

高等学校教材

船舶原理

蒋维清 等编著



人民交通出版社

高等学校教材

船舶原理

Chuanbo Yuanli

(海洋船舶驾驶专业用)

蒋维清 等编著

人民交通出版社

(京)新登字 091 号

高等学校教材

船舶原理

(海洋船舶驾驶专业用)

蒋维清 等编著

插图设计:秦淑珍 正文设计:乔文平 责任校对:高琳

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

香河县印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:21.125 字数:554 千

1992 年 10 月 第 1 版

1992 年 10 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—10450 册 定价:6.00 元

ISBN 7-114-01371-X

U·00906

内 容 提 要

本教材包括船舶原理和船体强度两部分,共分为十一章,即:船体的形状;船体的近似计算;浮性;稳性;吃水差;抗沉性;船体强度;阻力;推力;摇荡性;操纵性。

本教材是根据海洋船舶驾驶专业《船舶原理》教学大纲而编写,计划课内学时为96。教材根据未来驾驶员工作的需要,从基本原理、基本知识、估算方法、试验研究、船舶性能的衡准以及营运船舶与设计计算状态之间的差异等六个方面作了论述。

本教材1986年版本是在1979年第一版的基础上,经六年来的教学实践加以修订,其中船体强度、推力和操纵性三章作了较大补充,各章编入了习题及部分思考题,给出了习题答案,书末列出了参考文献。1991年又对全书重新作了修订。

本教材也可作为海船和河船驾驶员的参考书。

DV57/31

前 言

随着科学技术的不断发展,近几十年来对船舶驾驶员科技理论素养的要求也越来越高。就船舶性能的衡准而言,已先后有载重线、稳性、抗沉性、压载航行最小吃水和船体总强度等有关规范和国际公约强制性或推荐性的要求。不仅在船舶设计建造过程中必须满足这些衡准,而且越来越明确地在船舶营运过程中要求驾驶员从定量方面考察各项衡准,并保证船舶在航行过程中的安全。

随着船舶的大型化、高速化和航道上船舶的密集化,船舶操纵性能的好坏已涉及到船舶的安全问题。因而,近年来船舶操纵性衡准已被提到国际海事组织(International Maritime Organization—IMO)的议事日程上来。

长期以来,船长操纵船舶主要依赖自身经验的积累,虽然也有一些在经验基础上提炼出来的数量概念,但由于缺乏必要的理论分析和试验研究,因而对于千差万别的实际情况往往认识模糊。1964年人民交通出版社出版了《黄浦江船舶操纵》一书,作者吴灏是有几十年操船经验的著名船长,他引用船舶流体力学的基本原理和实验资料,提出了在风流作用下船舶于黄浦江靠离码头、系浮筒、锚泊、掉头和过弯道的分析和估算方法。开创了驾驶员用定量分析方法来综合考察船舶操纵问题的先例。他的著作是丰富的实船经验和船舶原理巧妙结合的范例。1977年日本成山堂出版了VLCC研究会著《超大型船操纵要点》一书(1982年人民交通出版社,周沂译),1978年日本海文堂出版了岩井 聪著《新订操船论》一书(1984年人民交通出版社,周沂 王立真译)。以上两书是航海界船舶操纵方面的经典著作,它是在船艺的基础上,集成了日本航海界船舶操纵学者几十年来对营运船舶的研究成果。他们把造船界对船舶动力学研究的理论和实验成果引进航海界,进而结合营运过程中船舶操纵的各种问题作了试验探索,从单纯凭经验操船的落后状态解脱出来,在很大程度上解决了:用定量分析方法来考察船舶操纵问题——着重说明单个船体、螺旋桨、舵、锚、缆、风、流和拖船的定量计算方法;建立了营运船舶一系列船舶操纵的衡准。

以上情况表明,象以往仅给予未来驾驶员一些船舶原理的基本知识已经远远不能适应时代发展的需要。为此,本教材从基本原理、基本知识、估算方法、试验研究、衡准以及营运船舶与设计计算状态之间的差异等六个方面加以论述。对与后续课程《船舶货运》和《船艺》的分工方面,在船舶原理教学中主要阐明单个的性能,为培养综合分析问题的能力打好基础。

