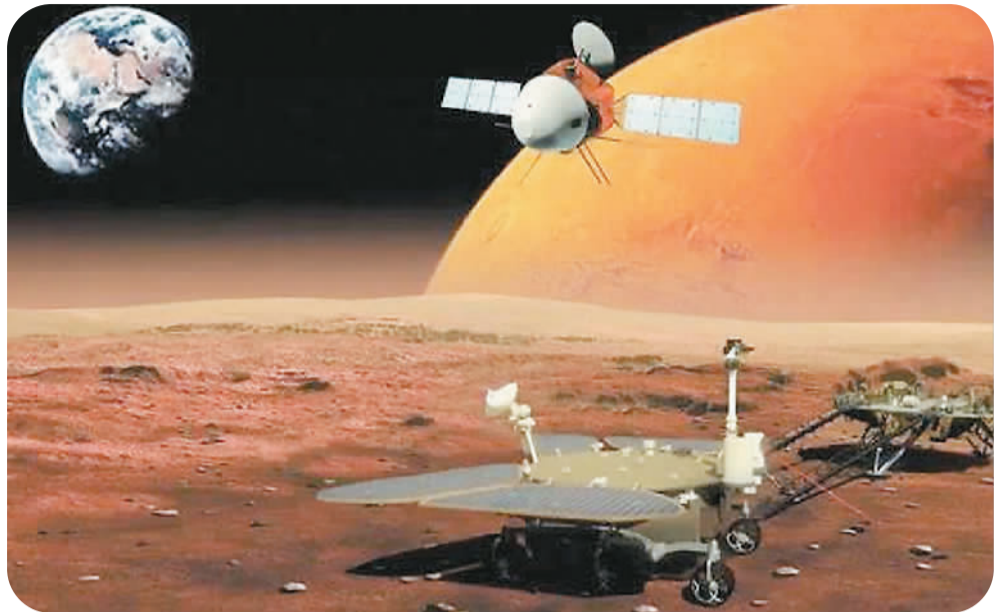


绕、落、巡 “天问”问天三合一

本报记者 刘 峻



天问一号探测器示意图

国家航天局供图

7月23日12时41分，中国首次火星探测任务“天问一号”探测器发射升空。“天问”之旅的开启，迈出了中国自主开展行星探测的第一步。探测器升空并进入地火转移轨道后，将飞行约7个月的时间抵达火星附近，通过“刹车”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。

一次性完成“环绕、着陆、巡视”三步走探测方

案，“天问一号”的壮举在全球尚属首次。如果任务获得成功，中国将成为世界上首次探索火星即完成软着陆任务的国家，并成为继美国之后第二个完成火星漫游的国家。

对宇宙追问、对行星的探索，寄托着中华民族的航天梦想。“天问一号”三合一的奔火之旅，将获取珍贵的火星数据，推动中国深空探测迈向纵深。

漫漫“奔火”路 “刹车变轨”是关键

奔向火星，考验重重。不论是长达7个月的地火飞行，还是进入火星轨道的“刹车变轨”，抑或最远距离达4亿公里的测控通信……相比登月所跨越的38万公里，地球到火星几千万公里的旅程，充满着挑战和凶险。

探测器在经过长途飞行后，如何成功被火星的引力场捕获，是任务中的关键点之一。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。

据专家介绍，“天问一号”升空后的漫长旅途中，科技人员会根据轨道的具体情况，不断修正探测器的飞行方向。在飞向火星的过程中，能够被火星引力捕获的机会只有一次。但在捕获时，探测器距离火星仅400公里，而探测器相对火星的速度高达4到5公里每秒，因此到达火星附近时要及时“刹车”。

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。

实现完美捕获，主要靠“自己”。被火星捕获时，火星探测器距离地球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，以最大限度保证火星捕获成功。为了解决超远距离通信问题，火星环绕器还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。

“恐怖7分钟” 分离着陆难度高

被火星成功捕获后，探测器便开始了在环火轨道上的飞行，这个过程要持续几个月。但“天问一号”并非只是“绕圈奔跑”，同时还要为下一步的着陆停泊进行忙碌和准备。

如何选择着陆地点？据专家介绍，火星车重量约为200公斤，由太阳能板供电。假使其在火星北半球降落，供电系统可能会因阳光强度不足而受到影响，所以比较理想的情况是在赤道附近着陆。目前可能的着陆区域为火星上最大的平原——乌托邦平原上的两个初步站点。地面控制环绕器上的高分相机将对首选着陆区进行详细勘察，并拍照成像，供着陆巡视器之后着陆。

