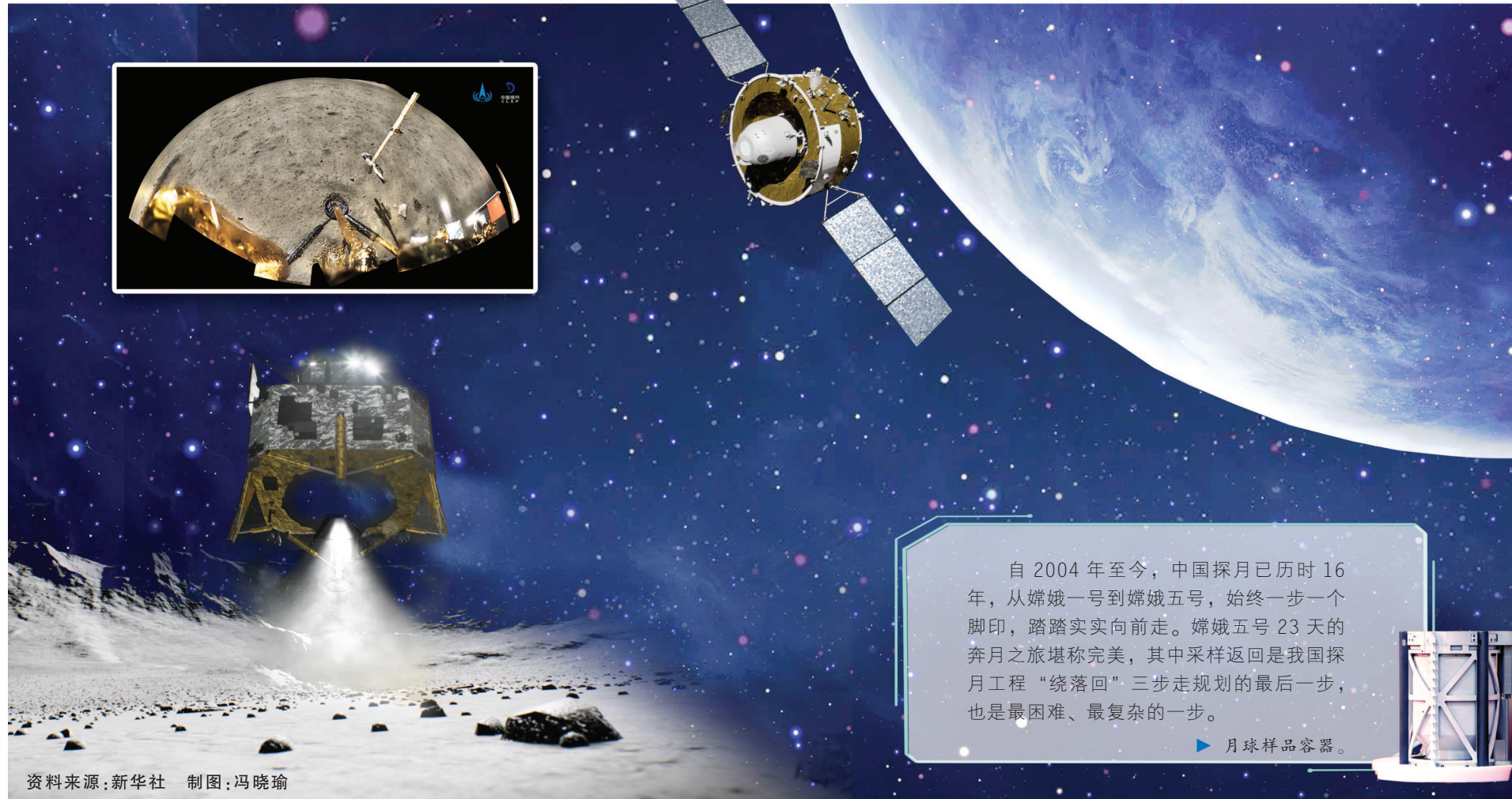


名家访谈

欧阳自远：从探月起步，探索太阳系的星辰大海



■ 欧阳自远表示，在人类深空探测中，月球探测是起点，火星探测是热点，小行星探测是亮点，行星际穿越探测是难点，向太阳系的星辰大海挺进是今后相当长时期的艰巨任务



资料来源：新华社 制图：冯晓瑜

自2004年至今，中国探月已历时16年，从嫦娥一号到嫦娥五号，始终一步一个脚印，踏踏实实向前走。嫦娥五号23天的奔月之旅堪称完美，其中采样返回是我国探月工程“绕落回”三步走规划的最后一步，也是最困难、最复杂的一步。

