筑梦“太空之家”——中国空间站建设记⑱

从8个“首次”解码“神十三”

本报记者　张保淑

近日，世界科技领域最热门的话题莫过于中国神舟十三号飞行乘组从太空归来，国际主流媒体纷纷关注，形成了报道热潮。

英国路透社网站刊文介绍说，“神十三”载人飞行是中国迄今为止在轨驻留时间最长的一次太空任务，该文还结合中国已成功实施的首次火星探测任务和实现人类首次登陆月球背面壮举，指出中国正在向2030年跻身世界航天强国行列的宏伟目标挺进。美国《外交学者》杂志网站的报道揭示了“神十三”任务的性质是“中国空间站关键技术验证阶段的最后一次飞行任务”，其圆满成功标志着“中国空间站建设将进入新阶段”。美国太空网深入报道了“神十三”航天员乘组开展的出舱、科学实验和太空授课等活动，认为此次任务的成功为后续建造空间站奠定了坚实基础。

奋斗创造辉煌，坚持创造卓越，被国际媒体持续热议的“神十三”实现了中国航天的一个又一个“首次”，成为中国载人航天工程实施30年、大踏步迈向中国空间站时代的一座丰碑。

中国空间站机械臂对天舟二号货运飞船进行在轨转位示意图。

①首次执行应急救援发射待命任务

对于公众来说，“神十三”成为关注的焦点始于2021年10月16日成功发射进入太空，然而，其使命早在2021年6月“神十二”发射之时就已开始，只不过她彼时的角色是应急救援的备份载人飞船，与长二F遥十三火箭携手随时做好执行应急救援任务的准备。

为了应对载人航天活动可能存在的风险，确保完成载人飞行任务并保障航天员生命安全，中国空间站任务阶段首次建立了应急救援任务模式，采用“滚动待命”策略，即在前一发载人飞船发射时，后一发载人飞船和运载火箭在发射场待命，通过在轨停靠飞船和发射场待命飞船共同确保在轨航天员安全。为此，“神十三”与“神十二”同时出厂，同时在发射场完成总装、测试等工作。与此相应，长二F火箭采取“发射1发、备份1发”的“滚动备份”发射模式，两发火箭同时进场，相继完成总装测试，流程上交叉，型号队伍并行作业。

经过紧张有序的准备工作，在“神十二”载人飞船执行发射任务时，“神十三”载人飞船和长二F遥十三火箭均已处在待命状态。一旦需要开展紧急救援，可以启动相关程序，“船”“箭”合璧，短时间内即可发射入轨，开展太空救援。

虎年春节到来之际，“神十三”飞行乘组在中国空间站天和核心舱通过中央电视台向全球中华儿女拜年。

②首次开展飞船径向对接实战

顺利发射升空后，“神十三”首要的任务就是完成与空间站天和核心舱空间交会对接，形成组合体。空间交会对接被形象地称作“太空穿针引线”，是两个航天器在空间轨道上会合并在结构上连成一个整体的技术。2011年11月，神舟八号飞船与天宫一号目标飞行器成功进行了中国航天史上首次空间交会对接。此后，该项技术在中国多次航天任务中得到进一步验证和拓展，“神十三”与天和核心舱实施的飞船首次径向交会对接就是其中重要拓展成果之一。

“神十三”采用的径向对接和之前其他飞船采用的后向对接、前向对接不同，其要与天和核心舱保持90度夹角，从天和下方来接近并实现对接。要成功做到这一点，必须解决好径向对接时两个航天器运行轨道高度差带来的速度控制、姿态控制等诸多难题。“神十三”经受住了考验，在制导导航与控制系统指挥下，历时6.5小时，智能自主完成了此次径向对接任务。这一成功在一定程度上要归功于“神十二”进行的径向对接试验积累的经验。2021年9月16日，即将结束飞行任务的“神十二”成功绕飞空间站组合体并与之进行了径向交会对接试验。

