



| 梦天实验舱功能示意图

历时约13小时，梦天实验舱今晨4时27分与天和核心舱成功对接

天和+问天+梦天
天宫 将建成T型“太空别墅”

载荷舱—货物气闸舱

货物气闸舱隐藏在载荷舱内部，是货物出舱专用通道

- 载荷转移机构的运送能力达到400公斤
- 单次运送货物体积可达1.15米×1.2米×0.9米

工作舱

是航天员舱内工作与锻炼的地方，也是舱内科学试验机柜安装的地方，主要面向微重力和真空环境科学研究

微小飞行器释放机构

配置了能满足百公斤级微小飞行器或多个规格立方星在轨释放需求，解决微卫星低成本进入太空的问题

资源舱

安装对日定向装置和柔性太阳翼等

柔性太阳电池翼

单侧长达27米，可展开面积近138平方米

■ 本版制图 刘玉萍

梦天舱是工作室
支持更强科学实验

梦天实验舱由工作舱、货物气闸舱、载荷舱、资源舱四个舱段组成，舱体全长17.88米，直径4.2米，发射质量约23吨。中国航天科技集团有限公司八院(上海航天技术研究院)承担了梦天实验舱的抓总研制工作。

中国航天科技集团八院空间站系统副总师柏合民介绍，梦天和问天“长得很像”，都拥有工作舱、气闸舱和资源舱，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。

问天实验舱看上去“外方内圆”，圆柱形气闸舱外有个方形的外壳(舱外暴露实验平台)；而在梦天实验舱的相同位置，则采用了“舱中舱”设计(气闸舱+载荷舱)，载荷舱与气闸舱是以“双舱嵌套”的形式与工作舱相连，也就是说，在载荷舱的内部，隐藏着一个货物气闸舱，主打货物出舱专用通道。这让梦天实验舱的体形看起来更加浑圆、流畅。

梦天实验舱的定位是航天员工作的地方，因此没有配置类似天和、问天的再生生保以及睡眠区、卫生区。但三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，类似健身房的划船机。

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，其配置了13个标准载荷机柜工位，主要面向微重力和真空环境科学研究，可支持流体物理、材料科学、燃烧科学、超

冷原子物理等前沿试验项目，堪称天宫“梦工场”。同时，为了最大化实现舱外试验支持能力，梦天舱舱外配置有37个载荷安装工位，可为各类科学实验载荷提供机、电、信息方面的能力支持，确保它们在太空环境下开展各类实验。特别是载荷舱上配置有两块可在轨展开的暴露载荷实验平台，进一步增强了空间站的载荷支持能力。

气闸舱专供货物出舱
是空间站“国际货运港口”

前不久，神舟十四号乘组首次从问天实验舱的气闸舱出舱，体验了一条全新的出舱专用通道。

与问天实验舱一样，梦天实验舱也拥有一个气闸舱。但不同的是，梦天实验舱的气闸舱不再作为航天员出舱使用，而是一条专供货物出舱的通道。如果将问天实验舱的气闸舱比作“国际机场”的话，那么梦天实验舱上配置的气闸舱，就是空间站的“国际货运港口”。

在梦天实验舱内，配置了一台载荷转移机构，可以稳定地执行将货物从舱内送出舱外，或将舱外货物运至舱内的任务。据了解，载荷转移机构的运送能力能达到400公斤，单次运送货物包络可以达到1.15米×1.2米×0.9米。这与航天员“带货出舱”的方式相比，货物出舱能力得到了进一步提升，还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。

中国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，梦天实验舱的货物气闸舱上配置有37个载荷安装工位，实现了舱内环境和舱外环境的隔离，其中舱外门是我国首次使用弧形滑移电动舱门。货物进出舱功能主要是通过航天员发送指令完成的，实现了“指尖上的物流”的能力。

