

# 天文館期刊

第一創

TAIPEI ASTRONOMICAL MUSEUM MAGZINE

流星雨專輯

流星雨季談恐龍大滅絕

獅子座流星雨

星空之美

如何拍攝星跡

天文館巡禮

介紹天文館星象儀

# 創刊號發行詞



台北市立天文科學教育館於民國 85 年 11 月 7 日（立冬）正式成立，同年廢止台北市立天文台。86 年 2 月 4 日（立春）部份開館；同年 7 月 20 日（太空探險日）全面開館。一年來全館員工雖全力投入開館及服務工作，且稍有成績，但天文科學教育更需大力推展，這時天文館專業期刊扮演著天文館與市民之間重要的橋樑。因此經過多次研商，決定將天文台時代所發行的『天文通訊』廢除，徹底改變脫胎換骨，正式發行『天文館期刊』\_\_代表著天文館的誕生。內容除了充分介紹館內各項軟硬體設施以及大小活動、新聞之外，天文專題論著以及通俗天文教育文章更需在質與量兩方面大幅擴充，這是一個新的開始，希望您會喜歡，當然更期盼您的指教。

統一編號: 031538870046

中華民國八十七年十月一日創刊

中華民國八十七年十月一日出版

發行人: 阮國全

編審委員: 王錦雄、吳福河、陶蕃麟

陳岸立、鄧民生、許菁菁

何秀玉、林勝淵

總編輯: 葛必揚

執行編輯: 李瑾

編輯: 張桂蘭、林宏欽、包舜華

封面設計: 蔡承穎

發行所: 台北市立天文科學教育館

地址: 台北市士林區基河路 363 號

電話: (02)2831-4551

傳真: (02)2831-4405

網址: <http://www.tam.gov.tw>

承印: 漢大印刷有限公司

地址: 台北縣板橋市中山路 2 段 465 巷 81 號

電話: (02)2955-5284

中華民國行政院新聞局出版事業登記證

局版北字第 2466 號

# 目次



## 創刊號發行詞

阮國全 1

館長的話

## 天文館週年慶的省思

阮國全 4

流星雨專題

## 流星雨季談恐龍大絕滅

楊天南 6



p.22

## 獅子座大流星雨

陳立群 11

歷史現場

## 海爾對二十世紀天文學的貢獻

—紀念海爾逝世六十周年

丁蔚 21

天文新知

## 由遙遠的超重星系團看宇宙的未來

編輯部 27



p.8

## 火衛一表面遭粉末狀塵土淹沒

編輯部 30

星空之美

## 如何拍攝星跡？

吳志學 33

天文館巡禮

## 宇宙劇場天象儀系統簡介

洪景川 36

研究報告

## 台北市立天文台太陽黑子相對數的考查

李可軍 45

天文小教室

## 認識星星

詹靜純 48

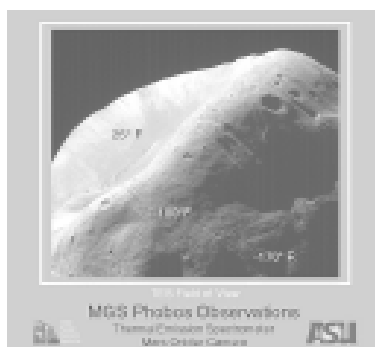
天文實驗室

## 如何用太陽定方向？

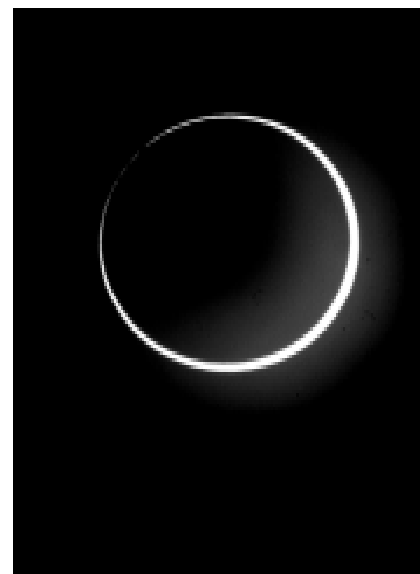
包舜華 51

## 天文科學攝影園地

53



p.31



封底：1998 日環食（初虧）

作者：李瑾，楊正裕

時間：1998/08/22

地點：馬來西亞 刁曼島

器材：Pantax 75SDHF 鏡筒

Nikon FM2 機身，kodak EPR64 底片，三腳架

曝光時間；1/250 sec

本刊文字及圖片，未經同意，不得轉載。歡迎賜稿，對來稿本刊有刪改權，如不願刪改，請在稿件上註明。文稿請自行影印留底，恕不退件。文章一經採用，亦刊登於天文館網站。

來稿請寄；台北市士林區基河路 363 號

台北市立天文科學教育館

歡迎以電子郵件投稿

Email address: tam001@tam.gov.tw

# 天文館週年慶的省思

阮國全

首先我們來看一個簡單的數字，（一）天文館全面開館一年，觀眾人數達一百六十五萬人次（含劇場及展示場），約為舊圓山天文台一年十八萬人次的九倍多。（二）館內員工編制（含技工、工友、駕駛）一 三人（實際未補足），約為舊台二十三人的四倍半。以四倍半的人力服務九倍多的參觀民眾，服務品質是否降低？教育功能是否打折？答案是這一年來由各界的反應及活動的問卷調查顯示，仍能維持一定水準。當然真正的原因除了館內員工全力的打拼外，義工伙伴大量的投入和熱心的服務，才是最重要的答案，為此特別感謝全館同仁以及義工的協助，謝謝！

一個現代化的天文館第一年的努力雖然贏得不算太差的成績，但是未來如何維持並且突破，未來如何求新、求變、求好，創造更多的教育功能和學習空間，如何吸引民眾參觀或參加活動，如何更進一步走上學術研究及觀測、擴展資訊服務和文宣報導、如何在軟硬體更新和改善……，成為思考和努力的重點，在此特別期盼全館同仁以及義工伙伴不吝指教，腦力激盪提出有效的建議，大家一起並肩邁向未來，願以此共勉。

作者介紹；台北市立天文科學教育館 館長

**天文館期刊副標題徵名：**天文館期刊徵求適當副標題名稱，如星河、星空、星海、星辰、談星等，歡迎您上網或以傳真方式提供寶貴建議，傳真電話 (02)28314405

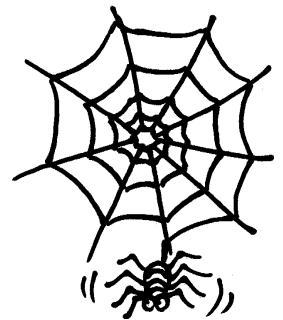


## 天文館期刊上網了！

你可以利用網路翻閱所需要的天文資訊，亦可經由網路投稿！

我們的地址是 <http://www.tamu.gov.tw>

歡迎上網！



# 流星雨季談恐龍大絕滅

『臨夜秋流星閃爍，比兒戲熠熠宵流；星光煜煜炤人群，火熇熊熊絕恐獸。』

楊天南

如果恐龍和人們一樣，在秋天夜裡有著閒情逸致，抱著興奮及期待的心情，徜徉在荒野上，耐心地觀賞天空中，一幕幕從深邃黑夜裡乍現的流星雨，似煙火般絢爛精彩的演出。或許牠們會睹景興詠讚造物者無所不能之心、思宇宙間萬事無奇不有之趣；卻不會料想得到如此繽紛瑰異的流星，竟然害得牠們絕子絕孫，在六千五百萬年前將牠們徹徹底底趕出地球舞臺。

## 雄霸一時的恐龍

**依**中文或原文字義來看：『恐龍』或『Dinosaur』都意指恐怖、可怕的巨蜥動物。這類動物稱霸地球舞臺的時間，自三疊紀(Triassic)晚期（約2億6千萬年前）至白堊紀(Cretaceous)末期（約6千5百萬年前），共長達一億四千萬年之久。在如此漫長的時間裡，恐龍演化成為當時地球上相當優勢的動物。然而令人好奇及不解的是：為何在白堊紀末期發生無一倖免的大絕滅事件？雖說化石資料顯示，恐龍在白堊紀初期（1億3千6百萬年前）亦曾出現絕滅情況，然其規模並沒有之後在6千5百萬年前所發生的大絕滅事件嚴重。由於恐龍第一次絕滅時間更久遠，至今留下可考證據更薄弱，並且未完全

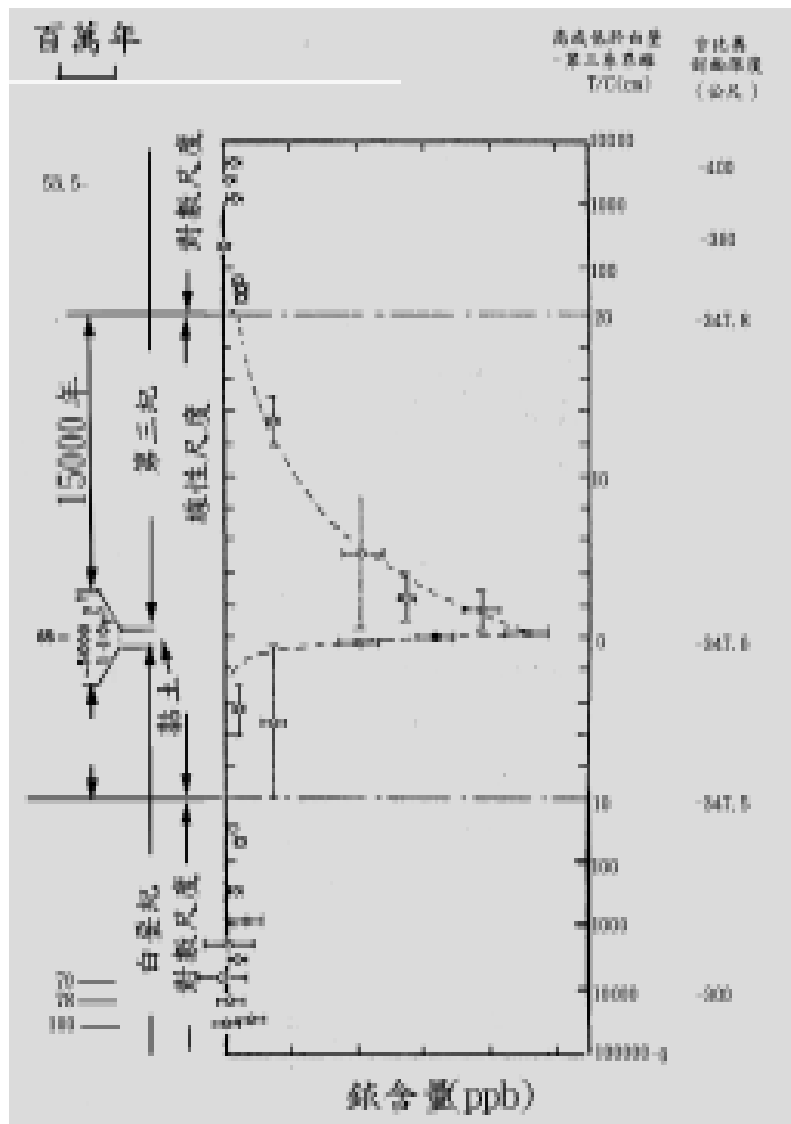
絕滅，因而無法吸引太多人有興趣，使得有關恐龍第一次絕滅原因至今仍不明；至於第二次大絕滅的肇因探討，由於取得證據較容易以及人類豐富想像力，出現百家爭鳴而五花八門的假說。囿於篇幅，本文針對白堊紀末期發生恐龍大絕滅事件的原因，簡略介紹兩個主要假說：星體撞擊說及火山噴發說。

## 星體撞擊說

狄勞本菲爾斯(de Laubenfels)於1956年撰文說：恐龍是因一顆彗星(comet)在白堊紀末期撞上地球時，產生的熱氣殺死而發生大絕滅。不過，當時沒有充分證據可以支持，被認為只

是憑空推測罷了。直到 1980 年，阿佛雷茲(Alvarez)等人在義大利的古比奧(Gubbio)標準地層剖面附近之白堊—第三系界線處，發現銥(Iridium)元素有比地球背景值 0.3 ppb (ppb 代表十億分之一) 高 30 倍的異常豐量(9.1 ppb) 存在(圖一)，扭轉了地球外力因素造成恐龍大絕滅支持者的劣勢。科學家在各地陸續的工作，挖掘了更多直接而有利的證據，如(一)沈積方面：白堊—第三系界線附近發現不存在化石的薄層界線黏土(boundary clay)(圖二)、衝擊石英(shocked quartz)和微球粒。(二)海中生物方面：所有菊石絕滅、部份腕足類絕種及鈣質浮游生物幾乎完全死亡。(三)微量元素在空間上之分佈：至少在全球五十個剖面之相同層位發現異常含量的銥和鐵等微量元素(圖七)。諸多證據確鑿的指向造成全球性不尋常沈積物沈積和生物死亡的兇手就是隕石(meteorite)，然而光憑隕石衝擊地球即能導致大絕滅？

阿佛雷茲為闡明隕石撞擊的後果，



圖一、義大利古比奧剖面附近地層，在白堊—第三系界線含異常豐量的銥元素。異常量最高達到 9.1 ppb，為背景值 0.3 ppb 的 30 倍。(修改自 Alvarez et al., 1980)



圖二、存在銥元素異常的夾層。(圖中錢幣直徑約為 25 公釐。)





層裡含經撞擊變質作用的碎屑等沈積物，且定年時間約為6千5百萬年前，顯示他就是在白堊紀末期導演恐龍大絕滅事件的罪魁禍首。經由重力探測資料，呈現該隕石坑為不對稱的橢圓，史庫茲(Schultz)和迪宏德(D'Hondt)(1996)利用電腦模擬，估計齊克蘇魯伯隕石當時是以20至30度的低角度，自東南向西北方向衝撞上猶加敦半島西北邊緣，所釋放的動能導致北半球環境巨變及全球性生物絕滅。

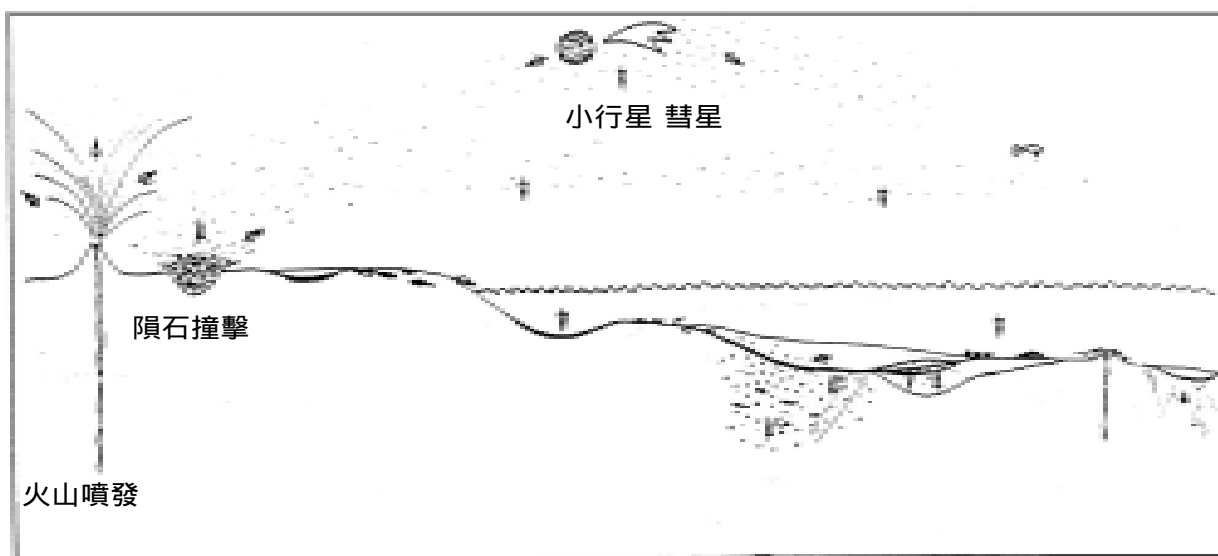
## 火山噴發說

火山噴發說(Volcanic Eruption Hypothesis)意為：火山爆發時會噴發大量的火山灰和有毒物質，這也會產生遮光、致冷及酸雨等效應，因而導致生物大量絕滅。鄒勒(Zoller)等人在1983年收集並分析夏威夷群島中的啟爾奧義(Kilauea)火山之噴發物，發現含有巨量鈹元素及衝擊石英。此發現表示在白堊—第三系界線所沈積的鈹異常和衝擊石英，很可能來自地球內因的火山噴發。受到鄒勒等人的資料支持，火

山噴發假說的鼓吹者—歐費瑟(Officer)和德瑞克(Drake)綜合歸納出以下三點：(一)火山岩也含大量鈹元素(圖四)；(二)在美國新墨西哥州、義大利和深海岩芯之白堊—第三系界線中，異量鈹元素沈積的時間頗長(約一萬至十萬年)，絕非星體撞擊後瞬間沈積現象能解釋，應該是長期激烈的火山噴發的結果；(三)印度德干高原(Deccan)玄武岩，覆蓋面積超過50萬平方公里，估計熔岩體積介於50萬至100萬立方公里之間，是由一億年前至三千萬年前不同強度的火山活動所形成，其最強烈的噴發集中在白堊紀晚期到古新世(Paleocene)早期之間，定年時間至少在6千萬至6千5百萬年前。於1985年大膽的重提此假說，他們認為火山在相對地質時間的這一段短暫時期內，強烈的噴發(如：激烈短暫的火山活動在白堊紀晚期所造成的德干高原玄武岩)可使當時環境惡化，因而毀滅大量生物。

## 結尾

圖四、隕石和撞擊後噴出物以及火山活動，都會產生微塵與造成鈹元素異常沈積。(修改自 Sawlowicz, 1993)



雖然火山活動會將地函(mantle)中積聚的鈹元素往上帶到地球表面而造成鈹異常沈積，但要說這一短暫時間內(約一萬至十萬年)的強烈火山噴發會導致全球性鈹異常分佈和引發一連串的環境巨變，讓人覺得似乎有點牽強。反觀恐龍絕滅是受星體撞擊所致的可能性，如果當時隕石以低角度衝撞地表，影響所及的環境巨變範圍涵蓋半個地球將是無法避免的。還記得在1994年7月發生的休梅克—李維九號(Shoemaker-Levy 9)彗星的21塊大小碎塊，以七天的時間陸續衝撞木星的事件嗎？因此，已經發現的齊克蘇魯伯隕石坑，有著直徑180公里及二、三十度的低角度，所產生的環境衝擊即不可小覷；若當時的衝撞星體像休梅克—李維九號彗星一樣，並非一次時間，而是一段時間內有許多顆接連撞上地球，其後果就可能如我們今天在地層剖面中所看到的恐龍和其他生物的大絕滅一樣了。



作者介紹；國立台灣大學地質學研究所 博士生

## 參考文獻

1. Alvarez, W. (1986) Toward a theory of impact crises. *Eos*, 67(35): 649, 653-655, 658.
2. Alvarez, L.W., W. Alvarez, F. Asaro and H.V. Michel (1984) The ends of the Cretaceous: Sharp boundary or gradual transition? *Science*, 223: 1183-1186.
3. Alvarez, L.W., W. Alvarez, F. Asaro and H.V. Michel (1980) Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction. *Science*, 208: 1095-1108.
4. Officer, C.B. and C.L. Drake (1985) Terminal Cretaceous environmental events. *Science*, 227: 1161-1167.
5. Sawlowicz, Z. (1993) Iridium and other platinum-group elements as geochemical markers in sedimentary environments. *Paleogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 104: 253-270.
6. Schultz, P.H. and S. D'Hondt (1996) Cretaceous-Tertiary (Chicxulub) impact angle and its consequences. *Geology*, 24: 963-967.
7. Smit, J. and J. Hertogen (1980) An extraterrestrial event at the Cretaceous-Tertiary boundary. *Nature*, 285: 198-200.

