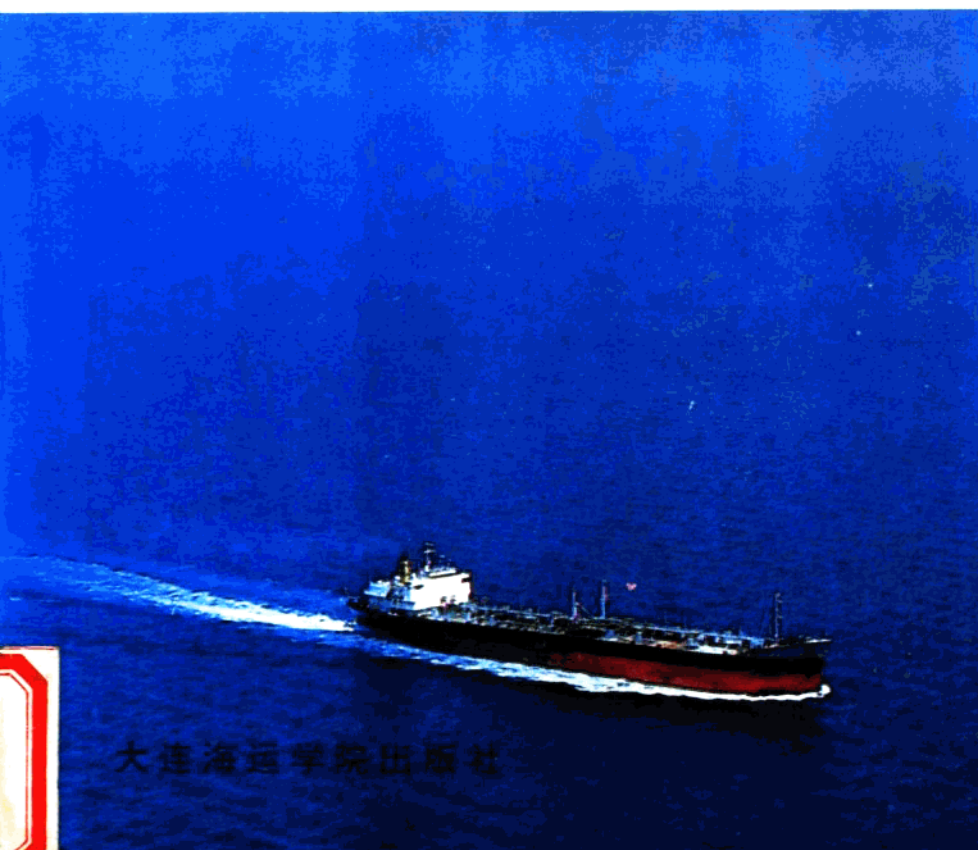


高级船员适任证书
考试用航海培训教材



地 文 航 海

李锦芳 史洪源 编



大连海运学院出版社

高级船员适任证书考试用航海培训教材

地 文 航 海

李锦芳 史洪源 编

大连海运学院出版社

(辽)新登字 11 号

内 容 提 要

本书系高级船员适任证书考试用航海培训教材之一,是根据我国 1988 年《海船驾驶员考试大纲》编写的。它主要供准备参加驾驶员职务证书考试的船员学习,也可作为驾驶员培训班或驾驶员业务学习的教材。

书中主要介绍航海基础知识、航海图书资料、航标、潮汐、航行定位的各种方法和各种情况下的航行方法。本着精简实用的原则,书中着重阐述带有普遍性和规律性的内容。在各章后面都附有思考练习题,供读者复习时参考。

地 文 航 海

李锦芳 史洪源 编

大连海运学院出版社出版、发行

大连海运学院出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9 字数:225 千

1993 年 6 月第 1 版 1993 年 6 月第 1 次印刷

责任编辑:洪 源 封面设计:王 艳

印数:0001~8000 定价:7.50 元

ISBN 7-663-56322-5 9.01

编 者 的 话

本书是根据《海船驾驶员考试大纲》规定的考试内容,结合我国考证船员的理论基础与实际技术水平,参考大连、上海海运学院编写的《航海学》教材和其它有关资料,并结合多年的《航海学》教学经验及船员考证培训之经验编写而成的。

为了方便参加考证人员学习,其内容做了大量的精简,力求概念清楚、理论正确、重点突出、条理清晰、文字通顺、理论与实际结合,便于读者容易掌握要点。另外,每章后面都附有思考练习题,便于读者复习思考,巩固所学的内容。

本书在编写过程中得到航海培训教材编委会的帮助和指导,还得到大连海运学院航海教研室郭禹、李新江等同志的关心与支持,并得到大连海上安全监督局、大连远洋运输公司许多同志的大力支持,在此向他们表示衷心感谢。

