

文/張桂蘭



火星每兩年會接近地球一次，每15~17年為大接近。2018年是繼2003年8月之後的再一次火星大衝。究竟什麼是大衝？為何會發生大衝呢？

# 2018火星大衝之 火星的運動

## 行星軌道並不是 固定不變的

行星繞日公轉軌道並非亙古不變。受到太陽、衛星和其他行星的重力影響，行星軌道其實會隨時間逐漸改變。

一般來說，行星公轉軌道並非正圓而是橢圓，太陽在橢圓的其中一個焦點上。行星最接近太陽時為「近日點」，最遠處為「遠日點」。近日點和遠日點的連線稱為長軸，與長軸垂直的軸線便稱為短軸。長短軸的差異稱為離心率（或橢圓率），以 $e$ 表示，長軸與短軸差異愈大（ $e$ 愈大），天體軌道愈橢圓，反之兩者差異愈小（ $e$ 愈小），天體軌

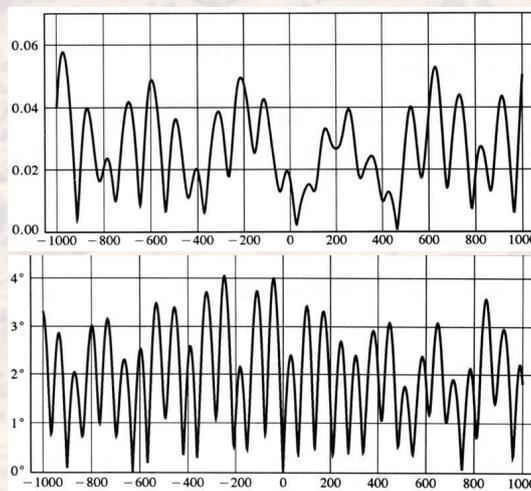
道愈接近圓，當 $e=0$ 時便為正圓形。

以地球為例，現今的 $e$ 約0.0167。根據比利時天文計算專家Jean Meeus計算西元1850年前後共2百萬年間的地球軌道，發現 $e$ 值正減少中，在29500年後將小至0.0023，而在465000年後小至0.0006，幾乎接近正圓。但在這2百萬年的歷史中， $e$ 曾大至0.06。

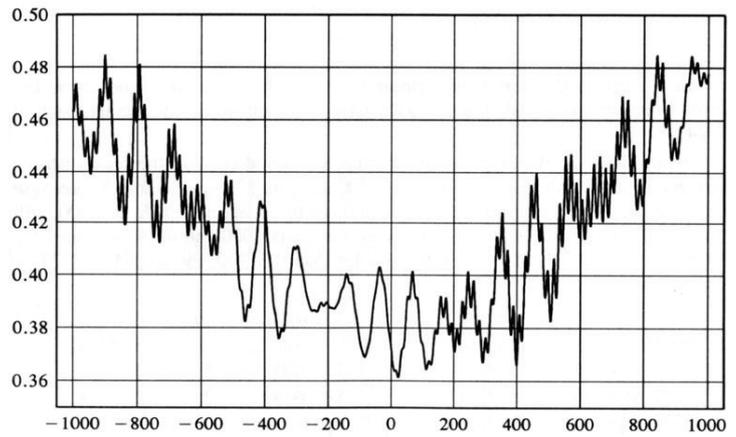
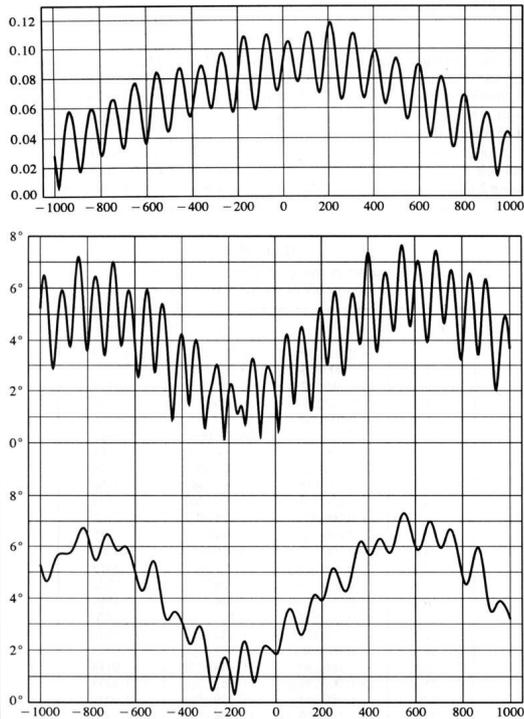
此外，行星軌道面也非固定不變。例如：Meeus等人以1850.0年時的地球公轉軌道面為標準面，同樣計算前後

