

高等航海专科教材
船员考证参考用书

海上货物运输

HAISHANG HUOWU YUNSHU

主编 张 晓

主审 沈玉如



高等航海专科教材
船员考证参考用书

海上货物运输

HAISHANG HUOWU YUNSHU

主编 张 晓
主审 沈玉如

大连海事大学出版社

© 张晓 2005

图书在版编目(CIP)数据

海上货物运输 / 张晓主编. - 大连:大连海事大学出版社,2004.12(2006.8重印)
ISBN 7-5632-1809-2

I.海… II.张… III.海上运输:货物运输 IV.U695.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 123155 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

大连交通大学印刷厂印装 大连海事大学出版社发行

2005年1月第1版 2006年8月第2次印刷

幅面尺寸:185 mm×260 mm 印张:15.75

字数:393千字 印数:2001~3500册

责任编辑:史洪源 王在凤 版式设计:海韵

封面设计:王艳 责任校对:枫叶

定价:27.00元

前 言

本着简明、适用和新颖的原则,本书系统地介绍了海上货物运输的相关知识。与同类教材相比较,本书在内容构架上有所突破,并充分考虑到生产上的实用性。

本书作者参加并主持编写了中华人民共和国海事局2004年《海上货物运输》考证大纲初稿,本书的内容涵盖了该大纲的全部范围,为新大纲考证用最新参考书籍。

本书由青岛远洋船员学院张晓主编,我国著名海上货物运输学专家——上海海事大学沈玉如教授担任本书主审。大连海事大学王建平教授、徐邦祯教授以及国家海事局考试中心刘野老师参加了本书的审定工作。第一篇第一章至第六章、第二篇第七章及附录部分由张晓编写,第二篇第八章由齐绍江编写,第二篇第九章、第十章由於健编写,第三篇第十一章至第十三章由张钢编写,全书由张晓统稿、定稿。

由于编者的水平有限,书中难免会有争议与错误之处,敬请读者指正。

编 者

2005年1月

目 录

绪论	(1)
----	-----

第一篇 海上货物运输基础理论

第一章 海上货物运输基础知识	(2)
第一节 与货运有关的船舶基础知识	(2)
第二节 有关货物的基础知识	(15)
第三节 船舶配积载概述	(22)
第二章 船舶载货能力的核算与充分利用	(23)
第一节 航次净载重量的计算	(23)
第二节 充分利用船舶载货能力	(29)
第三章 船体受力的校核与强度保证	(31)
第一节 船体纵向受力的校核与强度保证	(31)
第二节 船体局部受力的校核与强度保证	(38)
第四章 船舶稳性的核算与调整	(41)
第一节 船舶稳性的基本概念	(41)
第二节 船舶稳性的计算	(42)
第三节 对船舶稳性的要求	(53)
第四节 船舶稳性的观测判断及调整	(59)
第五章 船舶吃水差的计算与调整	(64)
第一节 船舶吃水差概述	(64)
第二节 吃水差的计算与调整	(65)
第三节 吃水差图表	(71)
第六章 保证海上货物运输质量	(75)
第一节 海上货运事故的种类及产生原因	(75)
第二节 保证海上货物运输质量的主要措施	(77)

第二篇 件杂货与集装箱运输

第七章 普通杂货运输	(82)
第一节 普通杂货的配积载要求	(82)
第二节 杂货船配积载计划的编制	(90)
第八章 特殊杂货运输	(95)
第一节 货物单元运输	(95)
第二节 重大件货物运输	(100)
第三节 木材运输	(105)
第四节 冷藏货物装运	(110)

第九章 危险货物运输	(117)
第一节 危险货物的分类及特性	(117)
第二节 危险货物的包装与标志	(125)
第三节 危险货物的配积载	(129)
第四节 危险货物的运输管理	(133)
第五节 《国际危规》和《水路危规》简介	(137)
第十章 集装箱货物运输	(140)
第一节 集装箱和集装箱船	(140)
第二节 集装箱船的配积载	(145)
第三节 集装箱的运输管理	(155)
第三篇 散装货物运输	
第十一章 散装谷物运输	(161)
第一节 散装谷物运输概述	(161)
第二节 散装谷物船舶稳性核算	(167)
第三节 改善散装谷物船舶稳性的方法及措施	(173)
第十二章 散装固体货物运输	(177)
第一节 散装固体货物的类别及特性	(177)
第二节 常见散装固体货物运输	(185)
第三节 水尺检量	(194)
第十三章 散装液体货物运输	(198)
第一节 石油及其产品的种类和特性	(198)
第二节 油船的结构特点和设备系统	(200)
第三节 油量计算及油品的取样与封存	(201)
第四节 油船的配积载	(207)
第五节 石油及其产品的运输管理	(209)
第六节 散装液体化学品运输	(212)
第七节 液化气体运输	(214)
附录一 杂货船配积载图编制实例	(219)
附录二 货物单元系固计算实例	(233)
附录三 散装谷物船舶稳性核算实例	(238)
附录四 水尺检量计算实例	(241)
附录五 部分忌装货物隔离表	(244)
附录六 常用货运单证与理货报表	(245)
参考文献	(246)