本书由李锦芳副教授主编。全书共分十章,其中第一、二、三、五、六、七、十章由李锦芳编写;第四、八、九章由史洪源编写。

由于编者水平有限,时间仓促,不足和差错之处在所难免,竭诚希望前辈、同行和读者批评指正。

编 者

1992年10月

前 言

根据 1988 年中华人民共和国港务监督局《海船船长、驾驶员考试大纲》的考试科目和知识要求,大连海运学院航海分院、大连海上安全监督局、大连远洋运输公司、大连轮船公司和大连海运学院出版社等企事业单位组建了高级船员适任证书考试用航海培训教材编委会,组织了有丰富教学经验和实践经验的专家编审了这套教材。

这套培训教材在编写中注意理论联系实际,具有较强的针对性;深广度适宜,具有较好的适用性与系统性。教材既有理论阐述,又有例证与思考题,既适用于海船驾驶人员考证培训,渔船、舰艇驾驶人员考证培训,又可作为驾驶员的自学读物,也可作考试发证机关的命题参考依据。

本培训教材共分为:航海学、船舶操纵、船舶货运、航海气象、航海英语[(一)、(二)]、船员职务与海运法规(上、下)、航海仪器、船艺、船舶避碰、地文航海、天文航海。

本书在编审、出版和征订工作中得到交通部安全监督局、航运企业等单位的关心和大力支持,特致谢意。

高级船员适任证书考试用航海培训教材编委会

1992 年 7 月

高级船员适任证书考试用航海培训教材编委会

主任委员 杨守仁

副主任委员 (以姓氏笔划为序)

马文明 王国福 张维洵 宋家慧 郭 禹 倪 暹
夏国忠

委 员 (以姓氏笔划为序)

王逢辰 古文贤 刘世宁 刘文勇 李新江 李锦芳
汤树佳 郑经略 赵子骥 赵兴贤 胡正良 荆吉昌
徐德兴 袁安平

目 录

第一章 航海基础知识.....	1
第一节 地球形状和地理坐标.....	1
第二节 方位测定、改正与换算.....	3
第三节 物标地理能见距离.....	10
第四节 测定航速与航程.....	12
第二章 海图.....	19
第一节 地图投影.....	19
第二节 墨卡托投影海图.....	21
第三节 大圆海图.....	25
第四节 海图分类.....	26
第五节 识图.....	27
第六节 海图使用与管理.....	32
第三章 航海图书资料.....	34
第一节 世界大洋航路与航路设计图.....	34
第二节 航海图书目录.....	36
第三节 航路指南.....	38
第四节 航标表与灯标和雾号表.....	40
第五节 英版无线电信号表.....	42
第六节 航海通告.....	44
第七节 海图改正.....	46
第四章 航标.....	48
第一节 航标的种类及作用.....	48
第二节 中国海区水上助航标志.....	48
第三节 国际浮标系统.....	50
第五章 潮汐.....	52
第一节 潮汐成因与潮汐不等.....	52
第二节 潮汐类型与潮汐术语.....	53
第三节 中国潮汐表及其应用.....	55
第四节 英版潮汐表及其应用.....	58
第五节 潮流推算.....	60
第六章 航迹推算.....	64
第一节 概述.....	64
第二节 航迹绘算.....	64
第三节 航迹计算.....	72
第七章 陆标定位.....	77
第一节 方位定位.....	77

第二节	距离定位	79
第三节	水平角定位	81
第四节	移线定位	82
第五节	船位差	85
第八章	无线电定位	87
第一节	无线电测向定位	87
第二节	雷达定位与导航	89
第三节	罗兰 A 定位	93
第四节	罗兰 C 定位	98
第五节	台卡定位	99
第六节	奥米加定位	101
✓ 第九章	航线拟定	107
第一节	航线拟定	107
第二节	拟定航行计划	109
第三节	燃料消耗与船舶航速的关系	109
✓ 第十章	航行方法	112
第一节	大洋航行	112
第二节	沿岸航行	116
第三节	狭水道航行	119
第四节	雾中航行	124
第五节	冰区航行	127
第六节	航海日志	128
第七节	海图作业	129
附录一		134
附录二		135

第一章 航海基础知识

第一节 地球形状和地理坐标

一、地球形状

航海学所研究的方向、距离和船位等问题,都是以地球为基础的,所以必须对地球的形状和大小作一定的了解。

研究地球的形状和大小是大地测量学的主要任务。随着大地测量科学的发展,尤其是人造地球卫星和宇宙飞船的出现,对地球外貌拍了许多照片,认为地球的真实形状是一个不规则的椭圆体,即纬度圈和赤道并不是严格的正圆;子午圈也不是严格的椭圆;南、北半球并不互相对称。

