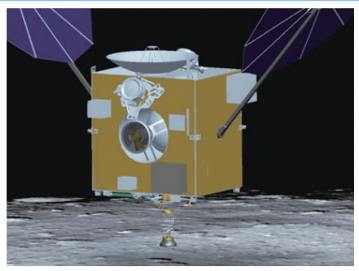
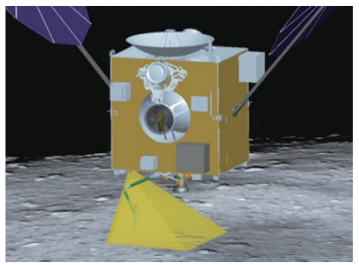


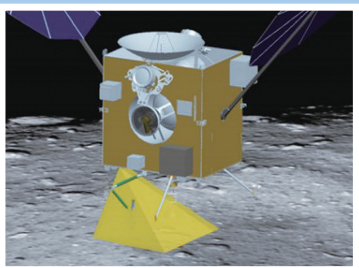
## ▼ 天问二号取样方式



触碰采样方式



悬停采样方式

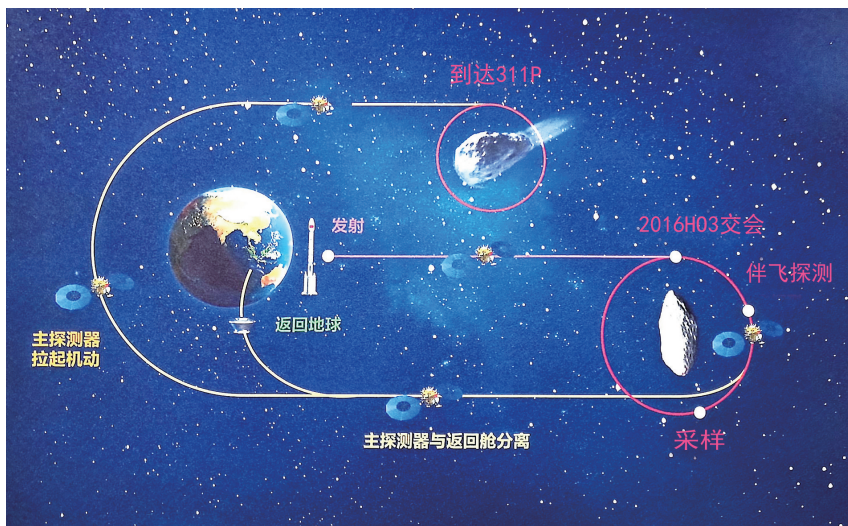


附着采样方式

科幻电影中的外星球，往往有着自己的世界和文明。那么，真实的外星球上是什么样的？或许，这一次航天任务能够给出答案——

5月29日1时31分，我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙Y110运载火箭，成功将行星探测工程天问二号探测器发射升空。火箭飞行约18分钟后，将探测器送入地球至小行星2016HO3转移轨道。此后，探测器太阳翼正常展开，发射任务取得圆满成功。

# 天问二号奔赴太空 从小行星上“挖土”有多难？



天问二号任务示意图

## 天问二号开启“追星”之旅

天问二号主要任务目标是对小行星2016HO3进行探测、取样并返回地球，此后再对主带彗星311P开展科学探测。

天问二号任务技术难度大，工程风险高，共包含发射段、小行星转移段、小行星接近段、小行星交会段、小行星近距探测段、小行星采样段、返回等待段、返回转移段、再入回收段、主带彗星转移段、主带彗星接近段、主带彗星交会段、主带彗星近距探测段等13个飞行阶段。

其中，小行星探测和采样返回包括9个阶段，发射段顺利完成后，探测器进入小行星转移段，这一阶段将持续约1年，其间需实施深空机动、中途修正等操作，直至距离小行星约3万公里处。

随后依次进入小行星接近段、交会段、近距探测段，在近距探测段按照“边飞边探、逐步逼近”原则，对小行星开展悬停、主动绕飞等探测，确定采样区后进入采样段。

完成采样任务后，探测器将经历返回等待段、返回转移段，在返回转移段接近地球，返回舱与主探测器分离，之后独自进入再入回收段，将于2027年底着陆地球并完成回收。

此后，主探测器则继续飞行，前往主带彗星311P，开展后续探测任务。

## 为什么要造访这两颗星

天问二号第一站是2016HO3小行星，它位于距离地球数百万到数千万公里的深空中。美国夏威夷的泛星计划巡天望远镜于2016年在浩瀚星空中首次捕捉到了它的踪迹，它是人类发现的地球准卫星之一。