绪论

一、海上货物运输的特点

海上货物运输是利用船舶在海上运送货物的一种运输方式,习惯上称作船舶货运。与其他货运方式相比较,海上货物运输具有运量大、运距远、运送速度慢、影响运输的因素复杂且变化大的特点,远洋货物运输更是远涉重洋,不但货物运送距离远、风险大,而且货物运输还要受到有关国家的法律和法规以及国际公约的约束。作为海上货物运输工作的参与者,要求了解海上货物运输的特点和自身规律,熟悉海上货物运输的每一个环节,从而实现安全、优质、快速、经济地完成海上货物运输之目的。

二、海上货物运输工作流程

海上货物运输工作流程繁杂,船方直接参与的有:

1. 大副根据代理提供的装货清单编制货物在船上的配积载计划;
2. 在装船过程中船方负责查核货物的表面状况,并监督货物在舱内是否按配积载计划的要求堆放;
3. 货物装船后由大副根据货物装船时的表面状况签发大副收据;
4. 在货物海上运输途中,按托运人或船舶承租人的要求并结合货物特点对其进行妥善的保管和照料;
5. 货物卸船时,大副根据货物在卸船时的实际情况签发货物溢短单和(或)残损单。

三、驾驶员在海上货物运输工作中的职责

作为船舶驾驶员,特别是作为船上负责货运工作的大副,对海上货物运输负有相当重要的职责。以杂货船为例,要求船舶驾驶员在海上货物运输工作中认真履行下列职责:

1. 在确保船舶安全的前提下,精确计算,以实现充分利用船舶装载能力的目的;
2. 根据计划装运货物的种类、数量、特性、卸港顺序,合理编制货物配积载计划;
3. 在货物装船前,认真做好货舱准备工作,保证货舱适货;
4. 在货物装船过程中,加强监督,督促装卸部门严格按照配积载计划将货物装船,未经船方同意,不得任意变动配积载计划;
5. 装货过程中如发现货物残损、短缺、包装破损、标志不清、不当等,应要求港方或货主立即处理,船方应及时做好现场记录;
6. 装卸重大件货物、危险货物或贵重货物时,值班驾驶员和大副必须亲临现场监督、指挥;
7. 认真履行承运人的谨慎管货责任,在海上货物运输过程中,对货物进行谨慎的保管和照料,确保货物运输途中的安全;
8. 在卸货港,将货物安全地卸船并谨慎交付。

第一篇 海上货物运输基础理论

第一章 海上货物运输基础知识

第一节 与货运有关的船舶基础知识

一、船型尺度与船舶吃水

1. 船型尺度

船型尺度是计算船舶干舷、稳性、吃水差等所依据的尺度。它包括：

1) 垂线间长 L_{BP} (Length between perpendiculars)

又称两柱间长或型长，是指沿设计夏季载重线，由首柱前缘量至舵柱后缘的长度，对无舵柱的船舶，垂线间长是指由首柱前缘量至舵杆中心线的长度。

2) 型宽 B (Moulded breadth)

在船舶最宽处，由一舷的肋骨外缘量至另一舷的肋骨外缘之间的水平距离。

3) 型深 D (Moulded depth)

指在型长中点处，沿船舷由平板龙骨上缘量至上层连续甲板横梁上缘的垂直距离；对甲板转角为圆弧形的船舶，则由平板龙骨上缘量至横梁上缘延伸线与肋骨外缘延伸线的交点。

2. 船舶吃水

1) 船舶实际吃水 (Actual draft)

船舶实际吃水是指在观察处自船舶平板龙骨下缘至水线面间的距离，可直接从船舶水尺标志上读取。

2) 船舶平均吃水 (Mean draft)

船舶平均吃水是指船舶正浮时的实际吃水。当船舶有小角度横倾和(或)纵倾时，平均吃水等于该倾斜状态下的船舶假定保持正浮并与原倾斜状态下的船舶保持等容排水体积所对应的吃水。如忽略船体变形时，船舶的平均吃水可按以下方法确定：

(1) 船舶处于正浮状态，无纵、横倾，此时船舶任何位置处的吃水都可以视为平均吃水。

(2) 船舶小角度纵倾时，实际平均吃水可按以下公式计算：

$$d_M = \frac{1}{2}(d_F + d_A) + \frac{(d_F - d_A) \cdot X_f}{L_{BP}} \quad (\text{m}) \quad (1-1)$$

式中： d_F ——船舶首吃水(m)；

d_A ——船舶尾吃水(m)；

X_f ——漂心距船中距离(m)，船中前取正(+)，船中后取负(-)；

L_{BP} ——垂线间长(m)。

(3) 船舶既有横倾又有纵倾时，船舶实际平均吃水应取船舶六面吃水平均值，并进行漂心修正和拱、垂修正等，其求取方法将在第十二章中的“水尺检量”一节中介绍。

在计算船舶的排水量或载重量时,应以船舶平均型吃水为引数查载重表尺或静水力曲线图或静水力参数表。船舶平均型吃水等于船舶实际平均吃水扣除龙骨板的厚度。实践中,可以船舶实际平均吃水代替平均型吃水查图或表。