航海上为了计算上的方便,通常把地球近似地看成半径相等的圆球体,作为地球的第一近似体。

航海上需要更为准确的计算,则应把地球近似地看成旋转椭圆体(图 1-1),称为地球的第二近似体。旋转椭圆体是由椭圆 P_NQP_SQ' 绕其短轴(地轴)旋转而成的。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:

$$c = \frac{a-b}{a}$$

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

$$e^2 \approx 2c$$

在不同的历史时期中,所依据的测量结果不同,因而所推算出地球椭圆体的参数也不同。我国解放后在大地测量和绘制地图、海图等方面,均采用了原苏联克拉索夫斯基椭圆体参数,即

$$a = 6\,378\,245 \text{ (米)}$$

$$b = 6\,356\,863 \text{ (米)}$$

$$c = 1/298.3 \text{ (米)}$$

$$e = 0.081813369 \text{ (米)}$$

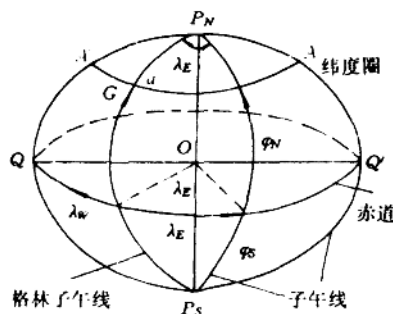


图 1-1

二、地理坐标

(一) 地球上的基本点、线、圈

将地球看作椭圆体,如图 1-1 所示, O 为地球中心;

地轴(P_NP_S)是地球自西向东自转的轴。

地极是地轴与地球表面相交的两点,在北半球的称为北极 P_N ,在南半球的称为南极 P_S 。

赤道是通过地心并与地轴垂直的平面与地球表面相交的截痕,它将地球分为南、北两个半球。

纬度平行圈($AA'a$)又称纬圈,是平行于赤道的小圆。

子午圈是包含地轴的平面与地球表面相交的截痕。

子午线又称经线,是地球南北两极的半个子午圈。

格林子午线又称格林经线,它是通过英国伦敦格林威治天文台的经线。

(二)地理坐标

地球表面上任一点的位置,可以用地理坐标,即地理经度和地理纬度来表示。

地理纬度简称纬度,地球椭圆子午线上某点的法线与赤道面的夹角作为该点的地理纬度。如图 1-2 所示, A 点的纬度为 φ 。航海上通常用 φ 或 Lat 表示。其度量方法为:从赤道向北或向南,从 $0^\circ \sim 90^\circ$,在赤道以北的称为北纬,在赤道以南的称为南纬,分别用 N 和 S 表示。例如北京的纬度是 $39^\circ 54' . 4N$ 。

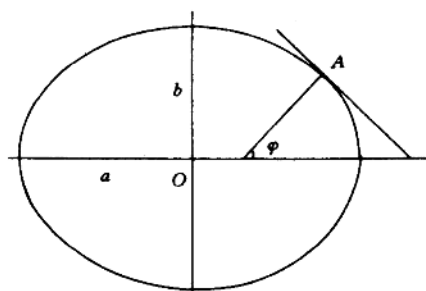


图 1-2

地理经度简称经度,格林经线与某点经线在赤道上所截的短弧长,或该短弧所对之球心角和极角作为该点的经度。航海上用 λ 或 Long 表示,如图 1-1 所示。其度量方法为:从格林经线起算,向东或向西由 $0^\circ \sim 180^\circ$,在格林经线以东的称为东经,在格林经线以西的称为西经,分别用 E 和 W 表示。例如北京的经度是 $116^\circ 28' . 2E$ 。

(三)纬差和经差

当船舶由一点航行到另一点,它的地理坐标 (φ, λ) 就发生了变化,其方向和大小的改变用纬差和经差表示。为了方便,在以下讨论纬差和经差时,假设地球为圆球体。

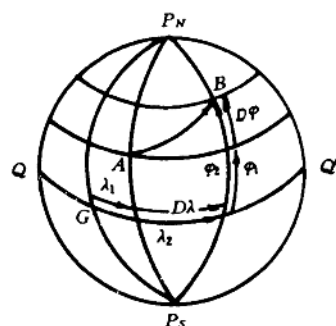


图 1-3

纬差是地面上两点纬度之差,用 $D\varphi$ 表示。在圆球体上,即为两纬圈在经线上所夹的弧长。如图 1-3,设 $A(\varphi_1, \lambda_1)$ 为起航点, $B(\varphi_2, \lambda_2)$ 为到达点,则 A、B 两点间的纬差为

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

式中规定北纬为“+”,南纬为“-”。当 $D\varphi$ 为正值时,说明到达点在起航点之北面,纬差为北,用 N 表示;当 $D\varphi$ 为负值时,说明到达点在起航点之南面,纬差为南,用 S 表示。

经差是地面上两点经度之差(小于 180°),即为两经线在赤道上所夹的短弧长,用 $D\lambda$ 表示。如图 1-3,则 A、B 两点间的经差为:

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

式中规定东经为“+”,西经为“-”。当 $D\lambda$ 为正值时,说明到达点在起航点之东面,经差为东,用 E 表示;反之,经差为负值时,说明到达点在起航点之西面,经差为西,用 W 表示。经差最大不超过 180° ,当计算结果的绝对值大于 180° 时,应用 360° 减之,并改变原来的符号。

例 1: 起航点 $\varphi_1 32^\circ 50' . 0N, \lambda_1 120^\circ 25' . 0E$, 到达点 $\varphi_2 25^\circ 40' . 0S, \lambda_2 140^\circ 50' . 0E$, 求 $D\varphi, D\lambda$ 。

解:

$$\begin{array}{l} \varphi_2 \quad 25^{\circ}40'0 \quad S(-) \\ -)\varphi_1 \quad 32^{\circ}50'0 \quad N(+)\end{array}$$

$$\begin{array}{l} \lambda_2 \quad 140^{\circ}50'0 \quad E(+)\quad \\ -)\lambda_1 \quad 120^{\circ}25'0 \quad E(+)\end{array}$$

$$D\varphi \quad 58^{\circ}30'0 \quad S(-)$$

$$D\lambda \quad 20^{\circ}25'0 \quad E(+)$$

例 2: 起航点 $\varphi_1 50^{\circ}30'0S, \lambda_1 120^{\circ}42'0E$, 到达点 $\varphi_2 68^{\circ}48'0N, \lambda_2 156^{\circ}28'0W$, 求 $D\varphi, D\lambda$ 。

解:

$$\begin{array}{l} \varphi_2 \quad 68^{\circ}48'0 \quad N(+)\quad \\ -)\varphi_1 \quad 50^{\circ}30'0 \quad S(-)\end{array}$$

$$\begin{array}{l} \lambda_2 \quad 156^{\circ}28'0 \quad W(-)\quad \\ -)\lambda_1 \quad 120^{\circ}42'0 \quad E(+)\end{array}$$

$$D\varphi \quad 119^{\circ}18'0 \quad N(+)$$

$$D\lambda \quad 277^{\circ}10'0 \quad W(-)$$

经差不能大于 180° , $D\lambda$ 应变换为 $082^{\circ}50'0E$ 。

第二节 向位测定、改正与换算

一、方向的确定与划分

(一) 方向的确定

为了确定北、南、东、西四个基本方向, 首先介绍与此有关的几个基准面。

测者地面真地平平面是通过测者并垂直于测者铅垂线的平面。如图 1-4, 设测者位于 A 点, 眼高为 AA' , $A'A$ 是测者铅垂线, 则 $NESW$ 平面为测者地面真地平平面。

测者子午圈平面是包含测者子午圈的平面, 如图中 $NN'S'S$ 。

测者东西圈平面又称测者卯酉圈平面, 它是包含测者铅垂线并与测者子午圈平面垂直的平面, 如图中 $EWWE'$ 。

测者子午圈平面与测者地面真地平平面的交线称为南北线。如图中 $NA'S$, 指向北极的方向是正北(N)方向; 其反方向为正南(S)方向。

测者东西圈平面与测者地面真地平平面的交线称为东西线。如图中 $EA'W$ 。当测者面北背南时, 东西线的右方是正东(E)方向, 左方是正西(W)方向。

位于不同地点的测者地面真地平平面、南北线和东西线是不同的。位于两极的测者无法确定北、东、南、西四个基本方向。位于北极的测者无真北方向, 其任意方向都是真南方向; 位于南极的测者, 其任意方向都是真北方向。

(二) 方向的划分

仅在测者地面真地平平面上确定四个基点方向远远不能满足航海上的需要, 必须将方向作进一步划分。其划分方法有以下三种。

1. 圆周法

以真北为基准, 按顺时针方向计算, 由 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$ 。因此, 北为 000° (或 360°), 东为 090° , 南为

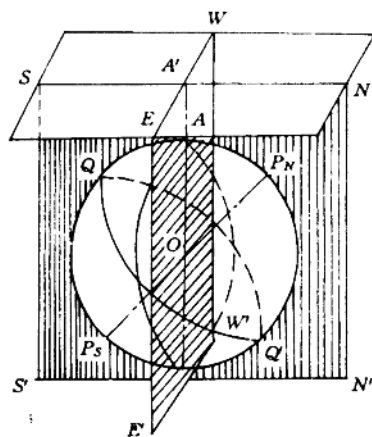


图 1-4

180°,西为 270°,始终用三位数字表示。它是航海上最常用的划分方向的方法。

2. 半圆法

以北或南为基准,向东向西分别计算,各从 0°~180°。其表示方法除度数外,还要标以起算点和计量方向。例如 120°NE,50°NW,150°SE,85°SW。半圆法主要用在航海天文计算中,表示天体的方位。

