

上海交通大學

八十七周年校庆学术报告会 论文摘要

船舶及海洋工程专辑



1896—1983

上海交通大学
八十七周年校庆学术报告会论文摘要
船舶及海洋工程专辑

编 辑：上海交通大学科技交流室
出 版：上海交通大学科技交流室
印 刷：江苏省武进县村前印刷厂

一九八三年四月出版
编号：82641

船舶及海洋工程专辑

目 录

干货船主要尺度的最优化计算·····	杨 樵 秦士元 胡毓达	(1)
论罚函数外点法序列直接搜索过程中损失函数的取式问题·····	秦士元	(4)
计算机辅助船舶总布置设计的尝试——多用途干货船集成系统总布置 设计子系统简介·····	仰书纲 莫翰琦等	(7)
移动式钻井平台完整稳性分析和形状稳性臂曲线计算方法及程序·····	杨宗英	(10)
中型集装箱船的计算机辅助设计方法·····	裘泳铭	(12)
吊装式全集装箱船的方形系数·····	潘伟文 张瑞麟	(15)
用广义线性模型编制多元逐步回归程序的一种方法·····	陈家鼎 谭家华	(17)
双三次参数曲面在船体线性设计中应用·····	周超骏 刘鼎元	(20)
单桨船后体横剖面 UV 度衡准·····	汪希龄 朱永峨	(23)
第四届计算机在船厂操作自动化和船舶设计中应用国际会议论文综述 ·····	汪希龄(执笔)	(25)
生成光顺船体曲面的多用途程序·····	汪希龄	(27)
船舶前体横剖面 UV 度衡准·····	朱永峨 汪希龄	(29)
船舶报价中的付款方式·····	张仁颐	(31)
风帆助航船稳性核算方法的探讨·····	张永富	(34)
双体客船整体结构静力分析·····	王美娟	(36)
轴向圆筒内对称叶剖面螺旋桨系列的模型试验研究·····	沈国鉴	(38)
特重负荷导管螺旋桨·····	沈国鉴	(40)
可潜器在吊放回收过程中动负荷的确定(水下回收)·····	黄秀章 曹智裕	(42)
球形壳的弹塑性稳定性·····	陈维连	(45)
无线电定位装置在实船试航中的应用·····	黄根余	(49)
快速双桨船的船模和实船阻力换算问题·····	黄根余	(51)
浅水对船舶操纵性影响的实船研究·····	黄根余	(53)
承压观察窗设计·····	顾云冠	(55)
深水高压试验筒的设计·····	李龙洲 裘晓星 匡宗德 李长春	(58)
船体强度概率估算方法·····	杨代盛	(60)
近海结构的疲劳分析·····	洪烈君 钱仍勣 束继兴	(64)
船舶结构设计中构件稳定性问题·····	钱仍勣	(67)
用落体试验测定 2mm 厚薄壳球艏声纳罩结构的水冲击压力及其承载能力 ·····	郑学祥 钱仍勣	(70)

