

科學圖書大庫

實用航海學 (上)

編著者 雍成學

航海學
新學社

PDG

U675

193538

科學圖書大庫

實用航海學 (上)

編著者 雍成學



徐氏基金會出版

193541

科學圖書大庫

實用航海學 (下)

編著者 雍成學



徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 石開朗

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

一九八〇年十月三十一日初成

實用航海學(上)

編著者 雍成學

基本定價 5.40

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

電話 9221763
9446842

承印者 大原彩色印製有限公司 台北市武成街三五巷九號

電話 3813998

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 石開朗

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

一九八〇年十月二十一日初版

實用航海學(下)

編著者 雍成學 基本定價 6.40

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

(67)局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 大原彩色印製有限公司 台北市武成街三五巷九號

電話 9221763

9446842

電話 3813998

實用航海學

(下)

例題08：於1952年6月16日，E.P. (LAT. $39^{\circ}08'N$, Long. $30^{\circ}00'N$)，觀測月球上沿子午綫 alt. = $60^{\circ}05'S$, H.E. = 40 ft. 求LAT. & P.L.。

G.M.T. Moon's mer. pass. at G 00 = $07^h 05^m$ ("d" = 47^m)

Long. correction ($\frac{30}{360} \times 47$) = $+ 4^m$

L.M.T. Moon's mer. pass. at $30^{\circ}00' = 07^h 09^m$

Longitude = $2^h 00^m W$

G.M.T. Moon's mer. pass. at $30^{\circ}00' = 09^h 09^m$

Moon's H.P. at 0909 = $57.7'$

Moon's dec. at 0909 = $09^{\circ}20.3'N$. ("d" = $14.8'$)

Increment for 9 m = $+ 2.3'$

Moon's dec. at 0909 = $09^{\circ}22.6'N$.

參考圖 31-15—

Observed M.A. Moon's U.L. = $60^{\circ}05.0'S$.

Total correction = $+ 5.5'$

Ht. of eye correction = $+ 0.6'$

T.M. alt. = $60^{\circ}11.1'S$. (SX)

$90^{\circ}00.0'$

T.M. Z.D. = $29^{\circ}48.9'N$. (ZX)

Declination = $09^{\circ}22.6'N$. (QX)

Latitude = $39^{\circ}11.5'N$. (ZQ)

Azimuth at time of observation = 180°

P.L. runs $090^{\circ} - 270^{\circ}$ through { lat. $39^{\circ}11.5'N$.
long. $30^{\circ}00.0'W$.

例題09：於1952年10月5日，E.P. (LAT. $45^{\circ}00'N$, Long. $48^{\circ}30'W$)，觀測太陽子午綫方位正南，alt. = $40^{\circ}02.5'$, H.E. = 45 ft. 求LAT. & P.L.。

$$\begin{aligned}
 \text{"T" for Sun (5)} &= 11^h 48^m \\
 \text{Long.} &= 03^h 14^m \\
 \text{G.M.T. Mer. Pass} &= 15^h 46^m \\
 \text{Dec. G.M.T. 1500} &= 04^\circ 51.9' \text{S } "d"=1.0 \\
 \text{Increment for} &= 0.8' \\
 1546\text{-Declination} &= 04^\circ 52.7' \text{S}
 \end{aligned}$$

參考圖 31-16—

$$\begin{aligned}
 \text{Observed M.A. Sun's L.L.} &= 40^\circ 02.5' \text{S} \\
 \text{Total Correction} &= + 9.2' \\
 \text{Monthly} &= + 0.1' \\
 \text{T.M. alt.} &= 40^\circ 11.8' \text{S} \\
 \text{T.M. alt.} &= 40^\circ 11.8' \text{S (SX)} \\
 &90^\circ \\
 \text{T.M. Z.D.} &= 49^\circ 48.2' \text{N (ZX)} \\
 \text{Dec.} &= 4^\circ 52.7' \text{S (QX)} \\
 \text{Latitude} &= 44^\circ 55.5' \text{N (ZQ)} \\
 \text{Azimuth} &= 180^\circ
 \end{aligned}$$

P.L. Runs $090^\circ\text{--}270^\circ$ Through | lat. $44^\circ 55.5' \text{N}$
 long. $48.30.0' \text{W}$.