释放机构成“VIP包厢”
微卫星从这里出发入太空

通过这个“港口”，一系列新技术能将首次亮相，实现货物、载荷在空间站舱内外的全自动交互，不仅送得出、接得入，还运得快、行得稳。

除了实现载荷、货物的自动进出舱功能，载荷转移机构还为立方星、微卫星等实现“太空旅游”提供“VIP包厢”，那就是梦天实验舱中配置的微小飞行器释放机构，有了这个机构，我国空间站则可化身“太空驿站”，为立方星、微卫星的释放提供最前沿的出发地。

这个“VIP包厢”，能够满足百公斤级微小飞行器或多个规格立方星在轨释放需求，解决微卫星和立方星低成本进入太空的问题。

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”，释放机构即可搭载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“放卫星”。

“巨型翅膀”追日发电
“太空电站”增添强劲能源

从问天+天和的L型组合，到天和+问天+梦天的T型组合，太空“独栋大别墅”即将建造完成。中国“太空电站”也从2.0版本升级到了3.0版本。这座“独栋大别墅”在轨运行时，各“房间”的帆板光照条件变化频繁、遮挡情况变化复杂，需要配套更强大的能源系统。

研制团队经过多重试验、层层确认，让核心舱、实验舱、神舟飞船、货运飞船，组成了和谐灵活的“供电大联盟”。其中，问天和梦天拥有我国最大面积的柔性太阳电池翼，它们将以“盟主”的身份，成为空间站主要能量担当。梦天与问天同配置、同发力，也拥有单侧长达27米、可展开面积近138平方米的“巨型翅膀”——柔性太阳翼。我国空间站基本构型组装完成后，两个实验舱配置的四副太阳翼，将为我国空间站打造最强劲的能量源泉，供电能力达到13.5千瓦以上。

为了柔性太阳电池翼在长达十余年的太空工作期间，能量供给始终保持最佳状态，梦天实验舱上双向自由度的对日定向装置和驱动机构发挥了最大能动性。其不仅带动了梦天柔性太阳翼这两个“大块头”稳稳地转动，还确保了太阳翼始终以“向日葵”的姿势朝向太阳。无论春夏还是秋冬，不受太阳入射角的影响，不受空间站飞行姿态的影响，太阳翼总能获取到最大的能量。



■ 上海航天研制画面

12年“赶考路” 交出完美“上海答卷”

中国空间站梦天实验舱由中国航天科技集团有限公司八院抓总研制，长征五号B助推器也由八院研制。这一飞，承载了梦天实验舱十二载的艰辛历程。从60后的型号老总，70后的中坚力量，到80后和90后的骨干力量，几代航天人在自己的平凡岗位上默默耕耘，奔赴一条长达12年的“赶考路”。正如一名上海航天人所说：“当我们的工作，与国家命运紧紧联系在一起的时候，是幸运的，也是幸福的，更是无上的光荣。”

上海首次争取到抓总任务

“我是2011年加入到了空间站论证工作，从34岁奋斗到45岁，有幸参加了梦天实验舱的研制全程。”中国航天科技集团八院空间站梦天实验舱计划经理刘慧颖深有感触地说，梦天实验舱经历了4年方案论证、6年初研研制、2年正研研制，宛若“新生儿”逐渐被呵护“成人”，一路披荆斩棘、攻坚克难。

刘慧颖回忆说，当初方案论证时，在位于闵行的上海航天技术研究院办公室里，一群优秀的航天人才汇聚一

堂，围绕“中国空间站该长什么样”展开头脑风暴。技术领先、中国特色、时代特征，三个关键词一直萦绕在团队的脑海中。经过数次专家审查把关，最终“T”字构型浮出纸面，该方案不仅顺利成为空间站的基本构型，并且为上海航天争取到在载人航天领域的首次抓总任务——梦天实验舱。从局部到总体，这一飞跃对上海航天载人工程任务来说是历史性的。

