

天问二号十年之旅将带回什么

2025年5月29日1时31分,长征三号乙遥一〇运载火箭托举天问二号探测器,从文昌卫星发射中心直上苍穹。探测器精准进入预定轨道,开启了为期十年的科学探索征程。天问二号的十年太空之旅会带回什么?探索太阳系小天体又将我国的深空探测打下哪些科学基础?今天我们就来谈一谈。



天问二号发射瞬间

十年科考两颗太阳系小天体

天问二号任务并不是继天问一号之后的第二次火星探测任务,而是中国行星探测工程的重要组成部分。该任务计划通过单次发射,实现对近地小行星2016 HO3、主带彗星311P/PanSTARRS(以下简称311P)这两颗太阳系小天体的科学探测。概括来说,这次行程是“一次往返加一次单程”。

天问二号发射入轨后,先用一年时间飞往第一个目标:近地小行星2016 HO3。这颗小行星围绕太阳的公转周期是365.77天,与地球的365.25天很接近。在高速公路上很难甩掉开得一样快的车,在太阳系里也是如此。所以,近地小行星2016 HO3在今后300年内都会一直和地球保持着38到100个地月距离,不即不离地跟着地球转。

天问二号到达近地小行星2016 HO3后,会以大约20公里的距离伴飞一年。在此期间,按照“边飞边探,逐步逼近”的原则,它一边执行近距离探测任务,一边选取合适的着陆取样点。之后,探测器会从3公里远的停泊点逐渐落到小行星表面,采集100克以上的小行星样品。接下来,探测器回到停泊点,再用半年多时间返回地球。

不过,这次返回是“过家门而不入”:天问二号会放下一位“乘客”——小行星样品返回舱,由地面科研人员接手,而探测器主体则利用地球的引力加速,并在离子电推进系统的驱动下,迅速赶往下一个目的地,即主带彗星311P。这段旅程十分漫长,探测器大约需要飞行7年才能到达,随后在距离目标20公里处伴飞并开展近距离科学探测,直至任务结束。

主带彗星311P距离太阳约3.3亿公里,处于火星与木星轨道之间的小行星密集区域(即“主带”)里。2013年,科学家发现这颗小天体有着6条彗星一样的尾巴,引发了许多有趣的问题。比如,这颗小天体是主带的原住民还是外来户?如果它“生于斯,长于斯”,那么可挥发物质是如何在离太阳这么近的地方幸存至今的?形成地球原始海洋的水有没有主带小行星的一份功劳?可以说,科学家对主带彗星311P的探测结果寄予厚望。

地球上的进一步观测已表明,主带彗星311P可能还有一颗卫星,这一发现为天问二号的探测任务提供了额外的研究价值,也带来了更多技术挑战。

小天体研究方向喜忧参半

天问二号的两个探测目标都是太阳系小天体,而小天体的探测研究可以归为两个方面:一是太阳系的起源和演化,二是小天体对地球的影响。

在太阳系起源和演化领域,小天体一直是重要研究对象。

小天体是太阳系中最早形成的天体之一,它们各自围绕太阳“索然无趣”地运行了几十亿年。在小天体对地球的影响方面,有一喜一忧两个研究方向。

喜乐方向的研究是:地球形成之初是个炽热干燥的岩质星球,原始海洋的水很可能是由大量含水小天体撞击带来的,为地球上的生命化育提供了关键条件。国际上现有对陨石和小行星样品的研究也发现了多种多样的有机物,包括芳烃、羧酸、磺酸、富勒烯、脂肪烃、嘌呤、嘧啶以及几十种氨基酸等,为地球生命起源提供了新思路。

而忧患方向的研究是:小行星撞击事件给地球生命带来的灾祸。著名的恐龙灭绝事件自不待言,上世纪初的通告大爆炸是科学昌明时代的第一声警钟,就连今年年初的小行星2024 YR4撞击地球概率事件也把大家吓了一跳。小天体的运行轨道很容易受到各种因素影响,除了其他天体施加的引力扰动之外,自身的形状、密度、物质分布、自转速率、转轴朝向、表面温度变化等都是改变其运行轨道的因素。认识这些因素是预测、应对小天体撞击风险的基础。

此次,天问二号配置了10台科学载荷与1台搭载载荷,由表及里对两个小天体进行全方位的考察。这些载荷主要有以下考察内容和科学目的。

1. 小天体的“长相”中视场彩色相机、窄视场导航敏感器与激光一体化导航敏感器开展小天体形貌研究和轨道动力学研究,包括测量小天体与探测器之间的相对轨道、构建精细三维立体模型和取样区的局部地形数据、测量小天体的形状大小和自转参数等基本物理特性。

2. 小天体的“体格”热辐射光谱仪、可见红外成像光谱仪与多光谱相机从多个波段建立小天体的表面温度分布图和热惯量分布图,采集表面光谱数据,用于研究小天体的物质成分,参与这方面研究的还有一台旋转衍射高光谱相机(搭载载荷)。此外,探测雷达用来摸清小天体表层和次表层的分层结构,开展小天体内部结构研究。

3. 小天体的“生活”条件 这一任务兵分多路:磁强计采集剩磁、磁化强度和带电特性等信息;带电粒子与中性粒子分析仪测量太阳风通量分布、温度、密

度、速度等参数,以及主带彗星附近的中性气体成分与密度分布;喷发物分析仪测量尘埃粒子的物理特性、成分、含量和空间分布特征,用于研究小天体的空间环境和可能存在的喷发物质。

