

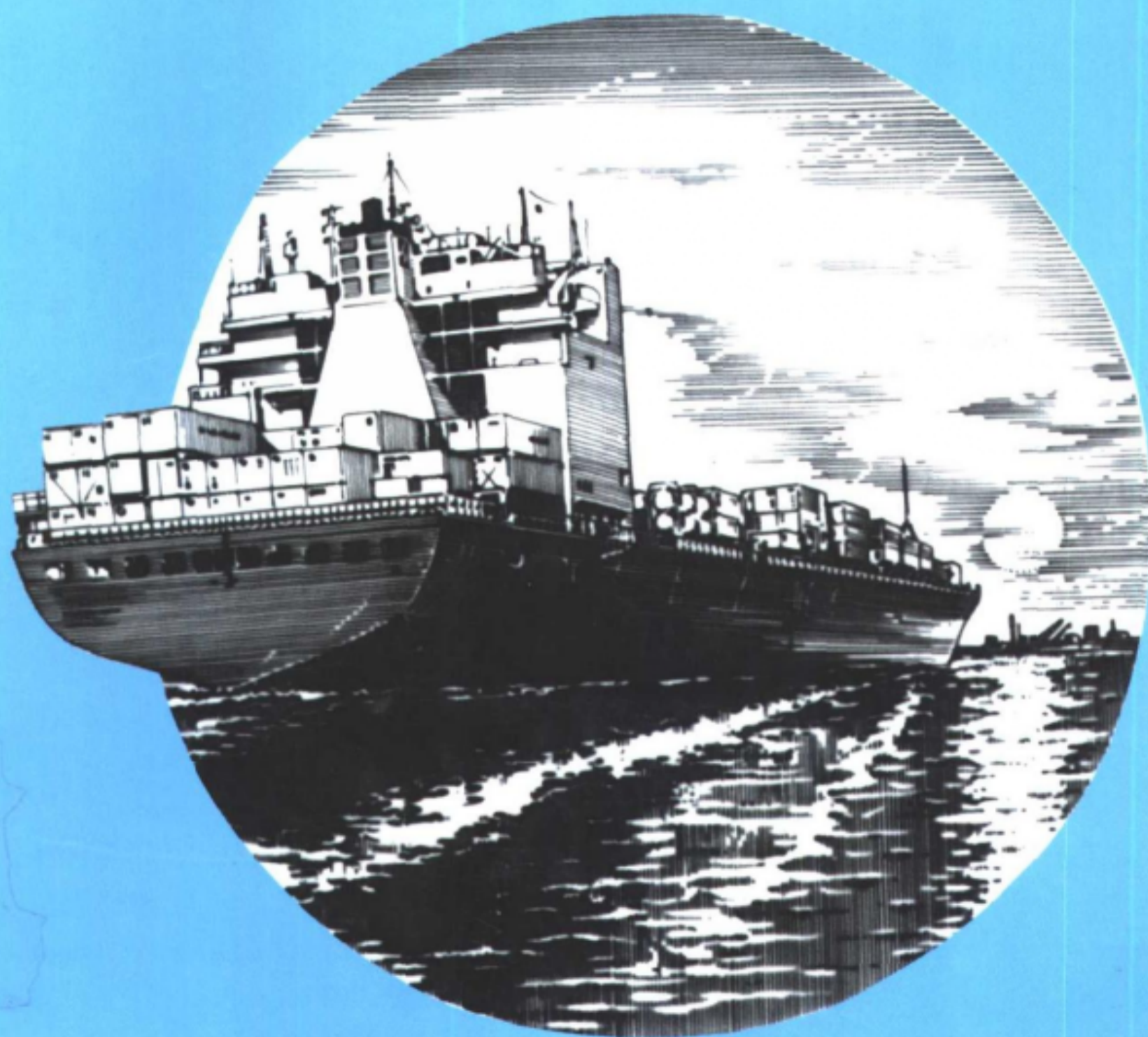


交通航海职业技术教育教材

符合 STCW 公约要求  
交通职业技术学校教学指导委员会  
航海类学科委员会推荐  
交通部科技教育司审定  
中华人民共和国海事局认可

# 航海学

刘英贤 主编  
徐宏元 主审



大连海事大学出版社



ISBN 7-5632-1483-6



9 787563 214839 >

ISBN 7-5632-1483-6  
U·397 定价: 40.00 元

交通航海职业技术教育教材

# 航 海 学

刘英贤 主编  
徐宏元 主审

大连海事大学出版社



## 内 容 提 要

本书主要介绍了航海学的基础知识,海图的有关知识;介绍了航迹推算的方法,船舶定位的原理及方法,船位误差分析;介绍了测定罗经差的原理和方法;介绍了航海图书资料、各种航行方法、航行计划及航海日志等。

本书可作为高、中等航海职业学校船舶驾驶专业教材,也可作为船员适任评估与考试以及其他航海从业人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

航海学/刘英贤主编. - 大连:大连海事大学出版社,2001.12

(交通航海职业技术教育教材)

ISBN 7-5632-1483-6

I.航… II.刘… III.航海学-专业学校-教材 IV.U675

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 090503 号

### 大连海事大学出版社出版

(大连市凌水桥 邮政编码 116026 电话 4728394 传真 4727996)

