



问天 定苍穹

太空之家 扩建 中国空间站变身 六居室

中青报 中青网记者 邱晨辉

问天 升空,中国人的太空 建房大业 再次迈出关键一步。

7月24日,中国空间站问天实验舱由长征五号B运载火箭托举升空,顺利进入预定轨道。至此,中国空间站迎来首个科学实验舱,这也是我国空间站首次在有人状态下迎接航天器的来访。

在航天员 太空出差 的日子里,如何为其提供更好的太空生活质量和工作环境,提高他们太空生活的舒适度,一直是 太空之家 建造者的奋斗目标。中国空间站就像一座三室两厅还带储藏间的 豪宅。三室 指一个核心舱和两个实验舱,两厅 则是指神舟载人飞船和天舟货运飞船。

如今,豪宅 扩建。北京时间7月25日3时13分,问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,这是我国两个20吨级航天器首次在轨实现交会对接,也是中国空间站在轨驻留期间首次进行空间交会对接。

随着问天实验舱的加入,中国空间站从 三居室 变为 六居室,航天员 人均居住面积 也实现翻倍。中国航天科技集团五院空间站系统副总设计师刘刚表示,问天实验舱这个迄今为止我国最长的航天器,配置了与 天和 核心舱一样的航天员生活设施,增加了一个小型机械臂及多种科学研究设备,这是中国航天奋力实现高水平自立自强取得的又一重大成就。

问天实验舱在与空间站天和核心舱完成交会对接后,航天员进入舱内启动生命维持系统。刘刚说,之后,两舱完成 一 字构型,未来还将经历6名中国航天员在太空 会师 这一历史性时刻。

和地铁车厢一样大的 太空新房 来了

据刘刚介绍,问天实验舱由工作舱、气闸舱及资源舱三部分组成,舱体总长17.9米,直径4.2米,发射重量达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。

这块头和分量,跟北京地铁13号线列车的一节车厢差不多,是全世界现役在轨最重的单舱主动飞行器。刘刚说。

发射任务成功后,问天实验舱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进入问天实验舱开展工作。此时,包括他在内的空间站设计师,最想对航天员说:新房上线,欢迎入住!

问天实验舱设有3个睡眠区、1个卫生区。刘刚说,完成对接后,中国空间站更加温馨舒适,而且 床位 数增加到6个。后续神舟十五号载人飞船发射后,神舟十四号、神舟十五号两个乘组、6名航天员将实现 太空会师。空间站 满客 运行。

太空新房 的大,不仅体现在内部空间,还体现在系统功能上。

刘刚介绍,问天实验舱配备了一对双自由度柔性太阳帆板,全部展开后的翼展超过55米,比半个足球场还要长。这也刷新了我国航天器在轨使用太阳帆板的纪录。

他说,问天实验舱是一个集平台功能与试验载荷功能于一体的 全能型 选手。

平台功能方面,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。也就是说,在天和核心舱 想休息 的时候,问天实验舱也能顶上,带你一起飞。

问天实验舱不仅保障航天员在轨长期驻留,而且提供专用气闸舱和应急避难场所,保障航天员安全。这些让中国空间站的在轨运行风险更加可控,在轨寿命运行更加可靠。刘刚说。

出了卧室 就能上班

在试验载荷功能上,问天实验舱搭载了8个实验机柜,22个舱外载荷适配器,就像是把一个大型科学实验室搬到了太空。

航天员在问天实验舱工作,出了 卧室 就能上班。中国人也能在太空开展大规模的空间科学实验了!刘刚说。

问天实验舱的能源管理系统十分强大,自带高性能 发电机 与 配电器 。

中国航天科技集团五院空间站系统总体副主任设计师左岁寒说,问天实验舱的太阳帆板面积大、柔性也大,带着这样大的一对 软翅膀 进行交会对接,控制难度之高堪称空前。

为了降低系统复杂性和在轨风险,问天实验舱也相应地实现了多个系统功能创新,如采取太阳帆板二次展开方案,发射后先展开约五分之一的长度,待对接完成后再展开到位。左岁寒说,这提高了可控性,能够确保问天实验舱尽快到达母港,保证任务稳妥成功。

