

要上太空种地了？

中国空间站实现“人工光合作用”

随着人类探索太空的脚步迈得越来越大，在月球上，甚至在火星上驻留并建设基地成为可能。想在月球上居住和旅行，水、氧气等生存资源和交通工具就不可或缺了。而如果在月球能就地取材，为人类提供生存的资源，那星际旅行的愿望或许就不再遥远。

近日，在中国空间站梦天实验舱航天基础试验机柜其中一个“太空抽屉”里，地外人工光合作用技术试验顺利展开，成功实现了高效二氧化碳转换和氧气再生新技术的国际首次在轨验证。

地外人工光合作用怎样实现？

光合作用在地球上并不是新鲜事，它是植物、藻类和某些细菌在可见光的照射下，利用光合色素将二氧化碳（或硫化氢）和水转化为有机物，并释放出氧气（或氢气）的生化过程。光合作用是一系列复杂的代谢反应的总和，是生物界赖以生存的基础，也是地球碳氧循环的重要媒介。

那么，什么是人工光合作用？国际宇航联空间运输委员会主席杨宇光解释说，科学家发现半导体催化剂在光照射下可实现水的分解和二氧化碳转换，并将其称为“人工光合作用”。“人工光合作用”与绿色植物的光合作用有相似之处：第一，都是将太阳能转换成为化学能；第二，反应原料都是水和二氧化碳，产物是氧气和含碳化合物。

国际宇航联空间运输委员会主席杨宇光：在天宫空间站上进行的人工光合作用，这次产生的有机物是乙烯，这是一个广义的光合作用。

2015年，我国科研人员提出在地外开展原位资源利用的“地外人工光合作用”概念并开展研究。“地外人工光合作用”是在地外通过物理化学方法利用太阳能将二氧化碳和水原位转化成氧气和含碳化合物。这一技术正是人类走向更遥远的太空的基础。

杨宇光：未来人类在月球和火星建立基地，最核心的一个问题就是要实现低成本可持续的基地长期运营。这里有两方面的问题，一是要实现低成本的人员和货物的往返运输系统，另外一个是实现基地物资基本能够自给自足。

也就是说，如果人类的脚步再次踏入月球，甚至到达更遥远的火星和小行星，如何实现“摆脱地球资源供



在中国空间站梦天实验舱航天基础试验机柜其中一个“太空抽屉”里，地外人工光合作用技术试验顺利展开。

给”是人类长期地外生存的主要挑战之一。那么，“我们有可能在另一个星球上长期居住吗？”这一问题目前已成为全球最前沿的125个科学问题之一。中国航天科技集团郭佩介绍，利用星壤资源或火星大气中的二氧化碳资源，原位制备氧气和燃料，是实现地外原位资源利用并摆脱地球资源供给的重要手段。

中国航天科技集团郭佩：地外人工光合作用技术有望作为未来地外原位资源利用的重要技术之一，为我国载人深空探测重大任务提供关键技术支撑。

在杨宇光看来，目前我们在中国空间站进行的这项试验，就是在为未来做准备。

杨宇光：火星的大气中有丰富的二氧化碳，而且目前无论是在月球还是在火星，人类都已经找到了水的存在，利用火星的二氧化碳和水能不能制造其他的物资？美国的毅力号火星车已经利用火星大气中的二氧化碳进行了制氧实验，只不过产物是氧气和一氧化碳，那能不能像地球上的植物一样利用水和二氧化碳产生有机物呢？目前来看，无论是利用生物方法还是物理化学的方法，这肯定是可行的。

据介绍，相比于常用的高温、高压二氧化碳还原技术，地外人工光合作用可以在常温、常压条件下实现二氧化碳还原和产氧，还能够实现太阳能到化学能、太阳能到电能再到化学能等多种能量转换方式，有效提高能量的利用效率。

郭佩：通过改变反应的催化剂，可以定制化地获得地外人工光合作用的不同二氧化碳还原产物，包括可作为推进剂的甲烷或乙烯、可作为合成糖类的重要原料甲酸等，对未来地外长期生存和原位资源利用有重要价值和意义。

