

The World of Science Encyclopedia

牛頓

現代科技大百科

宇宙科學(II)——大宇宙



Newton

牛頓現代科技大百科 2 宇宙科學(II)——大宇宙

出版者 / 牛頓出版股份有限公司

負責人：高源清

原著作名稱 / The Universe at Large

原出版社 / Equinox (Oxford) Ltd.

譯者 / 洪家輝

發行所 / 牛頓出版股份有限公司

地址 / 臺北市和平東路二段107巷25-1號一樓

電話：7061976 • 7061977 • 7059942 • 7062470

郵撥 / 1179402-3 牛頓出版股份有限公司

製版 / 詮盛彩色製版有限公司

印刷 / 仲一彩色印刷股份有限公司

單冊定價 / 新臺幣 750 元

初版 / 1989年8月15日

出版登記證 / 局版臺業字第3139號

法律顧問 / 林樹旺律師

●版權所有 • 翻印必究 ●

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本社更換。

Printed in Taiwan, R.O.C. 1989

ISBN 957-627-000-6

ISBN 957-627-001-4

總編輯 / 劉君碧

科學主編 / 陳育仁

科學編輯 / 高孟忱 • 劉曼君 • 李傳楷 • 曾月卿

柳絲絲

美術主編 / 洪家輝

美術編輯 / 陳素芬 • 傅華麗

封面企劃 / 陳融賢

The World of Science Encyclopedia

The Universe at Large

The Authors

Iain Nicolson

Patrick Moore OBE

Senior Editor

Lawrence Clarke

Art Editor

John Ridgeway

Editor

Peter MacDonald

Designers

Ayala Kingsley

Niki Overy

Picture Editor

Linda Proud

Picture Researchers

Milly Trowbridge

Lynda Poley

Judy Aspinall

Anne Hobart(US)

Production

Alan Peebles

Index

Sandra Raphael

Editorial Assistant

Charlotte Van Rooyen

Advisors

Professor Jack Meadows

University of Leicester

Professor Martin Rees

University of Cambridge

Artists

Robert Burns

Kai Choi

Paul Doherty

Chris Forsey

Mick Gillah

Kevin Maddison

Coral Mulah

Mick Saunders

The World of Science Encyclopedia

牛頓

現代科技大百科

宇宙科學(II)——大宇宙





The World of Science Encyclopedia

牛頓

現代科技大百科

宇宙科學(II)——大宇宙



RWJ 9/11/88

牛頓出版公司

1196995



21196995

圖片說明(1~8頁)

- 1 一個典型的旋渦星系
NGC2997
- 2~3 星雲集團——蛇夫
座 ρ 星
- 4~5 一個黑暗星雲——
馬頭星雲
- 7 船底座 η 星附近之星雲
的彩色處理照片
- 8 彩色處理後之太陽日冕
放射情形的照片





目錄

引言	6
測量宇宙	
1 宇宙的全面測量	9
2 持續運動著的天空	13
3 觀測宇宙	17
星球的性質	
4 星球的基本特性	25
5 星球的誕生、生命與死亡	33
6 雙星與變星	41
7 塌縮星球與爆發星球	49
8 黑洞	57
9 星球間的關係	61
星系的性質	
10 銀河系	69
11 星系	77
12 活動星系與似星體	85
13 星系的集團	97
起源與演化	
14 空間、時間與重力作用	105
15 演化中的宇宙	109
16 通訊與旅行	125
語彙	130
索引	132

引言

天文學被視為是科學領域裏最古老的學科，許多重要的天文觀測工作，包括一些對近代天文學仍有其重要性的成果在內，早在數千年前就已經完成了。隨著時間的推移，所不同的是研究天文學的動機。直到上個世紀為止，大部分的動機是來自於確定時間的需要（為農業、宗教服務等等）以及確定位置的需要（為導航和測量土地等等），所有這些目的可說都是很實用的。除此之外，追溯到十七世紀，天文學的範圍和占星術有很大的重疊，並且可以看出，過去幾代的天文學家對於整個範圍都有著許多重要的工作。

進入二十世紀後，這些應用大部分都消失了，譬如，人們幾乎總是用時鐘來判定時間，現在可以做到比由天文測定所得的結果具有更大的精度。話雖如此，但在本世紀內，天文學的進展仍非常快速，也有著比過去更多的專業和業餘天文學家活躍在這個學術領域裏。這是什麼原因呢？

