

2003 火星大接近與火星觀測

吳志剛

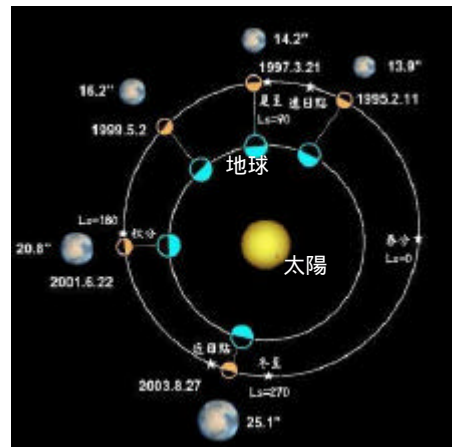
中央研究院天文及天文物理研究所

2003 年八月二十七日台北時間 17 :51 ,地球與火星中心相距僅 55,758,006 公里,是自西元前 57,617 年至今,將近六萬年來最接近的一刻,下一次則要等到西元 2287 年的八月二十八日。

地球上望遠鏡中的火星大部分時間都只是一個橘紅色的模糊小圓,只有在「衝」前後一兩個月能夠看清火星表面的明暗特徵、雲、塵暴,以及極冠的變化等(如封面圖)。雖然火星軌道和地球一樣,是接近圓形的橢圓,但火星軌道的離心率較高,以地球來說,在近日點和遠日點時與太陽的距離只差 480 萬公里左右,但在火星的差距則高達 4,320 萬公里。所以每次火星衝發生時,依火星當時在其軌道上的位置,狀況也各不相同。觀測條件最佳的「大衝」發生在火星過近日點附近時,此時火星與地球的距離最接近,但這種機會平均每十六年才會有兩到三次。火星在近日點衝時視直徑可達 25.1",足足比遠日點衝時的 13.8"大上 1.8 倍。今年的火星大接近發生在台北時間八月二十七日 17 : 51 ,地球與火星中心相距僅 55,758,006 公里,是自西元前 57,617 年至今,將近六萬年來最接近的一刻,下一次則要等到西元 2287 年的八月二十八日。

之前最近一次發生的火星近日點衝則發生於 1986 年七月十日與 1988 年九月二十八日,視直徑分別有 23".3、23".8。自 1988 年之後,經過十餘年的等待,一系列的火星大

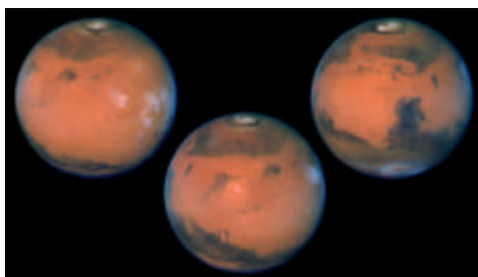
衝從 2001 年六月十三日再度開始。2001 年火星衝時,離過近日點僅四個月,當年六月二十二日達到與地球最近距離,約 6,700 萬公里左右,火星視直徑為 20".8,亮度達-2.4 等。較為不利的條件則是大衝時火星位於天蠍、人馬座間,在中高緯度地區觀測時,火星高度不夠理想,而這一點南半球觀測者則較佔優勢。1988 年的火星衝亮度達-2.8 等,視直徑 23".8,比 2001 年條件稍佳。不過今年的罕見火星大衝時,不僅火星視直徑有 25".1,亮度也達-2.9 等,使 1988 年的火星也黯然失色!下次出現這麼接近的機會,可要再等上 284 年之後了!1995 年至 2003 年之間,火星和地球、太陽的相對位置圖與視直徑大小如圖一。



圖一：1995 年至 2003 年間，火星和地球、太陽的相對位置圖與視直徑大小示意圖。

下表為統計 2003 年前後 284 年內火星視直徑大於 25'' 的衝。

日期	火星視直徑('')	地球與火星距離(公里)
1719/8/25	25.03	55,951,099
1766/8/13	25.08	55,838,901
1845/8/18	25.09	55,802,997
1924/8/22	25.10	55,776,070
2003/8/27	25.11	55,756,622
2082/8/30	25.06	55,883,780
2129/8/19	25.08	55,840,397
2208/8/24	25.11	55,767,094
2287/8/28	25.15	55,686,311



