

天舟，快递一哥点亮太空征程

经济日报·中国经济网记者 余惠敏

热点追踪

4月20日19时41分,中国文昌航天发射场,天舟一号货运飞船乘坐长征七号运载火箭升上太空。作为我国首艘货运飞船,“快递一哥”天舟有哪些独门绝活,又将在这场首秀中迎来哪些大考?请看《经济日报》记者从海南文昌发回的报道。

关键词 1:“新”
我国空间站货运系统首秀

天舟一号飞行任务是我国空间站货物运输系统的首次飞行试验。

在我国载人航天工程中,有“神舟”和“天舟”两大系列飞船。大家所熟知的神舟系列飞船是载人飞船,已经11次飞上太空,刚刚开启首秀的天舟飞船只管送货,是新入职的太空快递员。

“天舟一号由货物舱和推进舱组成,总长10.6米,舱体最大直径3.35米,整船最大装载状态下重量可达13.5吨。天舟一号的个头比天宫二号和神舟飞船都要大,是我国目前发射的体积最大、重量最重的航天器。”航天科技集团五院天舟一号副总设计师徐小平对记者说。

与载人飞船神舟系列不同,天舟不需要具备上升段载人能力,也无须载人返回能力,只需要在轨期间具备接纳飞行员进舱取货的能力。这让天舟可以省去座椅、应急救援等许多与载人有关的系统,运送更多的货物。

作为太空快递的大力士,天舟一号的上行载货比、货物运输等综合能力比肩甚至优于国际现役货运飞船。它能将超过6吨的物资运上太空,接近天宫一号载荷能力的2倍,高于俄罗斯货运飞船进步号M型和美国的天鹅座飞船扩展型。

天舟一号还迈出了我国载人航天器型谱化设计的第一步。

我国航天界较早使用“型谱”概念的是运载火箭。然而,勇敢迈出载人航天器型谱化设计第一步的则是天舟一号。针对运输货物的不同类型和需求,天舟系列货运飞船设计了“全密封”“半开放”“全开放”三种型谱,按照模块化思路搭建平台型谱,推进舱模块公用,货物舱模块根据任务要求选择。模块化设计让飞船建造类似于搭“积木”,降低了研制成本,缩短了周期。作为首发货运飞船,天舟一号设计为全密封型谱状态。

