

Easy

# 拍星空34 國際太空站凌日月拍攝（中）

文、圖 / 吳昆臻

上期的〈EASY拍星空33〉中我們介紹了如何查詢國際太空站凌日月資訊，有了事件發生時間及可觀測位置，就可以準備拍攝器材並著手規劃太空站凌日月事件，本篇將繼續介紹國際太空站凌日月的觀測、事先準備與現場拍攝應變技巧。

以相機高速連拍方式拍攝國際太空站凌月，預報凌月時間0.51秒（含暗面），以每秒14幅高速連拍，拍到6個太空站影像通過月球前方。



## 望遠鏡目視觀測

觀測太空站凌日月需使用天文望遠鏡才能清楚的觀察過程，觀察凌日事件時，務必要使用太陽濾鏡減光或以投影法觀測。凌日月過程僅短短0.5秒至3秒，必須很精準的掌控時間，太空站能反射陽光的凌月事件，可先看到太空站的光點在天空移動，稍能先概估凌月時機並觀測整個過程，若是凌日或無陽光反射的凌月事件，就必須在預報時刻目不轉睛的等待太空站黑影通過日月盤面前。此外，可選擇太空站可見尺寸較大的事件，較能清楚的觀測國際太空站的樣貌，但也因太空站距離較近，在天空移動的速度快，凌日月過程時間短，是考驗個人觀察眼力的大挑戰。



太陽濾鏡是觀測及拍攝太陽必備器材，透過濾鏡減光才能安全的進行觀測，濾鏡說明及使用情況可參考〈EASY拍星空18〉介紹。

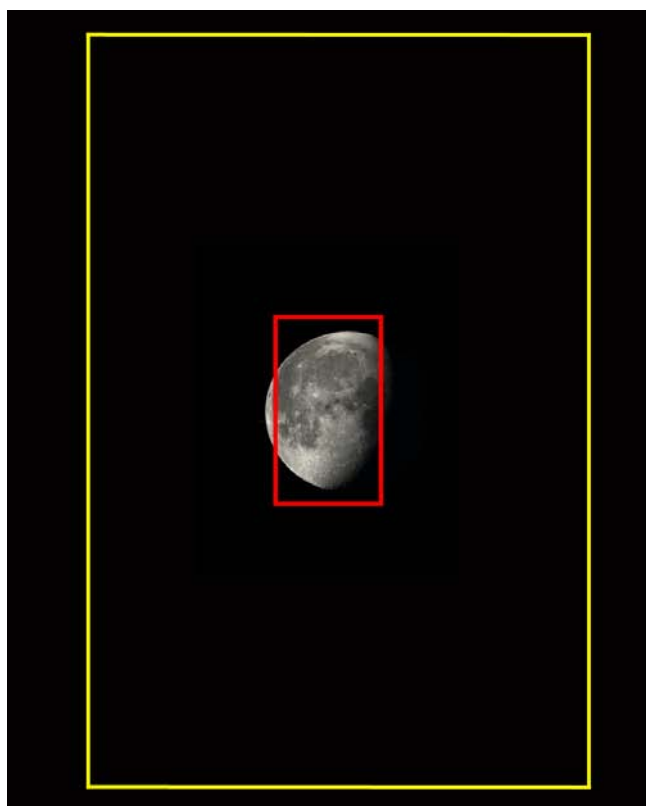
## 拍攝器材準備

相機拍攝可將太空站凌日月的瞬間記錄下來，使用等效焦距200mm鏡頭有機會拍到一個小點通過日月盤面，使用更長的等效焦距就能拍到更清楚的太空站樣貌及細節，若要將背景的太陽或月球佔滿整個畫面，需使用等效焦距約2500mm的望遠鏡拍攝，當等效焦距超過500mm以上，日月在畫面的移動會很明顯，將望遠鏡架設於赤道儀上追蹤會使拍攝輕鬆許多，也方便望遠鏡指向微調；若是凌日事件務必要準備太陽濾鏡，安全的減光後才能進行拍攝，拍攝基本步驟及操作與拍攝日面及月面相同，日月面基本拍攝及設定可參考〈EZ拍星空〉先前之介紹，太陽拍攝：〈EASY拍星空18 太陽拍攝 | 和日偏食記錄〉；月球拍攝：〈EASY拍星空16 用單眼相機拍攝月球〉、〈EASY拍星空17 用單眼相機拍攝月球（續）〉、〈EASY拍星空10 用手機拍攝月球〉，拍攝太空站凌日月應注意事項及技巧將繼續介紹。