# 獅子座大流星雨

陳立群

一般大眾對於觀測流星都相當有興趣，歷來獅子座流星雨都很壯觀，今年初適逢其母體彗星回歸，因此今明兩年的獅子座流星雨勢將成為本世紀末眾人注目的天文焦點。

## 一、 流星的基本知識

### 流星體

環繞太陽運動於行星際空間的小碎片或塵埃，多為彗星或小行星繞日時受熱或光壓而崩解出的物質，直徑從 0.01 公分至數公尺不等，稱為流星體 (Meteoroid)。

### 流星

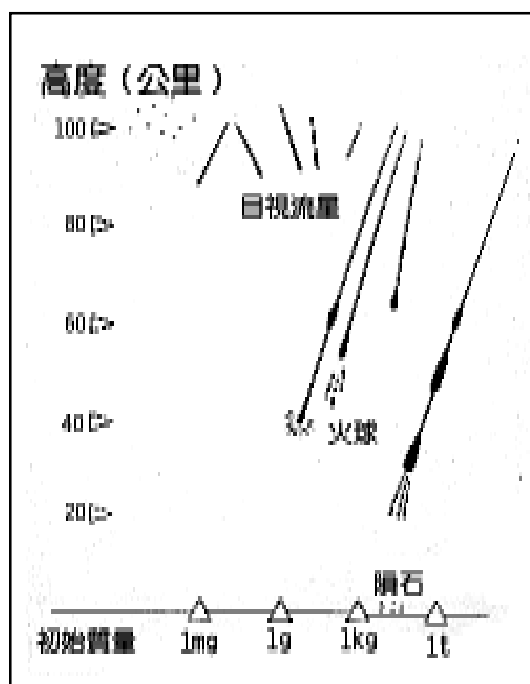
流星體一旦受到地心引力吸引進入大氣層而高速前進時，其前方空氣無法側移以使流星體通行，因此便如活塞般壓縮前方空氣而生熱燃燒，質量小的很快就燒成灰。所以流星 (Meteor, Shooting Star) 不是 " 星 "，而是指流星體在短時間內燃燒產生一道從天際劃過之光線的現象。

### 隕石

若流星體質量夠大、未完全燒毀而落至地球表面稱為隕石 (Meteorite)。一般可分鐵質隕石 (Siderite)、石質

隕石 (Aerolite) 和石鐵隕石 (Siderolite)。鐵質隕石由鐵、鎳構成，石質隕石由矽酸鹽礦物組成，石鐵隕石為上述兩種之混合。

圖一



	目視星等	+15 <sup>m</sup>	+7 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup>	-7 <sup>m</sup>	-15 <sup>m</sup>
一般的 流星體	質量	10 <sup>-6</sup> g	10 <sup>-3</sup> g	1g	10 <sup>3</sup> g	10 <sup>6</sup> g
	直徑	10 <sup>-2</sup> cm	10 <sup>-1</sup> cm	2cm	20cm	2m
1P/Halley 流星體	質量	7 × 10 <sup>-9</sup> g	10 <sup>-5</sup> g	2 × 10 <sup>-2</sup> g	40g	

表一 Hughes 在 1978 年研究的流星體參數粗略尺度。1P/Halley 流星體資料是假設其進入大氣層的速率為 66 km/s 來計算的。

## 火球與火流星

不同專家對於火球 (Fireball) 有不同定義，有些認為指極亮的流星，光度超過負四等。國際流星組織(IMO)的火球數據中心 (Fireball Data Center) 把負三等星以上的流星視為火球。若火球會裂開且能見其火焰和彎曲的路徑，甚至於一陣子後可聽到爆裂聲(因為音速比光速慢很多)，稱為「火流星 (Bolide)」。

## 流星體與流星的關係

根據研究，流星的光度和其進入大氣的速度有很強烈的關係。如表一提供 Hughes 在 1978 年的研究，列出要造成某一亮度的流星所需流星體的質量與大小關係。圖一則顯示不同流星體進入地球大氣層前的質量能決定不同的流星現象。最小質量的流星體不會造成流星發光痕跡，若掉落地球表面的速度極慢，則成為微隕石 (micro-meteorite)。其他的流星體都可以在離子化發光期間觀測到，如果是夠重而堅固的流星體，在進入大氣層而燃燒發光後，可能會有隕石存留下來。

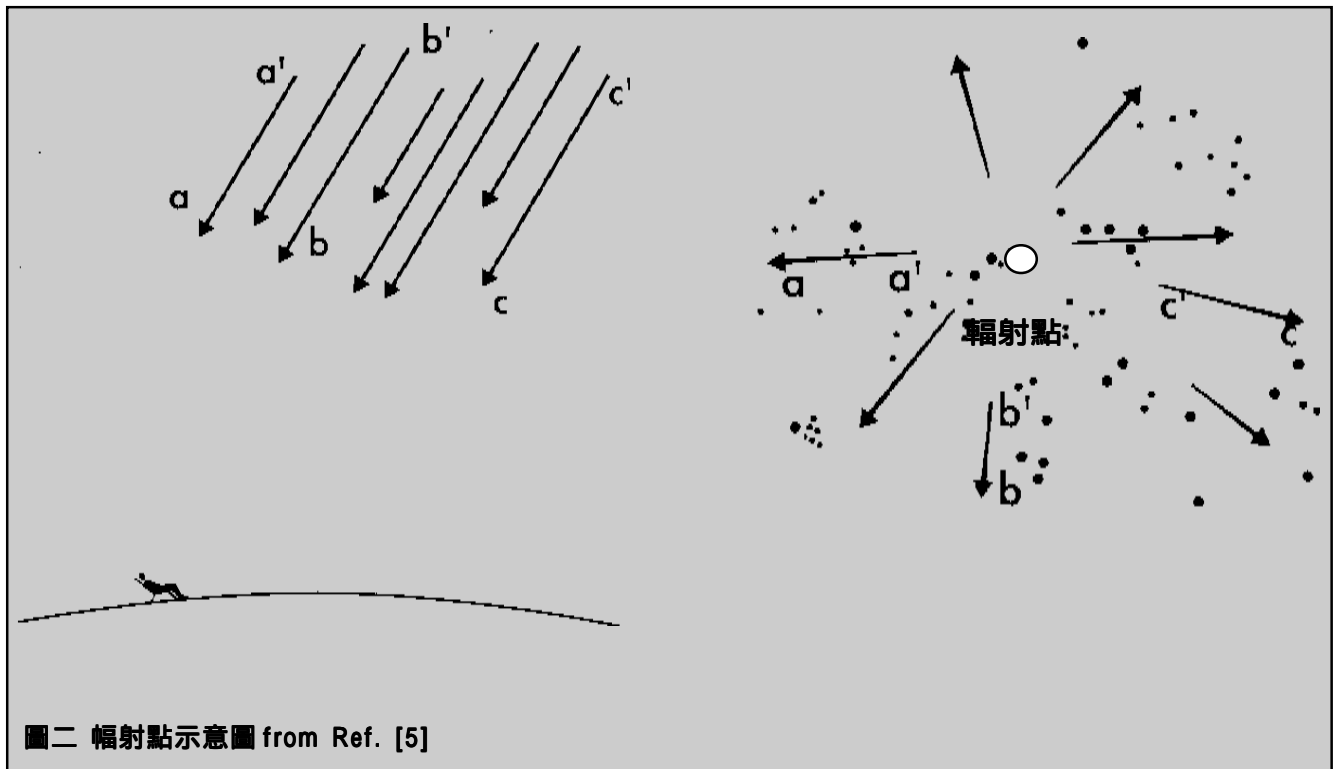
## 輻射點

如圖二顯示，觀測某一流星群時，若將流星的路徑反向延長，會發現它們相交於一點，稱為輻射點 (Radiant Point)。事實上這是由於透視的關係，猶如鐵路的雙軌、夾道的兩行樹林看上去都會在遠方相合在一點。所以流

星在空間的真正軌跡是相互平行的 (如 aa'、bb'、cc')，當流星體被大氣層捕捉進來，觀測者將看到流星來自輻射點 O 沿著天空的大圓運動。

## 流星群的命名方式

許多流星群 (Meteor Swarm) 在相同的軌道上運行，當地球接近時，就會有許多流星自天空中某一區域出發，向四方飛散。而流星雨 (Meteor Shower) 多指於短時間內有大量的流星出現。十九世紀時，許多星座邊界或星座並未定義清楚，但是找尋流星群輻射點的工作卻已在廣泛進行，因此流星群的命名應運而生。流星群的命名是以輻射點所在的星座加字尾 ids 來命名，有時加上離輻射點最近之亮星的希臘字母來說明。例如英仙座流星雨為 Perseids，就是從 Perse+ids 組合成的。但也有例外，例如寶瓶座 Aquarius 流星雨，並非使用 Aquari+ids 而是寫作 Aquarids，不用兩個 i 字；人馬座 (Sagittarius) 流星雨的 Sagittarids 亦同。有些星座在國際天文聯合會 (IAU) 於 1925 和 1927 年制訂全天八十八個星座時消失，例如一般俗稱的 1 月 4 日天龍座流星雨，許多書籍仍稱作象限儀座流星雨 (Quadrantids)，有趣的是其輻射點現在位在牧夫座，接近天龍座處。此外，由於以前的星座範圍幾經修改，因此在 4 月天琴座流星雨 (Lyrids)，其實該稱做武仙座流星雨 (Herculids) 才對。另外，類似寶瓶座 流星雨群



(南)(Southern Aquarids)與寶瓶座流星群(北)(Northern Aquarids)極大期時，寶瓶座星距離輻射點分別為 $2^\circ$ 與 $12^\circ$ ，有一段距離，合適的流星群命名應該分別為寶瓶座流星群與寶瓶座流星群。許多流星群命名已經背負了"歷史包袱"，要完全照規則命名可能會造成傳統命名與新命名銜接困難，以及避免混淆的困難，所以我們仍然可以看到規則以外的命名。有些流星群的命名和其母體彗星有關，例如 Grigg-Skjellerupids 或 Giacobinids。Giacobinids 發生在 10 月份，有人稱為天龍座流星雨，故可寫為 Draconid；但是 Giacobinids 應該寫作 Giacobini-Zinnerids 才對，因為其母體彗星為 21P/Giacobini-Zinner。

## 偶現流星

與流星群相對，完全沒秩序而飛來的流星稱為偶現流星 (Sporadic Meteor)，日本稱為"散在流星"。

## 二、如何觀賞流星雨

目視流星觀測，不需要昂貴的設備，花點心力也能對流星天文學有所貢獻。目視方法可做流星計數、光度測定、有無"痕"、顏色、記錄、路徑描繪及輻射點的確定等。由於攝影技術的發達，路徑描繪和輻射點的確定也可以不做。

## 觀測地點與注意事項

首先，請選擇視野開闊、燈光干擾少的地點，例如坪林、巴陵、尖石、觀霧、梨山、小雪山、合歡山、阿里山、三地門、墾丁、蘭嶼、綠島、澎湖...等地。光害越少對於觀測結果越有幫助。攜帶記錄紙和筆，以紅色玻璃紙包住手電筒以免刺眼，還有星圖、計時裝置(電子錶或是收聽長波廣播報時信號的收音機)、禦寒衣物、睡墊、睡袋、食物、飲料、備用電池等，當然也可準備錄音機口述記錄。若是一群朋友一起觀測，可互相支援以免錯失美景。觀測完記得作適度休息，避免過度勞累。

表二：獅子座流星群的基本參數

出現日期	11月14-21日
極大日	11月17日19h UT (11月18日3時中原標準時)
極大期太陽黃經	235.25°
輻射點位置 赤經	153°
輻射點位置 赤緯	+22°
輻射點半徑	5°
輻射點赤經每日偏移量	+0.7
輻射點赤緯每日偏移量	-0.42
攝影軌跡起始高度 H <sub>b</sub>	128km
攝影軌跡終止高度 H <sub>e</sub>	87km
特徵	族群指數 $r = 2.5$ ; 極大期平均 天頂每小時個數 ZHR = 40+ (45 in 1996)
地心速度 V	71 km/sec

、：流星雨輻射點的赤經與赤緯位置，由於地球繞太陽公轉的關係，輻射點會漂移。

$r$ ：族群指數 (Population index)，用來計算流星群的星等分佈。 $r=2.0-2.5$  表示比平均值亮一些，而  $r$  大於 3.0 代表比平均值暗一些。

：太陽黃經，能精確量測地球在軌道的位置而與曆法的變動無關，所有的太陽黃經值以 2000 年分點為準。

$V$ ：大氣或視流星速率 (Atmospheric or apparent meteoric velocity)，以 km/s 為單位。速率大約從很慢的 11 km/s 到很快的 72 km/s，40 km/s 大約是中間值。

ZHR：天頂每小時比率 (Zenithal Hourly Rate)，意指一名觀測者在極限星等 6.5 等、天空無雲、輻射點位在天頂的最佳狀況下，每小時所能看到的流星數，為度量流星雨規模的標準，代表一種理想狀況，單位為每小時的流星數。當流星活動旺盛但持續不到一小時或是觀測環境很差時，使用估計 ZHR (estimated ZHR, EZHR)，會比一般正常的 ZHR 不準確些。

## 選擇適當的流星群

對於觀測新手而言，選擇每小時出現十五到二十顆流星以上的主要流星群觀測比較好，不僅可以因為看到較多流星帶來許多樂趣，而且可以有較多機會練習記錄數據或做光度估計，而能漸漸習慣流星的觀測。

## 觀測時間的選定

如果有雲霧、曙暮光、月光或燈光，會影響到流星觀測的數量，尤其是暗流星都會被這些光掩蓋掉。因此太陽的位置至少必須在地平線十二度以下，也就是航海曙光開始或是航海暮光結束的時候。月光問題主要看月相，朔前後各五天的月光影響可忽略，而滿月的月光可能使得觀測到的流星數目比沒有月光下減少十倍。月光在地平線上幾度時影響比較輕，所以除非在朔前後五天，否則只能選擇月球在地平線下或是在地平線上幾度而已時觀測流星。

## 三、獅子座流星群

### 母體彗星 55P/Tempel-Tuttle 的觀測歷史

獅子座大流星雨的母體彗星 55P/Tempel-Tuttle（譚普—塔托彗星）屬於短週期彗星，其軌道接近地球且又不太受到木星的攝動影響，自西元902年起獅子座流星雨就被觀測過。在1998年2月28日55P/Tempel-Tuttle彗星通過近日點後的1998與1999年11月，地球將通過獅子座流星體最密集的区域。

55P/Tempel-Tuttle彗星於1865年12月19日由法國馬賽（Marseilles）的G. Tempel與哈佛學院（Harvard College）的H. P. Tuttle分別發現。Von Oppolzer於1867年出版1866彗星（先前55P/Tempel-Tuttle彗星的

命名）的軌道。最早指出55P/Tempel-Tuttle彗星與獅子座大流星雨的關連性的是Schiaparelli。55P/Tempel-Tuttle彗星軌道週期為33.2年，1997年3月4日再度發現55P/Tempel-Tuttle彗星回歸。

### 獅子座流星雨的歷史

獅子座大流星雨無疑是過去兩百年裡最燦爛的流星雨。它屬於週期性流星雨，每隔三十三年當地球通過其流星體主要集中區域時，就有機會在部份地區於短時間內觀測到流星以“暴雨（Storm）”的形式從天而降！獅子座的流星速度很快，約71km/sec，接近理論上流星可達到的最高速率，其中有很高的比率會留下痕跡。

1799年11月11日有一些觀測者目睹了大流星雨的奇景，其中旅行家Humboldt於南美洲Cumana看到數千顆流星與火球由北向南地留下八到十度的痕跡，每個大約月亮直徑兩倍的區域都有流星出現，非常壯觀。直到1833年，上述景觀又喚起人們的記憶；在此之前的1831年11月13日以及1832年11月12與13日，有一些船長在海上或是在歐洲與亞洲的觀測者都看到不少顆流星出現。

1833年在美國東北部，幾乎所有的人都到室外觀賞史上最燦爛的流星雨。只見千百條彩光不斷地從天際劃過，最多時每小時高達三萬顆。有人將這場流星雨比作大風雪中紛飛的雪花，有人以為世界末日到了，有農人第二天晚上到戶外看是否星星都掉光了，卻發現一顆也不少。有人估計此場流星雨共有24萬顆流星自天劃過。流星天文學似乎是自此次獅子座流星雨而開展！Twining在1834年試圖找出獅子座流星雨成因；牛頓曾在1863年尋找歷史記錄，而在1864年預測1866年11月將有大流星雨，在子夜過後每小時平均九百



**表三：近來對於 1998 年可能的流星暴預測**

研究者	峰值太陽黃經	時間 ( UT )	預測峰值 ZHR
Jenniskens 1996	235.34	21h30m	10000
Yeomans 1998	235.26	19h40m	200- 5000
Brown et 1998	235.24	18h50m	1000-10000
Kresak1 1993	234.8	08h30m	10000
Jenniskens, 1996[10]	235.34	21h30m	10000
Yeomans, 1998[11]	235.26	19h40m	200-5000
Brown et,al, 1998[12]	235.24	18h50m	1000-10000
Peteor Brown,James Jones,1992[14]	235.16	17h02m	-----
Kresak,1993[13]	234.8	08h30m	10000
Zidian Wu , MIwan P. Williams,1996[15]		-----	40-240

