



十三届全国人大四次会议
全国政协十三届四次会议

2021年3月7日 星期日

太空探索： 中国人的脚步将迈得更大更远



如果我们在月球南极建设一个科研站，可以长时间对地球进行大动态、全方位、稳定的观察，也可以在月球上开采矿物。此外还可以借助月球做跳板，前往更远的深空。

吴伟仁
全国政协常委、中国探月工程总设计师



嫦娥五号返回舱原件
在国家博物馆向公众展出

◎本报记者 付毅飞

今年除夕，来自中国航天科技集团五院的4位航天师登上了春晚舞台。在特别节目《向祖国报告》中，全国政协委员、嫦娥五号探测器系统总指挥兼总设计师杨孟飞郑重地说：“未来中国人必将探索更远的太空！”

探索太空，是航天人不断追逐的梦想。在刚刚过去的“十三五”，中国在太空探索领域取得了举世瞩目的成就。面向“十四五”，中国人探索太空的脚步，将迈向何方？

探月下一步是建立月球基地

2019年1月3日，嫦娥四号探测器在月背着陆，随后其携带的“玉兔二号”月球车开始工作。此次任务实现了人类探测器首次在月背着陆和巡视探测。

嫦娥四号任务在月背迈出的一小步，是人类历史上的一大步。当时曾有美国国家航空航天局(NASA)专家感叹：“我们再也不能说中国人只会跟着干了。”

“中国探月工程起步较晚，起点很高。”全国政协常委、中国探月工程总设计师吴伟仁表示，我国并未在国际同一水平进行简单重复，而是通过自己的独特方案实现月球探测。

2020年12月17日，嫦娥五号成功带回月球样品，为我国探月工程“绕、落、回”三步走发展规划画上句号。国家航天局副局长、探月工程副总指挥吴艳华表示，此次任务的成功实施标志着我国具备了地月往返能力，是中国航天事业发展中的里程碑。

上述两次探月任务为中国探月工程的后续发展铺平了道路。未来几年，国际上将开展多项探月计划，月球南极成为热点目标。

全国空间探测技术首席科学传播专家庞之浩说，俄罗斯计划于今年10月发射“月球

25”探测器降落于月球南极附近，测试新的着陆技术，研究月壤和月球外逸层，并寻找水的痕迹。印度也计划发射包括着陆器和月球车的“月船3号”，在月球南极实现软着陆。

庞之浩介绍，月球两极存在两种特殊区域：一是永久光照区，可以获得持续稳定的太阳能；二是永久阴影区，已有研究发现，这里可能存在大量水冰。因此月球两极是人类建设月球基地的理想场所。

我国探月四期工程或将继续探索月球南极。吴艳华曾介绍，嫦娥六号任务正在论证月球极区采样返回的相关工作。据中法两国2019年签署的月球探索计划意向书，我国或将于2023—2024年实施嫦娥六号任务。吴艳华也表示，如果“鹊桥”中继星在轨工作状态良好，也可能让嫦娥六号到月背取样，这对世界科研更有意义。

人类探月的下一步目标是建设月球基地，在月球驻扎。

庞之浩介绍，由NASA主导的“阿耳忒弥斯”计划，将于今年11月把一艘不载人的猎户座太空舱送往月球。该任务还计划2024年将宇航员送往月球，并建立常态化驻留机制，为将来载人探火铺路。

吴艳华表示，探月四期工程规划中还有嫦娥七号和八号任务。我国准备以此为契机，与有关国家、国际组织共同论证初步建设月球科研站的基本能力，或验证核心技术。

吴伟仁说，在月球南极南纬89度，可能存在连续180多天的光照。“如果在月球南极建设一个科研站，可以长时间对地球进行大动态、全方位、稳定的观察，也可以在月球上开采矿物。此外还可以借助月球做跳板，前往更远的深空。”他说。

对于中国载人登月规划，吴艳华说，嫦娥五号任务中开展的月面起飞、轨道交会对接、再入返回等，都是未来载人登月返回的必要技术。这些技术验证也是为未来载人登月打基础。我国近地轨道的空间站建成后，将规

