

# 航天科技集团圆满完成神十六飞船发射任务

## ■ 航天科

5月30日，长征二号F运载火箭在酒泉卫星发射中心点火起飞，将载有3名航天员的神舟十六号载人飞船精准送入预定轨道。按照计划，经过约6.5小时飞行，神舟十六号飞船与中国空间站实现自主快速交会对接。长征二号F运载火箭和神舟十六号载人飞船均由中国航天科技集团有限公司研制。这是中国空间站应用与发展阶段的首次载人发射任务。

神舟十六号载人飞船与空间站组合体经向交会对接完成后，3名航天员成功进驻空间站核心舱，与神舟十五号乘组进行在轨轮换，再现6名航天员太空“会师”名场面。航天员长期在轨驻留，将开展更加深入的空间科学和宇宙空间探索。随着我国载人航天工程迈入全球合作新时代，或将与不同国家的航天员和科学项目进入中国空间站开展工作，让中国空间站的科学技术成果造福全人类。

回望中国航天事业的发展之路，自主创新是航天事业壮大成功的关键密码，自立自强是航天事业跨越腾飞的根本路径。在中国载人航天事业的漫漫征途中，广大航天人始终于危机中育先机、于变局中开新局，坚定不移走好科技自立自强之路，加大关键核心技术攻关，变“卡脖子”为“撒手锏”，推动航天事业和科学技术持续突破发展。作为我国航天科技工业的主导力量，航天科技集团全体干部职工始终牢记习近平总书记嘱托，不断坚定航天报国志向、航天强国信念，抢抓历史机遇，把握历史主动，勇于创新突破，加快实现高水平科技自立自强，坚定不移推动航天强国建设。

## 安全可靠铸就飞天“神箭”

习近平总书记指出：“航天梦是强国梦的重要组成部分。随着中国航天事业快速发展，中国人探索太空的脚步会迈得更大、更远。”

长征二号F运载火箭由航天科技集团一院抓总研制，是中国第一型载人火箭，也是我国现役唯一具有故障检测系统和逃逸系统的火箭，它全程参与了中国载人航天工程“三步走”战略的每一步，肩负着保障航天员安全进入太空的特殊使命和责任，不断做强创新引擎，推动发展思路、管理手段、组织指挥、技术领域等多维度创新，实现质量、效率和效益的整体跃升。

“神箭”自我提升，不断追求更高的可靠性和安全性。作为“航天员专列”，“神箭”长征二号F运载火箭的每一次亮相，其可靠性和安全性都会再度提升。此次研制人员继续从冗余度提升和工艺性能改进方面入手，持续改进长征二号F十六号运载火箭可靠性设计。目前长征二号F火箭可靠性指标已从0.91提升至0.98，安全性指标达0.997。

“火箭可靠性不等于完全没有风险，一些小概率事件仍然存在出现的可能性。”长征二号F火箭副总设计师刘峰说，这就需要故障诊断系统发挥作用。

在火箭10多分钟的飞行过程中，故障诊断系统看似默默无闻，实则一直在全方位实时监测火箭的运行工作状态。长征二号F火箭主任设计师常武权介绍，故障检测处理系统有两个主要任务，一是检测火箭的重要参数，判断火箭故障，出现故障时向关系系统发出逃逸指令和终止飞行指令，由箭上的故障检测处理飞行软件负责实施这两项关键任务；二是逃逸时完成逃逸飞行器的时序控制和火工品配电，由箭上的逃逸程序控制软件负责逃逸发动机点火及相关装置动作控制。

