

嫦娥六号启程回家 月背『挖土』顺利完工

本报讯（记者 郢阳）记者从国家航天局获悉，今天上午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。

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。昨天17时38分，@嫦娥六号月球探测器定位月球，发布首条微博：“大家好，我是嫦娥六号，现在我正在月球挖土。”

据悉，采样和封装过程中，科研人员在地面实验室，根据鹊桥二号中继星传回的探测器数据，对采样区的地理模型进行仿真并模拟采样，为采样决策和各环节操作提供重要支持。

智能采样是嫦娥六号任务的核心关键环节之一，探测器经受了月背高温考验，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，实现了多点、多样化自动采样。

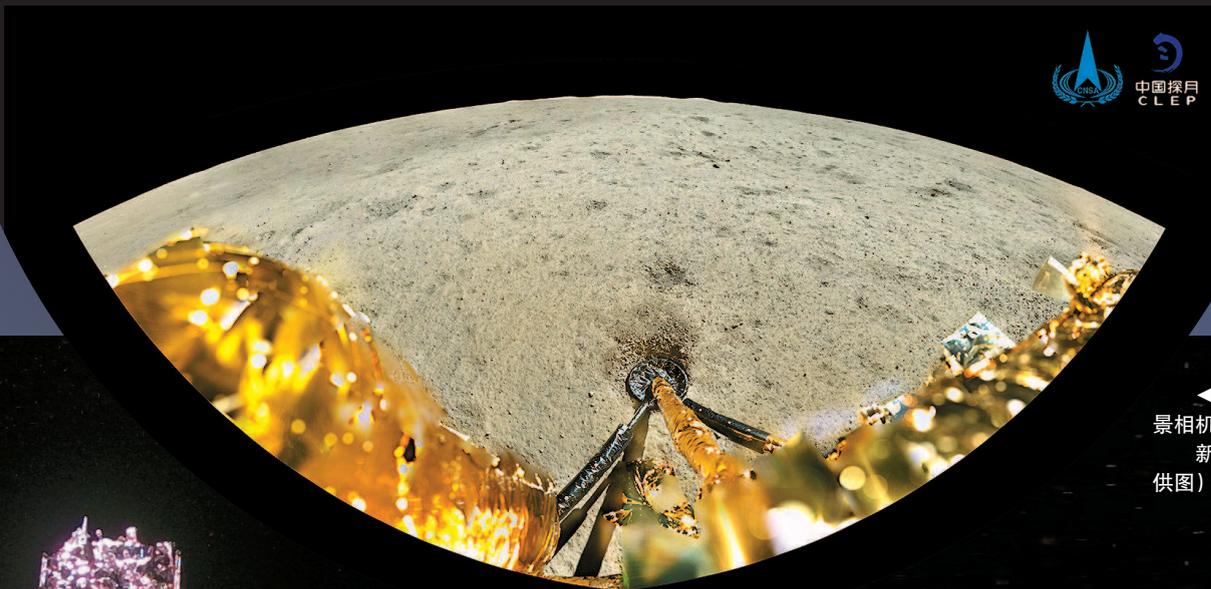
表取完成后，嫦娥六号着陆器携带的五星红旗在月球背面成功展开。这是中国首次在月球背面独立动态展示国旗。该国旗由新型复合材料和特殊工艺制作而成。由于落月位置不同，嫦娥六号国旗展示系统在嫦娥五号任务基础上进行了适应性改进。

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。

今年，中国探月工程迎来20岁生日，嫦娥六号开启探月工程四期任务，“领命”踏上首次月球背面取样返回之旅——此前人类探月史上，对月球展开过多次采样返回，但均位于其正面，神秘的月背一直是未解之谜。2020年底圆满收官的中国探月工程三期标志项目嫦娥五号，从月球正面取回1731克月壤。从中不仅发现了新矿物“嫦娥石”，还将科学界认知的月球岩浆活动结束时间推迟了8亿—9亿年，继而将月球地质寿命“延长”了10亿年。

■上午，北京航天飞行控制中心，嫦娥六号上升器携带月球样品自月球背面起飞的动画模拟画面
新华社记者 金立旺 摄



◀嫦娥六号着陆器全景相机拍摄的全景镶嵌图
新华社发（国家航天局供图）

■6月3日，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（国家航天局供图）

“上海智造”科学载荷助力“六妹”使命达成

翩然落广寒，月背折桂去。

带着第一环月背“土特产”，嫦娥六号完成世界首次月球背面采样返回之旅。看着嫦娥“六妹”踏上回家之路的那一刻，在北京航天飞行控制中心，在上海的实验室，中国科学院上海技术物理研究所相关科研团队悬着的心总算是放下了。他们研制的月球矿物光谱分析仪，以及“落月三件套”——激光三维成像敏感器、激光测距敏感器、激光测速敏感器完成了各自使命，并且表现出色。