圖二：不同經度下的火星表面。

其實較為注意天空的觀測者早在五月起便已開始留意當時尚在曙前東方升起的火星，五月中旬時火星視直徑達 10'' 以上，進入小望遠鏡亦可觀測的程度。到八月二十七日這天火星最接近之後，二十九日達衝，整夜都可以看見它，之後直到十一月初，它的亮度都在 -1 等之上，為全天最亮的一顆星。在十二月中旬之前，其視直徑也都在 10'' 之上，尚在小口徑望遠鏡觀測火星表面特徵的極限之內。因此火星將是今年整個夏、秋季夜空的主角。

最適合火星觀測的望遠鏡當屬高品質的 APO(高消色差)折射鏡，甚至 ED、SD、

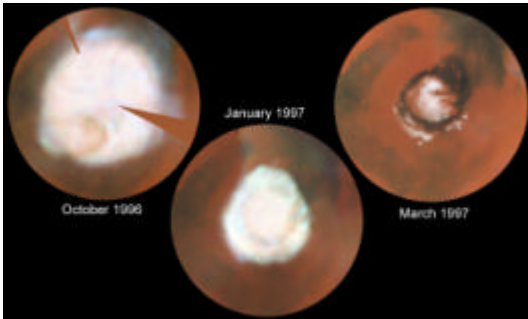
螢石等材質更好。大口徑的牛頓反射鏡與蓋賽格林式望遠鏡也都不錯，但必須具備高精度的潔淨鏡面與完美的光軸調整。SCT 或 MAKs 在行星觀測上則偶有意外佳作。在口徑上，以折射鏡而言建議使用十公分以上機種，反射鏡最好在二十公分以上，焦比則以 F6~8 以上為佳。一般而言，當火星視直徑在 7'' 以上時，口徑 15、20cm 的小望遠鏡皆可觀測到大部分重要的火星特徵。除此之外，目鏡是常被忽略的重要元件。做行星觀測時建議您配備一系列不同焦長(倍率)的高品質目鏡，從低倍率開始觀測，然後逐漸提高至口徑公分數的 8~10 倍左右，如 20 公分望遠鏡即為 160~200 倍，這是望遠鏡的適中倍率，此時應該可以看到清晰的火星影像與上面的特徵，接著可以再試著將倍率提高，直到無法看見更多表面細節為止，至於提高的程度與望遠鏡本身品質、型式及大氣狀況都有關係，有些觀測者甚至用到口徑數的 20~25 倍以上，但通常建議倍率不要超過 500 倍(大氣視相限制 0''.25)。



圖三：以中央大學鹿林山天文台口徑一米的望遠鏡與 Webcam 所拍攝的火星。

挑剔完望遠鏡之後，不得不提醒您，其

實真正決定行星觀測的關鍵是大氣穩定度，及視相。一般總以為視相穩定度要看老天爺臉色，事實上，視相因素大致分為三個層次：高層大氣擾動、地面擾動與筒內氣流。而觀測經驗則是時間與汗水累積而來，任誰也沒有捷徑。以木星觀測為例，無經驗者從一般望遠鏡中看到的木星大約只有兩、三條帶紋，但一位經驗豐富的觀測者，在同樣狀況與儀器下，甚至可以看到十幾條帶紋！



圖四：火星極冠消長的情形。

濾鏡在行星觀測上扮演著極為重要的角色，善用濾鏡可以提高火星表面的反差，讓原本模糊的特徵浮現出來，效果相當顯著。有些濾鏡甚至有助於改善視相穩定度(特別是橘色和紅色濾鏡)。紅色和橘色濾鏡對於提高火星表面地形特徵反差特別有效，而越偏藍色的濾鏡，雖然會降低地面特徵的鑑別能力，但對於分辨火星大氣特徵卻越有用，到了紫色濾鏡(如 Wratten 47)，表面特徵已經幾乎完全看不出來了。想做完善的火星觀測應該準備紅色(W25)、橘色(W23A)、綠色(W58)、藍綠色(W64)、藍色(W38 或 W80A)與紫色(W47)等幾種濾鏡。W25 和 W47 等較暗的濾鏡只適合大口徑或攝影使用。W23A 對 15 公分以下的望遠鏡或許都太暗了些，黃

