

圆梦乘组 平安凯旋

2023年6月4日,与前来“接班”的神舟十六号乘组共同工作生活5天后,神舟十五号乘组依依作别中国空间站,梦圆载誉而归。6时33分,神舟十五号载人飞船返回舱在巴丹吉林沙漠腹地的东风着陆场平安着陆,神舟十五号载人飞行任务取得圆满成功。

首次实现“太空会师”,开启中国空间站长期有人驻留时代;见证中国空间站全面建成,欢度空间站建成后的首个春节;圆满完成4次出舱任务,刷新航天员单个乘组出舱活动纪录……半年时间,神舟十五号乘组在浩瀚太空,为中国载人航天史册写下新的一页。

保障飞船高精度返回

本次神舟十五号载人飞船的返回,精心设计、环环相扣。

据中国航天科技集团五院载人飞船回收试验队总体负责人彭华康介绍,此次返回包括分离、制动、再入、减速、着陆缓冲5个阶段。

分离阶段

此次返回仍然延续神舟十三号载人飞船以来的“快速返回方案”,即神舟十五号载人飞船在与空间站组合体分离后,绕地球飞行5圈后开始返回地面。随后,飞船返回舱与轨道舱分离。

制动阶段

神舟十五号载人飞船延续了神舟十二号载人飞船以来的预测——校正双环制导方式,使返回舱以精确计算的再入角度进入地球大气层,推进舱在穿越大气层时烧毁。

再入阶段

舱上自带的发动机将返回舱调整为大底朝前的配平状态,以升力控制的方式再入。

减速阶段

距离地面10公里左右时,返回舱引导伞、减速伞和主伞相继打开,将飞船的速度降低到每秒几米。

着陆缓冲阶段

距离地面1米左右时,反推发动机向下点火,使返回舱进一步减速,最终以每秒1—2米的速度着陆。

为确保万无一失,试验队提前进行了4次全流程桌面推演和3次全系统综合演练,重点对正常和故障处置流程、故障预案、处置程序、安全要求、关键环节进行学习演练,并联合着陆场系统对薄弱环节进行了演练与验证。围绕返回过程故障、着陆环境异常、处置工序故障三大类故障模式,他们还准备了20多种处置预案。

空间交会对接制导导航与控制系统(简称GNC)技术是载人航天的三大基本技术之一。我国迄今发射的所有神舟载人飞船、天舟货运飞船的GNC系统,均由航天科技集团五院502所研制。对神舟飞船而言,返回再入GNC技术直接关系到航天员的生命安全。以此次返回任务告捷为标志,我国自神舟十二号飞船起全面升级的,以自主快速交会对接、自主自适应预测再入返回制导为特征的GNC系统,完成了全面更新换代。

航天科技集团五院表示,我国飞船返回再入GNC技术共经历了两代。第一代被称为“标准弹道自适应制导方法”,在神舟一号到神舟十一号的11艘飞船上应用。神舟十二号至神舟十五号这一批次的4艘神舟飞船,采用“自适应预测制导方法”,即第二代返回再入技术。

与以往神舟飞船相比,航天科技集团五院在神舟十二号到神舟十五号这一批次载人飞船上,对交会对接GNC系统进行了全面升级,实现由慢速交会对接到快速交会对接、由面对单舱到面对多舱、由单对接到多对接等多个突破。同时,老一代航天人梦想已久的“星光—卫星星座—捷联惯性组合导航”技术,也在这批飞船上得到应用,支撑神舟连续实现高精度返回。

“采用二代返回技术后的最差

返回精度比一代的最好都好。”航天科技集团五院空间站系统载人飞船副总设计师胡军介绍,如果采用一代技术,当出现大范围轨道条件变化时,就需要地面进行人工干预。采用二代技术,GNC系统则可以自主适应,此外二代技术还可以适应更宽的在轨、离轨偏差,对气动特性、质量特性等再入条件的稳定性更强,新的制导策略使制导过程姿态控制曲线更平稳,过载和推进剂决策约束更宽。

“如果说这些说法比较晦涩难懂,那么用开伞点精度的概念则更容易理解,采用二代技术的4艘飞船在开伞点精度方面实现了几个数量级的提升。”胡军称。不过,这

批神舟飞船并不是“自适应预测制导方法”技术的首秀,据了解,该技术此前已在我国新一代载人飞船、嫦娥五号等型号中得到验证。4艘神舟飞船连续的“落点精准”,进一步证明了该方法的科学性、稳定性、先进性和强适应性。

导航与系统“更新换代”



黑障区测控技术重大突破

在神州十五号乘组返回地球过程中,当飞船返回舱进入大气层后,会进入黑障区,此时由于高温摩擦,整个返回舱的表面会形成一个等离子体,这段时间会和地面失去联系。这个阶段堪称返回过程中最危险的环节之一。本次返回任务中,科技人员对返回舱在穿越黑障区时的稳定跟踪,表明我国在载人飞船返回穿越黑障区跟踪测量难题上取得重大突破。

