

# 嫦娥七号预计2026年前后发射

## 已开展研制第一台在月球“打砖”的机器

嫦娥七号  
预计在  
2026年前后发射

嫦娥八号  
预计在  
2028年前后发射

4月1日,“九天揽月——中国探月工程20年”展览在中国国家博物馆启幕,月球正、背面样品全球首次同时展出,引发公众关注。

探月工程20年来实现了哪些重要突破?未来探月工程还有哪些亮点?新华社记者展览首日采访了中国工程院院士、中国探月工程总设计师吴伟仁。

据新华社

### 月球正面、背面样品首次同台

问:本次展览中,您印象最深的是哪件展品?

答:展览中让我最有感触的是看到嫦娥五号和嫦娥六号采集的月球样品首次同时展出。这是人类历史上第一次可同时近距离对比观看月球正面和背面样品,也是中国探月工程的重要成果之一。

嫦娥五号的月壤来自月球正面的“风暴洋”,这里的岩石形成于约20亿年前,是迄今为止人类获取的“最年轻”的月球样本。而嫦娥六号的样品来自月球背面南极-艾特肯盆地内的阿波罗撞击坑,这是月球最大最深“最古老”的撞击坑,能够追溯月球45亿年的演化史,为地球早期生命的起源提供线索。

当前,针对正背面样品开展的研究已获得一系列原创性科学成果,为人类拓展认知作出了中国贡献,例如发现了月球第六种新矿物“嫦娥石”等。

### 月球探测水平与能力实现历史性跨越

问:怎样评价我国探月工程的综合实力?

答:我国月球探测起步晚、起点高;实施次数少、成功率高;经费投入少、效益产出多。20年来的工程实践圆满完成“绕、落、回”三步走规划,创造了多个“世界首次”,取得了举世瞩目的成就。

其中,嫦娥四号实现人类探测器首次月球背面软着陆,揭开了月背的神秘面纱;嫦娥五号首次实现我国地外天体采样返回,并首次在月球表面展示国旗;嫦娥六号实现了人类首次月球背面采样返回;鹊桥号中继星实现全球首次月球背面的中继通信,解决了月背与地球通信的世界级难题。

这些成就不仅填补了人类探索月球的历史空白,也代表我国实施探月工程20年来,月球探测水平与能力实现了从跟跑到并跑再到部分领跑的历史性跨越。

### 探月工程20年取得系统性成果

问:探月工程20年收获的经验是什么?

答:我们在科学发现、技术

创新、工程实施、产业带动、国际合作等多方面取得了系统性成果。

在科学发现方面,获得了大量宝贵的月球地质、环境、地貌等原始科学数据,形成了一批月球新元素、新矿物、新现象等一系列原创科学发现,拓宽了人类对月球的认知,使我国月球科学研究水平迈入世界前列。

在技术创新方面,突破了一系列关键技术,在电子、材料等相关领域达到国际先进水平,实现我国空间技术能力重大跨越、核心技术自主可控,推动我国高水平科技自立自强。

### 走出一条高质量、高效益的探月之路

问:您怎样评价我们的探月之路?

答:我们走出了一条属于中国人自己的高质量、高效益月球探测之路,重点在实现了“三不一超”——

一是“指标不降”,探月工程实施20年来,突破一批卡脖子的核心关键技术,技术指标始终不降,充分体现高水平科技自立自强。

二是“经费不超”,坚持“花小钱办大事”,通过建立一个长远的统筹规划方案,如嫦娥六号复用五号备份星,实现成本效益最大化。

三是“进度不拖”,用20年走完了发达国家半个世纪的路,如期圆满完成对月球的环绕、着陆和巡视探测。

四是“超额完成任务”,如嫦娥二号实现“一探三”的多目标探测,“玉兔号”月球车成为月球上存活最久的人类探测器,远超预期使用寿命。

### 深空探索永无止境

问:未来中国探月还有哪些新看点?

