

說盡一夜星空

陳文屏
李知昂

主講
整理

說盡一夜星空，說盡最浪漫的語言。歷世歷代以來，星空始終是詩人、歌手最愛的主題。我們所受的教育當中，關於人、關於地上的東西已經講得太多了，天地分隔，晝夜交替，然而談了這麼多的「地」，又怎能對另一半的「天」一無所知呢？

我們要怎麼寫自己的地址呢？我們住在台灣，台灣在地球上，而地球屬於太陽系，太陽系屬於銀河系，然後呢？天文學探討我們在太空中的位置，以及認知周圍的環境，所以是宇宙地理學。關於太陽系的狀況，銀河系的狀況，它們從何而來，又會怎麼終結，我們了解多少呢？天文學也探討宇宙天體的生老病死，所以是宇宙歷史學。白天的世界多采多姿，有各種顏色，夜空則大都是黑的。然而看仔細了，其實除了星空美麗浩瀚，慨嘆人類渺小之外，在這片無垠星空中，也包含了簡單的法則，而簡單之美，尤其讓人驚嘆。

星體的距離

星星到底離我們有多遠？關於這點，《世說新語》有個歷史典故，晉元帝詢問長安城與太陽何者較遠。小孩是這麼說的：「長安比較近。因為有人從長安來，卻沒有人從太陽來。」沒想到

第二天他反悔了，回答太陽近，因為「舉頭見日，不見長安。」這或許有寓意，卻也表示，古代人在資訊不足的狀況下，別說孩子，其實就算是大人，對這個問題也是沒有答案的。

讓我們體會一下天體大小與距離的尺度。月球離地球平均三十八萬公里，太陽則有一億五千萬公里，但這些數字就算記住了，也不會有感覺，就是很大的數目字罷了。想要真正有概念，還是要從身邊熟悉的事物談起。先看看地球有多大吧，地球的直徑，是一萬三千多公里，圓周差不多為四萬公里。台灣從南到北約為四百公里，換句話說，一百個台灣首尾相連接在一起大約繞地球一圈。我們坐飛機去紐約，來回一趟差不多已繞了地球一圈。

我們要養成「感覺數字」的習慣。如果地球圓周約四萬公里，而月球約三十八萬公里的距離，不到地球圓周的十倍，真的很近，就像散步到廚房一樣。到月球距離不遠，難在把人送去，還要安全返回地球！截至目前為止，一共有二十四位太空人曾經前往月球，這其中有十二位曾經在月球表面漫步。

太陽呢？太陽是太陽系當中最大的天體。如果把月亮跟我們的距離比喻成一公分，那麼太陽離我們足有四公尺，也就是四百倍的距離。而太陽系第二大的天體木星，則差不多在二十公尺外。冥王星離我們就更遠了，在一百五十公尺外，目前最好的影像也看不太清楚。冥王星比月球還小，而且軌道很奇怪，所以冥王星已經從行星除名。太陽系現在只有八大行星了，冥王星屬於矮行星。

太陽是顆恆星，由於它的光亮，我們才看得到月球、木星、冥王星等。太陽鄰近的恆星有多遠呢？離太陽最近的恆星，是半人馬座的 α 星，半人馬座指的是天空中畫分的特定區域，而 α 是希臘字母的第一個，就像英文字母的A，因此命名 α 星，就表示它是這個天區中最亮的星。回到前面的比喻，如果冥王星在一百五十公尺外，那麼最近的半人馬座 α 星就遠在馬尼拉。按照這個比例，太陽與半人馬星座 α 星，相當於網球大小。各位想像一下，即使兩個大力士從這裡和馬尼拉各自拿起網球，朝著對方丟去，它們間的距離足有自身大小的一億倍，因此兩顆網球相碰的機率幾乎是零。

恆星之間真的極其空曠。以噴射客機的速度，飛往半人馬星座 α 星，需要數百萬年。而千億顆這樣的恆星，它們的萬有引力彼此互相吸引組成了我們的銀河系。銀河系周圍還有很多類似的星系，各自也包含大概千億顆恆星，這樣的星系可能有千億個，太空就這樣一直綿延下去，目前人類還沒有看到宇宙的邊緣。