天文學的迷人之處

這些實際應用的興起之初，研究天文學是為對人類所居住的這個宇宙能有所了解。甚至在早期，人們就對天文學感到興奮與興趣。最偉大的古代天文學家之一——托勒密曾說過：

「我了解自己的生命短暫且終會作古，可是當我環視聚集著無數星球的天空時，我就不再認為是處在地球上，而是和天神宙斯相鄰而坐，盡量享用諸神的供品。」

近代天文學家也會以不同的措辭來表達這個相同的感覺，很少人會不為天文學的迷人之處所感動。雖然許多天文學上的發現對於人們的日常生活並沒有直接的影響，但長久以來，它們仍一直被視為新聞事件。十八世紀末，侯西勒(William Herschel)發現了後來命名為天王星的一顆行星，立刻使他聞名於世，英王喬治三世即為此來資助他，讓他能夠拋棄樂師的工作，而成為一個專職的天文學家。侯西勒獲得支持來從事自己在天文學上的研究工作，其中的一個要求就是他必須讓他的資助人知道發生在天空中的任何事情。

天文學家們如今遵循著侯西勒的傳統，受雇來發現更

多有關宇宙的現象，而不只是提出實用的意見。這中間所改變的是贊助的性質，絕大多數的天文學家現在是接受國家提供的款項，即由納稅人而非由個人來支持。近代的天文學家認為，讓今天的納稅人獲知他們所支持而令人興奮的成果，和以前去告知私人資助者的情形同樣地重要。

當然，有更多的人對天文學產生興趣，必定會使其發展遠景更為美好。然而，納稅人通常並不會直接表示他們的錢是如何來運用的，就當前的財政趨勢而言，這多少使天文學易受責難。一方面，只有國家能提供足夠的資金來購置近代天文學所需的昂貴儀器；另一方面，天文學因為缺乏實際的應用，也成為財政削減的一個明顯靶子。對天文學真正迷人之處所做的解釋是：它很完好地倖存至今。

從過去獲取教訓

從歷史上的觀點來說，天文學不僅是最古老的學科之一，同時也是第一個合乎近代科學觀念的學科。目前當大部分人在談論科學時，即認為它是一種綜合觀察、實驗和理論三者，有系統地來產生新知識的活動。特別是有一種說法，認為科學是一種能夠來解釋有關我們周遭世界的種種，同時也能預測未來將發生某些事物的過程。在十七世紀的西歐，天文學就達到了解釋和預測的階段，在往後的幾個世紀裏，其他科學也相繼地發揮了這種作用。科學家 and 歷史學家長久以來都極想知道關於空間和時間有什麼特別之處，並嘗試提出許多可能的答案，其中有的對近代天文學還是很有關係的。例如，十七世紀的歐洲允許不同國家的科學家之間從事比較容易的通訊，因此在今天仍被視為天文學必不可少的。

由此得知，在早期天文學為其他科學鋪平了道路；當它們發展之後，天文學卻很難從它們那兒學到什麼。在十九世紀試圖了解宇宙時，就必須和物理學與化學的新發展緊密地結合，即使在今天也是如此。因此，天文學家有時在區別「天文學」和「天體物理學」時，認為前者是有關天體的位置和運動，而後者是涉及到它們的物理和化學性質。正如本書所要表明的，此兩分支是緊緊

地結合在一起的，但其中也顯示今天的天文學家更爲關心天體物理學上的研究。那麼當代有關天文學上的大疑點是些什麼類型的問題，諸如「宇宙是如何起源的？」「太陽系是如何創始的？」之類的問題。要來解答此類問題，就必須要先取得經過廣泛研究後所獲得的資料，而我們目前可說仍只是處在預備解決的初期階段。

