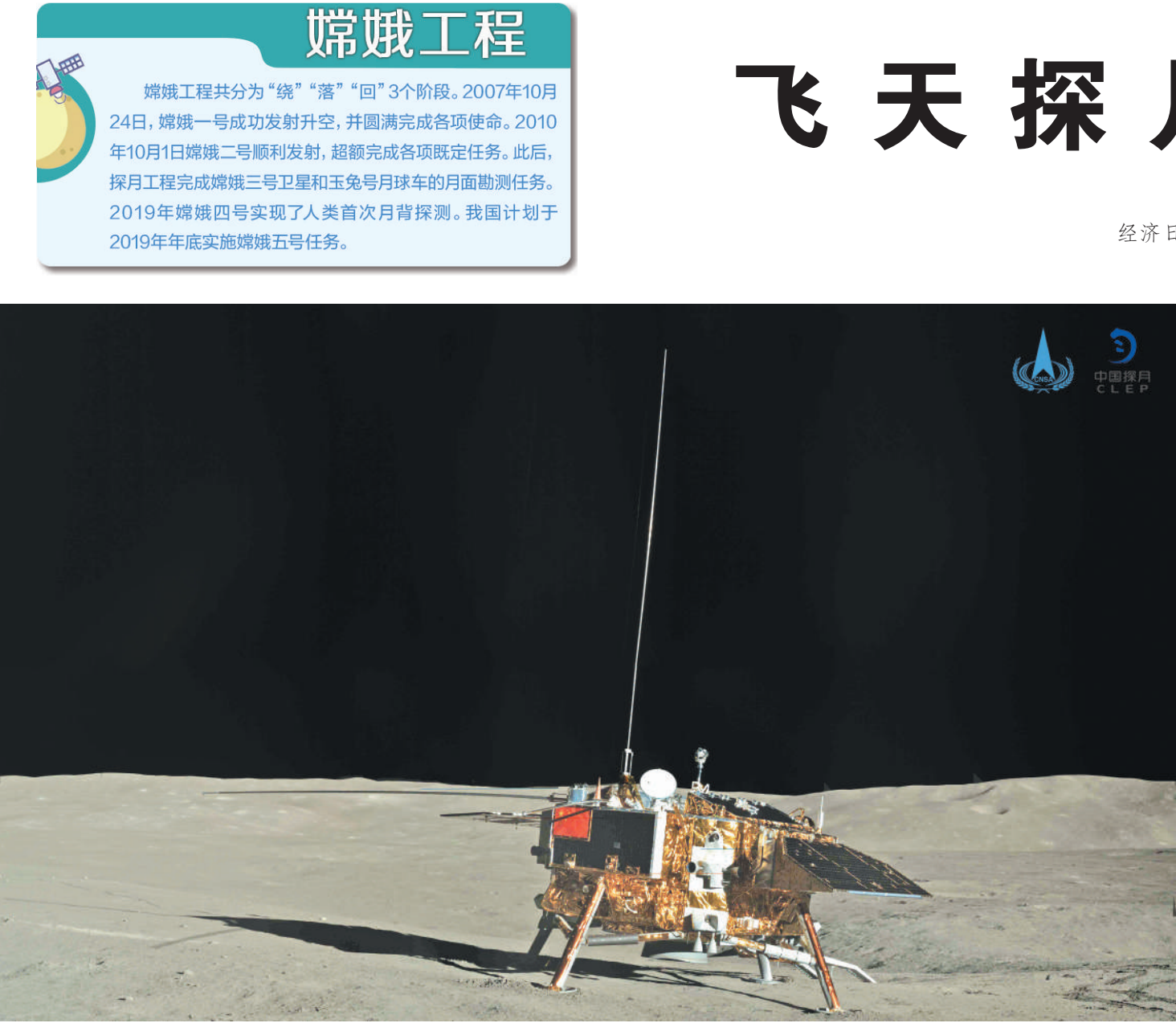




图为嫦娥四号着陆器彩色全景图。

国家航天局供图(新华社发)



为了圆中华民族千百年来飞天揽月之梦，我国于2004年正式开展月球探测工程，并命名为“嫦娥工程”。自此，一代代科学家一步一个脚印，一棒接着一棒，推动着中国航天事业不断攀向新的高峰。