本书包括船舶原理和船体强度两部分。船舶原理是研究船舶平衡和运动规律的一门科学,其理论基础是理论力学和流体力学。船舶原理是流体力学的一个分支,因此也称为船舶流体力学。在船舶原理中介绍船舶的浮性、稳性、抗沉性、快速性、摇荡性和操纵性。

浮性——船舶在各种载重情况下,保持一定浮态的性能。浮态:船舶在静水中的平衡状态,主要指船的吃水、纵倾角和横倾角。本书将浮性分为正浮条件下的浮性和纵倾条件下的浮性,并简称为浮性和吃水差。

稳性——船舶受外力作用离开其初始平衡位置而倾斜,当外力消除后能自行恢复到初始平衡位置的能力。

抗沉性——船舱进水后船舶仍能保持一定浮态和稳性的性能。

快速性——表征船舶在水中沿前进方向直线航行速度的性能。它包括船舶阻力和推进器推力两个组成部分。

摇荡性——船舶作周期性的摇摆和偏荡运动的性能。本书介绍横摇、纵摇和垂荡。横摇(Rolling):船舶绕 x 轴(图10-1)所作周期性的角位移运动。纵摇(Pitching):船舶绕 y 轴所作周期性的角位移运动。垂荡(Heaving):船舶沿 z 轴所作周期性的上下升沉运动。横摇、纵摇和垂荡运动具有共同的基本规律。由于横摇运动直接影响船舶安全,为此本书以横摇为例,介绍横摇运动的规律,并给出纵摇和垂荡的周期估算公式。

操纵性——船舶能保持或改变航速、航向和位置的性能。本书介绍回转性、Z形操纵和冲程,以及螺旋桨、舵、风和流单独作用于船舶时的力。回转性(Turning Quality):船舶应舵绕瞬时回转中心作圆弧运动的性能。Z形操纵试验(Zig-zag maneuver test):操舵后,在船首向改变量达到舵角等值时换操反舵以确定船舶操纵性响应特征的试验。停船冲程(Headreach):停车或倒车后,船舶沿原航向惯性前移的最大距离。

船体强度是研究船体结构抵抗内外作用力的能力的一门科学,其理论基础是材料力学和结构力学。本书简要介绍计算船体总纵强度的基本概念,以及用估算法计算和控制总纵弯矩。

本教材1979年第一版版本,第七章由韩寿家同志编写,第八章由吴文栖同志编写,其余各章由蒋维清编写,最后由蒋维清统稿。在编写过程中,得到上海海运局吴灏船长、上海海运学院刘百庸教授,俞颖生船长、吴长仲副教授等,大连海运学院陈桂卿、王逢辰、胡玉琦副教授等的热情支持,并对本书初稿提出许多宝贵意见,特此致谢。

这次修订本,由蒋维清对全书作了修订,并对船体强度、推力和操纵性三章作了较大的补充,各章编入了习题及部分思考题,给出了习题答案,书末列出了参考文献。习题答案全部由肖仙敏演算,在此致以谢意。思考题摘自吴文栖所编驾驶专业《船舶原理》函授自学指导书。1979年版本发行后,收到一些同志的指正意见,也一并表示衷心的感谢。

编 者

1984年12月

再版附言

这次修订再版的中心意图,旨在 1986 年版本基础上,进一步根据驾驶员的特点理清思路。以船体总纵强度为例:学习和掌握详算法,意在读懂船厂或设计单位提供的“总纵强度计算书”,以便于判别营运和设计状态的差异;学习和掌握估算法,意在利用驾驶员熟知的吃水差计算数据作出定量估算,以利于在营运过程中控制总纵弯曲强度。

具体内容增补如下:

第四章增补了“处理少量重物装卸问题的基本思路”;

第六章增补了“1960 年 SOLAS 分舱规则的等效规则—海大 265(VII)决议”的简介;

第八章增补了“营运载态和浮态对快速性的影响”;

第十一章增补了“螺旋桨沉深横向力的机理及表达式”。

在这本再版教材出版时,适逢主编者从事驾驶专业船舶原理教学四十年。应该特别提到的是这些年来航海系的师生和航海界的先辈与同事们对编者的启迪、支持和帮助。谨此,对他们表示深切的谢意。

