



珠江水系航线培训系列教材

口 门 外 航 线

广东海事局组织编审

主 编 黄勇亮

副主编 黎法明 郑又新

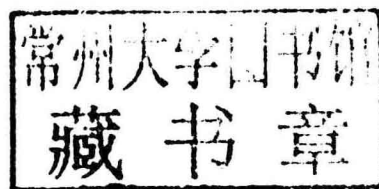
大连海事大学出版社

■ 珠江水系航线培训系列教材

口门外航线

广东海事局组织编审

主 编 黄勇亮
副主编 黎法明 郑又新



大连海事大学出版社

©黄勇亮 2012

图书在版编目(CIP)数据

口门外航线 / 黄勇亮主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2012. 12

珠江水系航线培训系列教材

ISBN 978-7-5632-2810-2

I. ①口… II. ①黄… III. ①珠江—航道—技术培训—教材 IV. ①U697.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 302502 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

大连住友彩色印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2012 年 12 月第 1 版

2012 年 12 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm

印张: 10.25

字数: 246 千

印数: 1 ~ 5100 册

责任编辑: 姜建军 华云鹏

版式设计: 孟 冀

封面设计: 王 艳

责任校对: 杨 森

ISBN 978-7-5632-2810-2

定价: 54.00 元

珠江水系航线培训系列教材

编审委员会名单

主任委员：林 浦

副主任委员：梁 军 李蕙兰 毛洪鑫

杨 晖 李金锡 庄庆生

委 员：李 侯 魏润佳 李汉生

郑彦雄 黄勇亮 叶 强

黎法明 关腾飞 刘观强

廖志伟 安 琪 官伟海

廖茂标 陈 导 陈海欧

林健辉 何伟雄(清远局)

吴雄辉 韩会民 欧阳江萍

王瑾辉 陈伟华 申如栋

林沛泉 黎光绍 李迪敏

王新辉 张国平 刘思坚

黄年优 吴伟彪 陈桂培

黄华生 郑又新 蔡奕波

前言

为了提高珠江船员的培训质量,提高船员的综合素质,保障船舶航行安全,促进珠江航运的健康发展,广东海事局组织了辖区有丰富经验的专家编写了珠江水系航线培训系列教材。

《口门外航线》是珠江水系航线培训系列教材之一。由广东交通职业技术学院黄勇亮任主编,拟定写作思路,制定编写大纲,组织材料并整理统稿。广东交通职业技术学院黎法明、郑又新担任副主编,协作组织、整理材料。中山港航集团蔡奕波船长,广东交通职业技术学院关腾飞、赖云灵、叶强等参与了编写工作。黄勇亮编写了第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章和第七章。黎法明参编了第四章、第五章。郑又新参编了第一章、第二章。关腾飞参编了第三章。赖云灵参编了第六章。叶强参编了第六章。蔡奕波参编了第七章。

本书在编写过程中得到了广东海事局和广东交通职业技术学院的大力支持。广东海事局船员处专门组织教材评审会,组织专家对教材进行评审,船员处梁军处长亲临会议并对教材的编写及使用提出了建设性的指导意见,韩会民高级工程师主持会议。在此,一并表示感谢。

由于编者水平所限,编写时间仓促,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2012年10月



目 录

第一章 航海基础知识	1
第一节 坐标、方向与距离	1
第二节 海图	12
第二章 航迹推算和陆标定位	20
第一节 航迹推算	20
第二节 船舶定位	22
第三章 海区助航标志	25
第一节 海区航道走向的原则及航道左右侧的确定	25
第二节 海标的类别、用途及其特征	25
第四章 海上避碰规则	34
第一节 船舶在任何能见度情况下的行动规则	34
第二节 船舶的号灯、号型和声响信号	39
第三节 船舶在互见中的避碰行动	56
第四节 各类船舶之间的避让责任	60
第五节 能见度不良时的避让行动原则	61
第六节 责任	61
第七节 沿海港口信号	63
第五章 珠江口航行规定	71
第一节 珠江口水域船舶定线制	71
第二节 珠江口水域船舶报告制	73
第三节 珠江口水域船舶安全航行规定	74
第四节 珠江口锚地安全管理规定	80
第六章 香港和澳门港章	83
第一节 香港港章	83
第二节 澳门港章	113
第七章 重点航段航行指南	125
第一节 内伶仃以北航段航行要领	125
第二节 内伶仃以南航段航行要领	127
第三节 东部口门航行要领	136
第四节 西部口门航行要领	140



