



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

交通职业教育教学指导委员会推荐教材

航海学

主编 陈宏

主审 汤国杰

HANGHAI XUE



大连海事大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
交通职业教育教学指导委员会推荐教材

航 海 学

主编 陈 宏
主审 汤国杰

大连海事大学出版社

© 陈 宏 2007

图书在版编目(CIP)数据

航海学 / 陈宏主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2007. 8
(交通职业教育教学指导委员会推荐教材. 普通高等教育“十一五”国家级规划教材)
ISBN 978-7-5632-2087-8

I. 航… II. 陈… III. 航海学—高等学校; 技术学校—教材 IV. U675

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 133768 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

辽宁印刷集团新华印刷厂印装

大连海事大学出版社发行

2007 年 8 月第 1 版

2007 年 8 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm

印张: 29.5

字数: 729 千

印数: 1 ~ 3000 册

责任编辑: 史洪源

李雪芳

版式设计: 海 韵

封面设计: 王 艳

责任校对: 枫 叶

ISBN 978-7-5632-2087-8

定价: 50.00 元

内容简介

本书共六篇,第一篇为基础知识,介绍了地理坐标、方向、航向、航程、海图投影、识图与使用、潮汐与潮流等;第二篇为航迹推算和陆标定位,介绍了航迹绘算、陆标定位和船位误差分析;第三篇为航海仪器,介绍了罗兰 C、GPS、AIS、雷达和陀螺罗经等;第四篇为天文航海,介绍了天球坐标、天体视运动、时间和测定罗经差等;第五篇为航标与航海图书资料;第六篇为航线与航法,介绍了大洋航行、沿岸航行、特殊条件下航行、航行计划与船舶交通管理。

本书覆盖了 STCW 公约的要求以及我国海事局颁布的船员适任考试大纲的要求,不仅适用于高职学校“航海学”课程的教材,也可作为海船驾驶员培训用书和海船驾驶与管理人员的参考书。

前 言

高职高专航海类专业“十一五”规划教材(下称“系列教材”)是交通部科教司为了使高职航海类专业人才培养进一步符合《STCW78/95 公约》和我国海事局颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》要求而组织编写的。首批系列教材共 22 种(航海技术专业 11 种,轮机工程技术专业 11 种)。编审人员是由交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会在全国航海高职院校范围内组织遴选并聘请的专业教师。参加编审的人员普遍具有较丰富的航海高职教学经验与生产实践经历,其中主编和主审均具有副教授以上专业技术职务。

本系列教材依据 2006 年 3 月新版《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》和《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》中相应课程大纲编写,适用于三年制高职高专航海技术和轮机工程技术专业学生使用,也可作为上述专业中等职业教育和船员培训教材或教学参考书。

本系列教材具有如下特点:

1. 较好地体现了《STCW78/95 公约》和《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》,强调知识更新、突出技能,有利于培养适应现代化船舶的航海技术应用性人才。

2. 紧密结合航海类专业人才培养目标和岗位任职条件,及时充实了新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试大纲》(海船员[2005]412 号)内容,有利于增强高职航海类专业毕业生岗位就业能力。

3. 按照《高职高专院校海洋船舶驾驶(航海技术)专业教学指导方案》、《高职高专院校轮机工程技术教学指导方案》设计,使教材理论教学体系与实践教学体系在知识内容与职业技能之间做到相互交融。

4. 把培养合格海员所需的品格素质、知识素质、能力素质和身心素质贯彻教材当中,强化了高职航海类专业学生素质教育力度。

在本系列教材编写、统稿和审校过程中业经多方把关,力求做得更好。时逢教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材遴选,本系列教材中《船舶操纵》等 12 种教材入选其中。衷心感谢为本系列教材付梓而辛劳的海事局、行业协会、港航企业、航海院校各位专家的帮助和支持。

热切期待教材使用者对本系列教材存在的问题给予指正,欢迎大家积极建言献策,以利交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会适时组织人员对本系列教材内容进行修改、调整和充实。

