

空间站运营 安全高效

2023年终中国科技盘点之航天科技篇

中国航天交出亮眼成绩单

本报记者 张保淑

在载人航天工程领域，中国连续实施3艘载人飞船任务和两艘货运飞船任务，多个航天员乘组进驻“天宫”，开展丰富的空间科学实验并多次出舱活动，特别是顺利开展多次舱外作业。一年来的实践证明，作为先进的太空科研基础设施，中国天宫空间站常态化运营安全高效。

这一年，通过神舟飞船载人飞行任务，很多人熟悉了几位新的飞天英雄，他们是神舟十五号乘组的邓清明、张陆，神舟十六号乘组的朱杨柱、桂海潮，神舟十七号乘组的唐胜杰、江新林。虽然是飞天首秀，首次出现在公众视野，但是他们都在乘组指令长的带领下，圆满完成了承担的任务，参与创造了中国航天多个首次。

作为在执行任务时平均年龄最大的航天员乘组，费俊龙、邓清明、张陆与神舟十四号乘组完成中国首次“太空会师”后，接连完成了四次出舱活动，刷新了中国航天员单个乘组出舱活动纪录。6月4日，3人乘返回舱成功着陆，状态良好。为褒奖他们为中国载人航天事业建立的卓越功勋，中共中央、国务院、中央军委决定，给费俊龙颁发“二级航天功勋奖章”，授予邓清明、张陆“英雄航天员”荣誉称号并颁发“三级航天功勋奖章”。

9月21日，“天宫课堂”第四课在中国空间站开讲，“太空教师”景海鹏、朱杨柱、桂海潮在轨演示了球形火焰实验、奇妙“乒乓球”实验、动量守恒实验以及又见陀螺实验，并生动讲解了实验背后的科学原理。10月31日，三人乘组安全返回地面，神舟十六号载人飞行任务取得圆满成功，迈出了中国载人航天工程从建设向应用、从投入向产出转变的重要一步。由汤洪波、唐胜杰、江新林三人组成的神舟十七号乘组创中国空间站建造任务启动以来平均年龄最小纪录，他们近日首次进行空间站舱外试验性维修作业，此举把中国载人航天舱外活动的能力和水平提升到一个新的高度。

天舟货运飞船是“天宫”常态化运营的重要支撑之一。这一年，天舟五号、天舟六号接连飞天，为空间站提供充足的物资保障和实验材料和装备等。值得一提的是，5月发射的天舟六号是中国改进型货运飞船首飞，是世界现役货物运输能力最大、在轨支持能力最全面的货运飞船，其载货能力由原来的6.9吨提升到7.4吨，让中国货运飞船的货物装载能力首次提升到7吨以上，这使得其发射频次由2年4发降低至2年3发，提高了中国空间站的保障能力，降低了运行费用。实际上，新天舟的效能已经初步体现出来，正是有了天舟六号提供的充足保障能力，天舟七号的发射可以安排在2024年，而没有像之前那样，在新一艘载人飞船发射之前，必须先发射一艘货运飞船，才能为新一飞行乘组备足在轨驻留期间所需要的物资。

这一年，中国天宫空间站完成了两项意义重大的升级。一是在轨运行动力系统的推进剂顺利补充。6月中旬，在天地协同配合下，“天宫”电推进系统大型气瓶在轨安装任务顺利完成，推进剂——氩气得补充，这对于空间站长期轨道维持和安全平稳飞行具有重要意义。二是空间站的氧气资源实现100%再生。“天宫”引入了一系列精密的仪器和设备，包括高效的化学吸收剂、精确的气体处理设备和自动控制系统等，实现氧气的100%可再生。这是中国航天科技一项重大突破，标志着中国航天在太空生命保障领域的显著进步。

太空探索能力 持续提升

火箭的能力有多大，航天的舞台就有多大。这一年，中国航天人继续为研制新型更高性能的运载火箭，进一步提升太空探索能力而努力奋斗，取得卓越成就。

4月下旬到6月初，中国航天科技集团六院接连传出喜讯。先是亚洲最大推力700吨液体火箭发动机试验台试车成功并正式投入工程应用；之后，中国载人登月火箭主力发动机——130吨级泵后摆液煤油发动机，完成第六次试车，累计试车时长达到3300秒，创造中国百吨级发动机单台试车新纪录。

