

32

中華民國三十二年六月  
參考書美字第二十二號

天  
文  
航  
行  
學

(密)

00222

航空委員會譯發

上海图书馆藏书



A541 212 0009 2181B

天  
文  
航  
行  
學

1571610

# 天文航行學

## 第一章 概述

第一節 目的及範圍

第二節 學習天文航行學前應有知識

第三節 定義

第四節 天文航行與其他航行方法之關係

第五節 準確

第六節 簡易

### 第一節 目的及範圍

2. 此教程之目的，係選擇適當材料及格式，編成初級天文航行教科書之用。

天文航行學

一

224510

b. 此教程所論之範圍，包括天文航行儀器之種類及運用與美國航行團現時所採用之天文航行通用法則，此外關於天文航行術所依據之原理原則亦均論及。

### 第二節 學習天文航行學前應有知識

欲求學習天文航行之精良，須對於其他航行之方法尤其對於位置推測法 Dead Reckoning 先行了解爲要。關於駕駛學，無線電學，及位置推測航行學均見技術教程 I-205 (TM 1-205) 茲不贅述。

### 第三節 定義

天文空中航行學（以後簡稱天文航行學）者，係藉各天體之輔助以決定航空器方位之學術也。

### 第四節 天文航行與其他航行方法之關係

2. 概近軍用航空器作戰航距增加，勢須有不藉助地上標識或無線電輔助航行之法。天文航行即係藉助日，月，恆星，行星而得到飛行方位之認識者。惟此種天文航行不能獨立應用，厥故計有兩端，一則在現代情況除在兩極區域有日光時間以外若純藉天體之參證，以操縱飛機殆屬難行之舉，再則天空佈滿雲霧亦屬常見之事。是天文航行僅藉用以證明或改正位置推測之法及無線電之消息。循是種用途以進，則天文航行可以使空中航行員知其所估量，所計算，所推測者已經無誤，否則亦可藉此天文航行作再行推算之起點。

h. 從戰術上及飛機作戰性能上着想，常須要在高空作長時間之飛行，其中大部分時間非在陰雲之內即在陰雲之上，因之以駕駛術及位置推測法所測之偏差及地速，均不能作目力之決定。此時如果完全恃此種法則航行，必有積誤成爲大謬之結果。

c. 無線電方位法對於校正航跡及地速，洵爲善法，且其最大優點，可不必仰視天空俯視地面，以爲校正。惟是無線電方位之決定須從地面電台，以軍事照光觀察，此種

地面電台在戰時極受限制，是又無線電定位法之最大缺憾，且以無線電尋覓方位，常因天然或人爲之靜電所擾亂，而不能施行，再則無線電波常致發生錯誤，而錯誤之大小，常視離地面設備距離之遠近爲正比例，即飛機離電台愈遠，則無線電定位愈不可恃。

d. 無線電既如上述不能隨時利用，因之天文航行遂被視爲校正位置推測重要方法。緣此種方法完全自給自足，所有需要設備，均可載在飛機之內。在航海者，認天文航行最大之缺憾爲天空長時期布滿陰雲一事，對於空中航行者尙無重要關係，蓋飛機常飛行於陰雲之上，儘有相當時間作方位之校正也。

### 第五節 準確

a. 從各種航行方法中，而欲下一決定有若干里之準確性，則實爲不可能之事。緣以準確之程度，係視航行員之技術，儀器之設備，飛機之種類以及流行之氣候而定。航

行員身體上之舒適，可顯著增加工作之效能，若精神疲倦，則工作減少準確。

b. 一觀測員在地面上以天文觀測法察其位置，則其準確之程度不出數呎以內，依此法，計海面行船之位置，則其準確程度，不出一哩以內，若依此法以計飛機飛行中之位置，雖在氣候不平靜有發生較大錯誤之可能時，然平均計之，其準確之程度，不出五哩至十哩以外。

c. 天文航行最顯著之特點，厥為錯誤永遠不變，決不因距離出發之點愈遠而有差異，一飛機不論行五十哩或五千哩，其精確度之錯誤，絕少超過五至十哩以外者。而位置推測法 *Dead reckoning* 之錯誤則不然，總因離出發點愈遠時，而錯誤亦隨之增加，位置推測法之錯誤，係累積性，且常不易發覺，其糾正錯誤之公式，屬於第一數量級。至於無線電航行之錯誤與位置推測法相似，亦以離開無線電定向台愈遠，而準確度之錯誤愈加。是以在長途飛行之時，無地面標識或無地面無線電台可以校正之際，則以天文航行，決定飛機之位置，其可恃程度及繼續可恃程度必較位置



推測及無線電航行之法爲優越，此理至爲顯明。至在一飛行之中，使用天文航行之適宜時機，則依人員，儀器，飛機，氣候等如 a 頂所述者而定。

## 第六節 簡易

a. 天文航行中包括特種名詞及計算方法，爲一般人所未悉，因之即認爲天文航行繁難奧妙，其實方法頗爲簡易。在空中航行員所需要者，爲計算天文三角，敏捷簡單，因之現今已將舊日計算之法變爲簡易，是以無論何人，果有航行天文學基本知識者，均能應用此種新法。

b. 航空器之位置，可以依得到之兩個或兩個以上之交切位置綫而決定之。關於得到每一天文位置綫之簡單方法，計有下列主要步驟，至各種步驟之詳細說明，見本書以下各章。

(1) 觀測已知天體之六分儀高度 在天體位置尋覓之全部方法中，以此步驟易致錯

誤且爲錯誤之原。

(2) 注意觀測之恰當時間。用一準確比例時錶預行對準觀測正確時間，或熟悉該錶時間修正數，均屬需要。

(3) 推測位置綫。在此步驟中所用諸元爲推測位置 *Dead reckoning Position* 或隣於推測位置之假設定點 *Assumed Position*，觀測之格林威爾氏用時，真實測量高度，及由航空天文年歷中所擇出之觀測天體之天文座標。用特製之推測表解機械計算器或各圖表，因之位置綫之計算，已經簡單化用簡單數學即可計出。至計算所需時間，則視用何種方法而定。

(4) 將位置綫繪製圖內

繪

## 第二章 天體之運動

第七節 地球

第八節 太陽系

第九節 恆星

第十節 天球

第一節 視運動

### 第七節 地球

2. 地球有數種同時運動，本處所欲說明者祇有兩種：

(1) 自轉——地球每日依極軸自西至東自轉一次，此種自轉即在地球上某二點生出晝夜，向太陽之點即為晝，離太陽之點即為夜，每一自轉之時間均相同而速率

亦爲均勻。

(2) 公轉——地球之公轉，從北方看視，係反時針方向，圍繞太陽順一橢圓軌道旋轉，太陽係在該橢圓之焦點而非在圓之中心，地球環繞太陽一周，即爲一年，自太陽測量此橢圓軌道內地球公轉之角速度並不均勻，在該軌道內公轉之綫速度亦不均勻。

b. 地球運行時，地軸非垂直於軌道，係向軌道傾斜達於  $23^{\circ}27'$ 。換言之地球赤道面傾斜於地球軌跡面達於  $66^{\circ}33'$ 。因地軸此種傾斜，致有四季之別。

## 第八節 太陽系

a. 太陽系之組成

太陽系包括太陽及九行星並行星之衛星。

(1) 太陽——太陽係一恆星。太陽亦依一小軌道旋轉，此軌道之直徑僅約二百八十

哩，若依行星離太陽之距離比較，則此二百八十哩之距離，可謂渺小，因之太陽對於地球及太陽系中之其他行星並論時，則太陽被視為靜止不動者。

(2) 行星——各行星依軸自轉亦圍繞太陽公轉，與地球之自轉及公轉相似。各該行星軌道面亦與地球軌道面相似，在行星中對於航行員有用者為水星、金星、火星、木星及土星，水星及金星稱為下行星因其軌道較諸地球之軌道靠近太陽，至其他行星則稱之為上行星。

(3) 衛星——衛星係圍繞行星旋轉者，地球之衛星月球為惟一足夠亮光可供航行用之衛星，亦被視為最近地球之惟一天體（平均距離為 239,000 哩）。

b. 運動——全部太陽系作為一個單位在空間運動，此種運動若與地球及其他行星個別運動相比較，則速度較快，若一念及此太陽系與其他恆星間距離之大，則此太陽系運動極為緩慢。若以地球為宇宙之中心，則太陽系全部，亦不過宇宙間一極微小部分而已。

## 第九節 恆星

恆星按實際而論，彼此間亦有相照運動，惟因離地球太遠致未查覺，故亦被視爲固定之星球。

## 第十節 天球（見第一圖）

a. 用於天文計算之天球，係一種懸想無限半徑之球體，以地球之中心爲中心，一觀測員有如在地球之中心不但髮髯能穿視各天體投射於天球之位置，且能髮髯見地面（兩極，赤道，徑度緯度）上各懸想點及圓綫投射於天球之上，此種懸想點及懸想綫卽構成天球上位置之參證標示。

b. 地球半徑，若以地球與各天體（月球除外）之距離相比較，則該半徑若是之短，卽使觀測者之位置從地中心升在地面，亦對於各天體（月球除外）投射天球之位置，無何

影響。換言之，觀測員之位置，亦可視為在天球之中心，則計算亦當然不致有顯著之錯誤矣，若以天體中之月球為航行標示時，則須校正視差 (*Parallax*)。

## 第一節 視運動

a. 在地面上之觀測員常變更其位置，故對於投射天球上之各天體之觀點不同，因之觀測員視天球上天體之運動即稱為視運動。此種視運動發生之原因，計有三端：

(1) 因地球每日依軸旋轉稱之為自動者

(2) 因地球每年環繞太陽旋轉稱之為公轉者

(3) 因天體中某某天體實際運動者

b. (1) 地球自轉所發生視運動之結果，對於觀測員最為明顯，因地球有此自動，致

使各天體有如升於東方而落於西方，其實天球上之星體均為固定，縱有運動，

亦難在短時間以內加以測量，因之各該星等可見之移動，完全由地球自轉所

致，如此每個星體可視作每日圍繞地球自東徂西一周，且其行路軌面垂直於地軸。

(2) 太陽不僅升於東方落於西方，並且視爲行經諸星之中有一定軌路，此種視運動增加之結果，則由於地球之公轉所致。

(3) 行星及月球行經諸星中之軌路，較諸太陽行經諸星中之軌路則不規則，此不但地球之自轉及公轉影響該行星等之視運動，同時亦因該行星等本身亦自尋軌道運動所致，在天體中最無規則之軌路者，爲月球之視運動。

c. 由地球每日自轉所發生天體位置之變更，隨觀測員在地面上所在之點而各異，亦即視觀測員所在之經緯度而定，至於由於上述其他原因而致天體位置之變更者，則不關於觀測員所在之位置，則視爲在某瞬間各該天體與地球中心相互間之關係，而有一定之異動。因此計算各該天體位置之最要因素，均表列於天文年曆以內，此種因素係根據常久繼續各天體之實運動及視運動測驗而定者。



d. 觀測員在飛行中之飛機以內時，則前述之各種天體又增加一種視運動，此種天體視運動率並不因飛機速度增加而增加，當高速飛機向某一天體方向進行時，其結果容或使該天體迥似毫末運動甚或有後退運動現象，總之在飛行時觀測天體是否該天體上昇，下降或，較在地面時觀測該天體運動迅速或遲慢均視本書以後所述之各種因素而定。

## 第三章 天文名詞定義及座標制

第一二節 定義及簡字

第三節 座標

第四節 地理位置

第五節 地球各部與天球相似之各部

第六節 測量天體須用多方法之理由

### 第一二節 定義及簡字(參閱第一圖)

在研讀天文航行術原理以前，應先將天文航行中常用名詞了解為要。在學習天文航行時所遇到之重要部分為天球上之綫，點及角度距離而已，而關於綫點，及角度距離之各名詞均非學者所素習。當一球體綫投於一平面之時既難以視力辨認，則用一空白之球

上繪天文航行時重要部分，則關於名詞之意義可以深識，惟須備有分度規以便容易繪製及測量大圓圈弧綫。

a. 天頂 Zenith (N)——爲地球上之一點，該點正在地面上觀測者之頭頂上方。又有天底即正在觀測者足下之一點（第一圖內未表明天底）。

b. 天空地平圈 Celestial horizon——以一平面經過地球中心，且垂直於天頂及天底之接聯綫引伸之而切於地球所成之大圓圈者是。此天空地平圈與可視地平圈不同，可視地平圈即係觀測者在海面時所視海天相接之圓圈。至不同之原因計有二端：

(1) 因觀測者之眼目永遠在海平之上，因之觀測者從天頂之視距可超過  $90^\circ$ ，此種原因使地平傾度 (Dip) 增加如 70 節所述。

(2) 觀測者實際位置在地面之上，並非在地之中心，此種原因使視差 Parallax 增

加如 70 節所述。

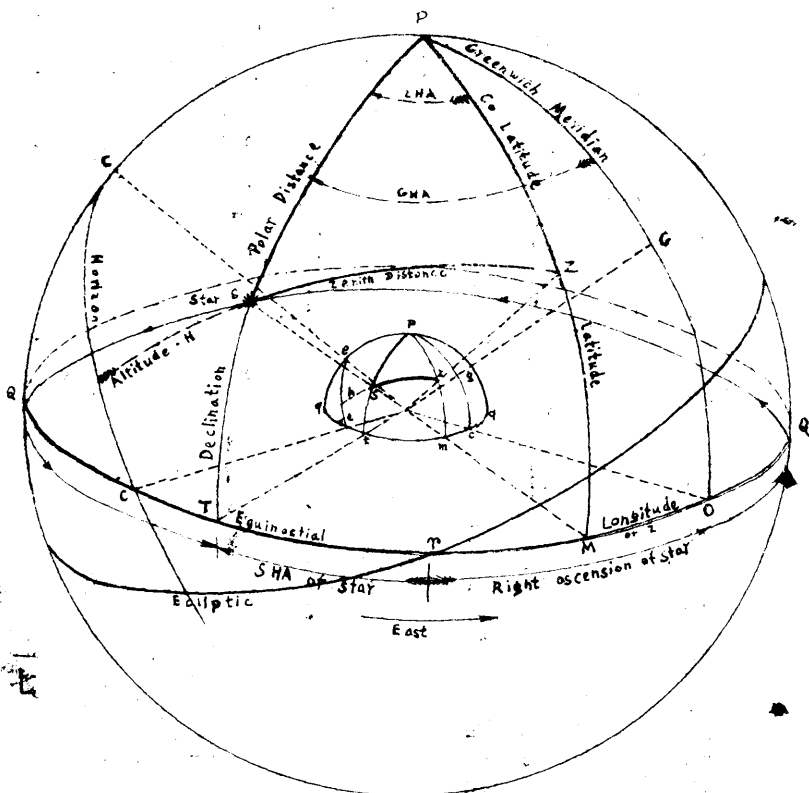


FIGURE 1.—Celestial sphere with the earth, greatly exaggerated in size, at its center.

e. 人工地平圈 *Artificial horizon*——即真天空地平圈，此種地平圈係以機械上設計如觀測儀器上之水泡而定者，可視地平圈，對於空中航行者毫無真實價值，因之人工地平圈為空航時一般所用。此人工地平圈一名詞除有特指意義外，此後均作為真天空地平圈解釋。

d. 地平經圈 *Vertical circle*——經過天頂及天底之各天球大圓圈，此種圈對於地平圈可稱為第二圈，在第一圖內 *BZ* 即為地平經圈之一部，卯酉圈 *Prime vertical* 係與觀測者子午面成直角之地平經圈，並交切於地平圈正東正西兩點。

e. 高度 *Altitude (H)*——係指地球上之某一點，並從地平圈及地平經圈經過該點所計算之角度即為該點高度。當一天體從已知之緯度及經度測量而以三角法測出時謂之為計算高度 (*H<sub>c</sub>*)，一天體用六分儀測量者謂之為六分儀高度 (*H<sub>s</sub>*)，六分儀高度經過改正觀測差後謂之為真實觀測高度。

f. 天頂距 *Zenith-distance*——係指某一點與天頂之角度距離，此角度係從地平經圈

經過該點與天頂所測成者，凡在地平圈上某一點之天頂距等於 $90^\circ$ 。減去高度。

2. 方位角 Azimuth (Az 或 Z)——係指地球上某一方位角，此角度依觀測者之子午圈及經過該點之地平經圈在天頂所成之角度，亦可視作此兩圈夾切地平圈之弧綫。通常規定由北或南向東或西量至 $90^\circ$ 。或 $180^\circ$ ，如北 $80^\circ$ 東或南 $130^\circ$ 西，不過在北半球之觀測員為製圖方便起見均由北向右(順時針方向)從 $0^\circ$ 至 $360^\circ$ 。因之方位角之簡寫即為 Zn，前後並不再加方向之簡字，例如 $240^\circ$ 。即等北 $120^\circ$ 西(N.  $120^\circ$ W.) 或為南 $60^\circ$ 西(S.  $60^\circ$ W.)。

b. 天球赤道 Eziinoctial——係延伸地球赤道面至於天球時，所作成之大圓圈，此天球赤道交切於地平圈東西兩點。

1. 天球兩極 Celestial poles——係地球兩極軸之延長，交於天球之兩點，升極 Elevated Pole 係指同於地球上觀測者緯度之天球極。

1. 時圈 Hour circles 赤緯圈 Declination circles 或天球子午圈 Celestial

Circles 均爲經過天球兩極之天球大圓圈，此等圓圈對於天球赤道爲第二圓圈，此等圓圈之製成，即延伸地球上各子午面交切於天球者。包含天頂之時圈，即爲觀測者天球子午圈，包含天頂之部分，謂之上子午圈，其正對包含天底部分謂之下子午圈。

赤緯 Declination (D. 或 Dec. ) —— 係指明天球某一點離天球赤道之角距依經過該點之時圈測量之。以天球赤道爲基準看其進行而分別北赤緯與南赤緯，北赤緯常用十號，南赤緯常用一號，最好仍用  $\Delta$  或  $\nabla$  代替十或一號，緣以北赤緯並非永遠須增加南赤緯並非永遠須減少，且有時北者爲減，南者爲加，天球上之赤緯與地球上之緯度相同。

天極距 Polar distance —— 係指明天球某一點離天極之角距，依經過該點之時圈測量之，若赤緯與所量天極同在一名稱時，（如北赤緯與北天球極南赤緯與南天球極）則其角距等於  $90^\circ$ 。減赤緯，若在異名時，（如北赤緯南天球極，南赤緯北天球極）則其角距等於  $90^\circ$ 。

極) 則等於  $90^\circ$ 。加赤緯。

地方時角 Local hour angle (LHA) —— 係指明天球上某一點在天極之角，此角係由觀測者子午圈及經過該點之時圈所夾之角，換言之亦即該兩圓圈在天球赤道上所夾之弧距，通常自零度向東或西量至  $180^\circ$ 。(0 時至十二時)，而其最大例外，即為春分點 ( $\gamma$ ) 所量之地方時角，地方時角春分點 (LHA $\gamma$ ) 之量法，係從觀測者子午圈向西，至  $360^\circ$  之位置。自有航空天文年曆之利用，可無須說明時角之時間單位矣。

格林威爾時角 Green wick hour angle (GHA) —— 係指明某一天體在天極之角，此角係由格林威爾子午圈與該天體之時圈所夾之角，通常測量之法，係沿天球赤道自格林威爾子午圈向西至  $360^\circ$  亦即為二十四小時。

黃道 Edipie —— 因地球每年繞日行一周之故，猶之太陽在天球上亦有一定之軌道移動，成功一大圓圈，此圓圈即名之為黃道。此黃道面傾斜於天球赤道面，約成



23° 27' 之角度。

- P. 二分點 Equinoxes——係黃道交切赤道之兩點，其一點即為地面之觀測員看視太陽迴似該天體由南赤緯經過北赤緯之瞬間即稱為春分點，或為白羊宮第一點，The First Point of Aries 并以羊角  $\gamma$  之記表示之，經過春分點之時圈用為尋覓天球上星體之始點，亦猶之經過格林威爾之子午圈，為地球經度之始點相同，其另一點則為秋分點與春分點彼此正相對時，觀測者須知春分點雖目不能視，然實為天球上之固定點。

- P. 11 至點 Solstices——係黃道上距離二分點 90° 或六小時之兩點，在北半球而論夏至點為太陽距離赤道北最遠之點，此時白晝之時間最長，冬至點為太陽距離赤道南最遠之點，此時白晝時間最短。

- P. 赤經 Right ascension (R.A.)——係指明天球上某一點在天極之角，此角由經過該點之時圈與經過春分點之時圈所夾之角，換言之，即該兩圈在天球赤道所夾之弧距

通常測量自春分時圈向東，爲正方向即自零時至二十四小時(0°至360°)，觀測者須知爲天球赤經等於地球之經度，惟赤經向東算，計爲二十四小時(360°)而地面經度則各向東或西算，計爲一百八十度。

恆星時角 Sideral hour angle (SHA)——係指明天球上某一點在天極之角，此角由經過該點之時圈與經過春分點之時圈所夾之角，惟測量自春分時圈向西爲正方向即自0°至360°(零時至二十四小時)，即等於360°(二十四小時)減赤經，恆星時角及赤經縱然均以度數或時間說明，然通常恆星時角則言度數，赤經則言時間。

凡天球上任何一正行經觀測者子午綫之時，即爲該點中天時或爲該點子午綫之經過，如經過包有天頂之一半子午綫時爲上中天，包有天天底之一半子午綫時爲下中天。

天文三角——係天球三角，其各角點爲升極，與天頂及計算中之天體三點所成。

### 第一三節 座標（參閱第一圖）

天體之位置，可依天體之座標制而測量規定之。用於空航時求天體位置之座標制，共有三種，此三種座標制分類之法，係依所採用之主極圈 Primary circle 及原點（即取主極圈上某一點作為原點）之不同而異，第四種座標制，係取黃道為主極圈祇天文學家採用，本書內不論及之。

#### A. 高度與方位角制

此種座標制以天空地平圈為主極圈，以地平經圈為副極圈，地平圈之南北兩點均為觀測者之天球子午圈交切，在此兩點中通常以靠近升極之一點作為計算座標之原點，方位角即指示所欲測量天球上之某一點在某一地平經圈上，而高度即指示天球上某一點在該地平經圈上之位置，高度之測量則依天空地平圈計起。

#### B. 赤緯與時角制

此種座標制係以天球赤道爲主極圈，以時圈爲副極圈，以天空地平圈上之觀測者天球子午圈與天球赤道交切之點爲原點，時角卽指示所欲測量天球上之某一點在某一時圈上，而赤緯卽指示該點在該時角上之位置，此種測量則依天球赤道計起，在天文年曆中對於在任何時期，藉格林威爾本初子午綫及天球赤道尋覓日，月，行星及春分點之法，頗爲詳盡，因之觀測者可依其已知之經度（求經度法詳後）並藉自己之天球子午圈以求天體之位置。

### 赤緯與恆星時角制

此種座標制之主副極圈與赤緯及時角制所用者相同，而以春分點爲原點，此法係與春分點格林威爾時角相合並用以測量星體之位置，因之可減少許多天文年曆諸元表之採用，不過在航行者之自身再增加少許測量工作而已，此種少許測量工作，詳見以後各節，此種座標制與昔日所用赤緯及赤經制所不同者，卽赤緯赤經制從春分點向東測量而赤緯及恆星時角制則從春分點向西測量。

### 第一四節 地理位置(G.P.)參閱第一圖

a. 地理位置亦可稱爲某天體之下點，換言之，卽地面上某下點之天頂內，必有某天體之位置，某一星體之地理位置卽爲星下點，太陽之地理位置卽爲太陽下點，月球地理位置卽爲太陰下點。

b. 通常天文航行時所需之測量主要部分，均以地面三角參證，以觀測者之位置，地極，及測量中天體之地理位置爲其角點，在第一圖內卽表明地面三角所代表天文三角各部位置，設座標各面經過天文三角各邊及地中心，則各該面卽在地面上交切而成爲地面三角之邊。

### 第一五節 地球各部與天球相似之各部

兩球各部相同位置茲列如下表：

地球

地極

地球赤道

地面地平圈

緯度：

自赤道向北或南測量起自  $0^{\circ}$  至  $90^{\circ}$ 。

經度：

自格林威爾本初子午綫向東或西量

至  $180^{\circ}$ 。

天球

天極

天球赤道

天空地平圈

赤緯 (Dec) ..

自天球赤道向北或南測量起自  $0^{\circ}$  至  $90^{\circ}$ 。

格林威爾時角 (GHA)

自格林威爾子午綫向西量起自  $0^{\circ}$  至  $360^{\circ}$ 。(零

時至二十四時)

恆星時角 (SHA) ..

從經過春分點 ( $\gamma$ ) 之時圈向西量，起自  $0^{\circ}$  至

360° (零時至二十四時)，此即等於二十四小時  
(或 360°) 減去赤經。

赤經 (RA) ..

從經過春分點 ( $\gamma$ ) 之時圈向東量，起自零時至  
二十四小時 (0° 至 360°)

地方時角 (LHA) ..

從地方子午圈向東或西量起自 0° 至 180°

(零時至十二時)，最大例外為地方時角春分點

(LHA  $\gamma$ )，此時祇向西量至 360° 或二十四  
小時。

觀測者子午圈與經過天體地理位置

(G.P.) 子午圈間之經度差

## 第一六節 測量天體需用多方法之理由

a. 從前述各種規定中可知極角及天球赤道弧距用時間上之時，分，秒或以弧距上之度，分，秒表明，關於時與經度相互關係在第四章敘明。

b. 關於角度測量，有兩三種不同之法，例如天頂角度可以自北順時針方向量至 $360^{\circ}$ 。可以由北向東或向西量至 $180^{\circ}$ 。或由北或南各向東或西量至 $90^{\circ}$ 。試問使用如許各方法測量一角度之原因，則其最大理由，係在編製各種天文航行各表時，若用特種方法說明，則可以節省篇幅，設編製一天頂表，常講天頂角度不與其他各種問題同時解決時，則測量天頂角度，以自北或南各向東或向西達 $90^{\circ}$ 之法，最可節省篇幅，不過將天頂表與高度表合併時，其篇幅之節省不甚顯著已。

c. 關於時角測量，亦有許多方法，例如格林威爾時角，永遠向西量至 $360^{\circ}$ 。地方時角則儘用最小角度向東或西量至 $180^{\circ}$ ，惟其中有一例外，即春分點地方時角永遠向西



量至  $360^\circ$ ，與格林威商時角測量之法完全相同，總之所有時角不能按向西量  $360^\circ$  之法製表最大原因，即以  $180^\circ$  方法製表時，可將各表截成兩半俾可縮小篇幅。

d. 設航行者僅用一種方法計算某天體位置綫，則可將初學天文航行容易混淆之缺憾可以大量免避，不過在測量天體之法極爲簡明之時，若以此法測量其他天體，反覺麻煩，甚至全不適宜，因之善於航行人員，須有各種方法，以備應用，若欲使用嫺熟，須將原製表人所擬定之原點及角之測量方向熟悉方可。

e. 新習天文航行之人，常以尋覓天體之位置用三種座標制易於混淆，須知現存之三種座標制之法，可使推測更爲容易，其理由可見本書以下各章，在現今之航行員若不明瞭三種座標制使用之法，斷不能依日，月，星，行星等，而決定航行之位置。

# 第四章 時

第一七節 概述

第一八節 時單位

第一九節 恆星時

第二〇節 太陽時

第二一節 平太陽時

第二二節 時差

第二三節 時及經度之關係

第二四節 時間表解

第二五節 標準時

第二六節 格林威治時

天文航行學

## 天文航行學

三二一

第二七節 依美國航空天文年歷尋覓天體之法

第二八節 無線電時間信號

第二九節 經緯儀及時錶

第三〇節 時間換算

第三一節 A-B 式時間換算器

第三二節 日出日落晨昏朦影之始終日出月落

### 第一七節 概述

#### a. 時之重要

欲求精通天文學識，則時及天文年歷二者，爲最重要部分，緣以依任何天文觀測而決定飛機位置時，決不能離此兩種學識。一航行員利用時及天文年歷，即可決定所觀測天體之地理位置座標。再者，在航行員依計算法解答天文三角（參閱第五及

第六章)以前，應知兩個數量，即被觀測天體之赤緯及地方時角。從天文年曆中選擇赤緯法極為簡便，惟決定地方時角(不能從天文年曆選擇，則須對於之學識及時角與緯度彼此相互關係，有精通認識。

b. 時之種類

(1) 在天文航行之學習及使用之際，共有三種時，計：

(a) 平時或民用時

(b) 太陽時(有時稱為視太陽時)

(c) 恆星時

(2) 平時或太陽時亦可稱為標準時或時區時(Standard on zonetime)此種時並非另外一種緣其計算亦依平太陽(Mean sun)之運行而得，是平時或民用時之參證點，亦以太陽為依據。

e. 美國航空天文年鑑之影響。

自美國航空天文年鑑出版以後，航行員對於太陽時及恆星時學識上之需要，可以大爲減少。

(1) 在昔用舊法尋覓觀測員子午綫及天體地理位置間之經度差時，須先以六分儀觀測以決定該天體之時。例如取太陽爲觀測之天體時，須先決定觀測時間之太陽時，其決定之法計有兩種，一種卽攜一時表使其速率與視太陽之運行相符合，另一種卽將觀測民用時化成相同之太陽時。第一法不合實用，緣以視太陽運行速率並非一致，是以時表速率經過一長時間決不能與太陽時相符合，因之祇有使用第二方法始可。測量某一恆星時，亦與測太陽之法相似，卽以一時表使其速率等於恆星時，或化民用時成爲恆星時，此爲尋覓該恆星地方時角之初步。此外測量行星之位置時，須先決定行星時，測量月球位置，須先決定太陰時，不過在昔日行星時及太陰時從未確實計出，緣以行星及月球之時角，均以昔日所編製之赤經表及所知之恆星時而決定之。

(2)最近之航空天文年歷，係依據格林威爾子午綫及格林威爾民用時。時之赤道，將各天體之位置詳細表列，並將每天體之格林威爾時角（即根據格林威爾子午綫向西之緯度距離）不按時單位而按弧距之度分秒列表。用此種天文年歷時，航行員僅須知曉觀測瞬間之格林威爾民用時而已。一經用此年歷，即易於根據格林威爾子午綫擇出天體位置。因之再根據自己之子午綫決定天體之經度距離，其法甚為簡便。故一航行員在已經辨識自己觀測之格林威爾民用時日，即無須再如一般情形將此民用時改成太陽時，恆星時，行星時或太陰時以求天體之位置已。

#### d. 計算器之影響

自機械計算器用世以後，關於太陽時及恆星時知識之需要，已為減少。在計算器動作適宜時，是說固毫無疑問。惟是此種計算器非不發生錯誤，全恃航行者一遇此種儀器動作錯誤，即能辨認，是均為航行者之責任。即使此儀器動作完全如常時

亦應作定期之調整。動作失常之檢出及必需調整之方法，均須賴航行員有恆星及太陽時之知識，並須知如何對於某一定民用時而作恆星及太陽時之決定。縱然從某一定民用時而決定太陽及恆星時之情況甚少，然亦偶有所見，因此之故，關於太陽及恆星時之討論，在本書內亦難以脫略矣。

## 第一八節 時單位

所有各種時之發生，均由某某天體之運行及經過天空之參證點而起。太陽時之參證點即為視太陽，平時之參證點即一懸想之參證點所謂平太陽者是，恆星時之參證點即為春分點。所有各該天體之移動均為視運動而非實運動。蓋均因地球依軸向東旋轉致使各天體迥似圍繞地球自東向西而行也。

視旋動之期間最適宜以某一參證點，行經某同一子午綫之接連兩個中天所歷時間計算之。此種期間即謂之為日，日又平均分之為二十四時，時又平均分之為六十分，

分又平均分之爲六十秒。

## 第一九節 恆星時

完全由地球自轉所生者：在時中想像最簡單者，厥爲恆星時，緣此時之原起完全由地球自轉所致，地球以平均速率向東自轉，在陽歷一年中共成  $366.256$  自轉。因地球之向東自轉致予星體一由東向西之視移動。此種星體在第二章內業經敘及，雖然有多數之星體在空間遊行，然各該星體距太陽系有非意料所及之遙遠，因之該星體等實際運動或在若干世紀後可以望出，然決非現時觀測者所能看見。故此種星體在以地球爲中心之莽莽天球中卽認爲固定之恆星。不論地球居於其軌道任何位置，而各星之方向不變，緣此軌道之微渺，亦不過天球中心之一小黑點而已。因是之故，可十分瞭然各該天體經過天空之視運動現象完全由地球自轉所致。地球自轉之速度既絕對平均，則由該天體等運動所表現經歷之時間亦當然平均矣。



恆星日：在一星體經過同一子午綫之接連兩個上天所歷時間爲一恆星日，亦即地球在此時間以內完全自轉一周。至於選擇恆星時之中天起原點，則取春分點（ $\gamma$ ）而不取某一星體。緣在第三章內業經敘明此春分點爲赤道及黃道之交切點。此點雖不能目視，然此點實爲與各天體行程速率相同固定不變之點。矧此點既在赤道面上，設將赤道引伸交切於天球，則此點亦將循此赤道面而經過天空。

（1）定義：在地球上某地恆星日之終始，即爲春分點時圈相合於該地上子午綫之際。因之恆星日之定義，即爲春分點之兩個接連中天經過某地子午綫所歷之時間也。設選擇格林威爾爲計算恆星日之地位時，則春分點時圈相合於格林威爾子午綫時，則格林威爾恆星時，（GST）即爲零時。從此點如時間再過，則春分點似向西移，而格林威爾恆星時，漸漸加增直至經過恆星時二十四小時之際（即地球自轉一周）此春分點又與格林威爾子午綫相合，此時即爲 24 GST 或又爲 OHGST，若春分點子午綫，以觀測者之子午綫爲轉移時，則稱爲地方恆星

時(LST)。

(2) 恆星時及春分點時角之關係：

(a) 恆星時之原點即為春分點經過上子午綫中天之瞬間。惟仍須注意者即上子午綫亦為測量時角之原點，因之如格林威爾時角永遠向西測量至二十四小時(2400)則格林威爾恆星時(GST)及格林威爾春分點時角(GHAT)如以時單位或弧度單位計算時實際完全相同毫無二致。設春分點地方時角亦自觀測者子午綫向西計算時，則地方恆星時LST亦等於春分點地方時角LHAT

(b) 以舊法測量某一星體位置時，則決定格林威爾恆星時(GST)為尋覓該天體地方時角LHAT初步中之一步驟。用現在之新航空天文年曆，則格林威爾恆星時可直接找出，惟不稱格林威爾恆星時(GST)亦並未將依格林威爾子午綫所測之春分點位置以時單位表明，祇稱格林威爾時角春分點GHAT並

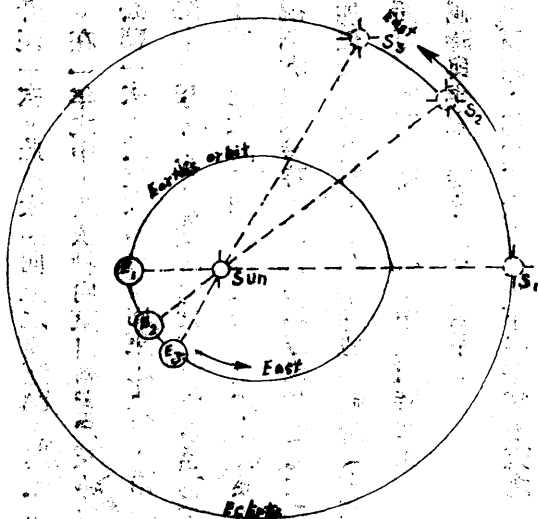
以弧度單位表明。至關於任何格林威齒民用時而選擇格林威齒時角春分點 (CHART) 之法在27節敘述之。

(c) 時間之持續：恆星時單位之持續與平均太陽時之持續不同，蓋平均太陽時即等於每日鐘表之時刻也。此兩種時單位之時差及該兩種時單位互計之法詳見本章以下各節。

## 第二〇節 太陽時

受地球自轉及公轉之影響：設地球祇依地軸自轉進行時，則太陽在天空之視運動將與地球上正在太陽後方之星體視運動完全相同，此理至為明顯。惟是地球一方面依地軸自轉，同時又依其軌道進行圍繞太陽，在一年內完成一周，此地球依其軌道（黃道）之公轉，結果，致使太陽好似在星體之中圍繞天空運動。例如第二圖即表明地球在軌道之三個位置，圖內紙面即代表黃道面，黃道面之大外圍綫即代表黃道與

第二圖 公轉結果



天球之交切點，圖內地

球之軌道，特別放大繪

製，並有太陽位於橢圓

中之某一焦點。當地球

在 ④ 時則太陽似在 ①

地球向東移至 ④ 時，

太陽似在 ② 當地球在

④ 時，太陽似在 ③

。從此推測地球依軌道

向東旋轉，則太陽亦同

方向移動，即太陽沿黃

道向東運行。換言之設

地球並無自轉，仍依軌道向前運動，則太陽將形成升於西而沒於東，且在一年之中太陽亦僅升沒一次。此種太陽向東之視運動，與太陽自轉結果使太陽自東向西之視運動相反。在一年之中地球依軸向東自轉 $365.24$ 次，致成太陽由東向西之運行，地球每年公轉一次，致成太陽由西向東之運行，兩種運行之實際結果，致成太陽在一年中升降 $365.24$ 次亦即太陽每年向西作 $365.24$ 視運轉。

b. 視太陽日：某地之太陽日即為真太陽（視太陽）行經該地子午綫兩接連下中天所經歷之時間，觀測者視太陽時，即稱為地方視時（LAT），指明其他地方視太陽時，則必須開首加以該地方名稱，例如格林威齒視時（GAT）是。用於航行之際，則視太陽日之時間自下中天。時起至次下中天 $24$ 時為止。

c. 視太陽之視時與視太陽時角之相互關係：

視太陽時之原點，即為視太陽行至下子午綫中天之瞬間此瞬間即為視子夜，惟須知上子午綫則為測量時角之原點，由此可證明在任何瞬間，視太陽之視時及時角定

差十二視時。

(1) 從上述可知  $GHA_{\odot} = GAT - 12$  時。設  $GAT$  不及 12 時，則在施行減法以前，須先加 24 小時其公式為  $GHA_{\odot} = GAT + 12$  時換言之若真太陽在：

(a) 格林威爾之西 (P. M.) 則  $GHA_{\odot} = GAT - 12h$ 。

(b) 格林威爾之東 (A. M.) 則  $GHA_{\odot} = GAT + 12h$ 。

(2) (a) 以上所述太陽視時與視太陽時角之相互關係不但應用於格林威爾子午綫及格林威爾視時，且可應用於任何子午綫之視時。例如真太陽在地方子午綫之西 (P. M.) 則

$$LHA_{\odot} = LAT - 12h$$

設真太陽在地方子午綫之東 (A. M.) 則

$$LHA_{\odot} = LAT + 12h$$

在前兩公式內，此  $LHA_{\odot}$  係按永遠向西計算者，如此按前述第二公式所得向西計算之

LHA 則必超過 12 時非將小於 12 時之時角找出後，則此天文三角不能解答。因之如果  
用前述第二公式時，則向東之時務須找出。此向東時角找出之法即將公式之右方數量從  
二十四小時減去即得。故真太陽在地方子午綫之東時，該第二公式即變為：

$$\text{真LHA} = 24\text{h} - (\text{LAT} + 12\text{h}) \text{ 或}$$

$$\text{真LHA} = 12\text{h} - \text{LAT}$$

(b) 航行員對於前述公式每須記憶，果該航行員能按第二十四節繪製時間說明  
圖，則視時與時角之相互關係，解答甚速。

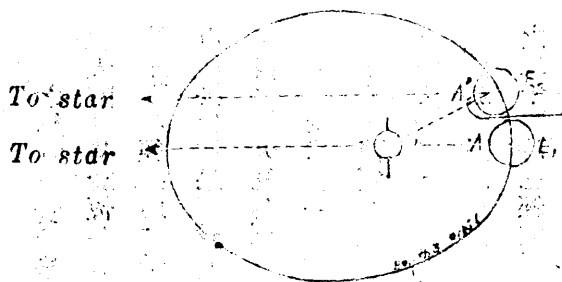
(3) 在舊法僅於求真太陽地方時角時，利用上述相互關係之公式，該舊法先知格林  
威爾遜觀測瞬息時間，並將 GAT 從海軍年歷中之諸元計出。待 GAT 計好後，  
即按前述某一公式將 GHA 按時單位算出後再化成弧度。如此 LHA 即可正  
常依觀測者之經度（見 24 節）決定。此種舊法之繁複手續現可一概避免，緣以美  
海軍實驗所之天文學家已將 GHA 依弧度算出，並表列於天文年歷之內，因

之航行者對於格林威爾民時任何瞬間之  $\text{GHA}$  均可逕行檢出。

視太陽日長於恆星日：視太陽日較長於恆星日之因，係由於地球自轉既須使太陽接連兩次經過同一子午綫，故地球旋轉實際較諸自轉滿一周為多。此多餘之星，則由於公轉結果所致。關於太陽如何在三百六十五日作恆星之視公轉，已經前此敘明。因之周天既為三百六十度，則太陽每日向東之平均運動為  $360/365$  度或微少於一度。按地球在一小時轉十五度則在四分鐘可轉一度，是則太陽日平均較長於恆星日四分鐘，確實時差，則為  $845.6$  秒平太陽時。此種時差見第三圖，圖內  $A$  及  $B$  係放大繪製，代表地球在接連兩日所居於軌道上之位置。地球在  $A$  時，有一星體正位於太陽之後方。當經過  $B$  之子午綫，對於恆星，已經自轉一次之際，即恆星時之二十四時已經完畢。在此時期地球由  $A$  至  $B$ ，惟以星體距地無窮之遠，地球之軌道對於該星體毫不發生影響，因之該星體此時所在之方向，與地球在  $A$  時迥然相同。待子午綫  $\Delta$  與  $\Delta$  平行時，恆星日即為完畢。惟是子午綫在  $\Delta$  位置時，太



第三圖 恆星——太陽日之時差



The difference between  
a solar and a sidereal  
day (Exaggerated)

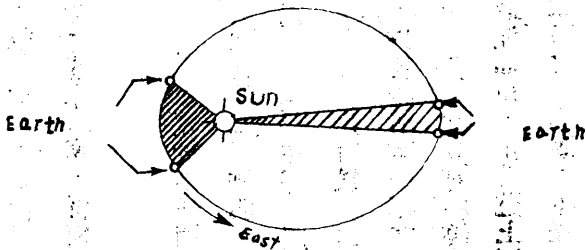
陽日則尙未完畢，須俟太陽再經過該子午綫，始可稱為太陽日完畢。從太陽抵  $A'$  位置至經過該子午綫位置，需時 3 分 56.6 秒，此即為在太陽東行諸星體中，在同一子午綫繼續兩個中天所經歷一度（此係約數）之際，地球所增加轉數時間也。

視太陽日時間長短之不同，設太陽向東行於諸星體之中之視運動若完全一致時，則每太陽日長於恆星日之時間均屬相同，如是各恆星日之時間既完全相等，則各太陽日之時間亦將

完全相等。然考其實際，並非如此，太陽向東之視運動，並不一致，其原因有二，一則因地球在軌道進行時之速率不等，再則為黃道面傾斜於天球赤道。此第一種原因，稱為離心率。

(1) 離心率結果(參閱第四圖)：關於地球圍繞太陽之軌道，係屬橢圓形，而太陽則位於橢圓之一焦點，業於第二章述明。根據刻爾白氏第二法則(等面積法則)謂動徑(即太陽與地球接連之綫)在等期間內其所經之面積必相等一語，則地球運行之速率并不一致。此種結果可從第四圖證明，在第四圖內之地球軌道，較實際橢圓形特別加甚，以便證明離心率之結果。在圖內陰影表明面積相等部分，根據刻爾白法則所言，此種部分可在等期間內經過。如此一經參閱第四圖，即立刻知地球距太陽最近部分，在軌道上運行之速率最大。此地球運行速率不一致之結果，致影響於太陽之視運動，亦覺太陽之運行速率亦不一致。此理參閱第二圖亦極明顯。

# 第四圖 離心率影響視太陽日時間圖



2. 黃道面傾斜於天球赤道之結果：

太陽日時間不同之第二最大原因

為地球向東運行，係沿黃道，

並不沿赤道。即使此時認作地球

在軌道上運行速率均勻，而在此

種運行移至天球赤道計算時及時

角時，彼太陽之運行率亦難表現

一致，在上述視太陽日時間長短

不同之兩種原因中，尤以傾斜之

影響最大。

## 第二一節 平太陽時

a. 平太陽時之需要：吾人工作之進行，多賴於白晝之期間，因之欲從關於太陽地球白轉中尋覓一種時單位，以爲實際計算之用。同時另一方面不願取一時間長短不一之時單位若視太陽日者然，在實際上亦不能製造一鐘錶，與真太陽之變更速率相符合。因之既欲根據太陽以計時，又欲成立一平均時間之太陽日，乃臆想一種太陽稱爲平太陽者，即根據之以計算時間。

b. 平太陽：平太陽係一懸想之太陽，沿天球赤道而以均勻速率向東運行，其速度即等於真太陽行經黃道之視速度。真太陽向東行經黃道之每日平均視速爲 $360^{\circ} / 365.256$ 秒，每日微少於一度，因之平太陽亦取該速率爲行經天球赤道之平均速率。

c. 平太陽日：在某一地之平太陽日，即平太陽行經該地子午綫之接連兩個下中天所經歷之時間。此種平太陽日與同日之人民用自相符合，因之平太陽時亦即認爲民用時。

。觀測之平均太陽時即認作地方平時或習稱爲地方民用時 (LCT)。至其他任何地點之平時，即在時以前加註該地方之名，例如格林威爾平時 (GMT) 或格林威爾民用時。格林威爾民用日開始瞬間，即在平太陽行經格林威爾子午綫下中天之際，亦即平太陽自格林威爾經過第一百八十子午綫之際。當太陽行經格林威爾子午綫上中天之際即爲格林威爾民用時十二時或格林威爾正午。當平陽再經過格林威爾子午綫下中天之時，即爲完全格林威爾民用日一日。不在格林威爾經度而在其他經度之觀測員民用日亦同樣以太陽經過該觀測員子午綫下中天時爲民用日開始，以行經上中天爲該地正午。在航行時所用之民用日時間計算法則以太陽經過下中天爲〇時，從此時次順數，至再經過該地下中天時，則爲24時，用此種計算法則 A.M. 及 P.M. 字樣無須加註矣。

d. 民用時與平太陽時角之關係；民用時之原點即爲平太陽行經子午綫下中天之瞬間，而測量時角之原點，則在該子午綫之下中天，是無論在任何瞬間之平太陽民用時必

與平太陽之視角相差民用時十二小時。設平太陽在該子午綫之西則  $LHA \odot = LCT - 12h$ 。若平太陽在該子午綫之東則  $LHA \odot = LCT + 12h$ 。在上述兩種情況之下此平太陽地方時角  $LHA \odot$  均認為向西方向計算。換言之此平陽地方時角與平太陽時之關係完全如太陽地方時角與視時之關係相同。此種相互關係如繪製一時間表時，則可一望即知。平太陽地方時角  $LHA \odot$  決不能為天文三角測量之一因素，此蓋因平太陽決不能觀測所致。識是之故，一航行員可無須記憶以上之公式。

平時之決定：平太陽既為懸想中之天體，不可望見則平時決不能直接觀測決定，但可依實太陽或星體之觀測化成平太陽時之計算。惟一航行員除在非常情形以外，無須自己計算平太陽時，緣以海軍天文台之無線電時間符號廣播，即可使航行員校正鐘錶，如不得到時間符號廣播，則航行員可依以下 § 節  $d(2)(c)$  所述手續校正其鐘錶時間。

## 第二二節 時差

平時之速率係均勻一致，在一年之中平太陽時與視太陽時相同者共有四次，在其餘時間真太陽之速率或在平太陽之前或在平太陽之後，其相差之時間自一分鐘至十六分鐘。此種視時及平時之差即謂之爲時差。時差分別加以正負號，再加平太陽時即可得真太陽時。此種時差在海上天文年歷中曾有表製就，惟在航空天文年歷中則逕行刪去，緣以空中航行員無須再依之以尋覓太陽之位置，不過爲空中航行員者亦須時時決定時差，俾校正  $\rightarrow$   $\leftarrow$  式位置綫計算器。作此種用途計算時，即由航空天文年歷中已表列之數值計算決定之即可。至於計算之法，一俟航行者對於天文年歷內容已經熟悉後再爲說明。

## 第二三節 時及經度之關係

a. 概述：在春分點接連兩次經過地球上同一子午綫所經歷之時間，可作為有定時單位 definite unit of time 即稱為恆星日者，業經在前文內敘明。設春分點改為真太陽，接連兩次經過地球上同一子午綫所經歷之時間，即謂為視太陽日，若改為平太陽，則所經歷之時間，即為民用日。雖視太陽日與平太陽日之起點及終點在下中天而恆星日之起終點則在上中天，然此三種不同樣之日，有一相同特點，即無論何種天體所造成之日，該天體須經過地球經度  $360^\circ$  度。設一思及一日包括二十四小時，則二十四時等於三百六十度，公式因之成立，亦即一小時等於經度十五度，一分鐘等於經度十五分，一秒鐘等於經度十五秒。經度改時或時改經度曾編製一表列於天文年曆之後第九頁。例如讀此表時，見  $4h13m39s$ ，即知等於經度  $63^\circ24'45''$ ，反之  $288^\circ44'5''$  即等於  $19h14m58s$ 。

b. 時及經度之關係無伸縮性

(1) 從上節所述可知時與經度間有一定關係，即經過地球經度某一定數量，必



須經過某一定時間。此種特點可適用任何造成時間之天體及參證點 (reference points)，並在天文年歷後第九頁表內將時與經度關係列入，且該相互關係之數目字，絕無伸縮之可能。設某一天體之運行速率變更（如真太陽運行速率）則對照該天體運行之鐘錶之速率，必須依平均比例分割時間，如此天文年歷中時與經度關係表可以維持應用。

(a) 例如一航行員有對照民用時之鐘錶，可在任何瞬間覺得平太陽下點（即地理位置）在地球某一子午綫上。設鐘錶指示為  $12^h 00^m$ （即正午十二時），則平太陽之下點，即正在此鐘錶所對照地方時間之子午綫，設鐘錶指示  $00^h 00^m$ ，則平太陽即離該子午綫  $180^\circ$ 。若指示  $02^h 31^m 22^s$  P. M. 則在時與經度關係表內可指明平太陽在該子午綫之西  $37^\circ 50' 30''$ 。

(b) 又如一航行員有特種鐘錶，其速率與真太陽之變更速率相符合，並將錶之各指針放於  $12^h 00^m$ （即正午十二時）即表明真太陽正在此子午綫之位置。

若該錶繼續走至 15h00m (3.00P.M.)，則真太陽依此時經過須達到該子午綫之西  $45^{\circ}$ 。緣以此種度數，按時與經度表所列在三小時必須經過者也。

(c) 又如一航行者有特種鐘錶，其速率雖均勻一致，然其時間之分配，在春分點繼續經過兩次中天時恰分在二十四小時。例如春分點之下點經過某一子午綫時，令該鐘錶指示 03h00m。則春分之下點在該子午綫西  $45^{\circ}$ 。緣以此種度數按時與經度表所列在三小時必須經過者也。此節所述之錶可稱為恆星時錶。

(2) 根據上述各節不論某一天體運行速率若何，或某一天體運行速率均勻與否，如所用之各種鐘錶開始對照正確，則各該天體在某一子午綫均可算出。不過按實際用途而論，無須攜帶與每個天體速率相符之鐘錶，因其毫無若何便利。如欲攜帶，則真太陽，月球，行星及春分點各運行速率均不相同，勢須此四種鐘錶，均須隨用。果能得一天文航空年鑑，則僅用一民用時錶，最後根據格林威爾

民用時定該錶之指示，即可按格林威爾民用時之任何時間迅速覓得上述各天體之子午綫及其時圈已。

c. 時差等於度差

(1) 設平太陽經過地球上某一地之子午綫，則在該地即為 12h00m 民用時，再者太陽在某一瞬間祇經過某一子午綫而在該子午綫之民用時即為 12h00m。此理至為明顯。如是在該子午綫西  $5^{\circ}$  之子午綫，其民用時必為 09h00m，緣以平太陽在每一民用時經過地球經度  $15^{\circ}$ ，勢須再經過三小時之時間，平太陽始能達到該地。而該地民用時始為 12h00m，若在該子午綫之東  $5^{\circ}$  者，其民用時則為 03p.m. 或按航行方法稱為 15h00m，根據上述兩例，在任何兩子午綫地方民用時之時差，以航空天文年歷第九頁換算表化成弧距即等於該兩子午綫經度差。再從上述兩例可知時差為三小時，化成弧距即等於四十五度，亦即為上述兩例中之度差，同時並知在東東之子午綫為時間之數字最大或其時間最晚之子午

綫。

(2) 關於地方民用時之推論，亦適用於任何兩子午綫之地方恆星時。恆星時之時差，即等於子午綫之經度差。惟在作成時間之天體在運行速率未能均勻時，則在初學者對於時差等於度差之理論，將起懷疑之念，須知作成時間之天體，不論其速率運行均勻與否，在一小時時間，必經過經度十五度，此為確定不移之事。對於與此種天體時間對照之鐘錶，其速率之變更，亦須與該天體相同，俾能適用天文年歷九頁之換算表。例如有兩錶對照兩子午綫之地方視時，則該兩錶之速率變更，因與真太陽之速率一致之故，必完全相同。故時等於度差之理論，亦可適用於任何兩子午綫之地方視時。且此種理論係用於同類之時，若兩地方視時，兩地方民用時，兩地方恆星時之比較，從此更可知時差等於度差，更毫無疑問矣。

d. 時角差等於經度差

(1) 真太陽之時角既永遠與視時相差十二小時 ( $180^\circ$ )，則在同一瞬間任何兩子午綫之真太陽時角差即等於該兩子午綫之經度差。

(2) 同樣在某一瞬间任何兩子午綫平太陽之時角差即等於該兩子午綫之經度差。

(3) 春分點之時角既與以弧度說明之恆星時相同，則在同一瞬間任何兩子午綫春分點時角差即等於該兩子午綫之經度差。

(4) (3) 前述之理論，可以代數公式表明，公式內  $L_1$  及  $L_2$  等於任何二子午綫，因在同一瞬間時，則

$$LHA_1 - LHA_2 = \text{經度差}$$

$$LHA_G - LHA_C = \text{經度差}$$

$$LHA_Y - LHA_Z = \text{經度差}$$

(b) 設以格林威爾子午綫(經度原點)與其他子午綫互相比較時，則前列公式應

改爲

GHA  $\gamma$  ~ LHA  $\gamma$  = 經度

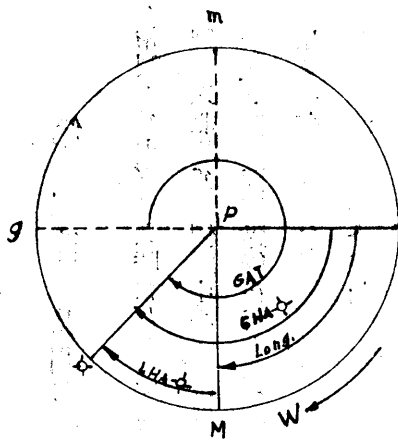
GHA  $\alpha$  ~ LHA  $\alpha$  = 經度

GHA  $\gamma$  ~ LHA  $\gamma$  = 經度

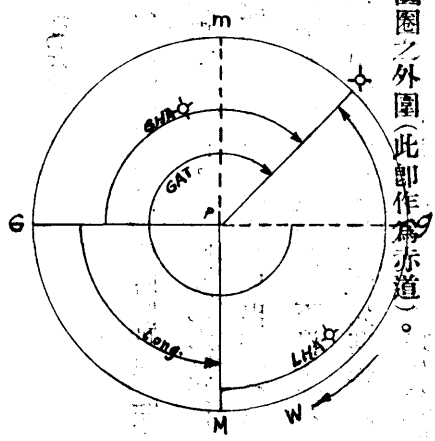
## 第二四節 時間表解 TIME DIAGRAM

繪製：爲求經度與時相互關係之正確指示，因之有時圖之設計，此時圖可以隨手繪製，以北極爲該圖之中心，並從該處看視地球與天球之圖，第五圖及第六圖均屬此一類之圖，因視點既在右子午綫以內，故各子午綫視同直綫並標出 $\odot$ 作爲格林威爾子午綫， $\ominus$ 作爲觀測者子午綫等。按一般標準習慣，總以一圓之下邊垂直半徑作爲觀測者之子午綫如圖中P<sub>1</sub>是，並從此綫劃出需要角度，以便規定其他各時圈及子午綫之位置，每子午綫之上段以實綫表明，下段則以虛綫表明。地球作爲靜止不動，所有天體及天文時圈均視作自東至西圍繞地球旋轉。各天體視行程之方向及

第七圖 觀測員在西經九十度之時間圖



第六圖 觀測員在東經九十度之時間圖



地球之方向，以曲綫箭頭指向順時針方向並標以 $\curvearrowright$ 字者表明之。在推測時間題中既無須緯度與赤緯兩種，因之各天體皆位於此圓圈之外圍（此即作為赤道）。

注意：圖內各角既隨手所繪，僅能表明概略。緣此種惟一目的，係表明各角合成後覓地方時角之方法

b.

