



普通高等教育“十五”国家级规划教材

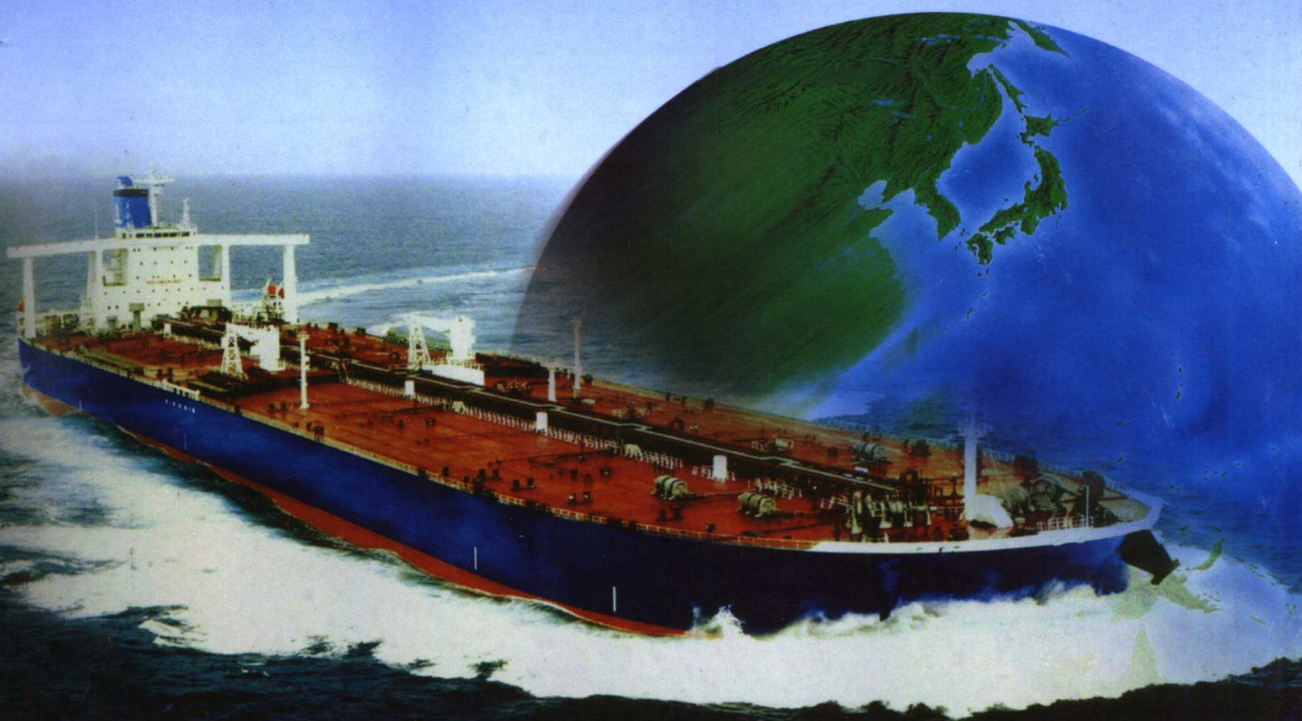
国家精品课程（高职高专类）教材

航海学

（第2版）

高玉德 主编

李连亭 主审



 大连海事大学出版社

普通高等教育“十五”国家级规划教材
国家精品课程(高职高专类)教材

航 海 学

(第2版)

高玉德 主编
李连亭 主审

大连海事大学出版社

©高玉德 2007

图书在版编目(CIP)数据

航海学 / 高玉德主编. —2 版. —大连 : 大连海事大学出版社, 2007. 8
ISBN 978-7-5632-2091-5

I. 航… II. 高… III. 航海学 IV. U675

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 136537 号

大连海事大学出版社出版

地址:大连市凌海路 1 号 邮政编码:116026 电话:0411-84728394 传真:0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连印刷三厂印装 大连海事大学出版社发行

2003 年 9 月第 1 版 2007 年 8 月第 2 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

幅面尺寸:183 mm×233 mm 印张:52.25

字数:1050 千 印数:1~2500 册

责任编辑:史洪源 版式设计:海 韵

封面设计:王 艳 责任校对:郭有润

ISBN 978-7-5632-2091-5 定价:79.00 元(含附录)