10月20日，中国航天科技集团四院重磅发布了6款固体推进剂火箭发动机。与液体火箭发动机相比，固体火箭发动机结构简单造价低廉，配备该类发动机的火箭发射准备周期更短、快速反应能力更强。该院表示，将立足未来大型、重型运载火箭对大型固体助推发动机的技术需求，开展直径3.5米分段式发动机研究，实现

2023年，中国航天可谓异彩纷呈。全年完成宇航发射的次数将逼近70次，成为中国航天新的里程碑。

在即将过去的一年里，中国航天科技工作者继续推进航天科技创新并在运载火箭发动机研制、固体燃料火箭研发、可重复航天器研发等方

面取得重大突破；继续推进载人航天工程、北斗工程中国重大航天旗舰工程，打造大型空间基础设施；继续推进遥感卫星、通讯卫星等星座的建设，让中国航天更好造福民众；继续推进国际航天科技合作与交流，中国航天“朋友圈”不断扩大。



9月10日，在太原卫星发射中心，遥感四十号卫星发射升空并顺利进入预定轨道。 新华社发

6月25日，中国政府援助埃及二号卫星初样星交付仪式在埃及航天城卫星总装集成测试中心举行。图为仪式现场陈列的装备。

新华社记者 王东震摄

9月21日，“天宫课堂”第四课在中国空间站正式开讲，神舟十六号航天员进行授课。图为北京航空航天大学“天宫课堂”现场。

新华社记者 鞠焕宗摄

火箭发动机推力550吨至1500吨的能力要求，为中国月球探测、火星探测以及载人航天任务提供更多动力选择。

“可重复使用”是中国航天在2023年推进创新工作的关键词之一。11月2日，在酒泉卫星发射中心，中国首次液体火箭全尺寸一子级垂直起降与重复使用飞行试验取得成功。12月10日，该枚火箭再次成功完成起降飞行试验，最高飞至350米左右，之后下落并完成横移，最终在距起飞点50米的位置稳稳降落。进行“可重复使用”的除了火箭之外，还有一款中国试验航天器。5月8日，该试验航天器在轨飞行276天后，返回预定着陆场，试验取得圆满成功。12月14日，一型可重复使用的试验航天器发射升空，根据计划，其在轨运行一段时间，开展可重复使用技术验证及空间实验，之后返回预定着陆场。

这一年，中国空间电推进技术取得新突破。6月中旬，由中国航天科技集团五院研制的大功率霍尔推力器在大型电推进真空试验设备上首次点火成功，实现高指标宽范围稳定工作。电推进系统具有的比冲较传统化学推进大大提高，以电推进取代化学动力，意味着大幅减少航天器携带的燃料量，是一场影响深远的太空动力变革。中国天宫空间站核心舱配置了4台霍尔电推进发动机，这也是人类载人航天器上首次使用电推进。大功率霍尔电推进作为国际先进空间推进领域的重要技术路线，在载人航天、货运飞船、行星际探测、采样返回等多种空间任务领域具有良好的应用前景。

在嫦娥探月工程“三步走”完美收官之后，中国载人月球探测工程一

直备受瞩目，相关信息陆续对外界发布。5月，中国载人航天工程办公室表示，中国载人月球探测工程登月阶段任务已启动实施，该任务总的目标是，2030年前实现中国人首次登陆月球，开展月球科学考察及相关技术试验，突破掌握载人地月往返、月面短期驻留、人机联合探测等关键技术，完成“登、巡、采、研、回”等多重任务，形成独立自主的载人月球探测能力，将推动载人航天技术由近地走向深空的跨越式发展，深化人类对月球和太阳系起源与演化的认识，为月球科学的发展贡献中国智慧。7月，中国载人登月初步方案向社会发布，透露了将从地面起飞到月面着陆和科考，再到月面上升至返回地球的大致过程。

在太空探测规划方面，3月初，国家航天局探月与航天工程中心发布相关的通知指出，天问二号任务已正式获得国家批准立项，计划通过一次发射，实现从一颗近地小行星采样返回地球，之后前往小行星带中的主带彗星311P开展伴飞探测。