编 者

1991 年 8 月 28 日于大连海运学院

目 录

第一章 船体的形状	1
第一节 型线图.....	1
第二节 主尺度.....	3
第三节 主尺度比.....	4
第四节 船体系数.....	5
习题一.....	6
第二章 船体计算的近似积分法	8
第一节 船体计算的惯用坐标系.....	8
第二节 船体计算的近似积分法.....	8
习题二.....	12
第三章 浮性	14
第一节 浮体的平衡条件及浮态.....	14
第二节 船舶重量.....	16
第三节 船舶重心.....	17
第四节 船舶排水量.....	21
第五节 船舶浮心.....	28
第六节 邦戎曲线图.....	36
第七节 费尔索夫图谱.....	37
第八节 每厘米吃水吨数.....	38
第九节 漂心纵向坐标.....	40
第十节 舷外水密度改变对吃水的影响.....	41
第十一节 储备浮力.....	44
习题三.....	45
第四章 稳性	49
第一节 概述.....	49
第二节 初稳性方程式.....	51
第三节 稳心半径.....	54
第四节 初稳性方程式的应用——船内问题.....	60
第五节 初稳性方程式的应用——装卸问题.....	73
第六节 静稳性图.....	81
第七节 静平衡和动平衡.....	98
第八节 动稳性图.....	101
第九节 横倾力矩.....	102
第十节 海船稳性规范.....	108
习题四.....	119
第五章 吃水差	124
第一节 纵稳性方程式.....	125

第二节	纵稳心半径及其计算	125
第三节	纵稳性方程式的应用	127
第四节	拱垂情况下的排水量	140
第五节	静水力曲线图	142
习题五		143
第六章	抗沉性	145
第一节	抗沉性规范简介	145
第二节	船舶进水后的浮性和稳性计算	146
第三节	海洋客船的分舱和破舱稳性	153
习题六		157
第七章	船体强度	158
第一节	概述	158
第二节	总纵强度衡准	159
第三节	用详算法求总纵弯矩和剪力	159
第四节	用详算法求计算弯应力	168
第五节	用详算法衡准总纵弯曲强度	170
第六节	腐蚀对剖面模数的影响	171
第七节	许用弯应力	173
第八节	用详算法求计算剪应力	175
第九节	用详算法衡准总纵剪切强度	175
第十节	用估算法求船中弯矩	176
第十一节	用估算法衡准总纵弯曲强度	179
第十二节	用估算法控制船中弯矩	181
第十三节	最大剪力估算式	187
第十四节	局部强度	188
习题七		191
第八章	阻力	193
第一节	概述	193
第二节	基本阻力的机理和影响因素	196
第三节	相似定律	199
第四节	基本阻力的估算	204
第五节	基本阻力的百分数	208
第六节	营运载态和浮态对快速性的影响	211
第七节	附加阻力	214
第八节	浅水对吃水的影响	223
第九节	船吸现象	226
习题八		228
第九章	推力	230
第一节	螺旋桨的形状和结构	230
第二节	机翼的升力和阻力	232

第三节	螺旋桨的推力特性·····	234
第四节	船体和螺旋桨的相互影响·····	239
第五节	利用螺旋桨转速估算船速·····	242
第六节	螺旋桨水动力特性图谱·····	244
第七节	螺旋桨的空泡检验·····	247
第八节	螺旋桨的强度检验·····	250
第九节	沉深对推力和转矩的影响·····	251
习题九	·····	253
第十章	摇荡性 ·····	255
第一节	船舶的运动·····	255
第二节	静水无阻横摇·····	258
第三节	静水有阻横摇·····	262
第四节	纵摇和垂荡运动的周期公式·····	264
第五节	船在波浪中的横摇·····	265
第六节	减摇装置·····	273
习题十	·····	276
第十一章	操纵性 ·····	277
第一节	回转圈·····	277
第二节	K, T 指数·····	292
第三节	Z 形操纵·····	297
第四节	冲程·····	297
第五节	舵力·····	301
第六节	系泊时推力·····	309
第七节	系泊时水阻力·····	310
第八节	系泊时风力·····	312
第九节	螺旋桨沉深横向力·····	313
习题十一	·····	320
习题答案	·····	321
参考文献	·····	325