口门外航线

第五节 南部口门航行要领·····	143
第六节 伶仃航道及附近航行要领·····	147
参考文献·····	156



第一章

航海基础知识

第一节 坐标、方向与距离

一、地理坐标

(一) 地球上的基本点、线、圈

1. 地轴 $P_N P_S$: 地球的自转轴。
2. 北极 N : 地轴与地球表面在北半球的交点。
3. 南极 S : 地轴与地球表面在南半球的交点。
4. 赤道平面: 通过地球球心且与地轴垂直的平面。

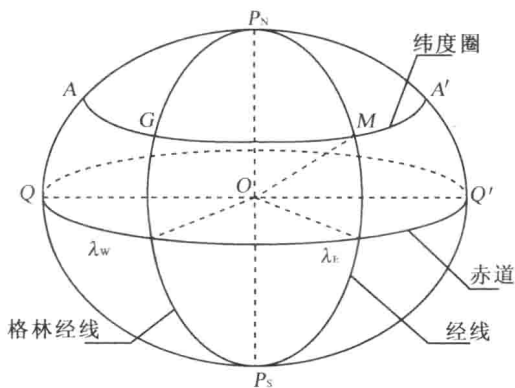


图 1-1-1 地球上的基本点、线、圈

5. 赤道 QQ' : 赤道平面与地球表面相交的截痕。赤道将地球分为南北两个半球。
6. 纬度圈 AA' : 任何一个与赤道圈平行的平面都称纬度圈平面, 它与地表面相交的截痕, 称为纬度圈。
7. 子午圈 $P_N Q P_S Q'$: 通过地轴的任何一个平面是子午圈平面, 它与地表面相交的截痕, 称为子午圈。
8. 子午线(经线) $P_N Q P_S$ 、 $P_N Q' P_S$: 由北半球到南半球的半个子午圈称为子午线(经线)。
9. 格林子午线或格林经线 $P_N G P_S$: 通过英国格林尼治天文台子午仪的子午线称格林子午线或格林经线。



(二) 地理坐标

1. 地理坐标: 即地理经度和地理纬度, 地球表面上任何一点的位置都可用地理坐标来表示。

2. 地理经度: 简称经度。地面上某点的地理经度为格林经线与该点子午线在赤道上所夹的劣弧长, 用 λ 或 Long 表示。

3. 地理经度的度量方法: 自格林子午线起算, 向东或向西度量至某点子午线, 由 $0^\circ \sim 180^\circ$ 计量, 向东计量称为东经, 用 E 标示, 向西计量称为西经, 用 W 标示。

4. 地理纬度: 简称纬度。地球子午线上某点的法线与赤道面的夹角, 称为该点的地理纬度, 用 φ 或 Lat 表示。

5. 地理纬度的度量方法: 自赤道起算, 自北或南度量到该点的纬度圈, 由 $0^\circ \sim 90^\circ$ 计量。向北计量称为北纬, 用 N 标示, 向南计量称为南纬, 用 S 标示。

6. 同一纬度圈上各点的纬度相等, 同一经线上各点的经度相等。

(三) 经差和纬差

两地经度的代数差叫经差, 用符号 $D\lambda$ 表示; 两地纬度的代数差叫纬差, 用符号 $D\varphi$ 表示。如果起航点的地理坐标为 φ_1, λ_1 , 到达点的地理坐标为 φ_2, λ_2 , 那么它们的经差、纬差的计算公式为:

$$D\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \quad (1-1-1)$$

$$D\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 \quad (1-1-2)$$

计算式的符号规则: 经度 λ 东经为正(+), 西经为负(-); 纬度 φ 北纬为正(+), 南纬为负(-)。经差 $D\lambda$ 和纬差 $D\varphi$ 也都是有方向性的。按式(1-1-1)求得的经差为“+”时, 则称东经差, 说明到达点在起航点的东侧; 经差为“-”时, 则称西经差, 说明到达点在起航点的西侧。经差的范围为 $0^\circ \sim 180^\circ$, 当按公式计算所得的经差值大于 180° 时, 则应该用 360° 减之, 且方向与初次计算的方向相反。

