

编号：81388

上海交大译丛

造船实用设计国际讨论会译文集

(上册)

上海交通大学技术资料情报室

1981年1月

前 言

1977年10月在日本东京召开《造船实用设计国际讨论会》。会上，宣读了五十六篇论文。这些论文介绍了最近船舶设计、船舶性能、性能设计、结构强度和结构设计等方面的研究、进展及其应用，论述了一些新的设计思想和处理方法，反映了世界造船实用设计的现况。我们选译了有关船舶设计及性能方面的文章十七篇，结构强度及结构设计方面的文章二十一篇，共三十八篇，分上下两册出版，供从事造船设计、教学、科研的工程技术人员借鉴和参考。

译文集由造船系情报资料小组组织有关教师译出。为了尽快将论文集译出付印，工作比较仓促，加之我们缺乏经验和水平有限，译稿中一定会有不少缺点错误，恳请同志们批评指正。

造船系

目 录

1. 谷物最佳装载计算
..... 谭家华译 林杰人校
2. 主要要素对丰满船型推进性能的影响
..... 张瑞麟译 罗德涛校
3. 计算机辅助船体初步设计程序(从推进性能观点)
..... 张瑞麟译 汪希令校
4. 基于船模系列生成船体曲面及预估功率的计算机系统
..... 汪希令译 杨 樵校
5. 商船设计的稳性衡准
..... 杨宗英译 林杰人校
6. 在严重海况下渔船的倾复试验
..... 黄祥鹿译 俞湘三、陆惠生校
7. 完好船舶和破损船舶的最小倾斜稳性
..... 杨宗英译 林杰人校
8. 船舶操纵模拟器研究的一些情况
..... 朱文蔚译 陆惠生校
9. 在单桨集装箱船最佳推进配合中理论的应用
..... 朱 霞译 杨 樵校
10. 气蚀的空泡试验和预报的研究现状
..... 王本立译 何友声校
11. 空泡对螺旋桨激振力的影响及减少其影响的若干方法
..... 朱 超、陈泽梁译 王本立校

12. 渔船螺旋桨激振力的特性

.....潘 斌译 林杰人校

13. 在耐波性设计中双体船水动力特性的预测

.....陈家鼎译 马志良校

14. 船在波浪中的名义失速

.....张永富译 杨 樵校

15. 对船舶运动和耐波性的分析以设计先进的海上运载器

.....马志良译 秦士元校

16. 大型汽车渡船的设计考虑

.....潘伟文译 罗德涛校

17. 双体船的设计

.....潘 斌译 林杰人校

谷物最佳装载计算

TH. 路易卡奇斯 G. 加诺斯

希腊国立雅典工科大学

摘 要

用电子计算机确定谷物散装船最佳装载的优化程序已经编成。“最佳装载”这一术语是指在满足规定约束和政府间海事协商组织(IMCO)的相应规定下,使谷物货的装载量尽可能的大,而且设置的止移板或谷物的固定措施应尽可能便宜。

一、 引 言

众所周知,谷物装载计算不仅非常单调,而且完全为国际海事协商组织所规定[1,2]因此,它是一个适合于用电子计算机计算的实例,例如[3]。然而,谷物装载计算的通常方式是针对由造船工程师根据经验确定的一些载况进行,其目的是为了编制“纵倾和稳性报告书”,这种报告书对于谷物运输船的使用是必要的。

本文的目的是介绍自动确定“最佳”载况的方法。从经济利用船舶的观点,用相应的计算机程序最后产生更加普遍而且有希望是更先进的纵倾和稳性报告书。

二、 谷物装载概述

本程序根据政府间海事协商组织的规定仅涉及谷物装载最通常的情况,即只装载某一种谷物的情况。

现对装载情况作一般性的描述。船的排水量可以分成空船重量和载重量两项。载重量由货物、消耗品,船员和行李的重量组成,如果有压载水,还包括压载水。由于空船重量及其分布是不变的,所以它们不是装载情况的主要特征。同样,在一个航次中船员及行李的重量和分布也是已知的。

装载情况的基本参数是货物的积载因数。对于货物,在原则上我们能自由地选择其数量和分布,经过努力可以使它的数量达到最大,并能选择一种分布使它满足有关的约束。货物的数量和分布是每一航次确定一次。在一个航次中消耗品的数量是已知的,然而它的分布基本上可以任意改变。最后,在一个航次中压载水的数量和分布也是可以改变的。