第一章 船体的形状

船舶航海性能和船体强度的优劣与船体几何形状密切相关。

船体几何形状通常是指船体的外形、大小、肥瘦和表面的光顺(Fair)程度。

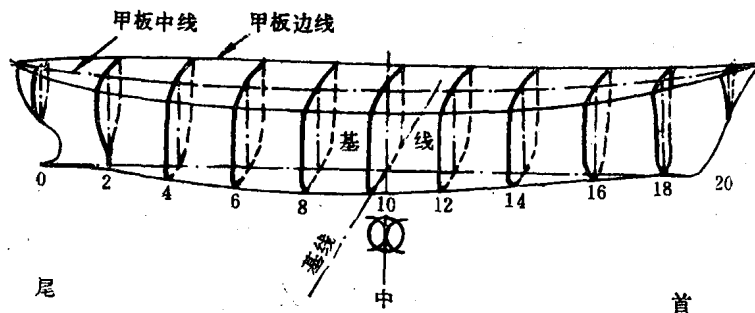


图 1-1 船体的几何形状

如图 1-1 所示,船体形状在船中附近比较肥胖,而向首尾逐渐瘦削(船中用特定的符号“ \otimes ”表示,对许多现代船舶而言是指两柱间长的中点)。船体表面应尽可能光顺,以降低航行时船体的阻力。船舶的甲板边线自船中向首尾逐渐升高,甲板的这种升高称为“舷弧”(Sheer)。首垂线处的甲板升高称为“首舷弧”,它约为船长的 2%,尾垂线处的“尾舷弧”约为首舷弧的一半。甲板中线比其左右两舷的甲板边线高,其高度差称为“梁拱”(Camber),梁拱约为船宽的 2%。甲板的舷弧和梁拱,有利于减少甲板上浪,上浪后使甲板积水自首尾流向船中,且自甲板中线流向两舷,排出舷外。

第一节 型线图

表示船体几何形状的图称为“型线图”(Lines plan,图 1-3)。它是根据画法几何的基本原理,并按照一定的比例尺绘制。除船壳外表面光顺的木船和小艇外,所有船舶的型线图均采用不包括船壳板和甲板板厚度在内的船体表面(即肋骨以外船壳板以内、横梁以上甲板板以下的船体表面)来表示船体的几何形状。这种船体表面称为“型表面”,从型表面上量得的尺度称为“型尺度”。采用型表面的原因之一是各部位钢板的厚度不同,其二是便于建造。

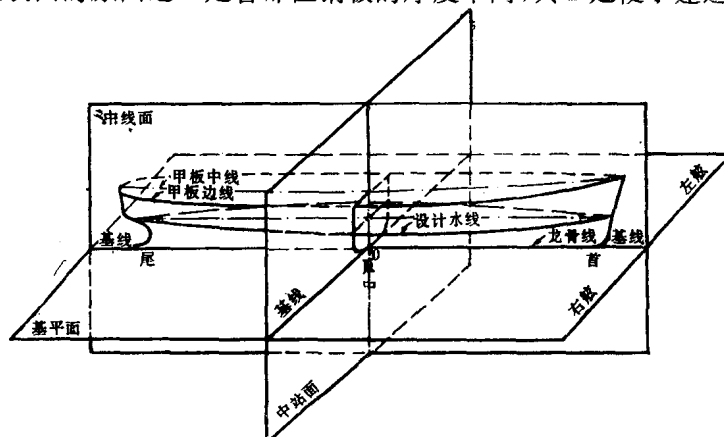


图 1-2 三个互相垂直的基准面

在型线图上取三个互相垂直的基准面(图 1-2),它们是:

- 中线面(Central longitudinal plane)——它将船体分为左右舷两个对称部分的纵向垂直平面。中线面上的船体剖面称为“中纵剖面”;
- 基平面(Base plane)——过龙骨线和中站面的交点 O,并平行于设计水线面的平面;
- 中站面(Midstation plane)——在船长中点处垂直于中线面和基平面的横向平面。

基线——指基平面和中线面(或基平面和中站面)相交的直线。

如图 1-1 所示,平行于上述三个基准面,等间距截取若干个剖面,并把这些剖面各自投影于相应的基准面上,组成型线图(图 1-3)的三个组成部分,即横剖线图(Body plan)、纵剖线图(Sheer plan)和半宽水线图(Half breadth plan)。在横剖线图上,表示出船体型表面自首到尾各横剖面的形状,而纵剖面和水线面在横剖线图上的投影则均为直线。由于船体形状左右对称,故各横剖面只须画出一半,左半边表示自船尾至船中(0 至 10)各横剖面的形状,右半边则表示自船中至船首(10 至 20)各横剖面的形状。在纵剖线图上,表示出各纵剖面的形状,而横剖面和水线面在纵剖线图上的投影则均为直线。在半宽水线图上,表示出各水线面的形状,而横剖面 and 纵剖面在半宽水线图上的投影则均为直线。根据画法几何的基本原理,在上述图中某一投影面上的一点,都能在其它两个投影面上找到对应点。通常,在绘制型线图时,利用这种关系来校验型线图是否正确无误。通过横剖线、纵剖线和半宽水线,可以判别这些曲线是否光滑。

