

嫦娥五号落月近乎完美



嫦娥五号稳稳落在月球表面

月球,嫦娥五号终于来了!
北京时间12月1日23时11分,在经历了为期一周的地月转移、近月制动、环月飞行之旅后,嫦娥五号探测器成功着陆在月球正面西经51.8度、北纬43.1度附近的预选着陆区,并传回着陆影像图。

中国航天科技集团嫦娥五号探测器研制专家表示,从发射升空到成功落月,7天跋涉38万公里,800多秒惊心动魄的落月过程,嫦娥五号探测器的表现近乎完美。作为中国探月工程“绕、落、回”三步走的收官之战,嫦娥五号任务将从月球采集约2千克月球样品返回地球,后续任务更加可期。

落月点“风暴洋”:人类此前从未到访

据国家航天局消息,12月1日22时57分,嫦娥五号着陆器和上升器组合体从距离月面约15公里处开始实施动力下降,其最终着陆点,位于月球正面风暴洋的吕姆克山脉以北地区。

这是人类探测器此前从未到访的地方。这里周围有1300米高的火山群,环境之险峻名副其实,让嫦娥五号此行更加充满探险的意味。

此前,美国阿波罗计划从月球累计带回380多千克月球样品,苏联依靠无人飞行器分3次共获得了300余克月壤。然而,美国、苏联等国家的航天器均未到访过吕姆克山脉附近。

全国空间探测技术首席科学传播专家庞之浩表示,月球正面风暴洋相对较年轻,富集铀、钍、钾等放射性元素,存在大约13亿至20亿年前的玄武岩,获得这些年轻玄武岩的同位素年龄,将有助于推进对月球火山活动和演化历史的认识。它可以填补科学家对月球火山活动研究的一个重要空白。

中国航天科技集团五院专家告诉记者,由于涉及采样后上升器的月面起飞,嫦娥五号落月的过程也是为后续上升器月面起飞选择“发射场”的过程。因此,相较于嫦娥三号、四号,嫦娥五号需要着陆区域内无太高的凸起、无太深的凹坑,并且坡度要符合任务要求,这对着陆点的位置精度和平整度方面提出了更高要求。

专家表示,历经主动减速、快速调整、接近、悬停避障、缓速下降和自由下落段,嫦娥五号这稳稳的一落看似轻盈轻松,却蕴藏着科研人员的众多智慧和积淀。

600公里外一次自主“跳伞”

在选定吕姆克山脉以北地区作为着陆点后,嫦娥五号着陆上升组合体如何在短时间内完成一系列难度系数很大的动作,稳稳地降落在月球表面?

中国航天科技集团五院嫦娥五号探测器系统副总设计师彭兢告诉记者,嫦娥五号任务的落月和近月制动一样,有且只有一次机会,必须一次成功。简单说,它是一边飞行一边寻找落点,如同一次从600公里外开始,在15分钟内完成的自主“跳伞”。

据他介绍,为了实现“选址正确,落得准确”,嫦娥五号采用了已经在嫦娥三号和四号上成功应用的“粗精接力避障”方式

这种方式,是在由中国航天科技集团五院502所研制的制导导航与控制系统指挥下,着陆上升组合体先大推力反向制动减速,然后快速调整姿态,对预定落区地形进行拍照识别,避开大的障碍,实现“粗避

障”,之后再斜向落向选定的着陆点,飞到着陆点正上方后改为垂直下降,在接近月面时关闭发动机,落在月球上。

值得一提的是,嫦娥五号落月最后阶段的发动机关机,需要有精准的指令。中国航天科工集团研制的γ关机敏感器,就是落月过程中的“刹车指令员”。

中国航天科工集团研制专家告诉记者,落月开始后,置于嫦娥五号底部的γ关机敏感器便实时测量着探测器与月面的距离。当嫦娥五号落到距月面不足5米高度时,该设备发出关机指令,关闭巡航和姿控发动机。这一瞬间,决定着落月任务的成败。随着发动机反推力的撤离,嫦娥五号得以翩然落月。

嫦娥五号4条“腿”不一般

落月的关键在于“平稳”二字。据中国航天科技集团五院专家介绍,离开了发动机的反推,嫦娥五号是以自由落体形式着陆的。虽然月球引力较小,降落高度也不高,但撞击月面时仍会形成一定冲击载荷。

