

天舟四号成功发射 中国空间站全面建造阶段揭幕

完成自主快速交会对接
天舟四号与空间站组合体

▲这是5月10日在北京航天飞行控制中心拍摄的天舟四号货运飞船与空间站组合体完成自主快速交会对接示意图。据中国载人航天工程办公室消息，天舟四号货运飞船入轨后顺利完成状态设置，于北京时间2022年5月10日8时54分，采用自主快速交会对接模式，成功对接空间站天和核心舱后向端口。

新华社记者郭中正摄

新华视点

天舟四号肩负什么重要使命？

天舟四号任务是中国空间站开启建造阶段的揭幕之战，也是全面完成中国空间站建设、实现载人航天工程“三步走”战略目标的关键之战，将为稳步推进我国空间站工程任务、打造国家太空实验室奠定坚实基础。

航天科技集团五院天舟货运飞船系统主任设计师杨胜介绍，作为空间站的地面后勤补给航天器，天舟货运飞船采用型谱化方案，设计了满足不同货物运输需求的全密封、半密封半开放、全开放3种货物舱模块，与通用推进舱模块组合形成全密封货运飞船、半密封半开放货运飞船和全开放货运飞船3种型谱。

“天舟四号货运飞船为全密封货运飞船，是现役货物运输能力最大、在轨支持能力最全面的货运飞船。”杨胜说，它承担着为神舟十四号乘组提供物资保障、空间站在轨运营支持和开展空间科学实验的使命，停靠空间站期间将实施货物补给、推进剂补加。

为空间站带去哪些“大礼包”？

为保障各项任务顺利完成，天舟四号携带了哪些“大礼包”？杨胜介绍，此次任务中，天舟四号搭载了航天员系统、空间站系统、空间应用领域、货运飞船系统共计200余件(套)货物，其中包括货包货物和直接安装货物，携带补加推进剂约750千克，上行物资总重约6000千克，将为神舟十四号乘组3人6个月在轨驻留、空间站组装建造、开展空间科学实验等提供物资保障。

为保证货物安全快速到“太空之家”，天舟四号采用货包、支架、贮箱等多种货物装载方式，货物种类、数量可根据空间站需求动态配置。同时，还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、空间科学实验等任务的支持能力。值得注意的是，天舟四号有更为人性化的设计——根据航天员乘组的在轨使用意见，为了查找货物更加方便和直观，天舟四号通过标签和提手的色彩设计，增加了货包色彩标识；为方便航天员在轨操作，天舟四号开始为适配板和对应货架增设搭扣带，实现便捷防漂；为便于收纳存储，对货包内的缓冲泡沫进行分块小型化优化设计，并增加气柱缓冲方案以减重。

如何“万里穿针”精准实现“太空之吻”？

要在茫茫太空中将“生鲜货”送达，天舟四号需“万里穿针”，与空间站精准、安全、可靠对接，实现“太空之吻”，这对货运飞船的对接机构是一场考验。

承担对接机构分系统研制的航天科技集团八院相关设计师介绍说，我国空间站的建造犹如“搭积木”，而连接起各个舱段的“关节”正是对接机构。在对接机构设计之初，设计师就充分考虑到未来空间站建造需要适应8到180吨各种吨位、各种方式的对接。

对接过程中产生的巨大对接能量，给对接机构的缓冲耗能能力提出了更高要求。

总师揭秘天舟四号装了啥

5月10日，天舟四号货运飞船在文昌航天发射场成功发射升空。作为中国空间站建造阶段发射的第一件“太空快递”，天舟四号为满载状态，物品种类丰富多样。

航天科技集团五院货运飞船系统总设计师白明生介绍，天舟四号搭载了共计200余件(套)货物，其中包括货包货物和直接安装货物，将为神舟十四号航天员6个月在轨驻留、空间站组装建造、开展材料科学实验等空间应用领域提供物资保障。

“其中一件货物是力矩陀螺，重达170公斤，是目前已运输的物资里最重的。”白明生说，除此之外，天舟四号还搭载了3个实验项目，均来自征集活动。“搭载实验项目，扩展货运飞船应用，可以有效提高货运飞船的综合效率。”白明生说。