据他介绍,问天实验舱的每个太阳帆板展开面积约110平方米,差不多相当于一套三室一厅房子的面积。两个太阳帆板一起工作,将有效收集更多的太阳能,为空间站运行提供充足的能源。

空间站在轨建造完成后,天和核心舱的一个太阳帆板将转移到问天实验舱资源舱的尾部,天和核心舱将专心致志 地进行空间站管理工作,而问天实验舱将成为名副其实的 主发电站 。

届时,问天实验舱的3条能源母线将发挥更大的作用,为组合体源源不断地供电送能。

出舱活动的 更衣间 更大了

在问天实验舱中,气闸舱的视觉效果十分独特,外方内圆,是空间站系统唯一一个看上去是方形的舱体。里面圆柱状的,正是航天员开展出舱活动时的 更衣间 出舱气闸。

在这里,更衣间 的空间更大了,航天员在这里作出舱准备和舱外返回时,可以更舒展、更从容,未来将成为整个空间站系统的主要出舱通道。

刘刚介绍,出舱气闸还有一个直径达1米的大门。航天员从这里进进出出,不仅更加方便了,而且还能携带大个头的设备出舱工作,舱外工作能力大大提升。

他告诉记者,出舱气闸的外面,是看上去像方形的外壳。这是舱外暴露实验平台,上面配置了22个标准载荷接口,其中一部分还配备了流体回路温度控制。未来10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,不再需要航天员出舱进行人工操作了。

问天实验舱是空间站系统中舱外活动部件最多

『双舱』合璧舞九天

7月24日,长征五号B运载火箭冲云破雾,将问天实验舱送入预定轨道。次日,问天舱、天和舱 双舱 合璧舞九天。

中国航天科技集团八院控制所神舟十五号载人飞船负责人王有波介绍,问天实验舱入轨后,会经历交会对接、实验舱对接转位等大动作,并会伴随柔性太阳翼二次展开、双自由度控制驱动,中国空间站组合体多次姿态调整等动作,广袤太空即将上演一场 问天 功夫秀。

问天第一式:神龙摆尾

问天实验舱入轨后首先对接于天和核心舱前向对接口,形成 一 字构型,然后组合体以一招 神龙摆尾 的姿态,将问天实验舱调整至与天和核心舱前向对接口,形成 一 字构型,为后续交会对接做好准备。

随后,组合体继续调整姿态让自己 站起来,从平行于地球方向变为基本垂直于地球的方向,同时进行径向角度微调,以最小受风面运行,来实现最佳的重力梯度稳定和最小的气动扰动。

王有波说,整个过程中,由八院控制所研制的推进分系统控制驱动器化身 阀门总管,按照指令控制各轨道控制阀、姿态控制阀和电磁阀的开关,精确调节姿态控制发动机的推力,确保组合体能够平稳完成轨道变化、姿态调整等任务。

问天第二式:四两拨千斤

问天实验舱是中国空间站的重要组成部分,同时也是保证空间站正常运行最重要的能源供应者,其太阳翼单翼展开长度达27米。

王有波说,为了实现太阳翼最大的受照面积和最高的发电效能,问天实验舱柔性太阳翼不仅能单翼翻转,两翼还可以像直升机的螺旋桨一样360度转起来,这是中国首次实现大型太阳翼双自由度控制驱动。

由于太阳翼大若鲲鹏展翅,薄如夏蝉之翼,转动这么大的太阳能电池翼,就像在太空中舞动两面巨大的芭蕉扇,任何 风吹草动 都会让太阳翼产生很大的抖动,甚至将其损坏。王有波说。

