

# 航海術

熊德極編譯

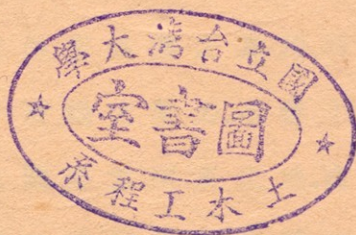
商務印書館發行

雜  
88

b21426892

# 航 海 術

熊德極編譯



1. 國商務印書館發行  
由國家圖書館數位化



530667

民國37.5.11

## 自序

硝烟弥漫。彈雨紛飛。有形之戰也。吾人猶可抵禦之。避免之。今有無形之戰焉。寓於人心。發於事業。所謂經濟侵略是也。列邦以吾國土地遼廓。物產豐富。無不饑鷹麟兔。飢虎逐鹿。載生材以去。造熟貨而來。漸次吸收利源。更進而操財政。吾人苟不速起抗拒之。則亡無日矣。抗拒之法爲何。卽以振興航業。挽回海權爲最要。夫國之有交通。猶人之有血脈也。血脈停頓。人必疾病。交通阻滯。國必貧弱。故運動以使血脈流通。人乃康健。舟車以使交通便利。國乃富強。近年來謀國之士。莫不亟亟以謀交通之便利。陸則建築軌道。水則擴張航路。顧地球上水多於陸。故航線較軌道爲尤亟。蓋航業之爲用。明爲交通媒介。暗則攻戰利器。一商輪之勢力。不啻十萬雄兵。凡商輪所達之區。卽其國勢力所及之地。商輪愈多。所得權利亦愈厚。故國之強弱。須隨商輪之多寡爲轉移。如英日兩邦。商輪較多。直可各執歐亞海權之牛耳。反觀我國。不獨無航行國外之船隻。卽國內者。亦寥若晨星。况駕駛人員。借重外人。是以航業公司所得權利。已無形中入於外人之手矣。因之海權旁落。國勢

日衰。殊可歎也。今國人漸已覺悟。知航業之興替。關於國勢之強弱。於是政府提倡於上。各輪船公司振興於下。依次設立航海專校。造就駕駛人才。以期挽既喪之海權。收已失之航業。蒸蒸日上。大有一日千里之勢。第以航業幼稚。關於航海之專書。苦無漢文善本。以資研究。而徒藉西文。不免有隔閡之弊。鄙人忝居航界。有鑒及此。不揣譎陋。將歐美著名航海著述。及歷來心得。譯成中文。以貢於海內學者。此爲初次出版。不免有所見未到之處。世有高明。尙祈匡我不逮。則幸甚焉。

民國十三年八月序於東瀛華甲舟次

## 例 言

1. 是書專供航海教本及航海者自修參考之用。
1. 是書注重大洋航海(Ocean Navigation)。凡關於航行應用之天文駕駛等。無不應有盡有。以臻完善。
1. 書中天文及駕駛之推測法則。層次清楚。舉例詳細。且中西互相對照。即無師長指導。自修亦可領悟。
1. 航海書籍。向無漢譯善本。是書對於各種專名。均審慎採譯。并附原名。便於檢查。
1. 是書初次出版。應有未完備之處。海內同志如加以校正。不勝歡迎之至。

# 航海術

## 目錄

第一章 航用儀器.....	1
(1) 總說.....	1
(2) 羅經儀.....	1
(3) 羅經儀之構造.....	2
(4) 自差修正法.....	4
(5) 方位儀.....	4
(6) 方位鏡.....	4
(7) 方位羅針盤.....	5
(8) 六分儀.....	6
(9) 六分儀之構造.....	6
(10) 分度弧之原理.....	8
(11) 六分儀修正法.....	9
(12) 六分儀收藏法.....	10
(13) 水銀盤.....	11
(14) 經線儀.....	12
(15) 經線儀之開法.....	12
(16) 經線儀收藏法.....	12
(17) 分度儀.....	12
(18) 計程儀.....	13
(19) 瓦克計程儀之構造.....	13
(20) 瓦克計程儀之用法.....	16
(21) 瓦克計程儀收藏法.....	16

(22) 扇形計程儀之構造 .....	16
(23) 扇形計程儀之用法 .....	17
(24) 測深儀 .....	17
(25) 淺水測深儀之構造 .....	17
(26) 淺水測深儀之用法 .....	19
(27) 深海測深儀 .....	19
(28) 深海測深儀之構造 .....	20
(29) 深海測深儀之用法 .....	20
(30) 深海測深儀收藏與用時之注意 .....	21
(31) 寒暑計 .....	21
(32) 空盒晴雨計 .....	22
(33) 颶風晴雨計 .....	22
(34) 颶風晴雨計之構造 .....	22
(35) 颶風觀測法 .....	24
(36) 佛尼愛氏定則 .....	25
(37) 船用風力計 .....	25
<b>第二章 駕駛推測 .....</b>	<b>28</b>
(38) 總說 .....	27
(39) 定義 .....	29
(40) 駕駛推測之初則 .....	32
(41) 改度爲湮法 .....	32
(42) 改湮爲度法 .....	34
(43) 知緯度之起點與到點求緯差法 .....	34
(44) 知緯差起點之緯度求到點之緯度法 .....	35
(45) 知經度之起點與到點求經差法 .....	36



(46) 知經差及起點之經度求到點之經度法	37
(47) 知緯度之起點與到點求中緯之法	38
(48) 知緯度之起點與到點求墨克特氏之緯差法	39
(49) 求羅經差法	39
(50) 知羅經方向,偏差,自差,風向,風壓差求真方向法	40
(51) 知真方向,偏差,自差,風向,風壓差求羅經方向法	41
(52) 平面駕駛法	41
(53) 曲線駕駛法	45
(54) 潮流駕駛法	48
(55) 平行駕駛法	59
(56) 中緯駕駛法	65
(57) 墨克特駕駛法	72
(58) 大圈駕駛法	80
(59) 混合駕駛法	84
(60) 航海日記計算法	89
(61) 計算之法則	92
第三章 天文推測	111
(62) 總說	111
(63) 天球	111
(64) 天象	111
(65) 天球上之點線	112

- (66) 諸 平 面 .....113
- (67) 高 度.....114
- (68) 器 差.....114
- (69) 眼 高 差 .....114
- (70) 半 徑 差 .....114
- (71) 折 光 差 .....115
- (72) 視 差.....115
- (73) 各 種 時 .....115
- (74) 時 差.....115
- (75) 時 角.....115
- (76) 極 角.....116
- (77) 天 象 方 位 角 .....116
- (78) 出 沒 方 位 角 .....116
- (79) 曙 光.....116
- (80) 航 海 表 .....116
- (81) 航 海 日 曆.....116
- (82) 常 用 時 與 天 文 時 之 互 算 法 .....119
- (83) 時 辰 與 弧 度 互 算 法.....120
- (84) 依 本 地 時 及 經 度 求 標 準 時 .....121
- (85) 依 本 地 平 時 及 標 準 時 求 經 度.....124
- (86) 依 標 準 時 及 經 度 求 本 地 平 時.....124
- (87) 求 日 之 赤 緯 法.....125
- (88) 求 時 差 法.....127
- (89) 真 時 與 平 時 .....128

- (90) 高度改正法 .....131
- (91) 求經線儀之日差法.....134
- (92) 依經線儀及其差求標準時法.....136
- (93) 求經線儀之差.....138
- (94) 求時計之差 .....145
- (95) 求月之赤經與赤緯差法.....147
- (96) 求月之半徑與視差法 .....148
- (97) 求月或星經過子午線上之時.....150
- (98) 求天象出沒之時間及曙光 .....156
- (99) 測日在上極子午線上之高度求緯度法  
.....165
- (100) 測日或恆星在下極子午線上之高度求  
緯度法 .....170
- (101) 測日或星將近子午線上之高度求緯度  
法 .....173
- (102) 測月在上極子午線上之高度求緯度法  
.....182
- (103) 測恆星在上極子午線上之高度求緯度  
法 .....188
- (104) 測行星在上極子午線上之高度求緯度  
法 .....191
- (105) 測極星之高度求緯度法.....194
- (106) 測日之高度及經線儀之差求經度法.....  
.....200
- (107) 測星之高度及經線儀之差求經度法.....  
.....212

- 
- (108) 測天象之兩高度求經緯度法.....221  
(109) 求羅經差法 .....246  
(110) 測日出沒之方位求自差法 .....246  
(111) 測日之高度求自差法 .....250  
(112) 測天象時辰方位求自差法 .....254

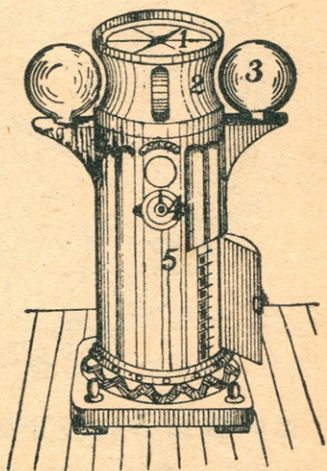
## 航海術

## 第一章 船用儀器

(1) 總說 船用儀器。乃航海學中以之測量船位，方向，氣象各種重要之儀器也。既為行船必需之物。吾人當知其構造用法，保存與修理諸端。不然。差之毫釐。謬以千里。孟子曰。工欲善其事。必先利其器。其斯之謂也。

(2) 羅經儀 (Compass) 羅經儀亦名羅針盤。為指示船舶方向，及測物體方位之用。乃航海者不可須臾離之器械也。其於測量，建築，荒漠旅行，以及戰爭等事。亦有莫大之用途。

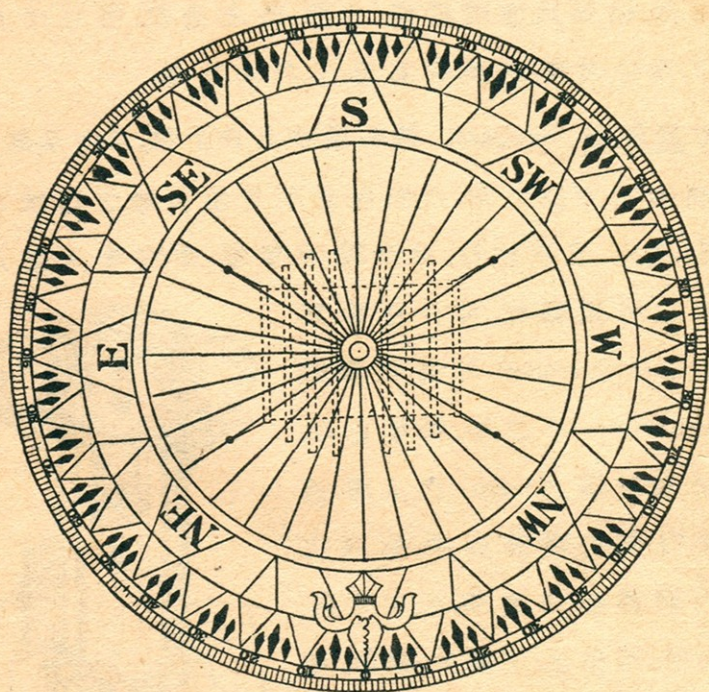
近世船舶所用羅經。可分標準羅經 (Standard Compass) 與駕駛羅經 (Steering Compass) 二種。標準羅經。多裝於駕駛橋 (Bridge) 之上層。因其感受四周之鐵器最少。故以之為船內諸羅經之標準。凡定方向。測方向等。均用之。至駕駛羅經。則裝置於舵輪 (Rudder Wheel) 之前。為舵手 (Quarter Master) 保持舵行方向之用。如下圖。表明羅經儀之全部。



1. 盤面 (Card)
2. 羅盤 (Bowl)
3. 調整球 (Soft Iron Balls)
4. 水平針 (Chinometer)
5. 盤櫃 (Innacle)

### (3) 羅經儀之構造

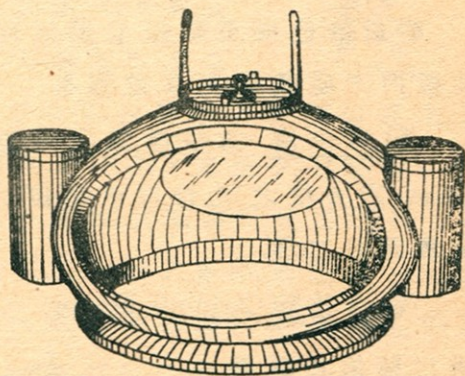
1. 盤面 (Card) 其構造可分兩種。一為黃銅 (Brass) 或紫銅 (Copper) 薄片所製。重 180 克許。背面有磁針 (Magnetic Needle) 四條。或八條。各針平行。相距等遠。最內二針長約七吋三。最外二針約五吋三。正面貼有厚紙。分圓周為東南西北四象限 (Quarters)。每象限又分九十度 (Degrees)。并八方位 (Points)。



他一種以有鑿素之紙片。作盤面之中心。及其外緣。以三十二根強韌絲線連之。外緣亦分為 360 度。因恐紙片受大氣。發生伸縮。以至方向有差。故各方位。須一一分開。盤面正中有軸帽 (Cap)。內嵌碧寶石。以便旋轉於軸針 (Pivot) 上。其背面亦有磁針四條或八條。

2. 羅盆 (Bowl) 爲盛盤面之銅盆。盆面直徑兩端。凸出兩樞。鑲諸銅環上。環之橫徑二端。亦有二樞。置諸架上。似此船雖擺動。盆面仍得常平。是謂常平架 (Gimbal)。盤面上有玻璃蓋 (Glass Cover)。乃以氣密釘著者。縱有濕氣。其裏面絕不生翳曇。前面正中畫有黑線一條。作爲基點 (Lubber's Point)。正對船首。且垂直於龍骨 (Keel)。若盤面遂透明體。電燈可裝於其下。不然。則須安於上。有種盤面爲瑛瑯質 (Enamel) 者。羅盤內可充以酒精。其震動可較爲沈靜。并可減輕軸針之磨擦。增加敏度之功用。

3. 盤櫃蓋 (Top of Binnacle) 乃保護羅盤之銅蓋。在夜間或天氣不佳時用之。後面有橢圓形之玻璃窗。人可自外觀其基點所指示之船首方向。蓋之左右兩側。各具油燈一。以備無電燈之船。或電燈損壞時之用。



4. 調整球 (Soft Iron Balls) 爲無磁氣軟鐵製成。載於盤櫃兩側突出之支腕上。能左右移動。以適當之距離。可調準磁針之象限自差 (Quadrantal Deviation)。其徑有過五方吋。例皆中空。而厚約一吋許。在櫃之前面正中。有一直豎之黃銅筒 (Brass Cylinder)。以供軟鐵圓棒 (Flinders Bar) 插入。亦爲調準磁針半圓自差之用者。

5. 盤櫃 (Binnacle) 爲羅盤之支柱。其上部中央有圓孔。

以小鍊吊一黃銅架。內有磁氣錚 (Magnetic Bar)。一以至七根。當改正半圓自差 (Correct the Semicircular Deviation) 時。則昇降之。

6. 水平針 (Chinometer) 位於盤櫃之中部。內有充酒精與設指針兩種。以檢羅盤之水平者也。

(4) 自差修正法 (Adjusting) 修正之法有四。

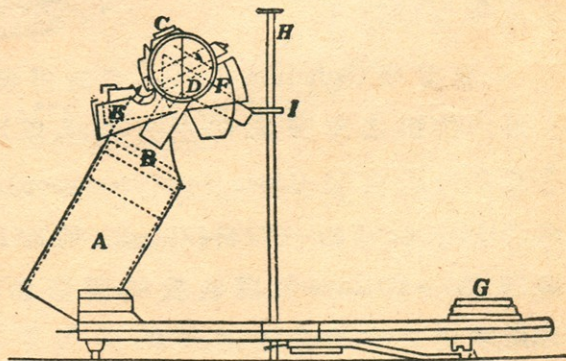
1. 自行檢驗法 (The Tentative Method)。
2. 測天氣或陸標法 (By the Aid of the Co-efficients)。
3. 用偏針儀法 (By the Vibrating Needle)。
4. 用傾船差法 (The Deflector)。

磁針既已修正準確。宜將鐵球固定。盤櫃鎖閉。以防觸動櫃內之磁氣錚。而生差謬也。

(5) 方位儀 方位儀為測天象 (Heavenly Bodies) 或陸標 (Aim) 諸方位之用。藉以求船位之器械也。分方位鏡與方位羅盤針二種。

(6) 方位鏡 (Azimuth Mirror) 下圖為方位鏡。其下有脚。

得以裝置於羅盤玻璃蓋上。A 為圓筒 (Tube)。B 為筒中之透鏡 (Lens)。C 為三稜鏡 (Prism)。平安於水平軸上。D 為旋轉輪。E 為

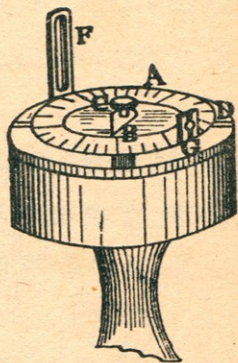


彩玻璃 (Coloured Shades) 之框。F 為架制 (Mounting Stopper)。

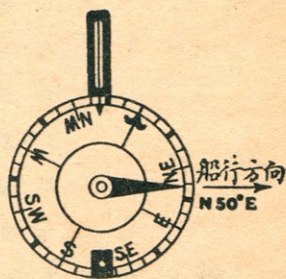


G 爲小圓形水準儀。以檢羅盤之水平者。H 爲晷針 (Shadow-pin)。測時將其插入 I 框。使垂直於羅盤玻璃蓋。再徐徐旋轉三稜鏡。使物體之像。反映於盤面上。吾人自透鏡中。觀其矢尖所指示之度數。即某物體之方向也。

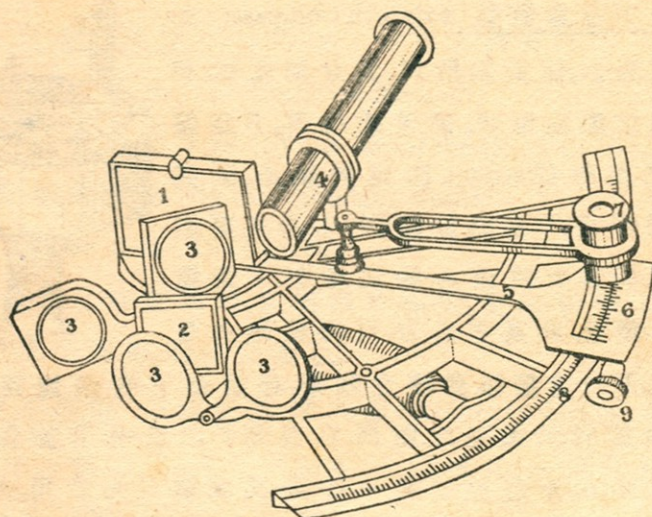
(7) 方位羅針盤 (Azimuth Compass) 如圖。A 爲盤面。係黃銅所製。其分刻度數。與羅經儀之盤面無異。惟乏磁性耳。B 爲盤面上之指針 (Needle)。固定於軸心。其尖端正對船首。C 爲螺旋帽 (Nut)。乃夾緊盤面之用。D 爲支盤面心軸之橫架。E 爲盤軸下之鐵錘。賴其重心力。可保盤面永呈水平狀。F, G 爲盤緣前後之銅架。在盤面下有銅條連之。故能自由旋轉於盤面之四周。在高架 F 之正中。有細線一根。架脚之外方。有紅色玻璃一長條。爲減弱日光之用。內方有小指針一。爲指示度數之用。低架 G 之正中。有微隙一條。其外方亦有紅色小圓玻璃一片。有種製造簡單者。可直接將此架裝置於羅盤玻璃蓋上。無須另設盤面。



假如今有某船向東北五十度航行。欲求其左舷 B 物之方位。先移轉盤面。使其東北五十度處。正對指針。然後將螺旋帽旋緊。使盤面固定。再由低架之微隙中。窺高架中心線。平分欲測之物而後止。在高架脚下指針所指示之度數。即該物對於某船之方位也。



(8) 六分儀 (Sextant) 六分儀亦名測天儀。因其弧爲全圓六分之一。故名。乃測天象之高度 (Altitude) 或兩物體間之度數之儀器也。測角至大祇能及120度。如下圖。乃表明六分儀之全部耳。



1. 動鏡 (Index Glass)
2. 固定鏡 (Fixed Glass)
3. 彩色鏡 (Coloured Shades)
4. 望遠鏡 (Telescope)
5. 半徑軸 (Radius Bar)
6. 游尺 (Vernier)
7. 放大鏡 (Magnifying Glass)
8. 分度弧 (Graduated Arc)
9. 正切螺旋 (Tangent Screw)

### (9) 六分儀之構造

1. 動鏡 (Movable Reflector or Index Glass) 爲一有水銀之

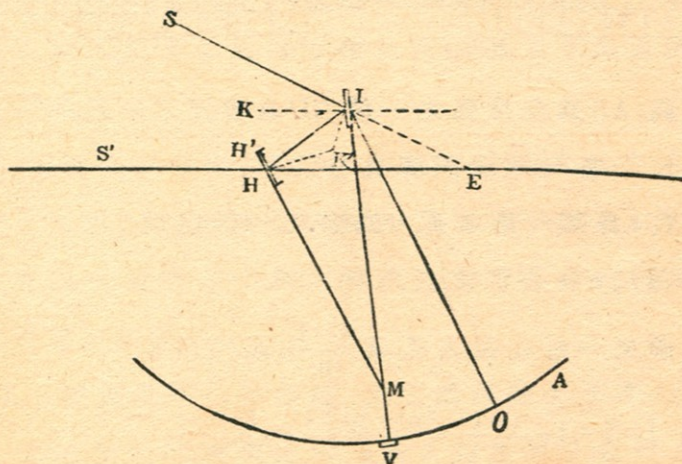
反射鏡。直定於儀面之半徑軸上。鏡可隨之左右轉動。

2. 固定鏡 (Fixed Reflector) 或稱水平鏡 (Horizon Glass)。直定於儀面之右邊。其上半為透明之玻璃。下半為有水銀之反射鏡。

3. 彩色鏡 (Coloured Shades) 分褐赤紅綠四色。在動鏡與固定鏡之前。各有該色玻璃四片。當測太陽時。以弱其強光者。

4. 望遠鏡 (Telescope) 有長筒，短筒，空筒，星鏡四種。長筒用於精測。短筒用於粗測。空筒用於測近距離之角度。星鏡用於夜間之觀測。在儀面之右邊。有銅環 (Collar)。專以安插望遠鏡者。

5. 半徑軸 (Radius Bar) 其上端以釘連於儀面。下端即為游尺 (Vernier)。與分度弧 (Graduated) 相依切。軸之中段。另有一裝置放大鏡 (Magnifying Glass) 之銅拐。該鏡專以放大分度弧及游尺之刻劃。以便觀覽較為清晰也。

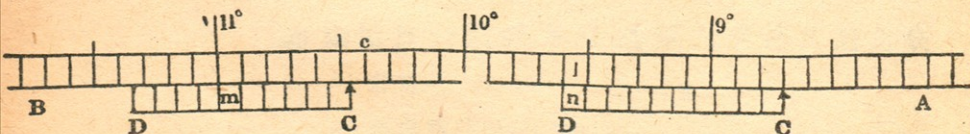


6. 正切螺旋 (Tangent Screw) 正切於分度弧上。為移動游尺之用。尺之下面有夾緊螺旋 (Clamp Screw) 一枚。為固定游尺之用。

(10) 分度弧之原理 自天象或物體 S 所來之影。映射於動鏡 I。復由 I 映射於水平鏡 H。再由 H 反射以達人目 E。於是 SE 與 HE 相交。成一  $\angle SEH$ 。該角即為所測得之高度。今若將游尺之矢。置於零度 O。則 I 鏡與 H 鏡平行。是則  $\angle SEH$  角為  $\angle MIO$  角 (即  $\widehat{OV}$  弧) 之二倍。茲證明於下。

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\angle SEH &= \frac{1}{2}(\angle SIH - \angle IHE) = \angle KIH - \angle IHK \\ &= (90^\circ - \angle HIM) - (90^\circ - \angle IHH') \\ &= \angle IHH' - \angle HIM = \angle IMH = \angle MIO\end{aligned}$$

$$\therefore \angle E = 2\angle MIO = 2\widehat{OV}$$



如圖。AB 為分度弧之一段。CD 為游尺之一段。

游尺十格。等於分度弧九格之長。

假設  $l$  為弧一格之長。 $n$  為游尺一格之數。

故游尺  $n$  格在弧之長為  $(n-1)l$ 。

即游尺一格在弧之長。為  $\frac{n-1}{n}l$ 。或代以  $V$ 。

$$\text{則 } 1 - V = 1 - \frac{n-1}{n}l = \frac{nl - nl + l}{n} = \frac{l}{n}.$$

游尺之一格。等於弧上  $\frac{1}{n}$ 。此名微數 (Smallest Reading)。

例如  $l=10'$ 。  $n=60$ 。 求其微數若干。

$$\text{即 } l - V = \frac{l}{n} = \frac{10'}{60} = 10'' \dots \dots \dots \text{微數。}$$

如上圖。游尺與弧上之線相對於 M。游尺之指矢  $\uparrow$  (Index) 對於 C 點之左方。故其度數為  $10^\circ.4 + C\uparrow$ 。

$$\begin{aligned} \therefore C\uparrow &= CM - M\uparrow = xl - x\frac{n-1}{n}l = xl\left(1 - \frac{n-1}{n}\right) \\ &= x \times \frac{1}{n} = x \times \text{微數。} \end{aligned}$$

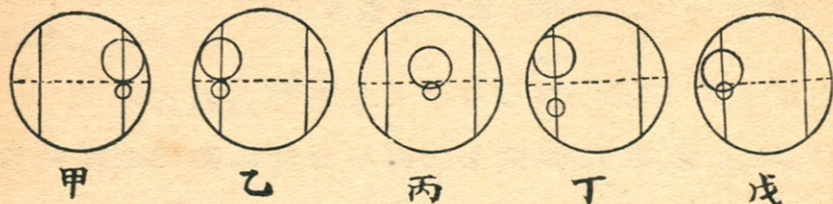
### (11) 六分儀修正法

1. 動鏡須垂直於儀面 先將游尺指矢置於分度儀弧上。儀面向上而水平持之。注視動鏡。斜視映弧及真弧。如兩者為一直線。則為垂直。不必矯正。苟若弧影比真弧低時。是則鏡傾於後方。此時須締緊其後面之螺旋而修正之。如弧影比真弧高。鏡必傾於前方。須放鬆螺旋。使真弧與弧影成一直線而後可。

2. 固定鏡須垂直於儀面 嵌望遠鏡於其銅環內。置游尺指矢於零度。由望遠鏡中窺之。見真水平線與其影相合為一直線。是鏡垂直。若為二線。其必向前後傾斜。可鬆緊後面之螺旋以矯正之。

