

深度解读“神舟十一号”的技术革新

本刊特约记者 宋杰



“神舟十一号”做发射前最后准备

北京时间10月17日早晨7点30分，“神舟十一号”载人飞船在中国酒泉卫星发射中心成功发射升空。“神舟十一号”是中国建造并发射的第11艘太空飞船，也是中国第6艘载人飞船，它由“长征二号”F运载火箭发射，搭乘景海鹏和陈冬两名男性航天员，将与9月15日发射的“天宫二号”对接。其目的是为了能够更好地掌握空间交会对接技术，开展地球观测和空间地球系统科学、空间应用新技术、空间技术和航天医学等领域的应用和试验。

细数“神舟”系列家族成员

“神舟”载人飞船是我国自行研制的，用于天地往返运输人员和物资的载人航天器，利用了国际第三代载人飞船技术，具有完全自主知识产权及鲜明的中国特色。“神舟”载人飞船可一船多用，既可留轨观测又可作为交会对接飞行器，满足天地往返的需求。

“神舟”号飞船采用“三舱一段”，即由返回舱、轨道舱、推进舱和附加段构成，包括13个分系统，与国外第三代飞船相

比，具有起点高、具备留轨利用能力等特点。神舟系列载人飞船由专门为其研制的“长征二号”火箭发射升空，发射基地都在酒泉卫星发射中心。

“神舟一号”和“神舟二号”飞船都是无人飞船，“神舟一号”是中国实施载人航天工程的第一次飞行试验，具有里程碑式的意义，而“神舟二号”在“神舟一号”的基础上，首次在飞船上进行了微重力环境下的空间生命科学、空间材料、空间天文和物理等领域的实验。“神舟三号”和“神舟四号”均属于正样无人飞船，即飞船技术状态与载人状态完全一致，为以后载人飞船发射做准备。

“神舟五号”是我国第一艘载人航天飞船，主要是考察航天员在太空环境中的适应性。2003年10月15日，杨利伟随“神舟五号”飞船首次进入太空，也成为中国人心目中的航天英雄。

从“神舟六号”飞船开始，我国的“神舟”飞船已经具有承载3名航天员的能力；“神舟七号”飞船实现了中国航天员首次空间出舱活动；“神舟八号”飞船是我国的标准型空间渡船，与“天宫一号”在我国甘肃、陕西上空进行了对接。“神舟九号”飞船也同天宫一号实施了自动交会对接，这是中国实施的首次载人空间交会对接，并且在此次任务中，中国首位女宇航员刘洋进入太空。

“神舟十号”飞船也成功与“天宫一号”进行交会对接，标志着中国已经基本掌握了空间飞行器

交会对接技术。将对后续的“天宫二号”、即第二代空间实验室的建设打下坚实的基础。

我国载人航天飞船的发展战略

1992年9月21日，我国的载人航天工程正式启动，制定了“三步走”的发展战略。

第一步是研制载人飞船，实现我国载人航天的历史性突破。这已通过“神舟五号”、“神舟六号”载人飞船完成。

第二步是突破和掌握航天员太空行走、空间交会对接两项关键技术，发射空间实验室和货运飞船，这是建造空间站的前提。这也已通过“神舟七号”航天员翟志刚进行太空行走拉开序幕，并分两阶段实施：第一阶段，通过发射“天宫一号”目标飞行器和“神舟八号”无人飞船实现了自控交会对接；通过分别发射“神舟九号”、“神舟十号”与“天宫一号”实现了自控和手控对接，这标志着我国独立掌握了空间交会对接技术。此后，我国载人航天进入第二步第二阶段，在2016年发射“天宫二号”空间实验室、“神舟十一号”载人飞船，还将在2017年发射“天舟一号”货运飞船，主要任务是验证航天员中期在轨驻留技术、在轨加注技术和未来空间站的部分新技术。

第三步是在2020年左右建成长期载人的大型空间站，将在轨运营10年以上，成为我国空间



神州十号

神州十号飞船长约9米、最大直径2.8米、质量约8吨。神州十号是神州系列飞船在神九定型后的首艘量产型飞船，将实施首次应用性飞行任务，肩负着为天宫一号空间实验室在轨运营提供人员和物资支持的天地往返运输使命。

神州十号

全 长：约9米
最大直径：2.8米
重 量：约8吨

神舟十号载人飞船主要数据

科学和新技术研究试验以及科普教育的重要基地。

2016年10月17日，我国成功发射神舟十一号载人飞船。2017年，我国将用“长征七号”运载火箭发射我国第一艘货运飞船“天舟一号”，验证推进剂在轨补加技术。“天舟”货运飞船货运载荷比将达到世界先进水平，拥有较高的运输效率。

此后，我国将以空间站建设和应用为基础，以载人月球探测为新突破，以支撑国家发展利益向地月空间拓展为目标，研究制订新形势下载人航天发展的新战略。

“神舟十一号”的主要任务

为“天宫二号”空间实验室在轨运营提供人员和物资天地往返运输服务，考核验证空间站运行轨道的交会对接和载人飞船返回技术；与天宫二号空间实验室对接形成组合体，进行航天员中期驻留，考核组合体对航天员生活、工作和健康的保障能力，以及航天员执行飞行任务的能力；开展有人参与的航天医学实验、空间科学实验、在轨维修等技术试验，以及科普活动。

“神舟十一号”飞船入轨后，2天内完成与“天宫二号”的自动交会对接，形成组合体，航天员进驻“天宫二号”，组合体在轨飞行30天。期间，2名航天员将按照飞行手册、操作指南和地面指令进行工作和生活，按计划开展有关的科学实验。完成组合体飞行后，“神舟十一号”撤离“天宫二号”，并于1天内返回至着陆场，天宫二号转入独立运行模式。

“神舟十一号”有何新技术？

“神舟十一号”飞船充分继承了“神舟十号”飞船的技术状态，主要功能和技术指标保持不变。在此基础上，为满足任务要求，进一步提高可靠性安全性，以及验证未来航天技术，在三个方面进行了技术改进：




神舟十一号航天员进入天宫二号实验舱

一是为满足本次任务要求，调整了轨道控制策略和飞行程序，使“神舟十一号”飞船能够适应本次任务交会对接轨道和返回轨道高度由343公里提高到393公里的要求；优化调整了货物装载布局方案，进一步提高了这次飞行任务的随行运输能力。

二是为进一步提高安全性可靠性，新配备了宽波束中继通信终端设备，显著扩大了测控覆盖范围，提升了飞船姿态快速变化时的天地通信保障能力，从而提高了航天员的安全性和飞船的可靠性。

三是为验证未来航天技术，满足未来空间站交会测量设备长寿命使用要求，对“神舟十一号”飞船的交会测量设备进行了升级换代。

刚刚过去不久的2016年10月8日，是我国航天事业创立60周年的纪念日。60年前的1956年10月8日，中国第一个导弹研究机构——国防部第五研究院成立，标志着中国航天事业的创建。航天一甲子，辉煌六十年。经过60年的发展，我国的航天事业取得了举世瞩目的成就。进入“十三五”，多个航天重大工程进入关键阶段，“神舟十一号”飞船的发射，标志着中国航天将进入全新的发展阶段。

（作者是清华大学航天航空学院博士、
《环球科学》杂志特邀科学撰稿人，
本文转载自环球科学微信公众号）