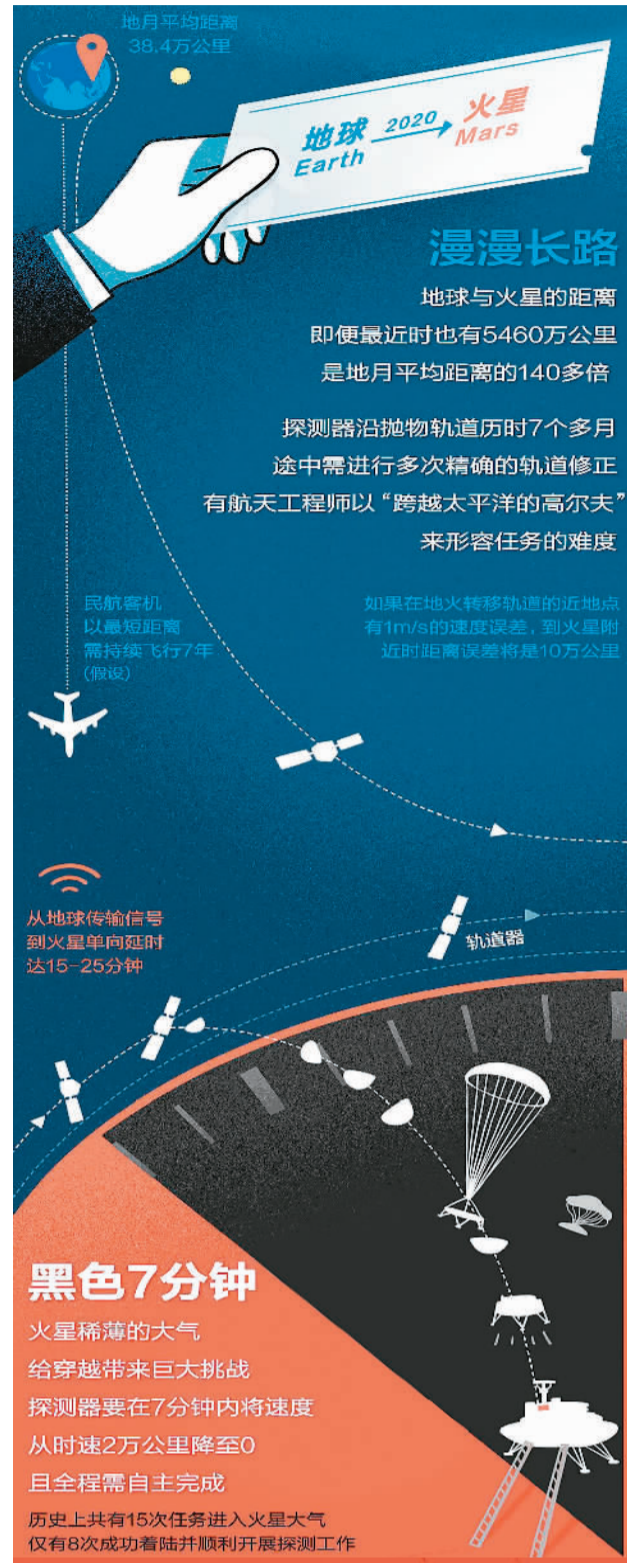
确定着陆区域后，“天问一号”将降轨转入两器分离阶段，即环绕器与着陆巡视器分离，火星车离轨着陆。与月球着陆情况不同，火星软着陆动力下降过程时间很短，而地面测控时延十几分钟，因此要求控制系统具有更高自主性和实时性。环绕器需在短时间内完成3次调姿和2次变轨，才能够精准、及时地完成与着陆巡视器的分离。

尽管这一降落的过程仅有7分钟，但被称作“恐怖7分钟”的降落过程却是整个任务的关键点。在此前，世界上还没有一个国家能够在首次探索火星的过程中完成软着陆任务。不少航天专家指出，着陆器登陆火星表面的过程可谓“惊心动魄”，必须迎接一系列高难度动作和挑战。