用途：此時圖之最大便利，即在幫助航行者決定（東或西）（E或W）之名稱及決定一天體地方時角之度數，無須記憶許多規定，一望時圖即知。惟看圖時須注意者，即地方時角為觀測者子午綫（為觀測者之實在子午綫或假定子午綫）與天體時圈間向東或西量至一百八十度中之某一角度是也。再者，時角須永遠自上子午綫測量之。

(1) 設某觀測員在西經九十度 ( $90^{\circ}W$ )，當格林威爾視時 11 時 ( $21^h00^m$  GAT) 欲知太陽地方時角 LHA。此時觀測員在其子午綫之東九十度繪格林威爾子午綫如第五圖所示。從天文年曆中時度換算表知二十一時等於弧距三百一十五度，即可畫  $P_0$ ，綫所以順時針方向  $P_0P$  幾角為三百一十五度。按公式  $GHA = GAT - 12^h = 315^{\circ} - 180^{\circ} = 135^{\circ}$ ，從  $GHA = 135^{\circ}$  中減去觀測者  $90^{\circ}$ 。如此 LHA 在二十一時瞬間為  $45^{\circ}W$



(2) 第六圖爲觀測者在東經九十度及格林威爾視時二十一時之時圖，從此圖內可知順時針方向角  $MPC$  (經度) 及  $CHA$  之和等於  $360^\circ$ 。減  $LHA$ ，故  $LHA$

(3) 從上述圖例可知有時表之繪製，可以使航行員在解決時及時角問題之際，無須記憶煩難而易致混淆之公式矣。

時角圖：當畫一圖若與天文年曆相合併用，以求得時角時卽爲時角圖。在天文年曆中之格林威爾時角表均自格林威爾上子午綫順時針方向向西測量。凡尋真太陽，春分點，月球，或任何行星在圖綫周圍之位置，在天文年曆中所得各天體之度數位置，均自格林威爾上子午綫起順時針方向列置。且在用此天文年曆時，則各下子午綫無任何用處。當放置星體在圖上而尋其位置之時，仍須另添一種方法，將在本書內以後敘明。然星體位置之尋覓亦與尋覓其他天體相同，僅用上子午綫而不用下子午綫。

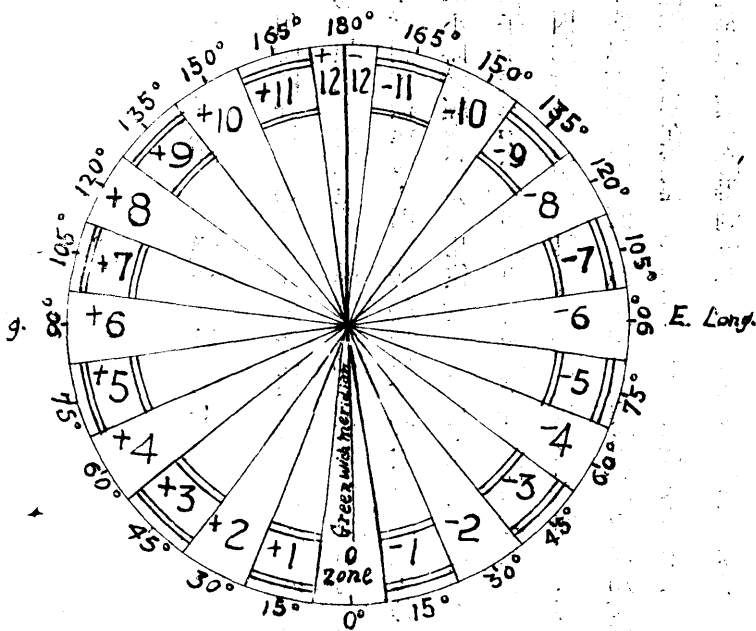
## 第二五節 標準時（見第七圖）

地方民用時因各地之經度，在前文已經述明。惟恐人人有自己子午綫之民用時致發生無窮之煩擾，為避免此種弊端起見，在商業界中始用此標準時以杜糾紛。

說明：為創製標準時，因之將地球面分成二十四時區，每時區以十五度子午弧面，或隔一小時之經度為界。凡住各區之居民，均以各時區中子午綫時間為標準。以格林威爾子午綫為中心，向東西各七度半合為開始時區 *initial zone*，此時區又名零時區，因此時區之標準時與格林威爾民用時相減即等於零。從此零時區依次序將每區之時間以數字標明，而各區標準時間與格林威爾民用時迥異。

(1) 從零時區起在東經之各時區由(1)至(12)分為十二時區，稱之為減時區，因若從每區之標準時得到格林威爾民用時，須從該標準時減去時區數字方可。從零時區起在西經之時區，亦自(1)至(12)劃分為十二區，稱為加時區，因若從每

第七圖 時區分說明圖



區標準時，得到  
格林威爾民時須  
在該標準時加時區  
數字方可。

(2) 第十二時區依第一  
百八十字午綫為中  
綫劃分之（此中綫  
劃出東西經子午綫  
之界綫）在此時區  
內東半即為東經用  
減號西半即為西經  
用加號。

(3) 在某一時區數字前又附加以加或減號，即表明該區之數字又表明該區之時間矣。

(4) 陸地靠近兩時區間之界綫可以變更，使與陸上國家或陸上區域所採用之時相合，此處所謂採用時間，均以符合水路測量局繪製之世界時區圖 (H. O. NO. 1119) 所指示者為斷。

b. 美洲大陸之時區：在美國大陸共分四標準時區，一為美國東部，即第七十五子午綫，一為中部，即第九十子午綫，一為山區，即第一百零五子午綫，一為太平洋區即為第一百二十子午綫，此四區之時分別早於格林威爾子午綫五，六，七，八小時。

c. 格林威爾民用時之化成：

(1) 在海上行船雖多用標準時，然對於空航人員，則不適宜，其最大原因，為飛機可在數小時以內經過兩三不同之時區，此空航人員如將其民用時錶不按格林威爾子午綫而按其他子午綫規定標準時間時，最終仍須將其鐘錶時間化為格林威爾

商民用時方可，因之較爲便利方法，仍應初步以格林威商民用時讀法規定其時區，如此可無須再費加減手續去求格林威商民用時。

(2) 將各時區之標準時與格林威商民用時互相換算時可無須記憶加減符號。設航行者員不忘最東之子午綫係時間數字最大或時間最晚之一例，則一遇在格林威商之西子午綫標準時，即可知格林威商之時間數字最大且時間最晚者。關於時區數字之用法，並有下述流行歌曲，可資記憶之助。

經度西，

格時巨，

經度東，

格時微，

如對於使用時區數字，仍有疑問時，則用時圖即可爲正確之指示

d. 標準時化成平太陽（民用）時：所謂某一地之地方民用時與標準時之差，即等於該

地與包括該地時區之標準子午綫間之經度差，不過此經度差係以時表明者。因之將標準時化成地方民用時，即以天文年曆中時度換算表將經度差化成時間即可。待將經度差化成時數後，即按是東子午綫係時間數字大或最晚原則，與標準時間計算即可，或用時圖誦纂更速。

例：某觀測員在西經八十六度四十二分 ( $86^{\circ}42' W$  (Longitude)) 該時區中綫標準時爲一九四一年二月一日十五時二十四分三十六秒 ( $15h24m36s$ , Feb. 1, 1941) 求觀測員地方標準時

標準子午綫經度.....	$90^{\circ}00' W$ .
觀測員經度.....	$86^{\circ}42' W$ .
經度差.....	$3^{\circ}18'$ .
時區中綫標準時.....	$15h24m36s$ Feb. 1, 1941

經度差時(以時度換算表計出) + 06<sup>h</sup>15<sup>m</sup>19<sup>s</sup>

地方民用時(LCT) ..... 15<sup>h</sup>37<sup>m</sup>48<sup>s</sup>, Feb. 1, 1941

e. 平太陽時化成標準時：將平太陽時(民用時)化成標準時之方法，正與上述相反

例：在西經86°42'之觀測員地方民用時為 15<sup>h</sup>24<sup>m</sup>36<sup>s</sup>, Feb. 1, 1941求東部標準

時 Eastern standard time (按即美國東部時區)

觀測經度 ..... 86°42'W

標準子午綫經度 ..... 75°00'W

經度差 ..... 11°42'

時區中綫標準時 ..... 15<sup>h</sup>24<sup>m</sup>36<sup>s</sup>, Feb. 1, 1941

經度差時(以時度換算表計出) + 00<sup>h</sup>46<sup>m</sup>48<sup>s</sup>

東部標準時(EST) ..... 16<sup>h</sup>11<sup>m</sup>24<sup>s</sup>, Feb. 1, 1941

## 第二六節 格林威爾日

a. 用於航行時各天體之格林威爾時角，均按一年內每日十分格林威爾民用時之間隔表列於天文年曆以內。因之一航行者欲採用計算時角諸元，須決定格林威爾民用時及格林威爾日，此種時日須在該航行者使用六分儀觀測天體之高度瞬間相同。

b. 關於計算上述問題最簡單便利之法，即將所用鐘錶。按照格林威爾民用時規定。惟用普通鐘錶按十二時——計算常使航行者看到指針不能決定為格林威爾上午抑為下午。為祛除此種淆惑起見，美國航空兵團近發一種便航錶 *Master navigation watch*。自零時起至二十四時為止（見圖十一），設此錶已經按格林威爾民用時規定而時針指示三時，即知格林威爾民用時係三時而十五時（*10.15 AM*）。再則格林威爾日一經規定，則以後之格林威爾日，按照時針每次自零時至二十四時旋轉一周，即可照加一日。



c. 使用於格林威爾時之另一便利，即經過國際日綫不似採用地方時或時區時必須變更日期。

d. 此種便航鑿當然不能指示格林威爾口，格林威爾口與航行員地方日常有相隔一日者。航行員既知其開始航行之地方日，則與該日相同之格林威爾時及日，可從標準時及日算出舉例如下：

(1) 例如一月四日東部標準時十七時三十五分求格林威爾民用時及日

$$\text{EST} = 17^{\text{h}}35^{\text{m}}, \text{Jan. 4}$$

按照時區分割 ( $75^{\circ}\text{W}$ ) =  $+05^{\text{h}}00^{\text{m}}$

$$\text{GMT} = 22^{\text{h}}35^{\text{m}}, \text{Jan. 4}$$

(2) 例如一月四日太平洋標準時十七時三十五分求格林威爾民用時及日

$$\text{PST} = 17^{\text{h}}35^{\text{m}}, \text{Jan. 4}$$

依照時區分割 ( $120^{\circ}\text{W}$ ) =  $+08^{\text{h}}00^{\text{m}}$

GCT = 25h35m, Jan. 4

在格林威爾一月四日或任何日祇有二十四時，從此即可確定為格林威爾之翌日，換言之即在此例題中格林威爾民用時為一月五日一時三十五分。

(3) 例如某觀測員在東經一百零五度按照該區正確區時為一月四日三點二十二分求格林威爾民用時及日。

區時 (105°E) = 03h22m, Jan. 4 = 27h22, m, Jan. 3

按照時區分割 (105°E) = 9h00m

GCT = 20h22m, Jan. 3

從上例可知一月四日三時二十二分須先化成一月三日二十七時二十二分後始能減去一百零五度時數，因之格林威爾民用時為一月三日二十時二十二分。

一航員極少以格林威爾時日化成地方民用時日，如欲計算時，將上述方法相反應用即可例如：

(1) 格林威爾地方時日爲一月四日二十二時四十八分求觀測員依位置推測係在西經七十八度二十二分時之地方民用時日。

$$GCT = 22^h 48^m 00^s, \text{Jan. 4}$$

$$78^\circ 22' \text{ 化成時} = -05^h 13^m 28^s$$

$$LCT = 17^h 34^m 32^s, \text{Jan. 4}$$

(2) 格林威爾民用時日爲一月四日二時二十二分四十五秒求觀測員依位置，推測法係在西經七十八度二十二分時之地方民用時日。

$$GCT = 02^h 22^m 45^s, \text{Jan. 3} = 26^h 32^m 45^s, \text{Jan. 3}$$

$$78^\circ 22' \text{ 化成時} = -05^h 13^m 28^s$$

$$LCT = 21^h 09^m 17^s, \text{Jan. 3}$$

從上例可知一月四日二時二十二分四十五秒須先化成一月三日二十六時二十二分四十五秒後始可減去西經七十八度二十二分之時數，因之地方民用時等於一月三日二十一

時九分十七秒。

(3) 格林威爾民用時日爲一月四日十五時二十分十五秒求觀測員依位置推測法在東經一百七十度三十分時之地方民用時。

GCT = 15h 20m 15s, Jan. 4

170° 30' E 化時 = 11h 22m 00s

LCT = 26h 42m 15s, Jan. 4

上例地方民用時之數卽等於一月五日二時四十四分十五秒。

1. 從前述所舉各例可知地方日及時區日常有與格林威爾日相差一日者。在天文年曆中將格林威爾正確時及日，均須登入，因之一航行員在決定格林威爾日時，須特別謹慎從事方可。

## 第二七節 利用美國航空天文年歷求天體之位置（附錄II）

概述：在觀測時之格林威爾時及日一經決定，則依照格林威爾子午綫求天體位置之法，極爲簡便。天文年歷中之日曆各頁係按真太陽，春分，月球及刃在某某日便於觀測三航行行星所計算之每十分鐘格林威爾民用時，依之以求得所有格林威爾時角。（依弧度計）關於自零時至十二時（GAT）時角之度量，載在日曆每頁前面，餘時者則載於後面。關於真太陽及行星之赤緯則以每一時間隔計，月球之赤緯則以每十分鐘間隔計。至於各天體之名稱及符號則分別在各欄之上標注，惟其中所宜注意者即天文年歷中以☉代表真太陽而在本教程中則以☉代表之。凡用天文年歷者須記該年曆中之第二欄載有真太陽格林威爾時角及赤緯係以六分儀觀測者。以平太陽格林威爾時角求天體位置，年曆中無此法，航行者決無需要，因之年曆中此法不列。春分點之赤緯永遠爲零，故無須再行表列。至天文年曆中其餘各部分，現在可無須論

及。

b.

按每十分間隔表列格林威爾時角之理由：各種天體似以不同速率圍繞太陽而行。春分點（諸恆星）之速率均勻，而真太陽者行星者及月球者則否。因此即發生問題似此運行速率不均勻之天體殊覺有按每日每分每秒計算之必要，何以按每十分鐘間隔表列，對此問題之回答即該天體之角度運行雖不均勻，然絕無極端不均勻之處。

（1）觀太陽之格林威爾時角在十分計度表 10-Minute tabulations 內之增加：例

如一九四二年一月一日格林威爾民用時自 00h00m 至 61h00m 間格林威爾時角之增加有如下列：

GCT	GHAsun	度差
00h00m	179°10'	0 1
10	181°40	2 30
20	184°10	2 30

天文航行學

30	186°40	2 30
40	189°09	2 29
50	191°39	2 30
0100	194°09	2 30

從上表可知格林威爾民用時每十分鐘間隔，視太陽運行速率為  $2^{\circ}30'$ ，就中祇有一十分鐘之間隔為  $2^{\circ}29'$ 。因之隨便在任何日按十分計度表計算其度差大都為  $2^{\circ}30'$ 。至多變更不過  $1'$ ，從此視太陽之運動可認為每十分鐘為  $2^{\circ}30'$ 。不變之速率，依此不變之速率可編製內推分秒計度表，設遇觀測員觀測時間正在兩相連十分鐘間隔之際，即可將應增加之分秒從內推分秒計度表查出加入。此種內推計分秒計度表即印載於年曆前表頁之內面左邊及底頁。

(2) 行星及春分點時角在每十分鐘計度之增加：

行星及春分點之時角，若與計算視太陽時角一樣計算時，則在格林威爾民

用時每十分鐘亦同樣有  $2^{\circ}.30'$  之度差。如計算兩接連十分鐘間隔中之時角，亦須用年歷內推分秒計度表，其法與上述視太陽計算之法相同。

(3) 星球時角在每十分計度表之增加：

星球在兩接連每十分鐘時，其格林威爾時角之差度，多日平均為  $2^{\circ}.20'$ 。然亦有數日平均為  $2^{\circ}.26'$ 。從此可確實證明在所有天體之中以月球之速率最不均勻。是月之分秒計度表似須有兩種，一則依每十分鐘有  $0^{\circ}.25'$ 、平均速率編成者，一則依每十分有  $0^{\circ}.26'$ 、平均速率編成者，然為免去此種需要起見，在天文年歷中每頁日歷下右面印有月球時角 (HA) 之校正數。因之對於月球之時角祇依每  $10'$  格林威爾民用時而月球運行平均速率為  $2^{\circ}.25'$  者製成一內推分秒度表。該表印於年歷前頁內面右方及年歷後面，設遇日歷每頁下右方月球時角 (HA) 之校正數為  $1'$  並非  $0'$  時，意即指明每十分鐘按  $2^{\circ}.26'$  運行速率所計算之內推分秒計度更為正確。惟此時既無  $2^{\circ}.26'$  內推分秒計度表亦可用  $2^{\circ}.25'$



內推分秒計度表計算再按下列使用校正數即可。設在某日格林威爾民用時  $02^h 23^m 21^s$  求月球格林威爾時角。按  $h'$  年歷內  $02^h 20^m$  GCT 爲  $189^\circ 36'$  而 HA (校正爲  $h'$ ) (在本教程刊行時，年歷中之日曆祇印成一九四一年一月一日一頁而該日月球時角校正係  $0'$ ，並非  $h'$ ) 因之該頁日曆不足以表示此例，故本例所引係一假定者並未指明何日) 則：

CHA (在 $02^h 20^m$ GCT (日曆註明).....)	$189^\circ 36'$
$3^m 21^s$ 之分秒計度 (年歷前頁內月球分秒計度表註明).....)	$49'$
按 $h'$ 校正數計算 (按 $h'$ 之日球時角增加數 (日曆下右方註明).....)	$0.3'$
在 $02^h 23^m 21^s$ 格林威爾民用時 CHA (.....)	$190^\circ 25' .3$

注意：月球時角校正數祇以目力 (By eye) 計，故祇能以一分鐘十分之幾近似數填入之。

c. 格林威爾時角內推表

(1) 此格林威爾時角內推表與普通對數內推表不同。此表與天文年曆中之其他各表均所謂爲臨界 Critical 或轉變點 Turning point 式意即指引數之函數值可以移動用於自某一數至緊接之另一數。因之函數值可從最接近之某一數尋出，不必另行內推。設欲求之引數值已載於表內，則兩接近之函數值須取其上邊者。例如格林威爾太陽時  $05^m09^s$ ，其內推值則爲  $1.017$ ，並非  $1.018$ 。

(2) 茲欲說明內推表之用法，可舉例證明，例如求格林威爾太陽時之不及十分之零時間  $06^m16^s$  之內推數。看內推表，即知此數之值爲  $1.024$ 。然在引數爲  $06^m14^s$  或  $06^m17^s$  亦可用  $1.024$  之值。此數得到後，即加入格林威爾十分間隔時依日曆表所查得適當之度數以內。

d. 赤緯

(1) 太陽及行星之赤緯在天文年曆中者係依格林威爾民用時每一時間隔計算。月球之赤緯則依十分間隔計算，從天文年曆中取用赤緯數字時須注意  $Z$  或  $S$  記號

爲要。

(2) 從太陽及行星之赤緯計算表中一望而知每一時之度差決不超過 $1^{\circ}$ ，似此可無須再編製每一時以下之赤緯計算表矣。

(3) 再看月球赤緯計算表即知該赤緯在一時以內相差有數分之多，故月球之十分間隔赤緯計算表實爲至要。

(4) 恆星赤緯之變更極微，因之每四個月間隔赤緯計算表即可應用，此種恆星赤緯計算表載於天文年曆之底頁。設在年曆中各欄檢視恆星赤緯，即可知各該恆星之緯度，實際無何變更。

e. 尋覓真太陽，月球，及行星之格林威爾時角及赤緯之法：下例係表明使用年曆，依格林威爾子午綫及赤道求真太陽，月球或金星位置之法。

例：求一九四一年一月一日格林威爾民用時  $17^{\text{h}}47^{\text{m}}16^{\text{s}}$  之太陽，月球，金星之格林威爾時角及赤緯。

在 17<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> CAT 之 GHA (一月一日年

曆表所載) .....

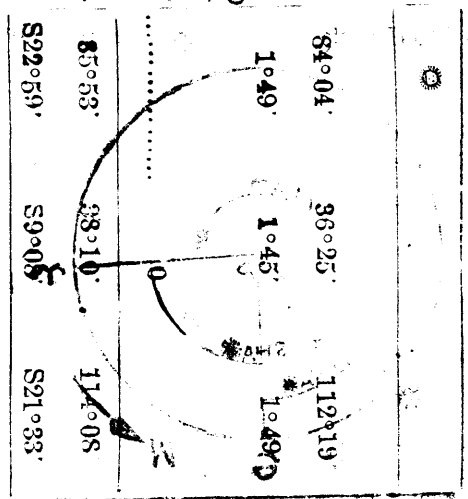
7<sup>m</sup> 16<sup>s</sup> 內推 GHA .....

7<sup>m</sup> 16<sup>s</sup> 之 HA (校正日曆右邊所

載) .....

求得之 GHA .....

求得之赤緯(日曆所載) .....

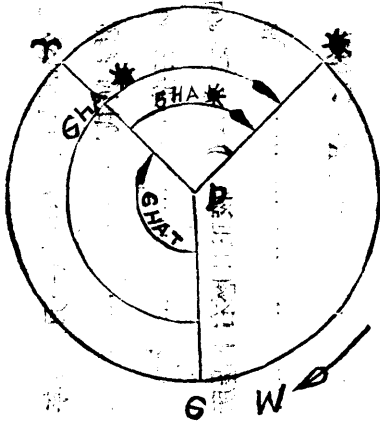


1. 恆星之格林威爾時角及赤緯

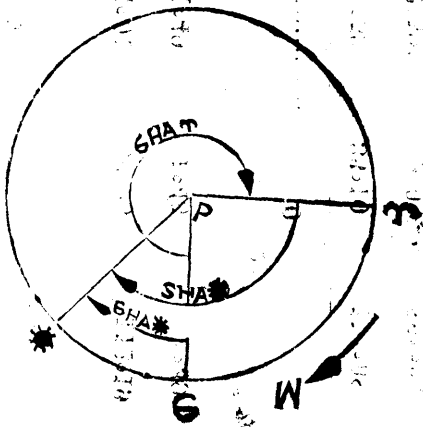
(1) 求某觀測星之格林威爾時角，法即將春分點格林威爾時角加某觀測量之恆星時角即得。即  $GHA \times - GHA \gamma + SHA \times$ 。設  $GHA \gamma$  及  $SHA \times$  總數之合程

第 八 圖

$$(1) \text{GHA}^* = \text{GHA} \gamma + \text{SHA} \times$$



$$(2) \text{GHA}^* = \text{GHA} \gamma + \text{SHA}^* - 360^\circ$$



過 360°，則由其總數內減去 360°。此法適用於任何春分點格林威爾時角及某觀測量恆星時角之值。此理一看第八圖即可了然，緣格林威爾時角永遠格林威爾子午綫向西測量而某觀測星之恆星時角亦永遠自春分點向西測量。

(2) 在天文年曆底頁內面，載有五十個主要航行恆星之名稱，星等，恆星時角，赤緯及赤經等。恆星時角則以弧度表明。計表共有兩側，一表係以字母次序編列。一表係以 SHA 次序編列。按 SHA 次序編表之最大原因，係在易於認識恆星之用。當尋某星之格林威爾時角時，最好用字母次序表，同時須注意恆星赤緯俾擇出恆星時角。

(3) 例：在一九四一年一月一日 17h47m16s 格林威爾民用時求畢宿為 Aldebaran 之格林威爾時角及赤緯。

(a) 在 17h40mGCT 之 CHA Y (按一月一日日曆表	.....	5°59'
7m16sGCT 之 GHM 時	按年曆內曆表所載	.....1°49'
SHA Aldebaran (按底頁內面表載)	.....	+291°52'
GHA Aldebaran	.....	299°40'
赤緯 (按底頁內面表載)	.....	N19°23'

(b) 求一九四一年一月一日 03h23m14s 格林威爾民用時之天狼星 (Sirius) 格林威爾時角及赤緯。

在 03h20mGGT, Jan. 1, 1941 之 GHAT ..... 150°23'

3m15s 之 GHAI 推度數 ..... 0°49'

SHA Sirius ..... +259°22'

410°34'

GHAI Sirius ..... —360°00'

50°34'

赤緯 ..... N16°38'

(4) 從上述所舉例可知有春分點格林威爾時角 (GHAT) 計算表，即可無須再編製

每恆星之格林威爾時角 (GHAI) 表。各星之恆星時角 (SHA) 則有一定，換言之

即各該恆星時角經過長久時間，仍依舊不變 (檢視年歷各欄，有微小變更，其

原因則由於春分歲差，偶然變異以及各星自身之實際運動) 假設將每星之格林

威爾時角一列表，則知在同一瞬間兩星之格林威爾時角差即等於該兩星之恆星時角差。根據格林威爾子午綫，指定春分點零子午綫，將從該春分點零子午綫尋覓各星在赤緯之位置（即為恆星時角）一列表。無論任何一星如其恆星時角列載表內者，則該星位置可能迅速覓得。

(5) 以天文年歷尋覓星體位置之法，與在任何瞬間在遊戲場內尋覓旋轉機上各馬與售票處之角度相似。例如在諸馬中指定一標準馬，每馬與此標準馬之角度距離已經測知。各馬在旋轉機上既係固定，則各馬與標準馬之角度距離，決不變更。設在某一瞬間標準馬與售票處間之角度，業經知悉。則在同一瞬間，該售票處與其他任何馬間之角度，即可再加該角與標準馬之角度即得。從此可以類推在天球中之售票處即為格林威爾，標準馬即為春分點，觀測之馬即為觀測之星。

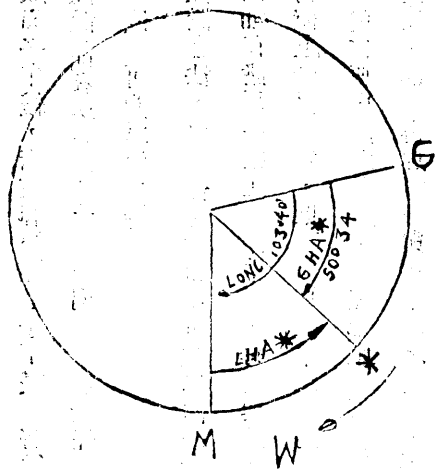
地方時角之計出：在一天體之格林威爾時角已經決定後將該天體之格林威爾時角添



入觀測員經度數即得地方時角。惟地方時角係從觀測者之子午綫向東或向西計至 $180^\circ$ ，如此須要一時角圖可用之為參證，俾能計算無誤。

第九圖 在一九四一年一月一日 03h23m14s

GCT, 觀測員在經度  $103^\circ 40' W$  時  
計算天狼星之時角圖



(1) 例如某一觀測員在位置推測經度  $103^{\circ}40'W$ ，在一九四一年一月一日格林威爾  
 民用時  $08h23m14s$  觀測天狼星。該星之格林威爾時角為  $50^{\circ}34'$  (見上  $f(3)(b)$ )  
 如此第九圖即表明天狼星地方時角  $11h4s$  *Sirius* 為  $103^{\circ}40' - 50^{\circ}34'$   
 $= 53^{\circ}06'$ 。

(2) 同樣其餘任何星體之格林威爾時角一經決定，則根據任何子午綫所成之地方時  
 角即可以簡單算法及一時角圖求得之。

**h. 天文年歷法**

(1) 敏捷：天文之角中最重要兩部分即為被觀測天體之時角及赤緯，而此兩部分依  
 天文年歷法求之頗易。除須知民用時以外其他各種時均不需要。此與舊法完全  
 不同，舊法則須知視時及恆星時，由時化弧，由弧化時，必須幾經換算。尤其  
 測量月球及行星位置時，更為繁瑣易致數字上之錯誤。因之有時該月球或行星  
 等縱在理想顯明位置時，而航行員亦避免觀測各該種天體。至於現在天文年歷

法，對於觀測太陽，月球及行星，同一簡便。祇在觀測恆星時稍增一簡單手續，即將被觀測量之恆星時角加入春分點格林威爾時角是也。

(2) 正確：年曆法之內推格林威爾時角之誤差，絕不及 1.8。除周極星之恆星時角另在括弧以內其誤差稍大外，其餘平均誤差約為 0.8。此種正確程度，可適應空航之需要。

## 第二八節 無線電時間信號

無線電時間信號係航員用以校正所使用鐘錶對準正確格林威爾民用時之法。現在世界各地對於時間信號制均不一致。在美國水路測量局出版書 H. O. 205 無線電對於航行之補助 (Radio Aids to Navigation) 內詳載有各種時間信號制之完全說明，發信號之各電台，所用周率及發信號時間。

### a. 美國制

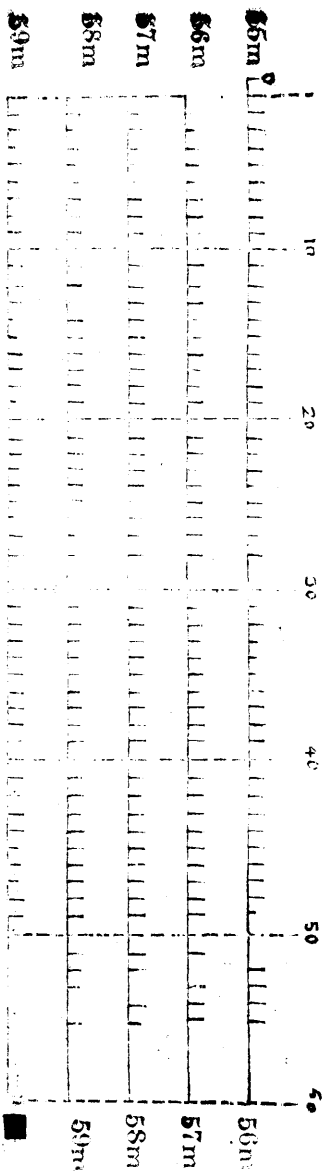
(1) 起點：華盛頓美國海軍天文台爲全美國公家廣播時間信號之起點。在廣播時間信號時阿靈頓無線電台 Arlington (NAA) 及安那普利斯無線電台 Annapolis (NSS) 均從海軍天文台 Naval observatory 以一種發電機購自動操縱之。舊金山轉播時間信號則由美爾島海軍造船廠 Mare Island navy Yard (NPG) 以相似發電機構操縱之。從檀香山 Honolulu (NPM) 及巴波阿、Balboa C. Z. (NBA) 發出時間信號亦係由華盛頓自動操縱轉播者。菲律賓羣島時間信號則由馬尼刺中央天文台 Manila Central Observatory 經由凱威特海軍無線電台 Radio station at Cavite, P. I. (NFO) 所廣播者。

(2) 時間信號廣播：時間信號廣播美國一般通稱爲「時响器」Time tick，此種信號聲音之開始在一小時之最後五分鐘繼續達五分鐘時間爲止。惟在每日中有某數小時並無廣播，且一日之中廣播周率亦有變更，關於此種詳情均載於 H. O. 205。在該書內所表列之時間均爲格林威爾民用時。如航行員欲決定在何區

時所取此種廣播則須按時區制之法將 H. O. 205 中所表列之格林威齒民用時化成區時。

(b) 在五分鐘廣播期內，每秒發一標示，惟在每分鐘第 29 秒以及每分鐘完畢時數秒均無標示，如第十圖所示。在圖內垂直分割，係表明秒數依以傳送

第十圖 無線電時間標示圖



標示者。表內記以 00 之秒數，即爲以次分數之零秒。除第二十九秒以外，所有由 0 至 59 各秒，均一一發出標示。在每時開始之標示橫劃，如圖中五十九分六十秒（較其他標示橫劃極長（等於 1.00 秒鐘）。再則從圖中可以看出在每分鐘最後一組標示音數，即指明下次傳送之標示應屬於若何分鐘。

b.

決定鐘錶誤差：初學航行者對於以無線電時間標示校正所用鐘錶之練習，洵屬需要，下列方法，對於從未練習者，頗爲有用。初習第一步，須認識分之標示。其法即在標示遇有間斷後，再開始大聲數一、二、三……，設數至四或不及四又遇間斷時，立即迅速即所數之數字從 60 中減去。結果即可知該小時若干分已。設數至五或五以上並未間斷，則須待至第三十秒再行算起，並可隨時放棄直至遇下次間斷後，開始再算。此次算至四下或不及四下時，必然又遇一個四秒鐘之間斷，在此間斷期中，須將小時數及緊接送播標示之分數迅速記下。此四秒鐘間斷後再來之第一

個標示點，即爲適纜所數分數中之最後一秒。是時再從新數起，按六十一，二等按連數去，同時須看鐘錶時間，將鐘錶時數及分數記下。記下後注意看視鐘錶之秒針，待其走至五秒隔或十秒隔看其到達之地位。在此秒針移動之際，同時數念無綫電標示。如此將鐘錶之秒數，加於已經記下鐘錶時及分之後，並將標示秒數加於已經記下標示時及分之後。爲避免該兩數比較時錯誤，可按照上述方法在傳播期間屢次校正，至少亦須兩次爲要。該兩數比較差數，即爲鐘錶錯誤。一望即可知所用之鐘錶過快或過慢。按照此法所得鐘錶時間誤差，應記入與下邊相似之表格內。

c. 鐘錶 重行校正

(1) 在重行校正鐘錶以前，須在時間傳播開始各分鐘內將鐘錶誤差決定並紀錄，俾

日期	鐘錶			
	GCT 校正		速率差數計	
	秒	數	增	減
	快	慢		



可將該鐘錶先後繼續速率紀錄存查。在傳播末後各分鐘內，則用以重行校正及重行定時。

(2) 最近美國航空兵團所頒發之新式便航表及秒表之指針均可使之在所須之地位停止不動，以調整誤差使之完全與廣播時相同，其法即將秒針停於 00 地位再調整分針使之指在行將廣播分時開始之地位，一俟該分時之標開始迅即將錶開動。

(3) 除上述航空兵團所發之鐘錶外，尚有些種鐘錶，其秒針規定位之法獨異。蓋此種秒針不能停止，然秒盤可以旋轉而鎖於必需之位置，如此秒之差誤當然可以祛除。惟須注意分針與秒針同時定位始可；即秒針在 00 位置時，分針須在適當分時之分割，此種注意無論校正何種鐘錶均適用之。

d. 鐘錶誤差之應用：設某一鐘錶在對照廣播時後，並未重行改正致鐘錶誤差未能等於零時，則在任何瞬間欲知正確時間時，須將誤差斟酌從表面示數加減。

## 第二九節 經綫儀及時表

時間準確之重要：……時間即經度：一語之創始意或在昔日航員以某天體僅在正南北方向（緯度）或正東西方向（經度）始行觀測時代。彼時緯度約數即可以時間約數求得，而經度求得則須賴正確時間。沿至今日航員所觀測之天體不僅限於該天體適在該觀測員之子午綫或適在該觀測員之卯酉圈，因之，時間不僅視爲經度，同時亦能影響所有位置綫之觀測，固不論該天體在地球上之某一位置也。在時間上有四秒之錯誤即可使觀測結果有一哩之誤差。若從空航上之觀點評論。則四秒錯誤之結果，似乎無關緊要。然而此種立論，實覺無聊。緣以觀測一天體之際，由於儀器上水泡之疾速結果，此種不可避免之誤差已經甚大，絕無理由再任容易避免之誤差再行增加。現在爲求航員永有準確時間，因之必須有上等時錶，定時正確並須知其速率。

b. 經綫儀：經綫儀若依嚴格解釋，則係一種製造極為精確之時鐘，通常配有特製機件，可減少因氣溫變更而致時鐘速率變更之影響。此鐘體積極大且按每半秒跳動，置於船上之時位於濕塵防蔽盒平衡環架之上。惟現在對於航空兵團所稱之便航錶 *Wrist watch* 亦泛稱為經綫儀 *Chronometer*。

c. 便航表：為在飛機上裝置縮小地位，同時為顧及其他需要，始逐漸有便航錶之製造。現在航空兵團通用者，係 *Avio* 式，並有盒如第十一圖所示。除較船上所用之經綫儀較小外，其特點仍有下列各端：

(1) 表面有  $1/2$  時之分劃，如此可免去格林威爾上下午時間之淆亂。

(2) 長秒針易於看視秒數。

(3) 有停動機構可將鐘之時間定好，毫無誤差。

(4) 此錶裝於橡皮海綿襯裏之盒內，盒內並有彈簧瓦。裝於平衡環架之經綫儀，不適於飛機上之裝置，蓋在飛行時此種儀器必須裝於盒內。蓋飛機之猛然加速，

易使平衡環上之經綫儀易於鬆動，較諸裝於盒內者尤甚。

第十一圖 A-9 式便航表



d. 便航錶(航空經綫儀)之注意：

(1) 在有無綫電以前時代，海船離岸多日，起碇之前，船上各經綫儀須極小心校正並定其速率，在航行時，即遇變動不大之氣溫，亦須加以校正。現在雖然有無線電時間標示，極易維持航路，然對於經綫儀之注意及速率調整之各規則，仍極嚴格，俾經綫儀之誤差，可以維持至絕對極小限度。

(2) 航空用便航錶所受鬆動之力量較諸船上經綫儀所受者為大，因之至少亦需妥相當之注意。緣此種便航錶常受過度振動，經常移動(此種通常移動海船上經綫儀之平衡環即可阻止者)猛烈加速，重性磁場，以及氣候疾劇變動之影響。此種情形對於無盒之時錶若少數老於航行者所用之一元價購之時錶，極易顯著。設將此種時錶用繩懸掛使之搖動若鐘擺然，或將此錶露置於極強磁場。或放於棹上任其前後轉動，則該錶之守時性能在此種情況之際，必至大受影響，而錶之本身，亦將有無法修理之損壞。故吾人須長此勿忘如有一錶每日走 86,000

秒時，在二十四小時之內祇差一秒或兩秒之時間，且能裝入小盒以內，亦是稱爲近於完善之時錶矣。

(3) 關於便航錶預行注意事項如下：

(a) 除上絃或定時以外永置盒內。

(b) 錶盒應牢着於飛機構架，且其安放之位置，須不易磕碰之處。

(c) 每日同時或時時上絃及校對時間，凡一時錶須每日走二十四時者，應上絃兩次。

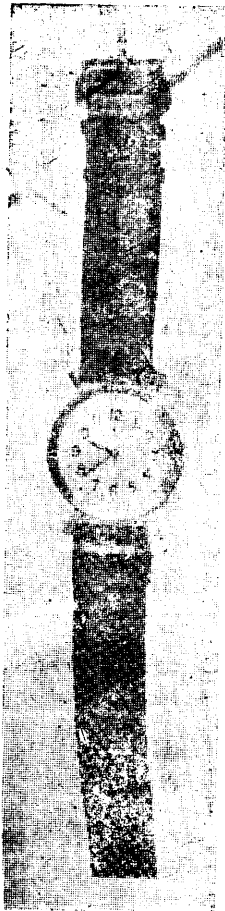
(d) 將錶行速率按照  $\frac{1000}{\text{秒}}$  節登記存查。一便航錶縱其恆速變更頗大，然亦較不能預知速率 時錶可恃。

## 秒表

(1) 便航錶之最大危險即恐有跌落或磕碰之虞。爲免除此種危險起見，便航錶永不出盒外，同時帶一秒錶，以爲時間觀測之需。

(2) 秒錶係一價錢較廉之錶，因之不及便航錶之準確。現在美國航空兵團所頒發之秒錶共有數種。最新式者則為各種手錶，有長秒針，及秒針定時。任一種機構（見十二圖）此外有一種便利裝入上胸袋之秒錶為免跌落，錶上拴繩，圍頸而掛。

第十二圖 A.11 式秒錶



(a) 設秒錶爲秒針定時式，則緊在觀測之前，與便航錶對準後則讀該秒錶之示數時，不必再行爲加減之修正，即可得便航錶時數。如此所得之便航錶時數在必要之際欲求觀測之正確格林威商民用時，可加以修正。

(b) 設秒錶並非秒針定時式，則其誤差須在觀測以前與便航錶校正。其校正之法卽以便航表代替無綫電傳播時間記號。需。看便航錶之秒針，並以長時間數其聲響後，再看秒錶，在數記秒針移動時，敲動手指，可以幫助記憶。當秒錶秒針達到 0 秒或 10 秒之刻劃部位時，將其秒數及所數之便航錶秒數寫下，然後再將秒錶及便航錶時數及分數寫於秒數之前，惟此時須注意者，卽不可將分數誤寫。至於先寫秒數後寫時及分數之理由，則以在數念秒數之際，須集中意志始可。當兩相比較之時間完成後，卽將秒錶時數從便航錶時數減去，(永遠減去)，卽得 (C) (便航錶時減去秒錶時) 因數，在觀測以後，將秒錶時加上因數 (永遠加上) 卽得便航時數自屬毫無疑



間，因此即可知雖使航錶時對於格林威爾民用時之修正有加有減（便航錶快時則減慢時則加）而秒錶因數則永遠與秒錶時相加，即可得便航錶時數。

(c) 現在新式之秒錶，計時甚佳，設在飛機起飛前，與廣播時對正，則在長時飛行之中，能維持時間之無誤。依今日所製之秒錶及便航錶，均能校正不使其有時間誤差，則在飛行時以該兩種時錶比較時間之法，自較簡單迅速。設該兩種時錶在起飛前，業經校定時間無絲毫誤差，而秒錶之速率又與便航錶之速率完全一致，則正確之格林威爾民用時，直接由秒錶即可得出。設秒錶經校定以後且在飛行時並無變更，則較須常常修正者在推測航行時便利殊多如秒錶在飛機出發後勢須重行校正，則在航行始終之際，與便航錶校正，以求得推測時間即可。

(d) 從前文所述可知秒錶及便航錶如係秒針定時式者（此種錶同時有時針定

時及分針定時)極爲便利，其理至明，如無此式，則秒錶時數須加以  $C.M.$  因數，始得到便航錶時數，而便航錶時數又須修正誤差始得到格林威爾民  
用時數，即在船上航行者，儼然用很多時間去校正誤差，然亦覺此種修正  
，實爲疏慮致誤之原。若將時錶校定毫無誤差，則任何誤差修正之需要均  
屬免除，如此時間保險較爲準確而亦無修正計算錯誤之危險。

f. 恆星時錶：在航空天文年歷未印行以前，依格林威爾恆星時之速率所校定之時錶，  
誠爲計時之寶物，尤其用星高弧度(見第十章)計算時，尤爲需要。帶有此種時錶者  
，則從星視之格林威爾時變成格林威爾恆星時之麻煩手續可以免除。且有航空天文  
年歷以後，則在任何瞬間格林威爾民用時求相當之春分點格林威爾時角  $(G.M.T. - L.M.T.)$   
格林威爾恆星時之弧度)，既便且速，因之恆星時錶之需要即以大減，再加以現在  
之恆星時計算器(A.C.式)使恆星時錶亦不需要。

g. 弧度示數錶：錶上刻有度數，俾可直接從錶盤上即得格林威爾時角數，此種時錶雖

有製造，然航空兵團，從未頒發，往日林白曾用此錶飛渡大西洋造成歷史上之飛行。在時期時間視太陽之運行可視作速率均勻，因之此錶即按平太陽速率校定，俾在任何瞬間格林威爾民用時即可讀相當之真太陽格林威爾時角。航向之規定僅以時差值計算即可，惟用時間較久仍須重行校正。此表亦可按春分點速率校定使指示格林威爾時角春分點依弧度計亦可。惟讀該種之示數務須小心，尤其在錶面上包含時間及弧距兩者刻度時，更須注意。再則此錶猶有缺點，即錶面僅刻有 $180^\circ$ ，如此欲求正確真太陽西格林威爾時角，則在已經示數之上應否再加 $180^\circ$ ，常使用者遇此難題。自天文年曆印行以後，航行員已很少用此種時錶者。

### 第三〇節 時間換算

自有航空天文年曆印行，航行員可隨意應用後，因之從某一時制之瞬間化成另一時制之瞬間，已經不甚需要。在昔日以舊海事年曆覓各天體位置之法，若決定真太陽位置

時，須先將民用時換算視時，若決一恆星位置，須先將民用時化成恆星時。在今日之海  
事年歷中對於此種之換算法既比較確切且有數種換算亦比較用航空天文年歷省事。惟是  
海事年歷在空中航行員很少攜帶應用，因之下列各換算法，仍依航空天文年歷中所載之  
數量計算。

#### A. 自民用時化成視時

(1)方法：在前 20 節中業經述明  $GHA = GAT + 12h$ ，將此方程式位置調換則

$GAT = GHA - 12h$  之公式即成立。依此公式即可換算，其法如下列：

(a) 設已知之民用時為地方民用時或時區時，即應求格林威爾民用時及日期。

(b) 格林威爾民用時求出後，即從年歷中取出  $GHA$  並將此  $GHA$  依年歷  
中弧度改時換算表化成時數。

(c) 視需要情形在  $GHA$  化成時數內加上或減去 12 小時，俾求得  $GAT$

(d) 適當應用觀測員之經度將  $GAT$  化成  $LAT$

(2)例：觀測員在西經  $93^{\circ}25'$ ，中標準時為一九四零年十二月三十一日  $22^{\text{h}}36^{\text{m}}28^{\text{s}}$ ，

求該觀測員地方平時。

中標準時 ( $90^{\circ}W$ ).....  $22^{\text{h}}36^{\text{m}}28^{\text{s}}$ , Dec. 31, 1940

求 GCT 之時間修正時.....  $+6^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}}$

GCT .....  $4^{\text{h}}36^{\text{m}}28^{\text{s}}$ , Jan. 1, 1941

$4^{\text{h}}30^{\text{m}}\text{GCT}$ , Jan. 1 之  $\text{GHA}$  (按弧度計).....

(照航空天文年曆表).....  $246^{\circ}38'$

$6^{\text{m}}28^{\text{s}}$  之內推數.....  $01^{\circ}37'$

在  $4^{\text{h}}36^{\text{m}}28^{\text{s}}\text{GCT}$  時之  $\text{GHA}$  弧度.....  $248^{\circ}15'$

$\text{GHA}$  時數(照時度換算表).....  $16^{\text{h}}38^{\text{m}}00^{\text{s}}$

.....  $-12^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}}$

.....  $4^{\text{h}}38^{\text{m}}00^{\text{s}}$ , Dec. 31, 1940

GAT.....4h33m'0s, Jan. 1, 或 28h33m00s, Dec. 31, 1940

觀測員經度 (93°25' W, 以時計..... -6h13m40s

在 93°25' W LAT.....22h19m20s, Dec. 31, 1940

### 視時化成民用時

(1) 方法：自某一瞬間之視時化成民用時，應按照上述相反手續，惟因年歷內之表之布置關係，此種相反手續，不能迅速完成，茲將方法列下：

(a) 設已知之視時為地方時，即求相等之 GAT 及日期。

(b) 在 GAT 加或減 12 時，俾求得 GHAT 時數。再將 GHAT 化成度數。

(c) 查年歷內 GHAT 一欄求其正確日期，同時並求與該 GHAT 度數最接近而較少之 GHAT 之度值。在此度值之前注明 GCT。

(d) (c) 所述兩 GHAT 之度，得差數後按時度換算表將差數化成時數（若非因內推法計算度分零數常有四秒時之誤差，則內推計算表亦可應用。）

(e) 將度差時數加入 (c) 所述求得 GCT 之值，是即為正確之 GCT。

(f) GCT 化 LCT 時，即用觀測員之經度化成時數，依法計算，若化時區時，即用標準子午綫之經度，依法計算。

(2) 例：當視太陽在一九四一年一月一日（地方日）正在西經度  $93^{\circ}25'$ （觀測員經度）中天時求格林威爾民用時。

LAT.....  $12^{\circ}00'00s$ , Jan 1, 1941

經度 ( $93^{\circ}25'$ ) 以時計.....  $+ 6^{\text{h}}13^{\text{m}}40^{\text{s}}$

GAT.....  $18^{\text{h}}13^{\text{m}}40^{\text{s}}$

減 12 時求 GHA 時數.....  $- 12^{\text{h}}00^{\text{m}}00^{\text{s}}$

GHA 時數.....  $6^{\text{h}}13^{\text{m}}40^{\text{s}}$

GHA 經度數 照時度換算表) .....  $93^{\circ}25'$

在  $18^{\text{h}}10^{\text{m}}\text{GCT Jan. 1}$  之 GHA .....  $91^{\circ}34'$

差數.....10°51'

1°51' 時數(照時度換算表)..... 07<sup>m</sup>24<sup>s</sup>

與 GHA 91°34' 相察 GCT..... 18h10m00s(加)

在 98°14' W 中天時之 GCT..... 18h17<sup>m</sup>24<sup>s</sup>, Jan. 1 1941

時差：在前 20 節會述及時差即為視時及平時之差，將時差加以正或負號再加平時即可得真太陽時。

(1) 在任何瞬間 GCT 之時差，可依上述 20 節 a. 計算 GAT. 然後再求已知之 GCT 與計出 GAT 之時差。如上述 a(2) 所舉之例 GCT 等於 4h36m28s Jan. 1, 1941, 而計出之 GAT 等於 4h33m00s, Jan. 1, 1941, 如此時差即等於 -3m28s (2) 求任何瞬間 GAT 之時差，須先依照上述 20 節 b. 計出相等之 GCT. 在 GCT 一經決定後，即照上一節(1)所述同一方法與已知 GAT 互相比較，例如在上述 b(2) 已知之 GAT 為 18h13m40s, January 1, 1941, 計出之 GCT 則為



18h17m24s Jan. 1, 1941, 此時差即為  $-3m44s$ 。

### d. 地方時化成恆星時

(1) 方法：所謂恆星時者，即以時數說明之春分點角度是也。在航空天文年歷中既將整日之格林威爾民用時相等之春分點格林威爾角度，一一表列，則以任何瞬間之民用時，求相等之恆星時自亦簡便，其法如下：

(a) 設已知之 LCT 為地方民用時或時區時，應求相等之 GCT 及日期。

(b) 依求得 GCT 之瞬間，從年歷中取得該瞬間之 CHA<sub>T</sub> (以度計)。

(c) 按照時度計算表將 CHA<sub>T</sub> 弧度化成時，此即為格林威爾恆星時 GST。

(d) 設觀測者子午綫之地方恆星時，若需計算，則應在步驟(b)求得 CHA<sub>T</sub> 後再按照觀測者之經度求得向西之 LHA<sub>T</sub>，然後再化成時數，如此即可免去多費一層弧度化時手續。

(2) 例：觀測者在  $77^{\circ}20' W$ ，東標準時為 18h34m15s Jan. 1, 1941，求 LST。

標準時 (76°W) ..... 18h34m15s, Jan. 1, 1941

爲求 GCT 加時區修正數 ..... 15h00m00s

GCT ..... 23h34m15s, Jan. 1, 1941

23h36m 之 GHA  $\gamma$  弧度 (照日曆計) ..... 98°43'

4h15m 之內推 GHA  $\gamma$  ..... 101°04'

23h34m 15s GCT 之 GHA  $\gamma$  弧度 ..... 94°47'

觀測者經度 (W) ..... 77°20'

西 LHA  $\gamma$  弧度，即以弧度計 LST ..... 17°27'

LST 以時計 ..... 01h09m48s

### 恆星時化民用時

(1) 方法：將某一瞬間之恆星時化成民用時，即照上述方法倒推，惟須知格林威爾民用日，以便從年曆中選擇適當之日曆。然以年曆中各表布置之關係，致倒推

方法未能直截了當完成。其法如下：

- (a) 設已知之恆星時爲 LST, 應即以觀測者經度時求 GST
- (b) 將 GST 化成度數求得 GHAT
- (c) 查年歷內該 GHAT 一欄求格林威爾正確民用日, 同時並求與該 GHAT 度數最接近而較少之 GHAT 度值, 在此度值之前註明 GCT
- (d) (c) 所述兩 GHAT 得差數後, 按時度換算表將差數化成時數。
- (e) 將差數加入 (c) 所述 GCT 之值, 此即爲所求得之 GCT
- (f) 若欲求與計出 GCT 相當之 LCT 或時區時, 可再以標準子午綫之經度, 化成時數, 放入計算。

(2) 例: 當 GST 在 05h16m20s, 格林威爾民用日爲一九四一年一月一日, 求 GCT

GST ..... 05h16m20s

GHAT (按度時換算表) ..... 79°05'

在一九四一年一月一日 22h30<sub>m</sub>GCT 之 GHA  $\gamma$

(按日歷) ..... 78°41'

差數 ..... 00°24'

00°24' (時數)(按時度換算表) ..... 01<sub>m</sub>36<sub>s</sub>

與 78°41'GHA  $\gamma$  相等之 GCT ..... 22h30<sub>m</sub>00<sub>s</sub>

GCT ..... 22h31m36s Jan. 1, 1941

(3) 在每日某一短時間，如將恆星時化成民用時，則 GCT 之值在年歷內有二，例如一九四一年一月一日之 GST 為 06h44<sub>m</sub>，則此種情形即可遇見。緣以 GHA  $\gamma$   $\equiv$  101°00'，在年歷中次少於該 GHA  $\gamma$  之度值，共有兩處，一則為 0h00<sub>m</sub>GCT (GHA  $\gamma$   $\equiv$  100°15') 一則為 23h50<sub>m</sub>GCT (GHA  $\gamma$   $\equiv$  89°44')。因之對於該兩 GHA  $\gamma$  不知何所採取用 0hGCT 轉用 23h50<sub>m</sub>GCT 頗覺難以適從，惟在此時期如深悉應採取 GCT 近似值則此問題即可解決矣。

第十三圖時間換算計算器A-5



確實：在使用上述方法由民用時化成恆星時或由恆星時化成民用時均不免有輕微錯誤，此種錯誤原因，係在計算零碎分秒之時，假認為平太陽及春分點之運行速率相同所致此種假認最大之錯誤為1.6秒。然此種計算結果亦足夠適合空航之需要。

### 第三一節 時間換算計算器 (見圖十三)

使用

(1) 概述：時間換算計算器 A-5 為一種手操縱機製機構，用之可以：

- (a) 從 GCT 化成 GST 或由 GST 化成 GCT
- (b) 從 GCT 及意念中子午綫經度（即某一時區內之某經度）可求出 GST
- (c) GST 及 LST 知悉後，即可算經度。
- (d) 經度時數可化成經度弧度或相反換算。
- (e) 在依北極星之觀測高度推算緯度時所用之修正數。此種修正數與第九章所

述用年歷內附表所求者相同。

(2) 星體高度曲綫圖：

(a) A-5 計算器最初創製之原因，係用星體高度曲綫圖作換算觀測之法時，俾容易迅速求得位置。此種曲綫圖之說明及用法見第十章。此時所欲敘述者，即用此曲綫圖時，則觀測員可依下列情形決定經度：

1. 觀測之 LST 可從該曲綫圖直接讀出。
2. 欲求得在觀測瞬間之 GST，若用民用時時錶，即將 GCT 變成 GST，否則用 GST 時錶。
3. 在觀測瞬間之 GST 及 LST，按時圖指示合計，算出觀測經度之時數，然後再將此時化成度數。

(b) 有 A-5 計算器，既能將 GCT 及 GST 迅速換算，因之無攜帶格林威爾恆星時時錶之必要，再則知曉 GST 及 LST 以後，即可得到經度度數。此經度由

星象高度曲綫圖覺得毋須再以代數方法計算。除此種便利以外，並可使航行員迅速決定應觀測之星及應用之曲綫圖。用此種星象曲綫圖時，僅限於三個特指星象中，選擇一星象觀測。該三星象之位置圈 Position Circle 則在書內計出。該三星象在書內並未保持一定地位，完全依 LST 而變更及依 LST 而作成該三星象位置表。一航行員知近似經度及 GCT 以後，則此計算器可迅速得出 LST 如此即容易選擇以某星觀測並以某頁之曲綫圖應用矣。

(3) 在航空天文年曆未印行以前，*AN* 計算器之需要，更甚於今日，緣以決定經度之錯誤或由 GCT 變成 GST 而起者，或由經度時數變成弧度而起者，均可溯其所自。惟現在此種錯誤已不常見。蓋現在曲綫圖座標分割，已簡單改變，可從年曆中找出 CHAY 及按規定減法，即可得經度位置。詳細解釋見第十章。



b. 運用：

(1) 概述：轉動計算器左搖柄，即可催動民用及恆星時示數器，（此數目字之表示係依真恆星時之比例而得者）並能自動調整北極星之修正數。搖動右搖柄即催動經度示數器，東西經數之測量，如計算器蓋上所指示者，並能自動調整北極星差數。此後任搖動某一搖柄，即將恆星時示數器之示數改變。

(2) 從 GCT 得 GST 之法：

(a.) 定格林威爾日

(b.) 用左搖柄定 GCT 此時時間計數器可以經過 0 (或 24) 時位置。如 GCT 示數已經過 0 (或 24) 時，則日期將變更。此時應單獨運用計算器側面之規定日期環（圖內無）再將正確日期重行規定。

(c.) 用右搖柄，規定經度在 0000 位置

(3) 從經度及 GCT 得任何子午綫之 LST 之法

(a.) 定格林威爾日

(b.) 用左搖柄規定 GCT

(c.) 用右搖柄規定經度。此經度示數器自 0 至 180 並可顯著指示東經或西

經。

d. 從恆星時示數器得 LST

(4) 從 GCT 及 LST 得經度之法

(a.) 規定格林威爾日

(b.) 用左搖泵定 GCT

(c.) 用右搖泵以恆星時示數器規定 LST

(d.) 從經度示數器讀經度

(5) 從經度時數化成經度弧度

(a.) 用右搖柄規定經度在 0000 位置

(b.) 用左搖柄以恆星時示數器規定恆星時在  $0^h00^m$  注意——GCT 示數在此手續中無關緊要

(c.) 用右搖柄，規定恆星時示數器俾讀經度時數

(d.) 從經度示數器讀經度弧度

(6) 相反手續：設指明之數與所求之數相反時，則所用手續與上述者相反

(7) 計算器使用之謹慎

(a.) 凡各示數器不可用過速度搖動。求其在使用經度示數器從東經至西經改變之際，更須留意。緣在該點有高度扭力負重，如果搖動太快，必致損傷其性能。

(b.) 搖柄鈕均有過荷滑動齒合子，該種齒合子有預定之扭力量。設規定之扭力量由某種原因不能催動示數器，則應稍行轉動另鈕，向任何方向轉動均可，直至催動原鎖住不動之搖柄為止。

c. 調整

(1) 月紀指示器：因月紀指示器，並非自動調整，故時間表示器對於每月重行核定，實為需要。此種調整之法見航空兵團技術命令 53315。在此種調整中之一步驟即須與在某一瞬間 GOT 相等之 GCE 覓定。至上述技術命令中之調整方法係指海事年曆中求 GCE 之法，惟在本章內所述以航空天文年曆計算 GCE 之法亦可代替海事年曆中所述之法而應用之。

(2) 北極星修正數指示器——見航空兵團技術命令 53316

d. 潤滑——見航空兵團技術命令 05-35-6

第三二節 日出日落晨昏朦影之始終，月出日落

e. 關於南緯  $60^{\circ}$  及北緯  $60^{\circ}$  間日出日落，晨昏朦影之始終，以及月出月落 在 G.C.E. 之時間計算表載在航空天文年曆中日曆表 P. 21. 一面。該表使用之法見該年曆後面

使用說明各頁。一航行員對於求得以上時間各數字，勿須熟習爲要。

- b. 從上述各表所得時間數，均係地方民用時，至於與各該地民用時所在之標準及格威爾時，則須依觀測者之經度推測以計其值。

# 第五章 天文航行之基本原則

第三三節 原則

第三四節 天頂距及高度之決定

第三五節 等高度圈

第三六節 觀測員位置圈

第三七節 方位

第三八節 依位置圈求定位

第三九節 位置綫

第四〇節 天文三角

第四一節 比較計算高度及觀測高度

第四二節 位置綫之繪製

天文航行學

第四三節 決定位置綫各種手續之結論

第四四節 決定點之選擇

第三三節 原則

a.

