

## 天舟成长记

2023年是天舟货运飞船诞生6周年。从“一”到“六”，六载光阴，天舟穿梭于寰宇，见证着从空间实验室到空间站的成长与跨越。

在轨期间，天舟货运飞船作为“先行军”，率先验证了空间站建造的多项关键技术，如首次利用空间机械臂完成转位试验、首次实现空间站在轨补加、首次实现2小时快速交会对接等等，充分发挥了货运飞船的在轨潜力，也为我国空间站正式进入应用与发展工程阶段提供了有力支撑。

## 天舟一号

2017年4月20日

作为中国首艘货运飞船，天舟一号验证了货物运输和推进剂在轨补加等多项关键技术，为我国载人航天工程“三步走”发展战略中第三步空间站研制建设奠定了坚实基础。

## 天舟二号

2021年5月29日

天舟二号带货能力达6.9吨，携带了3名航天员3个月的消耗品、舱外航天服及各类物资。

## 天舟三号

2021年9月20日

在生活物资方面进一步扩容，超过了3吨，尤其是食品、水、生活用品等，是天舟二号的3倍。

## 天舟四号

2022年5月10日

与天舟三号相比，天舟四号带货量更大，共带200余件(套)货物，其中包括货包货物和直接安装货物，还携带补加推进剂等，物资总重约6吨。

## 天舟五号

2022年11月12日

带货品类更丰富，除了平台物资及补加推进剂，还带了“春节大礼包”，以及两个乘组在空间站进行交接的礼物。

此外，天舟五号还搭载了一颗卫星——澳门学生科普卫星一号。

## 天舟六号

2023年5月10日

有效装载容积扩大了20%，整船物资装载能力由原来的6.9吨提高至7.4吨，是世界上现役货物运输能力最大、在轨支持能力最全面的货运飞船之一。

## 天舟六号

我国空间站应用与发展阶段的首次飞行任务告捷。5月10日21时22分，长征七号遥七运载火箭搭载着天舟六号货运飞船顺利升空，飞船精准进入预定轨道，于今天5时16分，成功对接于空间站天和核心舱后向端口。交会对接完成后，天舟六号转入组合体飞行段。后续，神舟十五号航天员乘组将进入天舟六号货运飞船，按计划开展货物转运等相关工作。

作为我国空间站建造完成后的首艘到访飞船，天舟六号将为空间站送去支持三名航天员6个月的在轨驻留物资，以及配合空间站进行组合体轨道和姿态控制等。

中国航天科技集团有限公司八院承担了天舟货运飞船电源分系统、对接机构分系统、推进舱结构与总装、测控通信子系统、总体电路分系统推进舱电缆网的研制工作。

## “带货老大”设计新布局

天舟六号是一艘改进型货运飞船。与以往的标准型货运飞船相比，天舟六号的有效装载容积扩大了20%，整船物资装载能力由原来的6.9吨提高至7.4吨，是世界上现役货物运输能力最大、在轨支持能力最全面的货运飞船之一。

天舟货运飞船采用货物舱和推进舱两舱设计。八院805所作为天舟货运飞船推进舱的抓总研制单位，在结构外形尺寸不变的前提下，对推进舱内外设备重新设计布局，将原位于货物舱后锥段的近30台设备移至下方推进舱，为货物舱释放了宝贵的装载空间。

设备的增减并不是简单地搬运挪移，而是考验设计师“螺蛳壳里做道场”的匠心

巧思。八院飞船型号副总师曹俊生介绍说，在推进舱构型尺寸不变的情况下，舱内的配套设备增加了近50%，新增的设备大多属于外形尺寸大、插件布局密、关联设备多、线缆直径大的设备，除了满足设备安装后整体结构力学平衡需求外，还要预留足够的操作空间用于电缆插接以及电缆网敷设、固定绑扎，并满足高标准的安全性、维修性要求。

据悉，空间应用系统通过天舟六号货运飞船上行实(试)验载荷、实验单元及样品、共用支持类设备、实验耗材和备品备件等，共计98件产品，总重量约714公斤。天舟六号此次还运送了重约70公斤的新鲜水果，约是天舟五号携带水果重量的两倍。

## 数字化智造“新天舟”

为了验证新设计布局带来的整船力学环境和质量特性变化，天舟六号继天舟一号后再次进行了推进舱单舱力学试验。

因推进舱布局非常复杂，如果按照10年前天舟一号研制时的工程试验方法，试验将面临周期长、反复多、判读难的问题。但在数字化赋能型号全流程研制的当下，团队借助于设计仿真一体化，成功实现了

天舟六号推进舱设计研制的“一步正样”、试验验证一次通过，不仅有效验证了新设计方案的合理性，还大幅提高了设计迭代的效率、缩减了大型试验的时间周期。

805所总装设计团队进行了多轮动力学和强度仿真计算，通过数据仿真模型，提前预判了结构设计上的薄弱点，并通过不断完善迭代为推进舱强壮“筋骨”。

## 模块化配“钥匙”更高效

为了满足空间站应用与发展阶段的密集发射需要，从天舟三号开始，货运飞船就进入了组批研制模式，而天舟六号正是新一批次的首发船。八院803所承担着空间站对接机构分系统控制器、驱动器的研制工作，是控制对接机构开合的“金钥匙”。从神舟八号到神舟十五号，从天舟一号到天舟六号，型号团队完成了40余台同类产品的研制与交付。

当前，载人飞船和货运飞船对接机构分系统控制器、驱动器产品已实现了通用化生

产，模块通用率达到85%以上，元器件的通用率达到95%以上。团队建立了产品在研制、试验、测试、在轨飞行等各阶段数据库，通过不断的迭代分析，确保产品性能稳定。

对接机构核心控制单机产品也在逐步提升元器件国产化率。相比于天舟一号到天舟五号，天舟六号的配套单机产品进行了19项国产化替代技术状态更改，将元器件国产化率由90%提升到97%。

本报记者 叶薇  
通讯员 钱佳程 李同 陈葆

▲► 天舟六号货运飞船发射任务取得圆满成功，空间站应用与发展阶段飞行任务首战告捷

图 新华社

## 上海航天助跑空间站应用与发展『第一棒』

## 『宇宙级带货』实力再升级

## 文昌航天发射场形成新一代大、中型火箭高密度发射能力

新华社海南文昌5月10日电(李国利 黄国畅)5月10日晚，我国在文昌航天发射场用长征七号运载火箭成功发射天舟六号货运飞船。今年下半年，这个发射场还将执行多次大中型火箭航天发射任务。

据介绍，文昌航天发射场成立以来，先后取得了我国新一代大推力运载火箭首飞、我国首次行星探测、中国空间站建造“三船

四船”等重大航天发射任务胜利，已经形成成熟稳定的新一代大中型运载火箭高密度发射能力，正向着世界一流航天发射场建设目标阔步前行。

去年以来，文昌航天发射场从7个方向开展新一轮世界一流发射场建设规划深化论证，细化实化“五个一流”体系标准、目标任务和实践路径，在提升核心能力上实现一系列突破性进展，世

界一流航天发射场建设走上了工程化推进、实践化检验、指标化评估的“快车道”。

后续，文昌航天发射场将适应国家航天发展战略需求，重点围绕新一代载人火箭发射工位、重型火箭发射工位等项目搞好拓展建设，同步开展配套软硬件实力体系建设，向着世界一流航天发射场的建设目标稳步迈进。