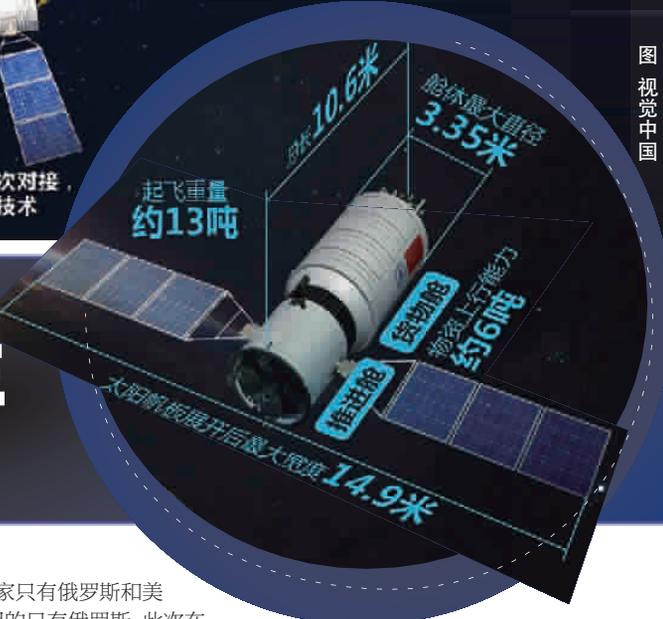


天舟一号任务全解析

2017年4月20日 19

时41分,天舟一号货运飞船发射升空。

作为我国自主研制的首艘货运飞船,天舟一号是目前我国体积最大、质量最重的航天器。此行肩负4大任务目标。



图视觉中国

天舟一号昨夜启程

“太空快递”发货 天宫二号准备签收



本报记者
袁颖琼

2017年4月20日19时41分,被称为中国航天“快递小哥”的天舟一号货运飞船在海南文昌发射场发射升空。之后,它将在太空中与天宫二号进行三次交会对接、实施推进剂在轨补加、开展空间科学实验和技术试验。

4大任务目标 “全密封”货仓装载6吨货物

未来,我国要建造长期有人照料的空间站,就需要货运飞船来运输航天员所需的空气、食物,以及维护空间站的更换设备、补充推进剂。货运飞船还能充当空间站的“垃圾桶”,将空间站内的废弃物运至货运飞船,并在大气层中一起烧毁。天舟系列货运飞船应运而生。

作为我国自主研制的首艘货运飞船,天舟一号总长10.6米,舱体最大直径3.35米,太阳帆板展开后最大宽度14.9米,起飞重量约13吨。可以说,它是目前我国体积最大、质量最重的航天器。

天舟一号货运飞船主要由货物舱、推进舱两个舱段组成。其中,货物舱用于装载货物,推进舱为飞行器提供动力、能源和通信功能,同时为空间站提供推进剂补加服务。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。其中,全密封货运飞船主要用于运输航天员消耗品、密封舱内设备与试验载荷;半密封货运飞船除了可以运输密封舱内货物外,还可以满足包括太阳能电池翼等舱外物资的运输需求;全开放货运飞船主要用于大型舱外货物的运输。而此次天舟一号采用的是“全密封”货舱,装载约6吨的物资与设备飞向太空。

与以往的神舟飞船推进舱不同,天舟一号推进舱几乎是全新的产品。据中国航天科技集团上海航天技术研究院推进舱总装负责人曹毅介绍,天舟一号推进舱的推进模块由神舟推进舱的一层变成了两层,推进模块贮箱数量由原来的4个增加为8个。虽说是加了一层,但在总装过程中就不能采用原先的端面对接安装,而是创新性地采用了凹凸对应卡住的方式,即在舱体内壁和推进模块边框上都有凸台和凹槽,在两者不到5毫米的

间隙范围内,把20对凹凸一一对上。

作为载人航天工程“第二步”的收官之战,天舟一号此次肩负4大任务目标:与空间实验室配合,验证推进剂在轨补加技术;全面考核货运飞船功能和性能;在空间实验室配合下,开展货运飞船控制组合体、绕飞至前向交会对接、快速交会对接等试验;支持开展空间应用及技术试验。

3次太空之“吻” 对接机构升级实现偏心对接

以往,神舟和天宫都是8吨级的航天器,作为同量级选手,它们之间要实现“太空之吻”,必须沿着质心轴线运动,捕获、校正后,必须处于无偏心的位置,才能顺利“吻”上。

此次天舟一号与天宫二号两个航天器重量不同,对接时势必会产生巨大的能量,这就对接机构的缓冲耗能提出高要求。对此,技术人员把神八到神十一的1.0版对接机构,成功在天舟一号升级到2.0版,可以适应未来空间站建造阶段8-180吨各种吨位、各种方式的对接,包括偏心对接。

而要刚柔并济地实现对接,设计师们通过大量的技术攻关和方案论证,提出了在对接机构上增加可控阻尼器,来缓冲不同吨位航天器对接时产生的撞击能量。为了验证产品可靠的阻尼力矩输出等各项功能和性能指标,设计团队在研制阶段就进行了544次仿真分析和317次地面环境试验。