天文航行之原理，即根據某一天體之高度知悉時，則在某一瞬間觀測者與該天體地理位置亦可知悉。故一天文航行員之工作，即包含以一個或多數天體地理位置以求得自己所在之位置。天體地理位置與觀測者之距離，則須以六分儀觀測決定。天體地理位置，則依天文年曆中正格格林威爾民用時求得此種天體地理位置可在地球上繪出並以觀測者與該天體地理位置間之距離作半徑畫圓於地球上，則觀測者必在此圓內之某一點，此圓即稱為位置圈，又在某一瞬間決定兩天體地理位置且知悉從兩點與觀測者之距離，則在地球上可畫兩位置圈。觀測者在該兩圈內均有其位置，則其位置必在交切兩點中之一點。

上述方法之遺憾，即事實上不能攜帶一球或一圓，其真正尺幅可敷繪製天體地理位置及繪製位置圈之需。果能識位置圈半徑有時達 2000 哩，則此理益為顯然。因此欲求位置圈需用之一部分，勢須以他法計算。按 200 節所述以天文三角法求之即可。

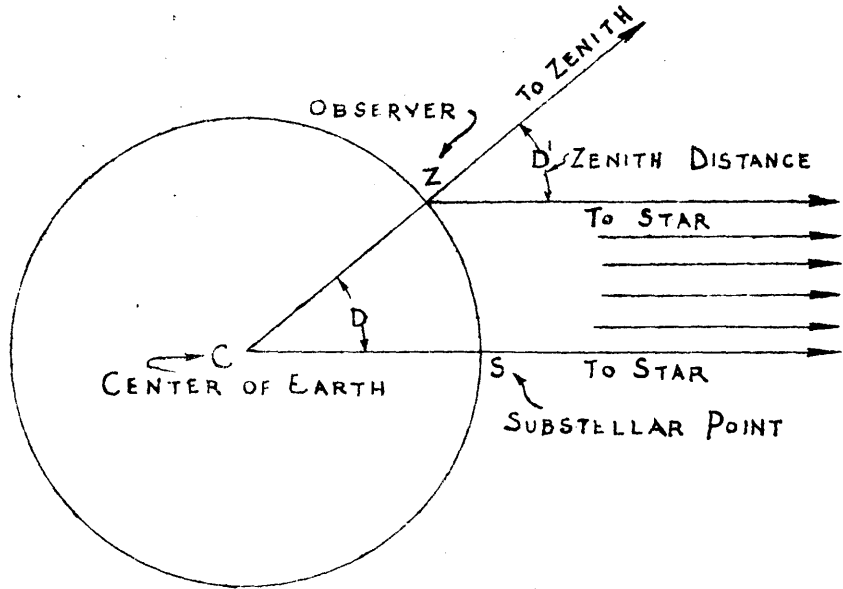
### 第三四節 天頂距及高度之決定 (圖 144-145)

a. 所有在天體除月球以外均視為距地球無限之遠。因之不論觀測者從地球何處觀測，某一特種天體均對之似在不變之位置。換言之即任何天體射程達地面之光均為平行光綫 (Parallel rays)。此種事實絕不可忽略者。

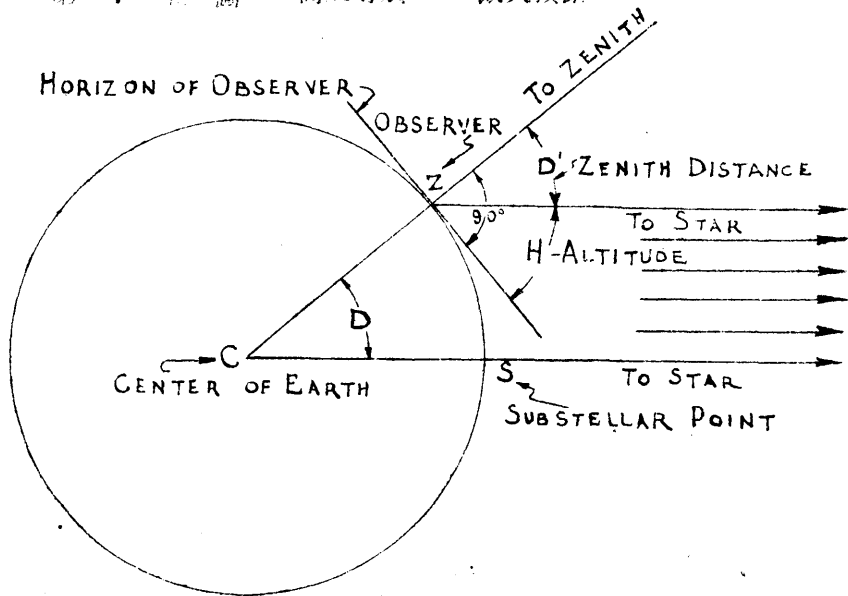
b. 第十四圖即表明白一觀測者地理位置至觀測位置距離如何決定之原則，一星之光綫射於該天體地理位置 (天體垂照點 Zenithal Point) 與射於觀測位置者均屬平行。圖中  $D$  角必定永遠相等，緣以兩角之兩邊永遠平行，而該兩角之另兩邊則為同用



第十四圖 天頂距圖



第十五圖 高度等於  $90^\circ$  減天頂距



之天頂綫。如此自一點計之觀測角距卽等於自觀測者天頂計之天體角距，卽定名爲天頂距。此角距之量法。依直線度量表所量天頂距之角度距離時，則以海里計之。一海里卽等於地球面上大圓圈弧度之一分，天頂距既爲大圓圈上之一部分，故可以用海里說明，設 $\angle$ 角及 $\angle$ 角爲 $90^\circ$ ，則自 $\angle$ 點之觀測距爲 $40:00 \parallel 2,400$ 海里。

在實際用時天頂距 $\angle$ 或 $\angle$ 並不測量，祇測其餘度高度角，所以在天頂距 $\parallel 90^\circ$ 一高度之公式內祇藉測量高度卽可決定天頂距，設在 $\angle$ 圖內高度角 $\angle$ 等於 $60^\circ$ ，則天頂距等於 $(90 - 60)$ ，卽等於 $30^\circ$ 。依海里言則爲 $2400$ 海里。至於六分儀何以測量高度而天測天頂距之理由，則以往昔儀器製造者以此種儀器需依視地平圈以求得高度，同時又以觀測者之天頂距無一定點標明，因之在設計時祇求測量高度之合理化。觀之則有人工水平六分儀之創製，雖該種儀器之重力運用機構可以表明垂直（卽觀測者天頂距）及水平度，然爲練習一致起見，亦可用以測量視地平圈而求得水平。

## 第三五節 等高圈

正在天球北極之位置，無任何可視星像能以表明。雖北極星之位置亦離天球北極，約差一度。現在即假設以該北極星正在地北極之位置，設一觀測員在地球北極觀測時，則該北極星高度為 $90^{\circ}$ 。此即表明 星正處於觀測者頭頂以上。一觀測員向南移 $100$  距離（即 $600$ 海里，至緯度 $80^{\circ}$ ，則此時北極星之高度為 $80^{\circ}$ 。在緯度 $50^{\circ}$ 上之任何一點，無論其在亞洲，或在北美，而此北極星之高度，則完全相同。如此則北緯八十度圈，即稱為位置圈。凡視北極星之高度為 $30^{\circ}$ 之任何位置，必然在此位置圈之上，決不在此位置圈之外。同樣又如觀測員在北緯 $30^{\circ}$ 之某一點觀測，是觀測員已離北極 $10^{\circ}$ 或離北極 $300$ 海里，則此時高度為 $30^{\circ}$ 。而三十緯度圈亦稱為位置圈。若觀測員繼續向南，直至達於赤道之際，則此時觀測員離北極 $90^{\circ}$ 或 $4000$ 海里，此時該星象高度即為 $0^{\circ}$ ，而赤道亦成爲距離星象最遠之圓圈。

設在某一瞬間認宇宙之運轉停止，在某一量地理位置之觀測員，則知該星高度為 $90^{\circ}$ 。設該觀測員無論向任方向移開該星 $10^{\circ}$ ，則此時星之高度為 $80^{\circ}$ ，而該觀測員必在以該星 $Q_1P_1$ （地理位置）為中心所成之小圓圈上，此圓圈之半徑，即為 $600$ 海里。設該觀測員沿此半徑之同一方向，繼續前進，直至距該星 $Q_2P_2 90^{\circ}$ 或 $5,400$ 海里，則此時該星高度為 $0^{\circ}$ 。此時觀測員必在以該 $Q_2P_2$ 為中心所成之大圓圈上，此圓圈之半徑，即為 $5400$ 海里。根據上述，規定以下之原則：

(1) 任何星象之地理位置，即為同心位置圈之中心，除離該星象地理位置 $90^{\circ}$ 圓圈為大圓圈外，餘皆為小圓圈。

(2) 在某一圓圈之所有各點，星之高度均同，因之等高度圈之名稱，所以成立。

(3) 假想宇宙之運轉停止，而觀測員在 $Q_1P_1$ 所成之各圓圈中移動，距 $Q_1P_1$ 愈遠，則星之高度愈減。設遠距 $GP_1$ 多一海里，則星之高度亦減少 $1'$ 。

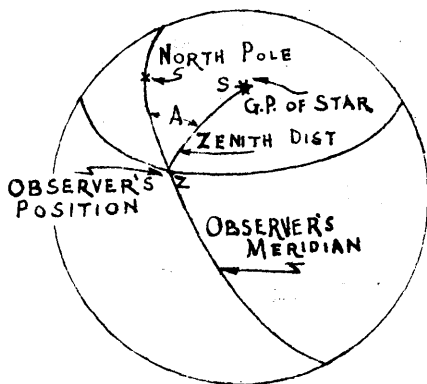
(4) 在每一距離內其位置圈之半徑（天頂距），為一大圓圈之弧，即等於 $90^{\circ}$ 減去所

測高度。

第三六節 觀測員位置圈(見圖一)

從前節所述可知若某一可視天體之高度已經測出而該天體在觀測瞬間之地理位置，

第十六圖 位置圈



已經覓得，則可在一球上繪一位置圈，而觀測員之位置，即在該位置圈上 任何一點。繪位置圈時，以從高度所得之該天體天頂距作為半徑，以該天體之地理位置為圓之中心。圖16即表明在一球上所繪之位置圈，即依已知之(一)及由測得高度中而得之天頂距所

製成。圖內  $O$  即爲天體之  $CP$  而  $N$  即爲觀測員之位置。

### 第二七節 方位角

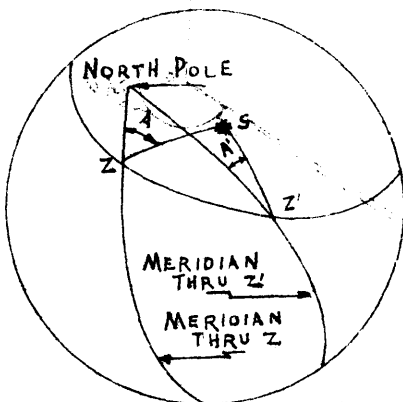
3. 在圖 16 可看見在觀測員位置  $N$  之角，該角介於觀測員子午綫及位置圈半徑之間。此角即爲觀測天體之方位角，蓋  $N$  之半徑，即爲穿過  $N$  及  $O$  之地平經圈中一弧綫。按諸任何星象方位角之定義，即係經過該天象之地平經圈，與觀測者之子午綫在天頂所夾之角，換言之，即從觀測者之天空地平圈上北極一點，向順時針方向所量得天體之方位。

設在圖 16 之觀測員從已知星象垂照點，正對由觀測員位置所計該星之方位畫綫，則此綫將與觀測員所站立位置圈上之一點交切，如此一交點，即可定立。因之觀測員依此單獨觀測即可確知自己所在之地位。第十七圖表明依已測得之高度及已知之地理位置所製成之位置圈，在該圈上之  $A$  及  $B$  兩點，表明兩方位角，而

第十七圖 在同一位置圈上兩觀測

員所觀測某星體之方位

角不同



此兩方位角為度不同，由此可知一觀測員所測得之方位角隨觀測員在位置圈上之位置更變而異。因之，如舉一觀測員在測量高度時即測量方位角，將能在位置圈上尋得某一點，該點即位置圈半徑與該處子午綫所作成之角，即等於測得之方位角。以上所述在理論上完全無誤，然不能實際上應用，其原因則由於所測量方位角度數不能確切，因之此法合乎實際上之需要。

乎實際上之需要。

c. 測就方位角之不正確

(1) 依測得方位角以決定觀

測員位置之定點，其不

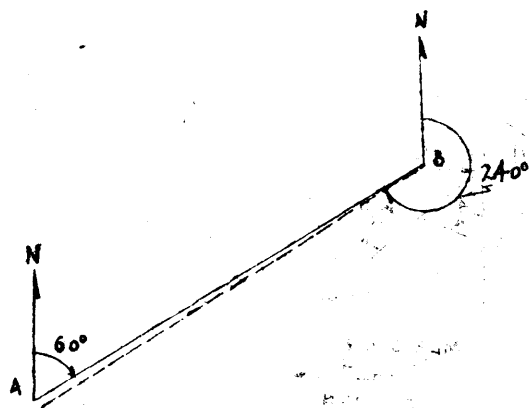
正確程度，可依地面上

某物之地面方位角證明

之。下面第十八圖即是



第十八圖 在測量方位角時之誤差結果



一三四

。設某一飛行中之飛機從  
 A 位置測量顯著目標 B，  
 測出為  $60^\circ$ 。從 B 點依  
 相反方位角 reciprocal  
 of bearing 度在圖上  
 測定方位綫，此綫即為飛  
 機之位置綫。設飛行中  
 飛行員測量 B 點方位角  
 為  $60^\circ$ 。然其中有一度誤  
 差，故實際自該航員位置  
 計起之 B 方位角為  $59^\circ$ 。  
 在該飛行員認為 AB 綫即為

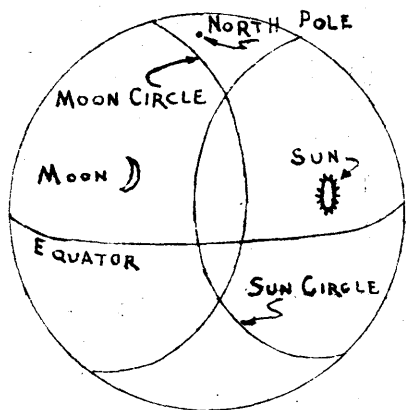
其位置綫，其實因測量之誤差，直正位置綫爲圖中虛綫位置。若該航員離  
爲六十英里，則其誤差爲一英里，若距一百二十哩，則誤差爲二哩。

(2) 在地面上某物之方位既如上述，若測量星體之方位，其情形亦多相似，若不同  
者，卽航員之位置，不若地面上距 點綫六十哩，有時可以距天體數千哩  
之遙，如此可以十分顯然因方位角一度之差，則其位置錯誤極大，例如天頂距  
爲 60°。卽等於 3600 哩。如測量之方位角有一度錯誤，卽表明該觀測員在位置  
圈上離開自己真實位置六十哩。現在自飛機測量方位角之法，尙不精確，若免  
除此種誤差，則方位角之測量須在一度以內，因之此法若在實際上應用，卽須  
量高度之天體，緣以如此作法，則天頂距綫可較爲縮短，且一度誤差之結果  
較測量低高度之天體爲少。惟其中猶有遺憾者，卽測星象羅盤如果不平，則測  
較高度星象之方位差大於觀測較低度者。因之反有得不償失之感。

第三八節 由位置圖測得定點(圖十九)

從以前一節所述是依量得之高度及量得之方位角乃經求得觀測員恰當位置，故一天體之高度不能決定點，祇能使航行員知悉其在某一位置圈而已。設在同時同地觀測

第十九圖 以兩位置圈交切求得定點



兩天體之高度，是可以為兩個位置圈決定。如是航行員在兩位置圈上，且須在兩圈交切之點，如第十九圖所示。惟圖內有兩交切點，然此不能為取舍之迷惑，緣以該兩點通常相離甚遠一經方位推算即可知在某一交點矣。

b. 設習航行者如能攜帶一分度適宜之地球，則在求地面位置之時，包看以下步驟（一）測量一天體或兩天體（如有兩天體可用時，即用兩天體）之高度。（二）覓得觀測瞬間之地理位置。（三）繪製一個或兩個位置圈。若祇繪製一位置圈，雖不能覓得觀測員在地面上位置，然由此所得之消息，亦極爲有用且極有價值，其詳可見以後各節。惟繪製兩圈者，因位置推測法，可以指明某一交切倚恃，故絕對可以表明觀測員在地球上之正確位置。

### 第三九節 位置線

一航員所用之地圖及曲綫圖比例分割尺度，係儘可能免去從天體地理位置爲中心所得之位置圈形像，再則地球上之圈與航員通常所用之投射於圖上之圈不同，蓋因在一平面上欲表明地球表面之結果必致彎曲變形。因是之故，在地圖上或在圖上，無須刻意繪出與位置圈十分相同之曲綫。按一位置圈，通常均有大半徑，而此大半徑之中航行

員所用者，僅一稍曲之小弧，即以直綫代替亦無顯著之差誤。現美國商業部出版分區地圖，係依相伯整合投射法 Lambert Conformal Projection 製成，一望即知各緯度形或同心圓圈，此圓圈即為在天球北極之一星象位置圈。從各該圈可顯然示出一緯度圈在一短距離之時，可以用直綫代替，並無大誤差。同樣在任何位置圈之一小部分，均可以直綫代表，且距天體地理位置愈遠之位置圈，則一位置綫愈近似於一圓之弧綫值。當一觀測員位置圈需用部分，以一直綫代表時，此直綫即稱為該觀測員之位置綫 (LOR)。在一觀測員欲確知一直綫可以替其位置圈而無大差誤時，勢須觀測高度度不甚星象，大致不過  $60^{\circ}$  及  $70^{\circ}$  為要。蓋天體高度愈高，則位置圈之半徑愈小，半徑小時則位置圈之曲度極為顯著，因之任何圓綫之一部分，若改成直綫，則其差度必大。在欲求得位置綫之方位時，一觀測員勢須按照下列迂回之法則。

#### 第四〇節 天文三角 (圖 20)

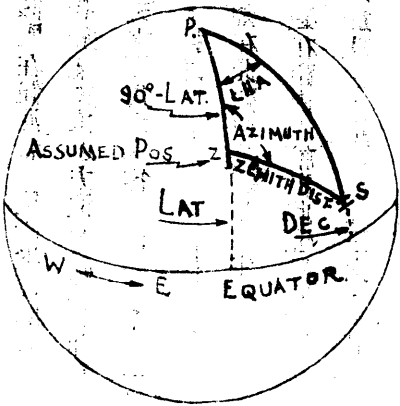
a. 作圖：1 觀測員欲在一圖求得其位置綫時，須選擇一假設定點，(Assumed Position) 該點在觀測者之位置推測點 DR Position 或隣近該點均可，計算該點於觀測瞬間對於某天象之方位及高度爲如何，(此假設定點之選擇詳見 5 節) 此種計算包含有天文三角之解答。在第二十圖一星象之地理位置爲  $S$ ，假設定點爲  $N$  以大圓圈接連。接連  $N$  及  $S$  之大圓圈弧度之長，即等於天頂距，而方位角因以表明。惟此時須知在此圖內接連假設定點及地理位置之大圓圈弧，即等於假定点位置圈之半徑，不過在圖內未繪出此位置圈而已。設若以子午綫(或時圈)將假設定點及地理位置直接連於球極，則成爲球三角，即爲天文三角如圖中  $PNS$  是。

b. 按球三角學證明設一球三角任何三部分(或邊或角)爲已知之數，則其他三部分即可計出。

(1) 已知部分

(a)  $PZ$  邊爲假設定點之餘緯度即等於  $90^\circ$  減假設定點之緯度。

第二十圖 天文三角



(b)  $PS$  邊為天體之極距 Polar distance 等於  $90^\circ$  減赤緯。赤緯數可從航空天文年歷中覓得之，設星象在赤道之南則  $PS$  邊等於  $90^\circ$  加赤緯。

(c) 地方時角 ( $LHA$ ) 為假定經度及子午綫(或該天象時圈)間之角差，此角差

數，可與在觀測瞬間之天象格林威爾時角(從航空天歷中選出)及假定經度合併計算。

(2) 從上述三項已知數，計算兩未知數：

(a) 在假定點之星象方位角。此為  $PZS$  角。

(b)  $SZ$  邊，等於天頂距亦

即爲過假定點位置圈之半徑。

(3) 在實際計算時，可用特製計算表及計算器，爲節省計算時間起見，所用計算天文三角表之製法可將星象之赤緯及假定點緯度直接計入算式不必再似上述方法先從  $90^\circ$  減去赤緯及緯度數目也。再則計算之高度亦可直接覓得，無須用天頂距  $ZN$ 。關於天文三角各計算表之解答，詳見第六章。

c. 天文三角之熟習：凡爲航行員者務須十分熟習天文三角。不論觀測某一星象或該星象在天空某一位置，天文三角之製法完全相同，即將假定點，地理位置及球極以大圓圈弧相連即可。惟須注意所用球極，須與假定點之緯度名稱相同，即北緯用北極，南緯用南極。在航行員最初練習時，對於使用緯度及赤緯求  $ZN$  及  $PZ$  之法，不能了解，尤以球極係南極者爲甚。在一顧慮周到之航行員，無論在何時作解答之際，除時圖 *time Diagram* 以外，仍畫一天文三角圖。如此做法則對於上述正確角度之計算，可一目了然。在第二十一圖爲三種不同類之天文三角，凡爲航行員者

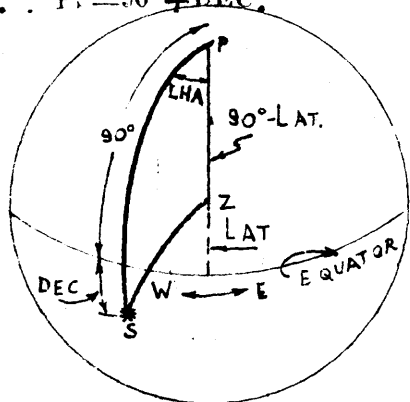


，務須加以解答，且在每個三角中求得前述各數量之計算方法，務須深切注意爲要。

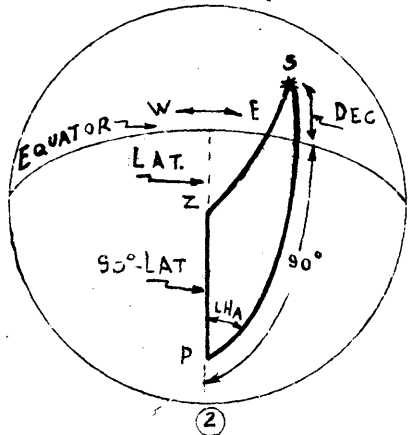
#### 第四一節 計算高度及觀測高度之比較

從天文三角計算所得之高度，係在觀測瞬間某觀測之天體與假定點間之高度是。設觀測員用六分儀觀測所得之高度與計算之高度不同時，即可知在觀測瞬間，自己所處之地位並未在假定點位置圈上，如是定在較小之同心圈或在較大之同心圈上。此假定點位置圈與觀測員之位置圈相隔依海里計算之距離，卽爲該兩圈半徑差，亦爲各天頂距之差。此兩圈天頂距之差永爲高度差。所以一觀測員一經比較觀測高度及計算高度，卽立刻知悉自己之位置圈距離假定點位置圈若干。此種距差卽稱爲截距 *Intercept Distance*。至關於決定觀測員位置圈在假定點圈內或外之規則可看下節說明。

第二十一圖 三種天文三角圖  
 (1) ASSUMED POS. Z IN N. LAT.  
 $\therefore PZ = 90^\circ - \text{LAT.}$   
 DECLINATION OF BODY IS SOUTH  
 $\therefore PS = 90^\circ + \text{DEC.}$

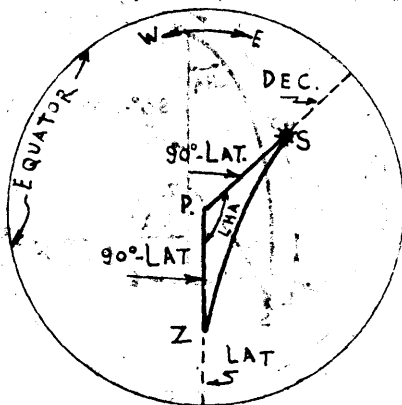


(2) ASSUMED POS. Z IN S. LAT.  
 $\therefore PZ = 90^\circ - \text{LAT.}$   
 DECLINATION OF BODY IS NORTH  
 $\therefore PS = 90^\circ + \text{DEC.}$



(3) ASSUMED POSITION Z IN NLAT.

DECLINATION OF BODY IS NORTH



③

第四二節 位置線之測製

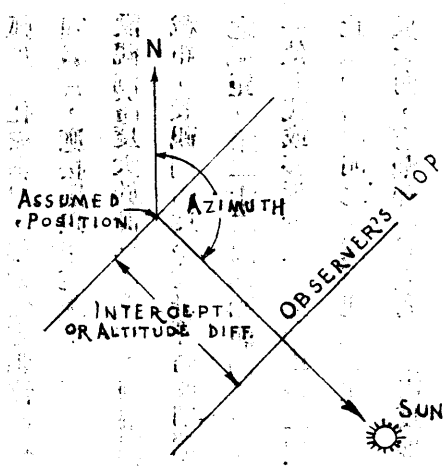
a.

關於位置圈中之一小弧，即稍微曲之一小部分，在繪圖時可以直綫代替，在以前已經述明。凡位置圈綫中與半徑交切之點，必垂直於半徑。因之經過假定點位置圈，若以直綫代表，則必垂直於經過該假定點之半徑，換言之，此直綫必與從假定點所定之天體方位成直角。因之代表假定點位置圈之直綫可在圖上繪製經過假定點之方位綫，然後

再依假定點做以與方位綫之垂直綫。作圖法見第二十二圖

b. 假定點地位之選擇按理應靠近觀測員實際位置。因之距假定點及距觀測員真實位置

第二十二圖 繪製位置綫



數千哩所相遠一天體之位置之

方位角必然極爲相似，且爲各種

便利起見即認爲該兩方位綫係屬

平行。所以觀測員位置綫亦將垂

直於計算方位角。其之經過假定

點位置綫垂直於方位角相同。

(1) 觀測員位置綫，應垂直於計

算方位綫之何點爲正確則須

視截距 Intercept 而定。

在觀測高度及計算高度間之

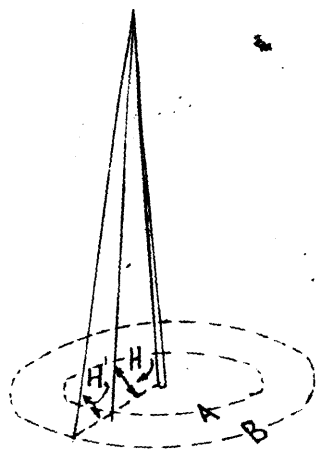
弧度差化成海里，即爲假定點位置綫與觀測員位置綫之距離。從假定點計算海里數目，應按照以下定理：

設觀測高度大於計算高度時，則飛機位置較假定點近於天體，亦爲近於天體之截距。設觀測高度小於計算高度則飛機位置較假定點遠於天體，亦爲遠於天體之截距。第二十二圖即爲觀測高度大於計算高度之例示。

(2) 一位置綫或移近於天體方向或移遠於天體方向，可閱第二十三圖通常所謂旗桿比喻圖者證明之。設有觀測員立近旗桿，在圖上之某一點，則與旗桿頂端所成之角，有如一垂直角，其高度即作爲圖內之 $\alpha$ ，令此角即作爲測定高度。設該觀測員移立一新位置，且知與旗桿頂端所成之垂直角 $\beta$ 大於 $\alpha$ ，是則該觀測員移近於旗桿座之明證。如第二次移動位置所成之垂直角小於最初位置與桿頂所成之垂直角度時，則該觀測員必然離旗桿位置更遠。此同一之理論亦可應用天體高度之觀測。

第二十三圖 旗桿比喻圖

垂直角  $H$  大於  $H'$ ，即為 A 圈  
較 B 圈靠近旗桿座之明證



d. 按照第二十二圖所示，可知一航行員對於經過假定點之位置綫，無特別用途可以不  
必在圖上繪出。

e. 當 LOP (觀測員位置綫) 在圖上繪出時，應在其旁邊將觀測時間及觀測之天體或  
記號註明，俾免與圖上其他繪綫相混。

### 第四三節 決定位置線各種手續之結論

從以上各節所述，可知航行員對於天文位置綫之決定，須依下述各種主要步驟：

a. 擇所知之天體測其高度。

b. 注意正確觀測時。

c. 選擇一假定點，並在觀測瞬間測量自該假定點所得某已知之天體正確方位角及高度，此測得之方位角及高度為計算方位角及計算高度。

d. 將計算高度與觀測高度兩相比較可得高度差。（即截距）

e. 在圖上繪經過假定點之計算方位綫。

f. 從假定點沿方位綫尋覓與截距等長之點。若觀測高度大於計算高度，則該點較假定點近於天體，若觀測高度小於計算高度，則該點較假定點遠於天體。

g. 經過前節所述該點，繪一與計算方位綫成直角之位置綫。

## 第四四節 假定點之選擇

關於假定點選擇，在本書以前除曾論及該假定點須在推測位置 *dead reckoning position* 或靠近該位置以外，別無所述。此節係說明假定點選擇之結果對於所得位置綫之影響。

2. 通常一假定點之選擇，如果距飛機真正位置不超過一百海里時，則可不致使位置綫有多少之錯誤。在一靈敏之航行者常常依賴無線電及天文各標示，校正推測位置，總不使飛機位置之錯誤達於一百哩，因之一航行者即可以推測位置或近於推測位置之點，取作假定點，依此假定點所得之位置綫，精確度，勢不致超出限制以外。以上所述決非謂距航行者真實位置逾一百哩之假定點依以所得之位置綫即全然無用，不過表明依照以上所述，則根據假定點位置綫而求觀測點位置綫可以迅速測出俾能獲得滿意之精確度。



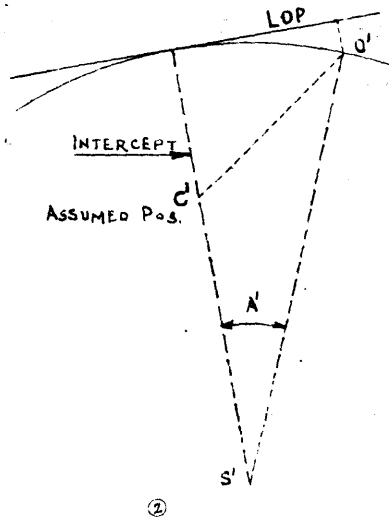
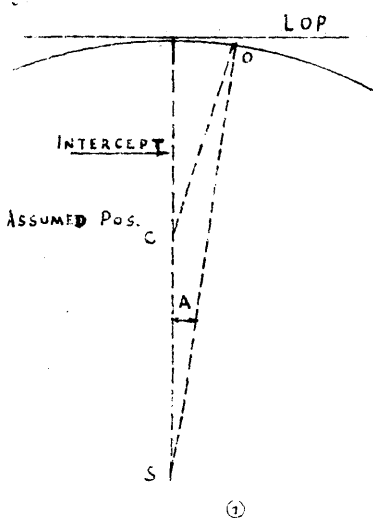
b. 設所選擇之假定點不與觀測員之真實位置符合而發生誤差，此誤差之多寡，則視觀測員真實位置，假定點及受觀測天體之地理位置相互關係而定。例如假定點，觀測員真實位置及天體地理位置約在一直綫之時，則該假定點縱距飛機真實位置數百哩，而結果所得之位置綫亦無多少誤差。設觀測員及天體之方位角與假定點及天體之方位角間相隔距離愈遠，則  $LOP$  位置綫之誤差愈大。惟是一航行員欲知飛機之真正位置必須依天文測量法求得定點  $M$ ，如定點尚未求得，則以上所述  $LOP$  誤差之比較，殊少意義。如航行員對於飛機之位置已經知悉，固然無須再用天文測量，不過亦可再依天文觀測，以證明所求得定點之正確。在  $24(H)$  圖  $O$  為觀測員確實位置， $U$  為一星象之地理位置（因圖說解釋關係，故該地理位置近於方位角） $O$  為假定點，距  $O$  甚遠。因  $O$  及  $U$  均位近於一直綫以內，故  $O$  間之距離雖有數百哩之遙，然此位置綫亦幾於經過  $O$  點。再就  $24(H)$  圖可見  $O$  與  $O$  間方位角之差甚小。在圖  $24(G)$  假定點  $O$  與觀測員  $O$  間之距離亦等於  $24(H)$  圖內  $O$  間之距離，惟  $O$

所在之位置與C所在之位置不同，因之 $\cos OS'$ 與 $OS$ 間之距離甚大，因之此位置綫決不經過觀測員位置O點，而 $\angle$ 角較 $\angle$ 角增加， $LOP$  (位置綫) 則離開觀測員位置甚遠，惟讀者須知此 $\triangle$ 圖係意在解釋，不免為過甚之指示，在實際上 $LOP$ 之偏差，決不如此，一則因假定點之選擇總靠近觀測員真實位置，一則因超過 $60^\circ$ 高度之天體則絕少觀測。當此兩種原因可使觀測位置及天體所成之角與假定點及天體所成之角兩者間之距離，不大顯著。

c. 推測位置很少用作假定點之位置，其最大原因，則以從圖上靠推測位置附近經緯度交切之處，取用作假定點位置，極便於觀測也。

(1) 例如一航行員之位置在觀測瞬間為  $40^\circ 47' N - 170^\circ 28' W$ ，如欲用 $\Delta$ 及 $\triangle$ 圖解法 (H. O. 211) 法解答天文三角，並以 $VP$ 圖繪繪圖時，即可依  $15^\circ 30' N$  及  $75^\circ 20' W$  位置作為假定點。此時觀測員不必用兩腳規計算，以目力即可看見所選擇之假定點。當計算方位角之時一到，即將之度數半齊於經過該點之子午綫

第二十四圖 假定點選擇位置不同影響位置綫圖



若所用之圖上祇有經緯度數整數時，即可用  $\pm 00.0' \times 15000$  之位置作為假定點。

(2) 若用表解方法 *tabular method* 尤其使用簡表時去解答天文三角，則對於選擇假定點，頗有限制。例如一航行員用 H. O. 214 方法選擇假定點，則該假定點之緯度位置須為整度數，而經度之位置，須將該假定經度加入天體之 GHA (格林威爾時角) 所得之 LHA (地方時角) 為整度數。設一航行員在推測位置  $40^{\circ}47'N - 75^{\circ}23'W$  所觀測之天體 GHA 為  $100^{\circ}14'$  則此時應選擇  $41^{\circ}00'N - 75^{\circ}14'W$  位置作為假定點，因該位置既靠近推測位置，且適合以 H. O. 214 方法計算之要求。

(3) 假定點之選擇不符合推測位置而靠近推測位置時，則計算之結果，不致有多少誤差。

## 第六章 天文三角演算

第四五節 概述

第四六節 方法

第四七節 時數表解法

第四八節 H. O. 211 (Ezeton) 方法

第四九節 H. O. 214 (計算高度及計算方位表解)

第五〇節 位置綫計算器，A-3式 (Haquer)

第五一節 位置綫計算器，A-4式 (Fairchild-maxon)

### 第四五節 概述

a. 一航行員並非永遠需要親自為天文三角之演算，例如一天文三角或依星象高度弧綫

法或依北極星視察緯度法以爲換算，惟關於此種解題之必需計算均由旁人作成，製成適當圖解或表解後再由航員審查求三角答案。

b. 天文三角之解答，並非在每次觀測後均須施行，一航員可預行將三角算好製成圖解或表解，以備將來觀測時之參考。

c. 即使一航員在觀測後再解答三角時，亦無需永遠按照四二節所述固定方法解答，換言之，即無需永遠選擇一假定點，在觀測瞬間，自該點計算天體高度及方位角，亦無需作  $H_0$ （觀測高度）及  $H_1$ （計算高度）之比較，及在截距點繪製垂直方位角之  $LOP$ 。（位置綫）

d. 關於上述各種解答方案雖有不同，然欲將觀測結果，換成位置綫並解答此  $PNS$  天文三角時祇用下二節中一種方法即可作天文三角之演算。

### 第四六節 天文三角演算各種方法

a. 在美國航空兵團現時所通用之天文三角端門解答法計有下列數種：

(1) 對數表解法

(a.) H. O. 211 (ageton)

(b.) H. O. 214

(2) 圖解法

a. 星象高度弧綫法 (參閱第十章)

b. 航行員親自預製計算曲綫圖法 (參閱第十一章)

(3) 機械計算法

(a.) A-3 式位置綫計算器 (Hagison)

(b.) A-4 式位置綫計算器 (Fairchild-Maxon)

b. 除上述各種方法以外，又有依北極星觀測而能迅速求得觀測員緯度之表解，圖解及機械計算法。（參閱第九章）

c. 以上各法之主要用途，係將天文觀測結果製成位置綫，除此主要用途外，所有方法（航行員親自預製計算曲綫圖法不計在內），均可用作計算大圓圈方向及距離，並可用以認識未知之星象。

#### 第四七節 對數表解法

a. 天文三角大多數為斜球三角，因之可按斜球三角解答。惟將此斜三角再添一補助邊，可將此斜三角分成兩個正三角，則解答頗為簡易，且近來以來此種解答法，頗風行一時。至兩正三角之作成法，即由該斜三角中之任何一角，畫一大圓圈弧綫，直於相對之一邊即可。

b. 天文三角之解答法按斜三角，抑按兩個正三角演算，有許多數學公式，並且從各種



公式中可隨意採用，然亦有利弊。在一九三四年美國水路測量局印行一種天文三角解答要覽 (Resumé) 內中包含二十七種解答法之分析及比較。在每種方法內之數公式，均可依對數爲十分正確之解答。惟在所有方法中除艾及頓法 (Caton method) 以外，以對數直接解答各種公式，演算頗長，不宜於空航之用。因之有多數簡便表解法係用對數函數以決定需要十分正確之數值，並有直接角度表解，以備求正確角度之數量。

c. 更使三角演算益加簡便者即用演算空格表，凡由各表內所摘錄數量均填於正當空格以內，同時演算步驟，亦可從表內次序逐步指示。此種空格表，並非絕對需要，惟該表格既將每次解答步驟，依次排列，大可免去計算上之差誤，尤其在航員身體疲倦致心思不靈之際，更爲有用。

d. 在天文三角解答要覽內有各種表解，同時並包括各該表用法之解釋。無論用何種方法時，務須按書內規定使用爲要。

#### 第四八節 H. O. 211 (Agaton) 方法

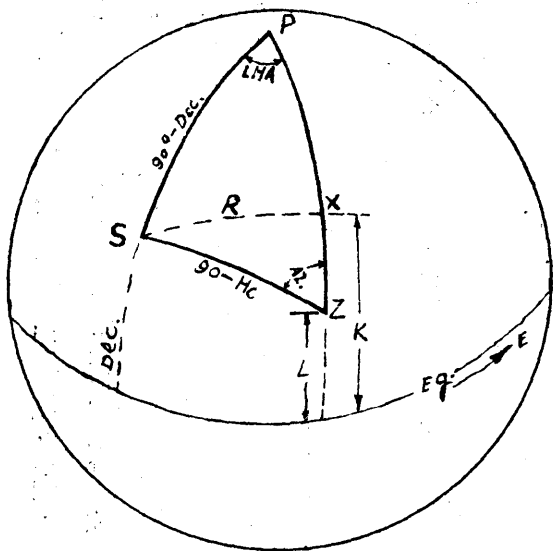
a. 名稱及用途；H. O. 211之名稱即為位置推測，高度及方位角表解。惟位置推測在此處之意義，並非以書內附表推測航行之位置，乃係以推測位置作為假定點而求位置綫之意義。蓋此種方法正與不確使用推測位置作為假定點，或認為使用此方法不便者迥然不同也。

b. 公式：用艾及頓 (Agaton) 法時，係從天體地理位置之投綫垂直於假定點子午綫，換言之即垂直於 MN 綫，如此即將天文三角分成兩直三角。第二十五圖即表明天文三角分成兩直三角者。

(1) 在直三角  $PMN$  內，地方時角  $LHA$  及  $90^\circ - Dec$  為已知數， $R$  可由下列公式算出。

$$\text{Cosec } R = \text{Cosec } LHA \sec dec.$$

第二十五圖 依艾及頓法將天文三角分成二直三角圖



一六〇

已知  $R$  及  $Dec$  則從天球赤道至垂直綫基綫之角距不可按以下公式計出

$$\text{Cos sec } K = \frac{\text{Cos sec } dec}{\text{sec } R}$$

(2)  $K$  再與緯度  $L$  依代數法加減，得  $N-L$  即為  $N$  弧之數

(3) 在  $NSX$  三角內， $R$  邊及  $N-L$  已經求得，則從原定點所測之天體計

算高度  $HC$  ( $90^\circ -$  計算天頂距)，可按下列公式求得。

$$\text{Cosec } Hc = \text{sec } R \text{ sec } (K \sim L)$$

方位角之則按下列公式計算

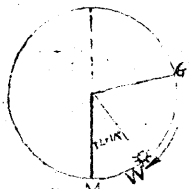
$$\text{Cosec } Z = \frac{\text{Cosec } R}{\text{sec } Hc}$$

- c.  $A$  及  $B$  數值：從以上各種公式可知盡為正割餘割之數，因之艾及頓表解有平行兩欄一為  $A$  欄一為  $B$  欄，在  $A$  欄內，則為以  $100,000$  乘之對數餘割（免去小數）， $B$  欄內則為以  $100,000$  乘之代數正割，此種方法，可使解答簡易，至於每半分之西數表又可省去內推計算。

- d. 艾及頓表格：為解答簡易，因之製定一種空白表格如第二十六圖所示。此種表格，係為以對數解答各公式之便利，而排列如圖示之次序。從艾及頓表解手冊內將三種及三種之適當數值選出，登入此表格之適當空格內，再依各欄標題加減字樣分別加

第二十六圖 艾及頓表格式及解答法

BODY <i>Sun</i>	
GCT-DATE	16-19-15 Jan., 1941
SHA (STAR ONLY)	
GHA <sup>16-12-18</sup>	61° 35'
GTFE <sup>2-11-15</sup>	2° 19'
GHA	63° 54'
LONG. (ASS)	102° 09' W.
LHA	38° 06' E
DEC.	23° 00' S
R	
K	28° 20.5 S.
LAT. (ASS)	44° 00' N
K-L	72° 20.5
HC	14° 27.5
HO	14° 34'
d	06.5 Mi



① M      ② SUBTRACT

HS	14° 37'
COPE	- 03'
HO	14° 34'
	③ ADD      ④ AZIMUTH
	ADD      SUBTRACT
A 20869	
B 3597	A 40912
A 24566	B 8457
	B 8457
	A 24566
	A 32355
	B 51807
	A 60264
	B 1398
	A 22168
Zn 143° 07'	Z N.143° 07' E

toward



入或減去。如此演算之完全手續即成爲例行熟習之辦法矣。

e. 用艾及頓表格爲位置綫之解答（參閱第二十六圖）

(1) 將 GCF 及觀測日填入

(2) 將六分儀所測高度  $H_s$  及其改正後求得之  $H_o$  填入（參閱第八章）

(3) 從航空天文年曆內按照第四章所述求得天體之 GHA 及赤緯數值填入適當位置，且將赤緯註明  $Z$  或  $S$ 。

(4) 將假定點之經緯度填入，此假定點用推測位置，抑係靠近推測位置。

(5) 將天體之 GHA 及假定點之經度按照第四章所述合併計算，俾求得 LHA，此 LHA 須小於  $180^\circ$ 。並註明  $E$  或  $W$ ，有時角表 The hour angle diagram 用以幫助作正確之計算。

(6) 將  $LHA$  填入表內，從艾及頓表解  $P$  欄內擇其最近數值，填入表內(1)欄以內。

(7) 將赤緯數填入，並將  $\Delta$  及  $\square$  數值，分別填入 (1) (2) 兩欄以內。

(8) 將  $LHA - A$  數值及赤緯  $B$  數值相加得和數，如 (1) 欄所示，在表解內得此和數或近似此和數值，擇其相符之  $C$  數值分別填入 (2) (3) 兩欄以內，並將  $LHA - A$  數值重行填入 (4) 欄以內，(此時須注意  $B$  之真正值並未決定，僅需要對數餘割 ( $\Delta$ ) 及對數正割 ( $B$ ) 而已。

(9) 將 (2) 欄內數值相減，以求得  $K$  之  $A$  數值。

(10) 將  $B$  數值從表解  $\Delta$  欄內覓得，取  $K$  之最近似度數值，至於表解內度數從下邊抑從上邊讀起，須視表解左頁上邊之規定為準。

(11)  $K$  亦作爲赤緯論。

注意：從天文三角中  $\square$  所引之垂直綫，依天體在北赤緯或南赤緯之分，必永遠交切於天球赤道之北或南之  $PN$  綫。設在一球上有數個標準天文三角，並在每三角內均投綫，由  $\square$  垂直於  $PN$ ，如此可爲極明顯之證明。

(12) 將  $\Delta$  數值與緯度合併計算差  $\Delta L$ 。如兩者在異名緯度（如南緯與北緯爲異名緯度）則相加，同名緯度則從大數值減去小數值。

(13) 將  $\Delta L$  之  $B$  數值填入第三欄，並將該欄內所填之  $B$  數值相加即得  $H_c$  之  $A$  數值。

(14) 依上條  $H_c$  所得之  $\Delta$  數值，再看艾其頓表解  $\Delta$  欄內相同之數，同時覓得與  $H_c$  相等之  $B$  數值填入第四欄。

(15)  $H_c$  爲高度截距，換言之即  $H_o$  與  $H_e$  間之距離，若  $H_c$  數值大時則爲「遠」於天體， $H_c$  數值小時則爲「近」於天體。

(16) 依第四欄相減所得之數，即得方位角  $N$  之  $A$  數值。再看艾其頓表解內之欄，擇出方位角  $N$ ，雖  $N$  可依表解內之最近似相差半分數值，可以採用，然用最近似之  $L_2$  值，亦可計算正確。 $N$  之數值之採取，應按照表解內右上方規定辦理之。  
在  $N$  後，應按照所取之球極加註  $N$ 、 $S$ 。並按照  $LHA$  係在  $E$  或  $W$  加註



Ex. IV.

