



天舟五号“问天”记

南海之滨，清波荡漾，椰林婆娑。

11月12日10时03分，震天动地的轰鸣之后，长征七号遥六运载火箭托举天舟五号货运飞船穿云破雾，直入云霄。

中国空间站建成前的最后一艘“货船”正式起航。

此时，距地球400公里外的中国“天宫”，神舟十四号航天员乘组正翘首以待，迎接空间站形成“T”字构型后首枚航天器的到来。

此时，距海南文昌3000公里外的戈壁滩上，酒泉卫星发射中心也正紧张备战神舟十五号载人飞行任务，期待不久之后6名中国航天员的“太空会师”。

高速、高质、高密度

发动机的轰鸣震动大地，耀眼的尾焰辉映海天，长征七号火箭成功发射，将天舟五号货运飞船精准送入预定轨道。

这是中国航天人第五次送“天舟”出征星海。

自2017年执行天舟一号货运飞船发射任务起，长七火箭已与天舟货运飞船五度携手。作为我国新一代中型运载火箭，长七火箭总体技术状态逐渐趋于稳定，但研制团队以“打一发进步一发”为目标，不断向着更精准、更高效、更可靠加力迈进。

“空间站任务环环相扣，快速交会对接也对火箭发射入轨精度提出了更高要求。”航天科技集团一院长征七号运载火箭总体副主任设计师王夕说。

“火箭将货运飞船送至预定轨道后，一圈轨道周期约5400秒，而我们要求的入轨精度偏差不能超过4秒，这也是我国现役运载火箭中入轨精度最高的。”长七火箭主管弹道设计师张博戎说。

他用投篮来比喻这一飞跃：“以前要求‘精准投篮’，现在还要‘空心入网’。”

为了实现高精度入轨，长七火箭采用了高精度激光陀螺和光纤陀螺惯性测量组合的设计方法。在飞行过程中，控制系统能够快速为火箭规划出最佳飞行路线；“迭代制导技术”的保驾护航，还可以帮助火箭提前预见偏差，实时修正，保证入轨精度。

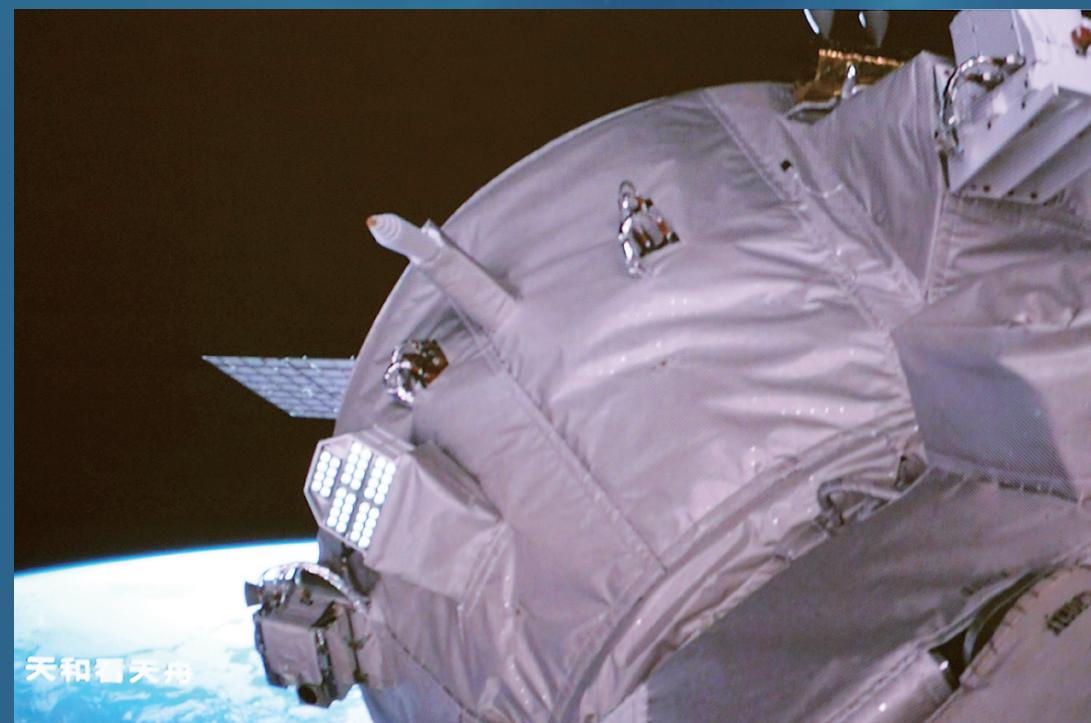
经过不懈努力，长七火箭入轨精度再提升一个数量级，托举天舟五号，以优异的性能投出了一个漂亮的“空心球”。

“从质量到流程，我们都要精益求精。”长七火箭总体主任设计师邵业涛说。

本次任务是长征七号前序多枚火箭任务的归纳和总结，在前序任务“精雕细琢”的基础上，又进行了10项技术改进，火箭操作的可靠性、便捷性进一步提升，从6个月装一发箭，到现在的2个月装一发箭，测发周期也由最初的42天逐步缩减到27天。

