

# 9/8月全食－如何觀察月全食天象

觀察月全食不需要任何特殊設備，只要遠離強光，置身在昏暗的環境中，用肉眼即可盡情欣賞。當然，如果利用雙筒望遠鏡與天文望遠鏡觀察，都能讓你看見更多的細節與增強對光影變化的感受。

文／陶蕃麟



2021年5月26日於高雄市所拍攝的月全食影像。影像來源：林聖翰 攝影

## 先看懂月食預報圖

每一次的月食，被譽為日食先生的弗雷德·埃斯佩納克（Fred Espenak）都會提供一幅預報圖，如圖1、圖2。在這幅預報圖中羅列出這次月食相關的數據，並顯示了月球穿過地球本影和半影的路徑，以及全球各地可見這次月食的狀況。

在圖2裡，上方的路徑圖列出了月球與太陽黃經相差 $180^\circ$ 角，也就是滿月的瞬間；這其實就是食甚的時刻。這個時間以地球動力時（TD）和世界時（UT1）表示。食分被定義為在食甚時浸沒在本影和半影這兩個陰影中的月球直徑的分數，還列出了半影和本影的半徑P和U。Gamma是食甚時月球中心與地球陰影軸以地球赤道半徑為單位的最小距離，而Axis是以度數表示的相同參數。還列出每月食的沙羅序列，這次是128沙羅序列，下一列是一對數字：第一個數字標示了此次月食在該序列中的排序，第二個是該序列中的月食總數。

接下來的左側和右側，分別是太陽和月球在食甚時刻的地心座標。它們分別是：**R.A.**：赤經，**Dec.**：赤緯，**S.D.**：視直徑，**H.P.**：赤道地平視差。

在月球路徑圖的左下角是食的類型，本次是月全食，所以標示有半影食、月偏食與月全食經歷的時間。在它們下面是預報使用的太陽/月球星曆表，然後是地球動力時和世界時差異的外推值 $\Delta T$ 。

右下角是月球與地球半影和本影的接觸時間，定義如下：

- ①P1：月球與地球半影接觸(第一外切)的瞬間，半影食開始。
- ②P2：月球完全進入地球半影(第一內切)的瞬間。（圖中略）
- ③U1：月球與地球本影接觸(第一外切)的瞬間，月偏食開始。
- ④U2：月球完全進入地球本影(第一內切)的瞬間，月全食開始。
- ⑤U3：月球開始脫離地球本影(第二內切)的瞬間，月全食結束。
- ⑥U4：月球完全脫離地球本影(第二外切)的瞬間，月偏食結束。
- ⑦P3：月球開始離開地球半影(第二內切)的瞬間。（圖中略）
- ⑧P4：月球完全離開地球半影(第二外切)的瞬間，半影食結束。

下方的月食可見區域圖是地球的等距圓柱投影圖（或稱為等距柱狀投影圖），顯示了月食每個階段的能見區域，並以星號標示食甚時月球位於天頂的地點。在完全沒有陰影的區域可以觀察到完整的月食過程，陰影顏色最深的區域將看不到月食。其餘的淺陰影區域將出現月出帶食或月沒帶食的現象。星號以東的陰影區域將在月食結束前看見月球西沒，而西側的陰影區域將在月食開始後才看見月球升起。弧線上的標示顯示各個陰影區能看見的月食起/迄階段。

由日食先生的弗雷德·埃斯佩納克所建置的全球日、月食資料網站。圖片來源：EclipseWise.com



2

## Total Lunar Eclipse of 2025 Sep 07

Greatest Eclipse = 18:12:58.0 TD (= 18:11:46.1 UT1)