计算复合型三维裂纹问题的一个有效的数值方法·····	洪烈君 张永元	(72)
纵向加强材对船体间断构件的止裂效应·····	洪烈君	(75)
对 5000 吨矿煤两用驳 5010 号折断原因的分析·····	桑国光	(78)
半潜式钻井平台结构强度的设计波算法及其程序系统《OSAS—2》·····	金德贤 李润培 韩继文 顾永宁	(79)
SAP5 程序系统在船体强度校核中的应用及与常规计算的比较·····	陈穗康 桑国光 朱湘庚 李 军 曲小洁 倪文芳	(80)
流体—结构相互作用的杂交子结构法·····	陆鑫森 R. W. 克劳夫	(82)
结构响应谱中参数估算的最小 P 乘优化·····	陆鑫森 J. K. 范迪瓦	(83)
海洋工程大体积结构的流固耦合问题·····	陆鑫森	(84)
多绳提升机主导轮的有限元分析·····	汪庠宝 王明道	(85)
用有限元法计算船体振动模态的模型的研究·····	金咸定 汪庠宝	(86)
自升式海上石油钻井平台振动模态的有限元计算和分析·····	汪庠宝 金咸定 赵玉华	(87)
海洋钻井平台管状接头的应力分析与实验研究·····	陈铁云 陈伯真 王友棋	(90)
海洋钻井平台具有加强段的 T 型管状接头的应力集中·····	陈铁云 顾宏鑫	(92)
惩罚线性规划在杆系结构极限分析中的应用·····	陈铁云 沈伟琴	(95)
矩阵更新法在平面应力问题弹—塑性有限元分析中的应用·····	陈铁云 杨文华 朱福根 吴水云	(96)
应变式三分力测力传感器的设计与制造·····	朱文蔚 谢国权	(100)
双桨海轮新船型·····	朱文蔚 王美娟	(103)
改善高速排水型艇性能的方法·····	邵世明 王云才	(104)
高速宽尾形排水量艇的阻力试验研究·····	邵世明 程 斌 王云才 窦尚信 陈良权	(106)
初始纵倾对高速艇的阻力影响·····	邵世明 王云才	(109)
尾板宽度对高速排水量艇性能的影响·····	邵世明 王云才	(111)
关于空泡水筒水速与压力的自动调节·····	倪永辉 钱晓南 袁泽文 刘淑兰	(113)
空泡水筒 75 瓩三相交流测功机组试验研究·····	倪永辉 刘淑兰	(116)
频闪观察仪·····	倪永辉 刘淑兰	(119)
自升式钻井平台翻沉模拟试验研究·····	俞湘三 冯铁城 陈良权 戴李民	(121)
圆弧形风帆空气动力性能的试验研究·····	张云彩 盛振帮	(124)
船模强迫横摇试验装置力矩发生器·····	顾海粟 张 琛 李月莲	(127)
船模水池多种波形造波机的电控系统·····	顾海粟 张 琛	(129)
船池拖车数字精密调速系统研讨·····	张 琛 顾海粟 赖福新 何德裕 李月莲	(132)
数字测量在船模耐波性试验中的应用·····	李月莲 张 琛 顾海粟	(136)
单独水翼和水翼—头体组合空泡初生试验研究·····	王本立 顾其昌 陈留祥	(138)
上海交通大学空泡水筒及其测试技术·····	顾其昌 陈留祥	(141)
关于观察镜精度的探讨·····	费乃振 王文富	(144)
迴转轨迹实时器·····	费乃振 程永萱 周德兴 王文富 朱文蔚	(148)

操纵性试验的数据处理·····	陆惠生	(150)
标准涂装工程·····	陆伟东	(153)
船舶取消首支架纵向下水新工艺及其力学分析和计算·····		
·····	陈铁云 沈伟琴 朱崇贤	(156)
开展造船生产设计的正确途径·····	叶懋聪	(159)

干货船主要尺度的最优化计算

船舶及海洋工程系 杨 樵 秦士元 应用数学系 胡毓达

本文用 SCDD 最优化算法探讨了一艘一万五千载重吨干货船的主尺度优选问题, 并和 SUMT 算法的计算结果作了比较。在此基础上, 用 SCDD 算法计算了多因素目标优选方案。

一、解数学规划问题的方法

解非线性规划

$$\min f(x)$$

使合于约束

$$h_i(x) = 0, \quad i = 1, \dots, p \quad (p < n)$$

$$g_j(x) \geq 0, \quad j = 1, \dots, m$$

令可行域

$$X = \left\{ x \mid x \in R^n, \begin{array}{l} h_i(x) = 0, \quad i = 1, \dots, p \\ g_j(x) \geq 0, \quad j = 1, \dots, m \end{array} \right\}$$

引入综合约束函数

$$S(x) = \left\{ \sum_{i=1}^p h_i^2(x) + \sum_{j=1}^m \left[\frac{g_j(x) - |g_j(x)|}{2} \right]^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

因此当所有的约束得到满足时有 $S(x) = 0$ 。

设有单调减且极限是零的正数序列

$$S_0 > S_1 > \dots > S_k > S_{k+1} > \dots \rightarrow 0$$

任取初始点 x^0 , 以预定步长 t_0 对目标函数 $f(x)$ 进行下降迭代, 对于每一个 $x \notin X$ 的点(设在第 k 步)当

$$S(x) > S_k$$

时都要对 $S(x)$ 进行下降迭代, 直至 $S(x) \leq S_k$, 即在当满足了约束条件时再继续对 $f(x)$ 进行下降迭代。对于多维寻优用的是最速下降法。在反复迭代过程中, 步长和控制约束集量的序列 S_k 以预定的比例不断下降, 直至 $\left| \frac{f(x^{k+1}) - f(x^k)}{f(x^k)} \right| \leq \epsilon_1$ 且 $S_k \leq \epsilon_2$ 时输出点即为近似最优。