月球样品容器。

■ 本报记者 任荃

12月17日，嫦娥五号探测器带着约2克月球样本平安回家。

12月19日，嫦娥五号任务月球样品正式交接，标志着嫦娥五号任务由工程实施阶段转入科学研究阶段。我国首次地外天体样品储存、分析和研究工作拉开序幕。

作为中国探月工程“绕落回”三步走规划的收官之作，嫦娥五号任务首次实现了我国地外天体采样返回，创造了中国航天史上的多个“第一次”。我国由此成为第三个实现月球采样返回的国家。

在中国科学院院士、中国探月工程首任首席科学家欧阳自远看来，嫦娥五号23天的奔月之旅堪称完美，其中采样返回是我国探月工程三步走中的最后一步，也是最困难、最复杂的一步。伴随这关键一步的成功，中国人的航天梦也将翻开新篇章。

“深空探测，探月只是一个起点，我们的目光已朝向更广阔的太阳系空间。”欧阳自远说，嫦娥五号成功“挖土”归来，让中国未来更有底气去火星、小行星等地外天体探测与采样返回，更有信心去探索太阳系的星辰大海。

中国探月16年，踏踏实实向前走

九天揽月星河阔，十六春秋绕落回。自2004年至今，中国探月已历时16年，从嫦娥一号到嫦娥五号，始终一步一个脚印，踏踏实实向前走。

作为我国探月工程的主要建议者和推动者，欧阳自远主持撰写了中国探月工程的必要性及可行性报告、发展战略和长远规划报告，以及嫦娥一号的科学目标，并担任首任首席科学家，被誉为“嫦娥之父”。上世纪六七十年代，美苏在月球探索方面已先人一步，于是我国在制定三步走发展战略时，有一点很明确：“既然比别人晚去，就要做出点‘中国特色’。”

2007年，嫦娥一号发射升空，实现了我国首次绕月飞行。科学家根据其拍摄数据制作了中国第一幅全月球地形图和三维立体图，获取了近月空间环境等宝贵信息。尤其值得一提的是，根据嫦娥一号测定的土壤分布厚度及变化规律，科学家估算出月球上氦3的资源储量约为120万吨，可以作为氦氖-氦氖聚变发电的备用资源，供全人类使用上万年。

如果说嫦娥一号探月是全球性、整体性和综合性探测，2010年升空的嫦娥二号则在距离月球更近的轨道上，对她“仔细端详”，绘制了迄今为止精度最高（分辨率为7米）的全月球地形图和三维立体图，测定了十几种元素的全月球分布。半年完成探测任务后，它又进行了一系列拓展试验：先飞行77天到达距离地球150万千米的日-地引力平衡点（拉格朗日L2点），打开探测器对太阳活动与爆发监测了235天，首次获得了大量观测数据；随后，嫦娥二号飞向距离地球702万千米处，与图塔蒂斯小行星交会探测，第一次获得小行星的图像、大小、表面形貌等特征与参数。目前，嫦娥二号成为一个人造小天体绕着太阳飞行，预计2029年将绕到地球附近。

2013年底，嫦娥三号在月球正面虹湾地区软着陆。着陆器上搭载的望远镜和另一台监测地球照相机分别在月球上仰望星空、俯视地球，这在人类历史上都是头一次。目前嫦娥三号着陆器仍在工作，是世界上在月面工作时间最长的着陆器。

嫦娥三号完成了中国探月三步走的第二步“落月探测”，接下来的四号和五号该去月球哪里？欧阳自远说，这其中关系到破解月球演化历史的两大关键问题。此前各国一系列月球探测表明，月球的历史大约在距今40亿年至30亿年之间。往前，没有发现比40亿年更古老的岩石；往后，也没有比30亿年更年轻的火山熔岩。月球的演化史真是这样吗？中国的嫦娥四号和嫦娥五号就是要去别人没去过的地方，回答这一“老”“新”两大科学问题。

嫦娥五号带回的土为何如此重要

在此次嫦娥五号赴月球采样之前，人类已经有四十多年没有从月面采集月壤和月岩了。随嫦娥五号一起回家的1731克月球样本，因此显得格外珍贵。而其更重要的科学意义则蕴含在嫦娥五号的着陆地点中。欧阳自远告诉记者，嫦娥五号的着陆点位于月球正面最大的月海——风暴洋西北角冯·卡门撞击坑附近，此地从未有其他国家的探测器到访过。据观测，这里的小天体撞击坑比较少，在地质年代上可能更年轻。有科学家推测，该地存在距今30亿年至20亿年、甚至比20亿年更年轻的玄武岩。嫦娥五号带回家的这捧土，或将刷新人类对月球火山活动和演化历史的认识。

