



长征五号遥四运载火箭发射升空。新华社发

# 5 大看点

## 中国首次自主火星探测任务探测器成功发射

环绕、着陆、巡视一步实现  
制动捕获过程面临挑战  
进行超远距离深空通信  
环绕器将精准自主管理  
给火星拍“中式定妆照”

# 天问一号 火星见

“圆则九重，孰营度之？”2020年7月23日12时41分，我国在海南岛东北海岸中国文昌航天发射场，用长征五号遥四运载火箭将我国首次火星探测任务“天问一号”探测器发射升空，飞行2000多秒后，成功将探测器送入预定轨道，开启火星探测之旅，迈出了我国自主开展行星探测的第一步。

探测器将在地火转移轨道飞行约7个月后，到达火星附近，通过“刹车”完成火星捕获，进入环火轨道，并择机开展着陆、巡视等任务。

世界首次一步实现火星探测“绕、着、巡”，最远距离达4亿公里如何实现超远距离深空通信？火星探测器发射后将经历怎样的历程到达火星？记者为你梳理了一份此次火星探测的“观赏指南”。

### 世界首次： 一步实现“绕、着、巡”

火星是离地球较近且环境最相似的星球，一直是人类走出地月系统开展深空探测的首选目标。目前，人类已对火星实施了44次探测任务，其中成功了24次，火星是目前人类认识最深入的行星之一。

通过以往对火星的探测，人们在火星上发现了存在水的证据。火星上是否存在孕育生命的条件以及火星是地球的过去还是未来？这些问题一直萦绕在科学家心头，成为火星研究的重大科学问题。

我国首次火星探测任务凭借火星环绕器和着陆巡视器的超强阵容，可一步实现火星“环绕、着陆、巡视”三个目标，这是其他国家在首次实施火星探测任务时从未实现过的。

相比月球探测，火星探测任务的难度更大。由于火星相对地球距离较为遥远，对发射、轨道、控制、通信和电源等技术领域都提出了很高的要求。

中国航天科技集团八院“天问一号”探测器系统副总师兼环绕器总设计师王献忠介绍，研制团队不仅攻克了火星制动捕获、长期自主管理等关键技术难点，更实现了地火间的超远距离测控通信，并将通过环绕探测实现火星全球性、综合性探测，完成火星表面重点地区高精度、高分辨率精细详查。

### 临门一脚： 制动捕获“踩刹车”

火星捕获是火星探测任务中技术风险最高、最为重要的环节之一，在火星探测器从地球飞向火星的过程中，能够被火星引力所捕获的机会只有一次。利用火箭助推，探测器获得了摆脱地球引力的能量，使用精心设计的转移轨道，探测器能够最终顺

利抵达火星附近。

然而，受限于携带的推进剂有限，环绕器在抵达火星后，必须把握住唯一的机会对火星进行制动捕获。此次火星探测任务捕获时探测器距离火星仅400公里，而此时探测器相对火星的速度高达4到5公里每秒，一不留神就会撞击火星或飞离，捕获的成功与否成为火星探测任务成败的关键。

在这一制动捕获过程中，火星环绕器面临诸多挑战。由于捕获时探测器距离地球1.93亿公里，单向通信时延达到10.7分钟，地面无法对这一制动过程进行实时监控，只能依靠探测器自主执行捕获策略。此外，在制动过程中，环绕器需要在自身出现突发状况时自主完成相应处理，最大限度保证火星捕获成功。

首次火星探测任务新闻发言人、国家航天局探月与航天工程中心副主任刘彤杰介绍，捕获过程中，火星环绕器需要准确地进行点火制动，如果制动点火时间过长，探测器速度下降过多，探测器就会一头撞上火星，如果制动点火时间过短，探测器速度过快，就会飞离火星从而无法进入环绕轨道，这对环绕器的自主导航与控制提出了极高要求。

### 4亿公里： 超远距离深空通信

环火飞行阶段，由于地球和火星的运行规律，探测器距离地球最远达到4亿公里。为了解决超远距离通信问题，火星环绕器装备了测控数传一体化系统，实现了系统重量轻、通信效率高、通信链路可靠的目标。

为补偿空间衰减，火星环绕器配置了大功率行波管放大器以及大口径可驱动的定向天线，大幅度提高探测器到地球通信能力。

### 自主管理： 探测火星需要会思考的“大脑”

通常情况下，环绕地球运行的卫星都是由地面控制中心根据卫星的实时状态和任务要求进行控制的。但火星环绕器由于探测器到地球的距离远，通信延时大，无法完全依靠地面指令对星上出现的突发状况进行实时处理。

此外，环绕器与地面站通信有其空间的特殊性，导致通信中断（“日凌”）的时间最长可达30天，这期间需依靠自身完成长期任务管理，并在出“日凌”后及时调整天线指向，迅速重新与地面建立联系。

据悉，在此次火星探测任务的关键节点，自主管理同样需要发挥巨大作用。在火星探测器进行环绕器与着陆巡视器分离时，环绕器需在短时间内完成3次调姿和2次变轨，对姿态及位置测量及控制精度要求非常高。正是依靠自主在轨管理系统，火星环绕器才能够精准、及时地完成与着陆巡视器的分离。

### 多样载荷： 给火星拍个“中式定妆照”

此次火星环绕器上共搭载7种有效载荷，可对地火转移空间、火星轨道空间、火星表面及其次表层开展科学探测，获取行星际射电频谱数据、火星表面图像、火星地质构造和地形地貌、火星表层结构和地下水冰分布、火星矿物组成与分布、火星空间磁场环境、近火星空间环境和地火转移轨道能量粒子特征及其变化规律。

其中中分辨率相机可对火星全球开展地貌普查，高分辨率相机可对火星重点地区开展局部高分辨率地形地貌详查，将为火星拍下来自中国的“定妆照”。

装在火星车上的次表层探测雷达，将在抵达后对火星地表以下10米甚至100米深度的火星内部结构进行“透视”。

据新华社海南文昌7月23日电

## “探火”之路 他们护航

### 3艘远望号测量船太平洋上联手护送

3艘远望号测量船布阵太平洋不同海域，圆满完成火箭和环绕器海上测控任务。

长征火箭起飞约6分钟后，远望6号船及时发现并捕获目标，完成火箭一级工作段末段及二级一次工作段的火箭测量和环绕器测控任务。随后，远望5号、7号船依次完成测控任务。

3艘远望号船持续跟踪目标飞行器近30分钟，为火箭一二级分离、二级一次关机、二级二次启动、

二级二次关机、火箭分离等关键动作提供测控支持。

任务中，3艘测量船发现目标及时，跟踪连续稳定，遥测、数传数据获取完整，并按规定与文昌航天发射场指控中心、北京航天飞行控制中心进行各类信息交换，圆满完成火箭和环绕器海上测控任务。

根据计划，远望5号、7号船将返回祖国，远望6号船将继续奔赴其他海域执行后续卫星海上测控任务。

### 北京航天飞行控制中心全力牵引

天问一号火星探测器顺利升空后，北京航天飞行控制中心接过接力棒，将在接下来的数月内全力护送“天问”抵达火星。

据介绍，火星探测器发射入轨后，将经历漫长的地火转移阶段才能到达火星的引力影响球。在这一过程中，北京航天飞行控制中心要对探测器进行不间断测控，牵引其按照预定轨道运行，在多个关键时间节点进行轨道控制，保证天问一号火星探测器能够在正确的时间顺利被火星捕获。

据新华社电



“天问一号”1:1着陆平台。央视