新的不仅是飞船。这是我国空间站货物运输系统在文昌航天发射场的首次实用性亮相,“首秀”考验了各大相关系统的配合。

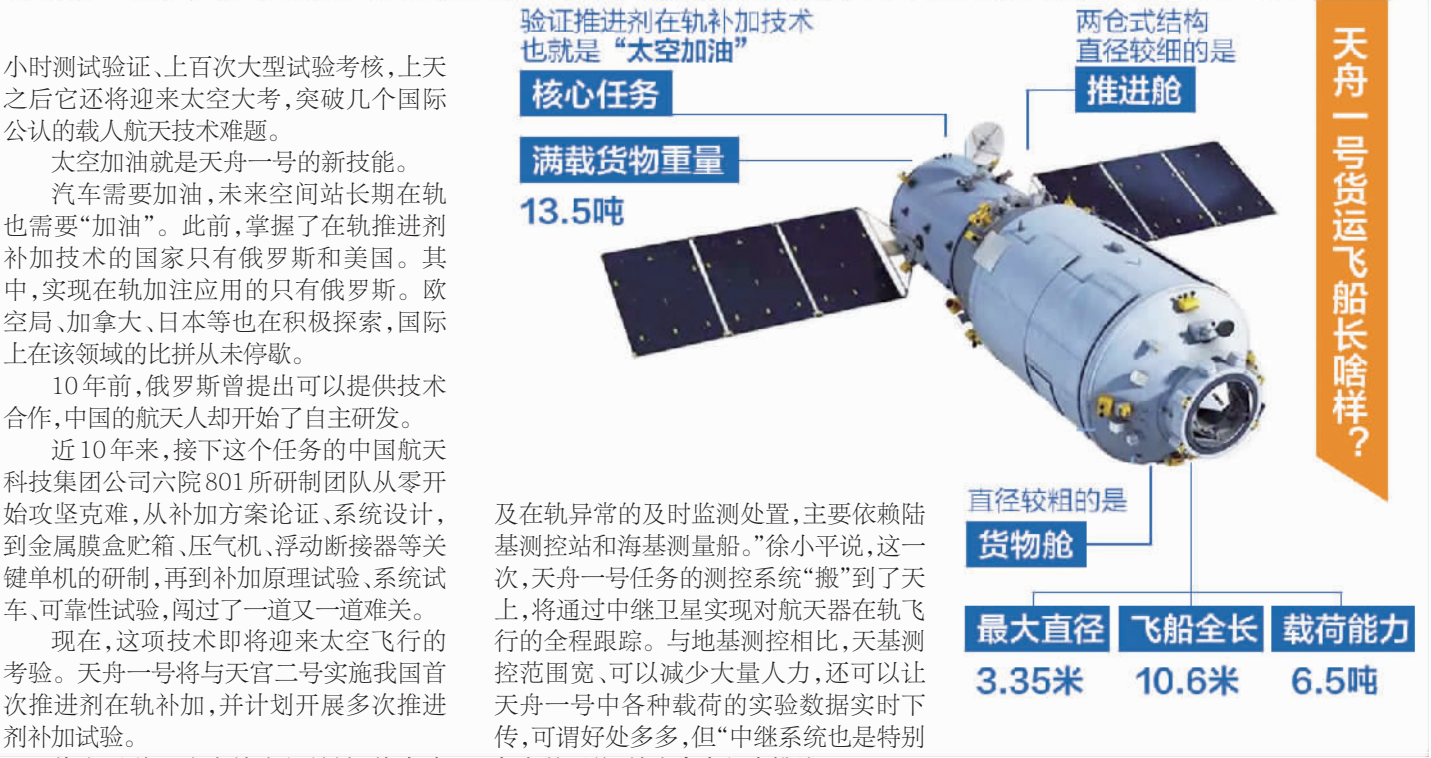
“这是文昌航天发射场首次采用零窗口发射。”天舟一号飞行任务发射场区指挥部指挥长张宇字说,由于此次任务中天舟一号货运飞船入轨后要 and 天宫二号准确对接,对发射精度要求很高,发射窗口不是一个时间范围,而是一个确定的时间点,这就是航天人所说的“零窗口”,对火箭和发射场系统的可靠性提出了很高要求。

“这次任务是长征七号首次应用飞行。”航天科技集团一院长征七号火箭副总设计师助理胡晓军说,为了任务的成功,本次飞行的长征七号遥2火箭较去年首飞的长征七号遥1火箭作出了75项改进,发射场的地面设施设备也有26项变化。

“首秀”的天舟一号还大胆采用了七大类国产新核心元器件,首次大规模推动核心元器件自主可控。“作为飞行验证平台,天舟核心元器件全部国产化,其中多是第一次经受太空飞行考验,这会为将来建设空间站和载人飞船升级换代打好基础。”徐小平说。

关键词 2:“难”
太空加油、二代对接、天基测控

天舟一号起飞前已在地面经历了上千



图片说明:长征七号遥二运载火箭与天舟一号货运飞船组合体在垂直转运中。

(新华社发)

载1套舱外航天服结构服,获取有关力学和温度数据,为舱外航天服改进提供设计依据;天舟一号上搭载的乘员生活物资按3人30天的需求量配置,主要为质量模拟件;还将开展天舟一号空气微生物和表面微生物采样检测,验证货船微生物控制方案,并为将来方案改进提供有效依据。

据悉,既定任务完成之后,天舟一号将视情开展拓展试验和应用。在所有飞行任务结束后,天舟一号将经由地面飞控工作人员决策,完成我国航天器的首次主动离轨受控陨落,坠落于南太平洋指定区域。这将让天舟一号避免成为太空垃圾,为打造洁净、安全的太空环境作出贡献。

天舟一号不是普通的太空快递员,作为中国太空“快递一哥”,它肩负着我国未来空间站货运系统首次大考,是一个承前启后的关键角色。

“此次任务是中国载人航天工程空间实验室阶段的最后一次发射,也是我们建造空间站之前的最后一次发射。”中国载人航天工程总设计师周建平说,“天舟一号任务成功后,空间实验室任务就完成了,我们可以开始建造空间站了。”