(17) 將  $N$  向順時針方向變成  $E$  向

f. 例題：以下問題之解答見第二十六圖

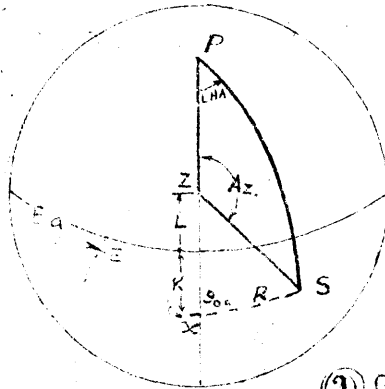
(1) 一飛機之航行員在  $44^{\circ}05'N-101^{\circ}49'W$  推測位置於一九四一年一月一日在格林威商民用時 16h13m15s 用水泡八分儀觀測太陽， $H_s$  為  $14^{\circ}37'$ ；水泡校正為  $0'$ ，飛機高度 10,000 呎。若該航行員選擇  $44^{\circ}00'N-102^{\circ}00'W$  為假定點，此時按艾氏解答法求高度截距  $h$  及太陽順時針方向之方位角  $Z_n$

(2) 注意方位角及高度截距係自假定點  $44^{\circ}00'N-102^{\circ}00'W$  繪製並非由推測位置繪製。

計算輔助

(1) 以手隨繪一天文三角圖，從  $O$  投垂直綫於  $PN$ ，使與三知數相符合（三知數，即  $LHA$ ，赤緯及緯度）如此可依據為下列各步驟之計算：

第二十七圖 天文三角分成兩直三角俾備以艾氏方法之解答



(1) GIVEN:

LAT. } OPPOSITE NAME  
DEC. }

EASTERLY LHA < 90°

FROM DIAGRAM:

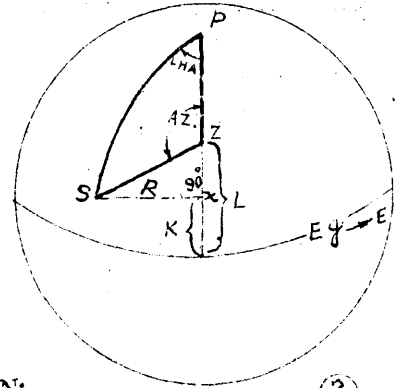
K WILL BE < 90°

• TAKEN FROM TOP OF TABLE

$K \sim L = \times Z = K + L$

AZ WILL BE > 90°

• TAKEN FROM BOTTOM OF TABLE



(2) GIVEN:

LAT. } SAME NAME  
DEC. }

WESTERLY LHA > 90°

K < L (FROM TABLE)

FROM DIAGRAM:

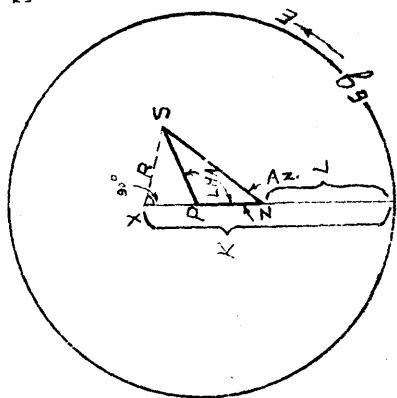
$K \sim L = \times Z = L - K$

AZ WILL BE > 90°

• TAKEN FROM BOTTOM OF TABLE

(2)

(3)



(3) GIVEN:

LAT. } SAME NAME  
DEC. }

EASTERLY LHA > 90°  
FROM DIAGRAM:

K WILL BE > 90°

TAKEN FROM TOP OF TABLE

K - L = XZ = K - L

AZ WILL BE < 90°

TAKEN FROM TOP OF TABLE

(a.) 可表明  $K$  之數值應由表

解上邊或下邊選出

(b.) 可表明  $R$  及  $L$  如何合

併計算或加或減，俾求

得  $R - L$

(c.) 可表明方位角從表解上

邊或下邊取出，並如何

加以註明

(2) 第二十七圖係表明不同之天

交三角，俾可用以解釋以前

解答圖題步驟。能隨手繪製

各種圖形，如第二十七圖所

示者，則對艾氏解答法之了解必能大有補助，且可免去翻閱解答定例之需。惟繪製此種圖時務須注意依照赤緯之或北或南則垂綫亦將交於天球赤道北或南之 PZ 綫也。

#### h. 艾氏法之便利點

- (1) H. O. 211 法可應用於太陽，月球，行星及星體之觀測。其他各法則否。
- (2) 除  $K$  之數值在  $87^{\circ}30'$  及  $92^{\circ}30'$  間之星象觀測不能用外，（此種情形鮮見）無論飛機在地球任何位置及天體在天上任何位置，均可依艾氏法解答。
- (3) 艾氏法對於下列各種測量殊為便利：

- (a.) 以推測位置為假定點，
- (b.) 預製高度曲綫時，可指定一位置作一假定點。
- (c.) 測認新星象，此測認手續費時頗久，然極確實。
- (a.) 計算天體方位俾能空中校準磁羅盤及無綫電羅盤。

(c.) 可計算準確大圓圈飛行。

(4) 表解簡短定例容易。

(5) 無須作內推之計算。

i. 艾氏法之限制：

(1) 此法費時頗久。

(2) 當祇須計算方位角時，解答各步驟須完全自始至終作畢。其他某一方法則不如是。

(3) 當  $K$  在  $87^{\circ}30'$  及  $92^{\circ}30'$  時，則解答不確。

#### 第四九節 H.O. 214 (計算高度及計算方位角表解)

a. 說明

(1) H.O. 214 表解係最近刊行，其中包含天文三角表解，其編排之法可與航行員

所欲視察之計算高度及方位角。關於預計此種數值以備不時之需，實爲多年之計劃。而在此書內所包含範圍，排列方法及內推計算之便利，洵爲此書之特點，且因其簡易故大多人士均喜用此 H. O. 214，較諸其他簡便表解若德氏方法 Dreisenstak (H. O. 208) 雖亦如 H. O. 214 用同一引數者，尤爲受人歡迎。

(2) 此表解既對於太陽，月球，行星及航行星體爲相同之應用，且對於同名赤緯及異名赤緯（同名異名說見前）之天體用法亦皆相同，故此法可應用於南北兩半球也。

(3) 表之排列，係根據全部緯度爲基準，爲使用便利起見每緯度十度，即編成一冊，第一冊即由緯度  $0^{\circ}$  至  $10^{\circ}$ ，第 11 冊即由  $10^{\circ}$  至  $20^{\circ}$ 。以下類推，現在出版者有五冊，完全出版時，按緯度  $90^{\circ}$  計算可有九冊。

(4) 赤緯引數以整度及半度計算列於每頁主欄，同時時角引數，則在每頁靠邊地位。惟從表內翻閱數頁即知赤緯引數自  $0^{\circ}$  至  $90^{\circ}$  則不以每  $30^{\circ}$  列成表解。爲節

省地位計凡不適於實際航行之天體赤緯引數均一概刪除而時角引數亦並未將引數直至  $180^\circ$ 。者一一列舉，此亦因省篇幅關係，凡天體高度，在指明緯度及赤緯情形之下少於  $9^\circ$ 。者（此係約數）均不列入。

(5) 在每赤緯欄自左自右，共有四種數字，代表：

高度 (Alt)

乘數  $\Delta d$  代表赤緯差

乘數  $\Delta t$  代表時角差

方位角 (Az)

(a.)  $\Delta d$  凡因赤緯弧有一變更而致高度變更時以此表示之。

(b.)  $\Delta C$  凡經度有一變更而致高度變更時以此表示之，此  $\Delta C$  僅在推測位置經度亦係假定點座標之一時應用之。

(6) 除  $\Delta d$  及  $\Delta t$  之外，在表內增加一種名為  $\Delta L$  凡緯度弧有一分變更致高度變

b. 更時以此表示之，此  $\Delta$  僅在推測位置緯度亦為假定點座標之一時應用之。  
僅用  $\Delta$  為位置綫之解答

(1) 此種表解編製之初意，係備假定點所選擇地位為緯度及地方時角均係整度數而應用者。緣在是種位置之假定點解答，省時簡易，在此種情形之下，僅需要校正天體之真赤緯與表解中最近似數值間之差，至於  $\Delta$  及  $\Delta$  之校正則不需要。下文所述手續，即按假定點所選定地位為緯度及地方時角係整度數時應用此表解者而言。關於假定點在推測位置之說明，則從省略，因一航行員欲從事於假定點在推測位置之計算，則用 H. O. 211 法翻較簡易也。

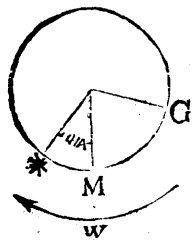
(2) 如第 88 圖之空白表格，係為用此法解答步驟之輔助，此種表格設計，係當以  $\Delta$  校正法而用者。

(3) 手續：

(a.) 量天體之  $H_s$  高度，再改成  $H_o$ ，注意觀測間之  $GCT$ ，從天文年曆中選出



H <sub>s</sub>	46° 49 <sup>1</sup>	SEXTANT
CORR	- 01 <sup>1</sup>	A. A.
H <sub>o</sub>	46° 48 <sup>1</sup>	



Body  
Betelgeux

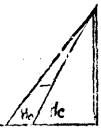
Date  
Jan. 1, 1941

GCT	06-55-40	WATCH
SHA (STAR ONLY)	272° 00 <sup>1</sup>	A. A.
GHA T <sup>06 n<sup>5</sup> 0m</sup>	203° 02 <sup>1</sup>	A. A.
T COR R <sup>05 m<sup>40</sup> s</sup>	1° 25 <sup>1</sup>	A. A.

GHA GC T06-55-40	116° 27 <sup>1</sup>	
LONG	75° 27 <sup>1</sup> W	ASSUMED
① LHA	41° 00 <sup>1</sup> W	INTEGRAL DEGREE
② DEC	07° 24 <sup>1</sup> N	A. A.
① LAT	25° 00 <sup>1</sup> N	INTEGRAL DEGREE
Az	N106° .6 W.	214

Δd (PLUS MINUS)	--49	
ALT	47° 09 <sup>1</sup> .9	214
CORR	- 11 <sup>1</sup> .8	214

H <sub>c</sub>	46° 58 <sup>1</sup> .1	
H <sub>o</sub>	46° 48 <sup>1</sup> .0	
a	10 1 Mi.	AWAY



天文航海學  
第二十八圖

H. O. 214 表格及解答

一七四

該天體之  $GHA$  及赤緯，登入格式內。

(b.) 假定一經度其  $LHA$  ( $GHA$  - 假定經度) 爲整度數，此時假定經度須靠近  $DR$  經度並以少於  $30'$  者爲善，將  $LHA$  填入表格，并註明  $E.$  或  $W.$

(c.) 假定緯度爲最靠近  $DR$  位置之整度數。

(d.) 看表解得假定緯度及最靠近之赤緯整度或半度數。正對  $LHA$  選擇高度， $\Delta p$  及方位角。

注意：覓赤緯度時，須看赤緯欄記號。

(e.) 從書底頁內面乘數表覓得  $\Delta p$  修正數。 $\Delta p$  在表旁，赤緯在表頂，緯度修正數即在表內。此表分成兩部，一部用於赤緯差整分數者，一部用於零分數者。修正數記號之決定，則看高度數值及含有正確赤緯數之赤緯表解。

在高度， $\Delta p$  及方位角自表內取出時即應同時作修正記號之觀察，設表列之赤緯數移向正確赤緯而高度增加時則在表列高度上加  $\Delta p$  修正數。

若表列赤緯數移向正確赤緯而高度減少時，則減去  $\Delta p$  修正數。計算結果即為  $H_c$ 。

(f.) 照通常方式比較  $H_c$  及  $H_o$  以求得高度截距  $p$ 。

(g.) 依照天球極  $Z$  或  $S$ ，及依照  $LHA E$  或  $W$  將方位角註明  $Z$  或  $S$  及  $E$  或  $W$ 。

(h.) 變方位角為  $Z_p$ 。

(4) 測繪製圖：

(a.) 僅以  $\Delta p$  修正為位置綫之解答時，則依以觀測之假定點，其座標必須為表解內整度數之緯度。

求得  $LHA$  能為整度數之經度。

(b.) 由觀測兩天體而求得定點時，則在每一觀測須有一不同之假定點，因之一假定點不能測兩天體，致使測繪工作多有加增。

(5)  $\Delta p$  修正之說明：凡由表內所選出高度當然正符合，該表解內所登載之數值。

然有時天體之真正赤緯與表解內赤緯不同。故須計入此差數，以爲高度之修正。例如某星象之真正赤緯爲  $57^{\circ}33'1''$  在表解內赤緯爲  $57^{\circ}30'$ ，如是赤緯差爲  $3'.1''$ 。△d 代表爲赤緯弧變更一分時所差之高度，若以赤緯差乘  $\Delta^2$ ，則可得赤緯高度之修正數。在表解底頁內邊備有乘  $\Delta^2$  之法及檢查赤緯差之法。待得到修正數以後，須按照以前  $b(3)(c)$  之規定以十號或一號併於表解內高度計算，其結果即爲正確之  $H_c$ ，從此  $H_c$  可得緯度之整度， $LHA$  之整度及天體之真正赤緯。

(6) 例：以下問題之解答法見第二十八圖

(a) 某飛機航員在推測位置  $25^{\circ}15'N-75^{\circ}13'W$ ，在一九四一年一月一日 06h55m 40g GCT 以水泡八分儀觀測率宿四。 $H_s$  爲  $46^{\circ}49'$ ，水泡修正爲  $0'$ ，飛機高度爲 5 000 呎，依 H. O. 214 方法，並僅用  $\Delta d$  修正數，求高度截距及順時針方位角。

(b) 須注意以上觀測係從  $23^{\circ}00'N - 75^{\circ}27'W$  位置測繪之。

c. H. O. 214 法之優點：

(1) 此種位置綫解答法，可同樣用於觀測所有天體。

(2) 祇用  $\Delta P$  修正數，故此法簡易。

(3) 從表解內所取出之方位角，足夠正確，可用以旋轉校正飛機羅盤，並無需另有修正數之必要。以假定點校正羅盤固然與地面真實位置校正羅盤，不相符合，然假定點與天體所成方位角及真實位置與天體間所成之方位角其差數並不顯著，緣天體在天空地平圈低處，故差數不顯可為羅盤校正之用，此假定點之選擇，必須在亦可能在真實位置緯度  $30^{\circ}$  及經度  $30^{\circ}$  以內也。

(4) 認識星象之法簡便。

(5) 用此表解可計算大圓圈方向及距離惟  $\Delta P$ ,  $\Delta L$ , 及  $\Delta T$  三個修正數均須計算。

d. 缺點：

(1) 表解有數巨冊，頗爲笨重。

(2) 現有之表解，祇編到南北緯各五十度，因之此法非俟其餘緯度表解編發以後，不能用於較高高度。

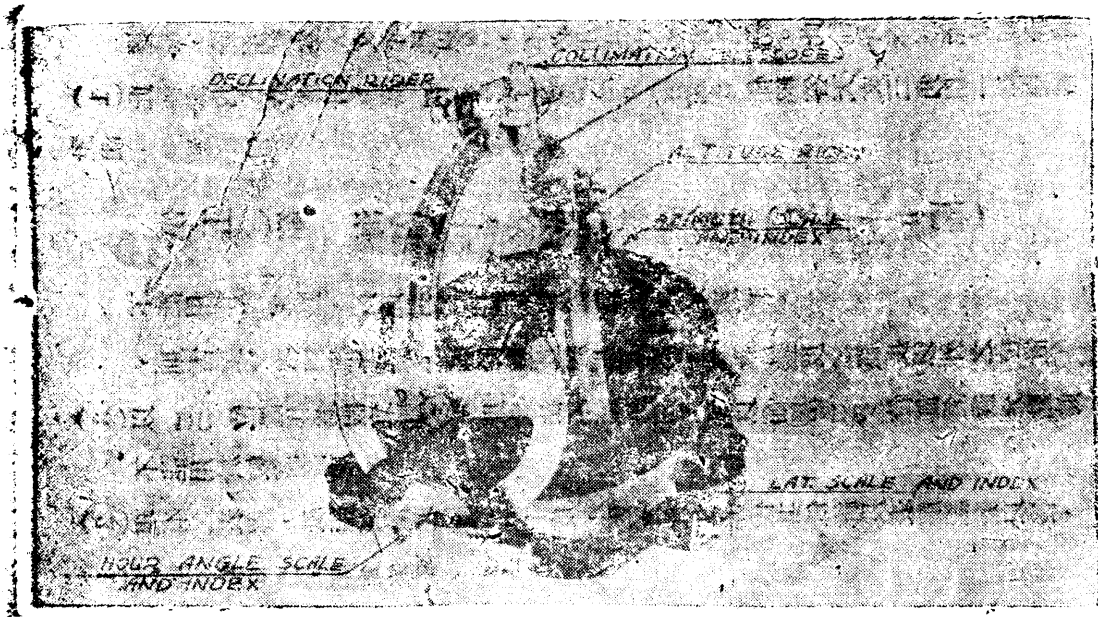
(3) 以  $D_2$  位置作爲假定點時，則此法不適用於，緣以如用  $D_1$  位置爲假定點時，則需要三次內推手續。若除整度緯度及求  $LHA$  整度之經度以外之位置，不能用作假定點，因此對於預測高度弧綫，則不適宜。

### 第五〇節 海內 $\Delta$ -3 式位置線計算器(見二十九圖)

#### 說明

(1) 此種海內式位置計算器 Hagner Position Finder 係解答天文三角用一種機械機構，除用航空天文年曆以外，不必用其他參考書籍。此種計算器能將觀測瞬間之情形，以鋼製機構表明，除用於解答天文位置綫以外，尙可用以認識星象

圖二十九 圖 Line of Position Computer, A-3(Hagner)



及解答大圓圈飛行各問題。

(2) 此種計算器有數個弧形機構，在每個弧形機構刻有度數及測微分數，俾可用以指示弧綫近似之分數，無須作內推手續。在每個弧形機構均有鎖銷，過天文三角中每一因素規正後，即將鎖銷開啓，並將刻度指定最近似之度數，然後再將其鎖住，最後以測微切綫螺絲調整。

(3) 地心(觀測員)即認作爲方位角圈之中心，最大弧即爲依觀測員方位角所取之天體位置綫，亦即爲天體之時圈。在該弧之一端有分度刻畫，以爲規定地方時角之需，同時有赤緯度及游碼 rider 俾可規定天體在時圈上之位置。

(a) 時角分度包含  $110^{\circ}E$  或  $110^{\circ}W$ ，凡在此度數內之時角，皆可規定。時角之指針係屬固定，而刻度則可以隨弧移動，在分度儀及測微計盤上，有黑色刻度及紅色刻度，係以天球北極測量時，紅色者則計算向東時角，紅色者則計算向西時角。若用天球南極時，則用法相反。用黑色度時，則測微



計上亦須用黑度，用紅色度時，則測微計上亦須用紅度。

(b) 赤緯刻度則分爲  $10^{\circ}$ ，因之可以規定赤緯度是否與觀測員之緯度同名者抑係異名者。黑色度數，則用於同名緯度，紅色者用於異名緯度，赤緯度數係屬固定，指針則隨游碼移動。赤緯游碼裝有望遠鏡，以備如下述照準之用者。

(4) 緯度刻畫，僅分至  $10^{\circ}$ ，用以觀測假定點緯度之需。此刻度非若時角，赤緯，及方位角刻度分成紅黑二色。此緯度刻畫，用以規定方位角刻度所依據之地平圈面。

(5) 高度游碼，依高度弧而移動，可指示天體之高度，高度刻度係一種顏色，自  $0^{\circ}$  至  $90^{\circ}$ ，游碼上裝有望遠鏡，俾與赤緯望遠鏡同作照準之需。

(6) 天體之方位角則在方位角圈上指示之，圈上各分刻自  $0^{\circ}$  至  $180^{\circ}$ ，一半爲黑色，一半爲紅色。測微計盤上亦分成紅色及黑色分數，與度數劃分相符合。指

針係屬固定，度數則可移動、此種計算器在後來有將方位角圈上，刻以  $0^{\circ}$  者。在此種式樣計算器，則方位角須註明天文球極，並須認爲在北半球則順時針方向測量，在南半球則反時針方向測量，如此即等於  $N^{\circ}$ 。

b.

定向儀器：設將  $THA$  弧軸與分度儀均指向觀測者之天球球極，則對於依照何種顏色之刻度而規定各部位時，可以免去混淆之弊。如是再規定時角，即將時角弧於轉正向天體在天空位置，再看時角分度儀，即可知正確度數。設觀測員在北半球觀測，天體赤緯爲  $Z$ ，則赤緯游碼在赤緯刻度上安放之位置爲在  $0$ 。與  $THA$  弧分度末端之間。設赤緯爲  $U$ ，而天球球極係北球極，則赤緯游碼須移動在  $0$ 。與軸地方時角軸相對一端之間。若觀測員在南半球，則南赤緯須放在  $0$ 。與時角軸分度末端之間，若觀測員在南半球而用北赤緯時，則赤緯須正向軸之相對一端。在方位角刻度上所表明之度數分數，須註明相符之球極及時角。例如北球極東時角，則方位位角之書法應爲  $Z$ 。若干度  $E$ 。

c. 用法：用此儀器解答天文三角共有二法，一為依假定緯度及假定經度而解答者，一

為以  $H_0$  及假定緯度或假定經度而解答者。

(1) 依假定緯度及假定經度而解答位置綫之法

(a) 觀測天體看 GCT, 修正  $H_s$  得  $H_0$ , 從航空天文年曆中擇天體之 GHA 及赤緯。

(b) 選擇一假定點，該點或為 DR 位置或靠近該位置。

(c) 覓天體之 LHA 俾得假定經度。

(d) 在 HA 刻度上，規定該 LHA。

(e) 放赤緯游碼至赤緯度數。

(f) 在高度刻度上，規定假定高度。

(g) 此時夫規定者尚有兩部分，一為高度，一為方位角，此兩部分為未知數，亦即為欲解答之數，欲求此兩數時，應將方位角圈及高度游碼移動，直至

高度及赤緯望遠鏡對準爲止，當兩刻度圈從望遠鏡看視正在同一中心時，則對準成功。在對準時，不可移動  $H_A$ ，赤緯或高度等游尺。

(h) 對準完畢，即在高度  $D$  刻度上看從假定點所得之天體計算高  $H_c$ 。

(i) 從方位圈上讀方位角。

(j) 將  $H_o$  及  $H_c$  比較俾求得截距，並從假定點按照經常法則測製位置綫。

(2) 用  $H_o$  與假定緯度或假定經度爲位置綫之解答法：

從上述方法可知一三角中之任何三部分數字已經知悉，或已假定並在計算器規定地位時，則其餘兩部分可用望遠鏡調整刻度使之照準即可。至於行將解釋之方法，則係以觀測員真正位置圈，交切於兩整度緯度，或交切於靠近  $D$  位置之兩整度子午綫，將此交切點尋出後，即可確實回定位置綫之方向。在此種方法中，可無須記錄方位角，不過方位角圈仍須用爲照準之需詳見下文。

(a) 觀測天體，看  $GCT$ ，修正  $H_s$  得  $H_o$ ，從航空天文年曆中檢出天體之

GHA 及赤緯。

(b) 位置圈既垂直於天體方位，故一觀測員須測度所測製之位置綫，抑偏於東西向，抑偏於南北向，若偏東西向即在 DR 位置附近選擇兩整度子午綫，若偏南北向，則在 DR 位置附近選擇兩整度之緯度，若天體方向之結果，使位置綫斜切子午綫或緯度，例如約  $5^{\circ}$  時，則可檢用任何兩整度子午綫或兩整度緯度，均無若何關係。

(c) 取兩整度子午綫法：按照每子午綫，計算天體之 LHA 時將各子午綫之經度與天體之 GHA 相加即可。計得 LHA 後，即按照下述手續擺定計算器：規定業經計出之任何一 LHA，規定赤緯，在高度刻度。規定 Ho 改變各方位角刻度及緯度刻度地位直至望遠鏡對準為止。在對準成功後，即在緯度刻度上，讀得位置圈交切子午綫所在點之緯度，而此子午綫即係用以規定 LHA 者。該緯度點得到後，即記於圖上，此時赤緯及高度規定

仍照原位置不變，祇將 LHA 改變位置，再調整方位角刻度及緯度刻度使之對準後，即在緯度刻度上，讀得位置圈交切子午綫所在點之緯度，而此子午綫係用以第二次規定  $\square$  者，將第二次所得之緯度點畫於圖上，如是經過圖上所繪之兩點，畫一直綫，此即為位置圈。

(d) 取兩整度緯度子午綫法：按照下述手續擺定計算器：在兩整度緯度中規定任何一整度緯度，規定赤緯及  $H_0$ ，祇移動 LHA 及方位角刻度使對準，記下 LHA。再規定另一整度緯度，並移 LHA 及方位角刻度使對準，記下第二次計算之 LHA。將每 LHA 與航空天文年曆中所檢出之天體 GHA 合併計算，即可覓得位置綫與每緯度（在計算器上規定之緯度）交切所在點之經度。將此兩點記入圖內，畫一直綫經過兩點，即係位置綫。

(e) 從上述手續分晰，可知用整緯度及整經度時，則無須預作假定點，即用靠近 DR 位置之任何兩緯度或兩經度即可。所以用整度者，係在取得便利

而已。

(7) 關於位置綫方向須預先估計之理由有如下述：設有天體本係北向，而誤認其位置圈交切於兩整度緯度。如此所得之位置綫既爲東西向，則位置綫與兩緯度交切點所在之經度，必然相隔甚遠，則其中一交切點或兩交切點均落於圖外，在此種情形下，即無法測得定點。即便落於圖上，亦不如取用兩整經度計算之正確。緣以計算器已經錯誤安放，即指誤置假定緯度而言。則時角弧在對準以前已經移動數分，因知不能知正確時角之位置。若天體本東或西向，而誤檢用兩整度經度，則推測及對準亦有與上述同一之煩難。

(8) 用  $\square$ 。及假定整緯度或整經度計算位置綫時，則在計算器用作每一種規定時，均有兩個解答，緣以經過位置圈之每一緯度，即爲位置圈之弦故交切於位置圈者兩次。同樣取假定子午綫時，亦有兩交切點，因之有兩種解

答，惟知與飛機 DR 位置相近者，則爲正確之解答，至另外之一交切點至少必離 DR 位置數百哩之遙也。

運用，處置；及維護。

(1) 航行員須有正當方法處理海內位置計算器，例如安放測微計游標之螺旋傳動機構於各弧齒上之時，常常發生困難，蓋安放一不注意或急切安放，則此螺旋傳動機構，將完全自弧齒上離起，如遇此種情形，不可用力強其放入，否則該部分必致損壞，而儀器亦失去正確。此時應將測用弧或游碼連同拔起之螺旋傳動機構，稍爲移動，即可立刻安放適當位置。設能注意於游標指針在測用弧上度畫間之安放，則可免去機構不靈之弊。

(2) 游碼安放時，須向正當之方向推動，緣此與最後之對準，很有關係，萬不可用過分力量，恐阻礙透鏡中心。

(3) 所有儀器上之各移動部分，均係極精確車成，因之平均穩實力量，始能將各部



安放妥當。

(4) 將此計算器復行安放箱內以前，須將各弧，各游碼及方位角板放於 $0^{\circ}$ 部位。高度游碼則放在 $0^{\circ}$ 部位。如此可離開座盤懸起，各弧不致受有何種壓力，此時兩手緊握座盤，使儀器倒置，謹慎放於座盤以內，此種儀器絕對不可藉用高度弧及時角弧提起，如果以該弧等承受儀器重量(十磅)則經過若干時間，則精確之弧必有彎曲，如此相互計算時則不正確，而游碼對準亦受影響。

(5) 此計算器未敷漆部分，可常常加用少量滑油布，即可保證該部分不致氧化。

(6) 計算器上透鏡各部，因防止濕氣灰塵應常拭淨，最好用上等乾淨麂皮或洗淨手絹擦拭，當擦此種透鏡或高度透鏡時，須極端注意不可用力致使此部分準度不能與其他部分配平。如需用力擦拭則須與透鏡面平行用力，不可反其道而行。

(7) 使用此種儀器，普通常識實為需要，設能在使用時，加以合理之注意，則其精確性可永遠保存。

(8) 若校正此種儀器，先用艾及頓 (H. O. S. I.) 法解答一題然後依此解答，爲此計算器之校正，如游標細心安放，則校正相差數不出  $\frac{1}{10}$  或  $\infty$ 。

e. 優點

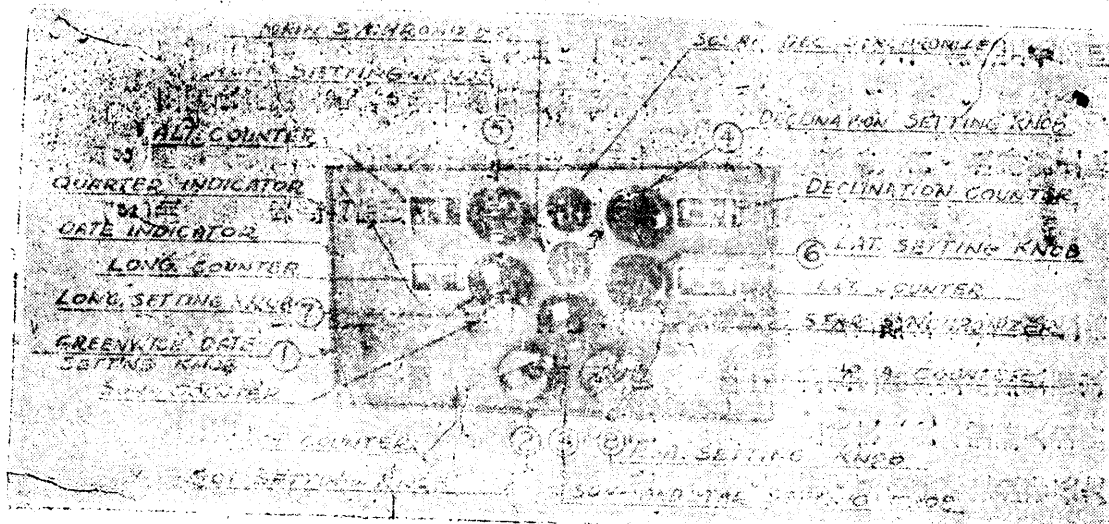
- (1) 此法可用於各種天體之計算。
- (2) 除 LHA 以外不必用代數計算，所用之書僅航空天文年曆已足。
- (3) 用 DR 位置或靠近 DR 之假定位置，均可爲位置綫之解答。
- (4) 迅速認識未知星象。
- (5) 迅速計算大圓圈方向及距離。
- (6) 無須用高度截距即可覓出位置綫 (法見上述 C (2) 節)。
- (7) 對於預測高度及方位角弧極爲有用。
- (8) 此儀器爲天文三角之描寫，用於課室最爲適宜。

f. 缺點；


- (1) 觀測員高度過70°，天體LHA過110°，赤緯過60°，皆不能作解答。
- (2) 在飛行時不適用，因刻度難讀又難規定，尤其在航行船燈光不明之下為甚。在規定刻度時，須注意用紅色度數或黑色度數及測微計讀數，測微計蓋常常因隙漸寬，即切綫螺絲有時旋轉經過弧度數分而在照準時亦難覺察。
- (3) 為精確之儀器，若誤為運用，則易紊亂。
- (4) 在飛行時難運用。
- (5) 較表解法笨重。
- (6) 解答無記錄，不能較對錯誤。
- (7) 較表解價昂。

### 第五十一節 費齊馬克森式位置綫計算器：

type A-4 (Fairchild-maxson) (見第三十圖)



3. 說明

(1)  計算器係一機械計算器以爲解答天文三角之用者。解答依據之公式，係昔日所用之老公式，惟此種儀器之特點即依偏心輪，溝槽，及齒輪等爲此等公式之解答，頗爲巧妙。此儀器並不求方位角，蓋天體之已知方位角不能擬入此種儀器以內。位置綫方向，則依位置圈交切於靠近  $\square$  位置之兩緯度或經度而定。故此法與海內計算器所用之  $\square$  及兩假定緯度或兩假定經度作爲引數之法相似。

(2) 此儀器亦與他法相似，可以計算大圓圈飛行問題或爲星象之認識。

(3) 關於太陽所應用之天文年歷諸元，均由一偏輪供入計算機構之內，此偏輪上刻三個月所用之諸元。此偏輪連同隨動器及輔助齒輪，均另成一組，稱爲分組 *Subunit* 在每一儀器上有四個分組，一分組安於計算器本身之上，其餘三分組則另裝入匣內，匣上並注明用於何年及何季者，此分組名爲季歷 *Quarterly alix-*

3114C。不致與年歷相混，通常在計算器匣內備有正在應用之分組及備用之分組。

(4) 第三十圖即表明此種計算器之表面，及其運用操縱部位，附有號數可以參證。

(5) 此計算器可用南北赤緯之任何天體，及從零時至 24 時之赤經以計算任何南北緯度及任何東西經度之位置綫。

(6) 觀測恆星，行星，及月球時，則被測天體之赤緯及赤經均須在適當計度器規定。為太陽之觀測時，則相等之諸元，均可自動入於計算器內。

(7) (a) 關於觀測太陽之解答，無須用各參考書籍，表解及年歷。

(b) 觀測恆星，行星，及月球時，則該被測天體之赤經及赤緯數值均須在觀測瞬間覓得，在觀測恆星時，此種數值可迅速由年歷中取得，而月球及行星赤經數值，則未載年歷以內，必須由表解中各該天體  $GHA$  再求得赤經，此種換算殊覺煩瑣，因之對於此種儀器其他優點，亦有棄置之勢。月球及行星之赤經數值載於海事年歷，如無海事年歷，則可依照下列公式從天文

年歷已知諸元計算之。

$RA (= GHAR - GHA)$ ，或

$RA$  行星 =  $GHAR - GHA$  行星

從  $GHAR - GHA$  天體所得數為度數，並須換算成時數單位，有時在表解  $GHA$   
 $\gamma$  上加  $360^\circ$ ，必要時，可作減法。

(8) 在第二十圖，鈕(1)係用作格林威齒觀測日，此種操縱係永遠開轉一全周按擊子所表示之位置即停於該處，鈕(2)係用作規定觀測間之格林威齒民用時，鈕(3)係運用太陽及星象計度器者，至於依計度表規定時旋轉之方向，則在左邊盤上有箭頭指示之鈕(4)運用赤緯計度器及太陽赤緯聯動指示器。當各指針均校齊在一綫時，聯動指示始告成功。慢指針及快指針均向同一方向移動，至於曲柄搖動之方向須與最鈕方向成一直綫，通常第二速度(下右方)指針，係指明方向。關於總聯動器最後移動方向，可見下文規定。北赤緯及南赤緯則在計

度器表板指示，遇計度器經過0。則表板即自動改變位置。鈕(5)係用作規定高度，鈕(6)及(7)係分別用作規定緯度及經度者。在經緯計度器表板上均可自動表明北南緯度及東西經度，鈕(8)係運用赤經者。

### 3. 運用

(1) 運用前注意事項：此▶▶式計算器在使用時，須注意下列各事項，俾免有所傷損。

(a) 在此儀器上所用之季歷，以三個月為一組，共有四組，分別以一月一日，四月一日，七月一日及十月一日為各組之始。而在每組季歷偏輪之末，亦備有下一組兩三日日期，此兩三日日期為兩組共有之重復日期。在運用日期規定鈕 date setting Knob 之時，祇以偏輪上所有之日期為限。設在某一組季歷開始以前或完了以後，如日期規定鈕移動不自然時，慎勿強迫使之移動。在計算器上裝置之季歷組，遇有用該組之開始或完了之重復日



期時。不可超過一日或兩日爲要。凡裝置計算器上之第一組應用於某一季均在該機器上左角地方註明。

(b) 各計度器上均有止動子 stop. 不可強迫操縱各計度器，經過止動子地位，在緯度經度及赤緯各計度器上之位置無止動子，故在運用時可以繼續經過之位置而達於異名各度（如北緯與南緯爲異名緯度）之數值，茲將各計度器上止動子地位開列如下：

1. GCT, 在 0 及 24 時。
2. RA, 在 0 時及 24 時。
3. altitude 在 0 及 90°。
4. Latitude 在 90° N 及 90° S。
5. Longitude 在 180° E 及 180° W。
6. Declination 在 90° N 及 90° S。

(c) 在新製機器，常有在止動子中間地位，即操縱不靈，此時應將操縱器前後搖動，即可靈活。

(d) 下列自(2)至(7)各種手續之最後步驟，即為與主聯動器 *main Lynchrod* 成一直綫。為使反動量 *backlash* 之結果達於極小限度，在最後移動須使長指針達於順時針方向之指標綫，惟在協調赤緯指針時，則無需如此。

(2) 在任何瞬間從假定點計算太陽高度：下列各節係專為預測太陽高度之重要手續

(a) 計入格林威爾日(鈕1)

(b) 計入所求高度瞬間之格林威爾民用時(鈕2)

(c) 旋轉鈕3，以協調太陽計度器，換言之，即旋轉該鈕直至計度器示出太陽時號——為止

(d) 協調太陽系赤緯聯動器(鈕4)，須注意在指針已成一綫時，則太陽赤緯即

自動記入赤緯計度器。

● 計入選擇位置(即假定點)之緯度及經度(鈕6及7)

(f) 旋轉高度操縱(鈕5)直至主聯動器 main synchronizer 成一綫爲止，

並按照以前所述，在作最後調整之時，應將長指針達於順時方向之指標。

(g) 看高度計度器示數，即爲所求之高度

(3) 預計太陽位置綫解答法：不但在任何瞬間從假定點計算太陽高度且欲從假定點求位置圈方向時，則須依下列手續實施。

(a) 先按照前(2)項所述求高度後再照下列次序辦理。

(b) 在某GCT 瞬間從該假定點估計太陽北向或南向，如係南向或北向，則改變經度鈕1。若東向或西向，則改變緯度鈕1。

(c) 設經度規定改變1，則旋轉緯度鈕以協調主聯動器。設緯度規定改變1，則旋轉經度鈕以協調主聯動器。惟規定高度，始終不可變動。

(d) 讀新緯度及新經度示數，並記下。

(e) 在圖上繪製選擇(假定)位置及由(d)項所得之點經過該點等晝綫，即爲所求之預測位置綫 *hracomdited line of position*。

(4) 依觀測高度 ( $H_o$ )，求太陽位置綫：此種手續與(3)項所述極爲相似，惟用 ( $H_o$ ) 代替計預之高度而已。換言之，下列手續係覓觀測位置綫之所在，並非經由假定點或何選擇位置所得之預測綫也。

(a) 計入格林威爾觀測日

(b) 計入觀測之 GCT

(c) 協調太陽計度器，即旋轉鈕(3)直至計度器出示太陽符號——爲止

(d) 協調太陽系赤緯指示器

(e) 計入正確觀測高度 ( $H_o$ )

(f) 以目力參證太陽，看最後所得之位置綫抑爲東西向或北南向。

如位置綫爲東西向，即靠近推測（DR）位置運兩整度經度，在計度器上先後規定該兩經度。再旋轉緯度鈕俾協調主聯動器，以求得相等之緯度。在作此種手續時，始終在高度計度器上之規定高度不變。在每次協調以後，即將選擇之經度及相等之緯度記下。記下後即在圖上繪製兩點，經過此兩點畫一直綫即爲觀測位置綫。

2. 如位置綫爲南北向時，即在推測位置附近，選兩整度緯度，在計度器上先後規定該兩緯度再旋轉經度鈕協調主聯動器，以求得相等之經度，在作此種手續時，在高度計度器上之規定高度始終不變。在每次協調以後，即將選擇之緯度及相等之經度記下。記下後即在圖上繪製兩點，經過此兩點畫一直綫，即爲觀測位置綫。

(5) 在任何瞬間自假定點測星象高度之法：下列各節係爲預測太陽高度之重要手

(a) 計入格林威爾日 (鈕 1)

(b) 計入所求高度瞬間之預選格林威爾民用時 (鈕 2)

(c) 計入星象赤經 (鈕 3)

(d) 旋轉鈕 (鈕 4) 以協調星象計度器，換言之，即旋轉該鈕直至  $0^{\circ}$  字出現出爲止。

(e) 旋轉鈕 (鈕 5) 俾在赤緯計度器上計入星象赤緯 (太陽系赤緯聯動器不可過問)。

(f) 計入選擇 (假定) 位置之緯度及經度。

(g) 旋轉高度操縱 (鈕 6) 直至主動器以一綫爲止。

(h) 看高度計度器示數，即爲所求之高度。

(6) 預計星象位置綫解答法：不但在任何瞬間從假定點計算星象高度且欲從假定點求位置圈方向時，則須依下列手續實施。

(a) 先照前(5)項所述求得高度後再照下列次序辦理：

(b) 在某 COT 瞬間，從選擇(假定)位置估計星象北向或南向。如係南向或北向，則改緯經度鈕 $\Gamma$ ，若東向或西向，則改變緯度鈕 $\Gamma$ 。

(c) 設經度規定改變 $\Gamma$ ，則旋轉緯度鈕以協調主聯動器。設緯度規定改變 $\Gamma$ ，則旋轉經度鈕以協調聯動器。惟規定高度始終不可變動。

(d) 讀新緯度及新經度示數並記下。

(e) 在圖上繪製選擇(假定)位置及由(c)項所得之點，經過該點等畫綫，即爲所求之預測位置綫。

(7) 依觀測高度  $H_0$  求星象位置綫：此種手續與(6)項所述極爲相似，惟用  $H_0$  代替預計之高度而已。換言之，下列手續，係覓觀測位置綫之所在，並非經由假定點或何選擇位置所得之預測綫也。

(a) 計入格林威爾觀測日。

(b) 計入觀測之 GCT。

(c) 計入被測星象之 RA (鈕 8)。

(d) 協調星象計度器 (鈕 3)。

(e) 計入星象赤緯 (太陽系赤緯聯動器可不過問)。

(f) 計入觀測高度 HO。

(g) 以目力參證星象看所得之星象位置綫東西向抑南北向然後即依照 (4) 項所  
進求太陽位置綫之法選擇兩整度經度或兩整度緯度。此時高度計度器所規  
定之  $H_0$  不變並協調主聯動器分別求得假定經度之相等緯度，及假定緯度  
之相等經度，其法與上述依  $H_0$  求太陽位置綫之法相同。將求得緯度及經  
度兩點記下繪入圖內，經過兩點畫直綫即爲觀測位置綫。

(8) 求月球及行星位置綫之法：此種天體之  $H_0$  一經求得，則解答法與求星象位置  
綫之法相同。



c. 方位角：從此計算器繪測到位置綫以後，則天體方位角之求得即測量與該位置綫成直角之綫所得之方位即可，惟須注意測量方位角，不可測量反方位角 *reciprocal*，若欲求極精確之方位角時，則依此法所得之方位角不適用於。

d. 高度截距：設依選擇緯度及經度計入計算器，並用高度操縱協調主聯動器，則在協調後高度計度器之示數，當然為計算高度  $H_C$ 。設在此 GCT 同一瞬間，觀測員觀測天體高度而得觀測高度  $H_O$ ，則  $H_C$  與  $H_O$  差數，則為高度截距。若假定點位置綫已從計算器計得繪製圖內，則從該假定位置綫依截距之距離地位畫綫與該假定位置綫平行，則可製出觀測員位置綫，惟此種繪製觀測位置綫之法很少應用，緣以前  $\sigma$  (4) 及 (7) 兩項所述方法以外，尚有許多步驟也。

9. 兩解答之可能性：當依觀測高度 ( $H_O$ ) 求一位置綫時，而計算器所得之結果，常有兩種答案，此蓋由於經過位置圈之緯度平行圈，為位置圈之一弦，因之在兩不同經度綫上與此圈交切。同樣，每子午綫亦為圈之一弦，在兩不同緯度上與此圈交切。

而此兩交切點至少相離數百哩，此時知推測位置所在，即能擇出正當交切點而知其數值。

f. 調整

(1) 不可將此計算器試行拆卸，或作不明文規定之調整。

(2) 裝置季歷法。

(a) 在每一年內每季之第一日，應將舊季歷安裝。惟此種季歷拆卸及安裝，直至現在，爲一難處理事項，此爲致機件紊亂之最大原因，在計算器技術命令中載有拆換季歷之詳細手續，航行員應取用參閱，緣在該書中除正文以外尚有圖說解釋。總之，在拆換時間內，始終均須極端小心謹慎。

(b) 在拆換完畢後，舊季歷須繳還航空兵團材料庫，再重行改製，以備翌年同季季歷之用。

(3) 每一計算器全部應每年一次繳還材料庫俾便調整。

8. 校正計算器：在全部調整後看其是否正確，共有數種校正之法，其最簡易者，則爲解答一子午綫問題，不過須避免零位置之校正（一經連用此種計算器，即可表明在任一計度器規定零位置時，爲一極難之事），校正手續如下列：

(1) 規定某一日期。

(2) 規定  $30^{\circ}W$  longitude。

(3) 規定 GCT 在  $14h00m00s$  並選擇某日內之  $15^{\text{th}}$  時差係用相反加減符號者，例如時差爲  $-6m14s$  則將 GCT 規定爲  $14h06m14s$  此與在某日民用日以  $14hGAT$  求相等 GCT 時間之法完全相同。

(4) 協調太陽——計度器 *Solar Computer* 在  $30^{\circ}W$  longitude 之地方正午視時，在計算器內規定。

(5) 協調赤緯變動器，在赤緯計度器上須示出在選定日期  $15^{\text{th}}$  GCT 太陽赤緯之數值。

(6) 規定赤緯計度器達於  $30^{\circ}00'$ ，規定緯度計度器達於  $12^{\circ}00'N$ 。

(7) 轉動高度操縱，以協調主驅動器。

(8) 高度計度器應示出  $54^{\circ}00'$ 。

(9) 轉動 GCF 操縱柄使達於  $14h00m00s$  整時，如此即將太陽——計度器 (GCF Counter) 示數取消。

(10) 運用 RA 鈕以協調星象計度器。

(11) 當星象計度器示出 S-T-A-R 則 RA 計度器須示出  $12h02m18s$  加恆星時，即等於所擇日期中之 OBJECT，設加數之和超過  $24$  時，則減去  $24$  時。

等於所擇日期中之 OBJECT，設加數之和超過  $24$  時，則減去  $24$  時。

等於所擇日期中之 OBJECT，設加數之和超過  $24$  時，則減去  $24$  時。

### h. 優點：

(1) 不論天體在天空任何位置或觀測員在地面任何位置，用此種計算器均可測出。

(2) 解答太陽位置綫，無論法中之快捷者 (用一二分鐘即可解答並繪製圖內)。

(3) 解答恆星，月球及行星之位置綫，雖不若解答太陽位置綫之敏捷，然除求某三

恆星之高度曲綫外，亦較其他各法爲快。

(4) 除航空天文年歷以外，無須其他各表解及參考書籍。即航空天文年歷亦僅觀測恆星，月球，及行星時用之。

(5) 可用認識星象及解答大圓圈飛行各種問題。

(6) 無須用高度截距，即可求得位置綫。

(7) 在作高度曲綫極便於用。

缺點

(1) 以現在儀器之精製，及十分小心規定數值時，然精確度猶不免有  $\frac{1}{10}$  之出入。

(2) 易受機械上之阻礙，且須有精通天文航行之學識，始能認出錯誤，尤以小錯誤時爲甚。

(3) 笨重(此機重二十磅)。

(4) 價昂。

(5) 不能逕直求得方位角。

## 第七章 位置綫

### 第五二節 概述

### 第五三節 與舊式航海法之比較

### 第五四節 依位置綫求定位

### 第五五節 單位置綫之用法

## 第五二節 概述

### a. 位置綫歷史：

海航方法內含有使用位置綫之始則起自一八三七年美國索穆納船長 Captain

Thomas H. Sumner，故位置綫亦稱為索穆納綫 Sumner line，以表示崇敬索

穆納船長之意。

b. 用法

(1) 在最初使用時，位置綫係畫過位置綫圈上兩點之弦，此位置圈由計算而定者。

在一位置綫繪製圖內以前，須分別兩次計算（每點計算一次），此種原理與用  $V-3$  式及  $V-4$  式計算器覓得觀測員位置圈在何兩緯綫或在何兩子午綫交切之解答法相同，惟用手計算，煩難費時，然在昔日海航時代，因船行速度遲緩，此法可以實用。

(2) 在今日如艾及頓表解法，則位置綫正切於位置圈，因之僅用一次推算，即可繪製此綫，此種正切法，則為法國航行者拉爾 *Mort. St. Hilaire* 所想出。

### 第五三節 與較舊式航海法之比較

a. 以位置綫用於海航之法，進步甚緩，截至目前為止，亦未能普遍使用，而現在商船航行者使用時視法 *Time-sight Method* 以決定經度並以  $\theta$ 、 $\theta'$  法及子午綫高度法



以決定緯度。

(1) 用時視法 Time-sight Method 則選擇船之緯度，從航空天文年曆覓得天體赤緯並測量天體高度，有此已知之數，即可解答經度。如被測之天體在卯酉圈或靠近卯酉圈，則此法極為準確。

(2) 用  $\odot$  法，可選擇船在經度與天體之赤緯及高度，有此三個已知數，則觀測員即可決定緯度。

(3) 用子午綫高度法，係在天體升至觀測者子午綫中天時，觀測天體。至緯度則將高度及赤緯合併計算即得。

b. 用  $\odot$  法及時視法之際則船之所在位置可依一選擇座標及由天文法測得之一座標而決定，在天文航行中地理上之經緯度座標既互為依據，如選擇座標發生差誤則由天文法所測得之座標亦必因之差誤。在海船推測航行較諸飛機推測航行極為可恃緣以在海面航行時所選擇座標既可靠限度極大，因之由天文所計算之座標自有充分把

握。且尤有進者，在海面之航行員可俟欲測之天體達到適宜位置，再行觀測，所謂適宜位置者，即因選擇座標差誤致使計算座標差誤時如俟天體在相當位置再行觀測，則所得之計算座標雖有錯誤，可達於極小限度。以上之法雖十分可用於海面航行，然不適於空中飛航，第一種原因，則以空中推測法之不確實致使選擇座標之正確，極可發生疑問，第二種原因，則以空中航行員須敏捷觀測，致不能等待天體達到優良位置再行觀測。

位置綫對於海航及空航人員均有價值，緣以此位置綫可供給航行者大概位置之消息，雖然以一選擇緯度或一選擇經度之觀測祇能給與一種大概位置之參考，再則選擇座標之錯誤，大約永遠存在不變，且該錯誤所發生之影響，必須注意顧及，反之，在位置綫所在地位，實際上不受選擇座標之影響，此外尚有其他可稱理由，詳見下述，因之位置綫較諸舊式海航觀測法實有數種優點。

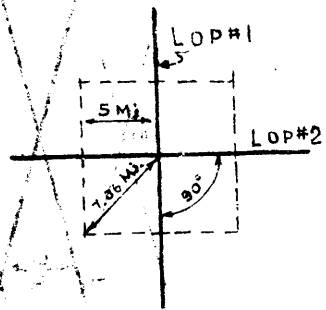
2. 天體之選擇：設從同時觀測兩可視之天體所得之位置綫繪入圖內，則此兩位置綫必

相交切，現假定觀測，計算或繪製位置綫三種步驟均無錯誤，則觀測員位置將在兩綫之交切點。在選擇兩天體或兩天體以上觀測時，第一要顧及者為兩天體方位角度差。既然經過觀測員位置之位置綫，與觀測員觀測時面對之方向成一直角，則觀測兩天體之位置綫交切之角度必等於該兩天體方位角度差。因之，設選擇方位相離 $90^{\circ}$ 之兩天體以為觀測，則結果所成之兩位置綫必在 $90^{\circ}$ 交切，如此測量高度時所生之誤差可維持達於極小限度。

(1) 圖即表明兩位置綫交切於 $90^{\circ}$ 者。在一星體觀測時所致之5哩誤差結果或在兩星體觀測時各有5哩誤差結果，在圖內以虛綫表明之。設僅有一綫有誤差時，則觀測員位置應在一虛綫與一實綫交切之點，是離真位置僅有5哩誤差。設兩位置綫各有5哩誤差，則最大誤差約為7.07哩。

第三十一圖 觀測兩天體

方位角相差  $90^\circ$   
時所發生誤差結果



任一點，距真位置  $5.0$  或  $7.07$  哩，依其錯誤之方向而定，從此圖內可知兩位置綫在少於  $90^\circ$  時交切，應儘量避免。

b. 設三天體同時觀測所得之位置綫如第三十三圖所示者，則真位置將在陰影三角內某一點。三星象理想定點之獲得，勢須選三星象方位角差  $90^\circ$  者而測觀之。

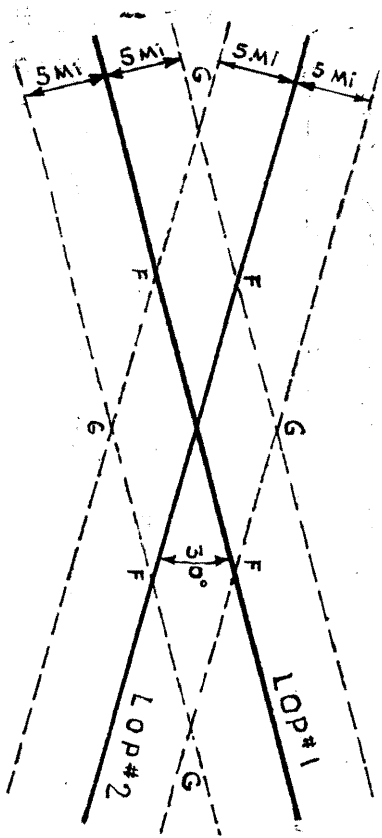
c. 設所有位置綫能在同一瞬間決定，則用一地球方位綫或一無線電方位綫經過一天體

(2) 第三十二圖係表明兩位置綫在  $90^\circ$  交切時所發生 5 哩誤差之結果，設一位置綫發生誤差，則

定點將在任一點，離真位置約 5 哩設兩綫各有 5 哩誤差，則定點在

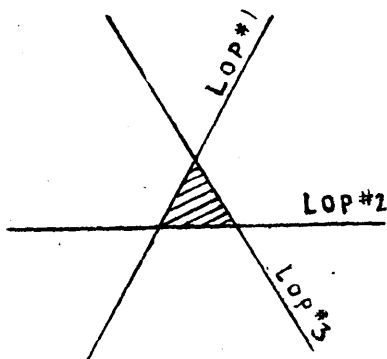
位置綫即可決定定點。

三十二圖 觀測兩天體方位角相差  $30^\circ$  時所發生誤差結果



第三十三圖 依觀測三星象

所得之定位



不同時觀測：一航行員在同時觀測兩個或兩個以上星象，在手眼運用上既不可能，且兩天體亦常不能同時望見，如在晝間或夜晚鋪徧陰雲時爲然。至不同時觀測之法有下列兩種：

(1) 第一種：凡兩天體均可望見，且一天體觀測畢，即測另一天體，觀測時間間隔並無顯著耽擱時，適用此法。在對一天體觀測（一天體觀測之連續步驟，見60節）完畢後，即儘量不可耽擱移向第二天體觀測，然後再重行觀測第一。在天體第二天體之觀測依此法夾義以後，即可決定假若第一天體與第

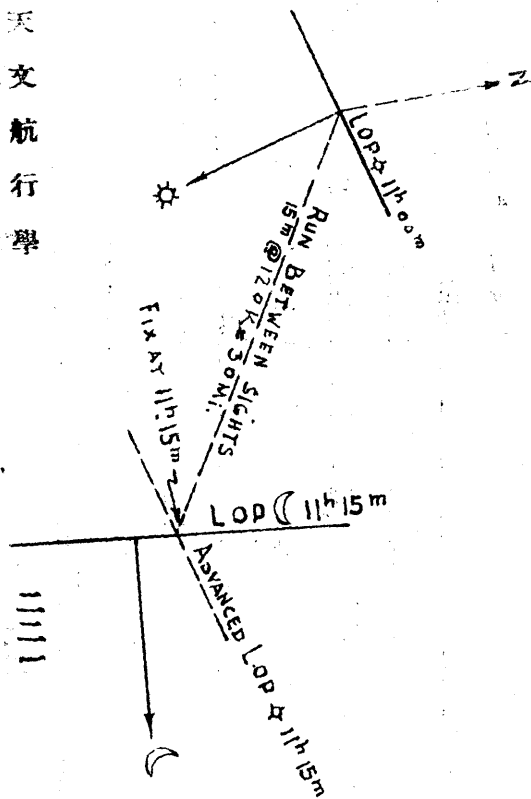
二天體在同一瞬間觀測時，第一天體之高度何若，此高度數值可依 60 節所述繪圖計算。在同時觀測之問題解決以後，則可計算兩位置綫，並繪入圖內，而兩位置綫之交切點，即為觀測員在同一瞬間觀測兩星象時之位置。

## (2) 二種

(a) 以下所述方法可名之為移動定位法 *Moving Fix method* 在繪測所有定點時，可適用此法。在觀測第一天體以後即繪製位置綫於圖內，再觀測第二天體，並繪製第二位置綫於圖內。然後再將第一位置綫向前移動，其移動距離等於在白觀測第一天體至觀測第二天體之時間內飛機所飛行之距離。此前移位置綫與第二位置綫之交切點，即為觀測員在第二觀測時所佔之位置。惟須注意者在前移位置綫時，須沿航向綫並與原位置綫平行向前移動至兩次觀測用時間及依地速所得飛行之距離。地速及方向之準確，既由於推測法而得，故 DR 如有任何差誤，將使前移位置綫發生錯誤。在飛行

時之推測法既難以盡恃，因之推測差誤之結果而影響於所得之定位，務須  
 極端注意也。

第三十四圖 移動定位





(b)第三十四圖表明移動定位。某飛機時速 120 哩向 120° 航向飛行，在 1100m 觀測太陽並繪製位置綫，在 1115m 觀測月球，繪製月球位置綫，將太陽位置綫前移至圖中所示之地位，如此在 1115m 得到定位。從此可知前移一天體位置綫，即與用地球及無線電方位綫相同。

(c)依一天體所得之移動定位：設觀測某一天體得一位置綫，即可將此位置綫向前移動即可與第二次觀測同一天體所得之位置綫相切，在兩次觀測時間隔內，天體之方位角變換同時兩次觀測所得之位置綫方向，亦有變更，因之兩位置綫即交切，在飛航時用此法之缺憾，即為如欲得滿意交切點，則兩次觀測，須相隔兩時之久。在此期間內推測，如有任何差誤，結果前移位置綫之地位，亦須連帶差誤。不過在晝間，僅僅太陽可望見時此法極為常用。若一天體方位角變動甚快時，此種移動定位極有價值，緣以兩次觀測時間之间隔可以縮短。凡一天體行經觀測員子午綫時，方位角之

