

由火星超級大接近談起

王靖華

臺北市立南港高級中學

前言

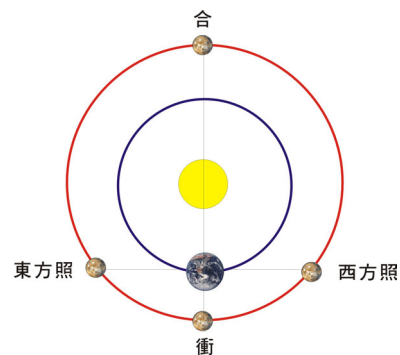
星空中有一個明亮的小紅點—火星，由 2003 年 8 月中旬起，將近一個月的時間，都非常亮，比木星還要明亮。這顆紅色超亮的火星無疑是夜空最引人注目的主角，到了 2003 年 8 月的 27 日，火星與地球的距離是六萬多年來最靠近的一次，只有五千六百萬公里的距離。

這樣的機會到底有多難得？平日我們所見的火星不到 10 角秒的大小，亮度也才 1 星等左右，比起行星中最亮的金星（-3 星等）來說，實在不太亮。如果將一元硬幣放在一公里外，硬幣直徑與眼睛的夾角也不過 1 角秒；每差一星等亮度約差 2.5 倍，差 4 星等亮度約差 $2.5 \times 2.5 \times 2.5 \times 2.5$ 倍，約為 40 倍。

在望遠鏡中也常因為地球大氣擾動和大氣層的阻撓而顯得模模糊糊的，像是隔了一層面紗，我們總在霧裡看花一般。如果要直接在地球上看得更清晰，除了增大望遠鏡這樣的人為改進，或者挑一個氣流穩定的時間觀測外，另一個選擇就是靠近一點看火星。

火星和地球都繞著太陽公轉，不過兩星的公轉速度很不一樣。地球跑得比較快，繞太陽一圈花 365 天，而火星慢一些，需要 687 天。屆時，火星公轉一圈，地球

已經快跑兩圈了（ $687/365=1.88$ ）。就像兩個在操場上的小朋友，一個跑在內圈速度快，一個跑在外圈速度慢，即使一起出發，隔了一段時間後，內圈快的人又會再次超越外圈慢的小朋友。由於速度不同的結果，地球和火星每隔兩年又 49 天會再度靠近，並且同在太陽的一側，我們把這個位置稱為火星的「衝」。



衝的示意圖

又是衝又是近日點

不過地球和火星都是以橢圓形軌道繞太陽運動，太陽不在軌道中心而是偏一邊的焦點上，以致行星與太陽有時近有時遠，產生近日點和遠日點的兩個極端位置。當衝發生的時候，火星也恰在近日點的話，這時候火星會更接近地球，我們叫做火星大接近或火星大衝，也可稱之為「近日點衝」(perihelic oppositions)。

火星近日點與遠日的差距是除了冥王星以外，在外行星中最大的一個，高達 4320 萬公里，地球只有差 480 萬公里。所以火星近日點衝的時候，它的視直徑可達二十多角秒的大小，但是遠日點衝只有十角秒，中間有近兩倍的差別，所以又是衝又是近日點就成爲地球觀測火星的最好時機，大約 15 或 17 年會發生一次這樣的好時機。

時 間	視直徑	距離 (AU)
1971 08 10*	24.8"	0.376
1973 10 25	21.2"	0.441
1975 12 15	16.2"	0.570
1978 01 21	14.4"	0.654
1980 02 25	13.8"	0.677
1982 03 31	14.8"	0.637
1984 05 11	17.3"	0.537
1986 07 10	23.0"	0.406
1988 09 28*	23.8"	0.396
1990 11 27	18.0"	0.523
1993 01 07	14.8"	0.628
1995 02 12	13.8"	0.676
1997 03 17	14.0"	0.661
1999 04 24	16.2"	0.583
2001 06 13	20.5"	0.456
2003 08 28*	25.1"	0.373
2005 11 07	19.8"	0.470
2007 12 28	15.5"	0.600
2010 01 29	14.0"	0.664
2012 03 03	14.0"	0.674
2014 04 08	15.1"	0.621
2016 05 22	18.4"	0.509
2018 07 27*	24.1"	0.386
2020 10 13	22.3"	0.419
2022 12 08	16.9"	0.550
2025 01 16	14.4"	0.643
2027 02 19	13.8"	0.678
2029 03 25	14.4"	0.649
2031 05 04	16.9"	0.559
2033 06 27	22.0"	0.427
2035 09 15*	24.5"	0.382

