



今晨发射成功 天问二号

一文读懂

取样十年「征程」面临哪些难关？ 天问二号「追星」为啥选中它俩？

今天凌晨1时31分，西昌卫星发射中心，长征三号乙运载火箭托举行星探测工程天问二号探测器直冲霄汉。

问天求索，我国首次小行星探测与采样返回之旅正式启程！

天问二号任务设计周期为10年左右，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。这是继探月、探火后，中国人在浩瀚星宇的又一次重要探索之旅。

茫茫星海，为何选择“追”这两颗星？它们有什么特别之处？天问二号又会面临怎样的难关？

约定十年为期实现“一箭双雕”

天问二号任务实施周期长，风险难度大，后续还将经历十余个飞行阶段。在完成小行星采样任务后，天问二号返回舱预计于2027年底着陆地球并完成回收；此后，主探测器将按计划继续飞行，前往主带彗星311P开展后续探测。为什么选定这两个星体作为探测目标？它们有何特殊之处？

2016年，美国夏威夷的泛星计划巡天望远镜首次在浩瀚星空中捕捉到了2016HO3的踪迹，这颗小行星也由此得名——2016代表发现的年份，HO3则表示小行星在4月下旬被发现的顺序编号。后来，这颗小行星还被赋予了一个浪漫的夏威夷名字：Kamo'oalewa，意为“振荡的天体碎片”。

上海天文馆副研究馆员、上海市天文学会副理事长施韡介绍，2016HO3小行星是人类发现的第一颗地球准卫星，但它并不是地球的天然卫星，而是一颗参数与地球比较接近的小行星，从地球看它仿佛在绕着地球转圈。

“科学家怀疑它是从月球上撞出来的碎片，如果能顺利获取2016HO3的样品，那么和月球样品做一下比较，就有望解开它的身世之谜，看看它是不是月球的‘亲戚’。”施韡解释，“如果说它跟月球样品差异很大，那就要怀疑其他起源的可能性了。所以2016HO3身上或许藏着月球形成之谜以及轨道演化历史等科学问题。”

而311P在2013年被发现，是人类确认的第七颗主带彗星，身处火星与木星之间的小行星带。传统理论认为，彗星来自太阳系边缘，包含着大量冰物质。当它们靠近太阳时，内部冰物质受热蒸发，会形成壮丽的彗尾。但311P“定居”的小行星带很靠近太阳，被普遍认为难以保留水冰等挥发性物质。主带彗星打破了天文学家的固有认知。

“对311P开展探测，有助于了解小天体的物质组成结构，还有太阳系物质分布和演化历史等问题。”施韡称。

寄望“走钢丝”新技术带回惊喜

月球是地球的卫星，距离地球大约38万公里，而小行星2016HO3即便是距离地球最近的时候，也相当于地月距离的30—40倍。而主带彗星311P的位置则更加遥远。对如此遥远的星体进行伴飞，还要对小行星进行取样返回，天问二号会面临怎样的困难？

在天问二号之前，日本“隼鸟号”“隼鸟2号”，美国“奥西里斯王号”都曾执行过小行星采样任务，那天问二号会有何不同呢？据了解，日美探测器采用的“触即走”模式，本质是“擦边球式采样”。天问二号将开创性地采用三种不同的采样方式：触即采样、悬停采样、附着采样——后两者都是国际上没有先例的。这样“走钢丝”般的新技术能提高采样成功的可能性，三种采样方式“总有一款适合”，也有

望采集到不同类型样品，如星壤、砾石、石块等。

“采样难度非常大。”施韡表示，“小行星质量很小，引力非常微弱，着陆（附着）时稍有不慎就会弹飞；此外，小行星布满碎石，能落脚的地方不多；加之人类对2016HO3的情况知之甚少，需要等探测器抵近观察后制定具体方案。”

据称，天问二号预计将采集超过100克样品。值得一提的是，“回家”之旅中，天问二号的返回舱将以12千米/秒（超第二宇宙速度）再入大气层，承受315焦耳/平方米的极端高温。相比之下，嫦娥五号的再入速度为11千米/秒，且采用“弹道—升力式”减速，而天问二号只能依赖“纯弹道式硬扛”——这种“暴力美学”背后，是我国在超高温材料和气动设计上的突破。

