

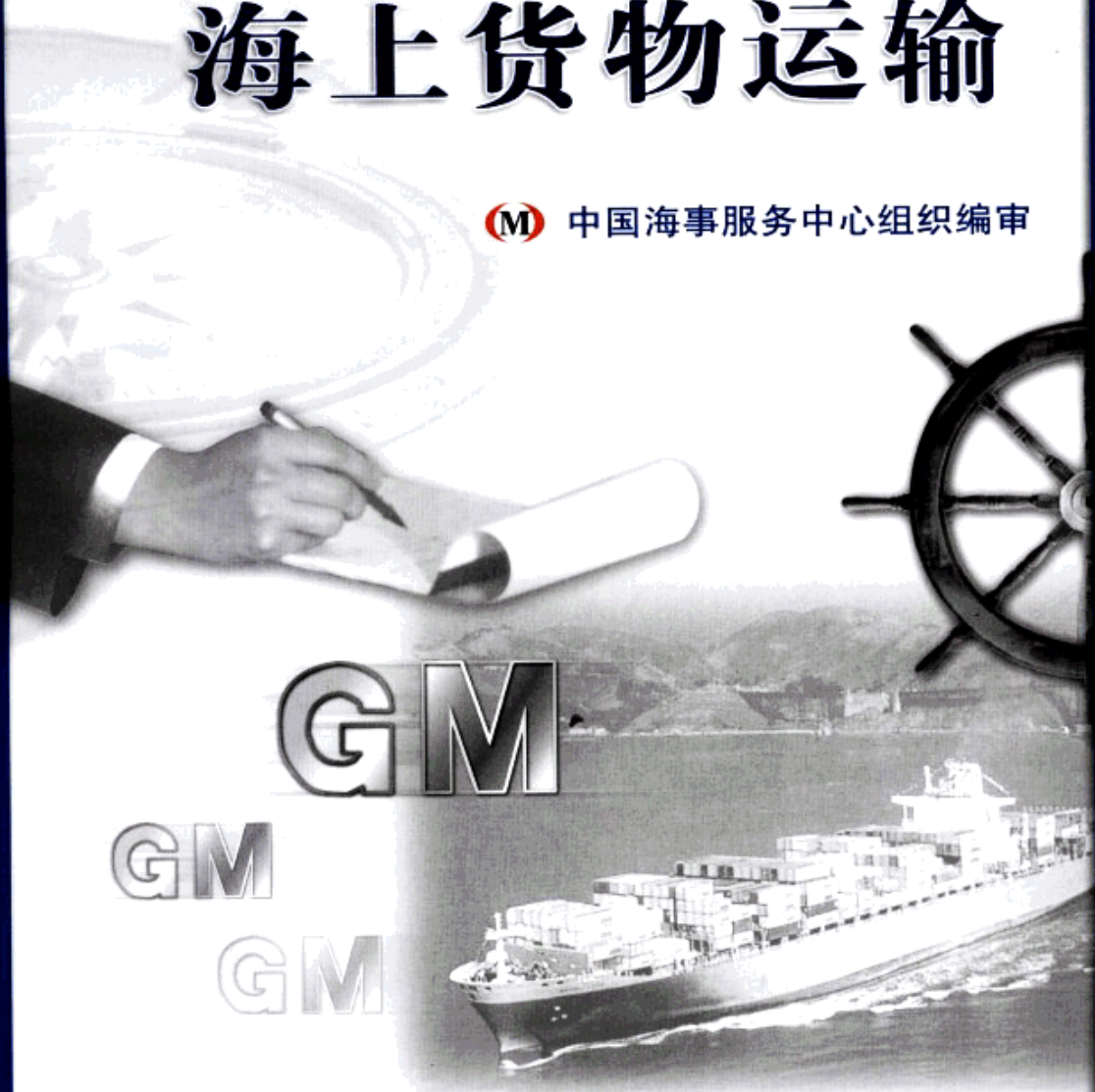
驾驶专业

新版

全国海船船员适任考试培训教材

海上货物运输

(M) 中国海事服务中心组织编审



人民交通出版社
China Communications Press



大连海事大学出版社

新版

全国海船船员适任考试培训教材

海上货物运输

中国海事服务中心组织编审



人民交通出版社
大连海事大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

海上货物运输/中国海事服务中心组织编写. —北京:
人民交通出版社; 大连: 大连海事大学出版社, 2008.3
全国海船船员适任考试培训教材
ISBN 978-7-114-06801-0

