

海上货物运输

曾广明 主编

戴耀存 主审



大连海事大学出版社

海上货物运输

曾广明 主编
戴耀存 主审

大连海事大学出版社

© 曾广明 2014

图书在版编目(CIP)数据

海上货物运输 / 曾广明主编. — 大连: 大连海事
大学出版社, 2014. 4

ISBN 978-7-5632-3009-9

I. ①海… II. ①曾… III. ①海上运输-货物运输
IV. ①U695.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 078325 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

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2014年4月第1版

2014年4月第1次印刷

幅面尺寸:185 mm × 260 mm

印张:22.5

字数:562千

印数:1~1200册

出版人:徐华东

责任编辑:杨 森

责任校对:孙雅获 何 乔 刘长影

封面设计:王 艳

版式设计:解瑶瑶

ISBN 978-7-5632-3009-9 定价:56.00元

前 言

浙江交通职业技术学院为配合国家骨干院校建设和我院航海技术专业建设,特组织了航海技术专业核心课程系列教材的编写工作。该教材按航海技术专业建设目标和《海上货物运输课程标准》编写。同时参考《STCW 公约马尼拉修正案》和《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(船舶结构与货运中的货运部分)编写。

本教材知识点紧扣课程标准与适任证书考试大纲,具有权威、准确、实用的特点,重点突出。编写时注重知识更新,采用了有效的、最新修订的相关公约、规则与法规及海上货运相关的新技术和发展动态。

适用于航海类在校学生学习与海船船员适任证书考前培训,并可作为在职船员从事货运工作的工具用书。

本教材主要内容有:海上货物运输基础知识,船舶载货能力,船舶稳性,船舶吃水差,船舶强度,船舶抗沉性,包装危险货物运输,杂货运输,特殊货物运输,集装箱运输,散装谷物运输,固体散货运输及散装液体货物运输。

本书由曾广明主编,戴耀存主审。参与编写的还有阮仙富、徐雪忠、陈斐奇及王善耀。

编写过程中得到了广大同行和相关企业的大力支持与热情指导。由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,诚望前辈、同行和读者批评指正。

编 者

2014年1月

目 录

第一章 海上货物运输基础知识	1
第一节 船舶形状及其参数	1
第二节 船舶浮态与吃水	4
第三节 船舶重量性能和容积性能	9
第四节 船舶静水力资料	13
第五节 船舶干舷和载重线标志	18
第六节 货物分类及基本知识	24
第七节 货物重量、体积和件数	34
第八节 货物亏舱和积载因数	37
第二章 船舶载货能力	42
第一节 船舶的载货能力概述	42
第二节 航次净载重量计算	44
第三节 充分利用船舶装载能力	48
第三章 船舶稳性	51
第一节 船舶稳性分类	51
第二节 船舶初稳性	52
第三节 影响初稳性高度的因素及其计算	59
第四节 船舶大倾角稳性	66
第五节 船舶动稳性	73
第六节 对船舶稳性的要求	76
第七节 船舶稳性的检验与调整	83
第四章 船舶吃水差	90
第一节 吃水差基本概念及要求	90
第二节 吃水差的计算与调整	92
第三节 吃水差图表及应用	101
第五章 船舶强度	107
第一节 船舶纵向强度	107

第二节	船舶纵向强度保证措施及校核	110
第三节	船舶局部强度校核及保证措施	119
第六章	船舶抗沉性	122
第一节	进水舱分类与渗透率	123
第二节	船舶剩余浮性和破舱稳性衡准	124
第三节	船舱进水后浮态与稳性的计算	128
第四节	《船舶破损控制手册》简介	132
第七章	包装危险货物运输	136
第一节	危险货物分类及特性	137
第二节	危险货物的包装与标志	148
第三节	危险货物积载与隔离	153
第四节	危险货物安全运输与管理	158
第五节	《国际危规》、《水路危规》简介	162
第八章	杂货运输	166
第一节	保证货物运输质量	166
第二节	保证货运质量的主要措施	169
第三节	普通杂货运输	179
第四节	杂货船积载图编制	191
第九章	特殊货物运输	197
第一节	木材甲板货装运	197
第二节	重大件货物运输	200
第三节	冷藏货物运输	203
第四节	钢材货物运输	210
第五节	滚装货物运输	215
第六节	货物运输单元积载	221
第十章	集装箱运输	235
第一节	集装箱和集装箱船概述	235
第二节	集装箱船配载	246
第三节	集装箱船安全装卸	260
第四节	集装箱船系固	264
第十一章	散装谷物运输	269
第一节	船运散装谷物特性及运输要求	269
第二节	散装谷物船的稳性核算	274

