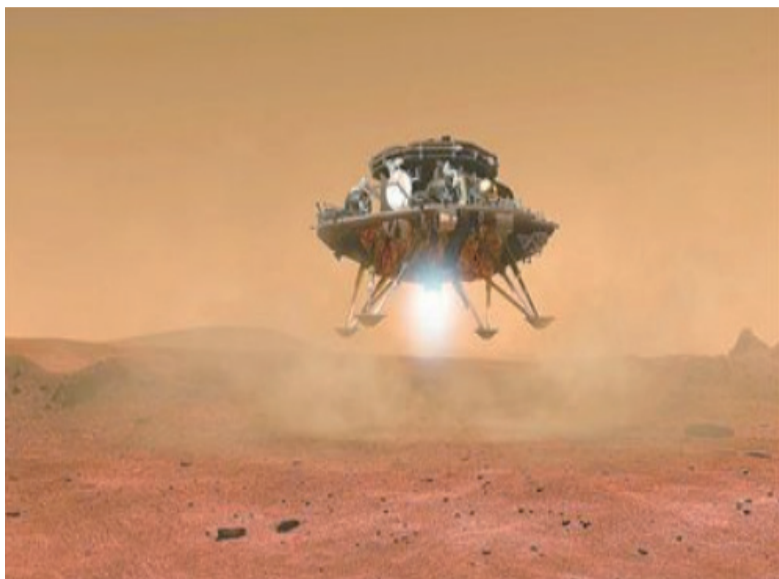


# 为何飞了这么久？着陆之后做什么？

## 设计师揭秘天问一号（上）



图为天问一号着陆巡视器着陆火星过程效果图。  
(中国航天科技集团五院供图)

**为何飞了这么久？落火过程有多险？着陆之后做什么？**

**设计师揭秘天问一号**

5月15日，中国首次火星探测任务天问一号探测器成功在火星乌托邦平原南部预选着陆区着陆，火星上首次留下了中国人的印迹。

早在2月10日，天问一号探测器就成功“刹车”被火星捕获，但随后3个月“迟迟”未落。为何飞了这么久？降落火星，为何专家们称这是“任务最核心、最难的地方”？着陆后，天问一号又会以什么方式探索火星？带着这些疑问，记者采访了中国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、中国科学院国家天文台研究员郑永

春等专家。

**为何这么久才抵达？**

**一刻不闲，为落火做万全准备**

被火星捕获后，天问一号探测器在3个多月里不仅对火星开展了多维度探测，还为着陆火星做好万全准备。

天问一号探测器是个“三件套”，包括环绕器、进入舱和“祝融号”火星车，后两者共同组成着陆巡视器。据航天科技集团八院509所环绕器总体副主任设计师杜洋介绍，为了给着陆巡视器落火“打前站”，环绕器对预选着陆区开展多维度探测，一方面探测地形地貌，选择地形平坦无障碍的地方，另一方面静候“天机”观天象，获取着陆区附近区域的气象状

况。

火星表面每年都会形成几场大沙尘暴，历史上就有探测器因抵达火星时赶上沙尘暴，最终没能顺利展开工作。沙尘暴可能改变着陆巡视器下降过程的动力学参数，影响着陆过程的安全性，且沙尘粒子可能会附着在探测器表面，甚至钻入内部，造成仪器设备故障。

由于火星车采用太阳能帆板的形式供电，大量沙尘会覆盖在太阳能电池片的表面，降低发电效率甚至导致发电能力丧失。对火星车来说，失去能源供应无疑是致命的。因此，环绕器提前探测预选着陆区，了解沙尘暴等动向，从而避开恶劣天气。

天问一号的登陆地点是火星乌托邦平原南部，通过分析该区域此前的气象数据和火星探测器遥感数据，5月中下旬落火是较稳妥的选择。

除了做准备工作，天问一号还完成了一系列科学探测。2月24日，天问一号进入火星停泊轨道后，环绕器上的7台科学仪器就已全部开机开始工作，期间还进行了多次轨道调整。这意味着，它获取了火星不同轨道高度上的科学信息，而不同轨道高度处的探测数据

相结合，可以帮助我们更全面地了解火星的空间环境信息，例如火星的磁场、电离层、太阳风与火星高层大气之间的相互作用等。

**落火过程有多险？**

**由天问一号自主完成，经历“未知9分钟”**

天问一号落火分三步：进入，减速和软着陆，简称“EDL”。5月15日凌晨1时许，天问一号探测器在停泊轨道实施降轨，机动至火星进入轨道；4时许，着陆巡视器与环绕器分离，历经约3小时飞行后，进入火星大气，经过约9分钟的减速、悬停避障和缓冲，成功软着陆于预选着陆区。

“这是整个任务中风险最高的一步，着陆过程无法由地面实时控制，只能靠天问一号自主完成。”王闯告诉记者，进入火星大气层以后，天问一号首先借助火星大气进行气动减速，克服超高速摩擦产生的高温、气动带来的姿态偏差等挑战，将约2万千米/小时的下降速度减掉了90%左右；紧接着，天问一号打开降落伞，进行伞系减速，当速度降至100米/秒时再通过反推发动机减速，由大气减速阶段进入动力减速阶段。距离火星表面

100米时，天问一号进入悬停阶段，精准避障、缓速下降后，着陆巡视器在缓冲机构和气囊的保护下稳稳降落在火星表面。

难中之难是降落伞。“超音速降落伞是减速技术中难度最大的环节，天问一号在使用降落伞时要保证在超音速、低密度、低动压下打开，而这个过程存在开伞困难、开伞不稳定等问题。”王闯说，由于火星大气稀薄，研制人员设计了具备高效减速性能的探测器气动外形和防热结构，同时采用了更轻量化的防热材料。

虽然此前中国已有月面着陆经验，但这次天问一号火星软着陆任务更艰难。“地面站与探测器间通信是通过无线电波实现的，传播速度每秒约30万千米。月球到地球的平均距离是38万千米，所以月球探测器与地球通信时几乎感觉不到延时，但地球到火星之间的距离是变化的，最近时约5500万千米，最远时可达4亿千米。”郑永春告诉记者，由于距离远，地面与火星探测器的通信面临最长接近20分钟的延时，科研人员无法随时控制探测器，考验前所未有。

“中国首次实施火星探测任务，没有火星环境特别是大气