而在货物装载方面，科研人员为天舟四号也进行了持续优化和改进。

天舟四号任务五大看点

求。为了让两个重量级的航天器在对接时可以“轻盈优雅”，设计师们通过大量的技术攻关和方案论证，系统性地提出了可控阻尼的控制思路，通过缓冲等措施，既不影响捕获性能，又可以抵消撞击的能量，突破了这项关键技术。

长征七号运载火箭有何变化？

长征七号运载火箭与天舟货运飞船已是一对“老友”。航天科技集团一院长征七号运载火箭总体主任设计师邵业涛介绍，本次是长征七号运载火箭与天舟货运飞船第四次携手奔赴太空，“太空快递小哥”与它的乘客已十分默契，火箭总体技术状态也趋于稳定。

为满足未来空间站的运营需求，由航天科技集团一院抓总研制的长征七号遥五运载火箭对发射前的流程进行了优化，将测试、发射周期减少4天，由原来的31天缩减到27天，这也是长征七号运载火箭首次在一个半月内完成测试、发射。

本次任务中，火箭共有发射前流程优化和可靠性提升等17项技术状态变化。航天科技集团一院长征七号运载火箭总指挥孟刚介绍，将火箭测试、发射周期减少4天是长征七号遥五运载火箭的一项重大流程改进任务，这不仅挑战着火箭的综合性能，也考验着发射队员在高压工作环境下应变能力，火箭的各个分系统必须同时开展流程优化工作才能达到最终目标。

何时完成空间站在轨建造？

根据任务安排，发射天舟四号货运飞船后，6月将发射神舟十四号载人飞船，7月发射空间站天和实验舱，10月发射空间站梦天实验舱，空间站的三个舱段将形成“T”字基本构型，完成中国空间站的在轨建造。之后还将实施天舟五号货运飞船和神舟十五号载人飞船发射任务。

据介绍，神舟十四号和神舟十五号两个乘组均由三名航天员组成，都将在轨飞行6个月，并将首次实现两艘载人飞船和两艘货运飞船。航天员要长期在轨驻留，开展空间科学实验和技术试验，并对空间站进行照料和维护。”中国载人航天工程办公室主任郝淳说。

此外，为进一步提升工程的综合能力和技术水平，我国还将研制新一代载人运载火箭和新一代载人飞船。其中，新一代载人运载火箭和新一代载人飞船的返回舱都可以实现重复使用；新一代载人飞船综合能力也将得到大幅提升，可以搭载7名航天员。另外，还将开展更大规模的空间研究实验和新技术试验。

“载人航天工程是一项‘既高大上，又要接地气’的伟大事业。”郝淳表示，未来，中国空间站还将开展空间生命科学、空间材料科学、航天医学等一大批科学实验和新技术验证，有望在科学探索和应用研究上取得重大成果和突破。同时，这些技术会更多地转化，服务于社会经济发展和国计民生。