3) 水密度对船舶吃水的影响

船舶航行于不同的港口与海域,其舷外水密度将对船舶吃水产生影响。当船舶排水量一定时,它在海水和淡水中所排开水的体积不同,因此,船舶吃水也不相同,在淡水中的吃水要大于在海水中的吃水。

水密度对船舶吃水的影响可按以下公式计算:

$$\delta d = \frac{\Delta}{100 TPC} \left(\frac{\rho}{\rho_1} - \frac{\rho}{\rho_0} \right) \quad (\text{m}) \quad (1-2)$$

式中: δd —— 舷外水密度变化引起的船舶平均吃水的改变量(m);

Δ —— 进入新水域前的船舶排水量(t);

TPC —— 该排水量状态下标准海水每厘米吃水吨数(t/cm);

ρ —— 标准海水密度(g/cm^3);

ρ_0 —— 原水域密度(g/cm^3);

ρ_1 —— 新水域密度(g/cm^3)。

在船舶资料中,通常可以查到淡水水尺超额量 FWA (Fresh water allowance) 数据。所谓淡水水尺超额量是指船舶由标准海水($\rho = 1.025 \text{ g/cm}^3$) 进入标准淡水($\rho = 1.000 \text{ g/cm}^3$) 时,其平均吃水的增加值,可从公式(1-2) 推导出:

$$FWA = \frac{\Delta}{40 \times 100 \times TPC} \quad (\text{m}) \quad (1-3)$$

式中: Δ —— 船舶排水量(t);

TPC —— 该排水量状态下标准海水每厘米吃水吨数(t/cm)。

船舶由标准海水进入水密度为 ρ_1 的半淡水($1.000 \text{ g/cm}^3 < \rho_1 < 1.025 \text{ g/cm}^3$) 的水域时,其平均吃水改变量称之为半淡水水尺超额量(Semi fresh water allowance),可以近似公式求得:

$$\delta d \approx 40 \times (1.025 - \rho_1) \times FWA \quad (\text{m}) \quad (1-4)$$

有的船上所配置的载重表尺中有水密度修正栏,可根据船舶平均型吃水和所处水域的水密度在该栏中相应列线上查出对应的排水量,也可根据船舶排水量反查出在不同水密度下的船舶平均型吃水值。

二、船舶的重量性能

对一特定的船舶而言,其载货能力主要取决于它的载重能力和容积能力,而船舶的重量性能又决定了它的载重能力。重量性能包括船舶的排水量和载重量。

1. 船舶排水量

船舶排水量是指船舶在静水中处于自由漂浮状态时,船体所排开水的重量。分为空船排水量、满载排水量以及某一装载状态下的排水量。

1) 空船排水量 Δ_L (Light ship displacement)

空船排水量是指船舶装备齐全但无载重时的排水量,在数值上等于空船重量。根据我国规范,空船排水量包括船体、船舶机械、设备、仪器、固定压载、锅炉中的燃料和水、冷凝器中的淡

水等重量的总和。空船排水量是一个定值,可以在船舶资料中查得。

2) 满载排水量 Δ_s (Full loaded displacement)

船舶满载排水量是指船舶满载时,即吃水达到某一载重线时的排水量。通常特指船舶吃水达到夏季载重线时的排水量,也称夏季满载排水量。夏季满载排水量为一定值,是表征船舶重量性能的一个指标,可以在船舶资料中查得。

3) 装载排水量 Δ (Actual loaded displacement)

指船舶在空载吃水与满载吃水之间任一吃水下的排水量。

2. 船舶载重量

船舶载重能力主要表现在它的载重量上。载重量分为总载重量和净载重量。

1) 总载重量 DW (Dead weight)

总载重量是指船舶在空载水线与满载水线之间任一吃水情况下所能装载的所有货物、燃料、淡水、船员、行李、粮食、供应品以及压载水、船舶常数等重量的总和,其值等于该实际吃水状态下的装载排水量与空船排水量之差,即:

$$DW = \Delta - \Delta_L \quad (t) \quad (1-5)$$

总载重量随船舶实际吃水变化而变化,在不同吃水时,总载重量有不同数值。但作为船舶载重能力指标载入船舶资料中的是指夏季载重线对应的总载重量,其值为一定值,等于夏季满载排水量与空船排水量之差。

2) 净载重量 NDW (Net dead weight)

净载重量是船舶在某一具体航次所能装载货物的最大重量,等于总载重量减去航次总储备量(包括航次所需的燃料、淡水、船员、行李、粮食、供应品等重量)和船舶常数。

$$NDW = DW - \sum G - C \quad (t) \quad (1-6)$$

式中: $\sum G$ ——航次总储备量(t);

