

日食、月食

今年全球發生 2 次日食與 2 次月食，2 次日食為 3 月 20 日日全食與 9 月 23 日日偏食，兩次臺灣均不能得見。2 次月食為 4 月 4 日與 9 月 28 日月全食，臺灣地區能見 4 月 4 日月出帶食。

日食或月食在全球所對應的食象以 P1、U1 等符號代表，其意義分別如下：

代號	日食對應食象	代號	月食對應食象
P1	月球半影前緣與地球接觸（外切）	P1	月球與地球半影接觸（外切）
P2	月球半影完全進入地球（內切）	P2	月球完全進入地球半影（內切）
U1	月球本影前緣與地球接觸（外切）	U1	月球與地球本影接觸（外切）
U2	月球本影完全進入地球（內切）	U2	月球完全進入地球本影（內切）
GREATEST	月球影錐軸線最接近地球中心的時刻	GREATEST	月球最接近地球本影中央，食的中間時刻
U3	月球本影即將脫離地球（內切）	U3	月球即將脫離地球本影（內切）
U4	月球本影後緣完全脫離地球（外切）	U4	月球完全脫離地球本影（外切）
P3	月球半影即將脫離地球（內切）	P3	月球即將脫離地球半影（內切）
P4	月球半影後緣完全脫離地球（外切）	P4	月球完全脫離地球半影（外切）

針對臺灣地區可見到的食象再增列本地預報。方位與高度取日、月的盤面中心座標，並未考慮大氣偏光效應，時間則取東經 120 度平太陽時。各食象代表的意義分別為：

食象	日食	月食
初虧	月球外緣與太陽外緣剛好接觸形成外切，開始偏食的過程	月球外緣與地球本影剛相接觸，即將開始偏食的過程
食既	月球內緣與太陽內緣剛好接觸形成內切，開始全食或環食的過程	月球剛完全進入地球本影區，開始全食階段
食甚	發生最大食分的時刻	發生最大食分的時刻，月球最接近地球本影中央
生光	月球內緣與太陽內緣剛好接觸形成內切，全食或環食過程結束	月球即將離開地球本影區，全食階段結束
復圓	月球外緣與太陽外緣剛好接觸形成外切，日食過程結束	月球外緣與地球本影剛相接觸，偏食結束

(一) 3 月 20 日 日全食 (臺灣地區不可見)

※ 食的要素 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 67.6\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

日心、月心黃經合: 3 月 20 日 $09^{\text{h}} 36^{\text{m}} 10.6^{\text{s}}$

食甚時日、月位置:

	太 陽	月 球
赤經	$23^{\text{h}} 58^{\text{m}} 01.5^{\text{s}}$	$23^{\text{h}} 56^{\text{m}} 50.5^{\text{s}}$
赤緯	$-00^{\circ} 12' 50.4''$	$+00^{\circ} 42' 08.8''$
視半徑	$00^{\circ} 16' 03.7''$	$00^{\circ} 16' 41.6''$
赤道地平視差	$00^{\circ} 00' 08.8''$	$01^{\circ} 01' 15.8''$

※ 全球食的現象與發生時間 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 67.6\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

本次日全食最大食分 1.0446, 全食歷時 2 分 46.9 秒。本次日全食從格陵蘭南端外海始, 通過冰島與蘇格蘭之間進入北極海。全食路線幾乎都在海面, 首先接觸陸地為丹麥屬費洛依群島 (Faeroe Islands), 最大掩食亦發生在此群島不遠海面上。其他可見偏食的地區包括歐洲、北非、俄國等大部分區域。臺灣地區不可見。

	日	時	分	秒
P1	20	07	40	51.9
U1	20	09	09	32.7
GREATEST	20	09	45	39.2
U4	20	10	21	22.3
P4	20	11	50	12.8

(二) 4 月 4 日 月全食 (臺灣可見月出帶食)

※ 食的要素 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 69\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