變換最大。故一天體愈接近觀測中天，則方位角之變更愈速。設以兩小時之間隔，爲兩次太陽之觀測，則在午晝時觀測所得兩位置綫交切較諸午後與午前所得者甚銳也。

### 第五五節 單位置綫之用法

單位置綫 *Single Line of Position* 可解作飛機大概位置之所在地，假定在某一瞬間，依推測位置爲一實際觀測之解答，並求得一位置綫，此時高度截距即等於零。(三) 是即該位置綫直接經過推測位置。惟此推測位置，並未證實即爲觀測員之實際位置。然論者有謂推測位置既在由觀測得來位置綫之上，則推測位置即爲飛機真位置，實具有極端可能性。再則在一飛機位置之推測時係由多經諸元測成，則飛機真位置決不出該位置綫以外，必在該位置綫中之某一點。雖然一單位置不能指明一定位，而亦能予航行員有價值之消息。

b. 天體之選擇：在一航行員最大職責中一部即為選擇被觀測之天體使所得位置綫可予航行者所欲知之消息。航行員在選擇天體備作觀測時，務須記明位置綫係永遠與被觀測天體之方向成一直角，因之欲校正飛機航向，則須選擇天體方位與航向成直角者而觀測之。若校正飛行距離時，則須選擇天體方位多少與飛機前後軸綫成一綫者。同樣校正經度時，則須選擇東西方位之天體而觀測之，校正緯度時則須選擇北南之天體而觀測之。至於在上述方位以外之天體位置綫，則用途之解釋較難，然觀諸航行上其他消息，對於飛機航行亦大有裨益。

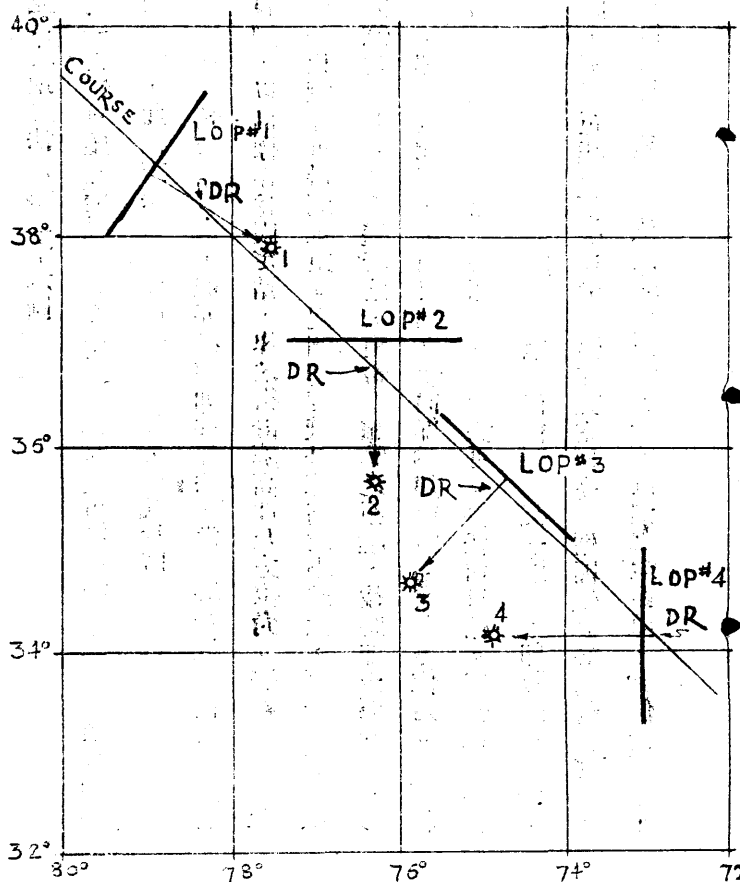
c. 解釋單位置綫：一航行員作天體觀測並作需要計算，係專為求得自己所在之位置。如不能對於位置綫作正確之解釋，則對於測製位置綫所耗費之精力，頗屬徒然。第三十五圖係表明各位置綫在各種角度與飛行綫交切之情形。假定推測地速及偏航相間差誤，並因六分儀水泡加速致位置綫測製差誤，故在圖上所繪製各種情況下均須加以分析。在此圖內之推測位置係作假定位置用。

第三十五圖

- LOP#1—距離表示
- LOP#2—高度表示
- LOP#3—離航向表示
- LOP#4—經度表示
- 位置綫在 種角度交切航向綫

天文航行學

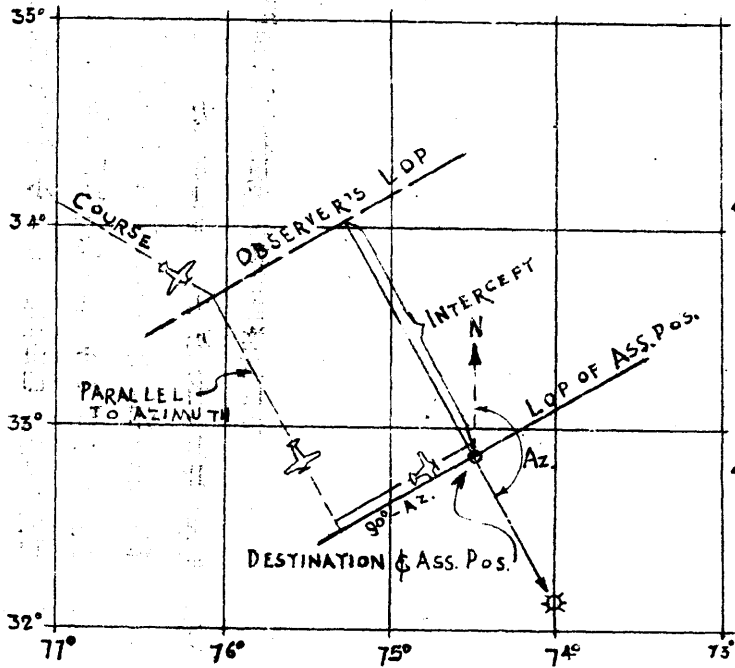
三三五



## d. 用單位位置綫尋覓目的地之法（第三十六圖）

(1) 當天空僅有一天體可望見而推測亦無準確把握時，可沿目的地位置綫飛行如第三十六圖所示者，此種方法常被樂於採用，作此種飛行時，以目的地作為假定位置以解答天文三角乃係習慣，並非必須如此作法。當飛機飛近目標時，航行者可作一觀測，以目標作為假定點，俾求得計算高度及方位角。將觀測高度及計算高度作一比較即可得到截距。觀測高度較計算高度小或大，可分別依方位角或相反方位角 *reciprocal* 飛行達於與截距相等之距離，彼時即至經過該目標之位置綫。一經達到此綫，則向目標之航向即為加或減  $90^\circ$  之方位角。若航行員知悉自己之地位在該目標之某側，則用此法可覓得任何目標。即使推測不確，距目標之某一側邊即遠，而航行員確知在目標之某一邊時，即可適用此法。設用此法時，飛機距離目標太遠或天體在天空極高，則因位置綫有彎曲部分，此法務須重復施行。須知一位置綫僅能代替一位置圈之短距離，如位置圈縮小

第三十六圖 天文尋覓目的地之法



時則位置綫之距離亦小。(此種理由即天體近於天頂之故)

(2) 上述依天文尋覓目的地之法，既多少僅恃單獨觀測因之 *scot* (2) (3) 節所述用預計高度曲綫爲此種觀測之規定極爲有用。緣以預計高度曲綫可以使航行員在飛行時間多致力於觀測而少致力於計算。且比較此曲綫圖以解釋觀測結果，其爲迅速可以使航行員繼續校正直達到目標爲止。

# 第八章 六分儀及觀測之差誤

第五六節 六分儀

第五七節 航空用之八分儀

第五八節 氣泡水平八分儀

第五九節 氣泡水平之加速差

第六〇節 測視之平均

第六一節 儀器差

第六二節  $\Delta$ -G式八分儀

第六三節 改良 $\Delta$ -G式八分儀

第六四節  $\Delta$ -G $\Delta$ 式八分儀

第六五節  $\Delta$ -G式八分儀

天文航行學



第六六節 AGA式八分儀

第六七節 觀測高度之修正

第六八節 折光

第六九節 視差

第七〇節 高度差

第七一節 半圓徑

第七二節 八分儀觀測高度修正之應用

## 第五六節 六分儀

### a. 定義

(1) 所謂六分儀者，係一種專為在觀測者所處位置藉遠距離之對象之對向而計劃角度之儀器。六分儀亦雖能以計劃兩個能見之對象間之角度，但空中領航員之使

用六分儀，除觀測天體高度外，鮮有用於其他用途。故就空中航行方面而言，六分儀可稱之爲測視天體高度之儀器也。

(2) 八分儀：五分儀及四分儀各種儀器，其作用與其運用之光學原則悉與六分儀相同。八分儀可以計量角度至九十度，六分儀可至一百二十度，五分儀至一百四十四度而四分儀則可至一百八十度。航空器上所用之儀器則以八分儀爲多。空中領航員對於八分儀之稱謂亦常稱之爲六分儀。本書所列關於此兩種儀器之名稱雖異，而涵義實一也。

b. 說明(參閱第三十七圖)：空中領航員現雖已不復採用航海之六分儀，然其解釋要圖(如第三十七圖所示)即能說明一切測視高度所用儀器之運用原理。其主要部分如左：

(1)  $\odot\odot$ 係弧尺或稱臂，其長度約略超過圓周之六分之一。弧尺上刻有分度與小數。然因六分儀之光學原理關係，弧尺所刻之分度距離爲每兩度等於指示臂所劃弧

綫之一度距離(換言之，即指示臂移動一度，弧尺上所示為兩度)。

(2)  $\sphericalangle$  為指示臂，其裝置係以  $\odot$  弧尺之正中心為中樞，而繞之周轉。指示臂之下端裝有一小遊尺，專為準確計量度數而設。現代之六分儀在指示臂下端則裝有一切綫螺釘與測微尺鼓以代遊尺，故計量角度更為準確。指示臂之上端則裝有一小鏡，即圖中之  $\sphericalangle$  處，稱為指示小鏡，其平面適垂直於弧尺。

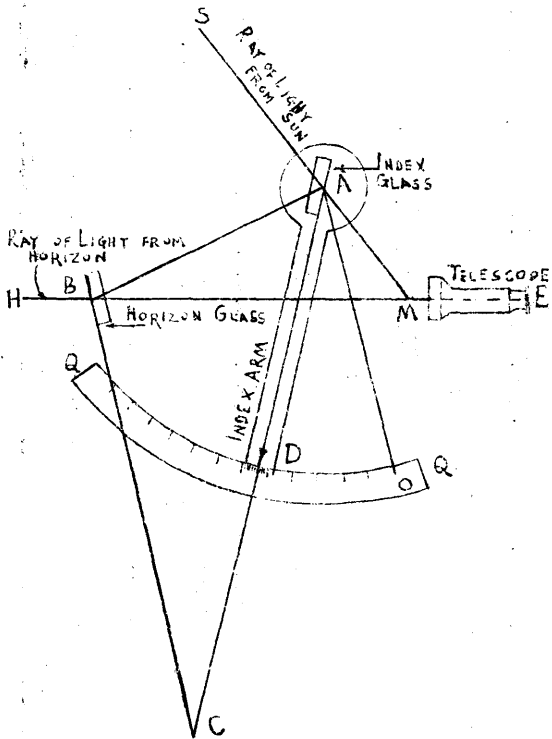
(3)  $\square$  為地平綫小鏡，固定裝於六分儀之架上。此鏡分為兩半，隣近六分儀之半邊為反光鏡，而另一半邊則為透明玻璃。

(4)  $\square$  為望遠鏡，其作用為將測視者之視線正對測視之對象，並將之放大。

c. 光學原理

(1) 光學原理中有一定例：「光綫在一平面反射時，其投入角與反射角相等」。由此可以證明同一光綫經過在同一平面上之兩次反射時，則其最初之投入綫與最後反射綫間所成之角度，將兩倍於兩反射體平面所形成之傾斜角度。六分儀即

第三十七圖 六分儀之運用原理



係按此原理而造成。

(2) 倘欲測計地平射與某天體所成之角度，如左三十七圖所示，測視太陽  $S$  與地平綫所形成之角度  $SMH$  時，測視者先沿  $MH$  綫，經過地平綫小鏡之透明玻璃部分，而對準地平綫。然後將指示臂移動至太陽光綫沿  $SABM$  綫而反射，如此則太陽在地平綫小鏡中之像，直與在小鏡透明玻璃中對準之地平綫成正切。從太陽  $S$  投射之光綫經兩次反射後之最後反射綫為  $BM$ ，而其最初投入綫與最後反射綫所成之角即為  $SMB$  或  $SMH$ 。按光學之定例， $SMH$  角係兩倍於兩反射面所成之緯度  $ACB$ 。惟  $BC$  綫係與  $AO$  平行，故  $ACB$  角與  $CAO$  角相等。是故  $SMH$  角係兩倍於  $CAO$  角，或  $CAO$  角等於  $SMH$  角之半。 $CAO$  角原係指示臂由弧尺之零度起，沿弧尺向前移動後所成之角度，同時因由零度至  $O$  點間之弧度，即為  $CAO$  角之角度，而弧尺上所刻之分度又以半度等於一度，即其所刻之角度均以倍值計算，故能在弧尺上直接獲得

SIN 角之角值。由此則六分儀之弧尺僅有六十度，因其刻度倍值之故，而能計量至一百二十度角度之理可明矣。

(3) 上文亦可將八分儀，五分儀四分儀之弧尺僅有四十五，七十二及九十度，而能順序計量至九十，一百四十四及一百八十角度之理。

d. 航海用六分儀之限制：航海用之六分儀（第三十七圖所示）除在鮮有機會例如在海洋上低空飛行（在一千呎以下之高度）外，絕不適用於空中航行。因航海用之儀器係以海平儀爲基準綫，故當飛機在陸上，雲層霧靄上，或在高空水天混成一色無法分辨海平綫時，則完全無用矣。縱使海平能清晰辨別，但在相當高度中飛行時，機上之高度表所指示作爲修正照高差之高度未必準確可靠。尤有進者，航海用之六分儀在夜間天然地平綫不能瞥見時，即不能使用。有種航海用之六分儀裝有氣泡水平儀與照明燈之附件裝置，故能不分晝夜，不論地平綫能否瞥見，均可測視天體之高度。

## 第五七節 航空用之八分儀

由於在飛機上應用海平綫所感困難甚多，故航空用之八分儀本身設有機械設備以表示水平綫。人工水平儀器有各種，無論使用任何一種均可求得水平。大致可分為陀螺式，擺鐘式及氣泡式人工水平儀。

1. 陀螺式：陀螺水平八分儀現尚在實驗或應用試驗階段中。現用之陀螺式人工水平儀，其體積與重量均不宜運用於任何航空器上，因航空器上均無特設之測視塔也。況其機械構造又極複雜，倘其功能失常，則須由一儀器專家為之修正或修理。此外尚有一缺點，即八分儀若以某一角度傾斜至相當時間後，又須安裝機械重行測定其水平。陀螺水平八分儀縱有上述各種缺點，然其將來得見實用之可能性甚大，蓋使用此種儀器測視天體一次，即能獲得其位置綫，毋須連續測視多次，故每次測視時間可大為減少。

b. 擺鐘式：擺鐘水平八分儀多於輕巧易於損壞，不合空中航行之用。美國空軍未嘗領用此式儀器。

c. 氣泡式：空中航行用之八分儀在美國空軍中則以氣泡水平式爲最多。八分儀之改進均集中於氣泡水平式，以其簡單故也。

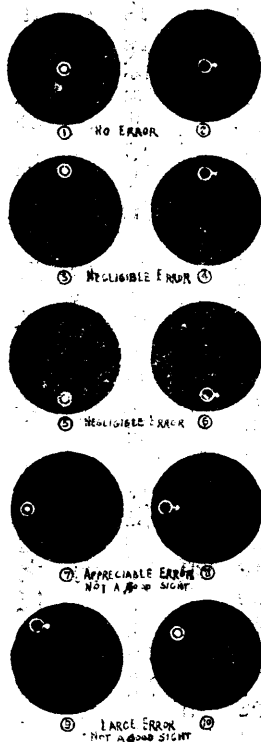
### 第五八節 氣泡水平八分儀

a. 概說：所謂氣泡水平八分儀者，係一種八分儀其水平藉氣泡之位置而確定。水平則爲一個通過測視者眼目之平面，而與其在位置垂直面成正角。氣泡水平八分儀之構造，大多數均係除能供備人工地平綫外，領航員亦可使用天然地平綫。此種特質在氣泡水平八分儀測視天體時極爲有用，惟空中之能見度必須測好。使用氣泡式水平時，天體在氣泡鏡中之像必須與氣泡之中心同在一點。然後測視者可從一刻有分度之弧尺上，判讀測視中之天體距離氣泡水平綫上之高度。天體之像與氣泡中點同



準照

第三十八圖



在一點時，稱爲「<sup>女</sup>照準」。氣泡水平八分儀之照準不必適在氣球球中點（參閱第三

十八圖）（有種氣泡水平八分儀之照準係直接向天體測視，而將氣泡之像反射；無

論將天體之像或氣泡之像反射，但測得之角度均同）。儀器上裝置燈光照明後，則

晝夜均可使用。各式各樣之八分儀均雖係儘可能在設計上求得堅固耐用，然用者必

牢記此類均屬微妙而準確之光學儀器不堪濫用者，必須妥為保護。關於美國空軍現用各種八分儀之詳細說明，使用方法與保管方法，下文第六十二至六十六各節中將另有敘及。

b. 準確性：使用八分儀時，縱有目力能及之天然地平綫作為基準以求得水平，但氣泡水平八分儀之準確性，終不及大型精製航海用之六分儀，其主要原因則在製造輕巧而體積又不大，便於在侷促小室內使用之儀器時，犧牲其精確性至某種程度，實為勢所難免。航海用之六分儀所測得之天體高度，其差數尚不及一分（即一度之六十分一）至氣泡水平八分儀雖用天然地平綫以求得水平，但其測得之天體高度，絕不能相信無二或三分之差數。在飛機上以氣泡求得水平時，因有加速差故每次測視結果之準確性，將大受影響而減低，其原因則在其本身天然缺點所致。

### 第五九節 氣泡水平之加速差

無論氣泡式，擺鐘式或陀螺式六分儀，其求得水平之要素，全以地心重力之吸引是賴。航空領航員方面極爲不幸因重心力與飛機之加速力兩者相形而成一種合力，而求測水平要素所指示者卽爲此種合力。當飛機上有加速力存在時，絕不能與重心力隔絕而獨立，故在此種情形之下，指示機構所指示並非水平。氣泡式航空用八分儀所測得之天體高度，不若航海用六分儀之準確，卽是之故。氣泡水平之加速差可分爲兩類，暫現類與阿爾奧里斯 Coriolis 式。

暫現類：暫現類加速差，通常在飛機滑落，橫滑，轉彎，空速變換等姿態中發生。

此種暫現類加速差當飛機在混亂氣流中飛行時尤爲顯著。領航員對於此類加速差何時對氣泡發生作用，常不易領會。尤有進者，領航員除已知其所在之位置外，實無法決定其差誤之程度，在天體航行之各段程序中，因有此種加速差之存在，致實際

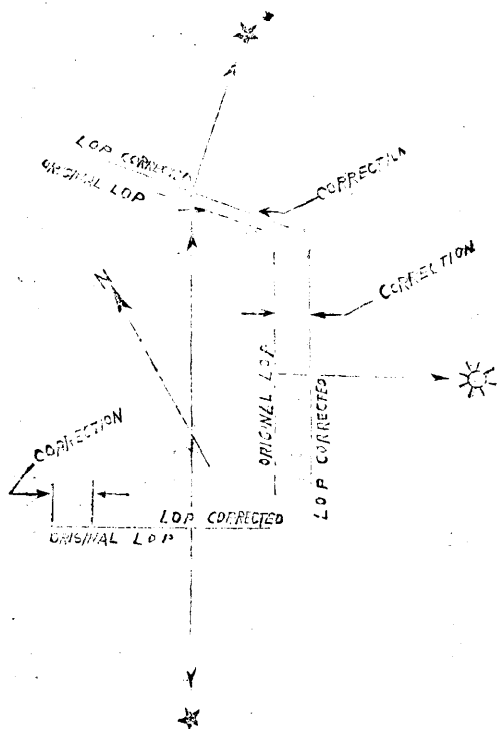
使用六分儀測視大體高度之一段，成爲最困難而又不易求得準確之一段，爲免反應遲鈍計，氣泡之面積必須稍爲較大，約四分之一時。惟氣泡之面積愈大，欲將之保持在正中位置愈爲困難，短時間內之加速常使氣泡在視域內之位置移動甚速，而長時間之加速，對於氣泡之位置常有平穩而同等差誤之影響。對於後述一種長時間之加速，氣泡之反應常不若暫時間內加速之顯著，是以測視者常易被誤於似是而非之測視。在單一次測視中，由於暫現類之加速所致之錯誤，常達一度或兩度之多（六十至一百二十哩。）爲減少由於暫現類加速所致之差誤計，以多次所測得之數字而求其平均數，已成爲普遍之慣例。

#### D. 柯爾奧里斯類

(1) 除上述在飛行中所遇之暫現類加速外，另有一種具有永久決定力性加速存在，此種加速力使在迅速運輸中藉重力而作用之機械（如陀螺，擺錘及氣泡等）指示錯誤之頂點，例如在飛行速度甚高飛機中之擺錘，其錘體並非垂直向下垂懸

第三十九圖

Correction to lines of Position for Deviation from Vertical (Coriolis' type Acceleration).



，而係略偏於飛行軌跡之右。此即爲柯爾奧里斯類加速力，其原理係由物理學家柯爾奧里斯氏所闡明，故以其名名之。柯爾奧里斯加速力係：

(a) 與對地速度成正比例

(b) 與緯度之正弦數成正比例

(c) 與地球自轉之角速成正比例（此係一恆數）

(d) 與飛行方面之程度完全無關

(e) 常垂直於飛行軌跡之上（指在赤道上而言）

(f) 在北半球時常在飛行軌跡之左，若在南半球則常在飛行軌跡之右。

(2) 爲便於修正柯爾奧里斯類加速差計，特編就下列垂直偏差修正表以便計算：

垂直偏差修正表

緯度	對地速度
100	150
200	250
300	350
400	

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0.4	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8		
20	0.9	1.3	1.8	2.2	2.7	3.2	3.6		
30	1.3	2.0	2.6	3.3	3.9	4.6	5.3		
40	1.7	2.5	3.4	4.2	5.1	5.9	6.8		
50	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.1	8.1		
60	2.3	3.4	4.6	5.7	6.8	8.0	8.9		
70	2.5	3.7	4.9	6.2	7.4	8.7	9.9		
7.5	2.5	3.8	5.1	6.4	7.6	8.9	10.17		

倘表所列之對地速度若以法定里為基數，則修正後所得之數字亦為制定里。設對地速度係以海里為單位，則修正後之數字亦為海里，至於對垂直弧綫偏差之分數亦然。修正加速差時，各天體位置綫必須依附錄內所列之方法繪畫。

(3) 第三十九圖所示爲按表列之差數將天體位置綫修正繪畫之情形。圖中天體原來位置綫與修正後之位置綫係分別以電綫及實綫代表之。向正後方(或正前方)之測視不受加速差數之影響。是以在繪畫此類天體位置時，其原來與修正後之位置綫不變(注意繪畫時係用實綫)。向兩旁之測視對於位置綫之變動最大。至於在其他方向之測視，其位置綫之變更則介於此兩者之間。

(4) 爲免誤會計，本書內關於標定位置所舉示例均未將柯爾奧里斯類加速差修正。然在緯度大之上空以高速度飛行之際，除係向飛機之直前或直後外，所有測視天體高度必須加以修正。

## 第六〇節 測視之平均

a. 準確性：從使用氣泡水平八分儀所得之經驗，使用者必須有豐富經驗與純熟之技巧，方能達成成功之測視。每次測視之準確雖各有小異，惟測視次數之多寡與其準確



性之大小適成正比，已從多次實驗中證實。測視者在未昇空測視之前，應在地面多予練習。天體之測視，在多方面與步槍之射擊相仿。空中之測視員多數贊同採用在短時間之隔距內，連續測視多次，然後平均其時間與高度之方法。每組測視之次數由五次至二十五次不等。測視所需次數多寡之因子甚多，例如測視所需之時間，準確性之預期程度，空中氣流之情況，測視圓室與飛機之重心點之距離，使用八分儀之型式，測視之技巧，與平均之方法。下表所示，即為在普通飛行狀況中，測視各種次數所能希求準確性之平均約數，但表列之數字當不能認為絕對者。

每組之測視次數

能希求之準確性

3

10分

5

7分

10

5分

20

4分

b. 方法：平均測視數之方法有三種：計算法，表解法，與執中法。

(1) 計算法：此法係以測視之次數與時間以算術方式計算之，而以其平均數作爲平均時之測視高度。採用此種方法者，對於相差較大之測視，當亦算用，蓋每次之測視均同等重視也。

(2) 表解法：以此法平均測視數者係將每次測視數分別標定於座標紙上，而以測視高度與測視時間爲其縱橫座標。從所畫得之弧綫上，任何一點能代表最差之高度與時間，卽爲當時以六分儀所測得之高度。惟按時將多次高度在座標紙上標定顯係費時與困難之工作。同時使用表解法以求得平均數，苟非用大比例尺度，準確性不免犧牲。儘管如此，表解法亦有其優點，如相差較大之測視，因其位置遠離平順之外，故能一目了然。

(3) 執中法

(a) 使用此法者，僅將測視開始與終止時間紀錄而已。測視之次數均為奇數，通常多以十次為一組，每次測視所得之數字，不必盡按其度數及分數標定，而在畫有比例尺度甚大五分或十分間隔之垂直線上，就目力能標定至最近之分數。全組之測視數均已完成後，即以居中之一次（即無論由上或由底部數起之第六個標定點）作為其平均高度。然後又將該組開始與終止測視之時間平均之，並即以此為其測視時間。

(b) 執中法之準確性當不及表解法與計算法。然而使用居間法者在一短時間內能舉行較多之測室次數，故對於該方法在理論上之欠準確性，可予彌補。

c. 機械設備：為求測視高度之手續迅速，與必領航員手冊中各項心算之疲乏起見，現已有多種八分儀附有機械平均設備。此類平均機械中，有採用計算法，亦有採用執中法原理者。採用居間法原理之八分儀，目前仍在實際改善試驗階段中。美國空軍

現用平均機械之說明與運用，本書第六十二至六十六節各節，在說各種明八分儀時，亦將其所附之平均機械設備附帶說明。

## 第六一節 儀器差

八分儀之差誤有兩種：一爲其本身之差誤，一爲氣泡之差誤。

儀器本身差誤：儀器本身差誤之由來，係因指示鏡之位置不能適切在弧尺上指出，此種差誤無論所用爲何種地平綫，對於每次測視所得數字均有影響。倘指示鏡與地平綫鏡互相平行時（參閱第三十七圖），而指臂在弧尺所指非爲零度，卽有此種差之存在。儀器本身之差誤，可將遠距天體或目標之反照像與延引綫合成爲一，然後將指臂修正，使之正對零度，則可免除矣。倘六分儀上並無校正指臂之工具，則測視者必須就兩像合成爲一時注意弧尺上所示之度數，然後按此將每次所測得之高度而修正之。

## b. 氣泡之差誤

(1) 所謂氣泡之差誤係一種因受重力加速率所影響致氣泡不能指示正確水平位置之儀器本身差誤。此種差誤應與暫現或柯爾奧里斯類之氣泡加速差相混。設六分儀中有氣泡差誤者，當氣泡經位正時，該儀器當必超出正水平面之外。倘儀器係超出水平面之上，則所指示之高度較小於原測之高度，如係超出在水平面之下，則反之。氣泡之差誤可以弧尺上之基準綫校正，或將氣泡球重行校正，或將反射鏡校正而消除之，後述一種手段，在某種八分儀上施行極為困難，且須格外謹慎以防儀器之損壞。設基準綫或反射鏡已經校正，則其差數可併入儀器本身之差誤數中，至於其差數多寡之決定，仍依上列甲段所述之辦法行之。空中領航員有以爲八分儀之使用或全係利用氣泡體以定水平，故認爲儀器差誤之修正但求氣泡水平之差誤爲零度則已足矣。下文(1)(2)段所述弧尺上所示爲零度時，無論反射及引延兩像是否合成爲一，卽爲此種情形。

(2) 氣泡差誤之大小程度有數種決定方法，現將其中三種分列於左：

(3) 在遠距外與八分儀同在一平面上之一點，可用測視者之水平或其他方式決定之。將八分儀之座盤（切綫螺絲）旋轉，即可將在遠距一點之像與氣泡之正中合在一處。彼此既合在一處時弧尺所示應為零度。倘所示如非零度。則氣泡當有差誤，其差誤程度之大小適與盤面上所示度數隔離零度之多寡相同。

(b) 此法係以海平綫為基準綫。其手續則與前法所使用者相同。倘測視者之照不能貼水面上二呎或三呎之處以求免有高度差（參閱第七十圖），則應將高度差予以修正。海平綫反射之像可以使之與氣泡座之上臂或下肢相切，而將盤面上所示之度數紀錄。每次所示之度數與零度間之差數由此可以決定，將其差數折半即為氣泡之差誤，倘每平面反射之像與氣泡中點正校同在一處時，則盤面所示者即為氣泡之差誤數。差誤數之決定當以正切法

較宜，蓋海平綫反射之像使之與氣泡相切較易於使之通過氣泡之正中也。倘測視機之眼不能貼近水面時，則無論採用何種方法均應領留高度差。

(c) 對於氣泡差之決定，當以向一天體測視之方法最為滿意，即在已知經緯度之地點上對某一天體測視多次，並將每次測視之時刻與六分儀測視高度逐次紀錄。惟測視時六分儀必須穩定。欲求儀器在測視時獲定可將儀器置於一固定之支架上。然後依第六十節內所述任何一法將測視之時刻與高度平均數求得。以既知之經緯度為假定之位置，並以測視之平均時刻為適切之時機，如此則領航員即可藉任何一種天文三角測量法而求得天體高度，然後將已修正測視差（折光或視差）之測視高度平均數與算得之高度互相比較。其差數即為氣泡差誤數矣。從高度之比較即可確知儀器所示過高或過低之數，故修正所應用之加或減符號亦極明顯。惟使用上述方法由兩個觀測員所求得之氣泡差誤數鮮能互相吻合。其差數顯係觀測者個人之差誤，一

一般測視者均認爲個人差誤通常係近於恆數，惟此種差誤與儀器差完全無關。由此可見倘觀測者對八分儀之個人差誤已求得並隨後常用該儀器者，則以實際對天體測視當爲決定氣泡差誤數之最妥方法。

在飛行中儀器修正之校核：從上述決定儀器差與氣泡差誤各方法而研究，可知無論在地上或在飛行中作儀器差之表尺修正較易，蓋八分儀與測視之對像無須同在一平面上也。至於氣泡差誤之求得與校核，除確知飛機實際所在之地理位置外，極難在飛行中舉行，縱飛機實際所在之地理位置已確知，然此種手續極爲麻煩且不準確，蓋氣泡除受重力影響而外，尙有加速力多種亦有關係也。

### 第六二節 A-5式八分儀（見第四十（一）及（二）圖）

概說：A-5式八分儀係一種簡單，堅固，輕巧及準確之儀器。無論白晝或夜間應可使用，作爲氣泡式或水平式八分儀均可。其光學設計爲具備廣闊之視域。其設置



方法又極得宜故氣泡能在視域中任何部分與測視天體之像照準而不致發生嚴重之差誤。白晝使用時外間之光綫經過一半透明環而將氣泡照明。至於夜間使用時除其本身所塗之質漆外亦不須其他人工燈火爲之照明。夜間在漆黑之環境中氣泡所呈現者爲一微露弱光之小環。一等與二等星用此儀器測視均獲得滿意之結果。此式儀器之最大弱點卽爲其氣泡係隨成隨散式。此種氣泡原可工作甚佳，惟必須校正方能測視致多費時間，且處理亦須格外留意否則易生故障耳。氣泡體積之大小常因氣溫之高低不同而異，且因機上之定盤常使氣泡超出水平室之外。觀視者在未獲得形成與校正氣泡之策前，常有損壞氣泡組之虞。此式儀器之另一弱點卽爲照準時對於測視之天體不能直接置於觀測者之視域中，致星座之辨認或有困難。關於 *Bois* 式八分儀之詳細說明，使用與裝管方法可參閱一九三七年二月十五日出版之空軍技術令

(1) 此式儀器之主要部分爲一個可以轉動之三稜鏡，該鏡結連於一塊刻有螺紋之弧面甚固，該弧面則與由操縱鈕轉動之螺桿相啮合。操縱鈕之外圍分爲十大部，每大部即爲一度，並復畫分爲十二小部，每小部即爲五分之弧面。

(2) 弧面之臂可從小窗中見之，臂上刻上每十度之分度綫。視讀度數時度數之十位由小窗中讀之，至於度數之單位與分數則可直接在測微盤上讀之。

(3) 望遠鏡系中分爲對象透鏡，藏於鏡體內之反射三稜鏡，氣泡室由照明環環繞之，與對照組等部。

(4) 對海平綫上之物體測視時則用固定之三稜鏡。

(5) 在瞄視系中之氣泡室原係四片透明之盛器，室外即爲照明環所在。盛器與。膜室相通，隔膜之啓閉由一球形小鈕節制之。盛器與隔膜室中均注有透明液體，球形節制小鈕之作用全爲形成與調節氣泡之大小而設。

(6) 對眼組內有四十二度之三稜鏡與透鏡，可以繞垂直軸而旋轉，並備在鑄促小室

中測視時，測視者可以隨向測視而不致感疲乏。眼鏡亦可以轉動以便無論使用左眼或右眼瞞視均能適合。

(7) 望遠鏡之對像透鏡裝有隔板，可由轉鈕運動之，此隔板之作用爲在使用人工地平綫時，使視綫不能通過固定之稜鏡，若向天然地平綫瞞視時，可將隔板移開，則視綫可從同一之稜鏡中通過。

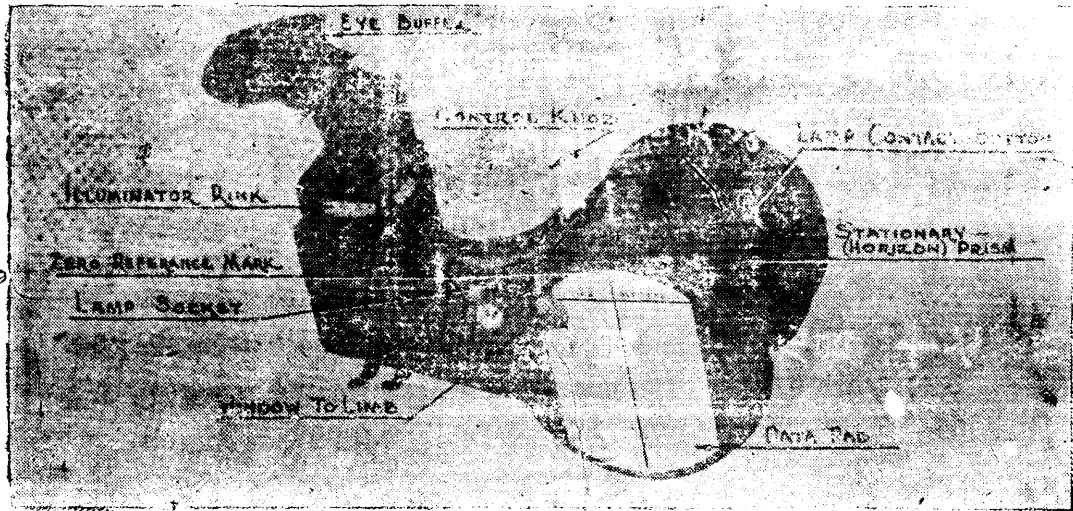
(8) 有一旋盤上裝着濾鏡多個，專備向太陽瞞視之用，其中必有一空洞，專備瞞視星辰，月球及地面目標之用。

(9) 亂視器之作用爲使太陽與月球之像延長成一光束約有三度之長，其他星球之像則延長成一綫，長度亦相等。如此則測視之結果，在某種情況下，更爲準確，蓋測視者可將亂視器所形成之光綫正置之於氣泡上，使之成爲兩等分部分，而不必將太陽或星球之真像，與氣泡並列而置之於同一水平面上。

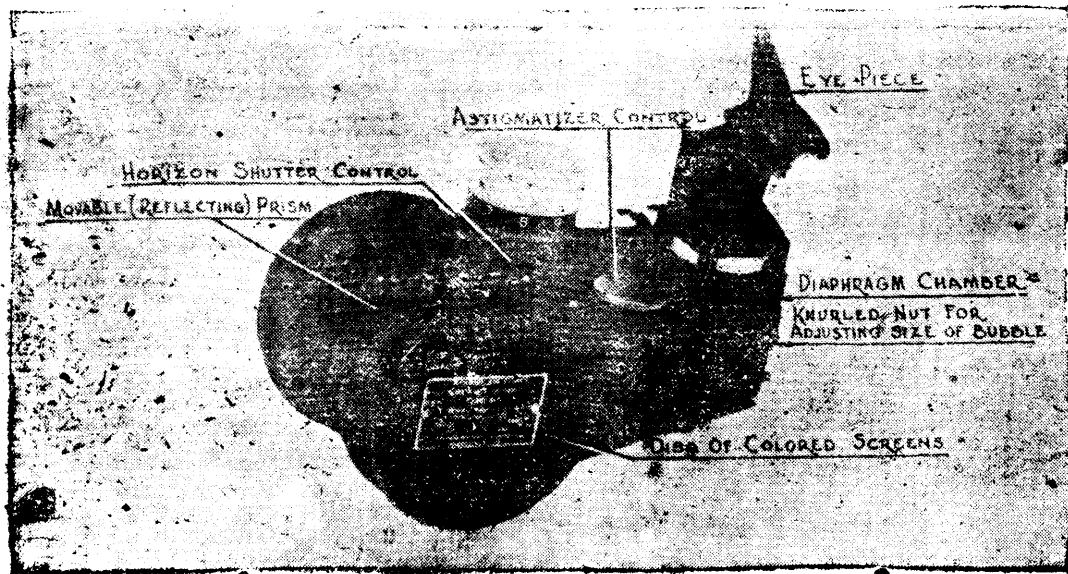
(10) 爲照明表尺及紀錄板用，儀器上裝有一小燈。燈台係由一螺釘裝於儀器箱蓋之

第 四 十 圖

(1) Otant, A-5.  
Right haul uiuw



(2) Otant, A-5.-cantinvlot  
Llgt hwnd uilw



底面上。使用時應將燈台取下而將之入微八分儀器下刻有螺紋之孔中。電池則裝於望遠鏡下之夾內。電池之中心電極（即炭精桿）應與水平三稜鏡下之長彈簧相接觸，而電池之底部則置於望遠鏡下之短彈簧上。啓閉小燈電路之按鈕則裝於水平三稜鏡稍前上方儀器構架之上。小燈照耀之方向必須適度，即其光綫須有大部照明表尺及紀錄板爲宜。

c. 使用操作方法——(1) 利用氣泡水平——(a) 以目就近對眼鏡上，將八分儀放平，細查氣泡是否已在視域之內。如氣泡已存在，則用轉鈕使之擴張或縮小而較正其體積，在此種初步校核工作中爲對於轉鈕之轉動務必謹慎將事以防損壞極爲重要。有時氣泡早已在視域之內，但因其體過大滿蓋全部視域致測視者未能立時發現亦所常有。倘視域之內未見有氣泡，則應將之構成。

b. 構成氣泡之法，先將儀器側倒握定，使氣泡隔膜在下，然後徐徐將轉鈕向增加之方向（即順時針方向）轉動，但對於轉鈕絕不能強用蠻力，直至隔膜依然發出微

聲爲止。因此飛機上其他雜聲甚多，此種微聲未必能聽聞，惟轉動轉鈕之指頭當能覺到。當構成氣泡之際，亦可將眼就對眼鏡以防萬一。蓋眼就對眼鏡中，氣泡構成時即能同時看見，聽聞及感到。隔膜既發微聲後，即須儀器扶正直豎，同時即可在望遠鏡之對眼鏡中瞥見氣泡。倘在望遠鏡中不能瞥見氣泡，則氣泡已在隔膜室中構成，即應將之壓縮，務令其由貫通隔膜室與水平室之管中流出。將氣泡體積壓縮之方法爲將轉鈕向「減少」(即反時針)方向轉動，直至覺有抗力時爲止。切勿忘記將儀器側倒，並在轉動轉鈕時，須將八分儀輕輕搖動，以便氣泡流出。氣溫極寒或極熱時，氣泡之構成頗感困難。補救方法即爲將隔膜帽稍爲轉鬆，使隔膜向外之力增大。氣泡既已形成則應校正其體積。至於其體積之大小則以其直徑約大於在望遠鏡所見太陽光盤一倍爲宜。

c. 將校正水平之短桿由「水平」之位置撥開，即向右撥。

d. 晝間對太陽測視時，先將亂視器之操縱桿向「出」或「入」位置撥動至於何者爲宜則

視情形而定。若在夜間測視則將亂視器操縱器置於 $\downarrow$ 出 $\downarrow$ 之位置，即順時針轉動。俟測視之天體既已認辨清楚後，則可將亂視器置回 $\downarrow$ 入 $\downarrow$ 之位置。惟對月球測視時，倘非滿月與照耀明朗，則均應將亂視器置於 $\downarrow$ 出 $\downarrow$ 之位置上。

(e) 然後轉動濾光鏡輪，直至最適宜之暗度爲止。如在夜間測視則轉至空格(即無濾光鏡之處)。

(f) 復將操縱球旋轉，使測視之天體與氣泡之中點同在一處，然後測視其高度。氣泡之邊緣務須與氣泡室之邊緣相離不相接觸，天體之像與氣泡同在一處時，氣泡之位置以適在氣泡室之中央爲最適宜。倘亂視器已撥至 $\downarrow$ 出 $\downarrow$ 之位置時，欲使天體之像與氣泡之中點照準極爲困難。然將天體之像與氣泡並列，使之同在一水平綫上(參閱第二十八圖)亦可獲得準確之照準。測視之際，儀器由兩手握定，兩肘則穩置於胸膛之前。右手則用以操作微分器之螺桿，而左手則用以支助握定儀器，同時亦可轉動着色濾鏡及亂視器。



(2) 利用海平綫之使用操作法

(a) 將氣泡移去。先將調節氣泡螺桿向上，然後依反時針方向將之旋轉，同時將八分儀輕輕搖動。

(b) 將海平綫操縱短桿向「海平綫」位置撥動，即向左撥動。

(c) 將亂視器操縱桿置於「出」之位置上。

(d) 旋動着色濾光鏡輪，選定適意之暗度。

(e) 轉動切綫螺釘，使天體之像與海平綫成正切。

d. 注意事項

(1) 八分儀使用完竣後，應將轉鈕向抗力較小之方向旋轉，直至指頭感覺其轉動全無抗力為止。如此，則隔膜可免受無用之張力。

(2) 勿用強力轉動鈕致氣泡隔膜受到過量之張力。

(3) 勿以手或指觸及三稜鏡。

(4) 除在使用時間外，八分儀應隨時均藏於箱中。

(5) 在未將八分儀藏入箱內之前，應將電池除去。

(6) 常將儀器差及氣泡差誤核對以便校正

e. 儀器差與氣泡差誤之校正。

(1) 此種儀器之設計除將三稜鏡校正外，儀器差與氣泡差誤均無法避免。然三稜鏡之校正，須極端謹慎，故其校正工作，僅能由經驗豐富之人員執行之。校正之方法詳述於 05-33-4 空軍技術令中。

(2) 然而，儀器差與氣泡差誤數多寡之分別決定，依照第六十一節所述之方法之進行，原屬簡便之事。測得之高度可依利用何種水平綫而以心算修正之。表尺上之零度（即基準綫）可作一度之五分弧面修正，如欲將儀器差或氣泡差誤修正為零度，設其差數不超出一度之五分弧面，則可將表尺之零度向其反向作應予修正量之移動便可。倘其差數超出一度之五分，則應將三稜鏡校正。惟空中領航

員每次測視幾全數利用氣泡水平爲多，故當先儘可能將表尺零度作最大限之移動，以求其氣泡差誤數減至零度爲宜；然後求出儀器差，將之紀錄，迨利用海平綫測視天體時則以心算修正之。倘氣泡差誤數不能藉校正表尺上之基準綫而減至零數時，則應求得其差誤之多寡，而俟利用氣泡水平測視時則以心算修正之。

(3) 儀器差之決定——經驗不足之人員欲求得儀器差有時頗感困難，因使用此種儀器不能瞥見反射與引延之像故也。但依下列程序執行便妥。

(a) 先將氣泡移置氣泡室外。

(b) 將水平綫操縱短桿撥至水平位置上，即向左撥。

(c) 將亂視器調節器置於出之位置，即依順時針方向盡量旋轉。

(d) 將着色濾鏡移開，即用無着色鏡之空格。

(e) 將表尺指近零度，並使反射及引延兩像同在一處，但毋須同在一平面上。

然後檢查所示之度數。此爲最困難之一段工作。使測視之眼在對照鏡上左右移動而瞄視該兩像。至兩像已同在一處後，表尺所示應爲零度零分，否則三稜鏡必須大加修正。

(f) 表尺所示與零度相距之差數，卽爲儀器差數；倘在零度以外卽爲負，若在表尺以內卽爲正數。修正測得天體高度應依代數算法應用相反符號。

(4) 求得氣泡差誤數方法——依第六十一段所述行之。在試測之際，務令氣泡移出望遠鏡視域之外，水平操縱器置於出之位置（卽向右），亂視器則置於出之或入之位置，全視求得氣泡差誤數所使用之方法而定。

#### f. 保管法

(1) 八分儀在平常使用時無須加油潤滑。所有潤滑加油俱在裝合時行之。

(2) 各鏡面應常拭擦乾淨。先用軟駝毛掃將鏡面之塵埃拂去，然後用擦鏡紙或洗滌乾淨之軟布抹之。鏡面之塵必須先行掃淨，然後方可抹擦。鏡面倘留有油漬或

指紋，可將擦布先蘸純酒精少許拭之。

### 第六三節 改良 *A. G.* 式八分儀（見第四十一圖）

說明——新購之 *A. G.* 式八分儀已有多處業經改良，而較舊之 *A. G.* 式八分儀亦已有修改。請參閱空軍技術令 05-35-4。

(1) 電池由彈簧夾夾定在其位置中。

(2) 亂視器裝於一豎立之圓盤上，非如舊式者之裝於平放之圓板上。

(3) 對眼鏡上添有調正焦距之螺桿。

(4) 氣泡已從新設計。

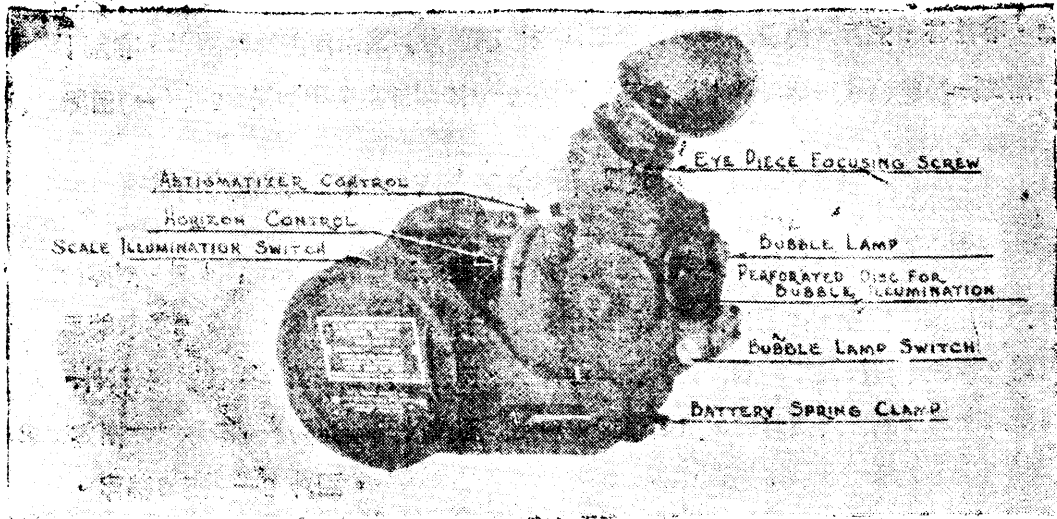
(5) 氣泡之照明改由含有鐳素之物爲之，此外亦另備有一小電燈。

(6) 電燈電路之啓閉係由裝於儀器背後之電鑰司之。視域內照耀光綫之強度可由電

鑰上之旋轉有洞圓板調節之。

第四十一圖

Octant, modified A-5.



b. 使用操作法——改良  $\Delta-1-a$  式八分儀之使用操作法，除受上述改良各點所影響者外，餘悉與原  $\Delta-1-a$  式同。

c. 校正——改良  $\Delta-1-a$  式八分儀之氣泡差誤與儀器差校正，與其原式大同小異。惟表尺上之零度基準綫可以作頗大之校正，不復如其原式者之僅有一度之五分而已。校正時務必特別謹慎，務使此圓板與微分計轉鈕間留有適量之間隙。此基準綫在垂直面之校正，可將綫旁之小螺釘兩枚轉鬆，然後將此小板上下移動之。

#### 第六四節 $\Delta-5A$ 式八分儀（見第四十二圖）

a. 說明（1） $\Delta-5A$  式八分儀係由改良  $\Delta-5$  式八分儀作進一步之改良，儀器之上附裝有一機件，其設計為能使任何八次測得之高度自動求得其平均數。此項平均機件，對於八分儀之平常使用操作，絕無妨礙，僅為八分儀之一種附件，使用與否悉隨測觀之意。

(2) 平均機件內有一刻有度數之表尺。與一活動表尺(即遊尺)，後者係由一單向人工轉動嚙合子運動之。其主要各部已詳見第四十二圖中。

b. 使用操作法

(1) 在未測視之前，平均機件之示數務必轉至零數。將表尺重置零度，須用零度重整球將活動表尺對其擋依順時針方向旋轉。其操作把必須對固定檔，即依順時針方向盡量按動。如此則八分儀即可依常法進行測視工作矣。

(2) 兩像已照準後，用大姆指將操作把依反時針方向推動，即由固定檔推離，至另一檔處為止，後述之檔所在之位置係依測得大體之高度而定。然後用食指將操作把撥回至其原來位置。撥動操作把絕對不能用兩指捺之。操作把往復之推動僅能以一指指向把邊用力。測視高度之總和數常因用兩指捺握而撥動之故，而致發生錯誤。上述之操作一次，即將測視高度總和數之八分一撥定。經八次如是之推撥後，八次中之平均測視數可從總和表尺上檢視得之。



時間之計算——測視時間之計算可將第一次與第八次之時間作準，而求得其平均數值，否則，亦可以其中綫（即第四次與第五次測視間之時間）為準。惟每次測視中間時間相距務必相當均勻。

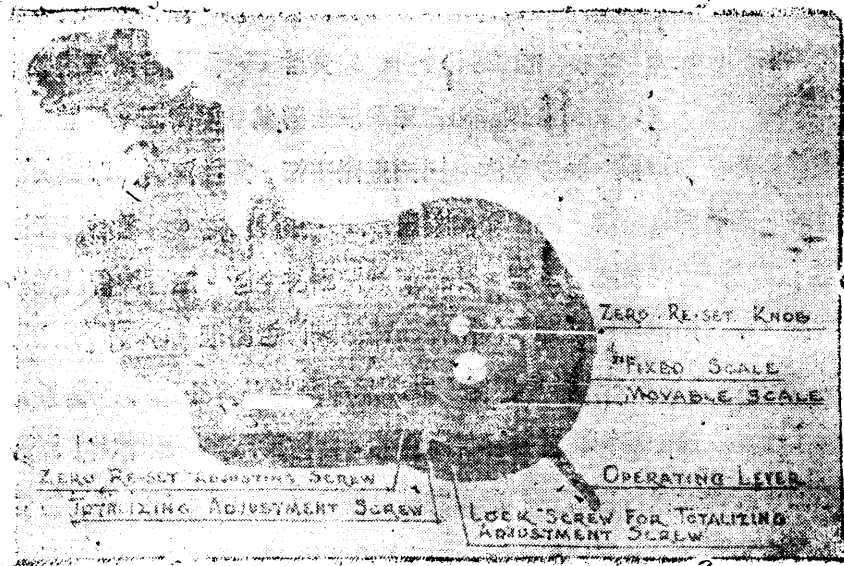
- d. 檢視示數——第四十二圖為一典型之高度標定，可供說明如何檢視示數之示例用。倘活動表尺之零度綫之位置，適介於固定表尺度數之間，則以較低一綫所示者為測得角之度數，並加上游尺所示之分數。檢視游尺之示數，沿活動表尺依反時針之方向，直至其中有一綫與固定表尺上之度數綫貫成一綫者為止。由活動表尺之零度起至此兩表尺間之貫線止，其間所有之刻劃綫即為應在測得角上所加之分度。第四十二圖所示之測得角為二十五度三十分。

e. 校正

(1) 表尺——倘活動表尺依順時針方向轉動至檔處，而固定與活動表尺上之零度綫彼此並不貫成一綫，可將零度重整螺桿轉動而校正之。

第 四 十 二 圖

Octant, A-5A.