根据上面所述,确定载况的可变参数是:在一个航次中,每个货舱的载货量和各个相应液体仓的消耗品及压载水的数量。

按照惯例,对出港,中途和到港三种载况进行谷物装载计算,我们用指数 $k=1, 2,$

3 分别表示这三种载况。

在货物的装载方面,对于具有两层甲板的船,我们采用下列符号:

SW 为谷物的积载因数;

NTS 为货舱数;

$VH_n, VTD_n (n=1, \dots, NTS)$ 为从尾算起的底层舱和相应甲板间舱的有效容积 (底层——甲板间共通舱不必受连续横舱壁的限制)

$VS_n (n=1, \dots, NTS)$; 如货物在底层——甲板间共通舱中所占体积,这个容积从底层舱底部算起而且取为连续的;

$LGS_n, VGS_n (n=1, \dots, NTS)$ 为 VS_n 货物中的纵向和垂向重心。

在减少货舱中移动力矩方面,可以在满载舱或部分装载舱中装止移板,也可以用捆扎或压包的措施来消除部分装载舱中自由表面的移动力矩。

因此,货物可以用图 1 所示的十七种方法中的一种装载底层——甲板间共通舱。在程序中用参数 $STATE_n=1, \dots, 17 (n=1, \dots, NTS)$ 考虑这十七种状态。

对于消耗品和压载水的装载,采用下列符号:

V_{ijk} 为舱内液体的体积;

$LG_{ijk}, VG_{ijk}, I_{ijk}$ 分别为舱内液体重心的纵向和垂向位置以及自由液面的惯性矩,这里:

$i=1, \dots, NT_i$ 为装载第 j 种液体的第 i 舱;

$j=1, 2, 3, 4, 5$, 分别代表燃料油、柴油、润滑油、淡水和压载水。

$k=1, 2, 3$, 定义同前。

SF_j 为 j 第种液体的比容积。

最后,对空船和船员及行李的重量,采用下列符号:

W_k 为空船和船员及行李的重量;

WLG_k, WVG_k 分别为重量 W_k 的纵向和垂向重心。

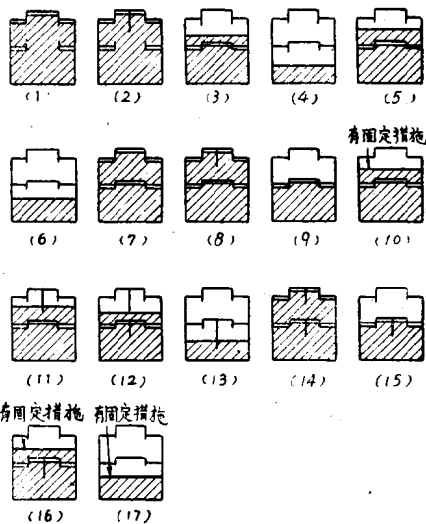
2.1 主要装载特征

现在,我们可以用数学式子来表达主要载况的综合特征如下:

总排水量由下式给出:

$$D = \sum_{n=1}^{NTS} (VS_n) \frac{1}{SW} + \sum_{j=1}^4 \sum_{i=1}^{NT_j} (V_{ijk}) \frac{1}{SF_j} + \sum_{i=1}^{NT_5} (V_{i5k}) \frac{1}{SF_5} + W_k \quad (1)$$

式中,压载水重量是单独考虑的,因为这个量是不输入的,而且由合适的纵倾和稳性要求确定。



注: 对于 $STATE_n=5$ 和 6, 在谷物自由表面和其上面的甲板之间不允许使用固定措施。

图 1 $STATE_n$ 的示意图

式(1)中的第二项和最后一项对于固定的 k 值是不变的, 如果用 $VTOT$ 表示货物的总体积, $FLUID_k$ 表示消耗品的总重量, 则式(1)可改写为

$$D = (VTOT/SW) + FLUID_k + \sum_{i=1}^{NTS} (V_{ijk}) \frac{1}{SF_j} + W_k \quad (2)$$

式中, $VTOT \leq VKHT$, $VKHT$ 是货舱可利用的总体积。

D 的纵向和垂向力矩由下式给出:

$$LMOM = \sum_{i=1}^{NTS} (VS_{ik} \cdot LGS_{ik}) \frac{1}{SW} + \sum_{j=1}^5 \sum_{i=1}^{NTI} (V_{ijk} \cdot LG_{ijk}) \frac{1}{SF_j} + W_k \cdot WLG_k \quad (3)$$

$$VMOM = \sum_{i=1}^{NTS} (VS_{ik} \cdot VGS_{ik}) \frac{1}{SW} + \sum_{j=1}^5 \sum_{i=1}^{NTI} (V_{ijk} \cdot VG_{ijk}) \frac{1}{SF_j} + (W_k \cdot WVGS_k) \quad (4)$$