此前，美苏月球探测所获得的岩石表明，月球上的火山活动在35亿年前达到顶峰，随后逐渐减弱并停止。这是否意味着月球能量早在30亿年前已经耗尽，只剩一个躯壳？近来，对月球表面的观测发现，某些区域可能含有近10亿年至20亿年前形成的火山熔岩——如果嫦娥五号带回的样本证实这段时间月球仍在活动，那么月球就不像我们之前所认识的那样，在距今30亿年时已经“死亡”了。

身为一名天体化学与地球化学家，欧阳自远十分关注此次月球样本的后续研究，“很期待能够补充月球演化历史，尽早把月球的年龄测出来”。尽管已是85岁高龄，但提起月球样本他仍掩饰不住内心的兴奋与激动。

作为与新中国正式建交的礼物，1978年，美国将一份1克月球样本赠送给中国。因为研究天上掉下来的陨石，40岁出头的欧阳自远有幸成为这份珍贵样本的研究者。这颗黄豆大小的月球样本，他只用了半个月研究，把另外0.5克送给北京天文馆收藏并向公众展出。就是靠着这0.5克的微量样本，欧阳自远带领团队判断出该样本是在阿波罗17号任务中采集的，并确认了采集地点，还“破解”了小石头的身世和历史。根据这份样本研究，他们发表了14篇学术论文。“后来美国同行见到我们时说：‘这下你们全都知道了。’”欧阳自远也就此与探月结缘。

目前，嫦娥五号从月球带回的这份珍贵礼物已“安家”中科院国家天文台。后续，国家天文台将做好月球样品的存储、制备和处理，组织开展系统性分析研究工作，不断深化人类对月球成因和太阳系演化历史的科学认知。

探月的眼光绝不止停留在月球

月球是离地球最近的一个星球，又蕴含丰富的资源、能源和特殊环境，无论从技术、科学还是经济等方面考虑，各国在空间探测领域都先从探月开始。中国的探月工程也是我国空间探测的起点。

据透露，目前基本明确探月工程四期还有三次任务：嫦娥六号计划从月球极区或月球背面采样返回；嫦娥七号将是在月球南极进行的一次针对月球的地形地貌、物质成分、空间环境的综合探测任务；嫦娥八号除了继续进行科学探测试验外，还要进行一些构建月球科研基地的前期探索。

欧阳自远表示，鉴于嫦娥五号采样返回的出色表现，之后赴月球其他任何地方采样都将更有信心。在他看来，月球不是探月的终极目标，火星是具有关键意义的地方。“月球探测只是起点，而非人类深空探测的终极目标。”欧阳自远说，虽然从太阳系空间尺度来看，月球与地球38万公里的距离非常“近”，但它的各项条件并不适合人类生存，也较难改造，这注定了它只能成为人类在太空中的“哨所”“基地”和“中转站”。经它中转的下一站，则是人类一直向往的火星。美国已计划建立月球空间站，并宣布将于2024年让宇航员重返月球。欧阳自远认为，有了月球空间站，载人登月将变得更容易，下一步迈向火星的路途也就更加平坦。

目前，世界各国在南极冰盖已找到7万块来自地外天体的陨石，其中包括400多块月球陨石、200多块火星陨石。中国南极考察队在南极地区已经收集到12400块陨石。尽管科学家可以在地球上研究火星陨石，反映出它们的历史，但无法确定它们从火星的什么地方来。如果能够赴火星采样带回地球，则能将它们之间的信息勾连起来，构建起完整的“火星故事”。

除了已经开展的自主火星探测任务，中国的深空探测还将眼光投向更远的太阳系天体。据透露，我国目前已规划了三次行星探测任务，包括一次小行星的探测和取样，一次火星的采样返回，还有一次木星系环绕探测和行星穿越探测。