二、设计变量、约束和目标函数

对一艘给定任务和技术要求的干货船进行主尺度优选探讨。船的载重量为 15000 吨, 货

舱容积要求 20800 米³，柴油机功率 7200 马力，续航力 21151 浬。计算时取 $\frac{L}{B}$ 、 C_B 和 T 为

设计变量，约束条件如下：

$$L \leq 150 \text{ 米}$$

$$6.2 \leq \frac{L}{B} \leq 7.2$$

$$0.68 \leq C_B \leq 0.76$$

$$\frac{L}{D} \leq 14$$

$$GM \geq 1 \text{ 米}$$

$$\tau > 13 \text{ 秒}$$

$$\tau_B \geq 7 \text{ 秒}$$

$$T \leq 9.5 \text{ 米}$$

目标函数 f 是下列四种因素的任意选择：

- 1) 试验速率 V_T 最高；
- 2) 年货运量 FRT 最大；
- 3) 投资回收年限 CRY $\left(\frac{\text{船价}}{\text{利润}}\right)$ 最小；
- 4) 每吨货物运输成本 CPT $\left(\frac{\text{年总支出}}{\text{年货运量}}\right)$ 最低。

还计算了多因素目标决策方案，目标函数为

$$f' = W_1 \times \frac{V_{T_{max}}}{V_T\left(\frac{L}{B}, C_B, T\right)} + W_2 \times \frac{CRY\left(\frac{L}{B}, C_B, T\right)}{CRY_{min}} \\ + W_3 \times \frac{FRT_{max}}{FRT\left(\frac{L}{B}, C_B, T\right)} + W_4 \times \frac{CPT\left(\frac{L}{B}, C_B, T\right)}{CPT_{min}}$$

其中加权因子 $W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 1$ 。

三、计算结果分析

表一和表二是二组方案的计算结果。第一组是固定 $T = 9$ 米的计算方案，第二组是限制 $T \leq 9.5$ 米对不同加权因子的计算结果。每个方案的计算精度都取为 10^{-4} 。

表 1 方案组①

最优化计算方法	SCDD法					SUMT法			
计 算 方 案	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
长度L(米)	150:00	150:00	144:76	149:36	148:38	149:99	150:07	141:30	147:26
宽度B(米)	21:60	21:20	20:81	20:72	20:72	21:54	21:02	21:37	20:75
吃水T(米)	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00	9:00
型深D(米)	12:43	12:45	12:43	12:41	12:41	12:43	12:36	12:51	12:41
方形系数 C_B	0:690	0:702	0:730	0:720	0:720	0:692	0:705	0:735	0:723
排水量W(吨)	20623	20594	20287	20418	20420	20624	20516	20474	20380
初稳性高GM(米)	1:04	1:02	1:00	1:00	1:00	1:04	1:17	1:15	1:03
横摇周期 τ (秒)	13:04	13:90	14:96	14:91	14:91	13:15	13:09	14:13	14:90
试航速率 V_T (节)	15:16	15:15	14:89	15:05	15:05	15:16	15:15	14:71	15:00
年货运量FRT(吨)	60326	60345	59803	60173	60176	60331	60364	59384	60066
投资回收年限CRY(年)	13:03	12:82	12:37	12:47	12:49	13:00	12:67	12:35	12:44
每吨货物运输成本CPT(元)	32:33	82:16	81:94	81:93	81:93	82:30	82:03	82:03	81:93

注：有框的数字为目标函数值。

表 2 方案组②

计 算 方 案	X	XI	XII	XIII
长度L(米)	143:91	149:99	135:15	143:20
宽度B(米)	21:19	21:13	21:49	21:25
吃水T(米)	9:47	9:33	9:50	9:49
型深D(米)	12:90	12:84	12:98	12:92
方形系数 C_B	0:687	0:680	0:710	0:687
排水量W(吨)	20335	20610	20079	20335
初稳性高GM(米)	1:00	1:00	1:01	1:00
横摇周期 τ (秒)	15:34	15:28	15:46	15:37
试航速率 V_T (节)	15:14	15:27	14:80	15:12
年货运量FRT(吨)	60303	60587	59559	60260
投资回收年限CRY(年)	12:22	12:71	11:89	12:20
每吨货物运输成本CPT(元)	81:68	82:01	81:60	81:68
加 重 因 子 的 值	$W_1 = W_2 = W_3 = W_4 = 0.25$	$W_1 = W_3 = 0.5$ $W_2 = W_4 = 0$	$W_1 = W_3 = 0$ $W_2 = W_4 = 0.5$	$W_1 = W_3 = 0.2$ $W_2 = W_4 = 0.3$

计算结果表明，SCDD 算法与 SUMT 算法在解这类问题时具有类同的精确性，加权因子的加权程度对于优值结果具有非常敏感的影响。由于 SCDD 算法的计算机程序结构简单，比较直观，因此便于为工程技术人员掌握使用。

