

## 嫦娥六号完成采样

上升器从月背起飞  
进入预定环月轨道

记者从国家航天局获悉,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。

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。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,探测器经受住了月背高温考验,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。

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。

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。

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

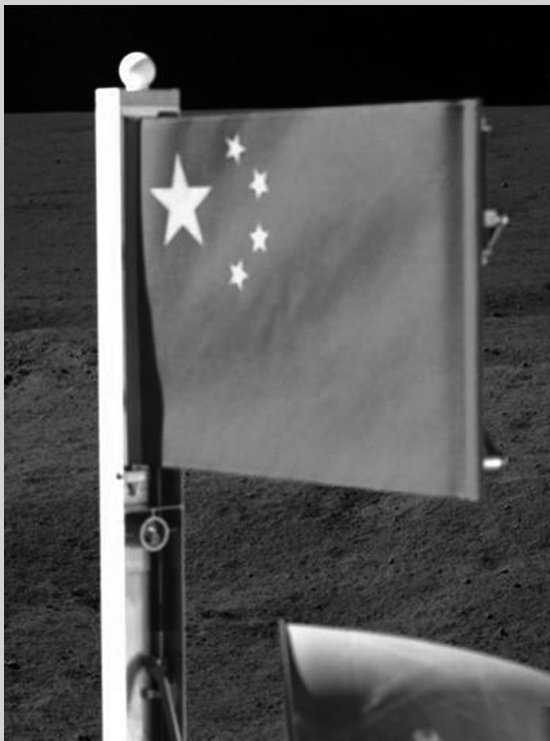
五号月面起飞相比,嫦娥六号从月球背面起飞,无法直接得到地面测控支持,而需要在鹊桥二号中继星辅助下,借助自身携带的特殊敏感器实现自主定位、定姿,工程实施难度更大。嫦娥六号上升器点火起飞后,先后经历垂直上升、姿态调整和轨道射入三个阶段,顺利进入了预定环月飞行轨道。

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。

5月3日,嫦娥六号探测器发射升空,开启奔月之旅,历经近月制动、着陆器与上升器组合体和轨道器与返回器组合体分离,于6月2日成功着陆在月球背面南极-艾特肯盆地预选着陆区。

6月3日,嫦娥六号携带的“移动相机”,自主移动并成功拍摄、回传着陆器和上升器合影。**中新社发** 中国国家航天局 供图

## 中国首次在月球背面独立动态展示五星红旗



6月4日,中国国家航天局公布了嫦娥六号探测器在月球背面的五星红旗展示影像。**中新社发** 中国国家航天局 供图

中国国家航天局6月4日公布了嫦娥六号探测器在月球背面的五星红旗展示影像。鲜艳的五星红旗再次闪耀月球,这也是中国首次在月球背面独立动态展示国旗。

嫦娥六号月面五星红旗展示系统由中国航天科工集团有限公司研制,是中国探月工程四期探测器系统的关键项目。由于落月位置不同,嫦娥六号五星红旗展示系统在嫦娥五号任务基础上进行了适应性改进,并开展展示效果和产品寿命可靠性评估。

光线对于五星红旗的成像效果至关重要,由于嫦娥六号是在月球背面着陆,月面光线与旗面角度都发生了变化。为此,研制团队提出多种改进方案,开展多轮方案评估和地面模拟月面成像试验,以保证五星红旗的最佳成像效果。同时,研制团队还开展了五星红旗展示系统寿命评估和验证工作,确保能够在月球背面可靠运行。

月面温差大、辐射强,普通材质的五星红旗难以满足要求。研制团队联合武汉纺织大学等单位开展玄武岩纤维旗面的研制攻关,陆续攻克纤维成型、织物织造、印花染色以及旗面与展开机构适配等技术难题,使生产的五星红旗能适应月球表面的恶劣环境,保障五星红旗展示任务圆满成功。

(中新网)

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撑。

## 嫦娥六号“蟾宫挖宝”三大技术显身手

## “钻”“表”结合齐“挖土”

此前,人类对月球实施过多次采样返回任务,但采样地点均位于月球正面。嫦娥六号探测器的着陆和采样地点位于月球背面南极-艾特肯盆地,该区域被公认为月球上最大、最古老和最深的盆地,具有极高的科学价值。

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

中国航天科技集团金晟毅介绍,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次表层样品,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。

“月背采样是先钻取后表取。”金晟毅表示,两种“挖土”方式实现的技术途径、采集的月球样品种类不一样,科学价值也不尽相同。

## “地月协作”取月壤

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,为保证数传链路的连续性,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、拔、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“挖土”更稳妥顺畅。

## 高效打包确保“原汁原味”

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“挖土”如期“竣工”,为达成“人类首次月背自动采样返回”目标又向前迈进关键一步。

(中新网)

图为嫦娥六号着陆器全景相机拍摄的影像图。该图由全景相机在嫦娥六号表取采样前,对着陆点北侧面拍摄的彩色图像镶嵌制作而成。图像上方是着陆点北部查菲环形山,图像的下方是着陆腿和着陆时冲击挤压隆起的月壤。

**中新社发** 中国国家航天局 供图

