



编者按“日月安属？列星安陈？”两千多年前，屈原仰望苍穹，发出“天问”。如今，我们踏宇宙星河，接力问天。继天问一号探测火星后，天问二号又踏上了漫漫征途。这一次，我们将目光投向小行星。天问二号任务有哪些目标？小行星蕴藏着怎样的宇宙奥秘？本报推出特别策划，邀您共赴天问二号的星际之旅。

天问·再问天

十年星际征程，要闯哪些关？

◎本报记者 付毅飞 何沛苒

5月29日凌晨，长征三号乙Y110运载火箭从中国西昌卫星发射中心点火升空，将行星探测工程天问二号探测器送入地球至小行星2016HO3转移轨道，开启小行星探测与采样返回之旅。

国家航天局探月与航天工程中心副主任、天问二号任务新闻发言人韩思远介绍，天问二号任务是我国首次实施行星际取样返回任务，计划对小行星2016HO3开展伴飞探测和取样返回，并飞至小行星带对311P主带彗星开展科学探测活动。任务以采集小行星样品并返回地球作为成功标志。

记者从国家航天局了解到，天问二号任务整个飞行过程复杂且精细，包含13个飞行阶段，设计任务周期10年左右。

为何挑战双星探测？ 加深对小天体起源演化认知

天问二号任务艰巨复杂，包含多项特点和亮点。

2016HO3是地球的一颗“准卫星”，其稳定运行于地球轨道附近，公转周期与地球公转周期接近。根据前期科学研究，该小行星很有可能保留着太阳系诞生之初的原始信息，对研究太阳系早期物质组成、形成过程和演化历史具有极高的科研价值。

311P主带彗星是运行于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。对该主带彗星进行探测，能够促进对小天体物质组成、结构以及演化机制的探索。

针对上述科学探索任务，天问二号探测器携带了11台科学载荷，将对相关天体地貌、物质组分、内部结构、可能的喷发物以及轨道力学等方面开展研究。如果成功取回科学样品，科技人员将对样品物理特性、化学与矿物成分等方面开展研究测定。

“我们希望通过天问二号任务实施，能够在这两类小天体的认知、起源、演化等方面取得科学研究突破。”韩思远说。

到小行星“挖土”有多难？ 微重力环境下采样无处着力

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小行星距离地球约1800万至4600万公里，311P主带彗星距离地球约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，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。

入轨精度要求有多高？ 好比从北京投篮命中上海篮筐

当日实施的发射，长征三号甲系列运载火箭首次执行地球逃逸轨道发射任务，其中颇有讲究。

记者从中国航天科技集团一院了解到，以往地球轨道范围内的发射任务，火箭分离速度为大约每秒7.9千米的第一宇宙速度，而在此次任务中，火箭分离速度需超过每秒11.2千米的第二宇宙速度。在综合考量火箭运载能力、履约能力和可靠性等因素后，长征三号乙运载火箭被选为天问二号的“座驾”。

由于小行星体积小、质量小、引力弱，捕获难度大，对火箭入轨精度要求极高。发射任务中，火箭入轨速度在达到约每秒11.2千米的基础上，还要保证与设计所要求速度的偏差不能超过1米，否则可能给探测器带来百万公里级的误差。专家形容，这样的入轨精度，就好比在北京投出一个篮球，要投进位于上海的篮筐，还要保证篮球入筐时的飞行角度和速度。为此，火箭团队在采用迭代制导技术的基础上，运用了末速修正技术，在分离前实时调整火箭的速度、姿态等，确保满足入轨精度要求。



扫一扫，观看
发射现场

小行星的『身份证号』

◎本报记者 付毅飞

每颗小行星被发现时，国际天文学联合会都会给它一个临时编号，如同一个“身份证号”。其中蕴含了什么信息？

以“2016HO3”这个编号为例。“2016”指它被发现的年份。其后第一个字母表示发现月份，从26个英文字母里排除“I”和“Z”，剩下的24个字母各代表半个月。“H”在英文字母中排第8，意思是4月份下半月。第二个字母表示发现顺序，是用除“I”以外的25个英文字母，分别代表在半个月里发现的第1颗至第25颗小行星。如超过25颗，就在末尾标上倍数。“O”在排除“I”的字母表里排第14，加上25的3倍，代表89。照此推理，“2016HO3”的意思就是在2016年4月下半月发现的第89颗小行星。

当小行星的轨道经过长期观测计算，其小行星身份得到确认后，国际天文学联合会还会给它一个永久编号，也就是顺序号。“2016HO3”的永久编号是“469219”。

此外，小行星的发现者也有小行星的提名权。用来给小行星命名的，早期有罗马和希腊神话中的女神名字，后来命名范围被扩大到人名、地名、花名以及机构的首字母缩写等。1928年，天文学家张钰哲发现第1125号小行星，这是第一颗由中国人发现的小行星，被命名为“中华”。为纪念张钰哲在天文学上的贡献，1978年，国际小行星中心将第2051号小行星定名为“张”（Chang）。我国小行星命名工作由中国科学院紫金山天文台、国家天文台等单位主导，名称涉及历史人物、现代科学家、地名、神话、重大事件等。

人类“拜访”过这些小行星

◎本报记者 付毅飞

早期，天文学家只能用望远镜对小行星进行观测，但即使用最大的望远镜，也只能观测到针尖大小的光点。

随着航天技术发展，科学家在利用空间探测器开展行星探测任务时，有时会让探测器在路过小行星时“搂草打兔子”，顺道拍几张照片。1991年10月，美国伽利略号木星探测器飞掠盖斯普拉小行星，第一次拍回小行星的特写镜头。2012年12月，我国嫦娥二号也在实施拓展任务过程中，与图塔蒂斯小行星擦身而过，并对其进行了光学成像。这是国际上首次实现对图塔蒂斯的近距离探测。

不过，无论是天文观测还是掠过式探测，都存在距离远、时间短、分辨率低等不足。上世纪90年代以来，专

用小行星探测器相继亮相。

1996年2月，美国尼尔号小行星探测器发射升空。它的主要目标是获取第433号小行星——爱神星的物理和地质特性，确认其矿物组成和元素成分。

2000年2月，尼尔号进入环绕小行星运行轨道。此后3个月里，它逐渐靠近爱神星，通过搭载的6台仪器，获取爱神星的尺寸、质量、密度、磁场、岩石成分以及元素组成等情况。2001年2月12日，尼尔号降落在爱神星表面，成为世界上首个在小行星表面着陆的探测器。

2003年5月9日，日本发射该国首个小行星探测器——隼鸟号，飞向位于地球和火星之间的丝川小行星。隼鸟号共采集了约1500颗微粒样品，总质量约0.0018克。

在火星与木星之间的小行星带里，有两颗著名小行星：灶神星和谷神

星（国际天文学联合会2006年提出新定义，将谷神星升格为矮行星）。它们都形成于太阳系早期，并且因为木星引力作用而演化迟缓。灶神星是与地球类似的岩状天体，谷神星则是典型的冰雪天体，这样两个极不相同的天体竟能同处一个小行星带，令科学家充满好奇。

2007年9月27日，美国黎明号小行星探测器升空，开始了环绕灶神星和谷神星的探测之旅。经过近4年漫长旅行，黎明号于2011年7月飞抵灶神星，围绕它运行了14个月，采集了数据和图像。2015年3月，黎明号进入谷神星轨道，在这里完成了全部使命，直至2018年其燃料耗尽，与地球失去联系。

近20年，国际上还发射了隼鸟2号等多个小行星探测器，探测方式包括伴飞、附着、取样返回、撞击等多种形式。