I.海... II.中... III.海上运输: 货物运输 IV.U695.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 137407 号

书 名: 海上货物运输
著 者: 徐邦祯 邱文昌 等
责任编辑: 钱悦良
出版发行: 人民交通出版社
地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号
网 址: <http://www.chinasybook.com> (中国水运图书网)
销售电话: (010)64981400, 64960094
总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司
经 销: 人民交通出版社交实书店
印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司
开 本: 787×1092 1/16
印 张: 21.75
字 数: 554 千
版 次: 2008 年 4 月 第 1 版
印 次: 2008 年 4 月 第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-114-06801-0
印 数: 0001 - 5000 册
定 价: 57.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》(简称 04 规则)已于 2004 年 8 月 1 日生效,新的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》也自 2006 年 2 月 1 日实施。为了更好的帮助、指导船员进行适任考前培训和进一步提高船员适任水平,在交通部海事局领导下,中国海事服务中心组织全国有丰富教学、培训经验和航海实际经验的专家共同编写了与《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》相适应的培训教材。本教材的编写将改变长期以来船员适任培训使用本、专科教材的现状,消除由于教材版本众多所造成知识内容上存在的混淆和分歧,对今后的船员适任培训具有重要的指导意义。

本套教材知识点紧扣考试大纲,具有权威、准确、系统、实用的特点,重点突出船员适任考前培训和航海实践需掌握的知识,旨在培养船员在实践中应用知识的能力,并可作为工具书为船员上船工作使用。本套教材在着重于航海实践的同时,紧密结合现代船舶的特点,考虑到将来有关船舶技术的发展,教材内容涉及到最新的航海技术,与时俱进,进一步拓展船员的知识层次。

本套教材由航海学、船舶值班与避碰、航海气象与海洋学、船舶操纵、海上货物运输、船舶结构与设备、船舶管理(驾驶)、船长业务、航海英语、轮机英语、轮机长业务、轮机工程基础、主推进动力装置、船舶辅机、船舶电气、轮机自动化、轮机维护与修理、船舶管理(轮机)组成。

本套教材在编写、出版工作中得到中华人民共和国海事局、各航海院校、海员培训机构、航运企业、人民交通出版社、大连海事大学出版社等单位的关心和大力支持,特致谢意。

中国海事服务中心
2008 年 2 月

编者的话

《海上货物运输》是研究各类货物的海运特性、各类船舶的货运性能、货物在船上装卸的基本规律以及编制和实施货物积载计划的程序和方法的一门应用学科。

本教材按照 STCW 公约对本课程的各项要求,并以中华人民共和国海事局制定的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》为主线,设定全书章节,确定各章节内容及篇幅。为适应目前杂货散件运量减少,各类专用船舶,特别是集装箱船运量迅速增加的国内外航运发展趋势,本书在内容编排方面突出了各类专用船舶的运输。将杂货散件运输经篇幅压缩后仅作为一章内容;将危险货物和集装箱运输这两章,增加篇幅,充实内容。为适应各类教学对象的课外自学要求,本书内容编排注意由浅入深,表述浅显易懂,书中较大幅度地去除了一些传统的较深奥但实用价值不大的公式推导等内容。书中选用了最新版本的国内外各类公约、规则和规范资料,介绍了本学科的一些最新发展技术。

本教材编写的指导思想是能够覆盖海船船员适任考试大纲的全部内容,帮助学员顺利地通过适任证书的考试,并尽可能考虑了海上货物运输实际操作的需要,以加强对船舶管理人员分析和解决实际问题能力的培养。全书共分十二章。第一章至第五章是船舶货运基础,介绍了各类货物海上运输的共性问题,主要包括与货运有关的船舶和货物基础知识,船舶载货能力,船舶稳性、吃水差和吃水以及船舶强度。第六章至第十一章是各类常运货物的海上运输,主要论述了危险货物、杂货、集装箱、散装谷物、固体散货和散装液体货的积载要求、装运特点以及海上运输全过程的注意事项,第十二章是货运单证。本书在各类常运货物运输的章节中,增加了货运事故的原因分析等内容。此外,本书针对每一章,列出了部分练习题,供学员练习使用。