2百萬年間的情況，發現軌道面傾角 $i$ 會有約4度的變化。

火星軌道 $e$ 值達0.093，使其近日點與遠日點的差距高達4320



圖一：地球軌道的離心率（上）和軌道平面（下）的變動情況。（取自ref.2）



圖三：西元1850.0年（圖中橫軸的0點）前後共200萬年的火星與地球距離變化圖。（取自ref.2）

圖二：火星軌道偏心率（上）與相對於1850.0年的黃道面的軌道平面變化圖（中）、相對於現在瞬時黃道面的軌道變化圖（下）。（取自ref.2）

萬公里，是太陽系行星中，除了水星之外最大的。所以，對地球的觀測者而言，火星的距離、亮度等變化也是最大的，故而在中國古代有「熒惑」之稱，便是取其「熒熒如火、亮度與位置變化甚大使人迷惑」之意。

與地球相同，火星軌道的偏心率與軌道面也會變化，而且變化量比地球還大。Meeus畫出1850年前後各1百萬年的火星與地球最小距離變化圖。由於火星的軌道偏心率逐漸加大，而地球的卻逐漸減小，因此將地球與火星軌道的種種變因融合之後，這2百萬年間火星將在西元25000年左右最接近地球，屆時距離僅有0.3613AU。

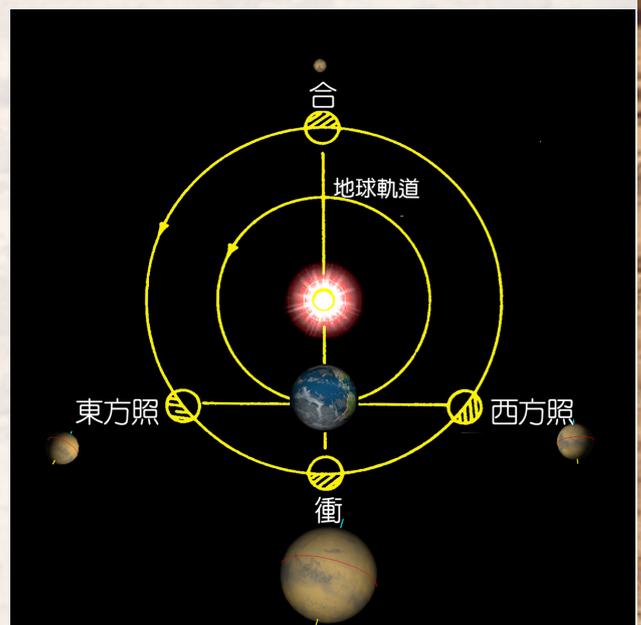
此外，根據Meeus的計算，地火之間在73,000年前曾近至0.3728AU，由此可知：2003年的0.37272AU至少是73,000年以來最接近地球的時候！過了

2003年之後，下一次地火距離要打破2003年的紀錄，可得等到2287年（0.37225AU），而2650年的0.37201AU、2729年的0.37200AU，更是在第三千禧年中之最。

個會合週期中最接近地球之時，此時亮度最亮、視直徑也最大，且行星於日落後便東昇，直至日出才西沈，整夜均可見到，故為觀測外行星的最佳時機。

## 什麼是衝？

行星在天球上運行時，與地球的相對位置不斷的改變；當行星運行至某些特定位置時，天文學家會給予一個特定的名稱以茲辨明與地球的位置關係。其中，當地球公轉軌道以外的外行星行至與太陽的經度相差180度、分別在地球兩側的特定位置時，稱為「衝」，幾乎是外行星在一