什么是地球准卫星？科学家们发现2016HO3十分有趣，如同地球卫星一般，围绕着地球转。国际宇航联空间运输委员会主席杨宇光告诉记者，之所以叫作地球准卫星，而不是地球卫星，是因为2016HO3的轨道与地球高度关联，长期在地球附近徘徊，却未被地球引力完全捕获，具有“若即若离”的轨道特性。

“主带彗星311P更特殊了！”天问二号到访的第二站是2013年8月27日由泛星计划望远镜发现的主带彗星311P。

主带彗星311P这位“伪装者”，是运行在火星与木星轨道之间小行星带中的小天体，同时具有传统彗星的物质构成特征和小行星的轨道特征。对主带彗星311P进行探测，有助于了解小天体的物质组成、结构以及演化机制，填补太阳系小天体研究领域的空白。

在杨宇光看来，2016HO3和311P这两个天体，大概率埋藏着太阳系诞生之初的“蛛丝马迹”，具有极高的科学研究价值。此外，他认为，科学家们选择这两颗天体肯定是经历过更严格缜密的计算。

## 国际上尚属首次，堪称“史诗级”难度

天问二号任务本身十分复杂，选择地球准卫星和主带彗星为探测对象，在国际上尚属首次，堪称“史诗级”难度。

据悉，天问二号要经过约一年的飞行，才会到达探测任务第一站：2016HO3。不过，它需伴随这颗小天体飞行一年后，才能择机执行采样任务。

不同于月球采样的“短平快”，天问二号着陆采样前为何需要伴飞一年之久？

杨宇光表示，这是因为我们对月球的了解已经足够多了，但是对2016HO3还知之甚少。“2016HO3距离地球非常远，我们在地球上对它的成像非常有限，它表面的具体地形并不为人所知。”

轨道设计同样是“极限挑战”。完成小行星取样后，天问二号要返回到地球附近，“丢下”样品，并调整轨道，继续飞往旅途第二站——主带彗星311P。

“天问二号任务时间是我们航天历史上最长的。”杨宇光告诉记者，天问二号执行采样任务时间约为两年半，从地球飞到311P，预计耗费7年时间，整个任务执行周期相当于近十年的时间。

## 释疑

## 到小行星“挖土”有多难

相比我国此前实施的月球、火星探测任务，天问二号任务的探测目标不同，涉及的技术难点也不相同。

一是任务距离跨度大。2016HO3小行星距离地球为1800万至4600万公里，311P主带彗星距离地球为1.5亿至5亿公里，通信存在较长延迟。距离远、目标多、周期长，对轨道设计、能源管理、智能控制，以及工作状态的长寿命、高可靠等方面都提出很高要求。

二是目标天体特性存在未知。根据现有观测数据，对于2016HO3小行星的自转速度、表面状态等具体情况尚存不确定性。对此，科研团队为探测器制定了“边飞边探边决策”的策略，提高了探测器智能化自主化程度，并设计了3种采样方式，以应对相关不确定因素。

三是弱引力条件下采样。相比“嫦娥”在月球上挖土时的表取和钻取，小行星的微重力环境会让探测器无处着力。据判断，2016HO3小行星的平均直径约41米，几乎是零重力，而且处于高速自转状态。在这种复杂条件下，探测器要利用有限时间完成稳定附着及采样，任务难度极大。为尽最大努力获取样品，天问二号将尝试多种采样方式。

获取样品后，天问二号探测器将等待合适的时机，把样品送回地球。接近地球时，装着样品的返回舱将与主探测器分离，独自再入地球大气层。如果一切顺利，大概在2027年底，科学家就能签收这份小行星“土特产”。而投送完“包裹”的天问二号则要继续飞行，前往主带彗星311P，开展后续科学探测任务。

## 这次发射任务相当于上海投篮命中北京篮筐

5月29日凌晨1点31分，长征三号乙运载火箭点火起飞，飞行约18分钟后，将天问二号探测器送入地球至小行星2016HO3转移轨道。中国航天科技集团陈闽慷介绍说：“这是具有里程碑意义的一次发射任务。”

记者崔霞问：“是不是可以说我们的火箭打了个十环？”

陈闽慷回答：“10.9环，因为精度比我们预想的还要再高一些。”

天问二号要去往百万公里外的小行星，这对入轨精度的要求非常高，失之毫厘差之千里。长三乙火箭研制队伍通过一系列手段，让探测器入轨偏差不超过每秒1米。此次发射任务，火箭的入轨速度要达到每秒11.2公里，并且要保证高精度的入轨，这相当于从上海投出一个篮球，要投中位于北京的篮筐，还要保证篮球入筐时的飞行角度和速度。

综合潮新闻、央视新闻、新华社、科技日报报道

长征三号乙  
运载火箭成功将  
行星探测工程天  
问二号探测器发  
射升空