



雙筒望遠鏡觀天-4

雙筒望遠鏡使用方便，可以隨時移動，為觀星提供了許多優勢，是入門者進入天文領域的最佳工具。

文/陶蕃麟

觀測人造衛星

在地球上空有許多的人造衛星在軌道上穿梭著。一般而言，很少人會對它們產生興趣，甚至從未曾關心過它們。對業餘天文學家來說，看見它們也不是件新鮮事。事實上，大多數人造衛星，尤其是碎片，光度都很微弱，無法用肉眼看見。根據一些觀測者提供的訊息，扣除掉這些還是有數百顆可以用肉眼看見。能夠看見的人造衛星通常不是夠大（長度超過6公尺），就是位置較低（100-400公里的高度），反射的陽光亮度讓我們可以看見。

半個世紀前（民國46年，1957年），第一顆人造衛星，蘇聯的史普尼克1號進入軌道。在史密松天體物理台的號召下，全世界5,000多名業餘天文學家聯合起來展開「衛星觀測計畫」（“Moonwatch Project”），在全球各地建立觀測站，目的是發現、追蹤並記錄這些人造衛星在天空中的路徑。然後彙編觀測結果，用於計算每顆人造衛星的精確軌道。當時，天文館的前前身，還妾身未明的窩居在中山堂頂的小閣樓，也組織了觀測隊（第505測站）參加了這個計畫。（圖1）

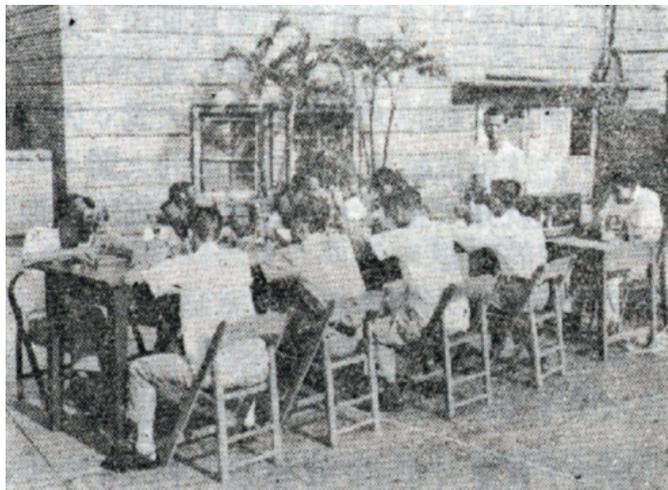


圖1. 1958人造衛星臺北觀測隊

觀測隊使用的是這種當年由日本武藤研究所製造，用來觀測人造衛星的望遠鏡（圖2）以及類似砲兵觀測鏡的單筒望遠鏡（圖3）。不過，全球各地大多數的觀測隊都使用安裝在可調整的支架上，向下俯視對準一面鏡子來觀察天空。



圖2. 武藤製造觀測人造衛星望遠鏡

這是1958年出版的尼爾·霍華德的《衛星觀測手冊》中的照片。這種老式的衛星望遠鏡與工作的示意（圖4），它由一對7x50雙筒望遠鏡改裝而成。這種觀察望遠鏡通常安裝在可調節的支架上，對準一面平坦的鏡子，因為向下看實際上比向上看更容易！

現在，衛星觀測計畫已經被北美防空司令部的精密網路取代，監視超過12,000多顆在地球上空人造衛星的動向。因此，觀測人造衛星的科學用途已經離開業餘天文學的領域，但發現人造衛星的樂趣和興奮並不會消逝。