3. 罗经点法

以真北为基准,将地面真地平划分为 32 等份,得 32 个方向点,每一个方向点称为一个罗经点,都给予相应的名称。如图 1-5 内圈所示,每个罗经点等于 11°15',四个点等于 45°。

罗经点法以北、东、南、西为四个基点;再平分相邻两基点之间的角度得出四个方向点,如北东(NE)、南西(SW)等称为隅点;再平分基点和隅点之间的角度所得八个方向点,如北北东(NNE)、东南东(ESE)等称为三字点;再平分上述 16 个方向的所有相邻两方向之间的角度所得出另外 16 个方向点,如北偏东(N/E)、东南偏南(SE/S)等称为偏字点。

罗经点方向划分不够精确,目前大多仅用于表示风、流的方向。

二、航向、方位和舷角

驾驶员在航行中要经常掌握船舶航行的方向,以及物标

的方向。现将它们的定义介绍如下(图 1-6):

航向线:当船平正时,通过船舶铅垂线的纵剖面,是船的首尾面。它与测者地面真地平平面相交的直线,叫作船首尾线。船首尾线向船首方向的延长线,叫作航向线。

真航向:真北线与航向线之间的夹角。从真北线开始顺时针计量到航向线,由 000°~360°,用 TC 表示。

方位线:在测者地面真地平平面上,由测者向物标的连线 A'M',叫作方位线;或者在地面上,由测者 A 向物标 M 连接的大圆弧 AM 叫作方位圈。

真方位:真北线与方位线之间的夹角。从真北线开始,顺时针计量到方位线,由 000°~360°,用 TB 表示。

舷角:航向线与方位线之间的夹角,从航向线开始顺时针计量到方位线,由 000°~360°,用 Q 表示;或从船首向右或向左,由 0°~180°计量到物标方位线,称为物标的右舷角(Q_右)或左舷角(Q_左)。

正横:当物标舷角为 90°或 90°右时,叫作物标右正横;当物标舷角为 270°或 90°左时,叫作物标左正横。

真航向、真方位和舷角之间的关系是:

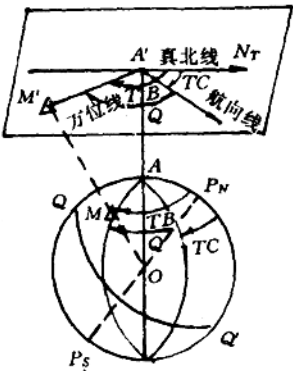


图 1-6

真方位(TB)=真航向(TC)+舷角(Q)

真方位(TB)=真航向(TC) $\pm$ 舷角($Q_{\text{右}}$ 或 $Q_{\text{左}}$)

例 1. 已知 $TC=182^\circ$ $Q=218^\circ$ 求 $TB=?$

解: $TB=TC+Q=182^\circ+218^\circ=400^\circ-360^\circ=040^\circ$ (图 1-7)

例 2: 已知 $TC=002^\circ$ $Q_{\text{左}}=120^\circ$ 求 $TB=?$

解: $TB=TC-Q_{\text{左}}=002^\circ-120^\circ=-118^\circ$

$TB=360^\circ-118^\circ=242^\circ$ (图 1-8)

例 3 已知 $TC=050^\circ$ 求某物标左正横时的真方位。

解: $TB=TC-90^\circ=050^\circ-90^\circ=-40^\circ$ 即 320° (图 1-9)

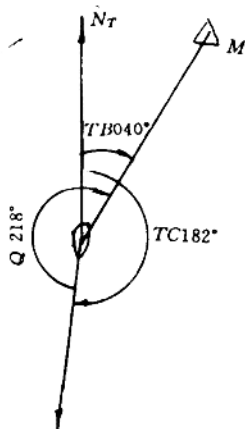


图 1-7

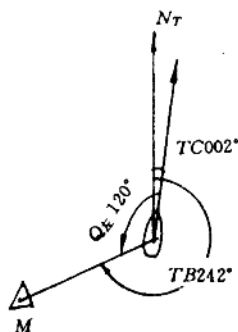


图 1-8

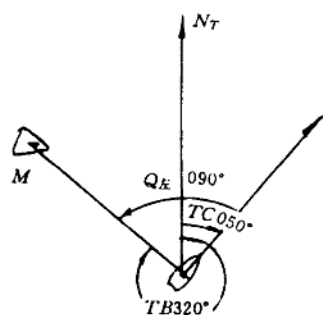


图 1-9

三、方位测定

(一)陀螺罗经

陀螺罗经是船舶上比较理想的测定航向和方位的仪器,已得到广泛的应用。关于陀螺罗经的原理及构造在《电航仪器》中已作详细介绍,在此只把陀螺罗经使用中的问题作简要说明。

陀螺罗经北简称陀罗北;陀螺罗经罗盘上零度的方向叫作陀罗北,用 N_G 表示。

陀螺罗经差简称陀罗差;理论上陀螺罗经的旋转轴该稳定在真子午圈平面上,即陀罗北应指向真北方向,但它像任何仪器一样,都可能存在误差。当陀罗北偏离真北时,其偏开的角度叫作陀罗差,用 ΔG 表示。当陀罗北偏在真北的东面则 ΔG 为东,用 E 或 (+) 表示;当陀罗北偏在真北的西面,则 ΔG 为西,用 W 或 (-) 表示,如图 1-10 所示。