本教材适用于无限航区、近洋航区、沿海航区和近岸航区各个等级的海船船长/大副、二/三副适任证书考试培训使用,也可用作海运院校师生的教学及航运管理人员工作参考书。

本教材由徐邦祯、邱文昌主编。其中第一、第三、第五章由徐邦祯、孔祥生编写;第六、第七、第八、第九章由邱文昌编写;第二、第四、

第十一章由田佰军编写；第十、第十二章由施纪昌编写。广州航海高等专科学校吴旭填和中国海事服务中心刘野参加了本书的主要审定工作。全书最后由徐邦祯修改定稿。

为了便于读者的学习,在本书的编写过程中力求概念清楚、理论正确、重点突出、条理清晰、文字通顺、理论结合实际。但由于编者水平所限,加之时间仓促,不足之处和差错在所难免,竭诚希望前辈、同行和读者批评指正。

编者
2008年2月

目 录

第一章 船舶货运基础知识	1
第一节 船体形状参数	1
第二节 船舶浮性	3
第三节 船舶重量性能和容积性能	10
第四节 船舶静水力资料	14
第五节 载重线标志与载重线海图	20
第六节 货物分类和基本性质	26
第七节 普通货物包装与标志	30
第八节 货物重量、体积和件数	37
第九节 货物亏舱和积载因数	40
第二章 船舶载货能力	43
第一节 船舶载货能力概述	43
第二节 航次最大货运量计算	44
第三章 船舶稳性	52
第一节 船舶稳性基本概念	52
第二节 船舶初稳性	53
第三节 载荷变动对稳性的影响及计算	61
第四节 船舶大倾角静稳性	64
第五节 船舶动稳性	74
第六节 对船舶稳性的要求	78
第七节 船舶稳性检验与调整	83
第八节 船舶稳性资料的应用	92
第四章 船舶吃水差	99
第一节 营运船舶对吃水差及吃水的要求	99
第二节 船舶吃水差及首、尾吃水的计算	100
第三节 载荷变动及舷外水密度改变对纵向浮态的影响	102
第四节 吃水差计算图表	107
第五节 吃水差调整	111
第五章 船舶强度	115
第一节 保证船舶总纵强度	115
第二节 保证船舶局部强度	127
第六章 包装危险货物运输	133
第一节 《国际危规》和《水路危规》简介	133



第二节	危险货物的分类及特性	136
第三节	危险货物的标志及包装	144
第四节	危险货物的积载和隔离	147
第五节	危险货物海上运输全过程的注意事项	150
第七章	杂货运输	155
第一节	杂货分类及装运要求	155
第二节	杂货的配积载要求	156
第三节	杂货的堆码、衬垫与隔票	161
第四节	杂货船积载计划的编制	164
第五节	杂货运输全过程中的注意事项	170
第六节	杂货运输中产生货运事故的主要原因	174
第七节	《货物积载与系固安全操作规则》简介	175
第八节	重大件货物运输	180
第九节	木材甲板货运输	184
第十节	冷藏货物运输	186
第八章	集装箱运输	191
第一节	集装箱和集装箱船概述	191
第二节	集装箱船配积载与装运特点	198
第九章	散装谷物运输	220
第一节	船运散装谷物概述	220
第二节	散装谷物船舶的稳性核算	224
第三节	改善散装谷物船稳性的方法及措施	234
第四节	我国船检局编制的散装谷物船稳性计算书	237
第十章	散装固体货物运输	240
第一节	《散装固体货物安全操作规则》概述	240
第二节	几种特殊散装固体货物的装运特点	246
第三节	散装货物的水尺计重	252
第十一章	散装液体货物运输	256
第一节	石油及其产品的种类和特性	256
第二节	油轮分类	260
第三节	油轮的结构特点、设备系统及其装卸方式	262
第四节	油轮配积载特点	265
第五节	货油计量	269
第六节	油轮安全装运	275
第七节	油轮的安全运输和防污染	282
第八节	散装液体化学品运输	286
第九节	液化气体运输	289
第十二章	货运单证	295
第一节	货运单证的种类及作用	295

