

天舟巡天 中国航天员首次在轨接货

交会对接创造世界纪录

□ 本报记者 廉颖婷
□ 本报通讯员 薛英民 刘宗玉

11月12日12时10分,天舟五号货运飞船顺利实现与中国空间站天和核心舱的超快速交会对接。

本次任务首次实现两小时自主快速交会对接,创造了世界纪录,标志着我国快速交会对接技术成功在轨应用。此前,国际空间站的交会对接最短用时纪录是由2020年10月14日俄罗斯联盟号飞船MS-17创造的3小时3分钟。

天舟五号货运飞船整个交会对接过程由中国航天科技集团有限公司五院502所(以下简称502所)研制的飞船制导导航与控制(GNC)系统控制完成。与天舟货运飞船此前的65小时快速交会对接相比,科技人员主要从两方面对天舟五号货运飞船进行了方案调整,从而将时间进一步缩短。

一是优化了交会对接的控制制导策略,远距离导引过程由多圈次压缩为不到一圈,将多次轨道机动压缩为两次综合轨道机动,该部分用时由原来的4个多小时减少到约1个小时。

二是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,类似动车组减少经车站数量一样,加快了接近速度。如此,该阶段时长由2个多小时缩短为约40分钟。

2小时超快速交会对接,可以极大提高我国太空紧急救援能力,大大缩短运输时间,使运输特殊鲜活试验品成为可能。如果应用于神舟载人飞船,将大大减少航天员赴空间站的飞行时间。

“严格来说,2小时交会对接并不是我们为天舟五号货运飞船增加的新功能,只是因为该模式对飞船飞行状态要求较高,所以之前未曾进行在轨实施。”502所交会对接首席专家解永春说。

也就是说,2小时交会对接只是飞船交会对接GNC系统的一个选项。飞船的GNC系统可以根据火箭入轨情况自主选择不同时长的交会对接模式,其中2小时超快速交会对接是目前最快速的模式,此外还可以选择3小时,5小时和65小时方案等。

天舟五号货运飞船超快速交会对接的成功实施,标志着我国自主定轨技术精度更高,姿态轨道控制精度更高,综合制导技术水平更高,飞控流程更加优化,也标志着交会对接模式更加多样化,功能更丰富,我国的空间交会对接技术更趋成熟。

这些神器护航天舟五号

□ 本报记者 廉颖婷

在11月12日的发射任务中,由中国航天科技集团有限公司五院研发的众多神器大显神通,护航天舟五号货运飞船再出发。

中继终端

天舟五号货运飞船进入太空后,中继终端在第一时间开机并与天链中继卫星实现“太空握手”,建立星间链路,从而搭建了从天舟五号货运飞船到中继卫星再到地面的“太空天路”。通过这条太空天路,可以说是为天舟五号货运飞船装上了“千里眼”和“顺风耳”,地面可以通过太空天路看到距离地球400公里外的景象,并且实现信息的相互传递。

天线网络

在此次任务中,天舟五号货运飞船将以天基测控为主实施在轨飞行控制,天线网络作为“神经中枢”,将主要完成飞船测控指令信号的上传和下达,天舟五号货运飞船执行对接等在轨任务,需要确保各项操作指令实时准确,“神经中枢”的高可靠性将成为该任务的重要保障之一。

综合显示单元

综合显示单元作为天舟五号货运飞船舱内唯一的显控仪表,是飞船的核心关键产品。在航天员进入货运飞船后,可以全天候监控货运飞船的状态参数以及航天员的生命参数,同时提供预警、报警等



图为天舟五号货运飞船。
航天科技集团五院供图



图为天舟五号货运飞船发射现场。
屠海超 胡煦煦 黄国畅 摄

□ 本报记者 陈丽平 廉颖婷

11月12日10时03分,天舟五号货运飞船满载大大小小的货包,在我国文昌航天发射场由长征七号遥六运载火箭(以下简称长七遥六火箭)托举升空,奔向苍穹。

天舟五号货运飞船是中国空间站在太空形成“T”字构型后迎来的首位“访客”,也是中国航天员首次在轨迎接货运飞船。

这次任务与以往最大的不同,就是天舟五号货运飞船的送货速度更快,航天员只需等待约2小时,即可收到新鲜货品。不仅创造了世界最快交会对接纪录,更是让全世界感受到了太空里的中国速度。

细数任务四大特点

天舟五号货运飞船由中国航天科技集团有限公司(以下简称航天科技集团)五院研制,为全密封货运飞船,是世界现役货物运输能力最大、在轨支持能力最全面的货运飞船。上行物资约6.7吨,飞船装载了航天员系统、空间站系统、空间应用领域的货物以及实验载荷超过5.2吨,携带补给推进剂约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,它还具备了承担空间站姿态轨道控制、并网供电以及空间站遥测、数据传输支持等空间站运营支持任务的能力,以及空间科学实验支持能力。