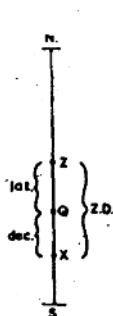


圖 31-13

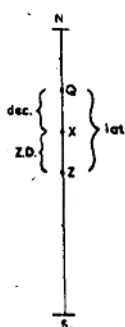


圖 31-14

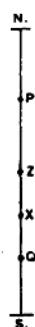


圖 31-15

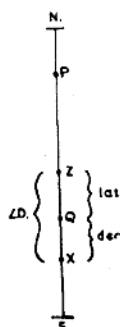


圖 31-16

第三十一章 習題

1. 當觀測一子午線上之天體，得知其高角之後，即可求得船舶之緯度，其理由安在？

2. 試述：(1)觀測者之緯度 (Observer's latitude)。

(2)子午線頂距 (Meridian zenith)。

(3)天體之赤緯 (Declination of the object)。

三者之相互關係如何？

3. 當觀測天體通過下部子午線 (Lower meridian passage)，亦可求得緯度，試述其理由。

4. 當觀測一繞極 (Circumpolar star) 星體時，而不知其赤緯 (DEC)，亦可求得緯度，其理由如何？

5. 試述子午線高角 (Mer alt) 與最大高角 (Maximum alt)，區別何在？為何觀測子午線高角較最大高角為重要，其理由安在？

6. 求太陽通過下列各子午線時之 GMT：

(1) Long. 30°E , 16 June, 1952? (ans: $10^{\text{h}}01^{\text{m}}$)。

(2) Long. 150°W , 19 June, 1952? (ans: $22^{\text{h}}01^{\text{m}}$)。

(3) Long. 170°E , 5 Oct., 1952? (ans: $00^{\text{h}}28^{\text{m}}$)。

7. 求月球通過下列各子午線時之 GMT：

(1) Long. 30°W , 11 July, 1952? (ans: $5^{\text{h}}30^{\text{m}}$)。

(2) Long. 155°E , 9 Sept, 1952? (ans: $18^{\text{h}}77^{\text{m}}$)。

(3) Long. 120°W , 4 Sept, 1952? (ans: $08^{\text{h}}06^{\text{m}}$)。

(4) Long. 90°E , 1 Dec, 1952? (ans: $17^{\text{h}}58^{\text{m}}$)。

8. 求下列各行星通過子午線之 GMT：

(1) Venus in Long. 70°W , on Nov. 15, 1952 (ans: $19^{\text{h}}00^{\text{m}}$)。

(2) Mars in Long. 90°E , on Aug. 6 1952 (ans: $12^{\text{h}}00^{\text{m}}$)。

9. 設 Star hamal 通過子午線之 T.alt. = $50^{\circ}10' \text{S}$ ，求觀測者之 Latitude = ? (ans: $16^{\circ}35'.4 \text{N}$)。

10. 設 *Star bellatrix* 通過子午線時之 $T. alt. = 35^{\circ} 08' N$, 求觀測者之 $Latitude = ?$ (ans: $48^{\circ} 33'.3 S$)。

11. 於 1952 年, 6 月 19 日, 估計 $Long. 78^{\circ} 45' E$, 太陽子午綫 $alt = 32^{\circ} 48' N$, $I.E. = 1.0$, $H.E. = 45 ft.$ 求船舶之緯度及位置綫。

(ans: $090^{\circ} - 270^{\circ}$ through $lat. 33^{\circ} 29'.1 S$, $Long. 78^{\circ} 45' E$)。

12. 於 1952 年, 10 月 5 日, 估計 $Long. 29^{\circ} 45' W$, 太陽子午綫 $alt = 45^{\circ} 0'.5$ ft. 求船舶之緯度及位置綫。

(ans: $090^{\circ} - 270^{\circ}$ through $lat. 40^{\circ} 01'.3 N$, $Long. 29^{\circ} 45' W$)。

13. 於 1952 年 6 月 16 日, 在 $Long. 160^{\circ} 45' W$, 觀測太陽下沿子午綫之 $alt. = 63^{\circ} 15'.0 S$, $H.E. = 30 ft.$ $I.E. = 0$, 求船舶之緯度與位置綫。

(ans: $090^{\circ} - 270^{\circ}$ through $lat. 49^{\circ} 57'.6 N$, $Long. 160^{\circ} 45' W$)。

14. 於 1952 年 3 月 16 日, 在 $Long. 156^{\circ} 00' E$, 觀測太陽下沿子午綫之 $alt = 85^{\circ} 20'.0 N$, $I.E. = 0.5' (+)$, $H.E. = 40 ft.$ 求船舶之緯度與位置綫。