圖3. 類似砲兵觀測鏡的單筒望遠鏡

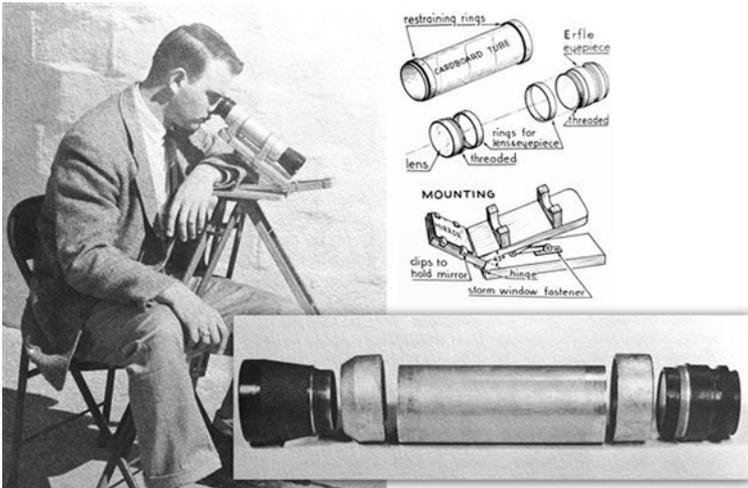


圖4. 老式的衛星望遠鏡，由一對7x50雙筒望遠鏡改裝而成。

觀看人造衛星的最佳時間是在日落之後或黎明前。在這些時段，觀測者已經深處黑暗中，但在軌道上的人造衛星仍然在陽光下閃耀著。在夏季，太陽的高度使得這個季節是觀看人造衛星的最佳季節。衛星的高度通常在地表上空100公里，因此衛星在日落後的2-3小時仍然能被陽光照亮。

要觀測人造衛星，首先要知道最好的觀賞環境。就時間而言，在日落後45至90分鐘或日出前90至45分鐘。在這兩個時段較易看到以高角度穿越天空的人造衛星。在這種情況下，它在天空上可以出現四或五分鐘。但請記住，人造衛星在進入地球陰影時（在夜間通過時）會迅速消失，或者當它從地球陰影中移出時會突然出現（早晨通過）。

其次，你要知道在哪裡找。人造衛星可以出現在任何方向上，但一般來說你最好要背向太陽。這意味著，在入夜後要專注於天空的東半部，凌晨則要注意西半部，觀測的高度則在仰角30度以上。以這樣的高度，在傾斜的躺椅上觀測會是很好的選擇，可以很舒適的用雙筒望遠鏡掃掠經過的人造衛星。

剛開始觀測的新手可能會看到許多冒名頂替者：像織女星、牛郎星等這些亮星，或是剛升起的星星和飛機。如果你不確定看到的是人造衛星或其他現象，請記住人造衛星會很明顯地移動，但不會有落地燈或在兩側閃爍的紅燈與綠燈。在一年當中的晨昏時段，每個晴朗的夜晚可能至少有十幾顆人造衛星會越過你監視的天空。如果真的是人造衛星，就要注意他的移動方向、速度、亮度和光度變化曲線。

從移動方向來看，如果是由西向東移動，它可能和天文研究有關，例如哈伯太空望遠鏡。沿著西南向東北，或從西北到東南路徑的人造衛星，可能是載人的飛行任務，例如國際太空站。國際太空站的亮度可以像-2等星一樣明亮，所以很難被錯過。從北向南或從南向北的路徑，可能是氣象或研究氣候的衛星。最後，如果是一顆逆行，也就是路徑是由東向西的，那它可能是偵察衛星或是間諜衛星，而後者在網路上通常是找不到預報資料的。

通過的速度可以讓你了解它的軌道高度。距離地球表面越高，它移動的速度越慢，穿越天空的時間也就越長。再配合上觀察到的亮度，還可以推測它的大小。如果一顆人造衛星看起來非常亮，但移動的速度很慢，那它可能很大，且在比較高的軌道上。而同樣亮度但移動得相當快，可能就是一顆軌道位置低，也比較小的衛星。

最後，它的光度是穩定的，還是閃爍著也顯示出這顆人造衛星的狀態。如果光度是穩定的，表示它是一顆還在運作中的衛星；如果是閃爍的，那它可能已經失控，處在翻滾狀態中，使得被陽光照射到的太陽能電池版反射的太陽光不斷的改變方向；也可能是耗盡燃料或失去功能的火箭殘骸。

一種有趣的景象是美國海軍海洋監視系統的人



圖5. 通過北極星（在底部的亮星）的一對海洋監視系統人造衛星NOSS 3-3。此張相片曝光12.3秒，衛星由左上角向右下角移動。圖片來源：[Wiki](#)

造衛星。當看到這種衛星時不是一顆，而是兩顆或三顆的小集團。在冷戰時期，這些衛星通過定位並鎖定無線電傳輸訊號，來追蹤蘇聯船隻的動向。第一代在1976年至1987年發射，以三顆衛星一組，共有八組在軌道上運行。第二代依然是以三顆衛星為一組，在1990年至1996年間發射了三組。第三代在2001年至2012年共部署了八組，每組有兩顆衛星。早期的那些雖然已經不再使用，但依然在軌道上運行，也一直被業餘的人造衛星觀者追蹤著。

