



“天问一号”由环绕器、着陆巡视器组成。其中，中国航天科技集团公司八院承担了火星环绕器的研制重任。据首次火星探测任务探测器系统副总指挥兼环绕器总指挥张玉花介绍，火星环绕器采用**“外部六面柱体+中心承力椎筒”**构型，环绕器不仅是地球到火星“星际公路”上的飞行器，也是火星车与地球之间的**中继通信卫星**，还能环绕火星进行科学探测，是一位名副其实的**“太空多面手”**。

“星际公路”上的飞行器

火星探测，首先要面对极其遥远的星际旅途。即便是选择地球与火星距离最短的时间窗口发射，“天问一号”地火飞行路径也超过了4亿公里，这是地月距离的1000倍。

在这条漫长、漫长的“星际公路”上，**火星环绕器的第一个角色是飞行器**，由它负责携带火星着陆巡视器，以近10万千米/小时(约30Km/s)的速度，飞行大约7个月时间，一起抵达火星轨道。

当火星环绕器携带着陆巡视器，终于摆脱了地球引力，踏上这条“星际公路”的时候，旅途中，还需在地面测控系统的支持下，进行4-5次**中途修正**和一次**深空机动修正**飞行路径，才能逐渐飞近火星。

距地球最远时，通信时延长达**10分钟**，**火星环绕器最远时，单向通信时延达到22分钟**，一来一回通信将会延迟44分钟；而在这么漫长的传输过程中，信号衰减也极大，到达接收端的信号极其微弱，通信时延是月球探测器的1000倍，信号衰减是月球探测器的100万倍。

此外，当探测圈、地球和太阳位置处于同一直线时，太阳辐射干扰地火之间射频信号传输，还会导致通信中断的“日凌”现象。在这次火星探测任务中，最长“日凌”长达30天，在此期间，火星环绕器必须独自面对，依靠自身完成任务管理，并在出“日凌”后迅速自主与地球恢复联系。

如何解决如此复杂的超远距离深空通信？据张玉花介绍，八院研制团队开展了关键技术攻关，成功研制了以“超高频灵敏度应答机”和“大口径可两维驱动天线”为核心的X频段“测控数传一体化”测控系统。

超高频灵敏度应答机，能让环绕器拥有“听声辨位”本领，在嘈杂的宇宙噪声中，准确捕捉到一丝微弱的有用信号，正确解析并执行来自地球的指令。同时，**具备多档功率的自适应接收功能，接收动态范围大于传统值间的1000倍**。

大口径可两维驱动天线，装有2.5m口径的定向天线，仿佛给环绕器装上了“顺风耳”，通过精准的两维指向控制，将天线实时对准数亿公里外的地球，尽可能多地收集信号能量，并传送给应答机。同时，**大口径天线还能“聚音成束”，将环绕器在火星看到的、感知到的信息，亿万里“传音”到地球。**

自主决定“太空刹车”

如果将地球与火星之间的“星际公路”，比作一条以太阳为中心的椭圆形行星高速，火星就相当于这条高速公路的一个出口。

经过长达约7个月风尘仆仆的星际跋涉，当火星环绕器携带着陆巡视器，在这条高速公路上驶往火星出口时

探火因勇气而不凡

点火、奔火、探火……今天，火星“火”了！

23日，随着文昌航天发射场上长征五号运载火箭的腾空而起，我国首次火星探测任务“天问一号”探测器正式启航，载着中国人的“探火梦”，向着星际未知、宇宙本源，不懈求索、勇敢追梦。

这次逐梦，迈出了我国自主行星探测的第一步。浩瀚星河，国人最熟悉的还只是地球的卫星——月球。走出“地月系统”，探测与地球更远的行星——火星成为国人志在必得的梦想。

这次逐梦，承载着中国航天人的勇气和决心。面对仅有约50%的成功几率，中国航天人勇敢选择了一条与众不同的超难度探险路：这一次，长征五号系列运载火箭首次应用性发射，把探测器直接送入地火转移轨道；这一次，“天问一号”探测器计划一次性完成登陆火星观测、着陆火星、巡视勘测三项任务，将轨道飞行器、着陆器和火星车同时送上天；这一次，13艘用途各异的顶尖科学仪器将对火星开展全方位研究。