Penumbral Magnitude = 2.3459  
Umbral Magnitude = 1.3638

Gamma = -0.2752  
Axis = 0.2721°

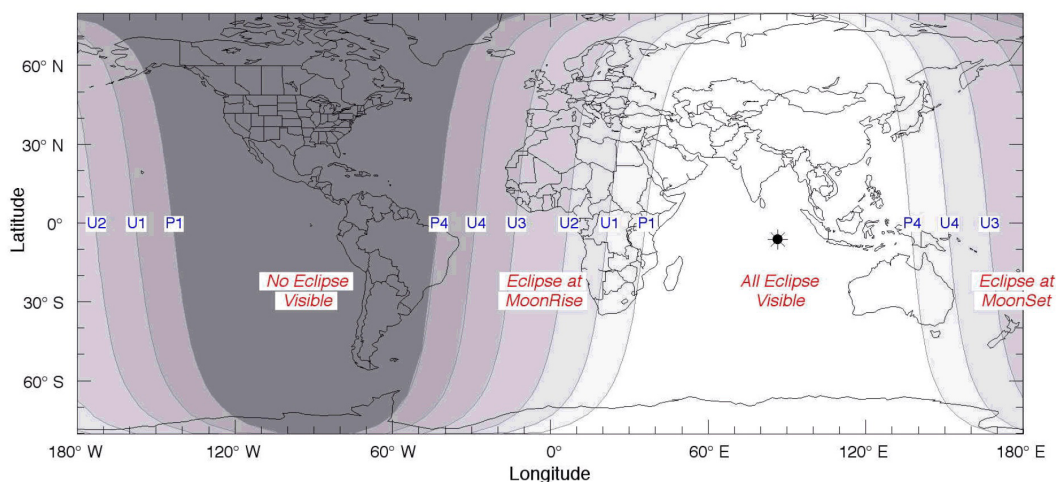
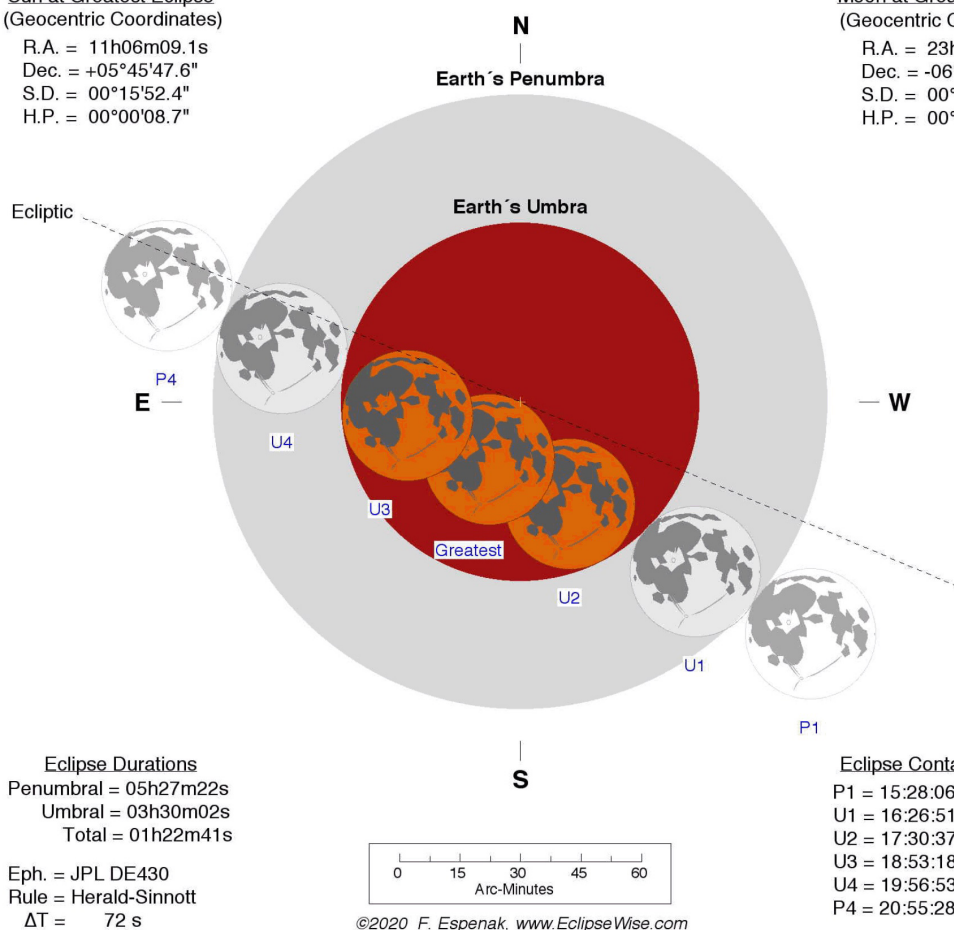
Saros Series = 128  
Saros Member = 41 of 71