顆。這項預測後來在當年 11 月 13 日成真。

1897 年之前，雖然有人仔細觀測，但獅子座流星群只有零星的幾顆流星出現。1898 年 11 月 14 日，在美國可以看到大約 50 到 100 顆流星。1899 年 11 月 14 日，滿月，最高流星數每小時只在 40 顆左右，許多先前看報紙而很關注此流星雨的民眾都失望了。1900 年，Hudson Bay 記錄每小時約 1000 顆的流星出現在 11 月 15-16 日，有些民眾看到此景感到恐慌。1901 年 11 月 14 日極大時，估計每小時有 230 到 800 顆流星。1902 年受月光干擾，1903 年表現不錯。1898 年 Berberich 與 1899 年 Stoney 以行星擾動觀點計算獅子座流星體，而介紹出 ortho-Leonids 會以幾乎一樣的軌道成緊密的流星體流，大約三年可通過軌道某一定點；另有 clino-Leonids，其軌道與 ortho-Leonids 有些不同，回歸需時較短，且會在極大日之前和之後出現。地球約會花 5 到 6 小時通過 ortho-Leonids 流星體，彼此軌道傾斜相交，而 clino-Leonids 比較寬且明顯較稀疏。

1904-1928 年只有零星的獅子座流星群出現。1930 年極大時，ZHR 達到 120。1931 年更好，有 180 顆，這年首度進行流星電波觀測，收到相當多的流星訊號。1932 年英國的 Prentice 報告峰值約 240，但還不到流星暴雨的程度。接下來的幾年，ZHR 值只到 30。

1961 年的觀測峰值稍有增加。1965 年月光干擾，但有不少火球出現。1966 年地球碰到獅子座大流星群的流星體另一緊密部份，11 月 17 日夜晚在歐洲 ZHR 值低於 100；但在美國亞利桑那州 Tucson 的業餘觀測團隊在 Kitt 峰看到大暴雨，由 Milon 的研究發現每小時約有 15000 顆流星。有人覺得高估，但雷達觀測支持此一說法。

不過 1966 年獅子座大流星雨驚人的表現只出現在 11 月 17 日 11:55UT 不到一小時內，主要在北美西岸看得到，其他地方不是白天就是緯度或經度不適合觀測。高潮時估計每小時 15 萬顆，但僅持續了 20 分鐘。常有人說看到流星要趕快許願，若要許多個轟轟烈烈的大願，自然應該挑獅子座大流星雨來了卻多樁心事。

1998 與 1999 年起獅子座流星雨將再次活躍，並將於 1999 年達到高峰，屆時 11 月中，天文學家、業餘天文愛好者和一般大眾，將會非常關注獅子座大流星雨，本世紀末別忘了這三十三年一次的大約會。

## 1998 的獅子座大流星雨

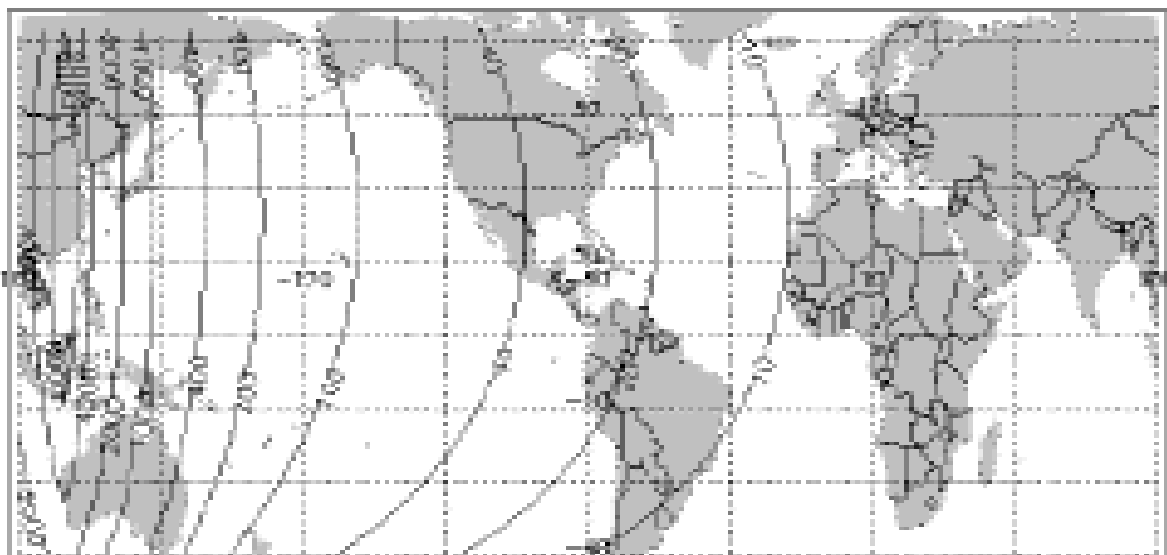
不同的研究者對於本世紀末的獅子座流星雨規模有不同的預測。不過總體來看，除了 2000 年月光影響外，1998-1999 年台灣的觀測者都處在有利的觀測位置，請大家善加把握！NASA Ames Research Center 的 Peter Jenniskens 認為獅子座流星雨發生可能以每秒三顆或到有時候每秒四十顆的規模落下約一小時，而台灣、日本、中國與東南亞為最佳的觀測經度。美國麻州劍橋的小行星中心的專家 Brain G. Marsden 認為在 1998 與 1999 年無法看到這麼多的流星，但他補充了一句：如果我錯了更好！

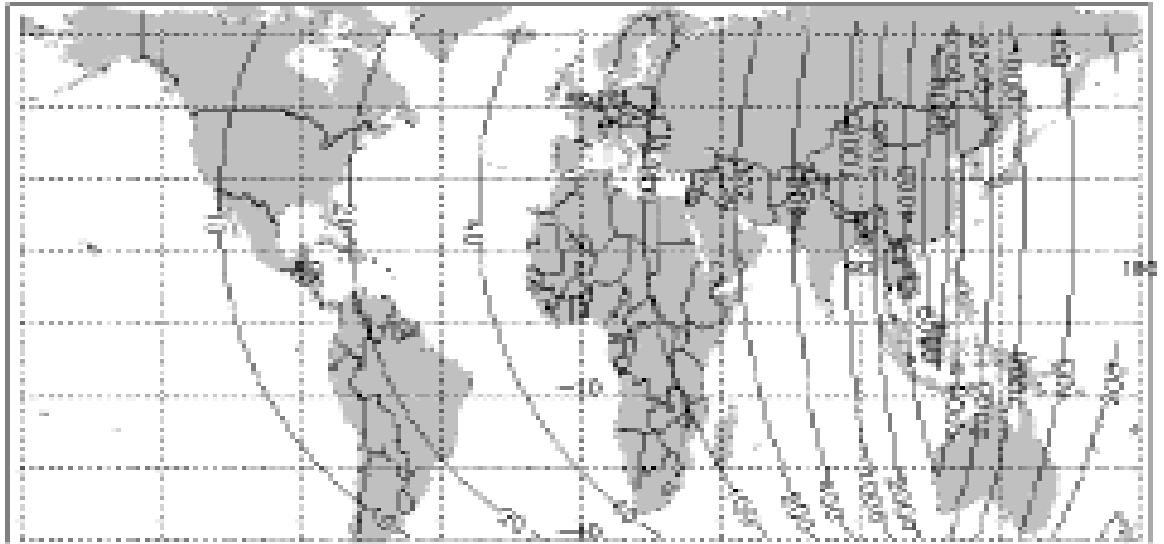
噴射推進實驗室(JPL, Jet Propulsion Laboratory)的 Donald K. Yeomans 曾在 1981 與 1996 年出版兩份詳細的獅子座流星雨研究報告。1996 年的研究是和 Kevin F. Yau 與 Paul R. Weissman 一起發表。Yeomans 認為最可能發生流

星暴雨是在當地球進入位在母體彗星軌道之外並落在其後的獅子座流星體流時，也就是在 1998、1999 與 2000 年。不過，Yeomans 也推測可能因為母體彗星旁的粒子分佈在並不均勻，類似 1899、1933 年的環境並沒有產生有意義的流星雨，因此 1998-1999 年也許雖有明顯的流星雨但還沒達到史上壯觀的地步。何況這次地球距離彗星軌道比 1966 年多 3 倍，比 1833 年大流星雨時超過六倍遠。1998 年的環境可能類似 1866、1867 年以及 1932、1933 年的回歸，流星最多每小時出現 5000 顆到每小時出現 240 顆或更少。

加拿大 University of Western Ontario 的 Peteor Brown 和 James Jones 藉由彗核在前五次回歸所噴出的 3 百萬顆測試質點數值積分模擬獅子座流星體流的演化，可推出 1899 與 1933 年沒有明顯的流星雨，而 1966 年則發生強烈的回歸。他們認為日益逼近的獅子座流星雨在 1998 到 2000 年轉強，尤其以 1999 年最劇烈。他們發現流星體似乎特別集中在地球通過彗星軌道平面前的兩小時四十分鐘，亦即在太陽黃經 235.16 度，這幾乎是在 1966 年暴雨的相同位置。他們認為 1998 年 11 月 17 日 17:02UT(中原標準時 11 月 18 日 1 點

圖三 美洲、歐洲和非洲於 11/16-17 夜晚的獅子座流星雨預測圖 from Ref. [6]





圖四 當極限星等 6.5，地方時間皆為 11/17-18 的 3h30m，預測各地每小時可以見到的流星數 from Ref. [6]

02分)將是獅子座流星雨的極大期。對於西太平洋與日本很好。而 1999 年則發生在 11 月 17 日 23:02UT(中原標準時 11 月 18 日 7 點 02 分)，對於蘇聯、中國和印度很合適。此項預測也和 1996 與 1997 年獅子座流星群觀測時在地球通過彗星軌道面前兩小時發生明顯的峰值類似。

如果峰值剛好發生在地球通過獅子座流星雨母體彗星軌道平面，根據 Yeomans 預測，1999 年的流星雨 11 月 18 日國際標準時 1:48，相當於中原標準時 11 月 18 日上午 9:48。歐洲、北非及亞洲西部成為最佳觀測地點。不過我們也可能在地球通過遭遇到獅子座流星雨母體彗星軌道平面之前或之後幾小時，才遇到獅子座流星體流，如果這些流星體延伸的範圍達到地球與獅子座流星雨母體彗星軌道交接處前後十二小時，那世界上各地都適合觀測。

英國倫敦大學(University of London)的 Zidian Wu 和 Iwan P. Williams 假設大部分在 1965-66 年觀測到的流星在其母體彗星最近三次回歸中噴出，並仔細考慮 1966 年以及非流星暴雨的 1899 與 1933 年之情形，他們悲觀地認為 1998 年將類似 1899 年或 1932 年的情形，流星出現數目在每小時 40 (1899 年)-240 顆(1932 年)之間。

Zidian Wu 和 Iwan P. Williams 認為 1999 只能看到很少顆流星。

對於這些差異甚大的預測，美國流星協會(American Meteor Society)的執行理事 David Meisel 認為流星預測本來就有名地不可靠，沒有人真地知道怎麼做比較恰當。

依據英國天文協會的 Neil Bone 預估，如果世紀末的獅子座流星雨最活躍的地方發生在和 1966 年獅子座大流星雨一樣的太陽黃經，則最高潮將發生在中原標準時 1998 年 11 月 17 日晚上 8 點或 1999 年 11 月 18 日凌晨 2 點。上述兩個時間分別對於美國西岸與遠東地區最有利。1998 年 11 月 17 日月齡 30，不受月光影響，非常適合觀賞。

依據國際流星組織所成立的國際獅子座流星雨觀測網(International Leonid Watch)資訊，1998/1999 年獅子座流星群回歸，遭遇到的狀況應與 1866 年類似。若以 1866 年獅子座流星雨的 ZHR 輪廓圖來預測 1998 年的狀況，在中原標準時 1998 年 11 月 18 日凌晨 3 點到 5 點，ZHR 將超過 1000。11 月 18 日上午七點，ZHR 則降至 100 左右。依據 1996 年觀測結果，1998 年的獅子座流星雨 ZHR 值超過 50 的時間將持續 10 小時，依據 1866 年觀測記錄預估則有大約 10 小時。

獅子座流星雨將發生在太陽黃經  $235.15^\circ$  至  $235.3^\circ$  之間，所以最佳的觀測位置可能在西太平洋或是亞洲東部，觀測者尤其應該在 11 月 17 日與 18 日當地時間 0 時到 6 時，守夜觀測可能的獅子座大流星雨。

圖三是假設 ZHR=10000 時所顯示不同地區預期的活動概況，以最大時率表示，所有位置都以相同的地方時間 3h30m 描述，峰值預期發生在中國東北和蒙古東部。日本觀測者在 11/17-18 夜晚峰值即將發生前，將可達到每小時 1000 顆流星，當日本天空暗下來一個多小時後，日本觀測者就會看到流星強烈地增加。歐洲觀測者將在同一個晚上（高潮已過）每小時至多看到一百多顆流星。美國觀測者只能在 11/17-18 後看到很低的活動，約每小時 10-20 顆；然而如圖四，他們也可能在 11/16-17 夜晚看到峰值前較高的比率，每小時約 20-50 顆。夏威夷為西半球最接近峰值的地區，可能每小時可以看到 100 顆。

請注意：目視流星比率只是一個可能的腳本，預測的 10000 顆峰值活動可能有 10% 的誤差。雖然上面的預測似乎相當準確，但我們不應太依賴，而須做全方位活動的準備。峰值較不可能偏移超過兩小時，背景流星活動也不會比預期高太多。然而如果很不尋常的事情發生時，而我們沒有適當準備，將失去獅子座流星雨首次全球性科學的監視行動。

有些預測認為 1998 年獅子座流星群活躍時可能發生暴雨現象，雖然訓練有素的觀測者仍可做目視計數觀測，但利用相機拍攝可能是在暴雨期間最有用的觀測方法。如果有人想要在十一月份到亞洲東部或中部的沙漠或草原地帶，請注意夜間溫度常常會低於  $-20^\circ\text{C}$ ，請注意保暖與攜帶合適的天文設備。最後必須強調的是，驚人的獅子座流星雨只發生在極短時間內，並不會持續整夜；

而在最高潮前後期間的流星雨規模，大約和英仙座流星雨表現很好時差不多。

## 四、二十一世紀的獅子座流星雨

Brian G. Marsden、Gareth Williams (Minor Planet Center) 和噴射推進實驗室 (Jet Propulsion Laboratory) 的 Donald K. Yeomans 曾計算經過擾動後彗星的軌道而發現：當 2031 年 5 月 Tempel-Tuttle 彗星朝向近日點時，會於 2029 年 8 月通過離木星軌道 1.5 a.u 處，將使得彗星與地球軌道面橫截面更向內，而彗星與地球最近的距離將拉大到 0.0162 a.u.，是自 1733 年以來最大的分離。這有點類似 1899 年的獅子座流星群，Tempel-Tuttle 彗星於 1870 接近土星，於 1898 年接近木星，因此其軌道偏移到地球軌道內約 0.0117 a.u.，因此 1899 年的獅子座流星雨的缺席令人遺憾而深深記得。

到了 2065 年分隔的距離大約只有 0.0146 a.u.，Yeomans 認為這將是在 1998-99 年可能發生的流星暴雨後，再次有機會看到壯觀的獅子座流星雨時期。而若要看到獅子座大流星雨以暴雨的方式顯現，則必須等到 2098 年相縮小到 0.0062 a.u.，或是 2131 年——自從 1633 年以來，彗星第一次橫截地球軌道面外側一點點時 (0.0089 a.u.)，才可能有希望看到。

作者介紹：國際流星組織會員，中華電信數據通信分公司助工程師

## 參考資料:

1. The Leonids' Last Hurrah? By Joe Rao, Sky & Telescope, November 1996.
2. Handbook for Visual Meteor Observers, 3/e Edited by Jurgen, Rainer Arlt and Alastair McBeath, International Meteor Organization.
3. HandBook for Photographic Meteor Observations, Jurgen Rendtel, International Meteor Organization.
4. Meteor Showers, A Descriptive Catalog, Gary W. Kronk, Enslow.
5. Meteors, Neil Bone, Sky Publishing Co. Ltd..
6. Observing Hints for the 1998 Leonid Return, Rainer Arlt, Sirko Molau, Malcolm Currie, WGN, the JOURNAL of the IMO 26:4 (1998).
7. The Leonids Bulletin 12 of the International Leonid Watch: Final Results of the 1997 Leonids and Prospects for 1998, Rainer Arlt and Peter Brown, WGN, the JOURNAL of the IMO 26:4(1998).
8. The Return of the Leonid Meteors, Joe Rao, Sky & Telescope, Nov., 1998
9. Prospects for Two Upcoming Periodic Meteor Showers, Joe Rao, WGN, the JOURNAL of the IMO 26:5 (1998)
10. P. Jenniskens, "Meteor Stream Activity. III. Measurement of the First in a New Series of Leonid Outburst", Meteoritics and Planetary Science 31, 1996, pp. 177
11. D.K. Yeomans, "Comet 55P/Tempel-Tuttle and the Leonid Meteors", AIAA Leonid Storm Hazard Conference, Manhattan Beach, CA., April 27, 1988
12. P. Brown, J. Jones, K.J. Ellis, W.K. Hocking, A.R. Webster, R.L. Hawkes, "Recent Observations and Modeling of the Leonid Meteoroid Stream", AIAA Leonid Storm Hazard Conference, Manhattan Beach, CA., April 27, 1988
13. L. Kresak, "Meteor Storms", in Meteoroids and their Parent Bodies, J. Stohl, I.P. Williams, eds., 1993, pp. 147-157
14. P. Brown, J. Jones, "Evolution of the Leonid Meteor Stream", University of Western Ontario, London, Ontario, N6A3K7, 1992.
15. Z. Wu, I.P. Williams, "Leonid Meteor Storms", Mon. Not. R. Astron. Soc. 280, 1996, pp. 1210-1218

