

(第2版)



# 船舶货运技术

Principles of Marine Cargo Operations

王建平 编著



大连海事大学出版社

# 船舶货运技术

(第2版)

王建平 编著

大连海事大学出版社

© 王建平 2010

**图书在版编目(CIP)数据**

船舶货运技术 / 王建平编著. —2 版. —大连: 大连海事大学出版社,  
2010. 12

ISBN 978-7-5632-2494-4

I. ①船… II. ①王… III. ①海上运输: 货物运输—高等学校—教材  
IV. ①U695.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 231143 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

大连美跃彩色印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2010 年 12 月第 2 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 23.25

字数: 576 千 印数: 1 ~ 2000 册

责任编辑: 陆梅 版式设计: 小月

封面设计: 王艳 责任校对: 李继凯

图片绘制: 马立平

ISBN 978-7-5632-2494-4 定价: 48.00 元

## 第2版前言

《船舶货运技术》一书首版于1999年,至今已逾10年。这期间,船舶货运技术有了更进一步的发展。以20万吨散货船为代表的固体散货运输、以VLCC船为代表的原油运输、以15万~25万 $\text{m}^3$ 的液化天然气(LNG)船为代表的液化气体运输、以万标箱船为代表的集装箱运输、以重大件船为代表的特种货物运输,使《船舶货运技术》的知识量大为增加。

在我国,船舶货物运输技术的发展也具有很长的历史。船舶货运技术的第一代工作者的代表首推陈桂卿教授,陈教授于20世纪50年代后期编写出版《海船配载》一书,系统论述了杂货船配载的基本原理。该书是当时大连海运学院的教材。20世纪70年代,吴长仲、李治平、刘世宁、沈玉如等人在船舶货运方面做了大量工作,他们的教学与研究成果于20世纪80年代初先后出版,如《海船积载》、《船舶货运》等书对这一期间船舶货运技术的教学与培训起到了重要作用。到了20世纪90年代,王建平的《船舶货运技术》、徐邦祯等的《海上货物运输》、邱文昌等的《船舶货物运输》先后出版,从船舶原理、船舶静力学、货物学、各种船舶的受载、配载、运输管理、卸载和交付等全部运输环节论述了船舶货运生产过程,对我国海上货物运输的教学、生产和科研起到了重要的推动作用。

如今,船舶货运技术被各航海院校列为主要专业课程之一,也是我国船员各级考试中必考的一门专业课程。

为了全面总结船舶货运技术方面的理论和经验,满足广大船员在海运生产中的需要,保证运输安全和提高运输效益,我们编写了《船舶货运技术》第2版。编写中,我们力求做到下述各项:

### 1. 全面贯彻国内外有关船舶货运技术的公约、规则和法律

- 覆盖STCW公约中的规定内容

STCW公约生效后对全世界的航海教育及海运生产产生重大影响。我们的航海教育和海运生产正全面贯彻其内容,以便与国际航海教育和海运生产保持一致。

- 全面贯彻国际上有关船舶货运技术方面的公约和规则

本书编写中,全面介绍了国际上各种有关船舶货物运输的公约和规则,如《国际海上人命安全公约》(SOLAS)、《国际海运危险货物规则》(IMDG CODE)、《固体散货安全操作规则》(BC CODE)、《国际散装运输危险化学品船舶构造和设备规则》(IBC CODE, BCH CODE)、《国际散装运输液化气船舶构造和设备规则》(IGC CODE)、《国际防止船舶造成污染公约》及议定书(MARPOL 73/78)等。本书力图详细说明这些公约中有关船舶货运技术的要求。

- 全面贯彻国际上有关船员责任方面的规则及有关惯例

这方面的规则包括HAGUE规则、VISBY规则、HAMBURG规则、GENCON条款、BALTIME条款、ASBATIME(NYPE)条款等。本书力求将这些规则的要求融合在船舶货运技术的实际作业中。

