳性曲线与谷物倾侧力臂曲线的相交点作一条与纵座标轴相平行的直线和横座标轴相交于 E ，则由 E 的位置就可读出由于谷物移动所产生的横倾角 θ_h 。

2、剩余动稳性计算方法

在静稳性曲线图上，由静稳性曲线 \overline{GZ} 与谷物倾侧力臂曲线 λ_H 及右边边界线 CF 所包围的面积为净面积或剩余面积称为剩余动稳性（如图 4-4）。在绘制静稳性力臂曲线及谷物倾侧力臂曲线的基础上，剩余动稳性的计算步骤如下：

(1) 确定船舶剩余动稳性的右边边界线

船舶剩余动稳性右边边界线 CF 由下述方法确定：即倾侧力臂曲线与静稳性力臂曲线的纵座标最大差值所对应的横倾角或 40° 或进水角 θ_j ，取其中小者。

倾侧力臂曲线与静稳性力臂曲线的纵座标最大差值所对应的横倾角求取方法：在静稳性力臂曲线上画一根与倾侧力臂曲线平行而与稳性力臂曲线相切的直线，这切点处的横倾角就应是所求的最大差值对应的横倾角。

进水角 θ_j 可查浸水角曲线求得（在稳性报告中查取），如图 4-7。

(2) 计算剩余动稳性

由图 4-6 可知，剩余动稳性值 A ，通常采用抛物线第一法则计算，抛物线第一法则假定曲线线段为二次抛物线，并且，为了保证计算值的准确性，取曲线下的等间距座标数为 7，则曲线线段下的面积 A 为：

$$A = \frac{1}{3} \frac{(\theta_m - \theta_h)}{6} \times \frac{\Sigma}{57.3^\circ} = \frac{1}{18} (\theta_m - \theta_h) \frac{\Sigma}{57.3^\circ} \text{ (米} \cdot \text{弧度)}$$

式中： θ_m 为右边边界线

(度)；

θ_h 横倾角(度)；

Σ 为乘积总和，

按下列表格计算

算出。

如果计算出 $A > 0.075$ 米·弧度，即符合要求。

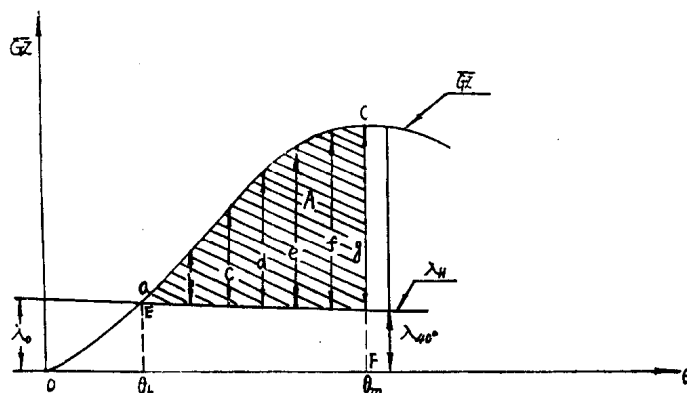


图 4-6

	$\overline{GZ} - \lambda_H$	辛氏乘数	乘积
a		1	
b		4	
c		2	
d		4	
e		2	
f		4	
g		1	
总和 Σ			