(记者胡洁、李国利、宋晨、陈凯姿)
新华社北京5月10日电

新华全媒头条

5月10日凌晨1时56分，天舟四号货运飞船在长征七号运载火箭托举下，从大海之滨的文昌航天发射场飞赴太空。

这是我国自2017年4月以来成功发射的第4艘货运飞船，也是向空间站天和核心舱发送的第3件快递“包裹”。

一年逢好夜，天舟再出发。中国空间站建造阶段的大幕正式拉开，实现我国载人航天工程“三步走”战略目标的关键之战打响。

作别大海，飞向天和

琼北古邑，夏夜已深。椰林大海边的文昌航天发射场内灯火通明，天舟四号货运飞船和长征七号运载火箭整装待发、剑指苍穹。

“各号注意，1小时准备！”0时56分，发射任务01指挥员王宇亮的口令响彻发射场，加注人员开始向安全区域撤离。

探照灯下，乳白色的船箭组合体光晕流转，鲜艳的五星红旗和“中国载人航天”6个蓝色大字格外醒目。

这是我国空间站建造阶段的首次发射，也是空间站货物运输系统的第4次远征。

5年前，作为我国载人航天工程“三步走”发展战略第二步的收官之作，天舟一号从这里拂羽飞天，踏上逐梦太空的征程。

“各号注意，30分钟准备！”1时26分，王宇亮的口令再次响彻发射场，加注人员开始向安全区域撤离。

这是文昌航天发射场建成后执行的第17次航天发射任务，也是第5次放飞长征七号运载火箭。

“作为空间站建造阶段的首次任务，天舟四号能否成功发射，直接关系到后续任务能否顺利完成。”文昌卫星发射中心总工程师钟文安介绍。

连日来，发射场科技人员精心精细抓好质量控制，逐个阶段、逐个项目、逐个步骤分析识别，持续完善各类方案预案，确保发射任务万无一失。

“各号注意，15分钟准备！”1时41分，01指挥员又一次发出倒计时口令。

1年前，天舟二号满载货物，从这里直刺苍穹，去追寻其升空不久的空间站天和核心舱。8个月前，还是在这个老地方，天舟三号冲向云霄，将航天员生活物资、推进剂等货物送往天和核心舱。

那天，两艘货运飞船，与天和核心舱相伴共飞，创下中国载人航天史上的新纪录。

“各号注意，1分钟准备！”口令声中，扶持火箭的摆杆打开，发射塔架上与火箭相连的各系统设备自动脱落。

此时，空间站天和核心舱与天舟三号组合体正在400公里高的太空飞经海南文昌上空。

此刻，现场所有人都屏住了呼吸，原本热闹的发射场也安静下来，只有王宇亮的口令在天地间回荡——

“5、4、3、2、1，点火！”

1时56分，撼天动地的轰鸣响彻海天，长征七号运载火箭托举着天舟四号腾空而起，在夜空中划出一道绚丽的轨迹，作别大海，飞向天和。

大海，又一次见证了中国航天的高光时刻。

“快递”送至，等待“签收”

助推器分离、整流罩分离、船箭成功分离……天舟四号顺利进入太空。

此时，空间站天和核心舱与天舟三号组合体

已在太空等待了230多天。为了迎接今年的第一个“地球来客”，“中国官”已经做好了各项准备——

4月20日，天舟三号从天和核心舱后向端口分离，绕飞并自动对接至前向端口，为天舟四号后向对接“让贤”。

更早些时候的3月31日，天舟二号圆满完成既定任务后，受控再入大气层。同样，这也是为了提前腾出交会对接口。

天和核心舱配置有5个对接口，其中后向对接口、前向对接口用于对接货运飞船。

天舟货运飞船是中国空间站的地面后勤补给航天器，是现役货物运输能力最大、在轨支持能力最全面的货运飞船。

为了满足空间站建造阶段密集发射的需要，天舟货运飞船实行组批生产，同时生产了二、三、四、五号，它们的外形、功能相似或相近。

“天舟四号是我国进入空间站建造阶段的首发航天器，承担着为神舟十四号航天员提供物资保障、空间站在轨运营支持和空间科学实验等任务。”航天科技集团五院货运飞船系统副总设计师党睿说。

这一次，天舟四号搭载了共计200余件(套)货物，其中包括货包货物和直接安装货物，将为神舟十四号航天员6个月在轨驻留、空间站组装建造、开展材料科学实验等空间应用领域提供物资保障。

“天舟四号携带了补加推进剂约750公斤，与天舟三号相比差不多，但上行物资总重约6000公斤，比天舟三号多了300公斤，运输能力有了进一步提高。”航天科技集团五院货运飞船系统总设计师白明生介绍，“这次没有再带舱外航天服，因为上边已经有3套了。”

此外，科研人员还根据航天员在轨使用意见，对天舟四号进行了持续改进和优化设计——

比如，增加了货包色彩标识，航天员查找货物更加方便和直观；天舟二号的货包都是一个颜色，标签字体也相同，不太好分辨。天舟三号的货包绑上了不同颜色的绸带。天舟四号则是从标识标签上都做了颜色的区分。

与天舟三号相比，天舟四号的货物取用也更加方便了。货物舱里边都是一个一个货格，货格上面有个盖板，以前的设计是用螺钉拧上去的，打开、盖上需要来回拧螺钉，天上操作就相当麻烦。这一次，科技人员在盖板和箱体用上了尼龙搭扣，只需要第一次打开货格的时候拧一次螺钉，后面可随时盖上随时掀开，十分方便。他们还还对货包内的缓冲泡沫也进行分块小型化优化设计，可减少空间占用，便于收纳存储。