候，必须利用自身携带的推进剂点火减速，将飞行速度降下来，这就好比要踩一脚“太空刹车”。

这是极为关键的**“一脚”**，直接关系到我国此次火星探测任务成功与否，时机与分寸的把握非常重要。如果这一脚“太空刹车”踩早了，速度降得过低，环绕器就会坠入大气层，撞击火星，如果踩晚了，环绕器就不能被火星引力捕获，出不了“高速”，从而飞离火星，围绕著太阳公转。

这一脚“太空刹车”有多难？根据计算，环绕器距离火星仅400km，相对火星的速度却高达4-5km/s，刹车的“时间窗口”仅为半个小时左右。届时，环绕器已距离地球大约1.93亿公里，无线电通信单向时延约11分钟。显然，**所有的制动过程，都必须由环绕器独立完成，自主执行“火星捕获”策略**。据首次火星探测任务探测器系统副总师兼环绕器总设计师王献忠介绍，**独自承担“太空刹车”重任的环绕器，“耳聪目明”，行动决策“科学民主”，根据实际情况采用最优解。**

环绕器上配备了光学导航敏感器和红外导航敏感器，能自主进行定位。光学导航敏感器采用“恒星姿态识别、脉冲钟校时”技术，确保时空对准，通过像素级图像处理，获取火星轮廓并解算出自身位置。红外导航敏感器，采用复合的探测方式，通过对火星凝视成像，检测火星图像边缘，辅助环绕器完成轨道测量。此外，环绕器在近火捕获前，地面也将对其进行一次精确的无线电测定轨，结合环绕器上光学自主导航仪圈的导航信息，得到环绕器和火星的精确位置。制动过程中，依靠可靠的捕获策略，确保探测器处于“捕获走廊”，直至进入环火轨道。

火星环绕器如此“聪明”，离不开八院研制的制导、导航及控制（GNC）分系统。依托控分系统的GNC单元，是火星环绕器飞行控制的“指挥员”。科研人员提出了三模冗余计算机设计方案，**三台计算机相当于三个大脑，实时同步运转**，并进行最优表决，确保执行最优指令，以将火星环绕器送入火星轨道。

为完成任务多次升降轨道

当火星环绕器携带着陆巡视器，终于进入了梦寐以求的环火轨道后，**还将经过3-4次轨道调整，进入“停泊轨道”，以寻找合适的火星着陆区。**

环绕器将在预选着陆区开展成像探测，并将成像数据回传至地球；当地面确认着陆条件满足要求后，环绕器将择机进行一次降轨机动，进入“火星进入轨道”，自主完成环绕器与着陆巡视器的分离。完成分离后，着陆巡视器进行火星大气进入段的飞行，环绕器则立即进行升轨机动，将轨道拉回返回到“停泊轨道”。在停泊轨道上，再次进行轨道调整，进入“中继轨道”后，为火星车提供中继通信任务。

在中继轨道上，环绕器运行大约3个月，中继通信任务完成后，将在近火点进行制动降轨，进入“科学探测轨道”，并在该轨道上继续运行1个火星年，执行火星全球遥感探测任务。环绕器上共搭载了7种有效载荷，可对地火转移空间、火星轨道空间、火星表面及其次层开展科学探测。

（本报记者张建功、胡慧、周琳）

这次逐梦，寄托着人类携手探索未知、共拓家园的美好希冀。人类一直希望为子孙后代拓展下一个生存家园。为了早日如愿，多国纷纷各展所长。7月20日，阿联酋“希望号”火星探测器成功发射；而今，中国奔火启航，将对火星表面形貌、土壤特性、物质成分、水冰、大气、电离层、磁场等逐一探测，为人类建立对火星更加全面而基础的认识；不久后，美国“毅力号”火星车计划再次巡火……

宇宙如何起源？火星是曾经的地球还是未来的地球？人类下一个生存家园会是火星吗？**各国携手火星探险，都是为了找到更确定的答案。**

探火因勇气而不凡，人类因穷理而奋进。尽忠出战的火星先遣队员们，向着真理的太空奋力奔跑吧！愿：行之所至，梦想开花！（记者王琳琳、胡慧）据新华社北京7月23日电



新华社海南文昌7月23日电(记者胡慧、周旋)“圆则九重，孰辟度之?”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，进行火星科学探测。