1901~2035 年的火星衝，其中星號是近日點衝

火星與地球距離變化主要的影響除了公轉速度和是否在近日點位置外，其實還有其他因素存在，會造成時間更長的週期變化。例如地球或火星的軌道形狀都會有時比較像拉長的橢圓，有時比較像正圓的橢圓。另一是兩者之間的公轉軌道面其實並不在同一面上，有著 1.85 度的傾角，所以衝發生的前後幾天都可能是所謂「大接近」的發生時間。火星軌道形狀變化和軌道面傾斜度都受了週邊行星、衛星或小行星甚至是彗星的重力影響，把所有因素都加入考慮，而產生 79 年或者近兩百多年、三百多年甚至萬年的週期變化，使每次火星大接近發生時的距離也都不太一樣。

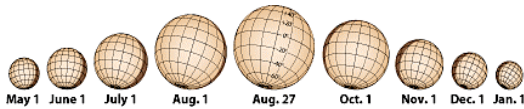
過去也曾這麼接近嗎？

過去的幾千年歷史中，2003 年的這次是我們離火星最近的一次，而在 2287 年又會更近些。我們是否曾經這麼接近火星？依據 Meeus 的計算大約在七萬三千年前有更近過。不過也有人持不同的意見，像行星協會的 Jeffrey 等人就認爲是在西元前 57537 年有如此近距離看火星的機會。而另一個義大利天文學家 Vitagliano 用 800 速度的電腦算了三小時，考慮了九大行星、月亮以及小行星的重力影響，認定在西元前 57617 年，真的有一次超級的接近，那時的火星離地球只有 22.718 公里，比今年的 55.758 公里還更接近地球。

如果把時間拉近些，像 1971 年 8 月那次近日點衝，火星的大小就有 24.8 角秒，

到了 1988 年 9 月的近日點衝，火星有 23.8 角秒的大小。如果只是衝而非近日點，那麼結果就比較不理想，像在 1999 年 4 月火星只有 16.2 角秒的大小，在 2001 年 6 月就增為 20.5 角秒，到了今年 2003 年的 8 月會達到 25.1 角秒的大小。無論如何，在這三十多年的這五次機會中，你沒有比這一次更看得清楚火星的絕佳時機。

2003 年的超級大接近

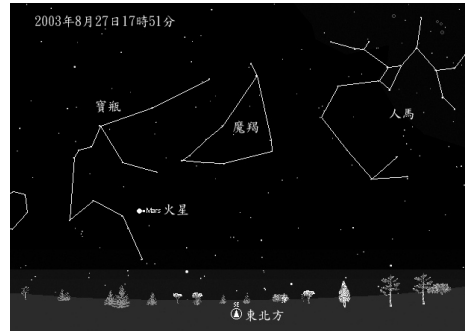


2003/5/1~2004/1/1 火星的相對大小，由圖中你可以看見火星是南半球朝向地球，因為
火星的自轉方向跟地球一樣，所以若以圖中而言，火星是由右邊轉向左邊的。