第三节	改善散装谷物船稳性的方法及措施	283
第十二章	固体散货运输	286
第一节	固体散货及固体散货船	286
第二节	固体散货船装载计划	292
第三节	固体散装货物装运	299
第四节	国际海运固体散装货物规则	308
第五节	水尺检量	313
第十三章	散装液体货物运输	317
第一节	石油及其产品的种类和特性	317
第二节	油船及结构与设备	320
第三节	油船的配积载	325
第四节	货油计量	328
第五节	油船安全装运	333
第六节	散装液体化学品运输	343
第七节	液化气体船舶运输	348
参考文献		352
附录 I	《国际危规》危险货物标志和标牌	353
附录 II	《商船用区带、区域和季节期海图》(中文版)	354



第

一章

海上货物运输基础知识

海上货物运输是交通运输的重要组成部分,是一种以船舶为运输工具、以货物为运输对象,经海路由一港运往另一港的运输方式。其宗旨是提供安全、优质、低成本的海上运输服务。整个运输过程包括船舶配载,货物运输途中管理、卸载和交付等多个环节。每个环节都涉及船舶和货物两个方面的若干基本概念和基础知识。因此,了解和掌握与货物运输有关的基础知识和基本概念,是做好货运工作的前提。

第一节

船舶形状及其参数 II

船体的几何形状是指船体的外部形状,能够反映出船体的大小、形状、肥瘦及表面光滑程度,它与船舶航海性能、船体强度等密切相关。

一、型线图(Lines Plan)

船体的几何形状是比较复杂和不规则的,必须用型线图才能准确地表示出来。型线图是描述船体几何形状和大小的图型。它是船舶设计、性能计算和建造的重要依据,其所表示的船体外形称为船型表面。钢质船舶的型表面为其外板的内表面,即不包括船壳板和甲板板厚度