陀罗航向:陀罗北线与航向线之间的夹角,从陀罗北线开始,顺时针计量到航向线,由 $000^\circ \sim 360^\circ$,用 GC 表示(图 1-11 中 $\angle N_G AC$)。

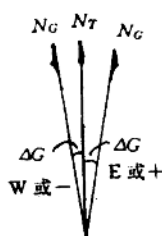


图 1-10

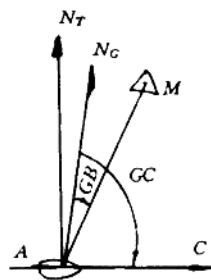


图 1-11

陀罗方位:陀罗北线与物标方位线之间的夹角,以陀罗北线开始,顺时针计量到物标方位线,由 $000^{\circ}\sim 360^{\circ}$,用 GB 表示(图 1-11 中 $\angle N_GAM$)。

(二)磁罗经

磁罗经是一种古老的指向仪器。因为其结构简单,不易发生故障,所以至今在船舶上还必须配备。关于磁罗经的原理及构造在此不作介绍,仅就其使用中有关问题作简要说明。

1. 磁差

(1)磁差的产生

在地球周围存在一个天然的磁场。它好象在地球内部放置一个大磁铁所形成的磁场一样,地面上各点的磁力线方向是不相同的,磁力线方向垂直于地面的点叫作地磁磁极。地磁场有两个极,近地理北极的称为地磁北极;近地理南极的称为地磁南极。地磁磁极在地面上的位置是不固定的,它绕地极缓慢地作有规律的位移,据推测大约 650 年绕地极一周。

将磁罗经放置在地球上某一点,它要受到地磁磁场的作用,磁针的 N-S 线将与该点的地磁磁力线的切线相重合,其 N 极所指的方向即磁罗经罗盘上零度的方向在地面真地平平面上的投影,称为磁北(N_M)。因为地理北极与地磁北极不在同一地点,同时地磁磁场本身又很不规则,所以某一点的磁北线与真北线往往不重合。真北线与磁北线之间的夹角称为磁差,用 Var 表示。当磁北线偏在真北线的东面则磁差偏东,用 E 或 (+) 表示;当磁北线偏在真北的西面则磁差偏西,用 W 或 (-) 表示。如图 1-12 所示。

(2)磁差的变化

磁差因地而异。因为地磁磁场的不规则性,使得地面上的磁力线的分布和走向相当复杂,所以磁差的大小和方向因地而异。在低纬度地区一般磁差比较小,随着纬度升高而磁差变大。例如,我国海南岛的磁差接近于 0° ,而向北偏西磁差逐渐增大,长江口附近为 $4^{\circ}W$ 左右,到了大连附近为 $7^{\circ}W$ 左右。

由于地磁磁极的位置在不断地变化,即使同一地点的磁差也在逐渐变化,不过这种变化比较缓慢,根据航海上对磁差精度的要求,每年计算一次即可。磁差每年的变化量称为磁差年变量,简称年差。年差是用磁差绝对值的增加 (+) 或减少 (-) 来说明它的变化,其本身并不表示磁差向东或向西变化。

由于地球上某处地下蕴藏着大量的磁性矿物体,致使该区域的磁场与其附近的磁场有明显的变化,这一区域称为异常磁区。例如,我国台湾省基隆港外花瓶屿和山东省威海附近的鸡鸣岛都有地磁异常现象。这些异常磁区在海图上和航路指南上都有记载。

航行中航向并未改变,而磁罗经所示航向突然变化很大,这种现象称为磁暴。经研究,它与太阳黑子数量有关。

(3)磁差的计算

一般航海海图的罗经花上均印有其中心附近地区的磁差资料。例如:磁差偏西 $5^{\circ}14'$ (1980),年差约 $+5.0$,表示该地区的磁差是 1980 年测量的,以及磁差的大小和方向及年差的大小和符号。在小比例尺大洋图上,磁差资料是以等磁差曲线表示的,每条等磁差曲线都注有磁差的大小和方向,并在磁差值后面的括弧内给出年差的符号和大小,磁差测定年份是记载在海图标题栏内的。在大比例尺港泊图上,由于地区范围小,故磁差资料记载在标题栏内。

