

人類登月50周年專輯 月球生活篇—食衣住行

和嫦娥當鄰居 住月球安全須知

文 / 蕭俊傑 (國家太空中心副研究員)



▲人類可在地球上準備需要的材料，帶到月球上搭建建築物。

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。

當 你望向夜空中的皎潔明月時，是否曾經夢想過有一天我們也許可以搭著太空船來趟月球旅行，甚至在月球住下來，和嫦娥當鄰居呢？但月球的環境條件如何？和地球有什麼差異？住屋可以有哪些形式？又該怎麼建造呢？

迥異地球的生活挑戰

月球的大小只有地球的四分之一，是離地球最近的天體（平均距離38萬公里），環境條件卻有很大的不同。例如，月球有來自太空的各種有害輻射與小型天體碎屑的撞擊；月球幾乎是真空的狀態；月球的重力比地球的重力小；月球的晝夜和地球大不相同。

地球的周圍有一層大氣，可以為地球擋住宇宙輻射，並且提供地球生命所需要的氧氣。但月球沒有大氣層，月球表面完全暴露在太空中，無法阻擋來自太陽的高能量帶電粒子和其他天體產生的高能輻射，因此，建築物的外表必須要能隔絕輻射線。此外，因為月球上幾乎沒有空氣，建築物裡也必須要有氣壓

調節室，才能調節室內與室外劇烈的氣壓差。當人們到戶外時，則必須穿上可供給氧氣和適當氣壓的太空衣，維持生存。

月球的重力是地球的六分之一，人們在月球無法像在地球上一樣慢慢走路，最舒服的行走方式是小跳躍，所以，在月球上打造太空屋時，天花板的高度和家具就得依照人們的行動樣態來設計。

月球自轉的周期與繞地球公轉的周期相同，月球上的一天，在地球上大約經過一個月，也就是月球的

白天和晚上各是十五個地球日左右。移民月球會有嚴重時差，可說是「不知天上宮闕，今夕是何年！」

月球居住的三種提案

在迥異於地球環境的月球上，人們想要在月球上居住，必須打造能夠保護人類的建築，而且也要盡量降低建材運輸與建造上的不便。從1969年阿波羅11號成功登陸月球至今，各國陸續對月球進行各種探測，對於移居月球，科學家也提出了幾種提案。

1. 直接住在太空艙：

當年，美國阿波羅計畫的太空船在進入月球軌道時，指揮艙留在月球軌道，可載人的登陸小艇降落到月球表面。未來，人們到月球上生活，也可仿照這種模式，在地球建造好太空艙後，送到月表降落，人們就直接住在太空艙裡。

2. 外帶建築材料：

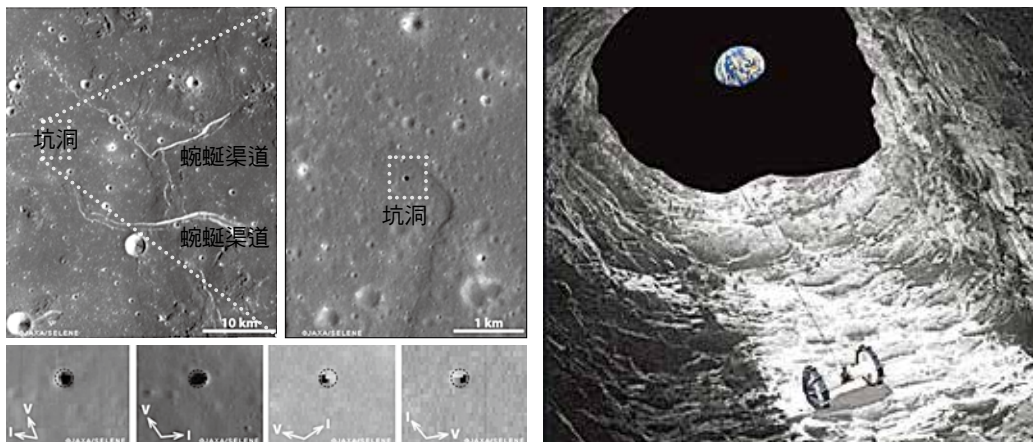
當前往月球的人數越來越多時，生活與工作的空間勢必擴增，可打造模組化建築，將建築體分成許多空間模組，運到月球再組裝。這些模組或輕量建材，先在地球上測試，完成後，再隨著登陸太空艙將人送到月球時，外帶到月球。

3. 利用當地資源：

科學家透過模擬的月球表土進行過許多實驗，發現月球土壤在一定程度上可隔絕太陽風和宇宙射線。因此，科學家計畫未來取用月球的土壤作為建材，隔絕輻射線，或是利用3D列印機列印建築材料。

美、日科學家探測後都發現，月球地下有熔岩流過留下的巨大管狀岩洞，這些岩洞也可以提供太空人基本的生活空間，因為裡面可能有水冰可使用，而且可利用岩洞厚重的表土，擋掉更多的宇宙射線。

隨著太空科技的進步，移居月球不再只是科幻小說的主題，許多國家已列入太空發展的重點方向，相信將會有越來越多關於月球探測的發現和研究，為建造月球村提供更多的選擇。



▲日本衛星「月神號」在月球的馬利厄斯丘陵觀測到垂直坑洞（左圖），證明月球上有地下熔岩管。這些管狀岩洞也有機會成為居住在月球的空間。右圖為藝術家繪製的情境圖。

為什麼要建月球基地？

近年來，許多國家包括美國、歐洲、俄羅斯、中國大陸、印度和日本等都宣布計畫在月球建立基地，其他國家如韓國則密切關注。以下幾個理由促使國際間展開登陸月球的太空競爭。

- 技術實驗：**有些國家的太空長程目標是建立火星基地，而在離地球較近的月球上建立基地，可以作為在地球外建立太空基地，解決生活問題的技術實驗練習。
- 政治考量：**如果有任何一個國家搶先其他國家重返月球，就能在太空競爭中搶得發展先機。
- 開發資源：**月球土壤有大量特殊元素，可加工成核融合發電材料或製造精密的電子零件，登月成功就有機會開發這些資源。

圖片來源：http://www.nasa.gov/mission_pages/exploration/、<http://www.isas.jaxa.jp/e/forefront/2010/haruyama/>、NASA / JPL-Caltech