内 容 提 要

本书共分三篇十五章。第一篇为航海学基础知识,共三章,介绍航海专业数学基础、坐标、向位和距离、海图等;第二篇为定位与导航,共七章,介绍电航仪器、航迹推算、陆标定位、天文定位、罗经差的测定、无线电仪器定位、船舶组合导航等;第三篇为航行计划,共五章,介绍潮汐与潮流、航标、航海图书资料、航线与航行方法、航行计划与记录等。

为便于学习和实际工作需要,本书附录单印出版,内容包括航海日志国家标准、中国海区水上助航标志、国际浮标系统、中版《航海天文历》及附表、《天体高度方位表》第4册等。

本书作为普通高等教育“十五”国家级规划教材和国家精品课程(高职高专类)教材,可供高职高专航海技术专业教学使用,也适合船员适任考试培训、自学,还可作为有关海船驾驶和管理人员的技术参考书。

前 言

高等专科学校统编教材《航海学》自 1999 年出版以来,受到了航海类师生和海船船员的普遍欢迎,被全国高校航海类专业教学指导委员会推荐为“九五”期间的优秀教材。2002 年 7 月,交通部受教育部的委托,将交通运输学科教学指导委员会航海技术教学指导分委员会推荐的高玉德教授主编的《航海学》(专科)教材,确定为普通高等教育“十五”国家级教材规划选题,并于 2003 年 9 月出版。出版后经三次印刷而脱销,考虑到近年来航海技术新的发展和中华人民共和国海事局有关规定的出台,决定对教材进行修订,以满足广大读者的需求。

本次出版的教材力求体系规范、内容完善、特色鲜明。继续保持将传统的《航海专业数学》、《地文航海》、《天文航海》、《航海仪器》等教材的内容进行改革整合为《航海学》,始终保持其相关内容体系的系统性和联系性,并且符合全国高校航海类专业教学指委会审定的《航海技术专业专科(三年制)教学指导计划》和中华人民共和国海事局下发的《海船船员适任考试大纲》的操作级与管理级的内容要求。力求结合航海实际阐述航海学的基础理论,保持教材的理论体系,避免公式推导和纯理论分析,强调以必需、够用为度,突出其实用性和针对性。

编写时力求涵盖 IMO 颁布的 STCW 公约的有关要求,反映航海科技新成果,同时兼顾国家海事局的统考,对 ECDIS、AIS、陀螺罗经等内容进行了调整。考虑到航海自动化的需要,增加了对数字磁罗经、GPS 罗经等新技术的介绍。针对许多航海人员在航海实践中面对众多航海图书资料无所适从,增加了对海图的绘制与出版等有关知识的介绍。在听取多位专家、教授意见的基础上,对航迹推算部分的内容进行精简和整合,把部分内容纳入实际操作训练中。根据中华人民共和国海事局新修订的《海船船员适任考试大纲》,增加了潮汐和潮流等内容。

本书共分三篇十五章。第一篇第一章至第三章由高玉德教授编写。第二篇第七章、第八章由赵怀森副教授编写。第二篇第四章由寇连坡副教授编写。第二篇第五章、第六章由马先山副教授编写。第二篇第九章、第十章由卢金海副教授编写。第三篇第十一章由王宝阔讲师编写。第三篇第十二章、第十三章由李先强讲师编写。第三篇第十四章、第十五章由刘加钊副教授编写。本书由高玉德教授任主编,赵怀森副教授任副主编。最后统一由高玉德教授修改定稿。

本书修订出版前,首先通过座谈会的形式听取师生和船员使用本书的意见,形成初步的编写大纲,通过邮件和书面形式征求有关专家、教授的修订意见后,整理成正式的编写大纲,此后又到政府部门、航运企业、船舶收集资料,开始正式编写。在编写

过程中得到了各方面的支持和帮助,限于篇幅,这里不一一列出他们的名字。他们从不同的角度对本书的编写提出了指导意见,对此表示特别的感谢。此外,在本书的编写过程中也得到了青岛远洋船员学院领导的支持,并提供了多方面的便利条件。多位老师和专家为书的审校和插图提供了帮助。编者在编写过程中还得到了来自家人的默默支持和不断鼓励,在此一并表示感谢。