划论证是否实施载人登月计划。

星际探测瞄准“勘、建、用”

如果说月球是“深空门户”，那么当人类探测器飞越月球，脱离地球引力场后，则真正进入了深空。

2020年7月23日，“天问一号”火星探测器发射升空，中国深空探测开始了新的征程。目前“天问一号”正在火星轨道上进行环绕探测。该探测器将于今年的5—6月择机着陆火星，开展后续巡视探测。

“天问一号”任务起步晚，但起点高、效率高、挑战大、创新强，将实现对火星的“绕、着、巡”探测，三步并作一步走。这将再创人类深空探测的先河。”全国政协委员、中国航天科技集团科技委主任包为民说。

“天问一号”的火星之旅并不孤独，还有2颗探测器与它“同行”。

2021年2月9日，阿联酋首个火星探测器“希望号”抵达火星。庞之浩介绍，“希望号”不会在火星表面着陆，而是在距火星表面2万至4万公里高度的轨道上环绕运行，工作至少2年，有望成为人类第一颗“火星气象卫星”。2021年2月19日，NASA发射的“毅力”号火星车到达火星，将探索火星上古生命迹象、火星地质与气候特征，还将采集火星表面的岩石土壤样本。

我国也已规划了火星采样返回任务。吴艳华此前透露，我国第二颗火星探测器将采集样本返回地球，以便科学家研究火星结构、成分和环境。

除火星探测外，未来各国还将开展以太阳、金星、木星、小行星等为目标的深空探测活动。我国也计划在2030年前实施小行星及木星探测任务。吴艳华表示，目前任务规划已基本明晰，有待国家审批。

记者了解到，我国小行星探测任务拟通过一次发射，实现1颗近地小行星采样返回和1颗主带彗星绕飞探测。探测器对近地小行星开展绕飞探测，择机附着小行星表面，采集小行星样品，返回地球附近释放返回舱，将样品送回地球；再经地球、火星借力飞行到达小行星带，对彗星开展绕飞探测。整个任务或将历时约10年，目标主要包括揭示太阳系典型小天体的特征和演化机理，探索太阳系形成早期的物质和生命信息，认知太阳风与小天体的相互作用过程等。

对于未来的星际探测，吴艳华认为主要是“勘、建、用”。“勘”即勘察月球和其他星球的环境，包括空间环境、地质环境及人类关注的各种辐射等，这是探索的最主要目的。“建”是建设，建成一定的空间基础设施。像嫦娥四号任务中的“鹊桥”卫星，就能提供持续不断的月地测控通信能力。还包括长期供水供电的能力等。“用”是利用，主要探索地外资源能不能供人类开发和利用。“我想世界各国应该是围绕这个目的开展星际探测活动。”他说。

空间站运营面临商业化问题

除了将各类探测器送上天，人类更希望亲自去太空探索。目前，中国载人航天工程已全面转入空间站在轨建造任务阶段。建造空间站，解决有较大规模的、长期有人照料的空间应用问题，是我国载人航天工程“三步走”发展战略中第三步任务目标。

2020年5月，长征五号B运载火箭首飞任务成功，空间站阶段飞行任务首战告捷。2021年至2022年，中国载人航天工程将迎来繁忙的建设工作。

中国载人航天工程办公室3月4日发布消息称，目前空间站天和核心舱和承担发射任务的长征五号B遥二运载火箭已运抵文昌航天发射场，计划今年上半年发射。执行空间站建造阶段4次载人飞行的航天员乘组已选定，今年我国将陆续实施空间站核心舱发射、货运补给、载人飞行等多次任务。根据任务安排，我国将于2022年前后完成空间站在轨建造，建成在轨稳定运行的国家太空实验室。