Sun at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 11h06m09.1s  
Dec. = +05°45'47.6"  
S.D. = 00°15'52.4"  
H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse  
(Geocentric Coordinates)

R.A. = 23h06m40.4s  
Dec. = -06°00'08.9"  
S.D. = 00°16'09.8"  
H.P. = 00°59'19.1"



COURTESY OF 21<sup>ST</sup> CENTURY CANON OF LUNAR ECLIPSES, FRED ESPENAK, ASTROPixels PUBLISHING, 2020

日食先生弗雷德·埃斯佩納克的月食預報圖。圖片來源：EclipseWise.com

天文年鑑為了更平易近人的說明月食的狀況，根據NASA的預報【註】與MICA的計算結果，將圖2上半部重繪，並另以文字與表格說明這次的月食。各位可以參考今年（2025年）的天文年鑑第367頁的文字與表格，配合368頁的圖，輕鬆地來瞭解這次月全食的月球路徑圖與月食可見區域圖。另今年重要天象表也有易懂圖解，如圖3。

## 了解月食的過程

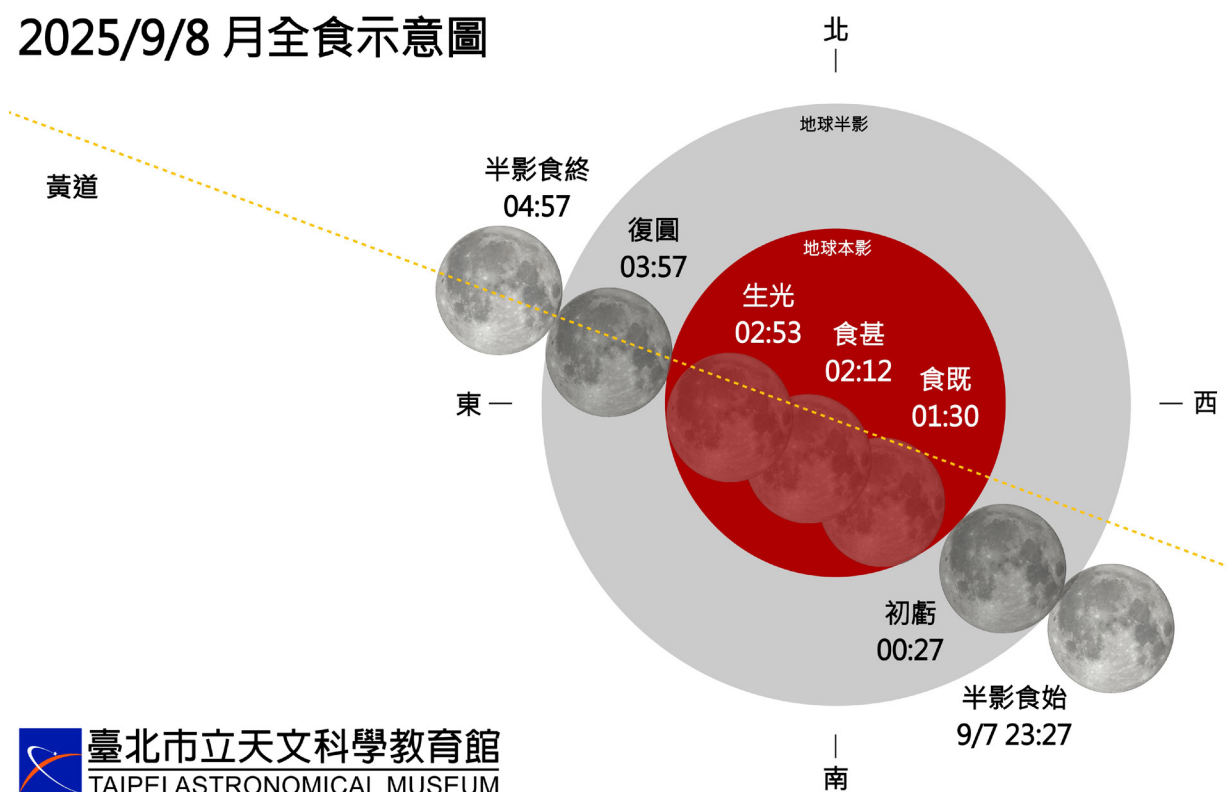
在預報資料中提供了7個關鍵的時間點，無論你要做何種觀測都要掌握這幾個關鍵時刻來擬定觀測計畫。