3. 望遠鏡須平行於儀面 望遠鏡與儀面不平行。則所測角度。必生誤差。檢正之法。先嵌入望遠鏡。令鏡內之井字

形。其 = 字形細線。平行於儀面。擇相隔九十度以上之兩天象或物體。使其邊觸於最近儀面細線之中央點。如甲圖。然



後將儀少動。移於他一細線之中央。如乙圖。再移鏡如丙圖。使二象相重疊。則為平行。若如丁圖。是則望遠鏡前端傾於儀面。如戊圖。為後端傾斜。可伸縮銅環側方之小螺以矯正之。

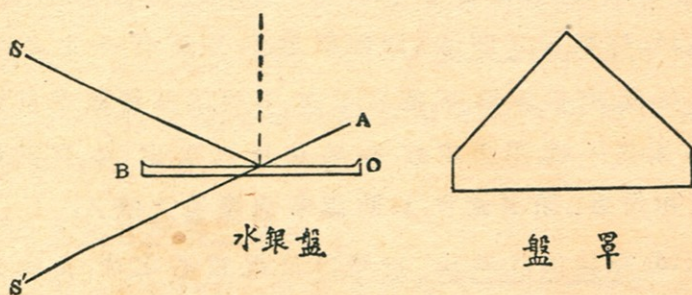
4. 動鏡須平行於固定鏡 先置游尺之指矢於零度。由望遠鏡中窺天象。若真像與像相合。又視水天交界處。見水平線與其影正合為一直線。是即兩線平行。不然。亦須伸縮固定鏡之平行調整螺而調整之。若相差甚少。以之為器差 (Index Error)。可加減於所測得之角度。故勿庸修正。

(12) 六分儀收藏法 取六分儀。須持其柄或框。不可觸弧與鏡部。凡各矯正螺旋。至不得已時。方可扭動。嵌卸望遠鏡時。須輕輕旋轉。免傷螺痕。至生視差 (Parallax)。測高度時。如象影光輝不齊。可伸縮望遠鏡銅環下之升降螺旋 (Up and Down Piece)。使光力等一。看度數時。眼須在劃度之直上。方無誤差。該儀不可曝於烈日中。用畢以柔革或絹巾輕拭之。水平鏡上之水銀。最易剝落。須防濕氣侵融。弧與游尺。苟有污翳。可以少量橄欖油或阿母尼亞水拭之。其裏面及正切夾緊二螺旋。須常加少量之油。使之滑動。六分儀放置匣內。必須固定。且宜乾燥。

(13) 水銀盤 (Mercury Basin) 水銀盤。又名人造地平儀 (Artificial Horizon)。分海用陸用兩種。海上用者。皆裝着於六分儀。爲當濃霧之際。或夜間水天交界不明晰時所用者。有 Hezzamith 及 Paget 人造地平儀兩種。陸上用者。爲普通水銀盤上。有屋頂形之玻璃罩。以防觀測時有風吹動水銀。或塵土之飛入。

以水銀盤及六分儀。如測太陽高度。太陽必映現於水銀盤及水平鏡。然使兩像之上邊互相觸接。則所測得者爲上邊高度  $\odot$ 。又下邊相觸。則測得者。爲太陽下邊之高度  $\ominus$ 。

若裝望遠鏡於六分儀。以測下邊高度時。太陽倒映於水銀盤。其映像與太陽上下邊相反。然自望遠鏡透視之。望遠鏡再將該映像倒轉。與太陽上下一致。又映現於水平鏡



之像。因動鏡之關係。不致倒映。祇因望遠鏡而倒轉其上下。此可知映於水平鏡之上邊。即太陽下邊。若使之與水銀盤映像下邊 (即太陽下邊) 相觸。當得下邊高度 (此時水銀面之映像在水銀鏡映像之上方)。依同理。水平鏡映像之下邊 (即太陽上邊)。與水銀面映像上邊相觸。則得上邊高度 (此時水銀面映像在水銀鏡映像下方)。

據上理而言。用望遠鏡測太陽下邊。爲兩倍之高度。則使映現於水平鏡之太陽上邊L。與映現於水銀面之太陽下邊E相觸可也。但在午前太陽漸升。L與E觸點。必暫相離。狀如  $\begin{array}{c} \uparrow \textcircled{1} \\ \downarrow \textcircled{2} \end{array}$  午後太陽漸降。L與E之觸點。必暫相疊。狀如

$\begin{array}{c} \textcircled{1} \\ \downarrow \\ \textcircled{2} \end{array}$ 。又測上邊高度則反之。使他兩邊相觸。午前爲相疊之狀。午後爲相離之狀。

(14) 經線儀 (Chronometer) 經線儀。乃一種構造精巧之時鐘。爲航海上修正時辰及觀象之重要儀器也。其內部之金屬彈機。對於溫度之高低。可自行膨脹收縮而調正。巨艦中須備有該儀三座。以其日差較少者爲標準儀。若只二座。則不能判別其何者爲差誤。

(15) 經線儀之開法 開經線儀。每日須有一定之時間。左手持儀。右手旋鑰。至捲若干次。須視儀面捲數指針爲標準。在末後一捲。用力須輕。捲畢將鑰匙取出(亦有種鑰匙與儀相連者)。閉其鑰孔。以防濕氣與塵埃之侵入。

(16) 經線儀收藏法 於船內最近重心之所。及搖動不甚。寒暑不烈。距發電機與磁氣較遠之處。置一內鋪軟絮之木箱。安經線儀於箱內。方無搖動與受磁電氣感應之患。若稍微搖動。其步軌生差。故平時最忌搬動。果欲搬運。先將其環架夾緊。將盒蓋好。徐徐提之以行。

(17) 分度儀 分度儀。有普通分度儀(Protractor)與三桿分度儀(Station Pointer)兩種。普通分度儀。又分半圓,全圓,



四分圓，矩形，及尺形諸種。總之，皆繪角或量角度之儀器也。而三桿分度儀，則專以測三物標間之兩夾角。而定船舶之位置。其構造爲一金屬圓規。附有三條尺狀之桿。中桿固定。不能移動。其左右二桿有游尺。可用正切與固定螺旋。使之移動或固定圓規上之角度。以中桿斜邊爲零點。向左右各分百八十度。

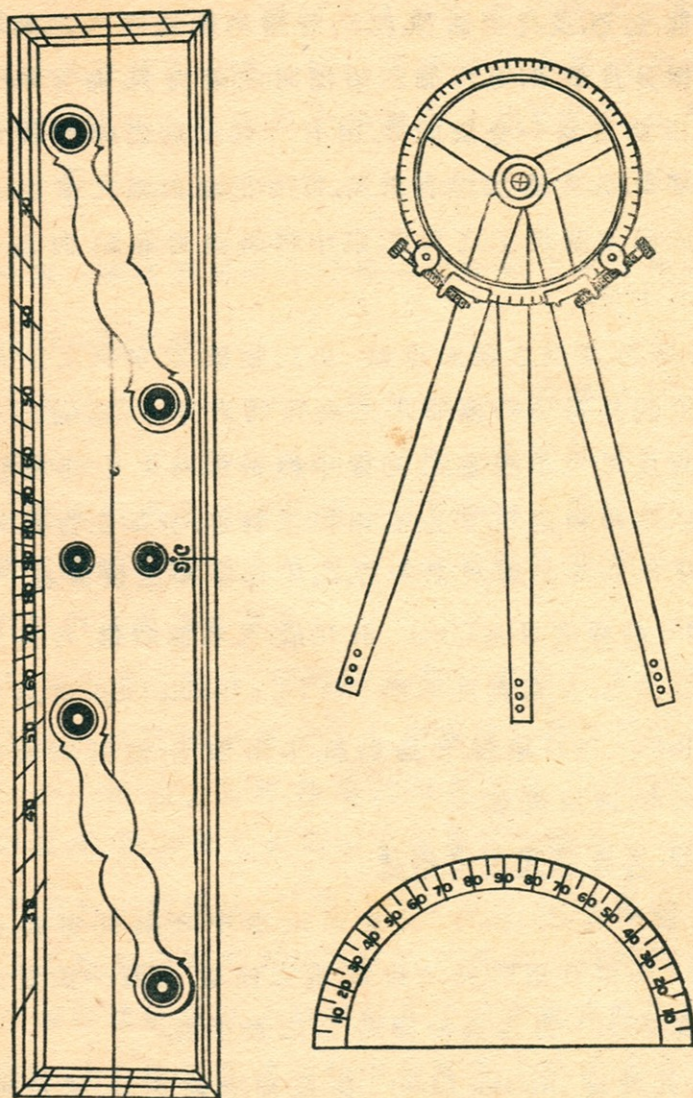
三桿分度儀之測船位法 由三物標。求本船之位置。先由方位儀測得三物標間之二夾角爲若干度。再將三桿亦依其角度之大小固定之。乃置中桿於海圖之中間物標上。然後徐徐移動圖規。使左右兩桿之斜邊。亦與各物標相合。以鉛筆記細點於圖規之中心。該點即本船之位置也。

(18) 計程儀 (Log Line) 計程儀。又名測程儀。乃計算航程之器具也。有瓦克計程儀 (Walker's Patent Log) 與扇形計算儀 (Sector Log) 兩種。普通船舶。多用前者。至帆船與速力較緩之船。則用後者。

### (19) 瓦克計程儀之構造

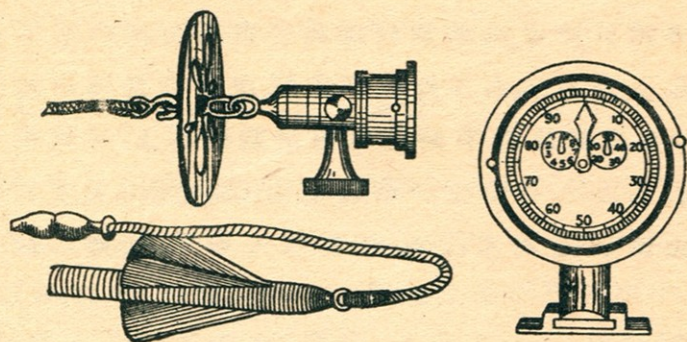
1. 旋轉器 (Rotator) 乃旋轉於水中之銅質螺旋。長約呎餘。上端繫有兩呎長之短索。索之他端。又繫一銅質之卵形空筒 (Shell)。當投旋轉器時。以之握手者。

2. 旋轉繩 (Rotator Line) 係蔴棉合織而成。質軟而堅。粗遜小指。長約四十拓 (六英尺爲一拓 Fathom)。其下端連於卵形空筒。上端有銅鈎。鈎於指程表後部之銅環內。距鈎二呎處。有小鐵輪一。以助繩之旋轉力。



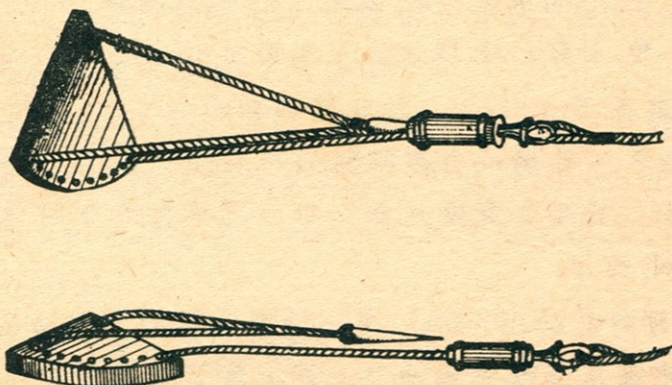
3. 指程表 (Register) 有支腕。能嵌定於表座上。後方有眼環之旋桿。以傳達旋轉繩之運動於內部齒輪上。常以船舶速力之不同。故指程表亦分三種。

(a) Cherub Log 用於每小時行十浬以下之船。表面有大小二指針。大針一周表示一百浬。小針一周表示一浬。每轉六分之一浬。則鐘自擊一聲。



(b) Cherubal Log 與上種無大差異。惟不鳴鐘耳。在十浬以上之船多用之。

(c) Neptune Log 在十浬以上之船則用之。表面有大小三針。大針一周表百浬。小針一周表五百浬。他一小針表一浬。



4. 表座 (Shal) 爲一銅質蹄鐵形之座。固定於船尾或舷側。以安指程表者。

(20) 瓦克計程儀之用法 凡在內河或沿海岸航行。有陸地爲標識。無用計程儀之必要。故須於四望無涯水天一色時方用之。用時先將指程表嵌入表座內。啟開表面之玻璃蓋。撥各指針於零點。將旋轉繩鈎於指程表後之銅環內。將繩理順。握於左手。右手持卵形空筒。用力投旋轉器於海中。隨將左手之繩放出。有時海草附於旋轉器上。爲轉動之障礙。須收入去之。并時常加草蓆子油 (Castor Oil) 於各油孔。當船停止或後退及入港前。必須收入船中。免爲推進器擊斷。

(21) 瓦克計程儀收藏法 旋轉器使用後。以清水洗淨。再抹以油。免其生銹。旋轉繩亦須以淡水洗淨。晒乾理順備用。指程表可常分解拭淨。

### (22) 扇形計程儀之構造

1. 扇形板 (Log Ship) 爲扇形之木板。其弧部有溝隙。可填鉛其中。三隅繫有腳線。弧邊二根。連於遊線 (Stray Line)。頂上一根。末有木栓。以爲插入木管之用。

2. 遊線 (Stray Line) 爲計程儀線 (Log Line) 之外端。於當全船之長處。結一白布符號。自此再分三節。第一節有革皮結。第二節有二蓆線結。第三節有三蓆線結。平時捲於絡車 (Reel) 備用。

3. 沙時計 (Sand Glass) 爲一鼓形之器。有細沙盛於玻璃管內。若將其倒轉。則細沙自上端流落下端。以計秒時。普通有十四秒 (Short Glass) 及廿八秒 (Long Glass) 兩種。在速率大之船舶。多用十四秒者。

計程儀線各節長之算法。乃依沙時計之秒時。與一時間之比。以一海里乘得者而定之。(一海里等於6080呎。一小時等於3600分。)

$$\text{對於十四秒沙時計一節之呎數} \frac{14 \times 6080}{3600} = 23.64 \text{ 呎}$$

$$\text{對於廿八秒沙時計一節之呎數} \frac{28 \times 6080}{3600} = 47.29 \text{ 呎}$$

(23) 扇形計程儀之用法 測時須三人行之。先將腳線所繫之木栓插入木管中。一人持沙時計。一人高舉絡車。一人持遊線。口呼「預備」(Ready)。即遠投扇形板於水中。徐徐放出遊線。及至遊線符(白旗布)通過手中時。即呼「倒轉」(Turn)。此時持沙時計者。急將沙時計倒轉。待砂落盡。立呼「停止」(Stop)。放線者隨即止住線之走出。檢查其長度。即可測得船之速力也。

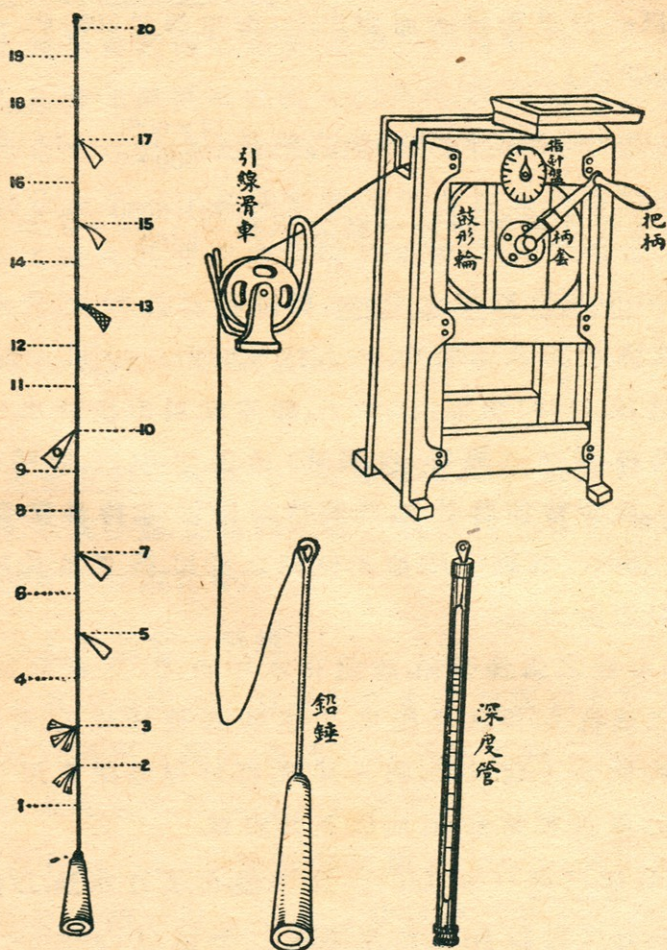
扇形板之弧邊有鉛。故能在水中直立。及收回時。木板受水之抵抗力。則木栓脫出。板遂臥倒。便於收入。木栓若插入過緊。收時不能脫出。納入甚難。再計程儀線使用日久。自然延長。故須常常檢查。而改正其符號。

(24) 測深儀 (Lead Line) 測深儀。俗名打水錘。乃探水之深淺與底質之器具。在水深不過二十拓 (1 Fathom = 6 Feet) 之處。則用淺水測深儀 (Hand Lead)。再深則用深海測深儀 (Deep Sea Lead)。

### (25) 淺水測深儀之構造

1. 鉛錘 (Lead) 爲一鉛質之長錘。重自七磅至十四磅不等。錘底有凹窪 (Arming Hole)。爲藏脂油之處。備測海底

之性質用。



2. 錘繩 (Line) 用細麻合織而成。長自廿五拓至三十拓。自錘向上。記有各種符號 (Marks)。茲列於下。

二拓，裂皮二條。

三拓，裂皮三條。

五拓，白布一條。

七拓，赤布一條。

十拓，有孔皮一條。

十三拓，青布一條。

十五拓，白布一條。

十七拓，赤布一條。

二十拓，蔴繩結二。

餘外一，四，六，八，九，十一，十二，十四，十八，及十九各拓。皆無符號。名曰 Deep。

(26) 淺水測深儀之用法 在駕駛橋下船舷之外。有小木板一方。圍有膝蔽 (Apron)。用時將板放平。測者立於其上。先將線之上端。繫於船邊之鐵欄 (Rail) 或鐵柱 (Stanchion)。以左手執繩。右手持錘。上部十餘呎處之一橄欖形木栓。將錘順船側擺動數次。待錘向前方時。右手放釋。繩即走出。及船前進經過錘達海底之處。則繩垂直。視水面在何符號。則知水之深矣。若船係停止。可一直投下。不必擺動。若欲測海底之土質。須塗脂油於錘底之凹窪。當錘觸海底。有沙泥貝殼等貼於脂油上。即知海底為何質。并知船大約之所在地。因海圖上有表載何地係何性質故也。

(27) 深海測深儀 深海測深儀。又分普通與用機械 (Sounding Machine) 兩種。前者之構造。與淺水測深儀無大差異。惟鉛錘較重。自二十八磅至三十磅不等。繩長為一百拓。其符號亦異。茲列如下。

二十拓以下之符號。與淺水測深儀相同。

二十五拓，蔴線結一。三十拓，蔴線結三。

三十五拓，蔴線結一。四十拓，蔴線結四。

四十五拓，蔴線結一。五十拓，蔴線結五。

其餘如上之順序。直至百拓而止。

機械測深儀。利用水之壓力。測定水深之器具也。

### (28) 深海測深儀之構造

1. V形溝輪 ("V" Grooved Pulley) 爲鐵製之V形溝輪。兩邊有圓鐵板 (Plate)。夾住鋼線。繞於輪周。其形似鼓。故名爲鼓形輪 (Wire Drum)。有橫軸 (Spindle) 支於鐵架 (Frame)。軸之兩端。各有柄套 (Handle Socket) 一。以便插入把柄 (Handle)。爲旋轉鼓輪之用。輪之兩面。又有遏止器 (Check) 各一。爲遏止鼓輪旋轉之用。

2. 指針盤 (Dial) 裝置於鐵架之右側或頂上。盤面刻有二百或三百拓之度數。盤面有一指針。內具齒輪。與鼓輪連絡。當鼓輪旋轉放出鋼線。若干長可由盤面觀之。

3. 鋼線 (Flexible Steel Wire) 爲六根亞鉛鍍鋼線合組而成。長有三百拓。

4. 鉛錘 (Sinker) 乃一鍍鉛之圓鐵棒。長約兩呎許。重廿二磅餘。底有凹窪。可充脂油。

5. 深度管 係白士來氏所發明。或稱白士來管 (Bassnett's Tube)。爲一二呎長之玻璃管。上端閉塞。下端開口。管面刻有自五拓至百拓之度數。爲防玻璃管之破碎。於其外面。包有銅質保護套。上端亦閉塞。惟下端有小孔二個。當管投入水中。因水有壓力。水即由小管浸入管中。迄自水底收起。視管內水在若干拓。即爲水之深度也。

(29) 深海測深儀之用法 先以遏止器。抑制鼓輪之旋轉。撥指針盤面之指針於零拓。再繫深度管於鉛錘上部之鋼線上。將鋼線安於突出船尾之引線滑車 (Fair Leader) 之槽中。并放鉛錘與深度管於船外。懸於滑車上。然後轉動把



柄。脫去遏止器。鉛錘與深度管即帶線走出。及感觸其已達水底。即以把柄轉動鼓輪。將線捲入。收起深度管。視管內水在何拓數。

(30) 深海測深儀收藏與用時之注意 在測之先。須將指針置於零度。玻璃管之開口。須在下端。當錘既達海底。即止住鋼線之走出。否則。懸垂過長。恐鈎於巖礁上。若鋼線走出二百五十拓。仍未達水底。須立刻以遏止器抑制鼓輪為妥。若船速率十一浬。鋼線須放出二倍水深。方達水底。若十五海浬。須二倍半。當船停止時。可不用深度管。只視指針盤上之拓數亦可。用畢須拭淨塗油。以免生銹。

(31) 寒暑計 (Thermometer) 寒暑計。亦稱溫度表。其發明已二百六十餘年矣。乃一長細之玻璃。下端作球狀。內蓄水銀或酒精。利用該液體。隨寒暖而縮脹。視管側所劃之度數。以知溫度之高低。在近世所用者。概分華氏、攝氏、列氏三種。

華氏 (Fahrenheit) 寒暑計。自水點至沸點。分一百八十度。定三十二度為水點。二百十二度為沸點。

攝氏 (Centigrade) 寒暑計。自水點至沸點。分一百度。定零度為水點。一百度為沸點。

列氏 (Reaumur) 寒暑計。自水點至沸點。分八十度。定零度為水點。八十度為沸點。

三氏寒暑計。互相變換之公式。

$$\text{華氏變攝氏} \quad (F-32^{\circ}) \frac{5}{9} = C$$

$$\text{華氏變列氏} \quad (F - 32^\circ) \frac{4}{9} = R$$

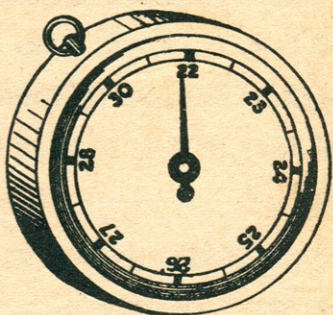
$$\text{攝氏變華氏} \quad (C \times \frac{9}{5}) + 32^\circ = F$$

$$\text{攝氏變列氏} \quad C \times \frac{4}{5} = R$$

$$\text{列氏變華氏} \quad (R \times \frac{9}{4}) + 32^\circ = F$$

$$\text{列氏變攝氏} \quad R \times \frac{5}{4} = C$$

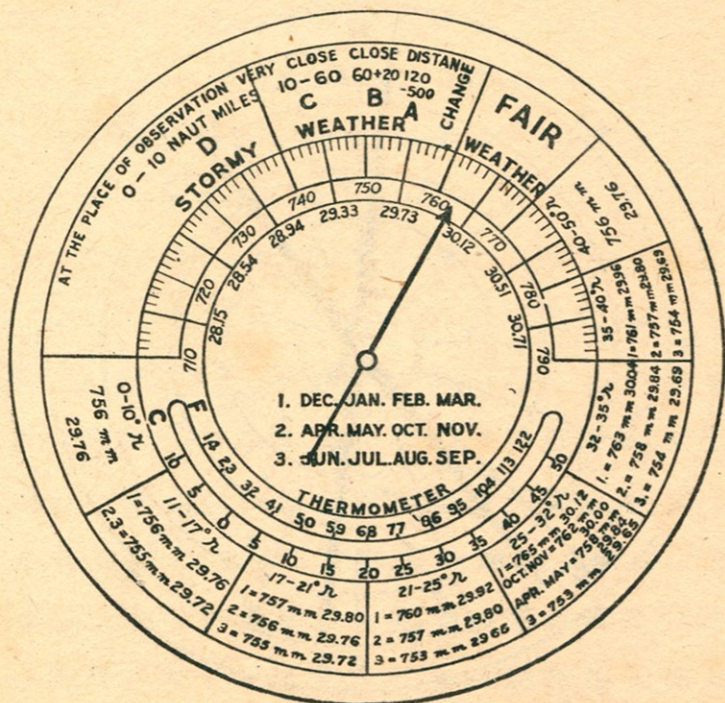
(32) 空盒晴雨計 (Aneroid Barometer) 空盒晴雨計。或簡稱風雨表。其中心係一金屬之空盒。因空盒近於真空之故。得依外部氣壓之變化而變其形狀。當氣壓增大時。空盒為氣壓之力押入於內部。氣壓減少時。則膨脹於外部。因空盒之收縮膨脹。其所附之發條。遂隨以伸縮。而指針軸以槓桿之作用。亦連同動作。以左右其指針。故因氣壓之變化。可視指針之度數。以測氣候之晴雨。



(33) 颶風晴雨計 (Barocyclonometer) 颶風晴雨計。係馬尼刺觀象臺所創造。茲將其構造與觀測法。分述如下。

(34) 颶風晴雨計之構造 該器由空盒晴雨計與風位盤二部而成。其一部用最精良之空盒晴雨計。表面分為三區。曰晴好區 (Fair Weather)。變化區 (Change)。風雨區 (Stormy Weather)。在變化區之左界線。設有指針。倘氣壓由此上昇。

則天氣平穩。若由此下降。可知漸入於颶風區內。此區分A, B, C, D四部。設指針指於A部。則知此地與颶風中心之距離。在五百以至一百二十哩。指入B部。其中心近在百二十乃至六十哩。指C部時。接近於六十乃至十哩。及入D部。則在十哩乃至零哩。然中心之方位。非晴雨計之示度所能斷定。必賴所測風之方位。由風位盤 (Wind-disk) 而推定之。此風位盤分八直徑。附十六方位之風位於周圍。盤之中央有短矢。使用時。當與颶風之進路同一致。又於中央部。設兩條長針。內有一條。自中央軸部起。至針三分之二處止。刻為百等分。名曰單針。又一條自中央部至三分之二處。附一小針。