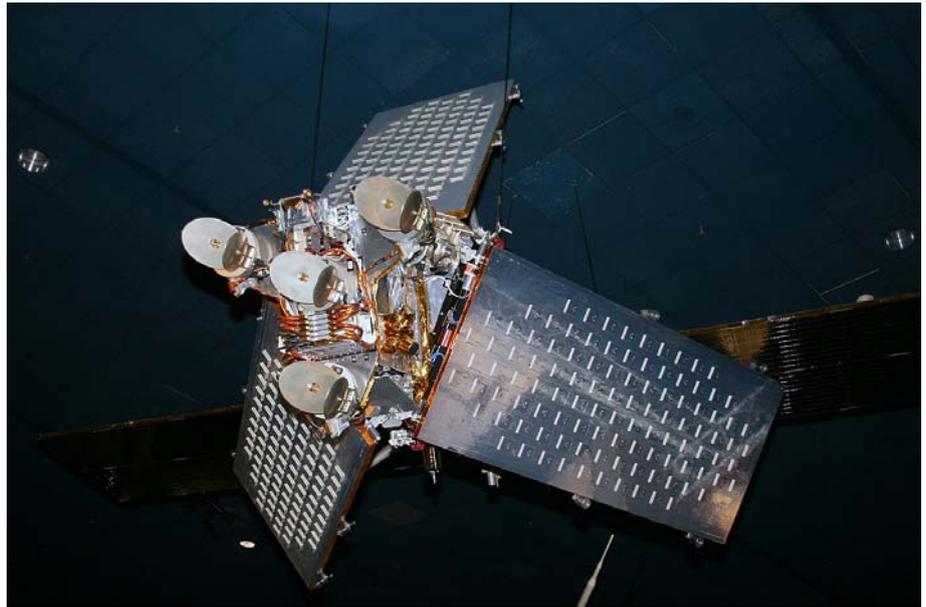


圖6. 鈹衛星。圖片來源：Wiki

最受矚目的人造衛星當屬有著耀眼鈹閃光的鈹衛星了。這是誕生於20世紀90年代的一群衛星，最初的目的建立覆蓋全球的衛星電話和呼叫器的通訊網。原本計畫要發射77顆衛星，所以依據原子序77的鈹元素命名，但最終只發射了66顆鈹衛星構成了一個鈹衛星通訊網。

但最值得觀賞的還是國際太空站（ISS，International Space Station），它是在天空中最大、最亮的人造天體。

觀測國際太空站

國際太空站的建設開始於1998年，於2011年完成。建成的太空站總重量420公噸，艙體長度74公尺，內部有1,200立方公尺空間；桁架長度108.4公尺，由一英畝的太陽電池板輸出110千瓦的功率，並為6個最先進的實驗室提供電力。原本的計畫是運行到2015年，但目前已經超過並計畫延長至2028年。