航天技术专家黄志澄说，未来10—20年，我国空间站的发展运营将面临商业化问题。

近年，国际空间站的经营模式出现转变。NASA于2020年11月宣布，国际空间站计划摆脱由政府主导的运营方式，逐渐向民间开放摄影、旅游产品等项目。此前，NASA还与美国太空探索技术公司签订了太空运输的商业合作协议。

对于空间站的商业化运营，黄志澄认为太空旅游是比较现实的方向之一。近日，由NASA资深人士组成的轨道组装公司宣称要在近地轨道上建造“太空旅馆”，提供人造重力环境。此外，英、美等国也有公司计划在几年内推出亚轨道太空旅游项目。

历史上，国际空间站也曾接待过数名太空游客。2009年后，私人进入太空的窗口一度关闭，但今年1月美国民营航天公司“公理空间”公布，3名富豪将于2022年启程前往国际空间站，进行为期10天的旅游。

黄志澄表示，中国空间站运营进入正常化以后，可以逐渐向个人开放。“太空产业真正要发展，一定要有所谓‘B2C’，即公共场景向个人开放。随着技术成熟、成本降低，太空旅游将迎来爆发。身体健康的普通人经过简单的培训，去太空生活几天我觉得没问题。”他说。

在长征五号B运载火箭首飞运送的我国新一代载人飞船试验船上，搭载了我国自主研发的复合材料空间3D打印机。飞行期间，该设备完成了我国首次太空3D打印试验，同时也是全球首次实现连续碳纤维增强复合材料的太空3D打印。

黄志澄说，太空制造是空间站商业化运营的另一方向，太空中的微重力环境，会为3D打印提供很好的空间条件。

姜杰委员： 建设空间站，长征火箭面临新挑战

代表委员划重点

◎本报记者 付毅飞

“十四五”期间中国航天的重头戏，无疑是空间站建设任务。承担着相关发射任务的长征系列运载火箭面临新的挑战。

全国政协委员、中国航天科技集团一院运载火箭专家姜杰介绍，建造中国空间站需要长征系列火箭首次进行组合式发射。

与普通航天任务不同，空间站建设工程更为复杂、庞大，包括多次交会对接任务，这就要求火箭必须实现“零窗口”发射，在计算好的发射时间点点火升空。

“这对于新一代运载火箭长征五号B和长征七号来说，是一项不小的挑战。”姜杰说，“这2型火箭都是低温动力的运载火箭，其特性要求火箭动力系统、控制系统等分系统的射前工作准备要非常可靠，在发射窗口之前不能出现任何差错，从而确保火箭能按时发射。”

面对挑战，长征火箭准备好了吗？

对于今年实施的载人空间站核心舱发射任务是长征五号B运载火箭的首次应用性发射。本次任务是开展载人空间站关键技术验证阶段工作的基础，也是开展空间站建造的关键，直接影响后续货运飞船及载人飞船发射任务，意义重大。

“长征五号B为一级半火箭，是目前世界在役火箭中唯一一级半直接入轨的火箭，系统简洁、固有可靠性高，研制攻克了大推力直接入轨精度控制技术难题，满足了有效载荷的高精度入轨要求。”姜杰说。

该型火箭采用了国内规模最大的整流罩，在研制中攻克了大整流罩分离控制技术，以满足空间站舱段发射任务要求。

同时姜杰透露，长征五号B运载火箭已突破“零窗口”发射技术，为后续开展空间站建造提供了窗口技术基础。

根据我国空间站建设计划，将用长征七号遥三运载火箭发射天舟二号货运飞船，实现与核心舱的在轨交会对接。“零窗口”发射



中国航天科技集团一院供图

技术成为完成该任务的重要条件。

由于新一代运载火箭采用低温燃料，发射前流程复杂，只要一个环节出问题，就会导致错过发射窗口。

姜杰说，长征七号遥三运载火箭首次采用了卫星导航授时自主修正起飞时间的方法，将载人航天交会对接任务“零窗口”发射要求拓展为“窄窗口”，在确保入轨精度的前提下，提高了火箭发射任务的适应能力。