按式(1-1-2)求得的纬差为“+”时, 则为北纬差, 说明到达点在起航点的北侧; 纬差为“-”时, 则为南纬差, 说明到达点在起航点的南侧。纬差的范围为 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

例 1: 某船由 $32^\circ 26' \text{N}, 122^\circ 06' \text{W}$ 航行至 $45^\circ 14' \text{N}, 96^\circ 04' \text{W}$, 求两地的经差和纬差。

解:

φ_2	$45^\circ 14' \text{N}(+)$	λ_2	$96^\circ 04' \text{W}(-)$
-) φ_1	$32^\circ 26' \text{N}(+)$	-) λ_1	$122^\circ 06' \text{W}(-)$
$D\varphi$		$D\lambda$	$26^\circ 02' \text{E}(+)$

例 2: 某船由 $24^\circ 38' \text{S}, 150^\circ 42' \text{E}$ 航行至 $12^\circ 44' \text{N}, 176^\circ 12' \text{W}$, 求两地间纬差和经差。

解:

φ_2	$12^\circ 44' \text{N}(+)$	λ_2	$176^\circ 12' \text{W}(-)$
-) φ_1	$24^\circ 38' \text{S}(-)$	-) λ_1	$150^\circ 42' \text{E}(+)$
$D\varphi$		$D\lambda$	$326^\circ 54' \text{W}(-)$

即 $33^\circ 06' \text{E}(+)$

二、方向的确定和划分

航海上划分方向的方法有三种:



(一) 圆周法

以正北为方向基准 000° , 按顺时针方向计量到正东为 090° , 正南为 180° , 正西为 270° , 再计量到正北的 360° 或 000° 。

圆周法用三位数表示, 是航海上最常用表示方向的方法。

(二) 半圆法

以正北或正南方向为基准, 分别向东或向西计量到正南或正北, 计量范围 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。

以半圆法表示某方向时, 除度数外, 应标明起算点和计量方向。如 30°NE , 150°SE , 30°SW , 150°NW 。

(三) 罗经点法

罗经点法以北、东、南、西 4 个基本方向为基点, 将平分相邻基点之间的方向点称为隅点, 即东北(NE)、东南(SE)、西南(SW)、西北(NW) 4 个方向。平分相邻基点和隅点的方向点称为三字点, 其名称为基点名称之后加上隅点名称, 即北北东(NNE)、东北东(ENE)、东南东(ESE)、南南东(SSE) 等 8 个方向, 再将平分相邻基点或隅点与三字点之间的 16 个方向点称为偏点, 其名称由基点名称或隅点名称加上偏向的方向组成, 如北偏东(N/E)、东北偏北(NE/N)、东偏北(E/N)。这样, 4 个基点、4 个隅点、8 个三字点、16 个偏点, 共计 32 个方向点, 叫做 32 个罗经点。

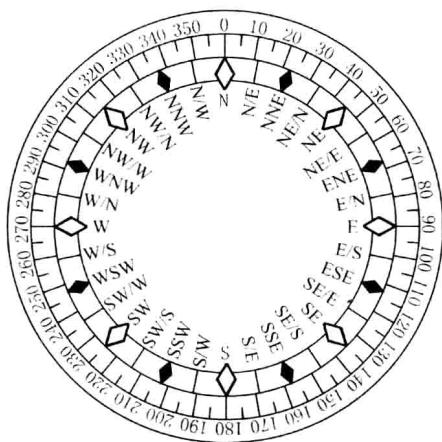


图 1-1-2 罗经点

(四) 三种方向的换算

1. 半圆法换算成圆周法

北东半圆(NE): 圆周度数 = 半圆度数

在南东半圆(SE): 圆周度数 = $180^\circ - \text{半圆度数}$

在南西半圆(SW): 圆周度数 = $180^\circ + \text{半圆度数}$

在北西半圆(NW): 圆周度数 = $360^\circ - \text{半圆度数}$

2. 罗经点法换算成圆周法

相邻两罗经点之间的角度为 $11^\circ.25$, 因此, 某个罗经点方向对应的圆周方向, 可根据该罗经点在罗经点法中的点数乘以 $11^\circ.25$ 。

