



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

船舶货运

船舶驾驶专业

主编 王捷



 人民交通出版社

船舶货运

主编 王捷

人民交通出版社

中等职业教育国家规划教材

Chuanbo Huoyun

船舶货运

(船舶驾驶专业)

主 编	王 捷
责任主审	蔡存强
审 稿	邱文昌
	施纪昌

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是中等职业教育国家规划教材,根据中华人民共和国港务监督局 1998 年 8 月 1 日起施行的《中华人民共和国海船船员适任考试和评估大纲》及我国航海类中专教学大纲和 STCW95 公约的要求编写而成,可作为海洋船舶驾驶专业中专和船员培训之用。

本教材共分十二章,内容有船舶和货物基础知识、船舶载货能力、船舶稳性、船舶吃水差、船舶强度、杂货船运输、危险货物运输、货物的积载与系固、固体散货运输、散装谷物运输、液体散货运输、集装箱运输。

图书在版编目(CIP)数据

船舶货运/王捷主编. —北京:人民交通出版社,
2002.7

ISBN 7-114-04364-3

I. 船... II. 王... III. ①货船—基本知识②水路
运输;货物运输—基本知识 IV. U695.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 045935 号

中等职业教育国家规划教材

船 舶 货 运

(船舶驾驶专业)

主 编 王 捷

责任主审 蔡存强

审 稿 邱文昌

施纪昌

版式设计:姚亚妮 责任校对:刘高彤 责任印制:张 恺

人民交通出版社出版

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷有限公司印刷

开本:787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张:14.75 字数:361 千

2002 年 8 月 第 1 版

2002 年 8 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—1000 册 定价:18.00 元

ISBN 7-114-04364-3

U·03211



为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的“职业教育课程改革和教材建设规划”，教育部全面启动了中等职业教育国家规划教材建设工作。交通职业教育教学指导委员会航海类学科委员会组织全国交通职业学校(院)的教师，根据教育部最新颁布的船舶驾驶、轮机管理、船体建造与修理专业的主干课程教学基本要求，编写了中等职业教育船舶驾驶、轮机管理、船体建造与修理专业国家规划教材共 28 册，并通过了全国中等职业教育教材审定委员会的审定。

本套教材的编写以国际、国内和行业的法规、规则及标准为依据，以职业岗位的需求为出发点，始终围绕职业教育的特点，具有较强的针对性。新教材较好地贯彻了“以全面素质为基础，以能力为本位”的教育教学指导思想，结合对培养学生的创新精神、职业道德等方面的要求，提出教学目标并组织教学内容。新教材在内容的编写上以“必需和够用”为原则，紧扣大纲，深度、广度适中，体现了理论和实践的结合，强化了技能训练的力度。新教材在理论体系、组织结构、内容描述上与传统教材有明显的区别。

本套教材是针对四年制中等职业教育编写的，也适用于船员的考证培训和船厂职工的自学。

《船舶货运》是中等职业教育船舶驾驶专业国家规划教材之一，内容包括：船舶和货物基础知识、船舶载货能力、船舶稳性、船舶吃水差、船舶强度、杂货船运输、危险货物运输、货物的积载与系固、固体散货运输、散装谷物运输、液体散货运输、集装箱运输共十二章。

参加本书编写工作的有：浙江舟山航海学校王捷(编写第一、二、六、十三章)、山东省水运学校周兆欣(编写第三、四章)、南通航运职业技术学院范育军(编写第五、九、十章)、南京海运学校王国正(编写第七、八、十一章)，全书由王捷担任主编，大连海事大学远洋职业技术学院沈国华担任主审。

本书由上海海运学院蔡存强教授担任责任主审，上海海运学院邱文昌教授、施纪昌副教授审稿。



限于编者经历及水平,教材内容很难覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广国家规划教材的同时,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会

航海类学科委员会

二〇〇二年五月

第一章 船舶和货物基础知识	1
第一节 船舶基础知识.....	1
第二节 货物基础知识.....	17
第三节 有关国际公约和国内法规.....	27
第二章 船舶载货能力	29
第一节 航次总载重量的确定.....	29
第二节 航次储备量的计算.....	30
第三节 船舶常数.....	31
第四节 航次净载重量的计算.....	32
第五节 充分利用船舶的载货能力.....	33
第三章 船舶稳性	35
第一节 船舶稳性基本概念.....	35
第二节 初稳性.....	36
第三节 大倾角稳性.....	44
第四节 动稳性概念.....	48
第五节 IMO 及中国对稳性的要求.....	50
第六节 船舶稳性检验及适度判断.....	55
第四章 船舶吃水差	59
第一节 吃水差基本概念及要求.....	59
第二节 吃水差及首尾吃水计算.....	61
第三节 吃水差图表及应用.....	67
第五章 船舶强度	72
第一节 船舶强度基本概念.....	72
第二节 船舶纵向强度校核及保证措施.....	74
第三节 船舶局部强度校核及保证措施.....	81
第六章 杂货船运输	85
第一节 货物性质及常运杂货运输要求.....	85
第二节 主要货物运输单证.....	89
第三节 杂货船装货准备.....	91
第四节 货物配积载基本要求.....	92
第五节 件杂货衬垫、堆装、隔票和系固.....	96

