



“蟾宫挖宝” 核心科技显身手

嫦娥六号钻取、表取、封装等一系列关键技术助顺畅“挖土”

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,随后成功进入预定环月轨道。嫦娥六号完成世界首次月球背面采样和起飞。

嫦娥六号此次月球之旅备受关注,要顺利采集宝贵的月球样品,离不开钻取、表取、封装等一系列关键技术的支撑,其背后的自主研发核心科技力量功不可没。

【“挖土”“打包”背后有真功夫】

要顺利取得宝贵的月壤,离不开一系列关键核心技术的支撑。航天科技集团五院精心设计了钻采和表采结合的“挖土”模式,并且为嫦娥六号探测器装备了钻取采样装置、表取采样装置、表取初级封装装置和密封封装装置等“挖土神器”,让高难度的月背“挖土”更稳妥顺畅。

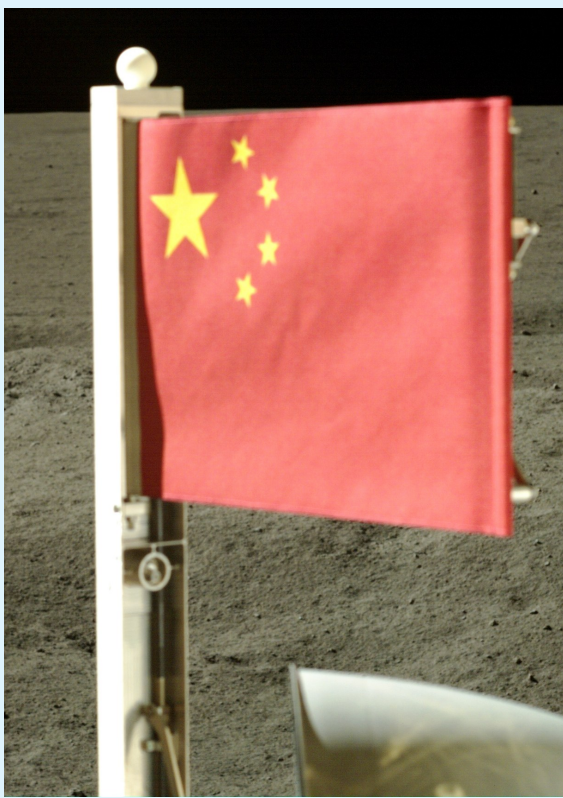
表取采样,就是用一个机械臂携带采样装置采集月球表面的土壤;而钻取采样,则是用一根钻杆钻入月球表层预定深度,把较深层土壤采集出来,采样难度和不确定性更大。

“钻得动”是研制团队最为关注的环节之一,并为此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,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。

“挖得动”是研制团队关注的另一个关键环节。为此,研制团队结合月壤特性设计了“百里挑一”的独创钻头,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的切削、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,仍具有良好的层序保持特性。

“包得严”则是取样过程中的重要一环。月球表面为高真空、极高低温、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,在返回过程中经过力、热等复杂环境后不被地面环境污染,维持月球样品原态,需要研制一套专门的装置,能够在月表自动承接、密封样品,最终保证样品完好无缺地送回地球。

为保证取得的样品在提芯过程中不发生掉落,研制团队经过多方案的筛选验证,设计采用了特定的封口方案,封口器采用扭转密闭式结构,并进行大应变材料设计,具有低载力、高可靠性的特点,且长时间处于大变形承载状态下不发生应力松弛现象,实现了简单可靠封口。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。



6月4日,五星红旗在落在月背的嫦娥六号探测器上展开。 新华社发

为将月壤封装容器与整形机构分离并传送至上升器内,研制团队设计了专门的分离和传送方案,不仅结构简单、操作易控、能耗低,还可实现不同着陆姿态下封装容器的精准传送。

【月背展示国旗材质为玄武岩纤维】

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。

光线对于国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。嫦娥六号月面国旗展示系统由中国航天科工集团研制,专家介绍,研制团队提出了多种改进方案,联合总体单位开展了多轮方案评估和地面模拟月面成像试验,以保证国旗的最佳成像效果。同时,研制团队开展了国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,普通材质难以满足要求。研制团队联合武汉纺织大学等单位开展了玄武岩纤维旗面的研制攻关,陆续攻克了纤维成型、织造、印花染色以及旗面与展开机构适配等技术难题,使生产的月面国旗能够适应月球表面的恶劣环境,保障了国旗展示任务的圆满成功。