交通职业教育教学指导委员会航海类专业指导委员会

2006 年 12 月

编者的话

本书由福建交通职业技术学院陈宏主编,南通航运职业技术学院汤国杰主审。南通航运职业技术学院龚少军编写第一篇第一章、第二章;上海海事职业技术学院钱立胜编写第一篇第三章,第四篇第十三章、第十四章,第五篇及第六篇第二十六章第四节;江苏海事职业技术学院陈进涛编写第二篇第四章;重庆交通大学陈析编写第二篇第五章、第六章;福建交通职业技术学院林志忠编写第三篇第七章、第九章、第十章、第十二章;陈宏编写第三篇第八章、第十一章,第四篇第十五章至第十九章,第六篇第二十二章至第二十五章、第二十六章第一节至第三节、第五节及附录;全书由陈宏统稿。

福建省轮船总公司指导船长董斌审阅了全部书稿,并指出宝贵的意见和建议,唐寒秋、翁国玲、冯爱国审阅了部分章节,并提出了宝贵的修改意见,在此一并表示衷心感谢。

编者

2007年6月

目 录

第一篇 基础知识

第一章 坐标、方向与距离	(1)
第一节 地理坐标	(1)
第二节 方向的确定和划分	(5)
第三节 航海指向仪器及其误差	(7)
第四节 航向与方位	(11)
第五节 能见距离	(14)
第六节 航速、航程	(17)
第二章 海 图	(23)
第一节 海图投影	(23)
第二节 恒向线和航用海图必备条件	(25)
第三节 墨卡托投影海图	(26)
第四节 绘制墨卡托空白定位图	(28)
第五节 高斯投影、日晷投影和平面图法	(30)
第六节 海图识读	(33)
第七节 海图分类与使用	(41)
第三章 潮汐与潮流	(48)
第一节 潮汐的成因与潮汐不等	(48)
第二节 有关潮汐与潮流的名词术语	(54)
第三节 中版《潮汐表》与潮汐计算	(57)
第四节 英版《潮汐表》与潮汐推算	(65)
第五节 潮流推算	(69)
第六节 世界大洋和中国近海的潮汐	(72)

第二篇 航迹推算和陆标定位

第四章 航迹推算	(74)
第一节 航迹绘算工具及其用法	(74)
第二节 航迹绘算基础理论	(79)
第三节 风中航迹绘算	(81)
第四节 流中航迹绘算	(84)
第五节 风流中的航迹绘算	(86)

第六节	风流压差的测定	(89)
第七节	评估项目“海图作业”训练	(91)
第八节	航迹计算	(94)
第五章	陆标定位	(100)
第一节	位置线与陆标识别	(100)
第二节	方位定位	(103)
第三节	距离定位单物标方位距离定位	(105)
第四节	移线定位	(107)
第六章	船位误差	(114)
第一节	误差基础知识	(114)
第二节	推算船位误差	(116)
第三节	船位线与船位线误差	(117)
第四节	两条船位线的观测船位及其误差	(118)
第五节	三条船位线的观测船位及其误差	(121)

第三篇 航海仪器

第七章	现代电子定位仪器	(125)
第一节	罗兰 C 导航系统	(125)
第二节	GPS 卫星导航系统	(129)
第三节	船载自动识别系统(AIS)	(141)
第八章	雷达定位与导航	(151)
第一节	雷达影像的特点	(151)
第二节	雷达定位与导航	(156)
第三节	雷达使用性能和精度	(159)
第九章	回声测深仪	(161)
第一节	水声学基础	(161)
第二节	回声测深仪	(162)
第十章	船用计程仪	(169)
第一节	概述	(169)
第二节	电磁计程仪	(170)
第三节	多普勒计程仪	(171)
第四节	声相关计程仪	(175)
第十一章	磁罗经	(178)
第一节	地磁及船用磁罗经	(178)
第二节	磁罗经自差	(183)
第三节	自差校正	(187)
第十二章	陀螺罗经	(193)
第一节	陀螺罗经指北原理	(193)

第二节	陀螺罗经误差及其消除	(207)
第三节	安许茨系列罗经	(212)
第四节	斯伯利系列罗经	(215)
第五节	阿玛—勃朗系列罗经	(218)

