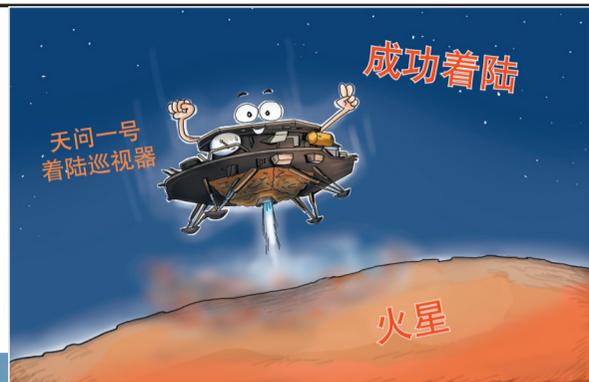


千年天问 梦圆火星

——我国星际探测征程迈出重要一步



“天何所沓？十二焉分？日月安属？列星安陈？”两千多年前，诗人屈原仰望苍穹，发出“天问”。两千多年后，以屈原长诗命名的天问一号探测器在火星乌托邦平原南部预选着陆区，完成了一次教科书式的精准着陆，在火星上首次留下中国人的印迹，迈出了我国星际探测征程的重要一步。

在太空中长途跋涉295天，天问一号一路走来经历了哪些激动人心的时刻？着陆火星后还有哪些使命和看点？



2020年7月23日，在海南文昌航天发射场，天问一号探测器由长征五号遥四运载火箭成功发射。(资料照片)

■ 奔火之路 殊为不易

2020年7月23日，我国首次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。

自发射以来，天问一号经历了地火转移段、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。

在地火转移期间，天问一号完成了地月成像、四次中途修正、深空自拍、深空机动等一系列操作，至今令人印象深刻。

——深情回望，拍摄地月合影。2020年7月27日，环绕器在飞离地球约120万公里处回望地球，利用光学导航敏感器对地球、月球成像，获取了清晰地月合影。在这幅黑白合影图像中，地球与月球一大一小，均呈新月状，在茫茫宇宙中交相辉映。

——轨道修正，让天问飞得更稳。天问一号先后完成了四次中途轨道修正，对3000N发动机及120N、25N推力器的在轨性能、工作模式进行了全面验证。

——深空自拍，五星红旗闪耀太空。

2020年10月1日，国家航天局发布了天问一号探测器飞行图像，图上的五星红旗光彩夺目，呈现出鲜艳的中国红，这是我国探测器采用分离测量传感器完成首次深空自拍。

——首拍火星，成功获取中国首幅近火图像。2021年2月5日，国家航天局发布了天问一号在距离火星约220万公里处，获取的首幅火星图像。本次成像采用环绕器高分辨率相机的黑白成像模式。

——近火制动，环绕火星成功。2021年2月10日，天问一号探测器实施近火制动，3000N发动机开机工作约15分钟，探测器顺利进入近火点高度约400公里，远火点高度180000公里，周期约10天，倾角约10度的大椭圆环火轨道，成为我国第一颗人造火星卫星，实现“绕、着、巡”第一步“绕”的目标，环绕火星获得成功。

2021年2月12日，国家航天局发布天问一号制动捕获过程动态影像，火星大气层及表面形貌清晰可见。

2021年2月24日，天问一号探测器成功实施第三次近火制动，进入周期2个火星日的火星停泊轨道后，对火星开展全球遥感探测，并对预选着陆区进行详查，探测分析地形地貌、沙尘天气等，为着陆火星做准备。

■ 踏上火星 感觉良好

被火星成功捕获以后，天问一号经过几个月的养精蓄锐终于开启了第二阶段任务——“着陆”。火星的北半球多平原，南半球多山地，此次火星软着陆的地点就选择在火星北半球乌托邦平原的南部。

整个降落过程大致分为“进入—减速—软着陆”三步。航天科技集团五院总体设计部火星探测器总体主任设计师王闯介绍，天问一号在进入火星大气层以后首先借助火星大气，进行气动减速，这个过程它克服了高温和姿态偏差，气动减速完成后天问一号的下降速度也减掉了90%左右。

紧接着天问一号打开降落伞减速，当速度降至100米每秒时，天问一号通过反推发动机进行减速，由大气减速阶段进入动力减速阶段。

在距离火星表面100米时天问一号进入悬停阶段，完成精避障和缓速下降后，着陆巡视器在缓冲机构的保护下，抵达位于火星东经109.9°北纬25.1°的着陆点。

总的来说，整个过程天问一号在9分钟内将约2万千米每小时的速度降到0。值得一提的是，虽然此前我国已有月表着陆经验，但是此次天问一号火星软着陆任

务更加艰难。

专家告诉记者，一方面火星表面存在大气，因此火星比月球表面有更复杂的环境；另一方面火星离地球距离更加遥远，通信时延达到20分钟左右，因此整个着陆过程相距遥远的地表来不及做任何处置，只能靠天问一号自主完成，经历“生死九分钟”。