(ans: $090^{\circ} - 270^{\circ}$ through $lat. 06^{\circ} 19'.9 S$, $Long. 156^{\circ} 00' E$)。

15. 於 1952 年, 6 月 16 日, $Long. 53^{\circ} 15' W$, 觀測月球下沿子午綫之高角 $alt = 51^{\circ} 22'.0 S$, $I.E. = 0$, $H.E. = 30 ft.$ 求船舶之緯度與位置綫。

(ans: $090^{\circ} - 270^{\circ}$ through $lat. 47^{\circ} 38'.3 N$, $Long. 53^{\circ} 15' W$)。

16. 於 1952 年 6 月 5 日, 於黃昏時觀測 "*Altair*" 於正南方, $alt = 48^{\circ} 20'$, $I.E. = -1'.0$, $H.E. = 30 ft.$ 估計 $Long. 70^{\circ} W$, 求緯度與位置綫。

(ans: $090^{\circ} - 270^{\circ}$ through $lat. 50^{\circ} 31'.8 N$, $Long. 70^{\circ}$)

00'W)。

17. 於 1952 年 10 月 5 日，於黃昏時觀測 “Achernar” 子午綫上之高角 $\text{alt} = 62^\circ 20' \text{S}$ ， $\text{I.E.} = 0$ ， $\text{H.E.} = 50 \text{ft}$ 。估計 $\text{Long. } 75^\circ \text{E}$ ，求緯度及位置綫。

(ans: $090^\circ - 270^\circ$ through $\text{lat. } 29^\circ 40'.9 \text{S}$, $\text{Long. } 75^\circ 00' \text{E}$)。

18. 於 1952 年 3 月 16 日，估計 $\text{Long. } 152^\circ \text{E}$ ，觀測 “Avior” 子午綫 $\text{alt} = 26^\circ 3'.5 \text{S}$ ， $\text{I.E.} = -1'.0$ ， $\text{H.E.} = 30 \text{ft}$ 。求緯度與位置綫。

(ans: $090^\circ - 270^\circ$ through $\text{lat. } 04^\circ 43'.8 \text{N}$, $\text{Long. } 152^\circ 00' \text{E}$)。

19. 於 1952 年 3 月 16 日，估計 $\text{Long. } 120^\circ 00' \text{N}$ ，觀測 “Arcturus” 子午綫上 $\text{alt} = 41^\circ 05'.0 \text{S}$ ， $\text{I.E.} = 0$ ， $\text{H.E.} = 25 \text{ft}$ 求緯度與位置綫。

(ans: $090^\circ - 270^\circ$ through $\text{lat. } 68^\circ 27' \text{N}$, $\text{Long. } 120^\circ 00' \text{W}$)。

20. 於 1952 年 10 月 5 日，估計 $\text{Long. } 23^\circ 00' \text{W}$ ，於清晨曙光中，觀測 “Pollux” 方位正北， $\text{alt} = 61^\circ 45'$ ， $\text{I.E.} = 0$ ， $\text{H.E.} = 35 \text{ft}$ 。求船舶之緯度與位置綫。

(ans: $090^\circ - 270^\circ$ through $\text{lat. } 00^\circ 12'.9 \text{S}$, $\text{Long. } 23^\circ 00' \text{W}$)。

(4) 設 PM_1 在 PO (obs. mer.) 以東 15° , PM_2 在 PO 以西 15° 。於是所有 PM_1 與 PM_2 間之天體, 其恒星時角 (SHA) 與觀測者之恒星時角, 其差均在 15° 以內, 甚為明顯。

(5) 在 PM_1 與 PO 兩子午綫間之天體, 其 $SHA < SHA$ (mer of obs)。在 PM_2 與 PO 兩子午綫間之天體, 其 $SHA > SHA$ (obs mer)。

(6) 於圖 32-2 中, 可以看出, 任何一個在觀測者上部子午綫可見之天體, 如果其 DEC 與 LAT 異名時, 其高角必小於觀測者之餘緯度 ($CO - LAT$ of obs)。因為凡在下部子午綫可見之天體, 其極距 (Polar dist) 必小於觀測者之緯度 (obs LAT)。下列各例題, 可以說明, 在某一時限之內, 尋求通過子午綫諸天體 (星) 之方法。

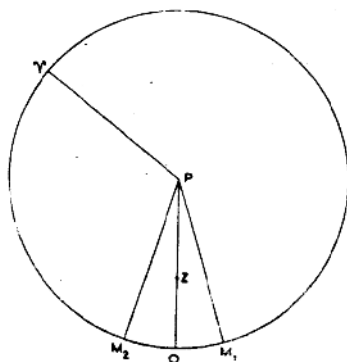


圖 32-2 近子午綫天體圖。

例題(1): 於 1952 年 10 月 5 日, GMT 0745, LAT $50^\circ N$, Long. $30^\circ W$, 求在上部子午綫左右各 1 h 以內, 可見航海所常用之星為何?