# 海爾對二十世紀天文學的貢獻

## ——紀念海爾逝世六十周年

丁蔚

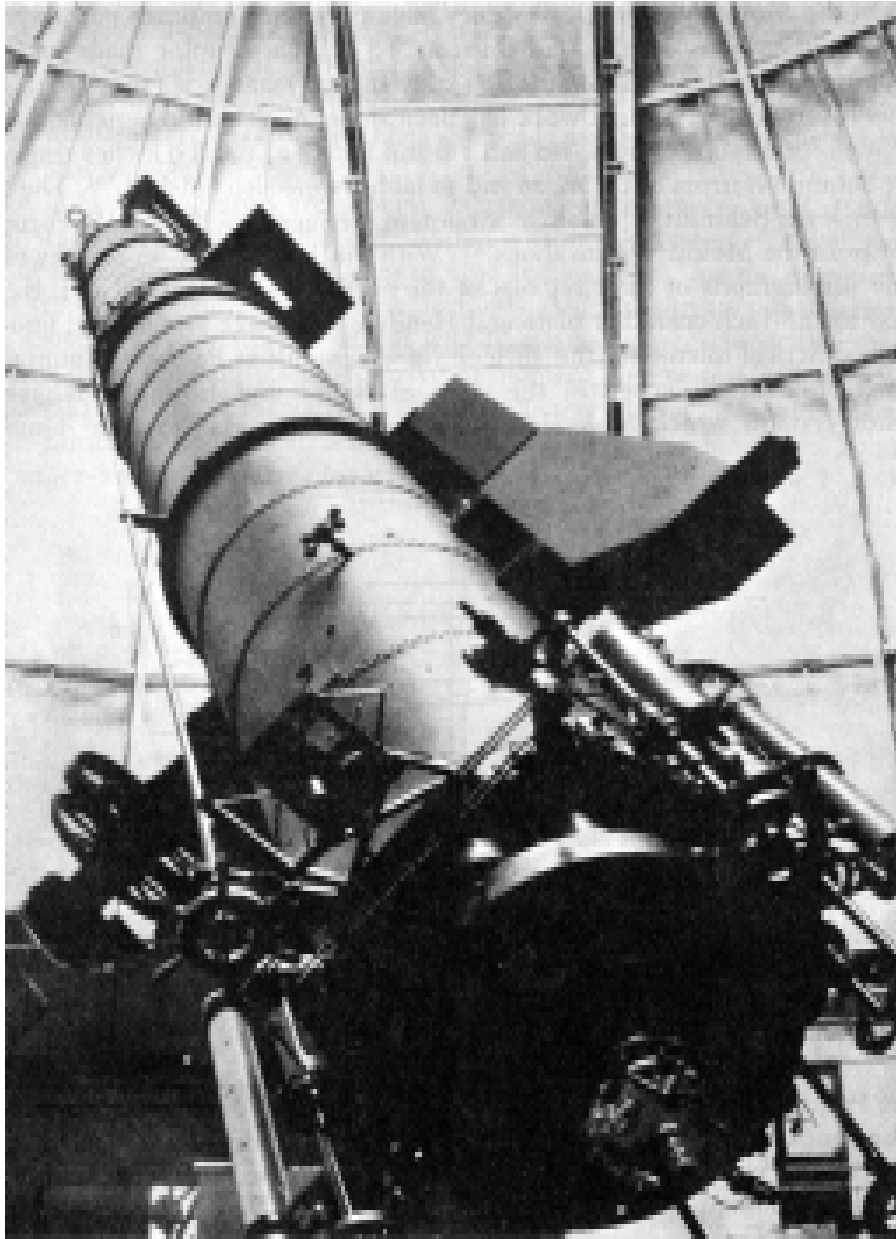
本文論述美國天文學家海爾（G.E. Hale，1868—1938）對二十世紀天文學的主要貢獻，全文分為三部分。第一部分闡述他所設計和主持建造的一系列望遠鏡和天文台，以及它們在本世紀天文學發展中所起的至為重要的作用。第二部分論述海爾對太陽物理學的貢獻。他研製了多種太陽觀測儀器，在太陽光譜和黑子磁場的研究中取得了一系列開創性的成就，為太陽物理和太陽活動的研究奠定了基礎。第三部分介紹他在籌組國際太陽研究聯合會等國際學術團體以及創辦『天體物理期刊』（Astrophysical Journal）等方面卓然有成的科學活動。

### 關於海爾

**海**爾是著名美國天文學家，出生在美國伊利諾州芝加哥市。他的父親是一位優秀的技師，富有的電梯製造商人。受父親的影響，海爾從小就自己動手製作小器具，試做理化實驗，並對天文和光學現象頗感興趣。13歲時就在父親支持下購置了一架4吋望遠鏡，且裝在家中的屋頂上觀測太陽黑子。海爾早年在奧克蘭中學求學，後進艾倫學院就讀。1886年進麻省理工學院攻讀物理學，於1890年畢業。1888年時由他父親提供經費在芝加哥肯伍德建立了一個小觀測所，稱肯伍德天文台，從事太陽觀測。1892年被聘為芝加哥大學天體物理學副教授，並負責籌

海爾（左）與Ellerman於1905年攝於威爾遜山。（取自The History of The Telescope）





40吋葉凱士折射望遠鏡 (取自 The History of The Telescope)

建該校葉凱士天文台。1895年任該台台長。20世紀初，他又開始籌建更大的加利福尼亞州威爾遜山天文台。1904年任威爾遜山天文台台長。後來他又擔負起創建更為宏大的帕洛瑪山天文台的重任。

海爾自1910年起，一直受到腦病的折磨，由於健康狀況日趨惡化，他於1923年申請退休，成為威爾遜山天文台名譽台長。但他並未從此停止工作，以後他在加利福尼亞州帕薩迪納家中修建了一座太陽實驗室，繼續從事太陽的觀測與研究，並指導帕洛瑪山天文台的籌建。1938年病逝於帕薩迪納。

以下分三個方面闡述海爾對二十世紀天文學的主要貢獻。

## 一、天文儀器和天文台的設計和建造

天文學的發展很大程度上依賴於觀測技術的革新。海爾高瞻遠矚，從一開始就認識到：只有研製更大口徑的望遠鏡和建造設備精良的天文台，天文學才能得到進一步的發展。因此他以驚人的毅力和堅忍不拔的意志，克服重重困難，不辭勞苦地設計和建造了一系列越來越大口徑的望遠鏡和天文台。他勸說芝加哥電車巨頭C.T.葉凱士提供了34.9萬美元的資助，為芝加哥大學建成葉凱士天文台。在台內架設了一架口徑40吋（1公尺），迄今仍為世界上最大口徑的折射望遠鏡。該望遠鏡於1897年開始啟用。

此後不久，海爾又爭取到卡內基基金會的資助，在加利福尼亞州威爾遜山建立了美國第一個以天體物理為主的大型天文台。從1905到1918年，海爾在該台設計和主持建成了60呎（18公尺）高的太陽塔，內置60吋（1.5公尺）口徑反射望遠鏡，以及150呎（45公尺）高的太陽塔，內置100吋（2.5公尺）口徑反射望遠鏡。這兩座太陽塔是世界上最早的塔式太陽望遠鏡，專用於太陽光譜和磁場的觀測與研究。而兩架反射望遠鏡在建成時也是世界上同類儀器中最大者。60吋望遠鏡的鏡胚是海爾的父親捐贈的，那架100吋望遠鏡是洛杉磯商人J.D.胡克出資所建，故稱胡克望遠鏡。該望遠鏡於1918年落成。

為能拍攝更加遙遠的星系光譜，他於1929年從洛克菲勒基金會爭取到600萬美元的巨額資助，著手籌建帕洛瑪山天文台，並在該台建造一架200吋（5公尺）反射望遠鏡。在該望遠鏡的建造

過程中，他得到了許多工程師和科學家的協助，把當時的一切新發明和新技术都盡可能地納入該鏡的設計和架設中。該望遠鏡的聚光力是胡克望遠鏡的4倍，能拍攝遠達幾億光年的星系光譜。由於戰爭干擾，該望遠鏡於1948年才落成，此時海爾已逝世十年。

二十世紀上半葉，太陽、恆星、星系和宇宙學方面的許多重大發現和開創性的研究工作都是使用海爾設計和主持建造的上述儀器做出的。

1915年，亞當斯（W.S. Adams，1876—1956）用那架60吋反射望遠鏡拍攝到天狼星的暗伴星（天狼B）的光譜，導致了一類體積很小、密度極大、高溫低光度的奇特恆星——白矮星的發現。1920年，邁克爾遜（A. A. Michelson，1852—1931）和皮斯（F.G. Pease，1881—1938）將干涉儀接到胡克望遠鏡上，首次成功地測定了參宿四等幾個紅星的角直徑，得出它們的直徑為太陽的幾百倍，從而證實了體積龐大的紅巨星的存在。這兩項成就對恆星結構與演化的研究具有重要意義。1925年亞當斯又用胡克望遠鏡測得天狼伴星這顆白矮星發出的光的引力紅移，所得結果和廣義相對論的預言極其吻合，這是廣義相對論的著名三大天文驗證之

一。

1918年沙普利（H. Shapley，1885—1972）借助胡克望遠鏡辨認出球狀星團中的星團型造父變星，用以研究球狀星團的空間分布，從而確定了銀河系的大小、銀心的方向及太陽在銀河系中的位置。這是銀河系研究的突破性進展。

1924年，哈伯（E.P. Hubble，1889—1953）使用胡克望遠鏡在仙女座大星雲（M31）等漩渦星雲的外圍區域發現了一批造父變星，以造父變星的周光關係確定距離，弄清了它們都是遠在銀河系之外的河外星系。這一發現導致了星系天文學的誕生，掀開了人類探索大宇宙新的一頁。

150呎高太陽塔（取自The History of The Telescope）







**鳥瞰威爾遜山天文站。最左為60呎高太陽塔，次左為150呎太陽塔。（取自The History of The Telescope）**

1929年，哈伯又借助胡克望遠鏡發現了哈伯定律，即星系的退行速度與距離成正比。這一發現為現代宇宙學中佔主導地位的宇宙膨脹模型提供了觀測依據，標幟著觀測宇宙學的誕生。

1944年巴德（W. Baade，1893—1960）用胡克望遠鏡把M31的中心部分分解成恆星，發現星系核心部分恆星的赫羅圖（即恆星的光譜—光度圖）與外圍部分的亮星不同，據此把恆星劃分為兩類星族。赫羅圖上恆星星族屬性的探討促進了銀河系、乃至河外星系的結構與演化的研究。

1948年巴德又用帕洛瑪山天文台新建成的200吋望遠鏡對M31作進一步觀測與研究，發現造父變星也有星族I與星族II之分，兩者周光關係的零點不同，據此修正了哈伯確定的河外星系的距離尺度。

以上事例足以說明海爾建造的幾個大望遠鏡對天文學的發展至關重要。他是一位極其成功的科學創業者。

## 二、太陽物理學研究

在學術方面，海爾主要致力於太陽物理的研究。他是一位傑出的太陽物理學家，親自設計和研製了多種太陽觀測儀器，在太陽光譜和黑子磁場的研究中取得了一系列開創性的成就。

早年他在肯伍德天文台時就設計了太陽單色光照相儀，可以在不發生日全食的情況下，在一特定波長上拍攝日珥和色球。晚年又在帕薩迪納太陽實驗室創製了太陽單色光觀測鏡，用以對色球和日珥現象作經常性的連續目視觀測。以後這兩架儀器成為太陽研究的重要工具。他本人就借助太陽單色光照相儀，分別於1892年和1897年發現了太陽上的鈣譜斑及氫譜斑等現象。

黑子光譜的解釋是自十九世紀六十年代以來一直懸而未決的難題。20世紀初，海爾用他自己研製的威爾遜山天文台太陽觀測設備觀測黑子，並通過與實驗室光譜的比較，解釋了黑子光譜線

的各種特點。1906年他與亞當斯合作用塔式太陽望遠鏡拍攝了第一張太陽黑子光譜片，通過光譜分析證明黑子溫度低於周圍光球的溫度。1908年海爾用太陽單色光照相儀拍攝太陽的氫H $\gamma$ 單色像時，發現黑子周圍總是存在漩渦，他據此推測黑子可能存有磁場。於是他在塔式望遠鏡的分光設備上配置了偏振分析器來進行觀測，終於成功地發現了導致黑子光譜線分裂的里曼效應（Zeeman effect），並測出黑子磁場強度高達幾千高斯。此項研究開創了天體磁場的測量。此後不久，他又和威爾遜山上的同事們合作發現了黑子磁場的極性以及極性分布的一系列規律。海爾等人注意到黑子群的前導黑子和尾隨黑子具有不同的極性。每經過11年，太陽同一半球上黑子群的前導黑子和尾隨黑子的極性顛倒一次，經過22年後，太陽同一半球上黑子群的極性排列恢復原樣。據此，海爾等人於1919年指出太陽活動的真正周期不是11年，而是22年，這一周期稱為黑子的磁周。同年他們又建立了著名的太陽黑子磁性分類法。1918年又借助45公尺太陽塔檢測出太陽具有與地球類似的偶極性普遍磁場。

黑子是太陽活動最基本的標誌，太陽磁場則在太陽黑子、太陽大氣的結構和活動過程中起著決定性的作用。上述這一系列發現和研究成果為太陽物理學與太陽活動的研究奠定了基礎。海爾因此而被譽為太陽物理學之父。

### 三、卓有成效的科學活動

海爾還是一個舉世聞名的國際科學活動家。1899年當選為美國天文學和天體物理學會（1914年改名為美國天文學會）副會長。1903年為促進太陽研究方面的國際合作，他開始籌組國際太

陽研究聯合會，該會於1905年正式成立。1916年他受美國總統威爾遜之託，組建美國國家研究理事會，並擔任該會第一任主席。1918年海爾又倡議成立國際研究理事會，該會於翌年成立，海爾於1932年任該會主席。國際天文學聯合會則是該會的集體會員之一，而它是由海爾組建的國際太陽研究聯合會與另外兩個國際組織合併組成的。1895年海爾還與天文學家基勒（J. E. Keeler, 1857—1900）共同創辦刊物『天體物理期刊』（台灣譯為『天文物理期刊』），該刊現已成為國際上天體物理學領域最有影響力的刊物。

### 向海爾致敬

海爾無疑是對二十世紀天文學的發展極有影響的天文學家之一。他享有很高的榮譽，曾獲英國皇家學會柯普萊獎章，美國科學院倫福德獎章，太平洋天文學會布魯斯金質獎章。為紀念他，人們把他籌建的那架最大的200吋反射望遠鏡命名為海爾望遠鏡，而於1969年把威爾遜山天文台與帕洛瑪山天文台合併後的機構更名為海爾天文台。他的名字及其光輝業績將在天文學史上永放光華。

今年是海爾逝世六十周年，又臨近本世紀之末，筆者特撰此文以紀念他對二十世紀天文學發展的重大貢獻，並表達對這位著名天文學家的崇高敬意。



天文物理期刊(ApJ.)封面

作者介紹；中國科學院自然科學史研究所 教授

## 參考文獻

1. H. Wright, 1972, George Ellery Hale, Dictionary of Scientific Biography, Vol.6, Charles Scribner's Sons, New York, P26.
2. G.E. Hale, 1908, On the probable existence of a magnetic field in sunspots, ApJ, Vol.28, P315.
3. G.E. Hale, 1913, Preliminary results of an attempt to detect the magnetic field of the Sun, ApJ, Vol.38, P27.
4. W.S. 亞當斯, 1915, 天狼伴星的光譜,《天文學名著選譯》, 知識出版社, 1989年4月第一版, 第331頁。
5. A.A. 麥克爾遜 和 F.G. 皮斯, 1921, 參宿四的直徑, 同上, 第333頁。
6. W.S. 亞當斯, 1925, 天狼伴星譜線的相對論位移, 同上, 第462頁。
7. E.P. 哈伯, 1925, 漩渦星雲中的造父變星, 同上, 第271頁。
8. W. 巴德, 1944, 分解 M32、NGC205 和仙女座大星雲的中心部分, 同上, 第276頁。
9. W. 巴德, 1952, 河外星系距離標度的修正, 同上, 第289頁。
10. 張鈺哲, 1946, 手創五天文台之海魯氏 (1868—1938),《宇宙》, 第16卷, 第1—3期, 第5頁。
11. I. 阿西摩夫著,《洞察宇宙的眼睛—望遠鏡的歷史》, 黃群、卞毓麟譯, 1982, 科學出版社, 第164—202頁。

# 由遙遠的超重星系團看宇宙的未來

本圖文譯自 (HST 新聞 STScI-PR98-26 Aug. 19,1998)

