



## 关键之战 天舟二号货运飞船成功发射特别报道

天舟二号货运飞船与天和核心舱完成自主快速交会对接  
精准对接!“万里穿针”技术再现太空

5月29日晚,我国在海南文昌航天发射场准时点火发射天舟二号货运飞船。这是空间站货物运输系统的第一次应用性飞行。

据中国载人航天工程办公室介绍,5月29日20时55分,搭载天舟二号货运飞船的长征七号遥三运载火箭,在我国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。

据中国载人航天工程办公室消息,天舟二号货运飞船入轨后顺利完成入轨状态设置,于5月30日5时01分,采用自主快速交会对接模式,精准对接于天和核心舱后向端口,整个过程历时约8小时,“万里穿针”技术再现太空。

天舟二号携带了航天员生活物资、舱外航天服及空间站平台设备、应用载荷和推进剂等,与天和核心舱完成交会对接后,转入组合体飞行阶段,将按计划开展推进剂补加和空间站应用项目设备测试等工作。

据新华社



天舟二号货运飞船与天和核心舱全自主快速交会对接模拟示意图。图据航天科技集团五院微信公众号

| 揭秘 |

为何两次推迟发射?  
揭秘长征七号遥三运载火箭推迟发射始末

| 解读 |

天舟二号货运飞船:  
全自主“万里穿针”技术  
如何实现?

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?

## “一个压力值参数异常”

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。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,尾舱内一直处于热氮气吹除状态,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。

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。

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分析和复现试验。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。

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号总师程堂明说:“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。”

据新华社

与神舟载人飞船不同,天舟货运飞船只运货、不送人。空间交会对接是载人航天活动的三大基本技术之一,是实现空间站和空间运输系统的装配、回收、补给、维修、航天员交换及营救等在轨服务的先决条件,复杂度高、精准度高、自主性要求高、安全性要求高。为掌握该项技术,中国航天科技集团五院502所研制人员接续奋斗了近30年。

“以往飞船的交会对接从发射到具备交会对接条件需要大约2到3天时间,过程中还需要大量的人工参与。而此次天舟二号与天和核心舱对接,整个过程历时约8小时,不用地面干预,就像无人驾驶汽车一样。”中国航天科技集团五院天舟二号货运飞船副总设计师党蓉说。

天舟二号与核心舱的此次交会对接是我国在轨进行的第二次快速交会对接。与2017年天舟一号与天宫二号的交会对接相比,此次又实现了新的技术升级。相较于天舟一号,天舟二号增加了“全相位全自主交会对接方案”。

“全相位”就是无论目标飞行器在入轨时和空间站的相对位置有1/4圈、半圈,哪怕整圈,“天舟”都可以以最快速度或者在规定时间内实现对接,而不用专门根据空间站的位置来选择飞船发射时间,真正实现了全天候发射。

“全自主”就是从飞船入轨到交会对接成功,全程不需要人工干预,船上控制器自主规划完成。

天舟一号在远距离段是需要人工辅助把飞船引导到距离天宫二号一定的位置,然后由飞船自主完成近距离交会对接的。天舟二号增加了远距离自主导引,飞船可以利用北斗导航的位置信息来实现远距离的全自主的导航计算及其制导与控制。

也就是说,以后天舟飞船对空间站的造访,整个交会和对接过程可以完全自主完成,人只需要负责监视。

据《科技日报》



5月29日晚,我国在海南文昌航天发射场准时点火发射天舟二号货运飞船。新华社发

“快递小哥”天舟二号  
大块头有大智慧

## “装货”达到了6.8吨

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——天舟二号货运飞船装的物资达到了6.8吨,超过了飞船自重。

## 不仅装得多,而且送得快

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,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。从地面“发货”到“快递小哥”来敲门的时间堪比“同城快递”,实现了空间站任务物资运输快速补给。

## 不仅能加油,还能充电

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。