PIPERHOLD

讓我們用不同方法來體會大小與尺度。光在真空中的速度是每秒三十萬公里，相當於繞地球七圈半的距離（當然實際上光不會繞地球轉圈）。光走到三十八萬公里外的月球，只要一秒多；換句話說，從我們這裡以強力雷射照射太空人安置在月球的鏡子，兩秒多就會反射回來。月球實在離我們不遠。太陽就遠得多了，光速這麼快，到太陽也需要五百秒，約八分半鐘，也就是說地球與太陽的距離大約是一億五千萬公里。但以光速走到半人馬座 α 星，則須長達四點三年。因此

我們說，半人馬座 α 星離我們的距離是四點三光年，光年是長度單位，是光走一年的距離。

我們的銀河系直徑足足有十萬光年，而鄰近的銀河系，離我們則約有百萬光年，我們已經找到數億個這樣的銀河系，如果造出更靈敏的望遠鏡，還會觀測到更多。天文學跟其他自然科學相似的地方是，都要利用新工具來解決問題，不一樣的地方是它無法進行實驗。天文學是被動的，只能研究什麼物體會發什麼光，再去蒐集光來研究，以便推敲宇宙天體的性質。

天文學研究來自遙遠天體的光線，形成時空交錯的特色。二十五光年外的織女星，今晚看到的是它二十五年前發出的光；一千光年外的星，今晚收到的是它一千年前的光，結果時間和空間都擠壓在今晚的星空之下。地球上的考古學，總要挖出千萬年前遺留到現在的東西，才能進行。天文學卻不同，只要在當下的星空，研究千萬光年外的星系，就能更了解千萬年前的宇宙。在一個星空下考古，這是天文學特別的地方之一。

天文直覺

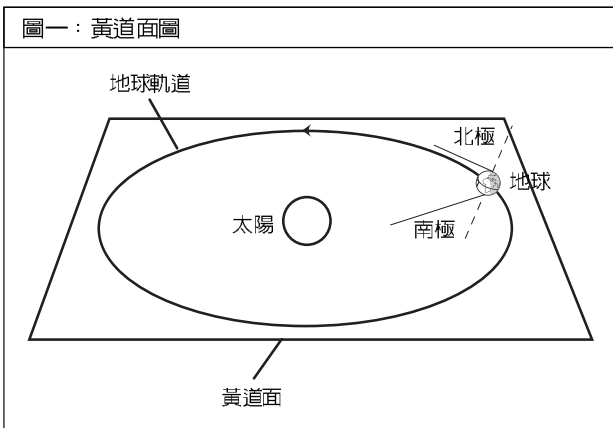
人類站在地球上，明明就不覺得自己在動，怎麼去理解地球的自轉？就算現在大家都知道地球在自轉，在地球上的我們，見到的還是其他星球繞我們轉。各位可以想像一隻螞蟻站在地球儀上，隨著地球儀轉動，牠恐怕還是會覺得，是房間裡的音響、檯燈在轉。歷史的發展中，為了解釋星星複雜的運動，如果像托勒密等人，認為地球是宇宙的中心，要解釋星星運行的軌道就很困難，但是如果照哥白尼說的地球在自轉，並且繞著太陽公轉，卻可以提供簡潔且清楚的解釋。以

下讓我們逐步認識星星，先把它們的位置找到，然後就談談它們如何運行。

回到地球儀的例子，如果一隻螞蟻站在地球儀的轉軸上，周圍的景物看起來便沒在轉。以真正的地球來說，對於住在北半球的人，那地方就是北極。沿著地球北極轉軸的方向延伸出去，雖然沒有星星，但是鄰近方向有顆暗星，稱為北極星，北極星其實並不在地球的轉軸上，但因為它靠近轉軸的方向，所以相機朝著北極星長期對夜空曝光，可以看到其他星星繞著它轉。白天躲在房間裡看這篇文章其實沒什麼意思，各位應該找個晴朗的夜晚，外出實際觀賞星空。