③首次进行在轨遥操作对接试验

“神十三”飞行乘组除了开展飞船径向对接实战之外，还首次进行了在轨遥操作对接试验并取得圆满成功，为确保天舟货运飞船稳稳停靠“天宫”提供了备份对接手段，为中国空间站的在轨建造和运营上了一道“安全锁”。

手控遥操作是由航天员在轨利用手动技术对飞船进行遥控操作，控制货运飞船与空间站进行交会对接，是专门为货运飞船这类无人来访飞行器配备的功能，此操作与神舟载人飞船的手控交会对接有一些类似的地方。航天员在空间站核心舱里，通过远程的方式“驾驶”货运飞船与空间站对接。在此过程中，航天员仿佛坐在货运飞船里，用第一视角“看向”空间站，凭借面前的仪表系统，通过操作手柄等完成与空间站的对接。

今年1月8日，“神十三”飞行乘组在核心舱发出控制指令，让天舟二号先与核心舱分离，然后航天员手动控制货运飞船的位置和姿态，撤到前向的一定距离。他们在地面科技人员的密切协同下，在空间站核心舱内采取手控遥操作方式，圆满完成了天舟二号货运飞船与空间站组合体交会对接试验，验证了空间站与来访飞行器手控遥操作系统的功能、性能以及天地间协同工作程序的合理性。

④首次实现了中国女航天员出舱

走出航天器，漫步太空，开展舱外作业是空间站建设和运营的必备能力之一。通过“神十三”任务，中国载人航天继续在出舱和舱外作业能力方面取得新的突破，其中包括圆满完成了首位女性航天员出舱和舱外作业任务。

2021年11月7日晚，“神十三”乘组成员王亚平身着新一代“飞天”舱外航天服，紧随指令长翟志刚从“天和”节点舱成功出舱，由此成为中国首位进行出舱活动的女航天员，迈出了中国女性舱外太空行走第一步。之后，王亚平与翟志刚按照操作规程，根据地面指挥中心的指令，在舱内航天员叶光富配合支持下，开展了机械臂悬挂装置与转接件安装、舱外典型动作测试等作业。

由于太空微重力环境下，舱外行走在很大程度上靠上肢在航天器外部攀爬来实现，舱外作业更是要凭借上肢来完成，在身着舱外航天服的情况下，航天员上肢力量和耐力经受很大考验。王亚平此次出舱和舱外作业的亮眼表现证明，在浩瀚太空里，中国女航天员同样能撑起“半边天”。

⑤机械臂首次在轨转位大型航天器

2022年1月6日凌晨，中国空间站机械臂成功捕获天舟二号货运飞船。6时12分转位试验开始，天舟二号货运飞船与天和核心舱解锁分离后，在机械臂拖动下以核心舱节点舱球心为圆心进行平面转位；之后，反向操作，直至天舟二号货运飞船与核心舱重新对接并完成锁紧。

经过约47分钟的跨系统密切协同，空间站机械臂转位货运飞船试验取得圆满成功，这是我国首次利用空间站机械臂操作大型在轨飞行器进行转位试验。为了保障此次转位试验取得成功，相关专家和技术团队在地面进行了大量的仿真模拟，这次试验是对地面仿真系统的一次成功验证。

此次试验的成功初步检验了利用机械臂操作空间站舱段转位的可行性和有效性，验证了空间站舱段转位技术和机械臂大负载操控技术，也获取了在轨失重环境下机械臂运动学模型参数，为今后机械臂转位实验舱、舱外大型载荷照料等任务奠定了坚实基础，为空间站的后续建造与运营提供了一大保障。

“神十三”飞行乘组在开展在轨遥操作对接试验。

本文图片均来自中国载人航天工程办公室网站

⑥首次实现在轨驻留时间达到半年

相对于在空间技术上创下诸多“首次”而言，“神十三”乘组创下的中国航天员在轨183天的时间长度纪录是很多人印象最为深刻的，一些媒体用“去时黄叶飞，归来春满园”来描述“神十三”乘组本次太空之旅。