另外,太阳能电池翼转动不平稳,还会直接反作用在空间站上,导致空间站控制不平稳,让航天员在里面 晕车 。

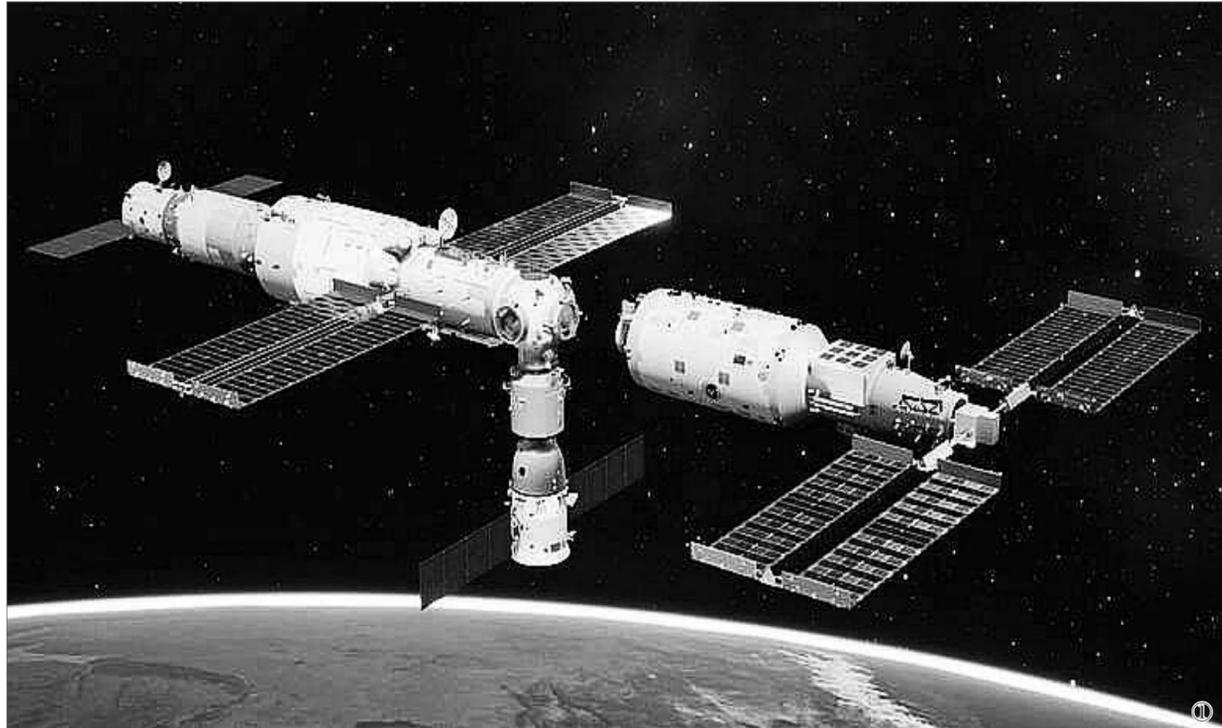
因此,使太阳翼按照预定轨迹运动的同时保证其运行平稳很关键。八院研制了大型对日定向装置,让太阳翼保持时刻对准太阳,就像向日葵跟着太阳转动一样。

据八院控制所载人航天产品主管设计师付培华介绍,为实现高精度稳定控制,团队还设计了带运动规划和振动抑制的多级滤波器三闭环控制方案,10公斤左右的控制驱动器,可精准、稳定地驱动起重达1200公斤的太阳翼,堪称 四两拨千斤 。

问天第三式:乾坤大挪移

几个月后,梦天实验舱将发射入轨,在那之前,问天实验舱会先转位至侧向停泊口,将前向对接口预留出来。问天实验舱自带转位机械臂,届时将依靠分布在天和核心舱上的被动对接与转位控制器,与问天实验舱上的对接与转位控制器驱动转臂,带动实验舱进行 乾坤大挪移 。

付培华说,这一过程有一系列动作,单机之间要精密配合。届时,中国空间站组合体将形成L构型,等待梦天实验舱的到来,再经历一番 移形换影 般的操作后,最终形成T构型,遨游太空。



①问天实验舱飞向中国空间站示意图。中国航天科技集团五院供图

②7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,在中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。视觉中国供图

③7月24日,海南文昌,问天实验舱搭乘长征五号B遥三运载火箭在文昌航天发射场发射升空。视觉中国供图

中青报 中青网记者 邱晨辉

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。

作为空间站首个科学实验舱,问天 未来 将开展哪些实验?中国载人航天工程空间应用系统副总师、中科院空间应用中心研究员吕从民介绍,空间应用系统问天实验舱任务以生命科学与生物技术研究为主,在空间生命科学、微重力流体物理、空间材料科学、空间应用新技术试验等4个领域规划部署了十余个研究主题,空间站建成后将持续论证、滚动实施相关科学项目。