(2) 平均機件——欲試平均機件不除儀器差與氣泡差誤，而其所示總和數正確，可依第六十一節  $p$  (2) (c) 所述之求得氣泡差誤所用之程序行之。對於測視天體須有一預計高度位置曲綫表，始能進行此種校核工作（參閱第十一章）。倘在表標繪之新綫（由八次測視平均而得，並對折光及視差均已修正）與預計高度位置綫不能吻合，則總和之機構實有校正之必要，進行校正之法，先將鎖定調整螺桿之螺釘除出，如平均高度須要增大，則將調整螺桿向上旋轉，倘須減少，則向之旋轉之。校正之後，復將調整螺桿鎖定，然後再行測視，並將測得之高度與預計之高度相較，以核查校正工作是否合適，經既校正之總和機構。若用之作測視，則僅應作氣泡差誤與個人差誤之修正而已。

(3) 儀器差與氣泡差誤——如欲依第六十一節  $p$  (2) (c) 之 (a) 與 (b) 兩項所述之方法，以一水平基準綫，或自然之天平綫為核查標準，而求得八分儀之儀器差與氣泡差誤數，當將高度減低至零度時，務必特別謹慎旋轉微分器匣，調差螺桿在

決定差誤數前必須反轉（即向上旋轉）數轉，以防損壞儀器。或將儀器重整成直角高度，而將儀器校正為總數九十度（以後之測視必須將氣泡差誤及個人差誤計入），或依本段之（2）項所述校正之亦可，若依後述之後校正，則以後測視所得之高度，則上述兩種差誤數亦均已修正矣。

### 第六五節 $\Delta$ 式八分儀（見第四十三及第四十四①與②）

分圖

#### a. 概說

(1)  $\Delta$ 式八分儀器係一種輕巧而又便於收藏之儀器。無論白晝夜間，作為氣泡水平八分儀，或自然水平八分儀用均無不可。其特點如下：

(2) 儀器中之氣泡為半永久性，無須加以校正，但其體積可隨意使之擴大或縮小。且氣泡之體積既經校正後，可維持相當時間不生變化。

(b) 氣泡之內部爲透明體，故將測視天體之像置於氣泡之中點，卽能極易使之  
照準。

(c) 可以直接檢視其示數至一分之微。

(d) 可以直接對星球瞄視，對於星球之認辨甚便。

(2) 關於 *Fig. 8* 式八分儀之說明，使用操作法與保管法已詳載於一九三五年十二月十日刊行之空軍技術令 *06-33-7* 號內。

b. 說明

(1) 測視部份(見第四十三圖)

(a) 圖中 *E<sub>1</sub>E<sub>2</sub>*，卽爲測視者對明亮天體，例如太陽與月球，測視時其眼睛所在之位置。

(b) 倘測視之天體光度黯淡，則測視者之眼睛應在圖中 *E<sub>1</sub>'E<sub>2</sub>'* 之位置。

(c) 指示鏡爲一精製之平面鏡，背腹兩面均彼此平行。該鏡可依垂直於紙面之

軸綫而旋轉。指示鏡之旋轉運動係由調節蝶桿所推動，當調節蝶桿推動指示鏡旋轉之際，同時亦轉動微分器，天體之高度即由此微分器顯示之。

(d) 着色鏡一對，但其所着顏色濃淡不等，倘測視之天體光度過強，測視者可用其中一鏡，或兩鏡並用，以便減弱其強度，而使測視者之測視較為舒適。

(e) 氣泡室內除其頂之氣泡外，滿注二甲烴液 (Xylo)。氣泡在強光下，呈現一黑圈之形狀。氣泡室之上下玻璃罩俱為凹下之弧面。氣泡室之上部玻璃之弧面半徑，適與對像透鏡及對照透鏡之焦距相同。如此，在九度視域內示數之檢視，只須反射之像與完全氣泡室邊不相接觸之氣泡同在一處時，極為準確。

(f) 望遠鏡之遮光鏡如不欲地面目標呈現於視域內，可將之蓋在對像鏡頭之上。

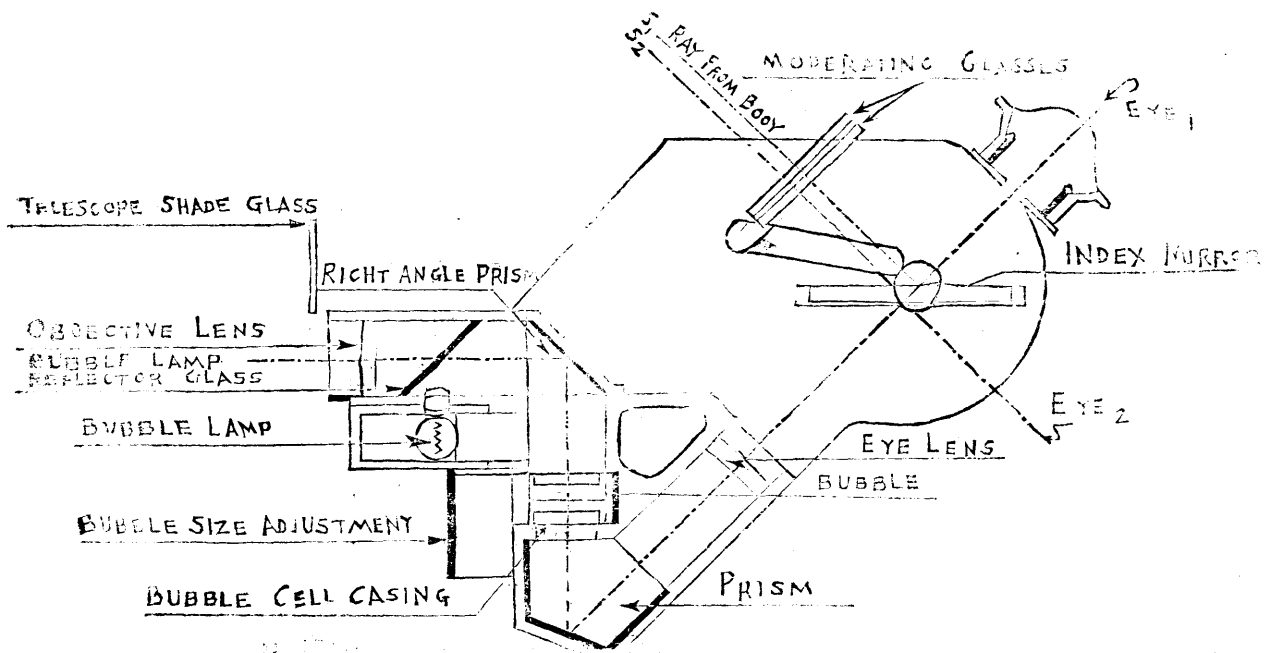
(2) 光綫通過測視系之各綫(見四十二圖)

(a) 照明氣泡用之光綫係由對像鏡射入，否則由小電燈之人工光綫所照明。若係利用天然光綫，則將沿圖中之點劃虛綫而至  $E_1E_1$  或  $E_2E_2$  之位置。倘使用氣泡小燈，則其光綫將由反射鏡將之折回而沿圖中所示之路綫投射。其光綫投射之分佈係使氣泡在測視者之眼內如見氣泡係在無限之遠處。

(b) 當測視者之眼在  $E_1E_1$  處，而氣泡與測視之天體同在一處時，指示鏡即將  $S_1$  之天體像反射，同時測視者亦可通過指示鏡沿測視系瞥見氣泡。若測視者之眼在  $E_2E_2$  處時，則指示鏡將氣泡之像反射至測視者之眼內，同時亦可通過指示鏡，而直接瞥見測視之天體  $S_2$ 。此種設計之利點即在黯淡之物，無論其為氣泡或星球，可以直接瞥見，而將光綫較強之像經反射後而入目。

第 四 十 三 圖

Diagram of Optical parts. A. Goctant.





(3) 使用操作部份(見第四十四①及②分圖)

(a) 當前後可擺動之三位電鑰適在正中位置，小電燈之電路即隔斷。如前照罩方向扳動，即使燈光照明表尺與紀錄玻板。若由眼罩向外扳動，燈光即照明氣泡。

(b) 變抗器之把手即為調節燈泡光綫強度之用。照明系之構造尙未達到完全滿意之程度，因變抗器常有故障。

(c) 調節螺桿使指示鏡與微分器同時轉動，但此式儀器之指示鏡及微分器，所配用聯動齒輪較  $\Delta$  式所配用者為精細，故調節器之轉動使指示鏡及微分器之聯動不致過速。

(d) 廠家之名牌即為示數調節螺桿與鎖定螺桿室之蓋，名牌添裝於 Y 形夾溝內，並可向下拉開後，即能操手至上述之兩螺桿處。

(e) 絞盤形之螺桿即為依第六十一項所述使氣泡與自然天平綫同在一處之用。

。儀器箱備有一調節銷釘專為校正此等螺桿之用。

(f) 轉動氣泡調節螺桿，即為改變氣泡體積大小之用。其方法詳述於下文之 d 項內。

(g) 着色鏡之使用與移開係由遮光調節鈕司之。使用此鈕時，務必特別謹慎以免傷及遮光鏡上之輪齒。在決定將遮光着色鏡改變時，可將此鈕拉起，然後轉動之，直至已得適意之遮光色度時，須將此鈕放回。

### c. 使用操作法

(1) 利用氣泡作晝間測視

(a) 測視者以眼就  $E \times E$  之位置(見第四十三圖)。此即為測視太陽時之常用位置。

(b) 將遠望鏡上之遮光鏡移開，勿使閉蓋對像鏡，以便光綫投入。

(c) 將遮光着色鏡旋轉，以便：

1. 濾減太陽光度

2. 不防月球光綫之投入

(d) 進行測視，將調節螺桿旋轉，使天體之像與氣泡同在一處，惟氣泡務須與氣泡室之邊緣相接觸，倘能使氣泡適在氣泡室中央位置最合。

(2) 利用氣泡作夜間測視

(a) 測視者將照就於  $EYE_0$  之位置（此為夜間測視星球之常用位置），如天體之光度明亮亦可就於  $EYE_1$  之位置。

(b) 將遮光着色鏡校正，勿使防礙天體之光綫投入。

(c) 扳動三位電鑰至「氣泡」位置。

(d) 轉動變抗器調節螺桿以調整燈泡之照明光度。

(e) 進行測視，轉動調節螺桿，使天體與氣泡之中點同在一處。惟氣泡務必與氣泡室邊緣不相接觸，倘能使氣泡適在氣泡室之中央位置最合。

(3) 利用海平綫之測視

(a) 就照於 *Eye* 之位置。

(b) 將氣泡移開，其方法詳述於下文 d 項內。

(c) 將望遠鏡上之遮光鏡加入調整，務將海平綫上之眩光隔絕。

(d) 調節遮光着色鏡，以便

1. 濾滅太陽光度

2. 不防月球光綫之投入

(e) 進行測視，轉動調節螺桿，使天體之像與海平綫成正切。

(4) 使用操作時應注意之事項

(a) 注意遮光着色鏡是否妨礙指示鏡之運動。

(d) 勿使手或指觸及指示鏡。

(c) 勿使氣泡組受打擊。

(d) 使用完畢應先將電池除去，然後置儀器於特備之箱內。

(e) 若非使用，八分儀應當藏於箱內。

d. 校正

(1) 氣泡體積之大小

(a) 欲使氣泡體積增大，先將望遠鏡向下指，然後將氣泡調節螺桿向「擴大」方向，即依螺桿頭上所刻之箭頭所指之方向，旋轉之。

(b) 欲使氣泡體積縮小，先將望遠鏡朝上指，然後將氣泡調節螺桿，依「縮小」之方向旋轉之。若依縮小之方向將調節螺桿旋轉至足量之次數，可將氣泡完全移出視綫之外。

(c) 倘望遠鏡在水平位置，氣泡調節螺桿雖經轉動，但氣泡之體積大小絕不受其影響而發生變化。是以在校正氣泡體積時，倘調節螺桿既經轉盡，但氣泡之體積尚未校正至適意之大小程度，可將望遠鏡置回水平位置，然後將

螺桿回轉至不能再轉時，再依上述 (b) 或 (c) 項所述方法重行校正，直至氣泡之體積達到適意之大小程度為止。

### (2) 儀器差與氣泡差誤

此種儀器之設計，能使儀器差與氣泡差誤兩者均較易於消除。且毋須作三稜鏡之修正。測視者如不欲將此兩者差誤同時消除，亦可將任何一種更易消除之。

### (a) 儀器差之求得與消除法

1. 儀器差之求得——將儀器依利用海平綫之晝間測視法校正之（即不用氣泡）。然後置表尺基準綫近於零度之處，復循第六十一 a 段所述方法而求得儀器差數。進行上述各種程序之際，勿使遮光着色鏡防礙光綫投入指示鏡上。

2. 儀器差之消除——將調節螺桿旋轉，直至引延之像與反射之像同在一

處爲止。將廠家名牌向把手底部下拉。如此，示數調節螺桿與鎖定螺桿卽行露出。將鎖定螺桿先行轉鬆（卽兩者之較低一個；其使用方法與任何右轉螺釘同。）然後轉動示數調節螺桿，如此表尺盤亦隨之轉動，但指示鏡則仍不動，直至表尺之示數爲零度時爲止。復將鎖定螺桿轉緊。再核對基準點上之示數，以確定表尺示數爲零度時，不致有兩個物像。

(b) 氣泡差誤之求得與消除法

1. 氣泡差誤之求得——依第六十一 b 段所述方法行之。惟當進行該段所

述方法之際，氣泡必須置於視域之內。至於遮光着色鏡之位置，則視

採用該段中何項方法與測視之目標（地面目標抑爲天體目標）而定。設

測視者作用，僅在氣泡與反射之像同在中央時，求得氣泡差誤數與校

正表尺上之零度示數爲滿足，則以採用第三法（卽與算得天體高度互

相比較之法) 爲宜。

2. 表尺之校正——氣泡差誤之大小既經求得後，微分數匣上之示數可藉示數調節螺桿將之校正爲零度，其方法悉與校正儀器差爲零度所述者同。惟學者必須牢記微分數匣既依此法作氣泡差誤數校正後，使用八分儀仍須將儀器差計入。

3. 氣泡差誤數之消除，亦不必轉動絞盤形螺桿而校正之。轉動絞盤形螺桿之校正，通常係在欲求儀器差及氣泡差誤一併消除時始行用之，其方法詳下段。

### (c) 儀器差與氣泡差誤一併消除之方法

八分儀若無儀器差與氣泡差誤之存在，則可稱爲完全校正。八分儀經完全校正後，則無論利用自然天平綫或氣泡水平，其示數均爲已修正數，且爲準確之示數。欲使儀器完全校正，應先依上文(c)項所述方法求得儀器



差數，並將表尺校正其儀器差。然後再依下述方法將氣泡差誤亦消除之。

1. 將八分儀裝妥對水平綫上一基準點或海平綫上一基準點測視。

2. 用調節銷釘將兩個絞盤形調節螺桿作對向之轉動，同時就儀器上測視之。如此當見氣泡在視域內移動。繼續使之移動，直至基準點之像將氣泡成爲兩等分爲止。工作既畢，兩個絞盤形之螺桿應予旋緊，但不能施用強力。

d. 保管方法

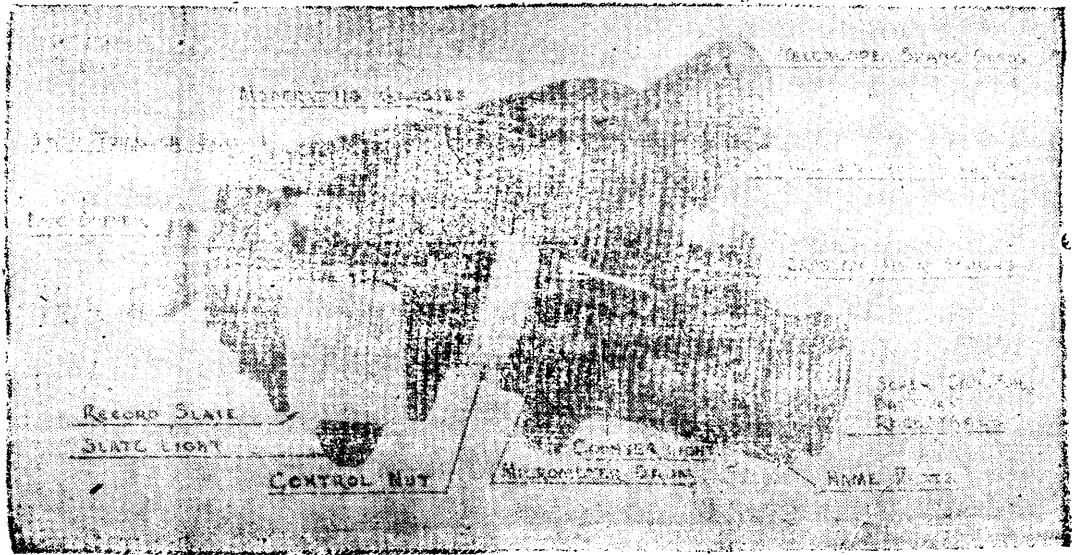
(1) 此式八分儀毋須經常加油潤滑。所有必要之潤滑加油均在裝合時爲之。

(2) 在使各測視鏡面整潔時，所應注意各項悉與式八分儀所規定者同。

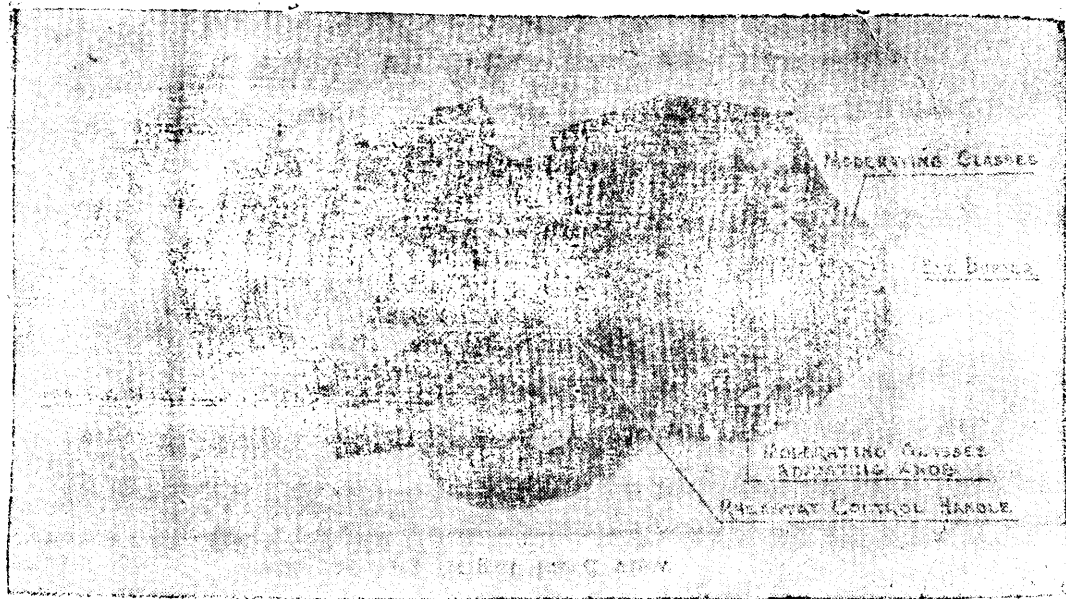
(3) 儀器箱內另有備份燈泡三個，其中兩個係用透亮玻璃做，另一個則係毛玻璃做。毛玻璃做之燈泡係專備照明氣泡用，其他兩個則爲分別照明表尺及紀錄板之用。

第四十四圖 Octant, A-6.

(1) Right hand view



(2) Octant, A-6. — Continued Left hand view



(4) 穩定燈罩用之螺釘必須常加檢查是否轉緊。因在飛機之振盪常使此螺釘鬆弛，結果致燈罩亦因此而脫落遺失。

## 第六六節 A-6A式八分儀(見第四十五圖)

a. 概說——A-6A式八分儀原係A-5式加以改良並附裝有機械平均機件而成。此種平均機件之使用操作原理及構造悉與附裝於A-5A式八分儀者完全相同。其說明與校正方法詳載於空軍技術令 05-35-7 內。

b. 說明——平均機件之各主要部份已詳見於第四十五圖。將之與A-5A式(第四十二圖)相較，當見其類似各點。其主要之異點如下——

(1) 其活動表尺(游尺)爲外圍表尺。故測得角之度數須由內圍表尺檢視之，而分數則由外圍表尺檢視之。圖中之示數爲二十八度四十分。

(2) 其可加調正之重整零度檔，即與A-5A式零度重整螺釘之作用相同。

(3) 其固定檔螺釘之設計略有差別。此螺釘另由一螺釘將之鎖定在其位置，故必須先將鎖定螺釘鬆開，然後方能轉動此螺釘。

(4) 活動表尺之操作把，其裝置位置亦有不同，故操作把無論向前或向後之撥動，俱能以食指爲之。

c. 使用操作法

(1) 每次單獨測視之操作法悉與 A.6 式相同。

(2) 其平均機件能將八次測視高度之算術平均數算出，至於其使用操作法與 A.5A 式相彷彿。

d. 校正法

消除儀器差及氣泡差誤數之校正法亦與 A.6 式無異。倘利用一個基準水

平面或海平綫以校正差誤，在旋轉調節螺桿減低高度將至零度，應特別謹慎將事。

爲免儀器損壞起見，當進行微分數匣之示數校正時，其固定檔螺釘應倒轉二三次。俟微分數匣既已校正及鎖定後，平均機件上之固定檔螺釘應依順時針方向旋轉，直

第四十五圖 Octant, A-6A.



至與活動檔之臂相抵爲止。在進行此種操作之際，高度示數應置於零度之處，而調節螺桿亦應正對零度之檔。對於活動檔亦須注意，勿施壓力。此螺釘僅須將之旋緊至其臂在零度高度位置上不致移動，則認爲已足。當使用平均機件時，此螺釘既係作爲零度位置之檔用，故其校正量極爲微妙。倘其位置若有差誤，將增大至八倍，而其最後之示數將成爲八倍此數之差誤矣。調節螺桿既已重整，即須將鎖定螺釘將之鎖定。

## 第六七節 觀測高度之修正

高度差係由測視高度與計算高度兩者比較而得，上文已詳述之矣。所謂測視高度 ( $H_o$ ) 與八分差高度 ( $H_s$ ) 不同，而爲八分儀測視示數而經數種求得差誤修正後之數字。換言之，假定無加速差誤，則測視高度即爲由與測視者所在位置之垂直面成直角之平面中之真確高度。由八分儀高度而求測視高度，則須視所利用者爲自然天平

綫抑爲氣泡水平，與測視之天體爲何者而定應作下列之一種或多種差誤之修正：

(1) 儀器差

(2) 氣泡差誤

(3) 柯里奧里斯式加速差

(4) 折光

(5) 視差

(6) 高度差

(7) 半圓徑

b. 儀器差與氣泡差誤純粹爲儀器本身之差誤，已於第六十一段內敘述之矣。

c. 柯里奧里斯式加速差，關於其求得與標定位置綫作爲修正此種差誤之方法亦已在第

五十九段內詳述之矣。此種差誤在本質亦爲儀器本身之差誤，惟其差誤量雖能求得並不如儀器差與氣泡差誤兩者相同，而常爲恆數也。



d. 折光，視差，高度差乃半圓徑各種差誤，其或因儀器本身完全無關。此類差誤之修正量均詳載於航空年歷內。同時在航海年歷，與其他解答天文三角測量之表中亦有分別或合併詳列。

### 第六八節 折光（見第四十六圖）

a. 按光學中有一人所共知之原則，即光綫由一傳導體通過而入於密度較大之另一傳導體時，則折返法綫。此即在光學中所謂折光也。故天體之光綫進入地球大氣層後，因折光之關係，致測視者所見之天體位置，較之其原在位置更近天頂（參閱第四十六圖）。是以，在地球上所測得之天體高度因折光關係常較大於其原在高度。折光量之大小適與其光源天體之高度成反比例，換言之，天體愈接近天平綫者，其折光量亦愈大，太陽在午前尚未升出天平綫上，即能瞥見其光輪，與午後太陽已落出天平綫外，而其光輪仍能瞥見之理，由此可得解答。接近天平綫上之折光量甚大，且

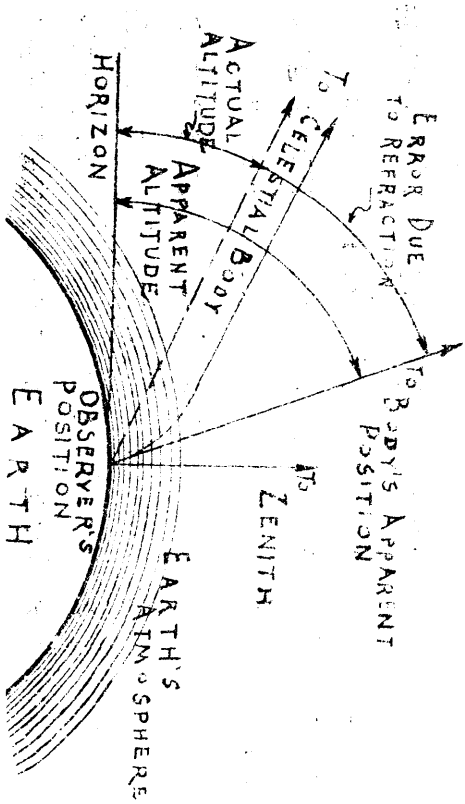
易變，故天體高度在十度以下者，鮮有用之作測視對像者。在天頂之處，因光綫係垂直投落地面大氣層，故無折光。

b. 折光量亦因飛機在大氣層內之高度不同而異殊。飛行之高度愈大，則折光量亦愈少，蓋大氣層內愈高密度愈稀，是以對於由天體投入之光綫愈少使之折向作用。但僅因飛機之飛行高度差，對於外來光綫之折向作用尚微，因以飛機之飛行高度與大氣層厚度相較，則後者之厚度仍覺甚大也。

c. 折光差誤之修正常為由測視高度減除之，對於一切天體之測視均屬如是，無論測視時所利用為何種水平基準，均莫不如是。同在一高度之天體折光量均相同。其量之多寡航空年歷已有說明，故能發生不同意見者，僅為測視得之高度（ $H_0$ ）與飛機高出海平面之高度兩者而已。航海年歷與其他刊物所載之折光量均未將飛機高度算入。猶幸此類折光差尚無嚴重之錯誤。

d. 倘測視之工作係通過透明玻璃窗而舉行，光綫通過各片玻璃時亦有折光。惟截至目

Effect of refraction.



前爲止，對於求得此種折光差數尙少研究。其差量之多寡則視製造玻璃之質料，與玻璃窗面之弧度而定。除是對於此類折光差量已有更精密之數字外，所有測視應以

通過平面玻璃窗爲宜，因對於此項差量未加注意，引起嚴重錯誤之結果。

## 第六九節 視差（見第四十七圖）

視差係因測視者係實際上在地殼上之某一點，而非在理論所假定處於地球內之中心點所舉之測視而生之差誤。所有航行用之表，均係假定測視者之眼係地球內之中心點而推算者。現僅有以月球爲測視對像時，始有視差之影響，其他各天體之距離極遠，縱有視差，爲數甚微，對於航行實無重要。至於視差之修正係以兩種因素是賴：其一爲月球之水平視差；其二爲月球測得之高度。

（1）所謂水平視差者，卽爲由月球對地球所畫之假想切綫，與由月球對地球中心點所畫之綫而成之夾角，換言之，倘月球在測視者之天平綫上，由地球中心至測視者間一直綫之對角，卽爲水平視差。月球之水平視差，在其距離地球遠近不同時方有差異。月球距離地球最近時，其差量爲最大。距離地球最遠時，其水

平視差量爲最少。其差量之多寡則視測視者所在之位置，或對月球測得之高度而定。月球每日之水平視差量已由天文學者算定，並在航海年曆中每日均有登錄。惟在航空年曆中則未分別列出，因編纂航空年曆之視差修正量表時，已將月球之水平視差量併入計算矣。

(2) 高度視差即爲與由地球中心點至測視者所在點之地球半徑相對角。假定第四十七(1)，(2)及(3)分圖中，月球與地球間之距離相同，其水平視差在三分圖中雖屬相等，但其高度視差則各異，至於差量之多寡，則視對月球測得之高度而定。

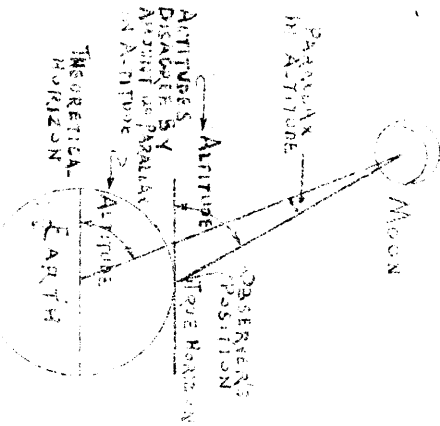
b. 倘水平視差量減少，即月球之位置移離地球更遠，則高度視差亦因之由水平線以至天頂逐漸遞減。是故，全部視差修正量，係依水平視差與高度視差兩者而定。

c. 視差修正量常爲加數符號。無論何種水平爲基準，凡以月球爲測視對像時，即須應用。其修正量在航空年曆之每日記載中均有註明，而能引不同意見者僅爲測得之高

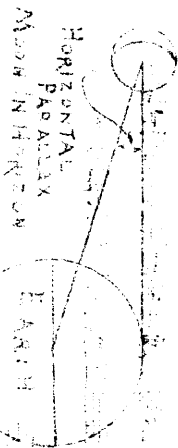
度不同而已。航空年歷中之視差修正量逐日不同，頗堪注意，實由於水平視差每日均有變化所致耳。

第 四 十 七 圖

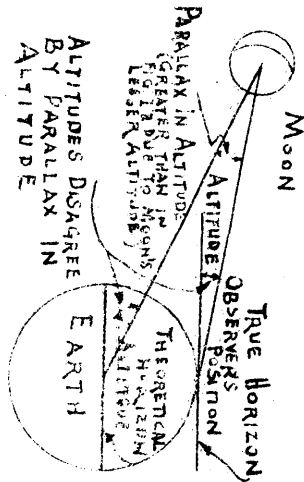
(1) Effect of parallax.



(2)



(8)

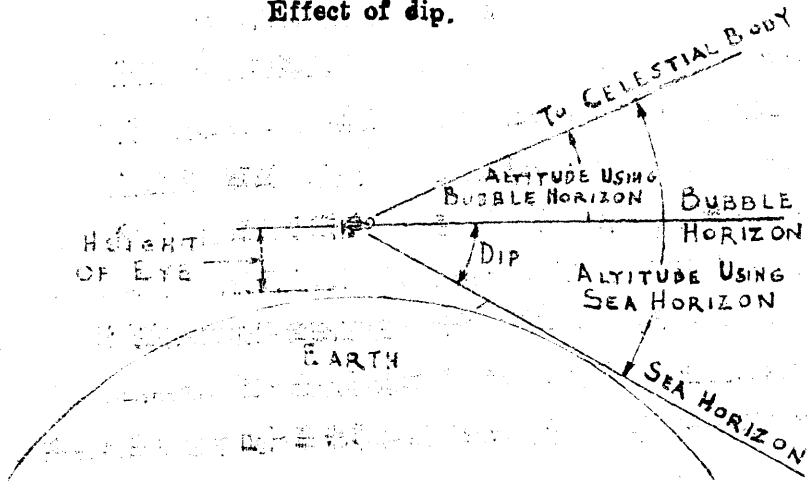


第七〇節 高度差 (見第 四十八圖)

天平綫之高度差即為因測視者之眼高出海平綫上所生之所見海平綫下俯角。因地面為球形之故，由在飛機上測視者之眼畫一綫接至所見之海平綫，當由其水平綫斜下。此種效果可從第四十八圖見之。從圖上之研究，當知高度差之修正數必然由八分儀測得高度除出。高度差修正數中之分數，均略等於測視者之眼高出地面之開方。航空年歷中列有一高度差修正數表。高度差之修正與儀器差修正數相同，僅在利用自然天平綫為基準時用之。若利用氣泡水平為基準時，則不必使用之。

第 四 十 八 圖

Effect of dip.





## 第七一節 半圓徑

天體之半圓徑即爲測視者所見天體光輪直徑之對角半數。八分儀中之望遠鏡對行星或恆星測視時，不能瞥見任何光輪，惟太陽與月球則其光輪甚顯。當利用自然天平綫作爲水平基準時，測視者係慣將指示反射鏡轉動，使太陽或月球之反射像與天平綫成正切。故從八分儀測得之高度應有天球直徑之半數之差誤，蓋測視天體應以其中心點爲測視基準也。倘測視者以天體之上部與天平綫相切，謂之對天體之上邊緣測視，若以其下部相切，謂之對天體下邊緣測視。設以天體上邊緣爲測視對象，其修改數應爲加數，若以下邊緣爲對象，則爲減數。太陽與月球之半圓徑兩者均約爲一度之十六分弧面。無論任何一日中之太陽與月球半圓數，均已詳列於航空年歷中。切綫法之測視，僅在利用自然天平綫爲水平基準時用之；若以氣泡爲水平基準時，則應使天體與氣泡兩者之中心點同在一處。是以，若對天體中心測視時，則無須作半圓徑差誤之修正。

## 第七二節 八分儀觀測高度修正之應用

a. 摘要——對於測視高度之修正與其先後次序，摘要分列如下表：

以氣泡作水平基準對下列天體之測視

太陽

月球

行星

恆星

氣泡差誤

氣泡差誤

氣泡差誤

氣泡差誤

折光差

折光差

折光差

折光差

視差

以海平綫爲水平基準對下列天體之測視

太陽

月球

行星

恆星

儀器差

儀器差

儀器差

儀器差

高度差

高度差

高度差

高度差

天文航行學

折光差

折光差

折光差

折光差

視差

半圓徑差

半圓徑差

b. 應注意之事項——測視者對於下列各項必須牢記：

(1) 以氣泡水平求得之位置線，應作對垂直綫偏差之修正（即柯里奧里斯式加速差）  
• 此即為將位置綫在圖上繪畫時之最後步驟。

(2) 半圓徑差僅在對天體之上或下邊緣測視時方有此種修正。若對天體上邊測視，其修正數為加數；如對下邊緣測視則其修正數為減數。

(3) 星體高度曲綫表已將折光差計算在內。故在使用此項曲綫表時，八分儀之測視高度，不必作折光差之修正。

(4) 在使用一種以上差誤之聯合修正數時，例如在航海年曆與 H. O. 211 (Abaton) 所刊載者，必須謹慎檢視其標題，以防錯選修正數。試以 H. O. 211 底頁所刊

之修正數，係包括有三十五呎之高度在內，因測視者立於船艘吊橋上測視時，其照距離海面高度平均約爲三十五呎。空中領航員對於此類修正數表絕無用處。除航空年歷外，其他刊物所載登之折光差修正數或包括折光差在內之聯合修正數，均未將飛機高度差算入。

## 第九章 以北極星測定緯度

第七三節 方法

第七四節 原理

第七五節 航空天文年曆

第七六節 簡便星象尋覓器

第七七節 三角式時間換算器

第七八節 星象高度曲線圖

### 第七三節 方法

測視者對北極星測視，略為推算即可測得測視者所在之緯度。藉測視北極星以求得所在緯度之方法甚多而每種方法均甚簡便，故實難決定應採何種方法為宜。藉對

北極星之測視以求所在緯度有下列各法：

(1) 航空年曆

(2) 星圖

(3) A-5 式時間推算器

(4) 星體高度曲綫圖

b. 對北極星測視絕不能使 Age-ton 法而將之轉為位置綫，蓋北極星之  $\alpha$  (恆數) 無論測視者之位置為何，均在由八十七度三十分至九十二度三十分之間。在此種情況下，使用 Age-ton 法必生錯誤之結果。

c. H. O. 214 法亦不能採用，因恆星之赤緯並無詳表，且恆星赤緯之大實與北極星相埒。A-3 推算器亦不能使用，其理正復相同。

### 第七四節 原理

a. 據天體航行法之原則，倘有一星正在北極之上，則地球之緯度即為該星之位置圈。由此可見，測視者藉其測得之高度，迅即求得所在之緯度矣。故常謂「北極（非北極星）之高度即為測視者之緯度」。

b. 北極星並非正在北極之上，而係繞北極而旋轉，所繞之小圈，其半徑約為六十一分弧面之長度。北極星亦與其他恆星所同，係依反時針方向而繞行（以測視者面北時而立），並以二十四恆星時繞行一週。

c. (1) 假定北極星正昇至測視者經綫之上中天，當時其地方時角當為零數，惟據上文所述。

$$LHA \times = LHA \gamma + SHA \times$$

(1)

倘北極星之地方時角為零數時，上列之程式可分拆如下：

$$LHA \gamma = O - SHA \gamma$$

(2)

$$\text{即 } LHA \gamma = 24h - SHA \gamma$$

(3)

$$LHA \gamma = RA \gamma$$

若在一九四二年春季航空年曆底頁之內表，當知北極星之  $RA \gamma$  爲一小時四十三分，或已角度算之，即爲二十一度四十三分。將此值代入上列之(3)程式，則  $LHA \gamma = 215$  度四十五分，如北極星係在上子午綫上。

(2) (參閱第四十九圖) 圖之平面假定爲測視者之子午綫  $ME$ ，北極星則以  $P$  及  $S$  代之，適在測視者之子午綫平面上。  $ME$  爲測視者之水平面，與其所在子午線平面相垂直。  $P$  與  $S$  即爲至天球北極之光綫。

$$\angle PMH = \angle S'MH = \angle S'MP \quad (4)$$

蓋  $\angle PMH = \angle MOE$  測視者所在之緯度 (因  $HM$  垂直於  $MO$  與  $P'M$  亦垂直於  $EO$ )， $\angle S'MH$  北極星之高度， $\angle S'MP = \angle SOP = 90^\circ$  北極赤緯。繞



行緯之半徑 = 61 分，是以，由 (4) 程式將此數值除減，可知測視者所在之緯度 = 測得高度減去 61 分，惟僅在北極星正在中天時，即其  $LHA_T = 255^\circ 40' 50''$  爲然。

(3) 結論爲倘測視者對正昇至上中天時之北極星測視，即  $LHA_T = 255^\circ 40'$  十五分，測視所得之高度，而減去六十一分，即爲其所在之緯度。復在一九四一年航空年歷內之北極星位置表核對，並以  $LHA_T = 255^\circ 40' 50''$  計算，當見北極星測視之修正數爲負六十一分。由此，可知從北極星位表所求得之修正數，與第四十九圖所求得之修正數完全相同。

d. 倘北極星昇至下中天時，換言之北極星之  $LHA$  爲一百八十度時，則  $LHA_T$  將爲  $25^\circ 45' + 180^\circ = 205^\circ 45'$ ，若照第四十九圖繪畫，但北極星之位置改在測視者之另一極，則：

緯度 = 北極星高度 + 繞極半徑

緯度 = 高度 + 61



設依  $LHA \gamma = 205.45'$  爲引數看北極星表解，則爲求得緯度所加於北極觀測高度之修正數爲  $+6'$ ，由表解中可知其繪圖之理由。

e. (1) 當北極星  $LHA$  爲  $90^\circ$  或  $270^\circ$ ，則無須修正數，緣觀測者面對該星之時，該星正在天球北極之東或西，故觀測緯度可無須修正數。設北極星  $LHA$  爲  $90^\circ$  而  $LHA \gamma = 25.45' + 90^\circ = 115.45'$ ，當北極星  $LHA$  爲  $270^\circ$ ，則  $LHA \gamma$  爲  $25.45' + 270^\circ = 295.45'$ ，若依  $LHA \gamma = 115.45'$  及  $295.45'$  爲引數看北極星表解則知修正數分別爲  $0'$  及  $+1'$ ，從表解中即可悉其理由。

注意：在  $LHA \gamma$  爲  $295.45'$  之修正數爲  $+1'$  理由，非本教程範圍內可述及，因之在上節第一句所述於理論上天能十分相合。

(2) 再者，在北極星在天球北極正東或正西而觀測員面對該北極星之際，則方位角亦不似北極在子午綫時等於  $0^\circ$ ，而位置綫在此時期，或在其他時期不能恰與緯度圈相符合除非北極星正在觀測員子午綫時則可，此時方位角則近於  $0^\circ$ 。凡觀測

員短位置綫均可視作東西向而與緯度符合。

f. 設在  $1, 1, 1, 1, 1 = 25^{\circ} 45', 115^{\circ} 45', 205^{\circ} 45'$  及  $295^{\circ} 45'$  以外時觀測北極星，則欲求緯度而增加觀測度，修正數必為在兩極端②中間之數，即  $151'$  及  $161'$  中間之數。在北極星繞極環圈（二十四恆星時）中，修正數自  $151'$  至  $161'$ ，可顯見改變率很慢。不過修正數改變率既視北極星時角而定故變更率亦非恆性，天文學家對於各不同數值  $1, 1, 1, 1, 1$  之修正數業經計出列於航空天文年歷北極星表解以內。

## 第七五節 航空天文年歷

4. 方法：用航空天文年歷觀測北極星求緯度之法：

- (1) 觀測北極星並修正折光差。
- (2) 從天文年歷中依觀測 GCT 檢出 GHAT
- (3) 將 GHAT 與 DR 位置合併計算求近似  $1, 1, 1, 1, 1$

(4) 依 LHA 爲引數看北極星表解並檢修正數。

(5) 將修正數依適當加減符號與 H<sub>o</sub> 合併計算，即得觀測員緯度。

b. 例解：某觀測員在一九四一年一月一日 02h20m15sGCT 在 40°N—75°W 之 DR 位

置觀測北極星，H<sub>1</sub> 46°58'，水泡修正數 0'，飛機高度 2000 呎，求觀測高度。

GHA  $\gamma$  02h20mGCT Jan. 1, 1941

135°21'

GHA  $\gamma$  15s 修正數

04'

GHA  $\gamma$  02h20m15sGCT Jan. 1, 1941

135°25'

經度 (75°W)

-75°00'

LHA  $\gamma$

60°25'

H<sub>s</sub>

40°58'

折光差

-01'

H<sub>o</sub>

40°57'

自北極星表解按照  $LHA_T = 50^\circ 25'$  之北極星修正數

-50'

觀測高度

$40^\circ 02'$

## 第七六節 用簡便星象尋覓器修正北極星差數

簡便星象尋覓器之詳細說明見 35 節，用此器修正時，不似上述依  $LHA_T$  而求修正數，係將修正數規定於刻有  $LST$  分劃之圓盤上， $LST$  亦與依時間表明之  $LHA_T$  相同，並按下列兩法求北極星修正數。

### (1) 第一法

(a) 依觀測  $GCT$  按  $GHA_T - DR$  經度求近似  $LST$ 。結果即改為時間單位，此完全步驟亦可以  $A.S.$  式計算器(恆星時換算器)作成之。

(b) 規定  $LST$  在子午綫柄之下(不必顧及何日期)。

(c) 在子午綫柄之下內圓圈，讀北極星修正數，與北極星觀測高度併入計算。

## 2) 第二法

(a) 正對地方日，規定近似之觀測  $LOC$  (依觀測時所得之  $GOLF$  或  $DR$  經度結果)。

(b) 在子午綫指柄下讀北極星修正數。

b. 從上兩法中可知若觀測員未帶有  $Y-9$  式計算器或  $Y-11$  時錶時，則第一法不適於用，因須先求  $LST$  時間。往日所製之簡便星象尋覓器係備海事年曆之用，祇按恆星時計算而不按度計算。惟是該器上圓盤僅可時間及度數兩者並列，如果實行，則  $LHA Y$  亦可依子午綫指柄與  $LST$  同時示出，而亦適於航空天文年曆之用。蓋從航空天文年曆中依  $GOLF$  或  $DR$  經度之數值，即能求得  $LHA Y$ 。

第七七節  $Y-9$  式時間換算器 (見第十三圖)

此種計算器可依機法將北極星修正數與觀測高度以求得緯度。

## 4. 使用

(1) 轉曲柄規定 GCI 及日期。

(2) 轉曲柄規定 DR 經度。

(3) 從北極星修正數指示器看修正小數（黑分割表修正數應加入，紅分割表修正數應減去。）

b. 北極星修正數指示器之調整：設北極星修正數所小者與航空天文年曆對於指定之 LST 之數不同時，則該器應按航空兵團技術命令 05356 調整之。

## 第七八節 星象高度曲線圖

該圖之詳細說明見第十章，在此種圖內，所有圍繞北極星地理位置之位置圈繪製法均按照麥卡脫圖繪製。與北極星觀測高度符合之緯度，可以直接求得。LST 即為曲線圖之縱座標。如果將縱座標 LST 同時亦按度數單位計算，分成 DHAV 分割，則



更適於航空天歷之用。將來印行之圖或能修正加入。至於使用現行之圖者可按照第十章所述迅即將  $IST$  改成  $LHAY$ 。

a. 依  $LHAY$  (以度計) 分割縱標：

- (1) 依觀測  $GOT$  按照  $GHAY - DR$  經度公式求近似  $LHAY$ 。
- (2) 查適用緯度帶曲綫圖，翻閱含有 (1) 項近似  $LHAY$  一幅。
- (3) 從該  $LHAY$  垂直向上求得與  $H_s$  相符之北極星位置圈之一點，祇將儀器差修正即可 (折光差已包含曲綫圖內)。

(4) 將該點平行投射於圖幅看其緯度分割數，即得觀測緯度。

注意：北極星位置圈並非平直，不能依之以為投射所定點達於緯度分割之根據。

b. 僅依  $IST$  分割縱標：

(1) 若無  $A. S.$  式計算器或  $GOT$  時錶時，則近似  $LHAY$  須依照使用簡單星象尋覓

器求得。有 (2) 時錶，若依 (2) 經度(時單位)公式，亦可求得近似 LST。

(2) 按照上述(2)至(4)各步驟，繼續實施，在上述節內 LHA 均易成 LST。

## 第十章 星象高度曲線圖

第七九節 說明

第八〇節 分割之修正

第八一節 曲綫圖原則及繪製

第八二節 用曲綫圖求飛機定位

第八三節 例解

第八四節 自地球上不動位置求定位

第八五節 每年高度偏差之應用

第八六節 優點及缺點

## 第七九節 說明

現在航空兵團所用之曲綫圖係依威穆航行法 Weems System of Navigation 所

刊行者，此種曲綫圖係從觀測某星象換算位置綫之簡便方法。用此圖可約在兩分鐘以後，即得到定位且除用航空天文年歷以便求得 CHART 俾計出觀測間之 GCT 以外，並不需其他參考書籍。設帶有與 GST 相同之時錶或帶有 AS 時間換算計算器，則航空天文年歷亦可不用。一觀測員在使用此曲綫圖時，無須按照該書店所刊印計算各法製成圖解後再解答天文三角俾求得位置綫。

a. 在曲綫圖內每頁，均依特種顏色三個星象之三位置綫作成方格，此方格係根據摩卡托投影法所製。

b. 圖內附有數字顯著之曲綫，表明每一度高度，其畫綫較輕之曲綫，每一方格代表 10。

c. 圖之左右兩邊為緯度數每一方格代表 0.1。

d. 圖之上下邊分劃，係表明 LST 之時及分。欲將 LST 按度數分劃計算 LHA<sub>T</sub>，則航行員須依 80 節分劃之。

- e. 在每頁上邊註有應用星象之名稱，並在每星象之旁畫有三短綫，表明高度曲綫之方向及曲綫顏色。
- f. 在每星象名稱之下，有校正度數以備每年高度差內推之用。惟欲十分精確計算時始用此校正度數，詳見下文。
- g. 圖之繪製為便於使用起見，常以每十度緯度作成一圖，包括 LST 自 0 至 24 時 (LHA 70° 至 360°)，圖之各頁接連處，有緯度 30' 重疊，有 LST 15 或大於 15 時間 (15 或多於 15 LHA 7) 重疊，此種圖或分訂或合訂皆可。
- h. 在每一緯度圖之前，均有索引一頁，列有星象名稱，高度距離，星象升落，及在每一恆星日內之某一時間找尋 LST (LHA 7) 之頁數。

## 第八〇節 LST 分割之修正

- a. 原製之星象高度曲綫圖，係便利於有 GST 時錶者之用，或從海事年曆中表列數值

求得 GST 觀測時，用此原製星象高度曲綫圖亦稱便利。在此種情形之下，故曲綫圖內之橫坐標，依 LST 劃分頗為適宜。從曲綫圖內如何直接檢出定位 Fix 之 LST 詳見後文所述。在知悉 LST 後則觀測員經度則可依 GST-LST 求得。在此種手續內包含時間數字相加或相減及由時間變成度數之換算。設無 GST 時錶，則須先從海事年曆中表列之數值求得 GST，法頗繁瑣。若有 A-G 式行星時換算器時，則以上各種步驟均可依機械動作完成之。

b. 爲使航海天文年曆使用曲綫圖便利起見，應在每頁沿圖上或圖下之橫座標分割，須表示 LST 之弧度數，即爲 LHA $\gamma$ ，即在 0h00m LST 地位畫 0°，在 0h04m LST 地位畫 1°。在 0h08m 畫 2°，如是依次將全圖分割，因之 01h00m LST 即等於 15° 02h00m 即等於 30° 直至 24h00m 即等於 360°。在航空天文年曆之後及在星象曲綫圖前頁內面，所列之時間經度對照表，應維持確切不使有誤。因在每頁曲綫圖邊有重疊部分，應細心將橫座標劃以記號，在記號劃好後，則須按各點校正錯誤，

在橫座標整度數中間尚有代表  $15'$  之各小分割，內准時以目力估計最近之分數即可。

c. 除 b 節所述繪圖之製法變更以外，在每緯度曲綫圖之前索引黃色紙一頁中  $15' 15''$  一行用括弧括起俾知  $15'$  及  $15''$  之示數。

d. 以下各節所述係根據修正曲綫圖說明之。

### 第八一節 曲線圖原則及繪製

b. 在第五章內業經敘明每一星象之地理位置即認為同心位置圈之中心，再則該地理位置隨時間經過亦沿緯度西行日復一日，年復一年，循環不已，設在某一日某一恆星時瞬間某星象地理位置正在觀測員子午綫，則過  $24$  恆星時（非民用時）以後該星象又必在該子午綫。

b. 設製一麥卡特曲綫圖，圖幅之寬，使圖底邊，可表明經度  $360^\circ$ 。並在圖幅內分布許

多緯度，與圖底邊平行劃一箭頭，指示東向，圖左邊之子午綫，標明  $\gamma$ ，即知  $\gamma$  在觀測員子午綫時，則  $LHA \gamma$  爲  $0^\circ$ ， $LST$  爲  $0$  時，一圖之左盡頭一邊，即依此標示之。又知觀測員子午綫向東移  $15^\circ$ ，則  $LST$  即爲  $1$  時， $LHA \gamma$  爲  $15^\circ$ ，依此向右數至經度  $15^\circ$ 。在該子午綫即標明  $LHA \gamma = 15^\circ$ 。或  $LST = 01h00m$ 。經過兩恆星時以後，即向西至  $30^\circ$ ，即自圖極左邊向東數至子午綫  $30^\circ$  處標明  $LHA \gamma = 30^\circ$ 。或  $LST = 02h00m$ ，如此將全圖依次標明，直至達於最末後子午綫標明  $LHA \gamma = 260^\circ$ 。或  $LST = 24$  時爲止，彼時  $\gamma$  又正在觀測子午綫。

在天空尋覓星象須依  $\gamma$  及天球赤道以爲參照。看航空天文年歷，檢出某星象之  $SHA$  及赤緯，則該星象在摩卡托圖上之地理位置，可以覓得。該星象之  $SHA$  應自  $\gamma$  向西測量，即從  $LHA \gamma = 360^\circ$  之子午綫爲起點向左星至  $SHA$  之度數及分數後再從赤道一直向上移動至等於該星象赤緯之緯度爲止。該點即爲星象地理位置，以地理位置爲中心，繪同心位置圈，各圈有十分之間隔，各圈之角度距不依地理



位置(天頂距)計算而依各圈之高度示數計算，如此一星象之高度曲綫圖，即繪製完成。

d. 繪有位置圈之某星地理位置視作向西移動與 $\omega$ 速率相等，如此可永遠維持自 $\omega$ 計算之固定角度距(SHA)，惟每點西移均循原緯度而行。

e. 設有第二星象之地理位置已經求得，同時等高度圈(位置圈)亦同樣製出。

f. 從基本原則上知一觀測員同時測量兩天體高度時，則該觀測員可斷定自己之位置，必在以該兩星象之地理位置為中心所繪得兩高度圈之交切點上，惟是此時有兩交切點，彼此相離甚速，此時知靠近推測位置(DR)之交切點，即為自己所在之位置。

g. 設一觀測員同時測兩星象，並將該兩星高度圈繪入摩卡托圖以內。再將所繪製之兩高度圈與由六分儀所觀測者參照相符後，即沿一圈看視直至與另一圈交切之點，並且確知該點為距離DR最近之點，則觀測員之位置即在該點無疑。依圖上之緯度分割將該點水平投射，則可得該點之緯度。依水平分割將該點垂直投射，即可依據該

點之時圈而得  $LHAT$ 。此時所不知者，厥為經度，然既知觀測間之  $GCT$ ，即可查航空天文年歷中之觀測日即得觀測瞬間之  $GHAT$ 。得到同一觀測瞬間之  $GHAT$  及  $LHAT$  以後則可根據時角表解所指示將  $GHAT$  與  $LHAT$  相加或相減而得經度。此即繪製星象高度曲綫圖之原則。

h.

