

2025年12月23日 星期二 编辑 张海 版式 罗梅 校对 汪智博

从月壤到“月宫” 中国科学家“解锁”智造月球科研站

“阳光取代了窑火，月壤作为原始建材，智能机器人充当建筑工人……这些正是我国航天领域最前沿的探索方向之一：月球原位自主智造。”

12月19日，由深空探测实验室承办的以“地外资源开发利用技术前沿与发展战略——太空采矿与深空制造”为主题的中国工程院工程科技学术研讨会在安徽省亳州市举行，多位院士专家详解了“月宫”建造“黑科技”。

随着嫦娥六号完成月背采样返回，中国探月工程“绕、落、回”三步走战略圆满收官。如何利用月球本身资源建设可持续的科研站，成为下一阶段的关键课题。

在位于安徽省合肥市的深空探测实验室，一项被称为“月壤原位3D打印系统”的原理验证实验，展示的便是月球原位自主智造的地外建造思路。

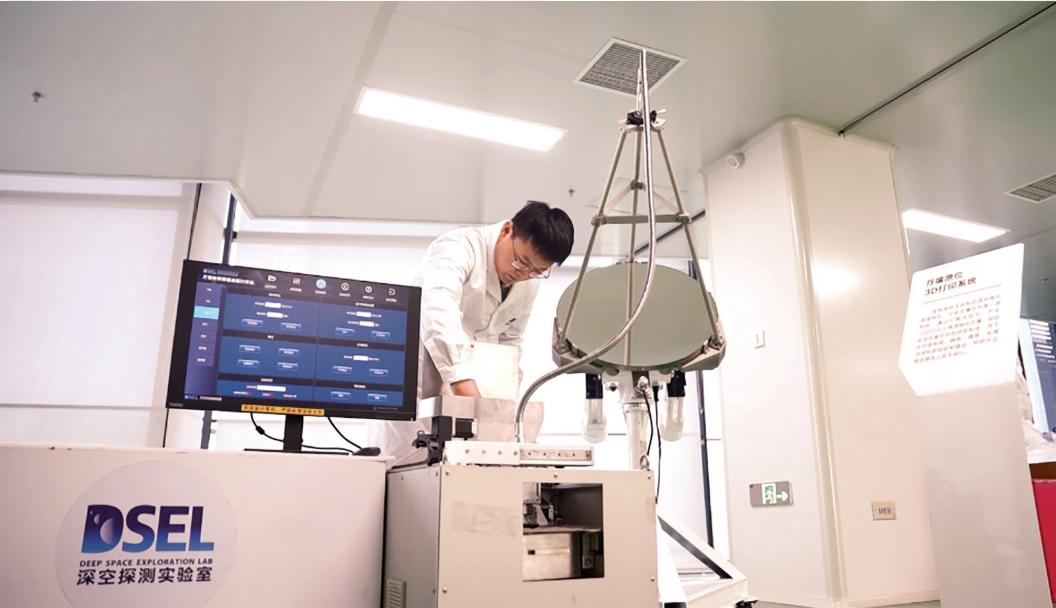
科研人员用抛物面镜将太阳光聚焦数千倍，产生超过1300摄氏度的高温，再通过一根柔性的光纤远距离传输聚光太阳能，就像一支精准的“光笔”，结合3D打印技术，将月壤材料打印出结构坚实的砖体或任意形状的构件。

“未来月球科研站的建设，核心是‘月球原位取材、集群协同智造、自主智能作业’。”中国工程院院士、哈尔滨工业大学党委书记陈杰说，其目标是转化利用月球的“土”并建成月球的“家”，最大限度降低对地球补给的长距离依赖，实现地外基地的智能建造、自主运维和可持续拓展。

除了将月壤高温熔融打印成结构件，我国科学家还探索了将月壤制成高性能纤维的新方法。

东华大学科研团队依据嫦娥五号收回的真实月壤，在实验室通过高温熔融和真空牵引技术，成功制备出直径仅10至20微米的超细月壤连续纤维。中国科学院院士、东华大学教授朱美芳说，团队已成功研发适应月球高真空、低重力环境的自动成纤装备，为未来月面原位制造复合材料开辟了新可能。

“无论是打印成砖，还是拉制成纤，目的都是将月球上最丰富的表层物质——月壤，转化为可用的工程材料。”深空探测实验室总工程师史平彦表示，多条技术路线并行探索，是为了应对月球极端环境的严苛挑战，找到最优解决方案。



深空探测实验室科研人员正在开展“月壤原位3D打印系统”的原理验证实验。

人类目标： 从月壤中制备氧气和水

月球表面呈现为一个集极端温差、高真空、强辐射以及带电月尘于一体复杂的环境，任何制造设备首先要解决长期可靠运行的难题。并且，未来月球基地的建造不可能由单一设备完成，需要异构机器人集群的协同作业。

设想未来的月面建造现场：勘察机器人进行测绘；运输机器人搬运月壤；大型3D打印机堆砌主体结构；灵巧装配机器人执行高精度装配作业……

“实现这一愿景的关键，是赋予月球无人装备集群‘群体智能’。”

陈杰认为，这需要攻克月面远距离可靠通信、高精度协同定位、异构无人集群智能规划与自主控制等一系列核心技术，让不同的无人装备都能像一个有机整体般自主、智能、高效地协同作业。

月球已成为全球科技竞争与合作的新疆域。我国秉持开放合作态度，深空探测实验室已与60余个国家科研机构建立合作。我国首个深空探测领域的国际科技组织国际深空探测学会已落户合肥。

“从月壤中制备氧气、金属乃至水，是人类

共同的目标。”中国工程院院士、中国探月工程总设计师吴伟仁表示，共享知识、协同攻关是应对地外生存挑战的理性选择。

目前，我国科学家正为未来月球家园勾勒出多幅蓝图。哈尔滨工业大学提出“三叶草”与“中国星”方案；华中科技大学构思“月壘尊”方案；重庆大学则研究利用月球天然熔岩管洞穴建造基地的可行性……

根据国家航天局相关规划，我国将在2030年前实现中国人首次登陆月球，并在2035年前建成国际月球科研站的基本型。

聚光“生长”而成的月壤砖，象征着我国深空探测从“带回深空样品”到“利用深空资源”的深刻转变。当智能机器人集群在月面协同起舞，人类在月球上长期停留与发展的梦想，正一步步从概念走向现实。

文图均据新华社



由深空探测实验室通过“月壤原位3D打印系统”打印成型的月壤砖。