随着中国航天员乘组入驻“天宫”，太空中迎来了“北京时间”和以此为时间坐标的中华文化节日和重大国际盛会，于是，人们看到“神十三”乘组欢度了中国人的第一个“太空春节”“太空元宵节”。虎年新春佳节，他们手持“福”“春”和“中国结”，向全国人民和全球华侨华人送上新春祝福。他们通过“天地连线”现身央视元宵节晚会，航天员王亚平以一曲太空《茉莉花》拨动亿万国人的心弦，航天员翟志刚和叶光富分别以“白云蓬蓬生足下”“怀抱寰宇悬浮立”为灯谜的谜面，指向同一个谜底“中国空间站”。北京冬奥会开幕前夕，九天之上的航天员乘组心系北京冬奥会，在空间站核心舱展示微重力环境下悬浮空中的奥运五环标志，喜迎北京冬奥会并为全球冬奥健儿加油、祝福。

从无人到载人，从单人20多小时到两人4天多，从多人13天、多人15天到两人1个月，从多人3个月到多人183天，中国航天员单次飞行任务太空驻留时间纪录不断刷新，空间再生生保系统性能持续优化提升，为航天员长时间驻留空间站提供了可靠保障。

⑦首次快速返回压缩归途时间

从“天宫”回到“家”需要多长时间？“神十三”给出的最新答案是约9个小时，这是中国神舟载人飞船返回舱脱离天和核心舱回归地面的最短时间纪录。

与之前的神舟载人飞船比如“神十二”相比，“神十三”在返回技术原理上是相同的，都是通过飞船再入大气层和降落伞减速后着陆。具体来说，其返回的过程是，返回舱和推进舱组合体从“天和”分离后开始踏上归途，之后返回舱在推进舱的助推下重返大气层，进而在预定区域内着陆。与“神十二”回归不同的是，“神十三”将以前需要在绕地飞行10多圈内完成的飞行事件压缩到5圈完成，由此大幅减少返回时间，进一步提升了航天员返回体验及任务实施效率。

快速返回模式对地面飞行控制工作和着陆场搜救力量提出了更高要求，据了解，为适应这种模式，有关方面新增了中继卫星和地面雷达投入此项任务，提高了测控可靠性。

⑧首次启用无人车参与飞船回收

安全着陆后，最重要的是做到“舱落机临”，搜救队员可以第一时间确认返回舱位置以及航天员乘组的状态。据中国军视网报道，在“神十三”返回舱搜救中，国防科技大学科技创新团队研发的无人搜救车闪亮登场，这是我国首次利用无人车参与飞船回收。

飞船返回时由于受风力等不确定性因素影响，实际落点会与理论瞄准点有一定的偏差。因此从安全角度考虑，理论瞄准点附近一定区域内不允许人员和大型装备进入，这就影响了搜救的时效性和观测的精准性。针对此问题，国防科技大学科技创新团队研发出自主能动性强的无人车，参与了“神十三”返回舱搜救实战并表现出优良的性能。

据了解，该无人车的“驾驶员”由传感器和计算机系统所构成。通过对环境进行观察、对车辆周围的物体进行识别、理解，形成一条期望的虚拟路径，并根据车辆所感知的信息，实时变换前进方向以及加减速，实现车辆的灵活运动。之后，通过无线电台，团队将无人车与后方的指控中心进行数据连接，随时对无人车的运行进行调整，做到人和机器的相互结合、精准调控。

