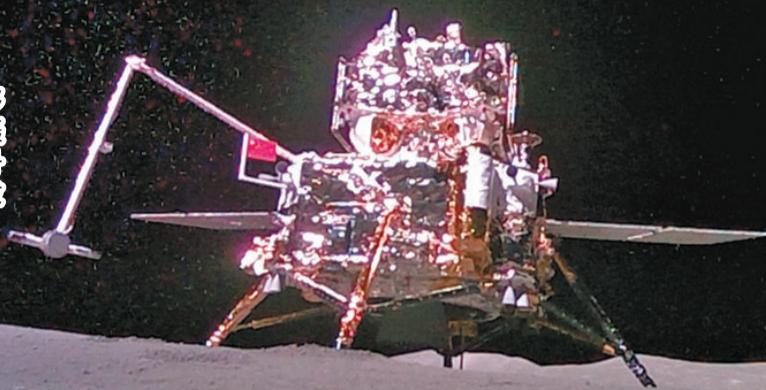


世界首次！月背“挖土”顺利结束

“六姑娘”身背“土”特产启程回家

嫦娥六号携带的“移动相机”自主移动后拍摄并回传的着陆器和上升器合影。
新华社发

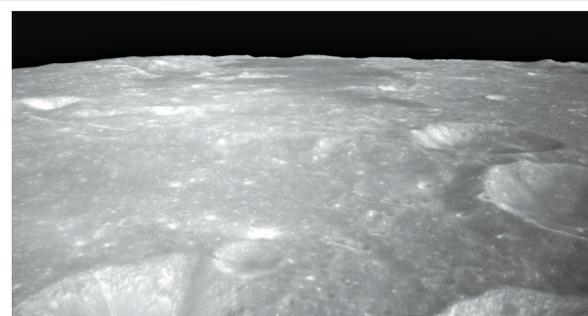
月背“挖宝”顺利结束，嫦娥六号启程回家！

6月4日7时38分，嫦娥六号上升器携带月球样品自月球背面起飞，3000N发动机工作约6分钟后，成功将上升器送入预定环月轨道。嫦娥六号完成世界首次月球背面采样和起飞。

月球背面南极-艾特肯盆地，被公认为月球上最大、最古老、最深的盆地。在这里开展世界首次月背采样，对进一步认识月球意义重大。

6月2日至3日，嫦娥六号顺利完成在月球背面南极-艾特肯盆地的智能快速采样，并将珍贵的月球背面样品封装存放在上升器携带的贮存装置中，完成了这份宇宙快递的“打包装箱”。

从挖到取再到封装，一气呵成，干得漂亮！祝愿嫦娥六号归途顺利，我们在地球等你！



嫦娥六号着陆器着陆月球背面拍摄的系列影像图。



嫦娥六号取样回放画面。

【揭秘】六姑娘的“月背49小时”

自6月2日6时23分成功落月以来，嫦娥六号用约49小时迅速完成了“挖宝”“做科研”“升旗”“起飞”等一系列工作，携月球“土特产”即将返回地球。

月背之旅，拍照“打卡”也不能少。着陆后，嫦娥六号着陆器和上升器组合体携带的“摄影小车”，自主移动并成功拍摄回传着陆器和上升器合影。

“挖宝”主打“快稳准”

嫦娥六号任务并非中国探测器首次前往月球背面南极-艾特肯盆地。2019年，嫦娥四号探测器曾携“玉兔二号”月球车成功着陆在该盆地内的冯·卡门撞击坑，而此次嫦娥六号任务则肩负着人类首次月球背面采样返回的重任。

6月2日至3日，嫦娥六号顺利完成在月球背面南极-艾特肯盆地的智能快速采样，并按预定形式将珍贵的月球背面样品封装存放在上升器携带的贮存装置中。

“挖土”是门精细活儿，主打“快稳准”。受限于月球背面中继通信时长，嫦娥六号采用快速智能采样技术，将月面采样的有效工作时间缩短至不到20个小时；同时，探测器经受住月背温差考验，克服了测控、光照、电源等难题，通过钻具钻取和机械臂表取两种方式，分别采集了月球样品，实现多点、多样化自动采样。

“做科研”凸显“国际范”

在“广寒宫”，嫦娥六号还“做起了科研”，凸显“国际范”。嫦娥六号着陆器携带的欧空局月表负离子分析仪、法国月球氦气探测仪等国际载荷工作正常，开展了相应科学探测任务。其中，法国月球氦气探测仪在地月转移、环月阶段和月面工作段均进行了开机工作；欧空局月表负离子分析仪于月面工作段进行了开机工作。安装在着陆器顶部的意大利激光角反射器成为月球背面可用于距离测量的位置控制点。

欧空局局长阿施巴赫表示，嫦娥六号成功着陆是了不起的成就，欧空局很感激也很自豪能够参与其中。

中方和合作方科学家将共享科学数据，联合开展研究，产生更多成果。对于中外科学家合作探索月球，嫦娥六号任务总设计师胡浩此前在接受记者采访时曾强调，月球是人类共有的，中国去月背是为了探索更多未知，回答科学问题，欢迎更多外国朋友共同参与。