- 全面贯彻国内有关货运技术方面的规定

这些规定包括中国海商法、中国交通运输部的有关规定、中国海事局的有关规定、中国各大港务局的有关规定、中国各大海上运输公司的有关规定等。本书努力将这些要求与规定贯

彻到船舶货运技术的实际作业中。

## 2. 全面反映国内外有关船舶货运技术的研究成果

船舶货运技术在航运生产中的重要性与日俱增,但是,国内外在船舶货运技术方面的研究成果尚不够系统,对这些研究成果的总结也不够全面。日本的田中岩吉、英国的托马斯、美国的 Charles L. ,John R. Immer, Joseph Leeming 等人曾较全面地总结了 20 世纪 80 年代以前的成果和经验。自 20 世纪 70 年代以后,船舶货运技术在航运生产中的发展取得了很大进展。但是,西方航海人才市场的衰落致使航海教育萎缩,因而很少有人对船舶货运技术作全面深入的总结。本书将在这方面作一尝试,并注意体现船舶货物运输在以下诸方面的进展。

### · 船舶的多型化和大型化

日前,从事海上货物运输的船舶可分成杂货船、固体散货船、液体散货船、集装箱船及特种船舶等大类。船舶的大型化的同时货运设备也在很大程度上实现了自动化和现代化,从而给船舶货运技术提出了许多新课题。

### · 货种的多样化

化学工业、材料工业及制造业的发展使海上货物运输的货种发生了重大变化,据估计,常运的危险品在 7 000 种(名称)左右,常运的普通货物在 30 000 种(名称)左右。货物运输性质的研究、概括与总结对航运生产具有重大实用价值。

### · 各种国际公约日臻完善

国际海事组织、国际劳工组织、各主要船级社及其他国际组织先后制定了大量有关国际海上货物运输生产的规则、公约。这些规则和公约日臻完善,对航运生产起到了推动和保护作用,同时对船舶货运技术也提出了新的要求。

### · 计算机的引入

自 20 世纪 70 年代日本人将计算机引入船舶货物运输以后,船舶货运技术发生了根本性变化。船舶的稳性、强度与吃水差的计算精度和计算速度均得到了根本性提高,船舶货载的管理在相当大程度上实现了自动化。这对船舶货运技术本身也提出了更高要求。

## 3. 妥当处理与相关学科的关系

现行船舶货物运输技术方面的教材已自成体系。但是,船舶货运技术与相关学科的联系与区别尚应当进一步理顺。

### · 与《船舶原理》及《船舶静力学》的关系

过去相当长一段时间里,船舶货运技术中包括船舶原理特别是船舶静力学的内容。如今,船舶原理和船舶货运技术已各自成为分学科,但其间的界限尚不够明确,尤其在稳性、强度与吃水差的计算方面。我们认为,船舶原理中应着重讲授稳性、强度与吃水差的计算原理,而船舶货运技术中则主要讲授这一原理的实际使用方法。在本书的编写中贯彻了这一原则。

### · 与《远洋运输业务》及《海商法》的关系

现行船舶货运技术教材中,涉及《远洋运输业务》及《海商法》的内容较少。本书的编写中,我们利用相当篇幅论述承运人特别是船员对货载管理方面的责任,并且重点论述怎样防止海上货物运输中的事故。我们认为,《远洋运输业务》及《海商法》应着重探究这些事故发生后的责任归属。

### · 与《船艺》的关系

现行的船舶货运技术教材中,涉及船舶结构的内容较少,本书编写中将增加船体结构、舵

盖结构、货舱结构、吊杆作业等内容。

#### 4. 努力使专业理论与航运生产紧密相结合

我们在本书编写中,将努力从海上运输实际出发总结我国船舶货运技术方面的理论与实践。

##### · 总结船舶货运技术理论

近些年来,船舶货运技术在理论上也有长足进展,特别是计算机技术的应用,使船舶浮性、稳性、强度及安全评价等方面得到了很大提高。我们在总结这些理论进展的同时,特别注意论述其在航海生产的适用性。

##### · 总结航海生产方面的经验

我国目前拥有各级海船船员约 170 万人。这些船员在航海工作与生产中积累了大量经验。我们在本书的编写中邀请了若干名杂货船船长、大型固体散货船船长、VLCC 船长、大型液化天然气船船长、大型集装箱船船长以及特种船船长,他们提供了大量实船数据和实例。我们已将这些知识纳入本书。在总结这些经验和教训的同时,我们特别注意将个例与航海生产的普遍要求结合起来。

##### · 总结教学方面的经验

“船舶货运技术”课程的教学在我国已有近 60 年的历史,广大船员、研究人员、管理人员和教师已经积累了大量经验。实践表明,这方面的教学是我国航海教育的重要组成部分,是我国航运生产的重要推动力量。本书编写中将系统总结这些有益经验。