如今，太空“快递”已送至，只待神舟“签收人”。

中国空间站进入建造阶段，每半年要进行一次航天员乘组轮换和货物补给。这意味着，天舟四号成功升空后，神舟十四号载人飞行任务也进入倒计时。

酒泉卫星发射中心，这段时间也是一派忙碌景象，科技人员正在为任务进行着各项准备。神舟十四号航天员乘组也已选定，根据计划将于下个月再叩苍穹。

弱水河畔，将见证中国人的第9次飞天。

“快递小哥”，连战连捷

天舟四号顺利升空，长征七号连战连捷，表现依旧出色。

长征七号是我国新一代中型运载火箭，自2016年首飞以来共执行4次天舟货运飞船发射任务，向中国空间站及空间实验室运送大量物资，被誉为太空“快递小哥”。

为满足未来空间站运营的需求，这一次，研制

团队对长征七号发射前的流程进行了优化，将测发周期较天舟三号发射时减少4天。

这是长征七号首次实现在一个半月内完成测试和发射。

“测发周期减少4天是一项重大流程改进任务，不仅挑战着长征七号的综合性能，也考验发射队员在高压工作环境下的应变能力，火箭的各个分系统必须同时开展流程优化工作才能达到最终目标。”航天科技集团一院长征七号运载火箭总指挥孟刚说。

地面设备恢复是长征七号进场的第一项工作，也是开展火箭测试的先决条件，仅此一项就节省时间2.5天。

航天科技集团一院长征七号运载火箭副总设计师范虹介绍：“把本发任务与前一发、后一发联动起来，让流程‘活’起来，前期工作做得越充分，进场之后测试任务就开展得越快越好。”

4月10日下午，长征七号开启产品出箱工作。为了达到优化流程的目标，助推器自检、火箭芯级出箱工作以及整流罩出箱工作，首次在不同工作厂房并行开展。

“总装团队全员上阵，工艺员、调度员、检验员和负责质量、信息化的人员全部到达现场，所有人都为了同一个目标铆足了干劲。”航天科技集团一院长征七号运载火箭总装技术负责人崔蕴介绍说，火箭产品出箱工作流程也由3天压缩至2天。

天舟三号发射时，煤油加注后再进行液氧加注，这两个是完全串联的流程。这次发射，长征七号进行液氧与煤油并行加注，从而将发射日12小时流程缩减至8小时。

这是一项极具挑战性的工作。航天科技集团一院长征七号运载火箭主任设计师邵业涛说：“液氧与煤油并行加注，就使得原来的流程得到了压缩，同时也减少了煤油的停放时间和温升，进一步保证了推进剂的品质。”

天舟四号发射升空后，要与天和核心舱进行快速交会对接。这就要求火箭毫厘不差地点火升空，将其精确推送至天和核心舱所在的空间轨道面。

为此，科研人员利用迭代制导的算法扩展发射窗口。航天科技集团一院长征七号运载火箭型号办副主任设计师沈丹说：“即使长征七号与标准的起飞时刻有偏差，只要在两分钟以内，在空中它就会自己去寻找一条合适的路线，追上天和核心舱。”

值得一提的是，这一次，长征七号首次把北斗卫星导航系统作为导航接收的第一优先级。

“也就是说，火箭起飞以后，导航都是优先由北斗系统来提供的。”沈丹表示。

事实上，长征七号目前的总体技术状态已趋于稳定，飞行可靠性评估值达0.9838这一国际先进水平。

轰鸣声中，大量白雾霎时升腾，长征七号喷涌着尾焰拔地而起，很快便托举着天舟四号沿着预定轨道，消失在茫茫夜空。

站在文昌航天发射场指控大楼远眺，长征七号发射塔架依旧矗立海滨。不远处，便是另一个发射塔架。

年底前，天和和梦天实验舱将从这个塔架飞赴太空，与天和核心舱对接形成中国空间站“T”字形构型。“如果再加上2艘载人飞船和1艘货运飞船，一个总质量接近100吨的中国空间站将呈现在世人面前。”中国载人航天工程总设计师周建平说。

届时，“中国官”就是浩瀚宇宙中最亮的“星”。(记者李国利、孙鲁明、张瑞杰、陈凯姿；参与采写：潘晨、王伟童、黄国畅)

新华社海南文昌5月10日电