### 等效焦距

鏡頭取景範圍由鏡頭焦距及感光元件片幅尺寸決定，為能敘述拍攝器材取景範圍，會以傳統135底片系統（36x24mm，或稱全片幅、FF）相機取景範圍當作比較的基準。

如感光元件尺寸較小的APS-C相機（Canon為22.3x14.9mm），使用50mm鏡頭取景範圍會與全片幅80mm鏡頭一樣，即等效焦距為80mm，換算等效焦距會乘上1.6倍。



相機拍攝情況



行星攝影機拍攝情況

#### 感光元件及取景範圍比較

感光元件尺寸大小會決定取景範圍，以APS-C片幅相機（左、22.3x14.9mm）連接焦距500mm望遠鏡，其取景範圍為圖中黃色框線，相同望遠鏡連接行星攝影機（右、5.6x3.2mm），取景範圍為紅色框線，行星攝影機因感光元件尺寸較小，取景範圍較小、等效焦距較長，放大的感覺就較大。

## 國際太空站凌日月記錄方式

太空站凌日月過程時間極短，除要抓準時間拍攝外，還要力拼在短時間內獲取最多影像以記錄整個過程，拍攝及記錄方式大致有下列幾種：

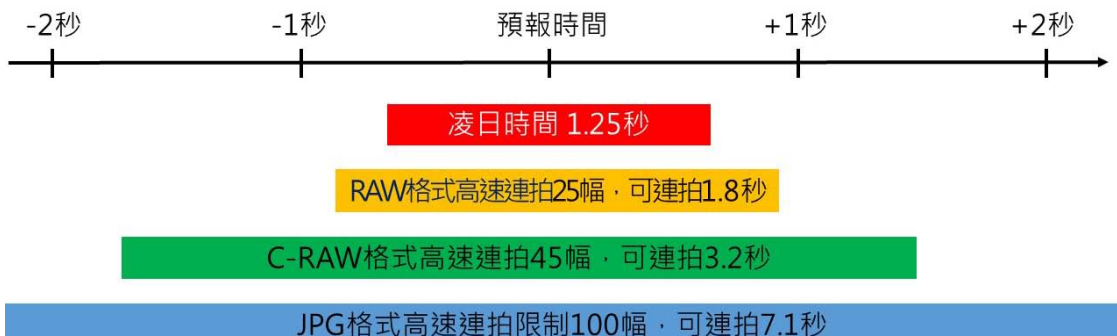
### (1) 相機高速連拍

太空站凌日月過程中，相機以高速連拍方式拍攝就能獲得多幅太空站在日月前方的影像，連拍的速度取決於相機本身功能及規格，目前市面上的單眼相機連拍速度大致每秒數幅至數十幅間，少數或高階相機可達每秒30至60幅（fps，frames per second），連拍速度越快就能記錄到越多太空站凌日月過程影像。

但相機可連續高速連拍之影像數是有限制的，當連拍達到一定張數後，會因檔案來不及存入記憶卡，導致相機暫存空間滿了，此時相機就無法繼續維持高速連拍，得等影像存入記憶卡後才能繼續拍攝。倘若沒精準掌控好按下快門時機，就可能在重要時刻發生相機無法高速連拍卡彈的情況，各相機可持續高速連拍情況都不同，平時可先測試相機高速連拍的能耐，並掌握好按下快門的時機，是成功拍攝的必要條件。

此外，影像儲存格式會決定可連續高速連拍時間，RAW格式存取影像不壓縮，能保留較多細節及較多的後製空間，但RAW檔檔案較大，可連續高速連拍的時間短，得非常的精準掌握按下快門時機，若想要降低卡彈風險，可改以JPG格式存取連拍，JPG格式影像細節雖會微幅損失及降低後製空間，但檔案較小，相機可維持高速連拍的時間會長許多，成功拍攝的機會相對就會高些。

不同儲存格式按快門時機比較要拍攝過程1.25秒凌日，以作者使用14fps相機為例，RAW格式可高速連拍25幅，允許0.55秒誤差，稍有閃失可能會漏掉一些鏡頭，改以C-Raw格式（壓縮RAW、檔案較小）連拍允許1.95秒誤差，或JPG格式允許誤差時間更多，相對失誤的機會就會較低。