計雨晴盒空

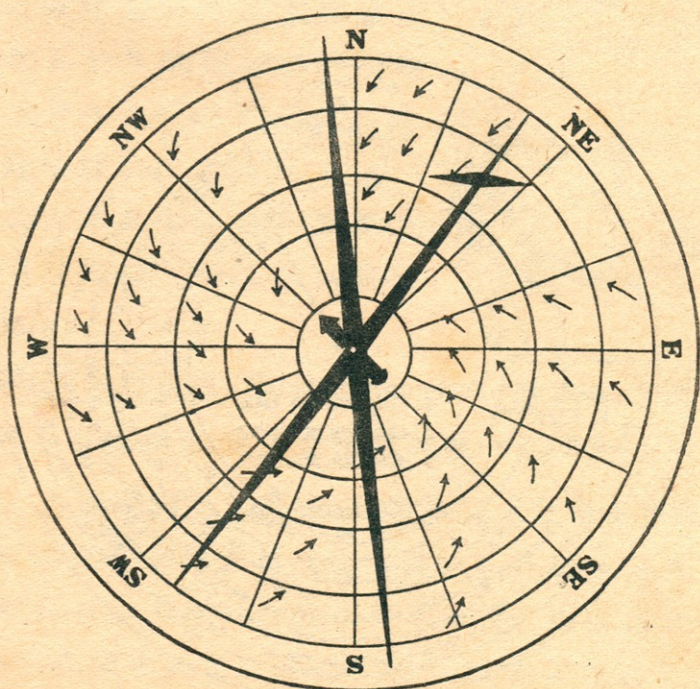
且能回轉。名曰複針。

### (35) 颶風觀測法

1. 先將中央之短矢。使其與其地之平均進路略相符合而轉盤面。次將現在之風位。以單針一端合於盤面。則他端之方向。即颶風中心所在之方位。此時晴雨計若漸降。而風位又不變。則中心所在之方向愈確實矣。

2. 依上法。倘晴雨計降下入於B部時。則更觀測風位。以求中心所在之方位。如風位變轉。而晴雨計未甚下降。得決定其中心不通過於此地也。

3. 晴雨計尙在下降中。而風位變轉時。則加用複針。由



風位盤

小針所附着一端。可知其中心之方位。此後倘風位不變。而晴雨計下降。此當推定其中心從所示之方向襲來也。

(36) 佛尼愛氏定則 (Fournier Rule) 依下式。得概測颶風

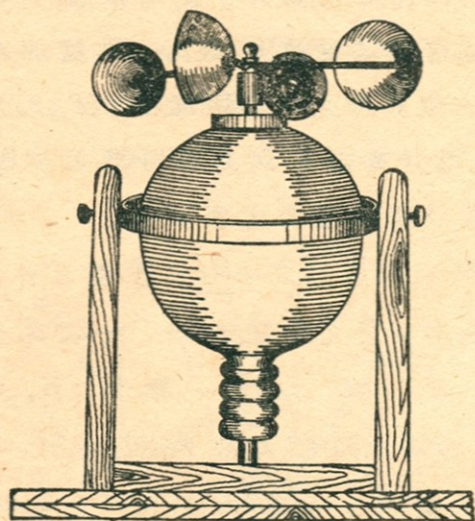
中心之距離。 
$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{P - P_2}{P - P_1}$$

P 代日來之最高氣壓 (但須減去 0.12 吋)。P<sub>1</sub> 爲自入颶風區以後最先所測得之晴雨計下降之度數。P<sub>2</sub> 爲經過若干時後所測得晴雨計之度數。D<sub>1</sub> 爲第一次觀測時之中心距離。D<sub>2</sub> 爲第二次觀測時之中心距離。然 P, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> 爲已知數。今假定 D<sub>1</sub> 爲 100。而計算之。則 D<sub>2</sub> 之值可得。但於 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> 各值。加減其時之相當日變化。是爲尤要者也。

颶風 (Cyclone) 隣界線之平均氣壓。載入表面之下部。并記緯度季節及晴雨計之度數。例如 17°-21° N。即北緯十七度乃至二十一度。1=757 m.m 之一。指十二月, 一月, 二月, 三月之氣壓。2=756 m.m 之 2。指四, 五, 十, 十一月之氣壓。3=755 m.m 之 3。指六月, 七月, 八月, 九月之氣壓。

(37) 船用風力計 (Marine Anemometer) 該器爲日本馬場氏創於明治三十六年。其作有水平回轉裝置。對於船舶之搖擺無關係。法以四個金屬半圓形之風杯。被風力吹之旋轉。而軸心隨之。在軸之下部。設有螺旋。與其旁之齒輪相接。依軸心之旋轉而傳動於齒輪。復由齒輪傳動於指針盤。得表示風速自若干米以至若干哩。茲將馬場氏船用風力計一分間之示度。與美氏風力階級之關係表示如下。

一分間杆	美氏風力	一分間杆	美氏風力	一分間杆	美氏風力
0.1.....	0	0.2.....	1	0.4.....	2
0.5.....	3	0.6.....	4	0.7.....	5
1.0.....	6	1.1.....	7	1.3.....	8
1.5.....	9	1.7.....	10	2.0.....	11
2.4.....	12				



“BOXING” THE COMPASS

N—E	N—W	S—E	S—W	Points	0 ' "
North	North	South	South		
N $\frac{1}{4}$ E	N $\frac{1}{4}$ W	S $\frac{1}{4}$ E	S $\frac{1}{4}$ W	$\frac{1}{4}$	2° 48' 45"
N $\frac{1}{2}$ E	N $\frac{1}{2}$ W	S $\frac{1}{2}$ E	S $\frac{1}{2}$ W	$\frac{1}{2}$	5° 37' 30"
N $\frac{3}{4}$ E	N $\frac{3}{4}$ W	S $\frac{3}{4}$ E	S $\frac{3}{4}$ W	$\frac{3}{4}$	8° 26' 15"
NbE	NbW	SbE	SbW	1	11° 15' 0"
NbE $\frac{1}{4}$ E	NbW $\frac{1}{4}$ W	SbE $\frac{1}{4}$ E	SbW $\frac{1}{4}$ W	1 $\frac{1}{4}$	14° 3' 45"
NbE $\frac{1}{2}$ E	NbW $\frac{1}{2}$ W	SbE $\frac{1}{2}$ E	SbW $\frac{1}{2}$ W	1 $\frac{1}{2}$	16° 52' 30"
NbE $\frac{3}{4}$ E	NbW $\frac{3}{4}$ W	SbE $\frac{3}{4}$ E	SbW $\frac{3}{4}$ W	1 $\frac{3}{4}$	19° 41' 15"
NNE	NNW	SSE	SSW	2	22° 30' 0"
NEbN $\frac{1}{4}$ N	NWbN $\frac{1}{4}$ N	SEbS $\frac{3}{4}$ S	SWbS $\frac{3}{4}$ S	2 $\frac{1}{4}$	28° 18' 45"
NEbN $\frac{1}{2}$ N	NWbN $\frac{1}{2}$ N	SEbS $\frac{1}{2}$ S	SWbS $\frac{1}{2}$ S	2 $\frac{1}{2}$	28° 7' 30"
NEbN $\frac{1}{4}$ N	NWbN $\frac{1}{4}$ N	SEbS $\frac{1}{4}$ S	SWbS $\frac{1}{4}$ S	2 $\frac{3}{4}$	30° 56' 15"
NEbN	NWbN	SEbS	SWbS	3	33° 45' 0"
NE $\frac{3}{4}$ N	NW $\frac{3}{4}$ N	SE $\frac{3}{4}$ W	SW $\frac{3}{4}$ S	3 $\frac{1}{4}$	36° 33' 45"
NE $\frac{1}{2}$ N	NW $\frac{1}{2}$ N	SE $\frac{1}{2}$ W	SW $\frac{1}{2}$ S	3 $\frac{1}{2}$	39° 22' 30"
NE $\frac{1}{4}$ N	NW $\frac{1}{4}$ N	SE $\frac{1}{4}$ W	SW $\frac{1}{4}$ S	3 $\frac{3}{4}$	42° 11' 15"
NE	NW	SE	SW	4	45° 0' 0"
NE $\frac{1}{4}$ E	NW $\frac{1}{4}$ W	SE $\frac{1}{4}$ E	SW $\frac{1}{4}$ W	4 $\frac{1}{4}$	47° 48' 45"
NE $\frac{1}{2}$ E	NW $\frac{1}{2}$ W	SE $\frac{1}{2}$ E	SW $\frac{1}{2}$ W	4 $\frac{1}{2}$	50° 37' 30"
NE $\frac{3}{4}$ E	NW $\frac{3}{4}$ W	SE $\frac{3}{4}$ E	SW $\frac{3}{4}$ W	4 $\frac{3}{4}$	33° 26' 15"
NEbE	NWbW	SEbE	SWbW	5	56° 15' 0"
NEbE $\frac{1}{4}$ E	NWbW $\frac{1}{4}$ W	SEbE $\frac{1}{4}$ E	SWbW $\frac{1}{4}$ W	5 $\frac{1}{4}$	59° 3' 45"
NEbE $\frac{1}{2}$ E	NWbW $\frac{1}{2}$ W	SEbE $\frac{1}{2}$ E	SWbW $\frac{1}{2}$ W	5 $\frac{1}{2}$	61° 52' 30"
NEbE $\frac{3}{4}$ E	NWbW $\frac{3}{4}$ W	SEbE $\frac{3}{4}$ E	SWbW $\frac{3}{4}$ W	5 $\frac{3}{4}$	64° 41' 15"
ENE	WNW	EbE	WSW	6	67° 30' 0"
EbN $\frac{3}{4}$ N	WbN $\frac{3}{4}$ N	EbS $\frac{3}{4}$ S	WbS $\frac{3}{4}$ S	6 $\frac{1}{4}$	70° 18' 45"
EbN $\frac{1}{2}$ N	WbN $\frac{1}{2}$ N	EbS $\frac{1}{2}$ S	WbS $\frac{1}{2}$ S	6 $\frac{1}{2}$	73° 7' 30"
EbN $\frac{1}{4}$ N	WbN $\frac{1}{4}$ N	EbS $\frac{1}{4}$ S	WbS $\frac{1}{4}$ S	6 $\frac{3}{4}$	75° 56' 15"
EbN	WbN	EbS	WbS	7	78° 45' 0"
E $\frac{3}{4}$ N	W $\frac{3}{4}$ N	E $\frac{3}{4}$ S	W $\frac{3}{4}$ S	7 $\frac{1}{4}$	81° 33' 45"
E $\frac{1}{2}$ N	W $\frac{1}{2}$ N	E $\frac{1}{2}$ S	W $\frac{1}{2}$ S	7 $\frac{1}{2}$	84° 22' 36"
E $\frac{1}{4}$ N	W $\frac{1}{4}$ N	E $\frac{1}{4}$ S	W $\frac{1}{4}$ S	7 $\frac{3}{4}$	87° 11' 15"
East	West	East	West	8	90° 0' 0"

## 第二章 駕駛推測

(38) 總說 航海學(Navigation)爲航行中推測船位之經緯度。以定目的地方向之法。其法大別之有二。即駕駛推測與天文推測是也。本章即論前一法。所謂駕駛推測(Dead Reckoning)者。取一地之經緯度爲起點。依以後所航之方向及航程。以推測船位之經緯度。或以已知之兩地經緯度。求其間之航程與方向是也。駕駛方法。又分下列八種。

1. 平面駕駛(Plane-Sailing) 假定地球面爲平面。以推測船位之方法也。

2. 曲線駕駛(Traverse-Sailing) 船舶航行中。因島嶼之障礙。只得曲折駛行後。合算其各曲線之方向與航程。以求其直行之方向與航程及船位之法也。

3. 潮流駕駛(Current-Sailing) 因船體受海流之影響。以致方向改變。必須施以糾正之方法。以求船位也。

4. 平行駕駛(Parallel-Sailing) 船向正東或正西駛進。與赤道平行。故其緯度不變。惟其東西距不同。因而經度有變也。

5. 中緯駕駛(Middle Latitude-Sailing) 乃平面駕駛與平行駕駛二者合併之方法。其起地與到地之緯度不同。故取兩緯度平均中分之。

6. 墨克特氏駕駛(Mercator's Sailing) 依墨氏所發明之海圖而駕駛。今日航海者皆用之。

7. 大圈駕駛(Great Circle-Sailing) 乃船舶遠渡重洋時。



所用以定船位之法也。

8. 混合駕駛 (Composite-Sailing) 乃合大圈與平行兩駕駛而成。因以大圈航駛。及將近緯度六十度有冰山之險。只得取平行駕駛之法焉。

(39) 定義 駕駛推測中所用種種名詞。茲述其定義於下。

地軸 (The Axis of the Earth) 即地球南北之直徑。爲其自西向東旋轉之樞軸。

地極 (The Poles of the Earth) 乃地軸南北之末端。即地球之南北兩極。合稱曰地極。

赤道 (The Equator) 爲與地軸成直角之大圈。其上各點。相距兩極爲九十度。

子午線 (Meridian) 即通過地極。與赤道直角相交之大圈。

標準子午線 (The Prime Meridian) 爲計算經度特定之基本子午線。例以經過英國格林威 (Greenwich) 天文台子午儀之中心。爲經度之基本子午線。

經度 (The Longitude of a Place) 乃某地之子午線。與標準子午線間所算得在赤道上之弧。即爲經度。假定標準子午線爲零。而分其東西各爲百八十度。故從東計算者。曰東經 (定以 E 號)。其自西計算者。曰西經 (定以 W 號)。船出發之經度。曰起程經度 (Longitude From)。目的地之經度。曰達到經度 (Longitude In)。

緯度 (The Latitude of a Place) 自赤道之南或北。而計量

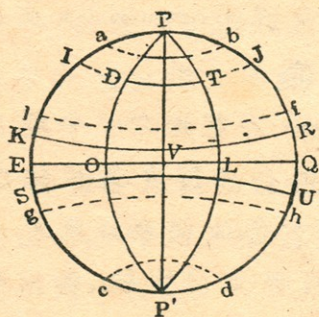
某地子午線之弧。曰緯度。例由赤道上零度起算。至兩極九十度止。故向北計算者。曰北緯(定以N號)。向南計算者。曰南極(定以S號)。凡船發航地之緯度。曰起程緯度(Latitude From)。目的地之緯度。曰達到緯度(Latitude In)

經差(Difference of Longitude) 即於兩地子午線間所算得赤道上之弧。

緯差(Difference of Latitude) 即於兩地等距圈間所算得子午線上之弧。(按等距圈。乃與赤道平行之小圈也)

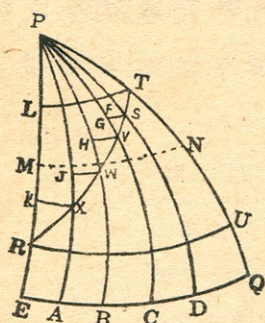
航程(Distance) 從起程地至目的地。以海里計算之距離。

橫距(Departure) 或曰東西距。即在同緯兩地間之距離。亦以海里表之。若兩地緯度各異。則於兩地間假設有許多子午線。使與航線相會。而後加其各點所貫通等距圈之小弧。



圖解

- PVP' 地軸
- P, P' 地極
- EQ 赤道
- PLP' 子午線
- POP' 標準子午線
- OL 經度
- DO, TL 緯度
- DT 橫距
- IJ, KR 等距圈
- a b 北極圈
- c d 南極圈
- e f 北回歸線
- g h 南回歸線



圖解

- PE, PA, PB, PC, PQ 子午線
- FT, GS, HV, JW 橫距
- LT, RU 緯度
- $FT+GS+HV+JW+KX=MN$  中緯
- RT 航程
- EQ 赤道
- P 地極

偏差 (Variation) 乃真子午線 (True Meridian) 與磁氣子午線 (Magnetic Meridian) 間之角度。其差隨地不同。

自差 (Deviation) 羅針因受附近鐵氣之感應。以致羅針南北線。對於磁氣子午線。成若干之角度。是曰自差。

羅經方向 (Compass Course) 乃羅針與船之首尾線相交之角。

真方向 (True Course) 乃真子午線與船之首尾線相交之角。

物體之羅經方位 (Compass Bearing) 乃貫通物體及測者之大圈與羅經方向間之角度。

物體之真方向 (True Bearing) 乃貫通物體及測者之大圈與真子午線間之角度。

羅經差 (Compass Error) 乃偏差與自差之和。

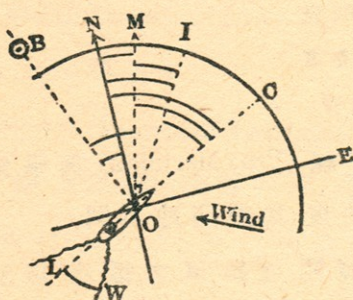
風壓差 (Leeway) 乃航跡與船首尾線相交之角。

船速率 (Speed of a Ship) 以海里計船每小時之航程若干。一海里等於 6080 呎。

潮速率與方向 (The Rate and Set of a Current) 於若干時

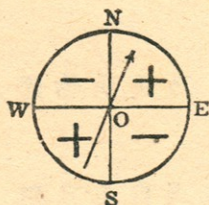
內海流所流之距離。其每時平均之速力。曰速率。潮之方向。指流去之方向。如云東北海流。謂潮向東北流動。非如風言東北。自東北來者。

圖解



- ON 真子午線  
 OM 磁氣子午線  
 SOC 船首尾線  
 [NOM 偏差  
 [MOI 自差  
 [NOI 羅經差  
 [NOC 真方向  
 [MOC 磁氣方向  
 [IOC 羅經方向  
 [LSW 風壓角  
 [BOM 物體之羅經方位  
 [BON 物體之真方位

圖解



- $\text{Var.} = \text{True Co} - \text{Comp Co} = \text{Dev}$   
 $\text{Dev.} = \text{T. Co} - \text{C. Co} - \text{Var}$   
 $\text{Error} = \text{Dev} + \text{Var}$   
 $\text{Comp Co} = \text{T. Co} - \text{Error}$   
 $\text{True Co} = \text{C. Co} + \text{Error}$   
 $\text{Mag Co} = \text{Dev} + \text{Comp Co}$

(40) 駕駛推測之初則 自(41)節至(51)節。均論駕駛推測之基本運算方法。學者宜熟習之。

(41) 改度爲湮法 一海里當緯度一分之長。故以60乘

度數。即成海里。若以60除秒數。則成海里之小數。

(例一) 試改  $48^{\circ}6'15.''6$  爲哩。

$$\begin{array}{r}
 48^{\circ} 6' 15.''6 \\
 \underline{60} \\
 2880 \\
 + 6 \\
 \hline
 2886 \\
 + .26 \\
 \hline
 \underline{\underline{2886.26}} \text{ 哩}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 60 \overline{)15.6} \\
 \underline{60} \\
 .26
 \end{array}$$

(例二) 試改  $10^{\circ}00'57''$  爲哩。

$$\begin{array}{r}
 10^{\circ} 00' 57'' \\
 \underline{60} \\
 600 \\
 + .95 \\
 \hline
 \underline{\underline{600.95}} \text{ 哩}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 60 \overline{)57} \\
 \underline{60} \\
 .95
 \end{array}$$

(例三) 試改  $179^{\circ}59'59''$  爲哩。

$$\begin{array}{r}
 179^{\circ} 59' 59'' \\
 \underline{60} \\
 10740 \\
 + 59 \\
 \hline
 10799 \\
 + .98 \\
 \hline
 \underline{\underline{10799.98}} \text{ 哩}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 60 \overline{)59} \\
 \underline{60} \\
 .98
 \end{array}$$

(42) 改哩爲度法 以60除海里。其商爲度。餘數爲分。分  
之小數。以60乘之。卽爲秒。

(例一) 改 853'9 哩爲度數。

$$\begin{array}{r}
 60 \overline{) 853'9} \quad ( \underline{\underline{14^\circ 13' 54''}} \\
 \underline{60} \\
 253 \\
 \underline{240} \\
 13 \\
 \underline{60} \\
 9 \\
 \underline{60} \\
 54.0
 \end{array}$$

(例二) 改 4733 哩爲度數。

$$\begin{array}{r}
 60 \overline{) 4733} \quad ( \underline{\underline{78^\circ 53'}} \\
 \underline{420} \\
 533 \\
 \underline{480} \\
 53
 \end{array}$$

(43) 知緯度之起點與到點求緯差法 法則

兩緯度同名。則以大數減小數。異名則相加。其求得之  
差或和。卽爲緯差。若到點在起點之北。加一N號。到點在起  
點之南。則加一S號。

(例一) 某船自北緯  $38^\circ 0' 30''$  之地出發。至北緯  $8^\circ 6' 45''$   
之地止。問其緯差若干。

$$\text{Lat From } 38^{\circ} 0' 30''\text{N}$$

$$\text{Lat In } 8^{\circ} 6' 45''\text{N}$$

$$\text{Dlat} = \underline{\underline{29^{\circ} 53' 45''\text{S}}}$$

(例二) 一船自南緯  $10^{\circ} 20'$  之島。開赴北緯  $7^{\circ} 6' 30''$  之港。  
試求其緯差。

$$\text{Lat From } 10^{\circ} 20' 00''\text{S}$$

$$\text{Lat In } 7^{\circ} 6' 30''\text{N}$$

$$\text{Dlat} = \underline{\underline{17^{\circ} 26' 30''\text{N}}}$$

(例三) 有船從 A 地 ( $3^{\circ} 4' 40''\text{S}$ ) 至 B 地 ( $7^{\circ} 3' 00''\text{S}$ )。其緯差幾何。

$$\text{Lat A } 3^{\circ} 4' 40''\text{S}$$

$$\text{Lat B } 7^{\circ} 3' 00''\text{S}$$

$$\text{Dlat} = \underline{\underline{3^{\circ} 58' 20''\text{S}}}$$

#### (44) 知緯差起點之緯度求到點之緯度法 法則

起點與緯差同名時則相加。異名則相減。其和或差。即為達到之緯度。至南北之符號。概視到點在赤道之南或北為斷。

(例一) 某船發自北緯  $34^{\circ} 22' 00''$  之地。向北航行。其緯差為 432.25 海里。問達到地之緯度幾何。

$$60 \mid 432.25 \quad \text{Lat From } 34^{\circ} 22' 00''\text{N}$$

$$\text{Dlat } 7^{\circ} 12' 15''\text{N} \quad \text{Dlat } 7^{\circ} 12' 15''\text{N}$$

$$\text{Lat In} = \underline{\underline{41^{\circ} 34' 15''\text{N}}}$$

(例二) 有船自北緯  $3^{\circ} 28' 00''$  某商港駛出。向南航 300.5 海里。抵一小島。問該島當緯度若干。

$$\begin{array}{r}
 60 \overline{) 300.5} \\
 \text{Dlat } 5^{\circ} 0' 30''\text{S}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \text{Lat From } 3^{\circ} 28' 00''\text{N} \\
 \text{Dlat} \qquad \qquad 5^{\circ} 0' 30''\text{S} \\
 \hline
 \text{Lat In} = \underline{\underline{1^{\circ} 32' 30''\text{S}}}
 \end{array}$$

(例三) 一船自赤道出航。向北航 2013.55 海里。至一海灣。問該灣之緯度如何。

$$\begin{array}{r}
 60 \overline{) 2013.55} \\
 \text{Dlat } 33^{\circ} 33' 33''\text{N}
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{r}
 \text{Lat From } 0^{\circ} 0' 0'' \\
 \text{Dlat} \qquad \qquad 33^{\circ} 33' 33''\text{N} \\
 \hline
 \text{Lat In} = \underline{\underline{33^{\circ} 33' 33''\text{N}}}
 \end{array}$$

#### (45) 知經度之起點與到點求經差法 法則

兩經度異名則相加。同則相減。其差或和。即為經差。若到點在起點之東。則記以 E 號。在西則記以 W 號。有時二數之和。大於  $180^{\circ}$  者。則須以  $360^{\circ}$  減之。其記號與上相反。

(例一) 某船自東經  $20^{\circ} 0' 42''$  至東經  $7^{\circ} 2' 0''$  停泊。問經差幾何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Long From } 20^{\circ} 0' 42''\text{E} \\
 \text{Long In} \qquad \quad 7^{\circ} 2' 0''\text{E} \\
 \hline
 \text{Dlong} = \underline{\underline{12^{\circ} 58' 42''\text{W}}}
 \end{array}$$

(例二) 又有由 A 地 ( $5^{\circ} 36' 30''\text{E}$ ) 至 B 地 ( $23' \text{W}$ )。問兩地之經差若干。

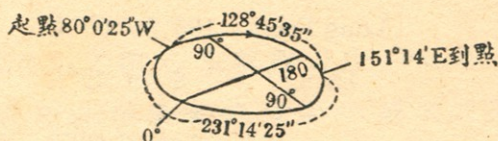


Long A  $5^{\circ} 36' 30'' E$

Long B  $23' 00'' W$

Dlong =  $5^{\circ} 59' 30'' W$

(例三) 有船從西經  $80^{\circ} 0' 25''$ 。航抵東經  $151^{\circ} 14'$ 。試求其經差。



Long From  $80^{\circ} 0' 25'' W$

Long In  $151^{\circ} 14' 0'' E$

$231^{\circ} 14' 25''$

$360^{\circ}$

Dlong =  $128^{\circ} 45' 35'' W$

#### (46) 知經差及起點之經度求到點之經度法 法則

1. 起點與經差同名時。則相加。即得到點之經度。其東或西之符號。與起點同。其和若大於  $180^{\circ}$ 。必須以  $360^{\circ}$  減之。到點之記號。與起點相反。

2. 起點與經差異名時。以大數減小數。其差即為到點之經度。惟東西之符號。須概視到點在標準子午線之東或西為斷。

(例一) 有船由西經  $14^{\circ} 20'$  出帆。向東駛 75.2 海里。求到點在何經度。



$$\text{Lat From } 29^{\circ} 57' 42''\text{S}$$

$$\text{Lat In } 6^{\circ} 56' 5''\text{S}$$

$$2 \mid \underline{36^{\circ} 53' 48''}$$

$$\text{Mid Lat} = \underline{18^{\circ} 26' 54''\text{S}}$$
(48) 知緯度之起點與到點求墨克特氏之緯差法

法則

依起點與到點之緯度。查航海表中 (Meridional Parts) 之分數。若緯度同名時。則求其差。異名時。則求其和。

(例一) 日本長崎當北緯  $32^{\circ} 44' 24''$ 。俄屬海參崴當北緯  $43^{\circ} 6' 51''$ 。試求墨氏之緯差。

$$\text{長崎緯度 } 32^{\circ} 44' 24''\text{N m.p. } 2081.07$$

$$\text{海參崴緯度 } 43^{\circ} 6' 51''\text{N m.p. } 2872.60$$

$$\text{Mer Dlat} = \underline{\underline{791.53}}$$

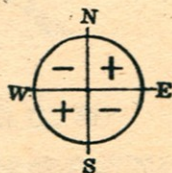
(例二) 香港之緯度為  $22^{\circ} 16' 52''\text{N}$ 。好望角之緯度為  $33^{\circ} 56' 3''\text{S}$ 。求墨氏之緯度若何。

$$\text{香港緯度 } 22^{\circ} 16' 52''\text{N m.p. } 1372.00$$

$$\text{好望角緯度 } 33^{\circ} 56' 3''\text{S m.p. } 2166.70$$

$$\text{Mer Dlat} = \underline{\underline{3538.70}}$$
(49) 求羅經差法 法則

以偏差加自差。即為羅經差。須記同號則加。異號則減。(如圖。NE與SW。又SE與NW。可稱同號。若NE與NW即異號。例因自差偏差之角度。概依正北子午線為基本。可將N號省去。)