如果考虑到各舱的装载量已知, 相应各舱的形心就随之而定, 那么, 我们就能推断出 D , $LMOM$, $VMOM$ 仅取决于下列独立变量:

$$D = f_1(SW, k, VS_{ik}, V_{ijk}) \quad (5)$$

$$LMOM = f_2(SW, k, VS_{ik}, V_{ijk}) \quad (6)$$

$$VMOM = f_3(SW, k, VS_{ik}, V_{ijk}) \quad (7)$$

船舶的纵倾同样取决于上述独立变量, 因为

$$TRIM = f(D, LMOM) = f_4(SW, k, VS_{ik}, V_{ijk}) \quad (8)$$

纵倾值可以根据有关纵倾图表精确地确定或根据静水力曲线和 D 及 $LMOM$ 的值近似确定。

船的垂向重心由下式给出:

$$VCG = VMOM/D \quad (9)$$

在计算所需的初稳心高度 GM 的数值时, 由于自由液面的影响, 必须将 VCG 的值增加 δVCG 。因此, 实际的 VCG 等于

$$VVCG = VCG + \delta VCG = VCG + \sum_{j=1}^5 \sum_{i=1}^{NTI} I_{ijk} / SF_j \cdot D \quad (10)$$

为了使计算偏于安全, 必须对液体舱中自由液面的影响作适当假定。

由于 V_{ijk} 已知, I_{ijk} 就随之确定, 所以

$$VVCG = f(VMOM, V_{ijk}, D) = f_5(SW, k, VS_{ik}, V_{ijk}) \quad (11)$$

从而实际的初稳心高度由下式给出:

$$VGM = KM(LMOM, D) - VVCG = f_6(SW, k, VS_{ik}, V_{ijk}) \quad (12)$$

式中, $KM = KB + BM$

最后, 装载情况的另一个基本参数是总移动力矩 SM 的值。由于 SM 取决于每一个货舱的移动力矩 $HM_k = F(SW, VS_{ik}, STATE_k)$, 所以 SM 可写成

$$SM = \sum_{i=1}^{NTS} HM_k = f_7(SW, VS_{ik}, STATE_k) \quad (13)$$

HM_k 的计算方法简述于附录 I。

据上所述, 我们断定装载情况的基本特征量:

$$D, LMOM, VMOM, TRIM, VVCG, VGM, SM \quad (14)$$

取决于实际上确定了装载情况的下列独立变量

$$SW, K, VS_n, V_{ijk}, STATE_n \quad (15)$$

的数值。

2.2 装载约束

式(14)给出的装载情况的基本特征量要受到几种约束, 这些约束对任何装载情况都是适用的。

这些约束是:

a) $D \leq DMAX$, $DMAX$ 由载重线规范确定。

b) $TRAM \leq TRIM \leq TRFM$, 这里 $TRAM$ 和 $TRFM$ 分别是允许的最小和最大的纵倾值。 $TRAM$ 和 $TRFM$ 的值都是输入数据, 它们的数值应保证良好的使用性能。另外, 尾垂线处的最小吃水 $DRAPMIN$, 根据螺旋桨有合适的工作条件来确定。把这些约束和船的静水性能结合起来, 就可用公式将该约束表示为

$$TINMOM(D) \leq LMOM \leq TAXMOM(D) \quad (16)$$

式中, 纵向力矩的最小和最大值可由纵倾图表精确地确定, 或根据静水力曲线近似求得。

c) $SM \leq AHM$, 其中

$$AHM = f_8(VVCG, D) \quad (17)$$

是许用倾侧力矩。

利用电子计算机, 按政府间海事协商组织的规定, 计算 AHM 的方法简述于附录 I。

d) $VVCG \leq MAXVVCG$, 其中

$$MAXVKCG = f_9(D) \quad (18)$$

是由政府间海事协商组织规定的许用倾侧力矩的计算过程中所得到的最大值。政府间海事协商组织所规定的 $VVGM$ 应大于或等于 0.3 米这一条补充约束, 在程序中未以明显的形式加以考虑, 因为这一条已经编入计算 $MAXVVCG$ 的过程中。

三、求最佳装载的方法

所谓“最佳装载”在这里是指同时满足下列“经济衡准”的一种装载:

1. 船的载货量最大;
2. 为减少谷物移动力矩所需的措施最少。

3.1 最佳装载说明

下列说明是相对于这些经济衡准而言的:

a) 在最大的载货量方面, 有一个积载因数的衡准值, 其定义为

$$SWCRIT = VKHT / (DMAX - FUEL_1 - W_1) \quad (19)$$

对应于 $SW \geq SWCRIT$, 有 $VTOMAX = VKHT$, 其中 $VTOTMAX$ 是货物最大可能的体积, 对应于 $SW < SWCRIT$, 有

$$VTOTMAX = (DMAX - FUEL_1 - W_1)SW$$

即装轻货时船受到容积限制, 装重货时受到吃水限制。

b) 在减少货舱内移动力矩方面, 下面的表(1)把装载状态按 VS_n 的值和与其相应的成本进行了分类。 VS_n 相同的各种装载状态, 按成本增加的顺序从左到右排列。这种顺序通常也就是移动力矩减小的顺序。当可采用捆扎或压包措施时, 我们假定这两种方法比止移板更可取, 这是因为用大致相同的成本, 它们能消除自由表面移动力矩。

c) 因为许用倾侧力矩越大, 所用的减小移动力矩的各种措施就越少, 而且根据关系式(17), 在定排水量下, 减少 $VVCG$, 许用倾侧力矩就增加。显然, 期望这种措施最少是和使 $VVCG$ 最小联系在一起的。

表1 $STATE_n$ 的经济选择

VS_n	L	$STATE_n$
$VS_n = VH_n + VTD_n$	—	1, 7, 2, 8, 14
$VH_n < VS_n < VH_n + VTD_n$	0	5, 11, 12
"	1	3, 10, 16
$VS_n = VH_n$	—	9, 15
$VS_n < VH_n$	1	6, 13
"	1	4, 17

注: 如果谷物自由表面和其上面的甲板之间的距离小于(或大于)输入的进行表面固定(捆扎或压包)所需要的最小值, 则 $L=0$ (或 1)

3.2 最优化过程

在第二节中, 用公式表达的带有约束条件并满足前述最优化衡准的装载问题, 对于独立变量 $SW, k, VS_n, V_{ijk}, STATE_n$ 是个非常难解的高阶非线性问题, 而且不能用正规的最优化方法求解。因而代之以一种试探性接近的处理方法, 现简述如下。

问题的描述:

对于给定的积载因数 SW , 找出 $k=1, 2, 3$ 的“最佳”载况。

上述三种载况将具有相同的 VS_n 和 $STATE_n$ 值, 以及不同的 V_{ijk} 值。

最优化过程的描述:

最优化过程的三个阶段可概括为:

- 第1阶段 初选几个 VS_n 的值, 其值要满足特别是 $k=1$ 时的经济衡准1, 而且其分布近似满足诸约束。
- 第2阶段 选择 V_{ijk} 的值, 必要时还要对选出的 VS_n 进行修正, 以完全满足除移动力矩的约束 c 以外的所有约束。
- 第3阶段 选择 $STATE_n$ 的值, 其值要满足约束 c 并与经济衡准2相吻合。

在这个程序中, 第1阶段只执行一次, 而第2阶段和第3阶段则可交叉进行。

最优化过程按下述的更详细的方法进行:

第1阶段

对应于 $SW \geq SW_{CRIT}$, 所有货舱都装满, 而对应于 $SW < SW_{CRIT}$, 根据经济衡准1和说明a则有

$$VTOT = VTOTMAX = (DMAX - FUEL_1 - W_1)SW \quad (20)$$

这样选择 $VTOT$ 意味着 $k=1$ 时没有压载水且 $D=DMAX$ 。而且, 只要 $VTOT < VKHT$, 我们就能自由选择诸舱中货物的分布。

关于纵倾约束, 货物分布受到两个极端情况的限制, 即货物尽可能靠近尾部或尽可能靠近首部分布。

若把这两种极端的货物分布与消耗品的可能类似的分布以及日用油水舱总是装满这个限制连系起来, 就可求得处在如下范围内的可能的 $LMOM$ 值

$$LM_{11} \leq LMOM \leq LM_{22} \quad (21)$$

式中, LM_{11} 相应于货物及消耗品尽可能靠后分布, LM_{22} 相应于尽可能靠前分布。

此外, 还要求 $LMOM$ 满足约束 b , 即关系式(16)。由于 $D=DMAX$, 故需要的 LMO M 可写成

$$TINMOM(DMAX) \leq LMOM \leq TAXMOM(DMAX) \quad (22)$$

考虑到 $LM_{11}, LM_{22}, TINMOM(DMAX)$ 和 $TAXMOM(DMAX)$ 各值的相对大小, 可导致下列各种可能情况:

- ≠ 1 $TINMOM(DMAX) < TAXMOM(DMAX) \leq LM_{11} < LM_{22}$
- ≠ 2 $TINMOM(DMAX) \leq LM_{11} < LM_{22} < TAXMOM(DMAX)$
- ≠ 3 $TINMOM(DMAX) \leq LM_{11} \leq TAXMOM(DMAX) \leq LM_{21}$
- ≠ 4 $LM_{11} \leq TINMOM(DMAX) < TAXMOM(DMAX) \leq LM_{22}$
- ≠ 5 $LM_{11} \leq TINMOM(DMAX) \leq LM_{22} < TAXMOM(DMAX)$
- ≠ 6 $LM_{11} < LM_{22} \leq TINMOM(DMAX) < TAXMOM(DMAX)$

如果现在对某一给定的 SW , 我们求得与情况 ≠ 1 或 ≠ 6 相对应的 $LMOM$ 值, 在这两种情况中, 可能的和需要的 $LMOM$ 值之间没有公共部分。显然, 我们必须这样选择 VS_n 的初值, 使得货物尽可能靠后装或尽可能靠前装。在这两种情况中纵倾约束将在第2阶段通过用合适的方法移出货物和增加压载水来得到满足。

在其它四种情况中, 可能的 $LMOM$ 值总有一些是在所要求的范围内 ($TINMOM(DMAX), TAXMOM(DMAX)$), 这就使我们能自由地通过合适的配载来分布货物。在这一阶段, 合适的货物配载分布是这样的: 要有助于满足 $D=DMAX$ 的经济衡准1, 有助于在规定的限度内把纵倾减少到最小, 而且为了减少剪应力, 还要有助于避免货舱间隔地装载。

为了达到上述要求, 最优化过程应该是:

- a) 在任何时候, 只要可能, 应先从底层舱进行装载, 然后装甲板间舱 (说明c)
- b) 经过配载仅使一个货舱 (几乎总是甲板间舱) 部分装载, 只有例外情况才允许两个货舱部分装载。

第2阶段

在这一阶段 VS_n 的初值是已知的。为了满足约束，若有必要，可从合适的货舱中移出货物，以修改 VS_n 的值。

通过下列步骤可以勾划出这一阶段的过程概貌：

第1步 VS_n 的值是已知的。

第2步 对 $k=1$ ，选择满足约束 b 和 d 的 $V_{i,k}$ 值，如果这一点不可能，就修改 VS_n ，并返回到第1步。

第3步 对 $k=2$ ，过程与第2步相同。

第4步 对 $k=3$ ，过程与第2步相同。

第5步 确定 VS_n 和 $V_{i,k}$ 的值，应满足第一条经济衡准，而且还要满足除可能的约束 c 外的其它约束。

对第2步还可进一步作如下分析：由于 VS_n 的值已知，如果不考虑加压机载水的可能性，即 $V_{i,0}=0$ ，从式(2)可求得 D 。再根据式(3)确定 $LMOM$ 的两个值 (LM_1 和 LM_2)，这两个值分别对应于消耗品尽可能靠后或尽可能靠前装。

现对 (LM_1 , LM_2)，和 ($TINMOM(D)$, $TAXMOM(D)$) 的公共部分进行研究，并把下面两种情况加以区别：

a) 如果没有公共部分，可在考虑到约束 a 的前提下，逐渐对“合适”的水舱加压机载水。如果这种可能性已经全部利用而纵倾约束仍不能满足，那么就从“合适”的货舱中移出货物，并返回到第1步。（如果允许船的尾倾大于纵倾约束，那么加压机载水的“合适”舱应是最前面的一个舱，而移出货物的“合适”舱应是最后面的一个舱。对首倾则相反。

b) 如果有公共部分，就按纵倾约束得到满足的条件来装消耗品。然后，如果可能就通过加压机载水来减小 VCG 。 $VVCG$ 的值最后按约束 d 来校核。如果约束 d 不满足，就从“合适”的甲板间舱移出货物，并返回到第1步。（“合适”的甲板间舱可以是部分装载舱，如果有的话；否则就是最高的一个满载舱）。