巧择“金牌火箭”托举问天之梦

此次，天问二号从西昌卫星发射中心踏上“问天”之旅，选择的火箭是长征三号乙运载火箭。

据介绍，长征三号乙运载火箭是一款“金牌火箭”——它是我国唯一一款执行过超百次发射任务的火箭，不仅发射过北斗、嫦娥，还发射过像风云、天链等卫星。

长三乙是长征三系列火箭三兄弟里面力气最大的。它的地球同步转移轨道运载能力达到5.55吨，这个运载能力和天问二号探测器（重2.6吨）的质量要求更为贴合，所以性价比高也就让它成为这次任务的不二之选。

“小行星本身的体积小、质量小、引力弱，捕获难度大，对火箭的入轨精度要求极高。这次火箭入轨速度达到11.2千米/秒，同时偏差不能超过1米/

秒，难度系数是极大的。这也是选择长征三号乙这款‘金牌火箭’的一个重要原因。”施韡解释。

深空探测是全球科技竞争的制高点。2021年，天问一号成功落火，我国通过一次发射，实现火星环绕、着陆、巡视探测三大任务，在世界航天史上尚属首次。根据计划，在今年发射天问二号之后，中国还将在2028年前后及2030年前后陆续发射天问三号、天问四号。其中天问三号作为中国第二次火星探测任务，确立生命痕迹探寻为第一科学目标，将突破火面采样、火面起飞上升、环火交会和行星保护等关键技术，挑战将火星样品带回地球；天问四号则将对木星和木星的卫星进行研究，对木星空间和内部结构进行探测。

星际征途「一线牵」

为天问二号保驾护航 上海天文台新建望远镜

端午来临之际，中国人再次向浩瀚宇宙发出“天问”。

今天1时31分，长征三号乙运载火箭在西昌卫星发射中心点火起飞，随后将行星探测工程天问二号探测器送入预定轨道，发射任务取得圆满成功，我国首次小行星探测与采样返回之旅顺利迈出第一步。

记者上午了解到，中国科学院上海天文台的相关成果助力天问二号探测器的研制及任务期间的测定轨工作。

“天问二号”任务周期长达约10年，远离地球5亿公里，后续还将经历十余个飞行阶段。面临信号极其微弱、飞行控制过程复杂、测定轨精度要求高等挑战。

在跨越亿万公里的星际征途中，精准导航决定了成败。VLBI（甚长基线干涉网）就像一组精准感受风筝方位的“智能牵线”——即使风筝飞入云端看不见，也能通过多根“线”（望远镜）的协同感知，精确算出它的位置和轨迹。

上海天文台已经深耕VLBI测定轨技术二十年，VLBI测定轨团队全面掌握了河外星系射电源与深空探测器的VLBI观测数据处理技术以及深空探测器的测定轨技术，形成了一整套拥有完全自主知识产权的关键技术。

本次任务中，上海天文台VLBI测轨分系统将首次使用长白山（长白站）和日喀则（珠峰站）两个新建40米望远镜执行任务，与现有的上海天马（65米）和新疆乌鲁木齐（26米）观测站联合观测，并经过升级后的上海VLBI中心共同构成了新的“四站一中心”VLBI测轨网络。

科研人员介绍，与之前的探月和深空探测任务相比，“天问二号”任务VLBI测轨分系统面临着新的技术难点——一是探测器飞行时间更长，信号更加微弱；二是飞行控制复杂，测定轨难度大。

为此，上海天文台VLBI测定轨团队展开了包括小行星弱引力场下的轨道确定技术和相位参考VLBI观测和数据预处理技术研究及相关软件的研发。VLBI分系统将首次以总体计划模式控制观测和数据处理，提高数据处理的灵活性和多任务处理能力。

记者获悉，本次任务将实现VLBI技术在我国首次小行星探测高精度测定轨中的应用，进一步扩展VLBI技术在我国深空探测中的应用。

本报记者 郜阳

■ 今天凌晨1时31分，长征三号乙运载火箭在西昌卫星发射中心成功将行星探测工程天问二号探测器发射升空

新华社记者 才扬 摄