(全文在《中国造船》1981 年第一期发表)

论罚函数外点法序列直接搜索过程中 损失函数的取式问题

船舶及海洋工程系 秦士元

对于下述非线性规划问题:

$$\min_{x \in R^n} f(x)$$

受约束于

$$\begin{aligned} h_i(x) &= 0 \quad i = 1, 2, \dots, p \quad p < n \\ g_j(x) &\geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (1)$$

用罚函数外点法将原约束函数 $f(x)$ 的求极值问题转化为增广的目标函数 $p(x, r_K)$ 的无约束求极值问题如下:

$$\min_{x \in R^n} p(x, r_K) = f(x) + r_K \left\{ \sum_{j=1}^m |\min[g_j(x), 0]|^\alpha + \sum_{i=1}^p |h_i(x)|^\beta \right\} \quad (2)$$

如取 $\beta = \alpha$ 並將每个等式约束函数 $h_i(x)$ 分解成二个不等式约束函数, 则(2)式等价于

$$\min_{x \in R^n} p(x, r_K) = f(x) + r_K \sum_{j=1}^{m+q} |\min[g_j(x), 0]|^\alpha \quad (3)$$

式中 $q = 2p$ 根据密执安大学的经验, 如罚因子 r_K 取值等于 1024, α 取为 1 则用直接搜索法(例如 Nelder 和 Mead 的单纯形法或 Hooke 和 Jeeves 的模矢法)来解问题可取得较好的计算结果。但通过下面的数例分析和计算结果指出, 取 $\alpha = 2$ 后由于 $p(x, r_K)$ 在约束边界处可微, 因此在序列搜索中可避免直接法那种陷入深谷不能自拔的危险。

算例 1:

$$\min f(x) = (x_1 - 2)^2 - (x_2 - 1)^2$$

受约束于

$$h_1(x) = x_1 - 2x_2 + 1 = 0$$

$$g_1(x) = -\frac{x_1^2}{4} - x_2^2 + 1 \geq 0$$

(绘成图解形式如图 1 所示, 计算结果如下表。)

	x^*	f^*	备注
精确解	$[0.823, 0.911]^T$	1.393	
EPT/模矢搜索 ($\alpha = 1$)	$[0.600, 0.800]^T$	2.000	失 败
EPT/模矢搜索 ($\alpha = 2$)	$[0.824, 0.811]^T$	1.392	成 功

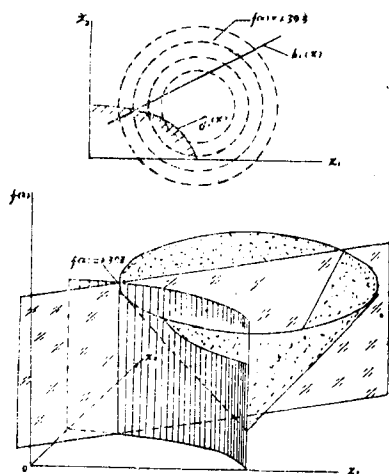


图 1

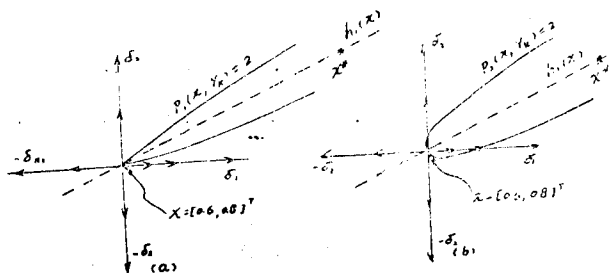


图 2

当对(3)式取 $\alpha = 1$ ，用Hooke和Jeeves的模矢搜索法解上题时，在进行若干次模矢搜索以后目标函数的响应面(放大)将如图 2 (a)所示，而取 $\alpha = 2$ 的响应面则如图 2 (b)所示。这时当局部探索无效而一再缩短步长，对于 2 (b)的情况由于在边界处曲线连续且可微，当步长减缩至足够小时搜索点进入响应曲线里面，目标函数有所改善，搜索继续前进，直至终点。

对于其它几个维数较高的算例试算结果也表明如将损失函数改成二次型式则计算效果也有显著提高。

算例 2：

$$\min f(x) = x_1^2 + x_2^2 + 2x_3^2 + x_4^2 - 5x_1 - 21x_3 + 7x_4 + 50$$

受约束于

$$g_1(x) = -x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 - x_4^2 - x_1 - x_2 - x_3 - x_4 + 8 \geq 0$$

$$g_2(x) = -x_1^2 - 2x_2^2 - x_3^2 - 2x_4^2 + x_1 + x_4 + 10 \geq 0$$

$$g_3(x) = -2x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 - 2x_4^2 + x_1 + x_2 + x_4 + 5 \geq 0$$