第二节 提单的性质和内容.....	304
第三节 货运单证的流转程序.....	306
海上货物运输模拟考题集	309
参考文献	335
《国际危规》危险货物标志和标牌	336
《水路危规》危险货物主标志	337
商船用区带、区域和季节期海图	338



第一章 船舶货运基础知识

海上货物运输是以船舶为运输工具、以货物为运输对象的一种运输方式。在整个运输过程中,包括船舶受载、配载、货物途中管理、卸载和交付等多个环节。在每一环节中,都首先涉及船舶和货物两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,是做好货物运输工作的前提。

第一节 船体形状参数

船体几何形状通常指船体的外形、大小、肥瘦和表面光滑程度,它与船舶航海性能密切相关。

一、船舶主尺度

表示船体几何形状的图形称为型线图,它是根据画法几何的基本原理按照一定的比例绘制而成的。除了木质船舶以外,所有船舶的型线图均采用不包括船壳板厚度在内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,由型表面上量取的尺度称为型尺度。船舶主尺度是指船长、型宽、型深和吃水。

1. 船长 L_{bp} (Length between perpendiculars)

船长指在设计水线处自首垂线到尾垂线之间的距离,通常亦称为垂线间长或型长。首垂线是通过设计水线与首柱前缘的交点所作的垂直线,尾垂线为舵柱后缘(舵杆中心)与设计水线垂直的直线。垂线间长不得小于夏季载重水线长的96%,且不必大于97%。一般情况下,船舶总长与垂线间长相差首垂线到船舶最前端、尾垂线到船舶最后端的两距离之和。

2. 型宽 B (Moulded breadth)

型宽指在船舶最宽处两舷肋骨外缘之间的水平距离。一般情况下,船舶最大宽度仅比型宽大两倍船壳板厚度。

3. 型深 D (Moulded depth)

在船长中点处由平板龙骨的上边缘量到上层连续甲板横梁上边缘的垂直距离。

4. 吃水 d (Moulded draft)

在船长中点处由平板龙骨的上边缘量到夏季载重水线的垂直距离,通常称为型吃水。型吃水仅比实际吃水小龙骨板的厚度。

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型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 (Waterplane coefficient)

如图 1-1 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

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

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 1-2 所示,中横剖面系数 C_m 是在 $L_{bp}/2$ 处水线下横剖面(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

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

C_m 值的大小表示中横剖面形状的肥瘦程度。

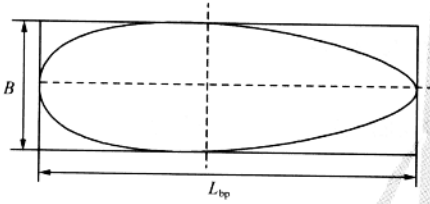


图 1-1 水线面

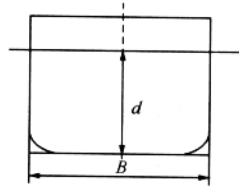


图 1-2 中横剖面

3. 方形系数 (Block coefficient)

如图 1-3 所示,方形系数 C_b 是船体的排水体积 V 与由船长 L_{bp} 、型宽 B 和型吃水 D 确定的长方体体积之比,即

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

方形系数又称排水量系数,其值大小表示水线下船体形状的肥瘦程度。

4. 棱形系数 (Longitudinal prismatic coefficient)