对于第3和第4步，必须注意消耗品的配载与前两个步骤中的消耗品分布相一致。

第3阶段

在这一阶段， VS_n 和 $V_{i,k}$ 的值是已知的。因此，可由式(1)和(10)求得对应于 $k=1, 2, 3$ 的 D 和 $VVCG$ 的值，随后根据式(17)决定 $k=1, 2, 3$ 的许用倾侧力矩 AHM 的值。

现在我们可以根据 VS_n 的值，从表1的左边开始，把诸 $STATE_n$ 值指定给所有货舱总倾侧力矩 SM 可根据式(13)计算，并和 AHM 的值进行比较。如果对于 $k=1, 2, 3$ 的约束 c 都已满足，那么最优化过程就结束了。否则，还要从“合适”的甲板间舱移出货物，并返回到第2阶段。（“合适”的甲板间舱定义与第2阶段中的相同）。

四、 举 例

现以一艘 $SD14$ 定线货船的计算为例说明采用上述最优化过程的计算机程序的功能。

该船的主要特征如下:

$DMAX=18878$ 吨, $LBP=134.13$ 米, $B=20.42$ 米, $T=8.85$ 米, 载重量=15363 吨。

程序的必要输入数据是: 纵倾和吃水的限制, 静水力曲线, 空船和船员及行李的重量与分布, 一个航次中各种消耗品的数量, 货舱在不同高度处的容积、 VCG 、 LCG 的资料, 消耗品舱和压载水舱在不同高度处的容积、 VCG 、 LCG 以及自由液面惯性矩的资料, 对应于各种排水量的许用倾侧力矩和相应的 VCG 资料, 以及对应于每一个底层——甲板间共通舱的所有装载状态的, 在几个高度处装载结实或装载有空隙时的移动力矩资料。

对每个积载因数, 程序的输出数据为:

1. 出港、到港、中途的货物、消耗品和压载水的重量及分布, 以及相应纵倾和稳性资料(见表2)。

2. 每一个底层——甲板间共通舱的装载状态, 总倾侧力矩以及供比较用的出港, 到港和中途的许用倾侧力矩(见表3)。

与表2和表3相应的 $SW=1.87$ 米³/吨的载荷分布示于图2a中。 $SW=1.255$ 米³/吨的载荷分布示于图2b中。在该情况下, $SW_{CRIT}=1.4326$ 米³/吨。必须说明, 因为本程序的功能还不能处理象 $SD14$ 所具有的使相邻的底层——甲板间共通舱互相联通的装置, 因此, $\neq 4$ 甲板间舱之底层舱和 $\neq 3$ 间的仓口盖作永久性关闭来处理。同样, 由于使用上的原因, 底层舱 $\neq 3$ 的仓口盖也作为永久性关闭处理。

表2 详细配载表

装载情况: 中途, $SW=1.8700$ 米³/吨。

项 目	体 积	积载 因数	重 量	LCG	$LMOM$	VCG	$VMOM$	自由液面 修正值
空 船			3515.000	61.140	214907.1	7.768	27384.5	
船员及备品			77.544	45.336	3513.5	10.501	821.6	
第1甲板间舱(装满)	1142.248	1.8700	610.828	15.913	9720.0	12.170	7434.0	
第1底层舱(装满)	1658.449	1.8700	884.251	18.664	16503.7	4.825	4266.5	
第2甲板间舱(装满)	1764.448	1.8700	946.229	52.448	49627.8	10.455	9893.1	
第2底层舱(装满)	3237.986	1.8700	1731.543	51.783	89664.5	4.719	8171.2	
第3甲板间舱(装满)	1263.611	1.8700	675.728	85.957	58083.4	10.454	7064.2	
第3底层舱(装满)	1630.489	1.8700	871.917	68.848	60029.7	4.710	41060.7	
第4甲板间舱(装满)	1528.602	1.8700	871.434	94.407	77171.6	10.666	8718.9	
第4底层舱(装满)	4200.498	1.8700	2246.256	89.250	200478.3	4.722	10606.8	
第5甲板间舱(装满)	1626.230	1.8700	901.727	114.195	102973.0	11.864	9976.4	

