



高等学校统编教材

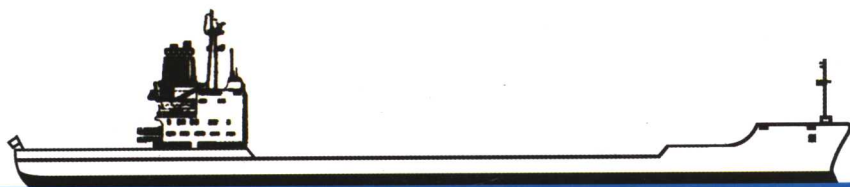
符合STCW公约要求
航海类专业教学指导委员会推荐
交通部科技教育司审定
中华人民共和国海事局认可

船舶货运

(第2版)

主编 沈玉如

主审 刘世宁 刘有钟



大连海事大学出版社

高等学校统编教材

船 舶 货 运

(第2版)

主 编 沈玉如
主 审 刘世宁 刘有钟

大连海事大学出版社

© 沈玉如 2006

图书在版编目(CIP)数据

船舶货运/沈玉如主编. —2版. —大连:大连海事大学出版社, 2006. 12
ISBN 7-5632-2015-1

I. 船… II. 沈… III. 水路运输:货物运输—高等学校—教材 IV. U695.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 146475 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路1号 邮编:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连天正华延彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

1998年8月第1版 2006年12月第2版 2006年12月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:19 插图:2

字数:478千 印数:1~3000册

责任编辑:史洪源 版式设计:海韵

封面设计:王艳 责任校对:枫叶

定价:30.00元

内容简介

全书分两篇,共十二章。第一篇为船舶货运基础。该篇除了介绍船舶和货物的有关基础知识外,对各类货物在海上运输中的共同要求,包括充分利用船舶的载货能力、满足船舶的稳性、强度条件、吃水差的要求和保证货运质量等作了全面论述。第二篇为各类常运货物的海上运输,主要论述包括危险货物、杂货、集装箱、散装谷物、散装固体货物和散装液体货物等在海上船运时的各自特点和要求。

全书围绕海上货物运输中安全、优质、快速、经济的目标和承运人在海上货物运输中管理货物的责任,全面、系统地论述了海上货物运输工作的原理、方法和要求。

为满足教学的要求,本书后列有各章的思考题并在附录中列入三种船型的有关资料。

本书是交通部高等海运院校海船驾驶专业的统编教材,也可作为海运院校航运管理类专业的教材,并可供在职船员及航运企业管理人员自学或培训使用。

序 言

《船舶货运》是研究在海上运输过程中货物管理的一门学科。它包括在货物的装载、海上运输、卸载等环节中对船运货物管理的原理、技术和方法。

在海上货物运输中,承运人负有管理货物的责任。他必须保证及时、安全地将货物完整地运送到规定的目的地,任何由于运输方管理货物不当所引起的货物的损坏、灭失、数量差错以及迟延交付,承运人都应负赔偿责任,同时,货物的管理不当也直接影响船舶的航行安全。航运企业的生产目的就货运而言,就在于实现货物的空间位移,因此,对海上船运的货物管理不仅直接影响航运企业的经营信誉、经济效益,而且也关系到企业人员和财产的安全。

海上货运涉及的主要对象有货物和船舶,由于货物的种类繁多、性质各异,对运输管理的要求各不相同,而作为运输工具的船舶也各有其特点。海船驾驶专业的学生必须掌握海上运输中货物管理的理论、知识、技术和方法,所以,《船舶货运》是该专业的主要专业课之一。与本课程有关的基础课程有航海化学及船舶原理。