在故障检测系统工作过程中，确定火箭的故障门限参数值以及相关判据是关键一环。试验团队在每一次飞行任务前都会查阅大量历次火箭飞行数据，对



飞行试验结果进行深入分析，并做半实物仿真试验来归纳、总结、细化故障门限。

“载人航天，人命关天，要永远把安全放在第一位，这样才能站得更高，离天空更近。”常武权说。

火箭研制团队精益求精，护送新批次飞船入轨。自执行长征二号F遥十二火箭任务起，长征二号F火箭研制团队就进入“发射1发、备份1发”及“滚动备份”的发射模式，两发火箭轮流“站岗”。在为航天员的生命安全加上“双保险”的同时，团队还不断梳理、优化发射场流程，提升测发效率。如今长征二号F火箭“打一备一”的发射场流程已从37天压缩至35天。

面对快节奏发射要，团队始终坚持质量是政治、质量是生命、质量是效益的质量意识，按照最高标准严把质量关，全面理清技术状态变化对发射场工作的影响，重点查看地面设备新测试细则落实情况，严格检查载人状态特有测试项目，前后方联动对软件更改、工艺变化等进行再把关、再确认，全力确保发射任务过程完美、结果圆满。

“航天员轮流‘出差’太空将成为常态，我们要用责任心守护‘生命之源’，建造‘生命之塔’，保证逃逸发动机配方的稳定性和可靠性，这是我们的责任！”航天科技集团四院承担逃逸火箭发动机推进剂配方研制项目的副总师刘学说。

## 全新起点，“生命之舟”迈上新征程

习近平总书记指出，“要矢志不移自主创新，坚定创新信心，着力增强自主创新能力。自主创新是我们攀登世界科技高峰的必由之路”。

作为航天员实现天地往返的“生命之舟”，神舟系列载人飞船是我国对可靠性、安全性要求最为严苛的航天器。随着中国空间站全面建成进入常态化运营阶段，神舟载人飞船也迎来了新批次密集的组批生产和发射任务。由航天科技集团五院抓总研制的神舟十六号作为空间站应用与发展阶段的首发载人飞船，承担着“一次验证、组批投产”的使命，起到了承前启后的关键作用。

落实“三高”发展理念，持续创新升级，努力生产精品。为满足空间站应用与发展阶段的高密度、常态化发射任务，神舟十六号在确保可靠性、安全性的前提下，以最短时间、最高标准完成了上百项器件更改和可靠性提升等验证工作，通过国家重大工程全力支持北斗定位系统，进一步增强自主健康管理功能，不断提高飞船的自主健康管理水平，并从分系统级、单机级、部组件级三个层次建立了数据网络分析机制，全力推进产品数据互联互通、线缆总装布局数字化、关键参数检测智能化，全面实现了神舟飞船在“空间站时代”的再升级，为“神舟”踏上新征程打下了坚实基础。

在航天科技集团五院神舟飞船飞控技术组组长杨海峰看来，神舟飞船多年来的技术发展，是始终坚持“正向设计”的结果。团队按照“设计—仿真分析—验证”的产品设计开发流程开展设计工作，并全面梳理以往类似设计产品曾发生的质量问题归零信息、设计技术状态更改信息、不合格信息，将相关的改进措施落实到产品正向设计过程中，确保将以往的经验教训继承透彻。

航天科技集团八院作为神舟飞船推进舱抓总研制单位，借助数字化仿真模型，将数据与实物有机融合，让强度薄弱点、应力集中点无处遁形，不仅有效解决了推进舱结构大承载、强耦合的力学难题，还对上百条错综复杂的管路电缆进行了合理布局，以满满的能量和安全感，让神舟载人飞船飞得更稳、飞得更好。

“对神舟飞船而言，我们希望一批更比一批好，努力生产精品。”飞船总指挥何宇说。

坚持系统观念，建立系统级批产设计与研制体系。神舟载人飞船队伍通过制定批产规范、设计通用文件体系、建立批产基线和技术状态管理模式、制定滚动备份策略等方法，建立了系统级批产设计与研制体系。通过验证项目优化、串行改并行优化、标准接口项目优化、试验工况优化、自动化测试和远程测试优化、集中—分布式飞控等手段，全面实现了覆盖产品研制过程、AIT、发射场、飞控等全流程的批产技术流程优化，大大提高神舟飞船研制效率和效益。