记者从中国航天科技集团一院获悉，2021—2023年，长征二号F运载火箭计划完成一系列发射任务，发射密度前所未有。今年将有3枚长征二号F运载火箭进场，其中2枚发射、1枚值班。

姜杰说，执行应急值班的长征二号F运载火箭，在出现紧急情况时，可以第一时间执行空间站救援任务，保障航天员安全。同时为适应并满足后续任务需求，研制团队不断对长征二号F运载火箭进行适应性改进，涉及可靠性提升的技术状态更改达70余项。“该型火箭的飞行可靠性由原来的0.97提升至0.98，逃逸系统也得到了适应性改进。”她说。

姜杰透露，“十四五”期间我国还将持续推进新一代载人运载火箭和重型运载火箭的研制，突破现有火箭的箭体尺寸以及发动机推力，以支撑后续更远距离的深空探测。这2型火箭的成功研制，将大幅提升我国航天器进入外太空的能力。

月基对地观测系统 对地球进行宏观研究的新手段

黑科技

◎本报记者 陈瑜

“我国的月球探测计划取得了巨大成就，这为月基对地观测奠定了坚实的基础。”全国政协委员、中科院院士郭华东在接受科技日报记者采访时表示，把月球作为平台开展对地观测有望变为现实。

我国近年来发射了系列对地观测卫星，基本建成相对稳定的对地观测体系。对地观测卫星主要分为两类：一类为气象卫星、海洋卫星、资源卫星、环境卫星等应用卫星；另一类为服务于地球系统科学研究的科学卫星。经过半个多世纪的发展，国内外对地观测技术和应用取得了极大成功。

在郭华东看来，虽然目前星载一机载一地面观测平台可观测地球大气、陆地和海洋现象，但如何保证在全球尺度上的时间一致性和空间连续性观测依然面临重大挑战，因此还需提高大尺度对地观测能力，开拓新的对地观测平台。

2008年，郭华东提出建立面向地球科学研究月基对地观测系统。2015年，“地球宏观科学现象的月基观测研究”获国家自然科学基金委重大项目支持，郭华东及其团队这些年正在持续开展月基对地观测科学问题和科学目标的研究。

“月球是一个长期运转的稳定平台，与人工卫星相比，月基对地观测具有观测长期一致性、整体性、稳定性及对一些现象观测唯一性的优势，有可能真正实现从地球系统科学角度，对地球多圈层相互耦合的关键科

学问题给出新的解答。”长期从事空间对地观测研究的郭华东认为，“月球正面的一个观测台站只需要很小的视场角就可以观测到地球整体现象。”

同时，月基合成孔径雷达对地观测可成为监测固体地球动态变化的有力手段。在月球平台上能放置多种传感器系统，可在同一成像条件下对从电离层到地表和次地表的地球圈层进行综合观测。月基平台的寿命是人工地球卫星不能比拟的，能够提供长期、精确校准的时间序列数据。

“月球研究”有3个重要方向：探测月球本身、月基深空探测、月基对地观测。月基对地观测是前沿创新方向，对地球系统科学研究，特别是对地球宏观科学现象的探测具有重大意义，在其他科学研究及经济建设领域具有重要价值。“近些年，郭华东在国际学术会议上介绍了这一想法，多个国家的科学家都表达了要开展月基对地观测合作的意愿。

郭华东认为，未来可能会出现这样的情景：月球基地上飘扬着各国的旗帜，不同类型的遥感仪器同时工作。从这个前所未有的角度，可以获取地球板块构造厘米、分米级的变化信息，为地震研究提供依据；可以研究东亚沙尘暴和东太平洋的厄尔尼诺现象千丝万缕的联系；可以对“三极”进行整体系统性观测，为全球气候变化寻找佐证；可以借此平台，为地外文明研究带来新的观测手段。与此同时，在月球上忙碌着的月球科学家可能正对在月球发现的新资源开展深入研究，深空探测专家正在为在月球平台上获得的新发现开展系统分析。

本版图片除标注外均由视觉中国提供