天舟一号上天了,中国空间站也不远了。我们期待着,天舟系列快递为中国人的太空征程加油,点亮我们探索星辰大海的航灯。

小时测试验证、上百次大型试验考核,上天之后它还将迎来太空大考,突破几个国际公认的载人航天技术难题。

太空加油就是天舟一号的新技能。汽车需要加油,未来空间站长期在轨也需要“加油”。此前,掌握了在轨推进剂补加技术的国家只有俄罗斯和美国。其中,实现在轨加注应用的只有俄罗斯。欧空局、加拿大、日本等也在积极探索,国际上在该领域的比拼从未停歇。

10年前,俄罗斯曾提出可以提供技术合作,中国的航天人却开始了自主研发。

近10年来,接下这个任务的中国航天科技集团公司六院801所研制团队从零开始攻坚克难,从补加方案论证、系统设计,到金属膜盒贮箱、压气机、浮动断接器等关键单机的研制,再到补加原理试验、系统试车、可靠性试验,闯过了一道又一道难关。

现在,这项技术即将迎来太空飞行的考验。天舟一号将与天宫二号实施我国首次推进剂在轨补加,并计划开展多次推进剂补加试验。

徐小平说:“这个技术很关键,将为我国空间站组装建造和长期运营扫清在能源供给问题上的最后障碍。”

天舟一号还将突破自主快速交会对接技术。

6年前,中国航天器完成首次太空交会对接,本次对接有何不同呢?

“如果把神舟八号载人飞船对接机构称为第一代对接机构,那么天舟一号货运飞船对接机构可称为第二代产品,这次是第二代产品的首飞。”航天科技集团八院载人飞船系统、空间实验室系统副总设计师张崇峰介绍。

二代对接用时更短,效率大幅提高。此前,我国掌握的交会对接技术需要耗时两天左右,天舟一号将开展自主快速交会对接试验,实现6.5小时内完成两个航天器之间的交会对接。

二代对接技术将实现“重量级”大吨位航天器对接。过去神舟和天宫的交会对接,是两个8吨级航天器对接,属于“轻量级”。新的对接机构,必须保证未来空间站建造阶段8吨至180吨航天器实现各种方式的对接,是“重量级”对接。

在此次任务中,天舟一号与天宫二号将实现3次交会对接,这在我国载人航天历史上还是第一次。连续三次对接对于对接机构的控制、空间环境寿命、重复对接性能提出了更高要求。

天舟一号任务还是我国首次以天基测控为主实施飞行控制。

“以往,我们对航天器的跟踪、测控以

关键词 3:“长”
任务持续时间半年以上

重任在肩的天舟一号将在太空中驻留相当长的时间。

天舟一号入轨后,将与天宫二号自动交会对接,形成组合体,在轨飞行约2个月。之后,天舟一号撤离天宫二号,进入独立运行阶段,独立飞行时间不少于3个月。掐指一算,天舟一号将在轨飞行至少5个月的时间,这可是目前我国载人航天任务中,时间跨度最大的一次。

这么长的时间当然不能浪费。整个任务期间,除了3次推进剂补加、3次交会对接的重头戏外,天舟一号还将开展空间应用和航天技术等多领域的实验项目。

天舟一号在满足运输货物需求的同时,还最大限度发挥了平台效能,随船搭载了数十台载荷设备,在轨开展十余项载荷试验,实现“一次飞行、多方受益”的目标。

载人航天工程空间应用系统副总设计师李绪志介绍,空间应用系统在天舟一号上将开展微重力对细胞增殖和分化影响研究等4项科学实验研究及技术验证试验。“比如说,微重力对细胞影响的实验之一就将帮助我们寻找骨质流失的分子靶点,为开发治疗骨质疏松的药物提供依据。”

天舟一号任务虽然不载人,却也将为航天员系统提供相关实验数据。航天员系统副总设计师黄伟芬介绍,本次任务将搭

目开展微重力条件下流体的蒸发和冷凝实验研究,认识微重力环境下具有质量交换流体界面动力学复杂特征与相变传热特殊规律,探索航天热设备在轨运行的强化换热机制,实验验证空间实验工质供给、气/液分离与热控等两相系统关键技术,为我国空间站两相系统实验柜和流体科学实验载荷研发奠定技术基础。