稳稳当当“落”月背

减速、接近、悬停避障、缓速下降……如同体操选手在空中完成了一系列令人眼花缭乱的高难度系数动作之后，嫦娥六号稳稳着陆在月球背面南极-艾特肯盆地预选着陆区，这翩然一落看似轻盈轻松，却蕴藏着科研人员的智慧和汗水。

今年3月，鹊桥二号中继星提前到达月球轨道“打前站”，确保“六妹”在月背不会“和家里失联”。不过，不同于大片被月海覆盖的月球正面，“四姐”的经历告诉大家，月球背面地形复杂多变，有很多高低起伏的山脉和山谷，还有密密麻麻的陨石坑——落哪儿，基本得靠“六妹”自己决断。

北京时间6月2日6时9分，嫦娥六号着上组合体从距离月面约15公里处开始实施动力下降，在1台轨控发动机和多台姿控发动机的协同推动下，逐步将探测器相对月球速度从1.6公里/秒降为零。

“那时起，安装在着陆上升组合体上的‘落月三件套’就开始工作了。”上海技术物理所月球与深空探测系列载荷指挥舒嵘研究员介绍。

“三件套”各司其职

嫦娥六号激光测距敏感器副主任设计师程鹏飞说，激光测距敏感器在15千米处开始向月面发射激光光脉冲，通过测量月面回波脉冲信号与激光发射脉冲信号的时间间隔，获得着陆器相对于月面的距离，“它起到‘眼睛’的作用，时刻告知着上组合体离月背表面还有多远的距离。”

而激光测速敏感器工作在距离月表4米至3千米（垂直距离）的阶段，不断获取3波束发射激光束与月表之间的速度数据——它主要解决速度测量的问题，速度测得越准，着陆才能越稳。

简单来说，两者的作用是“粗避障”——剔除大型障碍物；“精细活儿”就留给激光三维成像敏感器了。

嫦娥六号激光三维成像敏感器主管

设计师李铭介绍，这台仪器在着陆探测器100米悬停时开始工作，在0.25秒时间内获取30°×30°视场图像，单幅图像激光点云达到20万点，全视场测距精度优于5厘米，“它的测量精度能把0.2米的坑和石头区别出来。”

38万公里，近30天的奔月旅程，900多秒惊心动魄的“软着陆”，嫦娥“六妹”表现完美。就像体操运动员稳稳落地是为下一个动作奠定基础一样，嫦娥六号的“翩然落广寒”也为“月背折桂去”打下基础。

值得一提的是，激光三维成像敏感器其实是嫦娥五号的备份——早在2018年就研制完成。“大家其实很担心，设备存储时间长了是否会失效，对寿命有没有影响。”舒嵘表示，“我们将它保存在恒温恒湿恒压的环境中，定期开展性能测试。良好的保存让仪器‘冻龄’了，相关性都能满足上天条件。”

月背“挖土”有支撑

安全软着陆后，嫦娥六号最主要的任务，就是“挖土”。不久后，上海技术物理研究所研制的科学载荷月球矿物光谱分析仪开机，圆满完成了着陆采样区光谱探测和矿物组成分布分析的任务。“这些工作既能研究‘挖土’区的物质组成与分布，

也可帮助对‘挖土’位置的土壤特性开展精细分析与研究。”嫦娥六号月球矿物光谱分析仪副主任设计师徐睿介绍。

记者获悉，此次月球矿物光谱分析仪用上了月球表面原位光谱探测技术。在没有国际先例的情况下，仪器突破了月表复杂场景下对“矿物”的近距离、且不破坏赋存状态的高分辨率光谱实时探测，为破解与揭示月球起源与演化等科学难题提供了独特的新视角。

“月球矿物光谱分析仪特别具备了对月表羟基和水合物的检测能力。”徐睿透露，“针对嫦娥六号月球背面落月点的矿物分布特点，我们携手科学团队优选了全视场多光谱扫描的光谱设置，能更好适应月球背面采样区的科学探测。”

徐睿说，月球矿物光谱分析仪开机时正处月球的白天，根据月球日与地球日之间的换算，它工作的时间相当于地球上上午9时至中午12时，一开机就是40摄氏度的高温，到“中午”时气温逼近七八十摄氏度。这样的环境下作业，“防暑降温”必不可少，“除了热控措施外，大量的功夫花在了数据在不同温度下的校准，使其保持一致性。”

本报记者 郢阳