其和或差之記號。隨大數而定。

(例一) 自差爲 $3^{\circ}\text{E}$ 。偏差爲 $39^{\circ}\text{W}$ 。求羅經差若干。

$$\text{Var } 3^{\circ} \text{ E} +$$

$$\text{Dev } 39^{\circ} \text{ W} -$$

$$\text{Compass error} = \underline{\underline{36^{\circ} \text{ W}}}$$

(例二) 偏差爲 $36^{\circ} 33' 45''\text{E}$ 。自差爲 $2^{\circ} 48' 45''\text{E}$ 。求羅經差若干。

$$\text{Var } 36^{\circ} 33' 45'' \text{ E} +$$

$$\text{Dev } 2^{\circ} 48' 45'' \text{ E} +$$

$$\text{Compass error} = \underline{\underline{39^{\circ} 22' 30'' \text{ E}}}$$

(50) 知羅經方向，偏差，自差，風向，風壓差求真方向法則

依風向於羅經方向內。加(減)風壓差與羅經差即得。

(例一) 羅經方向爲 $\text{ESE}$ 。偏差爲 $5^{\circ} 13' \text{W}$ 。自差爲 $1$ 點 $\frac{1}{4}\text{E}$ 。風向 $\text{SW}$ 。風壓差爲 $1$ 點 $\frac{3}{4}$ 。求真方向。

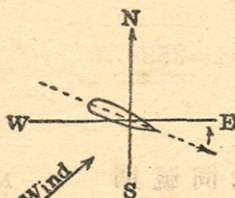
$$\text{Comp Co ESE } S 67^{\circ} 30' 00'' \text{ E}$$

$$\text{Leeway } 1\frac{3}{4} \text{ Point } 19^{\circ} 41' 15''$$

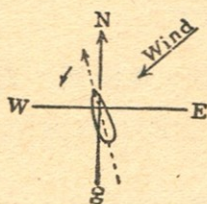
$$\underline{\underline{87^{\circ} 11' 15''}}$$

$$\text{Var} + \text{Dev} \quad \underline{\underline{8^{\circ} 50' 45'' \text{ E}}}$$

$$\text{True Course} = \underline{\underline{S 78^{\circ} 20' 30'' \text{ E}}}$$



(例二) 羅經方向爲 $\text{NNW}$ 。風向 $\text{NE}$ 。風壓差爲 $2\frac{1}{2}$ 點。偏差 $45^{\circ}\text{W}$ 。自差 $24^{\circ}\text{E}$ 。求真方向若干度。



Comp. Co. NNW N 22° 30' 0''W

Leeway 2½ pt. 28° 7' 30''

---

50° 37' 30''

Var. +Dev. 21° W

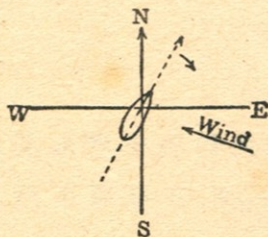
---

True Course = N 71° 37' 30''W

(51) 知真方向, 偏差, 自差, 風向, 風壓差求羅經方向  
法則

依風向於真方向內。加(減)風壓角(與上法相反)及羅經差即得。

(例一) 真方向為 NE<sup>x</sup>N。Var. 5°20' W。Dev. 12°W。風向 ESE  
風壓差 11°25'。求羅經方向。



T. Co. N 33° 45' 00''E

Leeway 11° 25' 00''

---

45° 10' 00''

Comp. error 17° 20' W

---

Comp. Co. = N 62° 30' 00''E

(例二) 真方向為 S 63° 23' W。Var. 8° 20' E。Dev. 10° 4' W。求羅  
經方向。

D. = 10° 4' W

T. Co. S 63° 23' W

V. = 8° 20' E

V + D 1° 44' W

---

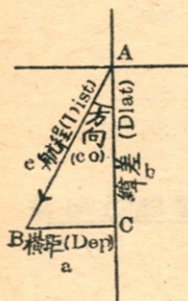
Err. 1° 44' W

---

C. Co. = S 65° 7' W

(52) 平面駕駛法 (Plane-Sailing) 此法所用之公式。皆

本於平面直角三角形之算式。茲畫一平面直角三角形 ABC。其合於平面駕駛之各項者。圖示如下。



設有船自 A 至 B。底邊 a 爲橫距。對邊 b 爲緯差。斜邊 C 爲航程。∠BAC 爲方向。

$$\therefore \frac{a}{c} = \sin A \quad \therefore a = C \times \sin A$$

$$\text{即 } \text{Dep} = \text{Dist} \times \sin \text{Co} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{又 } \frac{b}{c} = \cos A \quad \therefore b = C \times \cos A$$

$$\text{即 } \text{Dlat} = \text{Dist} \times \cos \text{Co} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{又 } \frac{c}{b} = \sec A \quad \therefore C = b \times \sec A$$

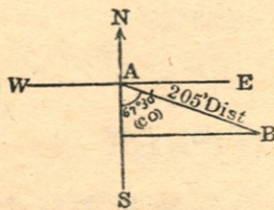
$$\text{即 } \text{Dist} = \text{Dlat} \times \sec \text{Co} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{又 } \frac{a}{b} = \tan \text{Co}.$$

$$\text{即 } \tan \text{Co} = \frac{\text{dep}}{\text{dlat}} \dots\dots\dots (4)$$

依上各式。於橫距，緯差，航程，方向四項中。若知其二。即可推算其他二項。然有時除以上公式外。亦可照平面三角其他公式求之。

(例一) 某船自北緯 32° 22'。向 ESE 航 205 海里。抵某商埠。問該埠之緯度若干。



$$\text{Dlat} = \text{Dist} \cos \text{Co} = 205 \cos 67^\circ 30'$$

$$\log 205 \quad 2.31175$$

$$\log \cos 67^\circ 30' \quad 9.58284$$

$$\log \text{Dlat} \quad 1.89459$$

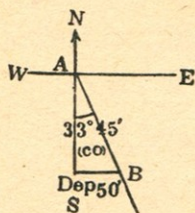
$$\therefore \text{Dlat} = 78.45 = 1^{\circ} 18' 27'' \text{S}$$

$$\text{Lat From } 32^{\circ} 22' 0'' \text{N}$$

$$\text{Dlat} \quad \quad \quad 1^{\circ} 18' 27'' \text{S}$$

$$\therefore \text{Lat in} = \underline{\underline{31^{\circ} 3' 33'' \text{N}}}$$

(例二) 一船自北緯  $38^{\circ} 4'$  向 SE  $\times$  S 航行。至其橫距 50 海里之地。問其航程若干。并求其地之緯度。



$$\text{Dist} = \text{Dep Cosec Co} = 50' \text{ Cosec } 33^{\circ} 45'$$

$$\log 50 \quad \quad \quad = 1.69897$$

$$\log \text{Cosec } 33^{\circ} 45' = 0.25526$$

$$\log \text{Dist} \quad \quad \quad \underline{\quad \quad \quad} 1.95423$$

$$\therefore \text{Dist} = \underline{\underline{89.998 \text{ Miles}}}$$

$$\text{Dlat} = \text{Dep Cot Co} = 50 \text{ Cot } 33^{\circ} 45'$$

$$\log 50 \quad \quad \quad 1.69897$$

$$\log \text{Cot } 33^{\circ} 45' \quad 0.17511$$

$$\log \text{Dlat} \quad \quad \quad \underline{\quad \quad \quad} 1.87408$$

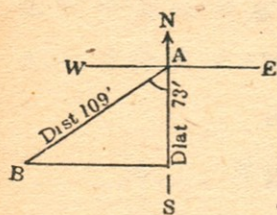
$$\therefore \text{Dlat} = 74.83 \text{ or } 1^{\circ} 14' 50'' \text{S}$$

$$\text{Lat From } 38^{\circ} 4' 0'' \text{N}$$

$$\text{Dlat} \quad \quad \quad 1^{\circ} 14' 50'' \text{S}$$

$$\text{Lat in} = \underline{\underline{36^{\circ} 49' 10'' \text{N}}}$$

(例三) 有船向西南兩方間。航行 109 海里。抵某島。知其緯差為  $1^{\circ} 13'$ 。試求其方向與橫距。



$$\text{Sec Co} = \frac{\text{Dist}}{\text{Dlat}} = \frac{109}{73}$$

$$\log 109 \quad 2.03743$$

$$\log 73 \quad 1.86332$$

$$\log \text{Sec Co} \quad 0.17411$$

$$\therefore \text{Co} = \underline{\underline{S 47^\circ 57' 56'' W}}$$

$$\text{Dep} = \text{Dist} \times \text{Sin Co} = 109 \text{ Sin } 47^\circ 57' 56''$$

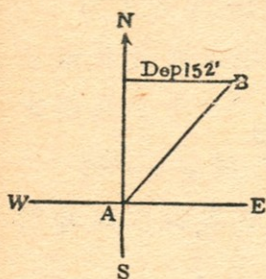
$$\log 109 \quad 2.03743$$

$$\log \text{Sin } 47^\circ 58' \quad 9.87078$$

$$\log \text{Dep} \quad 1.90821$$

$$\therefore \text{Dep} = \underline{\underline{80.95 \text{ miles}}}$$

(例四) 有一輪船。自北緯  $34^\circ$  某地。鼓輪向東北兩方間航行。至一北緯  $36^\circ 32'$  某岬。知其橫距為 152 海里。求該船所航之方向與航程。



$$\text{Lat From } 34^\circ 0' N$$

$$\text{Lat in } 36^\circ 32' N$$

$$\text{Dlat} \quad 2^\circ 32' N \text{ or } \underline{\underline{152 \text{ miles}}}$$

$$\text{Tan Co} = \frac{\text{Dep}}{\text{Dlat}} = \frac{152}{152}$$

$$\log \text{Dep} \quad 2.181844$$

$$\log \text{Dlat} \quad 2.181844$$

$$\log \text{Tan Co} \quad 0.000000$$

$$\therefore \text{Co} = \underline{\underline{N 45^\circ E}}$$



$$\text{Dist} = \text{Dlat Sec Co} = 152 \text{ Sec } 45^\circ$$

$$\log 152 \quad 2.181844$$

$$\log \text{Sec } 45^\circ \quad 0.150515$$

$$\log \text{Dist} \quad 2.332359$$

$$\therefore \text{Dist} = \underline{\underline{215 \text{ miles}}}$$

(53) 曲線駕駛法 (Traverse Sailing)

(例一) 一船從北緯  $28^\circ 32'$  某島出發。航下列諸方向。求其所到地之緯度。并一直之方向與航程。

1. NW  $\times$  N, 20 miles
2. SW, 40 miles
3. NE  $\times$  E, 60 miles
4. SE, 55 miles
5. W  $\times$  S, 41 miles
6. ENE, 66 miles

True Course	Dist	Dlt		Dep	
		N	S	E	W
N $33^\circ 45'$ W	20	16.6			11.2
S $45^\circ$ W	40		28.3		28.3
N $56^\circ 15'$ E	60	33.6		49.7	
S $45^\circ$ E	55		38.9	38.9	
S $78^\circ 48'$ W	41		7.8		40.2
N $67^\circ 30'$ E	55	25.2		61.0	
N <u><math>89^\circ</math></u> E	<u>70'</u>	75.4	75.0	149.6	79.7
		<u>75.0</u>		<u>79.7</u>	
		4		<u>69.9</u>	

Lat From  $28^{\circ} 32' 0''N$

Dlat  $24''N$

Lat in =  $28^{\circ} 32' 24''N$

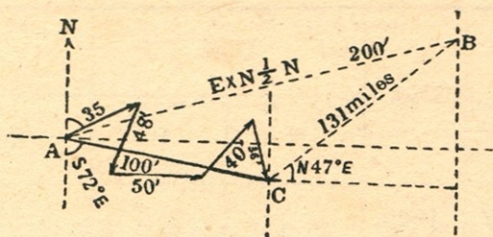
Course and Dist made good =  $N89^{\circ} E, 70 \text{ miles}$

(例二) 有船從 A 地 (Lat  $17^{\circ} 40'N$ )。向一在其 E by  $N\frac{1}{2}N$  方向并相距 200 海里之 B 地航去。今航得下列諸方向與航程至 C 地而中止。

1.  $N60^{\circ} E, 35'$
2.  $S \text{ by } W\frac{1}{2}W, 48'$
3.  $East, 50'$
4.  $NE \text{ by } N, 40'$
5.  $S \text{ by } E, 36'$

試求 C 地之緯度。并一直之方向與航程。更求半途至 B 地之方向與航程。

True Course	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
N $60^{\circ}$ E	35'	17.5		30.3	
S $17^{\circ}$ W	48'		45.9		14.0
East	50'		0	50.0	
N $34^{\circ}$ E	40'	33.2		22.4	
S $11^{\circ}$ E	36'		35.3	6.9	
		50.7	81.2	109.6	14.0
			50.7	14.0	
S <u><math>72^{\circ}</math></u> E	<u>100'</u>		<u>30.5</u>	<u>95.6</u>	
N $73^{\circ}$ E	200'	58.5		191.3	
N <u><math>47^{\circ}</math></u> E	<u>131'</u>	89.0		95.7	



Lat A  $17^{\circ} 40' N$

Dlat  $30'.5S$

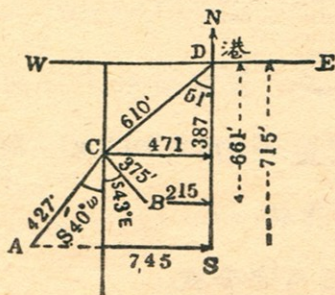
Lat  $17^{\circ} 9'.5N$

Co to B =  $N47^{\circ}E$

Dist to B =  $131$  miles

Co and Dist made good =  $S72^{\circ}E, 100$  miles

(例三) 今有甲乙汽船兩艘。同泊於某港。甲將開往A地。乙將開往B地。吾人知A地在某港之南715海里，西745海里交角上。B地在某港之南661海里，西215海里交角上。茲兩船結伴同行。向 $SW\frac{1}{2}W$ 航610海里。然後分向目的地駛去。試求各船應行之方向。并餘航程若干。



	T. Co	Dist	Dlat		Dep	
			N	S	E	W
A	S 46° W	1030		715		745
B	S 18° W	700		661		215
C	S 51° W	610		387		471

D to A, Dlat = 715'S      D to A, Dep = 745'W

D to C, Dlat = 387 S      D to C, Dep = 471'W

C to A, Dlat = 328'S      C to A, Dep = 274'W

∴ C to A Co. = S 40°W

Dist = 427 miles

D to B, Dlat = 661'S      D to B, Dep = 215'W

D to C, Dlat = 387 S      D to C, Dep = 471'W

C to B, Dlat = 274'S      C to B, Dep = 256'E

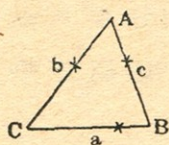
∴ C to B Co. = S 43°E

Dist = 375 miles

(54) 潮流駕駛法 (Current Sailing) 潮流駕駛之求角度

或邊。亦用平面三角法。

1. 知三邊。求三角之公式。

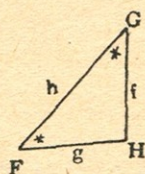


$$\text{Hav } A = \frac{(S-b)(S-c)}{bc}$$

$$\therefore \text{Log Hav } A = \frac{\log(S-b) + \log(S-c) - (\log b + \log c)}{}$$

註 式中 S。等於三邊和之半數。圖中 \* 號。代已知之角或邊。

2. 知二角及一邊。求他角與邊之公式。



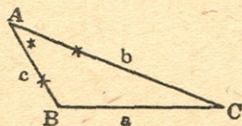
$$g : f = \text{Sin } G : \text{Sin } F$$

$$\therefore g = \frac{f \times \text{Sin } G}{\text{Sin } F} = f \times \text{Sin } G \times \text{Cosec } F$$

$$\therefore \text{Log } g = \frac{\log f + \log \text{Sin } G + \log \text{Cosec } F}{}$$

$$\angle H = 180^\circ - (\angle F + \angle G)$$

3. 知二邊及其夾角。求他一邊與二角之公式。



$$\text{Tan } \frac{B-C}{2} = \frac{b-c}{b+c} \text{ Cot } \frac{A}{2}$$

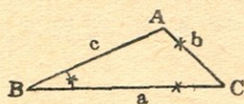
$$\therefore \text{Log tan } \frac{B-C}{2} = \frac{\log(b-c) - \log(b+c) + \log \cot \frac{A}{2}}{}$$

$$\frac{\log \cot \frac{A}{2}}{}$$

$$a : c = \text{Sin } A \text{ Sin } C$$

$$\therefore \text{Log } a = \frac{\log C + \log \text{Sin } A + \log \text{Cosec } C}{}$$

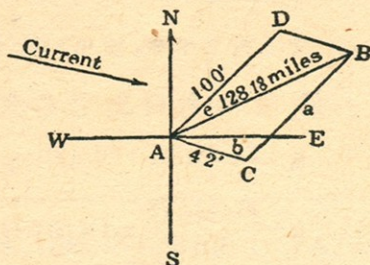
4. 知二邊與他一角。求他邊與二角。



$$\text{Sin } A = \frac{a \text{ Sin } B}{b}$$

$$\therefore \text{Log Sin } A = \frac{\log \text{Sin } B + \log a - \log b}{}$$

(例一) 某船向正東北方駛去。計二十四小時可航一百海里。今因有每小時  $1\frac{3}{4}$  哩速力之 E by S 海流。問該船實際之方向與航程若干。



使 A 為起點。AD=100 哩。為船在無潮時可行之方向與航程。AC=24× $1\frac{3}{4}$ 。為潮之總速力。依二邊畫一平行四邊形 AD BC。故 AB 為該船之實際航程線。

$$\text{今知 } \angle DAE = 45^\circ$$

$$\angle EAC = 11^\circ 15'$$

$$\therefore \angle DAC = 56^\circ 15'$$

$$\therefore AD \parallel BC$$

$$\therefore \angle ACB = 130^\circ - 56^\circ 15' = 123^\circ 45'$$

在  $\triangle ABC$  內。知 AC=42, BC=100,  $\angle C=123^\circ 45'$ 。可依第 (3) 公式求  $\angle ABC$  與 AB 邊。

$$\tan \frac{A-B}{2} = \frac{a-b}{a+b} \cot \frac{C}{2}$$

$$a = 100$$

$$b = 42$$

$$a-b = 58 \dots \dots \dots \log 1.76343$$

$$a+b=142 \dots \dots \dots \text{co. log } 3.84771$$

$$\frac{C}{2}=61^{\circ} 52' .5 \dots \dots \dots \text{log cot } 9.72796$$

$$\log \tan 9.33910$$

$$\therefore \frac{A-B}{2} = 12^{\circ} 18' 54''$$

$$\& \frac{A+B}{2} = 28^{\circ} 7' 30''$$

$$\therefore \angle ABC = 15^{\circ} 48' 36''$$

$$\therefore \angle DAB = 15^{\circ} 48' 36''$$

$$\& \angle DAN = 45^{\circ}$$

$$\therefore \angle NAB = 60^{\circ} 48' 36''$$

$$\therefore \text{T. Co} = \underline{\underline{N60^{\circ} 48' 36'' E}}$$

$$C = b \sin C \operatorname{Cosec} B$$

$$\log 42 = 1.62325$$

$$\log \sin C = 9.91985$$

$$\log \operatorname{Cosec} B = 0.56471$$

$$\log C = 2.10751$$

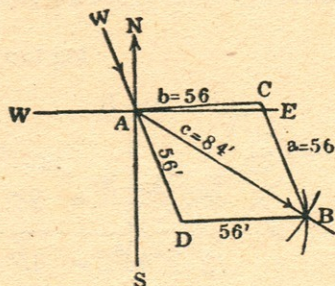
$$\therefore C = \underline{\underline{128'.18}} \text{ 即實際航程。}$$

(例二) 今有艦自午後八時起錨。開往某地。時有 NNW 風并向東之海流。二者之速度。每時同為三浬半。至次日午時。知已行 84 海里。試求該船之航向與潮之方向。

使 A 為起點。依風向引 WD。使 AD 之長為  $16^h \times 3.5$  等於 56 海里。

再以 A 為圓心。84 海里為半徑作圓。又以 D 為圓心。56 為

半徑。與前圓相交於B。然後連結DB。作一 $\square$ ADBC。則 $\angle SAB$ 爲船航方向。 $\angle NAC$ 爲潮流方向。



在 $\triangle ABC$ 內。知 $AB=84'$ ， $AC=56'$ ，可依下式求之。

$$a = 56 \dots \dots \dots \text{Hav } A = \frac{(S-b)(S-c)}{bc}$$

$$b = 56 \dots \dots \dots \text{Co log } \overline{2.25181}$$

$$c = 84 \dots \dots \dots \text{Co-log } \overline{2.07572}$$

$$\underline{2 \mid 196}$$

$$S = 98$$

$$S-b = 42 \dots \dots \dots \text{log } 1.62325$$

$$S-c = 14 \dots \dots \dots \text{log } \underline{1.14613}$$

$$\text{log hav } A = 9.09691$$

$$\therefore \angle BAC = \underline{41^\circ 24' 30''}$$

$$\therefore \angle BAD = \underline{41^\circ 24' 30''}$$

$$\& \angle SAD = \underline{22^\circ 30' 0''}$$

船航方向即爲 $\underline{\underline{\angle SAB = S63^\circ 54' 30'' E}}$

潮之方向。等於 $\angle NAC = 180^\circ - \angle SAC = 180^\circ - 63^\circ 54' 30'' - 41^\circ 24' 30'' = \underline{\underline{N74^\circ 41'E}}$ 。





$$\log \sin 51^\circ 51' = 9.89564$$

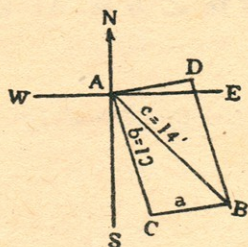
$$\log \operatorname{Cosec} 16^\circ 9' = 0.55572$$

$$\log b \quad \underline{0.92848}$$

$\therefore b = 8.48$  海流每時之速率。

$30 \div 8.48 = 3.53^m$  即須航行三點五十三分可到。

(例四) 有一每時能航八浬之船。今向 SSE 方駛去。經一小時半。知已航十四浬。但因受海流之影響。被冲為  $SE\frac{1}{2}E$  方向。求潮之方向與速率。



使 A 為起程地。依 SSE 畫 AC 線。長為十二海里。再依  $SE\frac{1}{2}E$  畫 AB 線。然後連結 CB 作一  $\square ACBD$ 。則  $\angle NAD$  為潮之方向。AD 為其速率。

在  $\triangle ABC$  內。  $b=12'$ ,  $c=14'$ ,  $\angle A=28^\circ 8'$ 。依下式求之。

$$\tan \frac{C-B}{2} = \frac{c-b}{c+b} \cot \frac{A}{2}$$

$$c-b=2 \log \quad 0.30103$$

$$c+b=26 \quad \text{co log} \quad \overline{2.58503}$$

$$\frac{A}{2} = 14^\circ 4' \quad \log \cot \quad 0.60108$$

$$\log \tan \frac{C-B}{2} \quad \underline{9.48714}$$

$$\therefore \frac{C-B}{2} = 17^\circ 4'$$

$$\frac{C+B}{2} = \underline{75^\circ 56'}$$

$$\therefore \angle ABC = \underline{58^\circ 52'}$$

$$\therefore \angle BAD = 58^\circ 52'$$

$$\begin{aligned} NAD &= \pi - \angle SAD = 180^\circ - (50^\circ 38' + 58^\circ 52') \\ &= 70^\circ 30' \end{aligned}$$

故潮之方向爲 N70° 30'E。

$$a = b \sin A \operatorname{cosec} B$$

$$\log 12 = 1.07918$$

$$\log \sin 28^\circ 8' = 9.67350$$

$$\log \operatorname{cosec} 58^\circ 52' = 0.06754$$

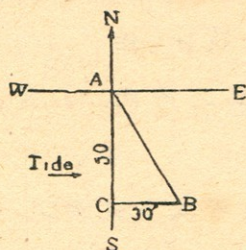
$$\log a = \underline{0.82022}$$

$$\therefore a = \underline{6.617} \text{ miles}$$

$$6.617 \div 1\frac{1}{2} = 6.617 \times \frac{2}{3} = 4.41$$

故潮之速力每時爲 4.41 海里。

(例五) 有一每時能行五海里之船。今向正南航駛。被一自西橫來每時流三海里之潮漂擊。問經十小時後。該船所航之方向與航程若干。



以 A 爲起點。於正南線上截取 AC。爲船在靜水內十小時之航程。又於 C 引 BC 線。爲潮之總速率。故  $\angle BAC$  爲船被漂之方向。AB 爲航程。

$$\cot C = \frac{AC}{BC} = \frac{50}{30}$$

$$\log 50 = 1.69897$$

$$\log 30 = \underline{1.47712}$$

$$\log \cot C = \underline{0.22185}$$

故被漂之方向爲 S30° 57' 48" E.

