

航海學講義

第一回

606670-1

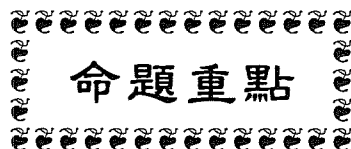


考友社 出版發行
社團人考
法考

航海學講義 第一回 目錄

第一講 天文航海之定義與原理	1
命題重點	1
重點整理	2
一、概說	2
二、太陽系及行星運行之克卜勒定律	2
三、地球及其運動	5
四、天球座標系統	10
五、天體地理位置及天文航海三角形	15
六、等高圈、天文位置線與截距法	18
第二講 時間與時計	25
命題重點	25
重點整理	26
一、時間之重要性	26
二、時間觀念之建立	26
三、時間之種類與相互關係	26
四、計時儀器	33
五、計時儀器之誤差及其計算	34
第三講 測天計算	39
命題重點	39
重點整理	40
一、概說	40
二、航海曆之內容與使用法	40
三、天體座標之求取	42
四、假設位置	46
五、天文航海三角形之解算—各種測天計算表之用法	48

第一講 天文航海之定義與原理



- 一、概說
- 二、太陽系及行星運行之克卜勒定律
 - (一)太陽
 - (二)行星
 - (三)行星運行及克卜勒定律
- 三、地球及其運動
 - (一)概說
 - (二)地球公轉的影響
 - (三)地球自轉的影響
 - (四)地軸偏移的影響
 - (五)地球的小運動
- 四、天球座標系統
 - (一)概說
 - (二)天赤道座標系統
 - (三)水平座標系統
- 五、天體地理位置及天文航海三角形
 - (一)天文航海三角形
 - (二)天體地理位置 (Geographical position; G.P.) 及地面天文航海三角形
- 六、等高圈、天文位置線與截距法
 - (一)等高圈
 - (二)天文位置線
 - (三)天文位置圈的描繪問題
 - (四)截距法的原理和作業程序

者共有九顆，其中一顆就是地球。行星本身不能發光，我們所見的行星亮光，都是由太陽照射的反射的光線，因此，由我們看去，恆星的亮光呈閃爍現象，而行星則無此種現象。

2. 各行星依其與太陽之距離，由最近者算起，依次為：水星 (Mercury)、金星 (Venus)、地球 (Earth)、火星、(Mars)、木星 (Jupiter)、土星 (Saturn)、天王星 (Uranus)、海王星 (Neptune) 和冥王星 (Pluto)。航海家所用者為金星、火星、木星和土星。故這四顆行星又稱為航海行星 (Navigational planets)。水星距太陽太近，不易觀測，其餘三顆行星距太陽太遠，亮度不夠，故均不採用。又因水星和金星軌道在地球軌道之內，故稱為內行星 (Inferior planets)；其餘各行星之軌道在地球軌道之外，故稱為外行星 (Superior planets)。