在 6 月時你要很早起才看得見火星，到了 7 月中旬晚上十一點鐘以後它會出現在東邊，到了 8 月底它可是在太陽一下山的時候就出現了。

而且在 6 月初的時候火星也只有 12.5 角秒，約-1 星等，但是到了 8 月 27 日超級大接近時，它的亮度會增加為六倍亮，達到-2.9 星等，而且大小會變成先前的兩倍大，達 25.11 角秒。其精采程度可想而知！依據美國海軍天文台的推算，火星與地球的距離，將在 2003 年 8 月二十七日中原標準時間 17:51 時，達到數萬年來最接近，只

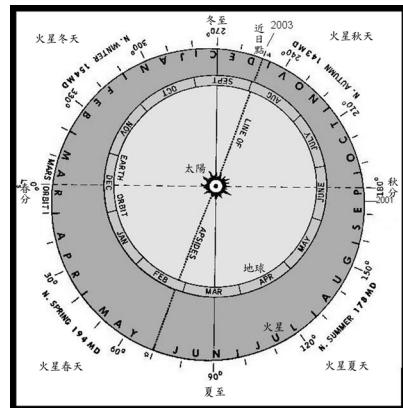
有 55,758,006 公里遠。



2003 年 8 月 27 日 17:51 時

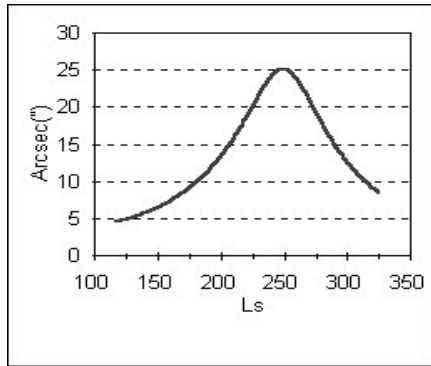
火星在天空的位置圖

此次的大接近，火星在魔羯座和寶瓶座之間，比 2001 年當時火星在天蠍座、人馬座之間的位置來說，火星這次的仰角比較高，比較不受地面擾動和地面景物的遮掩，它在整個天空的位置，對觀測者而言比較好。



2003 年火星超級大接近的軌道圖

上圖是以太陽為中心而火星公轉軌道面圍平面所繪出的相對位置。最外圈的數字是以太陽圍中心的經度值，簡稱為日經。起始的日經 0 度是火星上的春分點，90 度是夏至點……。所以在日經 248.9 度時發生超級大接近，這時候的火星是秋季。而內圈是地球的月份，超級大接近發生在 8 月份。

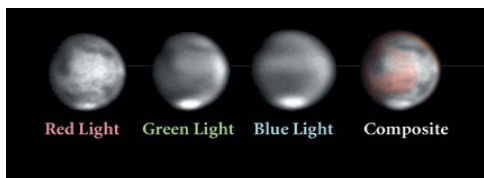


2003 年火星視直徑的變化

如何觀測火星

單用眼睛看火星是不過癮的，雖然火星已經比平日大了 2 倍多，不過以 25 角秒這樣的視直徑來說，還是比木星的三十多角秒小。如果加上望遠鏡，紅色星球上的特徵比較可以分辨了，而拍照又比人眼的累積效果更好。比較適合的望遠鏡是 15 公分以上的折射鏡，20-25 公分口徑的反射式望遠鏡。

通常可以藉由濾鏡來突顯火星不同的表面特徵，例如橙色（W-23A）或者紅色（W-25）的濾鏡可以提高火星表面地形的反差降低沙塵的影響，像是兩極的冰帽可以很清晰。而短波長的紫色濾鏡（W-47）雖然會降低火星表面特徵的反差但對高層大氣觀測卻特別有用，綠色(W58)則可以看清楚雲霧，所以選用不同的濾鏡觀測到不一樣的特徵。（可以參考天文館期刊第二十期）



不同濾鏡下的火星

紅光顯示地表特徵較佳，藍光只秀出雲和霾的部分，這時火星只有 6 角秒，Donald C. Parker of Coral Gables 用 16 吋反射鏡所設的 CCD 影像（南方在上）。