“巡天舱”改名梦天实验舱

梦天实验舱原名为“巡天舱”，由工作舱、载荷舱和资源舱三舱组成，安装的载荷是巡天光学望远镜。2014年春节时，梦天实验舱方案阶段工作接近尾声了，此时却出现了一个重大挑战。经过工程论证，搭载的巡天光学望远镜载荷要采用独立飞行器的方案，与空间站保持长期的共轨飞行。

那梦天实验舱方案将变成什么样，才能满足“建站为应用”的要求？刘慧颖说，按照常规，论证一个新飞行器至少需要6个月的时间，但当时只给了2个月时间。

上海航天顶住压力，将拓展应用能力作为主攻方向，集智攻关。“经过多次头脑风暴，我们从理念和设计上创新，给载荷舱开了两扇天窗，增加了货物气闸舱，安装了自动舱门，安装了可两级伸出、90°灵活转弯的载荷转移机构，可以实现货物的自动进出功能。”

把两年计划倒推精确到天

2015年春天，实验舱有了这个特别美丽的名字——梦天。

梦天实验舱600多台的电子设备的元器件，新产品的基础材料和工艺，基本实现了国产化自主可控。200多个软件配置项也都是自主研发。中国空间站是名副其实的“中国智造”。

梦天实验舱是一个复杂的工程项目，技术难度高，工作体量大，参研单位多，工作接口多。团队绘制工作流程图，把每个阶段的工作项目、计划、保障条件、质量管控，都集成在一张图里面。刘慧颖介绍说：“我们在海南发射场的工作为例，80多天的工作，铺开成200多个工作块，连成一条完

整的工作路线；落实责任制，把每一项工作都落实到人。2021年初，核心舱进入了发射场，团队硬是将两年研制计划细致安排到了天。总体研究室门货物气闸舱，安装了一块倒计时工作屏，全面进入了战斗模式。”

“梦天实验舱工作舱是八院首次承担密封舱的总装任务，不同于以往非密封舱段的总装要求，不仅是复杂程度的升级，它对舱内洁净度、环境微生物指标都有着很高的要求，工作舱内仅是安装孔位就有1万多个。”中国航天科技集团八院空间站系统副总师柏合民介绍说。

工作舱内共需安装13个应用机柜，单个机柜重量在400至500公斤，全部安装到就位就需要足足5天！总体总装团队开展方案设计、提前演练进舱流程、固化操作流程，全力保障了计划节点的顺利完成。

而立之年奋斗到不惑之年

十年来，梦天实验舱的研制工作跨越了上海、北京、天津、文昌、成都、西安、长春等地，不管是人员还是产

品，海陆空运三种交通模式频繁交叉使用，征程万里，还克服了一波又一波的疫情困境。尤其是近3年来，为了确保研制工作顺利，每一个节假日，队员们几乎都是在工作岗位上奋斗。2020年，梦天试验队从春节前进驻天津，整整一年坚守在天津，到2021年的元宵节才回到上海。2022年，梦天试验队型号总指挥、总设计师带队，从春节前进驻天津，这一次的坚守，就是半年多；7月份转战到文昌，队员们只有短暂的两天回到上海，将行李箱中的冬装换成夏装，还来不及多陪陪父母，多抱抱孩子，又重任在肩奔赴文昌执行发射任务。刘慧颖笑言：“没有哪个型号团队出过这么久的长差。”

入驻文昌后，试验队共326人，平均年龄38岁，党员占比59%。其中133人3个月全程坚守在海南。

回顾这12年的研制历程，八院空间站系统副总师柏合民感慨万千：“团队里大部分人全程参与了研制历程，从而立之年奋斗到不惑之年。我们交出的这份答卷，还是有底气的！”

梦天实验舱
科研神器有哪些？

8个实验柜安排约40项科研项目

天宫空间站是我国未来10年规模最大的空间综合性研究实验平台，中科院空间应用中心研究员、空间应用系统副总师刘国宁介绍说，梦天实验舱主要面向微重力科学研究，中国科学院联合优势力量协同攻关，研制了空间科学研究与应用领域7个方面的8个科学实验柜，支持开展前沿实验研究。