本書的二個原則

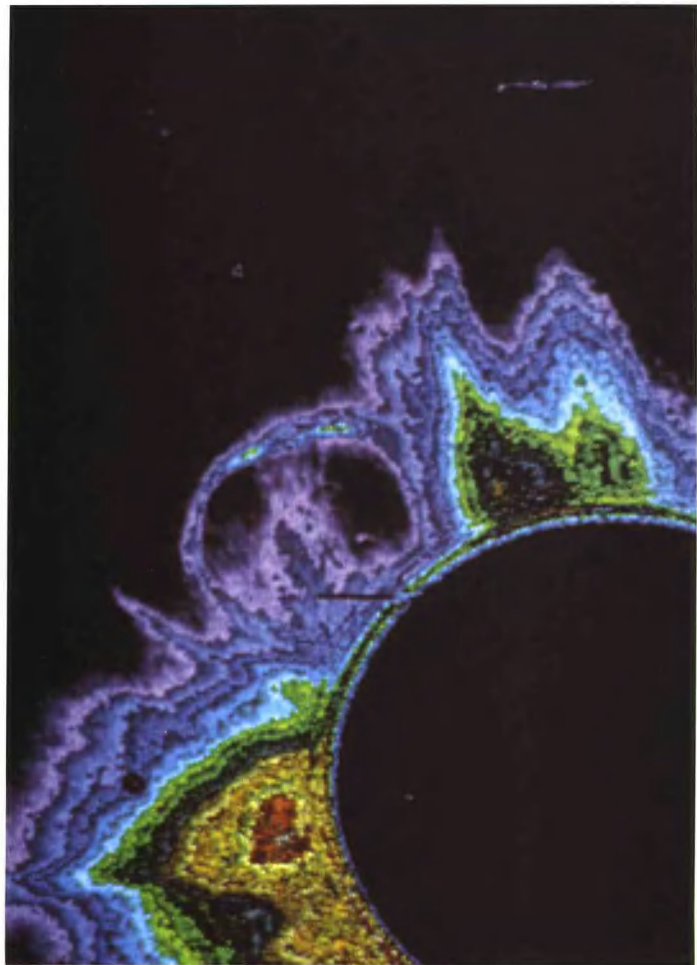
姑不論這些問題的複雜性，宇宙本身仍是一個合邏輯可供人們研究的課題，這其中有兩條指導我們的基本原則，第一，我們所知不多的宇宙大抵隨距離的延伸而逐步增大，距離地球愈近的物體也愈明亮，我們也能從它們獲得更多的訊息。第二，宇宙以一種有系統的方式來組成，先從我們所處的太陽系來看，是由諸行星所組成；再從大一點的範圍來看，太陽和其他許多星球一起組成銀河系；接著，本銀河系又和其他銀河系共同組成本局部的星系團；除此類推。

上面第一個原則所揭示的是，當你著手學習天文學時，最好的方法是先從本太陽系內開始，然後再把目標逐步向外拓展。第二個原則意指我們應該就目標相似類型做一主題性的比較。本書所要展示的即在反映這兩個原則，當你審視目錄時，將發現本書的安排以太陽系爲首，再有規則地向外延伸直到宇宙的盡頭。在此同時，書中亦將每個階段中的不同物體集中起來，以便看出有關它們在宇宙中所顯現的面貌。

自然地，本書向你展示的圖片盡量採用最現代化的方式處理，但這顯然不是故事的目的。在天文學的發展歷程中，觀測天文現象受到若干的局限，其中最嚴重的限制就是我們必須從覆蓋在地球表面的大氣雲霧下來探索宇宙。而近代的一些發展成果，已經使我們能突破這許多限制，因此，今天的天文學知識也正以前所未有的腳步快速增長。

在本書的許多地方會有寫著「太空新焦點」的標記，即表示在你有生之年，將有新的發現。天文學可以被認爲是科學中最古老的一門學科，同時也是二十世紀中變化最爲迅速的科學。





宇宙的全面測量

天文學上的距離……光年……比較我們的太陽和其他星球……星球、星雲和星系……領會宇宙的廣大……透視報導……早期對宇宙大小的推測……測量天體距離的最初嘗試……我們太陽系的實際現狀

天上的星星就像撒天鵝一隊，滿天皆佈，反應著生光星，科學家的新發現的。這些星星和地球的距離，以及它們的視亮度的測量都上升到天。最靠近太陽系的星球是半人馬座(Centaurus) 恆星，它的名字是「Proxima Centauri」，它是半人馬座 α 星，是距離我們一顆微弱的紅色星球，存在距離四百光年，更準確的講，它和地球和太陽間的距離約為 4.2 光年。

當我們考慮到天文學上的距離時，光年這個單位是比光使用以度量其光之速的傳統單位，而是一個更準確的單位。光年這個單位更多是時間單位。光以每秒約 30 萬公里的速率，從太陽到地球需要 1.3 秒，從太陽到木星 8.3 分鐘，到地球最遠距離，而通過太陽到木星之間的距離則需要約 5.4 分鐘。然而，它需要要 3 年才能從半人馬座恆星的光線是抵達地球，而這個時間在大多數天文學家的可見光線中。