在内的船体表面;木质船舶的型表面则为船壳的外表面。

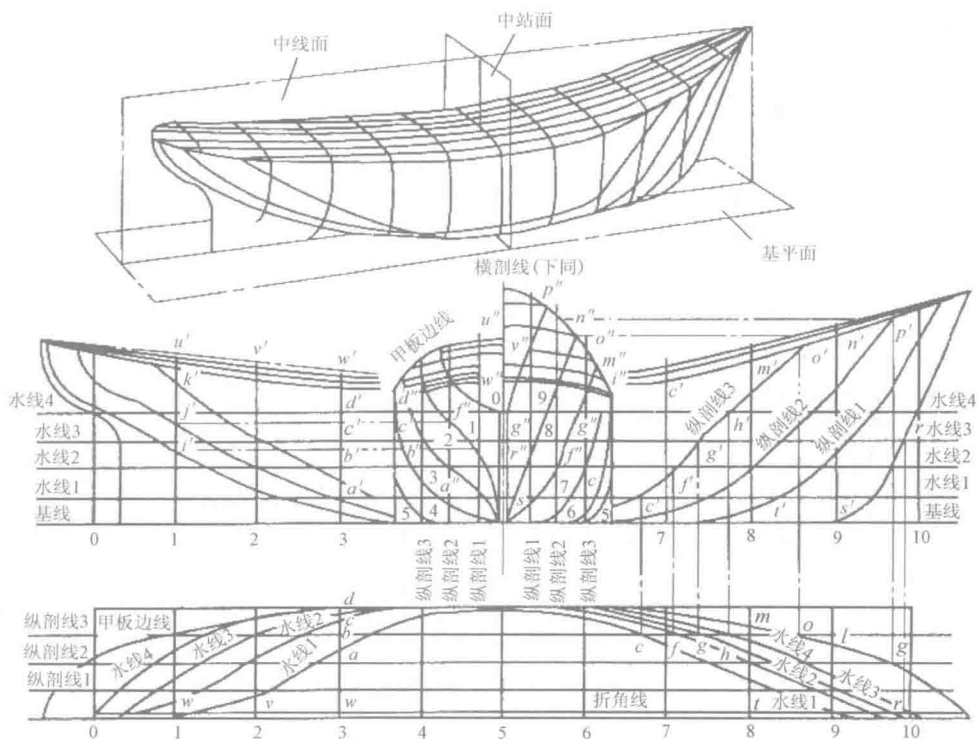


图 1-1 船舶型线示意图

为了绘制型线图,需要建立三个相互垂直的基准面作为基本投影平面,如图 1-1 所示,分别为中线面(Center Line Plane)、中站面(Midships Plane)、基平面(Base Plane)。

(1) 中线面:通过船宽中央的纵向垂直平面。通常情况下它将船体分为左右对称的两部分。

(2) 中站面:通过船长中点的横向垂直平面,且垂直于船舶的中线面。它将船体分为艏、艉两部分。

(3) 基平面:通过中线面和中站面交线上的船底板上边缘、平行于设计水线面且与中线面和中站面相互垂直的平面。基平面与中线面的交线称为基线。

不包括船壳板的船体,称为船舶型体;其外表面称为型表面。

船体型表面与中线面的截面称为中纵剖面(Central Lateral Plane)。它的形状反映了甲板、船底和艏、艉端的侧视轮廓,对船舶操纵性、快速性及耐波性等有影响。

船体型表面与中站面的截面称为中横剖面(Midship Section)。它的形状反映了舷侧外板的外飘程度、舳部升高和舳部半径的大小,对船舶阻力、横摇、舱容大小等有影响。

位于基平面以上设计吃水处并与基平面平行的水平面与船体型表面的截面称为设计水线面(Designed Waterline Plane)。它的形状对船舶阻力、稳性、船舶布置等有影响。

平行于三个基准面,在船体型表面上等间距截取若干个剖面,将这些剖面各自投影于相应的基准面上与中纵剖面、中横剖面及设计水线面,即组成了船体型线图。

型线图是由纵剖面图(Sheer Plan)、横剖面图(Body Plan)和半宽水线图(Half-breadth Wa-

ter Line Plan)组成,如图 1-1 所示。

二、船型系数

船型系数是粗略表征船体形状的特征参数,随船舶吃水而变化。船舶设计部门将常见的船系数随吃水变化的曲线绘制在静水力曲线图中,以备查用。

(1) 水线面系数(Water Plane Coefficient)

如图 1-2 所示,水线面系数 C_w 是水线面面积 A_w 与船长 L_{bp} 和型宽 B 确定的矩形面积之比,即

$$C_w = \frac{A_w}{L_{bp} \times B} \quad (1-1)$$

C_w 值的大小表示水线面形状的肥瘦程度。

(2) 中横剖面系数(Midship Section Coefficient)

如图 1-3 所示,中横剖面系数 C_m 是在船长中点处($L_{bp}/2$)水线以下横剖面(中横剖面)面积 A_m 与型宽 B 和吃水 d 确定的矩形面积之比,即

$$C_m = \frac{A_m}{B \times d} \quad (1-2)$$

C_m 值的大小表示中横剖面形状的肥瘦程度。

(3) 方形系数(Block Coefficient)

如图 1-4 所示,方形系数 C_b 是船体的型排水体积 V_m 与船长 L_{bp} 、型宽 B 和型吃水 d 确定的长方形体积之比,即

$$C_b = \frac{V_m}{L_{bp} \times B \times d} \quad (1-3)$$

方形系数又称排水量系数,其值大小表示水线以下船体形状的肥瘦程度。

(4) 棱形系数(Longitudinal Prismatic Coefficient)

如图 1-5 所示,棱形系数 C_p 是船体的型排水体积 V_m 与船长 L_{bp} 与中横剖面面积 A_m 的乘积之比,即

$$C_p = \frac{V_m}{L_{bp} \times A_m} \quad (1-4)$$

棱形系数又称纵向棱形系数,其值大小表示水线以下船体形状沿纵向分布的情况,表示纵向肥瘦程度。

(5) 垂向棱形系数(Vertical Prismatic Coefficient)