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

大连理工印刷有限公司印装 大连海事大学出版社发行

2002年2月第1版 2002年2月第1次印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:25

字数:624千 印数:0001~2000册

责任编辑:史洪源 张 娟 封面设计:王 艳

定价:40.00元

## 前 言

航海职业教育系列教材是交通部科教司为适应《STCW78/95 公约》和我国海事局颁发的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》而组织编写的。编审人员是由交通职业技术学校教学指导委员会航海类学科委员会组织遴选的,具有较丰富的教学经验和实践经验。教材编写依据是交通部科教司颁发的“航海职业教育教学计划和教学大纲”(高职教育),也融入了中等职业教育“教学计划和教学大纲”。本系列教材是针对三年高职教育和五年高职教育编写的,对于四年中等职业教育可根据考试大纲在满足操作级的要求上选用,也适用于海船驾驶员和轮机员考证培训和船员自学。

本系列教材包括职能理论和职能实践两个部分,在内容上有严格的分割,但又相互补充。

这套系列教材的特点:

1. 全面体现了《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》中强调的:教育必须遵守知识更新的原则,强调技能,培养能适应现代化船舶管理复合型人才要求的精神。

2. 始终贯穿“职业能力”作为培养目标的主线,根据“驾通合一”、“机电合一”及课程内容不能跨功能块的原则,打破原有学科体系,按功能块的要求对课程内容进行了全面的调整、删减,抓住基本要素重新组合。各课衔接紧凑,避免重复教学,并跟踪了现代科学技术,有较强的科学性和先进性。

3. 编写始终围绕着职业教育的特点,内容以“必需和够用”为原则,紧扣大纲,深广度适中,不但体现了理论和实践的结合,也体现了加强能力教育和强化技能训练的力度。

4. 编写过程中还把品格素质、知识素质、能力素质和身心素质等素质教育的内容交融并贯彻其中,体现了对海员素质及能力培养的力度。

本系列教材在编审过程中尽管对“编写大纲和教材”都经过了集体或专家会审,也得到海事局和航运单位的大力支持,但可能还有不足之处,希望多提宝贵意见,以利再版时修改并进一步完善。

交通职业技术学校教学指导委员会航海类学科委员会

1999.8

## 编者的话

本书是根据交通部科教司下发的航海高等职业教育海船船舶驾驶专业指导性教学计划和航海学教学大纲编写而成的。

航海学是海船船舶驾驶专业的一门主要专业课程。它的任务是如何设计最佳航线,适时确定船舶位置,引导船舶安全经济航行。

职业教育已经引起了国家的重视,大力发展职业教育,尤其是高等职业教育已成为国策。随着时间的推移和人们认识的改变,高等职业教育将成为我国高等教育中的主体教育。职业教育的关键是能力的培养。因此,本书在编写过程中,努力做到以下三点:①在标准上满足《STCW 78/95》公约和我国海船船员适任评估与考试对本门课程的要求;②在理论知识上以岗位能力需要为度;③始终坚持以能力培养为主线。

本书是原“地文航海”与“天文航海”两门课程内容的合成。因此,在编写过程中,考虑讲授知识和培养能力的系统性以及原来两门课程的结构特点,将原教学内容的编排顺序做了一定的调整,并根据实际需要有些内容做了合理的删繁就简,也增加了必要的新知识。

本书为航海高等职业学校和中等职业学校的海船船舶驾驶专业共同使用。由于培养目标的不同,中等职业学校在使用本书时应对内容做适当的取舍。本书由刘英贤主编,徐宏元主审。刘英贤编写第一篇第一章第二节~第六节,第二篇第六章第二节~第六节及附录,乔文明编写第一篇第一章第一节、第二篇第三章、第四章,缪克银编写第一篇第二章,龚少军编写第二篇第五章,王建军编写第二篇第六章第一节、第三篇,王越编写第二篇第六章第七节~第十一节及第七章,顾惠民编写第四篇,范嘉芳编写第五篇。全书由刘英贤统稿。

另外,冯孝礼、东昉、徐兆林、成川、刘鹏审阅了部分章节,并提出宝贵的修改意见,刘文举和朱喜田用计算机绘制了绝大部分插图,在此一并致谢。

编者

2001年7月

# 目 录

## 第一篇 基础知识与海图

第一章 坐标、方向与距离 .....	(1)
第一节 地理坐标 .....	(1)
第二节 方向的确定与划分 .....	(6)
第三节 罗经差 .....	(9)
第四节 航向与方位 .....	(14)
第五节 能见距离 .....	(17)
第六节 航速、航程及其测定 .....	(21)
第二章 海图 .....	(26)
第一节 地图投影 .....	(26)
第二节 恒向线 .....	(28)
第三节 墨卡托投影海图 .....	(28)
第四节 绘制墨卡托海图图网 .....	(30)
第五节 其他海图的投影方法 .....	(32)
第六节 海图识读 .....	(34)
第七节 海图分类与使用 .....	(43)
第八节 电子海图 .....	(45)

## 第二篇 航迹推算与船舶定位

第三章 航迹推算 .....	(47)
第一节 海图作业工具及其使用 .....	(47)
第二节 航迹绘算 .....	(50)
第三节 航迹计算 .....	(65)
第四章 陆标定位 .....	(69)
第一节 位置线与物标识别 .....	(69)
第二节 方位定位 .....	(76)
第三节 距离定位 .....	(79)
第四节 单物标方位距离定位 .....	(80)
第五节 移线定位 .....	(80)
第五章 电子仪器定位 .....	(86)
第一节 雷达定位 .....	(86)
第二节 无线电测向仪定位 .....	(91)

