

中國國家航天局的嫦娥六號太空探測器在今（2024）年6月2日清晨成功登陸月球的背面，並在採得約2公斤左右的樣本後，於6月4日成功起飛，進入預定環月軌道，在6月25日下午2時平安返回地球。科學界引頸期盼，希望能藉由這次任務帶回的岩石樣本，更進一步了解月球地質演化的歷史。



嫦娥六號 登陸月球背面 成功採集樣本

圖1. 嫦娥六號登陸月球背面。圖片來源：CNSA/CLEP。

嫦娥六號首次登陸月球背面

在嫦娥六號登陸月球之前，從1960至1970年代人類已經有多次月球太空任務。其中美國太空總署NASA的阿波羅11號、12號、14號、15號、16號及17號等6次太空任務（Apollo 11, 12, 14, 15, 16, and 17），俄羅斯的月球16號、21號及24號等3次太空任務，都成功的從月球表面採取岩石樣本，並成功送回地球。然而1960至1970年代這些太空任務的共同特徵是，它們都是從月球的正面取得岩石樣本，月球的背面的登陸則一次也沒有（圖2）。包含中國國家航天局的嫦娥5號在2020年的成功登陸，登陸點也是選在月球的正面。



圖2. 阿波羅太空任務6次登陸月球取得樣本的登陸地點，可以看到6次登陸點都是選在月球面向地球的這一面。圖片來源：NASA。

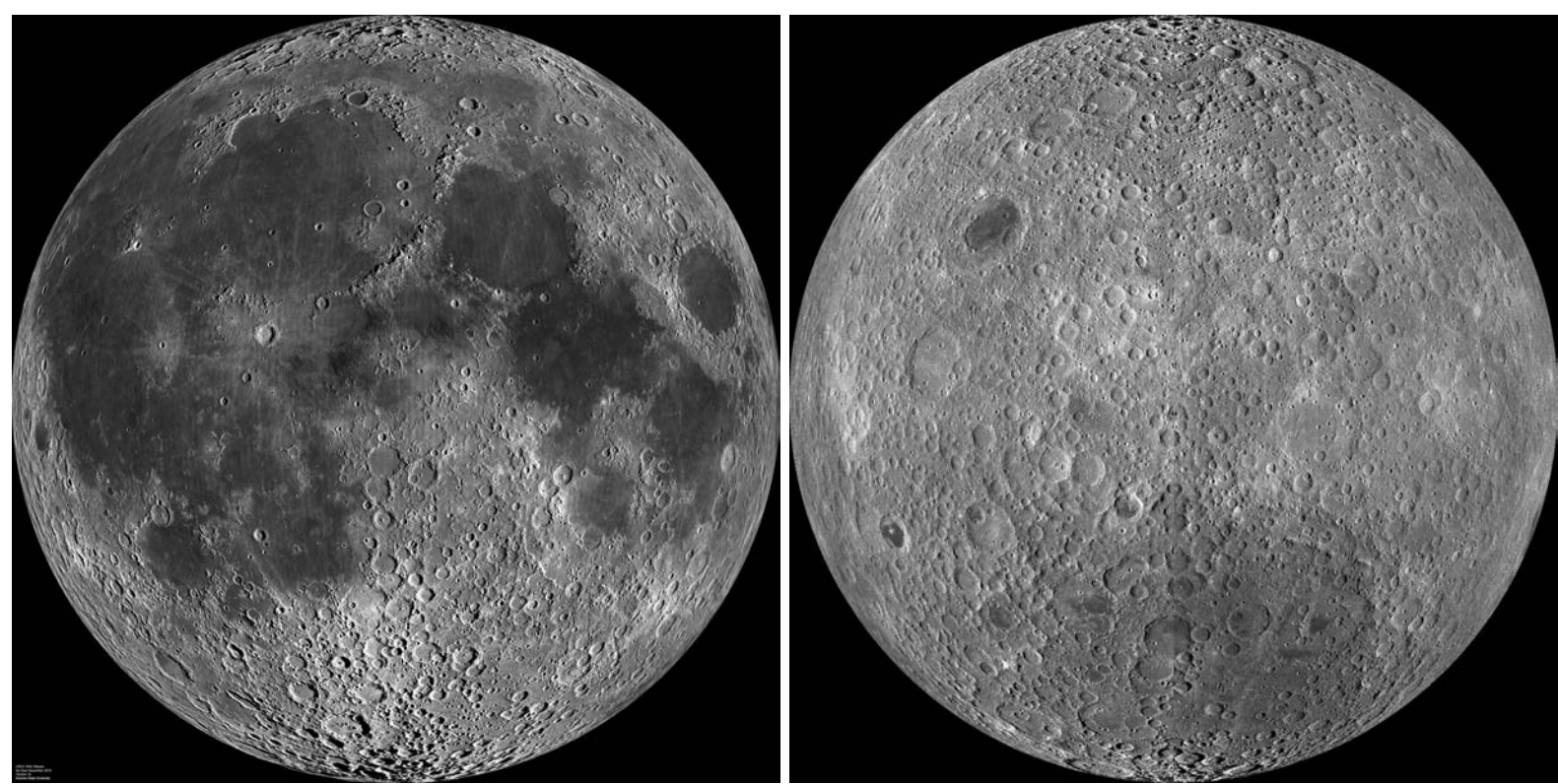


圖3. 月球表面的正面與背面呈現不同的景象。正面覆蓋著大面積的暗色月海，背面則大部分覆蓋著亮色的月球高地。圖片來源：NASA/Goddard Space Flight Center/Arizona State University。

由於受到地球施加潮汐力的影響，月球被拉長成橢球形，橢球的一端因此被鎖定在朝向地球這一面，這使得月球在繞地球公轉時，會有一面一直面向地球，另一面則會一直背對地球。因此，從地球的角度我們沒有辦法觀測月球的背面。對於登月任務來說，這造成了困難，就是任何探測器，一旦降落到月球的背面，不論是否有酬載太空人，都會背對地球而無法和在地球上的地面控制中心直接取得聯繫。這使得在月球背面的登陸任務遠比面向地球的正面來得困難許多。

