

星島教室 航天與天文

作者介紹



中華基督教會
協和小學(長沙灣)
副校長
鄭俊傑



中華基督教會
協和小學(長沙灣)
老師
王溢濤



我是月球土壤，數十億年來，我目睹太陽升起又落下，感受過無數次太陽風暴的洗禮。然而，一場改變命運的旅程開始了。伴隨著咆哮的探測器，我離開月球，跨越38萬公里的距離來到了地球。對於我來說，這裏的一切都新奇而不可思議。當科研人員將我從封閉的容器中取出時，我希望他們能在我身上找到足以改變地球未來的秘密，因為我正準備為人類點燃一場再生能源的革命風暴！

月球土壤掀起 再生能源革命風暴

中國探月工程

這趟旅程，源於讓世界矚目的中國探月工程的成就。自2004年中國探月工程啟動以來，中國一直致力於探測「嫦娥工程」以來，中國一直致力於探測月球的奧秘。「嫦娥工程」分為「發」、「落」、「回」三個階段，旨在實現探測月球的全方位突破。「發」階段探測的「嫦娥一號」和「嫦娥二號」成功完成了月球探測和測繪；「落」階段探測的「嫦娥三號」和「嫦娥四號」實現了登陸，後者更是全球首次成功在月球背面著陸；而「回」階段，「嫦娥五號」成為第一個為中國帶回月球樣本的任務，「嫦娥六號」更完成全球首次從月球背面帶回月球土壤的壯舉！

2020年12月，「嫦娥五號」成功將1731克月球土壤帶回地球，這是自1976年蘇聯月球24號以來，人類再次從月球採回樣本。這次任務不僅展示了中國在航天領域的技術突破，也為人類探索月球資源提供了重要契機。當我被送進實驗室時，科學家們開始了一系列的研究，試圖揭示我蘊藏的秘密。

「氦-3」解決能源危機

我其中1克的月壤最終被送到中國科學院物理研究所和南京大學等聯合團隊，他們發現當中的鈾鍍礦粒表面存在一層「月壤玻璃」，通過高分辨透射電鏡結合電子能量損失譜法，團隊觀察到玻璃層中有大量直徑大約為25nm氦氣泡，它是一種非凡的元素——氦-3，這種稀有同位素的氦同位素，可能是解決地球能源危機的潛在答案。

氦-3是一種穩定的同位素，含有2個質子和1個中子。與常見的氦-4不同，氦-3最大的特性在於它能夠用於「核聚變」反應，而不會產生高放射性的副產物。

「核聚變」是一種極低太陽發光發熱的過程，將輕元素的原子核融合成更重的原子核釋放巨大的能量。與目前核裂變技術相比，核聚變被認為是更乾淨、更安全的能源選擇。

由於氦-3放射性低，可用於一些特殊的醫學成像技術，如磁共振掃描(MRI)；以及低溫物理學及量子物理學等領域上。

3大優勢

氦-3是最備受期待，作為未來核融合的燃料，因為與傳統能源相比，氦-3具有以下顯著優勢：

- 1. 清潔無污染：**氦-3核聚變不會產生高放射性廢料，避免核裂變技術的環境風險。
- 2. 高能量密度：**氦-3核聚變的能量密度極高，1公斤氦-3的核聚變能量，相當於數百萬桶石油。
- 3. 可持續性：**月球表面的氦-3資源足以支持人類數千年的能源需求，為解決地球能源危機提供了長期解決方案。

月壤氦-3來源及提取

地球上的氦-3含量極少，主要是因為地球的大氣層和磁場屏蔽了來自太陽風的氦-3。月球就大不同了，月球沒有大氣層和磁場，直接曝露於太陽風中。數十億年來，太陽風暴中的氦-3粒子沉積在月球表面，形成了豐富的資源。據估計，月球表面至少蘊藏100萬噸氦-3，其中僅需約25噸氦-3便足以滿足全人類一年的能源需求。

以往研究認為提取氦-3的過程相對複雜，需要將月球土壤運回地球，或者在月球上建立設施，將月球土壤加熱到700°C至900°C才能釋放氦-3。這技術不但耗能較高，而且速度慢，不利於在月球上開採。

不過這次研究人員發現，有望不需要高溫加熱，在常溫下通過機械破碎方法提取以氣泡形式儲存的氦-3。

而且鈾鍍礦粒具有弱磁性，而氦-3則利用磁篩選進行採集，每一步都極為昂貴，而這種高度自主化的技術和精密控制技術，相對現有的技術水準來說仍然是一個巨大的挑戰。

即使能夠成功採集氦-3，亦須使用昂貴的運輸設備和設備，如太空飛行器和返回艙才能帶回地球。

研究人員估計，月球上以氣泡形式儲藏的氦-3總量約高達26萬噸，如果全部以核聚變產生能源，已經可以足夠地球2600年的能源需求。



開發與使用難題

氦-3的使用亦有不少挑戰。首先，從月球採集氦-3，需要巨大的經濟投入與技術支持，從發射探測器到建設月球基地，再使用精密的機器和設備進行採集，每一步都極為昂貴，而這種高度自主化的技術和精密控制技術，相對現有的技術水準來說仍然是一個巨大的挑戰。即使能夠成功採集氦-3，亦須使用昂貴的運輸設備和設備，如太空飛行器和返回艙才能帶回地球。

第二個難題，就是開採氦-3技術的難度和風險，開採過程需要解決很多技術問題和安全隱患，如月

球環境中的輻射、溫度變化、塵埃和磁干擾等，而且核聚變技術尚未完全成熟，人類仍要努力攻克極難且可控的核聚變反應。

最後，月球資源開採涉及國際法規與倫理問題，如何在國際社會中達成共識，確保資源的公平分配，也是未來需要解決的課題。

作為到訪的月球土壤，我見證了人類對再生能源的無盡追求。氦-3的發現，人類在能源領域看到曙光，或許有一天，月球將成為人類的再生能源基地，為地球提供源源不絕的清潔能源。人類不懈的探索，讓我相信這一天終會到來！

小思考，大智慧

1. 在月球土壤沒有發現甚麼有利於人類生活的元素？
2. 「嫦娥五號」跟「嫦娥六號」提取的月球樣本有甚麼分別？

參考答案

1. 經過多年研究，中國科學院團隊於2024年發現，使用「高溫氧化還原反應」的方法，可以在1噸月球土壤中產出超過50公升的水，即足以供應50人一天飲用水量。這些水亦可用於灌溉植物，以及透過電化學方式分解成氫氣和氧氣。
2. 「嫦娥五號」的月球樣本是從月球正面採集的，而「嫦娥六號」則是從月球背面採集回來；另外，「嫦娥五號」的採樣區域是月球地質年齡最年輕的區域，而「嫦娥六號」則選擇在月球最古老的兩種——艾特肯盆地採樣。

本欄逢週四刊登，由教育評議會邀請資深中小學老師、校長及大學講師撰稿，旨在為學生提供多元化的STEAM學科材料，引發學生探求知識的興趣，將學習融入生活，培養學生的世界觀、敬啟的觸覺、積極學習的態度。