敢上九天揽明月

1957年10月4日，世界历史上发生了一件惊天动地的大事：苏联成功发射了人类历史上第一颗人造地球卫星。12年后，美国“阿波罗11号”飞船搭载航天员奔向月球，完成了人类首次登月的壮举。而在中国，一颗梦想的种子也在悄悄发芽。

1978年，时任美国国家安全事务助理的布热津斯基访问中国，并赠送了一件特殊礼品：一块只有1克重的小指尖大小的月球岩石样品。当时国内很多科学家参与了对这块神秘石头的研究。“什么时候我们也能飞到月球上，采集一块这样的石头呢？”敢上九天揽月，成为那个年代科学家心头的执念。

1994年，在一大批科学家的极力推动下，中国探月科研进入准备阶段，从必要性到可行性研究，从发展战略到长远规划……科学家们最终制定了探月20年发展规划，在2020年前后分3个阶段完成嫦娥探月的“绕”“落”“回”。

第一阶段为“绕”，即发射我国第一颗月球探测卫星，突破至地外天体的飞行技术，实现首次绕月飞行。

第二阶段为“落”，即发射月球软着陆器，并携带月球巡视勘察器（俗称“月球车”），在着陆器落区附近进行就位探测。

第三阶段为“回”，即发射月球采样返回器，软着陆在月球表面特定区域，并分析采样，然后将月球样品带回地球，在地面上对样品进行详细研究。

2004年1月份，国务院批准绕月探测一期工程立项，并正式命名为“嫦娥工程”。但是，当时质疑和反对的声音也很多，甚至有人表示与其花“冤枉钱”搞探月，不如搞经济建设。

为了使公众理解并形成社会支持力量，科学家们在科研之余还开展了月球探测的科普知识传播。那时，中国月球探测工程首席科学家欧阳自远每年要作50多场科普报告，还写了大量科普读物和书籍。“当时国务院批下的工程经费为14亿元，仅相当于在北京修两公里地铁的费用。为了让‘嫦娥’顺利奔向月球，研制人员先后攻克了卫星轨道设计、大幅度提升远距离测控技术等多项技术难关。”欧阳自远说，这项工程投入之少、见效之快、水平之高，世界罕见。

2007年10月24日，我国成功发射首颗月球探测卫星嫦娥一号。与嫦娥一号一起奔月的，还有《歌唱祖国》《但愿人长久》等30首歌曲、戏曲片段，以及《义勇军进行曲》《东方红》两首特别选用歌曲。

同年11月26日，嫦娥一号开始在环月轨道上“唱歌”。当时在中央电视台直播的《拥抱月球》节目中，主持人请时任探月工程总指挥栾恩杰和时任探月工程总设计师孙家栋点歌，两人稍加商量，异口同声道：“我们两个点《歌唱祖国》。”当“五星红旗迎风飘扬”的歌声传来，在场者无不为之

动容。

从终点回到起点

嫦娥一号成功完成既定目标，并创造了多项世界第一，但是科学家对未知领域的探索没有止步。嫦娥一号不是中国探月工程的终点，而是一个新的起点。

考虑到二期工程需要攻克的关键技术多、技术跨度和实施难度大，再起炉灶会造成很大浪费，相关部门经慎重研究，决定将嫦娥一号的备份星改造为探月工程二期的先导星——嫦娥二号卫星。

据介绍，嫦娥二号实际上相当于“绕月”与“落月”的桥梁和纽带，目的是为嫦娥三号实现月面软着陆进行关键技术验证。在嫦娥二号的工程研制阶段，研制人员加强自主攻关，实现了6大技术突破：突破运载火箭直接将卫星发射至地月转移轨道的发射技术，直接将卫星送入地月转移轨道；试验了X频段深空测控技术，初步验证深空测控体系，为嫦娥三号任务积累了工程经验；验证了100公里月球轨道捕获技术，为嫦娥三号任务探索了技术途径；验证了100公里×15公里轨道机动与快速测定轨技术；对低密度校验码遥测信道编码、高速数据传输、降落相机等技术进行了试验；对嫦娥三号任务预选着陆区进行高分辨率成像试验，成功获取虹湾地区优于1.5米分辨率的图像……

如果说，嫦娥一号、嫦娥二号卫星绕月飞行揭开了中国探月的序幕，那么嫦娥三号落月，“玉兔”月球车漫步虹湾，则让中国探月攀上新的高度。

探月活动风险很大，从国际探测数据来看，在嫦娥三号之前，世界各国对月球的探测共进行了129次，其中任务成功率仅为51%，有近一半的探测失败了。我国要力争嫦娥三号登月一次性成功，难度可

