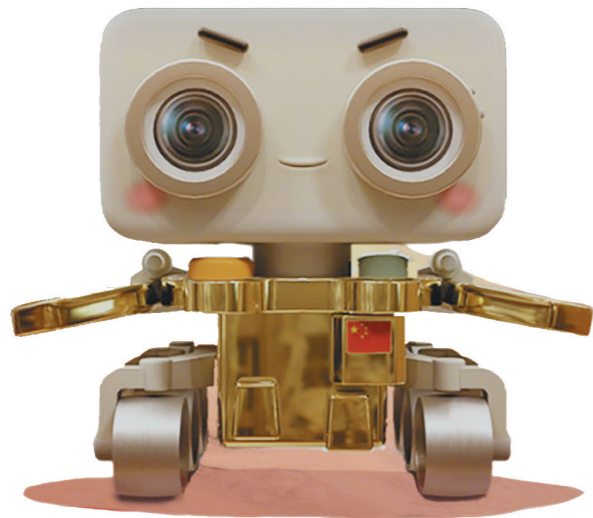


“天问”着陆火星 刻下中国印迹

——“探火”旅途中的陕西力量



2021年5月15日,历经295天的漫长旅程,“天问一号”探测器成功着陆火星,实现了我国首次地外行星的软着陆,行星探测开启了天问元年!

近5亿公里的漫长旅程,是中国第一次真正意义上的深空之旅。实现了从地月系到行星际的跨越,在火星上首次留下中国人的印迹。这是我国航天事业发展的又一具有里程碑意义的进展。

“天问”携“祝融”成功“落火”,有咱陕西力量!



航天科技集团六院 七十八台发动机近五亿公里全程护航

距离2020年7月23日,在文昌航天发射场由长征五号遥四运载火箭发射升空,“天问一号”探测器至今已在浩瀚宇宙中飞行将近10个月。航天科技集团六院研制交付的78台各型发动机,推举长征五号遥四运载火箭,助力“天问一号”探测器,将液体动力的贡献贯穿全程,在浩瀚宇宙中书写出一个又一个新的奇迹。

实施新技术完成巡火任务
绕火星飞行,是我国第一次火星探测三步走任务“绕、着、巡”中的第一步,也是整个火星探测任务中技术风险最高、技术难度最大的环节之一。由六院研制生产的3000N轨控发动机就是肩负着近火制动任务的关键。要确保在15分钟左右的时间里,把探测器与火星的相对速度从每秒5.1公里降低到每秒4.5公里,这要求发动机不仅要快速点火启动,还要保证在额定点长时间连续稳定工作。

时延,是人类进行深空探索面临的共同难题。与嫦娥三号探测器类似,“天问一号”在降落过程中有减速、悬停、缓速下降等动作,对发动机实时响应能力要求很高。

在推进分系统的前期设计中,六院研制团队使用了自主管理系统,让探测器自己判断突发情况自己采取行动化解,实现当判断动作时机到来时,“天问一号”能够自动执行任务。

按照计划,近火捕获开始15分钟后发动机点火就会结束,但因为飞行的轨道设计,发动机点火开始后没多久,“天问一号”就飞到了火星背面的“星掩区”,火星的遮挡完全中断了探测器和地球之间的通信。为实现自主管理,确保任务顺利完成,六院研制团队开展头脑风暴,分别为环绕器和着陆巡视器设计了10余种自主管理方案和故障预案,比如发动机欠压、超压等,为推进分系统开展了发动机故障自主切换冗余设计、配置了制导导航和控制系统等保障。

如何实现“最后一脚”精准刹车
探测器要想成功着陆火星,需要在短短9分钟时间内将两万多公里时速降为零,其间需要经历气动减速、降落伞减速、动力减速、着陆缓冲等多个环节,任何一个环节失误都意味着登陆失败。经过一系列减速措施,“天问一号”来到距离火星表面约2公里处,以约100m/s的速度不断接近火星表面,这个速度相当于目前我国高铁的最高运行时速,由航天六院研制的7500N变推力发动机就是最后动力减速环节的主要工具。

“天问一号”采用的是由液体火箭发动机提供反推力的方式来实施最后的减速,此方法已在嫦娥三、四、五号探测器落月过程中连续三次成功实施,火星着陆巡视器7500N变推力发动机正是落月用变推力发动机的2.0版——为了满足火星探测器安装结构要求和减重需求,并提升发动机性能,研制团队首次在我国开展深空探测的航天器上将推进分系统发动机燃烧室从以往的低室压方案改进为中室压方案,从而保证了相同推力情况下,发动机体积更小、性能更高。加上不断创新和优化生产工艺,有效实现了推进分系统的轻量化需求。



航天六院团队研制推进系统。

本组稿件由本报记者王何军采写

着陆火星拢共分几步?