色的 W15 濾鏡較適合。以下是幾種最常用於火星的濾鏡以及其特點：

- 紅、橘色濾鏡(W25 或 W23A)：可有效穿透火星大氣，讓火星地表特徵如極冠等更加明顯，也增加較暗區域的反差，特別適用於觀測塵暴。
- 綠色(W58)與藍色(W64)濾鏡：適用於表面霧靄、霜等的觀測。
- 藍色(W38A 或 W80A)與紫色(W47)濾鏡：由於火星大氣對於短波長較不透明，所以對於水氣雲的觀測用這類濾鏡效果最好。

火星表面最顯著的特徵是一些被早期觀測者如 Giovanni Schiaparelli 與 E. M. Antoniadi 命名為「海」的暗斑，其實這些廣闊地區只是反射率較低的岩石和塵土而已，隨著風暴的影響，這些暗區也會有週期約為 22~23 個月的季節性變化。曾被逐年記錄的包括 Syrtis Major(席爾蒂斯大平原)、Solis Lacus(太陽湖)、Elysium(天堂)與別具特色的叉狀 Sinus Sabaeus-Meridiani(子午線灣)。略呈三角形的 Syrtis Major 是火星上最明顯的特徵，其寬度會隨季節有規律的變化，一般來說，當火星北半球仲夏時分其寬度最大，北半球初冬時最窄。但根據哈伯望遠鏡與 ALPO 的觀測顯示，Syrtis Major 自 1990 年起這種變化似乎停止了。另外一個吸引專業觀測者注意的是位於 Elysium 南緣的 Trivium-Cerberus 暗區，它的大小約 1,300 x 400 公里寬，但在 1990 年代卻突然消失。

南半球呈橢圓形的 Hellas 盆地季節變化特別明顯，有時它會發展出盆狀的外觀，位於盆地中央較暗的 Zea Lacus 會向四面八方

延伸出所謂河道的線條，但每接近火星夏至時(2003 年九月)，這些線條便會被區域性的塵暴一掃而空。有「火星之眼」之稱的 Solis Lacus 是眾所周知最富變化的地區，過去甚至曾有觀測記錄它在火星南半球春分前消失了整整兩個半月。

在 2003 年大部分的時間裡，火星都是以南半球朝向地球，因此南極冠特別明顯，尤其是在五、六月時，但由於時值火星南半球的晚春時分，所以從望遠鏡裡面所看見的白色極冠正不斷融解縮減。火星的自轉週期為 24 小時 40 分鐘，與地球非常接近，每天相同時間所看見的火星面大致相同，如果整夜觀測五、六個小時下來，可以瀏覽到火星大約 1/3 的表面。

火星大氣相當多變，白色的水冰雲、紅色的塵暴、臨邊的藍色霧靄與白色的霜，令觀測者為之著迷不已。火星雲量與極冠物質蒸發至大氣中的量有關，特別是北極冠。雖然在 1990 年出版的第一份火星氣候報告與後續增添的資料中共統計了 1965 至 1993 年間 24,130 項火星雲與霧的記錄，顯示火星的大氣中的雲與與表面的霧在北半球春夏季比南半球同季節多，不過最近的火星雲霧現象還是值得注意。在觀察火星雲霧現象時，您不妨加上一片藍色濾鏡，效果會更好。

火星山脈上空常會出現山雲(封底圖 D)(Orographic clouds)，和地球山區的山雲相似。最著名的就是出現在奧林帕斯山區以及 Tharsis 高地，被風吹成『W』形的山雲。這種山雲在北半球的秋天(2001 年衝之後)最活躍。此外 Elysium 也常見山雲。