让人值得期待的是,在太空中苦苦等候7个月的天宫二号,此次不仅将与天舟一号上演“太空之吻”,而且还要“吻”上三次,这在我国载人航天历史上是第一次。第一“吻”在发射升空两天后实施,形成组合体后在轨飞行2个月。其间,要检查整体状态,补加推进剂,并测试天舟一号对组合体的控制能力。第二“吻”是在首次分离后,伴随着天宫二号180度转向,天舟一号短时间调头绕飞,加速赶到天宫前方,从“前”侧与天宫二号进行对接。绕飞试验以后,天舟一号与天宫二号再次分离,两个飞行器将独立飞行三个月。其间,天舟一号要完成搭载的空间科学试验。第三“吻”是在分别三个月后,天舟一号与天宫二号将验证快速交会对接技术,要求两个航天器在6个小时左右实现对接。

1趟在轨“加油” “啤酒肚”携带大量推进剂

就像汽车需要加油,未来空间站长期在轨也需要“加油”。在天舟一号之前,掌握在轨

推进剂补加技术的国家只有俄罗斯和美国,实现在轨加注应用的只有俄罗斯。此次在天舟一号的飞行任务中,不仅要实现交会对接,还要在交会对接后开展推进剂补加等试验,将天舟一号上装载的燃料、氧气等液体物资安全转移至天宫二号上。

“我们设计的是一种标准型的推进舱,从2.4吨-3.5吨之间任意量的推进剂都可以装载。”中国载人航天工程载人飞船系统、货运飞船系统和空间实验室系统副总指挥顾伟峰表示,这2.4吨-3.5吨推进剂并不是装在一个“啤酒肚”里,这个“啤酒肚”其实是由8个“小肚子”构成的,专业术语叫贮箱。

太空中如何实现“加油”呢?和汽车加油插管一样,太空“油枪”和“管路”就是安装在对接机构上的4路液路浮动断接器。油枪要准确无误地插入加油口,两个对接机构首先要严丝合缝的对接上。随后,补加驱动器在接收到系统指令后,控制液路管阀门的开关,同时调节流量、流速,保证推进剂补加过程安全进行。

太空在轨补加技术是我国建设空间站的关键技术之一。此次推进剂在轨补加试验一旦成功,就意味着我国突破并掌握了货运飞船补加技术,迈过了空间站技术的主要难题。

66个单体锂电池 空间电池换代自动隔离故障

“我国载人航天电源先后经历了镍镉电池、氢镍电池时代,此次天舟一号首次使用低轨高压锂电,并达到了2700瓦功率,开启了载人航天空间电源的锂电时代。”中国载人航天工程货运飞船系统副总设计师陈启忠说道。

天舟一号电源分系统采用3机组锂离子电池组,每组由22个单体串联组成,共使用单体66个,它的使命从天舟一号待发段转内电开始,同时在飞船进入阴影区时提供整船所需的全部电能,在光照区储存电能,并通过电池放电补充负载的峰值功耗。

锂离子电池具有能量高、寿命长、小轻薄等明显优势,民用市场应用十分广泛、成熟,但该类低轨高压大容量锂离子电池在国内飞行器上属于首次使用。

天舟一号电源分系统主任设计师王娜告诉记者,围绕锂电池自身的可靠性和安全性,技术人员做了大量的试验和验证工作,包括不同温度下的特性试验、寿命试验和充电策略的验证等。为了增加电源充电控制的可靠性,设计的故障诊断功能还能自动隔离有故障的电池单体。

天舟七大“独门功夫”

6年时间,天舟一号“隐姓埋名”苦练内功,首创了自身的七大“独门功夫”。

● 首次执行货运飞船飞行试验任务

这位“快递小哥”体量与天宫一号目标飞行器、天宫二号空间实验室相当,但上行物资总装载量不小于6吨,上行载货性价比优于国际现役货运飞船,快递货物经济实惠。

● 首次在轨实施飞行器间推进剂补加

天舟一号与天宫二号将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,突破和掌握推进剂补加技术,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。

● 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、测控及在轨异常的及时监测处置,主要依赖陆基测控站和海基测量船。此次首次采用了以天基测控体制为主的设计原则。简单来说,就是将原本在地面或海上的测量系统“搬”到天上,避免了地域限制,降低了人力、物力、财力等成本。

● 首次大规模推动核心元器件自主可控

天舟一号首次大刀阔斧地使用了七大类国产新研核心元器件,以此带动元器件自主研制,加速实现元器件的自主可控,提前验证空间站中所用的关键元器件,将未来空间站建设的关键命脉牢牢握在手中。

● 首次开展全自主快速交会对接试验

此前,我国掌握的交会对接技术需耗时两天左右。此次天舟一号将开展自主快速交会对接试验,将时间控制在6小时左右。有利于提高飞行器在轨飞行的可靠性,减少资源消耗,同时,方便空间站突发事件应急处理。

● 首次搭载多项空间应用与技术试验(实)验载荷

天舟一号在满足运输货物需求的同时,还最大限度地发挥了平台效能,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。

● 首次实施主动离轨受控陨落

飞行任务结束后,一般卫星会随着推进剂消耗殆尽而缓慢降轨,最终在大气层烧毁,但天舟一号将经由地面飞控工作人员决策,实施主动离轨,通过两次降轨控制,受控地坠落于南太平洋指定区域。这样既避免自身成为太空垃圾、避开离轨过程中的不可控因素,又能为打造洁净、安全的太空环境作出贡献。