如图 1-6 所示,垂向棱形系数是船体的型排水体积与吃水和水面面积 A_w 的乘积之比,即

$$C_{vp} = \frac{V_m}{d \times A_w} \quad (1-5)$$

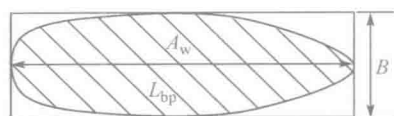


图 1-2 水线面系数

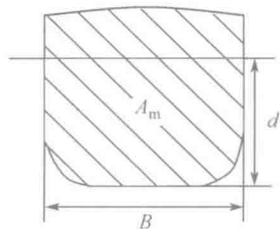


图 1-3 中横剖面系数

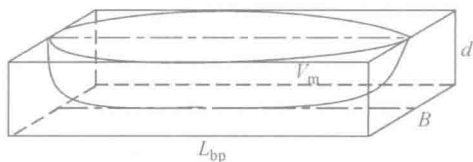


图 1-4 方形系数

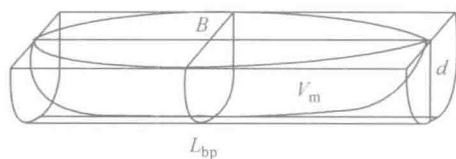


图 1-5 棱形系数

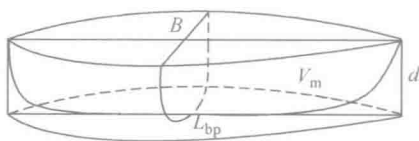


图 1-6 垂向棱形系数

其值大小表示水线以下船体形状沿垂向分布的情况,表示垂向肥瘦程度。

第二节

船舶浮态与吃水

船舶在各种装载情况下,保持一定的浮态,漂浮于水面的能力,称为船舶的浮性。浮性是船舶最基本的性能,任何船舶均需具有一定的浮性。

一、船舶在静水中的平衡条件

漂浮于静水中的船舶,受到垂直向下的重力(Gravity)和作用于水线以下船体周围的水压力的合力称为浮力(Buoyancy)。重力合力的作用中心为重心 G (Center of Gravity),是船上所有重力(包括船体)的合重力作用中心。浮力合力的作用中心为浮心 B (Center of Buoyancy),其位置位于船舶排水体积的几何中心。

船舶静平衡条件是作用在船体上的垂直于水平面向下的合重力与垂直向上的合浮力大小相等,并在同一垂线上。

二、船用坐标系

为了表示和确定船舶重心 G 、浮心 B 、船舶其他性能参数及船上各类载荷的装载位置,需建立一船用坐标系。船舶性能计算中所使用的坐标系如图 1-7 所示。

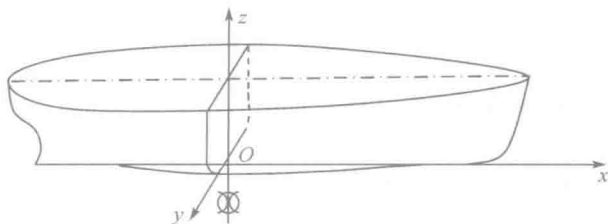


图 1-7 船用坐标系

(1) 坐标原点 O

坐标原点通常取在中纵剖面、中横剖面和龙骨基线平面的交点处(船中坐标系)或取在中纵剖面、艏垂线剖面和龙骨基线平面的交点处(船尾坐标系),但有的船舶资料中原点取在中纵剖面、艏垂线剖面和龙骨基线平面的交点处(船首坐标系)。根据坐标原点不同位置,通常将船用坐标系分为船中坐标系、船尾坐标系和船首坐标系三种。

(2) 纵坐标 Ox 轴

中纵剖面与龙骨基线平面的交线为 Ox 轴,是沿船长方向的坐标轴,亦称纵轴。 Ox 轴上的

值则称为纵向坐标值。船中坐标系通常规定船中前为“+”，船中后为“-”；但也有与其相反者，如日本等国；对于船尾坐标系，其 Ox 轴坐标首向为“+”；对于船首坐标系，其“ Ox ”轴首向为“-”。