日心、月心黃經衝: 4 月 4 日 $12^{\text{h}} 05^{\text{m}} 32.7^{\text{s}}$

食甚時日、月位置:

	太 陽	月 球
赤經	$00^{\text{h}}53^{\text{m}} 01.2^{\text{s}}$	$12^{\text{h}}53^{\text{m}} 29.7^{\text{s}}$
赤緯	$+05^{\circ}40' 32.9''$	$-05^{\circ}17' 20.2''$
視半徑	$00^{\circ}15' 59.6''$	$00^{\circ}14' 49.9''$
赤道地平視差	$00^{\circ}00' 08.8''$	$00^{\circ}54' 25.9''$

※ 全球食的現象與發生時間 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 69\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

本次月全食的本影最大食分為 1.0008。全球全食歷時 4 分 43 秒, 本影食共歷時 3 時 29 分 00 秒, 包含半影食共歷時 5 時 57 分 32 秒, 月球在全食間快速通過地球本影最北方邊緣。此次僅太平洋海上, 澳洲東部、日本東部、阿拉斯加西部全程可見; 北美洲、南美洲西部可見月沒帶食; 中國大陸沿海、東北亞、臺灣、菲律賓、印尼西部島嶼以及澳洲西部可見月出帶食; 其餘地區不可見。臺灣地區可見月出帶食。

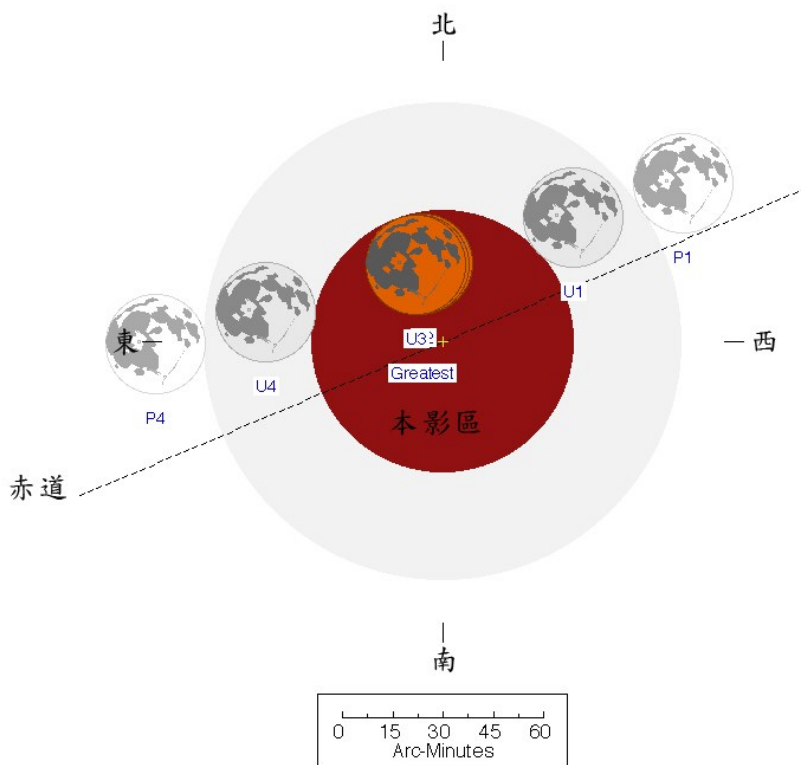
	日	時	分	秒
P1	4	09	01	27
U1	4	10	15	45
U2	4	11	57	54
GREATEST	4	12	00	14.5
U3	4	12	02	37
U4	4	13	44	46
P4	4	14	58	58

※ 臺灣本地預報 (參考美國海軍天文年鑑預報資料; 赤道地表座標觀點)