船体设计水线最大的横剖面称为船中剖面(Midship section)。对于运输船舶,在船中前后有一段船体的横剖面形状与船中剖面相同,称为“平行中体”(Parallel middle body)。平行中体之前的船体称为“前体”(Fore body),之后称为“后体”(After body)。

船厂或设计单位根据型线图量得的型尺度,利用近似计算法则,进行浮性、稳性、抗沉性和船体强度等问题的数值计算,并将计算结果提供给船员使用。

第二节 主 尺 度

船舶的主尺度(Principal dimensions)是指船长、型宽、型深和吃水。它们是船体大小的直线量度。主尺度按其规范和用途的不同具有不同的定义。就船舶航海性能与船体强度而言,海船主尺度是根据《钢质海船入级与建造规范》[1]的定义量取。其定义要点及符号如下(图 1-4):

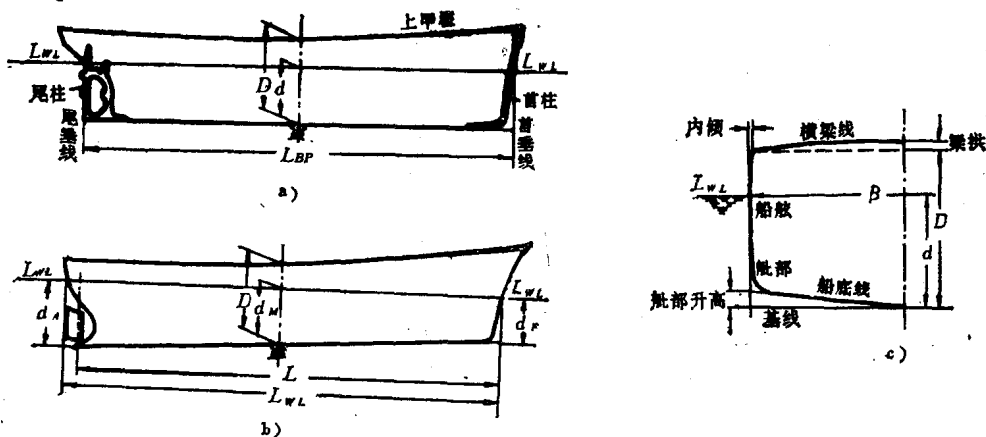


图 1-4 主尺度

L ——“船长”(Length):沿设计夏季载重水线,由首柱前缘量至舵柱后缘的长度,此长度

也称为“两柱间长” L_{BP} (Length between perpendiculars);对于现代无舵柱的船舶,由首柱前缘量至舵杆中心线的长度;但均不得小于设计夏季载重水线长度 L_{WL} (Length on summer load waterline)的 96%,且不必大于 97%。

B ——“型宽”(Moulded breadth):在船舶最宽处,由一舷的肋骨外缘量至另一舷肋骨外缘间的水平距离。

D ——“型深”(Moulded depth):在船长中点处,沿船舷由平板龙骨上缘量至上层连续甲板横梁上缘的垂距。

d ——“型吃水”(Moulded draft):在船中处,由平板龙骨上缘量至设计夏季载重水线的垂距。

对具有设计尾纵倾的船舶(例:拖轮;渔船),则其型吃水是首尾吃水的平均值,即:

$$d_M = \frac{d_F + d_A}{2} \quad (1-1)$$

式中: d_M ——平均吃水(Mean draft);

d_F ——首吃水(Fore draft),首垂线处量取的吃水;

d_A ——尾吃水(Aft draft),尾垂线处量取的吃水。

首尾吃水的差值称为“吃水差” t (Trim),即:

$$t = d_F - d_A \quad (1-2)$$

当 $t > 0$ 时,船舶首纵倾; $t < 0$ 时,船舶尾纵倾; $t = 0$ 时,则船舶没有纵倾。

船舶既无纵倾又无横倾的状态称为“正浮状态”。

现代运输船舶在正浮时,其型吃水与实际吃水间仅相差平板龙骨的厚度。平板龙骨厚度:当 $L = 100\text{m}$ 时,约为 14mm; $L = 150\text{m}$, $t \approx 18\text{mm}$; $L = 200\text{m}$, $t \approx 23\text{mm}$ 。