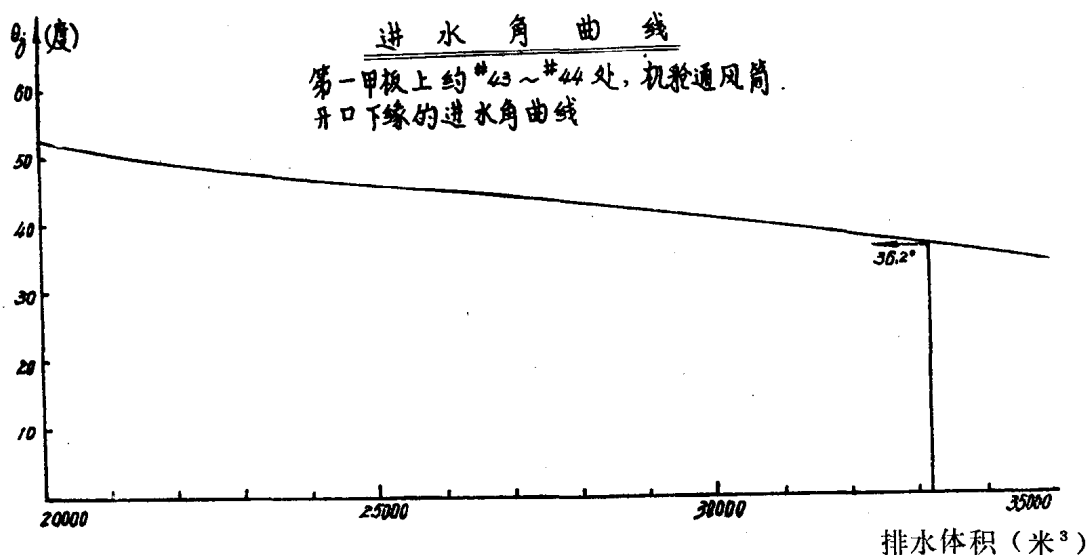


图 4—7

3、谷物倾侧力矩

在前面为了要求横倾角 θ_h 及剩余动稳性值 A ，都涉及到谷物倾侧力矩 M_H ，此值由稳性报告中查取。为了学会散装谷物船舶稳性报告书的使用，必须了解谷物倾侧力矩的概念。

(1) 满载舱假定体积倾侧力矩计算

1) 确定空挡深度 (Void depth)

① 甲板下的空挡平均深度 (Average Void depth under deck)

由下式求得：

$$V_d = V_{d1} + 0.75 (d - 600) \quad (\text{毫米})$$

式中： V_d 为甲板下空挡平均深度 (毫米)；

V_{d1} 为标准空挡深度 (毫米)，查下表确定；

d 为实际桁材深度 (毫米)。

在任何情况下, 假定的 V_{d1} 值不得小于 100 毫米。

从舱口端或舱口边到货舱边界的距离 (米)	V_{d1} (毫米)	从舱口端或舱口边到货舱边界的距离 (米)	V_{d1} (毫米)
0.5	570	4.5	430
1.0	530	5.0	430
1.5	500	5.5	450
2.0	480	6.0	470
2.5	450	6.5	490
3.0	440	7.0	520
3.5	430	7.5	550
4.0	430	8.0	590

例如: 25000吨散装货船第一货舱口前端距舱边界距离在舱容图上量得为 9.1米, $d = 800$ 毫米, 在上表中按外插法查出 $V_{d1} = 678$ 毫米, 计算出 $V_d = 828$ 毫米。

② 舱口部位的空挡深度

满载舱舱口内空挡的计算一般要求由舱口盖的最低部分或舱口围板顶端向下量 150 毫米。但有的船舶舱口盖横梁深度超过舱口盖高度时, 则应由舱口盖横梁下缘算起向下有一个 150 毫米的空挡。

2) 确定谷物的移动角 (The angles of Shifted grain)

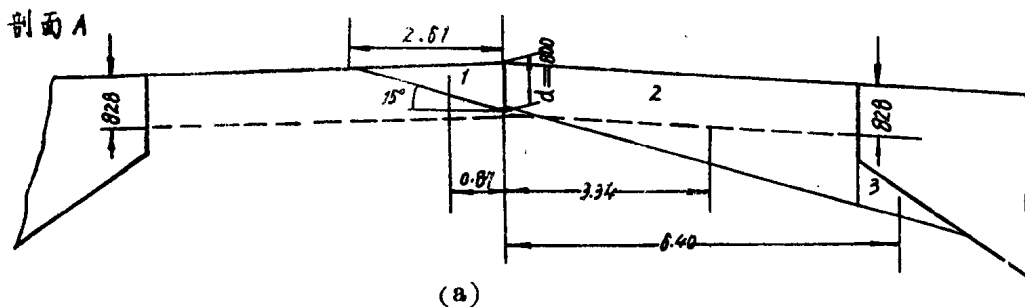
根据公约规定, 在满载舱内, 谷物移动角假定为 15 度。

3) 确定谷物移动后的最终空挡模型

每一舱至少分成舱口前、舱口部分、舱口后三个典型剖面, 如图 4-8。在典型剖面图中应表示出初始空挡深度、最终空挡面积及位置和最终空挡重心距船中心线的距离。并且最终空挡面积之和应等于初始空挡面积之和。

