

# 国内首个“星际矿工”诞生

我国研发出首台太空采矿机器人 三轮六足设计适应微重力

## 太空采矿机器人来了

中国矿业大学刘新华教授团队研发的多功能太空采矿机器人，与下火爆的人形机器人以及机器狗等不同，太空采矿机器人的基本形态为六足模式，有三个轮足和三个爪足。刘新华告诉记者，之所以这样设计，主要是为了适应太空中的微重力环境。

太空采矿机器人要在地外星体上完成地质勘探和矿物采集任务，钻探属于必备技能。在地球重力环境下，机器人本身重量就足以支撑钻头钻进，而月球重力只有地球的六分之一，小行星上大多是低微重力，如何让钻头顺利钻进星体表面就成了大问题。

为了解决失重带来的漂移，科研团队想到了模拟昆虫的爪刺结构，于是，为太空采矿机器人设计了特殊的爪刺足。刘新华说：“这属于一个阵列式的爪刺，微重力环境下它的附着能力更强、抓地能力更强。在微重力环境下，能够让它固定住进行采样，还能够根据地形进行移动。”

不仅能适应太空的微重力环境，“采用仿生六足移动结构”，机器人足末端有车轮和锚固结构两种配置，也让它可以在小行星坑洼不平的地面上行走。目前，太空采矿机器人原型机已经向有关部门申请专利，并且通过了初审。

刘新华介绍：“我们实现了微重力的等效实验，机器人在模拟月壤的环境下实现行走、锚固甚至采样。”

## “十八般武艺”如何练成

太空采矿机器人要在太空星体上完成探矿采矿工作，不仅要面对微重力的问题，还要面对极端温差、真空、太空辐射以及重量体积限制等一系列难题。如何让机器人练就“十八般武艺”？刘新华教授团队给太空采矿机器人搭建了一个特殊的“训练场”。

中国矿业大学机电工程学院副教授华德正说：“我们搭建的这个特殊环境主要出于两个方面的考虑，一方面就是模拟近地小行星表面的风化程度，主要是以沙壤为主；另一方面就是微重力环境。我们设计了悬吊机构，通过垂直的悬吊抵消重力，实现微重力的变化。”

团队成员介绍，经过在沙盘上不断训练，目前，通过六足差动系统悬架、离合器等协同工作，太空采矿机器人已经可以根据工作环境调整自身结构形状，适应地外星体的复杂地表环境。

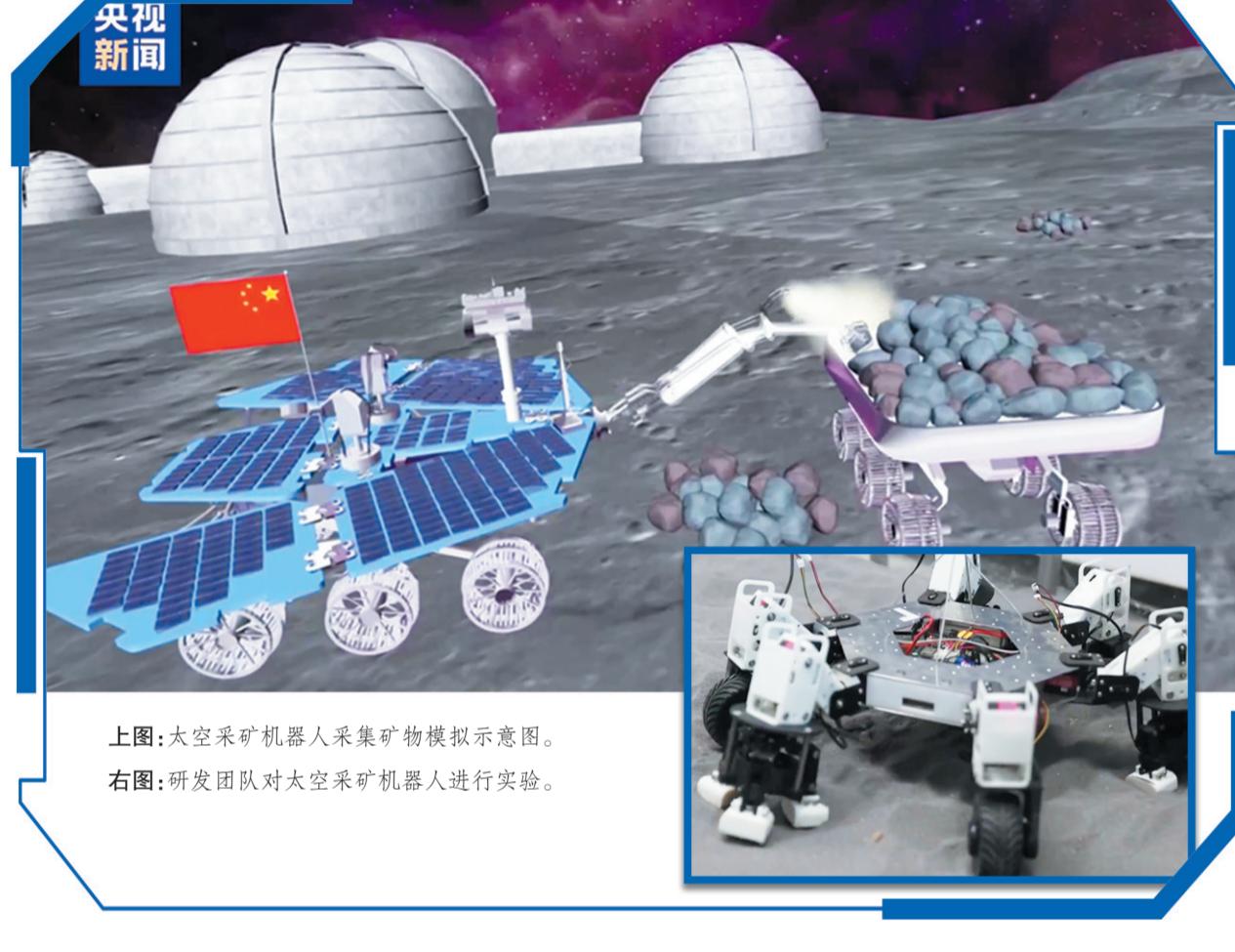
要掌握更多勘探的绝活，太空采矿机器人还需要到中国矿业大学深地工程智能建造与健康运维全国重点实验室进行“进阶训练”，这里可以精准模拟月球表面极端环境。