新冠肺炎疫情给人们的工作、生活和学习带来很大影响，为阻断疫情蔓延，在疫情形势严峻时，一些中小学开启了停课不停学的线上教学模式，线上科普也加入其中。

中小学生群体思想活跃、好奇心强，对新鲜事物的接受程度高，而线上科普活动涵盖天文、地理、自然、生物等学科领域，所涉及内容新奇，实践方式体验感强，有助于激发学生的科学兴趣、创新意识和创新能力。同时，线上科普活动注重受众的沉浸式感受，在互动体验中传播科学知识、科学方法和科学理念，具有较好的传播效果。

北京

线上科普 播下创新种子

孙天垚　刘光宇　张鹏骞

线上科普纷至沓来

疫情防控期间线下科普活动遭遇诸多限制，为此，北京的科普场馆开展了一系列线上科普活动，其中，云游科技馆、云讲堂、直播课程等一经推出，便受到学生和家长的喜爱。

中国数字科技馆官网设有“虚拟现实”栏目，在下拉菜单中点击“漫游科技馆”，便可畅游全国各地科技馆，多种主题的科普展览尽收眼底。中国科技馆通过钉钉应用软件，将科学实验“小鬼科学家”移到线上，以直播课程的形式呈现，科学辅导员变身科普主播，带领学生和家长一起做科学实验。北京市麋鹿生态实验中心建成网络直播室，通过“麋鹿苑自然大讲堂”“一起向自然”等开展直播活动，覆盖公众559万人次。北京天文馆充分利用各类新媒体平台，全新推出“天文小主播”“天文小姐姐”等主题系列活动，结合立春、中秋等特殊节日和流星雨、月食等天象，开展科普直播活动32场。

多场景、多形态的科普活动大力拓展了线上教育的形式和内容，受众人数激增。

小学校园积极引入

一些学校在有效利用线上科普资源方面作出了积极尝试——通过科普资源“引进来”，让科学的种子在校园里生根发芽。

今年1月，北京市顺义区科委联合东风小学开展“云上科普进校园”活动，以线上科技课程视频教学形式展现，包括科学知识讲座、动手制作小发明和学习《科学知识》读本，激发了学生的思维想象力和科学潜能，有效地促进了科技教育与科普活动的有效衔接。今年3月，北京市昌平区气象局携手昌盛园小学开展气象科普进校园活动，为学校师生作了《北京市气象灾害预警信号那点事儿》的气象科普讲座，讲座以“线下+线上直播”的形式呈现，内容包括气象日的由来、5年来世界气象日的不同主题以及北京市气象灾害预警信号的类别和途径，内容丰富精彩，使学生获得了关于气象防灾救灾的丰富知识。

多方协同发力

随着全媒体的不断发展，各种媒介平台使线上科普活动拥有更多、更新的演绎方式，学生既可以通过广播、电视、报纸、电脑等了解科学知识，也可以利用自媒体平台充当科普活动的参与者和发起者。政府、科协、科研院所等可以借助网络化、信息化、智能化深度融合的契机，联合搭建线上科普传播矩阵，鼓励中小学生学习科学、崇尚科学，从而践行科学、投身科学，为国家培养科技栋梁提供支撑。

在此过程中，中小学校要充分挖掘、深度整合科普资源，通过创建“家校科学群”线上科普活动家长会等形式，及时向学生和家长传达线上科普活动动态，引起家长和学生的关注。老师则可以通过班级群及时分享科学小知识，转发科普资源链接、组织线上科普活动打卡等，把线上科普活动当做“第二课堂”，让孩子们在玩乐中感受科学的魅力，领悟科学家精神，实现以“提升科学素养”为目的的家校共建。

近日，在北京麋鹿苑直播活动教室，麋鹿苑自然大讲堂之科学沙龙系列活动在线上举行。

图为杨红珍博士(左)就昆虫话题进行直播讲解。　苏文龙摄

湖南

童心守护地球

4月22日是第53个“世界地球日”。湖南省邵阳市城步苗族自治县红旗小学近日开展相关主题教育活动。图为该校小朋友展示自己绘制的“我心中的地球”画作。　严钦龙摄