第四篇 天文航海

第十三章	天球坐标	(222)
第一节	航用天体	(222)
第二节	天球	(223)
第三节	赤道坐标系	(225)
第四节	地平坐标系	(228)
第五节	天文三角形及其解算	(229)
第六节	天球作图	(231)
第十四章	天体视运动	(234)
第一节	天体周日视运动	(234)
第二节	太阳周年视运动	(237)
第三节	月亮视运动	(238)
第十五章	时间与天体位置	(240)
第一节	时间系统概述	(240)
第二节	视时	(242)
第三节	平时	(243)
第四节	区时	(247)
第五节	求测天世界时	(251)
第六节	求天体位置	(254)
第十六章	求天体真高度	(259)
第一节	航海六分仪	(259)
第二节	六分仪误差	(261)
第三节	六分仪观测天体高度	(263)
第四节	求天体真高度	(264)
第十七章	天文船位线	(269)
第一节	高度差法船位线	(269)
第二节	太阳、行星和恒星船位线	(271)
第三节	观测太阳上中天高度求纬度	(274)
第四节	观测北极星高度求纬度	(276)
第十八章	观测天体求船位	(280)
第一节	太阳移线定位	(280)
第二节	晨昏测星时机和选星	(282)
第三节	用索星卡认星、选星	(284)

第四节	测星定位	(288)
第十九章	测定罗经差	(292)
第一节	测定罗经差原理及观测注意事项	(292)
第二节	观测太阳低高度方位求罗经差	(293)
第三节	观测太阳出没方位求罗经差	(296)
第四节	观测北极星方位求罗经差	(297)

第五篇 航标与航海图书资料

第二十章	航标	(300)
第一节	航标的分类	(300)
第二节	国际海区水上助航标志制度	(303)
第三节	中国水上助航标志	(306)
第二十一章	航海图书资料	(309)
第一节	航标表	(309)
第二节	《世界大洋航路》与航路设计图	(313)
第三节	《航路指南》和《进港指南》	(319)
第四节	英版《无线电信号表》	(322)
第五节	里程表	(326)
第六节	航海图书目录	(328)
第七节	航海通告	(332)
第八节	海图和航海图书资料的改正与管理	(339)

第六篇 航线与航法

第二十二章	大洋航行	(349)
第一节	大圆航线与混合航线	(349)
第二节	大洋航线的选择	(353)
第三节	气象定线	(357)
第四节	大洋航行注意事项	(359)
第五节	燃料消耗与船速、航程和排水量之间的关系	(360)
第二十三章	沿岸航行	(362)
第一节	沿岸航行特点与沿岸航线拟定原则	(362)
第二节	岛礁区航行	(364)
第二十四章	狭水道航行	(366)
第一节	狭水道航行和过险滩航行	(366)
第二节	过浅滩航行方法和注意事项	(367)
第二十五章	雾中及冰区航行	(374)
第一节	雾中航行特点和注意事项	(374)

第二节	雾中定位与导航	(375)
第三节	冰区航行	(376)
第二十六章	航行计划与船舶交通管理	(380)
第一节	航行计划	(380)
第二节	航海日志	(383)
第三节	船舶交通管理	(384)
第四节	船舶定线制	(388)
第五节	船舶报告系统	(394)
附录一	海图作业试行规则	(398)
附录二	中国海区水上助航标志	(401)
附录三	国际浮标系统	(406)
附录四	中版《航海天文历》节选	(413)
附录五	英版《航海天文历》节选	(437)
参考文献	(458)

第一篇 基础知识

第一章 坐标、方向与距离

第一节 地理坐标

一、地球形体

船舶在海上航行时,驾驶员为求得船位,所有的观测工作都是在地球表面进行的,这就要求在地球表面建立坐标系和确定方向的基准线,因此要对地球的形状有一定的了解。

地球自然表面是一个非常复杂而又不规则的曲面。陆地上有高山和平地;海洋里有岛屿和海沟。因此,地球的自然表面不是数学曲面,不能直接在其上进行运算,也不能直接在其上建立坐标系,必须寻找一个近似于地球的数学曲面。

