

# 太陽的運動

■  
與  
■

## 本銀河系旋轉臂的探索

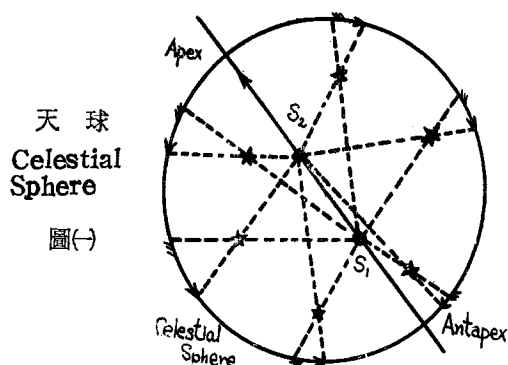
■  
王敦蘇  
■

### (一) 星球的運動

星球的速度由太陽系觀測，可分為切線速度 (Tangential) 及沿軸速度 (Radial)。沿軸速度可從星球的“光譜線”的都卜勒位移 (Doppler Shift) 測得。因為星球間平均距離甚大，切線方向的角位移 (Proper motion) 甚小，所以必須比較許多照片才能測得星球的切線速度。

### (二) 太陽的運動

#### (1) 測定的方法

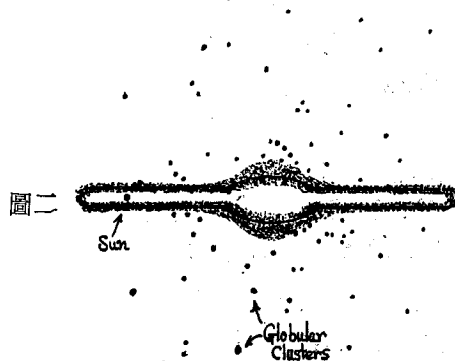


假設 S 為太陽，它的運動方向是朝向“頂點” (Apex)。由圖(一)可知當太陽從 S<sub>1</sub> 的位置運動到 S<sub>2</sub> 的位置時，在太陽前方的星球似讓出一條路讓太陽通過，並由兩旁向後掠去。同樣在太陽後方的星球則由兩方向中間合攏。這情形和在兩旁植樹的路上疾駛所看到兩旁樹木的情形相同。一七八三年英國天文學家 William Herschel 利用這原理，僅由當時所能測得速度的十三個星球，定出了頂點的位置。他所測定的位置和今天所用的標準頂點相差不大於十度。

#### (2) 標準頂點 (Standard Apex)

標準頂點是以肉眼所能看見的星球做參考而求得。它的位置在武仙星座 (Constellation Hercules) 內，差不多在織女星 (Vega) 西南十度的地方。對這些星球而言，太陽的速度是  $20\text{km/sec}$ 。因為肉眼所能看見的星大多是較近的星，當較遠的星球也考慮進去的時候，太陽的運動偏向東北。根據 Kamp 和 Vy-

ssotsky 對於一萬八千顆星的研究，頂點位於天琴星座 (Constellation Lyra)。這是由於太陽繞銀河中心旋轉的緣故。圖二是本銀河系側面的大致形狀。



(請參考封底照片) 在銀河平面和中心區以外有許多小黑點，每一小黑點代表一球星團 (Globular cluster)。球星團從遠處望去好似一顆星，但用強力望遠鏡觀測，發現它是數以千計的星球集成爲一球形。它們在銀河平面外的分布，大致成一球形。它們自成一系統旋轉，旋轉速度甚慢，所以分配成一球形而不是扁平狀。如果我們用前述原理測定以球星團做參考的太陽頂點，並將太陽對太陽近區星羣 (Local group) 的運動消去，我們得到太陽對銀河中心的運動。研究的結果太陽近區星羣 (包括太陽) 朝向天鵝座 (Cygnus) 中的一點以  $216\text{km/sec}$  的速度前進。這方向和銀河中心垂直，也就說明太陽繞著銀河中心而旋轉。總結是太陽的運動是太陽近區星羣對中心的轉動和太陽對此星羣的運動的合成運動。

### (三) 銀河系的旋轉

#### (1) 差異效應 (Differential effect due to rotation)

因為離中心愈遠的星球它的旋轉周期愈長，並且速率也愈慢。所以在太陽和銀河中心之間的星球可從後方追上而超過太陽。離中心較太陽遠的星球則會被太陽拋到後方。這效應可由圖(四)表示。可證明在距太陽等遠處的星球中，以位於  $45^\circ$  及  $225^\circ$  處的星球沿軸後退速度最大。而在  $135^\circ$  及  $315^\circ$  處的星球則沿軸前進