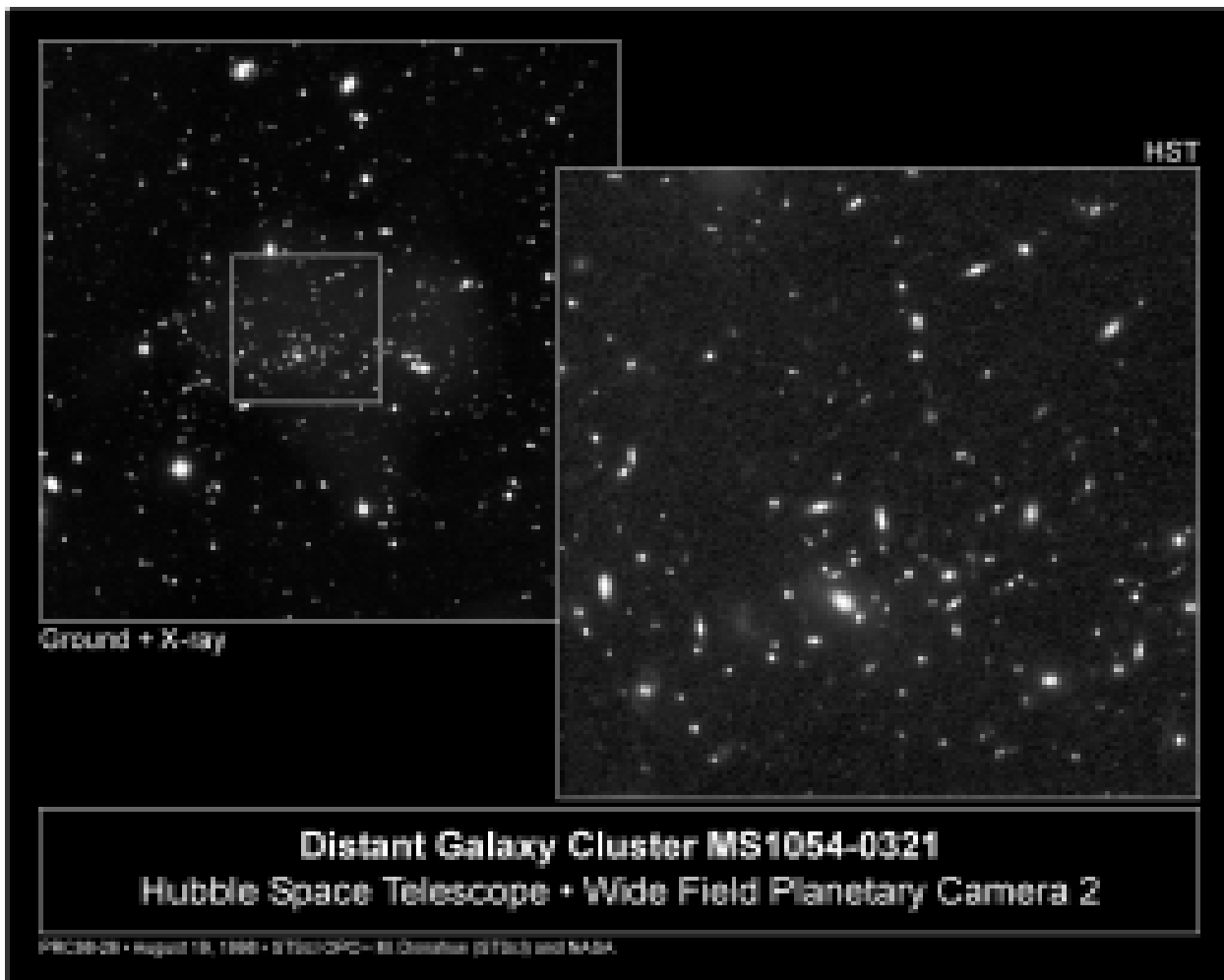
## 編輯部

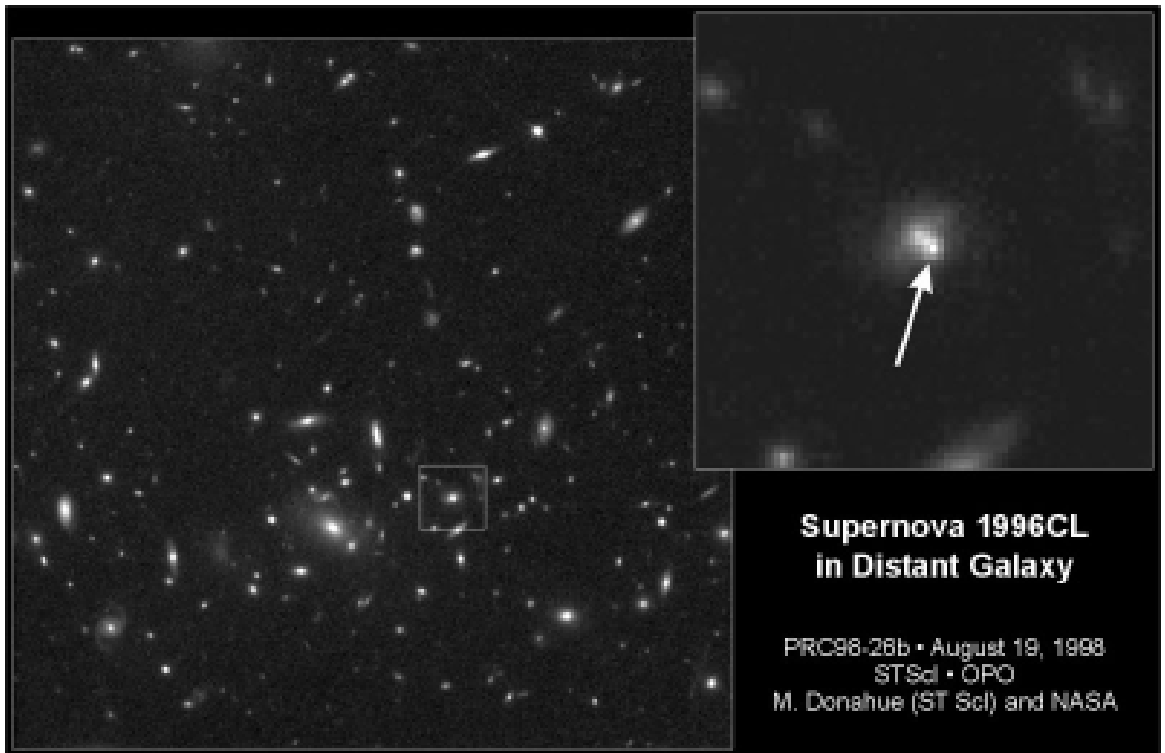
**最**近有一群天文學家在分析編號為 MS1054-0321 的遙遠星系團時，發現這個星系團的質量高達我們銀河系的數千倍，令他們相當驚訝。更讓人驚訝的是：這個超重星系團的發現，代表著宇宙極可能是開放的，它將會一直擴張下去。MS1054-0321 這個編號代表此

星系團中心的位置是在天球赤經 10h54m、赤緯 -3° 21' 的地方。Megan Donahue 等人的研究結果將發表在 8 月 1 日出刊的天文物理期刊 (Ap.J.) 中。

這種重量級的星系團，天文學家們暱稱為「gorilla」(英文意義為「大猩猩」)，主要是存在於距今約 60 億 80

圖一：遙遠的大質量星系團 (STScI-PR98-26a)





圖二：哈伯太空望遠鏡抓到遙遠星系中超新星爆發的影像

億年前的宇宙中前期，整個星系團的質量約為我們銀河系的好幾千倍。MS1054-0321約離地球80億光年遠，由數千個星系所組成，大約有幾千億顆恆星在裡面，星系團的直徑大約是數百萬光年。除了質量大得驚人外，它也是天文記錄上最熱的幾個天體之一，星系間的氣體溫度高達攝氏一億七千萬度（ $1.7 \times 10^8$ ）左右。Voit表示：以目前的技術而言，要在宇宙中發現這樣的超重星系團的機率大約是十萬分之一。

將MS1054-0321與其他四個離地球較近的重量級星系團分析比較後，Donahue認為宇宙在早期的時候非常活躍，星系團成長的速率很快，但是現今的成長速率卻漸趨於緩和。這個情況比較符合低密度宇宙論（low-density universe）的期望，因此宇宙極可能是開放的。她還表示：傳統的宇宙論認為物質密度恰好在可以使宇宙永遠膨脹或是會反過來收縮的臨界點上；不過，由於星系團的成長速率與宇宙中含有多少物質有關，只要宇宙密度稍有差別，星

系團成長的速率就可能會迥然不同。如果宇宙的物質密度大到足以使星系團一直持續成長的話，星系團的總質量應該會隨著時間持續增加，那麼在宇宙的前半期就不會有任何超重星系團存在。但是，現在Donahue卻證實了在宇宙的前半期的確有超重星系團，這表示宇宙中的物質密度不夠大，無法提供星系團成長所需的物質，所以大約從50億年前開始，星系團的成長速率就開始急遽減慢，造成現今的星系團總質量較小。相對而言，如此低的宇宙物質密度，是無法阻止宇宙繼續膨脹擴張的。

除了使用可見光波段的資料外，Donahue等人還將X射線的觀測資料加入，分析結果發現星系之間充塞著大量的熾熱氣體。這些氣體或許是在很久以前由熾熱的星系中噴發出來的，後來受到各星系的重力牽引，無法逸散至太空而留置在星系間。問題是：在可見光和X射線波段「看」到的星系團總質量並不足以留住這麼大量的熾熱氣體，因此Donahue等人認為星系團周遭必定含有

非常豐富的「黑暗物質 (dark matter)」。Donahue 從需要多少物質才能將這麼多的星系綁在一塊形成星系團，估計出MS1054-0321的總質量大約是1千萬億倍太陽質量(  $1 \times 10^{15} M_{\odot}$  )，不過其中只有10%是可以看到的，其他的90%則是黑暗物質。

今年年初就已有數個研究小組使用其他方法，如測量遙遠星系的距離或測量宇宙的膨脹速率等來證明宇宙的確是開放的，Donahue的研究也指向同樣的結果。為了更精確地瞭解宇宙的未來，Donahue等人打算利用HST上的廣角行星相機2號(WFPC2)以可見光波段拍攝MS1054-0321，以便能將星系團中的各星系做明確的型態分類，確定星系中恆星誕生的位置，並研究周遭環境對星系團中各星系的演化有何影響。

有趣的是，由任職於加州勞倫茲實驗室柏克萊分處的Saul Perlmutter所領導的「超新星與宇宙學研究計畫(Supernova Cosmology Project)」在這張1996年3月HST拍攝的MS1054-0321星系團照片中發現一個超新星SN1996CL。SN1996CL是當時已知超新星中離地球最遠的一個，Perlmutter等人利用SN1996CL的資料證明：即使母星系遠至半個宇宙外，HST仍能從星系中把超新星清晰地分辨出來。由於像SN1996CL這樣的超新星非常遙遠，所以Perlmutter就尋找這些超新星來測量宇宙膨脹的加速度或減速度，以便確定宇宙的未來是會持續擴張(開放性宇宙)，還是擴張到一定程度後便會反收縮(封閉性宇宙)。

## 圖一：遙遠的大質量星系團

左圖是由地面望遠鏡拍攝的可見光照片與X射線觀測衛星的X射線照片合成的，右圖則為HST拍攝的照片。照片正中央灰色的光代表星系間充斥著大量的熾熱氣體；這些氣體僅見於X射線照

片，用可見光波段是看不見這些氣體的，這是因為這些氣體的溫度高達攝氏一億七千萬度左右，因此所發出的輻射主要集中在X射線波段。照片中央的方塊表示右圖中哈伯太空望遠鏡照片的視野大小。地面可見光照片是Isabella Gioia於1992年5月至1993年11月間，使用夏威夷大學88吋望遠鏡以近紅外波段(8000埃)濾鏡拍攝了4個小時的成果。X射線照片是美國太空望遠鏡科學研究所的Megan Donahue利用Rosat衛星上的高解析度相機曝光34小時後得到的。HST照片則是Donahue於1996年以近紅外濾鏡(F814W)曝光2小時的結果。

## 圖二：哈伯太空望遠鏡抓到遙遠星系中超新星爆發的影像

HST廣角行星相機2號在1996年3月偶然拍攝到星系團MS1054-0321中有一超新星爆發，編號為SN1996CL。在哈伯的影像中，SN1996CL可以明顯地與其母星系區別開來。左圖中是整個星系團；右圖則是將左圖小方塊中SN1996CL與其母星系的部份放大來看，箭頭所指即為SN1996CL。SN1996CL是Ia型的超新星，通常Ia型超新星的亮度都相等，由亮度便能計算出超新星的距離，而藉此即能計算出宇宙膨脹的速率。



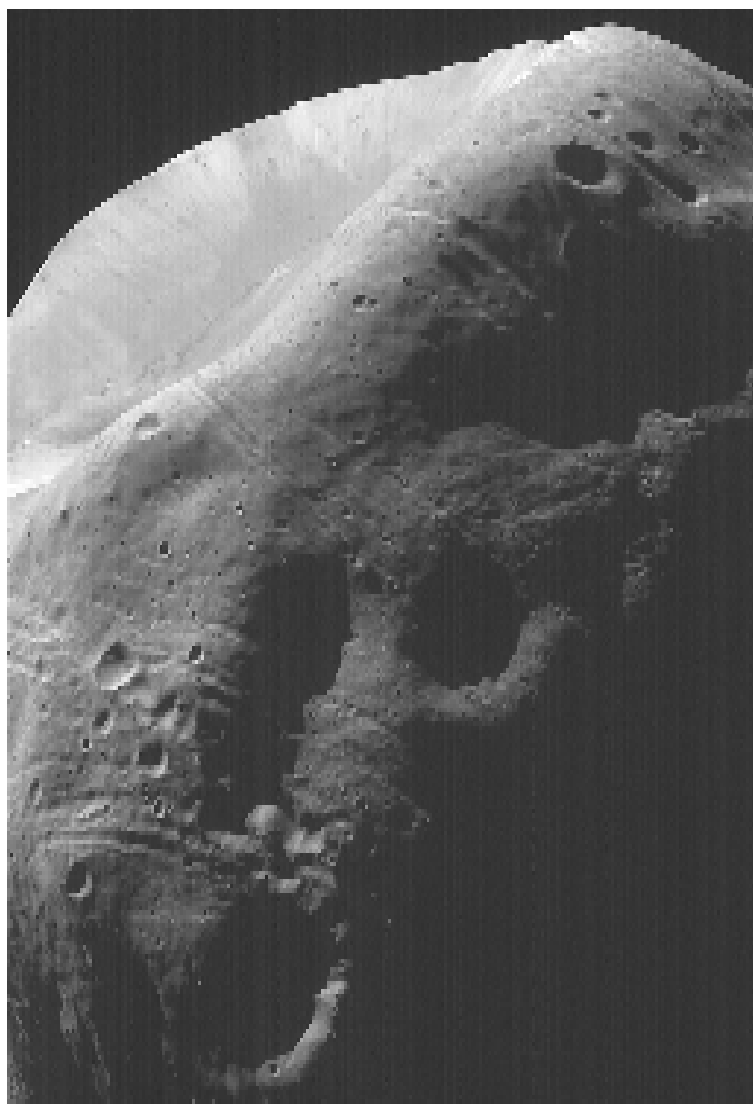
編譯；編輯部 張桂蘭

# 火衛一表面遭粉末狀塵土淹沒

本圖文譯自 ( JPL 新聞第 9891 號 Sep. 11, 1998 )

## 編輯部

由 NASA 的火星全球探測者號 ( Mars Global Surveyor ) 傳送回來的溫度及近距離影像資料顯示：在火衛一 ( 佛伯斯, Phobos ) 的表面，幾百萬年來飽受隕石的撞擊而碎成粉狀；有些較大的隕石坑的陡坡邊，甚至已開始發生山崩，使得隕石坑的邊緣呈現明暗交錯的條帶狀。



科學家們利用太空船上的熱輻射光譜儀偵測火衛一紅外線波段的溫度後，發現火衛一的表面覆蓋了一層厚達一公尺以上的細末狀塵土。同時，這個溫度資料也顯示火衛一的白天和夜晚溫差非常大：在太陽照射得到的白天區，溫度大約在攝氏零下4度左右；然而就在幾公里外的黑夜區卻比地球南極的夜晚還酷寒，氣溫最低可降至攝氏零下112度以下。火衛一自轉一周僅需七小時左右，之所以在其地表會有如此劇烈的日夜溫差，亞利桑那大學的 Philip Christensen 博士認為極可能是那一層厚厚的粉末狀塵土造成的。由於缺乏大氣層的保溫作用，再加上塵土散熱極快，無法留住太陽的熱，所以一旦入夜後，溫度便會驟降。而這些覆蓋了火衛一整個表面的細塵土，應該是火衛一的表面數百萬年來不斷受到隕石撞擊的結果。

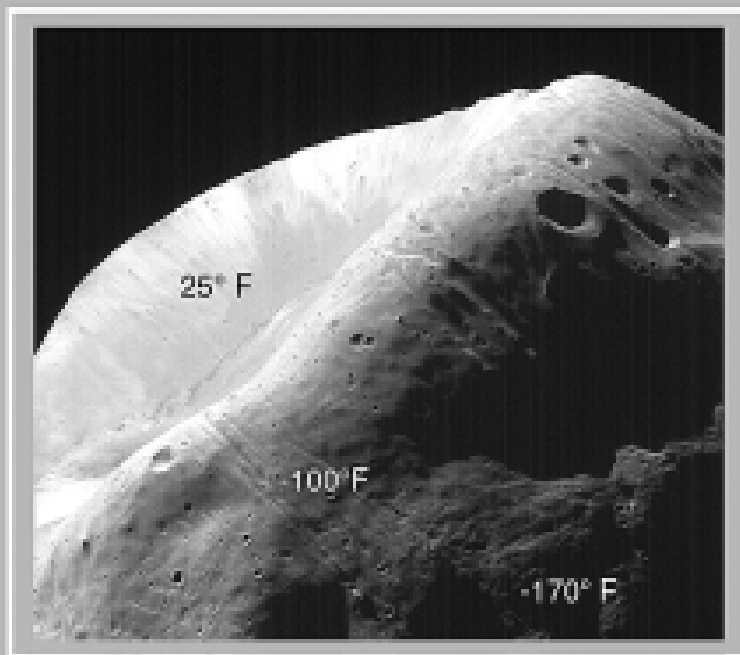
從太空船傳回來的火衛一影像資料是過去所有影像中解析度最高的，因此許多特徵均是前所未見的。其中有一個名為 Stickney 的隕石坑，直徑約為 10 公里，大約佔了火衛一直徑一半大小；在這個隕石坑周圍的環狀山邊，有許多

黑白交錯的條帶，這意味著：即使火衛一的表面重力只有地球的千分之一，仍能使物體向下掉落谷中。除了細末狀塵土外，另有還有一些較大的鵝卵石似乎被半埋在這些塵土中。

這次的紅外探測是在 1998 年的 8 月 7、19 及 31 日三天進行的，因為此時太空船距火星表面的高度約在 1045 至 1435 公里之間，這個距離恰好可以捕捉到整個火衛一的光譜資料；如此一來，科學家們便可藉由全球尺度的紅外資料來比較地球、火星和火衛一這三個組成成分截然不同的世界了。這三者中，由於地球大氣中包含了二氧化碳、臭氧和水汽，所以地球的紅外光譜最複雜；火星次之，因為它離太陽較遠而使得表面氣溫比地球冷，因此大氣中主要是二氧化碳；火衛一的紅外光譜最單純，因為它沒有大氣層，因此主要的熱輻射都完全來自它的地表。關於火衛一的影像及光譜資料可從下列網址中取得：

<http://www.jpl.nasa.gov>  
<http://mars.jpl.nasa.gov>  
<http://www.msss.com>  
<http://photojournal.jpl.nasa.gov>  
<http://emma.la.asu.edu>

火星全球探測者號從 9 月 14 日開始進行它的第二次「氣剎 (aerobraking)」，在未來的四個半月期間，利用火星大氣的摩擦使太空船的軌道高度從現在繞一周需 11.6 小時的橢圓軌道，漸漸降低為週期 2 小時、近圓形的繞極軌道。太空船上的磁強計和光譜儀將從 12 月開始，輪流在太空船最接近火星表面的時候進行測量。此外，負責無線電波科學研究的小組也將利用每次太空船繞到火星背面或是被太陽遮住的時候，藉由測量太空船速度的微小變化來從事火星的重力場實驗。而噴射推進實驗室 (JPL) 和丹佛的洛克



TES Field of View

### MGS Phobos Observations

Thermal Emission Spectrometer  
Mars Orbiter Camera



西德 馬丁太空飛行公司 (Lockheed Martin Astronautics) 則計畫在明春太空船達到最低的地圖測繪高度時，開始針對太空船上高感度天線進行一連串調整與測試的實驗。

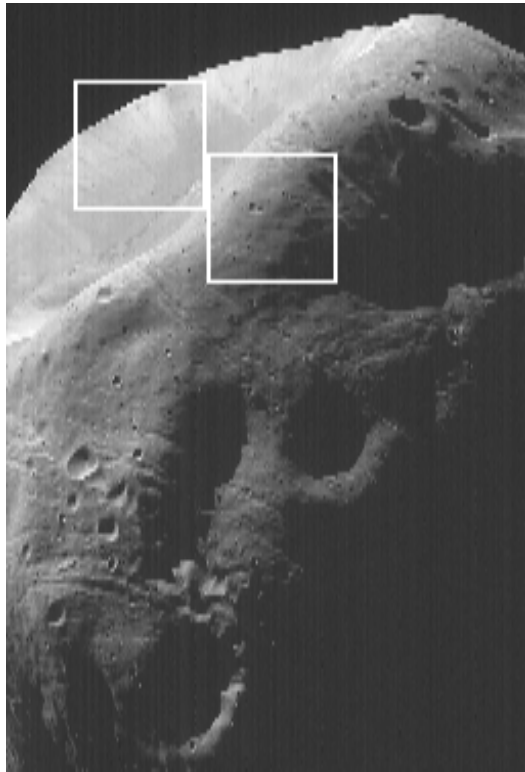
火星全球探測者號是火星探測計畫的一部份，主要由 JPL 負責監督與管理。而位在科羅拉多州丹佛市的 Lockheed Martin 太空飛行公司則負責設計並操作這艘太空船，是 JPL 此次任務中的事業伙伴。



