

# 梦天实验舱与空间站组合体在轨完成交会对接 难上加难，“梦·天之吻”如何实现

空间站梦天实验舱发射入轨后，再次上演“万里穿针”神技，于北京时间2022年11月1日4时27分，成功对接于天和核心舱前向端口，整个交会对接过程历时约13小时。后续，将按计划实施梦天实验舱转位，梦天实验舱将与天和核心舱、问天实验舱形成空间站“T”字基本构型组合体。

## 交会对接 比问天实验舱更难

据中国航天科技集团五院502所空间站实验舱主任设计师宋明超介绍，这次梦天实验舱与三个月前发射的问天实验舱个头差不多，但交会对接过程却是“难”上加“难”。

梦天实验舱入轨后，太阳与轨道夹角较大，太阳帆板发电能力弱，能源紧缺，如果不能在规定的时间内完成交会对接，就需要中断自主交会对接过程，紧急调整“梦天”的姿态，使其连续对日定向来保证能源的供应。

“梦·天之吻”的第二个“难”在于，“问天”交会对接时，空间站组合体是只有天和核心舱一个舱段的对称构型，“梦天”交会对接时，空间站组合体是“L”字形的非对称构型，这大大增加了空间站在轨姿态控制的难度。

“L”构型的组合体质心发生了较大的横向偏移，增加了轨道控制和姿态控制之间的关联，组合体自身控制难度加大，再加上“梦天”接近组合体时需要开启反推发动机减速，发动机的羽流会干扰组合体的姿态，此时实现“梦·天之吻”变得更难。

交会对接过程中，梦天实验舱制导导航与控制(GNC)系统精准识别实验舱和组合体的相对距离及相对姿态，通过一点点接近，最终实现了高精度交会对接。

## 半自主交会 对接方案更灵活

此次成功驾驭空间站组合体和梦天实验舱完成“梦·天之吻”的“幕后神兵”，是由中国航天科技集团五院502所研制的制导导航与控制(GNC)系统。

“梦天”“问天”和“天舟”尽管都是“天”字辈，但是它们的“太空之吻”却各有特点。由于“梦天”和“问天”的使命任务更相近，“梦天”采取和“问天”同样的快速交会对接方案，即半自主交会对接。这和“天舟”的全相位全自主快速交会对接不同，全自主的方案更智能，半自主的方案更灵活。

同为快速交会对接，“梦天”交会对接时长为何比“天舟”多出几个小时？专家指出，和“问天”一样，“梦天”在启动6.5小时快速交会对接前，需要对自身状态、姿态和相对位置等进行确认，完成准备工作后，“梦天”才开始正式向天和核心舱进发，实现交会对接。

此外，和“问天”交会对接之后断电不同，梦天实验舱由于很快就要实施转位操作，完成交会对接后，GNC系统控制器将在不断电的情况下静候下一步操作。

综合新华社、中新社



## 梦天实验舱将“一键启动”转位模式

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。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。据了解，梦天实验舱将“一键启动”转位模式，整个转位过程分成五个阶段，包括转位准备阶段、两舱分离阶段、舱体转位阶段、侧向捕获阶段以及转位后的状态恢复。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。

综合新华社、央视

## 三型“翅膀”保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 高刚度高强度，适应性广

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”。凭借稳定可靠

的出色性能，刚性太阳翼目前已成为我国卫星领域使用最广泛的产品。

### 半刚性太阳翼 轻量化高承载寿命长

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运优势。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。

### 柔性太阳翼 展开面积大，可重复展收

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。

据新华社

## 相关新闻

据了解，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、高精度时频实验柜等7个方面的8个科学实验柜。其中，高精度时频实验柜是空间站中最复杂的实验柜。

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说，高精度时频实验系统通过舱内不同特性原子钟组合，将建成世界上在轨运行的精度最高的空间时间频率系统。该系统产生的高精度时间频率信号，利用安置于舱外的微波与激光时间频率传递载荷向地面和空间一定范围传递高精度时间频率信号。

作为空间站科学和技术实验平台之一，高精度时频系统研制目标是为相关精密测量物理提供研究平台，为相关工程技术应用提供高精度时频信号。

据悉，该系统主要由地面测试评估和实验验证系统以及空间载荷部分组成。其中，空间载荷部分主要包括主动型氢原子钟等11个子系统。主动型氢原子钟是高精度时频实验系统中的核心载荷，为时间频率系统提供基础时间频率信号，同时为小型化的主动型氢原子钟在卫星平台上的应用打下坚实的基础。

为了满足系统对氢钟体积重量的要求，中国航天科工集团二院203所氢钟团队对整机进行了全面优化改进，一系列技术问题迎刃而解。“我们会留个预计量，在预计的时间内观测指标的状况。”中国航天科工集团二院203所设计师铁中说，这期间，大家满脑子都是钟，不停调试、测试，整个过程循环往复。大家都憋着一股劲，一定要啃下这块“硬骨头”。

## 搭载原子钟升空 探访梦天实验舱背后的“硬科技”

扫码下载齐鲁壹点  
找记者 上壹点

编辑：于海霞 美编：继红 组版：侯波