■ 超冷原子物理实验柜：主要是利用空间微重力环境条件，建立具有

超低温、大尺度、高质量、适合精密测量的玻色-爱因斯坦凝聚态(BEC)工作物质的开放实验系统，开展前沿基础物理研究，是世界领先的中国首个微重力超冷原子物理实验平台。

■ 高精度时频实验柜(2个)：主要是通过不同特性原子钟组合，在空间站构建超高精度时频产生和运行的系统，开展基础物理理论验证，并支持通过微波和激光传递链路向地面提供超高

精度时频频率信号，是空间站中最复杂的实验柜，由2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。

■ 高温材料科学实验柜：主要是支持开展金属及合金材料、无机非金属材料、复合材料和其他新型特种材料的熔体生长和凝固科学实验。

■ 两相系统实验柜：主要是支持开展空间蒸发与冷凝相变、沸腾传热、两相流动与回路系统、空间流体控制

等关键科学问题与技术应用研究。

■ 流体物理实验柜：主要是支持开展空间微重力环境中流体的宏观、微观运动，扩散过程的基本规律研究，以及空间材料、空间生命科学和生物技术方向采用透明介质的实验研究。

■ 燃烧科学实验柜：主要是支持开展微重力环境下的燃烧科学研究，重点是微重力环境下的燃烧科学基础问题和技术研究、空天推进和载人航

天微重力燃烧问题等方面的研究。

■ 在线维修调试实验柜：主要是支持舱内科学实验与技术试验的精细机械操作、结构和电子学装配、机构润滑等操作及试验验证，并支持开展空间机器人和遥科学技术试验。

“通过梦天实验舱配置的8个科学实验柜，我们目前已经规划安排了约40项科学实验项目，将根据实验规划持续开展在轨实验。”刘国宁说。

23吨梦天实验舱
对接时如何“转身”？

今天4时27分，梦天实验舱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，从核心舱前向对接口转移到侧向对接口。实现这一转位功能的产品，正是由中国航天科技集团有限公司八院149厂生产、总装的转位机构。

中国空间站将再次演绎完美的“太空转身”，呈现星空中的“曼妙

舞姿”。

据八院相关专家介绍，转位的第一步是对接，也就是通过转位机构将梦天实验舱和天和核心舱连接起来。

梦天实验舱上的转位机构采用的是锥杆式对接方式。团队在转位机构转臂的前段设置了一个捕获杆，就如同“花蕊”一般被包裹在三个导向片形成的“花冠”中。当捕获机构向基座靠近时，两个产品的六个导向片将初步

定位。随后，如“花蕊”般的锥杆由驱动组件推出，在拉簧组件的配合下，使其能够在一定范围内摆动，保证了与基座连接锁定的自适应，这样的结构设计能够让转位机构具备完美的捕获、对接能力。

梦天实验舱从天和核心舱前向对接口转移到侧向对接口，并非像我们“转身”一样简单容易。如何让150公斤的转臂、平稳带动23吨的梦天实验

舱顺利实现“转身”呢？梦天实验舱转臂上安装了两个驱动部件——关节驱动机构，这就像我们手臂的两个“运动关节”一样，靠近梦天实验舱端的是“肩关节”，另一个则是与捕获机构相连的“腕关节”。在两个“关节”工作时，它们必须做到从加速到匀速阶段的平稳过渡，从而确保运动过程中的稳定性。

为了让梦天实验舱能够

具备大惯量负载下的转动能力，此次转位过程中采用了舱体停转模式，即在转位时通过“肩关节”做一次启停，“腕关节”做两次启停，从而实现平稳转向。转位完成后，中国空间站构型也就完成了三舱“T”字形结构的在轨组装。