与各地铅垂线相垂直且与完全均衡状态的海平面相一致的曲面称为大地水准面,由大地水准面包围的闭合几何体称为大地球体。航海上所研究的地球形状就是指大地球体,但是大地球体仍是一个不规则的球体,大地水准面也不是数学曲面,不能直接在其上建立坐标系,所以为了进行航海计算,以地球圆球体作为它的第一近似体,而以地球椭圆体作为它的第二近似体。

1. 第一近似体——地球圆球体

在解决一般航海问题时,为了计算上的简便,通常是將大地球体当作地球圆球体,其半径 $R = 6\,371\,110\text{ m}$ 。

2. 第二近似体——地球椭圆体

在较为准确的航海计算中,需要将大地球体当作地球椭圆体,如图 1-1-1 所示,地球椭圆体是由椭圆 $P_N Q P_S Q'$ 绕其短轴 $P_N P_S$ 旋转一周而形成的几何体。地球椭圆体的参数有:长半轴 a 、短半轴 b 、扁率 c 和偏心率 e ,它们之间的相互关系是:

$$c = \frac{a - b}{a}; \quad e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}; \quad e^2 \approx 2c$$

在不同的历史时期,依据的测量结果不同,因而所推算出的地球椭圆体的参数也不相同。我国从 1954 年开始采用当时苏联克拉斯夫斯基椭圆体参数,现在准备逐步采用 IUGG 1975 年推荐的地球椭圆体参数,见表 1-1-1。

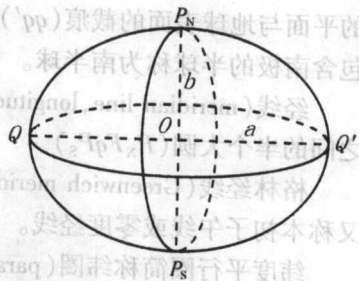


图 1-1-1 地球椭圆体示意图

表 1-1-1 地球椭球体参数表

椭球体名称	年份	长半轴 a (m)	扁率 e	主要使用国家及说明
白塞尔	1841	6 377 397.155	1: 299.152 8	德国、瑞士、日本
克拉克	1866	6 378 206.4	1: 294.978	美国、加拿大、墨西哥
海福特	1910	6 378 388.0	1: 297.0	美国和法国等西欧国家
克拉索夫斯基	1940	6 378 245.0	1: 298.3	原苏联、东欧国家、中国
IUGG 推荐值	1975	6 378 140.0	1: 298.257	16 届国际大地测量和地球物理联合会(IUGG)推荐
IUGG 推荐值	1983	6 378 136.0	1: 298.257	16 届国际大地测量和地球物理联合会(IUGG)推荐
WGS-84	1984	6 378 137.0	1: 298.257 223 563	美国 GPS 卫星导航系统

二、地球上的基本点、线、圈

把地球看成第二近似体即椭球体,如图 1-1-2 所示, O 为地球中心:

地轴(axis of the earth)——地球自转的轴($P_N P_S$),即通过地球中心连接南极和北极的一条假想的线。

地极(terrestrial poles)——地轴与地球表面相交的两点。从地极上空俯视,以极为中心,地球呈反时针方向旋转的一极是北极 P_N ;相反,顺时针方向旋转的一极是南极 P_S 。