欧阳自远表示，在人类深空探测中，月球探测是起点，火星探测是热点，小行星探测是亮点，行星际穿越探测是难点，向太阳系的星辰大海挺进是今后相当长时期的艰巨任务。

在大变局中牢牢把握发展主动权 努力开辟上海生机勃勃发展新局

（上接第一版）确保经济持续健康发展和社会大局稳定，确保“十四五”开好局，以优异成绩庆祝建党100周年。

李强指出，我们将踏上“十四五”的新征程，站在新的历史起点上，面对百年未有之大变局，要更加清醒冷静地观察世界，充分认识大变局对上海发展的深刻影响，准确把握、科学应变、主动求变，奋力赢得上海发展主动权，创造上海发展新奇迹。要充分看到上海未来发展所具备的国家战略牵引、功能引领发展、都市圈辐射创新、区域协同发展等机遇和有利因素，党中央交给上海一系列国家战略任务将有力牵引上海改革发展走在前列，城市功能的强化将进一步推动企业集聚，形成产业集群、优化产业生态，大都市的丰富场景将对科技创新产生更强的导向和吸附效应，长三角一体化的深入发展将有利于在更大范围内进行产业链供应链价值链的优化整合，更好实现分工合作、共赢发展。同时也要清醒分析在高质量发展中面临的挑战，机遇和挑战并存，危中有机、危可转机，抓住机遇和应对挑战都必须付出更大努力。要保持战略定力，积极开拓进取，聚焦育先机、开新局，努力开辟上海生机勃勃的发展新局面。

聚精汇力，搭建创新联盟，推广“揭榜挂帅”，用好“赛马机制”。要有十年磨一剑的执着精神、守正精神，善于整合科创资源，完善科技治理体系，推动产学研协同，推动长三角创新资源共享，更好开展国际创新协同。着力把战略科技力量转化为战略科技成果，突出抓好原创性突破、应用性转化、规模化量产。加快发展以数字经济为代表的新经济，把上海创新企业“硬核科技”本色擦得更亮。聚焦互联网等关键领域下好“先手棋”。

要主动适应和服务新发展格局的有效路径，以发展“五型经济”为切入点和发力点，努力成为国内大循环的中心节点、国内国际双循环的战略链接。创新型经济要加强关键核心技术突破，助力构建自主可控的产业链供应链。服务业要在金融配置资源、贸易运作全球、口岸联通世界、消费引领潮流等方面发力，推动扩大内需、畅通循环、供需适配。开放型经济要提升开放能级，推动内外产业链供应链的融合化、“引进来”和“走出去”的互动化。流量型经济要线上线下流量并重，大力增强配置数据的能力，加快数据开放共享，促进数据交易流通，推动数据开发利用，促进线上流量和线下流量良性互动、相互引流，营造最有活力的流量经济新生态。积极推进新城整体性构架、控制性工程建设。要加快形成全市有机统一的空间新格局。中心城区要提升城市核心功能，为全市东南西北赋能。东西两翼要发挥对内对外开放两个扇面的枢纽作用。南北转型要着力补齐短板，成为中心辐射的直接承载地。新城发力要重在形成全市人口合理分布、功能多维支撑、产业优势互补的态势。要加快完善全市交通体系，加速推进轨道交通体系建设。

要主动适应和服务新发展格局的有效路径，以发展“五型经济”为切入点和发力点，努力成为国内大循环的中心节点、国内国际双循环的战略链接。创新型经济要加强关键核心技术突破，助力构建自主可控的产业链供应链。服务业要在金融配置资源、贸易运作全球、口岸联通世界、消费引领潮流等方面发力，推动扩大内需、畅通循环、供需适配。开放型经济要提升开放能级，推动内外产业链供应链的融合化、“引进来”和“走出去”的互动化。流量型经济要线上线下流量并重，大力增强配置数据的能力，加快数据开放共享，促进数据交易流通，推动数据开发利用，促进线上流量和线下流量良性互动、相互引流，营造最有活力的流量经济新生态。积极推进新城整体性构架、控制性工程建设。要加快形成全市有机统一的空间新格局。中心城区要提升城市核心功能，为全市东南西北赋能。东西两翼要发挥对内对外开放两个扇面的枢纽作用。南北转型要着力补齐短板，成为中心辐射的直接承载地。新城发力要重在形成全市人口合理分布、功能多维支撑、产业优势互补的态势。要加快完善全市交通体系，加速推进轨道交通体系建设。

要主动适应和服务新发展格局的有效路径，以发展“五型经济”为切入点和发力点，努力成为国内大循环的中心节点、国内国际双循环的战略链接。创新型经济要加强关键核心技术突破，助力构建自主可控的产业链供应链。服务业要在金融配置资源、贸易运作全球、口岸联通世界、消费引领潮流等方面发力，推动扩大内需、畅通循环、供需适配。开放型经济要提升开放能级，推动内外产业链供应链的融合化、“引进来”和“走出去”的互动化。流量型经济要线上线下流量并重，大力增强配置数据的能力，加快数据开放共享，促进数据交易流通，推动数据开发利用，促进线上流量和线下流量良性互动、相互引流，营造最有活力的流量经济新生态。积极推进新城整体性构架、控制性工程建设。要加快形成全市有机统一的空间新格局。中心城区要提升城市核心功能，为全市东南西北赋能。东西两翼要发挥对内对外开放两个扇面的枢纽作用。南北转型要着力补齐短板，成为中心辐射的直接承载地。新城发力要重在形成全市人口合理分布、功能多维支撑、产业优势互补的态势。要加快完善全市交通体系，加速推进轨道交通体系建设。