答:我们在月球探测方面还将发射嫦娥七号、嫦娥八号。其中,嫦娥七号预计在2026年前后发射,将对月球南极环境和冰水冰资源进行勘察探测;嫦娥八号预计在2028年前后发射,将开展月面科学试验和资源开发利用技术验证。

当前,已开展研制第一台在月球“打砖”的机器。它可以把太阳能聚集起来工作,产生1400至1500度的高温把月壤熔融。这样可以“就地取材”,通过3D打印技术将月壤“打印”成不同规格的“月壤砖”,并用于未来建造月球科研站。

## 空间站如何应对空间碎片撞击

近年来,随着各国低轨卫星互联网的建设,导致近地轨道空间碎片数量大幅增加,存在空间碎片碰撞空间站的风险。在历次飞行任务出舱活动中,航天员也开展过多次空间站碎片防护相关操作。

空间站应该如何应对对空间碎片的撞击?空间站对碎片威胁采取躲防结合的对策:对可观测、跟踪并预报的碎片,尽可能提前变轨规避;同时加强自身防护措施,对不可观测的碎片具备一定的防护能力。

### 可见可测的碎片——规避

尺寸较大、可观测的碎片,大多外形不规则且姿态失控,对其进行轨道测定和外推存在较大误差,外推时间越长误差越大。进行碎片撞击预警时必须考虑这些误差因素,预判尽可能准确以免动辄虚警,还要尽可能早地得到足够精度的判定,给空间站执行变轨规避留出时间,因此判定方法需简单方便。工程上常用的方法有两种:

#### ●Box区域判定

碎片的测轨、定轨和轨道预报都存在误差,根据误差大小选择适当尺度的Box区域作为判定依据。具体地说,就是在空间站周围定义一大一小两个长方体空间,大的作为预警区域,小的作为规避区域。

当预报结果表明碎片将进入预警区域时,发出警报,空间站进行变轨准备,地面密切跟踪该碎片并根据新测定的数据持续外推碎片轨道。后续预报如果表明碎片不再进入预警区域,则警报解除;若在预期交会时刻足够近(例如空间站实施一次变轨所需时间)时预报结果显示碎片仍将进入碰撞区域,则决策空间站变轨规避。

#### ●碰撞概率判定

将测、定轨和预报误差按概率定义,则可以得到碰撞发生概率。Box区域法只以交会距离作为判据,而碰撞概率分析包含了轨道相对关系、定位和预报误差模型的因素,对Box区域判断形成有益的补充。在选择适当概率阈值的情况下,可以进行综合判断。

特别注意的是,规避方案需要保证空间站实施轨道机动后,在新的轨道上不会与其他碎片发生碰撞。因此,在进行碰撞预警的同时要制定空间站变轨方案,并且要对轨控后的新轨道进行仿真,分析是否有其他碎片产生新的碰撞风险。如果有,则需调整变轨方案,直到选出短期内无碰撞风险的新轨道作为轨控目标。

### “看不见”的碎片——防护

以目前大多数国家对空间碎片的观测和跟踪能力,小于10cm尺度的碎片很难被有效观测、稳定跟踪,只能根据空间碎片环境模型进行估计和开展数值模拟。无法观测跟踪,也就无法对这些碎片可能造成的撞击进行预警,空间站要时刻准备着被这类碎片撞击。

为应对不可避免的碰撞,空间站在设计时也需要通过多种方式对关键部位进行防护。保证人员安全总是第一位的,因此密封舱是最关键的保护区域,其次是关键设备,如推进贮箱、管路、重要电子设备、主干电缆、电源驱动机构等。无论哪个部位被碎片击中,防护结构都应尽量减小撞击对空间站的损害。

#### ●专用防护结构研制:从材料级到部件级

从材料级到部件级,长期飞行的载人航天器都在碎片防护上做了相应的设计和评估。为了在获得有效防护的同时尽可能减轻防护结构的重量,空间站专门设计了高效率的防护结构,结合飞行器需求优化防护结构并筛选了防护区域。

#### ●整体防护设计:从系统级到任务级

装上防护结构的“盔甲”,航天器就部分具备与碎片正面较量的能力了。但空间站有些关键部位无法防护甚至无法局部维修,如大型太阳翼的远端;某些设备设施太重要,即便被碎片击坏的概率很小也“赌”不起,如供电主母线短路以及各种气液泄漏。这些情况都需要系统设计从源头消解风险。

#### ●防护评估与验证:麻绳易从细处断

空间站的设计状态确定后需开展仿真评估,得到特定时间段内组合体被碎片击穿/击坏的概率,进而从高概率部位识别出防护薄弱环节并研究对策。

#### ●及时维修补强:人在现场的优势

人在太空现场,是载人航天独有的优势。如果碎片撞击对空间站产生损伤,航天员可以设法对受损设备进行维修,并在长期飞行中持续补强防护设施。

因此,空间碎片防护一方面要加强观测能力,降低可观测的下限;另一方面要不断增强防护能力,抬高可防护的上限。上下努力压缩残余风险对应的“中间尺寸”,直至观测和防护能力衔接。

来源:中国载人航天

