

人類登月50周年專輯 月球生活篇—食衣住行 文／陳朝焱（國家太空中心助理研究員）

耐跑 維生 行得更遠 載人月球車裝備升級

1969年7月20日，美國太空船阿波羅11號太空人首次代表人類踏上月球。近年來，美國計畫重返月球，各國也掀起探月熱潮。經過半個世紀，在科技的進展下，我們能在月球生活嗎？本版推出食衣住行系列探索，一起來看看新近的研究與開發。

50年前，在太空人阿姆斯壯踏上月球前，並不確定人類是否能順利在月球上行走，也不確定會遇到什麼樣的困難，隨著一次次登月行動的成功與吸取經驗，最後人類在月球上不僅利用雙腳移動，還出現了月球的交通工具——月球車呢！

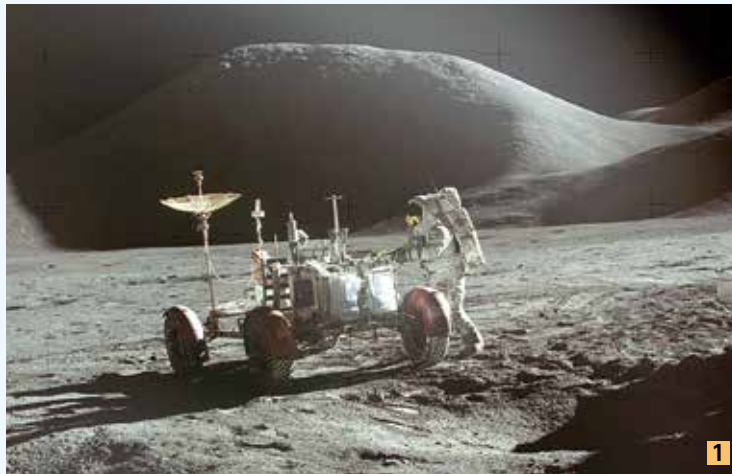
與地球上行大不同

大型天體產生的重力與它的質量有關。月球半徑約1700公里，只有地球的四分之一，質量也不到地球的2%，因此在月球上感受到的重力「月心引力」，只有地球的六分之一。阿姆斯壯前往月球的旅程中，雖然因為勞累而瘦了一些，但他在月球上量體重時，因月球重力的緣故，竟只剩10幾公斤，是原本體重的六分之一。月球重力讓太空人在月球上行走時，會感覺特別輕盈。

減輕步伐走慢一點

硬質的月面讓太空人不至於行走困難，但月球的重力比地球小，所以太空人的每一步都是跳著走的，而且走越快，跳越高。這不是因為太興奮的關係，而是太空人不自覺會用在地球上習慣的力量走路與支撐身體。如果在月球上走路想如同在地球上平穩，那太空人就得減輕步伐的力道，而且走得緩慢一點。

月球上幾乎沒有空氣，太空人必須穿著可供給氧氣和適當氣壓的太空裝。而一件太空裝重約80到100公斤，你可能會問，太空人穿太空衣在月球上走，不會累嗎？如果是在地球上，那真會像是背了一個大人般，十分辛苦；但是月球上的重



1 阿波羅計畫 15 號的月球車。

圖：<https://www.hq.nasa.gov/alsj/a15/images15.html>

2 未來的新型月球車。

圖：http://www.jaxa.jp/press/2019/03/20190312a_j.html

3 新型月球車上的太陽能板充電設備。

圖：<https://global.jaxa.jp/press/2019/03/20190312a.html>

力十分小，只有地球的六分之一，所以太空人穿上太空衣在月球上移動，除了感到太空衣太厚而行動不便外，基本上不至於太累。

在阿姆斯壯之後的登月任務，人類除了用雙腳拓展在月球上的視野外，更帶了厲害的交通工具「月球車」上月球（圖1），讓人類在有限的活動時間內，可以探索的範圍又更大了。

月球上的交通工具

月球車十分輕巧，以折疊的方式和登月小艇一起上月球。它的外觀有點像大型的卡丁車，可以載兩位太空人在月球上奔馳，時速最高大約17公里。月球車以電動馬達來驅動，而不用現代常用的燃料引擎，原因是月球上沒有大氣且燃料取得不易，而馬達需要的電力可直接由蓄電池而來，相對容易。

另外，電動馬達還可減少在月球

上排放廢氣，更能減少引擎的噪音。我們聽到的聲音幾乎都是靠空氣來傳遞。因此，在幾乎沒有空氣的月球上，即使物體振動，也聽不到聲音，也就沒有所謂的噪音了。

月球車的輪胎是用金屬製造的。在長期未經風化的月表鋒利塵土上行走，金屬胎可以避免爆胎的窘境，也可以增加使用的年限。車上還有一個有趣的裝備——通訊天線，用來與登月小艇進行通訊。萬一車子開太遠迷路，或是遇到嫦娥、玉兔等新奇事物，都需要通訊系統進行聯繫。

因應極端環境條件

近年來，美國宣布將重返月球，許多國家也已計畫載人登月，並開始設計新型月球車，準備參加這場盛會。例如，日本宇宙航空研究開發機構與日本豐田（Toyota）汽車公司合作，研發一款月球車，長約

6公尺，寬5.2公尺，高約3.8公尺，可以載2名太空人，緊急時，最多可載4個人（圖2）。車上配備了恆溫定壓設備，太空人在車內可以不必穿太空衣，非常方便。此外，這款月球車還備有太陽能板和充電電池，讓車子的續航力可達1萬公里以上（圖3）。

月球的生存環境嚴峻。月球上的一「日」，大約是29.5個地球日，晝夜各約15個地球日，也就是連續半個月白天後，再接續半個月夜晚。此外，月球還長期受到太陽的高能輻射和帶電粒子的吹襲，及常有來自太空的隕石襲擊。因此，科學家研發新的月球交通工具時，必須有因應這些危險威脅的防護措施，讓未來的太空人乃至月球移民者能在月球上「行得安全」。你有創新的想法嗎？未來月球之「行」歡迎大家一起來腦力激盪，研發出更好更安全的月球專屬交通工具。

