

# “问天”实验舱发射圆满成功 中国空间站喜迎“新居”

据新华社电 7月24日14时22分,搭载问天实验舱的长征五号B遥三运载火箭,在我国文昌航天发射场准时点火发射,约495秒后,问天实验舱与火箭成功分离并进入预定轨道,发射取得圆满成功。

## 国内最大单体航天器升空 中国空间站迎“新居”

“问天”实验舱由工作舱、气闸舱和资源舱三部分组成,舱体总长17.9米,直径4.2米,发射重量约23吨。相关指标比天和核心舱更高,是我国目前最重、尺寸最大的单体飞行器。航天科技集团五院空间站副总设计师刘刚说。

不仅有大块头的体格,“问天”实验舱更是一个集平台功能与载荷功能于一体的“全能型”选手。据介绍,“问天”实验舱与天和核心舱互为备份,关键平台功能一致,可以完全覆盖空间站组合体工作要求,既发挥定海神针般的双保险作用,也为空间站未来15年可靠运行打下坚实基础。

“两舱对接组成了组合体后,由天和核心舱统一管理和控制整个空间站的载人环境,一旦天和核心舱出现严重故障,“问天”实验舱能够快速接管,主控空间站。”航天员中心问天实验舱环控生保分系统主任设计师罗亚斌说。

## 问天实验舱 坐着“沙发”上太空

长征五号B遥三运载火箭将“乘客”——“问天”实验舱精准送入预定轨道。舱箭分离后,“问天”实验舱尾部留有两条圆形框架,这是科研人员为载人航天工程空间站建造任务特地设计的大“沙发”,靠着柔软的“沙发”,“乘客”和火箭分离时更加舒适、安全。

“问天”实验舱被火箭送入预定位置后要与火箭分离,也就是“到站下车”。据中国航天科技集团一院产品化副主任设计师孙璟介绍,以往,中国的卫星、飞船等航天器在分离时,通常采用包带分离或点式分离装置,但空间站舱段这类“乘客”大、高、重,包带无法固定住,点式分离在规模较大的应用中,可靠性会有所降低。

为了让空间站舱段能够安全“下车”,研制团队经过近10年的努力,研制了一项新的舱箭分离装置,既能“绑”得住大直径的空间站舱段,又能快速、可靠、无污染分离。然而,在做分离试验时,研制团队发现新型分离装置对分离面的瞬间冲击高达30000G,这相当于重量1吨的汽车,以每小时100千米的速度撞向墙面时所产生的冲击力。

孙璟指出,空间站舱段有许多陶瓷、光学器件,对冲击的感受尤为敏感,这种量级的冲击,会让“乘客”乘坐得“不舒服”,还有可能损坏较脆的零部件。

如何在确保安全分离的同时,尽量将分离过程中的冲击降到最低?研制团队为空间站舱段设计了一款圆形“座椅”,并敲定“座椅”摆放的最优位置。该“座椅”由两条圆形隔框组成,内部引入“颗粒阻尼”等新技术,让分离冲击在颗粒体的摩擦和碰撞中,迅速地耗散动能,将冲击降低10倍左右,使“乘客”在进入太空的旅途中,都感觉像坐在“沙发”上一样舒适。

## 全天候追踪太阳 首次验证双自由度对日定向

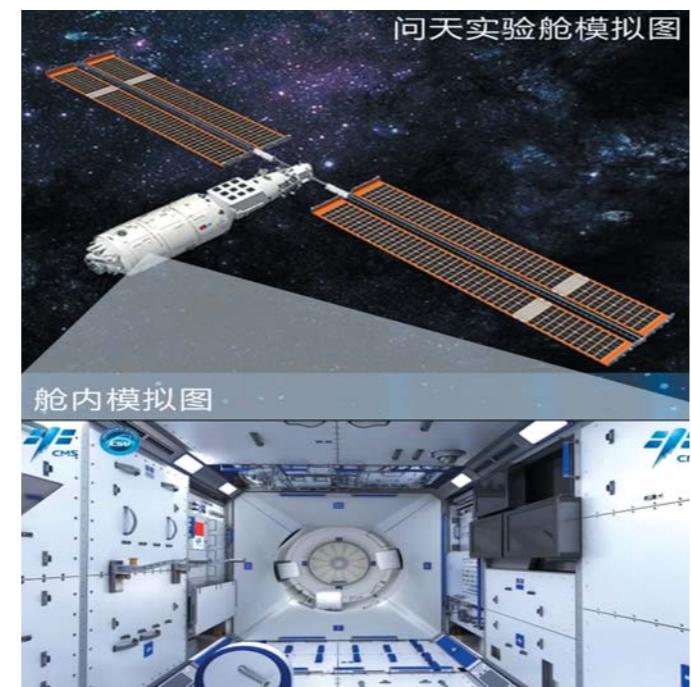
受太阳入射角和空间站飞行姿态的影响,太阳翼的发电效率会因时段不同、姿态不同而产生相应变化。为了让太阳翼能24小时保持最高发电效率,“问天”实验舱首次尝试让太阳翼双自由度同时转动,确保每一缕阳光都垂直照射在太阳翼上。