输入初值： $x_0 = [1, 1, 1, 1]^T$ ， $\delta_i = 0.4$ ， $\varepsilon_i = 10^{-5}$

计算结果：

	x^*	f^*	备 注
精确解	$[0, 1, 2, -1]^T$	6	
EPT/模矢搜索 ($\alpha = 1$)	$[1.000, 1.408, 1.000, 0.574]^T$	26.296	失 败
EPT/模矢搜索 ($\alpha = 2$)	$[0.005, 1.005, 1.994, -1.005]^T$	5.999	成 功

算例 3：

$$\min f(x) = (x_1 - x_4)^2 + (x_2 - x_5)^2 + (x_3 - x_6)^2$$

受约束于

$$g_1(x) = 5 - x_1^2 - x_2^2 - x_3^2 \geq 0$$

$$g_2(x) = 1 - (x_4 - 3)^2 - x_5^2 \geq 0$$

$$g_3(x) = 8 - x_6 \geq 0$$

$$g_4(x) = x_6 - 4 \geq 0$$

输入初值: $x_0 = [1, 1, 1, 3, 0, 5]^T$, $\delta_i = 0.2$, $\varepsilon_i = 10^{-5}$

计算结果:

	x^*	f^*	备 注
精确解	$[1, 0, 2, 2, 0, 4]^T$	5	
EPT/模矢搜索 ($\alpha = 1$)	$[1:654, 0:400, 1:450, 2:083, 0:400, 4:000]^T$	6:685	失 败
EPT/模矢搜索 ($\alpha = 2$)	$[1:005, 0:000, 1:998, 1:990, 0:000, 3:998]^T$	4.996	成 功

最后还对一个干货船主尺度优选的设计实例进行了计算, 结果表明对原函数的调用次数虽比 $\alpha = 1$ 的方法要多, 但比 SUMT 等解析法有显著减少, 因此说明了修改后的算法与计算机程序对解题具有搜索效果好、计算效率高的优点。

计 算 方 法	EPT/模矢搜索 ($\alpha = 1$)	EPT/模矢搜索 ($\alpha = 2$)	SUMT	SCDD
输 入 初 值	$\left(\frac{L}{B}\right)_0 = 6.9$	$(C_B)_0 = 0:71$	$T = 9$ 米	$\varepsilon_i = 10^{-4}$
L 米	145.17	140.87	141.30	144.76
B 米	20.80	20.91	21.37	20.81
T 米	9.00	9.00	9.00	9.00
H 米	12.42	12.45	12.51	12.43
C_B	0:729	0:742	0:735	0:730
D 吨	20300	20100	20414	20287
GM 米	1.00	0.9998	1.15	1.00
τ 秒	14.95	15.01	14.13	14.96
τ_B 秒	8.13	7.93	7.78	8.11
V_T 节	14.91	14.69	14.71	14.89
FRT 吨	59800	59300	59384	59803
CRY 年	12:38*	12:31*	12:35*	12:37*
CPT 元	81.91	82.00	82.03	81.94
$f(x)$ 估算次数	69	179	425	247

* 目标函数值

(全文在《上海交通大学学报》1981年第二期发表)

计算机辅助船舶总布置设计的尝试— 多用途干货船集成系统总布置设计子系统简介

船舶及海洋工程系 仰书纲 611所 莫翰琦等

总布置设计是船舶设计中极为重要的一个环节。由于船的使用范围、工作性质、用户要求,制造厂商的情况不同,来自各方面的要求也不相同,设计的重点也不同。因此尽管总布置设计自动化早被人们重视却一直没有把它列入设计集成系统。多用途干货船辅助设计集成系统首次将总布置设计编入系统总框图,经两年多努力该子系统已初具规模,局部投入正式使用。

一、计算机辅助总布置设计的基本思想及出发点

设计者进行总布置设计主要凭籍三个手段,第一遵照一些基本设计原则,包括公约,规范。第二参照母型船资料,包括吸收用户、船厂、兄弟设计单位的意见。第三发挥设计者的才能包括以往设计中的经验教训。但这些在设计自动化研究时只给出了原则性的框框,没有给出具体问题的数值计算方法。因此和其它课题不同,辅助总布置设计首先要研究其数学模型。从计算特点分析,总布置设计可大致分成四个部分:主体部分的舱室划分(几何模式);重量计算(统计);船舶装载状态计算及纵倾调整(物理规划);舱室布置(规划问题)。

