
用了0.2克月壤，他们发现重大秘密

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/18361.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

用了0.2克月壤，他们发现重大秘密。

第一次用月球土壤做实验，称量0.02克，南京大学教授姚颖方紧张得整个手都在发抖。

他所做的研究，是利用月球土壤中的一些成分作为人工光合成催化剂，把人类呼出的二氧化碳、月球表面开采的水等，制造成氧气、氢气、甲烷以及甲醇。

如能掌握这项技能，就算没有地球的补给，人类也能在月球上就地取材，生产氧气、水等生存所必须的东西。它可以帮助人类构建月球基地和月球中继站，为更遥远的宇宙探索和星际旅行提供能源补给。

近日，由中国空间技术研究院嫦娥五号探测器系统总指挥、总设计师杨孟飞院士，中国科学院物理研究所汪卫华院士，以及南京大学邹志刚院士领衔的研究团队，提出了月球地外人工光合成策略。研究成果发表在国际权威期刊《焦耳》（Joule）上。

筛选出两种方式，实现月壤高效催化

要想在月球上居住和生存，水、氧气和能源必不可少，靠地球输送始终是杯水车薪，科研人员希望能从月球土著资源寻找更多可能性。

两年前，NASA曾宣布在月球表面有水分子存在，我国发射的嫦娥五号探测器通过对月壤进行原位探测，更是实锤了月球上有水资源存在。

水不仅能够供宇航员饮用，还能转化为两个宝贝。我们前期参与了中国空间技术研究院钱学森空间技术实验室牵头的一个项目，叫月球表面水资源的开采和光化学转化，也就是把水分解成氢气和氧气。论文第一作者姚颖方在接受《中国科学报》采访时说。

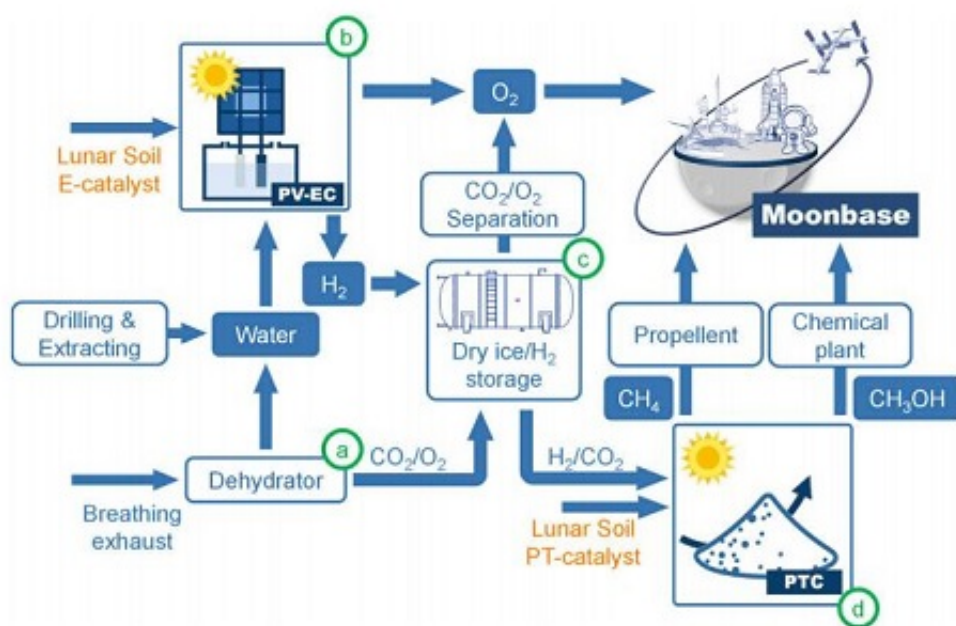
拿到嫦娥五号带回的月壤后，团队特别想看看月壤作为催化材料是否也能实现水变氢气和氧气，以及月壤能不能在二氧化碳的转化中发挥一定作用。

这次获得的月壤是月球表面非常年轻的玄武岩，这种矿物中富含铁、钛等人工光合成中常用的催化剂成分。我们通过机器学习等方法，分析出月壤中大约有24种矿物成分，其中的钛铁矿、氧化钛、羟基磷灰石，以及多种铁基化合物等8种成分都有较好的光催化性能。姚颖方介绍。

而且，月壤表面本身就有很丰富的微孔和囊泡结构，还能进一步提高月壤的催化性能。能在月壤

中发现这些天然存在的优势都非常难得。

为了寻找最优方案，科研团队对月壤催化进行了多种尝试，来评估其性能。比如用光伏电解水的方式实现氢气和氧气的转化；光催化水分解成氢气和氧气；光催化二氧化碳转化成一氧化碳、甲烷和甲醇；光热催化二氧化碳加氢产生甲烷和甲醇。



月球地外人工光合成过程图。受访者供图

最终，他们筛选出光伏电解水和光热催化二氧化碳加氢这两种方式，可以实现最高的月壤催化效率，而且得到的物质更有用、更纯净。

甲烷作为一种燃料，是非常好的航天器推进剂；甲醇的用处就更广了，我们身上穿的、用的，很多有机化合物里都有甲醇作为原料。而能源源不断生产甲醇，意味着我们可以在月球建立甲醇化工厂，来实现人类所需求的化学品。姚颖方说。

