

经历约30天奔月之旅，成功着陆南极-艾特肯盆地 嫦娥六号将开始世界首次月背“挖宝”

新华社北京6月2日电 这是人类探索月球的历史性时刻！6月2日清晨，嫦娥六号成功着陆在月球背面南极-艾特肯盆地预选着陆区，开启人类探测器首次在月球背面实施的样品采集任务，即将“蟾宫挖宝”。

北京航天飞行控制中心响起热烈的掌声，嫦娥六号着陆器和上升器组合体在鹊桥二号中继星支持下，成功着陆在月球背面南极-艾特肯盆地预选着陆区。

自5月3日发射入轨以来，嫦娥六号探测器经历了约30天的奔月之旅，在经过地月转移、近月制动、环月飞行等一系列关键动作后，完成了这世界瞩目的“精彩一落”。

相比于降落在月球正面，降落在月球背面可谓环环相扣、步步关键。特别是此次任务的预选着陆区——月球背面南极-艾特肯盆地，落差可达十多公里，好比要把一台小卡车成功降落到崇山峻岭中，每一步都不能掉以轻心，充满着中国航天人的智慧和创造。

“渐次刹车”减速接近月表——着陆器和上升器组合体实施动力下降，搭载的7500牛变推力主发动机开机，逐步将探测器相对月球速度降为零。其间，组合体进行快速姿态调整，逐渐接近月表。

“火眼金睛”选择理想落点——着陆器和上升器组合体通过视觉自主避障系统进行障碍自动检测，利用可见光相机根据月面明暗选择大致安全点，在安全点上方100米处悬停，利用激光三维扫描进行精确拍照以检测月面障碍，最终选定着陆点，开始缓速垂直下降。

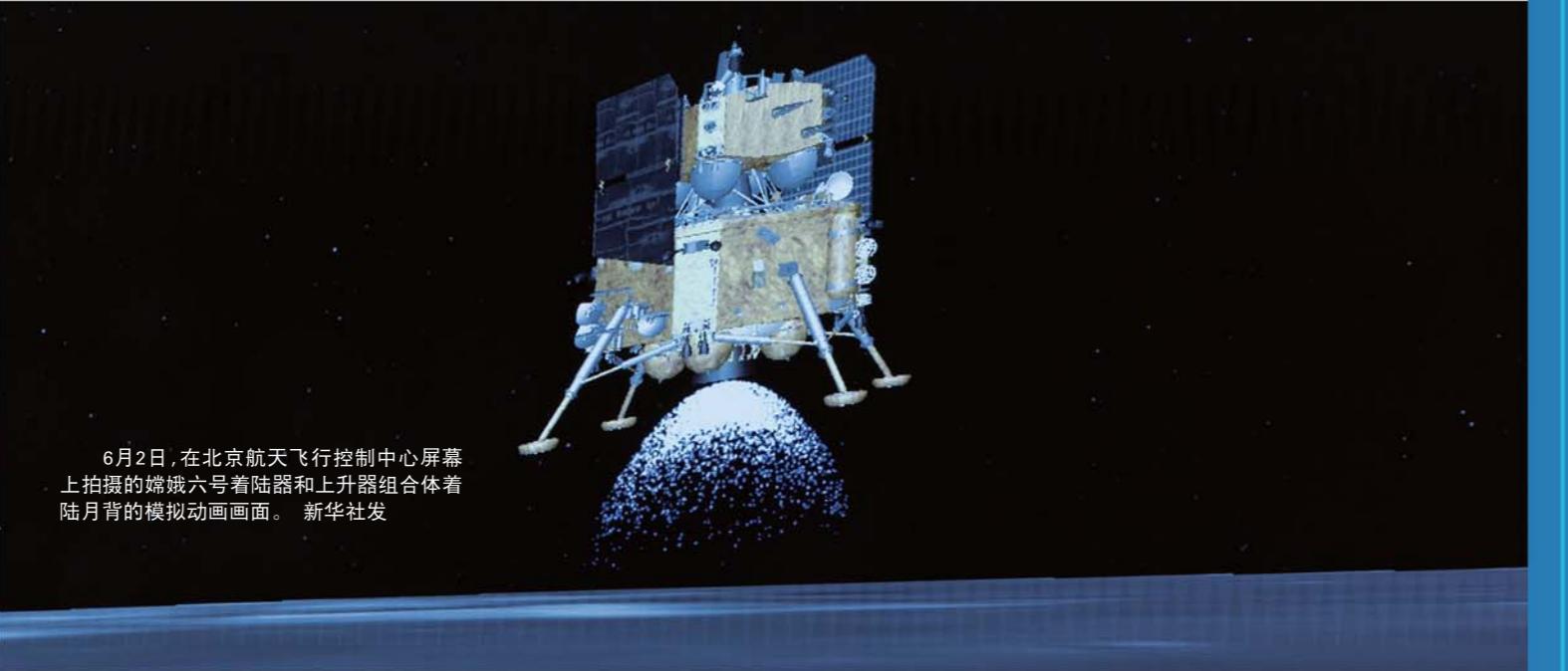
“关键缓冲”确保安全落月——即将到达月面时，发动机关闭，利用缓冲系统保障组合体以自由落体方式到达月面，最终平稳着陆在月球背面南极-艾特肯盆地。