一要抢占科技革命和产业变革制高点，增强创新发展功能，壮大战略科技力量。把国家所需和上海实际结合起来，集

成提供坚强保障。龚正指出，要按照中央要求和市委部署，主动服务构建新发展格局，以科技创新为核心引擎，以强化“四大功能”、做优“五型经济”为主攻方向，以改革开放为根本动力，以提高城市治理现代化水平为重要途径，以增进民生福祉为根本目的，不断提升城市能级和核心竞争力，全力抓好明年经济社会发展核心工作。着力做好“六稳”“六保”工作，强化政策落实、企业服务、机制保障。着力强化战略科技力量，加快创新基地建设，加强基础研究和应用基础研究。着力增强产业链供应链自主可控能力，实施好关键技术攻关工程。着力扩大内需，大力发展新型消费，增强投资增长后劲。着力推进更深层次改革、更高水平开放，全力推进浦东高水平改革开放，全力实施“三大任务、一大平台”。着力推进碳达峰、碳中和与生态环境保护。着力实施乡村振兴战略，着力提高政府治理现代化水平，开展营商环境创新试点。节日临近，要压实责任、加强值守，切实强化城市安全和应急管理。

市委常委会郑钢淼、刘学新、陈寅、吴清、翁祖亮、周慧琳、诸葛宇杰、胡文容、凌希、市人大常委会、市政府、市政协负责同志出席会议。全市各区委办局、各区以及人民团体负责同志参加。

李强指出，明年经济社会发展任务繁重，全市上下要咬定目标，合力奋斗。各区各部门要胸怀大局、勇挑重担，力争发展的步子迈得更快一些、改革开放的效应释放得更强一些、对全市的贡献更大一些。打好稳增长的主攻仗，围绕“六稳”“六保”下更大力气，着力刺激消费，千方百计扩大投资，全力稳外债稳外贸，持续发挥政策效应，巩固常态化走访企业机制。抓好“十四五”重大战略任务的落地落实，不断取得新的成果和进展。切实保障和改善民生，推动人民城市建设迈出新步伐，持续推进旧区改造等重点民生难题解决，加快保障性住房建设，加快完善公共卫生体系。要以奋发有为的状态和行动抓好开局起步，从抓关键、谋定快动、实处用力、务求实效，把发展落到一个个具体项目上，把民生保障落到实处，努力做到人无我有、人有我优、人优我特。要密切关注新冠肺炎疫情形势变化，统筹好常态化疫情防控和经济社会发展，毫不放松抓紧抓实“外防输入、内防反弹”，把全流程闭环管理做得更加严密。坚决守牢安全底线，确保城市生产安全和运行安全。着力抓好党的建设，不断提高党的建设质量和水平，为各项事业发

李强强调，明年经济社会发展任务繁重，全市上下要咬定目标，合力奋斗。各区各部门要胸怀大局、勇挑重担，力争发展的步子迈得更快一些、改革开放的效应释放得更强一些、对全市的贡献更大一些。打好稳增长的主攻仗，围绕“六稳”“六保”下更大力气，着力刺激消费，千方百计扩大投资，全力稳外债稳外贸，持续发挥政策效应，巩固常态化走访企业机制。抓好“十四五”重大战略任务的落地落实，不断取得新的成果和进展。切实保障和改善民生，推动人民城市建设迈出新步伐，持续推进旧区改造等重点民生难题解决，加快保障性住房建设，加快完善公共卫生体系。要以奋发有为的状态和行动抓好开局起步，从抓关键、谋定快动、实处用力、务求实效，把发展落到一个个具体项目上，把民生保障落到实处，努力做到人无我有、人有我优、人优我特。要密切关注新冠肺炎疫情形势变化，统筹好常态化疫情防控和经济社会发展，毫不放松抓紧抓实“外防输入、内防反弹”，把全流程闭环管理做得更加严密。坚决守牢安全底线，确保城市生产安全和运行安全。着力抓好党的建设，不断提高党的建设质量和水平，为各项事业发