如图 1-4 所示,棱形系数 C_p 是船体的排水体积 V 与船长 L_{bp} 乘以中横剖面面积 A_m 之积的比值,即

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

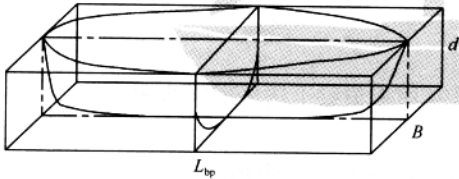


图 1-3 排水体积和矩形体积

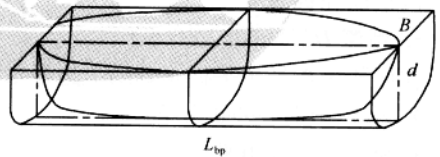


图 1-4 排水体积和棱形体积

棱形系数又称为纵向棱形系数,其值大小表示水线下船体形状沿纵向分布的情况。

5. 垂向棱形系数 (Vertical prismatic coefficient)

如图 1-5 所示,垂向棱形系数 C_{vp} 是船体的排水体积 V 与吃水 d 乘以水线面面积 A_w 之积的比值,即

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





C_{vp} 值大小表示水线下船体形状沿垂向分布的情况。

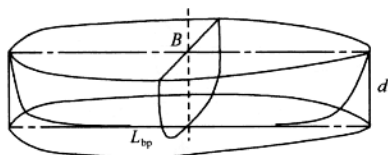


图 1-5 排水体积和水线面积柱体

第二节 船舶浮性

一、船舶平衡条件

船舶漂浮于水面上处于平衡状态,其平衡条件是:重力和浮力大小相等、方向相反并作用于同一垂线上。

重力为船舶自身质量与船上所装载各类载荷(货物、油水等)质量之和乘以重力加速度;浮力为作用于船舶水线下静水压力的合力,它等于船体所排开同体积水的质量与重力加速度的乘积,而船舶排水质量为水线下排水体积与舷外水密度的乘积。作用于船体上的合力为零,意味着重力和浮力大小相等,且因重力的作用方向垂直向下,浮力作用方向垂直向上,两者作用方向相反,见图 1-6。

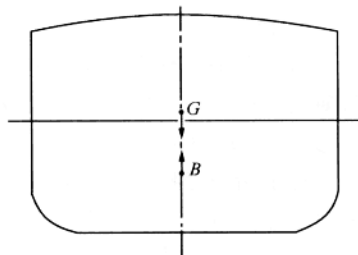


图 1-6 平衡条件

重力的作用中心称为重心(Center of gravity),以 G 表示;浮力的作用中心称为浮心(Center of buoyancy),以 B 表示, B 实际上也是水线下船体排水体积的几何中心。重力通过重心 G 垂直向下作用,而浮力通过浮心 B 垂直向上作用。当通过 G 的重力作用线与通过 B 的浮力作用线重合时,也就是说重心 G 和浮心 B 处于同一垂线上时,船舶所受合力为零。

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。

1. 坐标原点 o

坐标原点 o 通常取在中纵剖面、中横剖面和龙骨基线平面的交点处或取在中纵剖面、尾垂线剖面和龙骨基线平面的交点处,但有的船舶资料中 o 点则取在中纵剖面、首垂线剖面和龙骨基线平面的交点处。根据坐标原点的不同位置,通常将船用坐标系分为船中、船尾和船首坐标系三种。

2. 纵坐标 x 轴

中纵剖面与龙骨基线平面的交线为 x 轴,即 x 轴为沿船长方向的坐标轴,亦称纵轴, x 轴上的值则称为纵向坐标。其 x 坐标通常规定中前为+,中后为-;但也有与其相反者。对于船尾坐标系,其 x 坐标首向为+。