在目視觀測的實務中，進入半影的部分，亮度會呈現漸層式的減弱，即越深入半影的區域會越黯淡，但整體仍呈現滿月的月相，使得目視觀測不易感受這種變化。由於半影食的現象不明顯，所以常省略半影食相關的資訊，因此目視觀測的重點是下列5個關鍵時間點：

- ①**初虧**：月偏食開始的時刻，也就是U1的時間點，即月球接觸地球本影的瞬間。這時月球的東側接觸到地球本影的西側，滿月開始有了可以看得到的虧損。
- ②**食既**：月全食開始的時刻，也就是U2的時間點，即月球完全進入地球本影的瞬間。此刻，月球已經失去皎潔的光彩，開始呈現偏紅的色調，並且隨著全食的進展，色調與亮度會越來越黯淡。
- ③**食甚**：月球中心最接近地影軸心的瞬間，也就是食最大的時間點。通常這是月球在月食過程中最黯淡的時候。
- ④**生光**：月全食結束的時刻，也就是U3的時間點，此刻是月球開始脫離地球本影的瞬間。月球擺脫紅色的色調，重新展現出皎潔的月光。
- ⑤**復圓**：月偏食結束的時刻，也就是U4的時間點，此刻是月球完全離開月球，重現滿月的景象。

圖 3

### 2025/9/8 月全食示意圖



臺北市立天文科學教育館  
TAIPEI ASTRONOMICAL MUSEUM

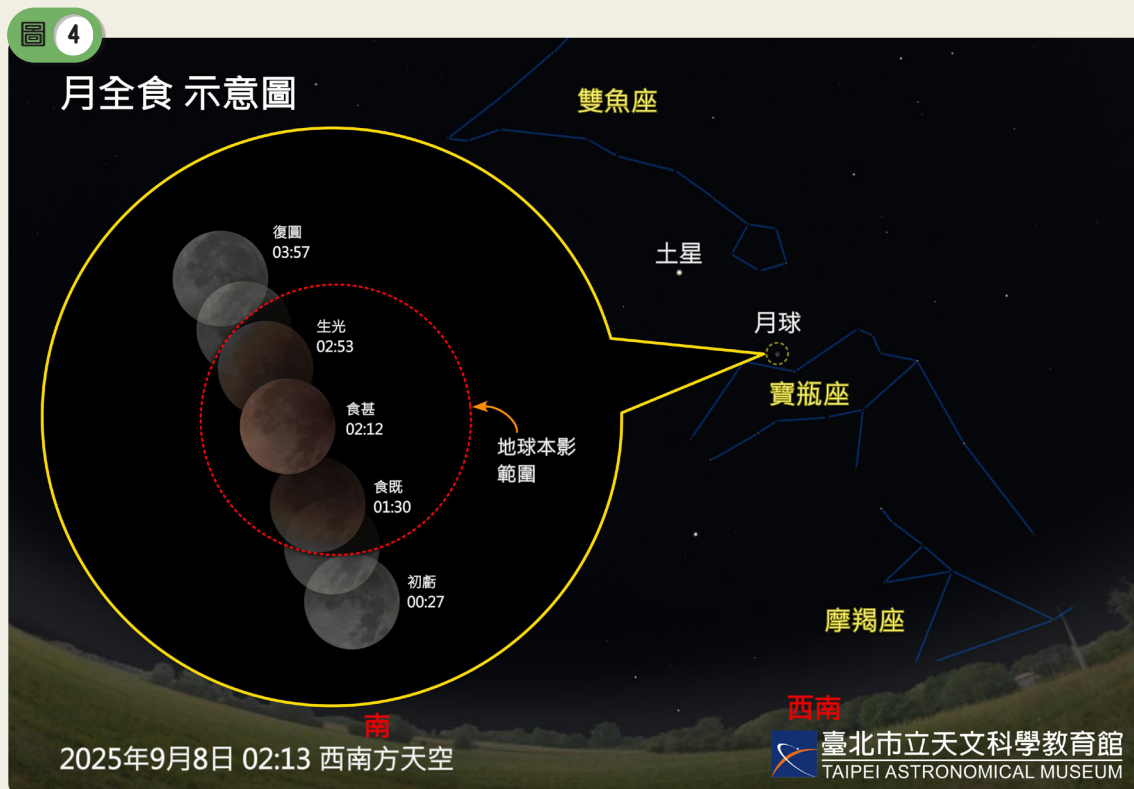
臺北天文館根據NASA預報，重新繪製成容易理解的月食預報圖解。圖片來源：2025重要天象表