在地球上想要看清楚火星，當然「近」是一個最先決的條件，可是另一個次要的條件如觀測點的大氣擾動情形和火星的仰角，也是決定所見火星的清晰程度。所以在作觀測時大氣的品質也是要加入考慮的項目，除了用底片或者數位相機作為紀錄外，當然也可以透過手繪將你所見的火星紀錄下來，17 世紀時的惠根斯(Christiaan Huygens)當年就將觀測到火星上最顯明的地標—色蒂斯大平原(Syritis Major)畫下，成為人類第一幅火星地貌的素描圖。

觀測火星所需要的儀器有：望遠鏡，最好是有放大倍數高的目鏡或者可以再加上巴羅鏡，還有濾鏡和選一個晴朗透明度高的觀測環境。



惠根斯畫出的色蒂斯大平原。

上南下北，左東右西，是反的。

山巒起伏的火星表面有季節性變化

火星是一顆像地球一樣傾斜自轉的行

星，只是它的自轉軸傾斜的是 25.2 度，地球是 23.5 度。這樣的傾角讓地球每一個地區受熱不同，又以一年為週期繞太陽一圈，所以地球上有所謂的春夏秋冬。同樣的，在火星也有著規律性的季節變化，只是火星是 687 天，不到地球所謂的兩年。而地球上最近看火星的時間，也就是火星衝是每兩年又 49 天重複一次，所以時間比較長。換言之，每次衝所見火星的季節是不一樣。像 2003 年這次的近日點衝火星是南半球朝向我們，如果我們考慮火星這時的季節，火星的北半球是秋季，那麼它的南半球就是春季了。

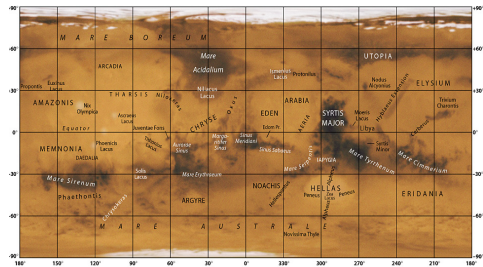
在地面望遠鏡下火星表面有著黑色或偏亮的區域，在人類未踏上火星之前，這些黑塊區域曾被誤認為是滄海，後來才知道它也是實實在在的岩石。而且表面的陰影或者是明亮區時有變化。

像在火星南半球最明顯的一個地理指標，叫做赫斯盆地 (Hellas Basin)。它是火星上的超大型的隕石坑，寬有 2000 公里，也是火星上最低的地區，約 6000 公尺。這塊地區是上一個大的地理區，而且當火星南半球

接近夏至時，相當於 2003 年的 9 月份，它會被火星上的沙塵暴所覆蓋，而消失在鏡頭中。

另一個著名的太陽湖 (Solis Lacus) 也是隨季節變化一個很明顯的例子。它有另一個別稱叫做火星之眼。在過去的紀錄中發現當南半球接近春分前的兩個半月它就會完全消失，這個發生的時間相當於今年的 2 月中旬，不過當時火星太小而不宜觀測。

整個行星中最大的一個黑色區—色蒂斯大平原 (Syrtis Major) 也是會隨季節改變的。通常在南半球正冬季時最寬大，它的東邊區又延伸至利比亞區 (Libya region)。到了春季期間它就會萎縮一些，在近日點衝後的 10 月、11 月它會達到最窄的範圍。



火星地圖，北在上，下方為經度。

(上承第 34 頁)

參考文獻：

1. 蔡宛芸 張俊彥(2003)：小油坑「野外考察」統整式教學模組的研發 科學教育月刊，257，2~11。
2. 李家若(1998)：可由野鳥協會辦理校外鄉土教學 高市文教，64，20~21

3. 李家若(1998)：雄女辦理之地球科學校外鄉土教學活動 科學教育月刊 208，24~25。
4. 李家若(1992)：戶外教學執行方法的研究 科學教育月刊 151，39~44。