(3) 横坐标 Oy 轴

对于船中坐标系， Oy 轴为中横剖面与龙骨基平面的交线， Oy 轴亦称为横轴， Oy 轴上的值称为横向坐标值。对于船尾(首)坐标系，则 Oy 轴为艉(艏)垂线横剖面 and 龙骨基线平面的交线。

(4) 垂向坐标 Oz 轴

对于船中坐标系，中纵剖面和中横剖面的交线为 Oz 轴， Oz 轴也称为垂向轴， Oz 轴上的值称为垂向坐标值。对于船尾(首)坐标系，则 Oz 轴为中纵剖面 and 艉(艏)垂线处横剖面的交线。

三、船舶浮态

船舶浮态即船舶的漂浮状态，是指船舶在静水中平衡时船舶处于相对静止水平面的位置。在海上货物运输实践中，船舶浮态主要取决于载荷在船上的分布。船舶合重心 G 与合浮心 B 相对位置不同导致船舶浮态的表现形式不同，主要有：正浮、横倾、纵倾、任意倾(横倾与纵倾兼有)四种。

(1) 正浮(Upright)

船舶重心 G 与浮心 B 的纵坐标与横坐标均对应相等，船首、中、尾六面吃水相同，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 1-8 所示。

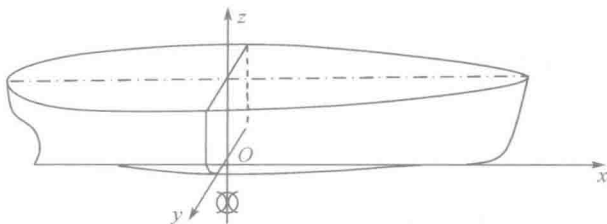


图 1-8 船舶正浮状态

(2) 横倾(Listing)

船舶重心 G 与浮心 B 的横坐标不等，左右舷吃水不等，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(Angle of Heel)。横倾状态有右倾和左倾二种，如图 1-9 所示。

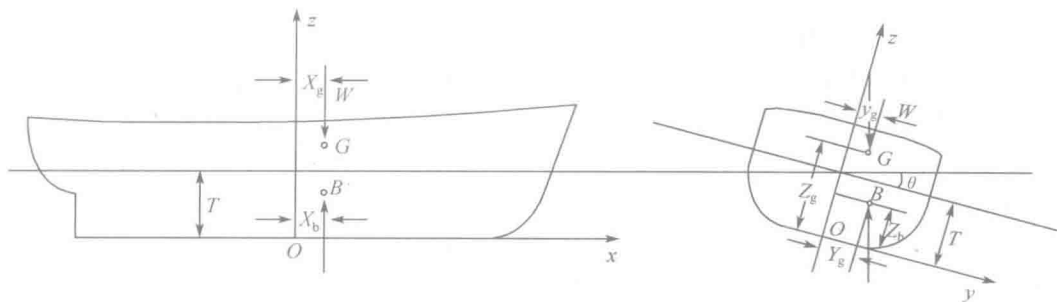


图 1-9 船舶右倾状态

(3) 纵倾 (Trim)

船舶重心 G 与浮心 B 的纵坐标不等, 艏、艉吃水不等, 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)。纵倾状态有艏倾和艉倾两种情况, 如图 1-10 所示。

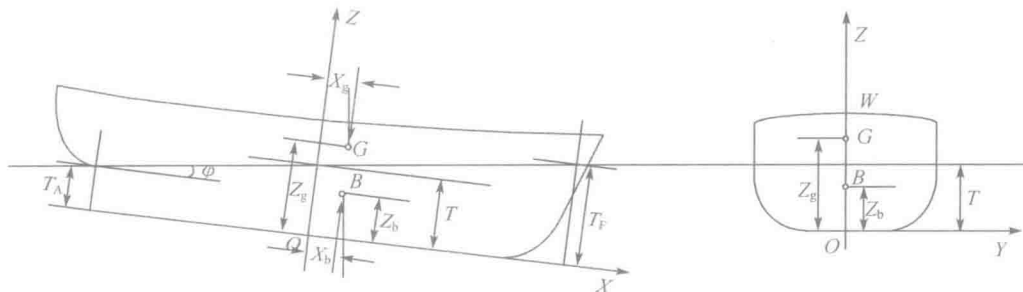


图 1-10 船舶纵倾状态

(4) 任意倾斜 (Listing & Trimming)

