

月下飞天舟 天舟二号飞船
飞行任务全解读

新华全媒头条

新华社海南文昌5月29日电(记者黎云、张汨汨、赵叶苹、张泉)中国文昌,夜漫南海,圆月当空。

北京时间5月29日20时55分,搭载着天舟二号货运飞船的长征七号遥三运载火箭,在位于海南省的文昌航天发射场点火发射。

约604秒后,飞船与火箭成功分离,精确进入预定轨道。21时17分,太阳能帆板两翼顺利展开工作,发射取得圆满成功。

兵马未动,粮草先行。距离天和核心舱发射升空30天后,中国向空间站核心舱成功发出了第一件快递“包裹”。

“大力水手”托举深空梦想

与敦实憨萌的“胖五”——也就是长征五号运载火箭相比,长征七号遥三运载火箭的身材显得修长。但事实上,它总长53.1米,比“胖五”要短3米多。

作为新一代高可靠、高安全的中型液体运载火箭,长征七号是为满足搭载天舟系列货运飞船的专属需求量身研制。因其“两级半”的构型,仅从外形来看,它比“胖五”的“一级半”构型更匀称——如果说“胖五”像举重运动员,长征七号则更像健身房里的教练。

“力气大”,是空间站建设对长征七号火箭最基本的要求。虽然不如“胖五”体态雍容,但长征七号的起飞重量达到了597吨,近地轨道运载能力达到13.5吨,跻身中国火箭“四大力士”之列,是名副其实的“大力水手”,达到了国外同类火箭先进水平。

“大力水手”这一次的任务,就是将满载大批物资的天舟二号货运飞船送到预定轨道。为了“力气大”,长征七号使用动力更强劲的液氧煤油做燃料,还将助推器主捆绑结构的安装间隔由5毫米压缩到4毫米,这不仅减少了火箭飞行时的振动,也增加了助推力。

“成功是我们唯一的选项。”回顾长征七号的研制过程,火箭总设计师唐明用这句话表明自己的信心和决心。研制项目正式启动以来,长征七号团队瞄准空间站建设,以精益求精的铸“箭”精神和万无一失的严谨作风,全力以赴为使命和荣誉而战。

2016年6月25日,长征七号在新建成的文昌航天发射场首飞成功。

2017年4月20日,长征七号托举着天舟一号货运飞船腾空而起。这是天舟货运飞船和长征七号运载火箭组成的空间站货物运输系统的首次飞行试验。

这一次,长征七号又一次成功升空,为空间站天和核心舱送去生活物资、实验设施和推进剂,拿下了中国空间站工程建造阶段承上启下的又一重要环节。

按照空间站在轨建造任务规划,到2022年底,我国将连续实施11次发射任务,其中4次货运飞船发射都将由长征七号火箭“承运”。“环环相扣,就像接力赛跑,每发任务的成败都关乎中国空间站建造计划能否顺利实施。”长征七号运载火箭试验队主任设计师徐利杰说。

为确保运载能力和满足交会对接的需求,科研团队对长征七号火箭进行了大量优化改进设计,围绕技术状态确认、关键环节保证等方面开展了“再分析、再设计、再验证”,



火箭的技术状态发生了100多项变化。

为满足飞船与空间站的交会对接需求,科研团队将精确到秒的发射“零窗口”拓展为2分钟左右的“窄窗口”。通俗地说,如果火箭起飞时间出现了2分钟以内的偏差,火箭可以根据起飞时间自行修正飞行轨迹,保证货运飞船仍然能够进入核心舱所在的轨道面,为后续的交会对接奠定基础。

细心的人们会发现,这一次火箭点火的瞬间,“大力水手”的尾部没有出现因四氧化二氮不充分燃烧而形成的红色“烟雾”,取而代之的是如同棉花糖般的“白烟”。

那是因为长征七号装备了具有自主知识产权的新型液氧煤油发动机,煤油在不充分燃烧条件下,产生的颗粒和水蒸气混合凝结,形成的“烟雾”呈白色。

仅此一项技术改进,长征七号的推力提高了60%。

“快递小哥”穿梭天地走廊

大大小小包裹160多件,两件分别重达100多公斤的航天员舱外服,还有3吨推进剂——天舟二号货运飞船并不是世界上最大的货运飞船,但装的物资却达到了6.8吨,超过了飞船自重。

远离地球,空间站里吃的、穿的、用的,乃至呼吸所需的物资,都要由货运飞船及时送达。天舟二号货运飞船与长征七号火箭一起,共同构成了空间站货物运输系统,实现了“人货分装”,成为中国载人航天工程中的“快递小哥”。