计算型深 D_i 与型吃水 d 的差值称为干舷高度 F (Freeboard)[1][2],即:

$$F = D_i - d \quad (1-3)$$

计算型深为型深加干舷甲板边板的厚度。

第三节 主尺度比

船舶的主尺度只表示船体的大小,为了研究船舶各种性能与船体几何形状的关系,常用主尺度比和船体系数来粗略地表示船体形状的特征。

主尺度比如下:

$\frac{L}{B}$ ——长宽比,其大小与速航性的好坏有关;

$\frac{B}{d}$ ——宽吃水比,与稳性、摇荡性、速航性和操纵性有关;

$\frac{D}{d}$ ——深吃水比,与稳性、抗沉性和船体强度有关;

$\frac{B}{D}$ ——宽深比,与船体强度和稳性有关;

$\frac{L}{D}$ ——长深比,与船体强度和稳性有关。

L/B 、 B/d 和 D/d 是三个独立的主尺度比,而 B/D 和 L/D 则可从前三者导出。

第四节 船体系数

常见的船体系数如下：

(一) 水线面系数

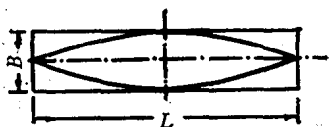


图 1-5 水线面

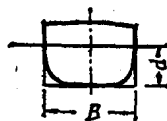


图 1-6 中横剖面

水线面系数 C_w (Waterplane coefficient) 是水线面面积 A_w 与船长 L 乘型宽 B 的矩形面积之比(图 1-5), 即:

$$C_w = \frac{A_w}{L \times B} \quad (1-4)$$

C_w 值的大小表示水线面形状的肥瘦程度。

(二) 中横剖面系数

中横剖面系数 C_m (Midship section coefficient) 是船中剖面面积 A_m 与型宽 B 乘型吃水 d 的矩形面积之比(图 1-6), 即:

$$C_m = \frac{A_m}{B \times d} \quad (1-5)$$

C_m 值的大小表示船中剖面形状的肥瘦程度。

(三) 方形系数

方形系数 C_b (Block coefficient) 是船体的排水体积 V 与船长 L 乘型宽 B 乘型吃水 d 的箱形体积之比(图 1-7), 即:

$$C_b = \frac{V}{L \times B \times d} \quad (1-6)$$

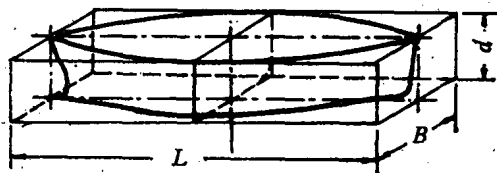


图 1-7 水下船体和箱形体

方形系数又称为排水量系数 (Displacement coefficient), 它的大小表示水下船体形状的肥瘦程度。

(四) 棱形系数

棱形系数 C_p (Prismatic coefficient) 是船体的排水体积 V 与船长 L 乘船中剖面面积 A_m 的纵向棱柱体积之比(图 1-8), 即:

$$C_p = \frac{V}{L \times A_m} \quad (1-7)$$

棱形系数又称为纵向棱形系数 (Longitudinal prismatic coefficient), 它的大小表示水下船体形状沿纵向分布的情况。

(五) 垂向棱形系数

垂向棱形系数 C_{vp} (Vertical prismatic coefficient), 是船体的排水体积 V 与型吃水 d 乘水线面面积 A_w 的垂向棱柱体积之比(图 1-9), 即:

$$C_{vp} = \frac{V}{d \times A_w} \quad (1-8)$$

垂向棱形系数的大小表示水下船体形状沿垂向分布的情况。

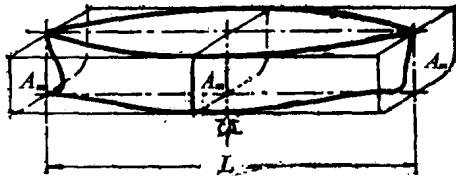


图 1-8 水下船体和纵向棱柱体

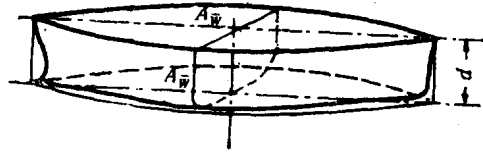


图 1-9 水下船体和垂向棱柱体

C_w 、 C_m 和 C_b 是三个独立的无因次系数，而 C_p 和 C_{vp} 则可从前三者导出，即：

$$\begin{cases} C_p = \frac{C_b}{C_m} \\ C_{vp} = \frac{C_b}{C_w} \end{cases} \quad (1-9)$$

一般所谓船体系数是指对应的设计夏季载重水线(简称为满载水线)而言。对其他水线则应根据对应吃水以下的 A_m 、 A_w 和 V 值代入，求出其系数值。据此，可画出这些系数和吃水的关系曲线，以供使用。

在船舶设计过程中，正确地选择主尺度、主尺度比和船体系数，将在不同程度上影响船舶性能的优劣。对一定的船舶，必然存在一组经济上合理和技术上先进的最佳主尺度、主尺度比和船体系数的方案。

在习题一的表 1-1、1-2 和 1-3 中，列出了我国比较典型的七种船型的数据。对同类船型的其他船舶而言，它的数据与表列数据应不致相去太远。对不同船型而言，由于其自身需要满足的特定性能要求，正如表列数据那样，往往存在较大的差异。

习题一

1. 根据表 1-1 七种船型所列数值，试计算表 1-2 和 1-3 空格的主尺度比和船体系数值，并填入表内。最后逐个阅读每种船型的主尺度比和船体系数值，并比较各种船型数值的差别，建立每种船型主尺度比和船体系数的数值概念。

表 1-1

船 型	船 长	型 宽	型 深	型吃水	船中剖面面积	水线面积	排水体积
	L	B	D	d	A_m	A_w	V
	m	m	m	m	m^2	m^2	m^3
10000t 级远洋杂货船	147	20.40	12.40	8.20	164.60	2381	16475
7500t 排水量海洋客货船	124	17.60	10.90	5.50	91.77	1702	6854
20000t 级远洋油船	170	25.00	12.60	9.50	235.60	3621	31331
6141kW 港作拖船	27.00	8.00	3.80	2.80*	18.14	159.4	287
1441kW 长江拖船	43.60	10.00	3.60	3.00*	27.30	345.7	750
3700t 排水量长江客货船	105	16.40	4.70	3.60	57.30	1352	3689
2400t 长江油船	93.55	13.80	4.80	3.40*	45.98	1125	3380

*：这三种船型均为设计尾倾，其首和尾吃水依次为 $d_F=2.25m$ ， $d_A=3.35m$ ， $d_R=3.2m$ ， $d_A=2.8m$ ， $d_F=3.2m$ ， $d_A=3.6m$ 。

表 1-2

船 型	L/B	B/d	D/d	B/D	L/D
10000t 级远洋杂货船				1.65	11.85
7500t 排水量海洋客货船	7.05	3.20	1.98	1.62	11.38
20000t 级远洋油船				1.98	13.49
6141kW 港作拖船	3.38	2.86	1.36	2.11	7.11
1441kW 长江拖船				2.78	12.11
3700t 排水量长江客货船	6.40	4.56	1.31	3.49	22.34
2400t 长江油船	6.78	4.06	1.41	2.88	19.49

表 1-3

船 型	C_b	C_w	C_m	C_F	C_{ρ}
10000t 级远洋杂货船				0.681	0.844
7500t 排水量海洋客货船	0.571	0.780	0.948	0.601	0.732
20000t 级远洋油船					
6141kW 港作拖船	0.475	0.738	0.810	0.586	0.644
1441kW 长江拖船				0.630	0.723
3700t 排水量长江客货船	0.595	0.785	0.971	0.613	0.758
2400t 长江油船	0.770	0.872	0.980	0.786	0.883

2. 名词解释: 船中; 舷弧; 梁拱; 型表面; 型线图; 型线图的三个基准面; 平行中体; 船长; 型宽; 型深; 型吃水; 吃水差; 干舷高度; 船体系数。