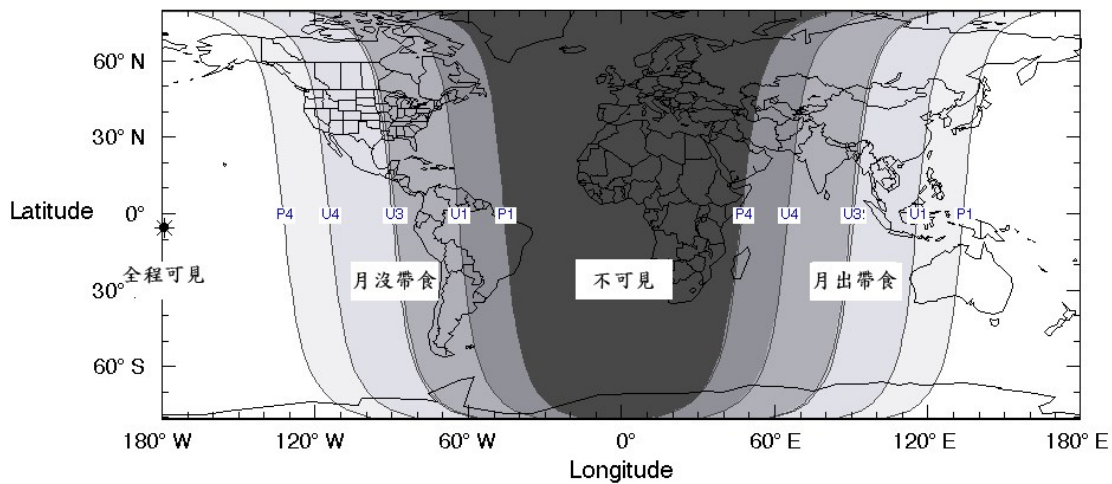
臺灣地區可見月出帶食, 全食歷時 12.2 分, 在本影區內共歷時 3 時 29.6 分, 包含在半影區內則共歷時約 4 時 57.0 分, 食分約 1.006。月球通過地球本影區的北邊。當天月球在室女座, 角宿一在其鄰近。

	時 間			位 置	
	日	時	分	方位角	仰角
月出	4	18	04	95.6	----
初虧	4	18	15.5	96.8	1.7
食既	4	19	54.2	108.4	22.8
食甚	4	20	00.3	109.2	24.1
生光	4	20	06.4	110.1	25.4
復圓	4	21	45.1	128.3	44.4
半影食終	4	23	00.8	151.9	55.2

2015年4月4日(世界時)月全食



F. Espenak, NASA's GSFC
eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html



2009 Apr 29

(三) 9 月 13 日 日偏食 (臺灣地區不可見)

※ 食的要素 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 67.8\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

日心、月心黃經合: 9 月 13 日 $06^{\text{h}} 41^{\text{m}} 16.1^{\text{s}}$

食甚時日、月位置:

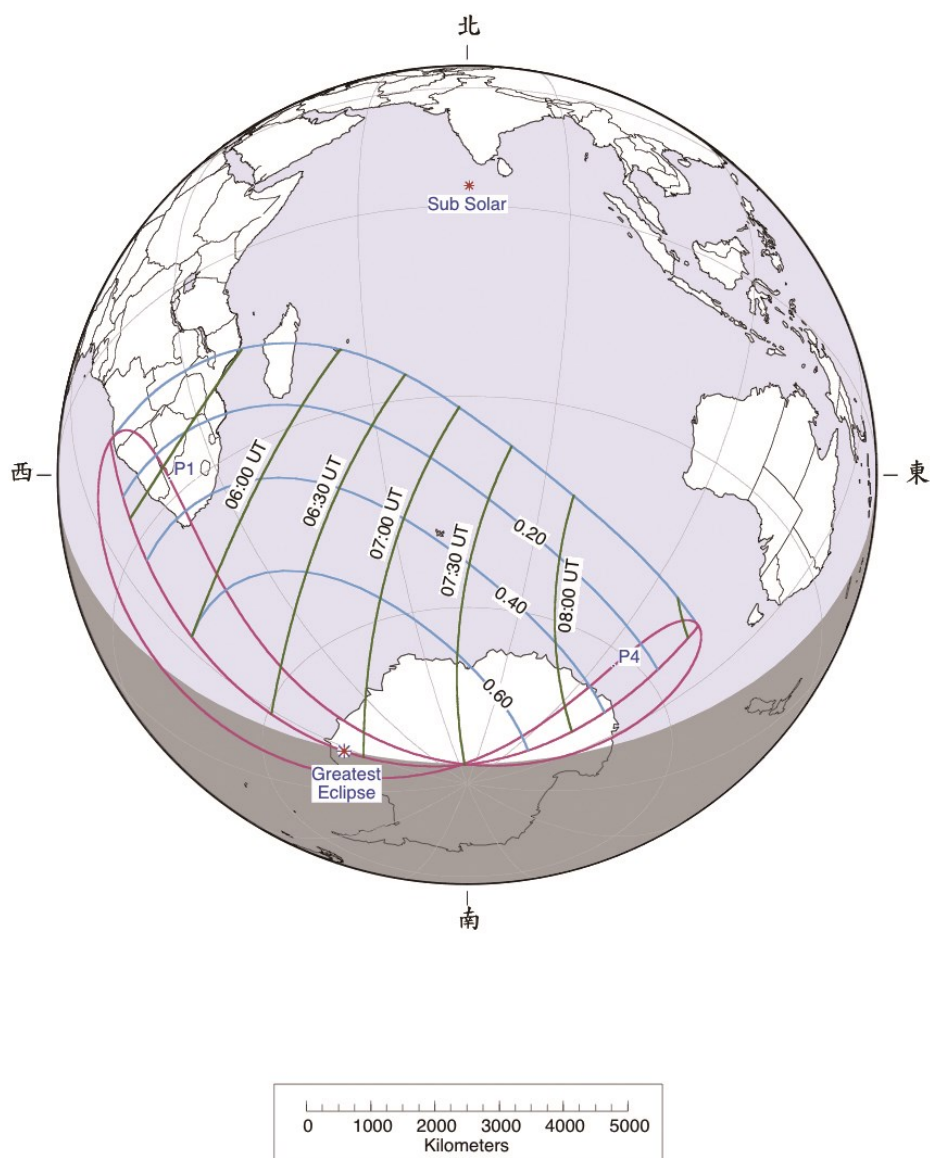
	太 陽	月 球
赤經	$11^{\text{h}}23^{\text{m}} 54.6^{\text{s}}$	$11^{\text{h}}22^{\text{m}} 43.3^{\text{s}}$
赤緯	$+03^{\circ}53' 20.1''$	$+02^{\circ}56' 47.8''$
視半徑	$00^{\circ}15' 53.6''$	$00^{\circ}14' 43.0''$
赤道地平視差	$00^{\circ}00' 08.7''$	$00^{\circ}54' 00.6''$

※ 全球食的現象與發生時間 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 68.8\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

本次日偏食最大食分 0.7875。全球歷時約 4 小時 24 分 44.9 秒。本次日偏食僅南極大陸、非洲南部可見。最大掩食發生在南極大陸的莫德皇后區 (Queen Maud Land, 約東經 02 度 18.4 分、南緯 72 度 06.4 分)。臺灣地區不可見。

	日	時	分	秒
P1	13	04	41	40.1
GREATEST	13	06	54	11.4
P4	13	09	06	25.0

2015年9月13日(世界時)日偏食



(四) 9 月 28 日 月全食 (臺灣地區不可見)

※ 食的要素 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 69\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

日心、月心黃經衝: 9 月 28 日 $02^{\text{h}} 50^{\text{m}} 29.0^{\text{s}}$

食甚時日、月位置:

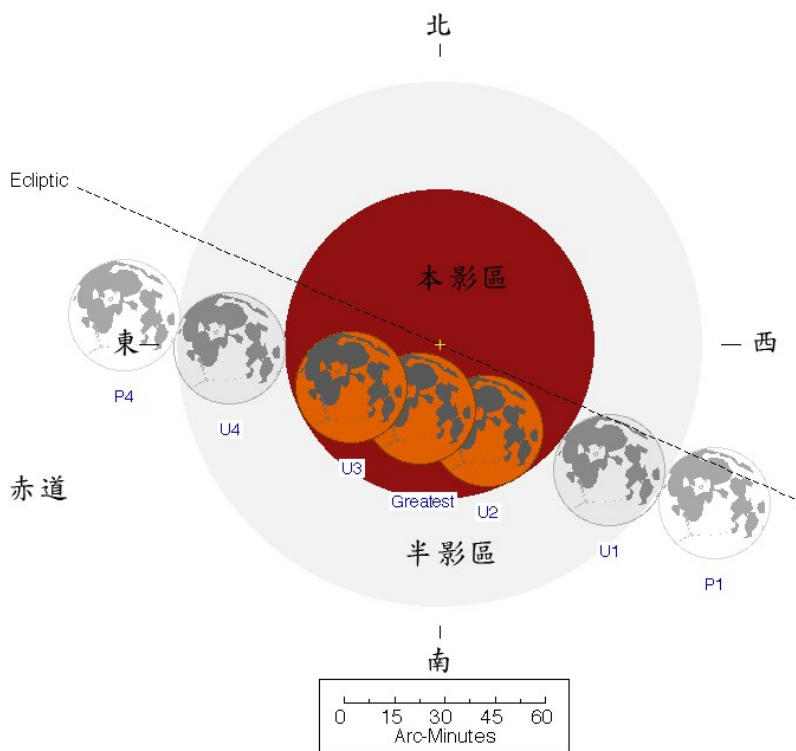
	太 陽	月 球
赤經	$12^{\text{h}} 17^{\text{m}} 08.9^{\text{s}}$	$00^{\text{h}} 17^{\text{m}} 33.6^{\text{s}}$
赤緯	$-01^{\circ} 51' 21.0''$	$+01^{\circ} 32' 03.7''$
視半徑	$00^{\circ} 15' 57.6''$	$00^{\circ} 16' 44.5''$
赤道地平視差	$00^{\circ} 00' 08.8''$	$01^{\circ} 01' 26.6''$

※ 全球食的現象與發生時間 (世界時 UT, 採 $\Delta T = 69\text{s}$; 赤道地心座標觀點)

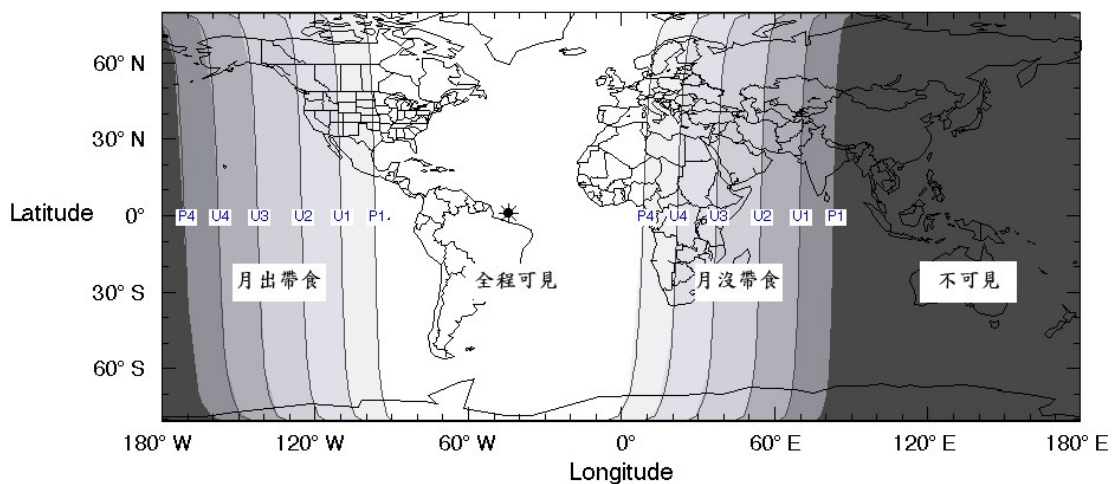
本次月全食的本影最大食分為 1.2764。全球全食歷時 1 時 11 分 55 秒, 本影食共歷時 3 時 19 分 52 秒, 包含半影食共歷時 5 時 10 分 41 秒。北美洲東部、中美洲與南美洲、以及西歐與西非等地全程可見; 北美洲西部可見月出帶食; 中歐、東歐、西亞及東非等地可見月沒帶食; 其他地區不可見。臺灣地區亦不可見。