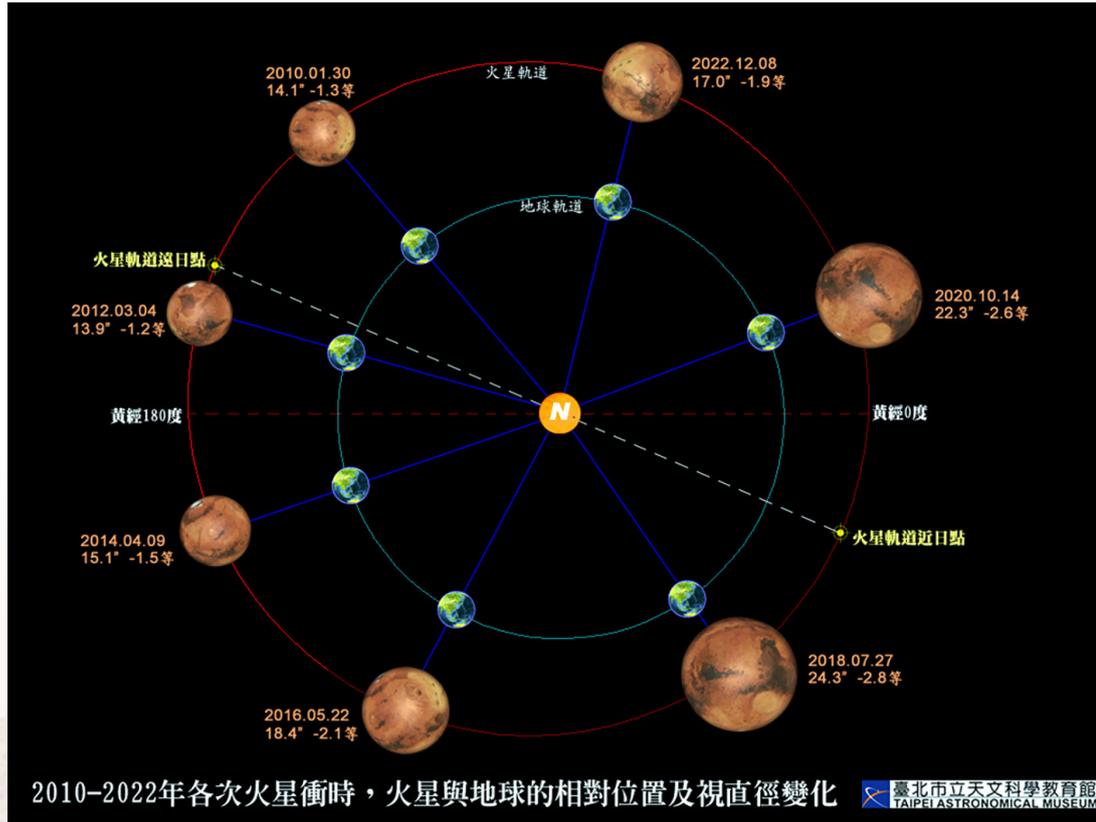
圖四：火星與地球相對位置名稱。

# 2018 火星大衝

## 火星的衝和最接近地球

火星繞日公轉的週期為686.98日。但火星公轉的同時，地球也在公轉，從地球上觀察火星，相鄰兩次衝（或合）發生的時間稱為會合週期，約為779.94天。因此，每經過2年又49天，就會有一次火星衝。

要注意的是：火星與地球之間的最小距離，並非火星的近日點距離（1.381367AU）直接減去地球的遠日點距離（1.016710AU）所得之0.36466AU。這是因為火星的軌道長軸方向並不與地球軌道長軸方向重合，而且火星軌道面相對於黃道面有約1.85度的傾角，因此在計算距離時，都要將這些三維空間的因素考慮進去。這個結果使得每次火星衝和火星最接近地球的時間會差了數天。



圖五：2010-2025年間各次火星衝發生時，火星與地球的相對位置及視直徑變化。

因此每兩年發生衝的日期便會往後推49天，火星在軌道上的位置也會漸漸推移。每隔約15或17年左右，火星衝發生時，火星恰好位在近日點附近，此時火星位置是15或17年來最接近地球的大