所求之 "Stars" 其 SHA 之界限為 $244^\circ 49'.3$ 與 $274^\circ 49'.3$ 之間, DEC north of $40^\circ S$ 。

$$\begin{array}{rcl}
\text{G.H.A. } \Upsilon \text{ at } 07^{\text{h}} 00^{\text{m}} & = & 118^{\circ} 53.9' \\
\text{Increment } 45^{\text{m}} & = & 11^{\circ} 16.8' \\
\text{G.H.A. } \Upsilon \text{ at } 07^{\text{h}} 45^{\text{m}} & = & 130^{\circ} 10.7' \\
\text{Long.} & = & 30^{\circ} 00.0' \\
\text{L.H.A. } \Upsilon & = & 100^{\circ} 10.7' \\
& & 360^{\circ} 00.0' \\
\text{S.H.A. observer's U.M.} & = & 259^{\circ} 49.3' \quad 259^{\circ} 49.3' \\
\text{Interval 1 hour} & = & +15^{\circ} 00.0' \quad -15^{\circ} 00.0' \\
\text{Limiting S.H.A.'s} & = & 274^{\circ} 49.3' \text{ and } 244^{\circ} 49.3'
\end{array}$$

由選星表 (Selected star list) 中，於 0745 GMT 查得：

Adhara (mag. 1.6) is E. of the meridian and will cross S.
 Betelgeuse (mag. 0.8) is W. of the meridian and has crossed S.
 Procyon (mag. 0.5) is E. of the meridian and will cross S.
 Sirius (mag. -1.6) has just crossed the meridian.

例題(2)：於 1952 年 10 月 5 日，GMT 2047，於 Lat. $50^{\circ} 00' \text{S}$ ，Long. $34^{\circ} 15' \text{W}$ ；求在下部子午綫左右各 $1\frac{1}{2}^{\text{h}}$ 以內，可見航海所常用之星體為何？

$$\begin{array}{rcl}
\text{G.H.A. } \Upsilon \text{ at } 20^{\text{h}} 00^{\text{m}} & = & 314^{\circ} 25.9' \\
\text{Increment } 47^{\text{m}} & = & 11^{\circ} 46.9' \\
\text{G.H.A. } \Upsilon \text{ at } 20^{\text{h}} 47^{\text{m}} & = & 326^{\circ} 12.8' \\
\text{Longitude} & = & 34^{\circ} 15.0' \\
\text{L.H.A. } \Upsilon & = & 291^{\circ} 57.8' \\
& & 360^{\circ} 00.0' \\
\text{S.H.A. observer's U.M.} & = & 68^{\circ} 02.2' \\
& & 180^{\circ} 00.0' \\
\text{S.H.A. observer's L.M.} & = & 248^{\circ} 02.2' \quad 248^{\circ} 02.2' \\
\text{Interval } 1\frac{1}{2} \text{ hours} & = & +22^{\circ} 30.0' \quad -22^{\circ} 30.0' \\
\text{Limiting S.H.A.'s} & = & 270^{\circ} 32.2' \text{ 和 } 225^{\circ} 32.2'
\end{array}$$

所求之 Stars，其 SHA 之界限為 $225^{\circ} 32.2' - 270^{\circ} 32.2'$

間，DEC. Are south of 40°S 。將盡在下部子午綫左右各 $1\frac{1}{2}^{\circ}$ 以內。

由選星表 GMT 2047 查得—

Avior (Mag. 1.7) Will cross the obs lower mer.

Canopus (Mag. -0.9) Has crossed the obs lower mer.