(1) 在觀測時僅用兩星象不足供恆星時期之用，此理至為明顯，緣以星象赤緯及觀測員緯度均不十分高時，則每一星象必在每日中有數恆星時在地平綫之下。因之必須繪製數個星象之位置圈，則無論觀測員在任何瞬間欲觀測時至少有一兩星象在地平綫上適當觀測高度。在北緯度之觀測員，可永遠看視北極星，因之在繪製曲綫圖時，此星最宜加入，且可自  $LHAT 0$  至  $LHAT 360$ 。全部期間作為觀測之用。北極星位置圈為與他星象位置圈交切點明顯，最宜選擇靠近觀測員卯酉圈之星象以為觀測。一觀測員所在之緯度既可在  $0$ 。至  $90$ 。中任何一緯度最好選擇  $SHA$  相差無多而赤緯相差極大之星象製入圖內，則觀測

員無論在任何緯度，均可得各星象位置圈明顯之交切點。

(2) 星象高度曲綫圖與將一摩卡特圖分成數幅無異，而在圖上繪有三星象之位置經。視圖上之各曲綫，即可知伴星隨時間轉動，如此可永久有兩星分布適當高度，為觀測之用。再看圖中之各緯度即可知伴星未必能在在同一星恆時用於所有緯度之觀測。而在每一圖內用三星象之最大原因，即為如有一星被雲遮蔽時，尚有兩星可以得到定位。

地球之緯度圈不似摩卡托投射圓圈，因之在曲綫圖上畫等高度圈所用之手續並非僅安置繪圖羅盤於地理位置繪製圓圈而已。

(1) 有對於繪製此種曲綫圖之建議者，即先按照描影投射法 Stereographic Projection 蓋此種投射性質可使地球上緯度圈與投影之圓圈相似。從此描影投射各圓圈上將緯度及 LHA 各點檢出移製麥卡托圖內後再經過各點繪一平滑曲綫。如是此麥卡托圖即用作最後製圖之法，緣以此種麥卡托法可使航行員易於

檢出兩高度圈切點之座標。惟是此種製圖法不適之點有二，一則製圖後有顯著差誤，尤以繪製大半徑之圓圈爲甚，再則從描影投射移至麥卡托圖時因欲製圖正確，則應儉移之緯度點以  $LHA \rightarrow$  點甚多且在描影投射時之經緯度均係圓圈，並非成直角交切，故繪製時有相當困難。

(2) 又有建議者，即在每一同等高度圈覓得數用之緯度及  $LHA \rightarrow$  各點以爲解答天文三角之需。爲省去多次計算起見，僅將整度高度圈與整度緯度或整度  $LHA \rightarrow$  交切點決定即可。

(3) 用海格內計算器 Haguer Computer 之法，設一航行員欲求某一高度圈在何春分地方時角  $LHA \rightarrow$  可交切於選擇之緯度時，須先規定星象赤緯，位置圈高度，及一整度緯度。然後用望遠鏡，擺動  $LHA$  及方位角分度，使之瞄準。在瞄準成功後，即從  $LHA$  分度儀看該星象  $LHA$  示數。再從航空天文年曆中檢出該星象之  $SHA$  並按照時角表解 Hour angle Di-

agram 所指示將 SHA 與該星象之 LHA 合併計算，即得 LHA $\gamma$ ，如此即得該交切點之緯度及 LHA $\gamma$  可繪製圖內。

(b) 求某高度圈在何緯度交切於 LHA $\gamma$  整度子午綫，法將 LHA $\gamma$  與該星象 SHA 合併計算求得該星象之 LHA 後，即將該星 LHA，赤緯，及圈之高度分別在各該分度計上規定，然後以緯度及方位角遊尺校準即得緯度，如此即可得位置圈上交切點之兩座標並繪製在曲綫圖以內。方位角分度計之示數則在兩步驟中均不用。

(3) 在位置圈上各點，可用 A.4 位置綫計算器或用計算天文三角之各表解法可以算得之。若用此法時再有 A.5 式時間換算器，則計算迅速。按諸實際在繪製威穆斯曲綫圖時，H.0.203 及 H.0.204 中所有圖解可以利用。在整度曲綫繪就後，再分成六部分，即得每十分之曲綫。

## 第八二節 用曲綫圖作飛機定位

北極星，用曲綫圖求定位時，通常根據北極星及伴星中之一星以爲觀測。如北極星不能望見，則當然用兩伴星觀測。用北極星觀測之理由則因該星之高度變化甚緩可使在在兩次觀測時不必若其他星象因時間之不同必須施行調整。惟在兩次觀測時因飛機飛行距離關係亦須若其他星象施行調整，不論觀測若何星象皆然。關於此兩種調整法詳見以下各節。

b. 決定觀測星象：在星象曲綫圖使用之前，一航行員須決定在曲綫圖內除北極星以外尚須包括何星象俾適於規定之 LHA<sub>T</sub> 或 LST. 其法如下：

(1) 從航空天文年曆中根據規定觀測時之 GCT 檢出近似之 GHA<sub>T</sub> (達到最近十分間隔即可。) 用推測經度(最近整度數即可)與 GHA<sub>T</sub> 合併計算，即求得近似 LHA<sub>T</sub>。此種近似 LHA<sub>T</sub> 亦可用 A-5 計算器或星象簡易尋覓器求得

之。

(2) 看包有推測緯度之星象曲綫圖，翻閱含有 *STAR* 一頁，從該頁上面看兩伴星之名稱。再則一天體之方位角既永遠垂直於位置綫，則在曲綫圖上，從該曲綫繪製之近似高度點看視，可易覺得欲求之天體。同時須記住一天體之地理位置永遠在曲綫圖下一邊。

(3) 設選擇在何緯度之曲綫圖幅有空問時，即觀測北極星並看包有觀測高度之緯度圖內。

(4) 通常兩伴星從航行員位置看視必有一星較其他一星易於觀測，此為於觀測之星須與北極星並用。

用北極星及伴星求定位。

(1) 觀測北極星高度並看觀測之 *GCOT*

(2) 作好 (1) 項立即觀測伴星高度並看觀測之 *GCOT*

(3) 將求得兩高度除折光 Refraction 以外應修正觀測誤差。在調整曲綫圖時也須折射光正。

(4) 檢適用二曲綫圖幅覓得北極星高度圈

(5) 在觀測間隔飛機前進時爲北極星高度之調整。從北極星曲綫圖任何一點，依據該星及伴星觀測時間飛機前進時之情形（即依推測軌跡及地速計算者）繪製航向及距離。在兩觀測間隔完了時，設觀測伴星之際飛機之位置不變，僅觀測時間不同則北極星曲綫仍爲北極星高度。北極星高度變換，緩慢，不必因兩觀測時間經過而加以調整，若航向爲東西向，則因飛機前進距離亦不必修正北極星高度。

(6) 將修正北極星曲綫與伴星曲綫之交切點覓得，該點即爲觀測伴星時之定位。

(7) 將該定位點水平投射於緯度分度後讀觀測員緯度。

(8) 將該點垂直投射於 LHA<sub>T</sub> 分度，檢與觀測者子午綫有關之 LHA<sub>T</sub>。此



LHAT 永遠自觀測員子午綫向西計算自  $0^{\circ}$  至  $360^{\circ}$  為止。

(9) 從航空天文年曆中檢出 GHAT 俾求觀測伴星之 GCT 即將第二觀測之 GCT 計入

(10) 按照時間換算表將 GHAT 及 LHAT 合併計算，求得經度，或依下列規則求經度：

(a) 設觀測員在西經，則  $Long. W = GHAT - LHAT$

(b) 設觀測員在東經，則  $Long. E = LHAT - GHAT$

於必要時加  $360^{\circ}$  後再按上法減去。

d. 在北極星不能望見，用伴星求定位法。

(1) 概述：當北極星不能望見時，當然用兩伴星觀測。與上述法不同者，即在兩觀測間隔中飛機前進之距離及時間，均須為高度之修正。下列步驟，務須依照辦理，在伴星觀測後再觀測北極星亦然。

(2) 步驟：在下列步驟中，某一伴星稱之爲 A 另一伴星稱之爲 B

(a) 觀測 A 並記明觀測 GCT

(b) 觀測 B 並記明觀測 GCT

(c) 在兩次觀測後除折射 Refraction 外，爲觀測差誤之修正。

(d) 覓 A 高度曲綫。

(e) 依兩觀測間所用之時間，選擇在 DR 緯度附近之 A 曲綫某一點，平行右移，直至兩觀測間所需之 GCT 時間爲止，是卽爲 A 高度第一之修正。

注意：在分度則依恆星時計算，而兩觀測間時間之經過則依民用時計算，在短時間間隔民用時若干分與恆星時若干分相差甚微，可無須顧慮及之。

(f) 依據兩觀測時間間隔中飛機前進之距離以爲 A 高度之修正。從業經照(e)項修正高度圈中任何一點，再按照兩觀測間隔時飛機前進結果，繪製航向及距離。在飛機前進完畢時，卽可指示 A 高度圈有若該星象與 B 星在同

地同時被觀測者。

(g) 覓  $\square$  高度曲綫與  $\triangleright$  修正高度曲綫交切點，該點即為定位。

(h) 參照緯度分度即可決定該點緯度。

(i) 將該點垂直投射於  $LHAT$  後，將  $LHAT$  與等於第一及第二觀測  $GOT$  之  $\square$  合併計算，即可決定經度。

e. 高度圈不須修正而求定位之輪測法 *Altivate method*

(1) 設南觀測太陽在同時之際，則因在兩觀測間船經過時間及飛行前延距離之結果其高度不需修正。

(a) 聯測  $\triangleright$  星並按時繪製高度時間方格表內。

(b) 立即觀測  $\square$  星，施行聯測亦按時繪製高度時間方格表內（用同樣時間分

割）

(c) 再觀測  $\triangleright$  星，重複施行聯測，並同樣繪製表格內。

(d) 在表格上經過第一次觀測之點及末次觀測之點劃一精細曲綫。

(e) 在聯測之點各點求平均時及平均高度。

(f) 在觀測之點星平均時之精細曲綫決定高度。

(g) 結果為高度如星在觀測地位及時間觀測者然。

(h) 將在觀測之時之高度及高度計入星象高度曲綫圖內，求高度圈之交切點，該點即為觀測之時之定位。

(i) 按照此法決定定位之緯度及經度。

(2) 設按照前述(1)項方法觀測而其中一星為北極星時，則須在第一次及末一次為北極星之觀測。在此種方法觀測時，則在第一次觀測北極星與第二次觀測伴星所用時間幾同於第二次觀測伴星與末次觀測北極星所用時間，因之觀測北極星之時間可無庸登入。緣以北極星高度變換頗緩，縱時間稍有不齊亦無妨礙。

觀測伴星平時亦可用作觀測北極星之時，北極星兩觀測高度之平均數，即約為

在觀測伴星之GCT瞬間所得之高度。

(3) 從上述可知用此法時需連續觀測，此種連續觀測所需時間較諸高度修正法所需時間有否經濟，需視各種情形而定。設有八分儀而空氣平靜時，則輪測法較諸修正高度法為迅速。常常練習即知何所擇取。

(4) 輪測法優點，即為星象高度曲綫圖無須若高度修正法分割方格，備投射各點及繪製航向之需。再則高度修正時，勢須曲綫圖內畫綫甚多，則一無經驗之航行者將致迷亂也。

f. 以三星象定位法：時間及視象均許可時，當然可以三星象求定位，通常將一二兩次觀測修正使與在最末次觀測時間之觀測相等。如是三位置綫將交切成三角形，定位即視在三角重心之需。

g. 單測所得之位置綫，在三星象中僅一星可望見時，則位置綫可依下法迅速求得：

(1) 觀測星象注意觀測 GCT。

- (2) 約在 DR 位置之東假定一整度經度，并依計算 LHAT 觀測 GCT。
- (3) 約在 DR 位置之西假定一整度經度並依計算 LHAT 觀測 GCT。
- (4) 計入曲綫圖並檢視高度圈交切每 HOUR 子午綫之緯度，將與每假定經度適合之緯度記下。

(5) 將求得各點繪製圖內，以直綫接連即為位置綫 LOP

### 第八三節 例

#### 第一例

(1) 問題：一航員於一九四一年一月一日 02h20mGCT 在 37°00'N—76°00'W 之推測位置，用星象高度曲綫圖求定位。

#### (2) 解答

在 02h20mGCT 之 GHAT (自航空天文年歷) ..... 185°21'

推測經度 (西) ..... —75°00'

在 02h20m GCT 之 LHA  $\tau$  ..... 60°21'

看 30°—40° 緯度曲綫圖參閱黃色樂索引一頁或在 LHA  $\tau$ —60°21' 之曲綫部位參閱天體，即可知北極星，北河三，天狼爲用此法觀測時之三星。

### 第二例

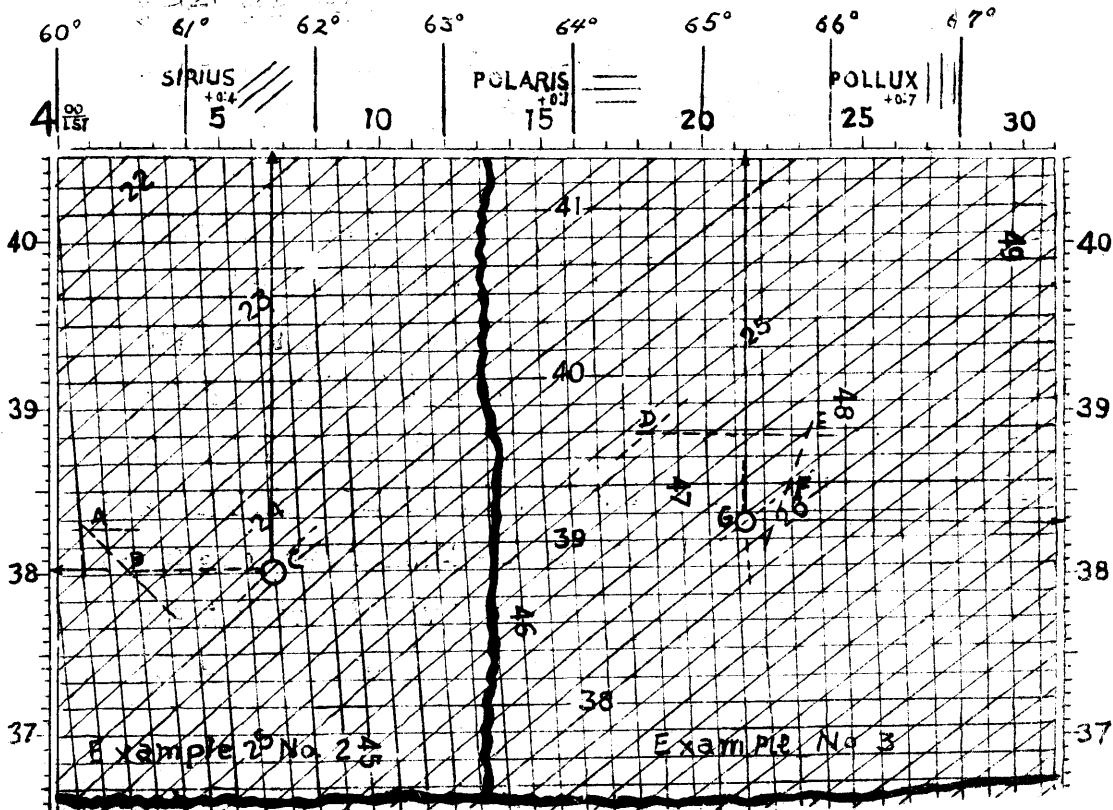
(1) 問題 一航行員在一九四一年一月一日 02h22m GCT 觀測北極星。Hs 北極星 39°07'。在 02h27m GCT 觀測天狼，Hs 天狼 24°15'，水泡修正 0'。真向 135°，地速 240 浬，求在 02h27m GCT 之定位。

### (2) 解答

(a) 拆射修正既包含曲綫圖內，同時亦無儀器修正，因之計入曲綫圖之高度爲北極星 39°07'，天狼星 24°15'。

(b) 參閱圖 50(1)，是圖符合於一九四一年一月一日 02h27m GCT，推測位置

# 第五十圖 星象高度曲綫圖解答





在西經  $76.15'$  之 LHA 近似值。

(c) 在  $39.07'$  北極星曲綫覓任何一點 A。

(d) 因兩觀測間隔飛機前進距離修正北極星高度，如右，經過 A 點為  $135'$ 。航向，飛機速度每分鐘四哩，兩觀測間隔為五分鐘，因之 B 距 A 為二十哩，而北極星高度修正為  $38.52'$ 。

(e) 沿北極星  $38.52'$  高度曲綫直至在 C 點與天狼星  $24.15'$  高度曲綫交切，該點即為定位。至於兩觀測間隔因經過時間之高度修正，則無需要，因在圖上可顯然易見北極星之高度，在五分鐘以內，並無顯著變化。

(f) 將 C 點依緯度分割水平投射，即得觀測者緯度  $38.02'$ ，並記錄之。  
注意：曲綫不水平時，不必沿北極星曲綫，用直角三角投射。

(g) 將 C 點垂直投射，知 LHA 為  $61.40'$ 。

(h) 經度依下列法決定。

c. 第三例

在一九四一年一月一日 02h20m GCT 之 GHAT (檢自天文年歷).....	135°21'
07m GHAT 修正數(檢自天文年歷).....	1°43'
在 02h27m GCT 之 GHAT .....	137°06'
在 02h27m GCT 之 LHAT (據曲綫圖).....	161°40'
經度.....	75°23'W

(2) 在一九四一年一月一日 02h20m GCT 之定位為 38°32'N—75°26'W

- (1) 問題：一航行員於一九四一年一月一日 05h25m GCT 在推測位置 38°00'N, 117°30'W 觀測天狼星並在 05h36m GCT 觀測北河三。天狼星 25°05'HS 北河三 47°23'，水泡修正 0'，真航向 200°，地速 24.0 浬。求在 05h30m GCT 定位。

(2) 解答

(a) 折射修正包含曲綫內，同時亦無儀器修正因之計入曲綫圖之高度爲天狼星  $25^{\circ}05'$ ，北河三  $47^{\circ}23'$ 。

(b) 參閱圖 50(2)，是圖符合於一九四一年一月一日 05h30mGCT，推測位置在經度  $117^{\circ}30'$  之 LHA 9 近似值。

(c) 在  $25^{\circ}05'$  天狼曲綫及在  $38^{\circ}$  緯度附近覓任何點 D。

(d) 因兩觀測所用之時間爲高度修正時，將 D 點平行向右移動達到 LST 五分鐘間之 E 點，如此因時間經過修正之高度爲  $25^{\circ}42'$ 。

(e) 因兩觀測飛機前進距離爲高度修正時，自 D 點繪製 200 呎航向得 F 點，距 E 點 20 浬（按每分 4 浬計），如此天狼星因兩觀測時間經過及飛機前進距離得修正高度  $25^{\circ}52'$ 。

(f) 將天狼星  $25^{\circ}52'$  高度曲綫延長直至交切於北河三  $47^{\circ}23'$  曲綫部位之 G 點爲止。

(g) 將 G 點依緯度分割水平投射，得定位緯度  $38^{\circ}18'N$ 。

(h) 將 H 點垂直投射，得  $LHAT$  為  $65^{\circ}21'$ 。

(i) 經度依下法決定之：

在一九四一年一月一日  $05h30mGCT$  之  $LHAT$  .....  $182^{\circ}59'$

在一九四一年一月一日  $05h39mGCT$  之  $LHAT$  .....  $65^{\circ}21'$

經度 .....  $117^{\circ}38'W$

(i) 在一九四一年一月一日  $05h30mGCT$  定位座標為  $38^{\circ}18'N-117^{\circ}38'W$

### 第八四節 自地球上不動位置求定位

一觀測員在某一定地點及時間可測得一星象之一定高度。該星高度因觀測時間及地點變換而亦變更。一觀測員在一移動迅速之飛機上，必須將其位置綫前移，俾可計入因時地變換所發生之高度差。在地面上觀測員僅計入因時間變化所發生高度差已足，至關

於地位變更之修正可無須顧及。設北極星爲觀測星體之一，且爲最初觀測之星象，則無須任何修正也。

### 第八五節 每年高度偏差之應用

a. 恆星位置，歷年變更之數極微。在一實用航行曲綫圖之繪製，可預製四年後之曲綫圖，如此可供使用八年亦無重大差誤，如爲求精確而又使印行之圖可以作多年使用，則可使用高度修正數，如此即可作某一日某星象確切高度之解答，現在所用之曲綫圖，即用於一九四五年一月一日者。

b. 爲使用者便利起見，在曲綫圖每星名下邊附有六分儀觀測高度修正數之小體數字。此修正數均換高度分數十分之幾計算，並附有加(+)號及減(-)號，即表明逾使用期限而再使用者，應按加減號分別加減於六分儀觀測高度，若未到期而使用時則加者改減，減者改加。

c. 例如第五十圖，設在一九四五年觀測天狼，北極，北河三各星象，則無須用高度修正數，在一九四六年觀測時，則須按每星下修正數  $+0.4, +0.1, +0.7$  分別加上計算，若用於一九四四年，則仍用此同一修正數目，不過加若改減，減者改加。若用於一九四九年，則此修正數用  $\times$  乘，如天狼星為  $4 \times 4.1 = 16.4$  北極星為  $4 \times 1.1 = 4.4$  北河三為  $4 \times 7.1 = 28.4$ 。用於一九四一年，則天狼為  $-1.6$  北極為  $-0.4$  北河三為  $-2.8$ 。在一六分儀觀測高度加入此修正數後，其正確亦與按年特製之曲綫圖無殊。依實際而論，此修正數極微，且在定製自三四年以內使用時，則此修正數之用否，固無足重輕也。

## 第八六節 優點及缺點

a. 缺點

(1) 此種曲綫圖明顯缺點，即使用之星象，僅限於圖上所指明之三星。在雲間或受

星全不能望見時，則須致力於他法以爲解答。再則除在北緯 $0^{\circ}$ 。至 $90^{\circ}$ 以外之  
星象曲綫圖，現尙未製就。

(2) 此圖雖不如機械計算器價昂，然所費亦巨。

b. 優點

(1) 彌補上述缺憾之處，即用此法求定位極迅速。在有精驗人員用之，爲現在星象  
觀測求定位法中之最敏捷者。

(2) 從曲綫圖所得定位之精確，決不出空航所需要者以外。設計入曲綫之各諸元均  
正確，則定位之經緯度度分數，可以求到最近值。

# 第十一章 預行計算

第八七節 預行計算

第八八節  $\infty$ 高度及方位角曲綫圖

第八九節  $\infty$ 在每分時之高度變更

## 第八七節 目的

在天文航行中預行計算之目的，爲使航行員在觀測以後，即多半能立即繪製飛機位置綫或決定定位。預行計算並非節省工作，其優點係起飛前在地面作各種計算。設在地面無充分時間預計各種諸元時，則航行員須在飛行間利用空時計算飛行前進中之備用諸元。



## 第八八節 高度及方位角曲綫圖

a. 定義：預計高度及方位角曲綫圖係代表某一天體高度及方位角之製圖，而該天體高度及方位角係從某一假定位置或從經過某一時期之聯續假定位置而觀測者，因之此種預計曲綫圖可視為一天文三角問題之聯續解答方案。

b. 目的：預計曲綫圖可以免去在飛行中解答天文三角之需要，因之可以迅速進行位置求覓之手續，俾航行員不致疲倦，再則此種圖用於赤經及赤緯變化甚速之天體，（太陽，月球，行星）亦猶之永久星象高度曲綫圖，對於觀測各該圖上指定星象之功用相同；太陽，月球及行星在天空不能維持固定位置，因之不能繪製永久高度曲綫圖以備觀測之需，故此種預計曲綫圖係暫時性質，惟航行員有時檢永久星象高度曲綫圖以外各星象繪製預計曲綫圖，設在圖內加入恆星時及行星時圈座標，則該圖亦可用經四年或五年之久。

e. 種類：預計曲綫圖計有兩種：

(1) 固定 Stationary 預計曲綫圖

(2) 航向 Course 預計曲綫圖

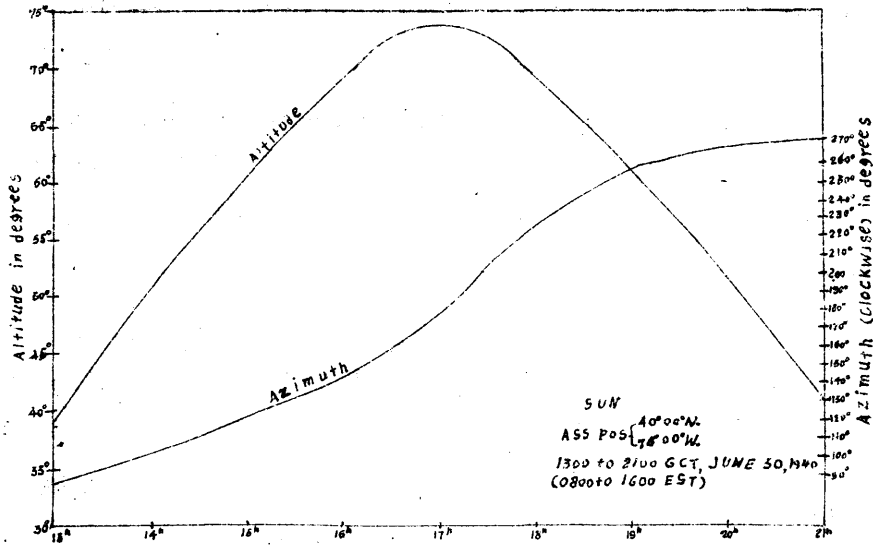
d. 定一式

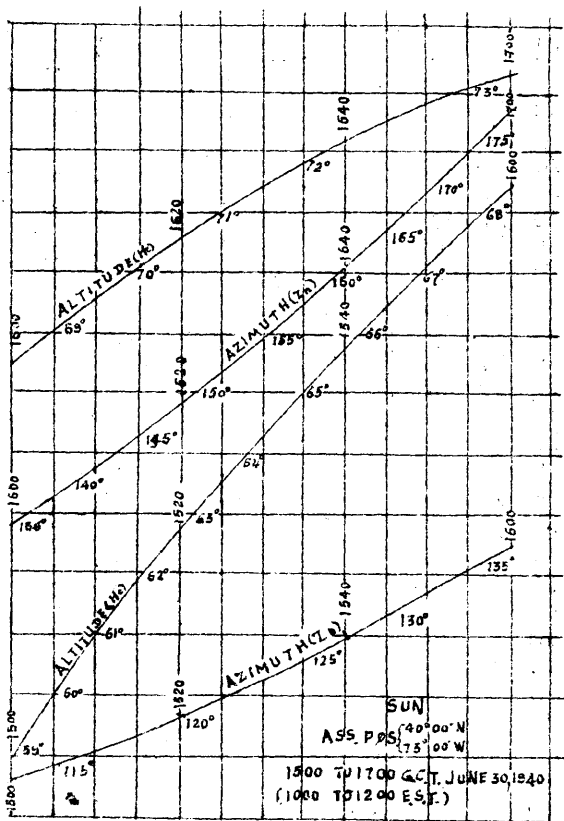
(1) 繪製法：定一曲綫圖，即用一單獨假定位置 (A Single Assumed Position) 作所有計算之曲綫圖是。至該假定位置之選擇，則視航行員將如何利用此曲綫而定，詳見後述。被擇天體之高度及方位角，則按每整二十分時間連續計算。

通常求計算簡易則用 H. O. 211 (艾及頓法) 或  $A-3$  式計算器或  $A-4$  式計算器。緣合該法中之任何一法，均不受天體選擇之限制。用 H. O. 214 法時，若所選擇之假定位置之緯度並非整度，而所選之經度不能得到 LHA 整數時，必須加入內推之數，因之繪製預計高度曲綫圖，頗為不便。在每一解答所得之高度及方位角均按照預計曲綫圖上 GCT 相當位置定出各點，然後經過各點畫綫接

(1) 圖式定固

圖 一 十 五 第





第五十一圖 固定式綫曲圖(2)接上圖

連即可。

(c) 第五十一圖 (1) 表明一九四零年六月二十日 19100m 至 21100m GGT (8:00A.M. 至 4:00P.M. EST) 在 40°00' N.—75°30' W. 假定位置太陽高度及方位曲綫圖。在此圖內時間，高度及方位角之分劃數字故意縮小，俾可繪製完全不斷之曲綫。高度分劃列於左方縱綫，方位角分劃列於右方縱綫。從圖內可知高度在清晨及日晡時分別增減之速度甚快，而方位角則在地方正午時變換極大。

(b) 第五十一圖 (2) 係第五十一圖 (1) 曲綫之一部，俾可在飛行時實際應用，使航行員有比例度數較大之曲綫圖而同時又使圖幅不大易於使用。在該圖曲綫係分段繪製，俾省篇幅。通常以一豎小格代表高度 10' 及方位角 1'。一橫小格代表一分時間。方位角分劃係依小比例尺寸計算，緣以方位角之正確限度在半度以內，即認為十分滿意，至於高度分劃則不然，該高度須如此

繪製，能使在 1/4 以內之內推數字用目視即可計出。時間，高度及方位角適當分割均注明適當曲綫旁邊，如此一頁短幅之紙張即可繪製較長之曲綫。欲求繪製平滑精確之曲綫時，則在經過一定點畫曲綫時，須用帶鎖紙之曲綫板。方位角曲綫通常用顏色鉛筆畫出，俾能迅速分別於高度曲綫。

(c) 實際上，方位角曲綫之繪製既不需要亦非繪製後可以增加便利，最好按照每經整二十分鐘時間在圖上經過假定位置畫方位角，或用輔助圓盤繪製方位角如第五十二圖(1)及(2)所示。此圖中所示之方位角亦與第五十一圖(3)所示經過兩時之方位角相同。在各時間數間隔中所有之方位角，則以目視內推決定之。惟在第五十二圖所用之繪製方位角法，則節省時間極多。

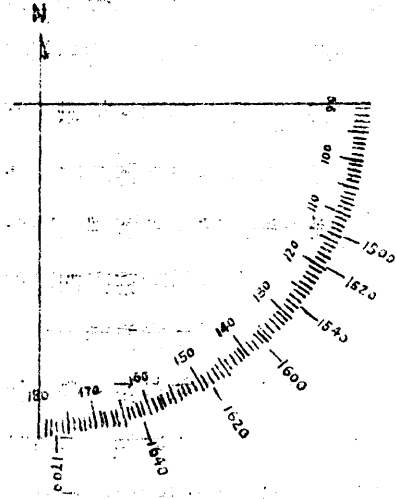
(2) 使用：預計曲綫圖係根據位置綫原則而製。舉行一觀測後，將六分儀高度依觀測誤差數而修正之。繪製人沿時間分割看至與觀測瞬間相同之時間再垂直向上

至縱綫，在與觀測高度相同之點畫一記號。在該點與依垂直分割表明之曲綫間距離，即為截距。設觀測高度在曲綫之上，即表明在該瞬間觀測高度大於計算高度，是觀測員在靠近某天體地理位置之位置圈上，其距離，即等於截距之距離。設觀測在該瞬間觀測高度在曲綫之下，則觀測員位置綫離天體較遠。如觀測員欲在圖上畫位置綫時，則須用觀測瞬間以目力內推之方位角決定位置綫方向，然後按一般繪位置綫方法經過繪製曲綫之假定位置畫出方位綫，截距則自假定位置點起算。曲綫之繪製既用單獨假定位置，因之觀測員離假定位置在一百哩以內時，該曲綫始能有正確之指示。不過善於讀圖之航行員，稍超過此距離之數亦可看出。因用單獨假定位置故在尋覓目標或區域巡邏時，此定一式曲綫法甚為適用。為免除在繪製預計曲綫圖時需修正六分儀高度，可在繪入曲綫各點之前，將修正數依相反符號用於計算高度。或將水泡及觀測兩修正數亦依相反符號用於計算高度，如此六分儀示數可與曲綫圖對照無須再應用任何修

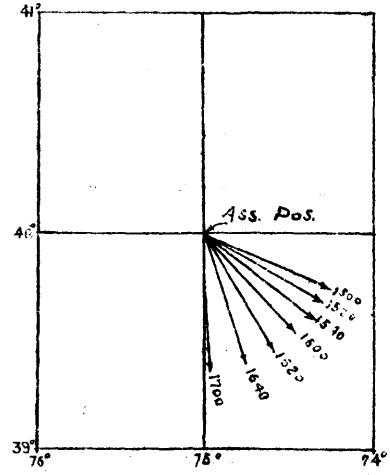
第五十二圖

太陽方位角

(1)



(2)

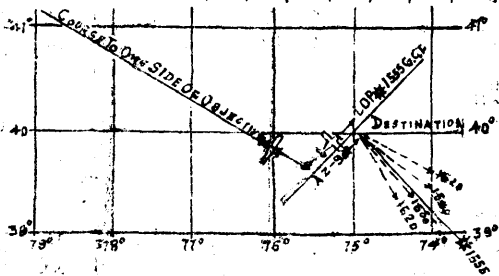
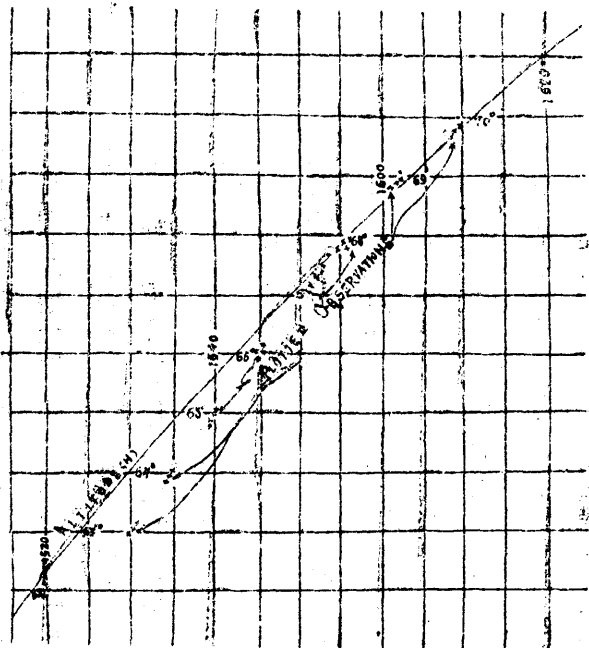




正數之勞。此事在繪製預計曲綫圖中爲一細微之事，然航行員在空中之時，可省去一計算步驟。再則折射表 Refraction Tables 自從印製以來，未曾顧及現時飛機高度一事，以現在飛機在空中觀測時之高度在地下未能預爲望見，故在曲綫圖內不包括曲綫修正數。

(c) 天文尋覓目標法(參閱第五十三圖)

1 在此種問題中，係假定祇有一天體可以觀測時尋覓目標之法。在起飛前，用目的地作爲假定位置繪製一靜一式曲綫圖。該曲綫圖係按經過時間計算，並備有餘幅，俾計入實際達到目標附近時間及估計達到時間之差數。在飛行時，一切步驟與 *Fig. 52* 節所述相似。從出發點起航行員即決定偏該目標之旁某一邊爲飛行航向。另一法即正對該目標飛行直至達到目標估計時 *ETA* 以前半小時左右，再按與計算方位角相等之航向飛行，俟抵達穿過目標之圖等高度圈爲止。用此曲綫圖即可



第五十三圖 固定一曲綫圖求覓目標法

知航行員何時達到該同等高度圈。其法有如下文所述：在達到目標估計時相當時間以前，航行員即開始按時觀測天體，並製入計算曲綫圖內。此種新製入觀測，未必與曲綫圖符合，然愈行觀測愈爲接近。如是繼續觀測直至此新觀測曲綫行將交切於計算高度之曲綫之瞬間以前爲止。此時即迅速伸展新觀測曲綫使之交切。此交切點即表明飛機在穿過目標位置綫之瞬間。在該瞬間應按  $\odot$ 。航向加上或減去計算方位角度之方向進行而至目標。至於加或減方位角度係視飛機原偏目標之某一邊飛行而定。在轉向目標並調整偏流以後，仍須繼續觀測。在確知飛機將飛過目標時，應調整航向使觀測各點仍繼續落於曲綫上。如觀測各點有落在曲綫上面之趨勢，則飛機較其正當之位置稍近於天體，此使應稍予調整使離天體稍遠。設觀測各點落於曲綫之下，則應調整使近於天體。此法與飛機在無線電波  $\Delta$  帶中來回移動直得

到正確之指向情形相同。在理論方面而言欲求觀測點與計算曲綫符合，則飛行經過之曲綫須顧及時間經過，方位角之變更，其實除非飛機開始航向特偏於目標之一邊時，則此顧慮並無需要。按照普通情形，在飛近目標之一段距離甚短，一經正確之航向取得（方位角 $\pm 90^\circ$ ），則此後觀測點將永落於曲綫之上。

2. 天文尋覓目標法時，並非必需將飛機一定指向目標之某一邊。設航行者對於目標方向發生疑問，則應在觀測點與曲綫甫行交切之際，依正確之考察，取方位角 $+90^\circ$ 或方位角 $-90^\circ$ 之方向。然後在五分鐘以內至少觀測三次即可依照下列原則知目標在前或在後。

當航向為方位角 $+90^\circ$ 而觀測高度少於曲綫示數，則目標在前，大於曲綫則目標在後。

當航向為方位角 $-90^\circ$ 而觀測高度小於曲綫示數，則目標在後，大於

曲綫則目標在前。

從上述可知一航行員遇有誤向之時，則此法可節省時間使之改正。若決定指向目標之某一邊進行，俾免轉彎時發生疑問，此法亦殊為可取。

3 第五十三圖即解釋天文尋覓目標法，以一九四零年六月三十日太陽尋覓在  $40^{\circ}00'N. - 75^{\circ}00'W$  之目標。此航行員預計達到目標附近時間為 16h00mGCT 並繪製自 15h20m 至 16h20mGCT 時間之靜一式曲綫圖。其飛行航向很明顯偏於目標之一邊如圖所示。在 15h30<sup>H</sup> 開始觀測。將觀測高度與曲綫比較，亦如圖上所示。並知觀測曲綫將在 15h55m 與預計曲綫交切。在 15h55m 取 45<sup>1</sup>。航向(方位角— $90^{\circ}$ )，在 1610 即經過目的地。此後飛近目標繼續觀測。如圖中所示。如此即可使航行員確知飛機經過目標矣。

(b) 在區域巡邏時：設有飛機須巡邏某一區域，該區域中點與周邊任何點之距

離不逾一百哩，此時靜一式曲綫圖頗爲有用。該區域中點即選作爲假設位置。如此飛機在該區域內若何地位或若干時間，航行員藉此曲綫圖之力，幾能立即測製位置綫。如區域極大時，則必須以同一天體作兩個或兩個以上之曲綫圖，並用不同之假定位置惟每一假定位置至少距飛機之位置在百哩以內。設有方位角相宜之兩天體可以應用時，則可繪製兩曲綫並觀測兩天體按照普通方法求得定位。

(c) 水泡指鏡合併誤差之決定：固定曲綫圖對於水泡及觀測合併誤差之決定頗爲有用。祇用高度曲綫圖即可。製圖時即用觀測員擬行校正之地面位置作爲假定位置。在畫曲綫圖前，折光及視差（祇用於月球）修正數常依相反符號用於曲綫圖內。在同一瞬間將觀測高度與預計高度比較。此時觀測高度須與預計高度完全相同，如不相同則兩高度間垂直距離，即爲水泡與觀測合併誤差。關於此種誤差之詳細說明，見第八章。

(d) 八分儀實習：關於校正八分儀時，將折光及視差均行加入並藉靜一式高度曲綫圖作地面上試驗及如上(c)所述，設該儀器已無水泡及指針合併誤差，且在正確時間觀測，則觀測高度定完全與曲綫符合，此時令新習者實習此種儀器，則結果錯誤之點可明顯示出。

(e) 時之校正：自有無綫電符號可以校正時間，因之以校好之六分儀，在已知經緯度之一點，觀測一天體，以爲校正便航錶之事，則不需要。惟遇緊急之時，亦可依觀測員已知地位所繪製之固定高度曲綫圖以校正 G.C.T. 水泡及指針合併誤差依相反符號用於曲綫圖，於必要時，折射及視差亦依相反符號用於曲綫圖。此時觀測員依次聯測高度，並將所測高度及以之時間記入曲綫圖內。然後將曲綫所註時間及錶之時間對照俾求錶之誤差。依多數觀測結果時差之平均數，作爲錶之誤差。在所用之高度曲綫圖愈爲峭直，則所定錶之誤差愈爲準確。設一天體約在東或西方位而其位置

並不低至使折射不能決定時，則此時高度曲綫之峭度，可以適用。惟觀測時依水泡水平之準確度，不似依可視地平圈之準確，故依水泡八分儀所測定之 GCI，縱爲有經驗觀測員所觀測者，亦不免有數秒鐘之誤差。

#### 6. 航向曲綫圖(參閱第五十四圖)

(1)繪製：航向曲綫圖，即備飛行之航向所繪製之圖，此航向曲綫圖與固定曲綫圖不同之點，即在按時計算高度及方位角時，利用不同之假定位置以爲每次解答之需。一航向曲綫圖亦可視爲數個簡短固定曲綫圖之組合。在繪製此種圖時，須將自出發點至到達點間之航向綫先畫入圖內。用預行估計之地速將航向綫自出發點起依每二十分時間隔分割，出發點處注明(1)第二間隔注(2)，如是依次類推。將每點之經緯度，亦注圖中，如是即可解答天文三角以求高度及方位角。最初天文三角解答時間爲擬計起飛之時，假定位置爲出發點之座標，第二次解答之時間即爲預計起飛時間再加二十分時，假定位置則爲位置(2)之座標，

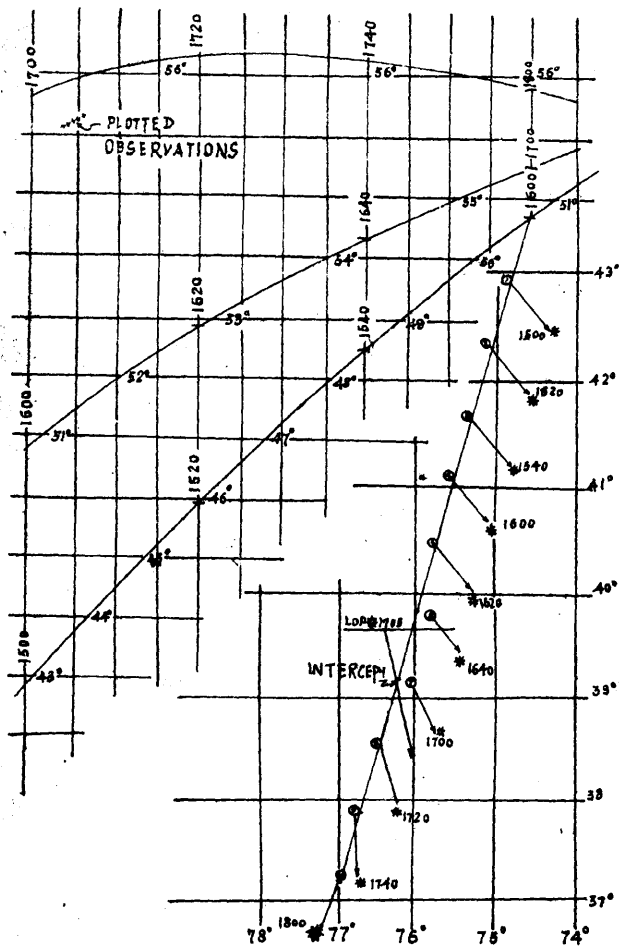


此種計算，完全係依據預計完全飛行時間而定。如是計算高度點可同樣按照製固定曲綫圖，繪於圖紙以內，並經過各點畫綫聯接。此種曲綫圖因許多因素不似固定曲綫圖之平滑，然圖上若不注明固定或航向字樣亦有時殊難辨認，在航向曲綫圖上方位角綫常不繪出，僅在每二十分鐘點各畫出方位角如五十四圖所示，或用輔助羅盤面亦可，此高度曲綫圖亦與繪製固定曲綫相同包括六分儀相反符號之修正差。

(2) 使用

(a) 使用此航向曲綫圖最須注意之事及易使人迷惑之事，即為預計之航向及時間表無須絕對遵照預計之時間實施。用此種曲綫圖惟一之限制，即為此航向時間規定總須維持約在二百哩以內。如此可永遠依照前述之原則使假定位置距飛機真位置在相當距離以內。

(b) 設某一航行員，用預行繪製之飛行曲綫圖業經作一觀測並欲製出位置綫時



第五十四圖 航向曲綫圖

可根據前文所述方法得到截距並將方位角內推（業經解答之方位角在第五十四圖依次排列）後，則位置綫可迅速製入圖內。惟是方位角必須永遠在假定位置繪製，而截距則從該點測量（或從經過該點之位置綫測量），因之發生一問題即如何決定假定位置之所在。在預行計算之假定位置係沿全航向二十分間隔之地位，並在該地位加以標明，在圖中每標示地位附近并註明預計到達 G.C.T. 若在每標明間隔中間某時之假定位置，則可依內推法算得用目視內推即可。從觀測 G.C.T. 所得之假定位置，即可繪製方位角。截距即沿方位綫測量並經過所得點繪畫位置綫如第五十四圖所示。在繪製位置綫時與推測真位置 Actual D.E. Position 無干，僅在製入圖中以後再加考察，第五十四圖即表示在 17h05m G.C.T. 所測量之觀測位置綫。高度差（截距）為四十哩，遠於天體。

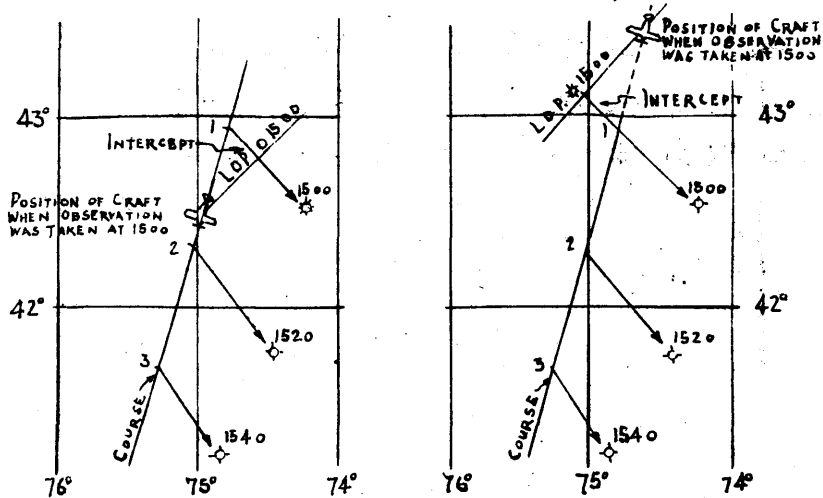
1 第五十五圖 (二) 表明早起飛（在規定時間以前）之結果。設航行員在

預計起飛 1500 GCT 作一觀測，雖其飛機已沿航向前進頗遠，而方位角務須在起飛點製出，而截距亦必須從該點測量。凡飛機雖按預計時間起飛，而此後飛機地速較預計者超過時，必遇有上述情形。設有飛機沿航向前進而其地速較大於預計地速，該機按預計時間起飛。則在 1500 GCT 之觀測當然經過位置 1 無疑，而在 1520<sup>00</sup> GCT 之觀測，則應自位置 2 所製之位置綫 1-OP 勢須在位置 2 與 3 之間交切航向綫。

2 第五十五圖(2)表明一遲起飛(在規定時間以後)之情形。設一航行員預計在 1400 GCT 起飛，然實際則在 1500 GCT 離地，若該航行員在 1500 作一觀測，則所繪得之位置綫必將如圖所示。凡飛機雖按預計時間起飛，而飛機以後地速較預計者超過時，必遇有上述情形，例如有飛機沿航向前進，而其地速較大於預計地速，在 1520 作一觀測

，則自位置 2 所繪製位置綫 LOP 將在位置 1 附近航向綫交切。

第五十五圖 航向曲線圖之使用



(c) 兩天體航向曲綫圖：設在飛行期間以內，有兩天體可以望見而製曲綫圖時，則每天體各可繪製一航向曲綫圖，如是飛機即可依此兩航向曲綫而得定位，每位置綫均如前述規定繪製，則兩同時位置綫交切之點即為飛機之位置。兩航向位置綫既能確定飛機之位置，因之較單獨曲綫之價值為優。如有多數天體時，應取在飛行期間兩天體方位角約相差 $90^\circ$ 者為要。

## 第八九節 在每分時之高度變更

a. 每分高度變更表解(第五十六圖)可以供給航行員在延遲觀測時為天文三角解答之法。即航行員對於擬行觀測之時間未能確定時，亦可在空間之際藉此種表解，為預行天文三角之解答。參閱該表解即可知該表解引數為緯度及方位角，此方位角係自北或南測量不超過 $90^\circ$ 之方位角。例如求天文三角之方位角為  $Z. 100^\circ E$  則在該表解方位角之引數為  $90^\circ$ 。此種排列之法，可以省製多數表解。緯度引數即視假定位置

而定。至表解除引數外之中間數字即爲每一分鐘高度變換數字（以分數及其零數計）此表若按下例使用，則無須內推。此表解繪製原則係根據天體無論在長短時間內均作恆速移動之意念而定。至於飛機前進致使高度變更理由則未顧及，須知在測製 LOP 時，飛機前進之關係務須計及，（詳見後述）故在飛機內此種預行計算法，亦因飛機前進改變高度之關係，而爲不適用之最大原因也。

Z LAT.	0°	2½°	5°	7½°	10°	12½°	15°	17½°	20°	22½°	25°	27½°	30°	32½°	35°	37½°	40°	42½°	45°	47½°	50°	52½°	55°	57½°	60°	62½°	65°	67½°	70°	75°	80°	90°	Z LAT.
0°	0	0.7	1.3	1.9	2.6	3.2	3.9	4.5	5.1	5.7	6.3	6.9	7.5	8.0	8.6	9.1	9.6	10.1	10.6	11.0	11.5	11.9	12.3	12.7	13.0	13.3	13.6	13.8	14.1	14.5	14.8	15.0	0°
4°	0	0.7	1.3	1.9	2.6	3.2	3.9	4.5	5.1	5.7	6.3	6.9	7.5	8.0	8.6	9.1	9.6	10.1	10.6	11.0	11.5	11.9	12.3	12.6	13.0	13.3	13.6	13.8	14.1	14.5	14.7	15.0	4°
8°	0	0.7	1.3	1.9	2.6	3.2	3.8	4.4	5.1	5.7	6.3	6.8	7.4	7.9	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.4	11.8	12.2	12.5	12.9	13.2	13.5	13.7	14.0	14.4	14.6	14.9	8°
12°	0	0.7	1.3	1.9	2.5	3.1	3.8	4.4	5.0	5.6	6.2	6.7	7.3	7.8	8.4	8.9	9.4	9.9	10.4	10.8	11.2	11.6	12.0	12.3	12.7	13.0	13.3	13.5	13.8	14.2	14.4	14.7	12°
16°	0	0.7	1.3	1.9	2.5	3.1	3.7	4.3	4.9	5.5	6.1	6.6	7.2	7.7	8.3	8.8	9.3	9.8	10.2	10.6	11.0	11.4	11.8	12.1	12.5	12.8	13.1	13.3	13.5	13.9	14.2	14.4	16°
20°	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.5	7.0	7.5	8.1	8.6	9.1	9.5	10.0	10.4	10.8	11.1	11.5	11.8	12.2	12.5	12.8	13.0	13.2	13.6	13.9	14.1	20°
24°	0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.5	4.1	4.7	5.3	5.8	6.3	6.9	7.4	7.9	8.4	8.8	9.2	9.7	10.2	10.5	10.8	11.2	11.5	11.9	12.2	12.4	12.6	12.9	13.2	13.5	13.7	24°
26°	0	0.6	1.2	1.7	2.3	2.9	3.5	4.0	4.6	5.1	5.7	6.2	6.7	7.2	7.7	8.2	8.7	9.1	9.5	9.9	10.3	10.6	11.0	11.3	11.7	12.0	12.2	12.5	12.7	13.0	13.3	13.5	26°
28°	0	0.6	1.2	1.7	2.3	2.8	3.4	4.0	4.5	5.0	5.6	6.1	6.6	7.1	7.6	8.0	8.5	9.0	9.4	9.7	10.1	10.4	10.8	11.1	11.5	11.7	12.0	12.2	12.4	12.8	13.1	13.2	28°
30°	0	0.6	1.1	1.7	2.3	2.8	3.4	3.9	4.4	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.4	7.8	8.3	8.8	9.2	9.6	9.9	10.2	10.6	10.9	11.2	11.5	11.8	12.0	12.2	12.5	12.8	13.0	30°
32°	0	0.5	1.1	1.6	2.2	2.7	3.3	3.8	4.4	4.9	5.4	5.9	6.4	6.9	7.3	7.7	8.2	8.6	9.0	9.4	9.7	10.0	10.4	10.7	11.0	11.3	11.5	11.8	12.0	12.3	12.5	12.7	32°
34°	0	0.5	1.1	1.6	2.2	2.7	3.2	3.7	4.3	4.8	5.3	5.8	6.2	6.6	7.1	7.5	8.0	8.4	8.8	9.2	9.5	9.8	10.2	10.5	10.8	11.0	11.3	11.5	11.7	12.0	12.3	12.4	34°
36°	0	0.5	1.1	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.2	4.6	5.1	5.6	6.1	6.5	7.0	7.4	7.8	8.2	8.6	9.0	9.3	9.6	9.9	10.2	10.5	10.7	11.0	11.2	11.4	11.7	12.0	12.1	36°
38°	0	0.5	1.0	1.5	2.1	2.6	3.1	3.5	4.0	4.5	5.0	5.4	5.9	6.3	6.8	7.2	7.6	8.0	8.4	8.7	9.1	9.4	9.7	10.0	10.2	10.5	10.7	10.9	11.1	11.4	11.6	11.8	38°
40°	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	3.9	4.4	4.9	5.3	5.7	6.1	6.6	7.0	7.4	7.7	8.1	8.5	8.8	9.1	9.4	9.7	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8	11.1	11.3	11.5	40°
42°	0	0.5	1.0	1.4	1.9	2.4	2.9	3.4	3.8	4.3	4.7	5.1	5.6	6.0	6.4	6.8	7.2	7.5	7.9	8.2	8.5	8.8	9.1	9.4	9.7	9.9	10.1	10.3	10.5	10.8	11.0	11.1	42°
44°	0	0.4	0.9	1.4	1.9	2.4	2.8	3.3	3.7	4.2	4.6	5.0	5.4	5.8	6.2	6.5	6.9	7.2	7.6	8.0	8.3	8.6	8.8	9.0	9.3	9.6	9.8	10.0	10.1	10.4	10.6	10.8	44°
46°	0	0.4	0.9	1.3	1.8	2.3	2.7	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8	5.2	5.6	6.0	6.3	6.7	7.0	7.4	7.7	8.0	8.3	8.5	8.7	9.0	9.2	9.4	9.6	9.8	10.1	10.3	10.4	46°
48°	0	0.4	0.9	1.3	1.7	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.3	4.6	5.0	5.4	5.8	6.1	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.0	8.2	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.4	9.7	9.9	10.0	48°
49°	0	0.4	0.8	1.3	1.7	2.2	2.5	2.9	3.4	3.8	4.2	4.5	4.9	5.3	5.7	6.0	6.3	6.6	6.9	7.2	7.6	7.8	8.0	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.2	9.5	9.7	9.8	49°
50°	0	0.4	0.8	1.2	1.7	2.1	2.5	2.9	3.3	3.7	4.1	4.4	4.8	5.1	5.5	5.8	6.2	6.5	6.8	7.1	7.4	7.6	7.9	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5	9.6	50°
51°	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.6	4.0	4.3	4.7	5.0	5.4	5.7	6.0	6.3	6.6	6.8	7.2	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.5	8.7	8.9	9.1	9.3	9.4	51°
52°	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8	3.2	3.5	3.9	4.2	4.6	5.0	5.3	5.6	5.9	6.2	6.5	6.8	7.1	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.7	8.9	9.1	9.2	52°
53°	0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0	2.3	2.7	3.1	3.4	3.8	4.1	4.5	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.4	6.7	7.0	7.3	7.5	7.7	7.9	8.1	8.3	8.4	8.5	8.7	8.9	9.0	53°
54°	0	0.4	0.8	1.2	1.5	1.9	2.3	2.6	3.0	3.4	3.7	4.0	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0	6.2	6.5	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.3	8.5	8.7	8.8	54°
55°	0	0.4	0.7	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.5	3.9	4.3	4.6	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1	6.3	6.6	6.8	7.0	7.2	7.5	7.6	7.8	8.0	8.1	8.3	8.5	8.6	55°
56°	0	0.4	0.7	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9	3.2	3.5	3.8	4.2	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	5.9	6.2	6.4	6.7	6.9	7.1	7.3	7.4	7.6	7.8	7.9	8.1	8.3	8.4	56°
57°	0	0.3	0.7	1.1	1.4	1.7	2.1	2.5	2.8	3.1	3.5	3.8	4.1	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5	5.8	6.0	6.3	6.5	6.7	6.9	7.1	7.2	7.4	7.6	7.7	7.9	8.0	8.2	57°
58°	0	0.3	0.7	1.0	1.4	1.7	2.0	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.0	4.3	4.6	4.8	5.1	5.3	5.6	5.8	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8	8.0	58°
59°	0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.6	3.9	4.2	4.4	4.7	5.0	5.2	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7	59°
60°	0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	3.8	4.1	4.3	4.6	4.8	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.2	7.4	7.5	60°
61°	0	0.3	0.7	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	3.8	4.1	4.3	4.6	4.8	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.2	7.3	61°
62°	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.5	3.8	4.0	4.2	4.5	4.7	5.0	5.2	5.4	5.6	5.8	5.9	6.1	6.2	6.4	6.5	6.6	6.7	6.9	7.0	62°
63°	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	2.9	3.1	3.4	3.6	3.8	4.0	4.3	4.5	4.8	5.0	5.2	5.4	5.6	5.7	5.9	6.0	6.2	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8	63°
64°	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6	2.8	3.0	3.3	3.5	3.7	3.9	4.2	4.4	4.7	4.9	5.1	5.2	5.4	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	64°
65°	0	0.3	0.6	0.9	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.6	3.8	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.0	5.2	5.3	5.5	5.6	5.8	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	65°
66°	0	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0	3.3	3.5	3.7	4.0	4.1	4.3	4.5	4.7	4.9	5.0	5.1	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1	66°
67°	0	0.2	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	2.3	2.5	2.7	2.9	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	4.7	4.8	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.7	5.8	5.9	67°
68°	0	0.2	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.5	4.6	4.8	4.9	5.0	5.1	5.1	5.2	5.4	5.5	5.6	68°
69°	0	0.2	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.7	2.9	3.1	3.3	3.5	3.6	3.8	4.0	4.1	4.3	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.0	5.1	5.3	5.4	69°
70°	0	0.2	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.1	3.2	3.5	3.6	3.7	3.9	4.1	4.2	4.3	4.5	4.6	4.7	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	70°
71°	0	0.2	0.4	0.6	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.4	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.5	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	71°
72°	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.1	2.3	2.5	2.6	2.8	2.9	3.1	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	72°



b. 例解(第五十七題)

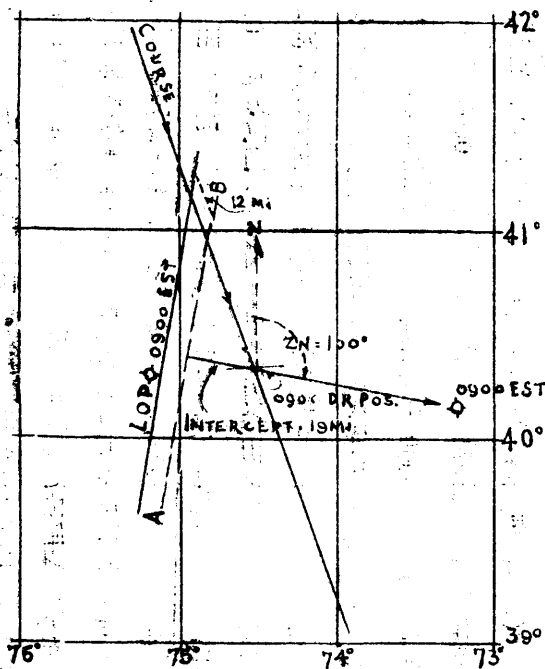
40 滙飛機於 1500 加回飛行。

計時為 0930 EST。

飛行員擬在 0900 求得太陽位置綫。預計在 0900 EST 時 DR 位置將為  $40^{\circ}20'N. - 74^{\circ}30'W.$ 。用 0900 EST DR 位置作為假定位置以計算在 0900 EST 之高度及方位角。計算高度為  $48.09$ 。計算順變方向方位角為  $100^{\circ}(S80^{\circ}E)$ 。經過 0900 DR 位置畫方位綫，為使觀平均時鐘粗符合於預計之 0900 GCT，因之正在 0900 以前，開始觀測，根據平均觀測計算，在 09h03m EST 得觀測高度為  $48.15$ 。依緯度  $40^{\circ}$  及方位角  $80^{\circ}$  引數自表解內檢出每分鐘高度差為  $11.3$ 。惟實際觀測時間與假定位置時間相差三分，因之高度差為  $3 \times 11.3 = 33.9$ 。此觀測延遲而天體上升(依 LHA 所示)，因之此修正數應從觀測高度減去，即  $48.15 - 33.9 = 14.25$ 。是即為調整觀測高度。若飛機在 0900 及 0905 之間無何移動，則該調整高度，即為在 0900 所得之觀測高度。在圖上繪 AB 即作為臨時位置綫。此臨時位置綫調整以三分鐘內飛機前進 12 哩(以  $240K / 60$  計)之數，則在 0900 之正確 LOP 有如圖所示。