“去”的时候,天舟二号可为空间站送去各种生活物资、推进剂、平台维修设备附件及各种消耗品、载荷设备等补给物资。“回”的时候,天舟二号还将带走和销毁空间站废弃物。

与天舟一号相比,天舟二号在构型上与其基本一致,采用了全密封货物舱和推进舱组合而成的两舱构型,总长10.6米,最大直径3.35米。

在承担的任务上,天舟二号则有其鲜明的特点。

为了装得更多,科研团队根据货运飞船的圆形舱体结构,一共设计了26种不同尺寸规格、不同形状的货包,像搭积木一样组合放置进蜂窝板形成的一个个货格之中。每个货包都会被类似飞机座椅的安全锁扣稳定固定住,单手就可以取下来。这些物资,可以满足3名航天员3个月太空生活的需要。

不仅装得多,而且送得快。天舟二号的快速交互对接系统已经提前安排好入轨后的动作时序,节省了指令在天地间传达的时间,也免去了地面临时注入程序的流程,从地面“发货”到“快递小哥”来敲门的时间大约7个小时,堪比“同城快递”,实现了空间站任务物资运输快速补给。

不仅送得快,天舟二号还设计了多个与密封舱隔离的“油箱”,具备“危险品运输资质”。除了运输生活物资、实验设施外,天舟二号还携带了3吨推进剂,交会对接之后,就摇身一变成为空间站的“加油站”。

不仅能加油,还能给空间站充电。天舟二号货运飞船有自己独立的能源系统,可以实现能源自给自足。靠泊空间站期间,天舟二号和空间站之间可以互相输送补充电能资源——靠泊期间的天舟二号处于休眠状态,自身能源需求小,富余出来的电能就可以输送到空间站,为航天员活动提供保障,同时支撑一些电能消耗较大的科学实验。

天舟二号还是一个“储藏室”。完成交会对接后,航天员会进出天舟二号取用生活和工物物资。为了让航天员在天上也可以方便快捷地取用、查找自己想找的物资,“储藏室”里的每件货物上都粘贴了一个具备无线射频识别功能的标签,使用专用设备进行智能定位。

天舟二号有存放垃圾的职能,是一个太空“垃圾桶”。航天员在空间站里产生的生活垃圾、人体排泄物,都会集中到天舟二号舱内存放。完成使命后,天舟二号将带走这些废弃物,在坠入大气层的过程中一同烧毁。

18立方米货物装载体积,除了留出航天员舱内活动空间,还同时具备这么多的功能且保持重量均衡,科研团队在布局设计上用足了智慧。强大的送货和补给能力,也将对延长空间站寿命和航天员在轨驻留时间起到重大作用。

再过一段时间,中国航天员将搭乘神舟十三号载人飞船来到太空。相信他们在进入天和核心舱后,打开天舟二号货运飞船舱门的那一刻,一定会有“拆快递”的喜悦。

“滨海福地”续写航天新篇

没有建成发射场之前,海南文昌以侨乡闻名,120多万祖籍文昌的海外侨胞分

居在世界50多个国家和地区。

历史上,文昌还是“一里三进士”的文化之乡,诞生了200多位军队高级将领的将军之乡。因为三面环海,负氧离子含量高,文昌居民的平均寿命高达81.85岁,是一个人杰地灵的福地。

2007年8月,我国决定在海南文昌建设新一代最先进的航天发射场。2009年9月,文昌航天发射场在文昌市龙楼镇破土动工。继酒泉、太原、西昌3大发射场之后,文昌航天发射场于2016年全面建成并投入使用,文昌这块“滨海福地”又多了一个“航天城”的美誉。

作为中国首个开放性滨海航天发射场,也是世界上为数不多的低纬度发射场,文昌航天发射场主要承担地球同步轨道卫星、大质量极轨卫星、大吨位空间站和深空探测卫星等航天器的发射任务。5年来,天舟一号、天问一号、嫦娥五号、天和核心舱、天舟二号……一个个大国重器从这里飞向太空。

这一次,文昌航天人在承压中奋战,在坚守中前行,按照“确保万无一失、圆满成功”的要求,严格落实载人航天工程质量标准,专题组织发射区综合检查,全面检查设备设施、特燃特气、物资器材等准备情况,仅推进剂加注抢险、消防救护等演练就组织了数十次。

航天发射是一项高风险的科技活动。原定于5月20日凌晨的天舟二号发射任务,因技术原因推迟实施,发射场系统承受着不小的压力。

与传统发射任务相比,天舟二号发射任务,不仅要飞船精确送入预定轨道,还要将货运飞船发射到天和核心舱所在的空间轨道面内,实现货运飞船与天和核心舱的交会对接。一旦火箭起飞时间偏离了发射窗口,将错过空间站所在的轨道面,导致货运飞船需要较长时间的轨道调整,消耗更多的推进剂,甚至影响交会对接任务。