## 月食的目視觀測

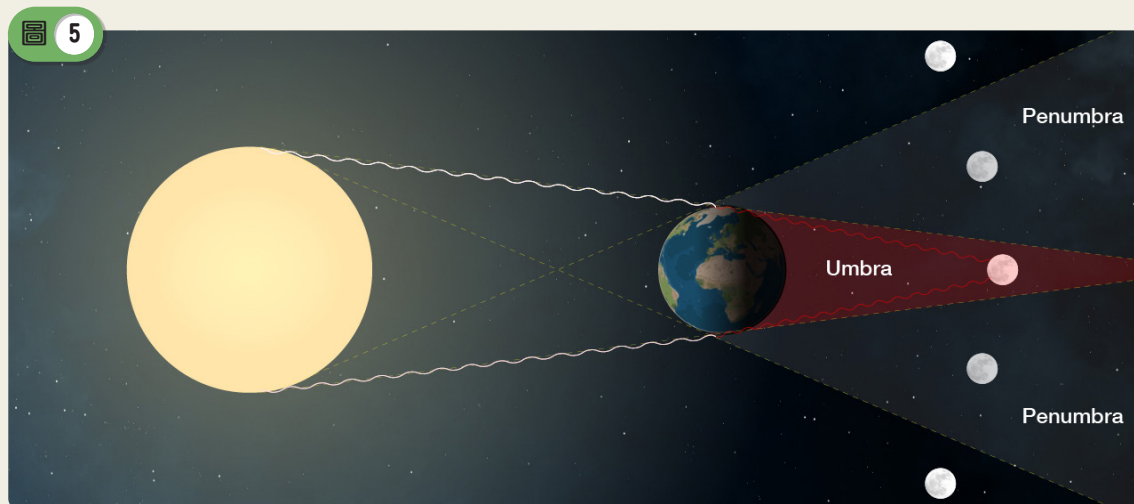
9月8日的月全食，台灣地區可以全程觀測，在排除肉眼不易察覺的半影食部分，從00:27的初虧開始，經歷食既（01:30:18）、食甚（02:11:43.1）、生光（02:53:12）、復圓（03:56:48），共歷時3:30:06。在約3.5小時的月食過程，約有1.4小時是全食，因此可以好好的規畫該如何觀測與紀錄這次的

月食，如圖4。

理論上，全食階段的月球位於沒有陽光的地球本影區內，應該是黯淡無光的。但由於地球大氣層對光線的折射、散射等作用，總會有一些陽光滲漏進本影內，如圖5，再加上月球在地影中移動，月球表面又有許多可見的地形特徵，所以從初虧到復圓之間可以觀測的項目有色調變化、亮度測定、月面地形可見度、星等測定以及接觸計時等。