本次任务具有四大特点:首次具备2小时自主快速交会对接能力,创造了世界最快交会对接纪录;首次与空间站“T”字构型组合体对接,对接目标达80吨量级,证明了货运飞船对接机构对大吨位目标的适应性;首次在中国空间站内人员驻留情况下实施货运飞船交会对接,具备故障情况下手控遥操作交会对接任务备份能力,提高了近距离交会过程可靠性;搭载多项试验载荷提高任务综合效益,充分利用货运飞船上行运力资源,支持开展空间科学与技术试验,提高飞行任务综合效益。

值得一提的是,天舟五号货运飞船搭载了由航天科技集团五院航天东方红卫星有限公司抓总研制的“澳门学生科普卫星一号”,这是我国为了密切加强内地与澳门航天科技合作,推动澳门航天事业发展采取的一项重要举措。同时,搭载了由航天科技集团五院529厂自主研发的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。此外,飞船还搭载了约1公斤的植物种子,用于开展航天育种实验。种子主要包括水稻、小麦、

玉米等主粮作物和少量林木种子。后续,这些种子将通过载人飞船返回地面,经过地面培育后投入市场。

可以说,现在的天舟五号货运飞船功能已经扩充,不再是一位“太空快递小哥”,还肩负着空间站在轨运营支持和空间科学实验等工作。

火箭实现高精度入轨

本次任务,是长征七号运载火箭与天舟系列货运飞船第五次携手奔赴太空。为保证两个航天器顺利“牵手”,这就要求火箭必须按照预先计算好的时间,分秒不差地点火升空,也就是我们说的“零窗口”。

由航天科技集团一院研制的长征七号运载火箭作为低温火箭,与常规火箭相比,还面临低温推进剂加注问题和复杂的发射前流程。因此,要实现“零窗口”发射难度更大。

为适应后续空间站建造和运营阶段的发射以及交会对接需求,长征七号运载火箭试验团队考虑各项方法误差、工具误差影响,以及射前目标轨道参数变化的影响,根据实测箭体重量及发动机性能等参数,对弹道及制导算法进行了优化设计。

长征七号运载火箭采用了自动获取起飞时间进行入轨目标参数在线迭代修正技术,可以对飞行弹道、落点等进行评估,分析不同工况、不同起飞时间对入轨精度和运载能力的影响,并通过大量的数字和半实物仿真,将精确到秒的“零窗口”拓展为2分钟左右的“窄窗口”。

“这次任务我们以高精度把飞船准确送入预定轨道,保障飞船后续任务能顺利完成。”航天科技集团一院长征七号运载火箭总指挥孟刚说,长七遥六火箭入轨精度再提升一个数量级,是天舟货运飞船与空间站组合体交会对接的基础。

对于长征七号运载火箭而言,把货运飞船送到预定轨道后,一圈的轨道周期大约是5400秒,而长征七号运载火箭要求的人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。

为实现高精度入轨,长七遥六火箭采用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。

为应对海南湿热多雨、台风频繁的海洋气候,长征七号运载火箭还具备了全天候发射能力,可以在低温燃料加注后停放24小时,为成功发射争取更多有利时间,

形象地说就是“想打就打”。

本次任务中,火箭有射前流程优化和可靠性提升等17项技术状态变化。其中包括,在发射日并行加注液氧煤油,减少了射前准备时间,降低了对人员设备气象保障等条件的要求、提高了发射可靠性;合并第一次总检查与真增压匹配测试,确保测试覆盖性的同时,减少重复性测试;部分箭上器件装箭后运往发射场,部分测试项目出厂前进行……通过这一系列举措,火箭测发周期减少了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实现在一个月内完成测试、发射。

“天舟”将常态化发射

“这次任务是西昌卫星发射中心组建以来第200次发射,也是文昌航天发射场今年的收官之战。”西昌卫星发射中心副主任毛万标说。

我国所有天舟货运飞船都是从文昌航天发射场点火升空。组建至今,发射场已经成功发射了5艘天舟货运飞船,随着空间站“T”字基本构型组装完成,后续,发射场将保持每半年一次的“天舟”发射频率,形成常态化发射。