西安卫星测控中心

4亿公里外的硬核测控

着陆器缓慢下降、发动机点火反向制动、脚架伸开……5月15日7时18分,西安卫星测控中心大厅内,听着调度里传来“天问一号”着陆火星成功”的声音,助理研究员黄静琪一颗悬着的心才安全着陆,这一长达十个月的“持久战”目前取得阶段性胜利。

早在凌晨1时许,黄静琪就来到机房,和身边的同事开始了漫长的等待。

“超过数3.2亿公里的地火距离,每次通信长达18分钟的信号时延,超高精度时标要求,要安全着陆真的是很不容易……”难掩心中的喜悦和激动,黄静琪告诉记者。

从任务准备文档的编写,到精密轨道确定程序代码的优化与更新,再到探测器奔火途中的所有关键动作、日常值班,这段时间以来,黄静琪和身边的同事几乎一天不落地全程参与了“天问一号”任务。

和黄静琪一起等待的,还有远在林海雪原的佳木斯深空站科技人员。

早在着陆的前一天,任务负责人韩雷带领全站科技人员已经上注完成上百条“天问”落火的延迟指令。

和黄静琪忐忑的心情不同,屏幕前的韩雷内心更多的是平静。

平静源自于对之前各项操作的绝对信心,以及对上百条指令无一差错的保证。

中途修正、近火制动、远火点平面修正、绕火飞行……接近300多个日日夜夜,从火箭上升的那一刻起,“林海牧羊人”一直守候在测控岗位上,陪伴着“天问一号”从地球飞向火星。

2020年7月23日,“天问一号”成功升空后,作为我国深空探测主要力量之一的喀什深空站压力倍增。为了能让“天问一号”在浩瀚宇宙中辨别方向、稳步前行,喀什深空站的航天人下了不小的功夫。作为任务主要负责人,在准备阶段,张雷就带领所有科技人员精心组织筹划,紧盯任务特点,认真梳理任务文件,摸清理顺设备状态和参数。

“奔火”问道,携星九天,四亿公里的距离已在身后。

航天科技集团五院西安分院

确保3分钟精准着陆

当“天问一号”火星探测器中的着陆巡视器进入火星大气层的时候,安装在其进入舱上的专用雷达——微波测距测速传感器便开始加电工作。该设备由航天科技集团五院西安分院研制,为火星探测器成功着陆提供精准的速度和距离的测量信息,有力保障了火星探测器成功着陆在火星表面。

高精尖雷达提供保障

火星探测器由环绕器和着陆巡视器组成,而微波测距测速传感器犹如安装在进入舱上的“泊车雷达”,是负责提供着陆速度和距离信息的最重要的传感器之一,对整个着陆过程进行安全把控。

在着陆巡视器整个着陆的过程中,微波测距测速传感器在距离地面6公里的时候开始工作,共工作3分钟。

那么微波测距测速传感器是怎样进行测距测速,确保在火星平安着陆的呢?其主要依靠由4部雷达集成在一起的微波测距测速传感器,指向四个不同方向,同时完成测距和测速的测量。这4部雷达犹如“火眼金睛”,独立运行,可以为火星探测器提供最原始、最真实的速度和距离信息,然后由火星探测器对各个单品产品提供的原始数据进行融合,获取探测器的实时高度和速度信息。着陆巡视器将结合光学成像以及微波测距测速传感器的数据,通过平移来选择最佳的着陆位置。

“立体通信测控网”扣紧关键一环

西安分院为“天问一号”火星探测器研制的测控数传分系统,在“地”与“火”之间搭建了地面测控站与着陆巡视器、环绕器及“祝融”号火星车之间的“立体通信网”。

作为我国首个火星探测器“落火”过程的“立体通信测控网”,测控数传分系统助力着陆巡视器成功着陆。在随后的“祝融”号火星车探测巡视任务中,火星车还将与地面测控站建立多条通信链路,持续为后续的火星探测任务服务。这些“信息高速路”共同为火星与地球之间编织出了立体通信测控网络,将在“祝融”号火星车与地面之间的通信测控中发挥更加重要的作用。