第三节	罗兰 C 定位 .....	(94)
第四节	GPS 定位 .....	(101)
第六章	天文定位 .....	(108)
第一节	天球坐标 .....	(108)
第二节	天体周日视运动 .....	(118)
第三节	太阳周年视运动 .....	(122)
第四节	月亮、行星视运动 .....	(125)
第五节	时间与天体位置 .....	(127)
第六节	天体高度观测与改正 .....	(146)
第七节	天文定位原理与高度差法船位线 .....	(157)
第八节	太阳中天高度求纬度 .....	(162)
第九节	太阳中天移线定位 .....	(164)
第十节	北极星高度求纬度 .....	(166)
第十一节	测星定位 .....	(168)
第七章	船位误差 .....	(178)
第一节	船位线误差 .....	(178)
第二节	两条船位线的船位误差 .....	(180)
第三节	三条船位线相交的船位误差 .....	(183)

### 第三篇 测定罗经差

第八章	测定罗经差的原理及注意事项 .....	(188)
第一节	测定罗经差的原理及有关的规定与要求 .....	(188)
第二节	测定罗经差的注意事项 .....	(189)
第九章	测定罗经差的方法 .....	(191)
第一节	观测陆标方位求罗经差 .....	(191)
第二节	观测天体方位求罗经差 .....	(192)
第三节	航向比对求自差 .....	(197)

### 第四篇 航标与航海图书资料

第十章	航标 .....	(198)
第一节	航标的作用与种类 .....	(198)
第二节	海区水上助航标志制度 .....	(200)
第十一章	航海图书资料 .....	(207)
第一节	航海图书目录 .....	(207)
第二节	我国沿海航标表及英版灯标和雾号表 .....	(213)
第三节	航路指南 .....	(217)
第四节	无线电信号表 .....	(221)



第五节	船舶定线	(227)
第六节	世界大洋航路	(234)
第七节	航路设计图	(236)
第八节	进港指南	(238)
第九节	航海员手册	(239)
第十节	航海通告	(240)
第十一节	海图及航海图书资料的改正	(249)

## 第五篇 航线、航法与航海日志

第十二章	大洋航行	(252)
第一节	大洋航线	(252)
第二节	大洋航线设计与航行注意事项	(257)
第十三章	沿岸航行	(265)
第一节	沿岸航线设计	(265)
第二节	定线制航线	(267)
第三节	沿岸航行注意事项	(276)
第四节	船舶交通管理	(277)
第十四章	狭水道航行	(287)
第一节	狭水道航行方法	(287)
第二节	岛礁区航行注意事项	(294)
第十五章	特殊条件下的航行	(297)
第一节	能见度受限条件下的航行	(297)
第二节	冰区航行	(300)
第三节	受限水域的航线设计	(303)
第十六章	航行计划和航海日志	(306)
第一节	航行计划	(306)
第二节	航海日志	(309)
附录		(313)
附录一	海图作业试行规则	(313)
附录二	中国海图图式	(316)
附录三	英版海图图式	(322)
附录四	国际航标系统	(328)
附录五	《中国海区水上助航标志》国家标准简图	(334)
附录六	内河助航标志	(339)
附录七	中版《航海天文历》	(343)
附录八	英版《航海天文历》	(364)

附录九 中、英版《天体高度改正表》 .....	(375)
附录十 中版《太阳方位表》.....	(378)
附录十一 中、英版灯质图解 .....	(384)
附录十二 时度换算表.....	(389)
参考文献.....	(390)



# 第一篇 基础知识与海图

## 第一章 坐标、方向和距离

### 第一节 地理坐标

#### 一、地球形体

船舶在海上航行时,需要确定船舶的位置、方向和距离,而所有这些工作都是在地球表面上进行的,因此有必要对地球的形状做一定的了解。

地球的自然表面是不平坦的,是一个非常复杂而又不规则的曲面。陆地上有高山、深谷和平地;海洋里有岛礁和海沟。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。

航海上所研究的地球形状,是指由假想的大地水准面所包围的闭合几何体——大地球体。所谓大地水准面,是与假想的、完全均衡状态的海平面相一致的水准面,它与各地的铅垂线相垂直。若将其向大陆延伸,形成一个连续的、无叠痕的、无棱角的闭合水准面就叫做大地水准面(geoid),如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 大地水准面示意

大地球体仍然是一个不规则的球体。一般在应用上,是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。

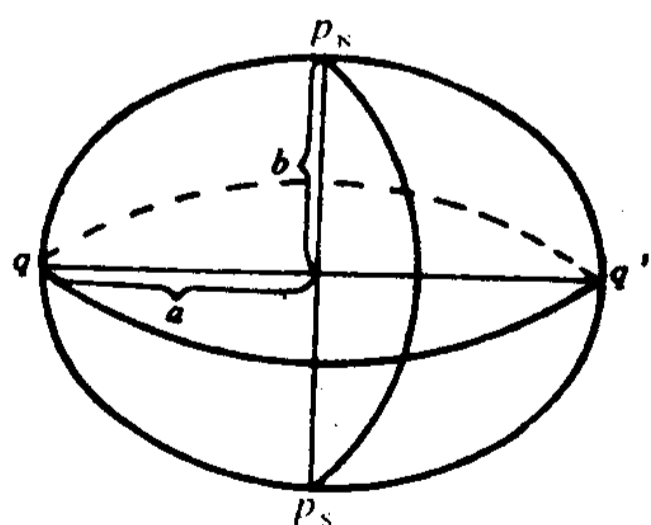


图 1-1-2 地球椭圆体示意

#### 1) 地球圆球体(terrestrial sphere)

在解决一般航海问题时,为了计算上的简便,通常是将大地球体当做地球圆球体,即把地球近似地看成半径相等的球体,其半径是:

$$R = 6\,371\,110 \text{ m}$$

#### 2) 地球椭圆体(ellipsoid of the earth)

在较为准确的航海计算中,需要将大地球体看做两极略扁的地球椭圆体,如图 1-1-2 所示,地球椭圆体是由椭圆

$\overline{p_N q p_S q'}$  绕其短轴  $\overline{p_N p_S}$  旋转一周而成的几何体。表示地球椭圆体的形状和大小的重要参数有: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：