光在 3 年的時間所行過的距離現在被用「光年」度量，比一個多一光年(light years)，以此來測量我們宇宙距離則是一個方便的單位。過去 50 年的距離已經在 4.3 光年距離的範圍內，而我們所知的距離，星雲之間的平均距離是 400 光年。



地球與宇宙的中心

那些像中國和埃及的文明古國曾經完放了許多有趣的觀測工作；特別是有觀測星和日月的觀察，但是對於宇宙的真確性質卻沒有概念。對於古人來說，宇宙的形象就像是一個長方形的盒子，在四個基礎上由柱子支撐著一個平坦的天花板。這些柱子由一叢石柱相連著，天頂即宮宮宮宮石柱流動，並且可以看到許多載有太陽、月球和其他精確的船隻在天河裏航行。在大約西元前一二七九至一三六二年間埃及的法老古王亞凱拿頓(Akhenaton)，甚至創立了一種崇拜太陽的新教派。

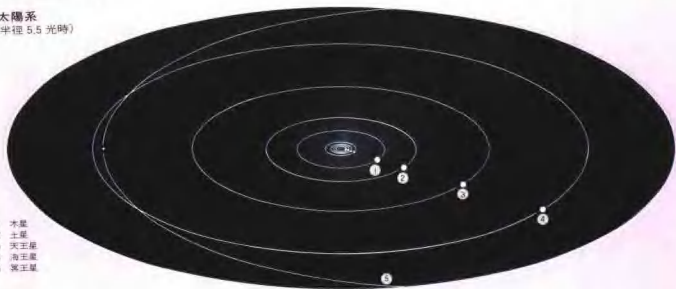
將天文學與科學正確地科學是從希臘人才開始的。追溯第一位偉大的希臘科學家泰勒斯(Thales, 大約西元前 630~546) 之前，他這則一直被用來解釋各個物理世界的自然現象。當人們了解到地球將會旋轉而不是呈扁平狀時，曾有一位或兩位希臘人，特別是阿里斯塔克斯(Aristarchus of Samos, 大約西元前 320~250)，甚至把這個斷言一戰掉掉太陽運行軌道的身份。在阿里斯塔克斯的只有少數人，後來的希臘人又回到地球位居宇宙中心且靜止不動的觀念。希臘天文學學說最後一位主要人物托勒密(Ptolemy of Alexandria) 主張地球不可能旋轉，因為若地球旋轉的情況下，滾宇宙在其大氣層下方旋轉時，將會產生一陣持續不斷的風暴。托勒密是一位優秀的觀測者和數學家，他的有關宇宙的原理一直持續到十六世紀，認為太陽系就是整個宇宙，而地球是宇宙的中心。那些遙遠的星球則位在靜止的行星球外。直到一五三〇年才有人首先提出主張，認為和行星是比較起來，那些星球是位於一個非常遙遠的位置。

◀一位觀測者伸出他的頭，享受有太陽的照耀，吃驚地想表宇宙的旋轉構造。這幅描繪宇宙的中世紀畫說明了一個長久存在的觀點，那就是星球是被安置在一個球體上，這個球體受到一簇主要發動機的驅動，每天會轉動地球旋轉一圈。

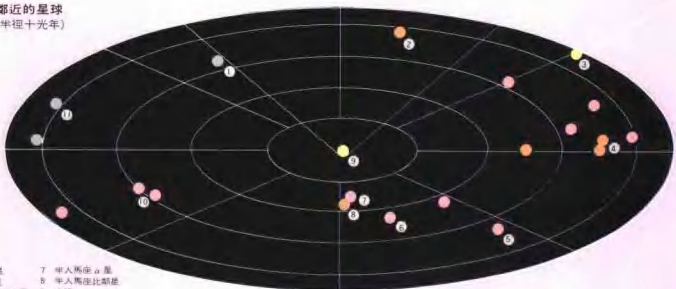
宇宙的規模

太陽系
(半徑 5.5 光時)