对宇宙千百年来的探索与追问，是中华民族矢志不渝的航天梦

想。从古代诗人屈原发出的《天问》，到如今我国首次火星探测任务被命名为“天问一号”，**太空探索无止境，伟大梦想不止步。**

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表示，此次火星探测任务的工程目标是实现火星环绕探测和巡视探测，获取火星探测科学数据，实现我国在深空探测领域的技术跨越；同时建立独立自主的深空探测工程体系，推动我国深空探测活动可持续发展。

“此次火星探测任务的科学目标，主要是实现对火星**形貌与地质构造特征、火星表面土壤特征与水冰分布、火星表面物质组成**，

火星大气电离层及表面气候与环境特征、火星物理场与内部结构等的研究。”刘彤杰说。

我国火星探测作为开放性科学探索平台，包括港澳地区高校在内的全国多地研究机构积极参与研制过程，并与航空局、法国、奥地利、阿根廷等组织和国家开展了多项合作。

此次火星探测任务于2016年1月经党中央、国务院批准立项，由国家航天局组织实施，具体由工程总体部和探测器、运载火箭、发射场、测控、地面应用等五大系统组成。

国家航天局探月与航天工程中心为工程总体单位，中国航天

科技集团有限公司所属中国运载火箭技术研究院抓总研制运载火箭系统，中国航天科技集团有限公司所属中国空间技术研究院和上海航天技术研究院抓总研制探测器系统。中国卫星发射测控系统部负责组织实施发射、测控，中国科学院国家天文台抓总研制地面应用系统，负责科学数据接收、处理、存储管理等工作。

▲7月23日，长征五号遥四运载火箭在中国文昌航天发射场点火升空，实施我国首次火星探测任务(天问一号任务)。

新华社记者郭程摄



据新华社海南文昌7月23日电(记者胡慧、张建功、周旋)23日，我国首次火星探测任务“天问一号”探测器成功在中国文昌航天发射场发射升空，记者在您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。

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圈到地球的距离远，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，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6次调姿和2次变轨，对姿姿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。**

此次火星环绕器上共搭载了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、火星表层环境和水冰分布、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形地貌普查，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，将为火星拍来自中国的“定妆照”。

人类因穷理而进步

■新华时评

今天，我国首次火星探测任务“天问一号”向着浩瀚苍穹出征了!尽管7个月、最远4亿公里的长途布满荆棘，但任何险阻都无法阻挡我们对未知的渴求。人类文明因**断惑而进步，天问探火将因穷理而不凡。**

孔孟之道，首求断惑。然欲断惑，则必先证得大宇宙之唯一真矣。早在2000多年前的西周，华夏祖先就曾提出有关天象的猜想，而后，几乎历代王朝都设有专司天象的官方机构。先秦时期，著名诗人屈原在《楚辞》中写下“日月安属?列星安陈?”的《天问》长诗，体现了古时可贵科学精神的萌芽，也给予了我们进一步，我们将求证宇宙真相，穷理而达本，坚持走下去，我们将创造更大福祉，推动人类文明。(记者王琳琳、胡慧)

据新华社北京7月23日电

收好这份探火「观赏指南」

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件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圈到地球的距离远，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，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6次调姿和2次变轨，对姿姿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了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、火星表层环境和水冰分布、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形地貌普查，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，将为火星拍来自中国的“定妆照”。

人类因穷理而进步

尘埃都可能对航天器构成巨大考验。然而，人类最可贵的精神就是**断惑，身为地球上最高等的生物，求知欲超过一切。**

从这个意义上说，“天问一号”将载入史册：于中国，它是国家航天科技走向更远深空的里程碑，开启了国人对地球之外一颗行星的深入探索；于世界，它意味着国际太空探索再添生力军，人类对宇宙奥秘的认知将进一步深化。

火星的形貌与地质构造如何?哪里有水冰分布?大气环境与表面气候怎样?内部结构、物质组成如何?……这些都是我国首次火星探测即将研究的关键科学问题。然而，天问助理的深意远不止于此。实践证明，**深空探索的引领和带动作用**是非凡的。探火、深火、脱水食品、太阳能电池都是航天领域“高大上”的尖端科技，而今，这些应用早已飞入“寻常百姓家”。天问探火，是中国行星探测工程万里长征的第一步。迈出这一步，我们将求证宇宙真相，穷理而达本，坚持走下去，我们将创造更大福祉，推动人类文明。(记者王琳琳、胡慧)

据新华社北京7月23日电