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

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 年开始采用前苏联克拉索夫斯基椭圆体参数,现在准备逐步采用 IUGG1975 年推荐的地球椭圆体参数,参见表 1-1-1。

表 1-1-1 地球椭圆体参数

椭圆体名称	年 份	长半轴 $a$ (m)	扁率 $c$ 1 :	主要使用国家及说明
白塞尔 Bessel	1841	6 377 397.155	299.1528	德国、瑞士、日本
克拉克 Clarke	1866	6 378 206.4	294.978	美国、加拿大、墨西哥
海福特 Hayford	1910	6 378 388	297.0	美国、法国等西欧国家
克拉索夫斯基 Красовский	1940	6 378 245	298.3	前苏联、东欧、中国
IUGG 推荐值	1975	6 378 140	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	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	298.257 223 563	美国 GPS 卫星导航系统

## 二、地球上的点、线、圆

将地球看做椭圆体,如图 1-1-3 所示, $o$  为地球中心:

地轴(axis of the earth)——地球自转的轴( $p_N p_S$ )。

地极(terrestrial poles)——地轴与地球表面相交的两点,在北半球的点叫做北极  $p_N$ ,在南半球的点叫做南极  $p_S$ 。

赤道(equator)——通过地心并与地轴垂直的平面和地球表面相交所得的大圆( $qq'$ )。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)——地球南北两极之间的半个大圆( $p_N F q p_S$  或  $p_N G p_S$ )。