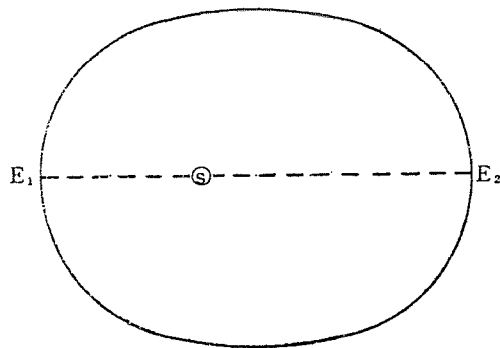
3. 各行星重要資料如下表：

行星名稱	符號	軌道長軸半徑	平均距離 (千哩)	恒星周期	會合期間 (天)	離心率	交角	行星平均直徑 (哩)
水星 MERCURY		0.3871	36,000	87.969 天	115.88	0.206	7°00'	3,008
金星 VENUS		0.7233	67,270	224.701 天	583.93	0.007	3°24'	7,700
地球 EARTH		1.0000	93,000	365.24 天	-	0.017	-	7,918
火星 MARS		1.5237	141,500	686.98 天	779.95	0.093	1°51'	4,215
木星 JUPITER		5.2028	483,922	11.862 年	398.89	0.048	1°18'	86,800
土星 SATURN		9.5388	887,100	29.458 年	378.10	0.056	2°29'	71,500
天王星 URANUS		19.1820	1,783,900	84.02 年	369.67	0.047	0°46'	31,700
海王星 NEPTUNE		30.0577	2,795,400	164.7 年	367.49	0.009	1°46'	31,000
冥王星 PLUTO		30.5077	3,675,000	248.43 年	366.74	0.249	17°09'	3,500

行星名稱	符號	質量	密度	自轉速率	反射率	斜角	脫逸速度 (哩/秒)	中心吸力	已知衛星
水星 MERCURY		0.0543	0.99	60 天	0.058	不詳	2.7	0.38	無
金星 VENUS		0.8136	0.92	247 天±5	0.76	23°	6.5	0.88	無
地球 EARTH		1.0000	1.00	23 時 56 分	0.39	23°.4	7.0	1.00	1
火星 MARS		0.108	0.75	24 時 37 分	0.148	24°.0	3.2	0.39	2
木星 JUPITER		318.4	0.245	9 時 50 分	0.51	3°.1	38.0	2.65	12
土星 SATURN		95.2	0.13	10 時 14 分	0.50	26°.8	23.0	1.17	9
天王星 URANUS		14.6	0.28	10 時 49 分	0.66	98°.0	14.0	1.05	5
海王星 NEPTUNE		17.3	0.45	15 時 60 分	0.26	29°.6	16.0	1.23	2
冥王星 PLUTO		不詳	不詳	6.4 天	0.16	不詳	不詳	不詳	無

(三)行星運行及克卜勒定律：

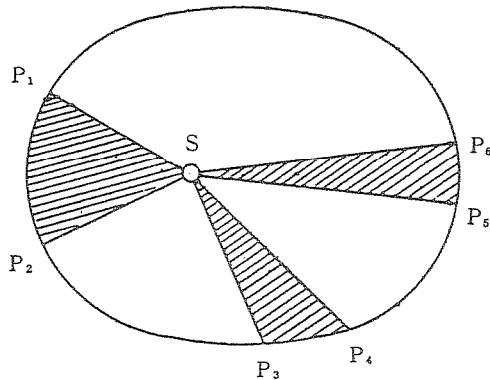
1. 凡天體繞其軸而旋轉者稱為自轉 (Rotation)；繞一主天體 (Primary) 而運轉者稱為公轉 (Revolution)。
2. 太陽系各主要行星均繞太陽公轉，故其主天體為太陽。各行星亦有衛星繞行星公轉，則各該行星為主天體。如月球之主天體為地球。
3. 由太陽觀察行星之公轉，繞其主天體一週所需之時間為該行星之恆星周期 (Siderial period)；因所謂一周，乃以某一恆星為標準計算該行星繞太陽公轉一日所需之時間，假定該恆星不動，恰為該行星公轉 360° 所需之時間。
4. 因行星公轉之軌道為橢圓，故其距太陽的距離並不相等。當其與太陽最接近之點，稱為近日點 (Perihelion)，與太陽相距最遠之點，稱為遠日點 (Aphelion)。連接近日點與遠日點之線，稱為遠近點線 (Line of Apesides)。如圖(-)所示。



圖(-) 行星軌道之遠近日點

5. 各行星公轉軌道與地球公轉軌道之夾角稱為交角 (Inclination)，除冥王星外，其餘各行星之交角均在七度以下。
6. 天文學家克卜勒氏發現行星運行之三定律，稱為克卜勒定律 (Kepler's Law)：
 - (1) 每一行星之運行軌道均為橢圓，而太陽位於橢圓內兩焦點之一。
 - (2) 行星在軌道上運行時，其速率亦非固定；但在某一定時間內，若作一線連接太陽與該行星之各運行位置，則中間所含之面積相等。茲

