

深度观察

先后掌握了天地往返、太空出舱、交会对接等关键技术,4月29日,天和核心舱成功入轨

# 中国空间站,一步步走来

本报记者 余建斌 刘诗瑶

4月29日,22.5吨重的中国空间站天和核心舱,从文昌航天发射场启程,由长征五号B运载火箭成功送入地球轨道。我国迄今为止最大航天器进驻太空,意味着中国空间站建造已进入实质性“施工”。对设计为3个舱段基本构型的空间站而言,核心舱作为空间站的主控舱段,既是空间站的管理和控制中心,也是航天员生活的主要场所,已有能力支持航天员长时间在太空生活。

我国载人航天工程从上世纪90年代初开始启动,规划了“三步走”战略,如今已进入第三步——“建造空间站,解决有较大规模的、长期有人照料的空间应用问题”。空间站是在近地轨道上运行的中大型载人航天器,能够让人长久在太空生活,靠货运飞船实现推进剂和消耗品的补充,可以通过航天员进行设备维修与更换而延长寿命或改变、扩充功能,堪称太空定居点。

从发射载人飞船将航天员送入太空,到太空出舱、发射空间实验室,中国载人航天工程先后用6艘载人飞船、5艘无人飞船、一艘货运飞船、一个目标飞行器和一个空间实验室,支持11名中国航天员、14人次完成多趟太空之旅。环环相扣,循序渐进,正是通过历次“神舟”和“天宫”飞行任务,先后突破掌握了天地往返、太空出舱、交会对接等关键技术,为空间站铺就了一条稳妥可靠的建造之路。

## 天地往返

为空间站运送航天员和物资,作为“救生船”长期停靠在空间站

2003年10月15日9时整,在震耳欲聋的轰鸣声中,神舟五号飞船乘着火箭拔地而起,载着首位中国航天员杨利伟飞向太空。环绕地球飞行14圈,历时21小时23分,杨利伟驾乘神舟五号飞船完成了中国首次载人航天飞行,把中国人的身影留在了浩瀚太空。

空间站并非是用来回地球的航天器,要建空间站,就要先拥有用于运送人员的天地往返运输器。

航天专家介绍,飞船最重要的用途之一就是为空间站运送航天员和物资。此外,人在空间站内长期工作和生活,随时都可能出现危险,如航天员突发疾病,空间碎片或流星击穿航天员生活的压力舱舱壁等。这时就需要航天员马上撤离空间站,返回地面。由于飞船体积小、重量轻、成本低,因此很适宜作为“救生船”长期停靠在空间站。神舟载人飞船可支持3名航天员实现天地往返,在空间站停靠期间也作为“救生船”,用于航天员应急救生和返回。

从神舟一号无人飞船到神舟五号载人飞船的飞行都成功了,但成功并不意味着成熟,所以神舟六号、神舟七号飞船继续优化,进一步提高可靠性和安全性。有了第一次载人飞行经验,科研人员对飞船做了适当的改进,2005年神舟六号升空,已经能上两名航天员,飞行时间也延长至5天。

神舟系列飞船最大变化在神舟七号、神舟八号飞船两个阶段。神舟七号增加了出舱功能,神舟八号完成了交会对接。

中国载人航天工程总设计师周建平说,神舟飞船全都具备天地往返功能。神舟一号到神舟七号飞船的主要功能是把人送入近地轨道,人在飞船上生活和工作。从神舟八号开始,神舟飞船作为载人运输飞船基本定型,之后不再做大的改动。它可以和在轨运行的航天器对接上,然后把人员送到航天器里面去,航天员完成预定任务后再乘坐飞船返回地面。

神舟八号通过不载人实现了自动交会对接,神舟九号通过载人实现手动交会对接。与神舟八号、神舟九号功能一致的神舟十号飞船,进一步考核交会对接技术后完成了应用飞行任务。自此,作为状态稳定成熟的载人太空飞船,神舟系列飞船和长征二号F运载火箭组成了我国载人天地往返运输系统,将成为中国航天员

往返空间站的太空交通工具。

当然,火箭是目前人类冲出大气层、去往太空的唯一交通工具,建设空间站尤其需要运力强大的运载火箭。长征五号B运载火箭承担着将空间站舱段送入轨道的重要任务。空间站“专列”长征五号B运载火箭,是在长征五号运载火箭基础上改进研制的新型火箭。

火箭专家说,长征五号B运载火箭属于按系列化、模块化、组合化思路研制的一款新型大型运载火箭,也是我国首个一级半构型的大型运载火箭,主要用于近地轨道大型航天器发射,承担起我国载人空间站舱段等重大航天发射任务。由于空间站舱段较以往的航天器要大不少,科研人员根据空间站任务要求研制了大型整流罩,可以罩住空间站舱段,保护其在发射过程中的安全。

## 太空出舱

在太空组装、维修空间站,航天员出舱是重要手段

2008年9月25日21时10分,中国第三艘载人飞船——神舟七号把翟志刚、刘伯明、景海鹏3名航天员顺利送上太空,这3位都属马的中国航天员开始了太空旅行。仅仅用了两天适应陌生的太空环境后,翟志刚在刘伯明、景海鹏的密切配合下,完成首次太空出舱行走,在距地球343公里的太空轨道实现了中国人与宇宙的第一次直接握手,让茫茫太空多了一抹五星红旗的鲜艳。

神舟七号3名航天员首次成功实施空间出舱活动,意味着空间出舱关键技术已被突破,这为空间站建造奠定了坚实的基础。

专家介绍,掌握太空出舱活动技术主要有四大用途:一是在太空组装、扩建大型空间站,二是在太空维修、维护、升级航天器,三是较方便地完成回收与释放卫星以及科研等任务,四是用于紧急太空救援。

空间站任务对航天员的能力要求更多。过去航天员在太空做的大部分是舱内实验,将来空间站建造阶段,航天员大量的工作要在舱外空间进行。

周建平认为,人在太空中可以发挥自动化机器无法替代的作用。在近地轨道建设空间站,就意味着需要掌握大型空间设施的建造技术和运营管理技术,具备强大的维护维修升级能力。航天员出舱和利用机械臂,都是重要的手段。

神舟七号称得上是继中国航天员首次进入太空后,我国载人航天飞行的一座新里程碑。尤其是技术跨越比较大,为突破出舱技术,科研人员在短期内研制出了第一件舱外航天服,重新为飞船轨道舱增加了气闸舱功能,并在太空应用获得成功,验证了气闸舱的相关技术。气闸舱是航天员进出空间站的“安全中转舱”,神舟七号任务也为空间站气闸舱的研制奠定了基础。

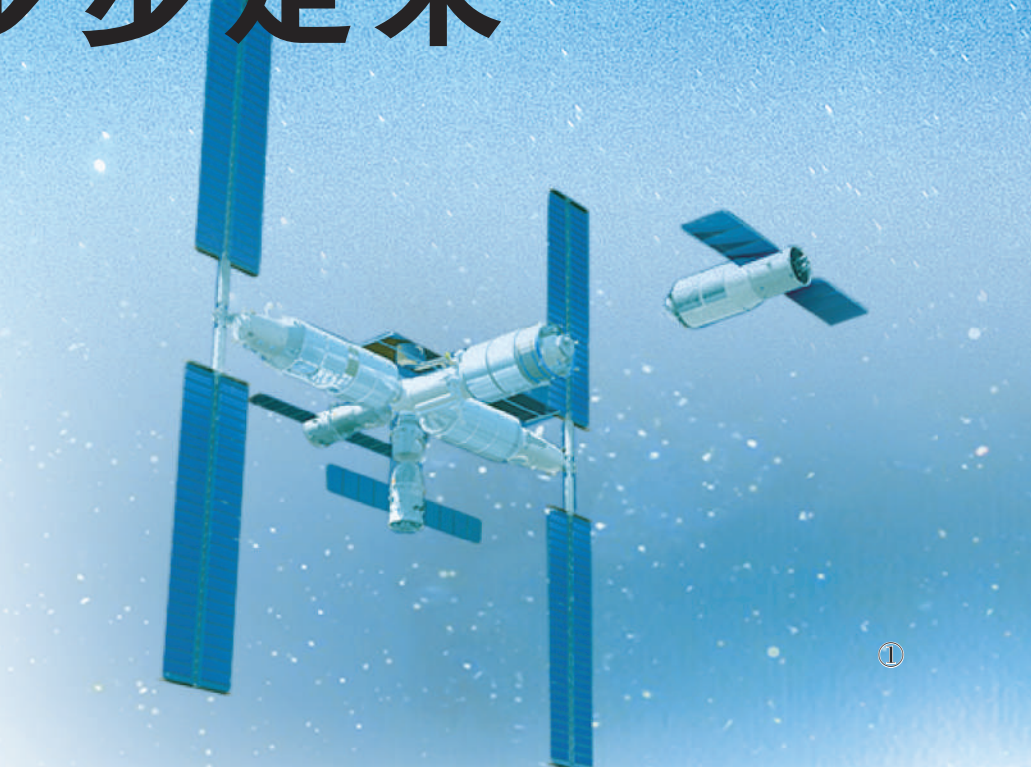
## 空间交会对接

当今航天领域最为复杂的技术之一,是建设空间站必须走出的关键一步

2011年11月3日1时36分,一场曼妙的太空之舞在距地球343公里的轨道上演。两位“舞者”,是中国两个航天器:天宫一号目标飞行器和神舟八号飞船。12把对接锁准确启动,上千个齿轮和轴承同步工作,天宫与神舟牵手相拥,开始12天的“双人太空之舞”。中国成为世界上第三个掌握自动空间交会对接技术的国家。

2012年6月18日下午,在太空飞行的天宫一号迎来首批航天员访客。3位航天员乘坐神舟九号飞船通过自动交会对接入驻。6月24

- 1992年,我国提出实施载人航天工程“三步走”发展战略
- 第一步,发射载人飞船,建成初步配套的试验性载人飞船工程并开展空间应用实验
- 第二步,突破航天员出舱活动技术、空间飞行器的交会对接技术,发射空间实验室,解决有一定规模的短期有人照料的空间应用问题
- 第三步,建造空间站,解决有较大规模的长期有人照料的空间应用问题
- 2017年,随着空间实验室飞行任务的圆满收官,中国载人航天工程的第三步任务——空间站建造全面展开
- 2020年5月5日,长征五号B运载火箭首飞任务成功,拉开了空间站建造序幕
- 2021年4月29日,空间站核心舱成功发射
- 2022年前后,中国将完成空间站建设



访问、工作、生活的支撑能力。当飞船和目标飞行器对接以后,航天员可以进到这个目标飞行器里面生活和工作一段时间,包括进行科学实验。

专家介绍,就空间交会对接任务而言,从总体方案到具体实施,具体到交会对接机构、测量和控制技术,都是自主研发。例如,交会对接核心的对接机构相当复杂,由数百个传感器、上千个齿轮、数万个零件组成。当两个航天器上的对接机构互相牢牢锁紧,形成一体后,要在两个飞行器之间建立能供航天员通过的密不透气的通道。对接机构真正打通了航天员的生命通道,航天员通过这个通道进入天宫。

自此,天地往返、太空出舱、空间交会对接这三大载人航天活动基本技术,已被全部掌握,对中国航天员来说,已经能在近地轨道自由出入,建造空间站也具备了基本条件。

## 太空补给

空间站货物运输系统,解决了空间站建造和长期运营所需的太空货物运输问题

2017年9月22日,我国首艘货运飞船天舟一号在地面控制下,从300多公里高度的轨道逐渐下降并向地球接近,最终进入大气层烧毁,顺利完成了5个月的“太空快递”使命。

此前,天舟一号货运飞船发射成功后,与天宫二号空间实验室自动交会对接,并顺利完成首次“太空加油”;其后,天舟一号完成与天宫二号的绕飞和第二次交会对接试验……天舟一号飞行任务的完成标志着我国载人航天工程“三步走”规划“第二步”的实现,也将中国载人航天推进至空间站时代的大门。

重要的是,天舟一号飞行任务成功突破和验证了空间站货物运输、推进剂在轨补加等关键技术。此后,天舟货运飞船和长征七号运载火箭正式组成空间站货物运输系统,解决了空间站建造和长期运营所需的太空货物运输问题,使空间站建造具备了基本条件。货运飞船将为空间站运送航天员的生活物资、推进剂、载荷设备等补给物资,并收集空间站丢弃的废弃物和生活垃圾,随货运飞船返回进入大气层烧毁。

2017年4月22日12时23分,天舟一号与天宫二号进行交会对接。在做好一系列推进剂补加试验相关准备工作后,在地面操作人员精确控制下,天舟一号与天宫二号共同配合完成了持续约5天的推进剂在轨补加。

在轨补加推进剂也就是补充燃料,这是空间站要使用的重要技术。在空间轨道上为航天器补加推进剂,非常复杂,是技术上要验证的重大技术。天舟一号任务突破和掌握推进剂在轨补加技术,填补了我国航天领域的空白,实现了空间推进领域的一次重大技术跨越,为我国空间站组装建造和长期运营扫清了能源供给上的障碍。

## 在空间站长期生活

保障航天员在太空的长期生活、工作和健康,对航天员和地面支持团队都是挑战

2016年,神舟十一号航天员景海鹏、陈冬在太空完成33天中期驻留,为后续的中国空间站建造运营奠定了更坚实的基础。

此前,神舟五号任务将杨利伟送入太空后,短短两年后,费俊龙、聂海胜执行危险性及难度系数均高出很多的神舟六号飞船任务,实现了载人航天飞行从“一人一天”到“多人多天”的重大跨越。到景海鹏、陈冬参加的神舟十一号任务,航天员在太空生活时间一个月,达到了中长期太空飞行的门槛。

按照规划,未来在空间站的常态化运行中,有3名航天员作为一个乘组长期飞行,乘组定期轮换。轮换期间,最多可有6名航天员同时在空间站工作,完成交接后,前一个乘组乘坐载人飞船返回地球。航天员在空间站的驻留时间将达3个月乃至半年之久。

保障航天员在太空的长期生活、工作和健康,对航天员和地面支持团队都是挑战。历次的神舟飞船载人任务,实际上也是对太空驻留保障的考验和验证。相比于此前我国载人航天飞行任务的频率,空间站建造和运营期间每年有多次发射,需要航天员的类型、人数会更多。

载人航天工程航天员系统专家介绍,11名航天员出色地完成了6次载人飞行任务,航天员队伍总体实力增强。“人是载人航天的主体,将来走出地球寻找新的家园也是人类,所以要持续关注人的健康保障问题。”

到2016年完成的神舟十一号任务为止,已实现航天员中期驻留目标,使得我国航天员在轨驻留时间大幅延长,相关生活、工作和健康保障以及航天员执行飞行任务的能力得到有效验证;初步建立起面向长期飞行任务的支持体系和保障机制,为建设和运营空间站奠定了坚实的基础;为空间站阶段长期有人参与开展空间应用和技术试验积累了宝贵经验。

周建平提及,往太空运送物资的成本非常高,进行物资循环利用并提高物资循环利用率,是世界载人航天关注的重大技术问题。

通过新的技术支持,中国航天员在空间站的补给将得到更好保障。此前航天员生存所必需的水和氧气由航天器直接带入太空。为了让航天员实现更久的在轨停留,空间站设计了完整的可再生生命保障系统,进一步提高对水和氧气的循环利用水平,既减轻太空运输系统的负担、降低成本,同时也使人类在太空的生存能力进一步提升。

正是在具备一系列关键技术和基本能力后,中国空间站打下了扎实的“太空地基”,从而初步实现了梦想。

图①:空间站示意图。 资料图片

图②:天宫与神舟飞船对接示意图。 资料图片

## 记者手记

# 空间站 新起点

仿佛千里跋涉,一步一步执着前行,中国人在太空“筑巢”的梦想终于化为现实——中国空间站的核心舱已然在我们头顶环绕地球而飞。不久以后,还会有航天员入驻这个更新、更宽敞、更舒适、更强大的“太空之家”。不知道星光璀璨的“夜晚”,在深邃的太空酣然入梦,是怎样的一种体验?

能够徜徉太空,靠的是攻克一道道技术难关,靠的是好奇心与实干。空间站是中国载人航天工程“三步走”发展战略的第三步,看似水到渠成的每一步,背后则是一个

个梦想与智慧、追求与勇气交织的故事。扎扎实实的每一步,背后是不甘人后、自立自强的进取精神。人们感叹前辈们的远见,感慨创新者的精神。这是对几代人艰苦拼搏的回报和勉励,也将激发我们对更广阔世界的想象、对更辽远深空的探索。对无止境的宇宙探索来说,空间站是一个新起点,在追逐梦想的路上,让我们向着更美好的未来,继续奔跑!

本版责编:李心萍 版式设计:汪哲平