編譯；編輯部 張桂蘭

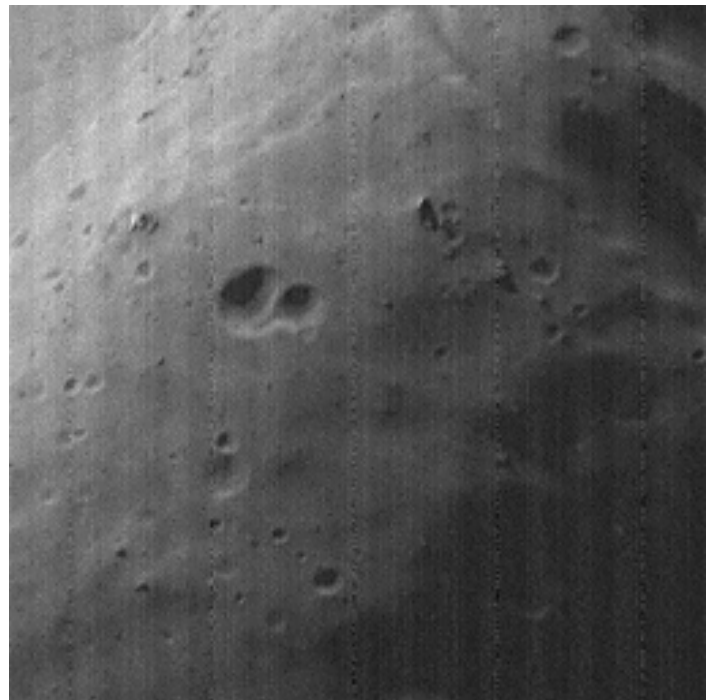
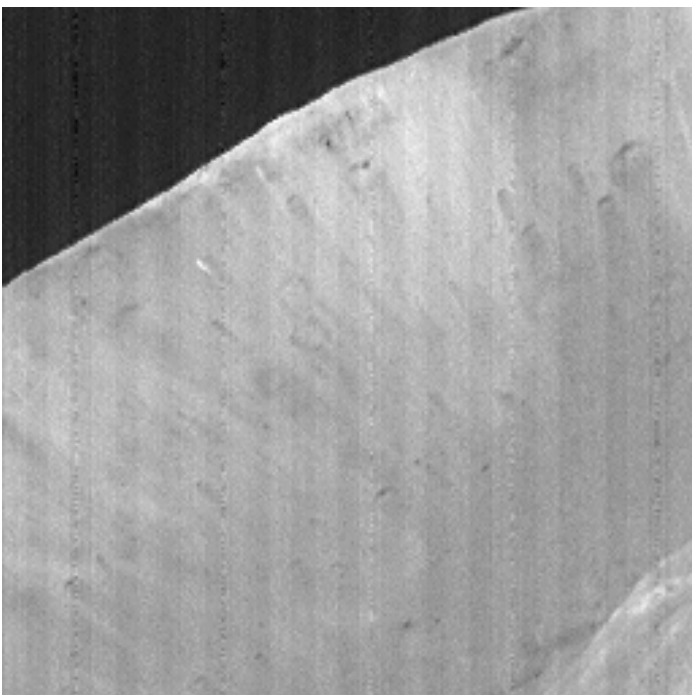
本圖標示出火衛一上各處的溫度，白晝區溫度為 25 ( -4 )，相當於芝加哥冬日午後的氣候；夜晚區已降至 -170 ( -112 )，比地球南極的冬天還嚴寒。





MGS於1998年8月19日10AM PDT拍攝到的幾乎是整個火衛一影像，此時MGS距火衛一約1080公里。此影像寬8.2公里、長12公里，每一CCD的像元(pixel)代表12公尺。圖中方框為上下兩幅影像的範圍，各為1.92公里 x 1.92公里。

圖中顯示 Stickney 隕石坑中的土石滑動情形，每一像元代表4公尺



Stickney 隕石坑外圍有大顆的鵝卵石嵌在塵土中，每一像元也代表4公尺。

# 如何拍攝星跡？

吳志學

從事天文攝影必須購置昂貴且笨重的天文望遠鏡，又要遠離都市的空氣污染和光害，好不容易到達理想的觀測點，還要看老天爺的臉色，常常無功而返。以上種種，對於拍攝天文攝影的追蹤攝影、放大攝影而言，的確如此。然而要拍攝日月星辰，只要擁有B快門的相機和三腳架，即可透過鏡頭、運用底片捕捉那千萬年前，來自宇宙深處，穿越星際到達地球的星光。

雲海保線所 西南星跡

## 星跡攝影的方法

使用固定攝影方法拍攝星跡，對一般天文同好而言並非難事，只要鏡頭對著星空拍攝，使用B快門和快門線長時間曝光，星星就會在底片上留下星跡。向北拍攝，星跡以北天極點呈現圓心的呈現同心圓軌跡。向東、西方向，則星跡呈直線。向南拍攝，星跡是彎向下的弧線（南天極點在地平下）。另外使用的底片感光度較高或使用光圈較大，則星跡較粗且多。若要在短時間（一分鐘以內）拍攝星座或明亮的彗





黎明前的殘月、水星,金星

星，可以選擇感光度 ISO 800 以上底片且配合大光圈 (F1.4-F2.8)，星星移動有限，接近點狀。如果拍攝時間在30分鐘以上，想要表現星跡和景物的細緻質感，可選用 ISO 100 的底片，例如 K o d a k E100S、Fuji RDPII 等，必要時可增感1—2格，其效果並不亞於同廠牌的 ISO 400 底片。ISO 100 以下的底片雖然畫質優良，但因感光度太低，加上底片本身『相反則不軌特性』（就是感光量與曝光時間不成正比特性），一般星跡攝影並不建議使用。

## 取景與曝光

合歡山 西南天星跡





麟趾山 黃昏西南天空

回想十多年前，科學眼雜誌（已停刊）開闢天文攝影園地，帶動天文攝影風潮，但在初期，主編黃先生承受同事們的嘲笑：『那些天文照片，像是在黑紙上灑些麵粉...。』一張完美的星跡作品，筆者個人認為，不只是單純拍攝星跡而已，最好能搭配合適的地面景物來襯托星跡之美。拍攝的主角星星，本身是發光體，除了受大氣層的影響外，亮度是固定的；而地面景物，在入夜後，如果沒有其他光源照射，景物呈現黑色剪影。因此，在太陽下山後星星閃亮時，有哪些

麟趾山 南天星跡





麟趾山 獵戶東昇

光源可以為景物補光呢？一.落日餘暉或黎明前曙光，二.月光，三.人為燈光。

## 落日餘暉補光

利用落日餘暉補光，並不容易控制曝光量，根據筆者個人的經驗，歸納三種參考依據：

(1)推算日落時間，在日落後 40 至 50 分鐘左右開始拍攝。太早，則天空仍明亮，星跡不明顯，容易曝光過度。大約在日落後 60 分鐘以後，日光完全褪去，進入黑夜。

(2)利用相機的測光表輔助，通常日落後 30 分鐘以內，天空的亮度仍可用測光表量出曝光值。等到測光表已經測不出天空的亮度，但肉眼仍可看見天邊晚霞的時刻進行拍攝。

(3)天空漸漸暗下來，三等星已經可以清楚看見的時刻。使用高

合歡山(武嶺) 北天星空



感度底片及大光圈時，要等到天空明顯黑暗下來，再進行拍攝。

## 月光補光

利用月光補光時，地面景物的受光情形(光影效果)肉眼可看見，所以取景構圖時，類似白天拍攝景觀照片。主題是星跡攝影時，星空部份佔的比例多一些。月光的強度以農曆初五 初八，二十三 二十六較合適。曝光控制，可以依據月照的地面景為準，除了考慮月光的強弱以外，地面景的反射率影響很大。雪地、岩壁屬於高反射率，而樹木、山脈、湖泊屬於低反射率。反射率高低，影響曝光時間的長短。例如農曆初六的月光，使用ISO 100底片，光圈F5.6，雪地的曝光值約15 40分，山脈的曝光則要約40分 2小時。同樣的月光下，曝光值仍有差異，主要的因素和白天拍照一樣，太陽的位置和被攝體之間是正面光、側光或逆光會影響曝光值的大小。當然，拍攝星體的過程，並不一定要全程月光照射例如您可以利用月落前一小時的月光照亮景物，月落後繼續曝光，那麼景物的曝光值因沒有光源補光，可以維持不變，星跡曝光時間則可以延長。所謂"月明星稀"，使用月光補光時，最好選擇明亮的星座拍攝，例如獵戶、天蠍、人馬、夏季大三角等...。月光補光時，地面景不宜過量，以維持星夜的柔和和神秘感。

## 人為光源補光

利用人為補光。可分兩種情

形，一是現場環境存在的光源，例如遠方村落的燈火、湖岸燈火倒影等。另外是人為可以控制的燈光，例如手電筒、車燈，一般適用在景物離相機不遠的情況，通常在100公尺內。後者的優點是可以主動控制光源的方向和強度，創造的空間較大。但要注意光源的色溫問題，一般而言，手電筒、車燈等色溫較低，拍出來景物較偏橘色，配合星跡較為人所接受。若直接用電子閃光燈補光，像大白天日光般的光質，和星夜的感覺不協調。

以上三種補光光源分項說明，只是方便說明各種光源的特性，在現場拍攝時，你可能同時運用到二種以上的光源。其實星跡本身的曝光控制並不難，有基本的數據可以參考，但是配合前景和光源不同時，所產生的不同組合，考驗攝影者的構圖與曝光控制能力。相較於一般攝影可以在短時間內多拍幾張不同曝光值，等到沖洗後再檢視成果。而長時間曝光的星跡攝影常常最佳的拍攝條件只能有一次按快門的機會，等到沖片結果出來，那真是"一翻兩瞪眼"。當然，可以多帶幾台相機和三腳架，同時拍攝不同的曝光值，成功的機會比較大。沖片時，可以先沖洗其中一卷，等到結果出來，再決定其他卷是否需要做增感或減感處理。另外使用負片拍攝，因曝光寬容度比正片大，成功的機率也會多一些。

## 後記

天文攝影作品另外值得探討的問題是『技術還是創作?』和

『共相還是異相』。以拍攝星雲、星團來說，使用器材的精良與否和天空條件、是作品成敗的關鍵。構圖能力考驗的是攝影者的眼力如何將主題放在正確的位置，曝光值也有一定的標準可依循；能發揮個人創意的地方，多偏向技術方面，例如使用不同濾鏡控制曝光波段，底片的選擇和特殊的沖洗技術..等，所以在技術程度和天空條件相當時，彼此拍攝作品間容易形成 " 共相 "。而星跡攝影，會因每個人選擇景物不同而有差異，作品之間就形成 " 異相 "。

去年楊德良先生的天文攝影展中，最獲得收藏家欣賞而願意花錢購買的作品是以固定攝影方式拍攝的『海爾波普彗星與夫妻樹』，因為隨著彗星的遠離，不可能再拍攝相同的作品了。又前幾年日本天文雜誌的年度最佳天文攝影作品，也是利用固定攝影加上重複曝光方式，拍攝富士山黃昏與月掩金星的全程畫面。筆者並無意貶低追蹤及放大攝影的價值，而是希望大多數沒有天文望遠鏡或追蹤精準的赤道儀的天文同好，只要擁有基本的攝影器材，同樣擁有天文攝影的天空。



作者介紹；中華民國自然與生態攝影學會 理事

## 照片說明

雲海保線所 西南星跡 1997/1/2 02:20 03:20 28mm F5.6  
Kodak E100S 2 (月齡 23)

下弦月在東南山頭上，柔和的月光照亮了大地，加上冬季明亮星群，譜出星月交輝的月光曲。

黎明前的殘月、水星、金星 1998/3/26 50mm F2.8 曝光 1 秒  
Kodak E100S

短時間曝光時，星跡維持點狀。

合歡山 西南天星跡 1998/3/25 18:51 21:35 28mm F5.6 F8  
Kodak E100S (日落 18:12)

圖中雲海和天空的藍色，主要就是靠日落後 40 60 分鐘微弱的落日餘暉所拍攝，之後繼續拍攝的時間長短，只關係星跡的長短與多寡，並不會影響地面景物的曝光值。

麟趾山 黃昏西南天空 1997/1/13 18:20 18:40 50mm F5.6  
Fuji RDP 100 (日落 17:30)

黃昏西南天空留下美麗的色彩，使山巒的層次和雲海非常好看。可惜東季的南天星空亮星不多，如果配上夏季南天銀河，就是一張完美的星跡作品了。

麟趾山 南天星跡 1997/1/13 19:10 19:30 50mm F4 Fuji  
RHP400 (月齡 5)

落日餘暉褪去以後，月亮在西方天空，將南台灣第一高峰—關山和附近的群山照亮。使用 400 度底片可以縮短曝光時間，因為當時氣溫只有攝氏二度。

合歡山(武嶺) 北天星空 1998/3/26 03:25 05:03 28mm F5.6  
Kodak E100S

合歡山武嶺停車場是台灣公路最高點，不少天文同好曾在此觀測。停車場北邊是岩石裸露的山壁。當星夜來臨時，以此山壁作前景，利用車燈從側面補光，增加岩壁層次感。

麟趾山 獵戶東昇 1997/1/13 18:19 18:35 28mm F4 F5.6  
Kodak E100S (月齡 5)

黃昏時刻，站在麟趾山頭，背對著西方的霞光，東方獵戶座已昇至玉山山頭上。此刻落日餘暉和月光共同照亮玉山的銀白世界。



## 宇宙劇場天象儀系統簡介

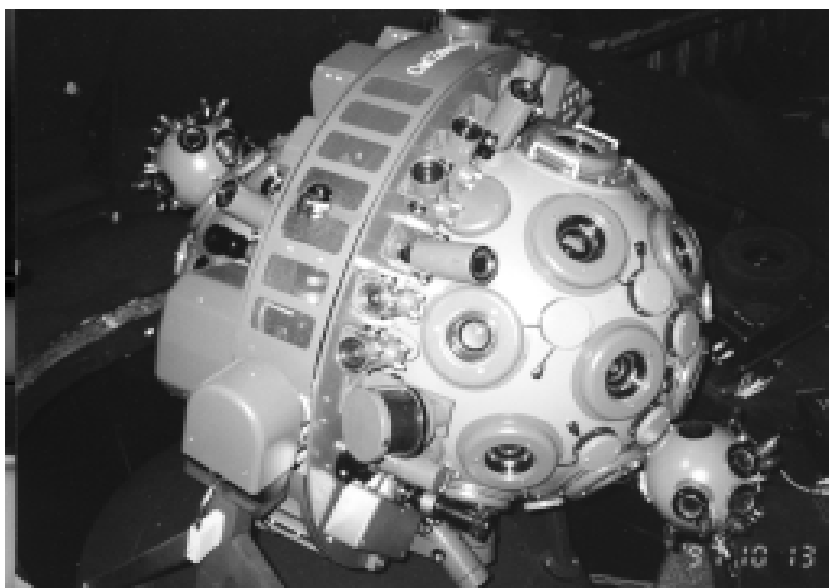
洪景川



**歷**經了一百五十億光年震撼刺激的「宇宙探尋」旅程之後，您猛然察覺自己正置身在陽明山擎天崗大草原上的蟲鳴蛙叫中，怡然地臥看牛郎與織女星；甫從地球軌道高空處與美俄太空人共遊「和平號太空站」歸來，渾然不覺您已與其他三百廿多名旅客降落在三

十八萬六千公里外的廣寒宮外，凝視著家鄉行星藍色地球，並欣賞讚歎著無光害下的冬季大鑽石。這不是虛擬的廿一世紀太空科幻小說，而是台北市立天文科學教育館宇宙劇場結合了艾美克斯全天域電影與德國蔡司第六代TD型天象儀，每天為來訪的市民、來賓及師生所提供的「寓教於樂」的多樣性視聽教育節目。

德國第六代TD型天象儀本體



位在台北市士林區基河路三百六十三號，新光醫院及北士商之間的市立天文科學教育館，自去年寒假期間(民國八十六年二月)開館以來，已為全體市民及全省各地喜愛看星星的朋友們，在基河路固有的夜市小吃及海洋水族館的食人魚及鯊魚群之外，提供了一個可以上天下海，貫通古今的天文科學充電補給站。遨遊在三層樓廣大深入的展示場及屋頂露台



的太陽黑子、行星觀測室天文「室內觀星」，中為天象儀系統

台之後，來賓們更可以在外徑三十公尺半圓形金黃色外頂的宇宙劇場內，舒舒服服地伸展筋骨，躺臥在傾斜的沙發座椅上，與「太空梭」上的男女太空人一起參與修復人造衛星的任務，或是由地球高空俯視著以全世界五分之一以上的淡水流量流入大西洋的「亞馬遜河」流域中的珍奇百怪動植物生態。

自從去年十一月初，宇宙劇場中央的德國蔡司第六代TD型星象儀正式竣工啟用以來，不論是每天八場、例假日十一場次的十分鐘當季星空常態放映，或是每兩週一次，配合隔週週休二日，在週六下午六時實施的全場五十分鐘雙季星空講解節目，都頗獲好評，廣受市民來賓大眾的喜好。因為廿五公尺大銀幕的影像震撼力，不僅展現了天文科教類全天域影片的魅力，同時也讓市民朋友們脫離了以往在較狹小的天



行星投影機島

象館中的壓迫感（例如本館前身，位在圓山上的老天象館之十六公尺圓頂天象放映室），進入更開闊、更寫實的星際空間中來認識群星的神妙。

秉持著當年發展出世界首部天象儀的專業執著及精確洗練的德國傳統高水準光學工業技術，西德蔡司公司太空科技部門在兩德統一之前所生產的最後一部，同時也是世界上第

二套的第六代TD型（Tilted-Dome:傾斜式圓頂幕）太空模擬星象放映系統，繼安裝于丹麥哥本哈根市第谷天象館的第一套6TD型之後，于七年前（民國八十年）空運來台，並于倉庫中妥善儲存保管後，于去年四月份起施工，歷時半年的安裝測試工程（含德國技師二個月的暑期假期），終能在去年十一月初開光服役。

早期的星象儀，南北天兩個投映球多半獨立分開，兩者之間的距離隨著儀器設計改革的演進，逐漸愈靠愈近，終於在外觀上合而為看似一體的圓球，本館的六代TD式天象儀屬於蔡司採用透鏡投映式的最後一代，在外觀上，看似兩個稍微偏心結合的半圓球體，其中所使用的主星燈泡，已由當年進口時配備的大型OSRAM牌熾熱燈具，改裝為新一代更輕巧、



