

本月物理史

譯/蕭如珀、楊信男

1781 年 3 月：赫歇爾發現天王星

(譯自 APS News, 2003 年 3 月)

赫歇爾 (Frederick William Herschel) 誕生於一個平凡的德國音樂家庭，家中有三個兄弟姊妹，但他後來成為天文史上最著名的觀察家之一。赫歇爾因發現天王星而聞名於世，由於他有系統的星空觀測，使得他能將當時的星雲數目由大約 100 個增至 2,500 個，成為他最重要的成就之一。

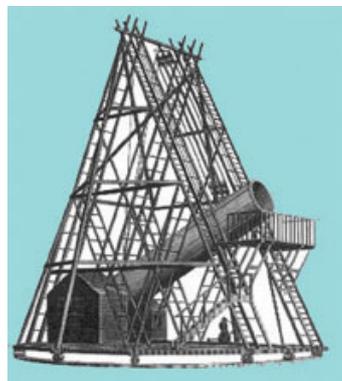


夫德瑞克·威廉·赫歇爾

赫歇爾於 1738 年誕生在德國的漢諾威，曾短暫的在德國軍中服役。19 歲時，在父親的協助下逃往英國，先是擔任軍中的樂隊指揮，之後於 Bath 的 Octagon 教堂當風琴師及音樂教師。後來，他開始創作軍樂、交響樂和聖歌，無論在創作或演奏方面，都有一番成就；閒暇時，則致力於外國語文、哲學與數學的研究。

然而，正當赫歇爾在音樂領域上的表現日趨成熟之際，卻在讀過 Smith 的《光學的完整系統》(Compleat System of Opticks) 和 Ferguson 的《天文學》(Astronomy) 後，對天文學產生了狂熱的興趣。他先租用一台小型的反射式望遠鏡來觀測天空，因為缺乏經費購買大型的望遠鏡，所以他決定藉著來英國投靠他的弟弟

Alexander，與妹妹 Caroline 的幫忙，自己製作望遠鏡。終於他製成了一台 48 吋反射鏡的望遠鏡，是他所擁有最大的一台，但他大部分有紀錄的觀測都使用一台 20 呎的反射式望遠鏡。在他所製作的大型反射式望遠鏡中，包括一台焦距 40 呎的望遠鏡，都遠比他同時代的人所使用的望遠鏡要大很多。



赫歇爾所建造的望遠鏡

赫歇爾設計儀器的技巧對他成為成功的天文學家助益很大。他的第一個主要發現是火星和木星都繞著自己的軸心自轉。1781 年 3 月 13 日，當他以一個 7 吋的反射式望遠鏡掃描天空，試圖算出星體位置的視差時，他注意到一個不尋常的圓盤狀物體。起初他以為是一顆彗星，但在持續觀察數月，加以計算後，發現此物體的軌道在土星軌道外很遠處，而且相當的圓，因此認定它是一顆行星。天文界後來稱它為天王星，以希臘神話中的天神命名。天王星是近代第一個發現的行星，它的發現立即為赫歇爾帶來聲譽，英王喬治三世封他為勳爵士，聘為御用天文學家，年薪 200 鎊，使他可以專心地傾全力於天文學的研究。

赫歇爾之後所做的觀測與發現不計其數，當 Caroline 漸漸將研究重心轉向彗星時，他則轉而觀察

太陽黑子，證實了太陽的氣體本質，又發現了木星的兩個衛星和天王星的兩個衛星。不過，赫歇爾的研究工作主要集中在星球方面，特別是太陽系在太空中的運行，以及雙星繞著共同的重心運轉的證據。他還首度試著使用太陽附近的星球來計算太陽通過銀河系的運行，算出太陽並非宇宙的中心，此看法漸漸得到天文界的認同，在當時跨出很重要的一步。他也比 Laplace(譯者按：Pierre-Simon Laplace 1749-1827，法國的數學天文學家，著有《天體力學》與《宇宙系統論》)更早提出宇宙的演理理論，說明宇宙最先是處在一個均勻的狀態，再形成星球，而後集結成星雲。赫歇爾所發現的雙星有 1,000 多個。

然而，赫歇爾最有雄心的研究是，使用他所謂的「星星標規」技術，即在他的望遠鏡所能觀測到的視野內數星星的數目，來勾勒銀河系的結構。他所使用的望遠鏡越來越大，效果也越來越好，使他能看出許多神秘的「星雲」其實就是模糊星球的集結體。因為他缺乏鎖星裝置之類的儀器來瞄準旋轉的天空，所以他做觀測時，都會站在梯子上，將望遠鏡瞄準子午線上的某個點，觀察一細小長片可見的天空中有什麼星球通過，然後將所見到的大聲描述出來，由妹妹 Caroline 做紀錄。隨著夜晚的流逝，他會改變望遠鏡的位置，來觀測另外一小長片天空，再另外一小長片...