北極星並不太亮，不過不難找。只要找到形似杓子的北斗七星，就是大熊星座中俗稱的大北斗，從杓柄算起，最後兩顆星的角度延伸五倍，就可以找到北極星。北斗七星相當好找，一來它的杓子形很好辨認，二來就算它不是很亮，所謂山中無虎猴子稱王，反正附近沒有亮星，它就顯得明亮了。大北斗到底占據天空多大的區域？有個簡單的目測法。首先，手臂伸直時，一根手指的寬度（角度）大約就是一度。依此類推，手臂伸直時一隻手掌約有十度，而張開手掌的拇指尖到小指尖大約二十度。北斗七星跨越的角度，足足有二十五度，所以它在星空中是一個很大的圖樣。關於這個目測法，還有一個簡單的方法練習，就是測量陰天或黃昏的太陽，或夜晚的月亮，看看它們有幾度？先猜一下，要幾根手指才能遮住太陽，然後實際去測量，看看猜得準不準。

接下來談著名的黃道十二宮。黃道面是地球繞太陽公轉的平面。從地球上的人看，好像是太陽在太空中運動的軌跡。怎麼樣能夠在天空認出黃道面呢？地球上見太陽東升西落，若以固定時間觀察太陽，它會每天移動一點點，如果看它跟星星的相對位置，尤其明顯。把太陽每天相同時



圖一：黃道面圖

些星座呢？其實有十三個，因此嚴格說來，黃道應該有十三宮，還多了一個蛇夫座；此外各天區大小不同，太陽通過它們的時間長短也不同。占星術是爲了方便，才會剔除蛇夫座，並把剩下每個星座平均分配，每個都占一個月。其實這沒有什麼根據，除了用到星座的名稱以外，占星術和天文學的關係也不大。

間在空中畫過的軌跡，記錄下來，這個軌跡就是所謂的黃道，軌跡所在的平面就是黃道面（圖一）。

既然太陽的位置每天都會移動一點點，太陽軌跡的背景星座也會每個月不同，這就是黃道十二宮。占星術非常重視這十二宮，我們在閒聊時常常會問「你是什麼星座」，那就是占星術的一部分。占星術的意思，是說天空中的星星排列，也就是星座，具有神祕的力量，能夠影響我們的命運。說穿了我們都不知道自己的命運，可是總得找個什麼來負責，所以只好推給星星。不過老實說，拿不知道的東西解釋不知道的現象，危險得很。

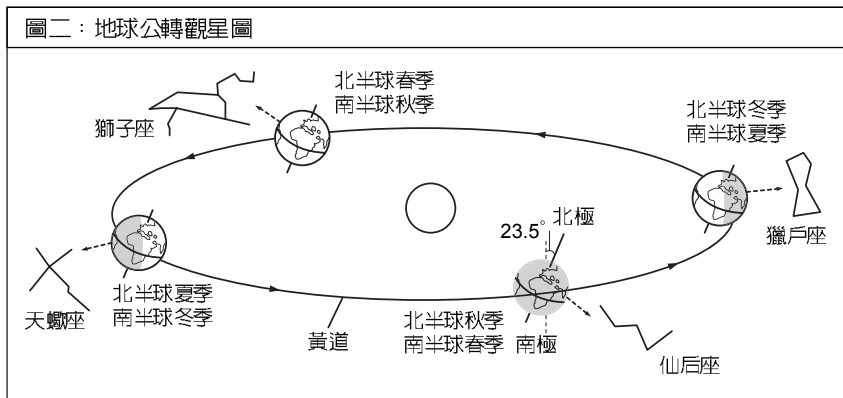
天文學家把全天空分成八十八個以星座命名的天區，據占星術的說法，太陽一年在黃道上移動，走到哪個星座，在那個月份出生的人就是那個星座。可是黃道經過哪