作为航天员往返天地的交通工具，神舟飞船的舒适性至关重要。从神舟四号开始，飞船研制团队就对人机界面进行详细设计并不断完善。经过不断磨合，神舟飞船目前的状态已经可以满足航天员各项任务要求以及舒适性要求。在神舟十六号飞船上，设计人员将飞船仪表的数据显示化繁为简，从使用者角度出发，为航天员执行任务提供更加清晰、直观、舒适的显示界面。

## “神舟自信”彰显新型举国体制优势

党的十八大以来，在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，我国航天事业健全完善全国大协作、大攻关的系统工程体系，取得了以载人航天、月球探测、北斗导航、火星探测为代表的重大成就，航天科技自立自强取得重大进展，树立了发挥新型举国体制优势的成功典范。

面对规模宏大、系统复杂、高度集成、安全至上的载人航天工程，全国数千家单位、几十万科技大军承担研制、试验任务。中央以强大的组织能力和动员能力集中全国的优势资源，各系统各单位讲大局、讲团结、讲奉献，形成了全国一盘棋、全力为成功的强大合力。

其中，神舟系列飞船是中国载人航

天事业发展的标志性成就。从神舟一号到神舟十六号，创造了一个又一个奇迹。从1992年中国载人航天工程艰难起步，到1999年第一艘无人试验飞船神舟一号叩响寰宇，到2003年浩瀚太空迎来首位中国航天员访客，再到空间站转入常态化运行模式，中国正自信地走向世界航天舞台中央。神舟飞船也在一次次探索与突破中不断焕发出新面貌，完成了一场从“技术自立”到“技术自信”的转变，成为建设航天强国征程中的最好印证。

坚持科学论证，抓系统布局，打赢关键核心技术攻坚战。神舟飞船有很多独到之处，如今技术也更加自信。杨海峰表示：“只要改进对产品和状态有益，就可以大胆尝试，不断让创新成果在工程实践中变得实用、好用、长期用。”

这样的自信源于技术的持续积累。多年来，神舟飞船练就了一身“真功夫”，在技术上创造了中国航天史上很多“第一”：载人航天三大基本技术中，载人天地往返和出舱活动技术由神舟飞船独立突破掌握，交会对接技术由神舟飞船为主突破掌握；我国第一个利用国际通信卫星开展数据中继试验的型号，是神舟飞船；我国天链中继系统的第一个用户，是神舟飞船；我国第一个安装舱外摄像机的航天器，也是神舟飞船。

要自信，先自立。中国载人航天发展的路径，是从载人飞船起步。这是国家工程，是事关国家安全的战略性技术。

习近平总书记指出，“核心技术靠化缘是要不来的，必须靠自力更生”，要“打好关键核心技术攻坚战”“实现高水平科技自立自强”。在党中央的坚强领导下，中国航天勇攀科技高峰，走出了一条自力更生、自主创新的发展道路。

据参加中国载人航天一期工程的“老神舟”回忆，从“0”到“1”真正研制出一艘载人飞船非常艰难，但掌握核心技术，没有捷径可走。

“不走跟随、仿制的技术道路”是老一辈航天人的凌云壮志。他们经过无数次的计算、论证、验证，确定了三舱方案；提出了具有中国特色的轨道舱留轨方案；学习国外经验并进行技术创新，确定了逃逸救生方案；结合我国实际情况进行创新，确定了降落伞方案；综合各方要求和约束，确定了返回舱构型和布局……

神舟飞船首任总设计师戚发轫语重心长：“我们老航天人一辈子的体会是：靠别人不行，只能靠自己。”

坚持以人为本，坚持人才驱动。神舟队伍出专才、将才、帅才。神舟十六号发射试验队有接近40人是“90后”和“00后”，这是一支充满朝气和青春活力的团队，大家成长迅速，在各自的岗位上担起了重任。