由于时间紧、任务重,虽然在编写过程中竭尽全力,多次审改,慎而又慎,但书中错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2007 年 7 月

目 录

第一篇 航海学基础知识

第一章 航海专业数学基础	(3)
第一节 球面三角	(4)
一、球面几何	(4)
二、球面三角形	(8)
第二节 观测误差基础	(15)
一、观测误差	(15)
二、偶然误差的衡量标准和概率分布	(17)
三、观测的最概率值及其精度	(21)
四、均方误差实用公式	(23)
第三节 最概率船位的精度估计	(25)
一、船位线误差	(25)
二、两条船位线求最概率船位及其船位误差	(29)
三、三条船位线定位及其船位误差	(32)
第二章 坐标、向位和距离	(34)
第一节 地理坐标	(35)
一、地球的形状与大小	(35)
二、大地坐标系	(37)
三、地理坐标	(38)
四、经、纬差计算	(40)
第二节 航海上常用的度量单位	(41)
一、长度单位	(41)
二、速度单位	(42)
三、角度单位	(42)
第三节 能见地平距离与物标能见距离	(42)
一、能见地平距离	(43)
二、物标地理能见距离	(44)
三、灯标射程	(44)

第四节 向位与舷角	(46)
一、方向的确定与划分	(46)
二、向位与舷角	(48)
第五节 向位测定与换算	(50)
一、向位的测定方法	(50)
二、向位换算	(59)
第六节 航速与航程	(61)
一、航速及其测定	(62)
二、航程及其测定	(64)
第三章 海图	(69)
第一节 地图投影与分类	(70)
一、地图投影	(70)
二、地图投影分类	(70)
三、比例尺	(73)
第二节 墨卡托海图	(75)
一、恒向线	(75)
二、航用海图的基本要求	(77)
三、墨卡托海图的特点	(79)
四、墨卡托海图图网的绘制	(79)
五、空白海图	(82)
第三节 大圆海图	(83)
一、大圆海图的投影及其特点	(83)
二、大圆海图的用途及使用注意事项	(83)
三、墨卡托海图与大圆海图的比较	(84)
第四节 其他航用海图	(84)
一、高斯海图	(84)
二、平面图	(86)
三、海图的分类	(86)
第五节 海图绘制与出版	(87)
一、海图的测量	(87)
二、海图的绘制	(89)
三、海图的出版与新版	(90)
四、各国海图	(91)
第六节 海图识读、管理与使用	(92)
一、海图识读	(93)

二、海图管理	(99)
三、海图使用	(101)
第七节 电子海图及其应用系统	(103)
一、电子海图	(104)
二、电子海图显示与信息系统	(107)
三、主要电子海图产品	(111)

第二篇 定位与导航

第四章 电航仪器	(115)
第一节 磁罗经	(116)
一、磁罗经结构与指北原理	(116)
二、磁罗经自差校正	(127)
三、磁罗经的检查与维护保养	(137)
第二节 陀螺罗经工作原理	(139)
一、陀螺罗经指北原理	(140)
二、陀螺罗经的误差	(153)
第三节 陀螺罗经	(163)
一、安许茨 20 型陀螺罗经	(163)
二、安许茨 4 型陀螺罗经	(173)
三、斯伯利 37 型陀螺罗经	(181)
四、阿玛—勃朗 10 型陀螺罗经	(187)
五、SG 勃朗子午仪陀螺罗经	(196)
六、其他新型罗经	(199)
第四节 回声测深仪	(204)
一、回声测深原理	(204)
二、回声测深仪的组成及各部分的主要作用	(206)
三、回声测深仪的使用及注意事项	(208)
第五节 计程仪	(215)
一、电磁计程仪	(215)
二、多普勒计程仪	(219)
三、声相关计程仪	(225)
四、三种计程仪的比较与误差分析	(228)

第五章 航迹推算	(230)
第一节 航迹绘算	(232)
一、风流对船舶航行的影响	(232)
二、航迹绘算方法	(236)
三、航迹绘算的精度	(239)
四、风流合压差的测定	(243)
第二节 航迹计算	(246)
一、主要用途	(246)
二、计算方法	(247)
三、计算的精度	(250)
第六章 陆标定位	(251)
第一节 位置线	(253)
一、位置线的基本概念	(253)
二、航海上常用的位置线	(253)
第二节 方位定位	(256)
一、辨认物标	(257)
二、两方位定位	(259)
三、三方位定位	(262)
四、船位差	(266)
第三节 距离定位	(267)
一、距离的测定	(267)
二、定位方法	(268)
三、距离定位的船位误差	(269)
四、距离定位的注意事项	(270)
第四节 方位距离定位	(270)
一、定位方法	(270)
二、定位误差和注意事项	(271)
第五节 移线定位	(271)
一、船位线转移	(271)
二、单物标方位移线定位	(273)
三、距离移线定位	(277)
四、特殊方位移线定位	(277)
五、有准确船位后的单物标两方位移线定位	(278)
第七章 天文定位	(280)
第一节 天球坐标	(281)

一、天球坐标系	(281)
二、天球坐标变换	(289)
第二节 时间与天体视位置	(293)
一、时间系统	(293)
二、天体视运动	(295)
三、视时与平时	(300)
四、地方时与区时	(304)
五、测天世界时与天体视位置	(309)
六、天文历跨年度使用	(322)
第三节 天体高度的测定	(324)
一、航海六分仪	(324)
二、天体高度的观测与改正	(333)
三、求天体真高度	(340)
第四节 天文船位线	(344)
一、天文定位基本原理	(344)
二、观测太阳求船位线	(351)
三、观测太阳中天高度求纬度	(356)
四、天文船位线作图	(360)
第五节 白昼测天定位	(362)
一、观测太阳移线定位	(362)
二、观测太阳特大高度定位	(371)
三、“同时”观测太阳和金星定位	(376)
第六节 晨昏测星定位	(380)
一、四季星空	(381)
二、晨昏朦影	(388)
三、利用索星卡认星和选星	(390)
四、观测北极星高度求纬度	(397)
五、测星定位	(400)
六、航空测天表	(405)
第七节 天文船位误差	(412)
一、天文船位线的误差	(412)
二、观测两天体定位的船位误差	(416)
三、观测太阳移线定位的船位误差	(420)
四、观测三天体定位的船位误差	(421)

第八章 罗经差的测定	(424)
第一节 利用陆标测定罗经差	(425)
一、利用陆标测定罗经差的原理	(425)
二、观测叠标方位求罗经差	(425)
三、观测单一陆标方位求罗经差	(426)
第二节 磁罗经与陀螺罗经比对求罗经差	(427)
一、罗航向与陀罗航向比对监测罗经状态	(427)
二、罗航向与陀罗航向比对求罗经差	(428)
第三节 观测天体求罗经差	(428)
一、观测天体求罗经差的原理及注意事项	(429)
二、观测低高度太阳方位求罗经差	(430)
三、观测太阳真出没方位求罗经差	(433)
四、观测北极星方位求罗经差	(435)
第九章 无线电仪器定位	(437)
第一节 雷达定位	(438)
一、雷达工作原理	(438)
二、雷达显示方式	(445)
三、雷达回波识别	(446)
四、雷达航标	(451)
五、雷达定位	(454)
六、雷达导航	(455)
第二节 罗兰 C 定位	(457)
一、罗兰 C 定位原理	(457)
二、罗兰 C 接收机	(463)
三、罗兰 C 定位	(468)
第三节 GPS 定位	(471)
一、GPS 组成	(472)
二、GPS 定位原理	(476)
三、GPS 定位误差	(478)
四、GPS 导航仪	(481)
五、差分 GPS(DGPS)	(483)
六、其他卫星导航系统	(488)
第四节 船载自动识别系统	(494)
一、系统组成	(494)
二、AIS 主要功能	(496)

三、AIS 配备与管理	(497)
第十章 船舶组合导航	(500)
第一节 船舶组合导航概述	(501)
一、组合导航系统的组成	(501)
二、组合导航系统的功能	(503)
三、组合导航航行管理系统	(505)
四、智能化航迹导航	(506)
第二节 船舶组合导航系统	(507)
一、ATLAS NACOS 55-2 组合导航系统	(507)
二、JRC IBS-SNA-1100 组合导航系统	(512)

第三篇 航行计划

第十一章 潮汐与潮流	(519)
第一节 潮汐的成因和潮汐术语	(520)
一、潮汐成因与潮汐不等	(520)
二、潮汐类型和潮汐术语	(525)
第二节 中版《潮汐表》与潮汐推算	(527)
一、中版《潮汐表》	(527)
二、利用《潮汐表》推算潮汐	(529)
三、潮汐推算在航海上的应用	(534)
第三节 英版《潮汐表》与潮汐推算	(537)
一、英版《潮汐表》	(537)
二、利用《潮汐表》推算潮汐	(540)
第四节 潮流推算	(544)
一、中版《潮汐表》的“潮流预报表”与潮流推算	(545)
二、英版《潮汐表》的“潮流表”与潮流推算	(548)
第十二章 航标	(550)
第一节 航标的作用与分类	(551)
一、航标的作用	(551)
二、航标的分类	(551)
第二节 海上浮标制度	(555)
一、国际航标协会(IALA)海上浮标制度	(555)
二、中国水上助航标志	(563)

第十三章 航海图书资料	(568)
第一节 航海图书目录	(569)
一、中版《航海图书目录》	(569)
二、英版《海图及航海出版物目录》	(573)
第二节 《世界大洋航路》与每月《航路设计图》	(578)
一、《世界大洋航路》	(578)
二、每月《航路设计图》	(581)
第三节 《航路指南》	(582)
一、《中国航路指南》	(582)
二、英版《航路指南》	(584)
三、英版《航海人员定线指南》	(587)
第四节 《中国港口指南》与英版《进港指南》	(588)
一、《中国港口指南》	(588)
二、英版《进港指南》	(589)
第五节 《航标表》	(591)
一、中版《航标表》	(591)
二、英版《灯标与雾号表》	(594)
三、英版数字《灯标表》	(597)
第六节 英版《无线电信号表》	(597)
一、概述	(597)
二、第二卷的主要内容	(599)
三、第六卷的主要内容	(602)
第七节 中、英版《航海通告》及海图改正	(604)
一、中版《航海通告》	(604)
二、中版《航海通告海图改正索引》	(609)
三、中版《有效临时通告汇编》	(610)
四、英版《航海通告》	(610)
五、英版《航海通告年度汇编》	(614)
六、英版《航海通告累积表》	(616)
七、英版《航海通告》的处理与海图改正	(617)
第八节 其他资料	(620)
一、《航海员手册》	(620)
二、《里程表》	(621)
第十四章 航线与航行方法	(623)
第一节 大洋航行	(624)

一、大圆航线与混合航线	(625)
二、气候航线与气象定线	(629)
三、大洋航线的确定及其考虑因素	(633)
四、大洋航线选择举例	(635)
五、大洋航行的注意事项	(643)
第二节 沿岸航行	(645)
一、沿岸航线的拟订原则	(645)
二、受限水域的航线设计	(649)
三、船舶定线制的规定与使用	(653)
四、沿岸航行的注意事项	(662)
第三节 狭水道航行	(663)
一、狭水道航行的特点	(664)
二、狭水道航行的方法	(664)
三、导航	(668)
四、避险	(673)
五、转向	(675)
六、江河航行特点和注意事项	(678)
七、岛礁区航行	(679)
第四节 特殊环境中航行	(682)
一、雾中航行	(682)
二、冰区航行	(687)
三、极区航行	(692)
第五节 船舶交通管理	(695)
一、船舶交通管理系统	(695)
二、船舶报告制度	(700)
第十五章 航行计划与记录	(708)
第一节 航行计划的拟订	(709)
一、根据航次命令,备妥、改正本航次所需的航海图书资料	(709)
二、研究本航次的航海图书资料	(709)
三、航线设计	(710)
第二节 航行措施与计算	(713)
一、遭遇灾害性天气时的航行措施	(713)
二、燃料消耗与船舶航速的关系	(716)
第三节 航海日志	(718)
一、航海日志的作用与分类	(718)

二、航海日志的记载要求与管理	(719)
三、航海日志的记载内容	(720)
四、英文记载航海日志	(722)
五、夜航命令	(724)
第四节 航行数据记录仪.....	(728)
一、系统组成及采集记录的数据信息	(728)
二、功能、技术特点及数据回放.....	(730)
参考文献	(732)

第一篇

航海学基础知识

- ◆ 航海专业数学基础
- ◆ 坐标、向位和距离
- ◆ 海图