- 1 水星
- 2 土星
- 3 天王星
- 4 海王星
- 5 冥王星

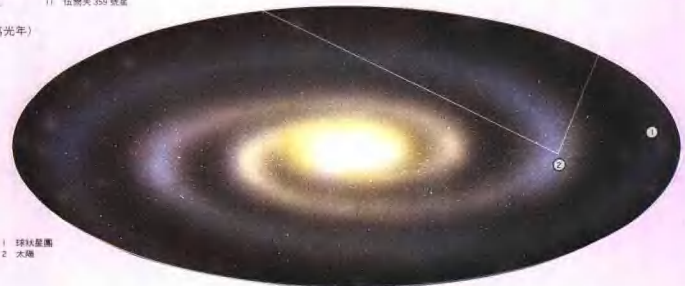


鄰近的星球
(半徑十光年)



- 1 天狼星
- 2 海山二 α 星
- 3 鯨魚座 τ 星
- 4 天鵝座 A + 白 61 星
- 5 羅斯 154 號星
- 6 巴納德星
- 7 半人馬座 α 星
- 8 半人馬座比鄰星
- 9 太陽
- 10 小犬座南河三
- 11 伍爾夫 359 號星

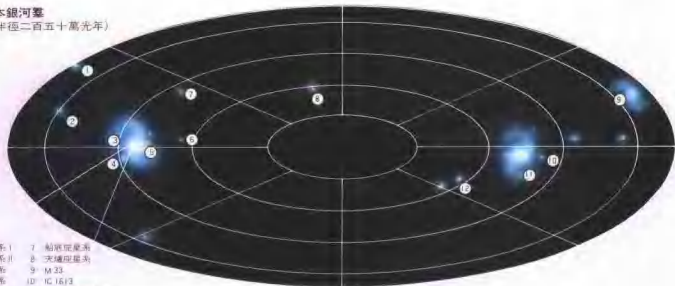
銀河系
(半徑五萬光年)



- 1 球狀星團
- 2 太陽

本銀河系

(半徑二百五十萬光年)



- | | |
|-------------|------------------|
| 1. 聯子座星系 | 7. 船官座星系 |
| 2. 聯子座星系 II | 8. 天鵝座星系 |
| 3. 小獅座星系 | 9. M 23 |
| 4. 天鵝座星系 | 10. IC 1613 |
| 5. 銀河系 | 11. 仙女座星系 (M 31) |
| 6. 玉夫座星系 | 12. NGC 185 |

本銀河系集團

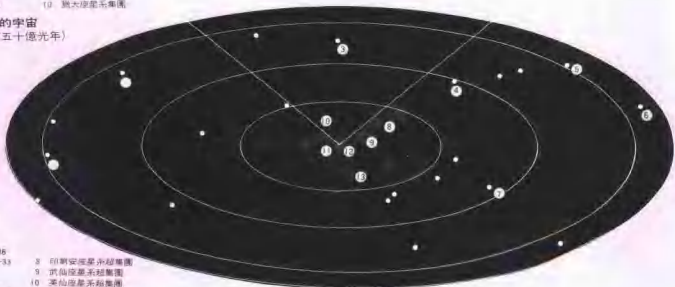
(半徑五千萬光年)



- | | |
|-------------|-------------|
| 1. 玉夫座星系集團 | 6. 大獅座星系集團 |
| 2. 洋銀河系 | 7. 室女座星系集團 |
| 3. NGC 2397 | 8. NGC 3245 |
| 4. NGC 3923 | 9. NGC 2768 |
| 5. NGC 3672 | 10. 銀河系集團 |

可觀測到的宇宙

(半徑一百五十億光年)



- | | |
|-----------------|----------------|
| 1. IC 3425-388 | 8. 巨蛇座星系-小蛇座星系 |
| 2. PKS 0237-33 | 9. 武仙座星系-超星團 |
| 3. 3C 9 | 10. 海仙座星系-超星團 |
| 4. 3C 454-3 | 11. 昴星座星系-超星團 |
| 5. PKS-2126-158 | 12. 本銀河系集團 |
| 6. PKS 2000 330 | 13. 3C 273 |
| 7. 3C 345 | |

雖然星球與星球間空間(即星際空間)已取決的離星雲,可說是幾近完全真空,它仍含有一些物質,以稀薄流動的氣體狀態和微細雲狀的形式存在著。有些氣雲能夠直接用肉眼看到,就像夜空中發光的舞臺,它們即是所謂的天氫雲(nebulae),大部分是由氫它們放射出無害電波或射外線兩個波段高出來(► 太陽系 26 頁)。在這些氣體雲之內,會不斷地產生許多新的恒星。