話說地球公轉的軌跡並非正圓，而是橢圓。橢圓是什麼意思？就是變形的圓，一個圓某個角度的對邊比較長，另一個角度的對邊比較短，就成爲橢圓。地球的公轉軌道確實是橢圓形，但是它長的邊比短的邊只長了百分之二。換句話說，要是按照這比例做出一個呼拉圈，根本看不出它是橢圓形。不過即使只差這麼一點點，還是讓地球運動快慢受到影響。以數千年尺度來看，地球受到太陽、月球，以及其他大行星的影響，自轉軸的指向會擺動，幾千年前的北極星不是現在這一顆，星座所對應的月份也變了，因此流傳了幾千年的占星術說法，就顯得更不可靠了。

地球繞著太陽自轉又同時公轉，朝著太陽那一面是亮的，另一面是暗的。地球上的人隨著地球自轉，半天是白晝，半天是黑夜，旭日東升，夕陽西下。隨著季節不同，觀察到不同星座，就是地球運動的結果。

請看圖二右下角的地球，當它在這個位置的時候，太陽正背面，也就是午夜十二點的時候，會在頭頂上看到仙后座。經過幾個月，地球公轉在軌道上前進，午夜看到的就是獵戶座，當時的仙后座在黃昏時就來到頭頂了。可見晚上能看到哪些星座，是自轉和公轉共同的結果。

夜空中有些星星很亮，有的星星比較暗。其實還有更暗的星星，我們用更大的望遠鏡，對天空曝光更久就能看到。星星的距離各有不同，看起來很亮的星，有可能是它們真的很亮，但也有可能只是離我們很近。同樣很亮的星星當中，彼此相距可能超過數千光年。它們大部分彼此沒有任何關係，只是投影在星空中看起來很近，所以我們把它連起來，想像成星座，方便認識星星。天空中被分爲八十八個星座，每個星座當中最亮的被稱爲 α 星，依此類推第二亮的是 β 星。



圖二：地球公轉觀星圖

古代的中國給這些星星不同的分區和名稱，所以有軒轅十四、軒轅十二等說法。各位可以看到天鵝座的照片（P.4，圖三），有身體，有翅膀，這就是中國傳說中搭橋的喜鵲，它就在牛郎星和織女星間。這是夏天的星座，冬天時剛入夜就要落下了。

如果看得更仔細，可以見到天鵝座的 α 星（附近有團紅色的雲氣），它和另兩顆星構成所謂夏季大三角，這兩顆星很有名，分別是離我們二十五光年的織女星，和離我們十六光年的牛郎星，中間是銀河。銀河是什麼？是我們銀河系盤狀結構的側面，是由無數顆暗星與雲氣組成，整個銀河橫跨整個天空，春夏秋冬都有。在台灣夏天時銀河特別明顯，可以看見喜鵲好像搭成橋爲了讓牛郎織女見面。當然牛郎織女星實際上彼此也相距幾十光年。夏季大三角的天鵝座 α 星，稱做天津四，離我們一千多光年，看起來竟和牛郎織女星差不多亮，表示它實際上更亮得多。

像夏季大三角這種名詞，只是爲了方便記憶星空，沒有任何意義。那麼冬天呢？其實也有醒目的獵戶座。它是個非

常大的圖樣，伸直手臂要把兩隻手掌打開才蓋得住。這幾顆星星就被當成獵人的腰帶、武器、膝蓋等等，構成一個圖形，和其他星座的圖形被編成故事。故事是這樣說的，獵人牽著他的大、小獵犬去追金牛。這些神話故事可以提高觀察星空的樂趣，也幫助指認星星。