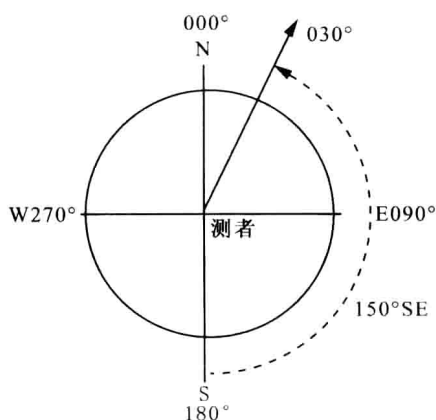


图 1-1-3 半圆法换算成圆周法

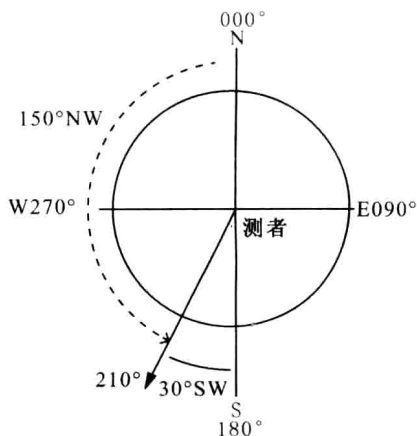


图 1-1-4 罗经点法换算成圆周法

三、航向、方位与舷角

(一) 航向

1. 航向线

船舶首尾线向船首方向的延长线,叫做航向线。

2. 真航向

从真北方向 N 线沿顺时针方向到航向线之间的夹角,代号 TC。真航向用圆周法表示。

3. 船首向

船首是船舶某一瞬间的船首方向。它常用于船舶在航道中航行、港内操纵或锚泊时表示船首方向,代号为 Hdg。

(二) 方位与舷角

1. 方位线

船舶和物标的连线称为物标方位线,代号 BL。

2. 真方位

自正北方向线顺时针方向计量到物标方位线的角度,称为船舶的真方位,计量范围从 $000^\circ \sim 360^\circ$,代号 TB。

3. 舷角

从航向线到物标方位线之间的夹角,称为物标的舷角或相对方位。舷角以航向线为基准,按顺时针方向计量到物标方位线,计量范围从 $000^\circ \sim 360^\circ$,始终用三位数表示,代号为 Q;或以船首向为基准,分别向右或向左计量到物标方位线,计量范围从 $0^\circ \sim 180^\circ$,向左计量为左舷角 $Q_{\text{左}}$,向右计量为右舷角 $Q_{\text{右}}$ 。

当物标处于舷角 $Q=090^\circ$ 或 $Q_{\text{右}}=90^\circ$ 时,叫做物标右正横;而当物标处于 $Q=270^\circ$ 或 $Q_{\text{左}}=90^\circ$ 时,叫做物标左正横。它们总称为物标正横。

(三) 航向、方位与舷角之间的关系

$$\text{真方位 } TB = \text{真航向 } TC + \text{舷角 } Q \begin{cases} Q_{\text{右}} \text{ 为 } (+) \\ Q_{\text{左}} \text{ 为 } (-) \end{cases}$$