赤道(equator)——通过地心,垂直于地轴的平面与地球表面的截痕(qq')。它将地球分为南、北两个半球,包含北极的半球称为北半球,包含南极的半球称为南半球。

经线(meridian line, longitude line)——又称子午线,通过地面某点并连接地球南、北两极之间的半个大圆($P_N F q P_S$)。

格林经线(Greenwich meridian)——通过英国伦敦格林尼治天文台原址的经线($P_N G P_S$),又称本初子午线或零度经线。

纬度平行圈简称纬圈(parallel of latitude)——平行于赤道的小圆(FGF')。纬圈的一段圆弧称为纬线(latitude line)。

三、地理坐标

平面上某点的位置可以用直角坐标和极坐标确定,地面上某点的位置可以用地理坐标来确定,它建立在地球椭球体表面上,包括地理经度和地理纬度。

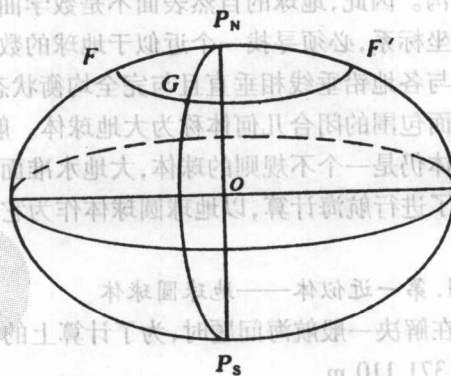


图 1-1-2 地球椭球体示意图

1. 基准圈、辅助圈和坐标原点

在地理坐标中,以赤道和格林经线为基准圈,以赤道和格林经线的交点为坐标原点。辅助圈是纬线和经线。

2. 地理纬度(geographic latitude) φ

地理纬度简称纬度——地球椭圆子午线上某点法线与赤道面的夹角,如图 1-1-3 所示,用 φ 或 Lat 表示。度量方法是从赤道起,向北或向南计量,范围是 $0^\circ \sim 90^\circ$,从赤道向北计量的叫北纬,用“N”表示;向南计量的叫南纬,用“S”表示,如某点的地理纬度为:

$$\varphi = 51^\circ 54' 22'' \text{N}$$

3. 地理经度(geographic longitude) λ

地理经度简称经度——格林经线与某点经线在赤道上所夹的短弧长或该短弧所对的球心角(极角),一般用 λ 或 Long 表示。度量方法是从格林经线起,在赤道上向东或向西量到通过该点的经线止,范围是 $0^\circ \sim 180^\circ$,从格林经线向东计算的叫东经,用“E”表示;向西计算的叫西经,用“W”表示,如图 1-1-4 所示 F 点的地理经度为:

$$\lambda = 65^\circ 28' 12'' \text{E}$$

4. 纬差与经差(difference of latitude and difference of longitude) $D\varphi$ 与 $D\lambda$

当船舶由一点航行至另一点时,它的经度和纬度便发生了变化,其方向和大小的改变用经差和纬差来表示。

纬差 $D\varphi$ ——地面上两点间纬度之差,范围在 $0^\circ \sim 180^\circ$,当到达点在起航点之北,则为北,用“N”表示;反之,当到达点在起航点之南,则纬差为南,用“S”表示。

经差 $D\lambda$ ——地面上两点间经度之差,范围在 $0^\circ \sim 180^\circ$,当到达点在起航点之东,则经差为东,用“E”表示;反之,当到达点在起航点之西,则经差为西,用“W”表示。设到达点地理坐标为 (φ_2, λ_2) ,起航点地理坐标为 (φ_1, λ_1) ,则经差和纬差的计算公式如下:

$$D\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$D\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

运用上述两式计算时应注意:

- (1) 北纬、东经取正值(+),南纬、西经取负值(-);
- (2) 纬差、经差也有符号,正值(+)为北纬差、东经差,负值(-)为南纬差、西经差;