为了确保天舟货运飞船使命必达,文昌航天发射场科技人员不断提高航天测试发射能力,为发射任务万无一失、圆满成功打下坚实基础。

据西昌卫星发射中心总工程师钟文安介绍:“我们针对天舟货运飞船的‘专属座驾’——长征七号运载火箭,积极开展发射前流程优化和可靠性提升。发射场重新梳理测试项目,将火箭测试周期调整为27天,相比长征七号首飞整整压缩了15天;优化加注发射阶段测试工作,将发射区总时间压缩至3天;实施液氧煤油并行加注,把发射日测试时间精简至8小时,极大提升了火箭发射工作效率,实现能够在一个月内完成天舟任务测试、发射的目标。”

在一次次任务中,文昌航天发射场科技人员对测试发射流程进行持续迭代优化,研究形成新一代运载火箭扁平化组织指挥体系架构;持续精细化质量管控,从任务管理程序规范、质量风险管控,发射区精细化管理,发射日预案完善等方面,不断完善质量管控方法和形式;持续增强设备设施可靠性,实现了测试发射的信息化、集约化,不断提升设备设施环境适应性;持续开展科研攻关,在基础研究、技术突破、工程研制等方面下功夫,确保研究成果能够服务转化于高密度航天发射任务。

直击第十四届中国航展

陆军多型战机翱翔中国航展

□ 本报记者 廉颖婷
□ 本报通讯员 李浩然 张永进 杨元庆

“看,直升机编队飞过来了!”蓝天下,由直-20、直-10、直-8L三架战机组成的编队呼啸入场,在万众瞩目中,逐一进行性能动态展示。11月8日至13日,第十四届中国航展在广东珠海举行,代表陆军参展的陆军第75集团军某空中突击旅多架直-20、直-10、直-8L战机惊艳亮相。

在红外干扰弹弥漫的硝烟中,直-20战机时而倒转横滚,时而加速疾驰,绕点飞行、交叉钟摆等高难度战术动作连续展示,在空中划出一道道优美的弧线,引来现场观众高声欢呼。

以空中突击为代表的新质作战力量,往往能在战场上一击制胜。天空中,飞行员凭借精湛的飞行技术,充分发挥出国产先进战机的良好性能,展示的飞行动作既有较高的观赏性又紧贴实战,对飞行员感知战机状态和判断飞行轨迹都提出很高要求。

在引擎的轰鸣声中,直-8L战机和直-20战机掠过“一树之高”而来。迎着钢铁旋翼卷积的狂风,直-8L战机吊挂全地形突击车率先飞抵目标地域,实施精准投放。搭载着突击步兵的直-20战机旋即抵达,舱门打开,突击队员从机舱两侧索降下滑着陆,快速登车后向目



标地域疾驰而去。典型空中突击作战样式在航展表演中连贯展示,为航展增加了些许“硝烟味”。

“针对珠海的天气与地域特点,我们增加了单机、三机和机降突击行动的连贯展示,动作更紧凑、更有看点。”现场指挥员孙焰介绍,这次参演的飞行员全部是飞行经验丰富的机长教员,他们熟练操纵战机,完成惊险而精准的空中动作,给现场观众带来充满速度与激



▲图为直-8L战机吊挂全地形突击车实施精准投放。
▲图为突击队员索降下滑着陆。
李浩然 张永进 杨元庆 摄

情的视觉盛宴。

航展中,空中突击力量精彩亮相,展示了新型陆军装备更新换代和部队体系练兵成果,以及现代化新型陆军的全新面貌,让人们看到了以空中突击为代表的我军新质作战力量的巨大潜力。航展主办方专家感叹:“过去陆军是地面上的‘钢铁猛虎’,如今插上‘钢铁之翼’,已成为制胜未来陆空战场不可或缺的力量。”

武警珠海支队守护战鹰高飞远航

□ 本报记者 廉颖婷
□ 本报通讯员 张 乐 黄泽聪

11月10日,珠海国际航展中心。第十四届中国航展现场,歼-20、歼-16、运油-20等多型战机振翅高飞,空军“八一”飞行表演队和空军航空大学“红鹰”飞行表演队劲舞长空。

为了确保执勤区域安全,郑光文带领中队官兵全时全要素值守,对出入通道等重要区域加强巡逻警戒,在人员相对密集区加强兵力部署,担负临时警戒任务,协助有关部门做好疫情防控工作。

航展期间,任务部队加强动中抓建,通过组织“我为航展作贡献”、动员誓师大会等活动,持续做好思想和心理疏散工作。

近日,珠海金湾机场细雨绵绵,给安保执勤工作带来很大挑战。但是,无论天气条件如何,执勤官兵一如既往坚持高标准,把哨位当作展示中国军人形象的舞台,筑起一道亮丽的“风景线”。

看着战鹰逐梦天空,在空中展现人民空军的壮美航迹,机动二中队队长薛佳说:“我觉得很自豪,能在执勤岗位上守护战鹰高飞远航。”