格林经线(Greenwich meridian)——通过英国伦敦格林尼治天文台旧址的经线( $p_N G p_S$ )。

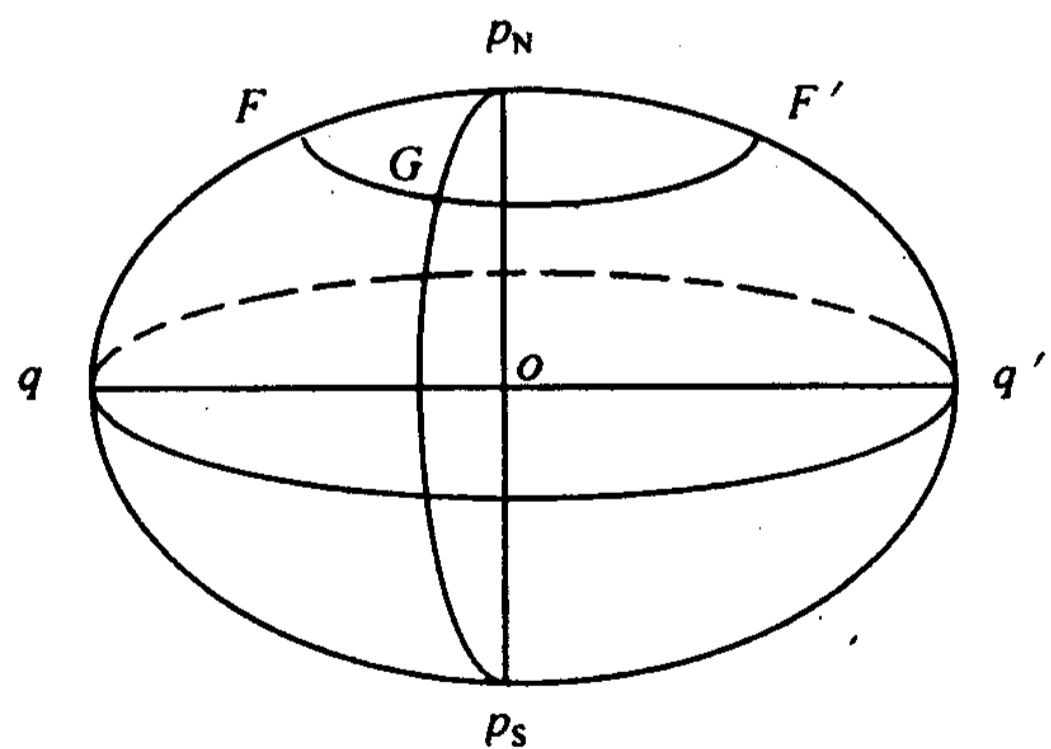


图 1-1-3 地球上的点、线、圆示意



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

地理坐标用来表示地面上某点的位置,它建立在地球椭圆柱体表面上,包括地理经度和地理纬度。

#### 1. 基准圆、辅助圆和坐标原点

如图 1-1-4 所示,在地理坐标中,以赤道和格林经线为基准圆,以赤道和格林经线的交点为坐标原点。辅助圆是纬线和经线。

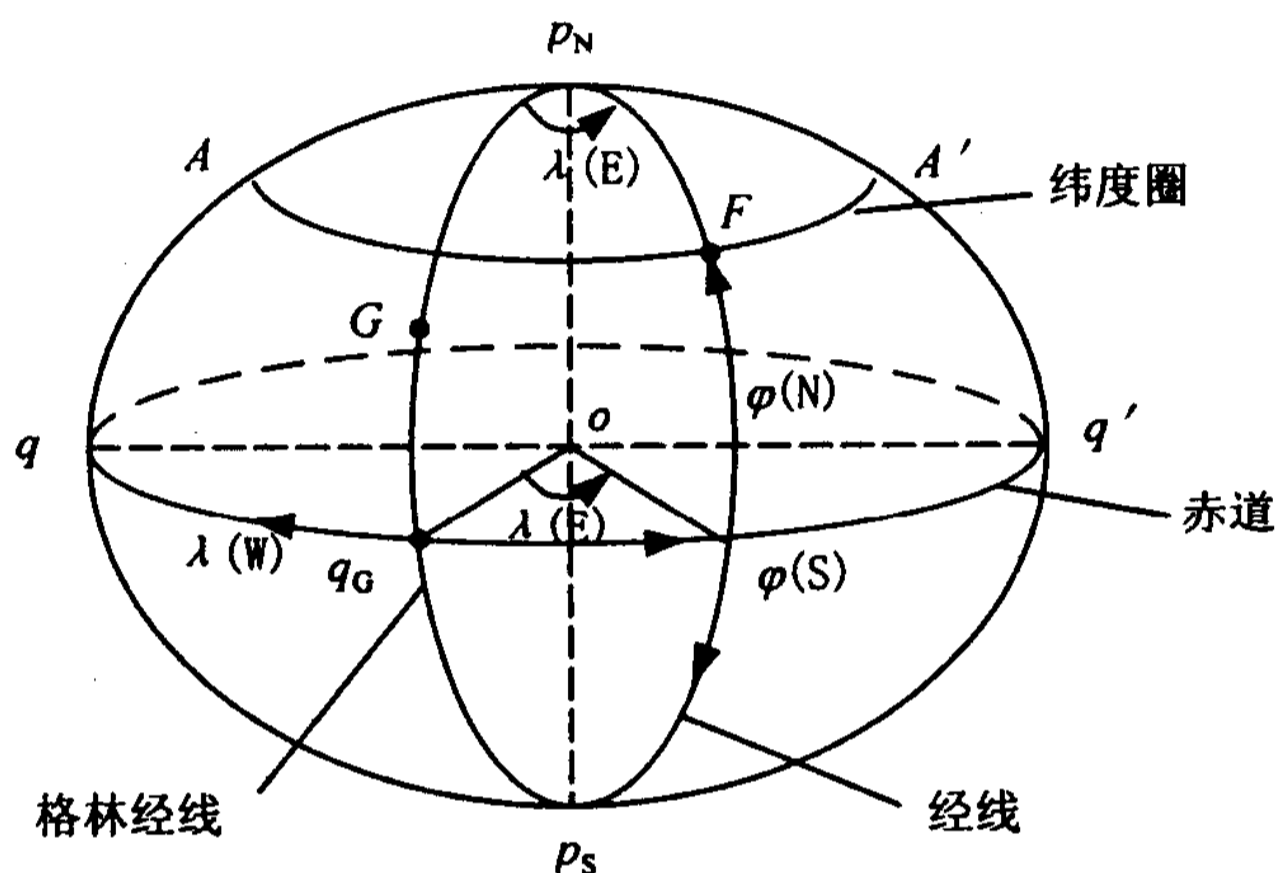


图 1-1-4 地理坐标示意

#### 2. 地理经度(geographic longitude) $\lambda$

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(或极角)。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,如某点的地理经度为:

$$\lambda = 75^\circ 28.2' E$$

#### 3. 地理纬度(geographic latitude) $\varphi$

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,见图 1-1-5。度量方法是从赤道起,向北或向南计量,范围是  $0^\circ \sim 90^\circ$ ,从赤道向北计算的叫北纬,用“N”表示;向南计算的叫南纬,用“S”表示,如某点的地理纬度为:

$$\varphi = 41^\circ 54.2' N$$

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

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。

经差  $D\lambda$ ——地面上两点间经度之差,范围是  $0^\circ \sim 180^\circ$ ,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。

纬差  $D\varphi$ ——地面上两点间纬度之差,范围是  $0^\circ \sim 180^\circ$ ,当到达点在起航点之北,则纬差

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。

设到达点地理坐标为 $(\varphi_2, \lambda_2)$ , 起航点地理坐标为 $(\varphi_1, \lambda_1)$ , 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;

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

例 1-1-1: 某船由  $\varphi 33^\circ 48.0' \text{N}$ 、 $\lambda 123^\circ 16.0' \text{W}$  航行至  $\varphi 46^\circ 28.0' \text{N}$ 、 $\lambda 96^\circ 14.0' \text{W}$ , 求两地的经差和纬差。

解:

$\begin{array}{r} \varphi_2 \quad 46^\circ 28.0' \text{N}(+) \\ -) \quad \varphi_1 \quad 33^\circ 48.0' \text{N}(+) \\ \hline D\varphi \quad 12^\circ 40.0' \text{N}(+) \end{array}$	$\begin{array}{r} \lambda_2 \quad 96^\circ 14.0' \text{W}(-) \\ -) \quad \lambda_1 \quad 123^\circ 16.0' \text{W}(-) \\ \hline D\lambda \quad 27^\circ 02.0' \text{E}(+) \end{array}$
--	---

例 1-1-2: 某船由  $\varphi 55^\circ 18.0' \text{S}$ 、 $\lambda 122^\circ 21.0' \text{E}$  航行至  $\varphi 66^\circ 24.0' \text{N}$ 、 $\lambda 154^\circ 13.0' \text{W}$ , 求两地的经差和纬差。

解:

$\begin{array}{r} \varphi_2 \quad 66^\circ 24.0' \text{N}(+) \\ -) \quad \varphi_1 \quad 55^\circ 18.0' \text{S}(-) \\ \hline D\varphi \quad 121^\circ 42.0' \text{N}(+) \end{array}$	$\begin{array}{r} \lambda_2 \quad 154^\circ 13.0' \text{W}(-) \\ -) \quad \lambda_1 \quad 122^\circ 21.0' \text{E}(+) \\ \hline D\lambda \quad 276^\circ 34.0' \text{W}(-) \end{array}$
即 $83^\circ 26.0' \text{E}$	

