



【大事记】

2020年

4月24日,我国行星探测任务命名“天问系列”,我国首次火星探测任务命名为“天问一号”,公布了我国首次火星探测标识“揽星九天”;

7月23日12时41分,长五火箭成功发射天问一号火星探测器;

7月27日,天问一号探测器传回地球月合影;

8月2日7时,天问一号探测器完成第一次轨道中途修正;

9月20日23时,天问一号探测器完成第二次轨道中途修正;

10月9日23时,天问一号探测器完成深空机动;

10月28日22时,天问一号探测器完成第三次轨道中途修正。

2021年

2月5日20时,天问一号探测器完成第四次轨道中途修正;此前传回首幅火星图像;

2月10日19时52分,天问一号探测器成功实施火星捕获;

2月15日17时,天问一号探测器完成远火点平面轨道调整;

4月24日,中国第一辆火星车命名为:祝融号

5月15日,天问一号着陆巡视器成功着陆于火星乌托邦平原南部预选着陆区。

“两器”挥手别 “祝融”登火星

来自上海的环绕器在轨等待 把“祝融号”信息传送到地球

动画效果图

受访单位 供图

2021年5月15日7时18分,由中国航天科技集团有限公司研制的天问一号探测器成功着陆于火星乌托邦平原南部预选着陆区,我国首次火星探测任务着陆火星取得成功。在中国航天科技集团八院(上海航天技术研究院)环绕器研制团队的可靠设计与保障下,环绕器成功释放着陆巡视器,并再次进入环火轨道,成为着陆巡视器与地球的通信中继站,同时继续开展火星环绕探测。

分离前后7小时“步步惊心”

2020年7月23日,我国首次自主火星探测任务天问一号探测器在文昌航天发射场搭载长征五号遥四运载火箭成功发射。火星环绕器由中国航天科技集团八院抓总研制。自发射以来,环绕器经历了地火转移段、制动捕获段、环火飞行段等飞行过程,成功完成火星制动捕获,完成了“绕、着、巡”三大目标中环绕探测目标。今天上午,环绕器成功释放着陆巡视器并提供中继服务,为着陆、巡视探测目标的顺利实现奠定了坚实基础。

天问一号为何不能与美国“毅力号”到达火星那样直接着陆呢?主要原因是我国首次发射探测器去火星,对火星表面环境及地形不是很了解,需要先捕获进入环火轨道,在环火停泊轨道上对着陆区进行详查,确定着陆区情况后再进行着陆火星。

天问一号包括环绕器和着陆巡视器两部分,为实现着陆巡视器准确进入火星着陆轨道,环绕器需要首先在携带着陆巡视器的情况下抵达撞击火星的轨道,实施两器分离后,环绕器需要迅速抬升轨道,而着陆巡视器则进入火星大气层。

这个分离前后的控制,需要7个小时。环绕器作为搭载着陆巡视器的星际“专车”,需要顺序完成轨道降低发动机点火和关机、两器分离姿态建立、两器分离后轨道升高发动机点火和关机等一系列动作,而这些太空芭蕾般的优美舞姿,都需要环绕器自主、准确、可靠地完成。

“这是一系列很关键的姿态和轨道机动,稍有不慎,探测器就可能被火星引力拉向火星表面,但由于通信时延的存在,我们

并没有办法实时获知探测器的状态并对异常情况进行干预。”环绕器副总设计师朱庆华说道,“可以说,两器分离的过程,是我们控制算法精度、产品工作可靠性、故障预案周密性等最充分的考验。”

分离时环绕器的轨道控制精度和姿态控制精度,是着陆巡视器能否进入预定着陆区的前提。这些需要依赖于传感器、执行机构、计算机以及算法的准确性,探测器需要自主进行测量计算并作出判断,每个环节都必须精准无误,分秒不能差。方案设计师王卫华打了个比方:“这就好比在室外,距离标准篮筐980米投篮,还必须事先考虑到投篮的角度、时机、投球力度,以及篮球自身旋转运动、风速和风向外部环境种种因素的影响。”

同时,设计师们也做了不同情况下的预案和对策。当环绕器通过自身的传感器发现没有完成既定的动作时,会自主带着着陆器迅速进行轨道抬升以避免撞向火星,并在合适的时机,再次选择执行两器分离的一系列动作。