2025年9月8日的月全食示意圖。圖片來源：編輯部繪製



因為地球大氣層對陽光的折射，穿透力最強且折射率最大的紅光會滲入地影的本影內，使月球在全食階段依然會呈現紅色。圖片來源：NASA/JPL

許多因素會影響月全食期間可見的月球景觀。不僅與月球穿過地球本影的路徑有關，連當時地球大氣層的透明度也都有影響。地球的火山噴發可說是最重要的因素之一，噴發進入大氣高層的火山灰會使大氣層的透明度降低。因此，通常在火山噴發之後的幾年內，都會讓月全食的月球顏色呈現較為暗沉的深紅色，甚至幾乎全黑而看不見月球。1991年6月菲律賓皮納圖博火山的噴發，對隨後的月食影響非常明顯。1992年12月9日的月全食是該次噴發之後的第一次月全食，就幾乎看不見進入地球本影中的月球。所以在以下述的丹戎量表評級時就被許多觀察者評為L0級。

## 丹戎量表

上述的各項觀測都離不開月球在地球本影區內的顏色和亮度的變化。為了有效紀錄與描述，法國天文學家安德烈·路易·丹戎（André-Louis Danjon）在1921年提出了用於描述月全食期間月球外觀和亮度，共分成五個級別的丹戎量表，如圖6。

丹戎量表的各級評量定義如下：

- ①L0：非常暗的月全食。月球幾乎看不見，尤其是在食甚的時候。
- ②L1：黑暗的月全食。表面的顏色為灰色或褐色，月面的細節必須很仔細觀察才能分辨。
- ③L2：深紅色或鐵鏽色的月食。本影中央特別黑暗，而本影外緣相對顯得明亮。

④L3：磚紅色的月食。本影的邊緣通常較明亮或呈現黃色。

⑤L4：非常明亮，紅銅色或橙色的月食。本影的邊緣非常明亮，且可能帶有藍色。

L值的量測可以在月全食的任何時段進行，但要有效的呈現月全食的狀態，至少要測量初虧、食甚和生光三個時段的丹戎值。這種評量是很主觀的，不同的觀測者對同一次的月全食測定的L值可能會不同。此外，月球表面的不同地區可能會有不同的L值，具體取決於它們與地球本影中心的距離。

## 月面地形可見度

或許是因為丹戎量表的評級不夠客觀，美國天文學家威拉德·費舍爾（Willard J. Fisher）在1924年提出在月全食時依照裸眼與不同儀器可見的地形為依據判別的三級分類：

- ①G0：肉眼可見一些光亮的斑點，或雙筒望遠鏡可見月海和一些其它的細節。
- ②G1：需要5公分（2英寸）到15公分（6英寸）的望遠鏡才能看見細節。
- ③G2：需要比15公分更大的望遠鏡才能辨認細節。

因此，在評量月全食的丹戎值時，以月面地形可見度來輔佐，可以更明確的判定月全食期間的月球表面亮度。

圖 6



丹戎量表級別評量參考圖。圖片來源：Sky and Telescope.org

## 星等測量

食既之後，可以利用星野中一些已知星等的恆星來估計月球的星等。但由於月球是個半度大小的圓盤面，因此要以目視來與恆星的光點比較星等是有難度的。解決之道是故意讓望遠鏡失焦，使星點也呈現盤狀來做比較。或是將雙筒望遠鏡倒過來看，讓月球的影像縮小，減少兩者在視大小上的差距，再來與恆星比較。

然而，無論用何種方法，都很難讓恆星呈現盤面時能與月球的大小相近，因此事前的練習相當重要。只有在事前做過練習，了解觀測時的減光係數，才能在月全食階段得到較準確的星等。

## 進階觀測：接觸計時

前述的丹戎量表、地形可見度、星等測量，都是只適用在月全食階段的觀測。在偏食階段可以進行的是要求更精準的接觸計時。這裡所謂的接觸計時不只是月球邊緣與本影邊緣接觸的4個時間點，而是月面上可分辨的地形特徵，主要是環形山，與地球本影邊緣接觸與脫離的時間，如表1。

偏食階段的接觸計時被月全食分成兩個段落：在初虧到食既之間觀測的是各個地形特徵進入地球本影的現象，在生光之後到復圓之前觀測的是這些特徵離開地球本影的現象。而要進行接觸計時的觀測不僅需要熟悉月面的地形，也要知道各個環形山與地球本影接觸和脫離的時間，以及先後的順序。依據這些資料預先擬定觀測計畫，才能順利進行觀測。