航天科技集团五院总体设计部火星巡视器总体主任设计师陈百超表示，天问一号是我国首次火星探测任务，对火星的环境，特别是大气等参数，我们没有一手数据，所以相当于我们到了一个完全未知的环境，难度和挑战可想而知。

■ 着陆火星 使命不凡

成功着陆后，“绕、着、巡”的串联任务终于进行到最后一步。首先，着陆器将着陆信息通过环绕器转发地面，先后完成坡道及太阳翼天线展开，火星车在第一时间将成功展开的消息传回地面。一切就绪后，祝融号火星车将自主驶离着陆器，抵达火星表面，开启新的征程。

探测火星不仅是工程任务的突破，更是行星科学领域的突破。

除了常规的通讯、能量来源（太阳能帆板）、支撑结构、动力系统部分外，天问一号整体上携带了13种科学载荷，其中7个在火星上空的环绕器上，分别是中分辨率相机、高分辨率相机、次表层探测雷达、火星矿物光谱探测仪、火星磁强计、火星离子与中性粒子分析仪、火星能量粒子分析仪。6台分布在火星车上，分别是多光谱相机、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、地形相机。

它们共有五大使命，主要涉及火星空间环境、地形地貌特征、土壤表层结构等研究，将给我国带来探测火星的一手资料。其中，与气象有关的研究项目将收集有关温度、气压、风速和风向的大气数据，并研究火星的磁场和重力场，这些也将解答大家的疑惑——火星究竟是什么样的气候。

“天问一号成功着陆火星，成为我国星际探测征程上具有里程碑意义的重要一步。”我国首次火星探测任务工程总设计师张荣桥表示，经过六年的科研攻关，发射场百余天的坚守，以及295天的飞行控制，天问一号实现了一次教科书式的精准着陆，展示了我国深空探测技术的先进能力，体现了我们集中力量办大事的制度优势。

后续，除了火星车要在火星表面进行

巡视探测外，天问一号环绕器也将继续工作。天问一号探测器副总指挥张玉花告诉记者，环绕器将在完成着陆过程的中继通信任务后，在周期为两个火星日的停泊轨道上运行一圈，之后在近火点实施变轨机动，将轨道变为周期为三分之二个火星日的中继轨道，这样一个火星日内，环绕器可为火星车提供一次近火点中继通信和一次远火点中继通信，为后续的巡视探测任务提供信息传输服务。

■ 火神“祝融” 荒野求生

火星的环境是出了名的恶劣，要想完成使命，火星车首先得存活下来。这就需要祝融号足够强大。

中国曾数次造访月球，积累了宝贵的经验。但月球与火星最大的不同，便在于月表近乎真空，而火星有大气层，这大大增加了探测火星的难度。

如果只是看图片，火星的地貌似乎与地球上的沙漠戈壁无异。事实上，火星上的风速可达每秒180米，这几乎是地球上特大风速的三倍还多。狂风会掀起大量的沙尘、石块，形成特大沙尘暴，让祝融号的眼睛蒙尘、翅膀不再灵活。

面对这样的情况，设计师们使用了一种新材料，这种材料不易沾上灰尘，即使沾上，也可以通过振动将其抖落。火星表面还密布着石块等障碍物，这就使得火星车的行驶需要更加“小心翼翼”，以免被障碍物卡住造成操作的迟滞。

那么如何让火星车的每一步都走得更加稳妥呢？在北京的实验室中，有一台一模一样的火星车。当在火星上遇到复杂的路况时，地球上的火星车将对火星路况进行模拟行驶，确认无误后才会发出指令。

按照计划，90个火星日后，火星车将结束巡视探测工作，环绕器也将进行轨道调整，从而开展环绕科学探测。

在航天科技集团五院总体设计部天问一号探测器副总设计师贾阳的案头，摆放着一枚精美无比的蓝色蝴蝶标本。据贾阳透露，火星车的设计灵感，正是来自这枚蝴蝶——无线电成了它的复眼，天线成了它的触须，而火星车的车标，设计灵感也是来自800年前的印章文物。科学和诗意，在这一刻交融、升华。

全球瞩目的祝融号这只“火星蝴蝶”，后续又会给人们带来什么意想不到的发现和惊喜呢？请大家一起拭目以待吧！

本版文图据新华社



▲ 5月15日，中国首次火星探测任务工程总设计师张荣桥介绍火星车情况。



▲ 5月15日，航天科研人员在北京航天飞行控制中心监测“祝融号”火星车工作情况。