

10月31日15时37分,长征五号B遥四运载火箭托举梦天实验舱升空。之后,梦天实验舱将对接于天和核心舱前向端口,组建中国空间站的“最后一块积木”即将就位。后续,梦天实验舱还将进行平面转位,与天和核心舱、问天实验舱组成空间站“T”字基本构型。

中国空间站建造任务即将完成,国家太空实验室完全投入运转指日可待。梦天实验舱何时转位?能做哪些实验?拥有哪些“黑科技”……来自航天各系统的专家们详细解读中国空间站梦天实验舱发射任务。

### 一问:“梦天”长啥样?

梦天实验舱由工作舱、载荷舱、货物气闸舱和资源舱组成,舱体全长17.88米,直径4.2米,起飞重量约23吨,可为航天员提供超过32立方米的工作与活动空间。

作为中国空间站第二个科学实验舱,也是国家太空实验室的重要组成部分,梦天实验舱将与空间站其他两舱实现控制、能源、信息、环境等功能的并网管理,共同支持空间站开展更大规模的空间研究实验和新技术试验。航天科技集团八院空间站系统副总设计师柏合民表示,梦天实验舱聚焦高价值的在轨科研,是空间站得以实现大规模空间科学实验工作的关键核心载体。

### 二问:“梦天”“问天”有啥不一样?

梦天实验舱和问天实验舱“长得像”,工作舱和资源舱的造型几乎别无二致。但在开展空间科学实验方面,“两兄弟”的能力和责任却各有侧重。“问天实验舱主要面向空间生命科学研究,梦天实验舱则主要面向微重力科学研究。”柏合民介绍。

两者在配置上既有相似的地方也有不同之处:梦天实验舱的定位是航天员工作的地方,因此没有配置再生生保系统以及睡眠区、卫生区。但3个舱段均配置有航天员的锻炼设备,梦天舱配置的是抗阻锻炼设备。

### 三问:“梦天”与“天和”上演“太空之吻”有多难?

无垠宇宙中,航天器间的交会对接,造就专属于航天的浪漫时刻——“太空之吻”。梦天实验舱在太空中游弋,之后将与空间站组合体进行交会对接。如果不能在规定时间内完成交会对接,就需要中断自主交会对接过程。而且,“梦天”交会对接时,空间站组合体是非对称构型,在轨姿态控制难度显著增加。

为成功上演“太空之吻”,设计团队为“梦天”特别定制交会对接任务故障预案,并开展大量的预演预判和试验验证工作。“我们将采用半自主、更灵活的交会对接方案。”航天科技集团五院问天实验舱GNC



搭载空间站梦天实验舱的长征五号B遥四运载火箭在飞行中。新华社发

分系统副主任设计师宋晓光说。

### 四问:“梦天”何时转位,完成中国空间站“T”字基本构型组建?

9月30日,经过约1小时的天地协同,问天实验舱完成转位,空间站组合体由两舱“一”字构型转变为两舱“L”构型。那时,“问天”发射升空已经两个多月了。

而这一次,“梦天”无需等待这么久。此前,空间站舱段转位技术已经过机械臂辅助货运飞船转位试验、问天实验舱转位试验两次验证。

梦天实验舱与空间站组合体进行快速交会对接后,神舟十四号航天员乘组将配合地面操作人员实施梦天实验舱转位。与问天实验舱类似,梦天实验舱也将采用平面转位方式完成转位,对接于天和核心舱节点舱侧向端口。随后,神舟十四号航天员乘组将进入梦天实验舱。

梦天实验舱转位完成,标志着中国空间站“T”字基本构型在轨组装完成,向着建成空间站的目标迈出了关键一步。

### 五问:“梦天”为何被称为空间实验“梦工场”?

梦天实验舱作为“工作室”,是三舱中支持载荷能力最强的舱段,被誉为“空间实验梦工场”。

柏合民介绍,实验舱内配置有13个标准载荷机柜工位。此外,为了最大化实现舱外实验(试)验支持能力,舱外配置有37个载荷安装工位,可为各类科学实验载荷提供机、电、热、信息方面的支持,确保它们在太空环境下开展各类实验(试)验。