#### 主機微電腦控制單元

更明亮而號稱更接近天然星光譜色溫的菲力普(Phillips)牌兩顆各為五百七十五瓦功率的氬氣放電管燈泡。由於新舊燈泡之尺寸及輸出差異，因此蔡司公司為之設計了新型的轉換插座，安裝在原燈座與新燈泡之間，以確保燈芯之準直及燈具操作之穩定性。

由於它是屬於新世代的「太空模擬型(Space Simulator)」星象儀，因此傳統上慣常附著在兩個主星球之間或外側可以見到的各大行星投映裝置及日、月投映機制，在此型儀器的平面配置上，均已被全盤獨立出來，改配置到主恆星球座前方的區域上。這個近似長橢圓形的區域，被廠方及業界通稱為「行星投映機島」，或簡稱為「行星島」。島



#### 控制台與自動控制電腦

中裝置了十一部大大小小的投映機組，分別連線至劇場中央後上方的控制台上的手動控制台及自動控制個人電腦，並與樓下全天域放映室機房內的主機微電腦運算控制單元相連。島中位於中央一前一後的兩個較大型的投影裝置分別是日(前)投影機及月(後)投影機，兩機除了與電腦連線，可以準確投映日、月影像位置及正確相位至銀幕上之外，並可演示各類型日食及月食之現象。島中另外八部較小而外型相似的裝

置，分別為水、金、地、火、木、土星及天王星等七大行星投影機及一具「光點投影機」。「光點投影機」為光度可調節，位置可計算改變的多功裝置，可作為演示其餘行星、特殊天體或標示特殊位置，甚或救急用(緊急備用星星點)的投影目的，行星之演示中，金、木、火、土四大行星的影像，並可作無段伸縮變化，展示出視直徑大小連續變化的投映特效。

行星島中最前方，位在太陽投影機前方之號角型小投影機為「人造衛星投影裝置」。

#### 春季認星歌





**地球特效投影機與流星群投影機**

它可以光度及速度無段連續式可調的機制來模擬人造衛星通過地球高空時，由地面觀測者目視見到的光度具有變化的移動光點。此裝置並可藉由機上「限制光圈」之調節，來演示人造衛星通過地球影時光點消失及再現的現象。

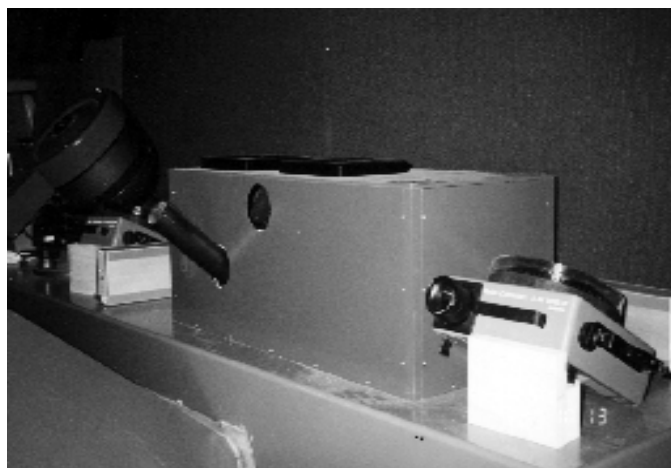
行星島後方中央部份的巨大藍色金屬多窗孔球體就是主星球，它可以投射出全地球上六點五星等級的八千九百多顆星光點及四十三種希臘神話星座圖繪(含黃道十二星座，係以較深之橙黃色線條圖示區分一般星座之黃線圖繪)。其中黃道之標示，原廠提供本土化之中文月份字體標示，而時角圈、子午圈、方位角標示及天球極點標示一應俱全。

太空模擬式天象儀之最大特色，在於操作者可藉由電腦之輸入運算程式，任意選擇觀察者之觀測點。可由地球上之觀測點，任意變換座標原點到太陽

系內外(或附近)任何一個行星之上或行星之間，來演示其他星體之間的相對運動情形。這是傳統式天象儀所無法作到的。目前在台灣，除了台中市的國立自然科學博物館太空劇場中之日本五藤天象儀「GSS」有此功能之外，並無其他天象儀器具備這項功能。一般通稱此項功能為「虛擬行星際航行」功能；此種儀器則被稱為「太空模擬式天象儀」(Space Simulator Planetarium)。

在主星球稍前方，十二角形遮光環罩(Baffle)正前內側，裝置了五部哈蘇牌，配備蔡司原廠幻燈鏡頭的120(6\*6)規格幻燈片式的全景投影機。原廠提供了多套地景燈片(Panorama)，含月面、火星、外星假想基地，及外側冰凍行星表面等影像。並提供一組全景變形攝影裝置，可供館方自行攝製符合投影規格的全景幻燈片備用。宇宙劇場同仁並利用此裝置與IMAX全天域影片開場

**極光、超新星、小行星體投影機**



告示及散場方向提示功能結合，製成了不少聲光俱全的科教用及公眾提示用全景燈片，于各場節目中普遍運用(如安全事項、合作事項、四季認星歌訣及恒星星名、天球四獸圖形等等)。

在整套機組最上方，介於全天域電影機鏡頭門(劇場術語暱稱此處為「狗屋」)及十二角形遮光環罩之間的裝置，是蔡司專屬，與美國 Sky Scan 系統公司合作的「特效投影機組」。其中包含了可以投出在地表上空約一萬公里(6,200 英里)處所見的整個地球虛擬立體的旋轉影像(含雲層)，以及「流星群投映機」(可投映演示「散在流星或大小流星群」)，和「三合一(極光、超新星、小行星或彗核體)投映機」。與主控台和電腦相連結的兩部柯達多媒體幻燈機也裝置在此台中，與控制台上的單機作業恒星星名幻燈機共同工作，提供了中文化、活潑化的星座及星名「望文生義」教育法。

以上簡單介紹了台北市立天文科學教育館宇宙劇場中的星象教學演示系統，還望海內外各地先進不吝指教。更歡迎蒞館親臨指導，提供您寶貴的意見，作為我們求新求進的改進參考。天文館視聽組(第四組)也歡迎您在全球資訊網([www.tam.gov.tw](http://www.tam.gov.tw))上來參觀本館的網頁及來函敝組電子郵箱([tam004@tam.gov.tw](mailto:tam004@tam.gov.tw))指導，謝謝大家！



作者介紹；作者任職於台北市立天文科學教育館

# 台北市立天文台

## 太陽黑子相對數的考查

李可軍

台北市立天文台編的(1997年天文年鑑)給出了台北市立天文台的自1954年1月至1996年9月的太陽黑子相對數。本文用Solar Geophysical Data上對應的數據對其進行了考查。結果發現台北市立天文台的太陽黑子相對數在在整體上及各個太陽活動周內與SGD上數據較大幅度相關。在第20太陽活動周期內，台北市立天文台的太陽黑子相對數與SGD上的數據符合得很好，在第21太陽活動周期內次之(偏大)，在第22太陽活動周內再次之(更偏大)。偏大的原因可能是台北市立天文台將太陽黑子群劃分得過多所致。

**太**陽活動強弱最明顯的標誌就是太陽黑子的多寡和大小，因此太陽黑子計數是一項長期的觀測項目。中國早在紀元前便有許多目視的觀測記錄，這無疑是十分珍貴的資料。然而只有在1610年望遠鏡用於天文觀測後才有可能逐步累積完整的太陽黑子資料。1849年，瑞士蘇黎士天文台的羅沃爾夫(R. Wolf)提出一種統計方法，稱作沃爾夫黑子數或沃爾夫相對數，其定義是：

$$R=K(10g+f)$$

式中g是日面上黑子群的群數，f為單個黑子數，K是一個與觀測儀器、方法、觀測時的天氣、觀測者的經驗等多種因素有關的換算因

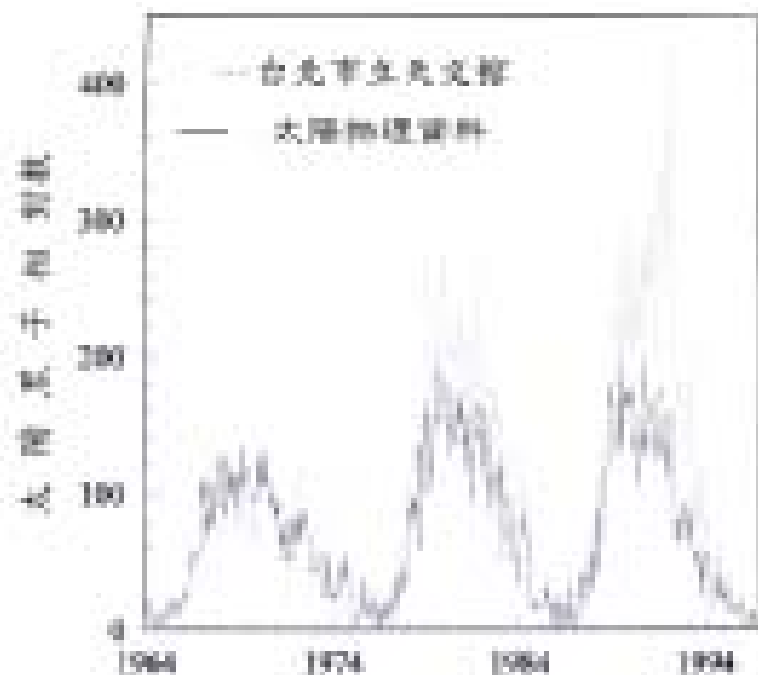


圖1 台北市立天文台的太陽黑子數與SGD上對應數據的比較

註：台北市立天文台已於1996年11月改制為台北市立天文科學教育館

子，沃爾夫把自己的因子定為K=1，其他觀測者的K值則需要通過長期與蘇黎士天文台的觀測資料相比較而得。沃爾夫黑子數實際記錄的是某種加權平均，故有時也稱黑子相對數。

台北市立天文台自民國三十六年七月起即開始觀測太陽黑子，迄今已滿五十年。五十年來此項資料按月寄至蘇黎士大學的太陽黑子研究中心及全球各地共同觀測的天文台，其間，太陽黑子中心在民國七十年結束黑子的研究工作，觀測資料按月改寄比利時皇家天文台內的太陽黑子資料中心(S.I.D.C)。台北市立天文台編的(1997年天文年鑑)給出了台北市立天文台的自1964年1月至1996年9月間的太陽黑子相對數，圖1所示。圖1還給出了(Solar Geophysical Data)(簡寫為SGD，下同)公布的同期太陽黑子相對數。由圖1知，台北市立天文台的太陽黑子相對數基本上能反映太陽黑子的活動周期性。

下面用線性回歸分析法來看台北市立天文台的太陽黑子相對數數據的相關性。線性回歸方程一般寫為： $y=bx+b_0$  式中x為SGD上的每月太陽黑子相對數，y為台北市立天文台的每月太陽黑子相對數。相關係數R為：

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$$

N為數據點的個數。

從1964年1月到1996年9月共計有393個數據點， $n=393$ 。圖2給出了台北市立天文台的太陽黑子相對數與SGD上對應的數據相關直線。其直線計算結果為 $b=1.453045$ ， $b_0=-5.377818$ ， $R=0.911131$ 。R值較大，說明台北市立天文台的太陽黑子相對數整體上，在較大程度上SGD的數據相關聯。

圖1中的三個山峰曲線正好對應於太陽活動的三個活動周：第20太陽活動周(1964年1月至1976年2月)、第21太陽活動周(1976年3月至1986年9月)。第22太陽活動周(1986年10月至1996年9月)。圖1顯示台北市立天文台的太陽黑子相對數在第20太陽活動周內與SGD上數據符合得最好，第21太陽活動周次之，第22太陽活動周再次之。

圖3分別給出了三個太陽活動周內台北市立天文台的太陽黑子相對數與其對應的SGD上數據的相關直線，圖中符號意義與圖2同。圖中計算結果為：第20太陽活動周 $b=0.965117$ ， $b_0=3.484176$ ， $R=0.931314$ ；第21太陽活動周 $b=1.334316$ ， $b_0=1.889145$ ， $R=0.980469$ ；第22太陽活動周 $b=1.687096$ ， $b_0=2.344970$ ， $R=0.9264603$ 。三

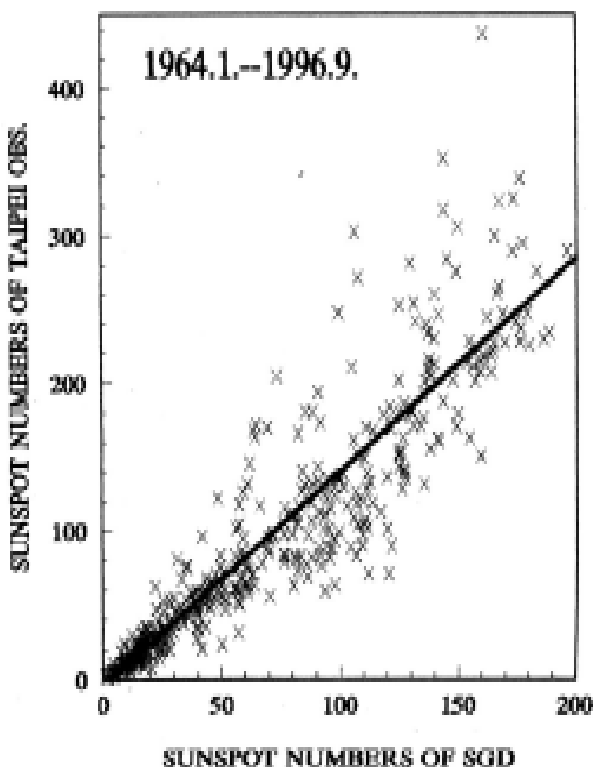


圖2台北市立天文台的太陽黑子相對數與SGD上對應數據的相關性。符號x為觀測數據，實線為其相關直線。

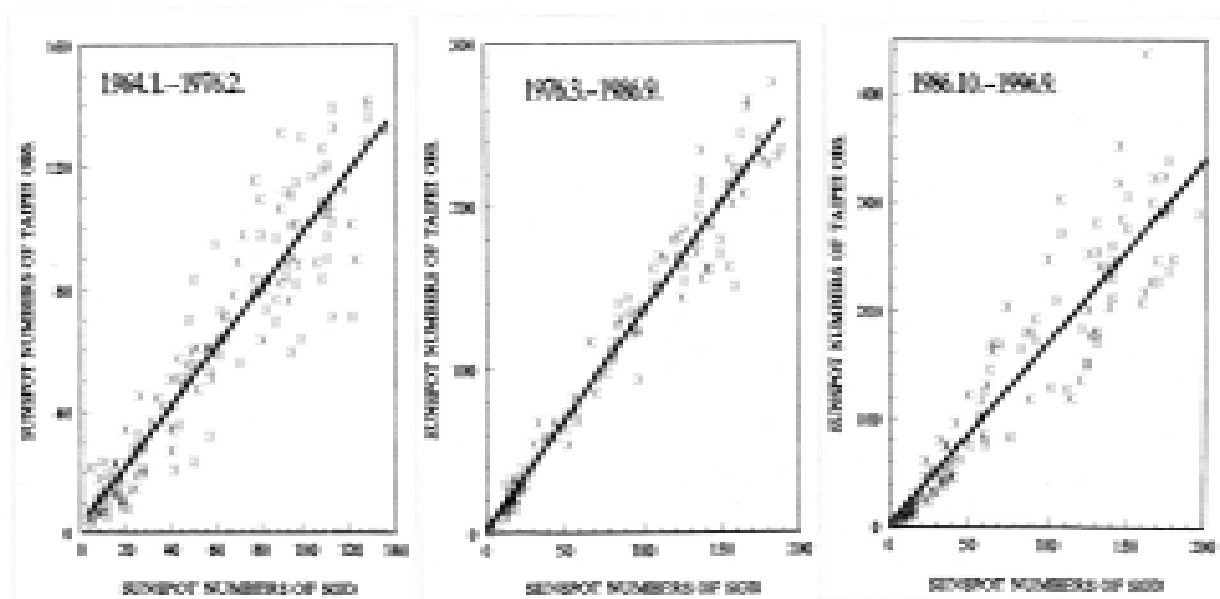


圖3台北市立天文台的太陽黑子相對數分別在三個太陽活動周與SGD上對應數據的相關性

個R值都較大，說明台北市立天文台的太陽黑子相對數在三個太陽活動周內在較大程度與SGD上對應的數據相關聯。

在統計意義上，台北市立天文台的太陽黑子相對數與SGD對應數據的偏差為：

$$\Delta = y - x = (b - 1)x + b_0$$

圖4給出了三個太陽活動周內的偏差直線。圖中顯示：從統計上說，台北市立天文台的太陽黑子相對數與SGD上對應的數據相比，第20太陽活動周，符合得最好，只是在太陽活動低年極小期略微偏大，在太陽活動豐年極大期略微偏小；第21太陽活動周次之（偏大）；第22太陽活動周再次之（更偏大）。造成台北市立天文台的太陽黑子相對數與SGD上對應的數據有偏差的主要原因，我們推斷為：第20太陽活動周內定義沃爾夫相對數係數K不應籠統等於1(台北市立天文台的係數K實際值恆為1)，第21和22太陽活動周內，由於太陽活動豐年期日面上往往出現較多的黑子，給黑子劃分群數較困難，而台北市立天文台的黑子群劃分可能偏多。

作者介紹；雲南天文台 副研究員

**本館註**；太陽黑子觀測相對數與觀測者、儀器與環境有關，本館自1947年觀測黑子自今以歷經4任觀測者，並數度更換觀測儀器。隨望遠鏡口徑增加，可見黑子數量亦增多，應加入各測站比較值k，此原因或許可解釋李先生的分析結果。

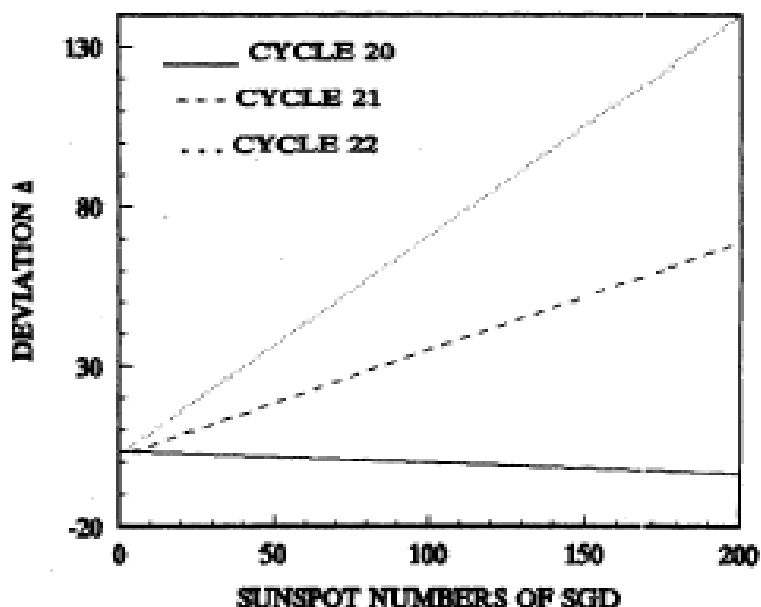


圖4台北市立天文台的太陽黑子相對數與SGD上對應的數據分別在三個太陽活動周的偏差。





# 認識星星

詹靜純

嗨！各位，大家好，今天天文小教室要和大家來談談星星的故事。你知道天上的星星有幾顆呢？一千？二千？三萬？噫！噫！猜不到吧！其實要看你是用什麼工具來測量。若以一般正常人的眼睛看夜晚的星空，算一算星星的數目大約是六千顆左右。若用望遠鏡觀看，隨著望遠鏡口徑的增加，可以看到比較暗的星，例如用十公分的望遠鏡來計算全天空的星星，那可高達二十幾萬顆呢！天文學家根據目前觀測結果推算，宇宙中大約有 $10^{22}$ 顆星！那可真是一個天文數字。