本子系统已完成了四个模块:舱室划分,舱容计算,纵倾调整及舱室再划分,总布置草图绘制;重量计算及舱室布置另作课题研究。考虑到这些模块的特点,建立时主要有三个出发点:

1. 合理自动化。充分发挥人机两个积极性,计算机完成大量运算,判断,数据校验,绘制图表等。问题的选择,判断,抉择将由设计者完成。人工干预信息采用输入信息及随机信息两种,既做到人工随时可以干预又能使人机交互达到较少的效果。

2. 数据文件化。为了与其它子系统啮接,保证本子系统中各模块的正常运行,所有I/O数据全部文件化。

3. 模型数学化。深入研究每一环节的内在机理,尽可能不绝对模拟手工设计方法,开拓新的计算方法。

二、总布置设计中的数据模式

子系统中采用了多种文件记录形式来完成数据传输。且普遍以舱室编号作为第一关键字,其形式为一个四位十进制整数:

$$x_1 x_2 x_3 x_4$$

其中 x_1 为舱室分类号; x_2 为辅助分类号; x_3, x_4 为舱室序号。图一中显示了这种编码在纵中剖面上的舱室定义。

其它记录总把舱室编号放在记录之首, 例如用来定义舱室在船体中地位坐标的舱室限位记录形式的

舱 号	特 征 码	限 位 尺 寸
-----	-------	---------

只要已知舱室编号, 通过检索立即可以得知该舱室的限位尺寸。其中特征码表示限位尺寸的表现方式。又例如舱室容量记录其形式为

舱 号	货物类别	限位尺寸	仓 容	仓室形心坐标	比 重
-----	------	------	-----	--------	-----

从舱号可了解到舱室型容积, 货物品种及重心位置等要素。

三、舱室划分及舱容计算:

本子系统以极简单的限位记录给舱室的划分带来了方便。而且研制了一套舱室自动划分及舱容自动计算方法。把船舶横剖面划分成八个子区域(图二)。

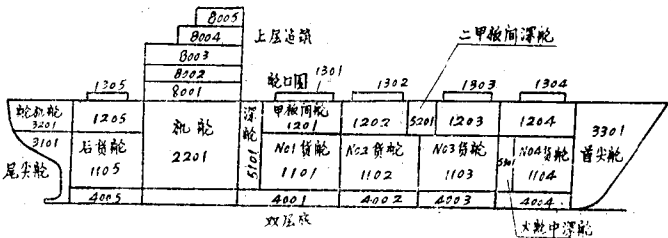


图 1 舱室编号示例

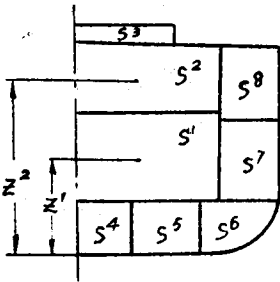


图 2 横剖面上八个区域

对每个区域沿船长方向建立三个积分函数:

$$\left\{ \begin{aligned} f_1^i(x) &= \int_0^x s^i(t) dt \\ f_2^i(x) &= \int_0^x s^i(t) z_c^i(t) dt \\ f_3^i(x) &= \int_0^x t s^i(t) dt \end{aligned} \right. \quad i = 1, 2, \dots, 8$$

其中 $s^i(x)$ 为区域面积函数; $z_c^i(x)$ 为区域形心纵坐标函数; 利用这八组曲线的组合可以灵活地求取舱容, 舱室形心,

$$\left\{ \begin{array}{l} V_i = \sum_{i=1}^8 [f_1'(x_2) - f_1'(x_1)] \delta_i \\ M_{xj} = \sum_{i=1}^8 [f_2'(x_2) - f_2'(x_1)] \delta_i \\ M_{xj} = \sum_{i=1}^8 [f_3'(x_2) - f_3'(x_1)] \delta_i \end{array} \right.$$

其中 $\delta_i = \begin{cases} 1 & \text{需要并入的区域} \\ 0 & \text{不需并入的区域} \end{cases}$

同样, 利用这八组曲线还可以就需要进行舱室划分。

四、装载状态计算及纵倾调整

经过对船舶装载状态的分析, 子系统摒弃了手工计算的思路, 选择满载匀质货到港作为第一计算状态, 然后利用正交分析的方法计算出全船油水舱及压载水舱的布置位置, 以及油水, 压载水在双层底, 深舱, 翼舱中的分配数量,