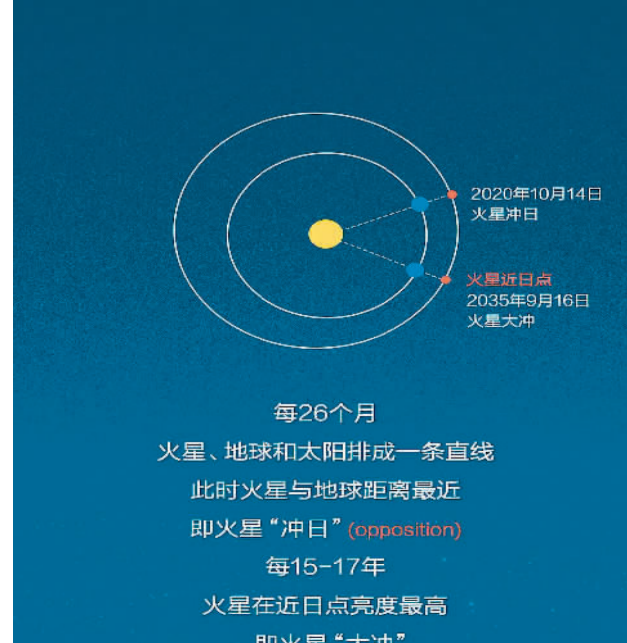
中国科学院院士、航天科技集团科技委主任包为民说，着陆时，火星探测器要在7分钟内将时速从2万千米降低到零，这需要融合气动外形、降落伞、发动机、多级减速和着陆反冲等多项技术才能实施软着陆，对软硬件的要求极高。

据介绍，火星探测器在奔火的途中一直处于高速飞行状态，在着陆之前，需要先将速度降下来。目前，在国际上主要有2种减速方式。中国以探月工程中的技术经验作为基础，通过4个阶段逐步减速，最终使探测器平稳到达火星表面。

第一阶段为气动减速，通过“急刹车”方式，将速度从每秒4.8公里降至每秒460米；第二阶段开降落伞，把速度降到每秒95米；第三阶段为动力减速，探测器的反推发动机点火工作，将速度减小到3.6米/秒；第四阶段的最后100米为悬停避障阶段，探测器将悬停在空中，对火星表面进行观察，为选定着陆点做最后准备，最终稳稳抵达火星。



- “天问一号”主要任务是探测火星：
- 地下冰层分布
 - 地形地貌
 - 内部构造
 - 气象
 - 环境
 - ……
- 为2030年前后的火星采样返回计划铺路



着陆器在火星表面软着陆成功后将释放火星车，在火星表面进行巡视探测、火星地貌特征研究等多项任务。

7月22日，在“天问一号”探测器升空之前，中国火星探测工程正式发布了“中国首次火星探测任务天问一号1：1着陆平台和火星车”，揭开了中国火星车的神秘面纱。

火星车前端竖立着桅杆，顶端的方形设备就像机器人的脑袋。顶端的方形盒子是火星车的“眼睛”，上面有帮助火星车避开障碍、实施前行实时探测的全景相机，还有识别矿物质成分的多光谱相机。同时，火星车还装有4个“翅膀”——太阳能电池板。

除此之外，火星车还配有探测雷达、磁场探测仪和气象测量仪，可以对火星进行全方位探测。装在

火星车巡视 分工合作探秘忙

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”，探测巡视区表面土壤厚度、冰层结构，获取火星地表和次表层超宽带全极化回波数据；还可以探测巡视区次表层结构，获取次表层地质结构数据。

据专家介绍，火星车的设计寿命为90个火星日。由于火星上的一天比地球略长(火星自转周期约为24小时37分钟)，因此火星车将在火星上工作92个地球日。

包为民表示，由于远距离数据传输的大时延，要求火星车必须具有很高的自主能力。同时，火星光照

强度小，加上火星大气对阳光的削弱作用，火星车能源供给比月球车更为困难。这些因素都使得火星探测任务更具难度和复杂性。

在火星车于火星表面展开探测巡视任务的同时，火星环绕器也要忙碌工作。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量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，拍下清晰的火星照片。

加速向深空 寻找人类新家园

进行火星探险，都是为了寻找更确定的答案。

专家认为，寻找地外生命和研究火星的形成演化过程是火星探测的两大科学主题。火星探测不仅有助于探究火星生命的存在和演化过程等问题，更可借此了解地球的演化历史和预测地球未来变化趋势，为人类开辟新的生存空间寻找潜在目标。

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。而探测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。

完成火星探测任务后，中国的行星探测计划将迈向纵深。据了解，2030年前后，我国将实施火星采样返回、木星系探测等任务，目前正在开展关键技术研究。中国航天科技集团五院“天问一号”探测器总设计师孙泽洲说，火星探测将是中国行星探测的第一步，是深空探测领域从月球到行星的发展历程中承前启后的关键环节，也是未来迈向更远深空的必由之路。



天问一号完美飞天。

新华社发