銀河系的近鄰

太陽是一個由許多星球、氣體和微塵組成之系統(► 頁 1),此系統即所謂的銀河系(Galaxy),或稱之(由牛乳形成的道路)(Milky Way)。銀河系的原理和球上黃道(► 74 頁),其中包含了十億顆星球。天文學家能觀測到我們太陽的星體系統以外的數個恆星系。這些星系有許多都比銀河系大,但有些則小得多。我們的銀河系是一小羣由大約三十個星系組成的本銀河系(Local Group)中的一員,大部分的星系是星系團(cluster)的成員,有些星系集團則包含有數千個成員,而在它們體系之內,似乎還存在著許多星系團組成的星系超團(supercuster)。

銀河系有火雲理論(LMC, Large Magellanic Clouds),中史者論(ShC, Small Magellanic Clouds)兩個較小的衛星星系,距離距離地球十六萬光年和十五萬光年,是以前發現航海家麥哲倫(Ferdinand Magellan, 大約 1480~1521 年)名字命名的。

在時間的洪流中往回看

可以說我們銀河系相比的一個鄰近的太陽系是仙后座星系(Andromeda spiral, 即 M 31),位於二百二十萬光年遠的距離上,在一個天候良好、晴朗且無雲的夜晚,不借助望遠鏡就夠看得清楚,顯然是肉眼所能看到的最遠的物體。目前從 M 31 抵達地球的光是在二千二十萬年前發射出來的,所看到的並不是那個星系現在的樣子,卻完全是過去那個時間的情景。天文學家通常透過觀測來,他們所獲取的新訊息就變得同時,不過,這種觀點得到一個有利的補救,也就是他們能夠利用中世紀早期觀測者在距離區域進行研究,並能藉由這種方式試圖來探索出這看本身的演化過程。

除了一般的星系之外,宇宙與星際有著許多種活動激烈現象,它們能夠放射出比平常星系更多的能量,這些星系以恆星系、星雲和行星體(► 85 頁)。假星體非常明亮,能夠在大約一百萬光年以內的距離被偵測到。宇宙也包含著極其稀薄的星系間物質和暗物質,而近來的觀測結果似乎也顯示出在星系中那些星發光的物質旁邊的可見物質,可能顯得非常重要(► 103 頁)。整個宇宙看來似乎仍在膨脹與演化當中(► 109 頁)。天文學家能夠向外看到超過一百億光年遠的距離,並且能夠追溯到過去幾十億光年的時代,那時的情景比目前的宇宙年輕得多。而這個廣闊的景象比較起來,太陽系裏的行星間距離看來確實極其渺小。

► 富羅西(William Parsons Rosse, 1800~1867)伯爵三世在一八四五年拍攝出這個旋渦星系時,他的望遠鏡是當時唯一能夠用來顯現出這些天體之旋渦形狀的望遠鏡,今天我們知道這些天體就是星系。有關星系的性質在當時仍是一個謎。直到一九二三年才終於證明了這些旋渦星系和其他所謂的星系是在我們銀河系的外部,它們大部分位在幾百萬光年遠的地方。

宇宙的確實大小

早期的人們要來對宇宙的距離尺度建立任何實在的概念,可說幾乎是不可能的,但是至少他們知道太陽是在遙遠的地方,托勒密認為其距離達八百萬公里。那些星球則更為遙遠,然而當時卻不知道它們本來就是恆星,人們普遍相信那些星球就是居住在一個看不見的球形水面圓屋頂上的燈籠。

一六八七年,聖牛頓的偉大著作發表的同時,人們即發現到地球是一顆環繞太陽運行的行星,使得人們對於太陽在眾多星球中的地位產生疑問。奧特(Thomas Wright, 1711~1786)認為宇宙可能延伸到無限遠,而丹多天文學家萊布(Tycho Brahe, 1546~1601)則已經證明了那些星球一定比太陽遙遠得多。但是,實際距離的測量非常困難,甚至被認為是所有觀測者中最偉大的侯西勒(William Herschel, 1738~1822),即使他發現了許多雙重星系其實是雙星系而不是僅僅受到視線方向的影响所形成的,他也無法測量出實際的距離。