C ——船舶常数(t)。

船舶资料中载明的净载重量,特指船舶在夏季满载排水量时,对应船舶最大续航能力情况下所能装载货物的最大重量。

在夏季满载吃水时,船舶净载重量、总载重量以及排水量之间的关系如下:

$$\text{满载排水量 } \Delta_s \begin{cases} \text{空船排水量 } \Delta_L \\ \text{总载重量 } DW_s \begin{cases} \text{净载重量 } NDW \\ \text{航次总储备量 } \sum G \\ \text{船舶常数 } C \end{cases} \end{cases}$$

三、船舶的容积性能

船舶容积性能是指一艘船舶可受载的空间大小,反映该船舶在容积方面的受载能力。

1. 货舱容积

货舱容积(Capacity of cargo holds)是指船舶各货舱的总容积或其中任一货舱的单舱容积,是散装容积、包装容积和液货舱容积的统称。

1) 散装容积(Bulk capacity)

又称散装舱容,是指货舱能装载散装货的容积。包括舱口围在内,由内底板或舱底板之上表面,舱顶板或舱盖板之下表面,两舷侧板之内表面,前后舱壁板内表面所围成的空间,扣除舱

内骨架、支柱、货舱护板、通风筒等所占的体积后得到的船舶货舱容积。

2) 包装容积(Bale capacity)

又称包装舱容,是指货舱内能装载包装件货的容积。包括舱口围在内,由内底板或舱底板之上表面,横梁或甲板纵骨下缘所确定的水平连续表面,舷侧肋骨所确定的纵向连续表面或护板内表面,横舱壁骨架的自由翼缘确定的横向连续表面所围成的空间,扣除舱内支柱、通风筒等所占体积后得到的船舶货舱容积。

一般货舱的包装容积约为散装容积的90%~95%。

3) 液货舱容积(Liquid capacity)

是指船舶液货舱内所能容纳特定液体货物的最大容积。

2. 舱容资料

1) 舱柜图(Holds and tanks plan)

通常由船纵向中线剖面图、二层舱甲板垂向剖面图、底舱甲板垂向剖面图组成。非常直观地反映出各货舱、燃润油舱、淡水舱、压载水舱以及各舱室、库房在船上所处的位置以及其形状和几何尺寸。

2) 舱容表(Holds or tank's capacity list)

(1) 货舱容积表(Hold's capacity list)

以表格的形式,给出各货舱的肋位号、散装容积、包装容积以及货舱舱容中心距船中的距离和距基线高度等数值。

(2) 液舱容积表(Tank's capacity list)

以表格的形式,给出各液体舱(包括燃油舱、柴油舱、滑油舱、淡水舱、污水舱、压载舱以及液货舱等舱室)的肋位号、型容积、净容积、满舱液体重量、液舱舱容中心距船中距离和距基线高度等数值。

为了便于对照查阅船舶舱容资料,船舶舱柜表、货舱容积表、液舱容积表往往被绘制在一张图上,这张图叫做舱柜容积图(Holds and tank's capacity plan)。

3. 舱容系数

舱容系数(Coefficient of load)是指船舶的全船货舱总容积与船舶航次净载重量之比。

$$\omega = \frac{\sum V_{ch}}{NDW} \quad (\text{m}^3/\text{t}) \quad (1-7)$$

式中: $\sum V_{ch}$ —— 全船货舱总容积(m^3),通常指包装容积。

舱容系数反映了船舶为每一个航次净载重吨(货物)所能够提供货舱容积的大小,因此,舱容系数是一个表征船舶适宜装轻货或重货的重要容积指标。由于船舶净载重量因航线、航行季节、航行储备携带计划不同而异,因此,舱容系数也是变化的。船舶资料中所记载的舱容系数,是指船舶在夏季满载吃水,按最大续航能力,燃油、淡水、供应品等装满备足的情况下所计算出来的数值,是一个固定值。

舱容系数较大的船舶,适于装轻货,即当装运大量轻泡货时,可充分利用船舶的载重能力;反之,舱容系数较小的船舶,适宜于装重货,如果装载大量轻泡货,则其载重能力就不能得到充分利用。

4. 船舶登记吨位

船舶登记吨位(Register tonnage)也是船舶的重要容积性能,是指根据《国际船舶吨位丈量

公约》以及各国船舶吨位丈量规范的规定进行丈量,以容积为丈量单位的专门吨位。船舶登记吨位分为总吨位和净吨位。应注意船舶登记吨位与以重量吨表示的船舶排水量和载重量概念上的区别,前者属于船舶的容积性能,后者属于船舶的重量性能。

1) 总吨位 GT(Gross tonnage)

是指根据公约或规范,对船上所有围蔽处所进行丈量后确定的船舶总容积。

根据《国际船舶吨位丈量公约》和我国《船舶与海上设施法定检验规则》(以下称《法定检验规则》),船舶总吨位应按下式确定:

$$GT = K_1 \cdot V \quad (1-8)$$

式中: K_1 ——系数,等于 $0.2 + 0.02 \log_{10} V$;

V ——船舶所有围蔽处所的总容积(m^3)。

船舶总吨位的用途:

- (1) 表示船舶建造规模的大小,同时也是商船拥有量的统计单位;
- (2) 计算造船、买卖船舶和定期租船、光船租船费用的依据;
- (3) 国际公约、船舶规范中划分船舶等级、技术管理和设备要求的基准;
- (4) 船舶登记、丈量和检验等收费的标准;
- (5) 确定海事索赔责任限制的基准;
- (6) 某些港口使费的计费依据;
- (7) 计算净吨位的基础。

2) 净吨位 NT(Net tonnage)

船舶净吨位是指根据有关国家主管机关制定的规范丈量确定的船舶有效容积,即扣除不能用来载货或载客的处所后得到的船舶可营运容积。不能用来载货或载客的处所包括船员的生活起居处所、船舶机械和装置处所、航行设备处所、安全设备处所和压载处所等。根据我国《法定检验规则》,净吨位的计算,以丈量得到的各载货处所的总容积为基准,并考虑乘客定额以及船舶总吨位和船型尺度,用公式计算求得。

向船舶征收的各种港口使费,如船舶吨税、船舶港务费、引航费、码头费、系解缆费、船舶服务费等,一般以船舶净吨位作为计费的依据。

3) 运河吨位(Canal tonnage)

通过苏伊士运河、巴拿马运河的船舶,须按照运河吨位交付各种过河费用。运河当局根据自己制定的船舶吨位丈量规范,对通过运河的船舶进行总吨位和净吨位的丈量,并核发相应的运河吨位证书。不论是苏伊士运河吨位还是巴拿马运河吨位均较普通船舶登记吨位要大。

“安新江”轮各种船舶登记吨位的数值如表 1-1。

“安新江”轮船舶登记吨位表

表 1-1

总吨位 GT	净吨位 NT	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
11 115	6 259	11 229.53	8 842.35	11 984.16	9 195.60

四、静水力曲线图及载重表尺

1. 静水力曲线图

静水力曲线图(Hydrostatic curves plan)由船舶设计部门绘制,提供了船舶在静止正浮时

的平均型吃水与船舶特征要素之间的关系曲线,为船舶重要技术资料。

1) 静水力曲线图的组成

不同船上的静水力曲线图所包括的静水力曲线可能有所不同,通常静水力曲线图中应包括下列主要静水力曲线:

(1) 排水量(Displacement)曲线:船舶排水量与船舶型吃水之间的关系曲线。静水力曲线图中一般有淡水排水量和海水排水量两条曲线。

(2) 浮心距船中距离(Longitudinal center of buoyancy from midship)曲线,简称 X_b 曲线:船舶排水体积的几何中心(即浮心) B 距船中距离与船舶型吃水之间的关系曲线。

(3) 漂心距船中距离(Longitudinal center of floatation from midship)曲线,简称 X_f 曲线:船舶水线面面积中心(即漂心) F 距船中距离与船舶型吃水之间的关系曲线。

(4) 横稳心距基线高度(Transverse metacenter above base line)曲线,简称 K_M 曲线:船舶横倾前后浮力作用线的交点(即横稳心) M 距基线高度与船舶型吃水之间的关系曲线。

(5) 每厘米吃水吨数(Metric tons per centimeter immersion)曲线,简称 TPC 曲线:船舶吃水改变 1 cm 所对应的船舶排水量改变值(即每厘米吃水吨数)与船舶型吃水之间的关系曲线。静水力曲线图中一般有在淡水和海水中的两条 TPC 曲线。

(6) 每厘米纵倾力矩(Moment to change trim one centimeter)曲线,简称 MTC 曲线:船舶吃水差改变 1 cm 所需要的纵倾力矩值(即每厘米纵倾力矩)与船舶型吃水之间的关系曲线。

除上述曲线外,静水力曲线图中可能还有水线面面积 A_w 曲线、浮心距基线高度 Z_b 曲线、纵稳心距基线高度 KM_L 曲线以及船型系数曲线等。

2) 静水力曲线图中数据的查取

在静水力曲线图中(见图 1-1),纵坐标表示船舶的平均型吃水(m),横坐标表示各曲线的计量长度(cm)。静水力曲线图中数据的查取方法是,根据某装载状态下的船舶平均型吃水在纵坐标轴上找到相应的位置点;通过此点作一条平行于横坐标轴的水平线,并与需要查取的有关曲线相交;通过此交点作横坐标轴的垂直线,在此垂直线与横坐标轴相交处,可以读出相应的计量长度(查取 X_b 及 X_f 曲线时,其计量长度均自船中符号 \square 处量起,船中前取正值,船中后取负值,其他曲线的计量长度均自坐标轴的原点量起);查出的计量长度乘以相应曲线的每厘米计量长度代表数值,即可获得所需要的数值。

2. 载重表尺

载重表尺(Dead weight scale)又称载重标尺(见图 1-2),是另一种由船舶设计部门提供给船舶驾驶员进行货运计算时使用的资料,简称载重表。

1) 载重表尺的构成

在载重表尺中标有船舶实际吃水以及与其对应的船舶海淡水排水量、海淡水总载重量、海淡水每厘米吃水吨数、每厘米纵倾力矩、横稳心距基线高度等标尺,并标有与相应满载吃水线对应的载重线标志。有的载重表尺中还列出对应于不同水密度的排水量、总载重量列线。

2) 载重表尺中数据的查取

根据某装载状态下的船舶实际吃水,在载重表尺的两侧船舶实际吃水标尺上找到相应的点,用直线连接这两点,直线与其他有关标尺的交点对应的数值,即我们要查取的在该实际吃水下的相关数值。如果载重表尺中列有对应不同水密度的排水量、总载重量列线,则自上述

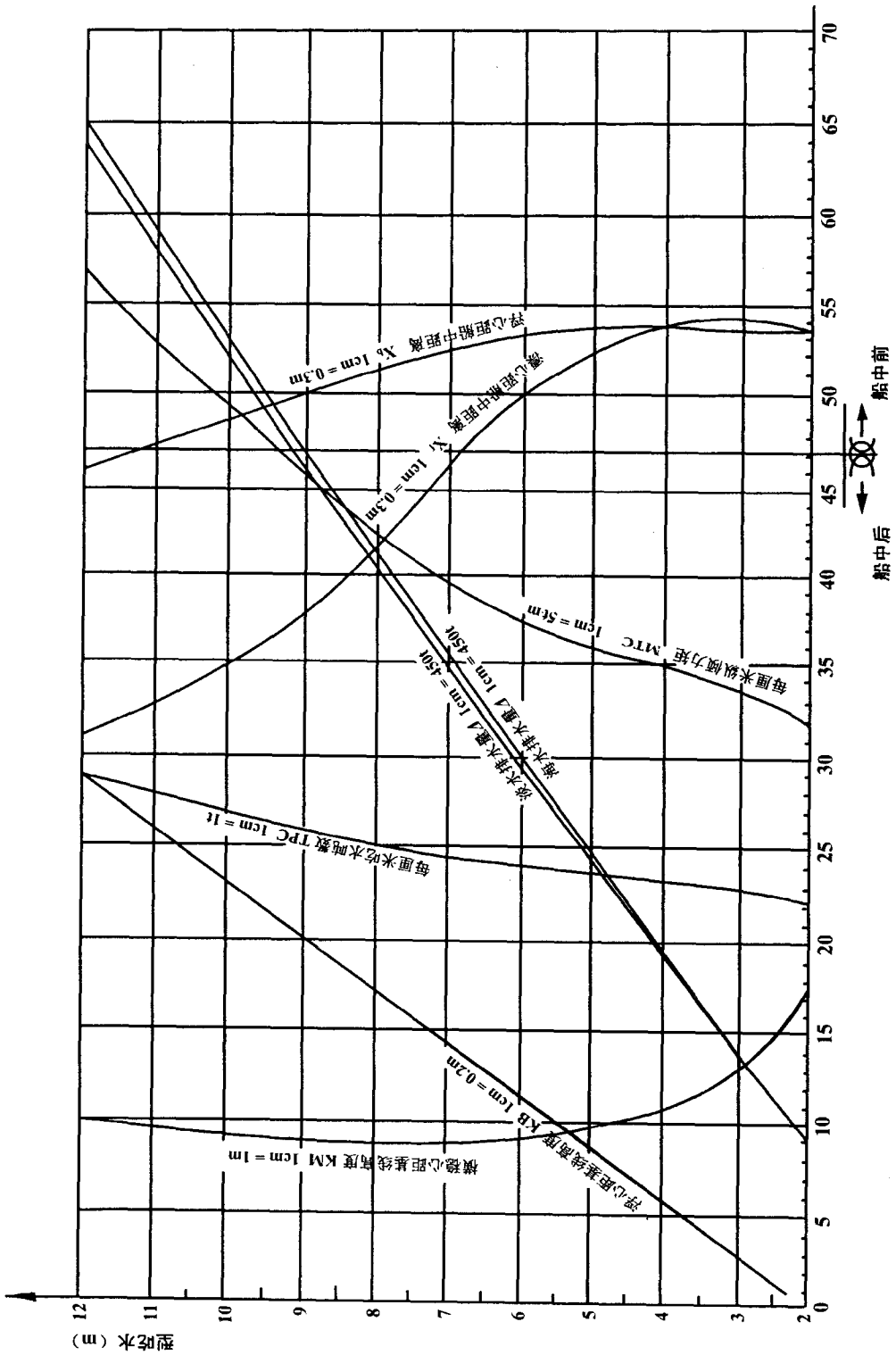


图1-1 “安新江”轮静水力曲线图

吃水 (m)	排水量 (淡水) (t)	排水量 (海水) (t)	总载重量 (淡水) (t)	总载重量 (海水) (t)	每厘米 吨数 (淡水) (t/cm)	每厘米 吨数 (海水) (t/cm)	每厘米 纵倾 力矩 (t·m/cm)	横稳心 距基线 高度 (m)	浮心 距船中 距离 (m)	漂心 距船中 距离 (m)	吃水 (m)
9.5	22000			16000			240				9.5
		22000	15000		26.0	26.5		9.1		-3.0	
9.0	21000			15000			230				9.0
		21000	14000		25.5			9.0		-2.5	
8.5	20000			14000			220		1.0		8.5
		20000	13000		25.0	26.0		8.8		-2.0	
8.0	19000			13000			210				8.0
		19000	12000		25.0	25.5		8.7		-1.5	
7.5	18000			12000			200				7.5
		18000	11000		24.5	25.0		8.7	1.5	1.0	
7.0	17000			11000			200				7.0
		17000	10000		24.0			8.8		-0.5	
6.5	16000			10000			190				6.5
		16000	9000		24.0	24.5		8.9		0	
6.0	15000			9000			190				6.0
		15000	8000		23.5			9.0		0.5	
5.5	14000			8000			180				5.5
		14000	7000		23.0	24.0		9.0	2.0	1.0	
5.0	13000			7000			180				5.0
		13000	6000		23.0			9.5		1.5	
4.5	12000			6000			170				4.5
		12000	5000		23.0	23.5		10.0		2.0	
4.0	11000			5000			170				4.0
		11000	4000		23.0			11.0	2.15	2.0	
3.5	10000			4000			170				3.5
		10000	3000		22.5			12.0	1.90	2.2	
3.0	9000			3000			170				3.0
		9000	2000		22.5	23.0		13.0	1.95	2.26	
2.5	8000			2000			170				2.5
		8000	1000		22.5			13.0	2.12	2.25	
2.0	7000			1000			170				2.0
		7000	0		22.5			13.0	2.12	2.25	
1.5	6000			0			170				1.5
		6000			22.5			13.0	2.12	2.25	

图 1-2 “安新江”轮载重表尺

直线与相应水密度列线的交点处,作斜线的平行线,该平行线与海水排水量、总载重量标尺或淡水排水量、载重量标尺的交点,其读数值就是我们要求的排水量或总载重量。

3. 静水力参数表

尽管船舶设计部门为每艘货船都提供了静水力曲线图以及载重表尺,但在生产实践中发现,使用这些图或表尺去查取有关数据,往往既费时又容易出现误差。为了解决这一问题,船舶设计部门用计算机对静水力曲线图中的有关曲线进行计算处理,编制成静水力参数表(Hydrostatic parameter table)供船方使用。静水力参数表的最大优点是,当船舶平均型吃水和表列引数一致时,所查取的有关数据比较准确。对于新建造的船舶,有关静水力资料几乎均采用静水力参数表的形式。

1) 静水力参数表的构成

静水力参数表以表格的形式,列出船舶平均型吃水以及与其对应的海淡水排水量、海淡水每厘米吃水吨数、每厘米纵倾力矩、横稳心距基线高度、浮心距船中距离、漂心距船中距离等数值。表列引数船舶平均型吃水的间隔一般为0.2 m,而新建造船舶的静水力参数表有时表列引数间隔更小,只有0.1 m。表1-2为“安新江”轮静水力参数表部分资料。

“安新江”轮静水力参数表

表 1-2

型吃水 (m)	排水量 (t)		每厘米吃水吨数 (t/cm)		每厘米 纵倾力矩 ($9.81 \times$ $\text{kN} \cdot \text{m}/\text{cm}$)	稳心距 基线高 (m)	浮心距 中距离 (m)	漂心距 中距离 (m)	型吃水 (m)
	海水	淡水	海水	淡水					
9.2	21 609	21 082	26.42	25.78	232.68	9.042	0.819	-2.945	9.2
9.0	21 082	20 568	26.25	25.61	229.03	8.989	0.894	-2.738	9.0
8.8	20 559	20 058	26.09	25.45	226.00	8.747	0.982	-2.532	8.8
8.6	20 041	19 552	25.93	25.30	222.88	8.723	1.061	-2.287	8.6
8.4	19 522	19 075	25.76	25.14	219.51	8.716	1.164	-2.042	8.4
8.2	19 001	18 538	25.58	24.96	215.51	8.722	1.267	-1.796	8.2
8.0	18 481	18 030	25.42	24.80	212.36	8.744	1.352	-1.551	8.0
7.8	17 977	17 539	25.29	24.67	209.94	8.746	1.391	-1.312	7.8
7.6	17 473	17 047	25.15	24.54	207.46	8.757	1.436	-1.073	7.6
7.4	16 965	16 551	25.01	24.40	204.91	8.778	1.466	-0.834	7.4
7.2	16 449	16 048	24.87	24.26	202.15	8.783	1.500	-0.595	7.2
7.0	15 945	15 556	24.73	24.13	199.26	8.791	1.541	-0.357	7.0
6.8	15 459	15 082	24.62	24.02	197.45	8.852	1.597	-0.138	6.8
6.6	14 969	14 604	24.50	23.90	195.18	8.892	1.656	0.115	6.6
6.4	14 479	14 126	24.36	23.77	192.23	8.936	1.714	0.366	6.4
6.2	13 990	13 649	24.24	23.65	189.96	8.976	1.773	0.620	6.2
6.0	13 503	13 174	24.14	23.55	188.16	9.036	1.828	0.838	6.0
5.8	13 021	12 703	24.05	23.46	186.55	9.143	1.879	1.003	5.8
5.6	12 538	12 232	23.96	23.38	185.05	9.234	1.931	1.178	5.6
5.4	12 057	11 763	23.88	23.30	183.62	9.358	1.983	1.312	5.4
5.2	11 578	11 296	23.81	23.23	182.28	9.495	2.037	1.455	5.2
5.0	11 100	10 829	23.73	23.15	181.06	9.617	2.080	1.607	5.0
4.8	10 625	10 366	23.66	23.09	179.96	9.808	2.095	1.720	4.8
4.6	10 150	9 902	23.60	23.03	178.96	10.023	2.115	1.838	4.6
4.4	9 678	9 442	23.54	22.97	178.01	10.284	2.138	1.961	4.4
4.2	9 207	8 982	23.48	22.91	177.00	10.523	2.166	2.069	4.2
4.0	8 737	8 524	23.41	22.84	175.90	10.742	2.144	2.158	4.0
3.8	8 270	8 068	23.34	22.77	174.65	11.190	1.902	2.183	3.8
3.6	7 803	7 613	23.26	22.69	173.35	11.683	1.944	2.218	3.6
3.4	7 338	7 159	23.18	22.61	172.01	12.136	2.015	2.264	3.4
3.2	6 875	6 707	23.10	22.53	170.63	12.558	2.062	2.251	3.2
3.0	6 411	6 255	23.00	22.44	169.22	12.953	2.121	2.253	3.0