如计算所得的真方位值大于 360° 或小于 0° ,则应分别减去或加上 360° 。

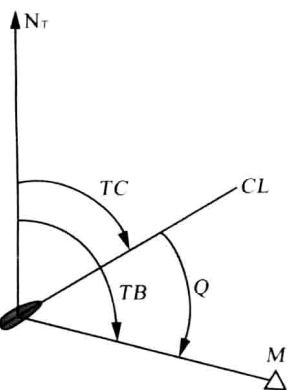


图 1-1-5 方位与舷角

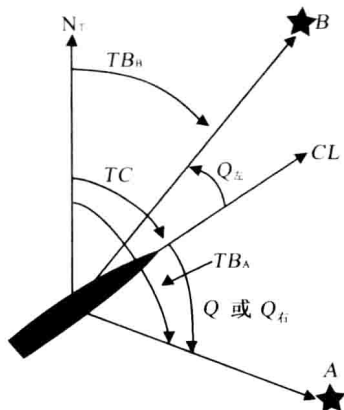


图 1-1-6 航向、方位与舷角之间的关系

(四) 向位的测定与换算

航海上测定航向和方位的仪器是罗经,目前海船上配备的罗经有陀螺罗经和磁罗经。

罗经均有与指向部分同步转动的 $0^\circ \sim 360^\circ$ 的刻度盘(见图 1-1-7),可以通过刻度盘读取船舶航向和被观测物标的方位。但是由于罗经刻度盘的 0° 一般并不指向真北方向(N_T)。因此,在罗经刻度盘上读得的航向和方位也不是真航向和真方位。从磁罗经刻度盘上读得的航向和方位叫做罗航向(CC)和罗方位(CB),从陀螺罗经刻度盘上读得的航向和方位叫做陀螺航向(GC)和陀螺方位(GB)。它们统称为罗经向位。

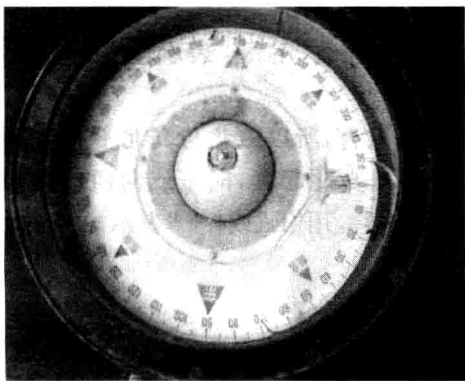


图 1-1-7 罗经刻度盘

1. 陀螺差及向位测定

(1) 陀螺罗经

陀螺罗经俗称电罗经,它是利用高速旋转的陀螺仪,在受到适当的阻尼作用后,能迫使其旋转轴保持在子午圈平面内的原理而制成的。

(2) 陀螺罗经北

陀螺罗经所指的北叫陀螺罗经北(罗经刻度盘的 0°),简称陀螺北,代号 N_G 。

(3) 陀螺罗经差

陀螺北有可能不指向真北,陀螺北偏离真北的角度,叫做陀螺罗经差,简称陀螺差,代号 ΔG 。当陀螺罗经北偏在真北之东时,叫做东陀螺差,用“E”或“+”表示。例如: $\Delta G = 2^\circ.0$ E或 $\Delta G = +2^\circ.0$;当陀螺罗经北偏在真北之西时,叫做西陀螺差,用“W”或“-”表示。



例如: $\Delta G = 2^\circ.0W$ 或 $\Delta G = -2^\circ.0$ 。

(4) 陀螺罗经

① 陀螺罗经航向。船舶航行时,从陀螺罗经北方向线(罗经刻度盘的 0°)顺时针到航向线(罗经的船首基准线)之间的夹角,叫做船舶的陀螺罗经航向,简称陀螺罗经航向,代号 GC 。它用圆周法表示。

② 陀螺罗经方位。从陀螺罗经北方向线顺时针方向到物标方位线之间的夹角,叫做该物标的陀螺罗经方位,简称陀螺罗经方位,代号 GB 。它用圆周法表示。图 1-1-8 中,物标 A 的陀螺罗经方位 $GB = 125^\circ.0$ 。

(5) 陀螺罗经位(GC 、 GB)与真方位(TC 、 TB)之间的换算关系

$$\begin{cases} TC = GC + \Delta G \\ TB = GB + \Delta G \end{cases}$$

而

$$\begin{cases} GC = TC - \Delta G \\ GB = TB - \Delta G \end{cases}$$

2. 磁罗经及方位测定

(1) 磁罗经

磁罗经是利用水平面内自由转动的磁针在受到地磁力作用后,能稳定指向磁北的特性而制成的。

(2) 磁北

磁针的 N 端所指的方向,叫做磁北,用 N_M 表示。

(3) 磁差

由于地磁北极与地理北极不重合,所以磁北与真北不一致,磁北(N_M)偏离真北(N_T)的角度,叫做磁差,代号 Var 。磁差从真北起算,向东或向西计算到磁北,计量范围 $0^\circ \sim 180^\circ$ 。当磁北偏在真北之东时,叫做东磁差,用“E”或“+”表示。当磁北偏在真北之西时,叫做西磁差,用“W”或“-”表示。