為了突破這樣的困境，中國國家航天局在嫦娥六號出發之前，在2024年3月時預先發射了一枚名為鵲橋2號的通訊衛星，這枚通訊衛星進入環月軌道繞著月球公轉，並做為嫦娥六號無人探測器與地球控制中心的通訊轉接站，使地面控制中心與嫦娥六號能取得彼此的訊號。緊接著，嫦娥六號在5月3日時升空，並成功的在臺灣時間6月2日清晨登陸月球背面，於採得樣本後，在6月4日由月球表面起飛，進入環月軌道，之後再把採集到的樣本送回地球。

月球的正面和背面究竟有什麼差異呢？我們可以看上面圖3，月球的正面，有30%的面積由較暗

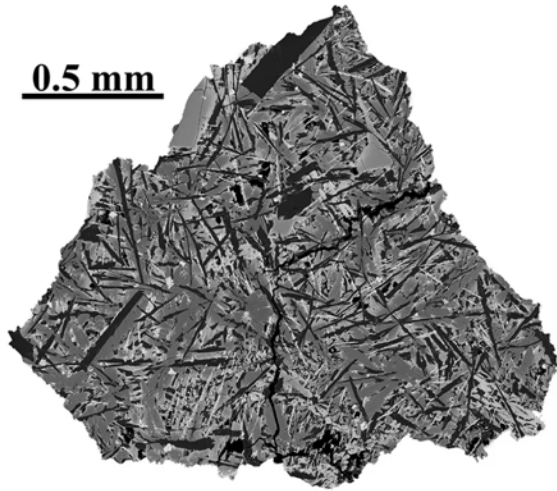
的月海所覆蓋，月球的背面月海的分佈則不到3%的面積，大多是由月球高地所組成。很顯然，月球的正面和背面，隱藏著不同的故事，等待科學家們去發掘。

期待不一樣的月球故事？

科學家透過阿波羅任務所蒐集月球正面岩石樣本的放射性定年，與月球表面隕石坑的密度，交叉分析出月海（maria）較年輕，大約在38億年前至31億年前形成，月球高地（lunar highland）則較古老，大約在43億年前至40億年前形成。

科學家在6次阿波羅任務取回的岩石樣本放射性定年分析中，沒有發現任何在31億年前以後新形成的岩石。以此推論月球曾經歷過兩時期的大量撞擊，第一個時期是太陽系形成初期，曾有過一段劇烈的碰撞時期，第二個時期大約在41億年前至38億年前，被稱為後期重轟炸期（Late Heavy Bombardment）的時期，接下來月球表面的岩漿活動大約在30億年前至28億年前完全停止，這是原本科學家根據阿波羅任務的樣本所建構出來的推論。

而中國國家航天局先前於2020年嫦娥五號任務取回的月海玄武岩樣本中，卻新發現了年紀大約19.6億年前左右形成的岩石（圖4），顯示在20億年前，月球的表面仍有火山活動，也因此使原先科學們對於月球形成的歷史推論需要得到修正。



a

嫦娥六號登陸的地點位於在南極-艾特肯盆地（South Pole-Aitken Basin），是月球表面中最巨大、最深且最古老的隕石坑，直徑大約2,400公里寬，深達6.2至8.2公里，地質年齡大約43億年左右（圖5）。根據一些科學家研究的數值模擬，盆地很可能已達到月球地函上緣的位置。