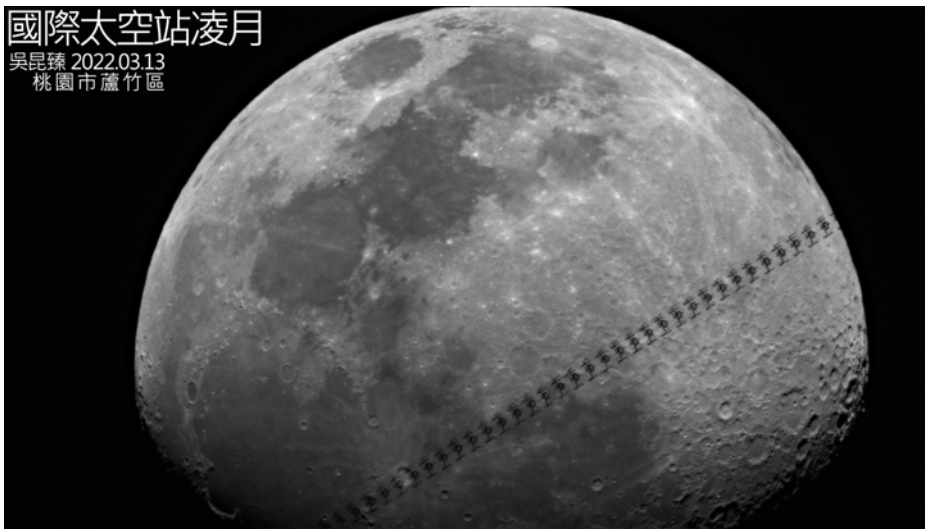
### (2) 相機或手機錄影

一般相機及手機錄影速度多為30fps或60fps，比起一般相機高速連拍能記錄較多影像，記錄的程序也較簡單，不需要緊張兮兮地讀秒及按快門，只要在預報時間前按下錄影鍵錄影，還能透過螢幕現場觀看整個過程。相機錄影與高速連拍的差異，除了取樣速度不同外，在使用相同相機及拍攝器材情況下，錄影的解析度會較連拍影像低些，錄影Full HD影片解析度只有1920x1080、4K影片為4096x2160，錄影的畫數會比相機最高畫數低。錄影記錄若事後有打算將影片分割成一幅幅影像，務必要事先確認影片格式是否可作分割，有些影片格式是無法將影片分割成單獨影像，經轉檔再做分割會有失真情況。另外，為了清晰的辨識太空站細節，設定錄影模式時應以手動模式設定快門，以確保快門速度夠快，若以自動模式錄影會因快門速度過慢導致太空站模糊情況。

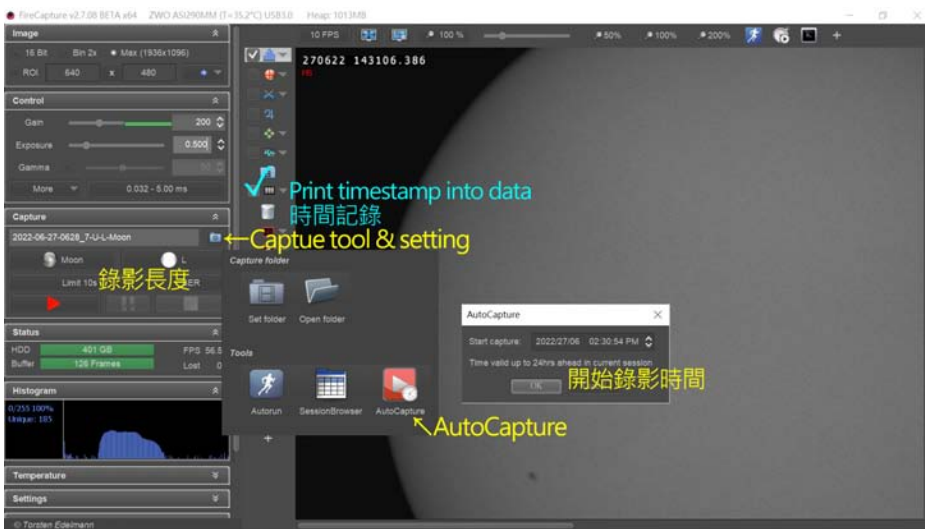
### (3) 行星攝影機（天文相機）

行星攝影機具備比相機錄影高的取樣速度，有的攝影機像素尺寸小能取得較高的解析力，能兼顧取樣速度及畫數，加上片幅較一般相機小，相較連接相同望遠鏡情況，還能取得較高的等效焦距，上述諸多優勢讓行星攝影機成為拍攝太空站凌日月最佳的選擇。使用行星攝影機得另外準備電腦或筆電控制及存取檔案，因短時間內會產生大量資料，電腦硬體速度必須要能跟上存取速度，否則會有漏幀或擷取降速情況，最嚴重情況甚至漏掉重要畫面。