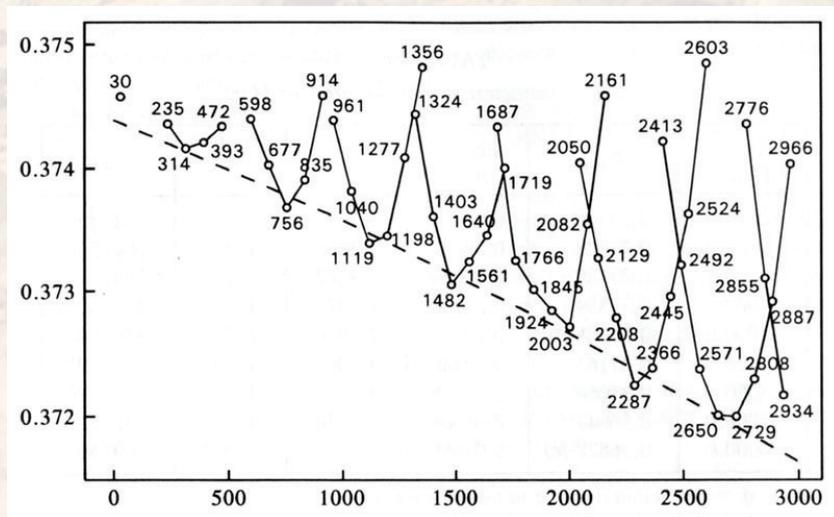
衝，也稱為「近日點衝」。火星近日點衝與遠日點衝的視直徑差異可高達2倍。

有趣的是：每隔79年會有一次情況近似的衝發生。這79年

## 火星大衝 每15~17年中的 最佳觀測時機

由於行星的軌道都是橢圓形，因此在每次衝時，行星和地球之間的距離都不同。行星與地球距離最小的衝稱為「大衝」或「近日點衝」。由於比平常的衝更近、更亮、更大，因此大衝更有利於外行星的觀測。

火星每2年49天有一次衝，



圖六：Meeus 列出距離小於0.375AU 的衝。實線連接了每個79年週期序列，虛線則標出火星與地球距離愈來愈近的趨勢。（取自ref.2）



圖七：2018/7/27火星衝當晚21:00的火星與滿月所在位置示意圖。

近日點衝	1845.8.18	1924.8.23	2003.8.28	2082.9.01
遠日點衝	1822.2.19	1901.2.22	1980.2.25	2059.2.27

火星兩世紀內幾乎落在火星軌道近日點和遠日點上的近日點衝和遠日點衝日期（取自ref.2）

→2018年火星衝各重要位置時間點（取自ref.2）

月	日	時	天象	距離(AU)	距離(km)
7	27	13:13	衝	0.38615	5776.8萬
7	31	15:51	最近地心	0.38496	5759.0萬
7	31	23:00	最近臺北	0.38494	5758.7萬
9	16	20:54	過近日點	日距1.38	2064.5萬

是「15+15+15+17+17」得出的。例如1877年9月2日的火星大衝（距離0.37884AU），在歷史上很著名，因有兩項重要的火星發現是在這年進行的：發現火衛一和火衛二、火星表面「渠道」的發現與描繪等。而間隔79年之後的1956年9月7日（0.37809AU），也是一次火星大衝。這個79年重複週期的火星衝發生日期，僅僅相隔了2~5天而已。

Meeus列出了火星兩世紀內幾乎落在火星軌道近日點和遠日點上的近日點衝和遠日點衝日期，如上表，大家可以動手算算看是否符合79年的間隔週期。

除了79年的週期外，火星衝還有一個更精確的284年重複週期，284相當於 $(79 \times 3) + 17 + (15 \times 2)$ ；比284年重複週期再更精密

的，還有個363年（=284+79）的重複週期。

## 2018年火星衝概況

2018年火星衝發生於臺北時間7月27日13:13，不僅是相隔26個月才發生一次的衝，且為相隔15-17年才有一次的接近近日點大衝，距離地球僅0.38615AU，相當於5,776.8萬公里，亮達-2.8等，視直徑達24.3角秒，整夜可見，衝前後數星期都是觀測火星的好時機。肉眼可見明亮的橘紅色星點，天氣良好時利用望遠鏡有機會看到極冠、奧林帕斯等火山、色西斯台地(大三角)、水手號峽谷等較顯著的地表特徵。可惜在摩羯座，對臺灣地區而言仰角稍偏低，建議午夜前後仰角最高時觀測，大氣干擾會比較少。

這次火星衝恰好適逢2018年內的第二場月全食與今年最小滿月，欣賞火星的同時，可以順便欣賞最小滿月發生月全食天象，這樣的機會可不多，要好好把握。

參考資料：

1. Jean Meeus, 1983, *Astronomical Tables of the Sun, Moon, and Planets*, 1st edition, William-Bell Inc.
2. Jean Meeus, 2002, *More Mathematical Astronomy Morsels*, 1st edition, William-Bell Inc.
3. Paul Raeburn, 1998, *Uncovering the secrets of the red planet: Mars*, 1st edition, The National Geographic Society.
4. 張桂蘭，2003，七萬三千年以來的火星大接近：火星的軌道運動，臺北星空第20期，p11。

張桂蘭：臺北市立天文科學教育館