第 5 底层舱 (装满)	2264.849	1.8700	1211.133	113.162	137054.3	4.838	5859.5	
$j = 1$ 燃油舱							1	
$N = 1$ 左舷 (装满)	27.393	1.0876	25.187	39.405	992.5	7.305	184.0	42.3
$N = 1$ 右舷 (装满)	27.393	1.0876	25.187	39.405	992.5	7.305	184.0	42.3
$N = 2$ (装满)	28.067	1.0876	25.806	39.418	1017.2	10.172	262.5	0.0
$N = 3$ (装满)	289.135	1.0876	265.847	56.997	15152.5	0.601	159.8	0.0
$N = 4$ 左舷	43.036	1.0876	39.570	57.363	2269.9	0.118	4.7	664.8
$N = 1$ 右舷	43.036	1.0876	39.570	57.363	2269.9	0.118	4.7	664.8
$j = 2$ 柴油舱								
$N = 1$ (装满)	9.996	1.1155	8.961	35.232	315.7	7.360	66.0	0.9
$N = 2$ 左舷	34.235	1.1155	30.690	35.615	1093.0	0.479	14.7	150.2
$N = 2$ 右舷	34.235	1.1155	30.690	35.615	1093.0	0.479	14.7	150.2
$N = 3$								
$j = 3$ 润滑油舱								
$N = 1$ (装满)	11.786	1.115	10.566	34.680	366.4	1.067	11.2	3.6
$N = 2$								0.9
$N = 3$ (装满)	5.825	1.1155	5.222	36.494	190.6	10.430	54.5	0.0
$N = 4$ (装满)	7.854	1.1155	7.041	37.826	266.3	10.430	73.4	0.0
$N = 5$ (装满)	8.217	1.1155	7.366	39.393	290.2	10.430	76.8	0.0
$j = 4$ 淡水舱								
$N = 1$ 左舷 (装满)	38.100	1.0000	38.100	27.945	1064.6	0.817	31.1	50.0
$N = 1$ 右舷 (装满)	38.100	1.0000	38.100	27.945	1064.7	0.817	31.1	50.0
$N = 2$	4.953	1.0000	4.953	32.463	160.8	6.992	34.6	11.0
$N = 3$								0.0
$j = 5$ 压载水舱								
$N = 1$ (装满)	108.336	0.9760	111.000	3.082	342.1	7.851	871.5	0.0

$N = 2$ (装满)	66.368	0.9760	68.000	20.021	1361.4	0.668	45.4	0.0
$N = 3$ 左舷 (装满)	203.008	0.9760	208.000	89.177	18548.8	0.631	131.2	0.0
$N = 3$ 右舷 (装满)	203.008	0.9760	208.000	89.177	18548.8	0.631	131.2	0.0
$N = 4$								5233.6
$N = 5$								0.0
排水量			15687 .402	69.299	1087128 .1	6.796	106610 .6	7064.4

漂心处吃水=7.510

重心距尾垂线=69.299

浮心距尾垂线=69.523

纵 倾=-0.224

纵 倾 力 矩=-3511.3

每厘米纵倾力矩=18905.8

尾 倾=0.186

漂心距尾垂线=66.576

尾 吃 水=7.603

首 吃 水=7.417

平 均 吃 水=7.510

横稳心距基线高度 $KM=8.390$

重心垂向高度 $KG=6.796$

未修正的初稳心高度=1.594

自由表面修正值=0.450

修正后的初稳心高度 $GM=1.144$

表 3 谷物移动力矩并和最大许用力矩对比

体 积	移 动	力 矩	许用倾侧力矩
货 舱 号	装载状态	力 矩	出港=437.175
1	1	1013.27	中途=4557.35

2	1	1364.51	到港 = 2861.77
3	7	792.42	
4	1	1561.43	
5	2	679.03	
共计		5325.26	
总倾侧力矩:		2847.73	



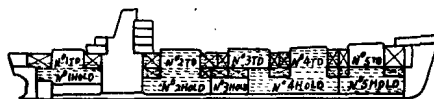
永久性止移板



程序决定的止移板



(a) $SW = 1.8700 \text{ 米}^3/\text{吨}$



(b) $SW = 1.2550 \text{ 米}^3/\text{吨}$

图 2 计算的货物装载

五、 讨 论

本文中叙述的最优化方法已用“FORTRAN IV”语言编成程序,而且在C.D.C.(Cyber-70)计算机上计算时,对于每一个积载因数,只要化 2.5 秒的执行时间。因此,对于确定谷物船的“最佳”装载,它是一种很有效的方法。

此外,本着基本思想不变,这个最优化方法还能:

1. 加以改进,以考虑底层——甲板间共通舱的更复杂的几何形状,计算各船级社要求的各种载况的静水弯矩,确定对船部分卸货的合适货舱。

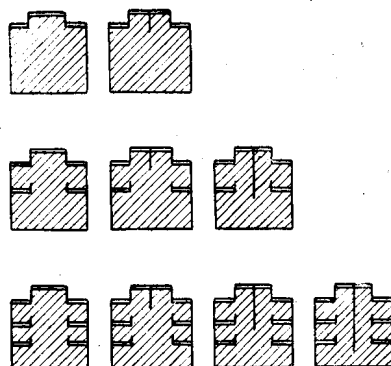
2. 为谷物运输船制订更详尽的纵倾和稳性报告书。例如,为使船长具有所有情况的完整装载资料,能算出许多个积载因数。它还能用于积载因数为常数的任何散装货的装载计算。

3. 应用于船舶的初步设计,它适宜用于交叉设计方式,具有使弯矩和剪力最小的能力,还有助于确定新船的“最佳”内部布置方案。

附录 I 移动力矩计算

用电子计算机计算货舱移动力矩的程序已经编成[5,6]。这些计算是根据政府间海事

协商组织的相应规定[2] 进行的。



注：上面几种情况可组成三层甲板船的各种可能的横剖面结构型式。

图 3 计算倾侧力矩用的基本横剖面结构型式

表 4 主要的装载型式

装载型式	装载情况		底层舱 舱口盖	止 移 板		表面固定措施
	底层舱	甲板间舱		底层舱	甲板间舱	
1	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>S</i>		无	
2	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>S</i>	无		
3	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>S</i>		有	
4	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>S</i>	有		
5	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>R</i>	无	无	
6	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>R</i>	无	有	
7	<i>E</i>	<i>PF</i>	<i>S</i>		无	无
8	<i>PF</i>	<i>E</i>	<i>S</i>		无	无
9	<i>E</i>	<i>PF</i>	<i>S</i>		有	无
10	<i>PF</i>	<i>E</i>	<i>S</i>	有		无

表中：*E* = 空舱 *S* = 固定的 *F* = 装满 *R* = 可移开的
PF = 部分装载

其它的装载型式：

1+2, 1+4, 2+3, 3+4, 7+8, 7+10, 8+9, 9+10, 1+8, 1+10,
2+9, 3+10, 7+2, 3+8, 4+7, 4+9.

本计算机程序具有用适当定位的一些横剖面计算如图3所示的各种底层——甲板间共通舱体积倾侧力矩的能力。这些计算对于表4所示的各种情况只执行一次,对每一个认为空载有空隙的货舱在几个深度处也只进行一次计算。程序的结果以打印和穿孔输出。然后,把以穿孔卡片形式输出的数据作为辅助程序的输入数据,这个辅助程序完成为得到 $HM_n = f(VS_n, STATE_n)$ 所需要的纵向积分。进而,把穿孔卡片上的这些结果输入最优化程序。

附录 I 许用倾侧力矩计算

在[8]中叙述的许用倾侧力矩计算过程已经计算机化^[7]。这个程序能按政府间海事协商组织的要求($GM \geq 0.3$ 米,规定动稳性不小于0.075米——弧度,静倾角不大于 12°)进行许用倾侧力矩 $AHM = f(VCG, D)$ 的计算。程序的结果以穿孔卡片形式输入最优化程序。

参 考 文 献

- [1] IMCO Resolution A. 184(VI)/28.10.69.
- [2] IMCO Resolution A. 264(VIII)/20.11.73.
- [3] Nielsen, S.K.: "Grain Stability Calculation by Computer DSF-31", Danish Ship Research Institute (1972).
- [4] Ganos, G.C.: "On the Optimum Loading of a Ship with Grain", Diploma Grain Thesis Dept. of N.A.M.E., N.T.U.A. (1975) (in Greek).
- [5] Psaraftis, H.N.: "Calculation of Transverse Volumetric Heeling Moment in Ships Carrying Grain Cargo in Bulk", Diploma Thesis, Dept. of N.A.M.E., N.T.V.A. (1974) (in Greek).
- [6] Dodoulas, A. H.: "Grain Loading Calculations", Diploma Thesis, Dept. of N.A.M.E., N.T.U.A. (1975) (in Greek).
- [7] Gianniotis, S.G.: "Allowable Heeling Moment Calculations", Diploma Thesis, Dept. of N.A.M.E., N.T.U.A. (1974) (in Greek).
- [8] Middleton, E.H. and Sammis, S.F.: "Rules and Regulations for Bulk Grain Cargoes", Marine Technology, January 1970.

[谭家华译 林杰人校]