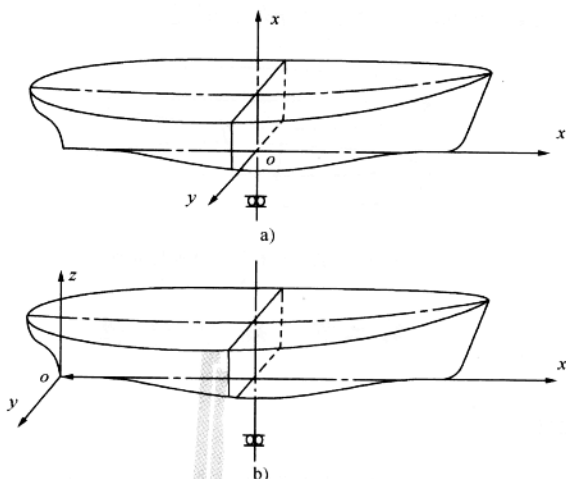


图 1-7 船用坐标系

3. 横坐标 y 轴

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

4. 垂向坐标 z 轴

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

按我国规范建造的船舶, 通常采用船中坐标系且船首方向规定为正向。

三、船舶吃水及水尺标志

船舶吃水(Draft)是指水线下船体的深度, 即水线面与船底间的垂直距离。根据量取方法和作用的不同, 可分为型吃水和实际吃水。型吃水是指水线面到龙骨板上边缘(龙骨基线)的垂直距离; 实际吃水则为水线面到龙骨板下边缘的垂直距离, 两者相差一龙骨板厚度。

用标绘于船舶首、中、尾两舷的数字来表明船舶吃水大小的标志称为水尺标志(Draft mark)。水尺标志有公制和英制两种(图 1-8), 公制以阿拉伯数字标出, 其数字高度及两数字间距均为 10 cm; 英制以罗马数字标出, 其数字高度及两数字间距为 6 in。

观察实际吃水的方法是: 当水线达到数字底边时, 表示实际吃水为该数字所表明的数值; 当水线刚好淹没该数字时, 表示实际吃水为该数字所表明的数值加上相应字高; 当水线达到数字中间时, 表示实际吃水为该数字所表明的数值加上相应字高的 1/2; 水面有波动时, 应取其瞬间静止时的值并观测数次, 取其平均值。



图 1-8 水尺标志

四、船舶浮态

船舶浮态为船舶相对于静止水面的漂浮状态。





1. 正浮 (Even keel)

船舶首、中、尾的左右舷吃水均相同,对应漂浮状态称为正浮(图 1-9)。在正浮状态下,船舶的平衡条件可表示为:

$$\begin{cases} W = \Delta = \rho \nabla \\ x_g = x_b \\ y_g = y_b = 0 \end{cases} \quad (1-6)$$

式中: W ——船舶重力(9.81 kN);

Δ ——船舶浮力,即船舶排水量(9.81 kN);

ρ ——舷外水密度(g/cm^3);

∇ ——船舶排水体积(m^3);

x_g ——船舶重心纵坐标(m);

x_b ——船舶浮心纵坐标(m);

y_g ——船舶重心横坐标(m);

y_b ——船舶浮心横坐标(m)。

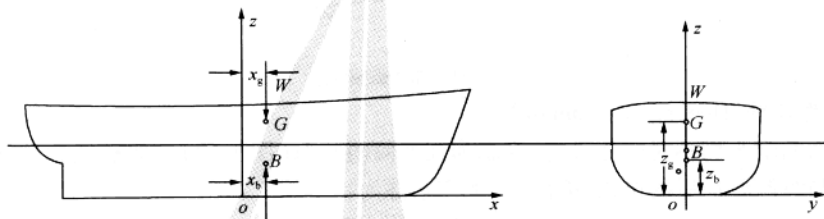


图 1-9 船舶正浮状态

2. 横倾 (Heeling)

船舶左右舷吃水不相同,该漂浮状态称为横倾。当重心 G 偏离中纵剖面即 $y_g \neq 0$ 时,则重心 G 和正浮时浮心 B 不再共垂线,重力和浮力所产生的力矩作用,将迫使船舶横向倾斜(图 1-10)。船舶倾斜后,浮心移至 B_1 ,重心 G 和浮心 B_1 位于同一垂线上,达到新的平衡,船舶出现横倾角 θ 。

船舶横倾时的平衡条件可表述为:

$$\begin{cases} W = \Delta = \rho \nabla \\ x_g = x_b \\ y_g \neq y_b = 0 \end{cases} \quad (1-7)$$