在預報表中有許多環形山與地球本影接觸或脫離的時間太接近，甚至有兩個或三個環形山同時間進入或離開地球本影。對這些環形山的接觸計時就得預先有所取捨，免得到時因不能兼顧而影響到觀測的精確性。

由於這些環形山都有可以量測的尺寸，所以實際觀測時可以比照月全食的接觸計時，紀錄類似初虧與食既，即接觸開始與完全遮蔽環形山的兩個時間點，然後取其平均做為類似食甚的時間點；或者只記錄接觸與完全遮蔽的時間之一。但無論你採取哪一種方式，重要的是要一致，不能混用，並且在觀測報告中要說明是採用哪種方式。環形山離開地球本影時的紀錄也是一樣，可以比照生光與復原的狀態來記錄。

想要進行環形山接觸計時的觀測，又擔心對其在月面的位置不熟悉的新手，可以參考Eclipse Calculator 2.0這個App，它有一個選項：隕石坑計時，就提供了上表的訊息，並且有標示出環形山位置的圖，可以參考來擬訂觀測計畫。

此外，從表中可以看出，在不到一小時中就有33次的接觸事件；因此單憑一己之力是不可能完成的。至少需要兩個人合作，一人負責觀看，一人負責記錄；並且對預報上時刻接近或同時間發生的接觸事件，必須有所取捨。所以，要完成全部33個環形山的目視觀測紀錄，就必須組織一個觀測隊，妥善的安排好每位隊員的工作，共同進行這項觀測。

最後提醒，天文學是靠天吃飯的科學。但天氣狀況不是我們能掌控的，所以只能祈禱9月8日是個好天氣。還有，預測不是百分之百的準確，誤差在所難免，所以一定要在預報時刻之前至少5分鐘就盯緊目標。同時，也別忘了適應月球的亮度，才能順利地進行觀測。

陶蕃麟：臺北市立天文科學教育館展示組組長退休

### 附註：

日食先生弗雷德·埃斯佩納克（Fred Espenak）是NASA日月食網站的前負責人，退休後自己建立日月食網站，採用JPL DE430星曆表預報日月食。而NASA的資料是使用VSOP87/ELP2000-85星曆表。因此兩者的預報數值略有不同。

表 1 地影接觸計時預報

中文名稱	英文名稱	遮蔽	中文名稱	英文名稱	出現
里希+A3:C34奧利	Riccioli	00:33	里希奧利	Riccioli	02:57
格里馬爾迪	Grimaldi	00:35	格里馬爾迪	Grimaldi	02:58
阿利斯塔克	Aristarchus	00:35	西卡爾德	Schickard	02:59
克卜勒	Kepler	00:41	比利	Billy	03:02
比利	Billy	00:43	坎帕那司	Campanus	03:09
皮特阿斯	Pytheas	00:46	阿利斯塔克	Aristarchus	03:09
柏拉圖	Plato	00:48	克卜勒	Kepler	03:10
哥白尼	Copernicus	00:48	第谷	Tycho	03:14
提默洽里斯	Timocharis	00:48	皮塔屠斯	Pitatus	03:16
阿基米德	Archimedes	00:52	哥白尼	Copernicus	03:19
奧托利克斯	Autolycus	00:54	皮特阿斯	Pytheas	03:20
亞里斯多德	Aristoteles	00:56	提默洽里斯	Timocharis	03:24
坎帕那司	Campanus	00:57	柏拉圖	Plato	03:27
歐多克斯	Eudoxus	00:57	阿基米德	Archimedes	03:28
西卡爾德	Schickard	00:58	奧托利克斯	Autolycus	03:31
馬尼呂斯	Manilius	01:01	馬尼呂斯	Manilius	03:34
門樂勞斯	Menelaus	01:03	亞里斯多德	Aristoteles	03:35
皮塔屠斯	Pitatus	01:03	歐多克斯	Eudoxus	03:36
恩狄彌翁	Endymion	01:04	狄尼修	Dionysius	03:37
阿特拉斯	Atlas	01:05	門樂勞斯	Menelaus	03:37
波西多尼烏斯	Posidonius	01:05	弗拉卡斯托留斯	Fracastorius	03:39
普林尼	Plinius	01:07	捷奧菲利斯	Theophilus	03:39
狄尼修	Dionysius	01:07	普林尼	Plinius	03:41
維特魯維亞	Vitruvius	01:09	波西多尼烏斯	Posidonius	03:42
第谷	Tycho	01:09	阿特拉斯	Atlas	03:43
肯索理努斯	Censorinus	01:14	恩狄彌翁	Endymion	03:43
捷奧菲利斯	Theophilus	01:15	肯索理努斯	Censorinus	03:44
普羅克呂斯	Proclus	01:15	維特魯維亞	Vitruvius	03:44
塔朗地烏斯	Taruntius	01:18	戈克利尼斯	Goclenius	03:47
弗拉卡斯托留斯	Fracastorius	01:19	梅西耶	Messier	03:49
梅西耶	Messier	01:20	普羅克呂斯	Proclus	03:50
戈克利尼斯	Goclenius	01:21	塔朗地烏斯	Taruntius	03:50
朗格林諾斯	Langrenus	01:25	朗格林諾斯	Langrenus	03:52