为确保发射任务在既定窗口时间进行,文昌航天发射场的气象保障人员加强对雷电、强降水、浅层风、高空风的技术研究,收集整理了场区近15年的气象数据,为天舟二号的“窄窗口”发射提供分时分段、精细精确的气象保障。发射场短时预报准确率达到了95%以上,具备提前7天预报发射日天气、提前8小时准确预报窗口天气的监测能力。

长征七号火箭是一型低温推进剂火箭。低温推进剂蒸发量大,为确保运载能力和发动机启动条件要求,发射前需要开展一系列复杂的动作,哪个环节出现异常都将影响发射。5月16日,船箭组合体转运至发射区后,发射场不分昼夜满负荷运转,部署强化统一领导,加强组织指挥,资源连续保障、重大风险防控,总装、测试、合练……

高强度发射任务也将一批年轻技术骨干摔打磨砺成才,一批“高学历”“善决策”“能担当”的科技人才活跃在航天发射前沿阵地,成为航天事业薪火相传的支撑。

“3个月内连续承担3次重大航天发射任务,文昌航天发射场综合测试发射能力得到持续提升。”文昌卫星发射中心党委书记董重庆说,文昌航天发射场纬度低、发射效率高,射向宽、安全性好,海运便捷、可行性强,无毒无污染、绿色环保,在建设航天强国的征程中独具优势、堪当重任。

5月29日,长征七号遥三运载火箭点亮文昌发射场的夜空,经过9天的等待,成功将天舟二号货运飞船送入太空。此次,长征七号遥三运载火箭究竟为何两次推迟发射?研制团队又经历了怎样的蛰伏和攻坚?

一个异常的参数

5月19日下午1时许,长征七号遥三运载火箭进入负12小时发射流程。煤油加注、液氧加注,发射流程部就班有序进行,音响里一句句“正常”不时传来,每一名试验队员各司其职,忙而不乱。

当晚9时40分许,距离发射不到3个小时,发射指控大厅中的数据信息显示:“一个压力值参数异常!”陡然间,发射大厅现场陷入一片寂静。

偌大的火箭,庞大的系统,漏点在哪?中国航天科技集团一院动力系统指挥邵业涛说:“我们的低温火箭又将经历一场严酷的考验。”

为此,试验队员开始了连续80多个小时的煎熬。

绝不带一丝隐患上天

哪个部位出了问题?阀门的问题还是零部件的问题?彼时,火箭箭体已完成加注,尾舱内一直处于热氦气吹除状态,这意味着试验队员必须要戴呼吸面罩进舱。

两名总装人员换好服装、戴好面罩,从50厘米见方的舱门钻进箭体。舱内一片漆黑,气体吹除的声音震耳欲聋,密闭空间的憋闷、零下183摄氏度的低温,一切都无暇顾及,他们攀爬在箭体结构件上,仔细地摸索着检漏点。

“找到了!”两次核查后,问题暴露,但很快后方传来消息,这并不是元凶。5月19日晚11时50分许,距离发射预定时间还有不到2小时,各方一致决定:“推迟发射。”

失落占据了试验队员的心情,大家感到“心凉了半截”,然而,大家更明白:这是经过慎重研究的结果,绝不能让火箭带一丝隐患上天。

5月20日,试验队员先后分4拨再次进舱排故,找到了新问题,并经过系列措施扭转局面。然而,负8小时液氧推进剂补加之后,异常再次出现,发射再度终止。

冰火两重天的坚守

距离下一个发射窗口还有9天,火箭燃料两加两泄,高温高湿高盐雾中,一枚低温火箭要经历怎样的考验?

对每名试验队员来说,第一次终止,难免有失落,第二次终止,则是沉重的打击。发射终止后,型号队伍火速调整状态,开始为期4天的归零工作。

为了进一步摸排故障,试验队员仍要一批批进舱。舱内低温、憋闷,一名试验队员刚出舱便吐了一地,然而没有人因此退缩。

舱外,箭体上的水哗哗往下流。长征七号是名副其实的“冰箭”,火箭第一次推迟发射后,试验队员发现,箭体出现结冰现象。

“火箭在大量的低温燃料加注后暴露这么长的时间,这在中国航天史上是第一次。”试验队员赵鸿飞说。

五月的海南,室外温度36摄氏度,湿度达90%以上。在火箭舱体中,则是零下183摄氏度的低温。巨大的温差考验着长征七号,也考验着每一名试验队员。箭体上,氧箱前短壳上,冰块一个接一个形成,大的足足有三四十厘米长。队员们用工具小心翼翼地凿冰,还有人专门拿着兜子接冰,生怕伤到火箭。

针对海南的湿热环境,长征七号需要做严格的防水工作。负12小时正常流程下,总装人员会按照顺序拆除可能影响飞行或者分离动作的防水。历经两次发射终止,拆防水、补防水的工作量可想而知。