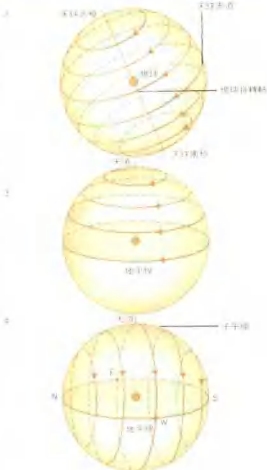
這個工作最後由基爾(Friedrich Wilhelm Bessel, 1784~1846)於一八一八年獲得成功,當時他測量出螺旋星系天鵝座六十一恆星的距離大約為十一光年。貝塞爾使用的是視差(parallax)的方法(► 25 頁),隨後又出現了其他的測量方法。視差法對那些比較近的星球很有效,但是對於那些遠在幾百光年外的星球顯然就不是那麼有效了。

下一個關鍵是來決定我們地球星系或銀河系的地位,它是否由整個宇宙所組成?或者它只是其中的一個單位?這個問題直到一九二三年才獲得解決,當時愛德溫·哈勃(Edwin Hubble, 1889~1953)在旋渦星系(spiral nebulae)奧爾德到短道斯曼星,並證明這些物體為獨立的星系。今天我們都知道宇宙實際要比古代的人們所能相信的需要廣大。我們能夠看到的已知最遙遠的物體並不是它們現在的樣子,而是它們早在地球出現之前就已經存在的狀態。



星球各種運動的介紹……天球……確定一顆星球的正確位置……天空中的各種形狀——星座……指極星的重要性……著名的星座……透視原理……天文學與占星術——不同的世界

星球的視運動



對一位在地球上的觀測者而言，天空就像是一層以地平線為界的半球形圓頂，垂直於圓頂正上方的一點則為天頂(zenith)，而通過天頂與地平線南北兩端的一個假想圓就是觀測者的子午線(meridian)。星球會在地平線的東邊升起並且朝西邊運行通過天空，當它們通過子午線時，會達到最高點的位置，此時它們就在上中天(upper transit)或稱中天(culmination)的位置。當夜曉來臨時，星球在天空的位置則漸漸地降低，最後漸漸地落到西方地平線下。

這種運動雖不是星球真正的運動方式，卻是可以用觀測得到的，它是出現在地球向西向東自轉的運動中的。然而，要對星球的位置定個界限，比較方便的做法是把它們想像成固定在一个巨大的球體，即所謂的天球(celestial sphere)上，此球體每天隨著地球旋轉一圈。如果將地球的自轉軸延伸到太空中，它將與這個想像的球體相交於天球北極和天球南極兩點上。同樣道理，如果地球的赤道面延伸到太空中，它與天球相交的一個圓就是所謂的天球赤道。觀測者即以天球赤道和天球南北極點為參考，來確定行星結的位置。

對一個位在地球北極的觀測者來說，天球北極正準的位置在頭頂上方，所有的星球都繞地以地球為中心，繞行出許多和地平線平行的軌道。天球赤道與地平線相一致，而天球的整個南半球則永遠隱藏在地平線下面。一個站在地球赤道的觀測者有個完全不同的視野，天球赤道垂直地通過其頭頂上方，天球南北極則和它的地平線南北兩端一致。雖然在任何特定時間時只能看到整個天球的一半，可是天球的一半部分卻都會進入視野裏。

對一個位在介於赤道和任一極區之間任何地點的觀測者而言，能夠把整個天空分成三個區域；那些靠近自己較近之極區的星球從來不會下沉，那些距離自己較遠之極區的星球從來不會上升，至於那些位於天球中間部分的星球則以平常的方式上升與下沉。



▲此圖顯示出一顆星球經過天空時的視運動(Apparent motion)。地球的自轉引起了天球由東向西的視轉動。2. 從南極地區來觀測了，星球是環出和地平線平行的運動。而在赤道上觀察時，4. 星球則呈垂直地上升與下落。

◀一八九五年，一羣來自加州大學的學生正全神貫注地進行實際的研究，反映出華籍天文學的普及。

假如在白天能夠看到星球的話，那麼在那些背景星球的相比較之下，就能看到太陽漸漸地改變其位置，並於一年的期間內畫出一個完整的圓，這個圓就是黃道(ecliptic)。因為地球的赤道和地球的軌道面呈大約 23.5° 的傾斜角度，所以黃道與天球赤道也有同樣的傾斜角度，而黃道通過天球赤道的兩交點即為分點(equinox)。太陽於每年三月二十一日左右由南而北通過天球赤道的交點為春分點(vernalequinox, 或 spring equinox)，而大約六個月後由北而南通過天球赤道的交點即為秋分點(autumn equinox)。

