



▶ 在北京航天飞行控制中心屏幕上拍摄的嫦娥六号返回器即将着陆的动画模拟画面



■ 6月25日
嫦娥六号返回器在内蒙古四子王旗着陆场成功着陆。



▲ 嫦娥六号返回器安全着陆

■ 6月6日
上升器完成与轨道器和返回器组合体之间的交会对接及样品转移,此后按计划与轨道器和返回器组合体分离并受控落月。



◀ 在北京航天飞行控制中心屏幕上拍摄的嫦娥六号取样回放画面

■ 6月4日
上升器点火起飞、精准入轨。

■ 6月2日
嫦娥六号精准着陆在月球背面南极—艾特肯盆地预选区域并开展采样工作。

■ 5月8日
嫦娥六号探测器实施近月制动,进入环月轨道飞行。

■ 5月3日
嫦娥六号探测器在中国文昌航天发射场发射升空并进入地月转移轨道。

嫦娥六号「出差记」

新华社供图 邵晓艳制图

▶ 嫦娥六号探测器由长征五号遥八运载火箭在文昌航天发射场发射

月背“挖土”归来 嫦娥六号到家了

在人类历史上首次实现月球背面采样返回



本报记者 邵阳 叶薇

带着月背“土特产”,嫦娥六号回家了!

6月25日14时7分,嫦娥六号返回器准确着陆于内蒙古四子王旗预定区域,工作正常。探月工程嫦娥六号任务取得圆满成功,实现世界首次月球背面采样返回。这是注定载入人类探月史册的重要时刻!

落得稳当 回得顺利

6月2日,在经历30天的辛勤奔波后,嫦娥六号稳稳落在月球背面南极—艾特肯盆地预选着陆区,开启“挖呀挖呀挖”的任务。

没休息多久,嫦娥六号“体内”的金属“触角”——钻取装置便“蠢蠢欲动”,直指人类第一杯月背之壤。“六妹”带去月球的“家伙什”不仅钻得动,而且钻得好,一边钻土还能一边打包——有点像做香肠,把钻取的月壤有层次地自动裹进打包袋里。完成钻取采样后,“六妹”又安排上了表取……

采样结束,人们定睛一看,月表留下一个“中”字;嫦娥六号着陆器携带的五星红旗也在月球背面成功展开,这面国旗可是由新型复合材料和特殊工艺制成的呢!

昨天,带着月背“土特产”的嫦娥六号在听到了“家的呼唤”后,两入大气层,两次实施气动减速;距地约10公里高度时,返回器打开降落伞,并准确在预定区域平稳着陆。

从5月3日成功发射到6月2日精准着陆在月球背面“挖宝”,再到6月25日顺利着陆“回家”,嫦娥六号每一个动作环环相扣、顺利进行,这场长达53天的太空探索终获成功!

月背之壤 令人期待

“姐姐”嫦娥五号带回的“土特产”里,首次发现了天然形成的少层石墨烯。无人月面取样返回,“五姐”已经做到了。

作为嫦娥五号备份的嫦娥六号之所以吸引力不减,首先就是月背的独特性。由于地球对月球的潮汐锁定效应,这颗卫星以同步自转的方式绕地球公转,意味着月球亘古以同一个面朝向地球,这才有了“正面”与“背面”之分。探测研究也发现,月球的正面和背面在地形地貌、元素分布和地质特征等方面,都存在着显著且巨大的差异。“嫦娥之父”,中国天体化学与地球化学家欧阳自远院士就曾提及,月球背面存在着这颗卫星上最为古老的岩石。

此次任务预选的着陆区南极—艾特肯盆地是探测月球深部物质的一扇天然窗口,这里的“土特产”对了解月球的形成演化历史,有着极大的科学研究价值。此外,采集月球背面的图像和样品,分析其坑洼起伏的“撞击记录”,可为进一步解月球内部的物质构成提供宝贵信息。“六妹”带回的月背土壤,将成为了解宇宙向前迈出的大一步。

踏实迈步 逐梦深空

长期以来,我国致力于凝聚各方智慧,让世界各国都能参与太空探索、共享航天成果。去年,中国宣布嫦娥五号月球科研样品将面向国际开放申请,欢迎各国科学家共同研究、共享成果;嫦娥六号更是“国际范儿”十足——搭载了欧空局月表负离子分析仪、法国月球氦气探测器、意大利激光角反射器、巴基斯坦立方星等国际载荷,一同开展科学探测。