载荷舱还配置有2个展开式暴露平台和1个固定式暴露平台,为载荷在轨工作提供机械接口,最大限度地拓展对载荷的支持能力。

### 六问:“梦天”能做哪些实验?

梦天实验舱内安装有空间科学研究与应用领域的超冷原子物理实验柜、高精度时频实验柜、高温材料科学实验柜、两相系统实验柜、流体物理实验柜、燃烧科学实验柜、在线维修装调操作柜等7个方面的8个科学实验柜。

“通过梦天实验舱配置的8个科学实验柜,我们能够在微重力基础物理、空间材料科学、微重力流体物理与燃烧科学等方面开展相关的科学和应用研究。”中科院空间应用中心空间应用系统副总师刘国宁说,目前在上述方向已经安排了约40项科学实验项目,并将根据实验规划持续开展在轨实验。

其中,高精度时频实验柜是空间站中最复杂的实验柜,由两个舱内科学实验柜和4台舱外设备组成一个完整的实验系统。“高精度时频实验系统将通过舱内不同特性原子钟组合,建成世界上在轨运行的精度最高的空间时间频率系统。”中科院国家授时中心主任、高精度时频实验柜科学实验系统指挥张首刚介绍。

### 七问:“梦天”货物气闸舱有什么特殊之处?

梦天实验舱的载荷舱内部,隐藏着一个货物气闸舱。独特的“套娃”设计使得载荷舱与货物气闸舱以“双舱嵌套”的形式与工作舱相连。

“梦天实验舱的气闸舱是专供货物出舱的通道。”航天科技集团八院空间站梦天实验舱总体副主任设计师孟瑶介绍,舱内配置有载荷转移机构,运送能力能达到400公斤、单次运送货物包络可达1.15米×1.2米×0.9米。配置的内舱门、外舱门实现舱内环境和舱外环境的隔离,其中外舱门是我国首次在轨使用方形电动舱门。

与航天员“带货出舱”的方式相比,货物气闸舱的应用为在轨工作生活的航天员

“减负”,以便他们将更多的时间精力用于开展舱内各项科学实验活动。

### 八问:“梦天”还将“上新”什么新技术?

梦天实验舱增加了一项新服务——支持在轨释放微小卫星。

实验舱上配置的微小卫星在轨释放机构,能够满足百公斤级微小卫星或者多个规格立方星的在轨释放需求。

航天员只需在舱内把立方星或微卫星填装到释放机构的“肚子”内,释放机构即可搭乘载荷转移机构将小卫星运送至舱外。出舱后,机械臂抓取释放机构,运动到指定的释放方向,释放机构就会像弹弓一样,把小卫星弹射出去,实现在轨“放卫星”。

有了这项新技术,我国空间站可为立方星、微卫星的释放提供最前沿的出发地,实现微卫星和立方星低成本进入太空。

### 九问:“梦天”入列,“太空电站”有何变化?

梦天实验舱上天后,“太空电站”也将升级。

同问天实验舱一样,梦天实验舱配备2套大型柔性太阳翼,单翼翼展长达27米,单套太阳翼展开面积达到138平方米,单个功率高达18千瓦。

孟瑶介绍,梦天实验舱和问天实验舱在资源舱均配置安装了双自由度对日定向系统,可以根据空间站在轨运动姿态和太阳的角度,让太阳翼绕着实验舱轴和太阳翼轴进行转动,确保太阳光能够垂直照射在电池片上,实现最高发电效率。