用行星攝影機以錄影方式記錄國際太空站凌月，後續將影片分割為多幅影像，再把有太空站影像疊合於同影像呈現，錄影速度約168fps，疊合為避免太空站影像重疊，僅取一半影影像疊合。  
全部過程影片請按此。



行星攝影機控制軟體可設定開始錄影時間及錄影長度，時間到了就會自動啟動記錄，也可於各幅影像記錄當下時間，操作上十分的方便，也能透過螢幕現場觀看太空站凌日月情況，圖為FireCapture軟體畫面。

## 影像解析力

影像解析力為感光元件每個像素的涵蓋的角度（角度/像素），像素的涵蓋的角度就越小，解析力就越高，能分辨更多細節；計算時需要取得感光元件器材尺寸、像素及鏡頭焦距等資訊即可計算。

範例1. 全片幅相機（感光元件尺寸36mmx24mm、像數9000x6000），以直焦法接焦距500mm望遠鏡：

$$\text{長邊視野} = 206265 \times \text{感光元件尺寸} / \text{焦距} = 206265 \times 36\text{mm} / 500\text{mm} = 14851.08''$$

$$\text{影像解析力} = \text{視野} / \text{像素} = 14851.08'' / 9000 = 1.65'' / \text{像素}$$

範例2. 行星攝影機（感光元件尺寸5.6mmx3.2mm、像數1936x1096），以直焦法接焦距500mm望遠鏡：

$$\text{長邊視野} = 206265 \times 5.6\text{mm} / 500\text{mm} = 2310.17''$$

$$\text{影像解析力} = 2310.17'' / 1936 = 1.19'' / \text{像素}$$

比較2個範例，在連接相同望遠鏡情況下，範例2的影像解析力較範例1高，主因範例2行星攝影機像素尺寸=感光元件尺寸/像數=2.9 $\mu\text{m}$ ，較範例1相機4 $\mu\text{m}$ 要小。

## 拍攝前準備

要順利地記錄國際太空站凌日月過程，除了準備好器材外，在拍攝前還有一些功課要先確認及準備，大致如下：

### (1) 快門速度設定

太空站在天空移動速度算快，拍攝快門速度必須夠快，拍到的太空站影像才不會模糊不清，快門速度可以從太空站移動1個相機像素時間當參考：

太空站移動1個像素時間=影像解析力/太空站在天空移動速度

ISS TRANSIT FINDER網站在查詢結果中提供了太空站在天空移動速度（ISS velocity）數據，影像解析力可由上頁公式計算，如某次事件天空移動速度為48.4'/s（angular），以上頁範例2器材配置為例：

$$\begin{aligned} & \text{太空站移動1個像素時間} \\ &= (1.19''/\text{像素}) / (48.4'/\text{秒}) \\ &= (1.19''/\text{像素}) / (48.4 \times 60''/\text{秒}) \\ &= 0.0004\text{秒}/\text{像素} \end{aligned}$$

即太空站移動1個像素時間為0.0004秒，若快門速度低於此速度越多，太空站影像就會越模糊，可以此計算的結果作為快門的設定。

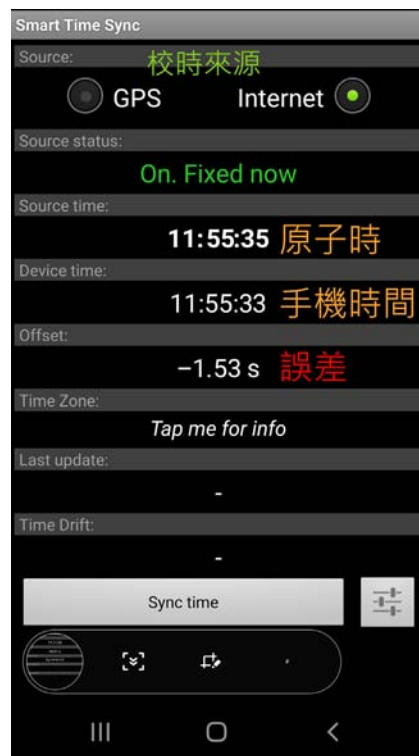
在拍攝現場可先以計算好的快門做設定，再調整相機ISO或行星攝影機Gain值使日月影像曝光恰當，若因提高ISO或Gain致影像雜訊過高，就只能於快門速度與畫質間尋找平衡點，藉由適度的降低快門速度，增加曝光量以降低ISO或Gain以換取較佳的畫質。