为了实现这一技术,八院自主研制出我国目前设计规模最大、连续工作寿命最长、传输功率最高的大型回转运动类空间机构产品——对日定向装置。有了它,空间站将实时捕捉每一道阳光,保证源源不断的能量供给。

据新华社电 记者从中国载人航天工程办公室了解到,这是我国载人航天工程立项实施以来的第24次飞行任务,发射的“问天”实验舱是中国空间站第二个舱段,也是首个科学实验舱。

“问天”实验舱由工作舱、气闸舱和资源舱组成,起飞重量约23吨,主要用于支持航天员驻留、出舱活动和开展空间科学实验,同时可作为天和核心舱的备份,对空间站进行管理。

后续,“问天”实验舱将按照预定程序与核心舱组合体进行交会对接,神舟十四号航天员乘组将进入“问天”实验舱开展工作。



## 解析问天实验舱“独门神器”—— 气闸舱、小机械臂、柔性太阳翼

“问天”实验舱舱体总长17.9米,直径4.2米,比天和核心舱更“强”更“壮”;拥有三个“独门神器”:航天员专用的出舱区——气闸舱,操作更灵巧、精细的小机械臂,可以为整个空间站收集能量的柔性太阳翼。

### 气闸舱: 航天员专用出舱区

“问天”实验舱升空后,航天员今后出舱活动就有一个专用出舱区——气闸舱。气闸舱是一个内圆外方的舱体,具有舱容更大、舱门更宽、舱内更整洁等特点。未来,气闸舱将成为整个空间站系统的主要出舱通道。

航天员在节点舱的出舱活动空间是七八立方米,气闸舱可以达到十二三立方米;气闸舱比节点舱更加整洁,舱内只配置了与出舱相关的设备,没有其他管路电缆的羁绊;舱门直径达1米,比节点舱门直径大15厘米。

“航天员从这里进进出出,可以更舒适、更从容,还能携带大个头的设备出舱工作,出舱能力大大提升。”据航天科技集团五院空间站系统总体主任设计师张昊说。

“问天”实验舱共有22个标准载荷接口,未来十年,在空间站搭载的科学实验载荷,可以通过机械臂精准“投送”到自己对应的标准载荷接口位置,“即插即用”,可以不需要航天员出舱进行人工操作。

### 小机械臂: 可独立完成舱外照料

与天和核心舱一样,“问天”实验舱也搭载了一个机械臂。相比于天和核心舱配备的展开长度达10米、最大承载质量25吨的大机械臂,“问天”实验舱的机械臂要显得更“短小精悍”。张昊介绍,大机械臂手臂够长,转移范围更大,作业半径近10米;力气够大,简直是一个“大力士”,可以抓住并转移一个完整的航天器。

相比之下,“问天”实验舱的小机械

臂长度约5米,承载能力为3吨,但这个“小手”的设计目的就是抓握中小型设备,进行更为精细化的操作。

比如,它可以在不需要航天员出舱的情况下,独立完成舱外载荷的安装、更换等照料操作,可以有效节省航天员在轨工作负荷。

大小机械臂还可以组合使用,组成约15米长的组合臂,开展更多的舱外操作。“我们可以将大小机械臂视为人的两只手,互相交接东西,协作使用;也可以将两只手臂连在一起,形成一个更长的机械臂,进行覆盖整个空间站表面的一些操作和爬行需求。”张昊说。

### 柔性太阳翼: 目前国内最长最大

“问天”实验舱所携带的太阳翼,是目前国内最长最大的柔性太阳翼,刷新了我国航天器在轨使用太阳能帆板的纪录。

据张昊介绍,“问天”实验舱太阳翼单翼展开面积加上一些安装结构,长度接近28米,两个太阳翼全部展开将近56米,比空间站三个舱组合在一起的舱体尺寸还要大,且一个太阳翼单翼面积可达100多平方米,将有效收集更多的太阳能,为空间站运行提供充足的能源。

“这么大的太阳翼单翼发电功率9千瓦,双翼可达18千瓦,日平均发电量超过430度。与核心舱交会对接完成后,可以满足整个空间站的用电需求。”张昊说。

“问天”实验舱的太阳翼面积大,柔性也大。航天科技集团五院空间站系统分系统副主任设计师宋晓光说,这个太阳翼只比衣服硬一点,而且采用了双轴控制,在舱体姿态不做调整的情况下,就能随时调整朝向。