$X_{FW} \in [X_{FW}^-, X_{FW}^+]$ 油水舱纵向位置

$X_{BW} \in [X_{BW}^-, X_{BW}^+]$ 压载舱纵向位置

$V_{FWK} \leq \{V_{FWK}\}_{limt}$ 双底中油水限制

给出了舱室划分的指导性数据, 若舱室划分满足这些要求, 船舶在满载匀质货进出港, 压载进出港, 满载集装箱进出港六种状态都能保证良好的浮态和稳性, 反之则至少有一种状态不满足要求。这样使纵倾调整工作大大简化, 也给舱室划分带来了不少方便。

当船舶纵倾调整结束后, 子系统还将完成上述六种状态及任意种自选状态的装载状态计算, 并打出计算表格供用户查用, 子系统根据设计者意图对于纵倾调整不了的舱室划分可以重行对油水, 压载及深舱进行划分。

子系统在完成上述各项工作后可以绘制出一张按设计者需要的比例的总布置草图, 供进一步设计用。

本子系统在国产 DJS-8 型电子计算机上实现, 它加入多用途干货船设计集成系统后, 除了完成总布置设计中一应内容外, 还给船舶结构设计提供了舱室布置文件以及重量分布曲线文件。

因为受到硬件的限制本子系统尚未对舱室布置进行研究及实施, 而其余部分经实船计算已达到预定目标。

(全文在 82 年中国造船工程学会计算机应用学术委员会年会上宣读)

移动式钻井平台完整稳性分析和形状 稳性臂曲线计算方法和程序

船舶及海洋工程系 杨宗英

文章扼要阐述了钻井平台和普通船型稳性分析的主要差别：自升式平台的横剖面一般为矩形，艏部有圆角，此船的线型简单得多。半潜式平台是由规则形状的截头棱柱(锥)体装配而成的。其水下部分是不连续的规则几何体，它们都可以分为几个部分来计算，水下排水体积 $V = \sum v_i$ 。和扶正力臂 $KN = \frac{\sum v_i \times a_i}{\sum v_i}$ 。 v_i 为各部分体积， a_i 为体积形心到通过假定重心之轴的距离；由于平台长度和宽度之比接近于1.0。它比船复杂一些，必须找出哪个方向的稳性最差。一般多边形甲板的平台必须在 X 轴的 0° 至 180° 的范围内进行分析，而矩形甲板的平台往往仅分析横向、纵向和对角线方向，几个方向的形状稳性臂和风倾力臂曲线下的面积进行比较，找出比值最小的方向；计算风倾力臂曲线与船也有不少差别。文章提出平台完整稳性分析原理与船是相同的，但其计算方法与船有差别。所以作者提出完整稳性计算的内容和步骤。

本文以半潜式平台和自升式平台作为主要研究对象。重点分析了双下浮体型(横剖面为矩形)和沉箱型的半潜式平台以及多边形甲板的自升式平台形状稳性臂曲线计算的数学模型。半潜式平台对应上述三个方向计算形状稳性臂曲线。计算的基本思想是把平台分为下浮体、立柱过渡段、立柱和甲板室几个部分，分别计算它们各种倾斜水线面面积和面矩，再计算对应倾斜水线下排水体积和体积矩，进而算出对应的形状稳性臂曲线。“横向”和“纵向”计算较简单。“对角线方向”计算较复杂，作者将计算“对角线方向”问题，分解为计算“纵向”问题再搞一次横向倾斜修正。从而得出与对角线方向倾斜等值的各种倾斜水线面下排水体积和体积矩，并相应算出形状稳性臂。需要计入上层建筑的大倾角稳性，则加入甲板室修正一项，否则不加。上述计算我们先假定两个下浮体是一个长方形，计算出体积和体积矩后再对艏部有圆角及首尾端形状进行修正。文中还介绍了编制程序的基本思想及粗框图，且对源程序应用做了简要说明。该程序输入数据较少，只要输入半潜式平台 33 个主要要素，就很快可以算出三种方向的结果。使用时较简单。它适用于每个下浮体上有二~五根立柱的半潜式平台。

关于沉箱型半潜式平台和多边形甲板的自升式平台每隔 15° 计算一组形状稳性臂曲线(在 0° 至 180° 范围内)，计算工作量相当大，非采用计算机不可。自升式平台计算时基本思想是：按已知给出的多边形甲板各顶点坐标，建立甲板边线的线性方程。利用线性方程和对应倾斜水线与甲板的交点得出积分上下限，利用积分求出倾斜水线面的面积与面积矩。为了求各个方向的水线面面积和面矩必须利用数学上的线性方程坐标旋转，顶点坐标的排队，插值以及数学上的寻查方法。各倾斜水线的水线面积、面矩求得后、沿吃水方向积分可算出各水线下体积和体积形心。再扣除平台上的空缺部分(如桩脚，井架的开口等)的体积和体积矩，