“中继站”为“祝融”传情达意

在此次的火星探测任务中,环绕器不仅仅是一辆星际“专车”,它同样也是一座功能强大的通信“中继站”,为火星表面巡视器与地球搭建通信桥梁。

升轨后的环绕器,并不是大家想象中“卸载”后的一身轻松,此刻它需要迅速肩负起对火星表面进行遥感探测的任务,同时选择恰当的时机来将巡视器的数据“中继”传向地球。在距离地球2.93亿公里的轨道上准确指向地球,相当于要在2米开外瞄准绣花针孔,而且要在环绕器自身还

在不断的飞行运动情况下,时刻保持住瞄准状态。

据介绍,环绕器携带有2块太阳能电池阵、1幅高增益数据传输天线、1幅对巡视器数据中继天线。在环绕器执行数据中继任务时,需要驱动太阳能电池阵对准太阳方向以保证自身电能的供应,同时需要高增益天线跟踪地球、中继天线指向巡视器以建立数据“鹊桥”。“此时,环绕器需要同时实现对巡视器、地球、太阳3个目标的高精度同步指向控制,绝对可以称得上是‘八面玲珑’了。”制导、导航及控制GNC系统主任设计师聂钦博笑着说。

近地卫星通常是长期对地稳定,使用全向天线,不会出现通信链路中断的问题。而环绕器在环火飞行时与地球距离远,由于天线波束角有限,设计师们要在确保对天线指向高精度控制的同时,对可能发生的通信链路中断做出预案。

“我们设计了一种通信链路中断后的自主恢复策略。一旦发生通信链路中断,探测器就会自主慢旋,并在这一过程中,使天线扫到地球,进而恢复通信链路。这一过程也是环绕器自主实现。”软件设计师周志元介绍道。

可靠的安全策略和精准的自主控制,有力保障了环绕器与着陆巡视器的成功分离,更确保了着陆巡视器与地球的顺畅通信。如今,环绕器依然在稳定环火飞行,成为了着陆巡视器与地球之间的通信桥梁,完成数据中继任务后,它也将全力开启自己的环火遥感之旅,利用环绕器上搭载的7种有效载荷,对火星表面及其次表层开展科学探测,完成火星全球遥感探测任务。

本报记者 叶薇 通讯员 李柏杨

今天,我国的“祝融号”火星车“毫发未损”地出现在遥远的红色星球上,即将展开自己的探索之旅。“祝融号”为何选择乌托邦平原“安家”?本报记者就此采访了相关专家。

问:为什么要选择乌托邦平原?

专家解释:乌托邦平原位于火星的北半球,是火星上的最大平原。火星南部为高地,这些高地60%的面积遍布着“瘢痕累累”的陨石坑。而火星的北部,则是被火山熔岩填平的低矮平原,地形平缓,陨石坑较少且地质年龄较轻,地壳较薄,对着陆器着陆和后续的科学探测较为有利。

问:进入环火轨道到降落火星期间,天问一号在做什么?

专家解释:今年2月10日,长途奔袭后的天问一号顺利完成“刹车”减速,进入环火轨道,到今天成功着陆火星,其间的三个多月时间,为了“祝融号”的安全,天问一号多次调整轨道,让自己“观察”火星时的距离更近一些、视角更好一些;然后是仔仔细细考察火星地形,拍摄高清照片,为火星车考察着陆区地形——这是着陆火星的“地利”。当然,安全着陆还要合适的“天时”:科学家一方面总结了过去的火星气象数据,寻找历史上沙尘暴低发的时期;另一方面就是利用现有的火星探测器遥感数据和着陆区的实际位置、地形情况,对计划着陆区做气象预报。

问:“祝融号”装备了什么“武器”?

专家解释:火星车共携带了6台(套)有效载荷:导航地形相机、多光谱相机、火星车次表层探测雷达、火星表面成分探测仪、火星表面磁场探测仪、火星气象测量仪。

其中,一对导航与地形相机位于火星车桅杆顶端,是火星车的“双眼”,可以拍摄立体影像,负责帮助火星车导航和探测火星车沿途的地形地貌;多光谱相机和表面成分探测仪负责探测和分析火星表面的岩石类型、矿物成分;次表层探测雷达通过主动发射和接收电磁波信号,来探测火星车沿途地下的浅表层结构;气象测量仪可以通过长期观测火星车附近的气温、气压、风速、风向等气象参数,为科学家了解追溯火星的气候变化历史积累数据。

本报记者 郜阳

为何选择乌托邦平原?