##### · 增强教材对航海生产的实际指导作用

多年来,我们比较偏重理论教学,对实践环节重视不够。本书编写中,将突出其实用性,使之与航海生产紧密结合起来。我们将略去对实际生产没有意义或意义不大的内容,力图使本书真正成为航运生产的指导书,成为广大船员的工作和生产的伴侣。

本书编写中得了中国海事局、各海事法院、各海事律师所、中国远洋运输(集团)公司、中国海运(集团)公司、有关航海院校的领导、法官、律师、船长和教授们的支持与鼓励。航海学院船舶货运教研室的多位教授及船长提出了大量建设性意见。诚盼师长、同仁、船员及学生对本书提出批评意见。

王建平

2010 年 6 月于大连海事大学

## 前 言

《船舶货运技术》是研究杂货船、固体散货船、液体散货船、集装箱船和各类特种货船的受载、配载、装货、运输管理、卸载和交付等运输过程的一门应用学科,其历史可追溯到远古“剡木为舟、剡木为楫”的时代。但是,这一技术作为航海教育、研究和生产中的一门独立学科则是 20 世纪 50 年代前后的事情。

早年的船舶货运技术研究的主要问题是船舶配载中的稳性、吃水差和强度的计算方法。这类计算中,方法十分复杂,计算量大,精度不高。那时所研究的船型主要为杂货船,并且主要以曲线和表格为辅助计算工具。50 年代,Г. Е. Павленко 制成了船舶积载校验仪,后经 А. Мироненко 改进,发展成积载计算尺。这种算尺是直接从曲线和表格演化而成的,它使船舶稳性、吃水差和强度的计算过程得到了很大改进,但误差仍然很大。

到了 60 年代,船舶配载技术扩充到了散装谷物船舶、木材船舶、钢材运输船舶等,而且人们制成了砣码配载仪、强度测量仪(stress finder)、稳性测量仪(stabilogauge)、电桥式配载仪等机械类配载仪器。这类仪器主要是对船舶的实际参量或模拟参量进行测量并显示出来,使船舶货运技术向前发展了一大步,但在计算精度和使用方便性方面并没有很大幅度的提高。

从 70 年代开始,船舶配载技术扩充到了油船、液体化学品船、液化气体船、集装箱船等绝大多数船种,同时计算机技术被应用到船舶配载计算中。日本于 1970 年制成了第一部船舶配载专用计算机,其后,美国、英国、德国等西方发达国家生产了大量配载专用计算机,使船舶配载技术发生了革命性变革,计算速度和精度均大为提高。这一时期,用于船舶配载技术中的计算机主要为专用机,即只能进行配载计算,计算机的功能没有得到充分的开发和利用。

80 年代以后,美国开发出了一些软件,在普通计算机上实现了船舶配载的功能,即制成了通用配载计算机。这种计算机不但能进行船舶配载计算,还能实现许多货运管理功能。这一时期,在通用计算机发展的推动下,船舶配载技术扩充到了生产中的所有船型,并且实现了对船舶受载、配载、装货、运输管理、卸货和交付等各个运输环节的管理。

进入 90 年代,船舶货运技术在生产中得到了长足发展。在船舶静力学性能方面,对吃水、稳性和强度的计算达到了较高的精度,足以满足生产中的要求;在货物学方面,对货物的重量、体积和件数的研究,对货物的物理、化学和生物性质的研究,对货物危险性和污染性的研究,对货物包装、积载和绑扎等适运性的研究均取得了重要成果;在运输法规方面,各类国际公约、操作规则日臻完善,各国海事立法日趋规范化,全球海上货物运输生产正趋于用统一的规则运作;在使用的仪器设备方面,生产中已全面引入计算机,不但能完成各类货运计算工作,还能对货运生产做到全面管理,甚至能对货运生产中的危险性做出应有的预测和评判;在培训与教学中,大量引入模拟器,并能对各类货船的受载、配载、装货、运输管理、卸货和交付等运输环节进行模拟。

在我国航海教育中,船舶货运技术作为一门独立的课程于 50 年代在大连海运学院首次开设,即船舶配载。40 多年来,这方面的广大教师和研究工作者积累了丰富的经验,出版了许多论文、教材和专著,完成了一些科研项目,对我国海运生产起到了重要指导与推动作用。

在本书的编写中,主要考虑如下几个方面的问题:

### 1. 总结生产方面的经验

航海教育中,自1982年以来,我国培养了3 000多名船长。他们在航海生产中积累了丰富的经验。本书编写中曾大量邀请他们提出意见,以便总结他们的经验和教训。

### 2. 总结船舶货运技术的理论

近些年来,船舶货运在理论上也有长足的进展,特别是计算机应用方面、船舶强度计算方面、船舶稳性评价方面等。我们在总结这些理论进展的同时,特别注意其生产适用性。

### 3. 增强对生产的实际指导意义

多年来,我们比较偏重理论教学,对实践环节重视的不够。本书的编写中,强调理论的实用性,力图使之与海运生产紧密结合起来。我们略去了对实际生产没有意义或意义不大的内容,力图使本书真正成为海上货物运输生产的指导书。

本书阐述的是船舶货运技术的基础内容。

蒋维清教授先后两次审阅了本书原稿,航海学院船舶货运教研室的老师徐邦桢、沈华、杜嘉立、王云煌等先后提出过很多宝贵意见,谨此致谢。

笔者早年从师于陈桂卿教授,从事船舶货运技术学习与研究近30年,但因才智所限,所积甚浅。虽早怀全面总结船舶货运技术之夙愿,以谢师恩,但痛感纓短汲深而未敢落笔。今积管见成册付梓之时尚有后顾,惟恐误人子弟。企盼同仁学长不吝赐教。

王建平

1999年5月于大连海事大学



## 目 录

第1章 船舶及其主要静水力参数 .....	(1)
§ 1.1 海上货物运输船舶及其种类 .....	(1)
1.1.1 海上货物运输船舶 .....	(1)
1.1.2 货运船舶的种类 .....	(1)
1.1.3 船舶规范的内容 .....	(6)
§ 1.2 船级及主要货运证书 .....	(9)
1.2.1 船级社与船级 .....	(9)
1.2.2 我国船级社的入级符号和附加标志 .....	(10)
1.2.3 船级的取得 .....	(12)
1.2.4 船级的保持 .....	(12)
1.2.5 船级的丧失 .....	(13)
1.2.6 船舶的主要货运证书 .....	(13)
§ 1.3 船舶主要参数及坐标系统 .....	(16)
1.3.1 船舶主要参数 .....	(16)
1.3.2 主尺度及主尺度比 .....	(18)
1.3.3 船体系数 .....	(19)
1.3.4 坐标系统 .....	(20)
§ 1.4 主要静水力参数 .....	(21)
1.4.1 主要静水力参数 .....	(21)
1.4.2 《载重标尺》 .....	(24)
1.4.3 《静水力曲线图》 .....	(24)
1.4.4 《静水力参数表》 .....	(27)
1.4.5 《载重标尺》、《静水力曲线图》与《静水力参数表》的应用 .....	(29)
习题一 .....	(31)
第2章 船舶浮性与容重性能 .....	(34)
§ 2.1 船舶浮性 .....	(34)
2.1.1 作用在船上的力 .....	(34)
2.1.2 船舶在水中的姿态 .....	(35)
2.1.3 储备浮力 .....	(36)
2.1.4 拱、垂与船体变形 .....	(37)
§ 2.2 吃水与水尺 .....	(37)
2.2.1 船舶的首、尾及中吃水 .....	(37)
2.2.2 船舶的水尺 .....	(38)
2.2.3 各种吃水 .....	(38)
§ 2.3 吃水的观测 .....	(39)