第六节	货物装卸和监督管理	102
第七节	航行中货物管理	103
第八节	快速装卸对货物的积载要求	109
第九节	木材甲板货装运	110
第十节	冷藏货物运输	113
第十一节	货物装载计算仪	117
第十二节	杂货船配载图编制	118
第十三节	海上货运质量管理	124
第七章	危险货物运输	127
第一节	危险货物分类及特性	127
第二节	危险货物的标志、包装及运输单证	131
第三节	危险货物积载、隔离	137
第四节	包装危险货物运输过程	141
第五节	产生危险货物运输事故的主要原因	142
第六节	《国际危规》使用	143
第七节	中国《水路危规》使用	145
第八章	货物的积载与系固	147
第一节	货物单元积载准备	147
第二节	不同货物单元积载和系固方法	151
第三节	重大件货物运输	154
第四节	《货物系固手册》及应用	159
第五节	非标准货物系固有效性评估	161
第九章	固体散货运输	167
第一节	固体散货种类及运输危险性	167
第二节	固体散货船稳性及强度	168
第三节	固体散货船装运要求	169
第四节	货物适运性简易鉴定方法	175
第五节	《BC规则》的使用	175
第六节	水尺检量	176
第十章	散装谷物运输	180
第一节	船运散装谷物特性及运输要求	180



第二节	散装谷物船的稳性核算·····	184
第三节	改善散装谷物船舶稳性的方法及措施·····	191
第十一章	液体散货运输 ·····	194
第一节	液体散货种类及理化特性·····	194
第二节	油船的结构特点·····	196
第三节	液体散货装运操作·····	196
第四节	液体散货船一般安全及防范措施·····	199
第十二章	集装箱运输 ·····	203
第一节	集装箱和集装箱船基本知识·····	203
第二节	集装箱船稳性和强度·····	211
第三节	集装箱船配载图编制及保证要求·····	214
第四节	集装箱船安全装卸·····	220
第五节	集装箱系固·····	221
参考文献	·····	226

第一章 船舶和货物基础知识

海上货物运输(Cargo Transportation at Sea)是通过船舶(Ship)将货物(Cargo)最经济、最安全地从一个港口运输到另一个港口。船舶和货物基础知识是海上货物运输课程的基本内容,是学习其他各章的基础和前提。本章详细地介绍了与货物运输有关的船舶基础知识、货物基础知识和有关货物运输的国际公约、规则和国内法规,使我们了解和掌握与船舶和货物有关的知识,保证船舶和货物运输安全。

第一节 船舶基础知识

船舶是完成海上货物运输的主要工具。我国《海商法》中定义为:船舶,是指海船和其他海上移动式装置,但是用于军事的、政府公务的船舶和 20 总吨以下的小型船艇除外。

一、船舶浮性的基本概念

船舶在各种装载情况下,保持一定的浮态,漂浮于水面一定位置的能力,称为船舶的浮性。浮性是船舶最基本的性能,任何船舶都具备一定的浮性。

1. 船舶在静水中的平衡条件

船舶浸入水中时,将受到两个力的作用:一个是垂直向下的重力(Gravity),另一个是作用于船舶周围水压力的合力,即浮力(Buoyancy)。重力的作用中心为重心(Center of Gravity),浮力的作用中心为浮心(Center of Buoyancy),浮心为船舶排水体积的几何中心。重力的方向是垂直向下,大小等于该船舶的重量。浮力的方向是垂直向上,大小等于该船舶所排开同体积水的重量。若判断船舶在水中是沉还是浮,则完全取决于船舶的重力和浮力的平衡关系。如果重力大于浮力,船舶就下沉;相反,如果浮力大于重力,船舶就上浮。船舶平衡条件:船舶在静水中受到重力和浮力的作用,如果船舶的重力和浮力相等并作用在同一铅垂线上时,船舶达到平衡并浮于水面。

2. 船舶浮态

浮态即船舶的漂浮状态,是船舶在静水中平衡时船与静水平面的相对位置。船舶的浮态有:正浮、横倾、纵倾和任意倾(横倾与纵倾兼有)四种。

1) 正浮(Floating on Even Keel)

船舶的基平面与静水平面平行,而且既无纵倾又无横倾的漂浮状态称为正浮状态。如图 1-1 所示。

2) 横倾(Heel)