空间站在建造完成后,天和核心舱的一个太阳能帆板将转移到“问天”实验舱资源舱的尾部,届时,“问天”实验舱将成为名副其实的“主发电站”,为组合体源源不断地供电送能。

本版稿件:据新华社、科技日报等

# 长五B火箭首次“零窗口”发射成功 “胖五”为太空之吻立功

我国24日用长征五号B遥三运载火箭,成功将“问天”实验舱发射升空。这是长征五号B运载火箭首次执行“零窗口”发射任务。

长征五号B运载火箭是专门为载人航天工程空间站建设而研制的,是目前我国近地轨道运载能力最大的运载火箭,2020年5月实现首飞,2021年4月将天和核心舱发射升空。

“问天”实验舱升空后将与天和核心舱交会对接,这将是长征五号B运载火箭首次执行交会对接任务。专家指出,此次发射面临载荷最重、尺寸最大等多重难点,而长征五号B运载火箭的“零窗口”发射,是确保问天与天和成功实现“太空之吻”的关键一环。

“因此,火箭必须在规定时间发射,否则问天实验舱将无法到达指定位置,需要耗费巨大代价调整轨道,甚至会导致发射终止,需要等待下一个发射窗口重新组织发射。”航天科技集团一院长征五号B运载火箭总体副主任设计师刘秉介绍。

交会对接就好比在太空“穿针引线”,为了更加精准、可靠地完成好这个任务,长五B团队“上了三道保险”。

“第一道保险”是“起飞时间修正技术”。航天科技集团一院长征五号B运载火箭控制系统主任设计师苏磊介绍:“起飞时间修正技术”让火箭的控制系统可以自动计算偏差,调整目标轨道,即使火箭没能完全按照预定窗口发射,在0到2.5分钟这个时间段内任一时间点发射,火箭都可以在飞行过程中自动修正因推迟发射导致的飞行偏差,将实验舱精准送入预定轨道。

“这有点像汽车的自动驾驶技术,只是长五B这辆重达数百吨的‘汽车’要做到‘自动驾驶’可不容易。”火箭科普专家钱航说,长五B创新运用姿态控制增益优化和复合制导方法,提高了火箭姿态控制精度。

“第二道保险”是发射场流程优化。刘秉介绍:“长五”系列火箭系统复杂,发射场各项流程种类繁多。我们总结前7次发射经验,对射前10分钟的发射流程进行优化,距离点火2.5分钟就完成了发射前各项准备工作,如果有问题能早发现,早解决。”

为全方位提高可靠性,长五B团队的“第三道保险”包括:对火箭发射的地面设备进行了全面的检修维护、更换和完善;新增4项、更新18项应急预案,比如对推进剂泄出重新组织发射预案进行了进一步细化和完善;对火箭的运载能力进一步评估、折算,扔掉箭体中的“累赘”,为火箭释放了更大的运载能力。

据新华社

“问天”发射后,中国空间站建设已经进行了8次重大发射。今年年底,中国空间站基本建成还有3次发射。根据任务安排,10月发射梦天实验舱,空间站的三个舱段将形成“T”字构型,完成中国空间站的在轨建造。之后还将实施天舟五号货运飞船和神舟十五号载人飞船发射任务。

## “问天”和“梦天”有啥区别

我们知道,中国空间站建设,后续还会发射梦天实验舱。“问天”和“梦天”都是实验舱,二者有什么分工上的区别?简单来说,“问天”实验舱可看作“生物实验室”,执行生命科学实验。

“梦天”实验舱主要做物理和材料科学实验,可看作“物理实验室”,支持开展重力掩盖下的多相流与相变传热、基础燃烧过程等物质本性规律研究以及超冷原子物理等前沿实验研究。同时,将建立世界上第一套由氢钟、

铷钟、光钟组成的空间冷原子钟组,构成在太空中频率稳定度和准确度最高的时间频率系统,开展引力红移、精细结构常数测量等前沿的科学实验。

## 百变中国空间站:“一”“L”“T”

中国空间站总体构型是3个舱段,包括天和核心舱、问天实验舱和梦天实验舱,整体呈T字构型。

首先,“问天”实验舱对接在“天”和核心舱的前向对接口,空间站整体呈现“一”字构型。梦天实验舱发射前1个月,“问天”实验舱由前向对接口转位到侧向对接口,那时空间站整体呈现“L”字构型。

梦天实验舱对接“天和”核心舱前向对接口后,继续再转到另一个侧向对接口,那时空间站整体又呈现“T”字构型。

据科技日报、央视



“三室”指天和核心舱、问天实验舱和梦天实验舱,“两厅”是指神舟载人飞船和天舟货运飞船。预计到2022年底,天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱将形成T字基本构型,完成我国空间站的在轨建造。



扫码下载齐鲁壹点  
找记者 上壹点

编辑:于梅君 美编:继红 组版:侯波