2.3.1	观测吃水应达到的精度 .....	(39)
2.3.2	观测技巧的研究 .....	(40)
2.3.3	观测次数的确定 .....	(42)
2.3.4	观测吃水精度对排水量计算精度的影响 .....	(44)
2.3.5	水尺显示器的原理与应用 .....	(44)
§2.4	平均吃水的计算 .....	(45)
2.4.1	首、尾和中吃水(垂线修正) .....	(45)
2.4.2	平均吃水(拱垂修正) .....	(46)
2.4.3	等容吃水(纵倾修正) .....	(47)
§2.5	一般排水量的计算 .....	(49)
2.5.1	利用平均吃水查取排水量 .....	(49)
2.5.2	船壳系数修正 .....	(49)
2.5.3	海水比重修正 .....	(50)
2.5.4	海水温度修正 .....	(51)
2.5.5	进出不同海水密度区域对吃水的影响 .....	(52)
§2.6	利用邦戎曲线或费尔索夫图谱计算排水量 .....	(52)
2.6.1	利用邦戎曲线计算浮态 .....	(52)
2.6.2	利用费尔索夫图谱查取排水量 .....	(54)
2.6.3	已知船舶重力及其纵向分布确定其纵倾浮态 .....	(55)
§2.7	利用型值表或符拉索夫图谱计算排水量 .....	(55)
2.7.1	利用型值表计算浮态 .....	(56)
2.7.2	利用符拉索夫图谱求取排水量 .....	(56)
2.7.3	已知船舶重力及其分布确定其浮态 .....	(57)
§2.8	排水量计算误差的分析 .....	(57)
2.8.1	设计与建造数据间的误差 .....	(57)
2.8.2	参数读取及测量中的误差 .....	(58)
2.8.3	计算方法中的误差 .....	(58)
2.8.4	排水量计算误差的量级 .....	(58)
§2.9	载重线 .....	(59)
2.9.1	载重线航区的划分 .....	(59)
2.9.2	甲板线与干舷 .....	(61)
2.9.3	一般货船的载重线标志 .....	(62)
2.9.4	木材船载重线 .....	(63)
2.9.5	客船载重线 .....	(64)
2.9.6	国内航行船舶载重线 .....	(64)
2.9.7	载重线证书与适航性 .....	(65)
§2.10	吨位 .....	(67)
2.10.1	船舶的吨位 .....	(67)
2.10.2	总吨位 .....	(67)

2.10.3 净吨位 .....	(68)
2.10.4 运河吨位 .....	(68)
2.10.5 吨位的作用 .....	(69)
§ 2.11 船舶载重性能与容积性能 .....	(70)
2.11.1 最大允许排水量的确定 .....	(70)
2.11.2 油水与储备物料 .....	(71)
2.11.3 空船重量与船舶常数 .....	(72)
2.11.4 船舶的总载重量和净载重量 .....	(73)
2.11.5 船舶容积性能 .....	(74)
2.11.6 船舶重量性能与容积性能间的关系 .....	(75)
2.11.7 船舶的特殊装载性能 .....	(75)
2.11.8 船舶必须装载足量油水和储备物料 .....	(76)
2.11.9 典型装载状态 .....	(78)
2.11.10 船舶宣载书 .....	(78)
习题二 .....	(79)
<b>第3章 横稳性 .....</b>	<b>(83)</b>
§ 3.1 船舶重心高度 .....	(83)
3.1.1 空船的重心高度 .....	(83)
3.1.2 油水与储备物料重量与重心高度 .....	(83)
3.1.3 货物重量与重心高度 .....	(85)
3.1.4 常数的重心高度 .....	(87)
3.1.5 船舶重心高度的表达式 .....	(87)
3.1.6 计算表格 .....	(87)
3.1.7 误差分析 .....	(90)
§ 3.2 稳心及初稳性 .....	(90)
3.2.1 稳心及稳心高度的求取 .....	(90)
3.2.2 船舶稳性 .....	(91)
3.2.3 初稳性 .....	(92)
§ 3.3 船内重物移动对稳性的影响 .....	(93)
3.3.1 重物垂向移动对稳性的影响 .....	(93)
3.3.2 重物横向移动对稳性的影响 .....	(94)
3.3.3 重物同时在垂向和横向上移动对稳性的影响 .....	(94)
3.3.4 船内散货移动对稳性的影响 .....	(94)
3.3.5 悬挂重量对稳性的影响 .....	(95)
3.3.6 货物下沉量对稳性的影响 .....	(95)
§ 3.4 自由液面修正 .....	(96)
3.4.1 自由液面修正的理论公式 .....	(96)
3.4.2 自由液面修正的经验公式 .....	(98)
3.4.3 倾角与液面面积惯矩的关系 .....	(99)

3.4.4	舱内液体数量对自由液面修正值的影响 .....	(100)
3.4.5	变密度的液体 .....	(101)
3.4.6	航海生产中应注意的事项 .....	(102)
§ 3.5	小量装卸及载荷增减 .....	(104)
3.5.1	小量装卸重物 .....	(104)
3.5.2	装卸重大件货 .....	(106)
3.5.3	油水增减 .....	(108)
3.5.4	甲板结冰 .....	(109)
3.5.5	货物吸水对稳性的影响 .....	(112)
3.5.6	货舱进水对稳性的影响 .....	(113)
§ 3.6	静稳性力臂曲线 .....	(114)
3.6.1	静稳性力臂 .....	(114)
3.6.2	利用形状稳性力臂求取 $GZ$ .....	(114)
3.6.3	利用假定重心稳性力臂求取 $GZ$ .....	(115)
3.6.4	利用剩余稳性力臂求取 $GZ$ .....	(116)
3.6.5	静稳性力臂曲线的绘制 .....	(117)
3.6.6	静稳性力臂曲线的特征 .....	(119)
§ 3.7	甲板货物入水对横稳性的影响 .....	(121)
3.7.1	甲板货物入水的分析方法 .....	(121)
3.7.2	甲板货物入水对形状稳性力臂的影响 .....	(121)
3.7.3	甲板货物入水对静稳性力臂曲线的影响 .....	(122)
3.7.4	甲板货物吸水对静稳性的影响 .....	(123)
§ 3.8	船舶横摇 .....	(123)
3.8.1	船舶横摇 .....	(123)
3.8.2	典型自摇过程 .....	(127)
3.8.3	稳性力矩的变化率 .....	(128)
3.8.4	谐摇 .....	(128)
§ 3.9	横倾力矩 .....	(129)
3.9.1	静横倾力矩及其对船舶的作用 .....	(129)
3.9.2	动横倾力矩及其对船舶的作用 .....	(132)
3.9.3	风力动横倾力矩 .....	(133)
3.9.4	动稳性参数 .....	(135)
3.9.5	常见动横倾力矩 .....	(136)
§ 3.10	动稳性曲线 .....	(137)
3.10.1	稳性力矩作的功 .....	(137)
3.10.2	动稳性力臂 .....	(137)
3.10.3	动稳性力臂曲线的绘制 .....	(138)
3.10.4	动稳性力臂曲线的特征 .....	(139)
§ 3.11	国际海事组织船舶完整稳性规范 .....	(140)

3.11.1	IMO 完整稳性规范 .....	(140)
3.11.2	5 000 DWT 及以上油船的稳性规范 .....	(142)
3.11.3	散装谷物船舶稳性规范 .....	(143)
3.11.4	木材船舶稳性规范 .....	(144)
3.11.5	对集装箱船舶的稳性建议 .....	(146)
3.11.6	海上方驳的完整稳性规范 .....	(146)
3.11.7	近海供应船舶的完整稳性规范 .....	(147)
§ 3.12	中国海事局船舶稳性规范 .....	(147)
3.12.1	中国海事局对货运船舶稳性的基本要求 .....	(147)
3.12.2	中国海事局稳性核算中应注意的事项 .....	(148)
3.12.3	中国海事局对特殊船舶的稳性要求 .....	(149)
3.12.4	谨慎驾驶 .....	(151)
§ 3.13	船舶稳性报告书及应用 .....	(151)
3.13.1	船舶稳性报告书 .....	(151)
3.13.2	基本装载情况总结表 .....	(152)
3.13.3	临界重心高度曲线和临界初稳性高度曲线 .....	(152)
	习题三 .....	(154)
<b>第 4 章</b>	<b>吃水差 .....</b>	<b>(159)</b>
§ 4.1	吃水差的概念 .....	(159)
4.1.1	吃水差与纵稳性 .....	(159)
4.1.2	每厘米纵倾力矩 .....	(160)
4.1.3	船舶的合适吃水差 .....	(160)
§ 4.2	在配载图上计算吃水差 .....	(162)
4.2.1	荷重的重心纵向位置 .....	(162)
4.2.2	船舶重心纵向位置及其计算表格 .....	(164)
4.2.3	吃水差的计算公式 .....	(164)
§ 4.3	吃水差的调整 .....	(166)
4.3.1	货物纵向移动 .....	(166)
4.3.2	小量装卸时的吃水差 .....	(167)
4.3.3	大量装卸时的吃水差 .....	(169)
4.3.4	舷外水密度改变对吃水差的影响 .....	(169)
4.3.5	利用吃水差比尺查取首尾吃水 .....	(169)
§ 4.4	进坞与搁浅 .....	(171)
4.4.1	船舶进坞 .....	(171)
4.4.2	出坞 .....	(174)
4.4.3	搁浅 .....	(174)
4.4.4	船舶纵倾与纵摇 .....	(175)
4.4.5	浅水中的船体下坐 .....	(175)
§ 4.5	首尾盲区 .....	(176)

4.5.1	首尾盲区的限制 .....	(176)
4.5.2	首尾盲区的计算 .....	(176)
4.5.3	盲区表 .....	(177)
4.5.4	首尾盲区的估算 .....	(178)
4.5.5	甲板货件可装载的最大高度 .....	(178)
	习题四 .....	(179)
<b>第5章</b>	<b>抗沉性</b> .....	<b>(183)</b>
§5.1	抗沉性的基本概念 .....	(183)
5.1.1	抗沉性计算与校核中的基本术语 .....	(183)
5.1.2	可浸长度 .....	(184)
5.1.3	分舱因数 .....	(184)
5.1.4	船舶破损 .....	(184)
5.1.5	破损假定 .....	(185)
5.1.6	破损后实际浮性与稳性的计算 .....	(186)
5.1.7	箱形船的进水计算 .....	(191)
§5.2	液货船的破损稳性衡准 .....	(195)
5.2.1	油船的破损稳性衡准 .....	(195)
5.2.2	液体散装化学品船的破损稳性 .....	(198)
5.2.3	液化气体船的破损稳性 .....	(200)
§5.3	干货船的抗沉性衡准 .....	(202)
5.3.1	船舶破损的概率 .....	(202)
5.3.2	分舱指数的规定 .....	(205)
5.3.3	舱室的浸水概率 .....	(206)
5.3.4	浸水后的生存概率 .....	(208)
5.3.5	干货舱破损计算中的渗透率 .....	(209)
	习题五 .....	(209)
<b>第6章</b>	<b>船舶强度</b> .....	<b>(212)</b>
§6.1	船舶强度的概念 .....	(212)
6.1.1	船舶强度 .....	(212)
6.1.2	纵向上的切力、弯矩及其许用值 .....	(213)
6.1.3	保证船舶纵向强度的注意事项 .....	(215)
6.1.4	局部强度及其许用值 .....	(217)
§6.2	船中强度的校核 .....	(218)
6.2.1	百分制校核法 .....	(218)
6.2.2	单点弯矩估算法 .....	(219)
6.2.3	船中弯矩估算法 .....	(222)
6.2.4	力图校核法 .....	(224)
§6.3	舱壁立面强度的校核 .....	(225)
6.3.1	舱壁立面处的切力与弯矩许用值 .....	(225)

6.3.2	重量累积和与纵向力矩累积和 .....	(225)
6.3.3	切力与弯矩 .....	(227)
§ 6.4	纵向和横向强度的校核 .....	(228)
6.4.1	船舶资料 .....	(228)
6.4.2	载荷对中力矩的计算 .....	(229)
6.4.3	静水切力计算 .....	(231)
6.4.4	静水弯矩计算 .....	(232)
6.4.5	纵舱壁上的静水切力计算 .....	(233)
6.4.6	校核 .....	(235)
§ 6.5	船体强度的详算方法 .....	(236)
6.5.1	重力曲线与重心的求作 .....	(236)
6.5.2	浮力曲线与浮心的求作 .....	(238)
6.5.3	切力曲线的求作与切力校核 .....	(240)
6.5.4	弯矩曲线的求作与弯矩校核 .....	(241)
§ 6.6	局部强度的校核 .....	(243)
6.6.1	各层甲板的载荷许用值 .....	(243)
6.6.2	甲板载荷估算 .....	(244)
6.6.3	局部强度的校核计算 .....	(245)
6.6.4	保证船舶局部强度的注意事项 .....	(246)
§ 6.7	各舱荷重的限值 .....	(246)
6.7.1	各舱的许可荷重 .....	(246)
6.7.2	相邻舱的许可荷重 .....	(247)
6.7.3	各舱最佳荷重的计算 .....	(248)
	习题六 .....	(254)
<b>第 7 章</b>	<b>货件绑扎与系固</b> .....	<b>(260)</b>
§ 7.1	重大件货物及其系固索具 .....	(260)
7.1.1	重大件货物及其类别 .....	(260)
7.1.2	装运重大件的船舶 .....	(261)
7.1.3	货物系固索具 .....	(262)
7.1.4	系固索具强度的估算 .....	(263)
7.1.5	系固设备的检修与保养 .....	(267)
§ 7.2	普通重件货物的系固和校核 .....	(269)
7.2.1	货件积载与系固中的注意事项 .....	(269)
7.2.2	校核计算的原理 .....	(271)
7.2.3	普通重件货物系固校核算例 .....	(273)
7.2.4	普通重件货物的积载与系固 .....	(275)
§ 7.3	无动力船上货件的系固 .....	(285)
7.3.1	被拖船内所载货物的受力计算 .....	(285)
7.3.2	力和力矩的平衡 .....	(287)