請問：全天空最亮的星星是哪一顆？

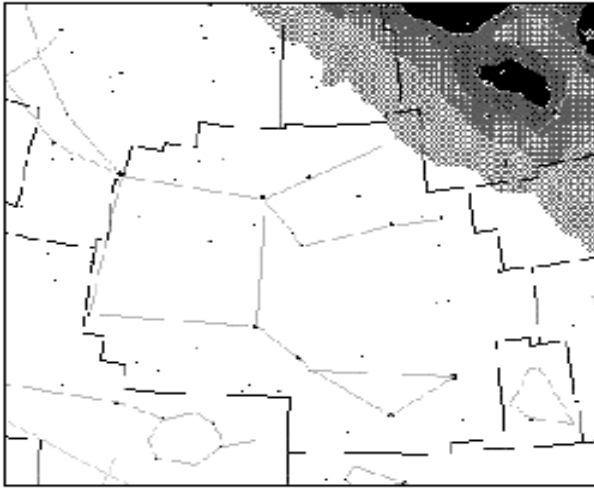


翻譯：昱

## 《進階》

由於天上的星星數量實在太多了，無法一一分辨誰是誰，古人將天空中一群一群的星星給予名稱，也就是星座（constellation）。星座名稱包含神名、英雄及動物等等。對古人而言，一個星座是指一群形成特殊符號或樣式的星星，星座與星座之間並沒有很明顯的界限。我們所熟悉的星座名稱源自五千多年前美索不達米亞平原的西方文化（迦勒底人），之後加入巴比倫、埃及和古典時期希臘天文學所使用的星座名稱。到了西元前二百年，埃及人托勒密歸納出四十八個星座，這四十八個星座名稱仍沿用至今。

在近幾個世紀，由於望遠鏡的發明加上航海的盛行，南天的星座陸續地被發現，所使用的名稱通常與航海有關，如船帆座及羅盤座。有些星座反應了當時的機械時代，如顯微鏡座、望遠鏡座等等；之後天文學家陸續加入其它星座。由於各國所使用的名稱不一，因此在西元1928年，世界天文聯合會召開會議，將全天空劃分成八十八個星座，除了採用托勒密的四十八個星座名稱之外，還加入各國具代表性的名字，這就成為我們目前所通用的星座了。（正式的名稱可參考市面所出售的星座盤）。所制訂的星座分法，清楚的劃分星座與星座之間的界限，橫的一定平行赤緯，直的一定平行赤經，故現在的星座並非指一群恆星，而是天空中一個區域，在天空的每一個星點只屬於一個星座（如下圖）。實際上，星座內的恆星通常彼此之間並無任何物理關係，有些與其它的星相距甚遠。



星圖的一部份。由圖中可看出，星座與星座之間的界線為直線或橫線，中間區域為飛馬座，左上角為仙女座。

## 星星的亮度

天空上每顆星星的亮度並不相同，有些星星特別亮，即使在台北市也可以看到。大約在二千一百多年前，有天文學之父之稱的希臘天文學家希帕克斯（Hipparchus），將天空的星星依照亮度分為六個等級，最亮的為第一等，較暗的為第二等、第三等....，第六等是肉眼可以到最暗的星，他將此記錄成恆星目錄，成為古代天文學的基本參考。這種星星亮度的分類方法，仍然沿用至今。

後來天文學家利用光度計測量星星的亮度，發現六等星與一等星的亮度相差一百倍，而且每相差一個等級，亮度就差 2.52 倍；另外，隨著望遠鏡的發明，所看到的星愈來愈多，也越來越暗，因此現代天文學家將星星亮度分類法做了一些修改，利用靈敏的光度計測量恆星的亮度，使得星等更為準確，例如 Leonids（獅子座）為三等星，更準確的是 3.34 等；此外，在測量希帕克斯所提的第一等亮星，發現有些亮度比 0 等還亮，如織女星的亮度是 0.0 等、天狼星為 -1.46，因此現在的星等分法不只是六個等級而已。

以上所指的星等是星星看起來的亮度，並非星星實際的光度，比較暗的星有可能離我們較遠，也有可能他原本的發光度就比較弱。

### 《進階》

在西元 1603 年，巴耶（Bayer）發明了一個方便的星星命名方法，即依照星座內各恆星的亮度大小，依序給與希臘字母：α、β、γ、δ、ε、ζ、η、θ、ι、κ、λ、μ、ν、ξ、ο、π、ρ、σ、τ、υ、φ、χ、ψ、ω 等，例如大犬座（Canis Major）中最亮的一顆星（天狼星），表示方法即在 α 之後加上星座的所有格，寫為 Canis Majoris，縮寫成 CMa。若星座內的星數太多不敷使用，於 ω 之後再加入拉丁小寫字母，然後再用大寫字母至 Q。

自從十七世紀發明望遠鏡，人們觀測到更多的暗星，上述方法不敷使用，因此創立了另一個系統來命名恆星，號碼表示法。例如以前大家公認的不列顛星表（Historia Caelestis Britannica），即依照星的經度為序來編號，近代星表都按這種方式編制星的順序。

## 星星的顏色

在數星星的時候，你是否注意到星星的顏色有白的、黃的、紅的還有藍的，為什麼會有這麼多種顏色的星星呢？例如將一塊金屬加熱，起初會呈現暗紅色，隨著溫度的升高，慢慢地轉變成橙色、黃色，甚至青白色。質量較大的星球，內部氣體燃燒的速度較快，所產生的溫度也較高，所發出的光偏藍色。因此星星的顏色代表著星球表面的溫度，溫度高的看起來較藍，溫度低的看起來較紅。

溫度	星名	顏色
11000-25000 度以上	天狼星	藍
7500-11000 度	織女星	白
5000-6000 度	太陽	黃
5500-5000 度	五車二	橙
2500-3500 度	心宿二	紅

請問：既然太陽是黃色，為什麼太陽光透過稜鏡時，會出現七彩顏色呢？



答：太陽呈現黃色，是因為它輻射的所有光線中以黃色光最強，而不是只有黃色的光。

作者介紹；作者原任職於台北市立天文科學教育館  
現職交通部觀光局花東縱谷國家風景區管理處

# 如何用太陽定方向？

包舜華

SOS！SOS！小華拼命地以無線電報機發出求救訊號，可是幾天過去了卻也沒有半個人影來到這個渺無人煙的太平洋小島營救。失望之餘，小華於是斜躺在入夜後的海岸邊。海浪十分的平靜，只見織女星已經爬到頭頂上，而遙遙相對的牛郎星還在南偏東方向追個不停。現在應該是八月初的某一日吧(註一)。記得不久之前，參觀台北市立天文科學教育館時，大哥哥教我認識夏季大三角。學是學了，可是卻沒認真學到認識北極星的那一部份。唉！真後悔。

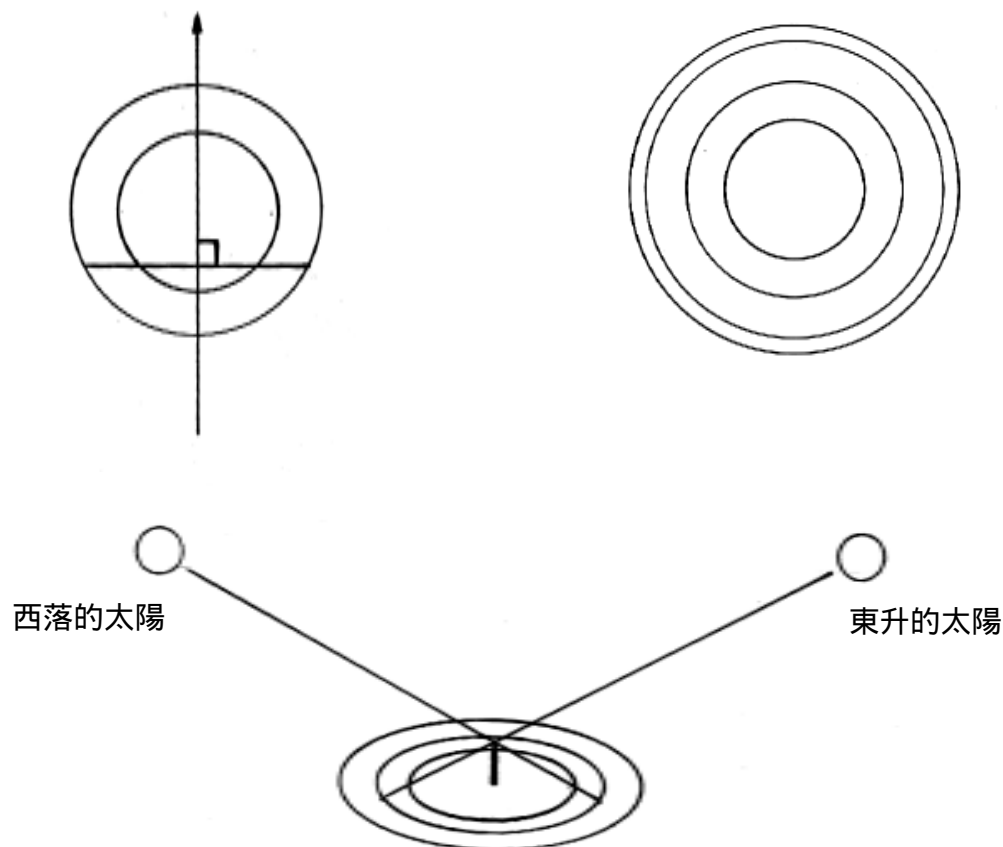
咦！不是才剛入夜嗎？記的不久前彩霞滿天，怎麼錶面指的是凌晨三點四十六分。搖一搖手錶，秒針滴答低答走個不停，不像壞掉的樣子。小華十分不解？(註二)不過在這個小島上生活也不太需要。

看著看著滿天澄澈的星斗，突然好想回家。想起幾天前興高采烈地搭上正要橫越太平洋的郵輪，還以為環遊世界的夢想就要實現了。天曉得才出發不到一星期就碰到了大海嘯，大概是海底火山爆發吧！郵輪實在擋不住大浪，不一會兒便翻覆了，事先一點徵兆也沒有。雖然來得及逃出，並且慌忙地依船長指示攜帶了訊號彈與輕便式電報機，但是重要的證件還有旅行用的指南針與GPS(註三)卻是忘了。在這裡沒有電力供應，所以電報機要省著用。小華一面數著星星一面思考如何有效率地使用電報機呢？或許明天應該要好好測量這個小島的正確位置還有南北方向，這樣收到求救電報的人才知道何處營救。否則茫茫的太平洋又有多少個小島！

第二天，天才一亮小華就開始準備今天的第一件任務，測量小島的南北方向。可是沒有指南針怎麼辦呢？還好小華想起以前在天文通訊的動手做單元裡面看過這樣的方法(可以參考次頁的圖示)：

- (1) 先用一張乾淨的紙平鋪在地上，注意不要放在有斜面的地板。
- (2) 以紙上的中心點為圓心，依序畫上大小不同的同心圓。
- (3) 在圓心垂直立起約五公分的火柴棒
- (4) 早上的太陽照射火柴棒時，投影的前端落在某一圈同心圓上，趕緊劃下記號甲。
- (5) 下午時，火柴棒的投影再次地落在同一圈同心圓時，趕緊劃下記號乙。
- (6) 在紙上畫下連接甲乙兩記號的線段，並做好甲乙線段的中垂線。
- (7) 中垂線指示的方向就是南北方向，至於南北方向的判定可以用太陽投影的位置決定。早上火柴棒的投影會落在西方，所以我們橫跨在先前做好的中垂線時，若左手邊是火柴棒在早上的投影方向，前面就是正北方了。

於是小華找到一處平坦又有陽光照射的沙灘依此方法進行，當天下午已經定好小島的精確南北方向了（註四）。



註一：織女星與牛郎星是夏季大三角其中的兩個亮星。

註二：如果手錶沒壞，那麼實在太好了。這是因為時差的關係，下次我們會提到時差與小華所在的地理位置有關。

註三：GPS中文稱作全球定位系統。它利用美國製造的二十四顆人造衛星進行地球經緯度的測量。目前測量值的誤差低於一公分已經不是難事。由於量測的精確度很高，因此廣泛地作為科學與軍事用途，現在民生工業也陸續採用，最常見的是汽車衛星導航系統。

註四：按照本文測得的南北方向稱為地理的南北方向，是目前地圖、天文測量所採用的標準南北方向。至於指南針測得的南北方向稱為地磁的南北方向，與地理的南北方向有相差異，這個差異量稱為磁偏角。磁偏角的差異值也會因為不同的地理位置而有微小的不同。

作著介紹；作著任職於台北市立天文科學教育館

天文攝影是天文觀測最好的方式之一。用底片記錄天象，可以忠實地記錄天體運行的永恆於瞬間；好的天文攝影作品不僅賞星悅目，更具有科學的意義與價值。本園地歡迎各方人士來稿，請以幻燈片、5×7相紙或電子檔案投稿。來稿請附主題名稱、作者、攝影資料與說明。期待您踴躍投稿！



由於歷史文明發展主要在北半球的緣故，天文觀測都以北天星空為主，從北半球的天文台數量比南半球多得多可以看得出來。然南天星空之景觀實不亞於北天，船底座星雲就是其中最壯麗的一朵奇花。它的視直徑比著名的獵戶座大星雲M42還大，亮度更亮。近年來台灣的天文攝影者出國觀摩、進行觀測之風越來越盛，是天文風氣更上層樓的重要指標。作者前往澳洲AAO天文台拍攝南天的星空，在專業的天文台觀測地點攝得此絕佳的作品。

### 船底座 星雲 王為豪

1997年8月28日 19:19 Mamiya 645  
Super PENTAX 105 SDHF(D=105mm,  
F5.1) Kodak E100S 高橋製 NJP 赤道  
儀 曝光 50 分鐘 攝影地:Siding  
Spring Observatories, NSW, Aus-  
tralia



### IC2177 王為豪

1998年1月3日 0:57 Mamiya 645 Super PENTAX 105 SDHF(D=105mm,F5.1) Konica LV 400(氫氣增感) 高橋製 NJP 赤道儀 曝光 100 分鐘  
攝影地:合歡山



### 流星 陳立群

1998年6月28日 PENTAX 67  
165mm F4 Kodak E100S  
Losmandy GM-8 赤道儀  
攝影地:合歡山鳶峰

流星一直是大家最感興趣的天體之一，流星的出現帶點戲劇性，出沒不定、無時無常；流星的拍攝也因此成為天文攝影中最困難的一環。拍流星所用的設備可以最簡單，拍攝的機率卻往往趨近零；流星明明在拍攝的範圍內，沖洗出來卻不見了。原因很簡單，只有最亮的流星才能夠拍得到！如果說運氣好的人才能看到流星，那麼只有其中一個運氣最好的才會拍到流星。今年11月17日獅子座流星群，33年一輪的傳說，千顆流星的神話，不管您是看流星、拍流星的還是討厭流星的，萬勿錯過！



### 木星 顏易程(左)

1998年8月9日 Celestron C14 (D=355mm, f.l.=3910mm) 高橋 OR 7mm 目鏡 引伸法  
合成 F120 NJP 赤道儀 曝光 2 秒 Fuji HR-II 200 攝影地:墾丁

### 木星 陳晃銘(右)

1998年8月20日 Celestron C11 (D=280mm, f.l.=2800mm) PENTAX XP-8mm 目鏡 引  
伸法 合成 F150 NJP 赤道儀 曝光 2 秒 Fuji G-400 攝影地:合歡山武嶺

行星的視直徑很小，最大的木星也不超過1分角。拍攝行星通常以大口徑、長焦距的望遠鏡加上目鏡將焦距引伸至非常長來進行。引伸的結果能得到較大的行星面成像，但會導致影像亮度銳減，曝光時間相對地需要延長。曝光過程中大氣擾動的結果往往使得行星表面影像一片模糊。行星攝影者最大的夢想是以最大口徑望遠鏡取得超高解析的影像，其決定性的關鍵完全取決於大氣的穩定度。這兩楨作品代表著夢想實現的一種可能，木星上最細緻的結構都隱約可見。最近木星及土星相偕進入最佳觀測期，期待有更高解析的好作品出現。

### 55p/Tempel Tuttle 彗星 林啟生

1998年1月4日 4:20~4:40 高橋製 -210 望遠鏡 NJP 赤道儀  
Fuji G800 底片 攝影地：玉山國家公園塔塔加停車場







### 天文館與日暈 李裕村

1998年7月21日 Mamiya 645  
35mmF3.5->F16 Kodak E200 1/500  
秒 攝影地:台北市

日暈(solar halo)是大氣中冰晶折反射所造成的光學現象，作者所拍の日暈為「22度暈」，因其暈環半徑張角為22度而得名，需使用超廣角鏡頭才能完整記錄下來。「22度暈」又稱「內暈」，色彩鮮明，內紅外紫，與虹恰相反。台灣地區一年之中可以見著幾回，是屬於一種區域性大氣現象。

### 日暈與幻日 張光祥

1998年7月14日 7:29 PENTAX Zoom 105-R Konica 100 負片 攝影地:嘉義瑞里

幻日的英文名 sundog，意思是太陽的小狗，為太陽光透過特定大氣條件所產生的光學現象，和日暈成因類似，都是太陽光在大氣中冰晶折反射的結果。幻日現象極為罕見，傳說中后羿射九日，其中的八個很可能就是幻日。此作品為「近幻日」，一般成對出現在日暈(22度暈)左右兩側，是典型的幻日景象。作者使用傻瓜相機捕捉了此珍貴的鏡頭，若用更廣鏡頭拍下全貌就更好了。



# 天文館期刊

第一刊

TAIPEI ASTRONOMICAL MUSEUM MAGZINE

流星雨專輯

流星雨季談恐龍大滅絕

獅子座流星雨

星空之美

如何拍攝星跡

天文館巡禮

介紹天文館星象儀