随着“六妹”顺利回家,月背土壤科学研究即将开启。与此同时,争分夺秒的中国探月时间表提醒人们不能停下脚步:2026年前后发射嫦娥七号,开展月球南极环境与资源勘察;2028年前后发射嫦娥八号,开展月球资源原位利用技术验证;2035年前建成国际月球科研站基本型……

我国首辆月球车玉兔,也没有被人忘记。2016年7月,这只喜欢发微博的兔子在超期服役后,向人类道了最后一声晚安。嫦娥六号任务期间,无数网友在@月球车玉兔的最后一条微博下留言,有人说:“兔兔,嫦娥六号今天回家了,希望她的下一代或者再下一代能把你带回来。”

“最复杂的任务”有“上海力量”守护

员带来了挑战。

中继星处于绕月冰冻轨道,空间环境很恶劣,每年卫星将经历两次地球和月球同时遮挡的情况,最长阴影期近5小时,期间蓄电池将开展高达90%的深度放电,这对蓄电池的寿命相当不利。另外,长时间处于阴影期时,卫星表面温度下降到零下207℃,这是目前为止国内卫星电源遇到的最低温度,对裸露在星体外的太阳翼也将造成极大冲击。研制人员直面挑战,改进锂电池的配方,优化电池结构,量身打造了可以长时间高荷电态贮存的长寿命锂离子动力电池,并开展了地面一比一模拟试验检验锂电池性能。团队还首次提出长阴影充电终压升档和温度唤醒等新技术,有效延长了蓄电池在轨寿命;制定了蓄电池三防“过放、过充、短路”保护策略,确保锂电池8年在轨可靠使用。

为了保证安装在中继星舱外的太阳翼能够保持稳定运行,811所研制团队在元器件、原材料和工艺等三方面开展了技术攻关:首次选用了具备抗疲劳性能更好、强度

更大的合金材料作为电池互连片,采取了耐温度交变范围更宽的电阻焊接工艺,合成了耐极温型底片胶,并根据该底片胶制定了太阳电池片贴片新工艺。

实时 为探月之旅“导航”

在嫦娥六号任务中,我国甚长基线干涉(VLBI)测轨分系统在地月通信方面发挥着重要作用,它就像一双眼睛,实时为嫦娥六号“导航”。

VLBI测轨分系统包括了“四站一中心”,即上海天马站、北京密云站、新疆南山站、云南昆明站和上海VLBI数据处理中心,最高分辨率可等效为一台直径为3200千米的单口径望远镜。

“自嫦娥一号开始,我们就将实时VLBI技术成功应用于月球探测器的测定轨,构成了现有的‘测距测速+VLBI测角’深空高精度测定轨体制。”中国科学院上海天文台研究员郑为民说。

记者了解到,在嫦娥六号任务中,VLBI测轨分系统面临着不同以

往的难点和挑战:地面观测站在近月制动、月地入射过程中对探测器的位置部分不可见,在动力下降段、月面工作段、月面上升段则均不可见,需要鹊桥二号中继星支持。相较于“嫦娥五号”任务,对定时定点着陆要求更高,且推进剂余量更少;由于嫦娥六号任务采用新型的逆行轨道,环月飞行时间大大增加,实时任务周期更长,由23天延长到53天,对VLBI设备的稳定性和人员持续工作都是很大的考验。

郑为民介绍,嫦娥六号任务实施过程中,VLBI测轨分系统主要承担任务11个飞行段中共9个飞行段的实时测定轨任务,“在嫦娥六号任务中,VLBI测轨分系统可以对四器组合体、四器分离后的轨道器和上升器进行实时测定轨,还能分时对鹊桥二号中继星进行实时测定轨,支持对月球背面的测控通信。此外,它还可以完成双目标观测的快速切换与测定轨,确保嫦娥六号探测器与中继星之间的切换能在50分钟内完成,后续轨道器和上升器切换时间更短。”

护航 深空最长寿卫星

今年3月发射的鹊桥二号中继星,在圆满完成嫦娥六号任务后,将择机开展科学探测任务,其携带的极紫外相机、阵列中性原子成像仪和地月甚长基线干涉测量(VLBI)试验系统,将收集来自月球和深空的科学数据。

“作为探月工程四期任务实施的关键一环,鹊桥二号将在轨运行8年,是我国深空领域最长寿的卫星。”中国航天科技集团八院811所鹊桥二号中继星指挥许祺峰介绍,鹊桥二号中继星选择了一条特殊使命轨道,其带来的极低温、长地影、高辐照等问题,给承担电源分系统研制任务的八院811所研制人