	日	時	分	秒
P1	28	00	11	47
U1	28	01	07	11
U2	28	02	11	10
GREATEST	28	02	47	07.5
U3	28	03	23	05
U4	28	04	27	03
P4	28	05	22	27

2015年9月28日(世界時)月全食



F. Espenak, NASA's GSFC
eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html



2009 Apr 29

如何觀測日食

日食的觀測方法其實相當於日常的太陽觀測，由於陽光非常強烈，稍加不慎便會對眼睛造成永久的傷害，因此必須特別注意觀測時的安全措施與減光設備的安全性，**絕對不可在毫無任何保護裝置之下，用肉眼直視太陽。**

※ 投影法

投影觀測太陽的方法相當安全而簡單，甚至在家裡就可以自己做：用兩張硬紙板，在其中一張的中央挖一個小洞，使太陽光穿越小洞後在另一張白色硬紙板上成像，這是所謂的針孔投影法。若有雙筒望遠鏡或小型望遠鏡，也可以將望遠鏡對準太陽後，使太陽投影成像於鏡筒後方的一張白色硬紙板上，並轉動焦點使影像清晰，效果也不錯；不過千萬別直接用肉眼透過望遠鏡的目鏡或尋星鏡來看太陽，且不用時，記得隨手將鏡筒前方的蓋子蓋上，以維安全。

※ 目視法

用目視的方法觀賞太陽之前，必須先確定：您拿來減光用的器材絕對是有效且安全的！這裡所謂的減光器具，可以用身邊隨手可得的東西，例如二層曝光且沖洗過的「黑白底片」（別用彩色底片，效果不佳），或是一般 CD 唱片有銀色薄膜的部分等；千萬別以為一般的太陽眼鏡也同樣的效果，那只會使你的眼睛瞎得更快，而前人使用的以臉盆裝水，看水中太陽倒影的方法也不可靠。專業的觀測方式，可以使用特殊的太陽濾鏡接在望遠鏡前方（盡量不要使用鎖在目鏡上的那種太陽濾鏡，因為位置接近焦點，容易破裂而發生危險），可至少將太陽光減少 99.9% 以上，以方便肉眼觀察。這種減光濾鏡可用一般攝影用的 ND4~ND400 濾鏡加以組合，或是天文專用的太陽濾鏡；不過無論哪一種，濾鏡使用前必須先仔細檢查有無鍍膜脫落或凹凸不平的現象，如有此現象，最好不要使用。

※ 攝影法

由於太陽非常亮，即使在日偏食發生時，陽光仍然很強烈，所以攝影時必須在鏡頭或望遠鏡前方加裝如同「目視法」中所提之減光濾鏡。攝影機或相機不需要可長時間曝光的功能，不過最好可以在底片或影片中顯示出時間。曝光時間需在日食前先多做幾次測試，至真正拍攝時也最好多拍幾張不同曝光值的照片。