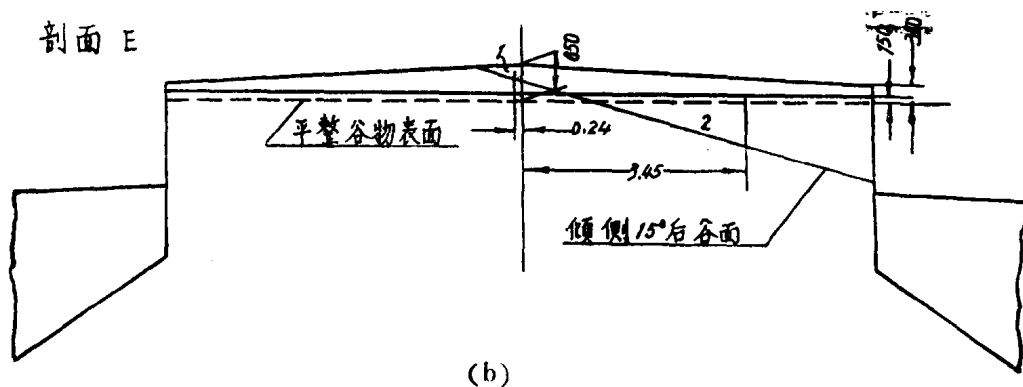
① 舱口前剖面

见图 4-8 (a)



② 舱口内剖面

见图 4—8 (b)



③ 舱口后剖面

见图 4—8 (c)

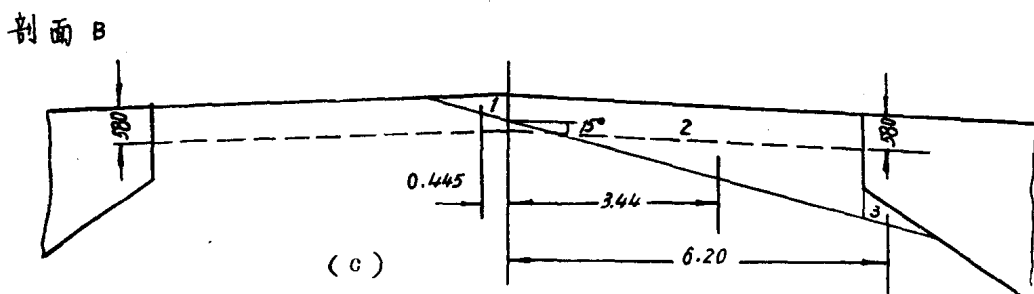


图 4—8

4) 计算谷物横移体积倾侧力矩

当决定了最终空挡后,由各空挡面积及其移动距离之乘积,可求得各面积矩,再乘以计算长度就得各部分的体积矩,各部分体积矩之和就是求得的该舱谷物横移体积倾侧力矩 M_H 。

下面两个表分别为 25000 吨散装货船各满载货舱舱容、舱容中心、体积倾侧力矩及 № 1 货舱满载舱时的体积倾侧力矩计算实例。

货 舱	肋 位	舱 容	舱容中心 垂向座标	舱容中心 纵向座标	体积倾 侧力矩
		米 ³	米	米	
№ 1	164—199	5687	8.44	62.65	591.45
№ 2	142—164	4839	7.73	41.73	395.58
№ 3	120—142	4849	7.73	23.05	395.58
№ 4	98—120	4849	7.73	4.35	395.58
№ 5	76—98	4849	7.73	-14.35	395.58
№ 6	50—76	5706	7.79	-34.64	473.08

剖面号 剖面位置 (肋位)	面积 标记	距边界 距离 m	V _{d1} mm	d mm	V _{d1} ⁺ 0.75 × (d-600) mm	空挡面积 m ²	最终空挡 面积 m ²	面积形心 距 m	面积矩 m ³	计算长度 m	体积矩 m ⁴
剖面A	1	9.1	678	800	828	4.80	1.04	-0.87	-0.905	9.10	
№1 舱前端	2	9.1	678	800	828	4.80	7.84	3.34	26.22	9.10	
(186*~199*)	3						0.72	6.40	4.61		
									29.925	9.10	273
剖面E, №1舱口	1					2.90	0.12	-0.24	-0.029	10.5	
(171*~186*)	2					2.90	5.68	3.45	19.596	10.5	
									19.567	10.5	205.45
剖面B	1	4.9	430	800	580	3.364	0.28	-0.445	-0.12	4.90	
№1 舱口后端	2	4.9	430	800	580	3.364	6.135	3.44	21.15	4.90	
(164*~171*)	3						0.315	6.20	1.96		
									22.99	4.90	113
№1 货舱总计											(591.45)