嫦娥六號成功登陸時，開啓了相機，近距離的拍攝了南極-艾特肯盆地的照片，並拍攝了一張全景圖（圖6）。選在這個位置著陸，科學家們想釐清的問題，包括了為什麼月球正面和背面的樣子長得不相同？月球背面的地質歷史及地殼和地函組成成份是什麼？希望藉由樣本分析能更加了解月球的地質

圖4. 嫦娥五號在2020年採集的月海玄武岩樣本，經放射性定年分析其年齡約為19.7億年。圖片來源：Beijing SHRIMP Center。

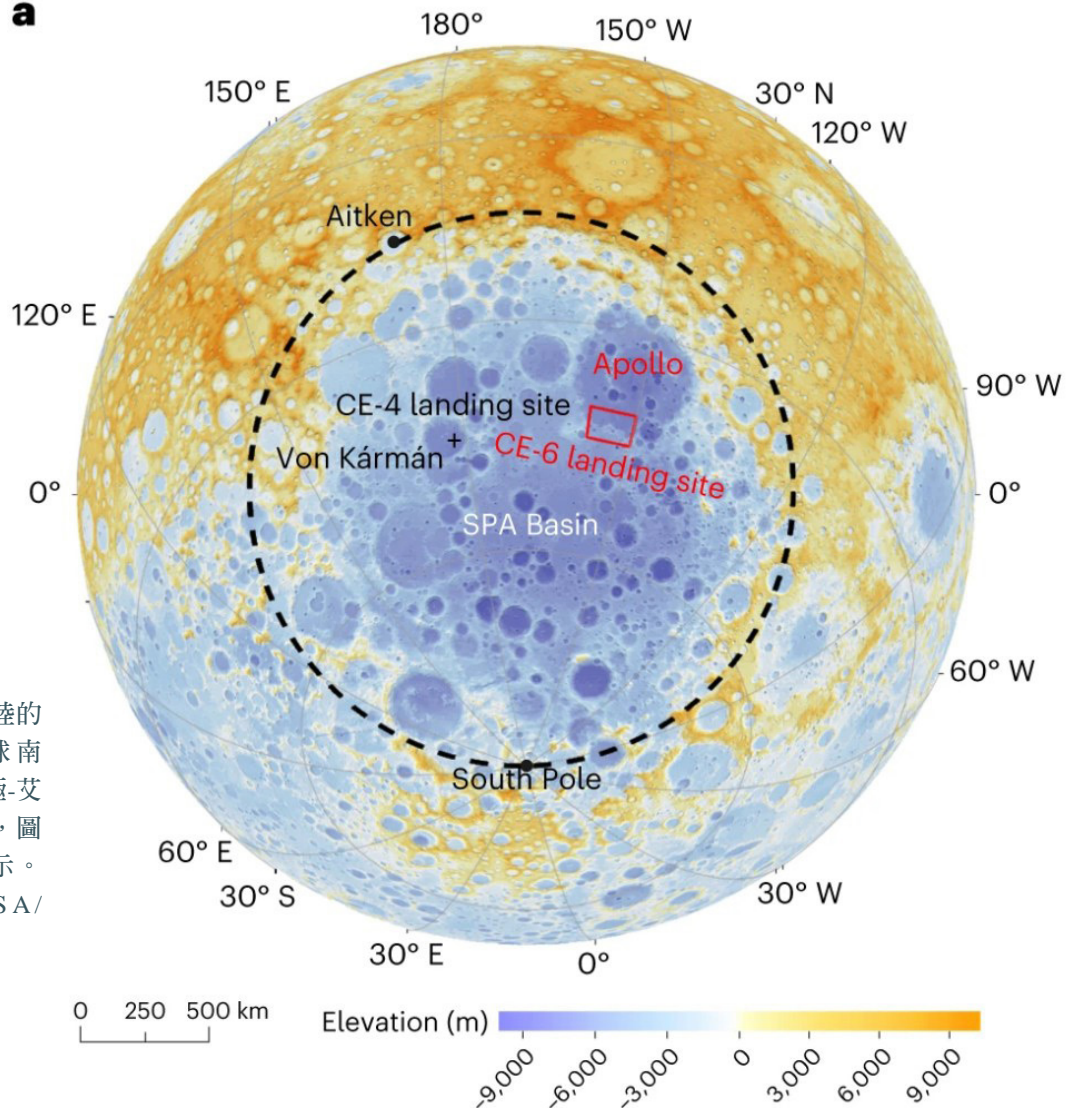


圖5. 嫦娥六號登陸的位置，選在月球南極，一處名叫南極-艾特肯盆地的西側，圖中以紅色方框標示。圖片來源：CNSA/CLEP。

歷史和太陽系的過去。這是科學家們首次取得月球背面，並且也可能包含地函的岩石樣本。此次任務已於6月25日成功完成採樣返回地球。這次取得的樣本，是否能進一步解開一些謎團，值得大家持續關注。