空间科学数据 陆续发布

2023年是中国太空探索丰收年，多年来辛勤实施的嫦娥探月工程、火星探测工程、载人航天工程等的科研项目取得丰富的科学探测数据和丰硕科研成果并向外界陆续发布。在嫦娥探月工程领域，有关方面这一年进行了近10次嫦娥四号科学探测数据发布。比如，12月4日，月球探测工程地面应用系统公开发布了嫦娥四号第三十九批科学数据。这些数据由嫦娥四号着陆器和巡视器所搭

载的4台科学载荷在第57至59月日期间获取，总量为1043.6 MB，具体为着陆器上两合月表中子与辐射剂量探测器获取的数据，巡视器上1台全景相机、1台红外成像光谱仪、2台中性原子探测器获取的数据。科学家对嫦娥五号取回的月壤的研究取得新成果。10月，中国科学院地质与地球物理研究所科研团队与合作者通过月壤样品的玄武岩和角砾岩颗粒中的硫化物开展精细结构研究，揭示了月球玄武岩和角砾岩中的镍黄铁矿均是从陨硫铁中溶出形成，推测角砾岩中镍黄铁矿的形成可能与外来的陨石撞击有关。

凭借对人类认识月球作出的突出贡献，中国嫦娥五号团队在10月举行的第74届国际宇航大会期间获颁“劳伦斯团队奖”。

在火星探测工程领域，有关方面这一年进行了10次天问一号科学探测数据发布。比如，7月3日，首次火星探测任务地面应用系统公布了天问一号探测器上搭载的高分辨率相机等12个科学载荷在2022年获取的科学数据，总量为1563.4GB。

在4月24日举行的“中国航天日”主场活动启动仪式上，中国首次火星探测火星全球影像图正式发布。国际天文联合会根据相关规则，将其中的22个地理实体，以中国人口数小于10万的历史文化名村镇加以命名。火星全球影像图彩色，包括按照制图标准分别制作的火星东西半球正射投影图、鲁宾逊投影图和墨卡托投影加方位投影图，空间分辨率为76米，将为开展火星探测工程和火星科学研究提供质量更好的基础数据。值得一提的是，在四五月份，中国科学家通过分析“祝融号”火星车数据，发现火星存在液态水。

在载人航天工程领域，8月18日，有关方面举行新闻发布会，介绍了载人航天工程立项实施以来，特别是空间站建造期间空间科学、空间应用、空间技术领域取得的进展成果。据悉，空间站已安排在轨实施了110个空间科学研究与应用项目，涉及空间生命科学与人体研究、微重力物理和空间新技术领域，获得原始数据近100TB，下行了近300个实验样品，部分项目已取得阶段性应用成果。空间生命科学研究成果直接应用于生物材料、药物、医疗和农业技术；微重力流体、燃烧和材料科学等方面的研究成果为解决国家材料短板问题、改进相关产品生产加工工艺等作出了贡献。

值得称道的是，空间实验室获得的一种非晶合金制备方法已广泛应用于新能源汽车、智能终端设备的量产零部件中。

商业航天发展 势头迅猛

2023年中国航天发展的一个鲜明特点是，商业航天保持迅猛发展势头，民营航天异军突起。据不完全统计，截至12月15日，中国航天在本年度已进行了17次与商业航天有关的宇航发射活动，担纲的主角既有商业运载火箭，也有各类商业卫星。

谷神星一号运载火箭今年大放异彩，飞行次数从之前的3年4次，大幅增加至1年至少7次，其中还包括1次海上发射，把共约20颗卫星送入太空。作为民营航天公司北京星河动力装备科技有限公司研制的一款小型固体商业运载火箭，谷神星一号于2020年11月首次发射即获成功，经过数年

磨砺，已成为中国商业火箭的新秀。

7月，民营航天公司北京蓝箭航天空间科技股份有限公司研发的火箭朱雀二号发射成功，成为世界第一次成功将载荷送入预定轨道的液氧甲烷火箭，标志着中国运载火箭在新型低成本液体推进剂应用方面取得重大突破。12月，该款火箭再接再厉，顺利实施了1箭3星发射任务。在发射后举行的新闻发布会上，该公司表示，可复用火箭新型号朱雀三号将于2025年首飞。