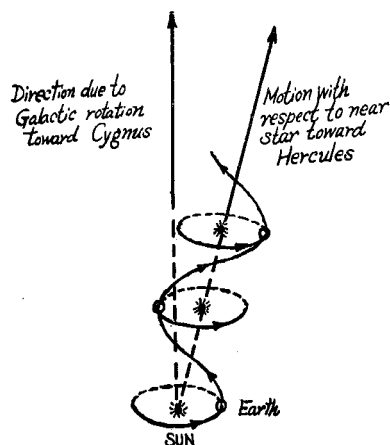


圖 三

速度最大。一九二七年J.H. Oort首先指出這現象的存在。同樣角位移也有類似效應的產生，就是在“中心”和“對中心”(Anticenter)位置的星球有最大的角位移。當星球距太陽愈遠差異效應愈大。因此可由差異效應指出星球的距離。以上就是追蹤銀河臂的基本原理。

## (2) 旋轉臂(Spiral arms)

銀河系由於旋轉的緣故，成扁平狀，並且有許多像手臂一樣的構造延伸出去。旋轉臂中星球密度比較大，並且星球的年齡較中心區的星球來得年輕。許多形成不久的藍巨星(Blue giant, type O and B)也在這區域中發現。由於一般認為星球的形成是由塵雲(Dust cloud)凝聚而成，凡是藍巨星所在的區域常有大量的塵雲。所以旋轉臂中必有大量塵雲。對外銀河系(Galaxies)旋轉臂的觀察，證實這想法的正確性。(請參閱封底照片)

## (三) 銀河系旋轉臂的追尋

由以上的陳述我們確知本銀河系在旋轉。但是否本銀河系也和許多外銀河系一樣具有旋轉臂的構造？我們所獲得的答案是肯定的。

### (1) 太陽近區星群的構造(Local structure)

在太陽的附近星球密度較高。但當距離增加時，星球密度沿大多數方向都逐漸減少。與銀河中心垂直的兩方向上却無密度減低的現象。這可解釋為太陽在一旋轉臂中。

### (2) 光學法追蹤旋轉臂

這方法就是通常所用望遠鏡照像觀察法。觀察藍星和“明亮與黑暗塵雲”(Bright and dark nebulae)的分布。則根據塵雲常在旋轉臂中，因此可畫出旋轉臂的情況。

### (3) 無線電望遠鏡(Radio telescope)

一九四四年Henrik van de Hulst一位年輕的荷蘭學生，指出在本銀河系中應該可以觀察到氫原子

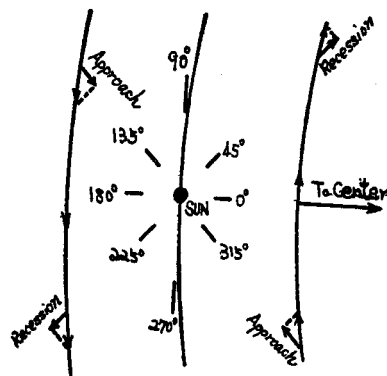


圖 四

所射出的21cm光譜線。每一氫原子平均約一千萬年才放射一次。但銀河系中有著數量非常可觀的氫原子，所以21cm線還是可以觀察到。到一九五一年證實21cm氫線的存在。從此以後天文學家獲得一件強有力的儀器——無線電望遠鏡。它就是用來探測由各處發射來的電波。因為銀河平面中有許多塵雲，可見光完全被阻擋和散射(Scatter)消失。使得無法透視。但21cm波長的電磁波不會被顆粒甚小的塵雲所散射消失。所以我們能測到過去被認為絕望的區域的情況。並由21cm氫線的都卜勒位移可測知遠方塵雲的運動。

### (4) 無線電望遠鏡應用於旋轉臂的追蹤

利用21cm氫譜線我們可測得塵雲的距離和分布。由此而能畫出旋轉臂的情況。例如位於45°處的塵雲由於差異效應沿軸後退速度是距離愈遠愈大。因此21cm線的都卜勒位移愈大。如果我們將無線電望遠鏡調整(Tuned)於21cm然後逐漸增加波長，我們所收到的信號起初是較近距離的氫原子所放射的，然後距離逐漸增加。在每距離所得信號強度則表示這區氫原子的數量的多寡。本銀河系旋轉臂的追蹤工作大多用這方法。現在已經可確定太陽在一條旋轉臂中。如今穿透的距離已能達到銀河中心，相信很快就能達到銀河系每一角落。

### (5) 星際光譜線的都卜勒位移(Doppler displacements of interstellar lines)

當星光通過星際空間(Interstellar space)中的塵雲後產生暗線。同樣由於差異效應，根據暗線的都卜勒位移可知產生星際譜線的塵雲和太陽的距離。G. Munch發現在某些方向每一星際譜線分裂為二，個別具有不同的都卜勒位移。這明顯的表示在這方向有二條旋轉臂，距離我們不等。用這方法測得的旋轉臂的位置和其它方法所得相同。

關於這方面的工作繼續不斷的在進行中。我們相信不久天文學家將更加明瞭銀河系旋轉臂的構造。