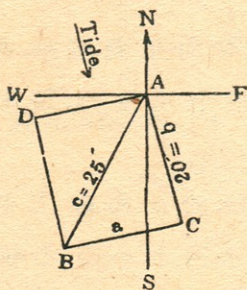
$$AB = AC \operatorname{Sec} Co$$

log 50	1.69897
log Sec 30° 57' 48"	<u>0.06676</u>
log AB	1.76573

航程爲 58.31 海里。

或以 50 爲緯差。30 爲橫距。查航海表中。亦可得其方向爲 30°。航程爲 58 海里。航海者多用此法爲便。

(例六) 有某海峽。在船所在地之 SSW 方向距 25 哩之處。時有每時四哩速力之 S by E 海流。吾人欲以五小時直入峽口。問應取何向。并每時以幾哩之速力航駛。



定 A 爲船之所在。B 爲某峽口。先依潮之方向畫 AC。計五小時潮行二十哩。再連結 BC。作  $\square ACBD$ 。則  $\angle SAD$  爲應取之方向。AD 爲速率。

定 A 爲船之所在。B 爲某峽口。先依潮之方向畫 AC。計五小時潮行二十哩。再連結 BC。作  $\square ACBD$ 。則  $\angle SAD$  爲應取之方向。AD 爲速率。

在  $\triangle ABC$  內。  $b=20'$ ，  $c=25'$ 。  $\angle A=33^\circ 45'$ 。可依上式求之。

$$c+b=45 \operatorname{Co} \log \quad \overline{2.34679}$$

$$c-b=5 \log \quad 0.69897$$

$$\frac{A}{2} = 16^\circ 52' 5'' \log \operatorname{Cot} \quad \underline{0.51800}$$

$$\log \tan \quad \underline{9.56376}$$

$$\frac{C-B}{2} = 20^{\circ} 7'$$

$$\frac{C+B}{2} = 73^{\circ} 7.5'$$

$$\therefore \angle ABC = 53^{\circ} 0'5'' = \angle BAD$$

$$\begin{aligned} \angle SAD &= \angle SAB + \angle BAD = 22^{\circ} 30' + 53^{\circ} 0'5'' \\ &= \underline{75^{\circ} 30'5''} \text{ 應取之方向。} \end{aligned}$$

$$a = b \sin A \operatorname{Cosec} B$$

$$\log 20 \quad 1.30103$$

$$\log \sin 33^{\circ} 45' \quad 9.74474$$

$$\log \operatorname{Cosec} 53^{\circ} 0'5'' \quad 0.09760$$

$$\log a \quad 1.14337$$

$$\therefore a = 13'.91 \text{ 即 } AD = 13'.91. \text{ 爲總共航程。}$$

$$13'.91 \div 5 = \underline{2.78} \text{ 即每時應航之速力。}$$

上題亦可用檢表法 (Inspection) 計算。

T. Co	Dist	D. lat		Dep	
		N	S	E	W
SSW	25'		23.1		9.6
N by W	20'	19.6			3.9
		19.6	23.1		13.5
<u>S 76° W</u>	<u>14'</u>		<u>19.6</u>		<u>3.5</u>

註 潮流方向須相反。如 NNE 變 SSW。

$$14 \div 5 = \underline{2.8} \text{ 哩每時速力。S76°W 爲應取方向。}$$

(例七) 1924年正月二十六號午後四時。有某輪正航於北緯 $50^{\circ}10'$ 西經 $19^{\circ}28'$ 之海洋中。忽然機損。隨潮漂去。至次日午時。推測船位。被流至北緯 $49^{\circ}47'$ 西經 $19^{\circ}59'$ 之海面上。問潮之速力與方向。并被漂去幾何哩。

$$\text{Lat A } 49^{\circ}47'N \qquad \text{long A } 19^{\circ}59'W$$

$$\text{Lat B } 50^{\circ}10'N \qquad \text{long B } 19^{\circ}28'W$$

$$\text{Dlat } \underline{23'N} \qquad \text{Dlong } \underline{31'E}$$

$$\text{lat A } 49^{\circ}47'$$

$$\text{lat B } 50^{\circ}10'$$

$$2 \mid \underline{99^{\circ}57'}$$

$$\text{mid lat } \underline{49^{\circ}58'.5}$$

$$\text{Dep} = \text{Dlong} \cos \text{mid lat} = 31' + \cos 49^{\circ}58'.5$$

$$\log 31' \qquad 1.491362$$

$$\log \cos 49^{\circ}58'.5 \qquad 9.808293$$

$$\log \text{dep} \qquad \underline{1.299655}$$

$$\therefore \text{Dep} = 19.93$$

$$\tan \text{Co} = \frac{\text{Dep}}{\text{Dlat}} = \frac{19'.93}{23'}$$

$$\log 19.9 \dots\dots\dots 1.29885$$

$$\log 23 \dots\dots\dots \underline{1.36173}$$

$$\log \tan 40^{\circ}52' \dots\dots\dots 9.93712$$

故潮之方向爲 N40°52'E。

$$\text{Dist} = \text{Dlat Sec Co}$$

$$\log 23 \dots\dots\dots 1.36173$$

$$\log \text{Sec } 40^\circ 52' \dots\dots\dots 0.12135$$

$$\log \text{Dist} \dots\dots\dots 1.48308$$

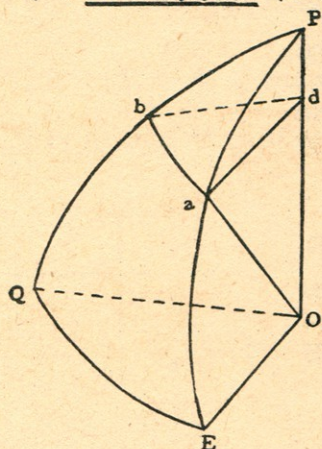
$$\therefore \text{Dist} = 30'.4 \text{ miles}$$

即船被漂去 30'.4 哩

$$30'.4 \div 18^h = 1'.7$$

故潮每時之速力為 1'.7 哩。

(55) 平行駕駛法 (Parallel Sailing) 如圖 a, b, 為地面同

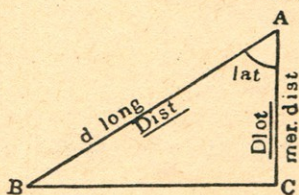


一緯度之兩地。PaE, PbQ 為經過兩地之子午線。EQ 為赤道。P 為地極。O 為地心。PO 為地軸。再連結 AO, QO 諸線。Ea 或 Qb 為兩地之緯度。ab 弧為兩地子午線之距離。EQ 弧為兩地之經差。

故 bda 及 QOE 諸角。因同為兩子午線之夾角。故彼此相等。

$$\therefore \frac{\text{arc } ab}{\text{arc } EQ} = \frac{ad}{EO} = \frac{ad}{ao} = \text{Sin } aod$$

$$= \text{Cos } aoe = \text{Cos } E a$$



- 公式
1. Meridian Dist = Dlong Cos lat
  2. Cos lat =  $\frac{\text{Mer Dist}}{\text{Dlong}}$
  3. Dlong = Mer Dist Sec lat

(例一) 某舟自 A 地 (Lat  $35^{\circ} 12'S$ , long  $18^{\circ} 5'E$ ) 至 B 地 (Lat  $35^{\circ} 12'S$ , long  $28^{\circ} 18'E$ )。Variation  $6^{\circ} 7.5W$ 。Deviation  $11^{\circ}W$ 。求羅經方向與航程。

$$\begin{array}{r} \text{Long A} \quad 18^{\circ} 5'E \\ \text{Long B} \quad 28^{\circ} 18'E \\ \hline \text{Dlong} \quad \underline{\underline{10^{\circ} 13' \text{ or } 613'E}} \end{array}$$

$$\begin{aligned} \text{Mer Dist} &= \text{Dlong} \cos \text{lat} \\ &= 613 \cos 35^{\circ} 12' \end{aligned}$$

$$\log 613 \quad = 2.78746$$

$$\log \cos 35^{\circ} 12' = 9.91230$$

$$\log \text{Mer Dist} \quad \underline{\underline{2.69976}}$$

故其航程爲 500.9 浬。

$$\text{T. Co. S} \quad 90^{\circ} 0' \text{ E}$$

$$\text{V+D} \quad 17^{\circ} 7.5W$$

$$\underline{\underline{S 72^{\circ} 52'.5E}}$$

羅經方向爲 S 72° 52'.5E。

(例二) 一汽船自東經  $140^{\circ}$  南緯  $41^{\circ} 10'$  之某埠出發。依羅經方向  $N84^{\circ}W$  航 110 浬。其偏差爲  $11^{\circ}W$ 。自差爲  $5^{\circ}E$ 。求該船之地位。

$$\text{Comp Co N } 84^{\circ}W$$

$$\text{V+D} \quad \underline{\underline{6^{\circ}W}}$$

$$\text{True Co. N } 90^{\circ}W$$



$$\begin{aligned} \text{Dlong} &= \text{Mer Dist Sec lat} \\ &= 110 \text{ Sec } 41^\circ 10' \end{aligned}$$

註查 Traverse Table 時。以 Dlong 作 Dist。Mer Dist 作 Dlat。Lat 作 Co。  
然後去查。

查表得  $\text{Dlong} = 146 \text{ miles W}$

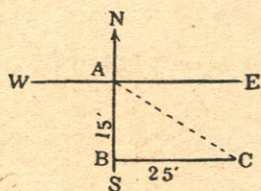
Long From  $140^\circ 0'E$

Dlong  $2^\circ 26'W$

Long in  $= 137^\circ 34'E$

Lat in  $= 41^\circ 10'S$

(例三) 某船由北緯  $49^\circ 35'$ ，西經  $8^\circ 40'$  之地。向正南航十五  
哩。又向正東航二十五哩。問該船航至何所。



Lat A  $49^\circ 35'N$

Dlat  $15'S$

Lat C  $= 49^\circ 20'N$

Dlong B to C = M. Dist Sec lat  
 $= 25' \text{ Sec } 49^\circ 20'$

查表得  $38' E$

long B  $8^\circ 40'W$

Dlong  $38'E$

Long C  $= 8^\circ 2'W$

(例四) 有一海港。當北緯  $49^\circ 57'$ ，西經  $5^\circ 12'$ 。距其正東 271  
哩處。有炮台一座。問該炮台在何經度。

$$\text{Dlong} = \text{Mer Dist Sec Lat} = 271 \text{ Sec } 49^\circ 57'$$

$$\log 271 \quad 2.43297$$

$$\log \text{Sec } 49^\circ 57' \quad 0.19148$$

$$\log \text{Dlong} \quad \underline{2.62445}$$

$$\therefore \text{Dlong} = \underline{421.2} \text{ or } \underline{7^\circ 12' \text{E}}$$

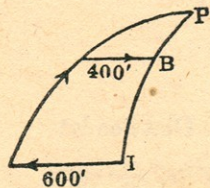
$$\text{long left} \quad 5^\circ 12' .0 \text{W}$$

$$\text{Dlong} \quad \underline{7^\circ 1.2' \text{E}}$$

$$\text{long in} \quad = \underline{1^\circ 49'.2 \text{E}}$$

故炮台在東經  $1^\circ 49'.2$ 。

(例五) 某艦由一島 (lat  $50^\circ \text{N}$ , long  $20^\circ \text{E}$ ) 向正西航 600 浬。忽改向正北航若干時。繼又改向正東航 400 浬。測其經度。仍為東經  $20^\circ$ 。問其緯度及向北共航若干浬。



$$\text{Dlong} = \text{Mer Dist Sec lat} = 600 \text{ Sec } 50^\circ$$

$$\log 600 \quad 2.77815$$

$$\log \text{Sec } 50^\circ \quad 0.19193$$

$$\log \text{Dlong} \quad \underline{2.97008}$$

$$\therefore \text{Dlong} = \underline{933'.4}$$

$$\text{Sec lat} = \frac{\text{Dlong}}{\text{Mer Dist}}$$

$$\log 933.4 \quad 2.97007$$

$$\log 400 \quad \underline{2.60206}$$

$$\log \text{Sec lat} \quad 0.36801$$

$$\therefore \text{Lat in} = \underline{64^\circ 37' 5 \text{N}}$$

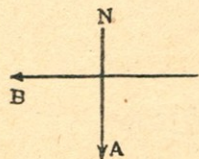
lat left  $50^{\circ} 0' N$

lat in  $64^{\circ} 37'.5N$

Dlat  $14^{\circ} 37'.5N$

or 877'.5 即其向北所航哩數。

(例六) 今有等速率之 A, B 二船。同自某地 (lat  $30^{\circ}S$ , long  $140^{\circ}W$ ) 出發。A 向正南航。B 向正西航。待 B 航至西經  $141^{\circ} 10'$  處。問 A 在何處。



long From (B)  $140^{\circ} 0'W$

long in (B)  $141^{\circ} 10'W$

Dlong (B)  $70'W$

Mer Dist of B = Dlong Cos lat

$$= 70' \text{ Cos } 30^{\circ}$$

log 70 1.84510

log Cos 30 9.93758

log Mer Dist 1.78263

$$\therefore \text{Dist of B} = \underline{60'.62W}$$

A, B 速率既同。其航程亦同。

$$\therefore \text{Dist of A} = 60'.62 = \text{Dlat}$$

Dlat =  $1^{\circ} 0' 37''S$

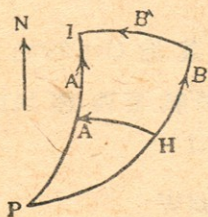
lat left (A)  $30^{\circ} 0' 0''S$

Lat in (A)  $31^{\circ} 0' 37''S$

故 A 船航至南緯  $31^{\circ} 0' 37''$  處。

(例七) 設又有 A, B 等速率之大船二艘。今同自某港 (lat

15° 55'S, long 5° 43'W) 出駛。并約同至某島 (lat 7° 57'S, long 13.59'W) 相會。但 A 先向正西航。待至某島之經度。再向正北航。而 B 則先向正北航。待至某島之緯度。然後轉向正西航。問何船先到。并各航若干哩。



Lat H	15° 55'
Lat I	7° 57'
Dlat	<u>7° 58'S or 478 miles</u>
Long H	5° 43'W
Long I	<u>13° 59'W</u>
Dlong	<u>8° 16'W or 496 miles</u>

$$\begin{aligned} \text{Mer Dist of A} &= \text{Dlong Cos lat} \\ &= 496 \text{ Cos } 15^\circ 55' \end{aligned}$$

$$\log 496 \quad 2.69548$$

$$\log \text{Cos } 15^\circ 55' \quad 9.98302$$

$$\log \text{Mer Dist of A} \quad 2.67850$$

$$\therefore \text{Mer Dist of A} = 477.0 \text{ miles}$$

$$\text{故 A 船航 } 478 + 477 = \underline{\underline{955}} \text{ miles}$$

$$\text{Mer Dist of B} = 496 \text{ Cos } 7^\circ 57'$$

$$\log 496 \quad 2.69548$$

$$\log \text{Cos } 7^\circ 57' \quad 9.99581$$

$$\log \text{Mer Dist of B} = 2.69129$$

$$\therefore \text{Mer Dist of B} = 491.2 \text{ miles}$$

$$\text{故 B 船航 } 478 + 491.2 = \underline{\underline{969.2}} \text{ 哩}$$

$$969.2 - 955.0 = 14.2 \text{ miles}$$

A 比 B 少航 14.2 miles. 故 A 先到。

(56) 中緯駕駛法 (Middle Latitude Sailing) 如用此法演題。(1) 須船航於赤道之左近。(2) 方向宜大。航程宜小。(3) 起程地與目的地。須在赤道之同邊。反之。若緯度太高。或緯差過大。或 A, B 兩地各在赤道之邊時。則不能用此法。應依墨克特氏駕駛法計算。

$$\text{公式} \left\{ \begin{array}{l} (1) \underline{\text{Mer Dist}} = \text{Dlong} \cos \text{Mlat} \\ (2) \underline{\text{Dlong}} = \text{Mer Dist} \sec \text{Mlat} \\ (3) \underline{\tan \text{Co}} = \frac{\text{Dlong} \cos \text{Mlat}}{\text{Dlat}} \\ (4) \underline{\cos \text{Mlat}} = \frac{\text{Mer Dist}}{\text{Dlong}} \end{array} \right.$$

(例一) 有船自 A 地 (lat 27° 30' N, long 14° 20' W)。向正東航 66 哩。至 B 地 (lat 29° 45' N) 運貨。問 B 地在何經度。

用計算法 (By Calculation)

$$\text{Lat A} \quad 27^\circ 30' \text{N}$$

$$\text{Lat B} \quad 29^\circ 45' \text{N}$$

$$\underline{2 | 57^\circ 15'}$$

$$\text{M. lat} \quad \underline{28^\circ 37'.5}$$

$$\text{Dlong} = \frac{\text{Mer Dist}}{\cos \text{M. lat}} = \frac{66'}{\cos 28^\circ 37'.5}$$

$$= 66' \sec 28^\circ 37'.5$$

$$\log 66 \quad 1.81954$$

$$\log \sec 28^\circ 37'.5 \quad 0.05661$$

$$\log \text{Dlong} \quad \underline{1.87615}$$

$$\therefore \text{Dlong} = \underline{75' 19 \text{ or } 1^{\circ} 15' 11'' \text{E}}$$

$$\text{Long From } 14^{\circ} 20' 0'' \text{W}$$

$$\text{Dlong } \quad \quad \quad \underline{1^{\circ} 15' 11'' \text{E}}$$

$$\text{Long in } = \underline{\underline{13^{\circ} 4' 49'' \text{W}}}$$

(例二) 又有某船自甲埠 (lat  $26^{\circ} \text{S}$ , long  $109^{\circ} 17' \text{W}$ ) 至乙埠 (lat  $0^{\circ} 0' 0'' \text{S}$ , long  $92^{\circ} 0' \text{W}$ )。Var  $11^{\circ} 15' \text{E}$ 。Dev  $3' \text{W}$ 。求該船所航之羅經方向與航程。

用檢查法 (By Inspection)

$$\text{Lat A } \quad 26^{\circ} 0' \text{S}$$

$$\text{Lat B } \quad \quad \underline{0^{\circ} 0' \text{S}}$$

$$\text{Dlat } \quad \quad \underline{26^{\circ} 0' \text{ or } 1560'}$$

$$\text{M. lat } \quad \underline{13^{\circ} 0' \text{S}}$$

$$\text{Long A } \quad 109^{\circ} 17' \text{W}$$

$$\text{Long B } \quad \quad \underline{92^{\circ} 0' \text{W}}$$

$$\text{Dlong } \quad \quad \underline{17^{\circ} 17' \text{E or } 1037'}$$

$$\begin{aligned} \text{Tan Co.} &= \frac{\text{Dlong Cos Mlat}}{\text{Dlat}} = \frac{1037 \text{ Cos } 13^{\circ}}{1560} \\ &= \underline{\underline{\text{N } 33^{\circ} \text{E}}} \end{aligned}$$

$$\text{True Co. } \quad \text{N } 33^{\circ} 0' \text{E}$$

$$\text{V+D } \quad \quad \quad \underline{8^{\circ} 15' \text{E}}$$

$$\text{Comp Co } = \underline{\underline{\text{N } 24^{\circ} 45' \text{E}}}$$

$$\text{Dist} = \text{Dlat Sec Co}$$

$$= 1560' \text{ Sec } 33^{\circ}$$

$$= \underline{\underline{1860 \text{ miles}}}$$

(例三) 一船自南緯  $22^{\circ} 20'$ ，西經  $90^{\circ} 40'$  某嶼。向  $N32^{\circ} 50'E$  方出發。設其航 256 哩。當在若何經緯度。

用計算法

$$Dlat = Dist \cos Co$$

$$= 256 \cos 32^{\circ} 50'$$

$$\log 256 \quad 2.40824$$

$$\log \cos Co. \quad 9.92441$$

$$\log Dlat \quad \underline{2.33265}$$

$$\therefore Dlat = 215'.1 \text{ or } 3^{\circ} 35' 6''N$$

$$Lat \text{ From } 22^{\circ} 20' 0''S$$

$$Dlat \quad \underline{3^{\circ} 35' 6''N}$$

$$Lat \text{ in } \underline{\underline{18^{\circ} 44' 54''S}}$$

$$Lat \text{ From } 22^{\circ} 20' 0''S$$

$$Lat \text{ in } 18^{\circ} 44' 54''S$$

$$2 | \underline{41^{\circ} 4' 54''S}$$

$$M. lat \quad \underline{20^{\circ} 32' 27''}$$

$$Dlong = Dist \sin Co \sec M. lat$$

$$= 256 \sin 32^{\circ} 50' \sec 20^{\circ} 32' 27''$$

$$\log 256 \quad 2.40824$$

$$\log \sin 32^{\circ} 50' \quad 9.73416$$

$$\log \sec 20^{\circ} 32' 27'' \quad 0.02853$$

$$\log Dlong \quad \underline{2.17093}$$

$$\therefore Dlong = \underline{148.2} = 2^{\circ} 28' 12''E$$

Long From  $90^{\circ} 40' 0'' W$

Dlong  $2^{\circ} 28' 12'' E$

Long in  $= 88^{\circ} 11' 48'' W$

(例四) 某船自喜望峯 (lat  $34^{\circ} 29' S$ , long  $18^{\circ} 23' E$ )。向  $N48^{\circ} 25' W$  方出駛。今航 480 浬。求該船之地位。

用檢查法

Dlat = Dist Cos Co

$= 480 \text{ Cos } 48^{\circ} 25'$

(檢表)  $= 321' = 5^{\circ} 21' N$

Lat From  $34^{\circ} 29' S$

Dlat  $5^{\circ} 21' N$

Lat in  $= 29^{\circ} 8' S$

Lat From  $34^{\circ} 29' S$

Lat in  $29^{\circ} 8' S$

$2 | 63^{\circ} 37'$

M. lat  $31^{\circ} 48'.5$

Dlong = Dist Sin Co Sec M. lat

$= 480 \text{ Sin } 48^{\circ} 25' \text{ Sec } 31^{\circ} 48'.5$

(檢表)  $= 359 \text{ Sec } 31^{\circ} 48'.5$

(檢表)  $= 423' \text{ or } 7^{\circ} 3' W$

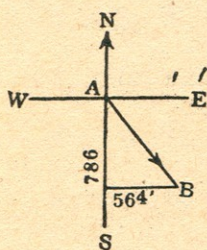
Long From  $18^{\circ} 23' E$

Dlong  $7^{\circ} 3' W$

Long in  $= 11^{\circ} 20' E$



(例五) 有舟從某地 (lat  $51^{\circ} 18' N$ , long  $22^{\circ} 6' W$ ) 向東南兩方間出發。航行數日後。知其橫距為 564 浬。緯差為 786 浬。問該船航至何處。并其所航之方向若何。



$$\text{Lat left } 51^{\circ} 18' N$$

$$\text{Dlat } 13^{\circ} 6' S$$

$$\text{Lat in } = 38^{\circ} 12' N$$

$$\text{Lat left } 51^{\circ} 18' N$$

$$\text{Lat in } 38^{\circ} 12' N$$

$$2 \mid 89^{\circ} 30'$$

$$\text{M lat } 44^{\circ} 45'$$

$$\text{Dlong} = \text{Mer Dist Sec M. lat}$$

$$= 564 \text{ Sec } 44^{\circ} 45'$$

$$\log 564 \quad 2.75128$$

$$\log \text{Sec Co. } 0.14863$$

$$\log \text{Dlong } 2.89991$$

$$\therefore \text{Dlong} = 794.2 \text{ or } 13^{\circ} 14' 10'' E$$

$$\text{Long left } 22^{\circ} 6' 0'' W$$

$$\text{Dlong } 13^{\circ} 14' 10'' E$$

$$\text{Long in } = 8^{\circ} 51' 50'' W$$

$$\text{Cot Co} = \frac{\text{Dlat}}{\text{Dep}} = \frac{786}{564}$$

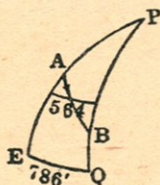
$$\log 786 \quad 2.89542$$

$$\log 564 \quad 2.75128$$

$$\log \text{Cot Co. } 0.14414$$

$$\therefore \text{Course} = \underline{\underline{S35^{\circ} 39'.7E}}$$

(例六) 在北半球上。有一船向  $S33^{\circ} 15'E$  出航。經數日後。知其橫距爲 564 浬。并經差爲 786 浬。求該船之起程地與所到地之緯度。



$$Dlat = \frac{Dep}{\tan Co} = \frac{564}{\tan 33^{\circ} 15'}$$

$$\log 564 \quad 2.75128$$

$$\log \tan 33^{\circ} 15' \quad 9.81666$$

$$\log Dlat \quad \underline{\underline{2.93462}}$$

$$\therefore Dlat = 860.2 \text{ or } \underline{\underline{14^{\circ} 20'.2S}}$$

$$\cos Mlat = \frac{\text{Mer Dist}}{Dlong} = \frac{564}{786}$$

$$\log 564 \quad 2.75128$$

$$\log 786 \quad 2.89542$$

$$\log \cos Mlat \quad \underline{\underline{9.85586}}$$

$$\therefore Mlat = \underline{\underline{44^{\circ} 8'N}}$$

$$Dlat \div 2 = 14^{\circ} 20'.2 \div 2 = 7^{\circ} 10' 6''$$

$$\therefore Mlat \quad 44^{\circ} 8' 40''N$$

$$\frac{1}{2}Dlat \quad +) \underline{\underline{7^{\circ} 10' 6''}}$$

$$\text{Lat left} \quad = \underline{\underline{51^{\circ} 18' 46''N}}$$

$$Mlat \quad 44^{\circ} 8' 40''N$$

$$\frac{1}{2}Dlat \quad -) \underline{\underline{7^{\circ} 10' 6''}}$$

$$\text{Lat in} \quad = \underline{\underline{36^{\circ} 58' 34''N}}$$

(例七) 1924年九月十五號午時。有船由某洲 (lat  $28^{\circ} 13' N$ , long  $63^{\circ} 14' W$ ) 出駛。航至次日午時。共航有下列諸方向。

1. NE  $\times$  E, 63 miles.
2. N By W, 48 miles.
3. NNE, 172'.
4. SSW, 24 miles.
5. SE  $\frac{3}{4}$  E, 55 miles.

問該船航至何所。并求其一直之方向與航程。

T. Co	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
N $56^{\circ}$ E	63'	35.2		52.2	
N $11^{\circ}$ W	48'	47.1			9.2
N $23^{\circ}$ E	172'	158.3		67.2	
S $23^{\circ}$ W	24'		22.1		9.4
S $53^{\circ}$ E	55'		33.1	43.9	
		240.6	55.2	163.3	18.6
		55.2		18.6	
N <u><math>38^{\circ}</math></u> E	<u>235'</u>	<u>185.4</u>		<u>144.7</u>	

$\therefore$  Co. and Dist made good = N $38^{\circ}$ E 235 miles

Lat A  $28^{\circ} 13'.0N$

Dlat  $3^{\circ} 5'.4N$

Lat B =  $31^{\circ} 18'.4N$

Lat A  $28^{\circ} 13'.0N$

Lat B  $31^{\circ} 18'.4N$

$2 \overline{59^{\circ} 31'.4}$

Mlat  $\underline{29^{\circ} 45'.7}$

Dlong = Dep Sec Mlat

=  $144'.7 \text{ Sec } 29^{\circ} 45'.7$

(檢表) =  $167'E \text{ or } \underline{2^{\circ} 47'E}$

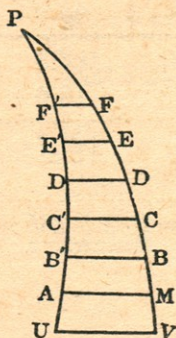
Long A  $63^{\circ} 14'W$

Dlong  $\underline{2^{\circ} 47'E}$

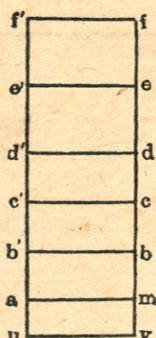
Long B =  $\underline{\underline{60^{\circ} 27'W}}$

(57) 墨克特駕駛法 (Mercator's Sailing) 當經差太大。或緯差過高時。若用平面或中緯駕駛法。自難正確。自 1569 年墨氏發明此法。以各子午線互相平行。使各等距圈之弧與經差相等。

甲 圖



乙 圖



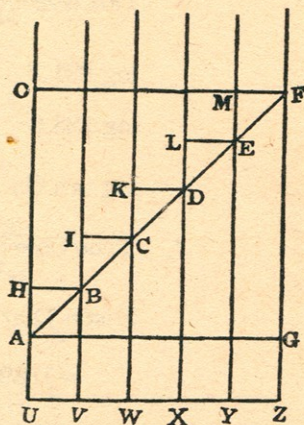
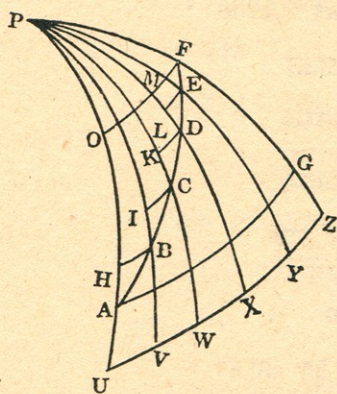
圖解 按地球扁圓。長徑約 6883.58 浬。短徑約 6860.24 浬。成一橙形。故漸近兩極。子午線亦隨以相近。而其間所挾有

等距圈之弧。亦漸縮短。如甲圖之AM, BB', CC'等等。

當兩子午線相近。其緯差甚小時。可視其間之弧面爲平面。故在甲圖。其等距圈之弧。雖漸縮短。如AM, BB'等。但在乙圖。可使am, b'b等同與赤道之弧UV相等。是以乙圖am, b'b……與甲圖AM, BB'之形。其縱橫之比例。無不相等。墨氏海圖。即依此理而製成者。如丁圖。乃擴展地球之一部分於

丙圖

丁圖



平面上。各子午線互相平行。與等距圈成直交而爲直線。故於丙圖。將HB, IC, KD等弧(其和即橫距)伸長。則等於赤道之弧UV, VW, WX等。如丁圖OF=UZ。

$$\text{公式} \begin{cases} \text{Dlong} = \text{Mer Dlat} \tan \text{Co.} \\ \tan \text{Co.} = \frac{\text{Dlong}}{\text{Mer Dlat}} \end{cases}$$

(例一) 中國第一大商船華甲號。自廈門 (Lat 24° 26' 46" N, long 118° 4' 3" E) 赴新加坡 (lat 1° 17' 13" N, long 103° 51' 16" E)。問應取何方向駛行。并其航程若干。

Lat From  $24^{\circ} 26' 46''\text{N}$  (查航海表中) m. p. 1313.30

Lat in  $1^{\circ} 17' 13''\text{N}$  (Meridional Parts) m. p. 77.30

Dlat  $23^{\circ} 9' 33''\text{S}$  or 1389'.5, M. Dlat 1236.00

Long From  $118^{\circ} 4' 3''\text{E}$

Long in  $103^{\circ} 51' 16''\text{E}$

Dlong  $14^{\circ} 12' 47''\text{W}$  or 891.8W

$$\text{Tan Co} = \frac{\text{Dlong}}{\text{Mer Dlat}} = \frac{891.8}{1236}$$

log 891.8      2.95027

log 123.6      3.09202

log tan Co      9.85825

$$\therefore \text{True Co} = \underline{\underline{S35^{\circ} 48'.5W}}$$

Dist = Dlat Sec Co

$$= 1389.5 \text{ Sec } 35^{\circ} 48'.5$$

log 1389.5      3.14285

log Sec  $35^{\circ} 48'.5$       0.09099

log Dist      3.23384

$$\therefore \text{Dist} = \underline{\underline{1713.5 \text{ miles}}}$$

(例二) 求下列兩地之羅經方向與航程。

Lat A.  $53^{\circ} 18'\text{S}$       long A.  $76^{\circ} 14'\text{E}$

Lat B.  $56^{\circ} 25'\text{S}$       long B.  $78^{\circ} 13'\text{E}$

Variation  $1\frac{1}{4}$  points E. Deviation  $8^{\circ}\text{E}$ .