据他介绍,为保证科学任务顺利开展,不断产出科学成果,空间应用系统在问天实验舱部署了

生命生态实验柜、生物技术实验柜、科学手套箱与低温存储柜、变重力科学实验柜等科学实验设施,配置了舱内外应用任务共用支持设备,联合支持科学项目在轨全任务链实施。

这其中,生命生态实验柜以多种类型的生物个体,如植物种子、幼苗、植株、兼顾小型动物为实验样品,开展拟南芥、线虫、果蝇、斑马鱼等动植物的空间生长实验,揭示微重力对生物个体生长、发育、代谢的影响。

这些还将促进人类对生命现象本质的理解,研究空间辐射生物学和亚磁生物学效应与机制,探索建立应用型受控生命生态系统,为航天员在轨辐射损伤评估、防护提供科学依据。吕从民说。

生物技术实验柜以组织、细胞和生化分子等不同层次多类别生物样品为对象,开展细胞组织培养、空间蛋白质结晶与分析、蛋白与核酸共起源和空间生物学等实验,探索微重力环境下细胞

的舱体,大量的舱外设施设备更好地保障了出舱活动,也为更精细的舱外操作提供了支持。刘刚说。

中国航天科技集团五院空间站系统测控与通信分系统主任设计师易予生介绍,问天实验舱将在气闸舱外携带一套5米长的小臂。这套7自由度的机械臂小巧、精度高,小手 方便抓中小型设备,做更为精细的操作。小臂还可以与核心舱大臂级联成15米长的组合臂,开展更多的舱外操作。

届时,组合臂能够在天和、问天、梦天的空间站三舱组合体之间爬行,机甲战士 能控制的舱外范围就更大了。

易予生表示,在问天实验舱的舱外,还设置了两台云台灯、4台高清摄像机,能够一边打光追光、一边拍摄录制。通过它们,航天员出舱活动时,地面测控人员能更清楚地看到、时刻关注到,从而为他们提供更及时的安全保障。

他们还能在太空中拍摄许多 壁纸大片 唯美视频,将地球和外太空呈现在世人面前。易予生说。刘刚告诉记者,为了完成问天实验舱这样巨大规模的航天器研制任务,设计研制队伍团结各方力量,付出了极其艰苦的努力。仅反映2014年6月至2020年12月初研制阶段概貌的总结文件,就有60多万字。

久有凌云之志,问天 逐梦太空。今年4月24日即第七个 中国航天日 当天,问天实验舱发射场试验队从北京乘坐飞机出征文昌。在万米的高空上,全体试验队员挥动手中的小国旗和航天旗,一起唱响《歌唱祖国》。

很多年轻的试验队员记得,当时,问天实验舱责任总指挥潘平鼓舞大家,让我们以确保圆满成功实际行动 践行 用成功报效祖国、用卓越铸就辉煌 的庄严承诺!

4月29日,在天和核心舱发射成功一周年之际,问天实验舱经海路抵达文昌航天发射场。之后又是两个多月的磨炼。

问天新征程,一站定苍穹。7月24日,伴随轰鸣的火箭腾空声,问天实验舱进入苍穹。次日,问天实验舱与天和核心舱完成对接,为空间站在轨建造画上浓墨一笔。

问天 之后,梦天 也将很快起飞。中国载人航天工程 三步走 的最后一步,决胜在望。

中青报 中青网记者 邱晨辉

历时约13小时,问天 终于牵手 天和 。

据中国载人航天工程办公室消息,我国空间站第一个科学实验舱 问天 在7月24日14时22分成功发射后,顺利完成状态设置,于7月25日3时13分,成功对接于天和核心舱前向端口。

这是中国两个20吨级航天器首次在轨实现交会对接,因此被称作中国航天 分量 最重的 太空之物。在此过程中,中国航天科工二院25所交会对接微波雷达再当 太空红娘 。

交会对接微波雷达承担着中远距离空间飞行器间距离、速度、角度等相对运动参数的精确测量任务,是空间交会对接技术中的关键测量敏感器。此前,微波雷达产品在载人航天领域屡战屡胜。应用于空间站实验舱的空间站微波雷达,与载人飞船微波雷达、货运飞船微波雷达一脉相承。