该项目由我国科学家首次提出,是国际上首次开展蒸发与冷凝组合空间实验,有望使我国在此领域率先获得科学成果和实验技术的突破。

“非牛顿引力实验检验的关键技术验

证”项目在轨测试高精度静电悬浮加速度计工作性能,静电悬浮加速度计分辨率达到国际先进水平,获得的在轨试验结果可为非牛顿引力实验检验作关键技术验证,也将对我国“卫星重力测量”“空间引力波探测”等空间计划提供重要技术支撑。

“主动隔振关键技术验证”项目在轨实施六自由度磁悬浮主动隔振关键技术验证,并为非牛顿引力实验检验关键技术验证装置提供高于飞行器平台1个至2个数量级的微重力环境,也将为空间站高微重力实验平台研制奠定技术基础。

文/本报记者 余惠敏

天宫二号实验室此次科研任务之一,就是利用三维成像微波高度计实行卫星测高。

三维成像微波高度计是个很“敏感”的设备,一旦太空界温度、受力等因素发生变化,三维成像微波高度计的性能就会大打折扣,接收设备不能准确知道发射设备输出的能量,遥感测量就要“歇菜”。

为解决这个技术难题,“天宫”找到了做出国内首个自主研发内定标铁氧体微波前端的中国航天科工二院23所。

2011年8月份,载有“海洋二号”卫星的“长征四号”运载火箭发射升空,成功将卫星送入预定轨道,开始了其对海洋环境预报、海洋科学研究和全球气候变化研究的旅途。几名年轻设计师悬着的心终于放下了,不仅仅因为海洋二号里有他们5年的心血结晶——内定标铁氧体微波前端,而且,这还是航天23所参与的首个星载项目,更是中国打破国外封锁坚冰,第一个自主设计研制的微波前端。

内定标铁氧体微波前端,就像我们的咽喉一样,处在发射系统、接收系统、天线系统的交汇部位,与常规微波前端不同的是,它在负责分隔发射与接收信号的同时,还要准确感知在不同温度环境下发射机输出的功率。这在地面设备上可以轻松实现,可是,要让学生在太空里的卫星自己感知,恐怕就不是一件容易的事儿了。

中科院国家空间科学中心作为项目牵头单位,调研了国内外诸多厂商。国外知道中国没有这样的技术,要价奇高,仅一个单机,就要花费掉整个雷达高度计的全部经费,提供的产品周期也很长。

为此,23所八室的设计师集结出发,踏上了这片国人鲜有踏足的领域。为充分发挥青年人敢打敢拼,迎难而上的攻坚精神,他们在青年设计师中抽调骨干力量,专门成立了一支“星载青年突击队”参与到课题的研制全过程。

历时5年时间研制,他们为海洋2号卫星配套的三套单机产品顺利通过评审,给整个项目画上了完美句号。同时,也使得团队成为国内唯一能做星载高功率大隔离并具有内定标铁氧体微波前端的单位。

天宫二号空间实验室在海洋二号的基础上,提出了更为苛刻的要求,不仅系统功能变复杂了,各项指标要求也明显提高,面临的挑战可想而知。

为攻克这项新难题,青年突击队又一次开始发起总攻。为实现功率提升,团队引进了新的微波开关方案,进一步降低微波传输损耗;为减小体积,团队重新考虑内部元器件的连接和排布,同时还要控制重量。经过多轮的方案设计 & 讨论,他们研制出了电性件,各项指标达到系统要求。

为了精益求精,在第二阶段,团队成员们对每一部分的重量都加以严格控制,精度到0.01g的天平就放在手边,随时称重。每个零件的重量,小到螺钉,细到每处涂的胶量都细细打磨,硬把几公斤的产品,控制精度达到了“克”级。

天宫二号空间实验室的成功是这些年轻人在新领域里的又一里程碑,这支经过历练的年轻团队将在更为广阔的舞台上,开拓航天星载组合产品的新篇章。