特别值得一提的是，地外人工光合作用技术试验装置虽然只是航天基础试验机柜其中一个“太空抽屉”，但是功能却很强大。

郭佩：它不仅能够在轨通过“人工光合作用”制备氧气和含碳燃料，还能够实现对反应过程的监测和产物的在线分析，并获得大量微重力环境下气、液、固多相物理化学过程试验数据，为科学研究和技术发展提供重要基础。另外，这个“太空抽屉”还具备在轨“升级”能力，通过在轨更换模块操作，可验证不同种类的反应，实现技术快速迭代。

郭佩透露，目前，地外人工光合作用技术试验装置已经完成了第一、二阶段共12次在轨试验，国际上首次实现了基于地外人工光合作用技术的二氧化碳转换和氧气再生，获得了氧气和二氧化碳还原产物乙烯。

郭佩：阶段试验成功验证了常温二氧化碳催化转化，微重力下固、液、气多相反应界面上气体输运与分离，空间高精度气体和液体流量控制，以及氧气和二氧化碳还原产物高灵敏度在线检测等关键技术。试验获得了大量微重力下的多相物理化学反应过程试验数据，为发展地外原位资源利用新技术提供了重要基础。

在太空种粮、种菜进展到了哪一步？

如今，我国已将水稻、马铃薯成功种植在了外太空。

根据相关资料显示，中国在其空间站种植的水稻，比地球上生产的水稻更甜、营养成分也更丰富。

这种太空水稻是在2022年被送上去的。2022年7月28日，六颗来自地球的水稻种子被放入问天实验舱，并于次日开始了培养实验。整个实验持续了120天，直到11月25日才宣布结束。

问天实验舱中同时进行了种植拟南芥的实验。拟南芥代表双子叶、长日、十字花科植物，很多蔬菜，比如青菜、油菜等都属于十字花科。水稻代表单子叶、短日、禾本科植物，很多粮食类作物，比如小麦、玉米等都属于禾本科。

根据宇航员的描述，这种水稻是我们的第一代太空品种。它到达空间站后，很快适应了零重力和宇宙辐射的环境，主要特性就是耐用。

在实验中，宇航员向装置里注入了大量的营养液。经过120天的培育，拟南芥和水稻的种子顺利完成了萌发、幼苗生长和开花结籽三个阶段。实验结束后，宇航员成功收获了一批太空水稻种子，共59粒。

2022年12月4日，神州十四号载人飞船将59粒太空水稻种子带回了地球。这些种子成为了第二代的太空水稻。

着陆后，科学家将其置于人工实验室进行培育。在经历了一个生长周期之后，59颗太空种子竟然增加到了1万颗。不得不承认，太空种子的繁殖能力实在令人惊叹。

在第三代太空水稻种子问世后，科学家们将这些种子置于大田中进行培育。根据中科院分子植物科学卓越创新中心的观点，培育出的太空水稻其葡萄糖和果糖的含量比普通地球水稻高出5—6倍。此外，它还富含更多蛋白质，口感更甜。

另外，除了太空水稻实验之外，目前还在进行太空马铃薯的研究。

2022年6月5日，20000颗马铃薯的实生种子随神舟十四号载人飞船前往太空。在抵达中国空间站后，这些马铃薯迅速适应了轻松自在的太空生活。

在空间站的培育过程中，基本与太空水稻相似。同年12月4日，太空马铃薯与太空水稻一同回到了地球。2023年1月，科学家们已开始进行太空马铃薯的地面种植实验。太空培育的马铃薯在蛋白质和维生素含量上也有了显著增加。此外，它们的生长周期缩短，同时抗病虫害能力也得到了增强。

未来，中国空间站将为科学家进行空间植物学研究提供先进的实验平台和宝贵的实验机会，研究的内容包括：更多的植物将在空间完成从种子到种子全生命周期，甚至超过两代以上的多代空间培养实验；空间微重力、粒子辐射和磁场变化对长期空间培养条件下植物遗传稳定性的影响；月球低重力环境下植物生长发育等。

来源：央视新闻、中国科学院物理所



太空水稻培养实验。



太空水稻种子在人工实验室进行培育。