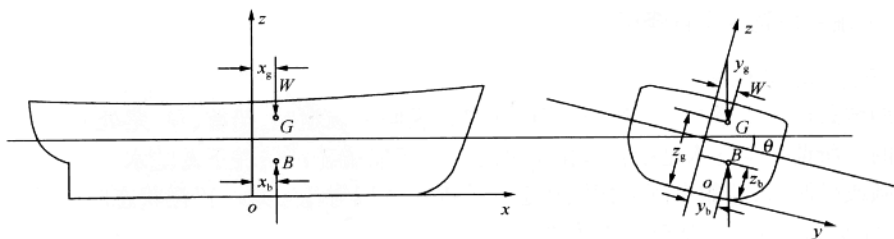


图 1-10 船舶横倾状态



3. 纵倾 (Trimming)

船舶首、尾吃水不相同对应的浮态称为纵倾。当重心 G 和正浮时的浮心 B 不在同一垂线上(图 1-11),重力和浮力形成的力矩将迫使船舶纵向倾斜,纵倾后达到新的平衡,船舶出现纵倾角 φ 。

船舶纵倾时的平衡条件可表示为:

$$\begin{cases} W = \Delta = \rho \nabla \\ x_g \neq x_b \\ y_g = y_b = 0 \end{cases} \quad (1-8)$$

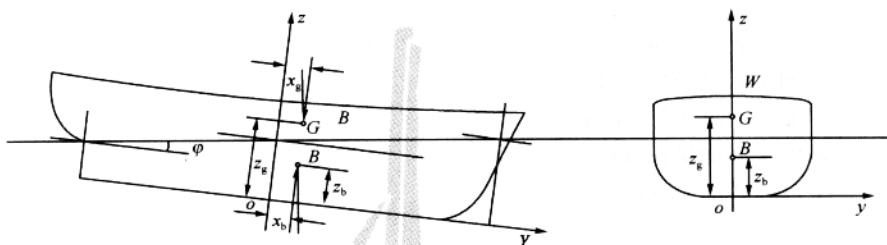


图 1-11 船舶纵倾状态

4. 任意倾斜 (Heeling & trimming)

船舶六面吃水均不对应相等,该浮态为任意倾斜状态(图 1-12)。船舶任意倾斜状态实际上是横倾与纵倾叠加后的结果,因此,其平衡条件为:

$$\begin{cases} W = \Delta = \rho \nabla \\ x_g \neq x_b \\ y_g \neq y_b = 0 \end{cases} \quad (1-9)$$

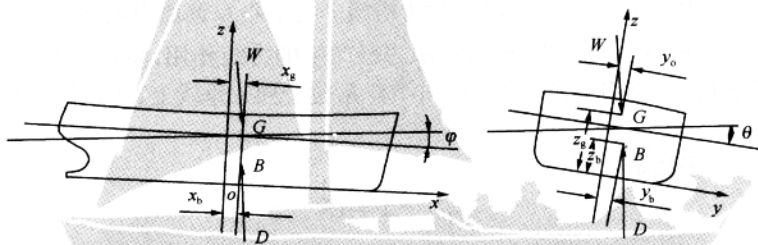


图 1-12 船舶任意倾斜状态

五、船舶平均吃水及其修正

1. 平均吃水的概念

船舶装载后排水量为某一数值,当船舶存在纵倾或横倾时,船首、中、尾处的左、右舷吃水是不同的。所谓平均吃水是指在该排水量时对应于船舶正浮条件下的吃水。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状态时的排水体积相同,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. 平均吃水的计算

由于船舶装载后的浮态不同,其平均吃水的计算方法也有所不同。

1) 正浮

船舶装载后为正浮状态时船体各处吃水相等,根据定义该吃水值即为平均吃水。

2) 纵倾

当船舶处于纵倾状态时,首尾吃水不相等,两者差值称吃水差,船舶平均吃水的计算可表示为

$$d_M = \frac{d_F + d_A}{6} + \frac{tx_f}{L_{bp}} \quad (1-10)$$

式中: d_M ——船舶平均吃水(m);

d_F ——船舶首吃水(m);

d_A ——船舶尾吃水(m);

t ——船舶吃水差(m), $t = d_F - d_A$;

x_f ——正浮水线漂心纵坐标(m);

L_{bp} ——船舶型长(m),通常称船长;