【嫦娥六号返程第一步圆满成功】

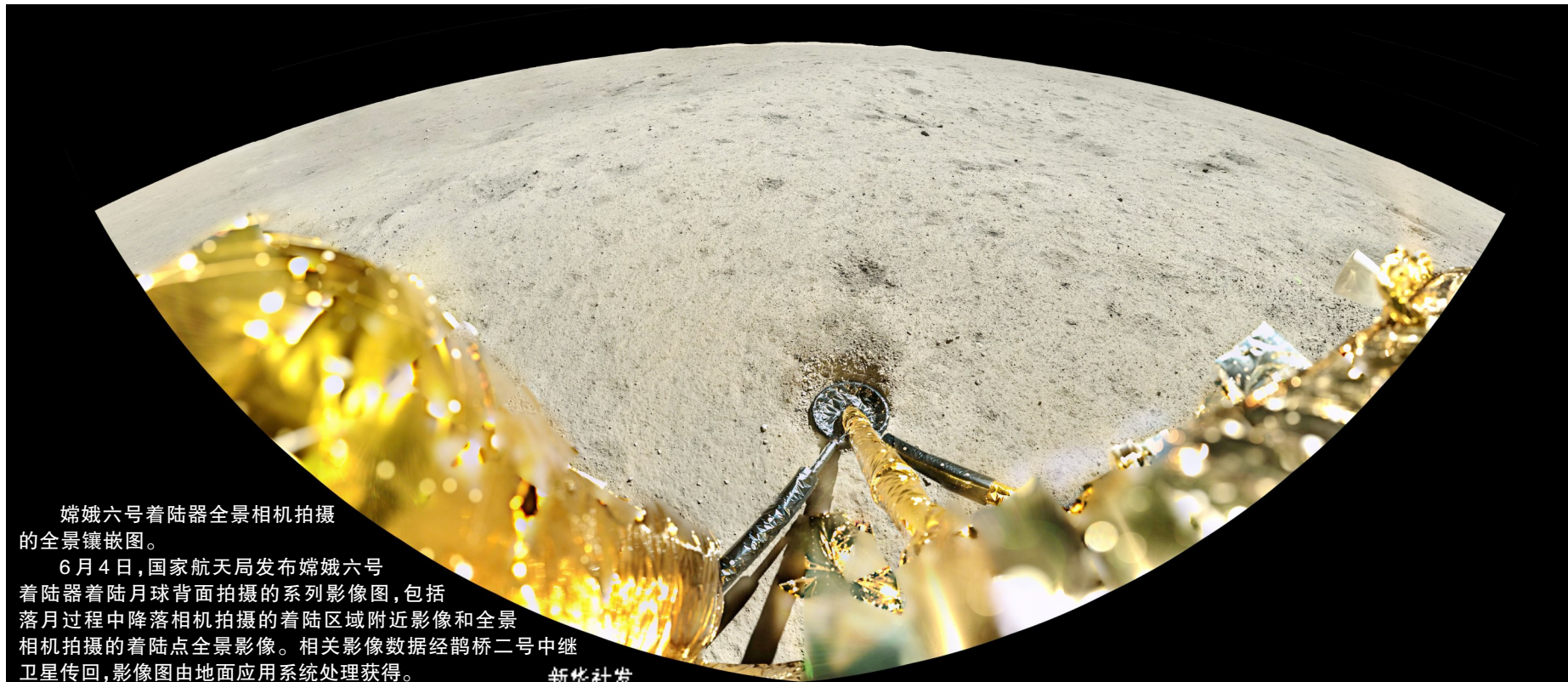
月面起飞是实施月面采样返回任务的一项关键动作,难度大、可靠性要求高。此次月面起飞是继嫦娥五号后我国第二次实施该动作,上升器上升和入轨的动作都由航天科技集团五院研制的GNC系统(制导导航与控制系统)智能自主完成。回传的数据显示,上升器飞行过程稳定精准,充分展现了GNC系统的卓越性能和稳定性。两次月面起飞的工程实践,也将为后续深空探测任务的实施沉淀技术基础、积累实践经验。

不同于地面的航天器发射任务,月面起飞面临着诸多独特的挑战:地面发射有完善的发射场系统,而月面起飞都是“临时场地”;地面发射有保障团队支撑,而月面起飞许多工作需要靠航天器自主完成;地面发射的起飞位置和起飞姿态可以精准测算和调整,而月面起飞只能靠飞行器自主提前识别;地面发射针对尾焰有导流槽,而月面起飞只能“因陋就简”;地面临近发射时发现问题可以临时取消,而月面起飞经不起太长时间等待……尤其是嫦娥六号探测器从月球背面起飞,更是难上加难、险上加险,其中最大的难点是智能自主控制。

嫦娥六号的月面起飞分为起飞准备、垂直上升、姿态调整和轨道入射四个阶段,其在智能自主方面的进化主要体现在第一个阶段,即起飞准备阶段。嫦娥六号月背起飞没有地面的直接测控,与地面的联系都需要通过鹊桥二号中继星“转达”。从工程任务万无一失的角度考虑,必须考虑到和中继星通信不畅的情况,于是,智能自主的起飞准备便成了嫦娥六号区别于嫦娥五号月面起飞最主要的地方,包括自主的位置确定、自主的姿态确定、自主的起飞参数计算等。

嫦娥六号上升器的月面起飞准备工作在起飞前数小时就已开始,到了预定的起飞时刻,GNC系统就会控制上升器主发动机自行点火起飞,经过约6分钟的飞行后,准确进入预定环月轨道。整个起飞过程中的姿态控制、到达一定高度后的拐弯及最终的入轨都是由GNC系统控制的。

返程第一步的圆满成功,使嫦娥六号任务又迈进了一大步。后续,上升器和轨道器返回器组合体将在月球轨道上演“追赶”和“牵手”。 据南方日报



嫦娥六号着陆器全景相机拍摄的全景镶嵌图。

6月4日,国家航天局发布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卫星传回,影像图由地面应用系统处理获得。

新华社发