船舶重心 G 与浮心 B 的纵坐标与横坐标均不相等, 吃水左右、前后均不相等, 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 , 这种漂浮状态称为任意倾斜状态, 如图 1-11 所示。

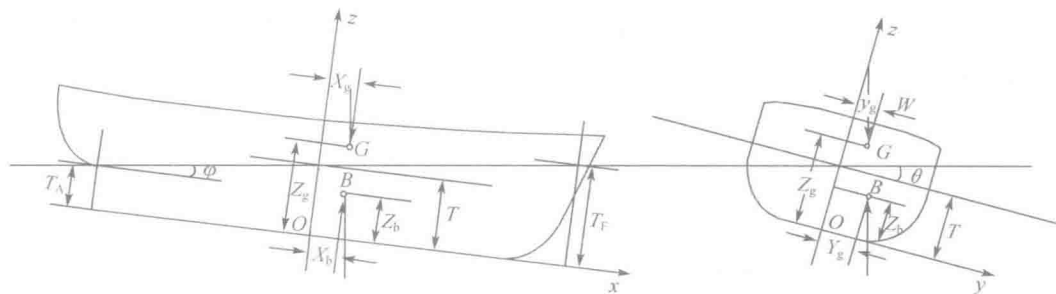


图 1-11 船舶任意状态

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、航行和停泊时, 应保持船舶无横倾。另外, 为提高航行速度和船舶操纵性能, 营运船舶一般处于适当艏倾状态。

四、船舶平均吃水 (Draft)

1. 船舶平均吃水 (Mean Draught) 的概念

船舶吃水表示船体在水线面以下的深度。根据量取方法和作用不同分为型吃水和实际吃水两种, 两者相差一龙骨板厚度。

船舶装载后排水量为某一数值, 当船舶存在纵倾或 (和) 横倾时, 船首、中、尾的左、右舷吃水是不相同的。所谓平均吃水是指在该排水量时对应的船舶正浮条件下 (六面吃水相同) 的吃水。或者说, 当船舶存在纵倾或横倾时, 船舶纵倾或横倾状态下的排水体积与船舶某一正浮时的排水体积相同, 则该正浮状态对应的船舶吃水即为平均吃水。

在小倾角横倾和纵倾条件下, 某一平均吃水必然有一确定的船舶排水量或排水体积相对



应,无论船舶纵倾或横倾状态怎样改变,仅影响排水体积的形状,而不影响排水体积的大小,因此,平均吃水亦称等容吃水。

2. 船舶平均吃水的计算

船舶各种浮态时的平均吃水应使用不同的计算方法。

(1) 正浮

船舶正浮时船体各处的吃水都相同,根据定义任一处吃水均为平均吃水。

$$d_M = d_F = d_{\square} = d_A \quad (1-6)$$

式中: d_M ——船舶平均吃水,m;

d_F ——艏吃水,m;

d_{\square} ——船中吃水,m;

d_A ——艉吃水,m。

(2) 单纯横倾

船舶横倾时左右吃水不同,其平均吃水为左右平均:

$$d_M = \frac{d_{FS} + d_{FP}}{2} = \frac{d_{\square S} + d_{\square P}}{2} = \frac{d_{AS} + d_{AP}}{2} \quad (1-7)$$

式中: d_M ——船舶平均吃水,m;

d_{FP}, d_{FS} ——船舶左右艏吃水,m;

$d_{\square P}, d_{\square S}$ ——船中左右吃水,m;

d_{AP}, d_{AS} ——船舶左右艉吃水,m。

(3) 单纯纵倾

船舶纵倾时艏、艉吃水不同,其平均吃水为:

$$d_M = \frac{d_F + d_A}{2} + \frac{t \cdot x_f}{L_{bp}} \quad (1-8)$$

式中: t ——船舶吃水差,吃水差为艏吃水减去艉吃水,即 $t = d_F - d_A$;

x_f ——正浮水线漂心纵坐标,m;

L_{bp} ——船舶型长,m;