由於 Caroline 的幫忙，赫歇爾終於能於 20 年間在英國觀測所有能見到的天空，並將所見到的模糊光帶有系統地整理出來，就是現在所知道的星雲。他於 1822 年逝世後，兒子 John 將其儀器搬運到南非，以觀察南方的天空。1864 年，John 出版《星雲目錄》(The General Catalogue of Nebulae)；1888 年，L. E. Dreyer 將其再版擴充成《新星雲目錄》(The New General Catalogue of Nebulae)。直至今日，大多數的非星體物體仍會以目錄上的號碼來標示。赫歇爾從數星星下結論說，銀河系像個圓盤，有許多不規則處，太陽位近中心點。後來的研究當然證實了赫歇爾有關銀河系形狀的推論，但也發現了太陽並不是位居中心，整個太

陽系也比赫歇爾所假想的要大很多。

譯者註：Caroline Lucretia Herschel, 1750-1848，著名女性天文學家，除了協助哥哥威廉·赫歇爾從事星空觀測與計算外，並於 1783 年自行觀測到 3 個星雲，1786-1797 年間發現了 8 顆彗星。她於 1828 年完成 2,500 個星雲的目錄表而獲英國皇家天文協會頒發金質勳章；1835 年獲選為英國皇家協會的第一位女性榮譽會員；1846 年又榮獲普魯士王的科學金質勳章。她終身未婚，享年 98 歲。在她過世後，後人感佩其研究精神與成就，於 1889 年將一顆小行星命名為“Lucretia”，以紀念這位傑出的女性天文學家。

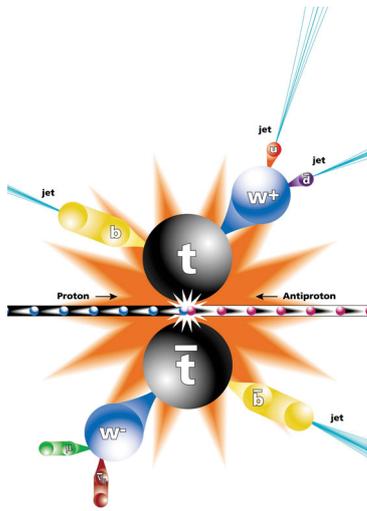
1995 年 4 月：美國費米國家實驗室頂夸克的發現

(譯自 APS News, 2002 年 4 月)

粒子物理的標準模型認為，所有物質均由含有 6 種夸克與 6 種輕子的基本粒子所組成，其中最重的為頂夸克(又稱 t 夸克)。頂夸克不穩定，只有在人為製造時，例如美國伊利諾州 Batavia 的費米國家實驗室以高能的質子和反質子束來相互碰撞，才偵測得出來。物理學家在 1977 年發現與它同代的底夸克(或稱 b 夸克)時，就深信頂夸克一定存在，只是他們沒想到還要等了將近 20 年才終於找到它。

當頂夸克和反頂夸克(t-bar)一起產生時，頂夸克很快地會衰變成各種子粒子，所以要偵測頂夸克最好的方法是去找它衰變成 W 波色子和較輕的底夸克過程的訊號。不過，這時碰到一個主要的難題是，因為底夸克和 W 波色子都和頂夸克一樣不穩定，會很快地衰變成粒子噴流。這些粒子噴流一樣也可能由其他背景碰撞產生，所以要確認頂夸克就需要從那些眾多相似的背景過程中將它分辨出來。

1985 年，當費米實驗室的 Tevatron 對撞機首度運



示意圖：以接近光速相互碰撞的質子與反質子束
碰撞後產生頂夸克與反頂夸克，再衰變成
W 介子，最後變成粒子噴流。

作後，找尋頂夸克的工作就已經開始了。但是在史丹佛直線加速中心 (SLAC)，與在德國的同步加速器 (DESY) 就沒這麼幸運，他們早期的努力都沒有結果。1980 年代末期最強力的加速器在 CERN，它的能量最高可達 315 GeV，但卻也無法找到頂夸克。當時的實驗顯示，頂夸克的質量可能不會輕於 77 GeV，超過了 CERN 的能量極限。