习近平总书记指出，要不拘一格、慧眼识才，放手使用优秀青年人才，为他们奋勇创新、脱颖而出提供舞台。神

舟飞船研制队伍发扬载人航天精神，加大创新人才培养支持力度，形成老一辈航天专家言传身教、新一代航天青年接续奋斗的人才培养链条，不断战胜困难、攻坚克难，实现了出成果、出精品、出人才。一代代从事飞船研制工作的“神舟人”，在各自岗位上逐渐成长为不可多得的航天专才、将才、帅才。

飞船总指挥何宇1994年入职五院总体部载人飞船总体室时，恰恰是载人航天起步阶段。载人飞船研制难度大，执行任务要等七八年，同时又赶上下海潮，年轻人和中生代流失严重。从那时起，整个团队就咬紧牙关练内功，一是压担子；二是传帮带，倾囊相授；三是高标准严要求，从各个方面提升能力。那时对全体人员的要求就三个字：问不倒。要求对所有的状态都如数家珍、百问不倒，包括单机元器件一层。

高标准的要求，使团队不断在锤炼中成长、成熟起来。敢于放手使用青年人才，注意营造鼓励创新、宽容失败的氛围。这样的信心也正是来自他们一直对载人航天事业的热爱和责任感。

坚持推动中国航天科技与产业发展，以航天科技硬实力为人民创造更加美好的新生活。中国航天“飞天”梦，既是追问寰宇之梦，也是服务地球之梦。中国航天做的是“大航天”，往上发展空间科学、探索外太空，往下发展航天技术应用及服务产业。中国载人航天工程发展30多年来，初步统计有4000余项技术成果被广泛应用于国民经济的各个行业。

伴随着神舟十六号载人飞船的成功发射，由航天科技转化而来的一项项服务于国计民生、用科技力量创造美好生活的新技术，给大家带来了惊喜与期待。例如依托航天科技在空间站生命保障技术上的成功实践，研制出大立方碱性电解制氢装置，在“绿氢核心装备和工程技术”板块开辟一条新赛道；依托液体火箭发动机优势技术，围绕我国“双碳”发展目标，持续推动液氢技术向国民经济领域转化；利用火箭技术研制人工辅助心脏和体外肺支持辅助设备（ECMO），总体性能和指标达到国际同类产品水平，部分指标优于国际同类产品，大幅降低医疗支出，提升了我国先进生命支持设备的可及性，成为老百姓在关键时刻用得上、用得着的设备；利用固体火箭发动机柔性接头设计和工艺技术，成功开发出珍贵文物减隔震装置，保护文物不受损坏；利用空间站在轨独特的太空环境，开展新能源、新材料、生物技术、生命科学等多个学科技术实验，产出具有国际水平的科研成果；航天器的研制带动控制、测量、图像处理、元器件等相关技术的提升，推动工业智能控制系统升级换代；载人飞船防热大底的隔热材料、空间站水循环系统等航天技术惠及百姓生活的方方面面。

中国空间站应用与发展阶段的大幕已徐徐展开，中国航天人探索宇宙的脚步从未停歇，在奋进与求索中将不断刷新“中国高度”。近期，我国载人月球探测工程登月阶段任务已启动实施，计划在2030年前实现中国人首次登陆月球，开展月球科学考察及相关技术试验，突破掌握载人地月往返、月面短期驻留、人机联合探测等关键技术，完成“登、巡、采、研、回”等多重任务，形成独立自主的载人月球探测能力。

星空浩瀚，探索无限。奋进新时代，中国航天开启全面建设航天强国新征程，必将在太空中书写更多新传奇，实现更加恢弘壮丽的航天梦。同时，航天科技集团也将不断融入国民经济关键领域、助推产业化发展，积极推动实现航天技术应用产业高质量发展，以航天科技硬实力，为人民创造更加美好的新生活。

（文章来源：中国航天科技集团）