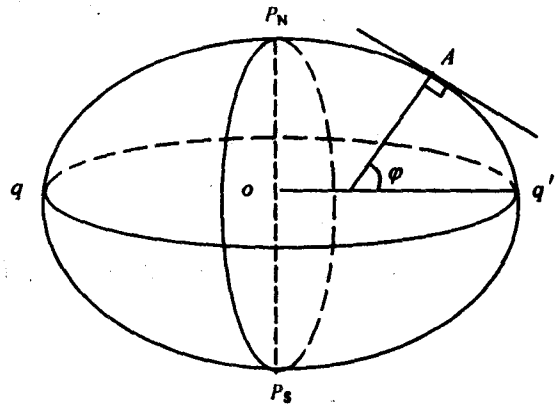


图 1-1-3 地理纬度示意图

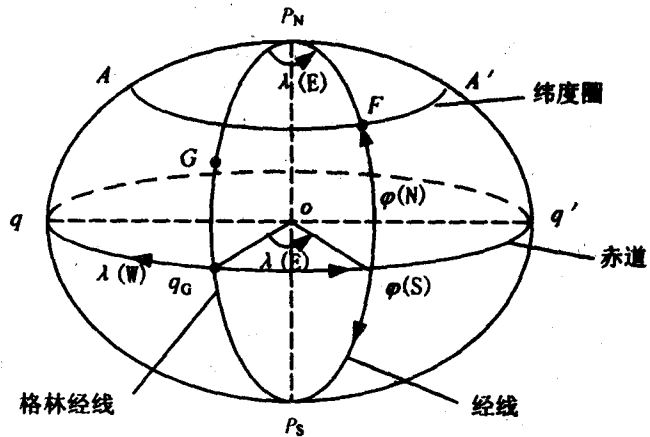


图 1-1-4 地理经度示意图

(3) 经差不大于 180° , 如果大于 180° 时, 应用 360° 减去该值, 并改变其原来的方向符号。

例 1-1-1: 某船由 $33^\circ 48'.0N, 123^\circ 16'.0W$ 航行至 $46^\circ 28'.0N, 96^\circ 14'.0W$, 求两地的经差和纬差。

解:

$$\begin{array}{r} \varphi_2 \quad 46^\circ 28'.0N (+) \\ -) \quad \varphi_1 \quad 33^\circ 48'.0N (+) \\ \hline D\varphi \quad 12^\circ 40'.0N \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \lambda_2 \quad 96^\circ 14'.0W (-) \\ -) \quad \lambda_1 \quad 123^\circ 16'.0W (-) \\ \hline D\lambda \quad 27^\circ 02'.0E \end{array}$$

例 1-1-2: 某船由 $55^\circ 18'.0S, 122^\circ 21'.0E$ 航行至 $66^\circ 24'.0N, 154^\circ 13'.0W$, 求两地的经差和纬差。

解:

$$\begin{array}{r} \varphi_2 \quad 66^\circ 24'.0N (+) \\ -) \quad \varphi_1 \quad 55^\circ 18'.0S (-) \\ \hline D\varphi \quad 121^\circ 42'.0N \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \lambda_2 \quad 154^\circ 13'.0W (-) \\ -) \quad \lambda_1 \quad 122^\circ 21'.0E (+) \\ \hline D\lambda \quad 276^\circ 34'.0W \text{ 即 } 83^\circ 26'.0E \end{array}$$

四、地心坐标

除地理坐标外, 航海上有时会用地心坐标表示地面上某点的位置。地心坐标的两个坐标值是该点的地心纬度 (geocentric latitude) 和该点的地理经度。某点的地心纬度 φ_c , 是该点地球椭圆体的向径与赤道面的交角, 如图 1-1-5 所示。地理纬度与地心纬度之差称为地心纬度改正量 (correction of geocentric latitude)。经过计算, 其值为:

$$(\varphi - \varphi_c)'' = 691''.5 \sin 2\varphi$$

很明显, 其改正量在赤道和两极均等于零, 而在 $\varphi = 45^\circ$ 时, 最大值可达 $11''.5$ 。

五、大地坐标系

对于地球椭圆体, 仅仅知道它的参数是不够的, 还必须建立大地坐标系, 对具有一定参数的椭圆体进行定位和定向, 确定它与大地球体的相对位置。前面所讲的地理坐标是在相应的大地坐标系下确定的椭圆体表面上建立的。因此, 用地理坐标来表示船舶与物标的位置也只能在相应的大地坐标系下成立, 具有相对性。

各国在建立大地坐标系时, 为使选定的地球椭圆体与其所在地区的大地水准面更为接近, 通常采用不同的坐标系。同一船舶的位置与同一物标的位置在不同的大地坐标系中其地理坐标往往是不同的, 应进行不同的大地坐标系间的坐标变换。