二院25所微波雷达总师孙武告诉记者,自1999年开始,25所潜心研究空间交会对接测量技术,在国内外相关产品资料无法获取、国内无可参考的前提下,研究团队大胆将全新的伪码连续波测量体制应用在交会对接测量中,在一片空白 中开始了技术攻坚。

最初,技术团队只有孙武总师一人,为了搞清楚交会对接微波雷达的设计原理,他日复一日地实验,光是草稿纸就写了好几麻袋。微波雷达研制人员贺中琴说,经过无数次实验,团队终于突破一个个关键技术,于2007年研制出首台工程样机。

2010年11月,微波雷达正样产品交付,获得 神舟八号 飞船交会对接敏感器 最晚进入、最早交付 赞誉。

2011年11月3日,孙武第一次站在指控大厅,看着 神舟八号 与 天宫一号 成功实现我国首次无人自动交会对接。在太空中,他和他的团队研制的微波雷达展现了突出的卓越性能,完成了 首先捕获、稳定跟踪、精确测量的任务目标,令在场所有的科研人员激动不已。

那一刻,孙武永生难忘,那份亲眼见证梦想成为现实的喜悦,是千金难买的自豪感和使命感。

历时20余年,我国研制的交会对接微波雷达成功实现了 全胜 的辉煌战绩,令中国空间交会对接雷达技术跻身世界一流,并拥有100%自主知识产权。

孙武说,在这次任务中,面对在轨工作时间长、空间电磁环境复杂等新的挑战,团队先后完成产品在轨寿命可靠性论证与工程验证、复杂电磁环境产品性能验证等多项针对性设计优化工作,解决了微波雷达在空间站实验舱应用中所面临的复杂环境问题,确保微波雷达延续 技术可靠、质量过硬 的优良传统。

随着空间站问天实验舱任务的开启,交会对接微波雷达完美牵引空间站问天实验舱与空间站天和核心舱顺利完成对接,助力空间站 穿针引线 。

孙武说。7月24日,长征五号B遥三运载火箭搭载问天实验舱,在我国文昌航天发射场成功发射。这是中国载人航天工程立项实施以来的第24次飞行任务,此次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。

来自中国载人航天工程办公室的消息称,此次交会对接,也是中国空间站有航天员在轨驻留期间首次进行空间交会对接。按计划,神舟十四号航天员乘组随后进入问天实验舱。

中国空间站首个科学实验舱都带了啥上天

原位成像探测器,用于获取空间质子、电子、中子、重离子和等离子体等环境要素数据,为航天员健康、空间站安全运营提供保障支持,并可用于空间环境基础研究。

中国空间站建造完成后,将在轨运行10年以上。中科院空间应用中心研究员、应用发展中心主任张伟说,中国空间站未来将开展空间生命科学与人体研究、微重力物理科学、空间天文与地球科学、空间新技术及应用等4大领域的65个研究计划,包括近千项研究项目。

张伟说,在未来四大研究领域之中,空间生命科学与人体研究要深入研究空间环境各因素对生命体细胞、组织、器官等各层次的影响与作用机理,如植物、动物、微生物等在空间条件下的生长、发育、遗传、衰老等响应机理研究,探索认知生命体太空生长发育与繁衍规律;并利用空间特殊环境发展创新的药物和医疗技术,如合成生物制造、基于蛋白质结晶的空间药物研发等。

生长和分化规律和机制,为人类健康、生殖发育提供理论基础,探索重力效应对生命起源和进化影响,在高效蛋白质/多肽药物、纳米晶骨格生物技术等方面取得突破性发现,对指导组织工程、生物医药的研究和应用发挥重要作用。

科学手套箱提供洁净密闭空间和温湿度环境控制,配置灵巧机械臂具备细胞级精细操作能力;手套箱为航天员操作多学科实验样品提供安全、高效支持。低温存储装置具有三个典型低温存储温区(-80℃、-20℃、+4℃),能够满足不同实验样品低温存储需求。

变重力科学实验柜为科学实验提供0.01g至2g高精度模拟重力环境,采用先进的无线传能和载波通信技术,支持开展微重力、模拟月球重力、火星重力等不同重力水平下的复杂流体物理、颗粒物运动等科学研究。

此外,舱外部署了能量粒子探测器、等离子体