第 1 货 舱 HOLD NO.1

舱容、重心、体积倾侧力矩曲线

Curves of capacity Centre of Gravity
and Volumetric Heeling Moment

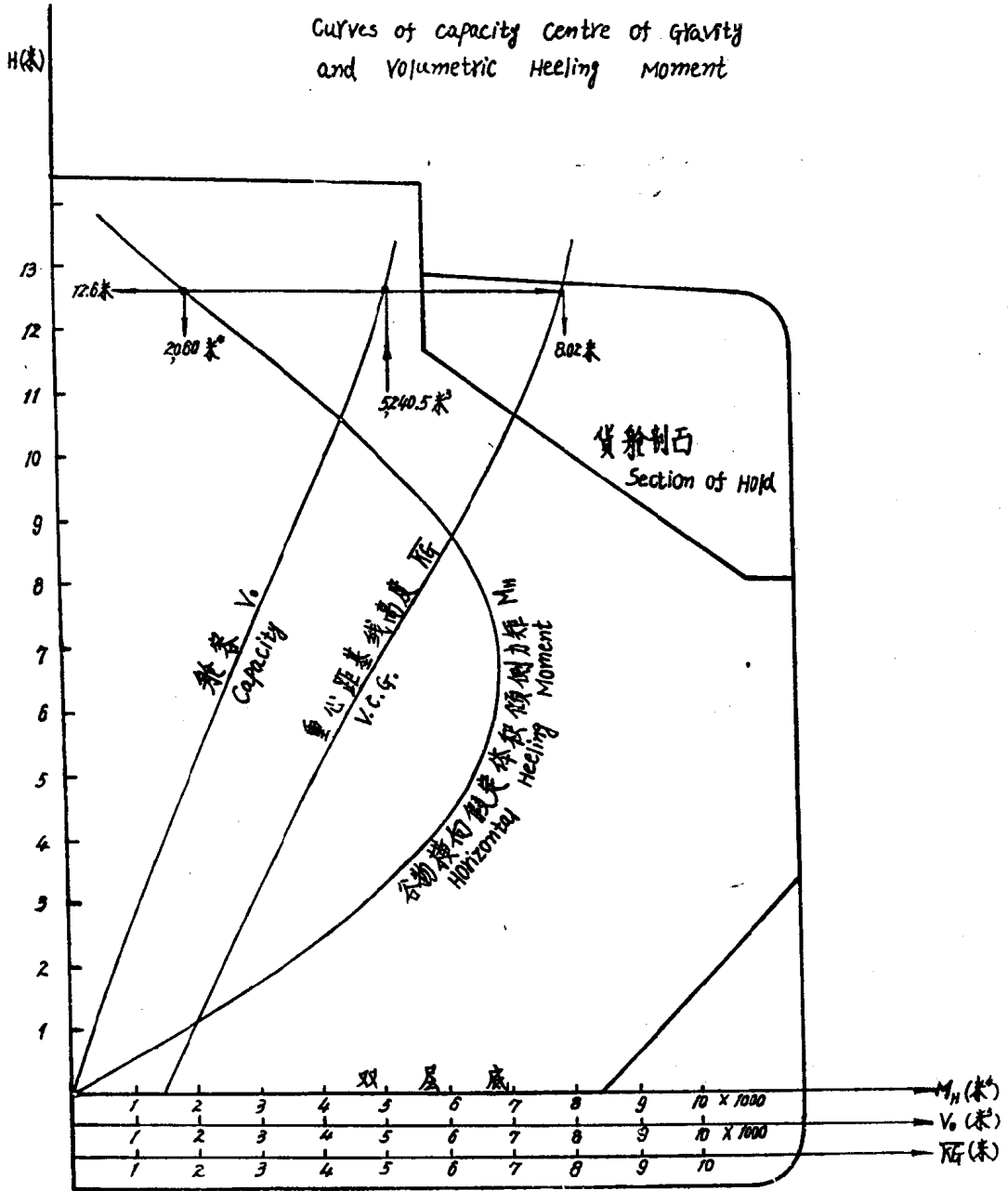


图 4 — 9

(2) 部分装载舱假定体积倾侧力矩曲线

在散装粮船的稳性报告书中提供了每一谷物装载舱不同高度部分装载时的舱容、重心高度及谷物移动体积倾侧力矩曲线。在散装谷物稳性辅助计算书中记载着该曲线的绘制方法。根据公约规定，在部分装载舱内，谷物移动角假定为 25° 。计算部分装载舱的谷物移动体积倾侧力矩一般采用积分法。在采用积分法时，横剖面取该舱的前舱壁、后舱壁、舱长中间三个剖面，比例不得小于线型图的比例；每个剖面 25° 倾斜线的等间距为 1 米，分别计算三个剖面不同间距的横剖面积和横剖面矩，再根据辛氏法按表格计算出不同间距的容积、体积倾侧力矩。注意三个剖面座标号原点必须在同一水平面上；当 25° 倾斜线进入舱口内，舱容及体积倾侧力矩必须加入舱口内的体积及体积倾侧力矩。然后根据表中计算出的舱容、重心高度及体积倾侧力矩，绘制成曲线。图 4—9 为 25000 吨散装货船 №1 舱容、重心高度及谷物移动体积倾侧力矩曲线。曲线由船舶设计制造部门提供在稳性报告书中。驾驶员使用时，只要根据谷物在舱内容积，查得谷物深度，然后可以知道重心高度和体积倾侧力矩。

4、谷物许用倾侧力矩

以上所讨论的散装谷物船舶，其完整稳性衡准的三项内容也可以简化为：

$$M_a < M_a$$

式中： M_a 为谷物移动倾侧总力矩（吨·米）；

M_a 为谷物许用倾侧力矩（吨·米）。

用下式校核满载排水量对应于选用最大 \overline{KG}_C ($\overline{GM} \geq 0.3$ 米) 及假定倾侧力臂曲线与静稳性曲线相交于 12° 时剩余稳性面积是否大于 0.075 米·弧度 (或 4.29 米·度)。

$$A = \frac{1}{2} [\overline{GZ}_{\theta_m} - \lambda_0 (1 - 0.005\theta_m)] (\theta_m - 12^\circ) \geq 4.29$$