(4) 磁航向

以磁北为 000° ,顺时针与航向线之间的夹角,叫做船舶的磁航向,代号 MC 。磁航向用圆周法表示。

(5) 磁方位

磁北顺时针与物标方位线之间的夹角,叫做物标的磁方位,代号 MB 。磁方位用圆周法表示。

(6) 磁方位与真方位的关系

如图 1-1-9 所示,船舶的真航向与磁航向间有关系式:

$$TC = MC + Var$$

物标的真方位与磁方位间有关系式:

$$TB = MB + Var$$

(7) 磁罗经自差

钢质船舶由于受到地磁场的磁化而带有磁性,它所产生的磁场叫做船磁。安装在钢质船上的磁罗经,除了受地磁作用外,同时还受到船磁的作用,使得磁罗经磁针的北端(罗经刻

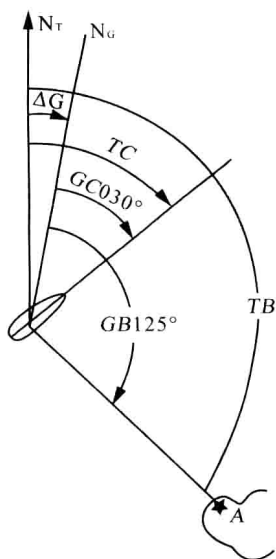


图 1-1-8 向位示意图



度盘的 0° 偏离磁北方向,指向地磁与船磁的合力方向上。这时候磁罗经所指的北,叫做磁罗经北(N_C),简称罗北。罗北偏离磁北(N_M)的角度,叫做磁罗经自差,简称自差,以缩写 Dev 或符号 δ 表示。自差是以磁北为基准,当罗北偏在磁北之东时,叫做东自差,用“E”或“+”表示;当罗北偏在磁北之西时,叫做西自差,用“W”或“-”表示(如图 1-1-10(a)所示)。

从罗北顺时针到航向线之间的角度,叫做船舶的磁罗经航向,简称罗航向,代号 CC 。罗航向用圆周法表示。

从罗北顺时针到方位线之间的角度,叫做物标的磁罗经方位,简称罗方位,代号 CB 。罗方位用圆周法表示。

船舶的磁航向 MC 与罗航向 CC 之间有关系式(如图 1-1-10(b)所示):

$$MC = CC + \delta$$

而

$$CC = MC - \delta$$

物标的磁方位 MB 与罗方位 CB 之间有关系式(如图 1-1-10(b)所示):

$$MB = CB + \delta$$

而

$$CB = MB - \delta$$

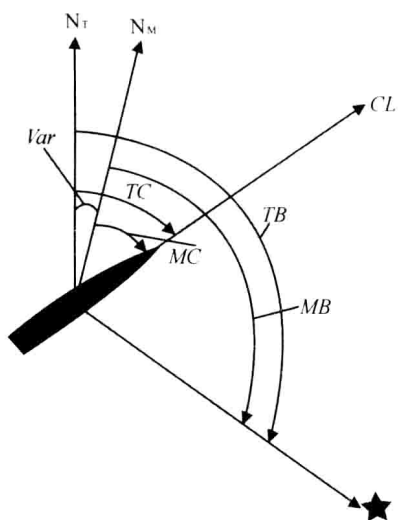
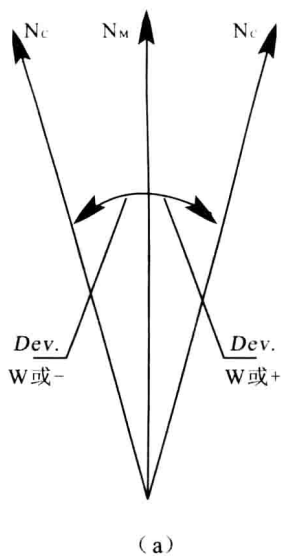
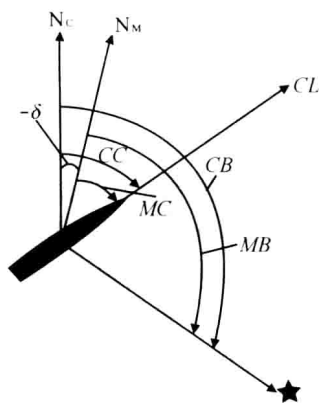