船体沿船底的纵轴 OX 与静水平面平行,而横轴 OY 是倾斜的,船中纵剖面与铅垂平面成一角度 θ ,这种漂浮状态称为横倾状态,角度 θ 称为横倾角(Heel Angle)。横倾有右倾和左倾,如图 1-2 所示。

3) 纵倾(Trim)

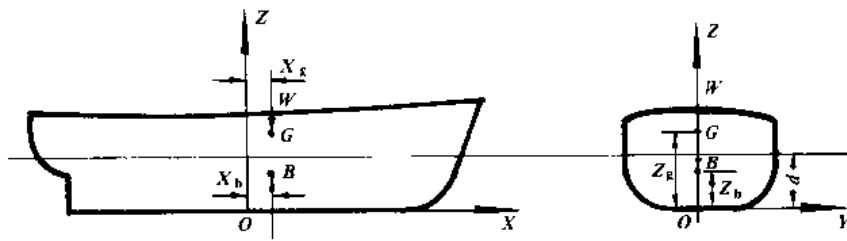


图 1-1 船舶正浮状态

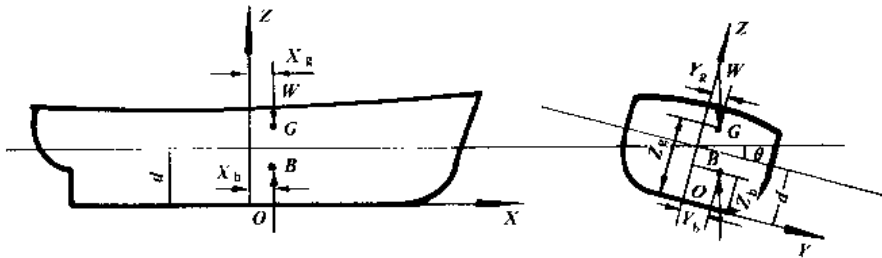


图 1-2 船舶横倾状态

船体沿船底的横轴 OY 与静水平面平行, 而纵轴 OX 是倾斜的, 与静水平面成角度 φ , 这种漂浮状态称为纵倾状态。角度 φ 称为纵倾角 (Trim Angle)。纵倾有尾倾和首倾, 如图 1-3 所示。

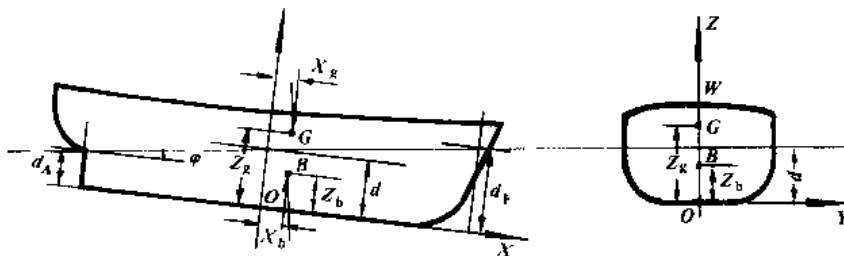


图 1-3 船舶纵倾状态

4) 任意倾

船体沿船底的纵轴 OX 和横轴 OY 同时倾斜, 其倾斜的角度分别为纵倾角 φ 和横倾角 θ , 称任意倾状态。如图 1-4 所示。

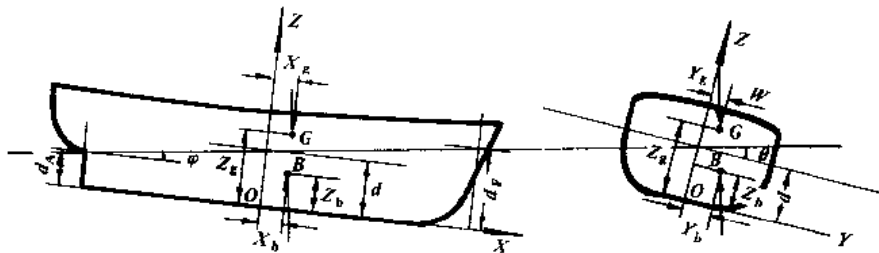


图 1-4 船舶任意倾状态

船舶的正浮状态是一种特殊的状态。一般情况下, 船舶浮于水面总是存在一定的横倾和纵倾。从船舶安全角度来说, 船舶在装卸货物、海上航行时, 应保持船舶无横倾。另外, 为提高航速和船舶操纵性能, 适当的纵倾是有必要的。

二、船舶重量性能

在海上货物运输中,船舶重量性能是表示船舶装载多少货物的能力。它分船舶排水量和船舶载重量,其计量单位为吨(Tons,t)。通常军舰的大小以船舶排水量表示;货船的大小以船舶载重量表示。

1. 船舶排水量

船舶排水量(Displacement)是指船体自由浮于静水中保持静态平衡时所排开同体积水的重量。按照阿基米德定律,其计算公式为:

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

式中: Δ ——船舶排水量,t;

V ——船体排开水的体积, m^3 ;

ρ ——船体舷外水的密度, t/m^3 。

船舶排水量可分为:

1) 空船排水量(Light Displacement)

空船排水量是指船舶的空船重量,包括船体、船机、锅炉、各种设备、锅炉中的燃料和水、冷凝器中的淡水等重量的总和。新船空船排水量是一定值,其值可从船舶资料中查得。

2) 满载排水量(Load Displacement or Deep Displacement)

满载排水量是指空船排水量加上全部可变载荷(货物、航次所需的燃料、淡水、压载水、食物、船员和行李、其他供应品和备品及船舶常数)后的重量。通常指夏季满载排水量。

2. 船舶载重量

船舶载重量是指船舶载重能力的大小,具体可分为:

1) 总载重量(Deadweight/DW)

总载重量是指船舶在任意吃水状况下所能装载的最大重量,包括货物、燃物料、淡水、压载水、船员和行李、供应品和备品及船舶常数。其值等于该吃水下的船舶排水量与船舶空船排水量之差:

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

式中: DW ——总载重量,t;

Δ ——船舶满载排水量,t;

Δ_L ——船舶空船排水量,t。

总载重量是随船舶排水量的变化而变化,与航行区域和季节有关。在实际应用和船舶资料中,总载重量一般指夏季船舶满载排水量与船舶空船排水量之差,其值为定值,是船舶载重能力的重要指标。

2) 净载重量(Net Deadweight/NDW)

净载重量是指船舶在具体航次中所能装载货物的最大重量,与航次总储备量和船舶常数有关。其值等于总载重量与航次总储备量和船舶常数之差:

$$NDW = DW - \Sigma C - C \quad (1-3)$$

式中: NDW ——净载重量,t;

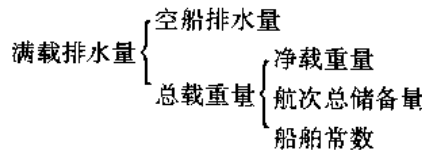
ΣC ——航次总储备量,t;

C ——船舶常数,t。

总载重量表示船舶载重能力的大小;净载重量表示船舶载货能力的大小。它们都是海上

货物运输管理中计算航次货运量的根据。

综上所述,船舶重量性能的相互间关系如下:



三、船舶尺度及水尺标志

船舶尺度和吃水是货物运输中计算船舶稳性、吃水差及货物运输量的基本数据。船舶尺度(Ship Dimension)按照不同的用途,可分为三种:船型尺度、登记尺度和船舶最大尺度。如图 1-5 所示。

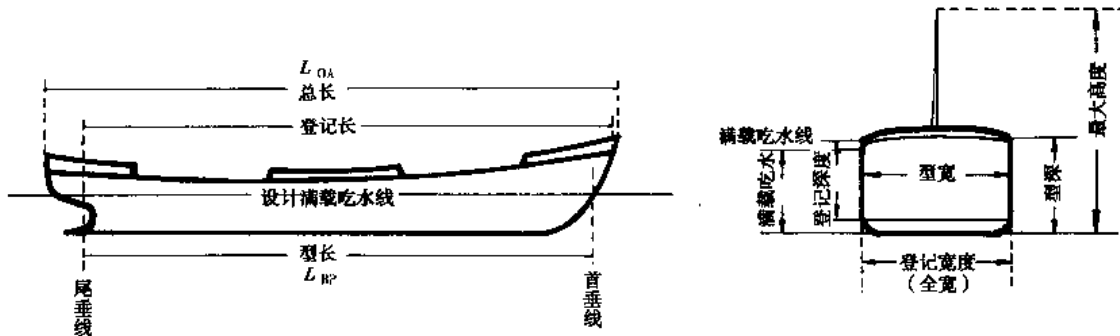


图 1-5 船舶尺度

1. 船型尺度(Moulded Dimension)

用以理论计算,在《钢质海船入级与建造规范》中指从船体型表面上量取的尺度。称为理论尺度和计算尺度。

1) 型长 L_{BP} (Length Between Perpendiculars)

沿设计夏季载重水线,由船首柱前缘量至舵柱后缘的长度;对无舵柱的船舶,由船首柱前缘量至舵杆中心线的长度,即船首尾垂线间的长度,该长度均不得小于设计夏季载重水线总长的 96%,且不必大于 97%。

2) 型宽 B (Moulded Breadth)

在船体的最宽处,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)

在船长中点处,由平板龙骨上缘量至干舷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甲板型线与船舷型线的交点。

4) 型吃水 d (Moulded Draft)

在船长中点处,由平板龙骨上缘量至夏季载重水线上缘的垂直距离。船舶在正浮时,其型吃水和实际吃水仅相差平板龙骨厚度。通常用“船长 L_{BP} × 型宽 B × 型深 D ”表示船体外形的大小,这 3 个尺度称为船舶主尺度。