构建太阳系探测的基本工程能力

天问二号是我国开展的首次小行星探测任务,并且目标一上来就是两个知之甚少的天体,这在国际上能够借鉴的经验很有限,存在着诸多挑战。

两个天体不但未知因素很多,而且距离较远,存在较大的通信延迟。从地球发往近地小行星2016 HO3的信号至少要走50秒,而发往主带彗星311P的信号至少要走8分钟。所以,探测器必须灵活健壮,具有迅速的自主决策能力和对各种处境的强大适应能力,能够应对突发的各种未知情况。为了抵达主带彗星311P,天问二号需在太阳风和宇宙线肆虐的行星际空间长期飞行,这对探测器的可靠性也是个巨大的考验。

天问二号探测任务越过了火星轨道,目标遥远并且尺度极小,对测控和导航精度提出了前所未有的要求。为了服务天问二号,我国升级了在探月工程中天问一号任务中屡建奇功的甚长基线干涉测量(VLBI)网络,在日喀则和长白山启动了两座新的40米射电望远镜,使我国的VLBI网络从“四站一中心”升级到“六站一中心”,等效口径从3200公里扩至3800公里,在X波段的分辨率提高了18%,测角能力优于2毫角秒(好比在北京察觉到广州的一只猫动了耳朵),为我国深空探测提供了更强的助力。

天问二号的小行星样品返回舱也暗藏玄机。它与主探测器分离后,将以每秒12公里的速度弹道式再入大气层,这是我国首次超第二宇宙速度地球再入,届时返回舱将承受每平方米12兆瓦的最大热流,并在约2倍音速下开伞,这对返回舱的隔热、结构强度以及气动过程稳定性等方面的要求均远超以往任务。

我国行星探测工程的总体目标是要在2030年前后构建起太阳系探测的基本工程能力,带动行星科学的发展进步。作为我国行星探测工程的重要组成部分,天问二号任务是对太阳系的又一次勇敢探索,必将系统促进行星科学基础研究,推动深空探测技术的突破。

据北京日报(作者为中国科普作家协会会员)

“陆地植物起源于奥陶纪轮藻门”? 关键化石证据有了

记者日前从西北大学获悉,该校地质学系副教授刘丽静团队在塔里木盆地和鄂尔多斯盆地的奥陶纪海相地层中,发现了距今约4.5亿年的轮藻门化石,这是目前全球已知最古老的轮藻化石记录。这一发现将轮藻门化石的地质记录从晚志留世提前到晚奥陶世,将其起源时间向前推进了约2800万年,为“陆地植物起源于奥陶纪轮藻门”的推论提供了关键性化石证据。相关成果发表在国际期刊《自然·植物》。

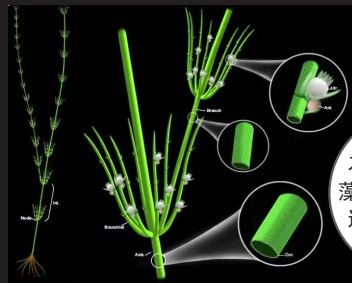
陆地植物(又称有胚植物)的起源影响了地球生物圈、岩石圈和大气圈,极大地改变了地球表面环境,是地球演化历史上重要的生物演化事件。基于形态、解

剖、生理和基因特征的研究认识,植物学界形成了一个共识性的假说:陆地植物起源于陆地淡水藻类轮藻门(广义,又称为铤形藻类)。

最新的分子钟研究认为,陆地植物是在寒武纪早期——早奥陶世期间起源于轮藻门。但是,目前最早的陆地植物化石一般认为是中奥陶世达瑞威尔期出现的有规则四分体结构的隐孢子。此前最确切最古老的轮藻门化石记录来自晚志留世陆相地层的轮藻化石。晚志留世之前轮藻门化石记录的缺乏,阻碍了人们对陆地植物是否在奥陶纪期间从轮藻门演化而来的认识。

刘丽静团队首次发现了来自塔里木盆地晚奥陶世早期(凯迪早期)以及鄂尔多斯盆地晚奥陶世早期(凯迪中期)海相碳酸盐岩地层中的海生轮藻钙质叶状体化石。让人惊讶的是,此次在塔里木盆地发现的轮藻纲叶状体关键特征的正模标本,化石保存状态堪称奇迹,主轴上有轮生小枝,且有节与节间分化,节间上覆盖有纵向排列的皮层细胞,小枝也具有皮层细胞。“正因如此,我们团队将它命名为‘奇迹塔里木轮藻’。”刘丽静说。

相关发现首次揭示了在晚奥陶世凯迪早期之前已经出现了从轮藻门向陆地植物进化过程中关键的形态创新(如多细胞



基于化石和现代轮藻纲构建的奇迹塔里木轮藻复原图

分枝、卵式生殖等),为陆地植物起源提供了关键化石证据。

此前,轮藻化石一直是中生代以来湖相地层划分和对比重要的依据,且现生轮藻纲一般生长在淡水或微咸水,因此,一般认为,轮藻化石来自陆地湖泊河流相环境。奇迹塔里木轮藻的发现改变了上述固有认知,表明轮藻纲中的某些分子在晚奥陶世可以完全适应海洋环境。

据光明日报