2) 静水力参数表中数据的查取

静水力参数表中数据的查取方法很简单,当船舶平均型吃水和表列引数一致时,可以直接查取表列有关数据。当船舶平均型吃水和表列引数不一致时,需要内插。

4. 船舶静水力资料的应用

1) 利用船舶静水力资料进行货运量和船舶吃水的计算

利用船舶静水力资料可进行下列货运量和船舶吃水的计算:

- (1) 按船舶实际吃水变化量计算装货或卸货的重量;
- (2) 在吃水受限制时,计算船舶所能装载货物的重量;
- (3) 估算装卸货物后船舶吃水的变化量;
- (4) 船舶进出不同水密度的水域时吃水改变量的计算;
- (5) 按实际载货量计算船舶平均吃水等。

2) 利用船舶静水力资料进行船舶浮态、稳性和吃水差的计算

在计算船舶的浮态、稳性和吃水差时,需要使用船舶静水力资料中的每厘米吃水吨数 TPC 、每厘米纵倾力矩 MTC 、横稳心距基线高度 KM 、浮心距中距离 X_b 及漂心距中距离 X_f 等数据,我们将在有关章节中再作介绍。

五、船舶干舷及载重线标志

1. 船舶干舷

船舶干舷(Free board)在生产实践中泛指在船中处从干舷甲板的上边缘向下量到实际装载水线间的垂直距离,当然,我们把这段距离叫做船舶实际干舷更为合适。船舶资料以及船舶载重线证书中所记载的船舶干舷值,特指在船中处从干舷甲板的上边缘向下量到有关载重线上边缘之间的垂直距离。其中夏季最小干舷,亦称夏季干舷,是指夏季载重线所对应的干舷,它近似等于型深 D 与夏季载重线所对应的型吃水 d_s 的差值,即:

$$F \approx D - d_s \quad (\text{m}) \quad (1-9)$$

船舶干舷的大小可以作为衡量储备浮力大小的依据。船舶满载水线以上船体水密空间的体积所提供的浮力称之为储备浮力(Reserve buoyancy)。船舶干舷越大,船舶储备浮力越大,其航海安全性也就越大。但船舶干舷过大,会使船舶的实际载重能力变小。因此,适宜的干舷大小,适宜的储备浮力值,对营运船舶来说是很重要的。在风浪较大的季节,要求船舶有较大的储备浮力,而在风浪较小的季节,可以采用较小的干舷。船舶检验部门为了保证船舶航海安全,同时使船舶具有尽可能大的装载能力,规定在船舶两舷勘划载重线标志,以限定船舶的最大吃水,这样也就规定了船舶的最小干舷。船舶在任何情况下,包括开航时、航行途中以及到港时,都不得使其实际干舷小于规定的船舶最小干舷。

2. 船舶载重线标志

船舶载重线标志(Mark of load line)是指为标明船舶载重线位置,用以检查装载水线,使之不小于已核定的最小干舷,而按《国际船舶载重线公约》或各国的船舶载重线规范所规定的式样勘绘于船中两舷的标志。现根据《国际船舶载重线公约》以及我国《法定检验规则》,就各类船舶的载重线标志说明如下:

1) 国际航行船舶载重线标志

国际航行船舶载重线标志包括甲板线、载重线圈、载重线三部分。

(1) 甲板线(Mark of deck line)

甲板线为一条水平线,勘绘在两舷船中处,其上边缘一般应经过干舷甲板上表面向外延伸