Lat A.	53° 18'S.....	m. p.	3793.78
Lat B.	56° 25'S.....	m. p.	4118.85
Dlat	3° 7'S or 187'S	Mer Dlat	325.07

$$\text{Long A.} \quad 76^\circ 14'E$$

$$\text{Long B.} \quad 78^\circ 13'E$$

$$\text{Dlong} \quad 1^\circ 59'E \text{ or } 119'E$$

$$\text{Tan Co} = \frac{\text{Dlong}}{\text{Mer Dlat}} = \frac{119}{325.07}$$

$$\log 119 \quad 2.07555$$

$$\log 325.1 \quad 2.51188$$

$$\log \tan \text{Co} \quad 9.56367$$

$$\text{True Co} = \text{S}20^\circ 7' 10''\text{E}$$

$$\text{T. Co} \quad = \text{S}20^\circ 7' 10''\text{E}$$

$$\text{V} + \text{D} \quad = 22^\circ 4' 0''\text{E}$$

$$\text{Comp. Co} = \underline{\underline{\text{S}42^\circ 11' 10''\text{E}}}$$

$$\text{Dist} = \text{Dlat Sec Co}$$

$$= 187 \text{ Sec } 20^\circ 7' 10''$$

$$\log 187 \quad 2.27184$$

$$\log \text{Sec } 20^\circ 7' 10'' \quad 0.02735$$

$$\log \text{Dist} \quad 2.29919$$

$$\therefore \text{Dist} = \underline{\underline{199 \text{ miles}}}$$

(例三) 今有汽船一隻。由某岬 ( $15^\circ 55'S, 5^\circ 44'W$ ) 向  $S39^\circ 27'E$  方。直航 1120 浬。求該船至其處之經緯度。

$$\text{Dlat} = \text{Dist} \cos \text{Co} = 1120 \cos 39^\circ 27'$$

$$\log 1120 \quad 3.04922$$

$$\log \cos 39^\circ 27' \quad 9.88772$$

$$\log \text{Dlat} \quad \underline{2.93694}$$

$$\therefore \text{Dlat} = 864.8 \text{ or } \underline{14^\circ 24'.8}$$

$$\text{Lat A} \quad 15^\circ 55' \text{ S}$$

$$\text{Dlat} \quad \underline{14^\circ 24'.8\text{S}}$$

$$\text{Lat B} \quad \underline{\underline{= 30^\circ 19.8\text{S}}}$$

$$\text{m. p.} \quad 967.53$$

$$\text{m. p.} \quad \underline{1911.51}$$

$$\text{Mer Dlat} \quad \underline{943.98}$$

$$\text{Dlong} = \text{Mer Dlat} \tan \text{Co}$$

$$= 943.98 \tan 39^\circ 27'$$

$$\log 943.98 \quad 2.97493$$

$$\log \tan 39^\circ 27' \quad 9.91533$$

$$\log \text{Dlong} \quad \underline{2.89026}$$

$$\therefore \text{Dlong} = 776.7 \text{ or } \underline{12^\circ 56'.7\text{E}}$$

$$\text{Long A} \quad 5^\circ 44' \text{ W}$$

$$\text{Dlong} \quad \underline{12^\circ 56'.7\text{E}}$$

$$\text{Long B} \quad \underline{\underline{= 7^\circ 12'.7\text{E}}}$$

(例四) 一船由某埠 (lat  $37^\circ\text{N}$ , long  $22^\circ 56'\text{W}$ ) 出駛。向  $\text{N}33^\circ 19'\text{E}$  方航行。數日後。知其經差爲 786 浬。問該船航至何地。并共航若干浬。



$$\text{Dlat} = \text{Dep Cot Co} = 786 \text{ Cot } 33^\circ 19'$$

$$\text{Log } 786 \quad 2.89542$$

$$\text{Log Cot } 33^\circ 19' \quad 0.18224$$

$$\text{log Mer Dlat} \quad 3.07766$$

$$\therefore \text{Mer Dlat} = 1195.80$$

$$\text{Mer Dlat} \quad 1195.80$$

$$\text{lat } 37^\circ \text{ m. p.} \quad 2392.63$$

$$\text{log lat} \quad 3588.43$$

$$\therefore \text{Lat in} = \underline{\underline{51^\circ 12' 18''\text{N}}}$$

$$\text{Lat From} \quad 37^\circ 0' 0''\text{N}$$

$$\text{Lat in} \quad 51^\circ 12' 18''\text{N}$$

$$\text{Dlat} \quad 14^\circ 12' 18''\text{N or } \underline{\underline{852'.3}}$$

$$\text{Long From} \quad 22^\circ 56'\text{W}$$

$$\text{Dlong} \quad 13^\circ 6'\text{E}$$

$$\text{Long in} \quad = \underline{\underline{9^\circ 50'\text{W}}}$$

$$\text{Dist} = \text{Dlat Sec Co}$$

$$= 852'.3 \text{ Sec } 33^\circ 19'$$

$$\text{log } 852'.3 \quad 2.93059$$

$$\text{log Sec Co} \quad 0.07798$$

$$\text{log Dist} \quad 3.00857$$

$$\therefore \text{Dist} = \underline{\underline{1019.9 \text{ miles}}}$$

(例五) 設有輪船一隻。離開某港 ( $34^\circ 47'.7\text{S}$ ,  $20^\circ 0'7\text{E}$ )。向  $S65^\circ 30'\text{W}$  方。航 1656 浬。至某島上。問該島之經緯度若干。

又從此島開赴某埠 ( $55^\circ 59'\text{S}$ ,  $67^\circ 16'\text{W}$ )。Var  $15^\circ 20'\text{W}$ 。Dev

11° 20' W. 求其羅經方向與航程。

$$Dlat = Dist \cos Co = 1650 \cos 65^\circ 30'$$

$$\log 1650 \quad 3.21748$$

$$\log \cos 65^\circ 30' \quad 9.61773$$

$$\log Dlat \quad \underline{2.83521}$$

$$\therefore Dlat = 684.2 \text{ or } \underline{11^\circ 24'.2}$$

$$\text{lat 港 } 34. 47'.7S \quad \text{m. p.} \quad 2229.66$$

$$Dlat \quad \underline{11^\circ 24'.2S} \quad \text{m. p.} \quad \underline{3132.85}$$

$$\text{lat 島 } \underline{46^\circ 11'.9S} \quad \text{M. Dlat} \quad \underline{903.19}$$

島在南緯 46° 11'.9 處。

$$Dlong = Mer Dlat \tan Co$$

$$= 903.19 \tan 65^\circ 30'$$

$$\log 903.19 \quad 2.95578$$

$$\log \tan 65^\circ 30' \quad 0.34130$$

$$\log Dlong \quad \underline{3.29708}$$

$$\therefore Dlong = \underline{1982} \text{ or } \underline{33^\circ 2' W}$$

$$\text{Long 港} \quad 20^\circ 0'.7E$$

$$Dlong \quad \underline{33^\circ 2' W}$$

$$\text{Long 島} \quad \underline{13^\circ 1' 3W}$$

島在西經 13° 1' 18" 處。

$$\text{Lat 島} \quad 46^\circ 11'.9S$$

$$\text{Lat 埠} \quad \underline{55^\circ 59' S}$$

$$Dlat \quad \underline{9^\circ 47'.1S}$$

Long 島  $13^{\circ} 1' 3W$

Long 埠  $67^{\circ} 16' W$

Dlong  $\underline{54^{\circ} 14'.7W}$

m. p. 3132.85

m. p.  $\underline{4072.12}$

M. Dlat  $\underline{939.27}$

$\text{Tan Co} = \frac{\text{Dlong}}{\text{M. Dlat}} = \frac{3254.7}{939.27}$

$\log 3254.7 = 3.51255$

$\log 939.27 = 2.97280$

$\log \tan \text{Co} \quad \underline{0.53975}$

$\therefore \text{True Co} = \underline{S73^{\circ} 54'.3W}$

T. Co  $S 73^{\circ} 54'.3W$

V+D  $26^{\circ} 40' W$

$\underline{S100^{\circ} 34'.3W}$

$\underline{180^{\circ}}$

羅經方向 =  $\underline{\underline{N 79^{\circ} 25'.7W}}$

Dist = Dlat Cos Co

$= 587.1 \text{ Cos } 73^{\circ} 54'.3$

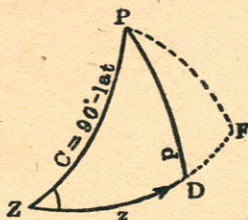
$\log 587.1 \quad 2.76871$

$\log \text{Cos Co} \quad \underline{0.55716}$

$\log \text{Dist} \quad \underline{3.32587}$

$\therefore \text{Dist} = \underline{\underline{2117'.5}} \text{ 航程}$

(58) 大圈駕駛法 (Great Circle Sailing) 凡兩地之經差甚鉅。船航其間之大弧上。若欲求其航程與方向。須用此法計算。方為準確。

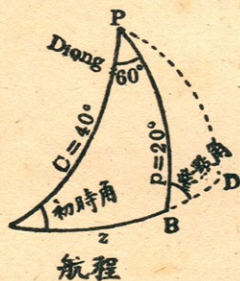


如圖。P 為地極。Z 為起程地。D 為目的地。PZ, PD 為兩地之子午線。ZD 為航程。 $\angle PZD$  為初時之方向。 $\angle PDF$  為到時之角度。依球面三角算法。得下列兩公式。

$$(1) \text{Hav } z = \frac{\text{hav } \theta + \text{hav } (p \sim c)}{\text{Where } \text{hav } \theta = \text{Sin } p \text{ Sin } c \text{ hav } p.}$$

$$(2) \text{Hav } z = \text{Cosec } z \text{ Cosec } c \sqrt{\text{hav } p + z \sim c} \sqrt{\text{hav } p - z \sim c}$$

(例一) 今有船自 A 地 (50°N, 50°W) 至 B 地 (70°N, 10°E)。求其間之航程。并初時與終點之角度。



Lat A	50°N	Lat B	70°
Co-lat	<u>40°</u>	Co-lat	<u>20°</u>
Long A	50°W		
Long B	10°E		
Dlong	<u>60°E</u>		

z 為航程。依第 (1) 公式求之。

$$C = 40^\circ \log \text{Sin} \quad 9.80807$$

$$P = 20^\circ \log \text{Sin} \quad 9.53405$$

$$\text{Dlong} = 60^\circ \log \text{hav} \quad 9.39794$$

$$\log \text{hav } \theta \quad 8.74006$$

$$\text{Nat hav } \quad \quad \quad .05496$$

$$C \sim p = 20^\circ \text{ Nat hav } \quad .03015$$

$$\text{Nat hav } z \quad .08511$$

$$\therefore z = 33^\circ 55' .4$$

故航程 = 2035.4 哩。

Co PAB 可依第 (2) 公式求之。

$$Z = 33^\circ 55' \quad \log \text{Cosec} \quad 0.25338$$

$$C = 40^\circ \quad \log \text{Cosec} \quad 0.19193$$

$$C - Z = \quad \quad \quad 6^\circ 5'$$

$$P = 20^\circ$$

$$S = 26^\circ 5' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 4.35345$$

$$D = 13^\circ 55' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 4.08331$$

$$\log \text{hav } A \quad 8.88207$$

$\therefore \angle PAB = 32^\circ$ 。即初時方向爲 N32°E。

又用第 (2) 公式求 PBA 角。

$$Z = 33^\circ 55' \quad \log \text{Csc} \quad 0.25338$$

$$P = 20^\circ \quad \log \text{Csc} \quad 0.46595$$

$$Z - P = 13^\circ 55'$$

$$C = 40^\circ$$

$$S = 53^\circ 55' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 4.65643$$

$$D = 26^\circ 5' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 4.35345$$

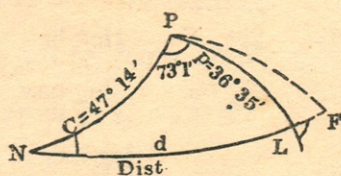
故  $\angle PBA = 94^\circ$   $\log \text{hav} \quad 9.72921$

$$180^\circ - 94^\circ = \underline{86^\circ} \text{。即終點方向} = \underline{\underline{N86^\circ E}} \text{。}$$

航程 = 2035.4 浬。其起初方向為  $N32^\circ E$ 。其後漸漸變改。迄至終點為  $N86^\circ E$  矣。

此題若用墨克特駕駛法計算。其航程為 2108.7 浬。其方向始終為  $N55^\circ E$ 。可見遠距離之航程。用大圈法駕駛。較他法為最近且準確。

(例二) 中國環遊世界艦華甲號 (HWAN JAH)。由美京紐約 (New York, lat  $42^\circ 46' N$ , long  $76^\circ W$ )。開赴英國西岸之利物浦 (Liverpool, lat  $53^\circ 25' N$ , long  $2^\circ 59' W$ )。試求其航程與初時及到時之方向。



Lat From	$42^\circ 46'$	Lat in	$53^\circ 25'$
----------	----------------	--------	----------------

Co-lat	<u><math>47^\circ 14'</math></u>	p =	<u><math>36^\circ 35'</math></u>
--------	----------------------------------	-----	----------------------------------

Long Left	$76^\circ 0' W$
-----------	-----------------

Long in	$2^\circ 59' W$
---------	-----------------

Dlong	<u><math>73^\circ 1' E</math></u>
-------	-----------------------------------

C = $47^\circ 14'$ log Sin	$9.86577$
----------------------------	-----------

P = $36^\circ 35'$ log Sin	$9.77524$
----------------------------	-----------

P = $73^\circ 1'$ log hav	$9.54895$
---------------------------	-----------

log hav	<u><math>9.18996</math></u>
---------	-----------------------------

$$\begin{array}{r} \text{Nat hav} \quad .15487 \\ C-p=10^{\circ} 39' \text{ Nat hav} \quad .00861 \\ \hline \text{Nat hav} \quad .16348 \end{array}$$

$$\therefore \text{Dist} = 47^{\circ} 42'$$

答航程有 2862 哩。

$$\begin{array}{r} d=47^{\circ} 42' \quad \log \text{Csc} \quad 0.13098 \\ c=47^{\circ} 14' \quad \log \text{Csc} \quad 0.13423 \\ \hline d-c=0^{\circ} 28' \\ p=36^{\circ} 35' \\ \hline S=37^{\circ} 3' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 9.00408 \\ D=36^{\circ} 7' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 8.98268 \\ \hline \log \text{hav} \angle N 8.25197 \end{array}$$

$$\therefore \angle PNL = 15^{\circ} 15'.7$$

故初時方向爲 N15° 15'.7E。

$$\begin{array}{r} d=47^{\circ} 42' \quad \log \text{Csc} \quad 0.13098 \\ p=36^{\circ} 35' \quad \log \text{Csc} \quad 0.22476 \\ \hline d-p=11^{\circ} 7' \\ C=47^{\circ} 14' \\ \hline S=58^{\circ} 21' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 9.37591 \\ D=36^{\circ} 7' \quad \frac{1}{2} \log \text{hav} \quad 8.98268 \\ \hline \log \text{hav} \angle L 8.71433 \end{array}$$

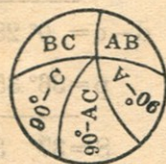
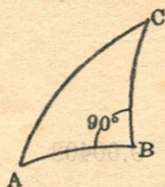
$$\therefore \angle PLN = 26^{\circ} 18'.7$$

$$180^\circ - 26^\circ 18' 7 = N153^\circ 41'E$$

$$= S 26^\circ 19'E$$

故終點方向 = S26°19'E。

(59) 混合駕駛法 (Composite Sailing) 當 A B 兩地在大圈上之航程。若經過六十度以上之緯度。因有冰山險阻。必須於大圈駕駛中。加入平行駕駛法。既由二法合成。故名爲混合駕駛法。其公式皆本於球面三角。



球面三角形之斜邊小於  $90^\circ$ 。則其他二邊。必均大或均小於  $90^\circ$ 。

其斜邊若大於  $90^\circ$ 。則其二邊一大於  $90^\circ$ 。一小於  $90^\circ$ 。

直角小於  $90^\circ$ 。則其對邊亦小於  $90^\circ$ 。若大於  $90^\circ$ 。則其對邊亦大於  $90^\circ$ 。

(1) Sin of middle part = Cos of Opposite part

(2) Sin of middle part = Tan of Adjacent part

(1) Sin 之中部等於 Cos 之對部。

(2) Sin 之中部等於 Tan 之鄰部。

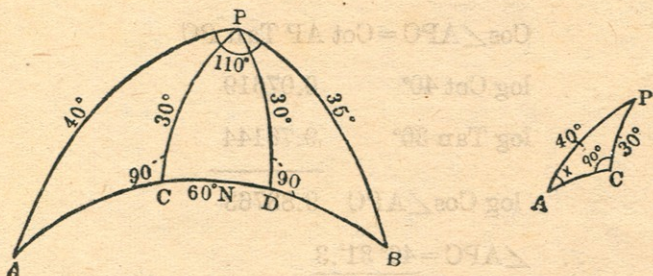
凡球面三角形有一角或一邊等於九十度者。皆用以上二公式求之。惟其間移項變化。則在算者自度耳。

譬如  $\text{Sin } AB = \text{Cos } (90^\circ - AC)$ ,  $\text{Cos } (90^\circ - C) = \text{Sin } AC \text{ Sin } C$ 。

則  $\text{Sin } AC = \text{Sin } AB \text{ Cosec } C$ 。其餘類推。



(例一) 有船自 A (Lat 50°N, long 20°W) 至 B (Lat 55°N, long 90°E)。用混合法航行。限制平行於 60°。今 (1) 求其初航時與達到時之方向。(2) 在大圈線上之航程。(3) 在平行線上之航程。



$$\sin PC = \sin A \sin PA$$

$$\sin A = \sin PC \csc PA$$

$$\log \sin 30^\circ \quad 9.69897$$

$$\log \csc 40^\circ \quad 0.19193$$

$$\log \sin A \quad 9.89090$$

$$\therefore \text{Course} = \underline{N51^\circ 4'E}$$

$$\sin B = \sin PD \csc PB$$

$$\log \sin 30^\circ \quad 9.69897$$

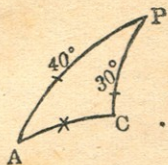
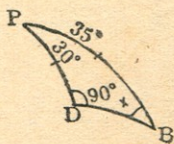
$$\log \csc 35^\circ \quad 0.24141$$

$$\log \sin B \quad 9.94038$$

$$\text{Co. } B \rightarrow \underline{S60^\circ 39'.5E}$$

$$\cos AP = \cos AC \cos PC$$

$$\cos AC = \cos AP \sec PC$$



$$\log \cos 40^\circ \quad 9.88425$$

$$\log \sec 30^\circ \quad 0.06247$$

$$\log \cos AC \quad 9.94672$$

$$\therefore \text{Dist } AC = 27^\circ 48\frac{1}{4}' = \underline{1668\frac{1}{4}'}$$

$$\cos \angle APC = \cot AP \tan PC$$

$$\log \cot 40^\circ \quad 0.07619$$

$$\log \tan 30^\circ \quad 9.76144$$

$$\log \cos \angle APC \quad 9.83763$$

$$\therefore \angle APC = \underline{46^\circ 31'.3}$$

$$\cos BP = \cos BD \cos PD$$

$$\cos BD = \cos BP \sec PD$$

$$\log \cos 35^\circ \quad 9.91336$$

$$\log \sec 30^\circ \quad 0.06247$$

$$\log \cos BD \quad 9.97583$$

$$\therefore \text{Dist } BD = 18^\circ 56\frac{1}{4}' = \underline{1136\frac{1}{4}'}$$

$$\cos \angle BPD = \cot BP \tan PD$$

$$\log \cot 35^\circ \quad 0.15477$$

$$\log \tan 30^\circ \quad 9.76144$$

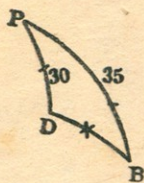
$$\log \cos \angle BPD \quad 9.91621$$

$$\therefore \angle BPD = \underline{34^\circ 27'.5}$$

$$\text{Long From} \quad 20^\circ \text{W}$$

$$\text{Long in} \quad 90^\circ \text{E}$$

$$\text{Dlong} \quad \underline{110^\circ \text{E}}$$



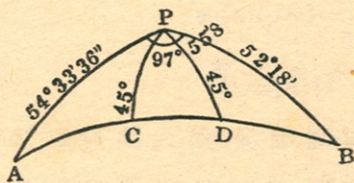
$$\angle APC + \angle BPD = 80^\circ 58'.8$$

$$\begin{aligned} \text{Dlong Between C \& D} &= 110^\circ - 80^\circ 58'.8 \\ &= 29^\circ 1'.2 \text{ or } \underline{1741'.2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dep} &= \text{Dlong Cos lat} \\ &= 1741'.2 \text{ Cos } 60^\circ \\ &= \underline{870.5 \text{ miles}} \end{aligned}$$

答 { 起初方向爲 N51° 4'E。航程爲 1668½ 浬。  
終點方向爲 S60° 39'.5E。航程爲 1136¼ 浬。  
在六十度平行圈上之航程爲 870.5 浬。

(例二) 中國環遊世界艦華甲號。由 日本橫濱 (Yokohama,  $35^\circ 26' 24''\text{N}$ ,  $139^\circ 39' 13''\text{E}$ ) 開向 美洲舊金山 (San Francisco,  $37^\circ 42'\text{N}$ ,  $122^\circ 25'\text{W}$ )。其混合航程限制於  $45^\circ$ 。求在平行圈上之航程若干。



Lat Left	$35^\circ 26' 24''$
Lat in	$37^\circ 42'$
Co-lat	$54^\circ 33' 36''$
Co-lat	$52^\circ 18'$

Long Left	$139^\circ 39' 13''\text{E}$
Long in	$122^\circ 25' \text{ W}$
	<hr/>
	$262^\circ 4' 13''$
	<hr/>
	$360^\circ$

$$\text{Dlong} = \underline{97^\circ 55' 47''\text{E}}$$

$$\text{Cos APC} = \text{Cot AP Tan PC}$$

$$\log \cot 54^\circ 33' 36'' \quad 9.85233$$

$$\log \tan 45^\circ \quad 0.00000$$

$$\log \cos \angle APC \quad 9.85233$$

$$\therefore \angle APC = 44^\circ 37'$$

$$\cos BPD = \cot BP \tan PD$$

$$\log \cot 52^\circ 18' \quad 9.88812$$

$$\log \tan 45^\circ \quad 0.00000$$

$$\log \cos \angle BPD \quad 9.88812$$

$$\therefore \angle BPD = 39^\circ 23'$$

$$\angle APC + \angle BPD = 44^\circ 37' + 39^\circ 23' = 84^\circ$$

$$\text{Dlong Between C \& D} = 97^\circ 55'.8 - 84^\circ$$

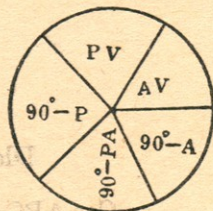
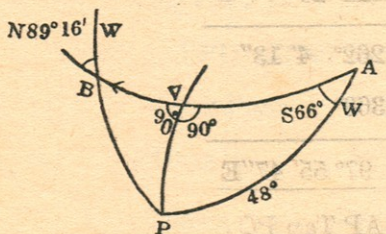
$$= 13^\circ 55'.8 = 835'.8$$

$$\text{Dep} = \text{Dlong} \cos \text{lat} = 835'.8 \cos 45^\circ$$

$$= 591 \text{ miles}$$

故在平行圈上之航程爲五九一哩。

(例三) 一氣船自南緯  $42^\circ$  某海灣出發。用大圈駕駛法航行 1500 哩。今知其初時方向爲  $S66^\circ W$ 。問其最高緯度及終點之方向若干。



$$\sin PV = \sin A \sin PA$$

$$\log \sin 66^\circ \quad 9.96073$$

$$\log \sin 48^\circ \quad 9.87107$$

$$\log \sin PV \quad 9.83180$$

$$\therefore PV = \underline{42^\circ 45'.5}$$

故在緯度之最高點爲  $90^\circ - 42^\circ 45'.5 = \underline{47^\circ 14' 30''S}$ 。

$$\sin AV = \cot A \tan PV$$

$$\log \cot 66^\circ \quad 9.64858$$

$$\log \tan 42^\circ 45'.5 \quad 9.96595$$

$$\log \sin AV \quad 9.61453$$

$$\therefore AV = 24^\circ 19' = 1459'$$

$$\therefore BV = 1500' - 1459' = \underline{41'}$$

$$\sin BV = \tan PV \cot B$$

$$\therefore \cot B = \sin BV \cot PV$$

$$\log \sin 41' \quad 8.07650$$

$$\log \cot 42^\circ 45'.5 \quad 0.03400$$

$$\log \cot \angle B \quad 8.10050$$

$$\therefore \angle B = 89^\circ 16'$$

故終點之方向爲 N89° 16' W。

(60) 航海日記計算法 (The Day's Work) 航海日記 (Log Book) 者。乃船員日日用以記載關於船舶一切事務之書。如某月某日某時自何地起錨。開赴何地。每時所航之羅經方向爲若干。速率幾何。偏差，自差，風壓差，又各幾何。海流與