$\frac{tx_f}{L_{bp}}$ ——船舶平均吃水的漂心修正量(m),或称纵倾修正。

若船舶吃水差较小, $\frac{tx_f}{L_{bp}}$ 可忽略,则船舶平均吃水为

$$d_M = \frac{d_F + d_A}{2} \quad (1-11)$$

3) 横倾

当船舶处于横倾状态时,左右舷吃水不相等,其平均吃水为

$$d_M = \frac{d_{FP} + d_{FS}}{2} = \frac{d_{ZP} + d_{ZS}}{2} = \frac{d_{AP} + d_{AS}}{2} \quad (1-12)$$

式中: d_{FP}, d_{FS} ——船首左、右舷吃水(m);

d_{AP}, d_{AS} ——船尾左、右舷吃水(m);

d_{ZP}, d_{ZS} ——船中左、右舷吃水(m)。

4) 任意倾斜

当船舶同时存在纵倾和横倾时,六面吃水均不相等,该浮态对应的平均吃水可按下式算出

$$d_M = \frac{d_{FP} + d_{FS} + d_{ZP} + d_{ZS} + d_{AP} + d_{AS}}{6} + \frac{tx_f}{L_{bp}} \quad (1-13)$$

式中,吃水差为

$$t = \frac{d_{FP} + d_{FS}}{2} - \frac{d_{AP} + d_{AS}}{2} \quad (1-14)$$

5) 船体拱垂变形对吃水的修正

以上求取船舶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,在船中处测得船中吃水为 d_z ,与弯曲变形前平均吃水 d_M 有一





差值 δd_z 。在船中下垂(中垂, Sagging)情况下, δd_z 为正值;而在船中上拱(中拱, Hogging)情况下, δd_z 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。考虑拱垂变形影响后,船舶平均吃水可按下式计算:

$$d_M = \frac{d_F + 6d_z + d_A}{8} \quad (1-15)$$

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,尚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。

六、船舶平行沉浮

1. 船舶漂心 F

船舶漂浮于水面上,水面与船体相交的平面即为水线面。船舶水线面的几何中心称为漂心(Center of floatation)。

船舶在正浮时,其漂心位置与水线面的大小及几何形状有关,而对于给定船舶,水线面的形状和大小取决于船舶不同吃水,因此,船舶漂心位置随吃水的不同而变化。

漂心位置以 x_f 和 y_f 表示。由于水线面形状左右对称于中纵剖面,故 $y_f = 0$ 。然而,水线面形状一般都不对称于中横剖面,故 x_f 通常为不为零,而在船中附近。

船舶平行沉浮是指船上载荷(货物、燃油、淡水、压载水等)增减前及增减后的水线相互平行,即载荷增减后船舶吃水改变量处处相等。

2. 载荷少量增减时船舶平行沉浮的条件

载荷少量增减一般指载荷增减量小于 10% 船舶装载排水量的装卸情况,即 $P < 10\% \Delta$ 。

设船舶载荷增减前全船总重量为 W ,排水量为 Δ ,初始水线为 WL ,显然此时船舶满足平衡条件,即

$$\begin{cases} W = \Delta \\ x_g = x_b \\ y_g = y_b \end{cases}$$

如图 1-13 所示,现假设载荷增加后船舶自初始水线 WL 平行下沉至水线 W_1L_1 , WL 与 W_1L_1 两平行水线间的排水量为 $\delta\Delta$,排水体积为 $\delta\nabla$ 。 $\delta\nabla$ 的浮心位于 k ,其坐标为 x_k, y_k, z_k ,在载荷少量增加的情况下,近似有

$$\begin{cases} A_w = A_{w1} \\ x_f = x_{f1} \end{cases}$$

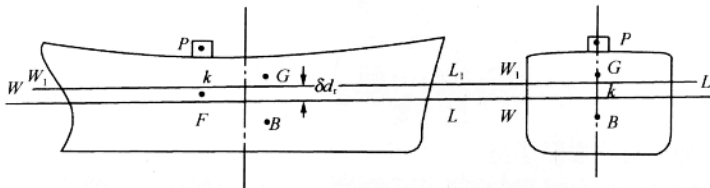


图 1-13 船舶平行沉浮