中国矿业大学深地工程智能建造与健康运维全国重点实验室副教授李瑞林说：“这个设备主要是将月球的原位环境模拟出来，包括六分之一G重力场、超高真空的环境等。月球上白天可以达到130℃的高温，晚上可以达到-180℃，甚至在极区可以达到-250℃的低温。”

不仅实现对月球小重力场等极端环境的长时间、高精度模拟，这一装置中正在开展的两个研究，“月球资源特征与储层物性原位探测方法与装备”“月球极区水冰资源温控贯穿开采与原位制氢方法与装备”，也都是太空采矿研究的重点科研项目。

李瑞林表示，将环境模拟出来以后，团队再采用和月壤性质相似的模拟月壤，将月球地层的特性高保真重现出来。这时候再去做实验，得到的数据跟月球上的很接近。

随着地球资源的日益枯竭，人类的目光逐渐投向了太空，尤其是蕴藏丰富矿产资源的月球、火星、近地小行星等。太空采矿，这个以往在科幻小说和电影中出现的场景，正在逐步走向现实。前不久，我国首台太空采矿机器人在中国矿业大学诞生，基本形态为六足模式，有三个轮足和三个爪足，用以适应太空中的微重力环境。这个机器人在模拟月壤的环境下，已实现行走、锚固，甚至采样。目前，太空采矿机器人原型机已经向有关部门申请专利，并且通过了初审。



上图：太空采矿机器人采集矿物模拟示意图。

右图：研发团队对太空采矿机器人进行实验。

■延伸

## 人类有望试验性开采近地星体的太空资源

开发太空资源不仅是科技竞争的制高点，更承载着未来人类文明可持续发展的希望。专家介绍，基于现有的空间科学技术、航空航天技术以及采矿技术等，人类有望在几十年内实现试验性开采近地星体上的太空资源。

专家介绍，在有限的地球资源最终将面临枯竭困境的威胁下，人类走向太空是必然选择。月球作为地球唯一的天然卫星，同时具有距地球相对较近的优势和丰富的资源，目前对月球资源的探索研究全球关注度最高，科研投入也最大。

中国矿业大学环境与测绘学院教授李怀展介绍，月亮表面的氦-3可以作为核燃料，还有月球背面水冰资源。

专家介绍，20世纪50年代末以来，全球成功登月并开展探测任务的月球探测器和载人飞船已有80多个，积累了丰富的月球探测相关资料。目前中国、美国、俄罗斯等国都制定了载人登月计划，月球资源极有可能成为人类最先开发利用的

太空资源。

此外，太阳系中数量众多的小行星也蕴藏着丰富的矿产资源，其中近地小行星运行轨道距离地球较近，同样开发利用相对便利，目前已初步掌握有1500多颗近地小行星具有非常高的开采价值和可采性。

李怀展表示，小行星上主要有稀土资源，还有铁、镍、钴等金属。通过前期的探测，这些资源是确定存在的。

据了解，目前全球科技界在地外天体钻孔技术、太空中原位资源利用等与太空采矿有关的多个关键技术上取得了大量成果。太空3D打印技术等一大批新兴技术涌现，也让我们对在太空制造组装采矿装备和利用太空资源充满期待。

李瑞林介绍，向外太空发展是人类社会未来发展非常重要的一个阶段，是人类文明发展非常重要的一个阶段。去外星球发展，第一步就是要解决资源的问题，这就是我们国家重点聚焦研究太空采矿，或者说将月球资源的原位开采利用放在首位的原因。

■链接

## 神十九乘组太空忙实验

神十九乘组蔡旭哲、宋令东、王浩泽3名航天员在轨工作、生活已经130多天。上周，国家太空实验室内各项工作稳步推进，神十九乘组开展了多项空间科学实验、试验，并完成环境监测、设备检查维护等工作。

在航天医学实验领域，长期在轨航天员运动学特性研究持续开展。利用结构光三维相机，采集航天员特定工作场景下的三维结构光视频，获取航天员在微重力环境下的运动学数据，分析其舱内操作和运动的姿态特点和规律，为后续工作提供数据支撑。

乘组还开展了“长期在轨典型状态下操作力变化规律研究”项目、微重力物理科学领域实验项目相关工作，并开展了空间辐射生物学暴露实验装置舱内自检相关工作，该装置可为人体生物体的辐射损伤、遗传变异、辐射防护药品的制备，辐射风险生物学评估提供技术支撑。此外，乘组还完成了无容器柜实验样品更换、轴心机构电极维护等多项工作。

乘组按计划开展了医疗救护在轨训练，进一步熟悉设备位置、复习使用方法、巩固操作流程和技能，并通过训练感受天地差异，熟悉微重力环境下的救护操作方式、施力特性等。

本版文图据央视新闻