这一年，民营航天公司的多款火箭如天龙二号、双曲线一号、力箭一号等均成功实施了发射任务。此外，中国航天国家队继续向商业火箭领域拓展，航天科技集团和航天科工集团分别以长征二号丁和快舟一号甲为主力型号，连续实施了多次商业卫星发射活动。多方参与、友好竞争，中国商业火箭领域呈现出日渐蓬勃的生机和活力。

2023年，中国最引人瞩目的商业卫星公司无疑是吉林长光卫星。6月，该公司与有关方面合作，成功实现了1箭41星发射、测控和组网，使其着力打造吉林一号星座进一步完备，为国土安全、地理测绘、土地规划、农林生产、生态环保、智慧城市等各领域提供了更高质量的遥感信息和服务。不仅如此，长光卫星于7月携手中国科学院空天信息创新研究院开展了星地激光高速通信试验并取得成功，为中国星地通信体制从微波拓展至激光奠定了基础。

在打造低轨通讯卫星星座领域，从目前披露的信息看，既有中国航天“国家队”的虹光工程、鸿雁工程、星网工程，也有商业公司推出的卫星星座，如天启星座。9月5日，新一批天启星座卫星成功发射入轨。根据规划，最终将建成由38颗卫星和若干地面站组成的低轨卫星物联网星座，构建天地一体的低轨卫星物联网生态系统。

国际航天合作 成果丰硕

探索宇宙奥秘是人类共同的追求，发展太空事业是人类共同的愿望。这一年，中国继续致力于推动国际航天合作和交流，通过双边和多边渠道，以重大空间工程为合作平台，调动官方和民间多种力量的积极性，与国际合作伙伴携手共同探索太空、开发空间资源。根据国家航天局相关负责人近期在2023年空间技术和和平利用国际研讨会上发布的消息，目前，中国已与50多个国家、国际组织签订了150多份空间合作文件。

分享空间样品和数据是中国推进国际航天合作的重要方面。在2023年“中国航天日”主场活动启动仪式上，中国国家航天局公布，中方同俄罗斯、法国分别赠送了夸父一号科学用月球样品。这些月球样品是中方通过实施嫦娥五号任务从月球上采集的。此外，一些国家如澳大利亚、美国、英国、瑞典等国的科学家参与了中国月球样品的科学研究。4月12日，中方宣布，中国首颗综合性太阳探测卫星夸父一号准实时观测部分数据对内对外无差别开放，实现数据共享。同时，中方还推出了夸父一号国际访问学者计划，鼓励基于“夸父一号”观测数据的国际合作研究。

天宫空间站是中国推进国际航天合作的重要平台。早在“天宫”在轨建设之前，中方就多次向国际社会表达了开放合作的态度并开放国际合作项目申请、遴选等。在8月举行的新闻发布会上，中国载人航天工程新闻发言人介绍，首批国际合作项目载荷将在空间站开展实验，与欧空局联合实施的10个空间应用项目有序推进中。他还向外国航天员发出邀请，欢迎他们进入中国空间站开展实验。相信不久的将来，外国航天员的身影将出现在“天宫”，与中国同行一起遨游太空。

开展航天科技援助是中国推进国际航天合作的重要形式。中国航天积极参与“一带一路”建设，致力于搭建“太空丝路”，为合作伙伴培养本土航天人才，推动航天技术转让，建设当地航天器研制基础设施，发射卫星。中国和埃及航天合作就是这种形式的典范。

6月下旬，由中方承建的埃及卫星总装集成测试中心完成终期验收审核，埃及由此成为非洲首个具备此能力的国家。12月4日，中埃联合研制的卫星埃及二号发射成功。该卫星将主要用于埃及的国土资源普查，满足该国用户在农业、林业、城市建设、环境及灾害监测等领域的需求，将极大地促进埃及的经济发展和社会进步。

这一年，国际月球科研站计划迎来南非、白俄罗斯、巴基斯坦、埃及等多个新合作伙伴。中国提出该计划并将联合多国共同实施，携手在月球表面和月球轨道打造长期自主运行、短时期有人参与、可扩展、可维护的综合性科学实验设施，揭示更多月球秘密。