图 1-1-9 磁方位与真方位



(a)



(b)

图 1-1-10 自差及磁航向、罗航向

(8) 磁罗经差

磁罗经差是罗北(罗经刻度盘的 0°)偏离真北的角度,简称罗经差,代号 ΔC 。它可以用

磁差和自差的代数和计算,即:

$$\Delta C = Var + \delta$$

罗经差是以真北为基准,向东或向西,由 $0^\circ \sim 180^\circ$ 计算到罗北。罗北偏在真北之东时为东罗经差,用“E”或“+”表示;罗北偏在真北之西时为西罗经差,用“W”或“-”表示(如图 1-1-11 所示)。

磁罗经向位与真向位之间有换算公式(如图 1-1-12 所示):

$$\begin{cases} TC = CC + \Delta C \\ TB = CB + \Delta C \end{cases}$$

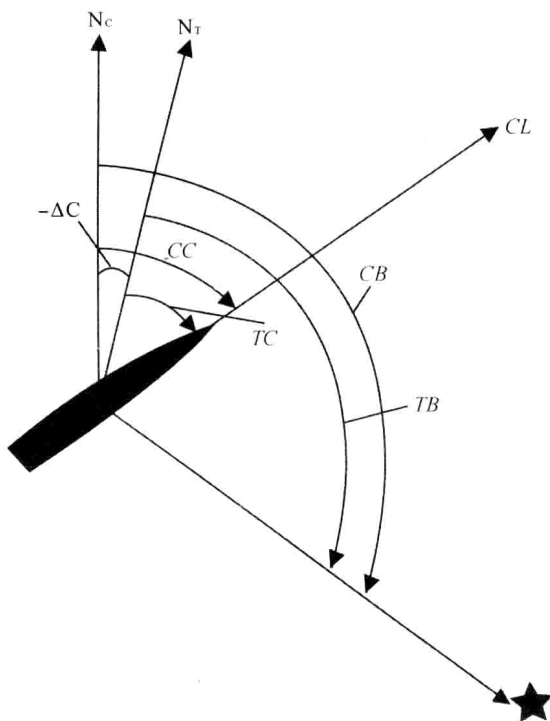


图 1-1-11 磁罗经向位与真向位

四、向位换算

航海上常常将看不见、摸不着的真航向和真方位(以真北为基准),用磁罗经(或陀螺罗经)去测定(以罗北为基准)后换算得到。又常常将海图上的真航向(以真北为基准)换算到可以用磁罗经或陀螺罗经执行的罗航向(以罗北为基准)。因此,航海上的这种不同基准北线之间的向位换算是经常性的工作,必须熟练掌握。

向位换算的方法有图解法和公式解析法两种。

(1) 图解法

首先应根据已知的 $\Delta C(\Delta G)$ 、 Var 和 δ 画出 N_T 、 N_m 和 $N_c(N_G)$ 等北线,或者根据已知的不同基准子午线的航向和方位反推出不同的 N_T 、 N_m 和 $N_c(N_G)$ 北线,再画出船首线 CL 和方位线,然后根据 N_T 、 N_m 和 $N_c(N_G)$ 到船首线和方位线的夹角,计算出各种航向和方位(如图 1-1-12 所示)。

(2) 公式计算法

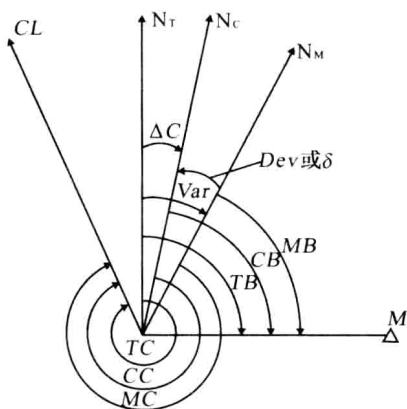


图 1-1-12 向位换算(图解法)