- 一、擴大攝影：拍攝日偏食各過程的特寫鏡頭，必須使用焦長 400~1000mm 以上的鏡頭或望遠鏡，或是利用焦長 200~300mm 鏡頭加 2X 或 3X 加倍鏡的方式。相機或攝影機必須固定在三腳架上，用直焦攝影或放大攝影均可。若使用 ND5 的太陽濾鏡、f16 的光圈及感光度 ASA (ISO) 100，則曝光時間約在 1/60 秒上下。偏食階段原則上可無需調整曝光時間與光圈。
- 二、間歇攝影：需事先瞭解日偏食全程所需時間與在天空上將走的路徑，選

擇適當的標準至廣角鏡頭，將相機固定在三腳架上，快門每隔 10-15 分鐘固定開啟一次，將太陽影像曝光在同一張底片上，所以相機必須具有重複曝光的功能，且需隨太陽被食的程度調整光圈大小與曝光時間。曝光時間參考下表。

三、日食攝影曝光參考：

ISO		光圈或焦比 (f/Number)								
25		1.4	2	2.8	4	5.6	8	11	16	22
50		2	2.8	4	5.6	8	11	16	22	32
100		2.8	4	5.6	8	11	16	22	32	44
200		4	5.6	8	11	16	22	32	44	64
400		5.6	8	11	16	22	32	44	64	88
800		8	11	16	22	32	44	64	88	128
1600		11	16	22	32	44	64	88	128	176
目標	Q	快門速度 (曝光時間, 單位: 秒)								
偏食 - ND4.0	11	—	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
偏食 - ND5.0	8	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
倍里珠	11	—	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
鑽石環	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2
色球	10	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60
日珥	9	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
日冕 - 0.1 Rs	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8
日冕 - 0.2 Rs	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2
日冕 - 0.5 Rs	3	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2
日冕 - 1.0 Rs	1	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8
日冕 - 2.0 Rs	0	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15
日冕 - 4.0 Rs	-1	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15	30
日冕 - 8.0 Rs	-3	1/2	1	2	4	8	15	30	60	120

如何觀測月食

相較於日食，月食發生的時間沒有地域的差別，也不具危險性，對大眾而言，既使不進行觀測工作，看著月亮從有到無，然後變成古銅色出現在眼前，也是種很有趣的經驗。

月食的觀測方法可分成目視、描圖、攝影等。

※ 目視

由於太陽和月亮是唯「二」可以用肉眼看見整個星球盤面甚至表面狀況的天體，而月食又比日食好觀察，因為月亮不像太陽那樣刺眼，所以當月食發生時，不需要任何減光的保護裝置，最方便、便宜的觀測工具就是自己的雙眼—只要找個舒服地方坐下來，眼睛緊盯著月亮慢慢欣賞就可以了！如果手邊有雙筒望遠鏡（7×35 或 7×50）的話，也可以用來查看明暗交界的月面掩食或生光的變化情形。

※ 描圖

如果覺得只做目視觀「賞」，沒有留下任何記錄，實在很可惜，可是又不會或沒有器材做天文攝影，那麼可以嘗試用描圖與計時的方式來觀測。在月食發生時，每隔 10-20 分鐘在月球表面全圖上描下月亮被食的程度、位置與顏色變化、光度變化等來記錄月食的發生過程。

- 一、色調變化：由於從偏食到全食的階段中，月亮表面的顏色會不斷地變化，可能混雜著棕色、紅色、粉紅色甚至些許的藍色，觀察顏色變化時可以利用色筆將所見的顏色描繪在圖上，尤其是月面中心和月亮邊緣的部分要特別留意。
- 二、光度變化：光度變化如果要認真的做記錄的話，可以使用 20 世紀初法國天文學家 André-Louis Danjon 制訂的月食光度標準，但這個標準並不是絕對只有五個等級，有時觀察到的現象會介在某兩個等級之間，例如可以記錄成 2.5 或 3.4，只需據實記錄即可。