想而知。

为实现嫦娥三号多窗口、宽窄度准时发射，运载火箭研制团队对长三乙火箭展开了提高运载能力、提高可靠性、高精度制导等6大专项技术攻关，确保嫦娥三号准确入轨。

同时，“嫦娥”落下去，“玉兔”走起来是嫦娥三号任务最大的难点。为了完成任务，探测器团队大胆设想、小心求证，接连突破了月球无大气条件下的着陆减速、自主导航控制、月面生存、月面自主导航等核心技术。

“从单机到初样再到正样，迈过了上百个坎。例如，为了给探测器减重，我们做了很多尝试。最后通过材料选择、结构优化和设备集成化让‘三姑娘’成功‘瘦身’。”时任探测器系统副总设计师张焯说。

此外，为了让“玉兔”拥有一双慧眼，科研人员还为它搭载了一部测月雷达，在这部雷达的帮助下，“玉兔”完成了人类历史上首幅月球地质剖面图，揭露了月球雨海区域火山演化的历史，首次发现了月球上没有水的直接证据，也展现了月球表面以下330米深度的地质结构特征，并发现了新的玄武岩类别。

可以说，以月球探测为起步的深空探测工程，集成了大量高精尖技术成果，是一个国家科技水平和综合实力的重要标志。探月工程的成功实施，提升了我国的系统集成、测控通信、运载火箭等航天技术水平。探月中产生的新技术更带动了新能源、新材料等高新技术的发展。

仰望星空向未来

2018年12月8日2时23分，中国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭成功发射嫦娥四号探测器，开启了人类首次月背探秘之旅。经历了长达26天的太



2019年1月3日，在北京航天飞行控制中心，科研人员庆祝嫦娥四号探测器降落成功。
新华社记者 金立旺摄

飞天探月 神州梦圆

经济日报·中国经济网记者 姜天骄

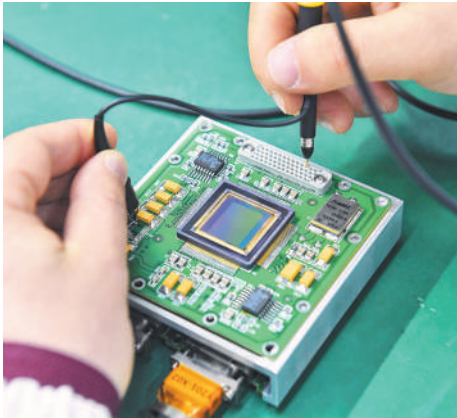
空跋涉，嫦娥四号月球探测器终于在2019年1月3日登上了月球背面，成为了世界上第一个着落在月球背面的探测器。此后，嫦娥四号通过“鹊桥”中继星，传来了首张月背表面全景照，向世界展现了月背的完整风貌，至此嫦娥四号圆满完成探月任务。

月球宛若一个巨大的迷宫，引领着人类走向一个又一个神秘的未知。在这条追梦的道路上，中国虽然起步晚，但追赶世界航天强国的脚步从未停歇。一些外国学者纷纷表示，嫦娥四号着陆月背不仅是中国航天科技发展的重要里程碑，也是全人类探索太空的重要一步。它的意义不仅局限于中国本身，更是为人类和平利用太空开辟了广阔合作前景。

古人曾说，世之奇伟、瑰怪，非常之观，常在于险远。探月至今，人类得到了不少来自月球的科学数据，但我们对月球的了解依然只是一点皮毛。未来，科学家们还要在月球上开展原位资源利用，建立人类走向深空的前哨站。也有科学家认为，人类未来的目标是登陆火星，而月球是非常理想的中转站，以及测试各种载人航天技术的训练场，人类或许可以在月球上组装和发射航天器，再利用原地资源生产所需的燃料，最终为人类走向深空提供重要支撑。相信中国探月工程的发展，必将为人类探索太空提供更广阔的平台。

