

续还有小行星接近段、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,全程总计 13 个飞行阶段。

“与天问一号任务不同,天问二号目的地的许多信息,对人类来说还是未知状态。”陶建中向《新民周刊》记者表示。与火星相比,小行星的体积小得多,目前人类观测到的信息相当有限。尤其是这次要采样返回的目标星 2016HO3,表面物理特性和星体结构都还是未知。比如,它的内部结构如何,是一体化的石块,还是松散的碎石堆结构?这些还不确定。

所以天问二号无法像“大哥”天问一号一样预先设定好着陆点和着陆方法,只有在近距离探测段确认相关信息后,再选择最合适的方案。

天问二号搭载有可见光红外成像光谱仪、多光谱相机、中视场彩色相机、探测雷达等多台设备,能够全面探测小行星的内部结构和表面形貌,为采样实施提供数据支撑。

陶建中说,天问二号之前,日本、美国已实现小行星采样返回,但此前的小行星探测任务目标的大小尺度都在百米以上。而 2016HO3 的直径为 36 至 60 米,大小仅与一栋十几层的高层住宅



上图:天问二号任务轨迹。

相当,引力十分微弱;同时,它又有着极高的自转速度,仅 28 分钟就自转一周,像是一个被快鞭抽打的宇宙陀螺。

这导致采样器附着和稳定停留都极为困难。天问二号针对这一情况全新研发了“多臂协作式小天体附着取样机器人”,将依据抵近探测结果,在“悬停、触碰、附着”三种采样方式中择优实现。

时间和距离带来的挑战也不可忽视。最高数亿公里的遥远距离带来了通信时间延迟的增长,10 年的任务时长要求各系统器件更高的可靠性。为此,天问二号采用离子电推进系统,持久耐耗支持精细操作;中国最新启用的日喀则和长白山 40 米射电望远镜提升了航天测控能力。

据中国航天局发布的公开消息:天问二号任务的工程目标,一是突破弱引力天体表面取样、高精度相对自主导航与控制、小推力转移轨道设计等一系列关键

技术,二是为小行星起源及演化等前沿科学研究提供探测数据和珍贵样品。

这次任务的科学目标则聚焦于测定小行星和主带彗星的多项物理参数,开展轨道动力学研究;研究目标的形貌、物质组分、内部结构以及可能的喷发物;开展样品的实验室分析研究,测定样品物理性质、化学与矿物成分、同位素组成和结构构造,进行小行星和太阳系早期的形成与演化研究。

开放的“天问”之路

除了开展研究,获取对我们生存的宇宙的更多了解外,人类探测小行星的重要目的之一是对其进行防御。2025 年 2 月,国家国防科技工业局公开招聘“行星防御岗”引起广泛关注,这让人们对其的感知从科幻文艺作品转移到了现实。在此之前的 2022 年 4