以圖(二)解釋此定律：



圖(二) 克卜勒氏第二定律圖解

令行星由 P_1 至 P_2 ，由 P_3 至 P_4 及由 P_5 至 P_6 均為 25 天，則斜線內所包含之面積均相等，即 P_1SP_2 ， P_3SP_4 ， P_5SP_6 之面積均相等。

- (3)任何兩顆行星公轉所需之恆星周期平方之比必等於其與太陽平均距離三方之比。也就是說如以 S_i 與 S_i' 代表兩行星公轉之恆星周期， d_1 與 d_2 分別代表其與太陽之平均距離，則：

$$(S_i)^2 : (S_i')^2 = d_1^3 : d_2^3。$$

三、地球及其運動

(一)概說：

- 1.地球是太陽系中九個主要行星之一，是第三個靠近太陽的行星，位於金星和火星之間。它循一個橢圓形軌道繞太陽公轉，它公轉一周的時間約為 365 又 $1/4$ 日，這在我們地球上就是一年。在十二月間，也就是當地球在近日點時，距太陽約 91,400,000 哩；在六月間，也就是在遠日點時，距離太陽約 94,500,000 哩。地球同時又繞它自己的軸旋轉，每旋轉一周（ 360° ）的時間是 23 小時 56 分鐘。
- 2.地球的赤道和它的軌道大約 23.5° 的傾角。由每年三月下旬到九月下旬期間，地球的北極傾向太陽，其餘的時間，南極傾向太陽。地球的軸由於物質旋轉的關係，在空中保持一定不變的方向，就如同一個旋迴儀的軸一樣。地球是一個兩極略為扁平的球體。表面上被一層大氣

所包圍，大氣的一半集中在地球表面幾哩的範圍內，其餘的一半則瀰漫到約 1,000 哩的高度。

3. 地球隨著整個太陽系繞銀河的軸而運轉。這一種運動對我們所看到的天空中天體的運動沒有什麼影響。但是地球有三種主要的運動（或變化）和兩種小的運動（或變化）卻對這些天體的運動發生影響。這三種地球的主要運動就是繞地軸旋轉，也就是自轉（Rotation），繞太陽運轉，也就是公轉（Revolution），和地軸偏移（Precession）。兩種地球的小運動是地極的擺動（Wandering）和自轉速率的變化（Variation）。

(二)地球公轉的影響：

1. 太陽系周圍有無數恆星，但由於太陽的光線過於強烈，所以由地球上看去，只能看到和太陽在相反方向的星。地球於一年中繞太陽運行一周（ 360° ），由地球上某一年中繞太陽一周，地球由西向東運行，於是每晚同一時間看同一恆星就向西移動約 1° （ $360^\circ \div 365.25$ 天）。
2. 我們由地球上看天體，似乎都在一個大球面的裡面，無法分辨出它們的距離。在這些天體中，某些天體似乎聚集在一起，我們為了易於識別起見，就根據這些天體的特徵，命名為某某星座（constellation）。在太陽週圍共有十二個不同的星座，稱之為黃道十二宮，當地球於一年中繞太陽公轉一周時，就陸續見到這十二個星座。這是地球公轉影響之一。
3. 地球公轉的另一重要影響是使地球上產生春夏秋冬四季。四季的形成完全因地球上各部份受太陽光照射的角度不同而來。因為地球的赤道和軌道成 $23^\circ.5$ 的角度，如圖(三)所示，當六月間（約六月二十一日）地球在遠日點時，北極傾向太陽最大，這時北半球受到太陽的直射，天氣最熱，白晝也最長，所以是夏季。反過來說，這時的南半球受到陽光的照射最少，所以天氣最冷，白晝也最短。太陽繼續向前公轉，北極對太陽的傾角逐漸減少，到九月間（約在九月二十三日），北極對太陽的傾角為 0° ，這時太陽正射赤道，南北兩半球所受陽光照射相等，所以北半球是秋天，晝夜大致相等。地球再繼續前進，南極逐漸