作为我国现役火箭中模块最多、总装流程最复杂的火箭，长七系列火箭2021年成功发射4次，今年已成功发射3次，迎来了名副其实的“高密度发射”。

“未来几年，长七火箭还将为空间站天地物资运输提供保障。”邵业涛介绍，不仅如此，长七火箭还可发送其他卫星载荷，在中低轨卫星发射中发挥更广泛的作用。



11月12日，在北京航天飞行控制中心拍摄的天舟五号货运飞船与空间站组合体完成自主快速交会对接。

更快、更大、更全面

船箭分离，太阳能帆板展开……天舟五号货运飞船入轨后顺利完成状态设置，采取自主快速交会对接模式，成功对接于空间站天和核心舱后向端口。从按下发射按钮到与空间站交会对接，仅用了约2个小时，天舟五号创造了航天器最快交会对接的世界纪录。“‘快’是天舟系列货运飞船的显著特点，也是核心难点。”航天科技集团五院货运飞船系统总体副主任设计师张振华说。

5年前，天舟一号与天宫二号成功对接，中国成为世界上第三个掌握近地快速交会对接技术的国家。2021年以来，中国航天人先后放飞天舟二号、天舟三号、天舟四号与天和核心舱交会对接，自主快速交会对接技术实现持续进步。

“前序型号的经验积累，让我们有了勇气和底气去向更高的山峰进发。”天舟五号货运飞船GNC系统副总设计

师胡海霞说。从6.5小时到2小时，天舟五号将远距离导引过程由多圈次压缩为不到一圈，将多次变轨压缩为了两次综合机动，并在近距离自主控制段减少了多个用以确认飞船状态的停泊点。“类似列车减少经停车站数量一样，接近速度大大加快了。”胡海霞说。

快速交会对接技术的突破，对中国空间站的长期在轨运营具有重大现实意义——运输时长的缩短使运输特殊鲜活试验品成为可能，而且能够极大增强太空紧急救援能力。如果将该技术应用于神舟载人飞船，还将大大减少航天员赴空间站的飞行时间。

不仅如此，天舟五号的对接目标是达80吨量级的空间站组合体。此次任务的成功，也充分证明了货运飞船对接机构对大吨位目标的适应性。

承担在中国空间站有人驻留的情

况下进行的首次货运飞船交会对接任务，天舟五号同时具备故障情况下手控遥操作交会对接任务备份能力。

接下来，神舟十四号航天员乘组将进入天舟五号，签收“冒着热气”的“家乡货”。天舟五号装载了航天员系统、空间站系统、空间应用领域的货物以及试验载荷共计约5.3吨，携带补加推进剂约1.4吨，将为神舟十五号乘组3人6个月在轨驻留、空间站组装建造和空间应用领域提供物资保障。

同时，天舟五号还充分利用货运飞船上行运力资源，搭载多项试验载荷，支持开展空间科学与技术试验，具备承担空间站姿态轨道控制、并网供电以及空间站遥测、数据传输支持等能力，能够实现更高的综合效益。

“它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。”张振华说。



11月12日，搭载着天舟五号货运飞船的长征七号遥六运载火箭在我国文昌航天发射场点火发射。

向天、向月、向未来

星河有梦，“天舟”披星而行——天舟五号升空不久，神舟十五号载人飞船很快也将发射，与神舟十四号乘组“太空会师”。届时，中国空间站将首次实现6名中国航天员在轨驻留。天舟五号的物资将为在轨交接后的神十五航天员提供后续半年最充分、最踏实的保障。

银月有梦，“天舟”戴月而行——

面向未来的载人探月任务，天舟五号搭载燃料电池发电系统载荷，计划开展我国首次燃料电池空间在轨试验，探求在月夜长时间无太阳光照等严苛环境下，宇航燃料电池在微重力等条件下的运行特性规律，为载人探月任务推进提供有力支持。

未来有梦，“天舟”载梦而行——

在天舟五号货运飞船上，还搭载了“澳门学生科普卫星一号”。它将从天舟五号上放飞，在太空中向世界奉上“中国科普大片”，展示港澳科学家深度参与中国航天工程任务、同心共筑航天强国梦的强大力量。

梦想无垠，舟行万里。

这是文昌航天发射场2022年的

收官之战，也是发射场所在的西昌卫星发射中心完成的第200次发射任务。

1984年，中国自己的第一颗试验通信卫星由大凉山区的高山峡谷中飞上太空，让电视、电话走进了960多万平方公里土地上的千家万户。今天，当人们标记下“第200次”的刻度时，用5G手机收看发射直播已成为中国人的“日常”。

更值得注意的是，从1984年第1次执行航天发射任务到2016年的第100次发射，西昌卫星发射中心用了32年；从第100次到第200次，仅用了6年时间。

高密度发射，意味着航天测试发射能力的大幅跃升，筑就了太空之梦的坚实底座，向世界展示了中国速度、中国高度、中国奇迹。

新一代载人火箭发射工位、重型火箭发射工位已在部署，巡天望远镜、载人登月、深空探测、行星探测、空间站建设应用与发展、低轨互联网星座等将接续铺开。

星辰大海的征途，中国航天仍在继续。

新华社海南文昌11月12日电
本版图片均据新华社发