这就需要着陆缓冲系统发挥作用,吸收着陆时的冲击载荷,同时保证探测器“不倒”“不陷落”。

着陆缓冲机构,通俗地说,就是嫦娥五号的“腿”。

彭兢表示,与嫦娥三号的着陆缓冲设计方案相比,由于任务难度增加,嫦娥五号任务的着陆缓冲能力要求提高了30%,但机构重量指标却减少了5%。

按照他的说法,嫦娥五号的“腿”继承了嫦娥三号、嫦娥四号的良好基因,具有完全自主知识产权的“偏置收拢、自我压紧”式方案,保证收拢简单、展开可靠,解决了

着陆缓冲、着陆稳定性等多方面问题,确保嫦娥五号稳定可靠地完成与月球的“亲密拥抱”。

“天黑请闭眼”

鲜为人知的是,在降落过程中,嫦娥五号着陆上升组合体距离月面较近时,主发动机会激起月尘,容易触发月尘污染星敏感器,从而影响着陆后的月面起飞。

中国航天科技集团五院502所专家告诉记者,为了不让月尘“迷了上升器的漂亮眼睛”,科研人员特别设计了一个盖子。在距离月面一定的高度时把星敏感器的镜头盖起来,待落月之后月尘散去,再通知星敏感器把盖子打开。

这一睁一闭之间,着陆器和上升器组合体已经顺利着陆在月亮之上。这一过程被科研人员称为“天黑请闭眼”。

嫦娥五号落月过程中,还有一些鲜为人知的精妙设计。

从表面看,是着陆器“托着”上升器降落到月面,实际上,着陆器上制导导航与控制系统的工作,却借助了上升器上的中央控制计算机和星敏感器。中央控制计算机是上升器在月面起飞时要用到的“最强大脑”,星敏感器则能让上升器通过“看星星”确定自己的姿态。

这样的“合作”,是设计人员结合“上升器全程陪同着陆器”的实际想出的妙招,既节约了成本,又减轻了重量。

定向天线“一线牵”

整个落月过程牵动国人的神经,38万公里外的嫦娥五号正经历着什么样的考验?所有的信息,都需通过着陆上升组合体

的一口小小的“锅”来传送遥测数据。

这个“小锅”就是定向天线——把探测器上的数据传输到地面的发射转换装置。

中国航天科技集团五院专家表示,相比地面上的手机,地月通信距离远了几万倍,数据发送需要采用特殊的对地定向天线。

由五院总体设计部设计的定向天线采用双轴驱动机构,就像人的肩、肘关节,能让反射面天线辐射器灵活转动,始终对准地面,向地球传送嫦娥五号落月的遥测数据。

嫦娥五号任务被认为是我国目前技术难度最大、系统组成最复杂的航天任务之一。成功着陆在月球后,嫦娥五号探测器将开展为期约2天的月面工作,“使出浑身解数”采集约2千克月球样本,有望实现我国首次地外天体采样。

“我们的目标是2千克,经过论证,2千克是数量上不算少,工程上可实现。”国家航天局探月与航天工程中心副主任、嫦娥五号任务新闻发言人裴照宇说,“但是作为对这次任务的考核,我们的目标是采样返回,采到样品、返回地球,就是成功。不管带多少,都是成功。”

■相关阅读

嫦娥五号开启“挖土”模式

记者从国家航天局获悉,北京时间12月2日4时53分,探月工程嫦娥五号着陆器和上升器组合体完成了月球钻取采样及封装。探测器于12月1日23时许成功着陆月面后,开展了太阳翼展开、机构解锁等相关准备工作。随后着陆器和上升器组合体按计划进行表取采样。嫦娥五号探测器自动采样任务采用表钻结合、多点采样的方式,设计了钻具钻取和机械臂抓取两种“挖土”模式。

这四项技能亮了

12月1日23时许,在经历了为期一周的地月转移、近月制动、环月飞行之旅后,嫦娥五号探测器的着陆器、上升器组合体成功实现在月面预定区域的软着陆。

嫦娥五号探测器抓总研制单位中国航天科技集团五院的专家们通过一系列精巧的设计和技术攻关,确保了这次完美落月。

技能1 粗精接力 灵巧避障 制导导航与控制(GNC)系统

主减速段

着陆器、上升器组合体大推力反向制动快速减速

快速调整段

快速调整姿态并对预定落区地形进行拍照识别避开大的障碍,实现“粗避障”

悬停段

飞到距离月面100米时悬停

着陆器GNC系统的指挥过程借助了位于上升器的“外脑”和“外眼”

- “最强大脑” 中央控制计算机
- “外眼” 通过“看星星” 确定自己姿态的星敏感器

避障段

再次对选定区域进行精确拍照实现“精避障”