酒泉卫星发射中心敦煌测控区任务区涵盖了飞船返回进出黑障区的全过程,是实现飞船在黑障区稳定跟踪的核心力量。据敦煌测控区指挥长曾强介绍,在

神舟十五号载人飞船返回时,他们确定了“优化黑障区雷达跟踪方案托底,完善多云天气下光学跟踪策略求精”的总体思路,在雷达和光学两个方面形成合力,圆满完成了飞船在黑障区的跟踪测量任务。

测控区技术专家吴刚表示,一代代测控人接续攻关,联合多家科研机构,针对飞船在黑障区的雷达回波信号特点,不断完善针对性的信号检测和跟踪技术,现已具备了黑障区稳定跟踪飞船的能力。

据了解,此次返回任务中,西安卫星测控中心和田活动测控分队主要负责对返回舱进入黑障前

实施跟踪测量,确保神十五航天员顺利穿越黑障。

西安卫星测控中心和田活动测控分队队长胡凯介绍称,为了确保测控任务的圆满完成,西安卫星测控中心科研人员对测控天线进行了多次维护,将软、硬件进行更新,采用双设备并行方案,最新一代测控设备首次参试。据了解,这套新设备于今年完成安装调试,相较于老设备具有众多优势。信号传输方式也由信号线缆转变为光纤传输。在采用光纤传输技术后,将大大减少任务车辆之间传输的线缆数量,信号传输速率更快。

“超级大伞”护佑飞船

当神舟十五号载人飞船返回舱快要落向地面时,一顶红白相间的大伞如约绽放,守护着返回舱徐徐飘落、稳稳着陆。这顶特大型降落伞是航天员的“生命之伞”,由航天科技集团五院508所研制,伞衣面积达1200平方米,若在地面铺展开来大约可覆盖三个标准篮球场。

1200平方米的神舟飞船主伞作为国内最大的航天器降落伞,由

7000多个零部件组成。整个伞的缝线长达10千米,需要十几位加工人员密切合作加工3至4个月才能完成。仅主伞降落伞的加工工序,就有30多道。

在航天科技集团五院508所降落伞研制中心,工人们拿着卡尺,仔细地测量每块布的大小、每个针脚的间距。每顶大伞都由1920块楔形小布片组成,因为载人航天对精度要求高,不能像别的降落伞在大

型机械裁床上加工,只能采用人工剪裁,一层一层地裁。

从1999年神舟一号成功发射返回,到2003年神舟五号完成我国首次载人飞行,再到如今神舟十五号荣耀归来,降落伞不仅为神舟系列飞船15次绽放,且实现持续创新优化。在神舟十二号到神舟十五号这一批的飞船任务中,回收着陆分系统批次产品研制涉及5大类共12项技术状态更改。

多项实验品 返回地球家园



神舟十五号航天员“圆梦乘组”已完成全部既定任务,在轨半年期间,开展了多次载荷出舱任务和8项人因工程技术研究、28项航天医学实验,以及38项空间科学试验和实验,涵盖了生命生态、材料科学、流体力学等,神舟十五号“圆梦乘组”返回地球家园都带了哪些“宝贝”?

中国科学院空间应用中心副研究员郭栋才——

“下行的实验样品,主要是一些细胞实验单元,以及上次神十四(乘组)遗留的一些再生稻植株,然后是生长期的一个拟南芥植株,还有一个线虫芯片,一种比较小的一个生物(细胞单元),把它在做完实验以后,把整个芯片模块整个放在我们一个冷包中,整个模块进行一个下行。”

人类多能干细胞太空实验取得新进展。随着此前天舟六号的成功发射对接,神舟十五号乘组航天员已展开为期6至15天的细胞在轨培养实验,其中包括国际首次开展的“人类多能干细胞”在太空条件下的人胚胎干细胞体外造血分化的研究。目前,已首次实现了人类干细胞的太空造血。

中国科学院深圳先进院医药所研究员雷晓华——

“后续我们还将利用天舟七号或者天舟八号飞船的机会,继续开展能诱导多能干细胞在空间环境下的三维生长研究,来探讨空间环境下干细胞三维生长的规律,以及微重力对干细胞生长影响的一个作用机理。”

中国空间站多项太空实验正有序开展。中国空间站三舱部署的科学实验柜目前已基本调试完毕,各项太空实验正有序开展,变重力实验柜已展开月球和火星重力实验,对常规的和有限气泡的沸腾实验进行相关研究。此外,变重力实验柜还开展了5种低重力水平下颗粒材料流动特性研究。在神舟十五号乘组的协助下,科研团队还开展了燃烧科学实验、高温材料样品实验、流体物理实验等。

中国科学院空间应用中心副主任设计师王亦风——

“高温材料实验柜目前我们在轨已经开展了5个材料样品的高温加热,那么它会随着神舟十五号(乘组)的返回,带回地面进行进一步研究。”

中国航天员科研训练中心研究员航天员系统总设计师黄伟芬——

“同时我们也对舱内的各类数据进行了收集整理,那么这一类数据为我们未来,航天员的各类的作业设计,和我们舱内的各类设备的改进,都提供了宝贵的资料。”