風之方向及天氣晴雨溫度又如何。在途中經何島嶼。見何燈塔。以及每日依天象所測得之經緯度。於何時抵某地拋錨等等。在何人值更時。皆須臨時一一詳細記明。不徒以示不忘。且防不幸與他船相碰以致涉訟時。法庭可依該簿記載之情形。以評二者之曲直。今既有如斯重要之關係。故船員應當慎重紀載。萬不可疏忽視之。

記中所謂一日。乃常用日 (Civil Day)。即自昨日夜半至今日夜半為一日。每日依記中之方向。航程。自差。偏差。及潮與風之方向等。推求船之一直方向與航程。并其所到地之經緯度。實包括各種駕駛法之一種算法也。

航海日記之格式。雖有十餘種。然多大同而小異。茲舉其通用之一種繪列於後。

Log of the  
S.S. " " from to

H am	Speed		Course	Compass	Wind	Bar.	Patent	Day of the Week Month Remark
	kts	10th		Error		Ther.	Log	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

Position at Noon	{ By Account By Obs: or Bearings	Co. & Dist Run	Bear- ing of Head- land

1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								

Wells Sounded 6 a.m. & at 6 p.m.	Ballast Tanks 6 a.m. & at 6 p.m.
Fore Hold...Inches...Inches	Forward.....Inches...Inches
Main Hold...Inches...Inches	Afterward.....Inches...Inches
After Hold...Inches...Inches	
Ship's Draft—Forward.....	Aft.....*

## (61) 計算之法則

1. 反轉由羅經視物標之方向。并改正其偏差自差。變為真方向。

2. 加減各風壓差。并加羅經差於各羅經方向。變為真方向。隨附其航程於右。

3. 潮流方向若依磁針方向而定。則只加偏差。即為真方向。例常列於各向之後。

4. 依各方向及航程檢航海表 (Traverse Table)。查得緯差及橫距。分類加起。則為總共之緯差與橫距。以之可查得一直方向與航程。

5. 以緯差與起程緯差相加減。則為達到地之緯度。

6. 求中分緯度。

7. 依  $Dlong = Dep \sec M \text{ lat}$  之公式。求得經差。再以之與起程地之經度相加減。則為達到地之經度。

(例一) 一船自某地 (lat  $20^{\circ} 10' N$ , long  $30^{\circ} 30' W$ ) 出發。航行下列諸方向。NW  $\times$  W  $72'$ , E  $\times$  N  $25'$ , N  $\times$  E  $\frac{1}{2}$  E  $240'$ , SSW  $80'$ , E  $\times$  S  $\frac{1}{4}$  S  $54'$ 。求船在何經緯度。并其一直方向。與航程若干。

Ture Co.	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
N $56^{\circ} 15' W$	72	40.0			59.9
N $78^{\circ} 45' E$	25	4.9		24.5	
N $16^{\circ} 53' E$	240	229.8		70.1	
S $22^{\circ} 30' W$	80		73.9		30.6
S $75^{\circ} 56' E$	54		13.2	52.4	
Co & Dist made good.		274.7	87.1	147.0	90.5
		87.1		90.5	
<u>N <math>17^{\circ} E</math></u>	<u>196'</u>	<u>187.6</u>		<u>56.5</u>	



$$\text{Lat A} \quad 20^{\circ} 10' 0''\text{N}$$

$$\text{Dlat} \quad 3^{\circ} 7' 36''\text{N}$$

$$\text{Lat B} = \underline{\underline{23^{\circ} 17' 36''\text{N}}}$$

$$\text{Lat A} \quad 20^{\circ} 10' 0''$$

$$\text{Lat B} \quad 23^{\circ} 17' 36''$$

$$2 \mid \underline{\underline{43^{\circ} 27' 36''}}$$

$$\text{M. lat} \quad \underline{\underline{21^{\circ} 43' 48''}}$$

$$\text{Dlong} = \text{Dep Sec M. lat}$$

$$= 56.5 \text{ Sec } 21^{\circ} 43' 48''$$

$$\log 56.5 \quad 1.75203$$

$$\log \text{Sec Co} \quad 0.03200$$

$$\log \text{Dlong} \quad \underline{\underline{1.78405}}$$

$$\therefore \text{Dlong} = 60.8 \text{ or } 1^{\circ} 0' 48''$$

$$\text{long A} \quad 30^{\circ} 30' 0''\text{W}$$

$$\text{Dlong} \quad 1^{\circ} 0' 48''\text{E}$$

$$\text{long B} = \underline{\underline{29^{\circ} 29' 12''\text{W}}}$$

(例二) 二月十四日正午。有船推測某埠 (lat  $58^{\circ} 40'\text{N}$ , long  $5^{\circ}\text{W}$ ) 在其羅經方向爲正東南距離十五浬。船首正向 WNW。自差爲  $5^{\circ} 30'\text{W}$ 。至次日之正午。共航下列諸方向。求船一直之方向與航程。并此時在何經緯度。

時間	航程		方向	自差	Hour	Dist		Course	Dev.	附記 Remark
	哩	十分				K.	T.			
1	5	2	W×N	8°W	1	5	6	West	7° 20' W	偏差爲 28° 7.5' W
2	4	5			2	6	5			
3	6	3			3	7	4			
4	5	8			4	7	3			
5	6	6			5	4	5			
6	3	9			6	4	0	SE	9° 10' E	至最後四小時 內有向羅經南 方之海流其速 力每時二哩
7	2	7	NNE	4° 20' E	7	5	8			
8	4	0			8	4	7			
9	5	3			9	5	0			
10	5	8			10	6	2			
11	7	2			11	7	0			
12	6	7			12	6	0			

某埠方向 N 45° 0' W

V+D 33° 37.5' W

True Co N 78° 37.5' W 15'

第一方向 N 78° 45' W

V+D 36° 7.5' W

N 114° 52.5' W

T. Co. S 65° 7.5' W 32'.3

第二方向 N 22° 30' E

V+D 23° 47.5' W

T. Co. N 1° 17.5' W 31'.7

第三方向 90° W

V+D 35° 27.5' W

T. Co. S 54° 32.5' W 31'.3

第四方向 S 45° 0' E  
 V+D 18° 57'.5W  
 T. Co. S 63° 57'.5E 38'.7

海流在羅經方向爲正南

V+D 18° 57'.5W  
 T. Co. S 18° 57'.5E 8'

True Course	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
N 78° 37' W	15	2.9			14.4
S 65° 7' W	32.3		13.6		29.6
N 1° 17' W	31.7	31.7			.5
S 54° 32' W	31.3		17.9		25.6
S 63° 57' E	38.7		17.0	34.8	
S 18° 57' E	8.0		7.6	2.6	
		34.6	56.1	37.4	70.1
			34.6		37.4
<u>S 57° W</u>	<u>39'</u>		<u>21.5</u>		<u>32.7</u>

故自 A 至 B 一直之方向爲 S57°W

一直之航程爲 39 miles

Lat left 58° 40' N

Dlat 21'.5S

Lat in = 58° 18'.5N

58° 40' N

58° 18'.5N

2 | 116° 58'.5

M. lat = 58° 29'.2

$$\text{Dlong} = \text{Dep Sec M lat} = 32.7 \text{ Sec } 58^\circ 29'.2$$

$$\log 32.7 \quad 1.51455$$

$$\log \text{Sec Co} \quad 0.28175$$

$$\log \text{Dlong} \quad 1.79630$$

$$\therefore \text{Dlong} = 62.56 \text{ or } \underline{1^\circ 2' 33'' \text{W}}$$

$$\text{long left} \quad 5^\circ 0' 0'' \text{W}$$

$$\text{Dlong} \quad 1^\circ 2' 33'' \text{W}$$

$$\text{long in} \quad = \underline{\underline{6^\circ 2' 33'' \text{W}}}$$

(例三) 三月二十五日正午。某島 ( $19^\circ 55' \text{N}$ ,  $179^\circ 57' \text{W}$ ) 上之燈塔。在吾船羅經之  $\text{NW}\frac{1}{4}\text{N}$  方向。其距離為十四哩。船首方向為  $\text{NE}\frac{1}{2}\text{E}$ 。自差為  $24^\circ 20' \text{E}$ 。至次日正午。共航下列諸方向。試求其一直之方向。與航程并船之地位。

Hour	Dist		Course	Devia- tion	H.	K.	T.	Co.	Dev.	Remark
	K.	T.								
1	5	4	$\text{NE}\frac{3}{4}\text{N}$		1	5	0	$\text{NE}\frac{1}{2}\text{N}$	$19^\circ 40' \text{E}$	Variation of the Co- mpass $2\frac{3}{4}$ Points E A Current set the Ship(mag) West $2\frac{3}{4}$ knots per hour for all day noon
2	5	9			2	5	7			
3	4	7			3	5	9			
4	4	9			4	6	4			
5	6	1			5	6	0	$\text{SE} \times \text{S}\frac{3}{4}\text{S}$	$3^\circ \text{ E}$	
6	6	3	$\text{SE} \times \text{S}$	$2^\circ 50' \text{E}$	6	5	1			
7	6	0			7	3	9			
8	5	1			8	4	7	$\text{N}\frac{3}{4}\text{W}$	$5^\circ 40' \text{W}$	
9	5	0	$\text{W} \times \text{N}\frac{1}{4}\text{N}$	$14^\circ \text{W}$	9	5	2			
10	7	2			10	5	9			
11	8	7			11	6	8			
12	7	3			12	8	4			

$$\text{塔之方向} \quad \text{S}42^\circ 11' \text{E}$$

$$\text{V} + \text{D} \quad \underline{\underline{55^\circ 16' \text{E}}}$$

$$\text{True Co.} \quad \underline{\underline{\text{S}13^\circ 5' \text{W } 14'}}$$

第一方向	N 36° 34'E	
V+D	55° 16'E	
	<u>91° 50'E</u>	
T. Co.	S <u>88° 10'E 27'</u>	
第二方向	S 33° 45'E	
V+D	33° 46'E	
T. Co.	S <u>0° 1'E 17'.4</u>	
第三方向	N 75° 56'W	
V+D	16° 56'E	
T. Co.	N <u>59° 0'W 28'.2</u>	
第四方向	N 39° 22'E	
V+D	50° 36'E	
T. Co.	N <u>89° 58'E 23'</u>	
第五方向	S 25° 19'E	
V+D	33° 56'E	
T. Co.	S <u>8° 37'W 15'</u>	
第六方向	N 8° 27'W	
V+D	25° 16'E	
T. Co.	N <u>16° 49'E 31'</u>	
海流方向	N 90° 0'W	$24^h \times 2\frac{3}{4}'$
Var	30° 56'E	$= 24 \times \frac{1}{4}'$
T. Co.	N <u>59° 4'W</u>	$= 66'$

T. Co.	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
S 13° W	14'		13.6		31
S 88° E	27'		0.9	27.0	
S	17'.4		17.4		
N 59° W	28'.2	14.5			24.2
E	23'			23.0	
S 9° W	15'		14.8		2.3
N 17° E	31'	29.6		9.1	
N 59° W	66'	34.0			56.6

故一直方向與航程爲	78.1	46.7	59.1	86.2
	46.7			59.1
<u>N 41° W</u>	<u>42'</u>	<u>31.4</u>		<u>27.1</u>

Lat left 19° 55' N

Dlat 0° 31'.4N

Lat in = 20° 26'.4N

Lat left 19° 55'

Lat in 20° 26'.4

2 | 40° 21'.4

M lat 20° 10'.7

Dlong = Dep Sec M. lat

= 27.1' Sec 20° 10'.7

(檢表) = 29'W

Long left 179° 57'W

Dlong 29'W

180° 26'W

long in = 179° 34'E

(例四) Lat  $36^{\circ} 42' N$ . Long  $4^{\circ} 15' W$ . Comp Bearing  $N36^{\circ} E$ . Dist  $25'$ .

	Course	Dist	Wind	Leeway	Dev.	Var
1	SW	25'	ENE	$11^{\circ}$	$9^{\circ} E$	$20^{\circ} W$
2	WSW	50'	East	$6\frac{3}{4}^{\circ}$	$2^{\circ} E$	$20^{\circ} W$
3	West	74'	E x S	$7^{\circ}$	$9^{\circ} W$	$20^{\circ} W$
4	NW x W	50'	SSW	$22^{\circ} 30'$	$5^{\circ} W$	$23^{\circ} W$

Find the lat and long in, and the direct course and distance made good.

Compass Bearing  $S 36^{\circ} W$

V + D  $11^{\circ} W$

True Co.  $S 25^{\circ} W 25'$

1<sup>st</sup> Co  $S 45^{\circ} W$

V + D  $11^{\circ} W$

$S 34^{\circ} W$

L. W.  $11^{\circ}$

T. Co.  $S 45^{\circ} W 25'$

2<sup>nd</sup> Co  $S 67^{\circ} 30' W$

V + D  $18^{\circ} 0' W$

$S 49^{\circ} 30' W$

L. W.  $6^{\circ} 45'$

T. Co.  $S 56^{\circ} 15' W 50'$







$$\text{Dlong} = \text{Dep Sec M. lat}$$

$$= 182.5 \text{ Sec } 36^\circ 5'$$

$$\log 182.5 \quad 2.26126$$

$$\log \text{Sec } 36^\circ 5' \quad 0.09250$$

$$\log \text{Dlong} \quad 2.35376$$

$$\therefore \text{Dlong} = 225.8 \text{ or } \underline{3^\circ 46' \text{W}}$$

$$\text{Long left} \quad 4^\circ 15' \text{W}$$

$$\text{Dlong} \quad 3^\circ 45' \text{W}$$

$$\text{Long in} \quad = \underline{\underline{8^\circ 1' \text{W}}}$$

(例五) A Point of land (lat  $22^\circ 16' \text{N}$ , long  $115^\circ 7' \text{E}$ ). Bearing by Compass  $\text{N}9^\circ \text{E}$ . Ship's head East. Dist  $2\frac{3}{4}$  miles. Var  $30^\circ \text{E}$ .

1	Course East	Dist, 45.2	Wind SSE	Leeway $\frac{1}{4}$ pt	Dev. $6^\circ \text{W}$
2	„ ESE	„ 32.2	„ S	$1\frac{1}{4}$ „	$7^\circ$ „
3	„ WSW	„ 34.4	„ S	2 „	$5^\circ \frac{1}{2} \text{E}$
4	„ ENE	„ 39.4	„ SE	$\frac{3}{4}$ „	$5^\circ \text{W}$
5	„ $\text{E} \times \text{N}$	„ 38.2	„ $\text{SE} \times \text{S}$	„	$5^\circ \frac{1}{2} \text{W}$
6	„ $\text{E}\frac{3}{4}\text{N}$	„ 19.2	„ SSE	$1\frac{1}{4}$ „	„
7	„ $\text{N}86^\circ \text{E}$	„ 18.0	„ SSE	„	„
8	(Mag. Co) ENE	„ 19.0	For 24 hours		.

$$\text{Comp Bearing } \text{S } 9^\circ 0' \text{W}$$

$$\text{V} + \text{D} \quad 5^\circ 30' \text{W}$$

$$\text{T. Co.} \quad \underline{\text{S } 3^\circ 30' \text{W } 2'.7}$$

$$1^{\text{st}} \text{ Co} \quad 90^\circ 0' \text{E}$$

$$\text{L. W.} \quad 2^\circ 49' \text{E}$$

$$\underline{\text{N } 87^\circ 11' \text{E}}$$

$$\text{V} + \text{D} \quad 5^\circ 30' \text{W}$$

$$\text{T. Co.} \quad \underline{\text{N } 81^\circ 41' \text{E } 45'.2}$$

2 <sup>nd</sup> Co.	S 67° 30'E
L. W.	<u>14° 4'</u>
	S 81° 34'E
V+D	<u>6° 30'W</u>
T. Co.	<u>S 88° 4'E 32'.2</u>
3 <sup>rd</sup> Co.	S 67° 30'W
L. W.	<u>22° 30'</u>
	S 90° W
V+D	<u>6° E</u>
	<u>S 96° W</u>
T. Co.	<u>N 84° W 34'.4</u>
4 <sup>th</sup> Co.	N 67° 30'E
L. W.	<u>8° 26'</u>
	N 59° 4'E
V+D	<u>4° 30'W</u>
T. Co.	<u>N 54° 34'E 394'</u>
5 <sup>th</sup> Co.	N 78° 45'E
L. W.	<u>8° 26'</u>
	N 70° 19'E
V+D	<u>5° 0'W</u>
T. Co.	<u>N 65° 19'E 38'.2</u>

6 <sup>th</sup> Co.	N 81° 34'E
L. W.	14° 4'
	<hr/>
	N 67° 30'E
V+D	5° 0'W
	<hr/>
T. Co.	N 62° 30'E 19'.2
7 <sup>th</sup> Co.	N 86° 0'E
L. W.	14° 4'
	<hr/>
	N 71° 56'E
V+D	5° 0'W
	<hr/>
	N 66° 56'E 18'
8 <sup>th</sup> Co.	N 67° 30'E
Var	30'E
	<hr/>
T. Co.	N 68° E 19'

Course	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
S 3° 30' W	2.7		2.7		0.2
N 81° 41' E	45.2	6.4		44.7	
S 88° 4' E	32.2		1.1	32.1	
N 84° W	34.4	3.6			34.2
N 54° 34' E	39.4	22.8		32.0	
N 65° 19' E	38.2	15.9		34.7	
N 62° 30' E	19.2	8.8		17.0	
N 66° 56' E	18.0	7.1		16.6	
N 68° E	19.0	7.1		17.6	
Co and Dist made good.		71.7	3.8	194.7	34.4
		3.8		34.4	
<u>N 67° E</u>	<u>173'.5</u>	<u>67.9</u>		<u>160.3</u>	

Lat left	22° 16' N
----------	-----------

Dlat	1° 7'.9N
------	----------

Lat in	<u>= 23° 23'.9N</u>
--------	---------------------

Lat left	22° 16' N
----------	-----------

Lat in	23° 23'.9N
--------	------------

	<u>2   45° 39'.9</u>
--	----------------------

M. lat	<u>22° 49'.9</u>
--------	------------------

Dlong = Dep Sec M. lat

= 160.3 Sec 22° 49'.9

log 160.3	2.20493
-----------	---------

log Sec 22° 49'.9	0.03543
-------------------	---------

log Dlong	<u>2.24036</u>
-----------	----------------

∴ Dlong = 173.9 or 2° 53'.9E

Long left	115° 7' E
-----------	-----------

Dlong	2° 53'.9E
-------	-----------

Long in	<u>= 118° 1' E</u>
---------	--------------------

(例六) 某日夜半。見有相距 20 浬一地 (50° 10'N, 4° 40'W) 之燈光。在船之 S60°E。吾人由此向 S12°E 每時航 15 浬。至兩點二十分。改向 S50°W 每時航 12 浬。迄至八點鐘。又改向 NE 航 15 浬。試求其一直之方向與航程。并船所在地之經緯度。



(例七) 午前六時。見某埠 ( $49^{\circ} 52' 5N$ ,  $6^{\circ} 27' W$ ) 在船之右舷爲正  $N70^{\circ} E$ 。相距五浬。我等由此向  $N20^{\circ} W$  出發。每時之速度爲十浬。至午前八時。改向  $N40^{\circ} E$ 。每時之速率爲十一浬半。當在六時與九時之間。有一速率二浬半之  $SW$  海流。問該船航至正午。其地之經緯度幾何。并求一直之方向與航程若干。

True Co	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
S $70^{\circ}$ W	5'		1.7		4.7
N $20^{\circ}$ W	20'	18.8			6.8
N $40^{\circ}$ E	46'	35.2		29.6	
S $45^{\circ}$ W	7'.5		5.3		5.3

Co and Dist made good      54.0                  7.0                  29.6                  16.8

7.0

16.8

N  $15^{\circ}$  E

49'

47.0

12.8

Lat left                   $49^{\circ} 52'.5N$

Dlat                           $47'.0N$

Lat in                       $50^{\circ} 39'.5N$

Lat left                   $49^{\circ} 52'.5'$

Lat in                       $50^{\circ} 39'.5'$

2 |  $100^{\circ} 16'$

M. lat                       $50^{\circ} 8'$

$$Dlong = \frac{Dep}{\cos M. lat} = \frac{12.8}{\cos 50^{\circ}}$$

log 12.8                  1.10721

log Cos  $50^{\circ}$               9.80807

log Dlong                  1.29914

$$\begin{aligned} \therefore \text{Dlong} &= 19.91 \text{ or } \underline{19' 55''\text{E}} \\ \text{Long left} & \quad 6^{\circ} 27' 0''\text{W} \\ \text{Dlong} & \quad \underline{19' 55''\text{E}} \\ \text{Long in} & \quad = \underline{6^{\circ} 7' 5''\text{W}} \end{aligned}$$

(例八) 設有 A 地 ( $58^{\circ} 5' \text{N}$ ,  $179^{\circ} 10' \text{E}$ )。在本船羅經方向為 NW  $\times$  W。相距 22 哩。船首方向為 ENE。偏差為  $17^{\circ} \text{E}$ 。今共航下列諸方向。後依天象測得船之地位為  $58^{\circ} 13' \text{N}$ ,  $174^{\circ} 14' \text{W}$ 。求其間海流之速率如何。

Comp. Co.	Dist	Wind	Leeway	Dev
ENE	42'	SE	1 pt	$11^{\circ} \text{E}$
E	32'	SSE	2 ,,	$16^{\circ} \text{,,}$
NE $\times$ E	32'	SE	1 ,,	$12^{\circ} \text{,,}$
E	38'	S	$3\frac{1}{4} \text{,,}$	$8^{\circ} \text{,,}$
NE $\frac{1}{2}$ E	11'	SE	$\frac{1}{4} \text{,,}$	$1^{\circ} \text{,,}$
NE $\times$ E $\frac{1}{2}$ E	33'	SE	$1\frac{1}{4} \text{,,}$	$14^{\circ} \text{,,}$

---

Comp Bearing	S $56^{\circ} 15' \text{E}$
V + D	$28^{\circ} \text{ E}$
T. Co.	<u>S <math>28^{\circ} 15' \text{E} 22'</math></u>
1 <sup>st</sup> Co	N $67^{\circ} 30' \text{E}$
L. W.	$11^{\circ} 15'$
	<u>N <math>56^{\circ} 15' \text{E}</math></u>
V + D	$28^{\circ} 0' \text{E}$
T. Co	<u>N <math>84^{\circ} 15' \text{E} 42'</math></u>

2 <sup>nd</sup> Co.	90° 0'E
L. W.	22° 30'
	<hr/>
	N 67° 30'E
V+D	33° 0'E
	<hr/>
	N 100° 30'E
	<hr/>
T. Co.	S <u>79° 30'E</u> 32'
3 <sup>rd</sup> Co.	N 56° 15'E
L. W.	11° 15'
	<hr/>
	N 45° E
V+D	29° E
	<hr/>
T. Co.	N <u>74°</u> E 32'
4 <sup>th</sup> Co.	90° 0'E
L. W.	36° 34'
	<hr/>
	N 53° 36'E
V+D	25° 0'E
	<hr/>
T. Co.	N <u>78° 36'E</u> 38'
5 <sup>th</sup> Co.	N 50° 38'E
L. W.	2° 49'
	<hr/>
	N 47° 49'E
V+D	18° 0'E
	<hr/>
T. Co.	N <u>65° 49'E</u> 11'



6 <sup>th</sup> Co	N 61° 53' E
L. W.	14° 4'
	<u>N 47° 49' E</u>
V+D	31° 0' E
	<u>N 78° 49' E 33'</u>

True Course	Dist	Dlat		Dep	
		N	S	E	W
S 28° 15' E	22'		19.4	10.3	
N 84° 15' E	42'	4.4		41.8	
S 79° 30' E	32'		5.6	31.5	
N 74° E	32'	8.8		30.8	
N 78° 36' E	38'	7.3		37.3	
N 65° 49' E	11'	4.5		10.0	
N 78° 49' E	33'	6.3		32.4	
Co & Dist m. g.		31.3	25.0	<u>194.1</u>	
		<u>25.0</u>			
N <u>88° E</u>	<u>19.4'</u>	<u>6.3</u>			

Lat A            58° 5' N

Dlat              6'.3N

Lat B            58° 11'.3N

Lat A            58° 5' N

Lat B            58° 11'.3N

2 | 116° 16'.3

M lat            58° 8'.1

Dlong = Dep Sec Mlat

= 194.1 Sec 58° 8'.1

log 194.1	2.28803
log Sec 58° 8.1'	0.27745
log Dlong	2.56548
∴ Dlong = 367.7 or <u>6° 7'</u>	
long A	179° 10'E
Dlong	6° 7'E
	<u>185° 17'E</u>
Long B	<u>174° 43'W</u>
Long B	174° 43'W
Obs. long	<u>174° 14'W</u>
Dlong	<u>29'E</u>
Lat B	58° 11'.3N
Obs. lat	<u>58° 13' N</u>
Dlat	<u>0° 1'.7N</u>
Mlat =	58° 12'.1
Dep = Dlong Cos M lat	
	= 29' Cos 58° 12'.1
log 29	1.46240
log Cos 58° 12'.1	9.72177
log Dep	<u>1.18417</u>
∴ Dep = <u>15'E</u>	

既得兩地位之緯差與橫距。然後檢表。得海流之速率爲十五浬。

## 第三章 天文推測

(62) 總說 天文推測 (Nautical Astronomy) 乃依天象之觀測。求所在經緯度及經線儀羅經儀誤差之法術也。

(63) 天球 (The Celestial Concave) 舟入海洋。茫無際涯。無大陸爲準識。無島嶼爲目標。吾人則賴天象以推測本船之位置。地球之外。有廣大無窮之天球包圍。凡一切天象皆在其內。地球不過爲其中之一點。吾人仰見之蒼穹。卽天球之一部也。

(64) 天象 (Heavenly Bodies) 晝間有光明燦爛者照耀於太空。夜間有皎潔者熒熒者盤桓於宇際。此物非爲天象乎。其數雖繁。然在航海上所應用者。亦僅下列數種耳。