缓速下降段

斜向下飘向选定的着陆点移动到着陆点正上方之后开始垂直下降

到距离月面较近时关闭发动机进行软着陆

安全着陆

技能2 “腿”缓冲 稳抱月球

着陆缓冲系统 四条缓冲、支撑一体化的“腿”保证不倒、不陷落

“偏置收拢、自我压紧”式方案具有完全自主知识产权

技能3 天黑闭眼 镜头防尘 星敏感器镜头盖

为了避免激起的月尘污染星敏感器专门设计了盖子

在距离月面一定的高度时把星敏感器的镜头盖起来

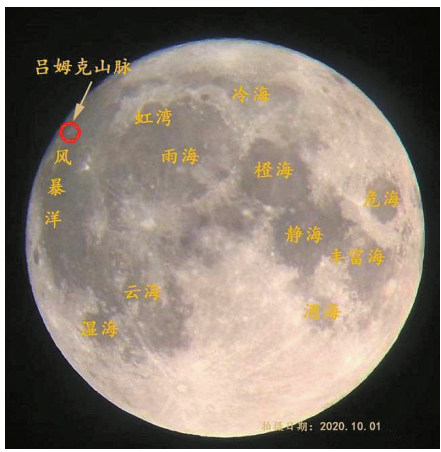
待落月之后月尘散去再通知星敏感器把盖子打开避免影响上升器月面起飞

技能4 一口小“锅” 畅联地月 定向天线

从月球把数据发送回地球通信距离是地面手机通信的几万倍需要特殊的对地定向天线

组合体携带的轻量定向天线就像一口小小的“锅”不仅能始终对准地面还比同类天线减重40%以上

嫦娥五号六大知识点



对月球火山活动和演化历史的认识。

需要强调的是,采样并非在吕姆克山上,而是在其附近较平坦的一个地区。

一、为什么要选吕姆克山附近作为着陆地点?

科学家表示,着陆地点的选择首先要对地形、地貌、光照和通信等因素进行综合考虑,其次为了获得有独特科研价值的样品,还要避开美国和前苏联曾经采样的地区。

经过一番论证,科学家最终选定吕姆克山脉附近作为嫦娥五号着陆地区,这里存在大约13亿至20亿年前的玄武岩,获得这些玄武岩的同位素年龄,将有助于推进

大约13亿至20亿年前的玄武岩。科学家通过对这些岩石样本的研究,能够最终确认该区域火山活动是何时停止的,这将对月球的演化历史提供最重要的线索。

因此,当嫦娥五号把吕姆克山脉附近的样品带回地球后,科学家在实验室通过对这些样品进行分析,有望解决这个经典的难题。

三、嫦娥五号的两次“刹车”

自从11月24日发射以来,嫦娥五号经过112小时的飞行,11月28日才来到月球附近。

嫦娥五号来到月球附近后,点燃3000牛顿推力的火箭发动机反推“刹车”,经过17分钟的刹车减速,速度降低到能被月球引力捕获的程度,成功进入周期为8小时的环月轨道。

但此时的环月轨道并不是最终的轨道,只是临时的椭圆轨道,还要进行一次近月点刹车,才能把椭圆轨道变成圆轨道。

11月29日20时23分,嫦娥五号探测器在近月点再次“刹车”,从椭圆环月轨道变为近圆形环月轨道,轨道高度距离月面约200千米。

四、嫦娥五号大展身手

11月30日04时40分左右,嫦娥五号的“着陆器和上升器组合体”与“轨道器和返回器组合体”成功分离。

12月1日23点左右,“着陆器和上升器组合体”开始在反推发动机的托举下徐徐

落向月面,“轨道器和返回器组合体”则继续沿原来的轨道绕月飞行。

五、嫦娥五号如何采样?

我们知道,美国通过阿波罗计划的六次载人登月,通过人工带回来381千克的月球岩石和土壤样品。前苏联则通过3次无人探测器取回总共330克的样品。而我们这次要取回至少2千克的月壤样本,难度还是非常大的。

科学家对于取样的难度早有心理准备,他们在地面上进行了各种模拟取样实验,最终决定用钻探取样和表面抓取取样两种形式。据悉,计划钻探取样0.5千克,表面抓取1.5千克。这些样品物质将装入上升器中,准备升空。

六、嫦娥五号要在月面停留多久?

这几天夜幕降临时,你抬头看一看月球就会发现,月球正处于其最圆时附近。对于位于月面西北角的吕姆克山区域来讲,正处于清晨时分。

我们知道,月球上的一个昼夜相当于地球上的一个月,大约28个地球日。月球由于没有空气保护,昼夜温差很大,白天可高达127摄氏度,夜晚可低至零下183摄氏度。

理论上讲,为了避免昼夜的极端温差损坏电子器件,嫦娥五号最好要在一个月球白天时间内完成下降取样和上升入轨的过程。但据此前消息看,本次嫦娥五号探测器只需在月面停留48小时。