月背着陆时间短、难度大、风险高，放眼世界也仅有我国的嫦娥四号探测器曾在2019年初成功实现月背软着陆。此次嫦娥六号不仅要实现月背软着陆，更将按计划采集月球背面的月壤，走入没人走过的路。

2004年，中国探月工程正式批准立项。从嫦娥一号拍摄全月球影像图，到嫦娥四号实现人类首次月球背面软着陆；从嫦娥五号带着月壤胜利归来，再到如今嫦娥六号即将月背“挖宝”……20年来，中国探月工程不断刷新人类月球探测的纪录。

成功着陆月背，只是开始。后续着陆器将进行太阳翼和定向天线展开等状态检查与设置工作，随后正式开始持续约2天的月背采样工作，通过钻取和表取两种方式分别采集月球样品，实现多点、多样本自动采样。

同时，本次任务还将开展月球背面着陆区的现场调查分析、月壤结构分析等科学探测。让我们继续期待嫦娥六号“再接再厉”，不断传来更多好消息！



6月2日，在北京航天飞行控制中心屏幕上拍摄的嫦娥六号着陆器和上升器组合体着陆月背的模拟动画画面。新华社发

自主控制高可靠 避障技术更成熟

嫦娥六号落月任务充分借鉴了我国多次地外天体软着陆的成功经验，不仅再一次展现了特有的“粗精接力避障”技术，还进一步推动该项技术走向成熟。

GNC系统，是制导(Guidance)、导航(Navigation)与控制(Control)系统的简称，它就好比嫦娥六号着陆器和上升器组合体在落月过程中的“驾驶员”，需要实时知道“我在哪儿”“我要去哪儿”和“我怎么去”。在此过程中，来自航天科技集团五院的多项“硬核技术”帮助嫦娥六号轻盈落月背，可谓尽显中国航天科技的智慧与力量。

系统进行了针对性调整、优化和升级，既确保落月精度，也兼顾资源使用的经济性。

鹊桥通信再提速 月背对话实时通

落月时，地球上的控制中心和嫦娥六号探测器之间会产生大量的信息，这些信息的传输由航天东方红卫星有限公司(航天科技集团五院所属)抓总研制的鹊桥二号中继星支持完成。

与鹊桥中继星最近9万公里的距离相比，鹊桥二号中继星的远月点距离月面的最远距离约为1.6万公里，这使得它在天线口径不变的情况下，必须大幅提高通信速率。为此，研制团队为其巧妙设计了环月大椭圆冻结轨道，不仅提高了通信速率和通信覆盖能力，还可以节省燃料，有利于在轨道上长期驻留。此外，相较于鹊桥中继星，研制团队将鹊桥二号中继星向链路(从中继星到月面探测器)和返向链路(从月面探测器到中继星)的最高码速率提高了近10倍，对地数据传输链路的最高码速率提高了近百倍，这也让其通信能力“如虎添翼”。