天體的位置

地球表面上的位置是以緯度和經度來標示的，緯度是指在赤道北邊或南邊而與赤道形成的角距離，而經度則是指在格林威治子午線東邊或西邊而與格林威治子午線形成的角距離。天文學家也在天球上使用一套類似的系統，赤緯(declination)是指測量出介於天球赤道與欲知星球間的角度，在天球赤道北邊為+，南邊為-；赤經(right ascension)是指測量出從春分點向東以逆時針方向與欲知星球間的角度。赤經的測量範圍從 0 到 360 間的任何角度，但是卻以時間單位來表示，即從零時到二十四時。一個小時相當於 15° ，由於這個角度也是地球在一個小時自轉所經過的角度，因此 1 相當於四分鐘，這也是地球在四分鐘的時間內自轉所經過的角度。



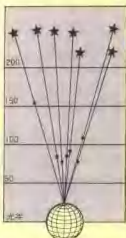
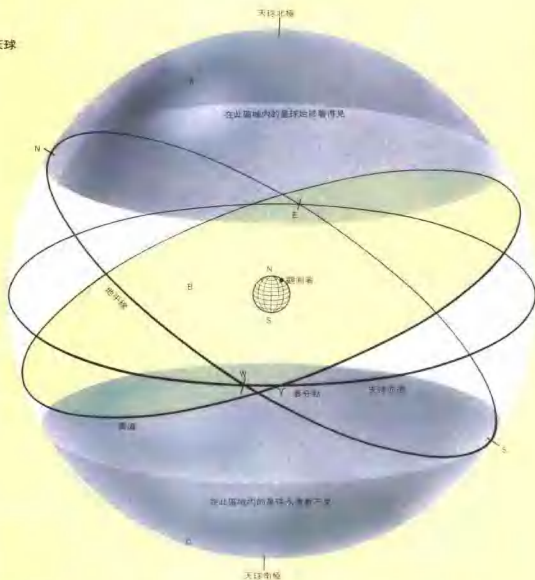
◀ 出現在單一照片上的是環繞指極星 (Pole Star) 四周的許多星球在數小時之內所運行的路徑。天球每二十四小時會旋轉一圈。

▲ 北極星 (Polaris) 就是指極星，位在小北斗七星杓柄的末端。

▼ 獵戶座是所有星座中最容易找到的星座之一。

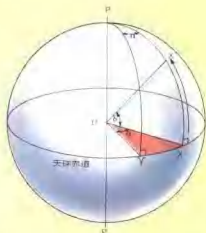
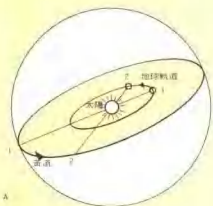


天球



▲大北斗七星的七顆主要恆星位於同樣的方向，但卻是相當不同的距離上。

◀一個站在北緯六十度的觀測者，從天球內部向外看到的天球狀況。赤經刻度與天球赤道成直角，赤緯刻度則沿著天球赤道延伸。星球似乎環繞著天球極區旋轉。對這位觀測者來說，在A區域中的星球圍繞著天極運行，永不下沉；B區域中的星球會上升也會下沉；而C區域的星球則永遠不會升上來。



▲當地球沿著它的軌道運行時，太陽看起來就像在天球上畫出一個圓，這個和地球軌道位在同一平面的圓就是黃道(A)。因為地球的赤道和其軌道面呈大約23.5度的傾斜角度(B)，所以天球赤道和黃道間彼此也是相同角度的傾斜現象(C)。這些圓圈相交的兩個點中的一點與春分點(Y)，春分點即作為位置測量法的一個參考點。

▲一位觀測者O正在觀察一顆星球X，則X的赤經(α)即是測量出垂直於天球赤道的角OX。赤緯的傾從一顆星球在天球赤道上的零度到星球在天球北極上的正九十度與在天球南極上的負九十度之間。而星球X的赤經(α)為角VPX，也就是角VOX，這個角度即為從春分點(Y)向東測量得出Y與那顆星球間的角度，它是以小時、分鐘和秒等時間單位來表示的。