## 附件 月全食丹戎值評量表



## 評估月全食的丹戎值

丹戎量表是觀測者用來描述月全食階段所見的月球外觀，主要是其呈現的亮度與顏色。

最好用肉眼來進行評估，但也不排除用雙筒望遠鏡或小型望遠鏡來進行。除了在食甚期間進行評估，也要在全食開始(食既)之後和結束(生光)之前也該進行評估。在進行評估時如果有使用儀器，紀錄中除了時間和評級值之外，也需要說明儀器的種類和規格(口徑、焦長、倍數)

請使用下面的評級標準，為月全食的三個關鍵點進行評估。

- L0：非常暗的月全食。月球幾乎看不見，尤其是在食甚的時候。  
 L1：黑暗的月全食。表面的顏色為灰色或褐色，月面的細節必須很仔細觀察才能分辨。  
 L2：深紅色或鐵鏽色的月食。靠近本影中央特別黑暗，而靠近本影外緣相對顯得明亮。  
 L3：磚紅色的月食。靠本影邊緣的一側通常較明亮或呈現黃色。  
 L4：非常明亮，紅銅色或橙色的月食。本影的邊緣非常明亮，且可能帶有藍色。

食既階段(全食開始後)

時間：\_\_\_\_\_ 月球高度：\_\_\_\_\_ 倍數：\_\_\_\_\_  
 儀器(圈選其中一項)：望遠鏡口徑 \_\_\_\_\_ 焦長 \_\_\_\_\_  
 雙筒望遠鏡：\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ / 肉眼：視力 \_\_\_\_\_  
 L = \_\_\_\_\_

食甚階段(食最大)

時間：\_\_\_\_\_ 月球高度：\_\_\_\_\_ 倍數：\_\_\_\_\_  
 儀器(圈選其中一項)：望遠鏡口徑 \_\_\_\_\_ 焦長 \_\_\_\_\_  
 雙筒望遠鏡：\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ / 肉眼：視力 \_\_\_\_\_  
 L = \_\_\_\_\_

生光階段(生光之前)

時間：\_\_\_\_\_ 月球高度：\_\_\_\_\_ 倍數：\_\_\_\_\_  
 儀器(圈選其中一項)：望遠鏡口徑 \_\_\_\_\_ 焦長 \_\_\_\_\_  
 雙筒望遠鏡：\_\_\_\_ X \_\_\_\_\_ / 肉眼：視力 \_\_\_\_\_  
 L = \_\_\_\_\_

觀測者：

E-mail：

若有興趣利用本頁的丹戎量表，觀測並記錄9月8日月全食的個人或團體，煩請點選以下連結載入丹戎量表的pdf檔案，自行列印使用。也歡迎您與天文館分享您的結果。