#### 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。地心坐标是由该点的地心纬度(geocentric latitude)  $\varphi_g$  和该点的地理经度组成的。某点的地心纬度  $\varphi_g$  是该点地球椭圆的向径与赤道面的交角, 如图 1-1-6 所示。

若地球椭圆子午圈方程式为:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

则

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{x}{y}$$

而该点的斜率为

$$\frac{dy}{dx} = \tan(90^\circ + \varphi) = -\cot \varphi$$

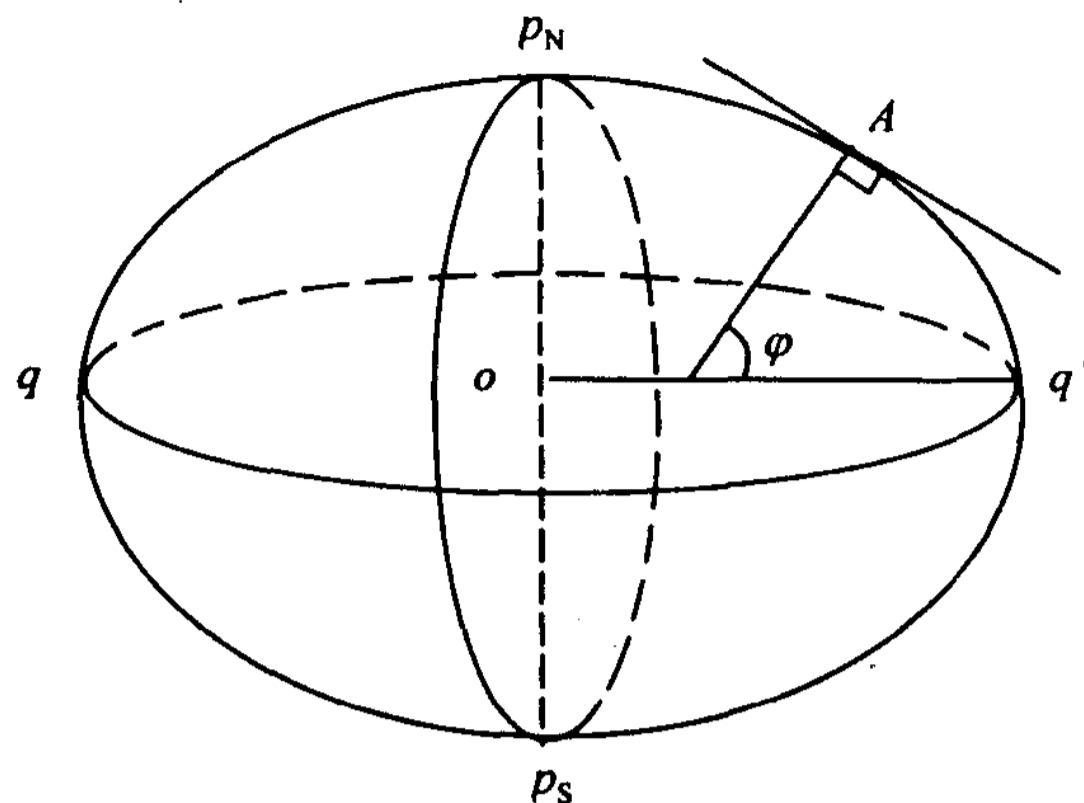


图 1-1-5 地理纬度示意



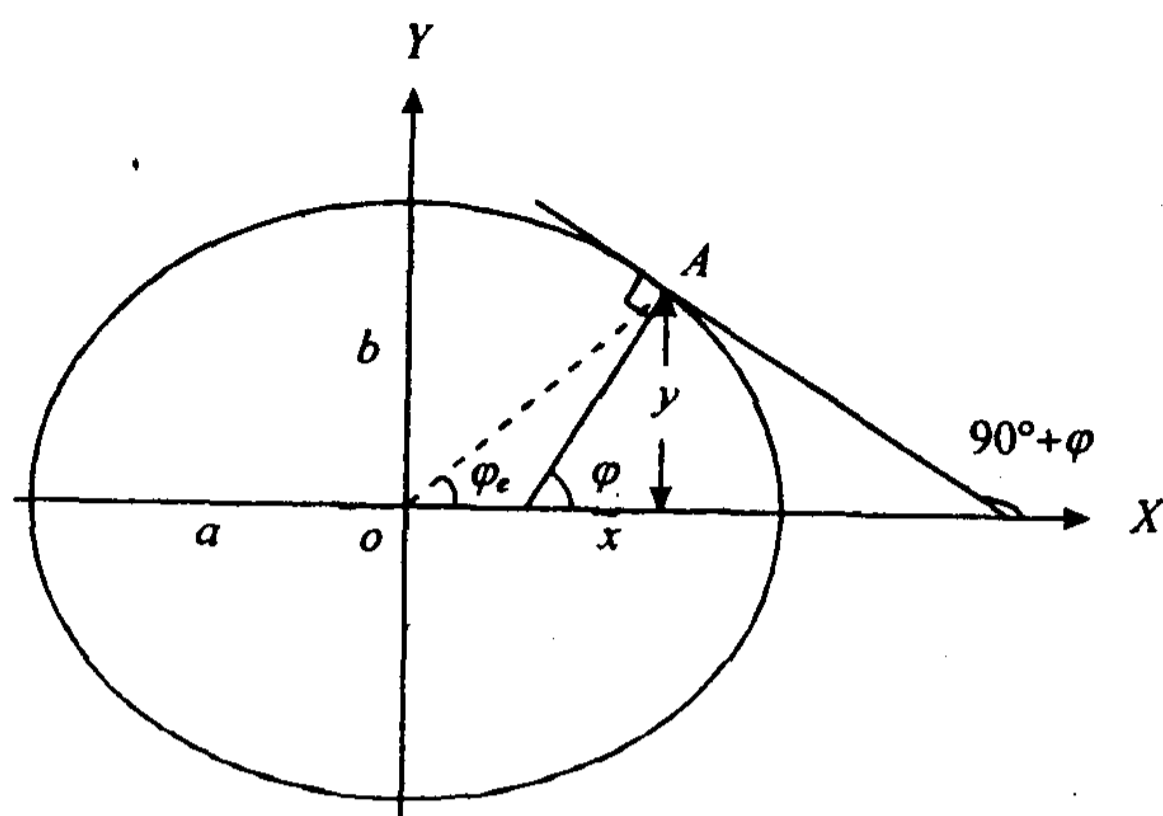


图 1-1-6 地心纬度示意

所以

$$\tan \varphi = \frac{a^2}{b^2} \cdot \frac{y}{x}$$

但

$$\tan \varphi_e = \frac{y}{x}$$

所以

$$\tan \varphi = \frac{a^2}{b^2} \cdot \tan \varphi_e = \frac{1}{(1 - e^2)} \tan \varphi_e$$

$$\tan \varphi - \tan \varphi_e = e^2 \tan \varphi$$

$$\sin(\varphi - \varphi_e) = e^2 \sin \varphi \cdot \cos \varphi_e \approx c \sin 2\varphi$$

所以

$$(\varphi - \varphi_e)'' = \frac{c \cdot \sin 2\varphi}{\text{arcl}''}$$

取

$$c = \frac{1}{298.3}$$

则

$$(\varphi - \varphi_e)'' = 691.5'' \sin 2\varphi$$

地理纬度与地心纬度之差称为地心纬度改正量 (correction of geocentric latitude)。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  $11.5'$ 。地心纬度改正量  $(\varphi - \varphi_e)$  见表 1-1-2 所列。

### 五、大地坐标系

对于地球椭圆柱体,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柱体进行定位和定向,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柱体表面上建立的。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柱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。

表 1-1-2 地心纬度改正量

