

## 国内首个 “星际矿工”诞生

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，与当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。刘新华教授告诉记者，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，机器人本身的重量就足以支撑钻头钻进，而月球上的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内部就成了大问题。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。

刘新华介绍，这属于一个阵列式的爪刺，在微重力环境下，它的附着能力更强，抓地能力更牢固。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”，机器人的足末端有车轮和锚固结构两种配置，可以让它在小行星坑洼不平的地面上行进。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。

刘新华说：“我们实现了这种微重力的等效实验，这个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

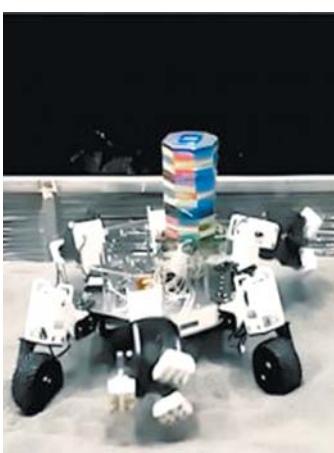
太空采矿机器人要在太空星体上完成探矿采矿工作，不仅要面对微重力的问题，还要面对极端温差、真空、太空辐射以及重量体积限制等一系列难题。如何让机器人练就“十八般武艺”？刘新华教授团队给太空采矿机器人搭建了一个特殊的“训练场”。

中国矿业大学机电工程学院副教授华德正介绍，我们搭建这个环境主要考虑两个方面：一个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，我们设计的这种悬

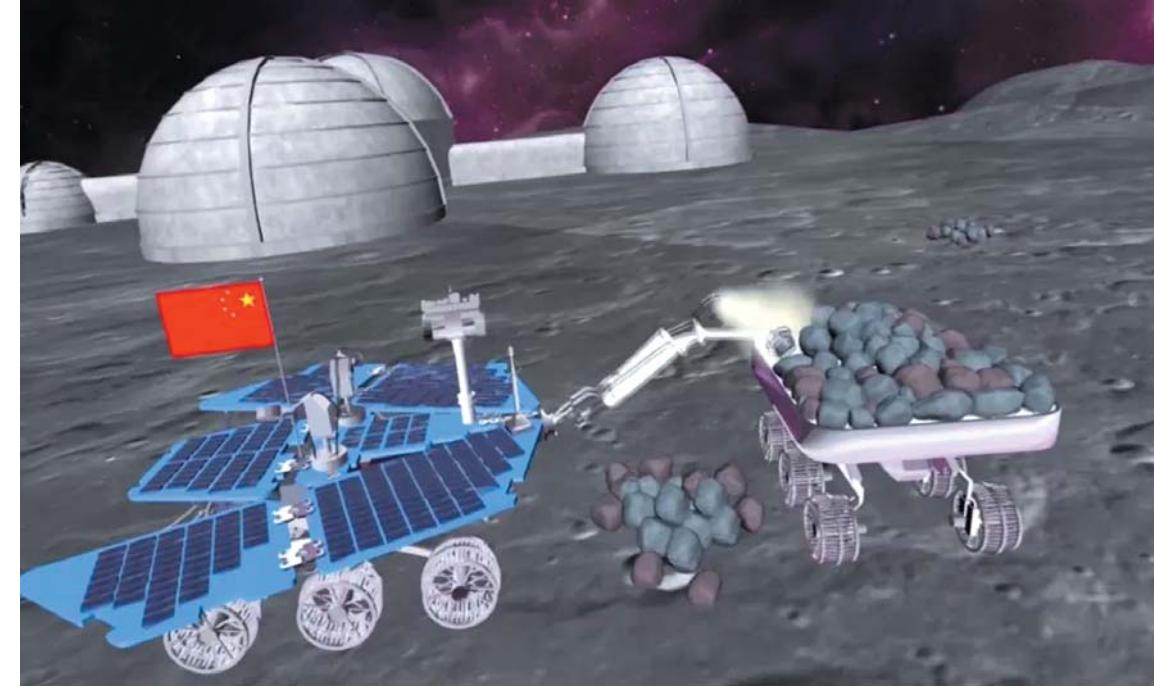
中国太空资源开发领域迈出里程碑一步

# 首款『星际矿工』如何采矿？

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。



我国首台太空采矿机器人是六足模式。  
视频截图



太空采矿机器人工作模拟图。

吊机构，通过垂直的悬吊抵消它的重力，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的极端环境。

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介绍，这个设备主要是将月球的原位环境模拟出来。六分之一G重力场，超高真空的环境，比如，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，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”，这都是太空采矿研究的重点科研项目。

李瑞林说：“将环境模拟出来以后，我们采用和月壤性质相

似的模拟月壤，将月球地层的特性高保真地重现出来，也就是跟月球基本一致的状态。这时候我们再去做实验，获得的数据实际上跟月球上的数据是接近的。”

## 月球资源或成人类 最先开发利用的太空资源

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说，月亮表面的氦-3可以作为核燃料，月球背面还有水冰资源。

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。

李怀展介绍，小行星主要是稀土资源，还有就是铁、镍、钴这种金属。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，第一步就是资源，要解决资源的问题。所以这就是我们国家做研究将重点聚焦太空采矿，或者说将月球资源的原位开采利用放在首位的原因。

据央视

## ■相关新闻

# 近几年有关“探月”的那些事儿

2023年5月29日，在神舟十六号载人飞行任务新闻发布会上，中国载人航天工程新闻发言人、中国载人航天工程办公室副主任林西强表示，我国载人月球探测工程登月阶段任务已启动实施，计划在2030年前实现中国人首次登陆月球，开展月球科学考察及相关技术试验，突破掌握载人地月往返、月面短期驻留、人机联合探测等关键技术，完成“登、巡、采、研、回”登多重任务，形

成独立自主的载人月球探测能力。林西强表示，这将推动载人航天技术由近地走向深空的跨越式发展，深化人类对月球和太阳系起源与演化的认识，为月球科学的发展贡献中国智慧。

据报道，美国一家知名度不高的私人企业去年曾宣布，已筹得大约1800万美元，正在研发在月球采集资源并将其运回地球的技术。据美国《华盛顿邮报》报道，这家位于华盛顿州

西雅图市的公司名为“月际”，希望在月球上开采氦的同位素氦-3。该物质可用作核反应堆燃料，也可用于需在超低温环境中运转的量子计算系统。

2024年12月，美国航天局宣布“阿耳忒弥斯”登月计划的最新时间表，将“阿耳忒弥斯2号”和“阿耳忒弥斯3号”载人登月任务的执行时间再次推迟，分别推迟至2026年4月和2027年年中。

据新华社、每日经济新闻