日 (Sun) 日在太陽系之中心。衆星賴其光以明耀。萬物賴其光以生存。其對航海上爲唯一之天象。因其觀測便利。而得數確實故也。

月 (Moon) 月爲地球之衛星。以廿七日七時四十三分十一秒半繞地球一周。然因地球公轉之關係。故其一周期爲廿九日十二時四十四分二秒七。

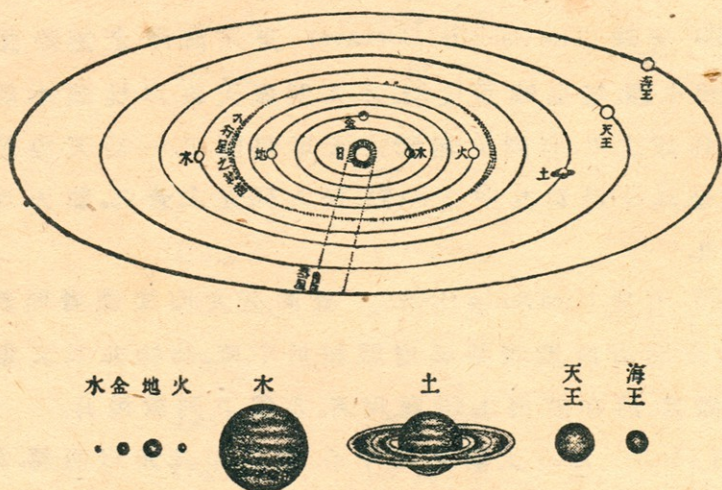
恆星 (Fixed Star) 爲不易位置之星象。以吾人肉眼所能見者。有六千之多。其中光輝最強。能爲航海觀測上應用者。不過四十餘粒耳。

行星 (Planets) 或稱遊星。卽太陽系中之水星 (Mercury), 金星 (Venus), 地球 (Earth), 火星 (Mars), 木星 (Jupiter), 土星 (Saturn), 天王星 (Uranus), 海王星 (Neptune) 八大行星也。其

中以金火木土四星光輝最強。

衛星 (Satellites) 行星之旁。有衛星環繞之。其方向如行星之繞日。惟天王與海王二星。則為反向之運動。

茲將太陽系中各星象之軌道與大小之比較。分繪於次。



(65) 天球上之點線 有下列之數種：

1. 天球軸及其兩極 (The Axis and Poles of the Heaven) 伸長地軸。以致無窮而達天球。此軸曰天球軸。所達兩點。曰天球兩極。

2. 天球赤道 (The Equinoctial or Celestial Equator) 擴展地球赤道圈以達天球。其會合之圈。即天球之赤道。

3. 天球黃道 (The Ecliptic) 假定地球為中心。太陽自東繞西之軌道。

4. 天球子午線 (The Celestial Meridian) 擴展地球子午線以達天球。其會合之圈。曰天球子午線。

5. 春分秋分 (The Equinoxes) 太陽在地球黃道上。自南而北經過天球赤道之點。曰春分點 (The First Point of Aries or Vernal Equinox)。其自北而南經過之點。曰秋分點 (The Autumnal Equinox)。按每年春分在三月廿一日。秋分在九月廿三號。

6. 冬至與夏至 (The Solstices) 太陽達黃道最北之點曰夏至 (Summer Solstice)。最南之點曰冬至 (Winter Solstice)。按每年夏至在六月廿二號。冬至在十二月廿二號。

7. 赤緯 (The Declination) 乃天象與赤道間之小弧。自天球赤道向南北分度。與本極距離互成補角。即  $90^\circ - \text{Polar Dist.}$

8. 極距 (The Polar Distance) 乃天極與天象間之小弧。故與赤緯互成補角。即  $90^\circ - \text{Declination}$ 。

9. 天頂 (The Zenith) 測者頂上所當天球之點。

10. 頂距 (The Zenith Distance) 爲天頂與天象間之小弧。與真正高度互成補角。即  $90^\circ - \text{True Altitude}$ 。

11. 赤經 (The Right Ascension) 爲春分點至天象在任何緯度間所成在天球赤道上之弧。自春分點向東方起算至廿四小時止。

(66) 諸平面 有下列數種：

1. 地平面 (The Sensible Horizon) 乃自地球之表面。擴展與天球會合之平面。

2. 地心平面 (Rational Horizon) 或曰真平面。即自地球中心擴展與天球會合之平面。

3. 海平面 (Sea Horizon) 或稱視平面 (Visible Horizon)。乃

人在海上所見水天交界之小平面。

4. 人造平面 (Artificial Horizon) 當在陸地無海平面時。或海平面不清晰時。則用水銀盤以代海平面。是曰人造平面。故測得高度之半。即爲初測之高度。

(67) 高度 高度者。天象出於平面可視之仰角也。即在天象與平面間循天球子午線弧量得之度數。可分數種如下。

1. 初測高度 (Observed Altitude) 乃以六分儀自海平面或人造平面初測得天象之高度也。

2. 改正高度 (The Apparent Altitude) 乃將器差, 眼高差, 及半徑差加減於初測之高度以改正之。是謂改正之高度。

3. 真正高度 (True Altitude) 更將折光差與視差加減於改正高度中。是爲真正之高度。與頂距互成補角。即  $90^\circ - \text{Zenith Dist.}$

(68) 器差 (Index Error) 言六分儀上之差也。先置游尺於零度。微微移動向右。使不動鏡內之天象與象影相切。觀其度數。是曰“Off Arc”。若移動向左所得之度數。則曰“On Arc”。今將二數相減之半。則爲器差。如“Off Arc.”大則爲正。反之爲負。

(69) 眼高差 (Dip) 乃測者平視線與水天交界線相會於眼中之角度。測者愈高。此角愈大。如知測者之高度。可由航海表 (Nautical Table) 中查其角度。自初測高度中減去之。若係人造水平面。則無此角。

(70) 半徑差 (Semi-diameter) 指日月之半徑差也。可依

時日於航海日曆 (Nautical Almanac) 中查得之。若測象時爲“Lower Limb.”則從初測高度加入此數。若爲“Upper Limb.”則減去之。

(71) 折光差 (Refraction) 當吾人見日於水天交界處。其實太陽在海平面之下。即在空中所見之高度。亦實無其高。是由空氣有折光作用故也。可依已改正之高度。自航海表中查得其分數減去之。

(72) 視差 (Parallax) 自測者之眼以達天象之線。與地球中心以達天象之線。相交於天象中心所成之角度也。可依已改正之高度。自航海表中查得其分數加入之。

(73) 各種時 有四種如下：

1. 真時 (Apparent Time) 當太陽經過真時正午以後之時角。謂之真時 (時角見下75)。

2. 平時 (Mean Time) 爲想像太陽經過平時正午以後之時角。謂之平時。

3. 標準時 (The Greenwich Time) 譯爲格靈威時。乃以格靈威地之子午線爲經度之起點。向東西各分一百八十度。

4. 恆星時 (Sidereal Time) 爲天頂子午線與春分點上子午線相交之時角。即平時加想像太陽之赤經也 ( $MTP + M \odot RA$ )。

(74) 時差 (The Equation of Time) 乃平時與真時相差之角度。可依標準時查日曆表以求之。

(75) 時角 (The Hour Angle) 即天球子午線與天象赤緯相交之角度。是曰時角。依子午線向西方起算。自零點至廿

四小時止。

(76) 極角 (A Polar Angle) 乃任何兩赤緯在天球兩極之夾角。曰極角。

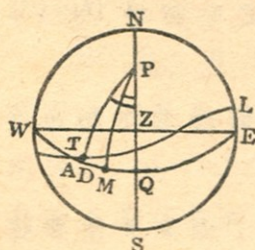
(77) 天象方位角 (The Ajimuth) 乃天頂子午線與高度圈間之夾角。或在地平面上所括之弧。其測法由南北兩極向東或向西起算。自零度至一百八十度。

(78) 出沒方位角 (The Amplitude) 乃太陽與正東方位在海平面之小弧。是為日出。在西方則為日沒。故測其角度。須自東或西向南或北起算。自零度至90度。

(79) 曙光 (The Twilight) 即黎明與黃昏時。太陽在海平面下十八度。吾人得見之微光也。

(80) 航海表 (Nautical Tables) 表內函對數及日月星辰一切應用之定數。凡航海術中所需求者。無不應有盡有。故其用甚廣。為航海者不可缺少之書籍也。

(81) 航海日曆 (Nautical Almanac) 為英國海軍部每年出版者。乃於一定之某標準時。豫記天象之位置。且載其時差率。故不論在何時何地觀測任何天象。若知對於其時刻之標準時。即可求得任何地之位置。



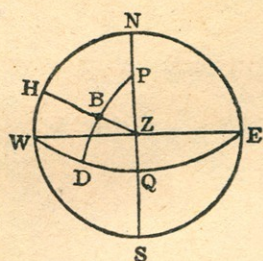
(A 圖)

茲將以上各名詞。分別繪圖以說明之。

(A) NWSE表一某地之平面。Z為天頂。P為天球之極。WQE為天球赤道。AL為天球黃道。與赤道交於春分點A。NPZQS為子午線。T為真太陽在黃道上

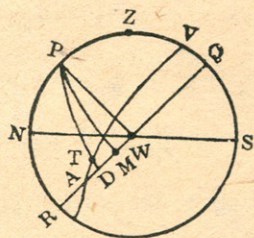


之位置。M 爲想像太陽在赤道上之位置。PTD, PM, 爲各自經過 T, M 之赤緯圈。DT 爲真太陽之赤緯。PT 爲極距。 $\angle QPM$  爲某地之平時。 $\angle QPT$  爲某地之真時。 $\angle MPT$  爲時差。ZQ 爲某地之緯度。PZ 爲補緯 (Co-latitude)。



(B 圖)

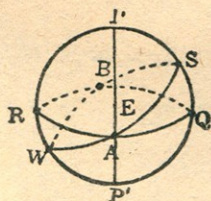
(B) B 爲天象。ZBH 爲經過天象之高度圈。PBD 爲經過天象之赤緯圈。故 BD 爲天象之赤緯。PB 爲極距。HB 爲高度。ZB 爲頂距。 $\angle ZPB$  爲時角。 $\triangle BPZ$  爲球面三角形。



(C 圖)

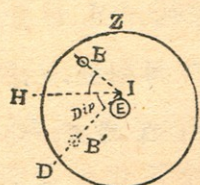
(C) 使 ZPRS 爲子午線。Z 爲天頂。NWS 爲地心平面。P 爲天球之極。RWQ 爲天球赤道。AL 爲天球之黃道。與赤道相交於 A 點。T 爲真太陽。M 爲想像太陽。DT 爲日之赤緯。ZQ 爲某地之緯度。ZP 爲補緯。 $\angle MPZ$  爲某地之平時。 $\angle TPZ$  爲某地之真時。 $\angle MPT$  爲時差。

AM 爲想像太陽之赤經。AQ 爲某地子午線之赤經。



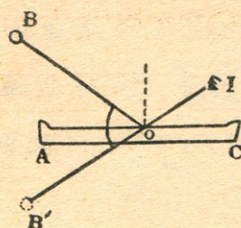
(D 圖)

(D) E 爲地球。P, P' 爲天球極。PEP' 爲天球軸。RWQS 爲天球子午線。RAQB 爲天球赤道。WASB 爲天球黃道。A 爲春分點。B 爲秋分點。S 爲夏至點。W 爲冬至點。



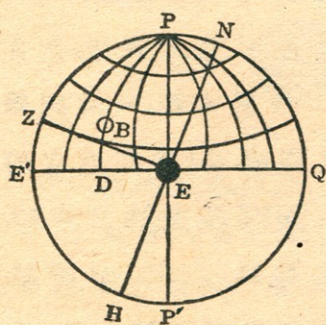
(E 圖)

(E) E 爲地球。I 爲測者之高。B 爲天象。B' 爲在地下之天象影。 $\angle HID$  爲眼高差。 $\angle HIB$  爲初測高度。Z 爲天頂。



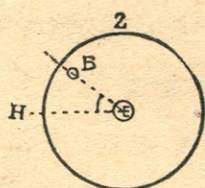
(F 圖)

(F) AC 爲水銀盤。I 爲測者。B 爲天象。B' 爲在盤內之象影。 $\angle BOB'$  爲初測高度之二倍。



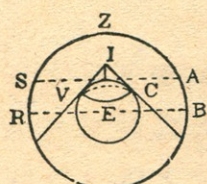
(G 圖)

(G) E 爲地球。P, P' 爲天球極。E'Q 爲天球赤道。B 爲天象。Z 爲其地之天頂。PE'P'Q 爲某地天球子午線。HN 爲某地地平面。 $\angle EPB$  爲某地之東時角。PB 爲極距。BD 爲赤緯。ZE 爲緯度。PZ 爲補緯。



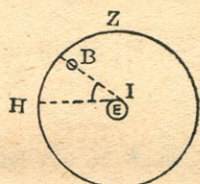
(H 圖)

(H) E 爲地球。I 爲測者。Z 爲天頂。B 爲天象。 $\angle HIB$  爲改正高度。



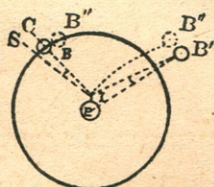
(I 圖)

(I) E 爲地球。I 爲測者之高。Z 爲天頂。VC 爲視平面。SA 爲地平面。RB 爲地心平面。



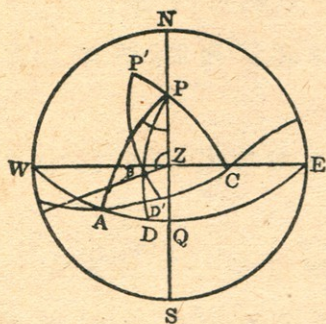
(J 圖)

(J) E 爲地球。Z 爲天頂。B 爲天象。 $\angle HEB$  爲真正高度。



(K 圖)

(K) E 爲地球。I 爲測者。B, B' 爲天象。 $\angle CIS$  爲半徑差。 $\angle IB'E$  爲視差。B'' 爲 B, B' 之折光差。



(L 圖)

(L) NWSE 爲某地之一平面。P' 爲黃道之極。B 爲天象。AD 爲 B 之赤經。 $\angle PZB$  爲 B 之方位角。BD' 爲 B 在黃道之緯度。P'B 爲 B 在黃道之補緯。 $\angle QPA$  爲恆星時。BZ 爲頂距。BH 爲高度。

(82) 常用時與天文時之互算法

常用時 (Civil Time) 卽鐘表所指之時。自子至午。此十二小時曰午前 (Ante Meridian)。自午至亥十二小時曰午後

(Post Meridian). 簡稱為 A.M., P.M.

天文時 (Astronomical Time) 即自正午起。至次日之正午。計二十四小時為一日。不分午前午後。故天文時較常用時遲十二小時。是以常用時之午前。為天文時之前一日時也。

常用時化天文時法則。

若常用時為午前。則加十二時。改為前一日。常用時若為午後。則僅去 PM 記號可也。

(例一) 常用時正月十五日  $9^h 10^m$  AM. 改為天文時。則為正月十四日  $21^h 10^m$ 。

(例二) 常用時四月八日  $10^h 11^m$  PM. 改為天文時。則為四月八日  $10^h 11^m$ 。

天文時化常用時法則。

天文時若大於十二時。則減去 12 時加一日。配以 AM 記號。天文時若小於十二時。則僅配以 PM 記號可也。

(例三) 天文時五月九日  $18^h 12^m$ 。改為常用時。則為五月十日  $6^h 12^m$  AM.

(例四) 天文時十月十日  $11^h 13^m$ 。改為常用時。則為十月十日  $11^h 13^m$  P.M.

(83) 時辰與弧度互算法 自平時正午至次日正午二十四小時間。想像太陽繞地球一周為三百六十度。可得下之比例。

$24^h \dots\dots\dots 360^\circ$

$1^h \dots\dots\dots 15^\circ$  度改時辰法則 以 4 乘之。再以 60 除之。

$4^m \dots\dots\dots 1^\circ$  時辰改度法則 以 60 乘之。再以 4 除之。

$$1^m \dots\dots\dots 15'$$

$$4^s \dots\dots\dots 1'$$

$$1^s \dots\dots\dots 15''$$

(例一) 試改  $157^\circ 18' 42''$  爲時辰。

$$\begin{array}{r} 157^\circ 18' 42'' \\ \times \quad \quad 4 \\ \hline 60 \overline{) 629^\circ 14' 48''} \\ \underline{10^h 29^m 14^s.8} \end{array}$$

(例二) 改算  $11^h 28^m 14^s.8$  爲度數。

$$\begin{array}{r} 11^h 28^m 14^s.8 \\ 60 \\ \hline 4 \overline{) 688 14.8} \\ \underline{172^\circ 3'.7} \end{array}$$

(84) 依本地時及經度求標準時 本地時 (Local Time)

各地之經度不同。時間故異。實不利於交通。故各國皆以通過本國中央子午線之平時爲標準。名曰本地標準時 (Standard Time)。使各地常用時一致也。如中國定爲午前八時。香港定爲七時半。日本定爲九時等等是也。

法則 化本地經度爲時。與本地平時(或真時)相加(西經)或相減(東經)。

(例一) 三月十六日平時  $10^h 12^m 20^s$  AM.。在 Long  $141^\circ 28' 30''$  E 之地。求標準時如何。

三月	$16^h 10^h 12^m 20^s$	經度	$141^\circ 28' 30''$ E
	12		4
本地平時 M.T.P.	$14^d 22^h 12^m 20^s$	60	$565^\circ 54'$
		經度時	$9^h 25^m 54^s$

平時	$15^d 22^h 12^m 20^s$
經度時	$9^h 25^m 54^s$
標準平時 (G.M.T.)	$15^d 12^h 46^m 26^s$

(例二) 求東經  $135^\circ$  之地 (日本中央標準時) 二月廿三日正午號炮時之標準時如何。

二月	$23^d 0^h 0^m 0^s$	Long	$135^\circ 0' E$
	+ $24^h$		4'
M.T.P. Feb.	$22^nd 24^h 0^m 0^s$	60	$540^\circ 0'$
		Long in time	$9^h 0^m 0^s$

M.T.P.	$22^nd 24^h 0^m 0^s$
Long in time	$9^h 0^m 0^s$
G.M.T.	$22^nd 15^h 0^m 0^s$

(例三) 在 Long  $127^\circ 30' W$  之地。其真時為十一月  $16^h 5^m$ 。問標準時如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Long} \quad 127^{\circ} 30' \text{W} \\
 \quad \quad \quad 4 \\
 \hline
 60 \overline{) 510^{\circ} 0'} \\
 \text{Long in T.} \quad 8^{\text{h}} 35^{\text{m}} 0^{\text{s}} \\
 \text{A.T.P.} \quad 11^{\text{d}} 16^{\text{h}} 5^{\text{m}} \\
 \text{Long in Time} \quad 8^{\text{h}} 30^{\text{m}} \\
 \hline
 \text{G.A.T.} = \quad 11^{\text{d}} 24^{\text{h}} 35^{\text{m}} \\
 \quad \quad \quad 24^{\text{h}} \\
 \hline
 \text{G.A.T.} = \quad 12^{\text{th}} 0^{\text{h}} 35^{\text{m}}
 \end{array}$$

(例四) 四月九日真時爲  $4^{\text{h}} 10^{\text{m}}$  P.M.。在 Long  $32^{\circ} 45' \text{W}$  之地。問標準真時如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Long} \quad 32^{\circ} 45' \text{W} \\
 \quad \quad \quad 4 \\
 \hline
 60 \overline{) 131^{\circ} 0'} \\
 \text{Long in T.} \quad 2^{\text{h}} 11^{\text{m}} \\
 \text{A.T.P.} \quad 9^{\text{th}} 4^{\text{h}} 10^{\text{m}} \\
 \text{Long in T.} \quad 2^{\text{h}} 11^{\text{m}} \\
 \hline
 \text{G.A.T.} \quad 9^{\text{th}} 6^{\text{h}} 21^{\text{m}}
 \end{array}$$

(例五) 正月十二日真正午。在 Long  $80^{\circ} 44' \text{E}$  之地。求標準真時如何。

$$\begin{array}{r}
 \text{Long} \quad 80^{\circ} 44' \text{E} \\
 \quad \quad \quad 4 \\
 \hline
 60 \overline{) 322^{\circ} 56'} \\
 \text{Long in T.} \quad 5^{\text{h}} 22^{\text{m}} 56^{\text{s}}
 \end{array}$$

A.T.P.	12 <sup>h</sup> 0 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>
Long in T.	5 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup>
G.A.T.	11 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 37 <sup>m</sup> 4 <sup>s</sup>

(85) 依本地平時及標準時求經度

法則 化本地平時爲天文時。與標準時相減。本地時大。則爲東經。標準時大。則爲西經。但亦須視兩地日子之先後爲轉移。

(例題) 本地平時爲三日 8<sup>h</sup> 56<sup>m</sup> 40<sup>s</sup> 8 A.M.。標準時爲二日 11<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> 26<sup>s</sup>。求本地經度。

M.T.P. =	2 <sup>nd</sup> 20 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 40 <sup>s</sup> .8
G.M.T. =	2 <sup>nd</sup> 11 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> 26 <sup>s</sup>
Long in T.	9 <sup>h</sup> 48 <sup>m</sup> 14 <sup>s</sup> .8

$$\therefore \text{Long} = \underline{\underline{147^{\circ} 3' 42'' \text{E}}}$$

(86) 依標準時及經度求本地平時

法則 化經度爲時。與天文時相加(東經)或減(西經)。即本地平時。

(例) 於標準時二十日 10<sup>h</sup> 27<sup>m</sup> 3<sup>s</sup>。在東經 139° 46' 26".3 之地。求本地平時如何。

Long	139° 46' 26".3E
	4
	60   559° 5' 45".2
Long in T.	9 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 5 <sup>s</sup> .7



$$\begin{array}{r}
 \text{G.M.T.} \quad 20^{\text{h}} 10^{\text{m}} 27^{\text{s}} 3' \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{9^{\text{h}} 19^{\text{m}} 5.7^{\text{s}}} \\
 \text{M.T.P.} \quad 20^{\text{h}} 19^{\text{h}} 46^{\text{m}} 8.7^{\text{s}} \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{12^{\text{h}}} \\
 \text{M.T.P.} \quad 21^{\text{st}} \underline{\underline{7^{\text{h}} 46^{\text{m}} 8^{\text{s}}.7 \text{ A.M.}}}
 \end{array}$$

(87) 求日之赤緯法 (Find the Declination)

法則 (a) 求標準時。

(b) 標準時在十二時以下。則取航海日曆中當日之赤緯及每時差。若在十二時以上。則取次日者。

(c) 所得每時之差。以標準時為斷。若標準時在十二時以下。則以每時差乘之。若在十二時以上。須以廿四時減之。再乘以每時差。其積可視赤緯之漸大漸小。而加減於赤緯。

(例一) 1912年四月五日午後平時  $4^{\text{h}} 10^{\text{m}} 10^{\text{s}}$ 。在 Long  $75^{\circ} 15' 33''\text{W}$  之地。求太陽之赤緯若干。

$$\begin{array}{r}
 \text{在地平時 四月} \quad 5^{\text{d}} 4^{\text{h}} 10^{\text{m}} 10^{\text{s}} \\
 \text{經度時} \quad \qquad \qquad + 5^{\text{h}} 1^{\text{m}} 2.2^{\text{s}} \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{\hspace{1.5cm}} \\
 \text{標準平時 四月} \quad 5^{\text{d}} 9^{\text{h}} 11^{\text{m}} 12^{\text{s}}.2 \\
 \qquad \qquad \qquad \underline{\hspace{1.5cm}} \\
 \qquad \qquad \qquad = 9.18
 \end{array}$$

$$\text{Long} \quad 75^{\circ} 15' 33''\text{W}$$

4

$$60 \mid \underline{301^{\circ} 2' 12''}$$

$$5^{\text{h}} 1^{\text{m}} 2.2^{\text{s}}$$

檢表每時之差	56".92
	9.2
	11384
	51228
	60   523.664
	8' 43".7
檢表赤緯	5 <sup>h</sup> 6° 2' 31".6N
正確赤緯	=6° 11' 15".3N

(例二) 1923年十二月三十一日午前平時 $2^h 23^m$ 。在東經 $121^\circ$ 之地。求其赤緯。

M.T.P. Dec.	30 <sup>h</sup> 14 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	
Long in time	— 8 <sup>h</sup> 4 <sup>m</sup> E	
	30 <sup>h</sup> 6 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>	
	=6.3	
Decl.	23° 13'.1S	Var 0.15
	— .9	6.3
Decl.	23° 12'.2S	45
		90
		.945

(例三) 1912年五月十九日。在 long  $130^\circ 19' 20''E$ 。午後平時 $3^h 15^m 28^s$ 。求太陽赤緯爲何。

M T.P. May	19 <sup>d</sup> 3 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup> .0
Long in time	8 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 17 <sup>s</sup> .3
<hr/>	
G.M.T. May	18 <sup>d</sup> 18 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> .7
<hr/>	
	24 - 18.6 = 5.4

Decl. 19 <sup>th</sup> 19° 45' 8".3N		Var 32'.25
Cor <sup>n</sup> - 2' 54".1		5.4
<hr/>		
Decl. = 19° 42' 14".2N		12900
		<hr/>
		16125
		<hr/>
		60   174.150
		<hr/>
		Cor <sup>n</sup> 2' 54".1

(88) 求時差法 (Find the Equation of Time)

法則 先求標準時。再於日曆中求當日之時差。然後以標準時乘每時差。將其積依時差漸大漸小而加減於時差中。但標準時大於十二時。則與求赤緯法之每時差同。

(例一) 1923年三月二十日午前平時 8<sup>h</sup> 7<sup>m</sup>。在 long 109° 35'W 之地。其時差如何。

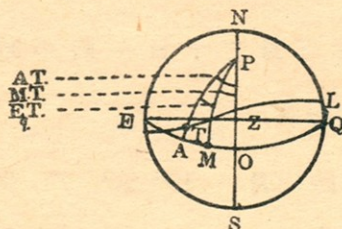
平時三月	19 <sup>th</sup> 20 <sup>h</sup> 7 <sup>m</sup> 0 <sup>s</sup>
經度時	+ 7 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup>
<hr/>	
標準平時	20 <sup>th</sup> 3 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup> 32 <sup>s</sup>
<hr/>	
	= 3.4

時差	7' 51"	每時之差	0° 74
	- 2.5"		3.4
	7' 48".5		296
正確時差	加入真時或		296
	減自平時		222
			2.516

(例二) May 19<sup>th</sup> 1923, at 3<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> p.m. M.T.P. in long 110° 24' 37'' E. Find the Equation of Time.

May	19 <sup>th</sup> 3 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> M.T.P.		
Long in T.	- 7 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>		
	18 <sup>th</sup> 20 <sup>h</sup> 8 <sup>m</sup> G.M.T.		
	24--20.1		
Eq. T.	3' 42".1	Var	0° 1
	.4		3.9
	3' 42".5		.39
Eq. T.	+To M.T. - From A.T.		.39

(89) 真時與平時 (Apparent Time and Mean Time)



如圖。EAMQ 為天球赤道。P 為球極。ETL 為天球黃道。Z 為天頂。PZS 為某地子午線。今假定想像太陽 M 在真太陽 T 之後。可得下列公式。