汗水最终换回成功

长征七号遥三运载火箭能否成功发射,关系着中国空间站“天地运输走廊”能否顺利搭建,更关系着后续载人航天计划能否顺利实施,试验队员的压力可想而知。

针对发射场传回的数据,中国航天科技集团一院总体设计部后方保障人员马上追溯事件链,对现有的所有异常参数合并同类项,并提取8个不同方面的问题单独进行深入的理论和复现试验。

分析人员、试验人员都憋着一股劲,一定要尽快完成问题定位。同时,大家更深刻认识到,航天工程是复杂的系统工程,绝不能“头痛医头,脚痛医脚”。

“真正的奋斗者,经得起考验和磨炼。放下心理包袱,全力以赴,最后的胜利一定属于我们!”中国航天科技集团一院长征七号运载火箭总指挥孟刚鼓励着每一名试验队员。

5月25日,归零工作接近尾声。发射塔架上,试验队员精心擦拭着火箭整流罩的“罩衣”和箭体。26日,模拟发射演练;27日、28日,加注准备;29日,推进剂加注,晚8时55分,火箭成功发射!

历时9天,长征七号遥三运载火箭终于走完了发射前的全部流程,打赢了这场逆风之战。中国航天科技集团一院长征七号运载火箭型总师程空明说:“这是中国空间站建造承上启下的关键之战,我们目标只有一个,就是成功。”回首走过的路,中国航天科技集团一院党委书记李明华感慨道:“航天人天生具有打逆风球、走上坡路的能力,没有什么风雨波折能够阻挡我们前进。”(记者张泉、胡喆、黎云)新华社海南文昌5月29日电

揭秘长征七号为何两次推迟发射

这位太空“快递小哥”身手不凡

专家详解天舟二号货运飞船相关技术细节

本报记者张建松

5月29日晚,天舟二号货运飞船在海南文昌航天发射场发射升空。作为首个与我国空间站进行对接的航天器,天舟二号携带了多人多天的生活物资,包括空气、食物和出舱航天服,以及大量推进剂和空间站实验设备,为空间站提供推进剂补加和轨道维持等服务,被形象地称为太空“快递小哥”。

天舟二号货运飞船由货物舱、推进舱两个舱段组成。中国航天科技集团八院承担了电源分系统、对接机构分系统、推进舱结构与总装、测控通信子系统、总体电路分系统推进舱电缆网等研制任务。

在轨时间最长的交会对接

满载货物的天舟二号货运飞船,把物资和设备送进核心舱,实现推进剂补加,必须在船与舱之间建立起高可靠的刚性连接,这离不开八院805所抓总研制的对接机构分系统。

交会对接,是指两个航天器(飞船、空间实验室、空间站等)在空间轨道上会合,并在

结构上连成一个整体的技术,是实现空间站、太空平台和空间运输系统的空间装配、回收、补给、维修、航天员交换及营救等在轨道上服务的先决条件。

我国是世界上第三个独立掌握太空交会对接技术的国家,自2011年以来,共实施了10次空间交会对接,圆满实现了首次无人/载人交会对接,并验证了在轨补加技术,为空间站建设打下了坚实的基础。

但与以往任务不同,此次空间站对接的吨位大、对接后组合体飞行时间长,是迄今在轨时间最长的交会对接。为了适应天和核心舱22吨的对接目标,以及未来空间站180吨的对接任务,八院805所设计师对第一代对接机构进行了升级改造,创新性地提出可控阻尼的控制思路,用来缓冲大吨位航天器对接过程中产生的撞击能量。

经过544次仿真分析和317次地面试验后,设计师充分验证阻尼器的各项功能和性能指标,使原本8吨的对接能力提升到180吨,确保了大型航天器对接的可靠性和安全性。

在太空撑起了一把“遮阳伞”

天舟二号货运飞船飞行模式复杂,与核心舱形成组合体在轨飞行期间,飞船尾部对着太阳的区域,可能会出现推进舱内的发动机温度环境过高的情况。为了减少太阳热流的影响,推进舱总装设计团队增加了特殊的遮阳隔热装置,为正推发动机在太空撑起了一把“遮阳伞”。

据八院天舟二号推进舱总装主任设计师李传吟介绍,研制团队为此做了大量的仿真分析,新增遮光板后,发动机喷管处温度大幅降低,可对发动机工作性能产生有效保护,从而为空间站组合体的在轨飞行控制提供有力支撑。

当核心舱与货运飞船成功对接后,在组合体的飞行模式下,为确保各舱段及货运飞船自身的发电能力,核心舱与货运飞船将实现并网供电。核心舱可为货运飞船提供最高2000瓦的供电;同时,货运飞船也能为核心舱提供1000瓦左右的供电,以应对空间站可能出现的特殊情况。