用月壤催化得到的氧气、氢气、甲烷以及甲醇这四种物质，都是人类在月球表面生存且构筑基地和中继站所必须的物质。作为月球上最丰富的资源之一，月壤资源有着巨大的发展空间和潜力。

原地原位，大幅度降低发射载荷和成本

在这之前，科学家们已经提出了许多地外生存的策略，但是大多数设计都依赖来自地球的能量。

比如，NASA在2020年发射的毅力号火星探测器携带的火星氧气现场资源利用实验仪器（MOXIE），可以用火星大气中的二氧化碳制造氧气，但该仪器靠的是来自地球的同位素电池驱动，通过

高温条件下的电化学方式，来实现二氧化碳分解成一氧化碳和氧气的过程。

他们当时设计的标准是每小时10克的氧气转化效率，但由于种种原因，最终在火星表面实现了每小时约6克的转化效率。姚颖方表示，效率非但不高，而且据说那个装置还非常笨重，很有可能需要不断地更换电池，这意味着要发射很多次飞船，每次发射都大大增加载荷。

这篇论文里的这套地外人工光合成技术相对就简单多了，利用的也完全是地外的资源与环境来生产氧气、燃料和生存用品。

月球晚上的温度为零下173摄氏度，二氧化碳在零下78.5摄氏度会变成干冰，所以在月球夜间，可以将二氧化碳从人类呼出的气体中直接分离，再用月球表面开采的水资源分解出氢气和氧气，氧气供人呼吸，二氧化碳则和氢气放到一起。到了白天，月球温度高达127摄氏度时，可以巧妙实现原地原位二氧化碳加氢气转化成甲烷的过程。

这样做最大的好处是可以大幅度降低火箭发射载荷，减少飞船飞往月球甚至更远外太空所需的成本，可以实现一个可承受且可持续的深空探测。姚颖方说。

类比大航海时代，全世界已经达成一个共识，在不远的将来，我们将进入大航天时代。而且，目前已经有人前赴后继地探索太空，比如马斯克的SpaceX公司，以及亚马逊创始人Jeff Bezos等。

我国更是提出了要建设地月空间经济区，中国科学院院士、国际宇航科学院院士包为民曾估计，到2046年，我们每年在地月经济区的总产值至少达到10万亿美元的量级规模。

如果我们想对地外世界进行大规模探索，就要尽可能少地依赖地球的补给，转而使用地外资源，实现地外循环系统，这样才能真正实现地月空间经济区。姚颖方表示，我们的战略是为可持续和可承受的外星生活环境提供一个‘零能耗’的生命保障系统。

弥足珍贵的1克月壤

2021年7月12日注定是姚颖方一生都难以忘怀的日子。这天，他随邹志刚院士一起，到国家航天局探月与航天工程中心现场观礼了月壤发放仪式。同时，作为中国空间技术研究院联合研究团队成员，南京大学研究团队对1克月壤开展了研究。

从头到尾的过程都让我激动不已！在此之前，我从未想过自己会加入到如此光荣的队伍里，而且我们还是第一批发放月壤的13家科研单位里唯一一个以材料、催化和能源作为切入点的联合研究团队。姚颖方每每想起那一时刻，仍旧心潮澎湃。

别看此次用于研究的月壤只有1克，却弥足珍贵。要知道当年美国阿波罗号从月球带回、做为国礼送给我国领导人的月壤，也只有0.5克。

月壤接回南京大学后，被保存到学校为其量身打造的超净环境，该环境严格按照国家航天局颁发的《月球样品使用规定》设计，氧气含量不高于20ppm（parts per million，百万分率），水蒸气含量不高于50ppm。同时，储存空间必须不间断、零死角监控，实验期间须进行实时影音记录和文字记录。



在严格规定的环境中称量月壤。受访者供图

姚颖方至今都清晰地记得第一次用了0.02克月壤，当时还发生了一件好笑的事情。姚颖方想让自己的学生来开启这神圣的时刻，没想到学生太激动以至于不敢操作，亲自上阵的他也是格外紧张，在称量0.02克月壤的时候，我整个手紧张到发抖，月壤实在太宝贵了。

月壤来之不易，第一站落户南京大学环境材料与再生能源研究中心，是因为这里有一支国内外知名的地外人工光合成研究团队，集合了国内最顶尖做地外人工光合成的人才力量。



邹志刚院士 受访者供图



邹志刚院士（右三）、姚颖方教授（左三）团队与月壤合影。受访者供图

团队不仅有邹志刚院士，还有中国科学院物理研究所汪卫华院士，以及中国空间技术研究院嫦娥五号探测器系统总指挥、总设计师杨孟飞院士，三位院士在中国空间技术研究院共同构建了地外生存物理化学过程院士工作室。

正是基于这个工作室，我们才能够有机会领取到这么宝贵的月壤，此次研究用了其中的0.2克月壤。姚颖方说。

这项研究由南京大学与中国空间技术研究院、香港中文大学（深圳）、中国科学技术大学合作完成，在整个研究过程中，团队成员都非常团结，且干劲满满，每个月都要进行研究过程和进展的汇报以及交流。更重要的是，他们在开展研究时也会尽最大努力保护月壤的原始性，最大限度减少研究过程中带来的损耗。

姚颖方透露，他们正在寻找在太空测试该系统的机会，可能会与中国未来的载人登月任务一起进行验证。（来源：中国科学报张晴丹）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.joule.2022.04.011>

作者：邹志刚等 来源：中国科学报

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发