### (2) 時間校正

時間準確及掌控是非常重要的，特別是相機高速連拍方式必須要在對的時間按下快門，使用手機倒數讀秒是最方便的，手機校時只要在有網路情況下，將時間設定中的「自動偵測日期與時間」選「關閉」再「重新開啓」，即完成校時動作；若手機時間無法顯示至秒單位，可另安

裝校時APP（Android系統如Smart Time Sync、ClockSync），透過網路或GPS顯示正確的時間。另外，建議校正相機的時間，正確的影像時間資訊有助於判讀預報是否準確，並作為後續拍攝按快門時機參考。

行星攝影機記錄則需校正筆電時間，才能將正確的時間記錄於各幅影像做後續比對，筆電校時也同採網路校時，於控制臺>日期和時間>網際網路時間>變更設定>與網際網路時間伺服器同步處理，也可於國家時間與頻率標準實驗室網站中下載NTP校時軟體校正。



校時APP顯示情況，圖為Smart Time Sync（Android系統）APP畫面，校時APP需透過網路讀取原子時或GPS時，拍攝現場可透過來源時間（Source time）倒數讀秒。

### (3) 取景構圖

一般太空站凌日月取景可採固定影像的方位，如北方或天頂方向在上，橫方向或直方向構圖，若想要讓太空站凌日月的軌跡以特定方向通過畫面，就必須要事先查詢好太空站軌道方向，要特別提醒的是，ISS TRANSIT FINDER網站雖有提供預覽圖可預知太空站通過日月盤面情況，不過預覽圖顯示的角度並非如該網頁說明以地平座標方向顯示，正確的查詢可利用星圖軟體Stellarium開啓人造衛星顯示及軌道線，即可查得軌跡方向並進行構圖，人造衛星顯示可參考《臺北星空106期·EASY拍星空32星圖軟體攝影規劃應用》介紹。



Stellarium星圖軟體顯示人造衛星軌道線，可於外掛程式之人造衛星中設定，將軌道線及以標籤顯示人造衛星選項勾選，並將地點及模擬時間調至預報時間，即可預覽太空站軌道與日月交會情況，另可利用取景框功能進構圖。Stellarium對於太空站凌日顯示有時沒其他專門預報精準，此部分查詢還是以預覽軌道與日月交會角度為主，若顯示情況與預報不同(如中心線未通過日月)，可微調地點座標，使軌道線通過預報位置。

#### (4) 地點選擇

預報中心線位置會不斷修正，實際拍攝的地點都會在最後一刻才確定，有時不同預報平臺預報位置還會有上百公尺差異，對作者來說，就只能選比較新的預報資訊或丟銅板決定；拍太空站凌日月多數情況都得遠征一趟，得到平時不會去、不熟悉的地點進行拍攝，切記要選擇安全、可架設儀器的地點，可先透過GoogleMaps尋找地點，並利用街景服務先勘查實景，也務必保留足夠的時間提早到達預定觀測位置，確認地點是可觀測後，趕緊進行器材架設及拍攝準備。

每次太空站凌日月不僅時間、地點都不同，可見的情況也都不一樣，因當下太空站距離不同，太空站可見尺寸約介於13”至65”有很大的差異，想要拍到較清楚、更多細節的太空站影像，除了使用較長等效焦距器材拍攝外，也可選擇可



當一切準備就緒，且無雲干擾，就只要在正確的時間進行拍攝及錄影，就能順利的將太空站凌日月過程記錄下來。圖為作者追國際太空站凌日月拍攝之儀器，左組以相機高速連拍，右組以行星攝影機錄影。

見尺寸較大的事件拍攝，不妨善用手邊器材挑戰記錄太空站凌日月天象，後續另將分享相關影像處理。〈EASY拍星空〉將繼續分享拍下美麗的星空的訣竅，敬請期待。

吳昆臻：臺北市立天文科學教育館



粉絲專頁：Kenboo 愛看星星的昆布

<https://www.facebook.com/AstroKenboo/>