$$\text{而 } \lambda_0 = \frac{\overline{GZ}_{12}}{1 - 0.005\theta_h} = \frac{\overline{GZ}_{12}}{1 - 0.005 \times 12} = \frac{\overline{GZ}_{12}}{0.94}$$

$$\therefore A = \frac{1}{2} [\overline{GZ}_{\theta_m} - \overline{GZ}_{12}/0.94 (1 - 0.005\theta_m)] (\theta_m - 12^\circ) \geq 4.29$$

如能满足此式要求，则许用倾侧力矩可按式计算：

$$M_a = D \lambda_0 = \frac{D \overline{GZ}_{12}}{0.94}$$

以后可用同一公式求得小于满载排水量的各不同排水量对应于最大 \overline{KG}_C 时的许用倾侧力矩，排水量范围分成等间距，其间距不大于最大货物载重量的 $1/20$ 。对同一排水量重心高度每减少 0.1 米 ($\delta \overline{KG} = 0.1$ 米) 时的许用倾侧力矩增量 δM_a 按下式计算：

$$\delta M_a = D \frac{\delta \overline{GZ}_h}{1 - K_h} = D \frac{\delta \overline{KG}_c \sin \theta_h}{1 - K_h} = \frac{0.1 \sin 12^\circ D}{1 - 0.005 \times 12^\circ} = \frac{0.1 \sin 12^\circ D}{0.94} = 0.0221 D$$

在散装谷物稳性辅助计算书中提供了谷物许用倾侧力矩表的编制方法。

下表为 25000 吨散装货船的谷物许用倾侧力矩表。如果某一装载状态，计算出谷物移动倾侧总力矩 $M_u = 7460$ 吨·米，根据排水量及重心高度 ($D = 34000$ 吨, $\overline{KG} = 7.982$ 米) 在谷物许用倾侧力矩表上查出 $M_a = 12679$ 吨·米。显然 $M_u < M_a$ ，可以达到完整稳性衡准的三项内容，不必再进行逐项计算。如果在船舶稳性报告书中，设计制造单位没有提供谷物许用倾侧力矩表，仍然要进行完整稳性衡准的三项内容计算。

谷物许用倾侧力矩表 (M_a) (吨·米)