基本运算公式为:

$$TC = GC + \Delta G = CC + \Delta C = (CC + Dev) + Var = MC + Var$$

$$TB = GB + \Delta G = CB + \Delta C = (CB + Dev) + Var = MB + Var$$

$$MC = CC + Dev = TC - Var$$

$$MB = CB + Dev = TB - Var$$

$$\Delta C = Var + Dev$$

(3) 向位换算的步骤

① 从海图上查取航行海区的磁差资料, 求取该海区当年的磁差值 Var ;

② 按公式 $MC = TC - Var$ 求取磁航向 MC ;

③ 以 MC 代替 CC 为引数, 从磁罗经自差表中或自差曲线中查取该航向上的自差值 Dev ;

④ 按公式: $\Delta C = Var + Dev$ 求取罗经差 ΔC ;

⑤ 直接向位换算公式求解。

五、能见距离

(一) 航海上距离的单位

1. 海里

航海上度量距离的单位是海里(n mile), 它等于地球椭圆子午线上纬度 $1'$ 所对应的弧长。在航海实践中将 1 852 m 作为 1 n mile 的固定值, 习惯用“'”表示。

2. 其他长度单位

在航海工作中, 还可能会用到以下一些长度单位:

链(Cable): 一链等于十分之一海里, 约为 185 m。

米(Meter): 国际通用长度单位, 航海上常用它表示高程和水深的单位。

(二) 能见距离

1. 测者能见地平距离

在海上, 测者到水天线的球面距离叫做测者能见地平距离。

$$D_e = 2.09\sqrt{e} \text{ (n mile)}$$

这里 D_e 单位为 n mile, 眼高 e 以米为单位。



2. 物标能见地平距离

假如将眼睛放在物标的顶端,则此时的测者能见地平距离,叫做物标能见地平距离。它也等于眼高为零的测者,在能见度良好的情况下,理论上能够看到高度为 H 的物标的最大距离。显然,物标能见地平距离 D_H 可以按下式计算:

$$D_H = 2.09\sqrt{H} \text{ (n mile)}$$

式中: H ——物标顶端离海平面的高度(m)。

3. 物标地理能见距离

对于眼高为 e (m)的测者,在理论上所能见到的高度为 H (m)的物标的最大距离,叫做物标地理能见距离。

物标地理能见距离 D_0 可由下式计算求得:

$$D_0 = D_e + D_H = 2.09(\sqrt{e} + \sqrt{H})$$

式中: D_0 ——物标地理能见距离(n mile);

e ——测者眼高(m);

H ——物标在海面上的高度(m)。

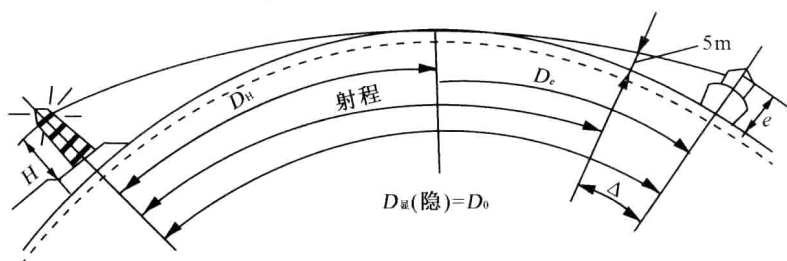


图 1-1-13 物标地理能见距离

(三) 灯标射程与能见距离

1. 灯标射程

中版海图和《航标表》中射程的定义为:晴天黑夜,当测者的眼高为 5 m 时,能够看到灯塔灯光的最大距离。

2. 灯塔灯光最大可见距离

中版资料中的灯塔灯光的最大可见距离:当测者眼高大于 5 m 时,强光灯的灯光理论最大可见距离等于该灯塔的地理能见距离 D_0 ,弱光灯的灯光最大可见距离等于射程。

六、航速、航程

(一) 基本概念

1. 船速

船速是船舶在无风流情况下单位时间内航行的距离,它的方向与真航向一致。

2. 航速

航海上,将船舶在风流影响后相对于海底的航行速度,叫做航速。

航行速度的单位是节(Knot,代号 kn),1 kn=1 n mile/h。

3. 航程

航程是船舶航行经过的距离。航程的计量单位是海里。航程也分为对水航程和对地航程(或推算航程或计划航程)。