$\varphi(^{\circ})$	$\varphi - \varphi_e$	$(^{\circ})$	$(^{\circ})$	$\varphi - \varphi_e$	$(^{\circ})$	$(^{\circ})$	$\varphi - \varphi_e$	$(^{\circ})$
1	0'24.1"	89	16	6'06.4"	74°	31°	10'10.6"	59
2	0'48.2"	88	17	6'26.7"	73	32	10'21.5"	58
3	1'12.2"	87	18	6'46.5"	72	33	10'31.7"	57
4	1'36.3"	86	19	7'05.7"	71	34	10'41.1"	56
5	2'00.1"	85	20	7'24.5"	70	35	10'49.8"	55
6	2'23.8"	84	21	7'42.7"	69	36	10'57.7"	54
7	2'47.3"	83	22	8'00.4"	68	37	11'04.7"	53
8	3'10.6"	82	23	8'17.4"	67	38	11'11.0"	52
9	3'33.7"	81	24	8'33.9"	66	39	11'16.4"	51
10	3'56.5"	80	25	8'49.7"	65	40	11'21.0"	50
11	4'19.0"	79	26	9'04.9"	64	41	11'24.8"	49
12	4'41.2"	78	27	9'19.4"	63	42	11'27.7"	48
13	5'03.1"	77	28	9'33.3"	62	43	11'29.8"	47
14	5'24.6"	76	29	9'46.4"	61	44	11'31.1"	46
15	5'45.8"	75	30	9'58.9"	60	45	11'31.5"	45

## 第二节 方向的确定与划分

### 一、方向的确定

方向(direction)是指空间的指向。但方向的确定是在测者地面真地平平面上进行的,如图 1-2-1 中的  $\pi$ 。图中  $A'$  为地球表面上某点的测者(测者具有一定的眼高),NESW 为测者地面真地平平面,  $p_N q p_S q'$  为测者子午圈平面。过测者铅垂线  $\overline{A'o}$  并与测者子午圈平面相垂直的平面为测者东西圈平面。为方便确定方向,首先必须确定基准线即南北线与东西线。

南北线  $\overline{NA'S}$ :测者子午圈平面与测者地面真地平平面相交的线称为南北线,其中靠近北极  $p_N$  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。

东西线  $\overline{EA'W}$ :测者东西圈平面与测者地面真地平平面相交的线称为东西线。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”。

在航海实际工作中,仅使用这 4 个方向是远远不够的,还需要在这 4 个基准方向的基础上,通过不同的方法做更详细的划分。

### 二、方向的划分

#### 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  $000^{\circ}$ ,正东方向为  $090^{\circ}$ ,正南方向为  $180^{\circ}$ ,正西方向为  $270^{\circ}$ 。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  $030^{\circ}$ 、 $097^{\circ}$  等。