航行中,驾驶员应按船舶所在地点选用海图上最邻近的磁差资料来计算航行年份的磁差。

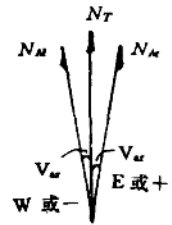


图 1-12

如果船舶介于两相邻磁差资料之间,可按比例内插求之。

本年度磁差=图上磁差+(年差×相隔年数)

例1:海图上标注某地磁差偏西 $6^{\circ}12'$ (1981),年差约 $+4.0'$,求 1991 年该地的磁差。

解: $\text{Var}_{91} = 6^{\circ}12' \text{ W} + 4.0 \times (1991 - 1981) = 6^{\circ}52' \text{ W} \approx -6.9$

例2:海图上标注某地“磁差偏东 $0^{\circ}15'$ (1971),年差约 $-2'$ ”,求 1991 年该地的磁差。

解: $\text{Var}_{91} = 0^{\circ}15' \text{ E} + (-2) \times (1991 - 1971) = -0^{\circ}25' \approx 0.4 \text{ W}$

(4)磁方位

磁航向:磁北线与航向线之间的夹角,从磁北线开始,顺时针量到航向线,由 $000^{\circ} \sim 360^{\circ}$,用 MC 表示,如图 1-13 中 $\angle N_M AC$ 。

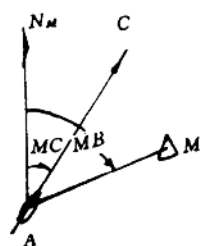


图 1-13

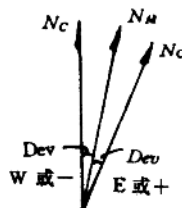


图 1-14

磁方位:磁北线与物标方位线之间的夹角,从磁北线开始,顺时针量到物标方位线,由 $000^{\circ} \sim 360^{\circ}$,用 MB 表示,如图 1-13 中 $\angle N_M AM$ 。

2. 磁罗经自差

(1)自差的产生

安装在船上的磁罗经,除受地磁作用外,还受船舶钢铁在地磁场中磁化后形成的磁场——船磁场的影响,以及磁罗经附近的电气设备形成电磁场的影响,致使磁罗经罗盘 0° 方向不指向磁北方向,而指向上述各磁场力的合力方向。该方向在地面真地平平面上的投影,称为罗北(N_C)。

磁北线与罗北线的夹角称为磁罗经自差,简称自差,用 Dev 或 δ 表示。它是以磁北为基准,向东向西计量的。当罗北偏在磁北之东称为东自差,用 E 或 $(+)$ 表示;当罗北偏在磁北之西时称为西自差,用 W 或 $(-)$ 表示,如图 1-14 所示。

(2)自差的变化

当船舶的航向不同时,由于船磁场力与地磁场力的相对关系不同,使罗经周围的合成磁场发生了变化,致使自差随航向的改变而改变。

当船舶修理后;船上装载带磁性的货物后;长期停泊装卸,或长期在一个固定航向上航行后;船磁都可能发生变化,自差亦随之改变。

(3)利用磁罗经自差表求取自差

船舶刚下水或大修过后,自差可能达到相当大的数值。自差太大,不仅使用不方便,而且使罗经不能稳定指向,因此必须进行消除自差的工作。但是,不可能把每个航向的自差都消除掉,还要通过测定和计算求出各个罗航向的剩余自差值,制成自差表,供航行时使用(关于自差的消除、测定将在《磁罗经自差校正》课程中讲述)。任何船舶都必须制作一个可靠的自差表或自差曲线。表 1-1 为某轮标准罗经自差表。

××轮标准罗经自差表

表 1-1

CC	Dev	CC	Dev	CC	Dev	CC	Dev
000°	+2.8	090°	-2.5	180°	-1.0	270°	+1.9
015°	+2.6	105°	-3.4	195°	+0.2	285°	+1.8

续表 1-1

CC	Dev	CC	Dev	CC	Dev	CC	Dev
030°	+2'0	120°	-3'9	210°	+1'2	300°	+1'9
045°	+1'2	135°	-3'8	225°	+1'8	315°	+2'0
060°	+0'1	150°	-3'1	240°	+1'9	330°	+2'3
075°	-1'2	165°	-2'2	255°	+2'0	345°	+2'6
090°	-2'5	180°	-1'0	270°	+1'9	360°	+2'8

求自差时,以罗航向 CC 为引数,在表中查找相应的自差值。已知真航向求罗航向时,应以罗航向的近似值磁航向代替罗航向来查取自差。当罗航向不是表列的罗航向时,应查取其相邻的罗航向的自差值再进行内插。自差的准确度计算到 0'1。