最后根据力矩原理求出排水体积和形状稳定力臂的关系—形状稳性臂曲线。沉箱型半潜式平台用重积分，计算对应倾斜水线下排水体积和体积矩，进而算出对应的形状稳性臂曲线。

三种类型平台形状稳性臂曲线计算，建立了一个 MDUSCC 的计算程序系统。

为了考核 MDUSCC 程序系统，核算了我国自行设计的半潜式平台和 SEDCO-135 H 型平台，并与手工计算做了比较。

下浮体型半潜式钻井平台计算横向、纵向和对角线方向的形状稳性臂曲线，编译加计算所用计算机(DJS—108)时间 21 分钟。数据准备仅需 1 至 2 小时。沉箱型半潜式钻井平台计算，在 x 轴的 0° 至 180° 范围内，每隔 15° 计算一组形状稳性臂曲线，共 13 组，编译和计算共需 12 分钟。而这些计算若由一个人担任往往需要几个月的时间。

计算实例表明，它与我国自行设计半潜式平台手工计算的形状稳性臂曲线较吻合。特别是平台倾斜在 30° 以内(半潜的各种工况，一般计入静稳性的有效部分)计算机算的点子与手算曲线几乎重合。倾角大于 30° ，则误差约 $1 \sim 5\%$ ，这是因为我们计算中没设计入斜撑和水平撑等的影响，这说明 MDUSCC 系统应进一步完善。计算 SEDCO-135 H 型的点子和手算完全重合。由于 MDUSCC 程序系统能节省人们冗长的计算时间，它将给平台的初步方案设计提供更多的方便。

(全文在《上海交通大学学报》1981 年第二期发表)

中型集装箱船的计算机辅助设计方法

船舶及海洋工程系 裘泳铭

在过去的十多年来,把电子计算机应用在船舶初步设计中已取得了显著的成效。本文是针对装箱数为800-1500 TEU的中型集装箱船提出了一个设计方法和若干个回归公式,编制了电子计算机程序。它可以应用在初步设计阶段计算满足业主要求的若干个主要尺度方案以及它们的主要技术经济指标,设计者可以在这些方案中选择一、二个方案作为进一步设计的基础。这个计算机程序也可以用来分析在某个航线上航速和装载量对经济指标的影响,帮助设计者选择最经济的航速和集装箱装载量。

业主对新设计的集装箱船的要求通常是:集装箱的装载量(以 TEU 计),航速,续航力和港口、航道对主尺度的限制。

在计算船的主要尺度时,要考虑集装箱在仓内的不同排列方式。对中型集装箱船来说,仓内的集装箱有7列宽5层或6层高,8列宽6层或7层高,9列宽6层或7层高,10列宽7层高等等。集装箱的不同排列方式对应了不同的船宽和型深的组合。船宽主要根据集装箱在仓内的列数计算,型深主要根据集装箱的层数计算。船长是首尾尖仓长度、机仓长度和集装箱仓长之和。首尾尖仓长度可作为程序的输入数据。机仓长度根据实船资料的统计分析,它与主机的最大持续功率 MCR 有如下近似关系:

$$L_M = 13.5578 + 1.03247 \times \frac{MCR}{1000} - 0.012 \left(\frac{MCR}{1000} \right)^2$$

上式可作为机仓长度的初估,在程序中也可作为输入数据。集装箱仓的长度根据箱子的行数而定,在程序中对每种船宽和型深的组合取三种集装箱的行数。

根据若干条中型集装箱船的统计,方形系数在一个范围内变化。其平均值由下列表示:

$$C_B = 1.042 - 0.5 \frac{V_s}{\sqrt{L_{ff}}}$$

式中 L_{ff} 是以英尺计的船长, V_s 是以节计的航速。

方形系数大致在这个平均值 ± 0.03 的范围内。

吃水可由浮性方程式算得。

主尺度初定以后要进行集装箱装载量、空船重量、初稳性和干舷的校核以及所需主机功率和经济指标的计算。

仓内集装箱的装载量不仅与集装箱在仓内的列数、层数有关,也与方形系数和纵向行数有关。为了探索这个关系,作者用一个优秀的集装箱船“Atlantic Crown”的型线作为母型,利用母型船变换的程序,变化方形系数和船长,得到一系列型线,然后在这些型线内进行排箱计算。对应于不同的集装箱列数和层数组合得到了装箱数与方形系数和集装箱纵向行数的关系,得到了一系列图表和公式。甲板上的集装箱数目根据甲板上装载的层数计算。