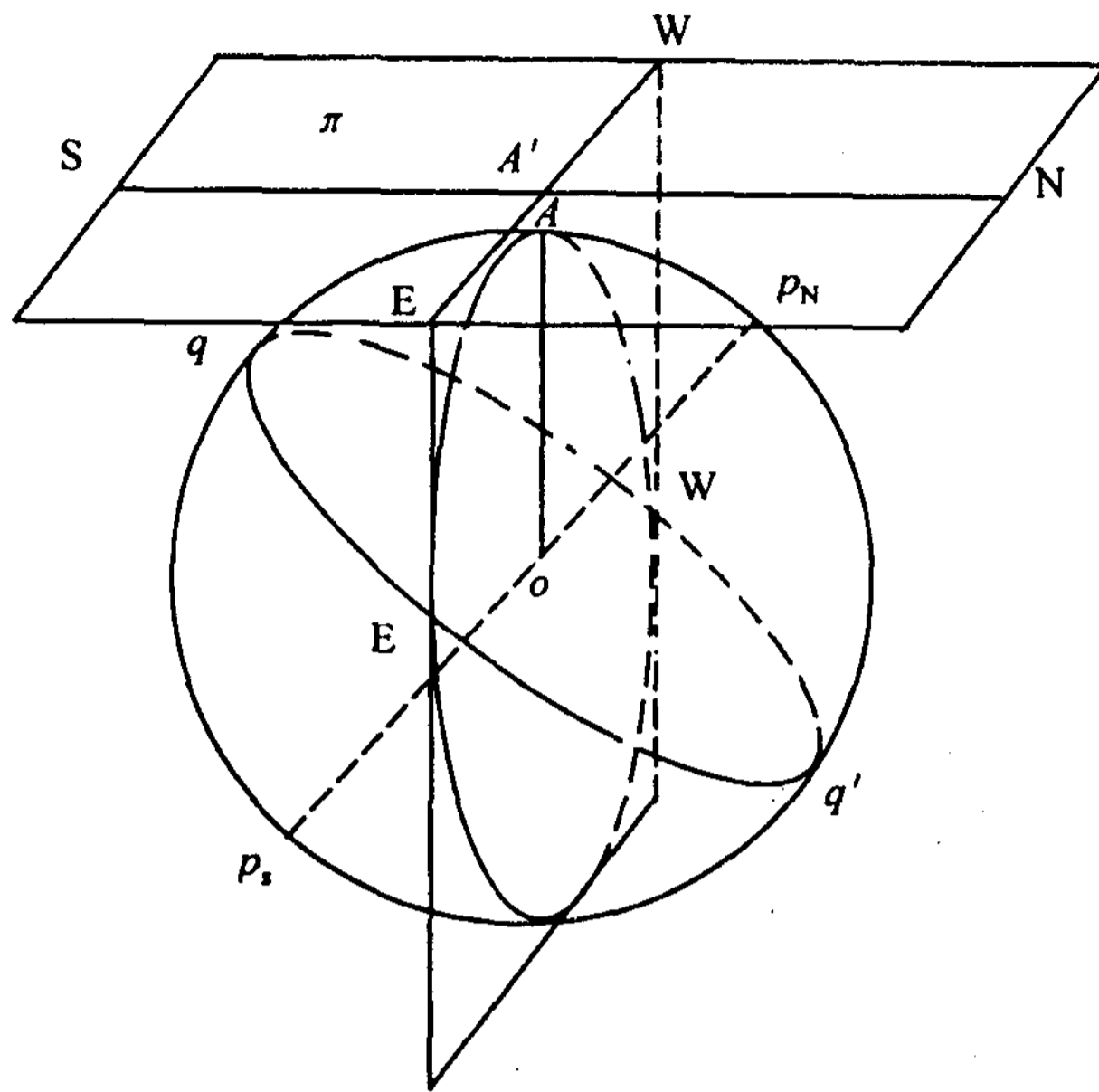


图 1-2-1 方向确定示意

## 2. 半圆法(semicircular method)

半圆法主要用于表示天体的方向。它是将测者真地平平面分成2个 $180^\circ$ 的半圆,然后从北或从南向东或向西各以 $0^\circ$ 计量到 $180^\circ$ 。半圆法除用度数表示大小外,还在度数后面用2个字母标明方向的起点和计量方向,其中第一字母表示该方向从北点(N)还是南点(S)起算;第二字母表示方向起算后是向东(E)还是向西W计量,如 $35^\circ\text{NE}$ ,表示 $35^\circ$ 的方向是以(N)点开始起算,向E计量。

## 3. 罗经点法(compass point method)

即用32个点来表示方向的一种方法。通常在表示风、流和大概方向时使用。罗经点法是一种粗略表示方向的方法。它是将测者真地平平面划分为32个方向,即32个点,每个点(即每两点之间间隔)为 $11.25^\circ$ 。32个点由4个基点、4个隅点、8个三字点和16个偏点组成,其所有点均冠有方向名称。具体划分见图1-2-2:基点(cardinal point)即北(N)、东(E)、南(S)、西(W);隅点(intercardinal point)是每2个基点平分而得出的方向,书写时基点在前,如北东(NE)、南东(SE)、南西(SW)、北西(NW);三字点(three letter point)是将基点与隅点等分得出的方向,书写时将基点写在前面,如北北东(NNE)、南南东(SSE)等,北北西(NNW);偏点(by point)是基点和隅点分别与三字点等分而得,书写时在基点或隅点后用符号“'”或“/”表示,如北偏东(N'E)、北东偏北(NE'N)等,北西偏北(NW'N)、北偏东(N'E)等。

## 三、方向的换算

### 1. 将半圆法换算为圆周法

通过图1-2-3可得出表1-2-1的换算关系。

例1-2-1:已知半圆法方向 $80^\circ\text{NE}$ 、 $60^\circ\text{SE}$ 、 $120^\circ\text{SW}$ 和 $140^\circ\text{NW}$ ,分别求出各自对应的圆周法方向。

解:根据半圆法与圆周法的换算关系可得出下列结果: