

利用兩物標測定船位 和羅經修正量

鄭天金 編譯
李景森 校

人民交通出版社

本書系根据苏联远洋船长列斯柯夫 (М.М.лесков) 著的 [Определение Места Судна и Поправки Компаса по Двум Предметам] 一書編譯出來的。为了适应一般航海員参考，將原書有关数学部份改为图解說明，同时还刪去了次要的誤差討論。

本書是提出用兩物标測定船位和罗經修正量的新方法。主要叙述在兩物标測定船位中，如何发现所定船位的錯誤及所用的罗經修正量的誤差，从而求得真船位、准確的罗經修正量、真船速和計程儀的誤差等。最后总结出应用一非常簡便的图表，以便实际上測定船位。書中并举有一些实例。本書对于安全航行及分析船位的准確性將有所裨益。

利用兩物标測定船位和罗經修正量

鄔天金編譯 李景森校

*

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新华書店发行

公私合营慈成印刷工厂印刷

*

1958年6月北京第一版

1958年6月北京第一次印刷

开本：787×1092_{毫米}

印張：1 張 插頁 1 張

全書：30,000字

印数：1—830册

統一書号：15044·5134

定价(9)：0.16元

目 录

序 言

第一章 罗經修正量中有誤差 ε 时, 观测船位的曲綫

§ 1. 观测船位的曲綫..... 6

§ 2. 以兩物标測定船位发现罗經修正量的誤差的
实际可能性..... 7

第二章 以兩物标的方位測定罗經修正量, 眞船位, 航距和風流合压差

§ 1. 取兩個物标方位夾角相等的兩次方位測定罗經
修正量和眞船位..... 10

§ 2. 利用兩物标測定船的真速度和計程儀的誤差..... 16

§ 3. 用兩任意观测船位确定眞船位和罗經修正量..... 18

§ 4. 当風流合压差为未知时測定船位、罗經
修正量和眞速度..... 21

第三章 与罗經修正量無关, 用兩物标測定船位

§ 1. 量兩物标的极大夾角及其一物标的舷角以
測定船位..... 23

§ 2. 以兩次測量兩物标夾角与舷角測定船位..... 25

§ 3. 以兩物标借助于輔助点測定船位..... 27

§ 4. 用两个岸上物标以測定暫時浮标或标杆的
座标的問題..... 29

§ 5. 岸上有兩物标时測定迭标的眞方位..... 31

§ 6. 由測量角來測定船位的簡便图表..... 32

結 論

附 录

序 言

由于运输船舶载重量的增大，吃水和速度的增加，以及船舶根据工作图表进行工作等等原因而要求驾驶员要不断地提高航行的准确性。

在所发生的严重搁浅海损中，很大部份是由于没有正确检查主要航海仪器——罗经和计程仪——的工作情况，不大注意分析船舶航线的准确性，尤其是在海上测定船位时，没有对其可能误差进行分析。

增加海上测定船位准确性不仅可以检查推算的正确性，而且可由一系列的观测来确定船速、风流合压差和某些情况下的罗经修正量。

推算航迹中采用了不正确的罗经修正量就会影响到航行的准确性，它是与航程成比例地增加。因此有必要经常精确地检查罗经的工作情况并测定自差，特别应该注意磁纬度变化很大时，自差会改变的。假如在不好的天气中没有天体可供作测定罗经修正量时，则沿岸航行将感到非常困难。有些船上固然装有电罗经，但是它的修正量也并不是固定不变的，例如在高纬度时电罗经的修正量会变化于 $5 \sim 10^\circ$ 之间。

当以两个物标测定船位时，如果所采用的罗经修正量有误差时，则所得出的船位也就会有误差。

假设罗经修正量的误差为 δ ， A 和 B 两物标间的距离为 d ，两物标间的方位夹角为 ω (图 1)。从 $\triangle BM_1K_1$ 和 $\triangle AK_1B$ 的关系中，我们便可求得因罗经修正量的误差而造成船位发生误差 δ 的公式：

$$\frac{\delta}{\sin \varepsilon} = \frac{K_1 B}{\sin \alpha} = \frac{d}{\sin \omega}$$

$$\delta = \frac{d \sin \varepsilon}{\sin \omega} \quad (1)$$

由式(1)可知,在一定情况下, d 和 ε 是恒定的,因而,船位误差量 δ 是随着角 ω 的减小而增加的。

例如, $d = 5$ 哩, $\varepsilon = \pm 2^\circ.5$, 船位误差量 δ 列于表 1。

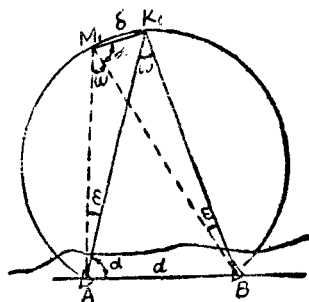


圖 1

表 1

ω	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	5°
		100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	175°
δ	2.2 鏈	2.3 鏈	2.4 鏈	2.6 鏈	3.0 鏈	3.5 鏈	4.5 鏈	6.5 鏈	14 鏈	28 鏈

实际中曾經迂到,以兩物标測定船位时,由于罗經修正量存在有誤差而发生了海損事故。

在图 2 中,船在 M_1 点想由淺灘 C 和海岸之間通过。由于罗經修正量存在有誤差 ε ,因此在 M_1 点取兩物标 A 和 B 的方位来定船位时所得到的是点 K_1 ,同样地在 M_2 和 M_3 所測得的船位也將誤認為是在 K_2 和 K_3 点,即船的实际航跡綫是在 $M_1 M_2 M_3$ 直綫上,由于罗經修正量有誤差,因而錯誤地以为所定的船位都在 $K_1 K_2 K_3$ 直綫上,最后,以为所測定船位是在 K_4 点,而实际上船是位在 M_4 点而且已进入淺灘 C 之內。

1951年秋季,“鮑曼”号輪船在苏联北部一河道中擱淺就是由于这个原因。“鮑曼”号在引港員引航下順着河道前駛,沒有引港員的“尼古拉依”号跟随它的后面。当时視綫有时被雪花遮蔽。选标 N (图 3)又被“尼古拉依”号烟囱挡住。“鮑曼”号引港員認

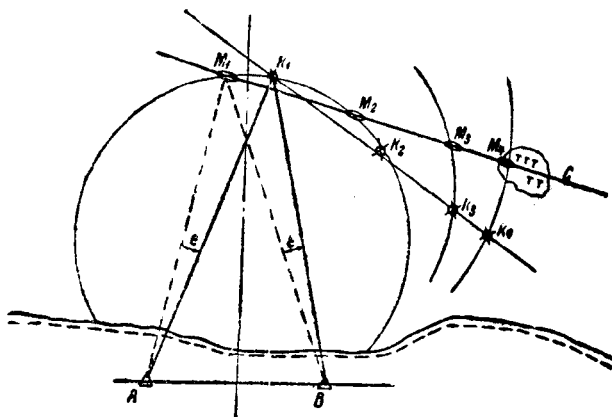


圖 2

为罗經修正量为 $+20^\circ$ ，命令按罗經航向 88° 行駛。以該航向航行丁將近一浬仍不能見到迭标，就以 A 和 B 兩物标的方位来測定船位并得出点 K_1 和 K_2 ，引港員和船長都坚信自己船位是在迭标線上，在不到一分鐘時間后船就在全速前进下擱了淺。

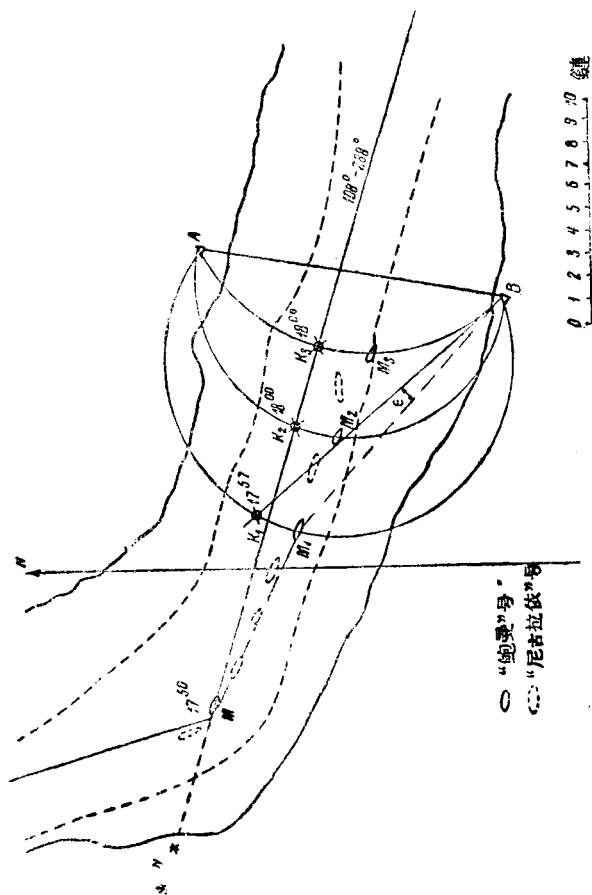
“尼古拉依”号来得及馬上向左轉舵才避免了这个事故。在船長的第一次报告中說擱淺后測兩物标 A 和 B 方位而得的擱淺船位是在点 K_3 。当天气轉好之后，再測定擱淺船位和罗經修正量 ($+27^\circ$) 乃得知：

1. 在 M 点沒有正确地估計到罗經修正量，而以 $+20^\circ$ 代替了 $+27^\circ$ ，“鮑曼”号船員和引港員所駛的真航向为 $115^\circ (88^\circ + 27^\circ)$ ，而不是 108° 。

2. 实际航跡是在 $MM_1M_2M_3$ 線上而不是在 $K_1K_2K_3$ 線上。

因此，罗經修正量的系統誤差会造成以兩物标所观测的船位的不准确。

圖 3 “鮑曼”潛艇



第一章 罗經修正量中有誤差 ε 时，观测船位的曲綫

§ 1. 观测船位的曲綫

在序言中我們已經証明过，当罗經修正量中有誤差 ε 时，以兩物标所測定出的船位与当时真正的船位之間存在有誤差量 $\delta = \frac{d \sin \varepsilon}{\sin \omega}$ 。若 d 与 ε 視为恆定的，則船位誤差量 δ 是随兩物标的方位夾角 ω 的减小而增加的。

根据上述結論，假定船是沿着与兩物标連綫 AB 相平行的航跡綫而航行，即沿图 4 中的 $M_1 M_2 \dots M_9$ 直綫航行，并在 M_1 、 M_2

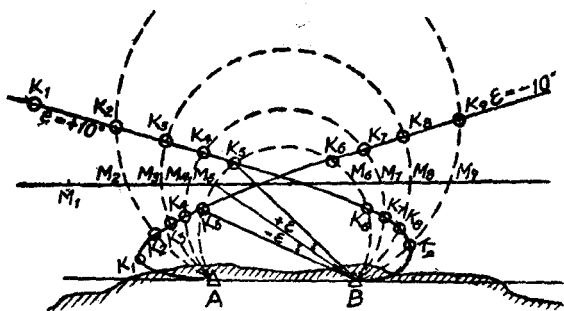


圖 4

……各点上以兩物标 A 和 B 連續定位，先后便得到各对应的观测船位点 K_1 、 K_2 …… K_9 。把 K_1 、 K_2 ……各点連起来就成为一拋物綫型的曲綫。

假定，船的航跡綫不是平行于基綫 AB ，而是相交成一角度 θ ，以物标 A 和 B 的連續观测船位点的連綫就成为双曲綫型的曲綫。双曲綫的曲率决定于 ε 和 θ （图 5）。

图 6 表示船的航跡綫是与基綫 AB 成垂直时的观测船位連綫。

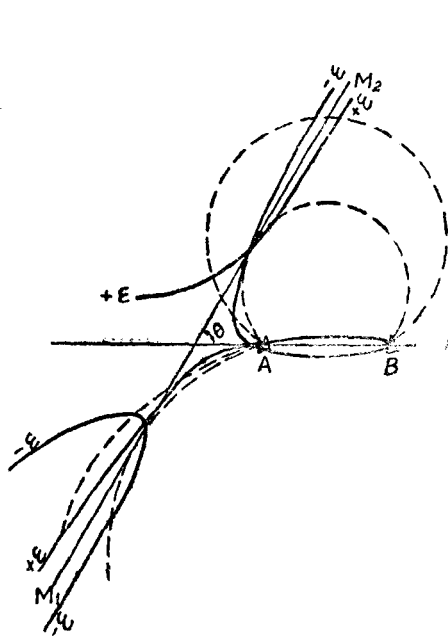


图 5

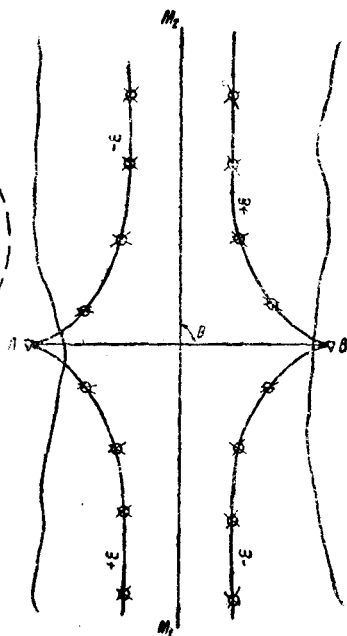


图 6

§ 2. 以兩物标测定船位发现罗經修正量的误差的实际可能性

上节指出，在一般情况下，采用罗經修正量有誤差的諸观测船位点的分布是一曲綫。因而，当发现一系列观测点所分布的是一条曲綫，則我們就可以作出結論，即所采用作为方位修正的罗經修正

量中是有誤差存在。此外，在实际中，在观测時間內風压差和流压差会作急剧的变化是极少見的。

图 7 表示以两个物标的方位作三次测定船位，并从第一观测点画出船的航跡綫。由于观测点的連綫不与航跡綫重合并且也不在一直綫上，这样就可以断定所采用的罗經修正量是有誤差的。

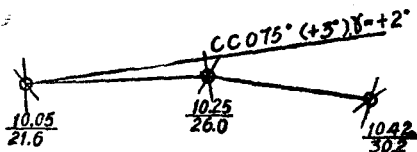


圖 7

假定，所采用的罗經修正量中沒有誤差，水流、风和計程仪示度的准确度都是恆定的話，观测点間的距离就應該与对应的時間間隔或計程仪示度成比例，而与上述因素无关，亦即应实现下列条件

$$\frac{S_{n_1}}{t_1} = \frac{S_{n_2}}{t_2} = \frac{S_{n_3}}{t_3} \dots\dots\dots \text{或} \frac{S_{n_1}}{S_{l_1}} = \frac{S_{n_2}}{S_{l_2}} = \frac{S_{n_3}}{S_{l_3}} \dots\dots\dots$$

式中：\$S_{n_1}\$, \$S_{n_2}\$, \$S_{n_3}\$ 是海图上各观测間的距离；

\$t_1\$, \$t_2\$, \$t_3\$ 是測定的時間間隔；

\$S_{l_1}\$, \$S_{l_2}\$, \$S_{l_3}\$ 是測定間的計程仪航程。

如果罗經修正量有誤差，在一般情况下，上述比例是不能实现的，因为所得的观测点間在海图上的距离不等于測定間的眞距离，所以比例就不是恆定的。

因此，若发现

$$\frac{S_{n_1}}{t_1} \neq \frac{S_{n_2}}{t_2} \neq \frac{S_{n_3}}{t_3} \quad \text{或} \quad \frac{S_{n_1}}{S_{l_1}} \neq \frac{S_{n_2}}{S_{l_2}} \neq \frac{S_{n_3}}{S_{l_3}},$$

就可以充分相信所采用的罗經修正量中存在着誤差。

图 8 表示以两个物标的方位作三次测定。为了檢查罗經修正量，从海图上量出各观测点間的距离 \$S_{n_1}=8.3\$ 浬，\$S_{n_2}=7.1\$ 浬。

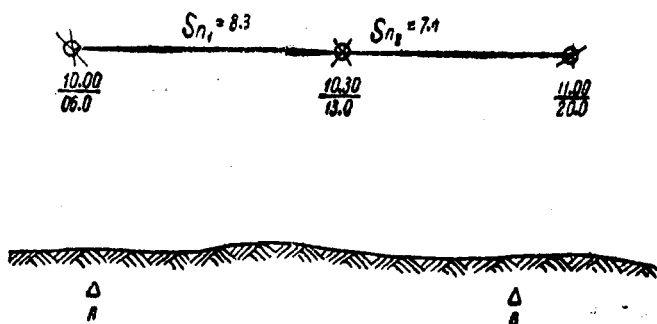


圖 8

計程儀相對应的航程为 $S_{11}=7.0$ 哩, $S_{12}=7.0$ 哩。

由于 $\frac{8.3}{7.0} \neq \frac{7.1}{7.0}$, 就可以断定采用作为方位修正的罗經修正量

是有誤差的。

在一个特殊情况下, 即船的航跡与兩物标之一的方位相重合时, $\frac{S_n}{t}$ 的比例將是恆定的, 这时要发现罗經修正量的誤差是不可能的。

实际上經常的情况都是在有一个物标差不多看不見的时候又馬上出現另一个物标, 这样就可以用第一个和第二个物标的方位作一系列的測定, 而后用第二个和第三个物标作一系列的測定。这就可以供航海員作为檢查罗經修正量之用(图9)。

由图知道, 以物标 A 和 B 的一系列測定所得的观测点 K_1, K_2, K_3, K_4 与以物标 B 和 C 的一系列測定所得的观测点 K_5, K_6, K_7 之間存在有不連續的跳躍点。

有这样不連續点的存在就肯定說明所采用的罗經修正量中有誤

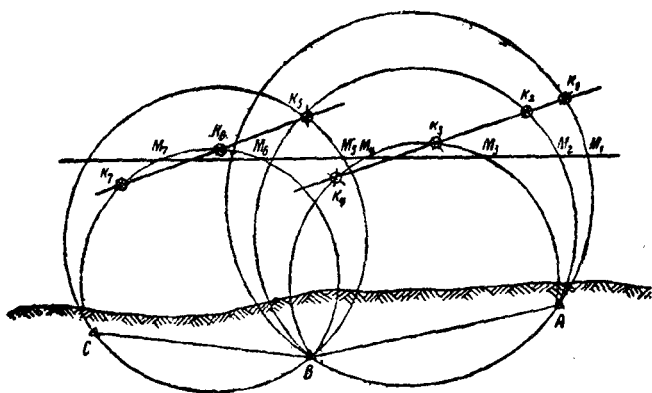


圖 9

差。航海員常把这样不連續点解釋为海图上物标位置定得不准确。在实际上不連續点的产生的大部份情况是由于罗經修正量中有誤差。

由上面所述可以肯定，仔細的全面的分析兩物标方位所得的观测点的分布，可以实际上給航海員确定所采用罗經修正量的計算是否正确。

第二章 以兩物标的方位測定罗經修正量， 眞船位，航距和風流合压差

§ 1. 取兩個物标方位夾角相等的兩次方位測定 罗經修正量和眞船位

一，风流合压差 r 等于零。

航行于平靜气候沒有明显的水流或水流方向与船航向相同的区域中，可以認定风流合压差等于零。

設船沿着 M_1M_2 航跡綫航行， M_1 和 M_2 兩點是某等方位夾角的兩真船位。如果羅經修正量中含有誤差 ε ，船在 M_1 點而根據定位却認為是在 K_1 點， M_2 點認為在 K_2 點（圖10）。在海圖上自 K_1 點画航綫 K_1M_2 （此航綫以後稱為移變航綫），它与真航綫 M_1M_2 的相差即為誤差 ε （圓周角對的弧為 M_2K_2 ）。例如航綫應為羅經航向 65° 。正確的羅經修正量為 $10^\circ E$ ，而在計算中羅經修正量却採用 $15^\circ E$ ，这样就使我們在海圖上画出航向 $65^\circ + 15^\circ = 80^\circ$ 來代替真正航向 $65^\circ + 10^\circ = 75^\circ$ 。

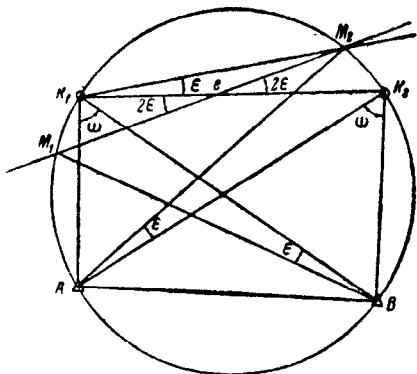


圖 10

由圖10知道， $\angle M_1BK_1$ 和 $\angle M_1M_2K_1$ 均為弧 M_1K_1 所度的圓周角，即

$$\angle M_1M_2K_1 = \angle M_1BK_1 = \varepsilon.$$

同時， $\angle M_2K_1K_2 = \angle M_2AK_2 = \varepsilon$ ，

$$\angle M_1eK_1 = \angle M_2eK_2 = 2\varepsilon.$$

因而，當所用羅經修正量有誤差，而方位的夾角又是相等的情況下，所測定出船位的兩點連綫 K_1K_2 與船航跡 M_1M_2 相交成一倍于羅經修正量誤差的角（ 2ε ），而與移變航綫相交成角 ε 。

因此，從海圖上第一觀測點量取兩觀測點連綫與海圖上所画的移變航綫間的角度即為羅經修正量的誤差 ε 。

如果第二個觀測點是在移變航綫的順時針向的一邊，則 ε 的符號則為正，在逆時針向一邊則為負。

正確的羅經修正量可以根據下式計算

$$\Delta C = \Delta C_{\text{誤}} - \varepsilon$$

式中 ΔC 表示正确的罗经修正量;

$\Delta C_{\text{誤}}$ 表示含有误差的罗经修正量。

罗经修正量确定之后, 经过重新绘画方位就很容易得到观测时刻的真船位。

举例:

$CC=80^\circ$ ($\Delta C_{\text{誤}}=3^\circ$), 在 1000 时取物标 A 和 B 的方位而得到点 K_1 (图 11)。计算方位夹角 ω 并由点 K_1 绘航线。当方位夹角再等于 ω 时, 重新再取物标 A 和 B 的方位并得到点 K_2 。由于点 K_2 不在所绘的航线上, 且风流合压差等于零, 因此可以肯定所采用的 $\Delta C_{\text{誤}}=+5^\circ$ 是有误差的。

为了确定误差, 将点 K_1 和 K_2 连成一线, 并从海图上取 K_1K_2 线与航线间的夹角, 例中此角为 10° 。由于点 K_2 是在移变航线的顺时针向的一边, 则罗经修正量的误差符号为正。

结果得到: $\varepsilon = +10^\circ$

$$\Delta C = +5^\circ - 10^\circ = -5^\circ$$

要检查所确定 ΔC 的准确性, 应视方位重新修正后所得到的 1015 的点 M_2 是否在移变航线上 (参看附录, 实例 1)。

二, 风流合压差 r 不等于零。

假定, 从海图上量取两观测点 K_1 和 K_2 的连线与含有风流合压差 r 的移变航向间的夹角, 若风流合压差 r 为已知, 就不难确定出 ε 角 (图 12)。如果绘航线时没有考虑到风流合压差 r , 那么这个量就包含在以此法所测定的罗经修正量中。

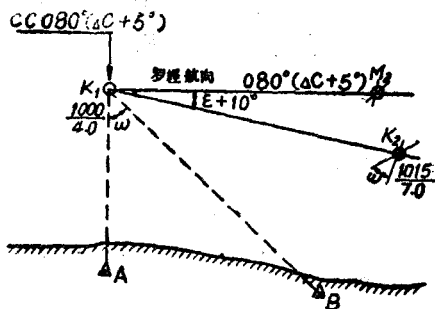


图 11

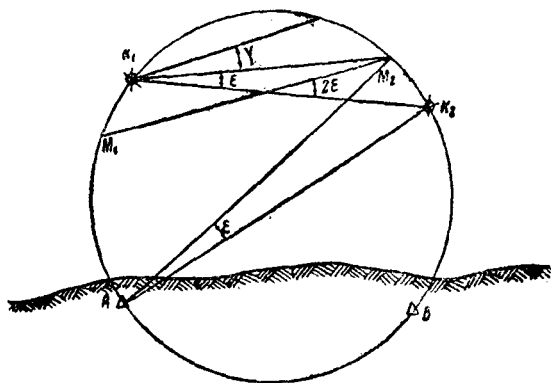


圖 12

在航海学中已知用一个物标可以得到相当准确的风流合压差。

选取一个在一舷的物标 A (图13)，船以匀速航行，经过任意时间间隔，对该物标取三次方位。观测第一个方位与第二个方位间的时间间隔为 t_1 ，第二个与第三个间的时间间隔为 t_2 。

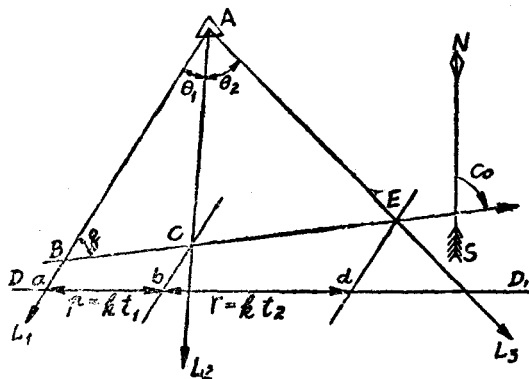


圖 13

在一張方格紙上选取一个方向定为真北方向，从 A 点画各次的真方位线 L_1, L_2 和 L_3 。作任意交于三方位线的一条直线 DD_1 。在 DD_1

綫上由 a 点起取与時間間隔成比例的兩段 $p=kt_1$ 及 $r=kt_2$, k 是任意选定的一个比例系数。通过綫段末端 b 和 d 点繪平行于第一方位綫的兩平行綫, 分別交第二方位綫和第三方位綫于 C 和 E 。將 C 和 E 兩点連成直綫, 即平行于航綫的一条直綫。在这图上量直綫 CE 的方向便得到航綫的方向。观测时方位夾角 θ_1 和 θ_2 应不少于 30° 。

由 $\triangle ABC$ 和 $\triangle ACE$ 中, 方位所經過的綫段为 $BC=k_1t_1$ 和 $CE=k_1t_2$, 这里的 k_1 是另一比例系数。因而

$$AC = \frac{k_1t_1\sin q}{\sin\theta_1} = \frac{k_1t_2\sin[180^\circ - (\theta_1 + \theta_2 + q)]}{\sin\theta_2} = \frac{k_1t_2\sin(\theta_1 + \theta_2 + q)}{\sin\theta_2}$$

$$\frac{\sin q}{\sin\theta_1} = \frac{t_2}{t_1} \cdot \frac{\sin(\theta_1 + \theta_2 + q)}{\sin\theta_2}。$$

以 τ 表示 $\frac{t_2}{t_1}$, 且

$$\sin(\theta_1 + \theta_2 + q) = \sin(\theta_1 + \theta_2)\cos q + \cos(\theta_1 + \theta_2)\sin q,$$

代入上式便得

$$t_g q = \frac{\tau \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \sin(\theta_1 + \theta_2)}{1 - \tau \frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2} \cos(\theta_1 + \theta_2)}$$

由該式知道, 右边部份与方位无关, 只关系到方位夾角, 所以角 q 与罗經修正量的誤差无关。

实际上可以在以兩物标測船位时順便对其一个物标进行三次方位观测并記下時間, 根据上述公式即可計算出航綫与第一次方位綫間的夾角 q 。

根据下式計算航綫方向:

$$TC = TB_1 \pm q$$

式中 TB_1 为第一次方位线的真方位。由于修正第一方位所用的罗经修正量中有误差，因此，所计算的航线方向中也含有罗经修正量的误差 ε 在内。

所计算的航线方向与海图上所画的移变航线方向间之角度就是风流合压差。用上述方法求风流合压差的优点在于不受罗经修正量的误差的影响。

因此，在有风流合压差时可用下列步骤求罗经修正量的误差。

(1) 用在正横附近的一个物标来测定与包含有罗经修正量误差的航迹向相平行的直线的方向。

(2) 以含有罗经修正量误差的两物标的方位，并使方位间的夹角为相等的条件下测定出两个点 K_1 和 K_2 。

(3) 从第一个所得的点 K_1 起，绘出在第(1)项中所得出的平行线。

(4) 将 K_1 和 K_2 点连成一直线，并从海图上量取此直线与平行于航线的平行线间的夹角，就是罗经修正量的误差 ε 。

(5) 按下列代数式计算罗经修正量：

$$\Delta C = \Delta C_{\text{誤}} - \varepsilon。$$

第(1)和第(2)项有时可以结合起来。

测定风流合压差的准确度会影响到用这个方法所测定的罗经修正量的准确度。实际上应该利用计秒表、较好的方位镜及采用大比例尺绘图，以一个物标的三次方位测定风流合压差的准确度，在正常情况下应达到 $\pm 0^\circ.5$ 。这样才可能得出准确度在 $\pm 1^\circ.0$ 左右的罗经修正量。

用这种方法测定罗经修正量在实际上不便乃是必需得出两个方位夹角相等的观测点。然而，要力求方位夹角绝对相等是没有必要的，只要大约能实现这个要求也就可以了。

如果要使测定 ε 的准确度在 $\pm 0^\circ.5$ ，则方位之间的夹角的出入