2. 登记尺度(Register Dimension)

用以丈量与计算船舶吨位,故称登记尺度。

1) 登记长 L_R (Register Length)

指量自龙骨板上缘的最小型深 85% 处水线长度的 96%,或沿该水线从船首柱前缘量至上

舵杆中心的长度,取两者中较大者。

2) 登记深 D_R (Register Depth)

指在登记长 L_R 中点船舷处从平板龙骨上表面量至上甲板下表面的垂直距离。有双层底的船舶则由内底板上缘量起,若内底板上木铺板,则量自木铺板上缘。

3) 登记宽 B_R (Register Breadth)

指登记长 L_R 中点处的最大宽度。对于金属外板的船舶,其宽度量至两舷的肋骨型线。

3. 船体最大尺度 (Overall Dimension)

船舶在停靠码头、进坞、过船闸、桥梁、架空电线、狭窄航道及船舶避碰操纵等时用到的船体最大尺度。

1) 总长 L_{OA} (Length Overall)

包括两端上层建筑在内的船体型表面最前端与最后端之间的水平距离。

2) 最大船长 L_{max} (Maximum Length)

船舶最前端与最后端之间包括外板和两端永久性固定突出物(顶推装置等)在内的水平距离。

3) 最大船宽 B_{ext} (Extreme Breadth)

包括外板和永久性固定突出物(护舷材、水翼等)在内的垂直于中线面的船舶最大水平距离。

4) 最大高度 H_{max} (Maximum Height)

自龙骨下边至船舶固定建筑物(固定的桅、烟囱等在内的任何构件)最高点的距离。净空高度 (Air Draft) 等于最大高度减去吃水。

4. 船舶吃水标志

船舶吃水标志 (Draft Marks) 又叫水尺标志,它由绘在船首 (Bow)、船尾 (Stem) 及船中 (Amidships) 两侧船壳上的六组数据组成,俗称六面

水尺。水尺采用米制时,用阿拉伯数字标绘,每个数字的高度为 10cm,上下两数字的间距也是 10cm,并自数字下缘起算;采用英制水尺时,用罗马数字标绘,每个数字高度为 6 in,上下两数字的间距也是 6in,也自数字下缘起算,如图 1-6 所示。

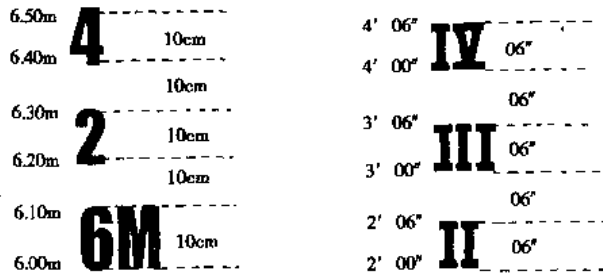


图 1-6 船舶吃水标志

观测船舶吃水时,应根据实际水线在水尺上的位置,按比例取其读数。当有波浪时,应取其最高和最低时读数的平均值。为方便地读取船舶六面水尺,有些大型船舶设有吃水指示系统 (Draft Indicating System),可以在驾驶台或其他位置的指示面板上直接读取首、中、尾吃水。

四、静水力曲线图、载重表尺、静水力参数表及应用

静水力曲线图、载重表尺和静水力参数表作为重要的船舶技术资料被广泛地运用于海上货物运输计算中,具体内容有:

1. 静水力曲线图及使用

静水力曲线图 (Hydrostatic Curve) 是表示船舶在静止正浮状态下,有关船舶浮性要素、初稳性要素、船型系数等与船舶吃水有关的一组曲线。它是由船舶设计部门绘制,供营运船舶使用的一张重要技术资料图,如图 1-7 所示。

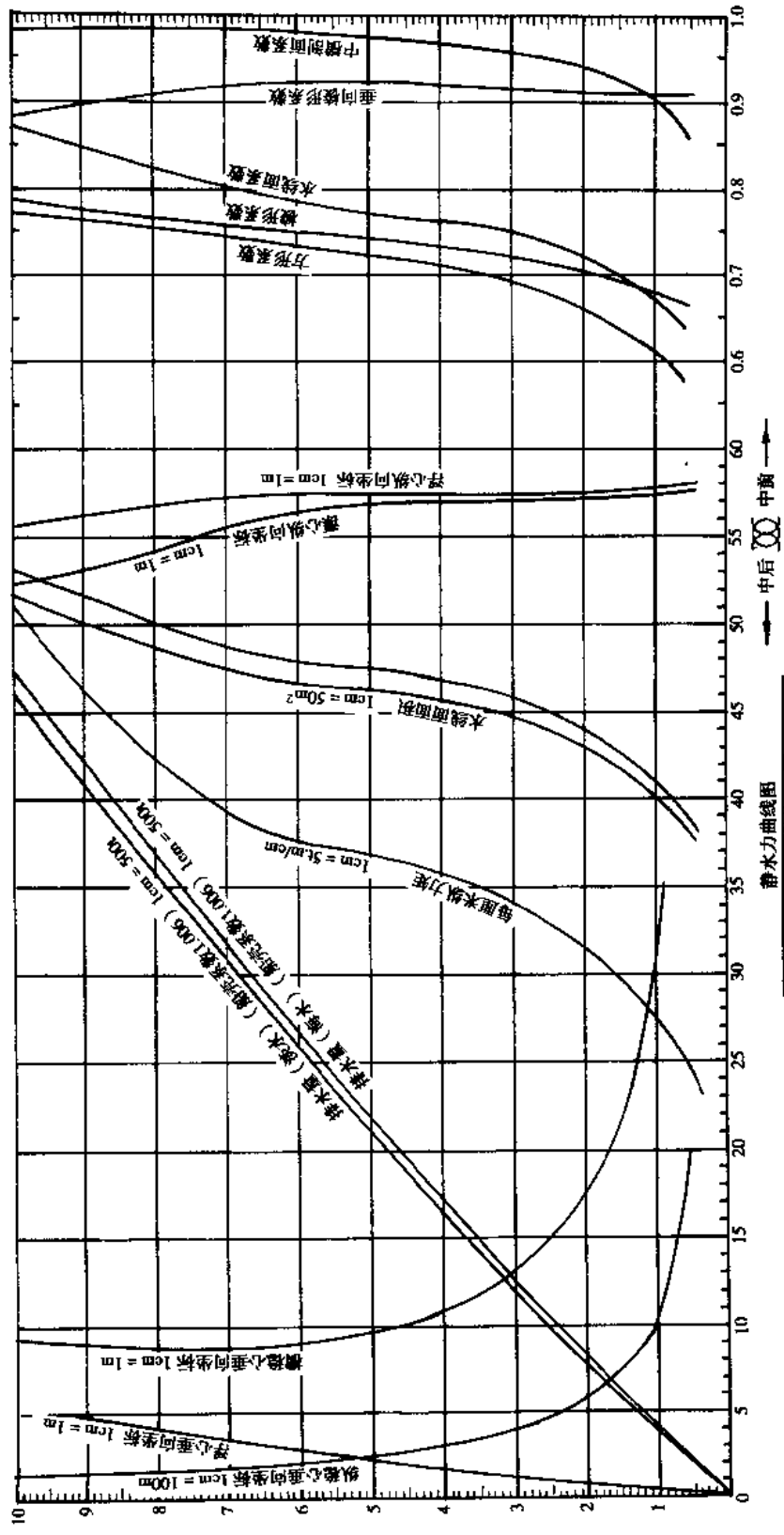


图 1-7 静水力曲线图

图中的纵坐标表示船舶的平均型吃水(m),横坐标表示各条静水力曲线的计量长度(cm)。当求取其中某一静水力曲线数值时,先根据船舶的平均型吃水(m)查出相对应曲线的横坐标数值,再根据静水力曲线上每厘米计量单位代表的不同单位的数值求出该静水力曲线数值。下面具体介绍各静水力曲线的名称和使用方法:

1)型排水体积曲线(Volume of Molded Displacement Curve)

表示船舶的型排水体积(m^3)随平均型吃水增加而增大的规律。

2)排水量曲线(Displacement Curve)

表示船舶的排水量(t)随平均型吃水增加而增大的规律。排水量分淡水排水量(Fresh Water Displacement)和海水排水量(Salt Water Displacement)。

3)浮心距船中距离曲线(Longitudinal Center of Buoyancy from Midship)

简称 X_b 曲线,表示船舶浮心距船中距离随平均型吃水增加而变化的规律。我国规定浮心 B 在船中前 X_b 为(+),在船中后 X_b 为(-)。该值由船中向前、后读取。

4)水线面面积曲线(Areas of Water Planes)

简称 A_w 曲线,表示船舶水线面面积随平均型吃水增加而增加的规律。

5)漂心距船中距离曲线(Longitudinal Center of Floatation from Midship)

简称 X_f 曲线,表示船舶水线面面积中心 f (漂心)距船中距离随平均型吃水增加而变化的规律。我国规定漂心的位置用其距船中的距离 X_f 表示,漂心 f 在船中前 X_f 为(+),在船中后 X_f 为(-)。该值由船中向前、后读取。有些国家漂心纵向位置用其距船尾垂线的距离表示;

6)每厘米吃水吨数曲线(Metric Tons Per Centimetre Immersion)

每厘米吃水吨数(TPC)是指船舶平均吃水变化 1cm 时,船舶排水量的变化值。

$$TPC = \frac{\rho A_w}{100} \quad (t/cm) \quad (1-4)$$

式中: ρ ——水密度, t/m^3 ;

A_w ——水线面面积, m^2 。

TPC 曲线,表示每厘米吃水吨数随平均型吃水增加而变化的规律;该曲线在实际装卸过程中甚为有用,但须明白,只有在少量装卸(10%排水量以下)情况下,才能取得较准确的结果。

7)浮心距基线高度曲线(Vertical Center of Buoyancy above Base Line)

简称 KB 曲线,表示船舶排水体积的几何中心(即浮心 B) 在龙骨基线上的高度随平均型吃水增加而变化的规律。

8)横稳心距基线高度曲线(Transverse Metacenter above Base Line)

简称 KM 曲线,表示船舶横倾前、后浮力作用线的交点(即横稳心 M) 在龙骨基线上的高度随平均吃水增加而变化的规律。

9)纵稳心距基线高度曲线(Longitudinal Metacenter above Base Line)

简称 KM_L 曲线,表示船舶纵倾前、后浮力作用线的交点(即纵稳心 M_L) 在龙骨基线上的高度随平均型吃水增加而变化的规律。

10)每厘米纵倾力矩曲线(Moment to Change Trim One Centimetre)

每厘米纵倾力矩(MTC)表示船舶在不同吃水情况下,纵倾 1cm 时所需的力矩。

MTC 曲线表示每厘米纵倾力矩随平均型吃水增加而变化的规律;

11)方形系数曲线(Displacement Coefficient)

简称 C_b 曲线,表示方形系数 C_b 随平均型吃水变化的关系曲线。

静水力曲线图使用时应注意各数值的读取方法,如漂心距船中距离是从船中向前、后读取;每厘米纵倾力矩是从坐标原点向前读取。

2. 载重表尺及应用

载重表尺(Dead Weight Scale)是船舶在静水正浮状态下,根据船舶排水量、总载重量等船舶特性参数和平均型吃水之间的关系而绘制的一种图表。在船舶出厂时,船厂计算出该船不同的平均吃水与其对应的排水量、总载重量、横稳心距基线高度、每厘米吃水吨数、每厘米纵倾力矩等数值,列成图表,并附上载重线标志,如图 1-8 所示。

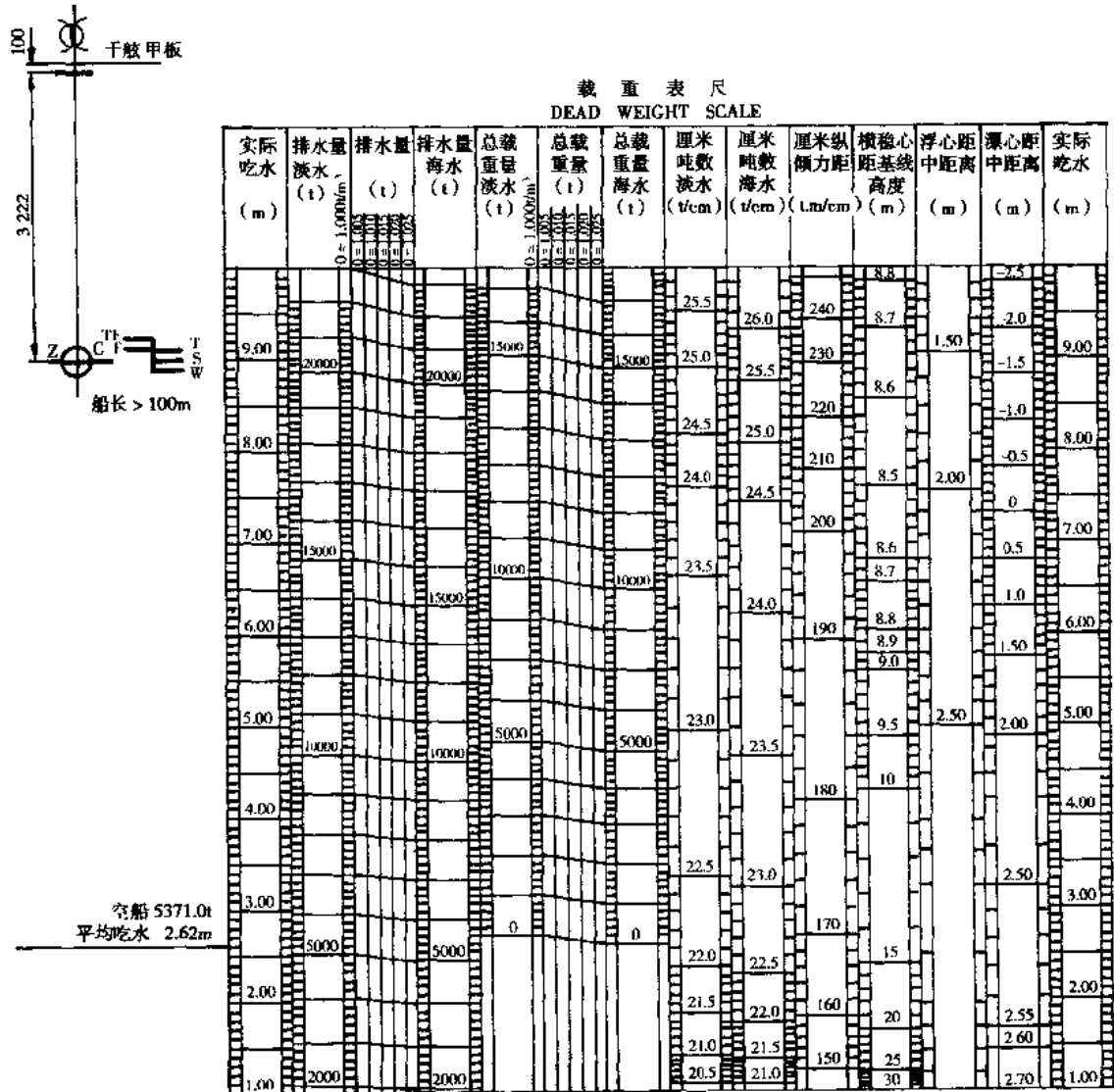


图 1-8 载重表尺

图中的两边是船舶的平均吃水(m),在求取其中某一数值时,可用直尺根据船舶的平均吃水(两边)查出相对应数值;也可以由某一数值来求取船舶的平均吃水。

载重表尺的应用:

(1)按船舶的平均吃水求取船舶相应的排水量和/或总载重量,计算船舶的装货数量,或反之;

(2)按船舶的平均吃水的改变量(厘米吨数)求取排水量和/或总载重量的改变量,并由此计算船舶装(卸)货的数量,或反之;

(3)按船舶的平均吃水求取相应的横稳心距基线高度、厘米纵倾力矩等;

(4)船舶进出不同水密度的水域时,计算吃水变化。

3. 静水力参数表及应用

静水力参数表(Hydrostatic Data Table)是静水力曲线图和载重表尺的简化。为节省时间、避免出错,船舶设计部门将不同吃水时的有关数据计算后列出静水力参数表提供给船方使用。在船上,一般均使用静水力参数表来查找有关数据。静水力参数表的用途基本上同载重表尺,在此不另举例说明。

五、舷外水密度改变对吃水的影响

当航行于水密度不同的水域时,同一条船舶在排水量不变的情况下,由于舷外水密度的改变,其排水体积发生变化,则船舶的吃水也发生变化。其吃水变化值的求取方法主要有以下几种:

1. 用载重表尺直接查取

载重表尺图表中列出了不同水密度时排水量与平均吃水的关系,则可根据排水量和舷外水密度值查出相应的平均吃水。

2. 用公式计算

公式 1:当船舶由水密度 ρ_0 水域进入水密度 ρ_1 水域时,舷外水密度变化引起的平均吃水变化量为

$$\delta d = \frac{\Delta}{100 TPC} \cdot \left(\frac{\rho_{海}}{\rho_1} - \frac{\rho_{海}}{\rho_0} \right) \quad (1-5)$$

式中: δd ——舷外水密度变化引起的平均吃水变化量,m;

Δ ——船舶排水量,t;

TPC ——船舶当时平均吃水时的每厘米吃水吨数,t/cm;

$\rho_{海}$ ——标准海水密度 $1.025, t/m^3$;

ρ_0 ——原水域水密度, t/m^3 ;

ρ_1 ——新水域水密度, t/m^3 。

当船舶由标准海水进入标准淡水水域时,其平均吃水增加量值称为淡水水尺超额量,用 FWA (Fresh Water Allowance)表示:

$$FWA = \frac{\Delta}{40 TPC} \quad (\text{cm}) \quad (1-6)$$

例 1-1 已知某船排水量 $\Delta = 18\,000\text{t}$,在海水中的吃水 $d_{海} = 8.6\text{m}$, $TPC = 25\text{t/cm}$ 。上海港水密度 $\rho_1 = 1.010\text{ t/m}^3$,求该船驶入上海港后的吃水。

解:将已知数据代入公式得

$$\delta d = \frac{\Delta}{100 TPC} \cdot \left(\frac{\rho_{海}}{\rho_1} - \frac{\rho_{海}}{\rho_0} \right) = \frac{18\,000}{100 \times 25} \left(\frac{1.025}{1.010} - 1 \right) = 0.11\text{m}$$

船驶入上海港后的吃水 $= 8.6 + 0.11 = 8.71\text{ m}$

答:该船驶入上海港后的吃水为 8.71 m

公式 2:近似计算不同水密度时的平均吃水改变量