“起飞”要分“三步走”

与地面起飞相比，嫦娥六号上升器没有固定的发射塔架系统，而是将着陆器作为“临时塔架”。与嫦娥五号月面起飞相比，嫦娥六号从月球背面起飞，无法直接得到地面测控支持，而需要在鹊桥二号中继星辅助下，借助自身携带的特殊传感器实现自主定位、定姿，工程实施难度更大。嫦娥六号上升器点火起飞后，先后经历垂直上升、姿态调整和轨道射入三个阶段，顺利进入了预定环月飞行轨道。

后续，上升器将与在环月轨道上等待的轨道器和返回器组合体进行月球轨道的交会对接，并将月球样品转移到返回器中；轨道器和返回器组合体将环月飞行，等待合适的返回时机进行月地转移，在地球附近返回器将携带月球样品再入大气层，计划降落在内蒙古四子王旗着陆场。

“取宝地”一次“看个够”

嫦娥六号着陆器配置的降落相机、全景相机、月壤结构探测仪、月球矿物光谱分析仪等多种有效载荷正常开机，按计划开展了科学探测，在月表形貌及矿物组分探测与研究、月球浅层结构探测等科学探测任务中发挥重要作用。探测器钻取采样前，月壤结构探测仪对采样区地下月壤结构进行了分析判断，为采样提供了数据参考。

这些“火眼金睛”不但能“看清”月球，还能“看明白”月球。

昨天，国家航天局发布了嫦娥六号着陆器着陆月球背面拍摄的系列影像图，包括落月过程中降落相机拍摄的着陆区域附近影像和全景相机拍摄的着陆点全景影像。相关影像数据经鹊桥二号中继星传回，影像图由地面应用系统处理获得。



嫦娥六号着陆器全景相机拍摄的全景镶嵌图。

【解码】六姑娘怎样“打包装箱”

6月4日7时38分，嫦娥六号上升器携带月球样品自月球背面起飞，成功进入预定环月轨道。这是人类探测器首次完成月球背面采样和起飞。

要顺利采集宝贵的月球样品，离不开钻取、表取、封装等一系列关键核心技术的支持。

“地月协作”挖取月壤

月背“挖宝”是门精细活。科研人员为嫦娥六号设计了两种“挖宝”方式：钻具钻取和机械臂表取。

首次在月背采样，嫦娥六号面临着前所未有的挑战。中国航天科技集团任德鹏指出，相比嫦娥五号，嫦娥六号任务有三个特点：一是采样地点位于月背，为保证数据传输的连续性，必须依靠鹊桥二号中继星“搭桥”；二是采样地点所处的纬度更高，月壤的风化程度相比低纬度地区更加不充分，月壤的石块含量可能会更多，这对地面规划和采样机构来说是更大挑战；三是采样时间相比嫦娥五号更短。

“钻得动”是研制团队最为关注的环节之一。为此，研制团队在嫦娥六号“出发”前就开展了大量地面试验与仿真分析。针对月背中继通信可能无法有效配合钻采作业这一极端工况，研制团队设计了应急程序，做好充分准备，确保在极端工况下能通过“人机协作”方式，辅助嫦娥六号及时研判控制钻取风险，现场决策后续动作。

结合月壤特性，研制团队设计了“百里挑一”的独创钻头，通过对比多种设计方案，最终确定了取芯机构方

案以及相应构型，使其具备高硬度岩石的钻进能力。同时，研制团队针对不同颗粒度月壤切削、拨、挤、排能力，让钻头形成多个切削面，在实现高效取芯的同时，具有良好的层序保持特性，让高难度的月背“挖宝”更稳妥顺畅。

“原汁原味”高效打包

月球表面为高真空、高低温、月尘综合环境。要将38万公里之外的月球样品在无人条件下进行打包封装，历经空间飞行、再入返回等步骤还不被地面环境污染，维持月球样品原态，这就需要研制一套专门装置。这套装置能够在月表自动承接、密封月球样品，并保证样品完好无缺地送回地球。

面对这一艰巨任务，研制团队接连突破多项关键核心技术，确保嫦娥六号完成自动密封任务。为保证取得的样品在提芯的过程中不发生掉落，研制团队经过多方案的筛选验证，设计采用了特定封口方案。封口器采用扭转密闭式结构，并进行大应变材料设计，具有低力载、高可靠的特点，且长时间处于大变形承载状态下不发生应力松弛现象，实现简单可靠的封口。

针对采集的月壤样品具有可变形特征，嫦娥六号探测器还专门设计了特殊的提芯拉绳，确保取芯软袋具有确定的几何形状，方便样品传送和转移。

在一系列关键核心技术的支撑下，嫦娥六号月背“挖宝”如期“竣工”。
综合新华社、央视、国家航天局官网