值得一提的是，鹊桥二号中继星将同时接收探测器数据的数据传输通道，从鹊桥中继星的2路提高到了最多10路，“这样，在提升通信速率的基础上，又大幅增加了传输通道。这一设计让鹊桥二号中继星一下有了5个‘分身’，使得大量的数据通信成为可能，让不可见的月背降

「嫦娥六姑娘」如何平稳飞进「广寒宫」

多项硬核技术尽显中国航天科技的智慧与力量



落在哪？如何“挖土”？挑战几何？ 揭秘嫦娥六号落月背后的细节

嫦娥六号任务实施人类首次月背采样返回，科研价值高

人类对月球背面一直充满好奇。近几十年来，人类从月球采回数百千克月球样品，但至今仍缺乏从月背带回的原位样本。嫦娥六号任务开历史之先河，其预选着陆区和采样点地位于月球背面南极-艾特肯盆地。

选择这一盆地有何考量？专家介绍，南极-艾特肯盆地是太阳系中已知最大的撞击坑之一，被公认为月球上最大、最古老和最深的盆地，是月壳演化三个独立的地体之一，可能保存了月球上古老的岩石，科研价值高。

在该区域采集样品并进行分析研究，有望填补人类获取月球背面样本的空白，对月球科学新突破具有独特价值，将为深化人类对月球成因和太阳系演化历史的科学认知作出新贡献。

钻取和表取两种模式 侧重点各不相同

迄今为止，人类已进行的月球采样返回均位于月球正面，月球背面整体相对月球正面更为古老，具有重要科研价值。

成功着陆后，嫦娥六号着陆器

将开始持续约2天的月背采样工作。科研人员为嫦娥六号精心设计了两种“挖土”模式：钻取和表取。探测器随身携带了钻取采样装置、表取采样装置、表取初级封装装置和密封封装装置等“神器”，将采取深钻、浅钻，以及“铲土”“夹土”等方式，采集月球样品，并进行密封封装。

中国航天科技集团金星毅介绍，钻取和表取的侧重点各不相同。钻取需要采集一定深度的月球表层样品，要争取让采样装置采得更深，让样品种类更为丰富。而表取采样则是在一片区域里进行多次采样，主要采样目标是月球表面的风化层样品。两种“挖土”模式实现的技术途径、采集的月球样品种类不一样，科学价值也不尽相同。

针对月背着陆区月壤特性，科研人员对嫦娥六号采样封装程序进行多项升级，针对月壤特性设计了适应月球背面采样的控制算法和采样策略，进一步提高采

样的智能化、自动化程度，以增强月壤采样效率、采样能力和在轨工作可靠性。

从发射升空到成功落月，截至目前嫦娥六号探测器表现出色，期待其顺利带回世界首份月背“土特产”。

月背采样要求高 时间短加剧难度

值得注意的是，这次嫦娥六号在月球背面南极区域的采样任务面临着独特挑战。由于该区域背向地球，通信需依赖鹊桥二号中继星来维持。此外，高纬度位置导致月壤风化作用较弱，石块比例增高，这对地面的规划以及采样设备提出了最高要求。并且，相较于嫦娥五号，嫦娥六号的采样窗口时间更短，进一步加剧了任务难度。

据介绍，目前嫦娥六号“着上组合体”的状态符合预期，采样工作正在按照预定流程，顺利开展。未来几天，在完成钻取、表取采样以后，就要进行上升器的起飞准备工作，上升器起飞后和在轨等待的轨道组合体进行对接和样品转移，然后开展月背返回的旅程。如果一切顺利，嫦娥六号将带着月球样品起飞，6月底就会安全回家。

综合中新社、央视

月背之旅要寻哪些“宝”