天 效 航 行 學

三三三



第五十七圖 每分鐘高度改變表解之使用

c. 定位：從以上所述可知每分高度改變表解，若在求定位時用之，亦有相當效用，尤其在調整第一天體觀測高度使合於觀測第二天體瞬間之觀測高度，更爲有用，惟此時亦須注意兩觀測間飛機前進之距離爲要。

## 第十一章 星象之認識

第九十節 觀測星象時應注意事項

第九一節 星象圖

第九二節 星座

第九三節 星象

第九四節 行星

第九五節 單獨星象之認識

第九六節 簡便星象尋覓器

### 第九〇節 觀測星象時應注意事項

在決定天文位置後之第一步驟爲選擇觀測之天體及確實認識該天體。若所選擇之天

體爲太陽與月球，當然對於認識上毫無問題。設所選擇欲觀測者爲恆星及行星，則對於認識上自較困難。著名之星象及行星使用之次數較多，因之一航員須在晴天之時依其相互之位置，以目力即能認識，再則航員之工作速度須爲敏捷對於重要星象之認識不再參照星象尋覓器或星象圖，遇有天氣陰雲殆徧，不能依各星之相互位置而認識星象時，則一航員須能一星突出雲際時以星象尋覓器或其他方法認識之。

b. 在空中工作以前，須多在地面練習認識星象，在飛行之際航員所在之地位很少能周圍觀測，致依各星相互位置認識星象極覺困難，再得機頭之顯然改變亦增加維持認識某星方位之困難。

## 第九一節 星象圖

a. 概說 用任何種星象平圖以認識星象時，均有偏曲改觀之缺憾，證諸第五七八圖中

南北兩極均伸展成綫，卽此種偏曲改觀之明證。認識星象較好設備爲星象球圖其可代表行星之真實相互位置，不過此種球圖在飛機攜帶殊不方便。現在備觀測生所用之星象圖及星象尋覓器計有許多種類。在天文球圖不能得到之時，可分用三個星圖，其中兩圖爲攝影投射 Stereographic Projection 分別表明北南高赤緯之各星象，另一圖則爲麥卡托投射以表明天球赤道附近部位星象，如此可免去偏曲改觀不易認識之弊。不過一經習於第五十八圖時，則該圖亦極適用。

b. 世界星象圖 World star Chart

(1) 在夜間地面預習認識星象之際，如觀測員在某一規定觀測時間已知其子午綫之位置，則用此種世界星象圖（第五十八圖）可得很大幫助。認識星象練習時應按下列步驟：

(a) 以大約觀測時之 (GHA) 爲引數從航空天文學中檢出相等之 (CHART)。

(b) 按第四章所述原則，將觀測員經度與 (GHA) 合併計算卽可得觀測員子

午綫東  $LHA_3$ 。此東  $LHA_3$  即為觀測時觀測員子午綫之西  $SHA$ 。該兩角度差即為測量方向。

(c) 在圖上經過與  $SHA$  相符之橫座標畫一垂直綫，是即為觀測員之午子綫。

(d) 用赤緯分度依觀測員緯度之標點，在垂直綫上覓得觀測員天頂。

(2) 觀測員既在圖上標出觀測時自己之位置，可迅速知悉何星正在天頂何星靠近天頂何星在東西方位何星在南北方位。用圖上極左邊之分度即可大約估計在觀測時圖內何星可以望見。

(3) 在夜間用此星圖與天空星相對照時，可按圖邊所示之方位將此星圖舉過頭頂看視，得益甚多。

c. 其他各種星圖

(1) 威羅神星象高度曲綫圖一書後邊一頁，有各星圖及表解，在夜間  $LCT$  各時間

所有著明星座及星象之位置，均可使觀測者滿意。

(2) 伊利尼星圖 *Ilynes star Chart* 爲聯幅星圖，爲免除過於偏曲改觀起見，用各種投射法繪製。





## 第九二節 星座

諸星座在一觀測員視之，甚為顯著，古人認為各星座之形象各有所似，因之即以所以之物名此星座。已定之名，至今仍沿襲使用。惟各星座形象與所比擬之物形，相差甚遠，故航行員欲依各星座之名而覓識天空星象，實為無濟，因之此種形象，實無認識之必要。而另一方面，普通幾何圖樣易為一般觀測員所了解者，實為認識星象敏捷之法，並須諳習之。

### 第九三節 星象

a. 名稱：數世紀以來，較亮星象均有專名如河鼓二 *Altair* 及五車二 *Capella*，每星又另有名稱，包括一希臘字母及星座名稱之主有位置，例如天空最光亮之星為大犬星座 *Canis major* 之天狼 *Sireus*，若依希臘字母法解釋則名之為 *Alpha Canis Majoris*。

b. 星等：肉眼可見之星依其可視光亮之程度分爲六星等，最明亮之二十星象歸第一星等，其僅能在晴明無雲天氣看見之微光星象則爲第六等。在每一次星等中星象之數目，三倍於前一星等中星象之數目，而第一等星光亮程度則兩倍半於第二等星象之光度，以次均依是類推。其星象光亮程兩倍半於第一星等之星象者，則該星之星等爲〇，如更爲光亮，則爲負光等，例如天狼光等則爲 $-1.3$ 。每一全光等，包含該光等中任何一半而言，例如第一光等即自 $0.50$ 至 $1.50$ ，第二光等即自 $1.50$ 至 $2.50$ 。其餘類推。

航行星象之數目：吾人乍一思念以爲天空包有無數之星象，其實肉眼能望見者僅有 $5,000$ 星象。無論在任何時，在地平之上者，僅有一半天球，而靠近地平綫星象之光，則大半被大氣光所吸收，因之一觀測員在一時間能望見之星象，不超兩千以外。在航空天文年歷中五十五重要航行星之位置而在海事年歷中除此五十五航行星外又增加一百一十星象之位置。在實際使用時，無論如何，總不出四十重要星象

，故須認識者，僅有此四十星象而已。因之認識星象之問題決不似初一念及之困難。

d. 依相互位置認識星象

(1) 參考星座：認識星象最簡單之法。即選擇某一顯著星座，作為根據，再依之以認識心目中所欲知之星座及星象，在已經熟悉參照星座形象及該星象中最光亮各星，即可已知之兩個或兩個以上之星象引一直綫或曲綫達到欲認識之星象，並查看在其附近之三個或三個以上光亮星象所成之幾何圖形，即可得所欲認識之星象或星座。最好覓認星象之法，多學兩三種，因如諸習一種時，則引導標星在觀測之際或沒入地平或被雲遮蔽之虞。最適宜作參照之星座如下：

(a) 用大熊星座 *Ursa major* 或北斗星 *Dipper* 尋覓北高赤緯之星象。

(b) 冬季用獵戶星座 *Orion* 春季用獅子星座 *Leo* 夏季用天蠍星座 *Scorpio*

秋季用飛馬星座 *Pegasus* 以求天球赤道部分之各星象。

(c) 用南十字星座 *Cruce australis* 或 *Southern Cross* 以求南高赤緯之星象。

(2) 大熊星座及從該星座所認識之星象

(a) 大熊星座或北斗星包括七個重要星象，在斗杓末兩星一名天璇 *Merkat* 一名天樞 *Dubhe* 為最光亮指向北極星。此兩星即普通所謂指針者 *Pointe* 者是。順此斗柄環視天空，則大角 *Arcturus*，角宿一 *Spica* 及軒轅十四 *Rexius* 可以遇到，且此三星成爲一大三角形，直角在角宿一，在三角之東南爲心宿二，爲紅色光亮之星，與附近星象合成似一有柄之鏡，心宿二即位於鏡面與柄之間，心宿二角宿一及軒轅十四位置近於形成一直綫，且約有相等距離。

注意：參閱第五十八圖時，須知兩極位置偏製。

(b) 從北斗經過北極約與自北極星至北斗有相等之距離，爲仙后座，此星座中

重要星象按該星座每日移向，成爲 $\square$ 或 $\triangle$ 形在此星座中之首星爲  $\alpha$  星。  
 該星之視動爲繞北極反時針方向，此星羣中僅有此星爲航行員任用之星。  
 此星之值注意者即靠近零赤經之子午綫，當其行經觀測員子午綫中天，則  
 約爲地方恆星時零時或  $LHAR = 0^h$ 。

(c) 設從北極星經  $\alpha$  星引一假定子午綫，即可知該星座之二星等之  $\beta$  星，  
 該星位於一大方形之飛馬座。

注意：在第十八圖 宿一  $\alpha$  星  $\alpha$  星  $\alpha$  星及  $\beta$  星宿一  $\alpha$  星  $\alpha$  星爲四方形之  
 邊見圖之右邊；室宿一  $\beta$  星及室宿一  $\gamma$  星 爲方形之另一邊見圖  
 之右邊。

(d) 從飛馬座一邊室宿二畫綫經過室宿一即至常用之  $\alpha$  星北落師門  $\beta$  星  
 $\beta$  星。

(e) 自天璣  $\alpha$  星  $\alpha$  星 (大熊星) 畫綫，從天權  $\beta$  星  $\beta$  星 (北斗第四星) 及玉衡

## 天文 航行 學

三六六

Altoth (北斗第五星)中間引伸之可經過織女一 Vega 亮星，織女一星光藍色，故普通稱為藍織女星 Blue Vega 織女一星亦可藉隣近之暗星作成平行四邊形之狀況以認識之。

(f) 白天璇畫綫經由天權引伸可穿過織女一星東邊之天津四 (Deneb)，天津四為一美觀相稱十字星中之重要星象。

(g) 從北極星畫經田織女一及天津四中間，而達到河鼓二 Altair，兩翼有暗星在一綫上。河鼓二又可以其接近海豚座 Dolphin 而認識之，海豚座有五暗星，中有四星形成金鑽石。河鼓三織女一及天津四形成一織女一直角三角形。

(h) 白天璇畫綫經過兩指極星 Pointers 而達於五車一 Capella，此為黃色之一等星。該星又可依其南方有暗星所成之三角認識之。

(3) 獵戶座 Orion 及依以認識之星象：獵戶座為天空最亮之星座，有三亮星及一

稍暗之星，成一四邊形。在東北之亮星爲參宿四 *Betelgeux* 西北之星爲參宿五 *Betatrix* 西南之亮星爲參宿七 *Rigel*，在四邊形中間有三個比二星等之星象成一直綫其相互間之距離亦均相等，成爲獵戶座之腰帶，在該星帶在天空自東至西移動之時，此三星腰帶即沿天球赤道而行。

(a) 獵戶座腰帶東南指向最亮之星象天狼。

(b) 光亮次於獵戶之老人星 *Canopus* 位於獵戶之南，在緯度 37° 約在即雷航站一綫之東西位置之北者均不能望見此星。

(c) 南河三 *Procyon* 北河三 *Pollux* 北河一 *Castor* 及五車一 *Capella* 在天狼之北成一自然曲綫，北河二及五車二相隔僅數度，觀測者常難辨別，尤以六分儀未備有直接觀測器時爲甚，該器可以輔助記憶北河二在五車二之南。

(d) 天狼，南河三，參宿四成一大等邊三角形。



(e) 畢宿五 *aldebarran* 位於參宿五 *Bellatrix* 及昴星團 (*Pleiader*) 之中間，昴星團為一團暗星，自身毫無價值，然對於認識他星甚為有用，畢宿五與其他四星合成  $\nabla$  形，惟畢宿五極亮。

(4) 南十字座及由該座所認識之星象：南十字為南半球最顯著星座以四亮星合成，為圍繞南極之星羣，在該星座繞至天球南極以上時，其中最亮星  $\gamma$  十字 *β Centauri* 在該座最東，從半人馬座 *Centaurus*  $\gamma$   $\beta$  兩等星引綫可直指此十字，故該兩星又稱為南十字指針。

(a) 老人星 *Canopus* 在參宿七 *Rigel* 及十字星 *Cross* 中間。

(b) 水委一 *Achernar* 約在參宿七及北落師門中間。

(5) 南極：在天球南極處並無著明之星象標示，南極之地位認為在  $\gamma$  半人馬星及水

委一中間。

## 第九十四節 行星

行星光亮均藉太陽反光，惟其盤面較大繼續光明不似星象之閃爍光亮。然亦不能據無閃爍之光即定爲行星之特徵，緣以大氣情形，觀測高度，天體高度，均可影響於光亮之變化使之有閃爍之象。各該行星另有認識之法，即各該行星移動與太陽之黃道相同。各行星之相互位置及與恆星之相互位置完全無定，因之航員須時時在星圖上繪製該星等之位置，俾可確實認識。在世界星圖中用各該行星之恆星時角及赤緯作爲座標亦可繪製。行星之赤緯可從航空天文年歷檢出行星之  $SHA$  則須依照  $SHA$  (行星)  $GHAR$  (行星)  $GHAR$ 。該公式中右邊各項之數值可從航空天文年歷中檢出。行星在圖中屢次繪製，全恃各行星在  $SHA$  (恆星) 及赤緯中之移速變更而定，所有諸元可從年歷中檢出，在航空天文年歷中日歷 A.M. 一邊之窄幅表解，對於認識可望之行星特別有用。

- a. 金星：金星爲行星中及恆星中之最亮者。該星爲金黃色且除在高緯度以外，日落後或日出前超過三小時卽不可見，故又名爲啓明星 *Morning star* 及長庚 *Evening star*。此蓋由於金星較地球近於太陽之故，從地球看太陽與金星間所成之角度絕不多於  $46^\circ$ 。（約三小時）在該星近於最大光亮之時，如航行員預行決定其在天空之位置，亦可於晝間看出。

b. 木星：該星光亮次於金星然較任何恆星光亮。

c. 火星：該星爲紅色，其光亮變化可自二等星（如北極星）至負二等星，是時該星之光亮在金木兩星之間，常稱爲紅星 *Ruddy Mars*。

d. 土星：該星爲第一等星，現黃色。

e. 水星：該星爲行星中最靠近地球之星，在日落後及日出前約有一時半可以觀測，在一年中有數月因靠太陽極近，在地球上完全不能望見，水星光度變化，最光亮時可爲一等星。

## 第九五節 單獨星象之認識

a. 概述：當天空佈雲幾徧之時，從雲隙祇有一星可見，則此時觀測員欲認識該天體殊覺困難，然仍需立即繼續進行觀測並將觀測之正確 GCH 記下。此後即趕緊估計該星之方位角或用觀星羅盤針修正器測量之。一星之方位角及高度連同推測位置知悉後即可使航行員有敷用已知數認識該星體。在認識以後即依照常法將觀測結果製成位置線。(2) 在本教程中除預計曲綫圖外所有解答天文三角之各法均可用以認識星象。其中最容易之法，即依 322 節所述使用簡便覓星器最為容易。海格納式計算器 Hagen computer 其迅速與簡便覓星器大致相同而較正確。H. O. 214 則為簡易然精細則不如海格納法或艾及頓法，艾及頓法固然正確然頗繁瑣，空中航行員無暇使用，A-4 式計算器亦不適於星象之認識緣以方位角，能逕直以儀器算出。

b. 用 H. O. 214 認識星象之法：

(1) 依觀測高度及方位角(自球極計至 $180^\circ$ )。看雙頁星象認識表解，並依正確緯度將一星象之赤緯及 LHA 近似數從 H. O. 214 檢出。為求準確用目視內推即可。

(2) 依近似 LHA 與推測位置經度合併計算，即可決定一星象之近似 GHA。

(3) 從航空天文年曆中檢出觀測瞬間之 GHA<sub>T</sub>，並從 GHA<sub>X</sub> 中減去得近似 SHA<sub>X</sub>，必要時 GHA<sub>X</sub> 加  $360^\circ$  以便減去 GHA<sub>T</sub>。

(4) 依一星赤緯及近似 SHA，看航空天文年曆之底頁內面，即可知該星必靠近所計算之座標。

依 A-2 計算器(海格內式)認識星象。

(1) 依高度分度規定觀測高度。

(2) 依緯度分度規定 DR 緯度。

(3) 依方位角分度規定方位角(自球極計至 $180^\circ$ )。

(4) 移動赤緯及赤經遊尺配準望遠鏡後，則一星象之近似赤緯及赤經可在正確分度指示。

(5) 將  $LHA^*$  與  $DR$  經度相加，即得近似  $GHA^*$ 。

(6) 依觀測  $GCT$  從航空天文年曆中檢出  $GHA^*$  並從近似  $GHA^*$  減去  $GCT$  即得近  $SHA^*$ 。

(7) 依近似之赤緯及  $SHA^*$  看航空天文年曆底頁內面，即可知該星必靠近所計算之座標。

### 第九六節 簡便星象尋覓器 (H. O. 2102a)

#### a. 使用

(1) 簡便星象尋覓器為最有用且易於變通之儀器，最重要用途為預備天文飛行之諸元。在從雲中出現之星，依此儀器組織，最為迅速，從北極星觀測高度以決定

緯度最爲敏捷，在依星象高度曲綫圖進行觀測星象時，依此法將  $LOR$  換算成  $EST$  頗爲便利。

簡便星象尋覓器在認識星象用途中之缺點，即其中，包括易於參閱之幾何，完全圖樣之星座。一視該星圖，即可知次於一二等之星象完全缺去。揆其原因，大致以此種尋覓器與他種更爲簡單之尋覓器不同，此則認爲精確之尋覓器。在該圖上附注條件甚多，使人易於紊亂因之使用之價值銳減，不過此圖對於環極星象之相互位置之示出，較第五十八圖世界星象圖爲正確。

機構說明：此簡易星器含有數個緯度透明板，以便與天球投射活動圓盤聯用，儀器底面，則有圓形分劃，代表一年內之日期，在可能旋轉之星圖中包括有時間分劃，每格代表二分，圍繞圓綫，並有與時間分割圖中心之北極星修正數，及天球赤道及數個星象，各星象之近似赤緯及赤經均在每星下印註，從圓圖中心至圓邊有透明窄板，劃可依之旋轉，如此緯度與赤緯符合之分割，即可示出。此透明窄板之中綫

即等於觀測員之子午綫。在透明板上可參照同心橢圓形緯度圈，即可規定緯度。並參照從中心輻射之曲綫，即可規定方位角。方位角數字之內圓，係觀測員在北緯時所應用者。如欲得較爲正確之結果，則在透明板上有高度及方位角紅色修正數可用。

c. 使用前之預備：在使用簡便覓星器之前，應將子午綫柄定位並用儀器底邊螺釘鎖住。定位共有兩法：

(1) 概定法：在任一閏年中自一月一日至二月二十九日應將子午綫柄定於日期圓板靠近下面第四號位置，在閏年中自三月一日至十二月三十一日則定於有「」記號位置，在閏年後第一年定於第一號位置，閏年後第二年定於二號位置，閏年後第三年定於三號位置。在每次定位後即可依上述限期內使用。

(2) 確定法：規定星象圓盤使時間分割表上之 0 時或 24 時分畫與用儀器之日期相符合，規定後即不可再移動圓盤。再求同日之  $0^h$  之 GST 及 GCT，於海事年曆中第二頁即可覓得，或從航空天文年曆中得到  $0^h$  GCT 之 CHART 換算爲時



間單位亦可。得到 GGGT 之 GST 後即調整子午綫柄使其與該 GST 相符合，並用來夾住該柄。

注意：在時間分割上無閏年二月二十九之記號，如在是日用此儀器時，可改用

三月一日記號。

d. 在使用時

(1) 預行注意事項：初用此儀器者常誤用標準時作為地方民用時，要知必須用 LCH 緣標準時與 LCH 相差約半小時，如用標準時則高度及方位之求得，必有顯著錯誤。

(2) 求星象之高度及方位

(a) 在時間分割表上正對適當日日期規定 LCH，如欲求更為精確起見，則日期分畫表指向須再前移使與是日 LCH 相合。星圖亦作同樣之規定使時分畫表上 LST 與子午綫符合。通常 LST 規定時間法祇能用於有恆星時錶或帶

有 A-B 計算器之際。

(b) 選擇應用緯度之透明板，放小十字於緯度赤緯帶 Latitude declination Strip 上之觀測緯度，該帶中綫須符合於子午綫。

(c) 在圓盤依照透明板記號規定之瞬間即在透明板界限內讀測星象之高度及方位。

### (3) 認識星象

(a) 規定時間，並將透明板照上 (b) 及 (c) 放置。

(b) 按板上參證記號覓天體之測量高及方位。

(c) 在覓得之點附近即可在旋轉星圖上看到該星象，星名即在旁註明。

### (4) 繪製行星位置

(a) 用簡便覓星器繪製行星位置最簡單之法，即用該行星之赤經及赤緯作為座標，在海事年曆中，除視太陽而外，其餘任何星體之赤經赤緯數值皆可檢

出。在航空天文年曆中，無行星，太陽，月球之赤經，故欲繪製各該天體位置時，應按  $RA$  (度單位)  $\parallel GHA \mp GHA$  公式計出  $RA$  後再繪製。必要時  $GHA$  可加  $360$ 。後再減去  $GHA$ ，求得  $RA$  度數後再換算時數。

(b) 從上法得到行星之  $RA$  及赤緯後，即將  $RA$  在儀器時間分割表上依觀測子午綫之位置規定。

(c) 在適當赤緯，繪製該行星，並將行星之符號記於其旁。

(d) 行星之繪製，須按照下列間隔行之，若求精確時，將間隔縮短亦可：

1. 水星金星火星每兩星期繪製

2. 土星每月繪製

3. 木星每三月繪製

(5) 認識行星。認識行星之步驟與認識恆星同，惟各行星之位置須事前在尋覓器上繪製。

(6) 繪製太陽之位置。繪製太陽位置之重要理由即為計劃製圖之用，包太陽赤經及赤緯相互間變化甚速，然通常亦能敷每日繪製一次之需，在每日任何瞬間均可繪製。當一航行員欲在晝間繪製太陽平均位置，最好在地方視午時為宜。惟是求有合地方視午時之 GCT 甚難，通常改用地方民用正午之瞬間亦可。其步驟如下：

(a) 求 12 時 LCT 及 GCT。

(b) 按照上述 (4) (a) 之法用 GCT 求太陽之 RA 及赤經。

(c) 依子午綫柄規定 RA。

(d) 在正當赤緯繪製觀測子午綫太陽之位置。

(7) 繪製月球位置：月球在赤經及赤緯移動甚速，最好在欲用時間再行繪製。其步驟亦與繪製行星之法相同，有多數航行者在欲需用月球之一日，繪製兩顆球位置圖符合於該日 0h 及 24h LCT 之位置，如是在該日兩時間以外之 LCT 瞬間

均可以目力內推求月球之位置。

(8) 用星象高度曲綫圖認識星象：用此圖認識時祇限於圖上之三星象前文已極敘明。一觀測員欲在該三星象中觀測一星時，須知悉自己近似之 $\square$ 。而在此尋覓器如 $\square$ 正對日期規定則 $\square$ 可在觀測子午綫下面示出。因之一航員可免在觀測時欲觀測某星象而該星象未繪入圖內之虞。

(9) 在飛行前及飛行中星象尋覓器之用途。

(a) 除用於認識星象以外，此簡便尋覓器可表明：

1. 各天體之高度及方位角分在適宜位置，俾能為航向及飛行距離之指示。

2. 各天體在求得定位最適宜位置。

3. 適宜於尋覓目的地之天體。

(b) 用此尋覓器作標準飛行例解見第十四章。

## 第十三章 依天文方位角校正羅盤

第九七節 空中校正羅盤之需要

第九八節 裝備

第九九節 何時爲空中校正

第一〇〇節 預備

第一〇一節 空中校正手續

第一〇二節 飛行正向時爲偏差之校正

第一〇三節 以偏流觀測器爲旋轉修正

第一〇四節 依日晷儀(垂直標準)旋轉修正法

第一〇五節 太陽羅盤

### 第九七節 空中校正羅盤之需要

a. 現在飛機體積增加，地面頗難運用，以地面方法校正羅盤，極爲不易。現在飛機上電氣及無線電設備之增加，收縮起落架，鋼甲板以及相似裝備，均足致羅盤誤差，使航行員時時注意，而現在飛機航距增加，益需要正確航行之法。目前航行人員均知雖然在地面校正時，盡力設法使與空中情形相似，然而現在大式飛機之羅差，由地面校正者與由空中校正者迥不相同。依天文方位角校正之法，可在實際飛行情況之下，爲羅盤正確之校正。

b. 羅盤偏差並非在長時間永遠不變。即使不變，然對於長距離軍用飛機在飛行時，常有載重變換，及雷門時關時閉之情形者，亦將有羅盤偏差之變更。因之在飛行任務之際，變換方向之時，除地面校正之法以外，勢需要另有校正之法，而最敏捷最適用者，則爲天文方位角之法。

## 第九八節 裝備

天文方位角校正羅盤，則飛機上應裝羅正確觀星羅盤針修正器 *Pelorus* 及轉彎指示器。前者可使觀測員測量天體之方位，依之可作一方位點，後者則輔助駕駛者，既得天體方位，即可照之直進。偏航描準器 *Drift-sight* 或稱投影垂直標準器，亦可時時用以代替觀星羅盤針修正器，承修正器之夾托須裝於適當位置俾觀測員無論在飛機指向何方飛行，均可觀測天體，在校正時，通常將修正器上〇點，與平行於飛機縱軸之準綫 *Tubber line* 相符合，即將該器上之方位角刻度鎖住，然後看指針指示之數即為自機頭順時針方向計算天體相互之位置。如此用法，則指示之數較他種用法，不致混亂。

## 第九九節 何時為空中校正

一航員最初應決定校正之時間及地點，須選擇大氣平靜之日，時間須選擇被測之天體在天空低下位置。因一天體在觀測者之東方或西方時則該天體之方位變率甚緩，若



修正器不平，若天體在天空高上位置，則結果求得方位角差誤必大於天體在近於地平圖所測者，例如用太陽作校正時，須在清晨或日晡之際。

### 第一〇〇節 預備

- a. 凡關於某日及在某地觀測某一天體所需要方位曲綫圖之諸元，均須備齊，方位角之計算時間，在校正所需時間中有二十分鐘即可計算完畢。按照 H. O. 214 方法計算所得之方位角，雖不十分正確，然亦足夠確實程度。既得方位角後，即換算成順時針方位角  $N_{\alpha}$ ，然後再加入校正地方之磁差。所得磁向，正對預計曲綫圖內之時間位置繪入，自測出之點，聯以曲綫，一經檢視，即可知該天體在任何瞬間之磁向所在。

- b. 在飛升前：在飛升前須檢查羅盤裝置，並應按照 T.M. 1-203 (技術教範 1-205 之規定解除準綫誤差，所有起落架均收縮。

## 第一〇一節 空中校正手續

空中校正時，通常用兩觀測員，一位於無周期羅盤 *aneriodic Compass* 之前，一位於觀星羅盤針修正器之前。在無周期羅盤校正後，所有其餘羅盤之偏差，均須比照無周期羅盤以爲規定，設再有幹練人員，則在每一羅盤之前，錄下羅盤示數。

### a. 修正

(1) 在飛機已升到適當高度並已平飛時，則羅盤之修正應照下列各法實施：

(a) 從曲綫圖內選擇在將來某一瞬間該天體之磁方位。

(b) 將觀星羅盤針修正器上之方位刻度計安好，使指針從機頭依順時針方向表示關係方位，再將該指針定於上述 (a) 項所選擇之磁方位。

(c) 將飛機頭約指磁北向 (依羅盤所計)。

(d) 在 (a) 項所選擇天體磁方位之正確時間一到，即將飛機轉彎，使羅盤針修

正器垂直交叉綫經過觀測之天體，此時即繼續指此方向。此方向為準確磁北，並藉轉彎指示器，維持飛機對此方位之指向。飛機上如設置遠隔操縱，則上述之轉彎即由某一觀測員操縱之，否則即須由通話機告知駕駛員轉彎方向及轉彎度數。

(e) 在橫穴放置修正磁石，使羅盤在飛機在此指向時表示零(N)。

(f) 將飛機向右作  $90^\circ$  之陀羅旋轉，並在豎穴放校正磁石使羅盤示數為  $90^\circ$ 。(E)。

(g) 向右再作  $90^\circ$  陀羅旋轉，飛機即指向磁南，將橫穴內之磁石取消或反置使達於二分之一羅盤差。

(h) 向右再作  $90^\circ$  陀羅旋轉，飛機即指向磁西，取消或反置豎穴內磁石使達於二分之一羅盤差。如此羅盤即修正完畢。

(2) 一飛機可完全按照指向磁北之法，依轉彎指示器轉彎，規定主要方向，以代替

上述指向磁東磁南磁西之法。例如欲將飛機爲磁東定向，須選擇將來瞬間該天體之磁方位。在該瞬間若觀星羅盤針修正器垂直交叉綫，正對天體，同時修正器指針在從曲綫圖原規定磁位減  $00^{\circ}$  之位置，則飛機即指向磁東。因之規定磁東步驟，修正器指針安定使表示將來磁向減  $00^{\circ}$  之地位，繼即旋轉飛機使在規定瞬間，該修正器之交又綫即正對天體。是時飛機即指向磁東。至規定磁南磁西方位，亦與此法無異。

#### b. 旋轉修正

(1) 依據轉彎指示器之指示將飛機依次飛向各約  $15^{\circ}$  之方位角，在每  $15^{\circ}$  方位角，使飛機維持此方位，俾記錄下列諸元：

(a) 從觀星羅盤針修正器所示之參考方位及觀測瞬間。

(b) 在觀測瞬間之羅盤示數。

(2) 在飛機旋轉修正時，一飛機無須正飛至方位曲綫圖所規定之點，若飛機不出所

選定之點  $30$  哩半徑以外，即可無顯著之誤差。

- c. 計算偏差法：從以上所得諸元及方位曲綫圖，在每一  $15$ 。旋轉，計算飛機真實磁向須依據「飛機之磁向等於曲綫圖天體方位角減修正器天體參照方位」之公式計算。必要時可在磁方位角加  $300$ 。以便減去修正器天體參照方位之數。此時在每一次旋轉將羅盤示數與真實磁向數比較。然後在繪圖格紙上計出偏差，繪製偏差曲綫圖。根據此偏差曲綫圖即可製一羅盤針位牌 *Compass Card*。

## 第一〇二節 飛行正向時爲偏差之校正

從以上所述可顯然知在飛機向航向前進時可校正羅盤偏差。在任何適當之時，可測量一適當天體之參照位置，並將時間及羅盤示數記下後，用該時之確知位置或推測位置以計算該天體在該時之方位角。爲正確起見，推測位置不可超過  $30$  哩誤差。該航行員即根據前述方法計算該方機之真實磁向。設所求得之磁向，並非欲飛之航向，則可改變

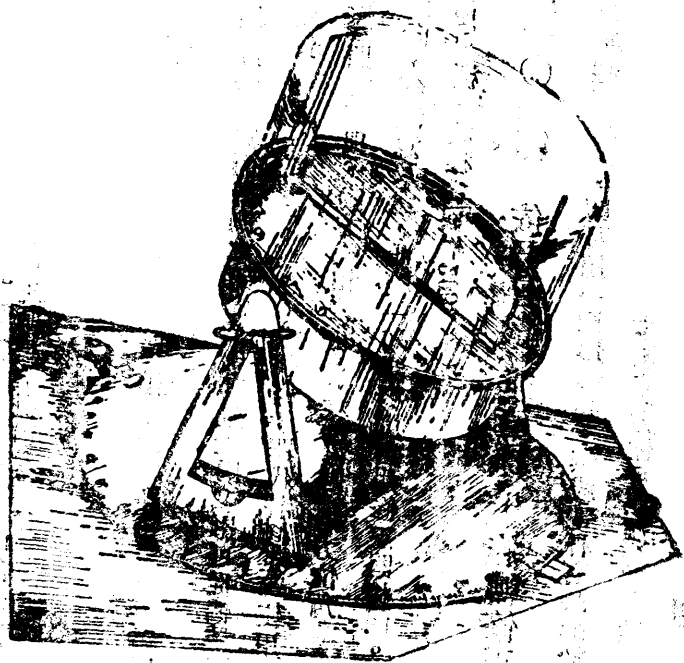
機頭度數，直至達到需要之磁向爲止。求得正確磁向之後，即應依據羅盤維持此進行航向。

### 第一〇三節 以偏流觀測器 Drift sight 爲旋轉修正

設無觀星羅盤針修正器而觀測之天體爲太陽且太陽之影可從偏流觀測器觀測時，即可用 B-3 式偏流表 B-3 drift-meter 或同樣儀器代替修正器使用。惟在結果計算之時，須知太陽影參照方位與太陽方位相差  $150^\circ$ 。在繪製反磁方位角 reciprocal magnetic azimuth 曲綫時，須注意及之，此後一切步驟則與用修正器相同。以偏流觀測器測量方位之法見 1-205 機械教程 (TM1-205)

### 第一〇四節 依日晷儀（垂直標準）旋轉修正法

設未備觀星羅盤修正器，則可用一投影器具。無綫電杆有時適於此種用途。機身及機翼可分割度數如此在飛行時，一天體之參照方位可以測量。惟是在機翼或翼身上將



第五十九圖 太陽羅盤

90° 度一分畫實覺繁難，因之可將此種工作減少，祇決定一參照點，如日晷儀投影正穿此點時，則飛機即照直指向天體（參照方位 0°），如此根據方位角曲綫圖磁向，即可成立飛機磁向，再依據旋轉指示器，即可得羅盤修正及決定偏差之數。遇任何誤差，均須顧及，應時時飛行指向，使日晷儀投影經過參照點，俾重行使旋轉指示成一直綫。從曲綫圖記下真實磁向，並規定轉變指示器與之符合。

## 第二〇五節 太陽羅盤（見 30 圖）

太陽羅盤係依天文原理維持飛行航向者

- 說明：第五十九圖係普通式太陽羅盤之概圖。此羅盤包括一民用時錶，錶面分畫 15 時，錶上有圓徑棒，棒上有針及半透明遮幕分置棒之兩端，此棒即代替時針之用。錶位傾斜使針與遮幕之安放位置與地軸平行，錶下有平座座下有叉架，叉架又置於平方位角度盤之上，欲向某一方向飛行，即在該盤規定安好某一角度。



b. 運用時針及遮幕均安於地方視時位置，某緯度即為某緯度，方位角度盤

即用以規定欲飛行之方向。如此飛機即可駕駛使針影正投於遮幕之中心。

c. 用途：當太陽照耀，緯度及地方視時全知悉時，此羅盤始能給予正確之指示。欲知

地方視時，航行員須知其經度。且地方視時因經度而變，除飛機南向或北向飛行以外，則須時常改定該表之地方視時。因之此羅盤用途頗受限制。此種儀器主要用於兩極飛行，緣在該處之地磁地平部分之感應極微，致使磁羅盤之表示數值常有疑問也。

# 第十四章 飛行前之預備及飛行中手續

## 第一〇六節 概述

## 第一〇七節 設備

## 第一〇八節 起飛時間之選擇

## 第一〇九節 編製飛行諸元

## 第一一〇節 飛行中須知

## 第一〇六節 概述

軍用飛機之航行問題所難者，即除去關於戰術方面使用飛機之航行以外，尙有其他種種因素須先爲考慮。一航行者對於起飛時間，航路，及飛行出發到達預定表均不能過問。關於計畫航行之各種重要消息有時須俟起飛前不久，始能得到。而在執行任務之際，又或許有非戰時飛行所不遇某種因素，變更預定路線及預定計畫。

b. 普通在長距飛行需用天文航行之時，須先發預備命令使航行員有足夠時間詳細作航行計畫。一航行員如在某一任務成功爲有效之貢獻，必須利用起飛以前時間計畫飛行並儘量將航行所用之諸元預行算出。如此不但對於飛行中應遵循之常軌有明瞭之認識，而亦可免去在機艙中，燈光座位均不適宜之下，身顛聲擾之時，計算此航行諸元所致之疲憊。

c. 航向，距離之計算以及駕駛法，推測法與無線電航行之原則均在 1-205 機械教程 T.M. 1-205 有適宜之解釋。以下各節所述係注重在飛行時天文航行之預備及實施情形，至其他航行法直接有關天文航行者，亦予述及。惟是從以下所論及各點，斷不可決定謂天文航行較其他方法重要。推測方法仍爲基本法則。天文航行僅用作校正推測，俾證明推測位置之正確，或供給一新起點俾依據之再行重復推測。

3. 下列各種設備係預備及實施航空天文航行之需。爲使表列各物不致過長起見，因之有許多推測應用器具雖應一併攜帶應用，然亦未列入表內，同時亦有推測應用器具，爲使學者注意起見，在此處亦一併列出。如與 I-205 機械教程 I-43 節所載之表對照，即可知此處所列器具之重復者。

便航表或航空經綫儀

秒表

附有特種電池及新電池之八分儀

美國航空天文年曆

海航年曆(1)

求位置綫法用器具(2)

H. O. 211 (Arcton)

H. O. 214

天文航行學

天文航行學

星體高度曲綫圖

A-9計算器(Hagner)

A-4計算器(Fairchild-maxon)

星象簡易尋覓器

A-5式時間換算器

位置綫表格紙

Agelton

H. O. 214

預計高度曲綫圖繪製紙

1-205機械教程TM1-205

1-206機械教程TM-206

觀星羅盤針修正器(飛機上裝備)

太陽羅盤(△)(飛機上裝備)

閃光燈

畫平曲綫器附壓尺

大小適宜之改錐以備調整各航行儀器之需。

注釋：(1)常用之計算器觀測行星及月球時，以及用星象簡易尋覓器繪製其位置時，則該天體等之赤經可逕由海航年曆中檢出，除俟將來航空天文年曆中有簡便覓得赤經之法時，現在仍以用海航年曆爲便，可省去許多麻煩。

(2)關於各表解，各計算器及各星象高度曲綫圖之缺點已分別在第六章及第十章敘明。一航行員在飛行時須確知有法可以應用於地平綫上任何航行天體之觀測。且因機械計算器之機構易於紊亂，故航行員須永遠攜帶一表解或其他計算天文三角之工具，不論機械計算器攜帶與否皆然。

(3) A.C. 時間換算器帶否可以隨意，不過攜帶時，可以大為節省工作時間，尤以用於星象高度曲綫圖以地方恆星時計數者為甚。

(4) 太陽羅盤用於高緯度時極有幫助。

b. 關於航行儀器之調整，校準及運用均由航行員負責。絕不可待至起飛以前，始集攬工具，八分儀一經領到後即須將儀器上及人為上之誤差校準，且須嗣後常常校正。至於航行各鐘，自頒發之日為始，即須不斷校正其速率。

### 第一〇八節 起飛時間之選擇

在一處行員計畫飛行以前，務須知大概起飛時間，如果對於起飛時間之選擇航行員可以參加意見，則祇須對於下列關於天文各點，加以謹慎考慮。

a. 普通在飛行開始數小時以內，推測經過身之誤差，因之在此數小時內，求一觀測之天體，並非極端重要。

b. 設在目的地附近並無無線電歸航指示 Homing 設備，又無地上目標，則欲達到目的地時，天文指示極為重要，故起飛時間須預計達到目標附近有適當位置之天體為要。

c. 若選擇某日某時起飛，俾在晝間月球及金星與太陽相離有適當之方位角時，則可得到天文定位，無須依單獨位置綫並須研求解釋。

(1) 金星離太陽絕不超過  $46^\circ$ ，且在太陽光明亮之時，難以尋覓，假使可以看到，則金星位置綫交切太陽位置綫，絕不超過  $46^\circ$ 。

(2) 為求太陽及月球均可望見，且均在適當水平角度相離時，則須在近於月球上下弦時飛行。正在下弦時，月球在太陽之西，月落以後，航行員在日暮以前祇有太陽位置綫可用。然靠近上弦之時，在日落以前，兩天體均可望見，而日落後恆星及行星又可應用。飛行如此計畫，倘有其他便利，月球可在晝間而不在夜間升於地平綫之上，蓋在滿月時，常將靠近月球之星光掩住而不能觀測，即離



月球較遠之第二等星如北極者亦難用以觀測。不過在滿月時，進入目標，其視線半徑，可以增加。

(3) 月球與行星對於某某日太陽之相互位置，可參照航空天文年曆中每頁日曆右邊附印表解，即可概括決定。若欲將各該天體之相互位置再求詳確，則可按照以前所述方法，用星象簡易尋覓器覓得之。

### 第一〇九節 編製飛行諸元

a. 在飛行前編製天文諸元，先將航向繪入圖內，從已得某好之諸元，估計地面速度，並沿航向注明每時飛行之位置。在圖內出發點注明預定出發之  $GMT$ ，並自該點依次注明每小時之位置及相等之  $GMT$ 。

b. 將每時位置之經度時數與各  $GMT$  計算後，將所得之  $GMT$  在圖內適當位置分別註明。如是在任何  $GMT$  飛機所在之位置即可在圖中內推繪製，同時緯度則可用以重行

規定星象簡易尋覓器，俾可得天體之正確LCT，而經度則用以決定相符之GCT。  
 第六十圖即表明自舊金山至檀香山一種理論飛行設計圖。以太平洋標準時一九四一年十二月三十一日十三時為起飛時間，如此一部分飛行將在夜間前進。麥卡利航向為 $241^{\circ}.49'$ ，距離為2,698海里，估計地速為180海里。表解之分析如下：

	LCT約數	GCT約數	格林威奇日
自舊金山出發太平洋標準時(PST)1300	1250	2100	十二月一日
月球在 $180^{\circ}$ 看緯度	1439	2319	同 上
太陽在 $230^{\circ}$ 求地速及飛行距離	1536	0030	十一月一日
日落	1711	0231	同 上
黃昏畢時	1738	0306	同 上
五車二在 $50^{\circ}$ ，天津四在 $310^{\circ}$ 求定位	1740	0308	同 上

## 天文航行學

四三三

月球在 $240^\circ$ 求地速及飛行距離	1806	0345	同	上
北落師門在 $225^\circ$ 求地速及飛行距離	1926	0530	同	上
月落	2108	0728	同	上
參宿七在 $150^\circ$ 求正向指示	2122	0745	同	上
Deneb kaitos在 $240^\circ$ 求地速及飛行距離	2140	0805	同	上
抵檀香山	2208	0840	同	上

LST	LCT約數	CCT約數	星象高度曲綫圖伴星
0000	1718	0240	{ 五車二 天津四
0100	1818	0400	
0200	1916	0505	{ 五車二 參宿七
0300	2016	0620	
0400	2116	0735	{ 五車二 天狼

以上所供給天文航行材料，去一航行員所欲知者尙遠，除非有敏捷機械計算器用以計測外，最宜將飛行路線之航向曲綫圖及進目的地不變曲綫圖預爲計算，依太陽與月球之航向曲綫圖，或金星能望見時，依太陽與金星之航向曲綫圖可以繪製，以備晝間飛行每時觀測之用。若在夜間飛行，最宜在星象高度曲綫圖所包含星象外，再用某一行星或某一種恆星製一航向曲綫圖，更宜繪製進目的地之不變曲綫圖。在繪製尋覓目的地之曲綫圖所選擇之天體，須注意預計達到目的地時，該兩天體有適當方位之距離。再繪圖時，須將各計算時間疊計，俾免飛離曲綫圖向之外，在飛行前計算航行，應盡該預備時間盡量爲之。

## 第一一〇節 飛行中須知

在每時至少須有一次求得天文定位。設在同時不能得到適宜位置之兩星體，則可依無綫電方位或前移位置綫與天體位置綫交切，以求得定位。不在長距離飛行時無

綫電方位不甚可恃。

- b. 在夜間觀測以前，須決定在星體高度曲綫圖內之星象，是否能供給需要消息。如能供給即可用之。此法在觀測變換計算時最爲適用，不但計算敏捷，且較其他各法減少精神上之疲憊。

- c. 六分儀觀測爲差誤之大原因，須盡種種力量不使觀測之差誤無因而致。

(1) 駕駛員及航行員之協同工作甚爲需要。設航行員欲行觀測須通知駕駛員，駕駛員卽應在觀測時間直綫平飛。若飛機係自動駕駛則飛機發生有螺絲起子式 *Com* *Korow* 之旋動，致使六分儀水泡非常加速。如有此種旋動，則該飛機在觀測期內，由飛行員駕駛。

(2) 在觀測時，須常記「數字安全」之名言，通常時條件過速之觀測平均數，較諸間隔較久作數次觀測平均數可恃性爲大。在空氣不平靜之時，宜較空氣平靜時多加觀測次數。

d. 設觀測結果表示航向變更，則在改換方向前或後，立即另加觀測以證明前次觀測之結果。在速度顯著表示變更時，亦應作同樣之校正。

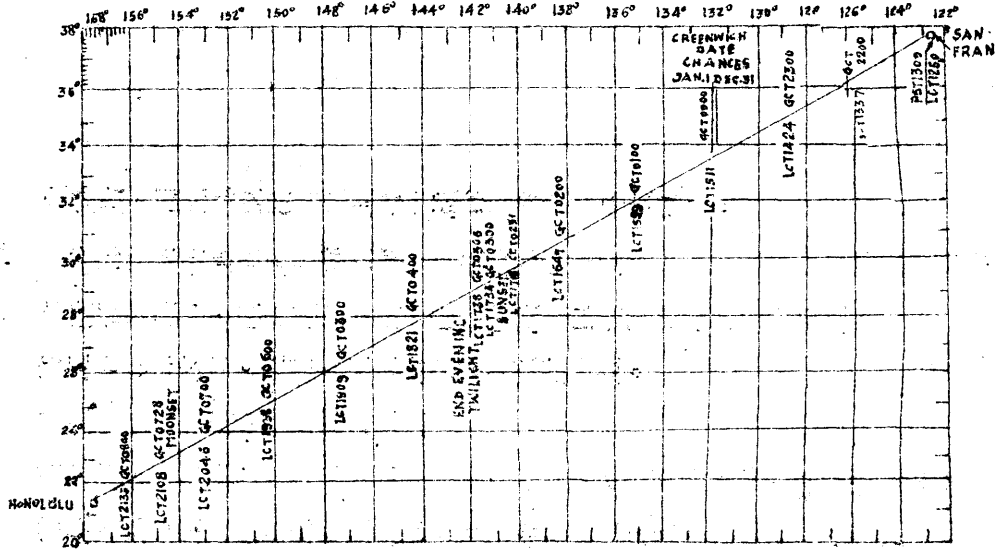
e. 設飛機將要同某一有雲遮蓋區域前進，則在進入該區域以前，及甫出該區域以後，須盡種種力量求得一確實之定位。

f. 在工作緩和之時，應依天文方位角校正羅盤偏差。

g. 在飛行長途中，遇有適宜時間，即將便航錶與無線電廣播符號校正。

h. 一航行員須知在近入目標之時，為全飛行中最危難一段，此時須時時知悉飛機現在之位置，因之在此期間之工作一航行員須集中全力以赴。

# 第六十圖 空航圖之繪製



# 第十五章 依天文法計算大圓圈

## 第一一節 概述

第一一二節 依艾及頓法所製始點大圓圈航向及距離表

第一一三節 在大圓圈航路上各點經緯度之計算

## 第一一四節 例解

## 第一一節 概述

3. 大圓圈航行各問題，可依解答天文三角中之一方法解答爲易，簡單言之即將天文三角移至地面，以出發點之座標即代替假定點之座標，以目的地之座標即代替天體之座標。再稍一思索，即可知出發點及目的地之經度差，即代替天體地方時角 $[H_0]$ 。關於計算高度 $(H_c)$ 及方位角之解答仍按正常方式計算。大圓圈距離既等於天文三角之天頂距，則大圓圈距離即等於 $90^\circ - H_c$ ，此種依弧度分數表示之值即爲依海里



計算之距離。此計算方位角，即為從出發點北極向東或向西所計算之始點大圓圈航向，至於向東或向西，則依自出發點至目的地經度差向東或向西而定。

- b. H. O. 211 (艾及頓) 及 A. 3 式計算器(海格納)可以用作大圓圈之計算。H. O. 214 法因需有三次內推步驟不適於用 A. 3 式計算器亦不便於應用，一則經度差 (LHA) 不能直接由該器規定，再則大圓圈航向(方位角)亦不能由該器直接計出。不過此兩種方法並非不可實用，祇各步驟較用艾及頓法與海格納計算器者，較為繁雜耳。海格納計算器解答問題最為迅速，但其儀器上刻度僅能計算大圓圈距離至 4,800 哩為止。若在經度超過  $110^\circ$ ，則該計算器完全不能應用，祇有艾及頓解答法 *ageston solutions* 則不受此限制，不過須將超過 5,000 海里時應用規則，須予注意始可。

### 第一一二節 依艾及頓法所製始點大圓圈航向及距離表

a. 依艾及頓法計算始點大圓圈航向及距離之適宜者，格見第六十一圖，表內所用之簡字

如下：

A=出發點

B=目的地

$L_A$ =出發點緯度

$Long_A$ =出發點經度

$L_B$ =目的地緯度

$Long_B$ =目的地經度

D  $Long_{AB}$ =出發點與目的地之經度差

$Dist_{AB}$ =自出發點目的地大圓圈之距離

R及K=艾及頓法解答球三角時變成兩直角之輔助角

$C_{AB}$ =從北極向東或向西量 $180^\circ$ 之基距大圓圈航向

第六十一圖 依艾及頓法解答始點大圓圈航向及距離之表格

DEPARTURE = <i>New York</i>	$L_A = 40^{\circ}48'N$	$Long_A = 73^{\circ}57'W$		
DESTINATION = <i>Paris</i>	$L_B = 48^{\circ}50'N$	$Long_B = 02^{\circ}20'E$		
		$D. Long_{AB} = 76^{\circ}17'E$		
	ADD	SUBTRACT	ADD	SUBTRACT
$D. Long_{AB} = 76^{\circ}17'E$	A 1257			
$L_B = 48^{\circ}50'N$	B 18161	A 12332		
<del>R</del>	<del>A 19418</del>	<del>B 11416</del>	B 11416	A 19418
$K = 78^{\circ}16.5'$		A 916		
$L_A = 40^{\circ}48'N$				
$K - L_A = 37^{\circ}28.5'$			B 10039	
$DIST_{AB} = \begin{matrix} 52^{\circ}24' \\ 3144 N.M. \end{matrix}$			B 21455	A 10112
$CAB = N 53^{\circ}49'E$				A 9306

FIGURE 61.—Form and solution for initial great circle course and distance by Ageton.

b. 從上式表格內可知大圓圈距離之度數及分數，經由表解內檢出，無須從 $90^\circ$ 減去（計算高度）求天頂距手續。此種計算捷徑，係看一角度之 $\Delta$ 數值與載在第三欄內之符合者。不必依覓得 $H_c$ 之法，求 $A$ 數值。

b. 若因DISTAB超過5.450海里（ $90^\circ$ ），則在計算大圓圈時。應注意下列規定：

(1) 當 $L_A$ 及 $L_B$ 在同名緯度時：

(a) 若 $D \text{ Long}_{AB} > 90^\circ$ ，從表底取 $K$

(b)  $K > L$ 時，從表頂取 $C_{AB}$ ， $K < L$ 從表底取 $C_{AB}$

(c) 除 $D \text{ Long}_{AB}$ 及 $K \sim L_A$ 均 $> 90^\circ$ 以外，均從表頂取 $DISTAB$

(2)  $L_A$ 及 $L_B$ 在異名緯度時：

(a) 永從表頂取 $K$

(b) 除 $D \text{ Long}_{AB} > 90^\circ$ 及 $K$ 數較 $L_A$ 小時以外，從表底取 $C_{AB}$

(c) 除 $D \text{ Long}_{AB}$ 及 $K \sim L_A$ 均 $> 90^\circ$ 以外，從表底取 $DISTAB$

## 第一一二節 在大圓圈航路上各點經緯度之計算

a. (1) 在大圓圈航路上各點之座標縱然無須先覓得大圓圈頂點，亦可得到，然有數點座標欲行求得時，最簡單法宜先覓得頂點座標。頂點或在  $\triangleright$  及  $\square$  中間或在該兩點以外。求頂點座標之表格如第六十二圖所示。在該表格內簡字，除在  $\square$  節所列者不計外尚有簡字如下：

$V$  = 頂點

$L_V$  = 頂點緯度

$Long_V$  = 頂點經度

$Disl_{AV}$  = 從出發點 A 至頂點 V 之距離

$D Long_{AV}$  = A 及 V 之經度差

LA	== 40° 48' N	ADD	B 12091		ADD	B 12091
CAB	== N 53° 49' E.	A	9305	B	22887	
LV	== 52° 20.5' N	B	21396	A	10146	
D. Long <sub>AV</sub>	== 48° 18.5' E.			A	12741	A 12741
Long <sub>A</sub>	== 73° 57' W.					
Long <sub>V</sub>	== 25° 43.5' W.					
DIST <sub>AV</sub>	== 2062 N.M.					A 24832

Figure 62.—Form and solution for vertex by Azimuth.

(2) 用此表格求頂點時，設  $C \searrow 80^\circ$ ，LV 與 LA 在異名緯度時則 D Long<sub>AV</sub> 及 Dist<sub>AV</sub> 均從表底取得。

b. (1) 頂點位置既經得到後，凡自出發點  $\Delta$  計算大圓圈  $\times$  之位置座標，均可依六十

三圖計算，在該表格內新添簡字如下：

DISTAN	= 34° 22'				
DISTAX	= 6° 00'				
DISTVx	= 28° 22'				
LV	= 52° 20.5' N	A 10 146			A 10 146
DISTVx	= 28° 22'	B 5555	A 32 320		
Lx	= 44° 09.5' N	A 15 701	B 14 423		
D.Longvx	= 41° 28.5' W		A 17 897		A 17 897
Longv	= 25° 43.5' W				
Longx	= 67° 12' W				J
Cx	= N58° 23' E				B 28 043

Figure 6a.—Form and solution for a point on great circle route.

X = 大圓圈 AB 上之一點

Dist AX = 自 A 至 X 距離

LN = X 點緯度

Long X = X 點經度

D Long VX = V 及 X 間之經度差

Dist VX = 自頂點至 X 點距離

CX = 從北極向東或向西至 180° 計算在 X 點之大圓圈方向

(2) 實用規則：設  $\text{Dist VX} > 90^\circ$ ，LN 與 LV 在異名緯度，則 D Long VX 及 CX 從表底取之。

## 第一一四節 例解

以下所舉例解見六一，六二及六三各圖



a. 問題

(1) 已知數

(a) 紐約城, Lat.  $40^{\circ}43'N$ . Long.  $73^{\circ}57'W$ .

(b) 巴黎, Lat.  $48^{\circ}5'N$ , Long.  $02^{\circ}20'E$ .

(2) 求數

(a) 自紐約城至巴黎之起點大圓圈航向及距離

(b) 頂點之緯度及經度

(c) 在自紐約計算弧綫大圓圈。一點之緯度及經度

b. 解答: 依六一, 六二, 六三圖

(1) 起點航向  $N. 58^{\circ}49'E$

距離 3144 海里

(2) 頂點...

{ 52°20.6'N.  
25°43.5'W

(3) 自紐約計算弧綫。一點之座標...

{ 44°09.5'N.  
67°12'W

天文航行學

四三八

上海图书馆藏书



A541 212 0009 2181B