7.3.3	无动力船上货件系固的算例 .....	(287)
7.3.4	货件系固算例二 .....	(290)
§ 7.4	集装箱在专用船上的系固 .....	(292)
7.4.1	专用集装箱船的运动要素 .....	(292)
7.4.2	集装箱箱体受力计算 .....	(294)
7.4.3	集装箱上的受力及限值 .....	(297)
7.4.4	集装箱系固校核 .....	(299)
7.4.5	集装箱内货的受力计算 .....	(303)
§ 7.5	车辆的系固及校核 .....	(305)
7.5.1	小型车辆的受力计算及系固校核 .....	(306)
7.5.2	中型车辆的受力计算及系固校核 .....	(312)
7.5.3	大型车辆及特殊车辆的受力计算及系固校核 .....	(314)
§ 7.6	桥吊的系固及校核 .....	(321)
7.6.1	风力统计数据 .....	(322)
7.6.2	货件的受力 .....	(326)
7.6.3	系固件焊口尺寸和焊厚的计算 .....	(327)
7.6.4	装载与系固方案校核 .....	(329)
7.6.5	实船装载与系固方案设计 .....	(330)
	习题七 .....	(338)
	主要技术规则 .....	(340)
	主要符号索引 .....	(342)
	主要技术术语 .....	(345)



# 第1章 船舶及其主要静水力参数

本章给出了货运船舶的定义,对货运船舶的种类作出了系统划分,列述了船舶规范的内容;从海上货物运输角度介绍了中国船级社的船级符号标绘方法,说明了船级的取得、保持与丧失的一般规定,列述了海上货运船舶应配备的证书;本章还给出了常用船舶坐标系的建立方法,论述了船舶主尺度及其相互关系,并且总结了船舶主要静水力参数的变化特点。

## § 1.1 海上货物运输船舶及其种类

### 1.1.1 海上货物运输船舶

全世界目前约有 10 万艘 100 GT<sup>①</sup> 以上的海船,共约 8 亿总吨,总载重量约 9 亿吨。这些船大部分为货物运输船舶。

海上货物运输中所研究的船舶(vessel, ship, carrier)一般具有如下特点:<sup>②</sup>

- 系具有完全的海上航行能力并以海船名义进行登记的船舶,浮动产品存储器与卸载装置(FPSO, floating production storage and offloading unit)、浮式生产和储油装置(FPSU, floating production and storage unit)、海上钻井平台(off-shore drilling platform)、各种水上浮动建筑物(floating construction)等不在此列;

- 系指排水型船舶,非排水型船舶、气动力支承船舶或水动力支承船舶,如水翼船(hydrofoil craft)、气垫船(hover craft)、水上飞机(water plane)、地效翼船(GEV, ground effect vehicle; WIG, wing-in-ground craft)、高速船<sup>③</sup>(high-speed craft)等不在此列;

- 系用于海上货物运输的商用船舶,专门从事旅客运输的客船、主要用于海洋生物捕捞的各种渔船(fishing ship)、为货物运输提供服务的拖船(tug)、各类工程船(engineering vessel)、军用船(military ship, war ship)、公务船(public service ship)、体育及文化娱乐船(entertainment ship)、教学及科学研究船(research ship, training ship, investigation ship)、重吊船(float lift)、挖泥船(dredger)、消防船(fire-fight boat)、救助船(salvage ship)等不在此列;

- 总长度一般在 20 m 以上;吨位在 150 GT 以上;

- 其所有人可为国家、法人或自然人;其国籍可为任何国家。

### 1.1.2 货运船舶的种类

海上货物运输船舶可按大小、建造材料、航行区域等进行分类,但在生产中按所承运货物的种类对船舶进行分类则具有特别重要意义。

① GT 为总吨位,其定义见本书 § 2.9.2。

② 有关货运船舶的定义,可参见 SOLAS, IMDG, BC, IBC/BCH, ICG, MARPOL73/78, STCW 等国际公约和国际规则。

③ 按 IMO 2008 IS Code, 高速船系指速度(m/s)在  $3.7 \nabla^{0.1667}$  以上的船,这里  $\nabla$  为船舶排水体积(m<sup>3</sup>)。