嫦娥六号成功着陆在月球背面南极-艾特肯盆地预选着陆区阿波罗盆地。它要在这里寻找什么呢？

寻找新矿物和岩石

在嫦娥五号样品中，我们发现了至少三种新矿物，七种不同的岩石。正如地球上不同地方的岩石、土壤的成分并不一致一样，月壤、月岩也存在不均一性，甚至单次采样返回的不同样品之间也是如此，因此嫦娥六号的登月活动就有极大可能发现更多新的矿物和岩石。

寻找月球深部物质

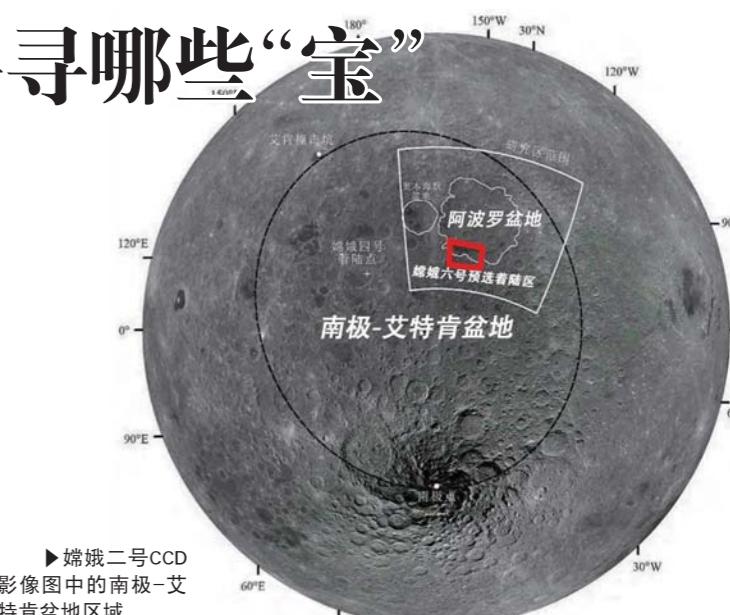
阿波罗盆地是个多次撞击形成的“盆中之盆”，所以可能是月球最薄的位置之一。一些理论认为，形成南极-艾特肯盆地的撞击事件可能挖掘出了月幔物质。然而，也有人提出，即使盆地挖掘出了月幔物质，由于在撞击过程中月幔物质可能会经历熔化-冷凝的过程，导致不同化学成分的矿物和岩石被分离——这个过程被称为熔融分离。熔融分离可能会使识别变得困难，或者在形成之后被更晚期的撞击出现的溅射物混合、掩埋而难以被发现。因此嫦娥六号有可能在阿波罗盆地中发现这些来自月幔的深部物质，对我们理解月球深部结构和月球的起源和演化起到重要作用。

寻找古老物质

根据撞击坑统计定年，南极-艾特肯盆地一带年龄约42亿年，可能分布有月表最古老的岩石，但这两个数值需要实际样品修正。

寻找含水矿物

根据遥感光谱研究，月球背面



括月球已知最年轻(约20亿年)的岩石之一，嫦娥六号的一个关键任务则是尽量采集古老的月球岩石和可定年的矿物(包括锆石、斜锆石、磷灰石等)。

揭开苏长岩成因之谜

根据近期正式出版的1:250万月球岩石类型分布图，南极-艾特肯盆地内部的主要岩石类型为苏长岩。苏长岩在过去美国阿波罗、苏联LUNA、嫦娥五号的月球样品都极少发现。

采集阿波罗盆地的苏长岩，有助于解决苏长岩成因之谜，从而帮我们研究阿波罗盆地的演化历史。

寻找高压矿物

阿波罗盆地既是撞击盆地，又是深部物质潜在出露区，无论大规模撞击还是月球深部高压，都是形成高压矿物的有利条件。月球表面遭受频繁的撞击作用，有利于指示高压的矿物形成，过去的样品中已发现熔长石、硬玉、寨英石、斜锆石等高压矿物，但是在理论上月幔中可能存在的石榴石等高压矿物发现极少，因此这个理论模型需要实际样品修正。

据科普中国