星空近鄰

太陽和太空中眾多的恆星都是恆星，自己會發光。但星空中有些不一樣的光體，雖然本身不會發光，但因為離我們很近，藉著反射太陽光，還是非常明亮。其中最近的就是地球的衛星月球，其他的則是太陽系裡的行星，可說是星空中離我們最近的鄰居。假如在太空中看地球、月球和太陽，可以想見地球和月球朝著太陽那一面是亮的，反面則是暗的。地球人就像站在地球儀上的小螞蟻，太陽跟月亮在地球同一邊的時候，看不到月球被照亮的那一片，而只能看到月球暗的那一面，叫做新月；相反地，地球位於月球和太陽中間的時候，就叫做滿月。因爲太陽和月球要在地球的另一邊才會有新月，所以我們絕對不會在半夜看到新月。同樣的道理，滿月的時候，太陽一定是在地球的另一邊，因此滿月一定是天黑升起，天亮了落下。

太陽系中的行星，依內到外的順序分別是水星、金星、地球、火星、小行星帶，以上被歸爲「內太陽系」，接著是木星、土星、天王星、海王星，則被歸屬爲「外太陽系」。目前認爲小行星帶的成因和木星有關，原來在太陽系剛形成的時候，除了中央的恆星以外，其他的物質各自凝結，但凝結不均勻，一定會有較大的行星先形成，就像木星，這時那些小行星受到木星強大重力

源的擾動，難以靠自身微弱的引力聚成更大的天體，於是這些小行星成千上萬分布在軌道上。

小行星帶除了無法聚成行星以外，也有很多小行星被木星的引力一扯，就脫離軌道拋出去了。拋出去之後，有些一去不復返，有些則繞了一大圈回來，軌道便成爲穿過內外太陽系一個很扁的橢圓，這些東西就叫做彗星。所以說彗星是當初造太陽系的天體，被引力拋到太陽系外圍又回來的。

這些被拋到太陽系外圍的彗星，因爲那兒不熱，所以不耐熱的冰塊也可以存活。它平常就和石頭一樣，但當它靠近太陽，就開始融化昇華掉，而太陽噴出的氣體，則會把那些彗星吹出一條長尾巴，這就是彗尾。那些冰塊十分鬆散，因此也會邊飛邊沿著軌道逸散，遺留在地球公轉軌道附近者，當地球經過那裡時就會產生大量流星現象，形成流星雨。一般的細沙落進地球會摩擦燃燒殆盡，只有大如拳頭以上的流星最後能落到地表，就是隕石。因此隕石、彗星、小行星的本質都一樣，是太陽系形成較大的行星、衛星之後，剩下來的小天體。只有離我們近的小天體，我們才看得見。

目前科學家推測宇宙的壽命約是一百三十七億年，是有起點的。前面三分之二的宇宙時間我們沒有參與，約四十六億年前，地球才形成。換個方式來說，如果把地球的一生濃縮成一部播映一整年的電影來看，地球是由一系列小天體激烈轟擊而形成，剛開始時呈熔融狀態；等到小天體數量減少，轟擊不再頻繁，地球漸漸冷卻，這時電影已經放映到二月；三月左右開始有海洋，但一直要放映到十一月二十八號，才有第一個陸地生命！恐龍在十二月十二號出現，大約到聖誕夜

的時候滅絕。之後哺乳類開始大量出現，人類的祖先則要到十二月三十一號除夕當天才出現，而且在傍晚才學會使用石器。秦始皇統一天下的時候電影剩下十四秒鐘，國父推翻滿清的時候剩零點六秒。有沒有人看電影看到最後零點六秒呢？可見在漫長的地球壽命，人類非但不是主角，出現的時間還短得一塌糊塗。但是從現在開始放映的下一部電影，上演著地球未來的歷史，人類卻絕對是主角，扮演了文明如何延續的關鍵角色。

這個事實讓我們了解，人生一時的成敗，比起浩瀚的星空實在算不了什麼，所以面對挫折不妨出去看看星星，或許能讓自己達觀一點。此外，雖然我們很渺小，生命也很短暫，但我們居然可以思考，也可以觀察、研究、理解這廣大宇宙的基本法則，因此我們也不必妄自菲薄，也難怪愛因斯坦說：「宇宙最讓人不可理解的一件事，就是它居然可以理解。」

說盡一夜星空，說盡一夜的浪漫，星空，實在是大自然最美好的禮物。