我国为什么一定要搞探月工程？面对一些质疑的声音，中国探月工程总设计师吴伟仁这样回答：一个民族如果不抬头仰望星空，只埋头看脚下，是没有希望的，也是没有未来的。

“我希望在我们这一代或者下一代能够把我们这个航天大国建设成为一个航天强国，不再是追赶世界先进水平，而是能够领先世界水平，那是我们这几代人的梦想！”吴伟仁说。



2019年1月17日，中科院光电技术研究所研制人员在对嫦娥四号地形地貌相机进行电路调试。
新华社记者 刘坤摄



2018年12月8日2时23分，我国在西昌卫星发射中心用长征三号乙运载火箭成功发射嫦娥四号探测器。
新华社记者 江宏景摄

江山代有人才出

2019年1月3日10时26分，嫦娥四号成功登陆月球背面，实现了人类首次月球背面软着陆。除了新闻本身令人振奋，一组科研团队的照片也引来网友热议，“没想到中国的航天工作者都是年轻人！”

据介绍，在嫦娥一号任务时，工程“两总”（总设计师、总指挥）系统的平均年龄达到73岁。栾恩杰、孙家栋等老一辈科学家深知，嫦娥一号仅仅是深空探测的第一步，未来还有很长的路要走。拥有世界上最年轻的航天人才队伍，才意味着中国航天事业拥有美好的明天，才能给我国的深空探测打下坚实的基础。为促进探月团队可持续发展，他们主动退居二线，默默在幕后奉献，为中青年人才的成长发挥自己的光和热。

从嫦娥二号开始，一大批中青年勇挑重担，攻坚克难，成为工程管理和技术实施的骨干。探月工程二期“两总”队伍平均年龄比一期工程下降了5岁，嫦娥三号任务中，卫星副总设计师出现了“70后”，载荷系统中也涌现出许多“80后”小将。如今，在探月工程“两总”队伍中，45岁以下的中青年技术骨干人才占比接近一半。

参与过我国多项载人航天工程及月球探测计划的西安卫星测控中心高级工程师李远平表示，探月工程磨炼培养了一批航天人，后续的年轻人还在源源不断进入这个行业。总体来说，我国航天体系人才结构合理，朝气蓬勃，充满希望，后继有人。



在传承中创新

何小虎

2018年12月8日，长征三号乙运载火箭成功将嫦娥四号送入预定轨道，开启了人类首次月球背面软着陆的探测之旅。我在电视上看了火箭发射的整个过程，当时特别激动和兴奋。因为，该火箭的发动机是由航天科技集团六院7103厂研制生产的，是我和“战友”们共同奋斗制造出来的。

我来自陕北延安的一个小山村，在陕西工业职业技术学院机械制造和自动化专业毕业后，以实操第一名的成绩，被航天科技集团六院7103厂录用，成为一名航天人。

多年来，我经手的产品都是各型号火箭发动机的核心件、关键件。为了尽快熟悉这些“宝贝”，学习成为了我工作中的首要大事。每天早上，机床启动要有20分钟的热机时间，这20分钟是我揣摩各种先进的参数和指令的黄金时间。机床正常生产后，则是我实践学习成果的时间。正是这样一边学习、一边实践、一边复习的过程，让我真正熟悉了自己的工作。

日复一日，年复一年，我和同事们一起通过钻研技术方法，设计并改进专用工具，有效解决了某重点型号关键件的生产瓶颈。并彻底改变了经济型数控设备钻孔深度无法控制的现状，加工效率大为提升。

2016年，长三乙火箭发动机喷注器生产，当时工厂紧急接到该关键产品的生产任务，其中有些关键部件精度要求极高，相当于头发丝的十分之一，加工难度是车间现有设备中最大的，即使是高级技师加工，合格率也只能保证20%。

经过半个多月的摸索，我们提出了“设备热稳定性”概念。这个思路颠覆了之前的传统模式，第一批试加工，合格率直接提升到了90%。此后，我们把加工方法与思路固化形成操作规程，班组同事参照此法，生产出的第二批产品合格率达到100%。

汽蚀管是液体火箭发动机上的一个关键零件，其质量将直接影响火箭的飞行状态。以前该零件采用的是电铸加工方法，但合格率不高，一度影响了产品的正常交付。我和班组成员一起集思广益，通过选择合理的刀具、工艺顺序、切削参数等手段，实现了发动机汽蚀管的机械加工，不仅合格率大幅提高，加工工艺也更简化，而且生产周期大大缩短。

在工作之初，我觉得技术工人没啥难的，就是四个字——熟能生巧。现在，随着阅历的增长，以及在实践中遇到的各种新问题，让我明白了不是凭经验就能解决问题，工匠精神的本质不仅在传承，还要大胆创新。未来，我们将继续拼搏，努力创新，不断为中国的航天事业添砖加瓦。

（作者系中国航天科技集团六院技术工人）