$\frac{t \cdot x_f}{L_{bp}}$ ——船舶平均吃水纵倾修正量或称漂心修正量,m。

当漂心在船中或船舶吃水差 t 较小时,可以忽略,则船舶平均吃水为船艏、艉吃水的平均值。

(4) 任意倾斜

当船舶同时存在横倾和纵倾时,其平均吃水为:

$$d_M = \frac{d_{FS} + d_{FP} + d_{\square S} + d_{\square P} + d_{AS} + d_{AP}}{6} + \frac{t \cdot x_f}{L_{bp}} \quad (1-9)$$

(5) 船体有拱垂弯形时平均吃水的计算

上述公式计算所求得平均吃水时,均将船体视为刚体,而实际上船体为一弹性体。因此,船舶在某一浮态下会存在一定纵向弯曲变形,引起船舶吃水的改变。

船体纵向弯曲变形后,在船中处测得的吃水为 d_{\square} ,与弯曲变形前的平均吃水 d_M 有一差值 δd_{\square} 。船中下垂(中垂, Sagging) 情况下, δd_{\square} 为正值;而在船中上拱(中拱, Hogging) 情况下, δd_{\square} 为负值。由此可见,当船舶存在拱垂变形时,按上述方法求得的平均吃水与实际平均吃水

相比,存在一定误差,应予以修正。考虑拱垂影响后,船舶平均吃水可按式计算:

$$d_M = \frac{d_F + 6d_{dp} + d_A}{6} + \frac{t \cdot x_f}{L_{bp}} \quad (1-10)$$

上式的实质是,船舶中部的排水体积较大,在计算平均吃水时船中吃水取较大权数。应该指出,当货物交接是以水尺检量方法确定的货物重量为准时,还应对上述方法求得的平均吃水再加以修正,以达到更高的精度要求。

3. 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,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,要保持重力与浮力的平衡,船体所排开水的体积必将发生变化。船舶是通过改变平均吃水的形式改变排水体积的,其吃水变化值的求取方法主要有以下几种:

(1) 用静水力资料直接查取

静水力资料中列出的不同水密度时排水量或总载重量与平均型吃水的关系,可根据排水量和舷外水密度值查出相应的平均型吃水。

(2) 基本公式

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:

$$\delta d_\rho = \frac{\Delta}{100TPC} \left(\frac{\rho_s}{\rho_1} - \frac{\rho_s}{\rho_0} \right) \quad (1-11)$$

式中: δd_ρ ——舷外水密度变化引起的平均吃水变化量,m;

Δ ——船舶进新水域前的排水量,t;

TPC ——船舶平均型吃水改变1 cm所引起排水量的变化值,t/cm,这里指船舶进新水域前的每厘米吃水吨数;

ρ_s ——标准海水密度取1.025 t/m³;

ρ_0 ——原水域水密度,t/m³;

ρ_1 ——新水域水密度,t/m³。

TPC 被广泛地在货物运输中使用, TPC 值可在静水力曲线图、载重表尺、静水力参数表中查取,也可以通过计算方法求得,即:

$$TPC = 0.01\rho A_w \quad (1-12)$$

式中: ρ ——舷外水密度,t/m³;

A_w ——水线面面积,m²。

船员可通过观察平均吃水的变化,使用平均装卸前后平均 TPC 值来计算货物的装卸量:

$$\delta d = P/TPC \quad (1-13)$$

式中: δd ——平均型吃水,m;

P ——货物装卸量,t;当卸货时,取负值;载荷变化量小于10%的排水量时,计算较为准确。

(3) 淡水水尺超额量与半淡水水尺超额量

当船舶由标准海水($\rho_{海} = 1.025 \text{ t/m}^3$)进入标准淡水($\rho_{淡} = 1.000 \text{ t/m}^3$)水域时,其平均型吃水增加量值称为淡水水尺超额量,用 FWA (Fresh Water Allowance)表示,单位为cm:

$$FWA = \frac{\Delta}{40TPC} \quad (1-14)$$

当船舶由标准海水进入水密度为 $1.000 \text{ t/m}^3 < \rho < 1.025 \text{ t/m}^3$ 水域时,其平均型吃水增加量值称为半淡水水尺超额量 SFWA (Semi Fresh Water Allowance), 即:

$$\delta d \approx (41 - 40\rho) FWA \quad (1-15)$$

例题 1-1: 已知某船排水量 $\Delta = 18\,000 \text{ t}$, 在海水中的吃水 $d_{\text{海}} = 8.6 \text{ m}$, $\rho_{\text{海}} = 1.025 \text{ t/m}^3$, $TPC = 25 \text{ t/cm}$ 。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:

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

$$d_{\text{M}} = 8.6 + 0.11 = 8.71 (\text{m})$$

该船驶入上海港后的吃水为 8.71 m。

(4) 近似计算不同水密度时的平均吃水

$$d_1 = \frac{d_0 \rho_0}{\rho_1} \quad (1-16)$$

式中: d_0 ——原平均吃水, m;

d_1 ——新平均吃水, m;

ρ_0 ——原水域水密度, t/m^3 ;

ρ_1 ——新水域水密度, t/m^3 。

在对吃水计算精度要求不高的情况下, 采用式(1-16)可免去查表及烦琐计算。在实际工作中, 可根据具体情况选取不同的计算公式, 区别对待。

第三节

船舶重量性能和容积性能

为了满足船舶所载的货物、所携带的航次储备品及其他载荷在重量上和体积上的需求, 船舶必须具有一定的重量性能和容积性能。

一、船舶重量性能

船舶在最大吃水范围内, 反映吃水与船舶载重关系的性能, 称为船舶重量性能。船舶重量性能的某些指标是决定装载货物重量能力的主要因素。

船舶重量性能包括排水量和载重量, 其计量单位为吨。

1. 船舶排水量

船舶排水量 (Displacement) 是指船舶自由漂浮于静水中保持静态平衡时, 船体水线下体积所排开水的重量。按照阿基米德定律, 其计算公式为:

$$\Delta = \rho V \quad (1-17)$$

式中: Δ ——船舶排水量, t;

V ——船体排开水的体积, m^3 ;

ρ ——水的密度, t/m^3 。

排水量在数值上等于该装载状态下船舶的总重量,按船舶装载状态不同,排水量可分为空船排水量、满载排水量和装载排水量。

(1) 空船排水量 Δ_L (Light Displacement)

空船排水量是指船舶装备齐全但无任何载重时的排水量,包括船体、机器及设备可供试车用的但无航行所需的锅炉中的燃料和水、冷凝器中的淡水等重量的总和。海上货物运输课程所指空船重量是一定值,指新船出厂时的空船排水量,其值可从船舶资料中查得。

(2) 满载排水量 Δ_S (Full Loaded Displacement or Deep Displacement)

满载排水量是指船舶装载到规定满载水线时的排水量,通常指夏季满载排水量。满载排水量是船舶满载状态下船舶的总重量,包括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)重量。

对于具体船舶而言,夏季满载排水量为一定值,相应的船舶吃水为夏季满载吃水,其值均可在船舶资料中查得。夏季满载排水量是表征船舶重量性能的指标,而夏季满载吃水则是限制船舶装载吃水以保证船舶浮性的指标。

(3) 装载排水量 Δ (Loaded Displacement)

装载排水量是指船舶装载后实际排开水的重量,通常介于空船排水量与满载排水量之间。其值为该装载状态下空船重量、货物重量、航次储备量、压载水重量和船舶常数等重量总和。

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 DW (Deadweight)

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,包括在该吃水状态下船上所能装载的货物、燃物料、淡水、压载水、船员和行李、供应品和备品及船舶常数等重量的总和。其值等于该吃水下的船舶排水量与船舶空船排水量之差:

$$DW = \Delta - \Delta_L \quad (1-18)$$

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 。

总载重量的大小是随船舶排水量的变化而变化的,与航行区域、航行季节和港口航道的水深等有关。在船舶资料中,总载重量是指船舶夏季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 NDW (Net Deadweight or Deadweight of Cargos)

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。其值是总载重量(指满载状态下的最大总载重)与航次总储备量和船舶常数之和的差值。

$$NDW = DW - \sum G - C \quad (1-19)$$

式中: NDW ——净载重量, t ;

$\sum G$ ——航次总储备量,由粮食、供应品、船员、行李及船员备品的重量 G_1 ,加上燃料和淡水的储备重量 G_2 组成, t ;

C ——船舶常数,指船舶经过一段时间营运后的实际空船重量与船舶新出厂时的空船重量的差值, t 。