排水量 (吨)	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5
28000	12535	11916	11297	10678	10059	9400	8821	8202	7583	6964	6345
29000	12981	12340	11699	11058	10417	9776	9135	8494	7853	7212	6571
30000	13428	12765	12102	11439	10776	10113	9450	8787	8124	7461	6798
31000	14204	13519	12834	12149	11464	10779	10094	9409	8724	8039	7354
32000	14661	13954	13247	12540	11833	11126	10419	9712	9005	8298	7591
33000	15470	14741	14012	13283	12554	11825	11096	10367	9638	8909	8180
34000	16299	15548	14797	14046	13295	12544	11793	11042	10291	9540	8789

三、散装粮船在我国沿海航行的稳性规则

散装粮船因受港口码头水深的限制或调度上的需要，必须在港口外卸去一部分粮食，然后驶往港内或其他港口卸货。这样在多舱不满的情况下，如果满足 1974 年《SO LAS》第六章谷物装运中的稳性衡准有困难时，可按下面介绍的散装粮船沿海航行的稳性规则核算稳性。

这个规则仅适用于专门装运散装谷物的船舶。

所适用的航区为：东、黄、渤海各港口之间；南海各港口（包括海南岛）之间。

散装粮船在该航区内航行时，在整个航程中考虑到按表格计算的各部分装载舱由于谷物移动产生倾侧力矩后的稳性，应满足下列要求：

第一、由于谷物移动所产生的船舶横倾角不大于 12° ；

第二、在静稳性曲线图上，到达倾侧力臂与复原力臂曲线纵座标最大差值对应的横倾角或 40° 或进水角 (θ_j)，取其小者，该两曲线之间的剩余面积应不小于 0.075 米·弧度；

第三、经自由液面修正后的初稳性高度应不小于 0.3 米。

上述三点要求也可简化为：许用倾侧力矩大于或等于各部分装载舱谷物倾侧力矩之和时，该装载情况被认为合格，否则应重新配载。

在部分装载舱中，规定谷面倾侧为 12° 。部分装载舱倾侧力矩计算如下：

$$M_H = \frac{L \times \frac{1}{2} \left(\frac{B}{2} \times \frac{B}{2} \times \text{tg}12^\circ \right)}{S.F.} \times \frac{2}{3} B = \frac{0.0177 LB^3}{S.F.}$$

式中： L 和 B 分别为舱长和舱宽；

$S.F.$ 为谷物积载因数。

如果在稳性报告中没有提供许用倾侧力矩表，可按下式计算许用倾侧力矩值。

$$M_a = \text{tg}12^\circ \cdot D \cdot G_0 M = 0.2126 D \cdot G_0 M$$

式中： D 为排水量；

$G_0 M$ 为经自由液面修正后的初稳性高度。

第三节 散装谷物船舶稳性计算表格的介绍

凡装运散装谷物的船舶，在各装货港必须按照装货港所规定的表格编制“谷物装载图”及“稳性计算书”，而且“谷物装载图”及“稳性计算书”必须经装货港机关批准后方可装货。目前与我国有谷物航运关系的国家有加拿大和澳大利亚，加拿大的“稳性计算表是按1974年《SOLAS》的规定编制的。现介绍加拿大“稳性计算表”。

表 I 的主要内容是要求绘制谷物装载图，此图用俯视图及正视图表示。在图上要标明货舱、机舱位置；各货舱装载谷物的数量，凡满载舱须写个“满”字，对部分装载舱须填写谷物深度。此外，还要求填写船舶的一些特性，如该航次适合的载重线 (Appropriate loadline)、总载重量 (吨)、吃水 (米)、干舷 (米) 及每厘米吨数 (TPC) (吨/厘米) 等数值。还要填写登记港口名称、注册号 (Official number)、称呼代号 (Call Sign)、装货港、卸货港及稳性资料认可的机关和日期等内容，要求写明船舶离港时的船员及行李 (常数)、燃料、淡水、压载水和货物的重量、总载重量。还要说明稳性计算的类别。

稳性计算的类别，是指在该航次计算时，需要用到该表格的那几张用表，因为该表格不但可供专用散货船按1974年《SOLAS》规定进行计算 (如该船稳性报告书中“许用倾侧力矩”一表，则只须填表1、2、3、4、5、6；如该船稳性报告中没有“许用倾侧力矩”一表则只须填表1、2、3、4、5、7_B、8；如该船稳性报告中没有“许用倾侧力矩”一表，而且 \overline{GZ} 曲线不是属于一种正常形状，或者这曲线的最大 \overline{GZ} 值是发生在 40° 之前，则须填表1、2、3、4、5、7_B、9)，而且可以供“现有船舶”按1960年