中国空间站基本构型组装完成后,两个实验舱配置的4套柔性太阳翼将为中国空间站打造最强劲的能量源泉,在空间站建成后为三舱组合体提供80%的能量。

新华社海南文昌10月31日电

## 三型“翅膀”保障中国空间站用电无忧

梦天实验舱发射圆满成功,中国空间站“T”字基本构型即将亮相。据中国航天科技集团相关专家介绍,天宫空间站得以长时间遨游太空,三种类型的大大小小的“翅膀”——太阳电池翼作用关键:神舟载人飞船采用刚性太阳翼、天舟货运飞船采用半刚性太阳翼、核心舱和2个实验舱采用柔性太阳翼,一起在太空迎光翱翔,成为空间站在轨运营的“能量担当”。

刚性太阳翼、半刚性太阳翼、柔性太阳翼是目前所有太阳翼种类。它们造型风格不同,但各具特色、各有所长。

刚性太阳翼是指采用碳纤维面板、铝蜂窝复合材料作为基板的太阳电池翼,具有良好的刚度和强度,给电池片提供了一个“豪华大床”。刚性太阳翼是世界航天史上最早应用的可折叠式太阳电池翼,也是被各个航天强国广泛采用的技术方案。

载人航天,人命关天。从神舟飞船设计伊始,研制团队就瞄准了技术已趋于成熟的刚性太阳翼。神舟飞船的太阳翼展开面积24平方米,具备高刚度、高强度等优势;飞船入轨后,刚性太阳翼可在十几秒内实现快速展开,且一次展开到位,满足飞船的供电需求。

历经从无到有的技术攻关,1999年,我国第一款应用于载人航天领域的刚性太阳翼随神舟一号飞船的成功发射亮相太空。

自神舟一号飞船开始,刚性太阳翼23年如一日“服役”于神舟飞船,如今已成为神舟飞船的“得力干将”。

如果将刚性太阳翼比喻为“乒乓球拍”,那么半刚性太阳翼则像“网球拍”。

半刚性太阳翼创造性地采用了玻璃纤维网状结构,从而具备了轻量化、高压安全性、高承载性以及空间环境的强防护性,特别是对低轨空间环境中原子氧、等离子体的

防护性较强,极大体现了半刚性太阳翼所具备的长寿命优势。与刚性太阳翼一样,半刚性也具备展开方式简单、展开速度快的优势。

2011年,航天科技集团八院805所太阳翼团队成功研制国内首套低轨高压半刚性太阳翼,并首次应用于天宫一号目标飞行器,助力天宫一号实现了在轨多年的可靠运行。此外,半刚性太阳翼在研制初期即实现了产品的全国产化。

中国空间站三个主要舱段上的柔性太阳翼,突破了刚性太阳翼、半刚性太阳翼在体积、重量、功率上的限制,具备体积小、展开面积大、功率重量比高的优势,且薄如衣服,收拢后厚度只有18厘米,与一部手机的长度相当,仅为刚性太阳翼的八分之一。

目前,中国空间站共配备了2种规格6套大型柔性太阳翼。天和核心舱上的柔性太阳翼是空间站首个大面积可展收柔性太阳翼。

问天、梦天实验舱各配备了2套大型柔性太阳翼,单套展开面积达到138平方米,单个功率高达18千瓦,整个太阳翼日发电量可达近1000度,能为三舱组合体提供80%的能量。

作为一种全新的太阳电池翼,柔性太阳翼的系统组成、展开原理、技术难点与传统刚性、半刚性太阳翼大相径庭。传统刚性、半刚性太阳翼都是一次展开,在短短十几秒内就完成所有动作;大型柔性太阳翼则在全世界范围内首创“二次展开”技术,整个过程持续80分钟。

据了解,实验舱发射后独立飞行阶段,柔性太阳翼首先展开一部分电池板以满足实验舱能量需求,可以降低飞行控制难度,使得交会对接又稳又准,在交会对接完成后全部展开,建立完整的能源系统。

新华社海南文昌10月31日电