【註】“Star suhail”將在水平綫上，橫過觀測者之下部子午綫，但因其高角過低，不適於觀測，故不取用。

第二節 用近子午綫高角求緯度

於圖 32-3 及 32-4 中—係表示標準天文三角形，於天球水平面上之投影。今假設天體目標“X”，由 X 至 Y 之運動途中，其赤緯 (DEC) 始終不變，於是：

$$PY = PX$$

$$\text{但 } ZY = PY \sim PZ$$

$$\therefore MZD = PX \sim PZ$$

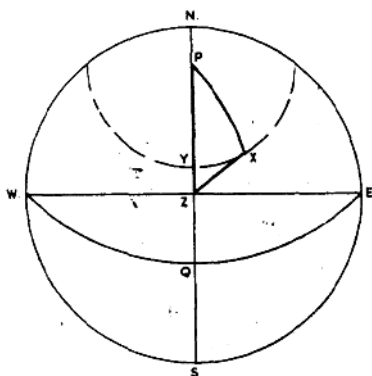


圖 32-3

用半正矢公式—

$$\text{hav } P = \frac{\text{nav } ZX - \text{hav } (PX \sim PZ)}{\sin PX \times \sin PZ}$$

$$\text{hav } (PX \sim PZ) = \text{hav } ZX - \text{hav } P \times \sin PX \times \sin PZ$$

$$\begin{aligned} \text{hav } M.Z.D. &= \text{hav } ZX - \text{hav } P \times \sin PX \times \sin PZ \\ &= \text{hav } ZX - \text{hav } H.A. \times \cos \text{lat} \times \cos DEC \cdots \cdots (A) \end{aligned}$$

此公式(A)稱為“近子午綫公式”(EX-Meridian formula)，用此可以求得位置綫。當(1)天體之H.A. (2)天體之DEC. (3)觀測者之LAT者，在一定時限之內時，代入(A)式，即可求得船舶之位置綫矣。

若當天體之H.A. 甚小，而其alt又甚高時，在此種情況下，位置綫可以直接求出。因為公式(A)中之第二部份，即 $(\text{hav } HA \cdot \cos \text{lat} \cdot \cos DEC)$ 之值甚微，可以不計。故MZD可由lat與DEC直接求出。

當應用“近子午綫公式”時，下列實用規則，必須留意：

(1) $(\text{lat} \sim DEC)$ 之差，不應小於 4° 。

(2) H.A. (in minutes) 不應大於天體之頂距“ZD” (in degrees)。

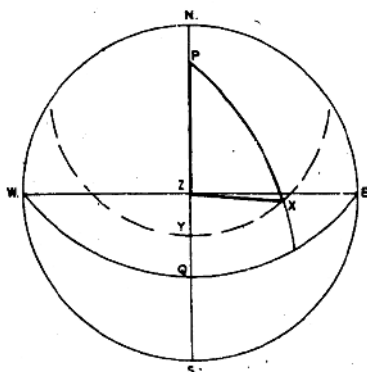


圖 12-4

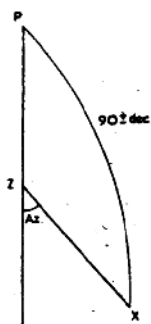


圖 12-5

第三節 用近子午綫觀測求緯度(截距法)

利用“Haversine formula”求天體之頂距 (ZD)，於本書前數章中，曾予多次論述，想吾人記憶猶新，今再討論如次：

$$\text{hav } ZX = \text{hav } P \cdot \sin PZ \cdot \sin PX + \text{hav } (PZ \sim PX)$$

$$\text{hav } ZD = \text{hav } HA \cdot \cos \text{lat} \cdot \cos DEC + \text{hav } (\text{lat} \pm DEC)$$

計算頂距 (C.Z.D) 與真頂距 (T.Z.D) 之差，即為截距 (a)，再經過截距之端點，垂真於觀測天體之方位 (Azimuth)，所劃之直綫，即船舶之位置綫也。

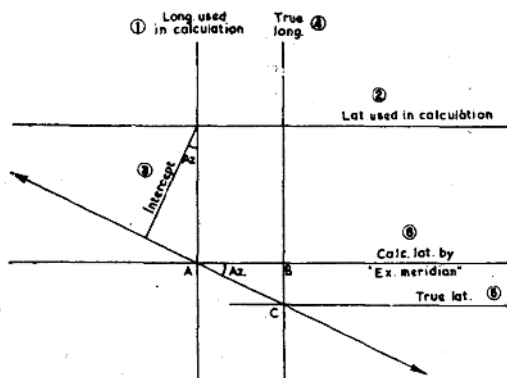


圖 32-6 (截距法)。

圖 32-6—名詞註釋：

- (1) Long used in calculation—計算所用經度。
- (2) Lat used in calculation—計算所用緯度。
- (3) Intercept—截距 ($a = C.Z.D. \sim T.Z.D.$)。
- (4) True long—真實經度。
- (5) True lat—真實緯度。
- (6) Calc lat By “EX-Meridian”—用近子午綫計算緯度。