例 1: CC=153° 利用表 1-1 自差表,求自差。

解: $Dev = -3'1 + \frac{(-2'2) - (-3'1)}{15} \times 3 = -3'1 + 0'2 = -2'9 = 2'9W$

例 2: TC=147° Var=12°E 利用表 1-1 自差表,求自差。

解: 磁航向 MC=TC-Var=135°

以磁航向代替罗航向为引数查自差表 1-1 得

$$Dev = -3'8 = 3'8W$$

3. 罗经差

磁罗经差简称罗经差是真北线与罗北线的夹角,用 ΔC 表示。以真北为基准,向东、向西计量,当罗北偏在真北以东时是东罗经差,用 E 或 (+) 表示;当罗北偏在真北以西时称西罗经差,用 W 或 (-) 表示。

如图 1-15 所示,罗经差是磁差与自差的代数和,用公式表示其相互关系如下:

$$\Delta C = Var + Dev$$

例 1: 已知 Var=5'5W Dev=3'5E 求 ΔC

解: $\Delta C = Var + Dev = -5'5 + (+3'5) = -2'0 = 2'W$

例 2: 已知 Var=6'W Dev=2'W 求 ΔC

解: $\Delta C = Var + Dev = -6' + (-2') = -8' = 8'W$

4. 罗航向、罗方位

(1) 罗航向 罗北线与航向线之间的夹角,从罗北线开始,顺时针量到航向线,由 000°~360°,用 CC 表示,如图 1-16 中 $\angle N_c AC$ 。

(2) 罗方位 罗北线与物标方位线之间的夹角,从罗北线开始,顺时针量到物标方位线,由 000°~360°,用 CB 表示,如图 1-16 中 $\angle N_c AM$ 。

四、向位换算

向位换算是各种航向之间或各种方位之间互相变换的方法和过程。驾驶员在进行海图作业时,海图上画出的航向线和方位线都是以真北为基准计算的,即真向位;从罗经上读出的航向和测定物标的方位都是以罗北为基准的,即罗向位,所以在两者之间要进行换算。

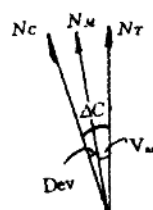


图 1-15



图 1-16

(一)由罗向位换算为真向位

真航向(TC)=罗航向(CC)+罗经差(ΔC)

罗经差(ΔC)=磁差(Var)+自差(Dev)

$TC = CC + Var + Dev$

真航向(TC)=陀罗航向(GC)+陀罗差(ΔG)

真方位(TB)=罗方位(CB)+罗经差(ΔC)

$= CB + Var + Dev$

真方位(TB)=陀罗方位(GB)+陀罗差(ΔG)

例1:1991年5月4日某船的罗航向 $CC=150^\circ$,测得某物标的罗方位 $CB=045^\circ$,求真航向 TC 和真方位 TB 。海图上该处磁差资料为:“西 $5^\circ 28.0(1981)$,年差 $+2.6$,自差按教材表1-1求之。

解:(1)求航行年份磁差

$$Var_{91} = 5^\circ 28.0' W + 2.6(1991 - 1981) = 5^\circ 54.0' W = 5.9' W$$

(2)求自差

由 $CC=150^\circ$ 查表1-1自差表得 $Dev=-3.1$

(3)求罗经差

$$\Delta C = Var + Dev = -5.9 + (-3.1) = -9.0 = 9' W$$

(4)求真航向和真方位

$$TC = CC + \Delta C = 150^\circ + (-9') = 141^\circ$$

$$TB = CB + \Delta C = 045^\circ + (-9') = 036^\circ$$

(二)由真向位换算为罗向位

由真向位换算为罗向位时,由于事先不知道罗航向 CC ,不能直接根据罗航向查自差表,通常要用磁航向代替罗航向查自差表。

罗航向(CC)=真航向(TC)-罗经差(ΔC)

罗经差(ΔC)=磁差(Var)+自差(Dev)

磁航向(MC)=真航向(TC)-磁差(Var)

陀罗航向(GC)=真航向(TC)-陀罗差(ΔG)

罗方位(CB)=真方位(TB)-罗经差(ΔC)

陀罗方位(GB)=真方位(TB)-陀罗差(ΔG)

例:1991年6月1日某轮真航向 $TC=070^\circ$,并拟以某物标真方位 $TB=160^\circ$ 时转向,求罗航向 CC 及转向时该物标的罗方位 CB 。海图上该处磁差资料为:西 $7^\circ 15'$ (1980)年差 $-3'$ 。自差按教材表1-1求得。

解:(1)求磁差

$$Var_{91} = 7^\circ 15' W + (-3')(1991 - 1980) = 6^\circ 42' W = 6.7' W$$

(2)求自差

$$\text{先求出 } MC = TC - Var = 070^\circ - (-6.7') = 076.7'$$

以 $MC=076.7'$ 代替 CC 查自差表得 $Dev=-1.3$

(3)求罗经差

$$\Delta C = Var + Dev = -6.7 + (-1.3) = -8' = 8' W$$