《船舶货运》以货物为主线,结合海运生产中的主要货类,围绕海上货物运输中应遵循的安全、优质、快速、经济等目标和承运人在海上货物运输中管理货物的责任,系统地论述海上货运管理的原理、方法和要求,在体系上与过去的同类教材有很大的不同。全书分两篇,第一篇为船舶货运基础,除了介绍船舶和货物的有关基础知识外,对各类货物在海上运输中的共同要求,包括充分利用船舶的载货能力,满足船舶的稳性、强度条件、吃水差的要求和保证货运质量等作了全面的论述。第二篇分别论述各类常运货物在海上运输中的各自特点和要求。

为了满足教学的需要,在本书后附有各章思考题并在附录中列入三种船型及其他的有关资料,可供使用。

本书编写人员有沈玉如(序言、第六章、第八章、第十一章及第十二章),吴善刚(第一章、第二章及第四章),邱文昌(第三章、第五章、第七章、第九章及第十章),徐祥春绘图,由刘世宁、刘有钟主审。本书的编写得到不少同行的关心和帮助,特别是李治平、李又明、王鸿鹏老师对本书的大纲和书稿提出了很多宝贵的意见和建议并提供有关资料,在此表示衷心的感谢。

由于编者的水平所限,书中不足之处难免,敬请读者批评指正。

编 者

1998年3月

再版说明

初版的《船舶货运》得到了广大读者的厚爱,我们在此表示衷心的感谢。

为适应广大读者的需求,同时,本着对广大读者负责,使我们的教材能充分体现新技术、新规范、新规则的要求,近期,我们对本书进行了一次较大的修改。本次修改的主要内容包括:

为反映集装箱运输的快速发展及其生产技术的不断进步,集装箱运输方面的内容作了大量的修改。

危险货物运输方面,根据新的危规的要求作了大量的修改,书中有关内容已符合经 2005 年修订、2006 年 1 月 1 日起执行的《国际海运危险货物规则》的要求。

船舶稳性要求和货物系固方面,按新规范作了较大篇幅的修改,书中有关内容已符合经 2005 年修订的我国《船舶与海上设施法定检验规则》和 IMO SOLAS 1974/2005 的要求;其他与这些规范和规则有关的内容也都作了相应的修改。

船体强度和受力方面,书中有关内容已符合我国 2006 年《钢质海船入级与建造规范》的要求,等等。

同时,为使本教材的内容基本涵盖 2006 年《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》的要求,对其他有关章节也进行了部分修改。

由于我们的能力有限,而且时间也较仓促,不到之处,敬请原谅。

编者

2006 年 6 月

目 录

第一篇 船舶货运基础

第一章 船舶与货物基础知识	(1)
第一节 船舶的重量性能与容积性能	(1)
第二节 船舶静水力参数图表及其使用	(5)
第三节 船舶吃水	(10)
第四节 载重线标志与载重线海图	(12)
第五节 货物的基本性质	(17)
第六节 货物的亏舱率、积载因数与自然损耗	(19)
第二章 充分利用船舶的载货能力	(22)
第一节 船舶载货能力概述	(22)
第二节 航次净载重量的计算	(22)
第三节 充分利用船舶载货能力的主要途径	(25)
第三章 保证船舶具有适度的稳性	(28)
第一节 船舶稳性的衡准指标	(28)
第二节 对船舶稳性的要求	(40)
第三节 船舶稳性的校核与检验	(45)
第四节 船舶稳性的调整	(52)
第四章 保证满足船舶的强度条件	(56)
第一节 保证满足船舶的纵向强度条件	(56)
第二节 保证满足船舶的局部强度条件	(64)
第五章 保证船舶具有适当的吃水差	(68)
第一节 对船舶吃水差的要求	(68)
第二节 吃水差与首尾吃水的计算和调整	(69)
第三节 吃水差与首尾吃水计算图表	(77)
第六章 保证货运质量	(82)
第一节 货舱适货——做好货舱准备工作	(82)
第二节 管理货物的主要措施	(83)

第二篇 各类常运货物的海上运输

第七章 危险货物运输	(91)
第一节 《国际危规》和《水路危规》简介	(91)
第二节 危险货物的分类及特性	(95)
第三节 危险货物的标志及包装	(100)
第四节 危险货物的积载与隔离	(104)
第五节 危险货物海上运输全过程的注意事项	(107)
第六节 发生危险货物运输事故的主要原因	(110)
第八章 杂货运输	(112)
第一节 杂货的分类、包装和标志	(112)
第二节 杂货船结构特点	(115)
第三节 各类杂货的装载要求	(115)
第四节 重大件货物的装载要求	(116)
第五节 木材甲板货装运特点	(120)
第六节 冷藏货物装运特点	(122)
第七节 杂货的积载要求和原则	(124)
第八节 发生货运事故的主要原因和防范措施	(127)
第九节 杂货船积载计划的编制	(129)
第九章 集装箱运输	(134)
第一节 集装箱和集装箱船概述	(134)
第二节 集装箱船积载与装运特点	(140)
第十章 散装谷物运输	(161)
第一节 船运散装谷物概述	(161)
第二节 散装谷物船舶的稳性核算	(164)
第三节 改善散装谷物船舶稳性的方法及措施	(175)
第十一章 散装固体货物运输	(178)
第一节 《散装固体货物安全操作规则》概述	(178)
第二节 几种特殊散装固体货物的装运特点	(185)
第三节 散装货物的水尺计量	(190)
第十二章 散装液体货物运输	(194)
第一节 石油类货物的种类和特点	(194)
第二节 油船的结构和设备特点	(195)
第三节 油量计算与油品取样封存	(197)
第四节 油船的积载特点	(204)
第五节 油船装运要求及注意事项	(206)
第六节 散装液体化学品运输	(209)
第七节 液化气体运输	(212)

各章思考题	(220)
附录一 船舶横摇角计算方法	(223)
附录二 杂货船 Q 轮船舶资料摘录	(226)
附录三 全集装箱船 Z 轮船舶资料摘录	(234)
附录四 散装谷物船 L 轮船舶资料摘录	(245)
附录五 散装谷物稳性衡准计算书	(251)
附录六 组件货物系固方案的核查计算方法	(267)
附录七 杂货船积载实例	(272)
附录八 有关货物及其他资料	(286)
参考文献	(292)

第一篇 船舶货运基础

第一章 船舶与货物基础知识

船舶和货物是船舶货运工作所涉及的两个基本对象,了解和掌握必要的船舶与货物的基本知识,是学习本课程以后各章的基础和前提。本章以船舶的装载特性为重点,介绍各类运输船舶与运输有关的性能和知识,同时还介绍各类货物与海运有关的共同性质。

第一节 船舶的重量性能与容积性能

各类船舶所运输的对象,无一例外都具有一定的重量和体积。因此,为了满足运输对象在数量上的需求,船舶必须具有一定的重量性能和容积性能。

一、船舶的重量性能

排水型船舶包括货物和船舶本身在内的所有重量,都靠船体所受的水的浮力来平衡。与浮力和载重有关的船舶性能,称为船舶的重量性能。它是决定船舶装载货物重量大小的主要因素。

1. 排水量(Displacement) Δ

排水量是指无航速的船舶在静水中处于自由漂浮状态时,船体所排开水的重量。排水量在数值上等于该装载状态下船舶的总重量。公式为:

$$\Delta = V \cdot \rho \quad (t) \quad (1-1)$$

式中: Δ ——船舶的排水量(t);

V ——船舶的排水体积(m^3);

ρ ——舷外水的密度(t/m^3)。

按照船舶装载状态的不同,排水量可分为:

1) 空船排水量(Light ship displacement) Δ_L

指船舶装备齐全但无载重时的排水量。空船排水量等于空船重量,按规定应包括船体、机器及设备、机器中的燃料及润料、锅炉中的燃料和水及冷凝器中的淡水等重量的总和。新船的空船重量是一个定值,可在船舶资料中查得。

2) 满载排水量(Full loaded displacement) $\Delta(s)$

指船舶的吃水达到规定的满载水线(通常指夏季载重线)时的排水量。满载排水量等于船舶满载时的总重量,应包括空船重量、货物、燃润料、淡水、压载水、船员、行李、粮食和供应品、船用备品等各类载荷重量的总和。

3) 装载排水量(Loaded displacement) Δ

指船舶在空载水线与满载水线之间任一吃水下的排水量。其大小可根据船舶的装载状态确定。

2. 载重量

运输船舶所装载的载荷重量,称为载重量。载重量有总载重量和净载重量之分。

1) 总载重量(Dead weight) DW

指船舶在空载水线与满载水线之间任一确定的吃水下,船舶所能装载的最大重量。总载重量等于该装载状态所包括的所有货物、燃料、淡水、压载水、船员及行李、备品、船舶常数等重量的总和。这一总和在数值上等于该吃水时的排水量与新船空船排水量的差值,即:

$$DW = \Delta - \Delta_L(t) \quad (1-2)$$

总载重量的大小可根据船舶的装载状态按照其组成进行累计获得,也可根据船舶的吃水来确定。

新船出厂时随船舶资料作为船舶基本参数提供的总载重量是指夏季满载水线下的总载重量,是一个定值,用 DW 表示。

2) 净载重量(Net deadweight) NDW

指船舶在具体航次中所能装载货物重量的最大值。净载重量等于由航次具体条件所确定的最大总载重量 DW_{\max} 与航次储备量和船舶常数的差值,即:

$$NDW = DW_{\max} - \Sigma G - C(t) \quad (1-3)$$

具体航次的净载重量可根据航次的最大吃水、航次储备量和当时的船舶常数确定。船舶资料中作为船舶基本参数给出的净载重量是指船舶在夏季满载水线下保持最大续航能力,且船舶常数等于零时的净载重量,因而是一个固定值。

3. 航次储备量 ΣG

航次储备量就是船舶在具体航次中为维持生产和生活的需要而必须储备的所有重量的总和,用 ΣG 表示。

4. 船舶常数(Constant) C

船舶经过一段时间的营运后,空船重量可能会发生变化,船舶总重量中也可能出现一些难以统计和归类的重量。为便于处理,把这部分重量归入总载重量,称为船舶常数。船舶常数包括以下几部分重量:

- (1) 因船体、机械及舾装进行定期修理和局部改装而产生的空船重量的改变量;
- (2) 因货舱内残留货物、垫舱物料及垃圾而导致的船舶总重量的增加量;
- (3) 因油、水舱柜及污水井内残留油污、积水及沉淀物而导致的船舶总重量的增加量;
- (4) 未计入船用备品重量的库存破旧机件、器材和各种废旧物料的重量;
- (5) 船体外附着的海藻、贝类等海生物等引起的重量增加值;
- (6) 集装箱船上可移动系固设备的重量。

船舶常数的大小随以上所包括的各项重量的变化而变化,因此不是一个固定的重量。为准确地掌握船舶常数的大小,一般在船舶进行定期修理后需要对其进行重新测定。

综上所述,船舶在夏季满载水线下,且压载舱内无压载水时,排水量、总载重量、净载重量之间的关系如下:

$$\begin{array}{l}
 \left. \begin{array}{l} \text{满载排水量 } \Delta_S \\ \text{(船舶总重量 } W) \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{空船排水量 } \Delta_L \\ \text{(空船重量 } W_L) \\ \text{总载重量 } DW_S \left\{ \begin{array}{l} \text{净载重量 } NDW \\ \text{航次储备量 } \Sigma G \\ \text{船舶常数 } C \end{array} \right. \end{array}
 \end{array}$$

二、船舶的容积性能

除甲板货之外的所有货物及其他载荷所具有的体积,都需要船体结构或内部容器加以遮蔽或容纳。船舶所具有的容纳各类载荷体积的性能就是船舶的容积性能。与船舶的容积性能有关的各类性能参数中,最能直接表示船舶的容积性能的,应是船舶各类装载处所的容积,即舱柜容积。

1. 舱柜容积(Compartment capacity)

舱柜容积是指船体内部用来装载货物或燃料、淡水等液体载荷的围蔽处所的容积。按照丈量原则和适用对象的不同,舱柜容积可用以下几个参数表示:

1) 货舱散装容积(Grain capacity)

指干货舱内所能容纳无包装的小块状、颗粒状、粉末状的货物(如谷物、矿砂等)的最大体积。在数值上,货舱散装容积等于货舱内两舷侧板内缘、前后横舱壁内缘、内底板或舱底板顶面、甲板下表面以及舱盖板下表面和舱口围板内表面所围成的体积,但应扣除舱内骨架、支柱、货舱护条、通风筒及舱内的横梁、肋骨所占据的体积。

2) 货舱包装容积(Bale capacity)

指干货舱内所能容纳具有一定尺度的成件包装或裸装货物的最大体积。因为上述货物具有一定的外形尺度,无法装进肋骨之间、横梁之间等狭小空间,所以货舱包装容积必须在货舱散装容积的基础上扣除上述容积。货舱包装容积在数值上等于内底板或舱底板顶面、横梁或甲板纵骨下缘所确定的水平连续表面、肋骨或舷侧纵桁内缘所确定的纵向连续表面或货舱护板内表面、横舱壁骨架的自由翼缘确定的横向连续表面或货舱护板内表面以及舱盖板下表面和舱口围板内表面所围成的体积,但应扣除舱内支柱、通风筒、管系等所占据的体积。上述表面若附有护板、绝缘材料,则还应扣除相应的体积。新建船舶的随船资料中,均附有货舱容积表。附录二中表 F2-3 为 Q 轮货舱容积表。

3) 液货舱容积(Liquid capacity)

是指船舶的液货舱内所能容纳特定的液体货物的最大容积。

4) 液舱容积(Tank capacity)

指船舶的燃料、润料舱柜、淡水舱柜、压载水舱内所能容纳相应液体载荷的最大容积。附录二中 F2-4 为 Q 轮液舱容积表。

除舱柜容积之外,还可用另一个参数,从整体上反映船舶的容积性能,这就是舱容系数。

2. 舱容系数(Coefficient of load) ω

舱容系数是指货舱总容积和船舶净载重量的比值,即每吨净载重量所拥有的货舱容积。

$$\omega = \frac{\Sigma V_{ch}}{NDW} \quad (\text{m}^3/\text{t}) \quad (1-4)$$

式中: ΣV_{ch} —— 船舶的货舱总容积(m^3)。

舱容系数可表示船舶适宜装载重货还是轻货。船舶资料中所列的舱容系数是指船舶在夏季满载水线下为保持最大续航能力而装足燃油、淡水、供应品等重量这一特定情况下的数值。此时净载重量是一个定值,因而舱容系数也是一个定值。

船舶在登记注册时,还需按规定的方法对船舶的容积进行丈量和核算,以表示船舶规模的大小,这就是船舶的登记吨位。

3. 登记吨位(Registered tonnage)

船舶的登记吨位,是指船舶为登记注册的需要,按照有关国家主管机关指定的丈量规范的各项规定丈量确定的船舶容积。我国船舶根据 2005 年的《船舶与海上设施法定检验规则》国际航行海船法定检验技术规则(以下简称《法定规则》)中的二分册第二篇“吨位丈量”的各项规定丈量确定登记吨位并核发“吨位证书”。我国政府已参加了《国际船舶吨位丈量公约》,《法定规则》的制定遵守了该公约的规定,因此,我国主管机关核发的《吨位证书》获国际上的承认。

根据丈量范围和用途的不同,船舶登记吨位可分为总吨位、净吨位和运河吨位三种。

1) 总吨位(Gross tonnage)GT

指根据有关国家主管机关制定的丈量规范丈量确定的船舶总容积。我国《法定规则》规定,船舶的总吨位按以下公式计算:

$$GT = K_1 \cdot V \quad (1-5)$$

式中:V——丈量所得的船舶所有围蔽处所的总容积(m^3);

K_1 ——系数, $K_1 = 0.2 + 0.02 \lg V$ 。

总吨位是船舶内部总容积的一种标准的表示方法,其用途在于:

- (1)表示船舶规模的大小,作为商船拥有量的统计单位;
- (2)作为船舶规范、国际公约中划分船舶等级及对船舶进行技术管理和设备要求的依据和标准;
- (3)作为船舶登记、检验和丈量等收费的标准;
- (4)作为估算船舶建造、买卖、租赁的费用以及海损事故最高赔偿额的基准。
- (5)作为某些港口使费的计算基准;
- (6)作为计算净吨位的基础。

2) 净吨位(Net tonnage)NT

指根据有关国家主管机关指定的丈量规范丈量确定的船舶有效容积。这里所指的有效容积,可以理解为船舶用来载货或载客的处所的容积。根据我国《法定规则》的规定,净吨位应按以下公式计算:

$$NT = K_2 V_c \left(\frac{4d}{3D} \right)^2 + K_3 \left(N_1 + \frac{N_2}{10} \right) \quad (1-6)$$

式中: K_2 ——系数, $K_2 = 0.2 + 0.02 \lg V_c$;

V_c ——各载货处所的总容积(m^3);

D ——船长中点处的型深(m);

d ——船长中点处的型吃水(m);

K_3 ——系数, $K_3 = 1.25 \times \frac{GT + 10\,000}{10\,000}$;

N_1 ——不超过 8 个铺位的客舱中的额定乘客数；

N_2 ——其他客舱中的额定乘客数。

《法定规则》规定,上述公式中的第一项 $\left(\frac{4d}{3D}\right)^2$ 应不大于 1, $K_2 V_c \left(\frac{4d}{3D}\right)^2$ 应不大于 0.25GT, NT 应不小于 0.3GT, 否则分别按 1、0.25GT 和 0.3GT 计算。当额定乘客总数小于 13 时, N_1 和 N_2 均取为零。

由此可见,净吨位是一个与船舶载货处所容积和额定乘客人数有关的量值。关于丈量和计算的具体细节,可参阅有关吨位丈量规则。

净吨位的用途是作为计算各种港口费用或税金(如港务费、引航费、码头费、进坞费、吨税等)的基准。各国港口的规定有所不同,其中也有按船舶总吨位计收费用的。

3) 运河吨位(Canal tonnage)

巴拿马运河当局和苏伊士运河当局为了维护有关国家的利益,各自规定了本国的船舶吨位丈量规范。运河吨位就是按运河当局规定的丈量规范丈量确定的登记吨位。运河吨位主要有巴拿马运河吨位和苏伊士运河吨位,分别包括了总吨位和净吨位。运河吨位的主要用途是在船舶经过运河时,作为向运河管理当局交纳过运河费的计费依据。表 1-1 为 Z 轮登记吨位的具体数值。

表 1-1

总吨位	净吨位	苏伊士运河吨位		巴拿马运河吨位	
		总吨位 GT	净吨位 NT	总吨位 GT	净吨位 NT
48 311	16 601	51 749.59	44 463.92	52 615.10	40 907.46

第二节 船舶静水力参数图表及其使用

在船舶货运工作实践中,经常需要根据具体的装载状态计算和校核船舶的浮态、稳性、纵向受力等指标,而船舶的浮态、稳性、纵向受力是与船体所受的浮力及其分布密切相关的。为减少计算工作量,最大限度地为用船者提供方便,船舶设计部门根据船体的几何型线,把若干表示浮力及其分布的性能参数与船舶平均吃水之间的函数关系预先加以计算并汇集成船舶性能资料,这就是船舶静水力参数图表。静水力参数图表包括静水力曲线图、静水力参数表和载重表尺。

若无特别说明,所有静水力参数图表中所涉及的参数是指船舶在静止的标准海水中保持正浮时得出的计算结果。

一、静水力曲线图

静水力曲线图(Hydrostatic curves plan)就是将众多船舶静水力参数随平均吃水变化的关系曲线绘制在同一直角平面坐标系上所得到的平面曲线图。图 1-1 为 Q 轮的静水力曲线图。静水力曲线图上的曲线包括浮性曲线、稳性曲线和船型系数曲线。船舶货运工作中经常用到前两组曲线。

1. 浮性曲线

静水力曲线图中用来表示浮力的大小、浮力的变化量以及浮力的作用中心随平均吃水变化的关系曲线,称浮性曲线。它们包括:

1) 型排水体积 (Volume of moulded displacement) 曲线

表示船舶型排水体积随平均吃水变化的关系曲线。

型排水体积 V_M 根据船体型线图近似计算求得,并未把水下部分的船壳以及船壳外的螺旋桨、舵、舳龙骨等附体的体积计算在内。实际排水体积 (Volume of real displacement) V 是型排水体积以及上述船壳及附体体积的总和。用公式表示:

$$V = k \cdot V_M \quad (\text{m}^3) \quad (1-7)$$

式中: k ——船壳系数, $k = 1.003 \sim 1.007$, 特定船舶可根据总载重量 DW 的大小取值。Q 轮的船壳系数取 $k = 1.006$ 。

2) 排水量曲线

表示排水量随平均吃水变化而变化的关系曲线,通常包括标准海水排水量 Δ 与标准淡水排水量 Δ_f 两条曲线。

$$\Delta_f = 1.000 \times V = 1.000 \times k \cdot V_M \quad (\text{t}) \quad (1-8)$$

$$\Delta = 1.025 \times V = 1.025 \times k \cdot V_M \quad (\text{t}) \quad (1-9)$$

3) 浮心距船中距离 (Longitudinal center of buoyancy from midship) 曲线

浮心 B 是船体所受浮力的作用中心,也就是排水体积的几何中心。浮心的位置 x_b 当然也随平均吃水变化。我国规定,浮心的纵向位置用其距船中的距离表示,目前多数规定船中前为正 (+), 船中后为负 (-)。有些国家浮心纵向位置也有用其距尾垂线的距离表示的。

4) 浮心距基线高度 (Vertical center of buoyancy above baseline) 曲线

表示浮心 B 距基线的垂直高度 KB 随平均吃水变化的关系曲线。

5) 水线面面积 (Area of waterplanes) 曲线

船体型表面与静水面的交线所围成的水平面称水线面。水线面面积曲线表示水线面面积 A_w 随平均吃水变化的关系曲线。

6) 漂心距船中距离 (Longitudinal center of floatation from midship) 曲线

水线面的形心称为漂心,用 F 表示。我国规定漂心的位置用其距船中的距离 X_f 表示,目前多数规定中前为正 (+), 中后为负 (-)。漂心距船中距离曲线表示漂心纵坐标 X_f 随平均吃水变化的关系曲线。有些国家漂心纵向位置也有用其距尾垂线的距离表示的。

7) 厘米吃水吨数 (Metric tons per centimeter immersion) 曲线

厘米吃水吨数 TPC 值表示船舶平均吃水变化 1 cm 时,船舶排水量的变化值 (t)。在标准海水中, TPC 值与水线面面积 A_w 存在着以下关系:

$$TPC = \frac{1.025A_w}{100} (\text{t/cm}) \quad (1-10)$$

显然,厘米吃水吨数曲线与水线面面积曲线的变化规律是一致的。

2. 稳性曲线

静水力曲线图中表示与船舶横向或纵向的初稳性有关的性能参数随平均吃水变化的关系曲线称为稳性曲线。稳性曲线包括以下三条:

1) 横稳心距基线高度 (Transverse metacenter above baseline) 曲线

表示横稳心点 M 距基线的高度 KM 随平均吃水变化的关系曲线。

2) 纵稳心距基线高度 (Longitudinal metacenter above baseline) 曲线

表示纵稳心点 M_L 距基线的高度 KM_L 随平均吃水变化的关系曲线。

3) 厘米纵倾力矩 (Moment to change trim one centimeter) 曲线

厘米纵倾力矩是指使船舶首、尾吃水的差值改变 1 cm 所需要的力矩,用 MTC 表示。厘米纵倾力矩曲线是表示 MTC 随平均吃水变化的关系曲线。

关于横稳心高度 KM 、纵稳心高度 KM_L 、厘米纵倾力矩 MTC 的概念,将在以后有关章节介绍。

3. 船型系数曲线

船型系数主要用来表示型船体的几何特征。静水力曲线图中表示船型系数随平均吃水变化的关系曲线称船型系数曲线。船型系数曲线包括以下四条:

1) 水线面面积系数 (Waterplane coefficient) 曲线

表示水线面面积系数 C_w 随平均吃水变化的关系曲线。

2) 中横剖面面积系数 (Midship section coefficient) 曲线

表示中横剖面面积系数 C_m 随平均吃水变化的关系曲线。注:“ α ”代替船中符号。

3) 方形系数 (Displacement coefficient) 曲线

表示方形系数 C_b 随平均吃水变化的关系曲线。

4) 棱形系数 (Prismatic coefficient) 曲线

表示纵向棱形系数 C_p 随平均吃水变化的关系曲线。

4. 静水力曲线图的特点及使用方法

综上所述,船舶静水力曲线图汇集了三组共十四条曲线。为使众多曲线能在同一平面直角坐标系表示且布局合理,曲线的横坐标值与各曲线所表示的参数数值之间必须采用不同的比例。在图 1-1 中,纵坐标表示各参数共同的自变量平均吃水,横坐标则表示与各参数数值有关的参考坐标值,称为计量长度。浮性曲线和稳性曲线上,都标有各自的参数数值与厘米数之间的比值。

静水力曲线图的使用方法如下:根据所计算的装载状态下的船舶型平均吃水在纵坐标上确定一点,通过该点作一水平横线与所要查取的有关曲线相交,按照该交点的横坐标读取计量长度。计量长度读数的起点,除 X_f 曲线和 X_b 曲线为船中(图中以 α 符号标示)外,其余浮性曲线和所有稳性曲线都为坐标系的原点。所读取的计量长度与该曲线上所标示的单位长度所代表的参数数值相乘,即可得到相应参数的数值。所有的船型系数曲线,都从图中右下方独立的横坐标上读取数值。

二、载重表尺

载重表尺 (Deadweight scale) 是按船舶在静止、正浮状态下,空船排水量与满载排水量之间的平均吃水高度,标有与其对应的排水量、总载重量、每厘米吃水吨数、厘米纵倾力矩、横稳心距基线高度等数值,有的附有载重线标志的图表。载重表尺比静水力曲线图更加方便、实用。

图 1-2 为 Q 轮的载重表尺。载重表尺的使用方法如下:根据船舶的实际平均吃水在吃水标尺上作一条水平横线,在该横线与需要查取的参数在当时水密度下的标尺之交点上,就可直接读取该参数的数值。同样,也可根据实际的排水量或总载重量以及当时的舷外水密度,查取实际平均吃水及其他各参数。

在实际工作中,通常利用载重表尺解决以下问题:

(1) 在不同的吃水或不同的载重线时,计算船舶的装货重量。

(2) 在不同港口或在航行中改变船上的载荷重量时,或者在不同密度的水域中,计算船舶