Danjon 月食光度標準：

等級	說 明
L=0	非常暗的月食，月亮幾乎看不見，尤其是在食甚時。
L=1	黑暗的月食，表面帶灰色或棕色，月面的細節必須很仔細的觀察才能分辨。
L=2	深紅或暗紅的月食，本影中央特別黑，外部邊緣則較亮。
L=3	磚紅色的月食，本影邊緣較亮或帶黃色。
L=4	鮮紅色的月食，本影邊緣較亮且帶藍色。

- 三、接觸計時：測定月球邊緣或表面環形山等可供辨識的地形，與地球本影接觸或分離的時刻。以目視方式進行這項工作的挑戰性很高，因為精確度必須達到 0.1 秒的資料才有實用價值。如果要進行這項觀測工作，必須事先熟悉月球表面各個地形特徵，並瞭解地影掃過月面的方向，以判定各個地形進入或脫離地影的先後順序。這些接觸計時的觀測資料可以用來驗證月全食初虧、食既、生光、復圓的正確時刻。

※ 攝影

由於天體都比較暗，所以要從事月全食攝影（或天文攝影）的基本配備就是相機、三角架與快門線。天文攝影所使用的相機必須是可長時間曝光的機械式或半機械式相機；若數位相機有可曝光 10 秒以上的功能，也可以拿來使用。另外攝影的地點盡量選擇視野遼闊、沒有光害影響的區域，攝影效果會比較好。

- 一、全食星野攝影：將相機固定在三腳架上，相機鏡頭用標準的（50mm）或大一點的即可，於全食階段將月亮調整於視野中，焦距調好，開大光圈，快門打開曝光 15-20 秒即可。若想拍出更多的星星，可以用高感光度的數位相機，或以赤道儀追蹤後加長曝光時間，否則拍出來的星星和月亮都會拖成一條線。
- 二、月流跡攝影：從月食初虧前至復圓後約四個多小時的時間，將快門一直打開曝光，可以記錄月全食的光度連續變化。拍攝月流跡須用廣角鏡頭，且需先事前估算月亮從開始到結束的位置，將鏡頭位置調整好，才能在一張底片中容下整個月食過程。
- 三、間歇攝影：類似月流跡攝影，但快門是每隔 10-15 分鐘固定開啟一次，所以相機必須具有重複曝光的功能，且需隨月亮的亮暗調整光圈大小與曝光時間，詳細資料可參考表五。
- 四、放大攝影：這項攝影方式必須擁有天文望遠鏡才能達成。攝影時將相機機身裝置在望遠鏡後方，調整好焦距，按下表曝光值進行攝影即可。
- 五、地球影攝影：使用長鏡頭（約 200mm~500mm）的相機，將其裝設在赤道儀或攝星儀上，利用儀器追蹤抵銷地球自轉所造成的星月移動，並利用重複曝光方式每隔 20-30 分鐘曝光一次，將月亮拍攝在同一張底片上。這種方式可以拍到月亮進出地球陰影的景象，並藉以顯示地影的大小與位置。拍攝前需先估算好食甚時刻月球位置，以此位置為底片中心。

月食攝影參考表（以 ASA100 為主），百分比表示進入地影的多寡：

月相	間 歇 攝 影		放 大 攝 影			
	光圈	快門	f/10- f/15	f/22	f/32	f/45
滿月	f/8	1/250 秒	1/125 秒	1/30 秒	1/15 秒	1/8 秒
初虧	f/8	1/250 秒	1/125 秒	1/30 秒	1/15 秒	1/8 秒
20%	f/8	1/125 秒	1/60 秒			
40%	f/8	1/60 秒	1/30 秒	1/15 秒	1/8 秒	1/4 秒
60%	f/8	1/30 秒	1/15 秒			
80%	f/8	1/8 秒	1/2 秒	1/2 秒	1 秒	2 秒
生光	f/4	2 秒	15 秒			
全食	f/2.8	30 秒以上	60 秒以上			