參考資料：

- 1.Xingguo Zeng, Dawei Liu, Yuan Chen, Qin Zhou, Xin Ren, Zhoubin Zhang, Wei Yan, Wangli Chen, Qiong Wang, Xiangjin Deng, Hao Hu, Jianjun Liu, Wei Zuo, James W. Head & Chunlai Li (2023) . Landing site of the Chang'e-6 lunar farside sample return mission from the Apollo basin. Nature Astronomy-7, pages 1188-1197, doi: 10.1038/s41550-023-02038-1
- 2.中國國家航天局。(2024)。嫦娥六號拍攝月背系列影像圖。Retrieved from <https://www.cnsa.gov.cn/n6758823/n6758838/c10543340/content.html> (July 4, 2016)
- 3.中國國家航天局。(2023)。圖說：嫦娥五號月球樣品研究成果圖說。Retrieved from <https://www.cnsa.gov.cn/n6758824/n6759218/c6841889/content.html> (Jan 19, 2023)
- 4.Jonathan Amos (October 8, 2021) , China's Moon mission returned youngest ever lavas. BBC 。Retrieved from <https://www.bbc.com/news/science-environment-58835038>
- 5.Andrew Jones (June 4, 2024) , 嫦娥六號：中國雄心勃勃的太陽系計劃的冰山一角。BBC 中文網。Retrieved from <https://www.bbc.com/>

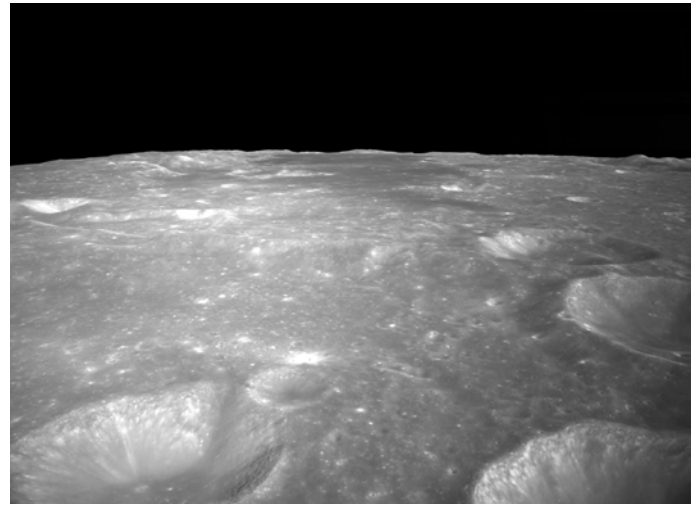


圖6. 上圖為嫦娥六號登陸後第一張成功拍攝的照片，可看到登陸點的表面佈滿了大大小小的隕石坑，畫面正上方一處較暗的區域，是南極-艾特肯盆地中的月海。下圖嫦娥六號拍攝的全景圖，畫面上方為南極-艾特肯盆地中的查菲環形山（Chaffee）。圖片來源：CNSA/CLEP。

zhongwen/trad/science-69085938

- 6.Roger Freedman, Robert Geller, William J. Kaufmann. (2019) . Universe 11 Edition. New York, United States of America: Macmillan Learning.

周毅桓：臺北市立天文科學教育館

YouTube相關影片：



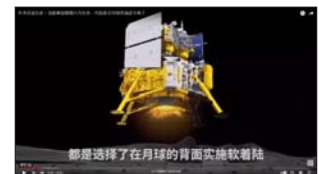
中國釋出嫦娥六號登陸月球背面影片
<https://www.youtube.com/watch?v=iIhzeWfvaeg>



中國嫦娥六號第一次從月球背面採集樣本
<https://www.youtube.com/watch?v=N7dJZDXSbSY>



嫦娥六號登陸畫面
<https://www.youtube.com/watch?v=KRtdMTUTkt4>



再次見證歷史！深度解讀嫦娥六號任務，再度造訪月球背面是為啥？
<https://www.youtube.com/watch?v=i3qXBEEVmvQ>