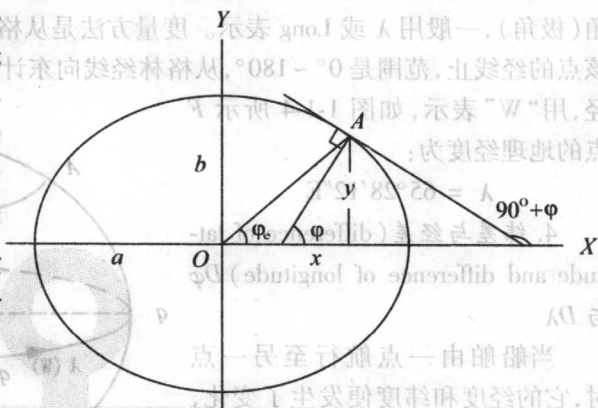


图 1-1-5 地心纬度示意图

第二节 方向的确定和划分

一、四个基本方向(N、E、S、W)的确定

船舶驾驶员引导船舶从起航点驶向到达点,必须明确到达点在起航点的什么方向上,然后沿着这个方向航行,才能到达目的地。所谓方向(direction)是指空间的指向。但航海上所指的方向是在测者地面真地平平面上的指向。如图 1-1-6 所示,测者站在 A 点, A' 为测者的眼睛, A A' 为测者眼高,通过测者眼睛 A' 且与测者铅垂线 OA' 垂直的平面 $NESW$ 即为测者地面真地平平面; $P_N A q P_S q'$ 为测者子午圈平面,过测者铅垂线 OA' 且与测者子午圈平面相垂直的平面为测者东西圈(天文上又称卯酉圈)平面。测者子午圈平面与测者地面真地平平面的交线 NS 称为南北线,其中靠近北极 P_N 一端的方向为正北方向,用“N”表示;相反的方向为正南方向,用“S”表示。测者东西圈平面与测者地面真地平平面的交线 EW 称为东西线。当测者面向正北方向时,右手所指方向为正东方向,用“E”表示;左手所指方向为正西方向,用“W”表示,为记忆方便,请记住“面北背南,左西右东”。

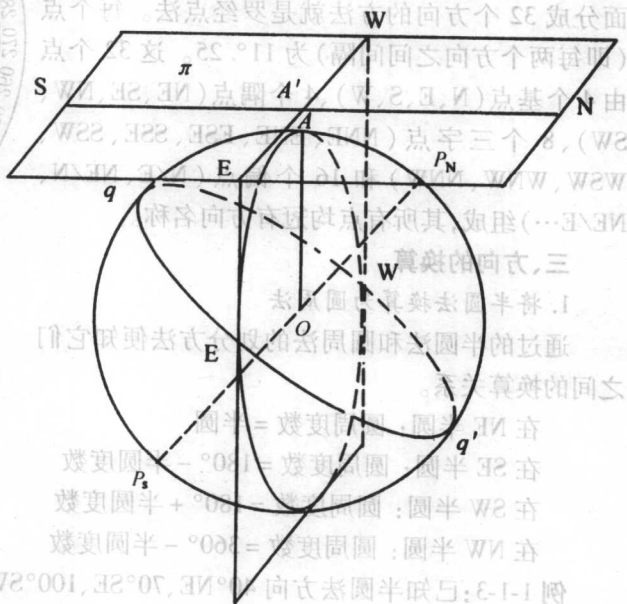


图 1-1-6 四个基本方向确定示意图

二、方向的划分

在航海实际工作中,仅有四个基本方向是远远不够的,还需要在这四个基本方向的基础上,通过不同的方法进行更详细的划分。航海上划分方向的方法有三种。

1. 圆周法(three figure method)

圆周法是航海上表示方向的最常用的一种方法。它是从正北开始,按顺时针方向度量,由 $000^\circ \sim 360^\circ$,其中正北方向为 000° ,正东方向为 090° ,正南方向为 180° ,正西方向为 270° 。为区别其他方向的表示方法,在书写圆周法方向时要用三位数字表示,如 030° 、 097° 等。

2. 半圆法(semicircular method)