1990 年代，重心移至費米實驗室和它的兩個主要試驗：CDF 和 D0 兩個偵測器的合作團隊。當研究員於 1992 年開始蒐集資料時，頂夸克的質量上限已經提高至 91 GeV。在後來的 10 年間，CDF 和 D0 兩個合作團隊都建造了巨大、複雜的儀器來隔離頂夸克的信號。爲了要尋找頂夸克，這兩個合作團隊都在能量高達 1800 GeV 的質子與反質子碰撞所產生的碎片中仔細地過濾篩選。

1994 年 4 月，兩組的研究員宣布偵測到了頂夸克的證據，經過一年密集的分析與精細的審查後，最後的結果公諸於世，顯示出 CDF 和 D0 都偵測到了頂夸克的鐵證。在 1995 年 4 月的論文中，兩個研究團隊都說，他們所看到的頂夸克訊號若只以其背景機制來加以說明的話，成功的機會可能小於 50 萬分之一。頂夸

克的質量非常大，目前的結果是 175.6 GeV，和含有 197 個質子和中子的金原子核質量相當，顯示出它和其他種的夸克有基本上的差別，而它巨大的質量使其衰變成爲尋找新粒子的有利場所。

頂夸克的壽命是所有夸克中最短的，不到 10^{-24} 秒，而它也是夸克中唯一可以自由衰變的粒子。其他在碰撞中產生的夸克都存活得夠久，足以從真空中引出更多種的夸克，而形成複雜、由多種粒子組成的「噴流」。頂夸克的獨立特質使得費米實驗室的研究團隊在測量它的質量時，比測量其他種的夸克質量都要精確許多。

之後，費米實驗室的 Tevatron 對撞機經過改良，CDF 和 D0 的合作團隊也大幅地改進他們的偵測器，於 1999 年重新開始收集資料。改進後的加速器所產生頂夸克的速率是以前的 20 倍，而改良後的偵測器也提升了頂夸克偵測的效率，使得科學家更能詳細地觀察它的特性。這爲 2006 年（譯者按：現已延至 2007 年）將在 CERN 開始運轉的大型強子對撞機（簡稱 LHC）奠下基礎。LHC 幾乎每秒可產生一組頂夸克與反頂夸克，也能產生以 14 TeV 能量對撞的兩個質子束，是費米實驗室能量的 7 倍。

現在物理學家可以利用頂夸克來回答有關物質與統領物理世界的作用力中各種尚無法解答的問題，其中最主要的是希格斯(Higgs)波色子。希格斯子比頂夸克更難理解，是標準模型表中最後一個尚未發現的粒子。頂夸克的確切質量可以幫助理論物理學家限定希格斯子的質量，以提高未來 10 年中，在費米實驗室或 LHC 對撞機中偵測到希格斯子的可能性。

頂夸克的發現並非「靈光一現」的事情。物理學家 Nick Hadly（馬利蘭大學）在發現它時說：「我們並非瞬間發現頂夸克，而是長時間以來一件一件的探討。無論單一的證據多麼充分，都不足以讓我們宣布頂夸克的發現。直到我們看到非常多有正確特性的例子，幾乎不會做出錯誤判斷的可能時，我們才確定已找到了頂夸克。」

譯者註：1995 年發現頂夸克時，CDF 團隊由美、日、加、意、台等 5 個國家的 300 多位物理學家所組成。台灣團隊是由李世昌教授所領導的中央研究院物理所高能實驗組，主要的成員有鄧炳坤、王明哲與葉平等研究員，是台灣實驗高能物理界所參加的第一個大型國際性合作實驗計畫。

譯者簡介

蕭如珀 自由業

楊信男 台灣大學物理系

E-mail: snyang@phys.ntu.edu.tw

健仁氣體股份有限公司

一個以服務為經營宗旨的氣體經銷商

給您一個完整的氣體資訊 讓您的使用更安全



提供-----

工業用焊接氣體、醫療用、排氣
測試用氣體、各種比例混合氣、
各類稀有特殊用氣體 N_2O WF_6
 Xe LHe Ne SiH_4 Kr 等

【歡迎來電洽詢】

各類氣體相關零配件

液態低溫容器 壓力容器

新竹縣竹北市泰和里博愛街

760 巷 6 號

電話：(03) 5516256

傳真：(03) 5551732