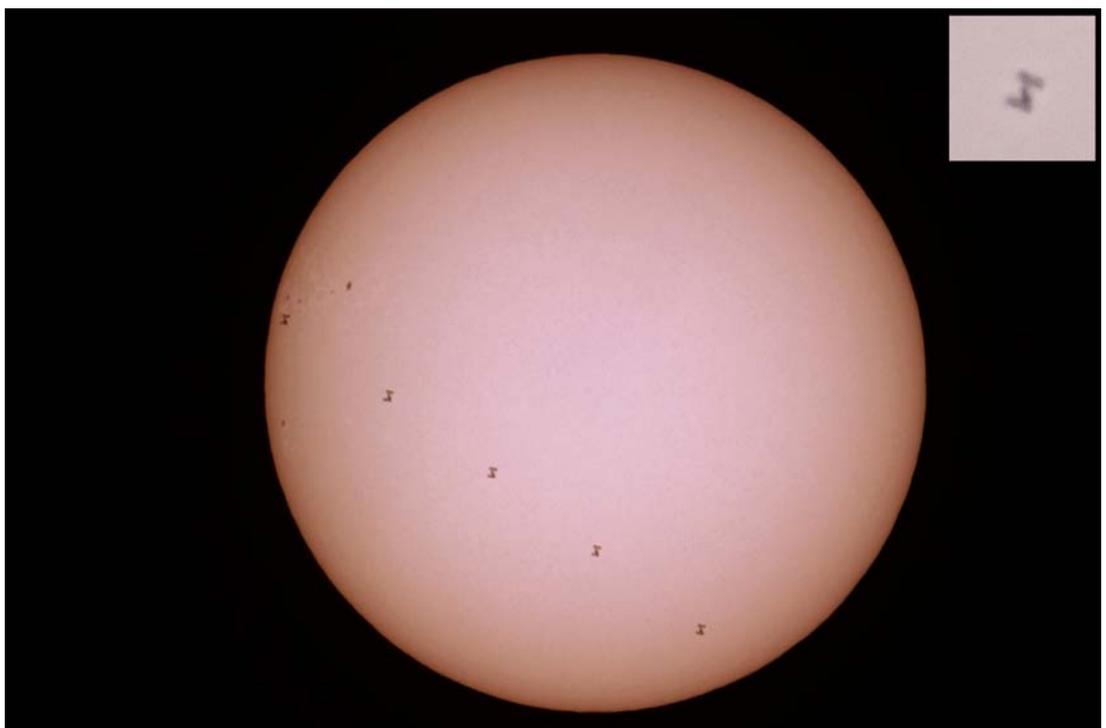


圖7. 國際太空站凌日
2015/06/30 07:46:20
吳昆臻拍攝。

它以平均348公里的高度，27,700公里的時速，每天在軌道上繞行地球15.7圈。由於其高度，太陽能電池板的大小、配置和反射太陽光的能力，是目前在軌道上最亮的人造物體。

在有利的觀測條件下，國際太空站可以像金星一樣的亮，也就是說可以達到 -4.5等的亮度，比夜空最亮的天狼星亮16倍。在最有利的情况，也就是照射在太陽能板上的陽光直接朝向觀測者反射時，它的亮度可以達到 -8等，比金星還要亮16倍以上。

在高緯度地區的夏季，當夜晚最短時，低地球軌道的人造衛星可以長時間被太陽照亮，甚至可以延長到整夜。對國際太空站而言，它大約每90分鐘繞行地球一圈，這意味著它不會一天只能被觀測者看到一次，而是有可能連續通過幾次。而由於國際太空站的軌道向赤道傾斜51.6度，因此常見的通過類型有兩種。

第一種是出現在西南方，然後向東北方向飛掠。大約7或8小時後，有可能看到第二種出現狀況，出現在西北方，然後向東南方飛掠。對於入夜時出現的ISS，通常開始時會相當暗淡，然後隨著它在空中移動，亮度會增大；對於凌晨出現的ISS，在出現時已經相當明亮，並且在預測通過結束時會逐漸消退。這種變化是由於陽光照射的角度發生了變化。

星鏈衛星

2015年，太空服務公司（SpaceX）推出星鏈（Starlink）計畫，要發射數千顆人造衛星，提供覆蓋全球的高速網際網路連接。從2019年5月至2020年5月底，已經成功發射7次，每次60顆，將420顆人造衛星送入高度550公里的低地球軌道；整個計畫完成後，將在3個不同的高度上布署12,000顆人造衛星。初期，這些人造衛星頭尾相連還能給出在觀測者可見天空的出沒時段，但隨著這些衛星逐漸拉開距離進入各自的預定軌道，網站已經不再提供預報而改



圖8. 星鏈衛星 Starlink 6 satellites。

影片：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/23/Starlink_6_satellites.webm

以3D模擬動畫提供它們在軌道上的位置。

預報資料

現在有許多線上資源可以積極協助識別目擊的人造衛星，甚至可以預測特定目標何時會通過觀測者所在地的天空。最常被引用的是Heavens Above [<https://www.heavens-above.com/>]

這個網站預測低地球軌道人造衛星的動態，只要註冊一個帳號，輸入你所在觀測地的地理經度和緯度（不限一個地點），就可以查看在未來十天可以觀測到的人造衛星。你也可以下載它的App，提供亮度4等以上的人造衛星預報。但若拋開這些資源，經由自己的觀測來發現和辨識，會有更多的樂趣。

如果，你只要觀察ISS，可以直接拜訪NASA的網站：<https://spotthestation.nasa.gov/>；或下載另一個App：ISS Detector。

最後，要強調的是觀察這些人造衛星並不是要你去明確的鑑定這些衛星，只是要增強你的觀察能力。看起來光度會變化的，可能只是一個翻滾的火箭殘骸或失效的人造衛星，而正是多了這些變化讓觀測變得有趣。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休