半圆法主要用于天文来表示天体的方向。它是将测者地面真地平平面分成两个 180° 的半圆,然后从北或从南向东或向西各以 0° 计量至 180° 。半圆法除用度数表示大小外,还在度数后面用两个字母标明方向的起算点和计量方向,其中第一个字母表示该方向从北点(N)还是南点(S)起算;第二个字母表示方向起算后是向东(E)还是向西(W)计量,如 $35^\circ NE$,表示 35° 的方向是以(N)点开始起算,向东计量。

3. 罗经点法(compass point method)

如图 1-1-7 所示的罗经面板,在罗经面板上列出了 32 个方向(又称 32 个罗经点),在粗略

表示方向的时候,可以用这种方法。如在表示风向的时候,平时听天气预报,说明预计吹北风,这里预报的“北风”是大概的,绝对不是每时每刻都是 000° ,是一个大概的方向,因为大自然中的风向每时每刻都在变化着。这样把测者地面真地平平面分成32个方向的方法就是罗经点法。每个点(即每两个方向之间间隔)为 $11^\circ.25$ 。这32个点由4个基点(N、E、S、W)、4个隅点(NE、SE、NW、SW)、8个三字点(NNE、ENE、ESE、SSE、SSW、WSW、WNW、NNW)和16个偏点(N/E、NE/N、NE/E...)组成,其所有点均冠有方向名称。

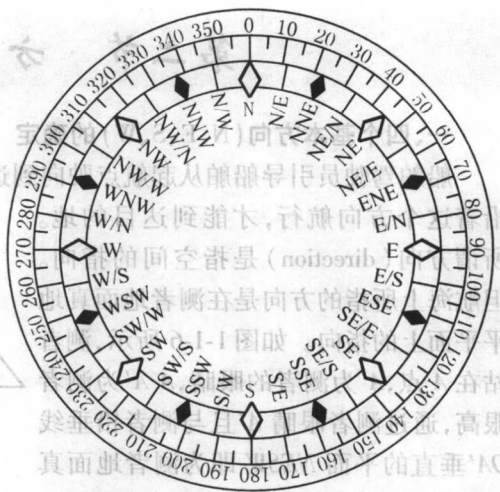


图 1-1-7 罗经点示意图

三、方向的换算

1. 将半圆法换算为圆周法

通过的半圆法和圆周法的划分方法便知它们之间的换算关系。

在 NE 半圆: 圆周度数 = 半圆

在 SE 半圆: 圆周度数 = $180^\circ -$ 半圆度数

在 SW 半圆: 圆周度数 = $180^\circ +$ 半圆度数

在 NW 半圆: 圆周度数 = $360^\circ -$ 半圆度数

例 1-1-3: 已知半圆法方向 40° NE、 70° SE、 100° SW 和 120° NW, 分别求出各自对应的圆周度数。

解: 根据半圆法与圆周法的换算关系可得出下列结果:

半圆度数: 40° NE、 70° SE、 100° SW、 120° NW
 圆周度数: 040° 、 110° ($180^\circ - 70^\circ$)、 280° ($180^\circ + 100^\circ$)、 240° ($360^\circ - 120^\circ$)

2. 将罗经点法换算为圆周法

根据一个点等于 $11^\circ.25$, 两者的换算可以通过下列两种方法来解决:

(1) 首先记住基点与隅点共 8 个点的圆周法度数, 然后根据所求罗经点在最靠近的基点或隅点的左、右第一或第二个点, 加或减一个或两个点的度数, 即 $11^\circ.25$ 或 $22^\circ.5$, 其结果就是圆周法的度数。

(2) 用所求罗经点所位于的点数乘上 $11^\circ.25$ 即可求出圆周法的度数。

例 1-1-4: 已知罗经点 SE/E, 求圆周法方向。

解: 用第一种方法, 由于 SE/E 位于隅点 SE (135°) 左第一个罗经点, 故:

SE/E 的圆周法度数 = $135^\circ - 11^\circ.25 = 123^\circ.75$

用第二种方法, 由于 SE/E 位于第 11 个罗经点, 故:

SE/E 的圆周法度数 = $11 \times 11^\circ.25 = 123^\circ.75$

航海上半圆法与圆周法的换算使用得比较普遍, 罗经点法与圆周法的换算用得较少。