火星上最常出現碎雲(Discrete clouds)的地方是 Libya、Chryse 與 Hellsa，其中以環繞在 Libya 盆地、橫越 Syrtis Major 的「Syrtis 藍雲」最為著名，尤其是當 Syrtis Major 位於火星邊緣時最容易觀察。

臨邊增亮(Limb brightening, limb arcs)是高層大氣中的塵埃與冰晶散射的陽光，通常出現在火星東緣或西緣，用藍、綠或紫色濾鏡觀察最適宜。

晨雲(Morning clouds)是火星迎日緣(即將日出處，在地球看是天空中的向東側)地表附近白色的霧或霜。霧通常在日出後便會消散，但霜則可能維持一整天。

暮雲(Evening clouds)與晨雲相似，不過是出現在火星的另一側邊緣，通常較多，面積也較大。適合以紫色濾鏡觀察。

赤道雲帶(equatorial cloud bands)分佈在火星赤道區域，非常瀰散，通常以地面望遠鏡很難觀測到這些成小束般的雲氣，但在如哈伯望遠鏡等所拍攝的影像中則十分常見。

每當神秘的藍幕(Blue clearings)出現時，透過深藍或紫色濾鏡觀看，底下的火星表面特徵會完全消失，只剩下雲、霧與極冠還能看見，但沒有人知道它何時發生、出現的原因為何？通常藍幕可持續數天之久，而且僅限於一個半球，通常 Wratten 47 是研究藍幕的標準濾鏡。

黃雲與塵暴(Yellow Clouds & Dust Storm)

火星上一般白色的雲霧是二氧化碳和水蒸氣所形成，但黃雲中夾雜著大量的沙粒，

在黃色濾鏡下顯得特別明亮，因而得名。規模龐大的黃雲形成塵暴，有時瀰漫整個火星表面，如 1971、1973 年，即使透過望遠鏡也只能看到一片黃茫。1971 年水手九號太空船抵達火星時便遇上了大規模的塵暴，幾乎使探測任務無法進行。

根據最近的研究發現，黃雲與塵暴在任何季節均會形成，但最旺盛期發生在火星過近日點附近，即南半球的夏季與北半球的初夏時分。最常發生塵暴的地區分佈在 Hellas、Noachis、Hellas、Iapygia 與 Solis Lacus 區域。黃雲剛開始生成時呈現很亮的白色，而後隨著強烈的上昇氣流，挾帶著地面黃沙，轉為黃色。接著火星地面的明暗特徵逐漸消失，甚至整個火星表面都被籠罩，當塵暴範圍擴張達到最大時，其周圍會出現藍白色的雲。南半球的大型塵暴通常呈

東西向行進，在塵暴發生前火星大氣會變得特別澄靜，正所謂暴風前的寧靜吧！

火星塵暴發生的時間、路徑與蔓延的區域對未來的火星探測任務相當重要，但塵暴的發生目前尚無法完全準確預測，例如預測將在 1988 年發生的塵暴結果並未出現，反倒是 1956、1971 與 1973 年的大塵暴有點出人意料！而從 1983.11.13 至 12.18，以及 1984.1.17 至 2.19 間的塵暴路徑來看，要預測它的行徑的確不是一件容易的事，必須累積大量的觀測資料與氣象理論，來建立精確的火星大氣模型才行，不過從另一角度來看，

火星的多變與不可預測正是它神秘與引人的重要因素。

【本文轉載並修改自 TAS 台灣天文網 2003 年八月天文新聞】

(上承第 30 頁)

故 P,Q,R,S 四點皆落在以 D 為圓心、 $\bar{D}S$ (=

$\bar{D}P = \bar{D}Q = \bar{D}R$) 為半徑之圓上

⇒ P,Q,R,S 四點共圓。

解題重點：先了解四點共圓的條件，利用直角三角形或圓內接四邊形的性質來論證。

評析：本題徵答人數共有 12 人，答對者共 9 人，如徵答情形所列。平均得分為 5.60 分。幾乎所有的同學皆無說明為何可設兩射線交

高(DX)於同一點，過程皆不夠完整。其中答題優良或解法富參考價值者有台北縣永和國中施恩銘同學。