

嫦娥五号探测器完美落月的幕后

2020年12月1日,嫦娥五号探测器的着陆上升组合体历经主动减速、快速调整、接近、悬停避障、缓速下降和自由下落阶段,成功完成在月面预定区域的软着陆。这轻盈、稳健的一落,蕴藏着无数航天人的智慧和心血。

边飞边找落点

对于嫦娥五号来说,落月只有一次机会,必须一次成功。

嫦娥五号对于着陆点的位置精度和平整度要求是空前的。由于涉及到采样完成后上升器要在月面起飞,嫦娥五号挑选落点的过程,也是为后续上升器月面起飞选择“发射场”的过程,其降落区域内不能有太高的凸起、太深的凹坑,坡度也需要符合任务要求。

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”。

为了实现“选址正确、落得准确”,嫦娥五号采用了“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(GNC)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。

探查落月路径的眼睛

GNC系统在进行决策时,离不开各种数据支持。由五院西安分院研制的微波测距测速敏感器,感知着嫦娥五号的落月路径,并向决策“大脑”传递信息。

据西安分院微波测距测速敏感器主任设计师张爱军介绍,这部雷达在着陆上升组合体距离月球表面约15公里时开机,在距离

月面6公里时正式开始工作。

“该雷达可以探测着陆器与月球表面的距离,以及着陆器下降的速度,并向上升器的制导导航与控制系统提供速度和距离的信息,以便着陆器判断降落的落点和速度。”张爱军说。

落月发动机有绝招

发动机为嫦娥五号安全落月提供了动力保障。

记者从航天科技集团六院了解到,月球是真空状态,没有大气,意味着不能利用空气摩擦实现减速。为完成探测器动力下降、悬停等着陆阶段动作,要求发动机具备推力深度调节能力。

2006年,六院正式启动7500牛变推力发动机关键技术攻关。研制团队先后突破“高性能、长寿命推力室”“流量精确调节与稳定”和“发动机系统优化与集成”三大关键技术,发动机技术指标基本满足探测器要求,为后续研制任务奠定了坚实基础。

在7500牛变推力发动机鼎力支撑下,嫦娥三号探测器完成了我国首次地外天体软着陆;嫦娥四号探测器实现人类首次月背软着陆。这次,它又护送嫦娥五号着陆上升组合体平稳落在月球。

刹车指令员责任重大

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”,责任重大。

落月过程开始后,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,关闭轨控和姿控发动机。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。

据介绍, γ 射线具备受外部环境干扰小、精度高等特点,因而被应用于对精度、可靠性要求最高的载人航天和探月任务中。此前,航天科工研制的 γ 高度控制装置已经在神舟飞船任务中成功应用,护送航天员安全返回。

嫦娥五号的“腿”不一般

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,同时保证探测器不翻倒、不陷落。

着陆缓冲机构,通俗地说就是嫦娥五号的“腿”,是落月环节的技术难题之一。嫦娥五号的4条“腿”可不一般,它们集缓冲、支撑功能于一体,由五院机构分系统团队精心设计。

记者了解到,该机构采用“偏置收拢、自我压紧”式方案,保证了收拢简单、展开可靠,能解决着陆缓冲、着陆稳定性等多方面问题。

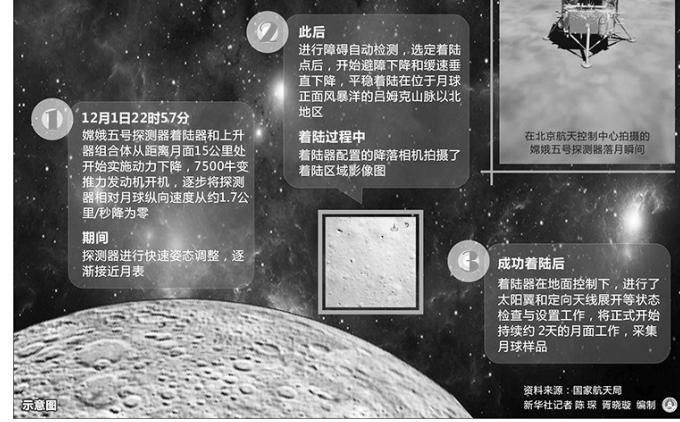
嫦娥五号任务由于难度增加,着陆缓冲能力要求提高了30%,但机构重量指标却减少了5%。五院总体设计部研制团队最终解决了这个难题。

嫦娥五号探测器实施动力下降并成功着陆

将在预选区域开展月面采样工作

12月1日23时11分

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



你不知道的精妙设计

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GNC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。

此外,当着陆器接近月面时,发动机激起的月尘容易让星敏感器“迷眼”,从而影响后续上升器起飞。研制团队专门设计了一个盖子,可以在落月最后阶段把星敏感器的镜头盖起来,他们称之为“天黑请闭眼”。待落月之后月尘散去,再让星敏感器“睁眼”。

地月通信的桥梁

远在38万公里外经历生死考验的嫦娥五号,一举一动都令国人牵挂。好在通过各种天线和数据传输手段,地面可以跟嫦娥五号保持联系,随时了解它的动态,向它发送指令。

在上升器上,装有西安分院研制的测控天线,如同嫦娥五号随身携带的手机,是它与地面之间测控通信的主要依靠。而着陆器拍摄的落月照片,则由该院研制的数传系统实时传回,为地面决策提供依据。

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。为了满足任务要求,反射面天线的设计轻量化到极致,相比同类天线减重了40%以上。据科技日报

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。目前,着陆器和上升器组合体正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表取两种“挖土”模式。

据新华社

“阿波罗”是载人登月任务,样品由人工采集和封装,就“挖土”这项工作来说,比无人探测器简单多了,宇航员拿着铲斗、镐头就可以完成,但这些工具还是特制的。



阿波罗-11号使用的箱式铲斗



阿波罗11号使用的锤击式采样装置



阿波罗15号使用的角度可调铲斗



阿波罗14号使用的铲斗

6次成功载人登月总共带回样品381.6千克
远远超过苏联

那么,这次发射嫦娥五号如何在月球“挖土”呢?

嫦娥五号采样钻头深入月球内部和采样机械臂月球表面采样两种方法获取样品

