



昨天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。

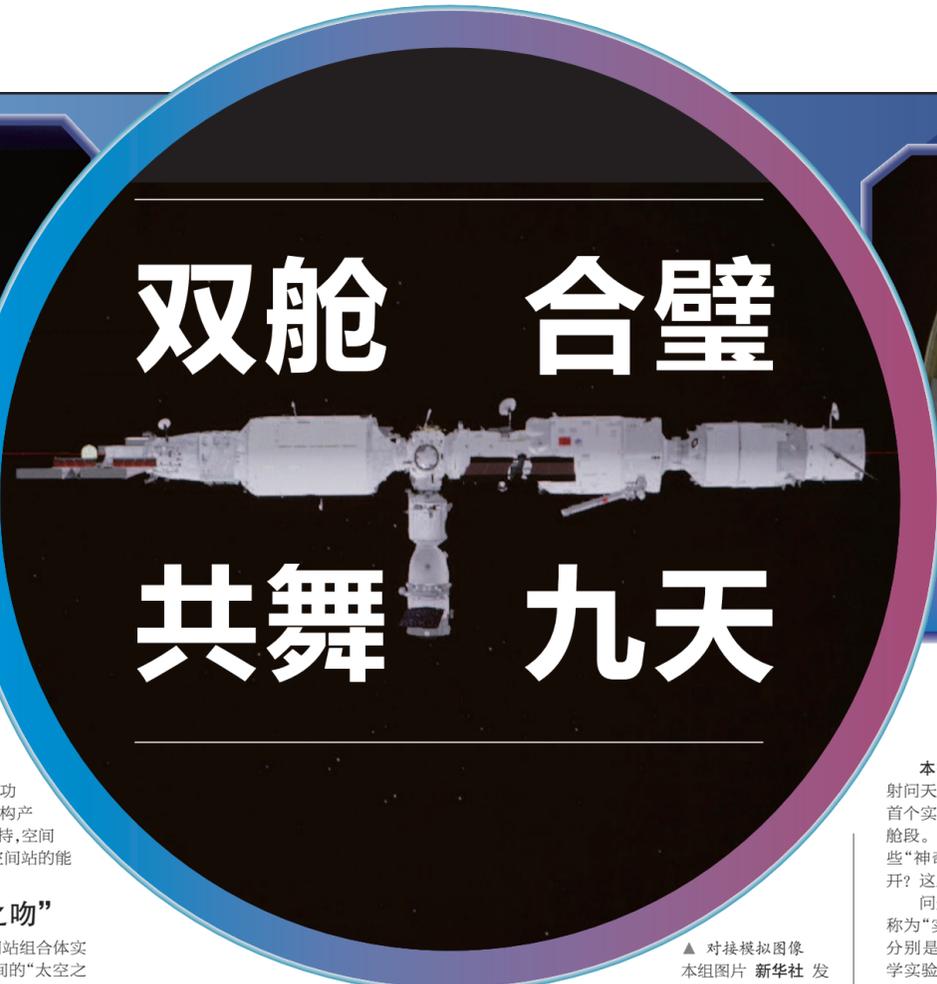
今天3时13分 问天实验舱成功与天和核心舱前向端口对接,整个交会对接过程历时约13小时。这是我国两个20吨级航天器首次在轨交会对接,也是空间站有航天员在轨驻留期间首次进行空间交会对接。

10时03分 神舟十四号航天员乘组成功开启问天实验舱舱门,顺利进入问天实验舱。这是中国航天员首次在轨进入科学实验舱。后续,将按计划开展组合体姿态融合控制、小机械臂爬行和大小臂组合测试等在轨工作,并利用问天舱气闸舱和小机械臂进行航天员出舱活动。

作为中国空间站首个实验舱,问天实验舱有哪些特殊功能?它的“到访”将给航天员带来哪些太空“出差”新体验?不妨先来了解一下。

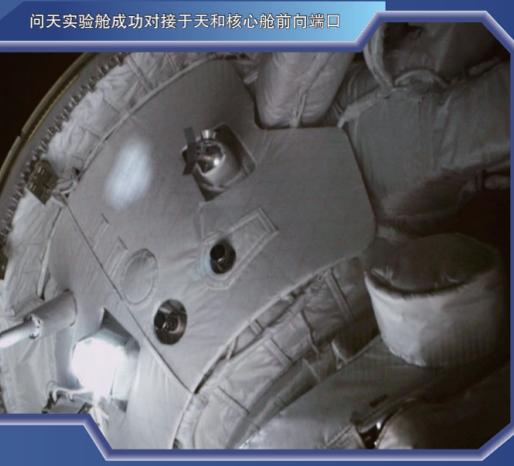


问天实验舱从19米停泊点向天和核心舱前向端口靠近



双舱合璧

共舞九天



问天实验舱成功对接于天和核心舱前向端口

比“天和”更大更宽

中国空间站就像三室两厅还带储藏间的“豪宅”。所谓“三室”,是指一个核心舱和两个实验舱;“两厅”则是神舟载人飞船和天舟货运飞船。问天舱的加入,将拓展航天员在轨的工作和生活空间。作为迄今中国最长的航天器,它配置了与天和核心舱一样的航天员生活设施,还增加了一个小型机械臂及多种科学研究设备,并将经历六名中国航天员在太空“会师”这一历史性时刻。

问天实验舱全长17.9米,发射质量23吨,由工作舱、气闸舱及资源舱三部分组成。该舱配置了与天和核心舱一样的航天员生活设施,将来可与核心舱一起,接受两艘载人飞船轮换期间六名航天员的生活。

空间站建成后,问天舱的气闸舱将作为航天员进行舱外作业的主要出舱口,同时实验舱还具备对空间站组合体的管理和控制功能,换言之,一旦核心舱平台功能出现故障,实验舱能接管对空间站组合体的操作,从整体上提高空间站的可靠性。

与天和核心舱相比,问天实验舱更重更大,具备更强的超万瓦级供电能力、千兆级信息传输能力。作为航天员未来在空间站内进行空间生命科学研究的的主要基地,问天实验舱的工作舱也更宽敞,舱内配置多台科学实验柜,推动我国在生命生态、生物技术和变重力科学等科技领域的相关研究。

“柔性翅膀”能量爆棚

“豪宅”扩建,人丁兴旺,自然需要更强大的能源系统。和地面建筑一样,“太空豪宅”各房屋的能源可以互通,实验舱、核心舱、载人飞船、货运飞船组成太空“供电大联盟”,互帮互助,通过灵活并网供电,确保整个空间站系统的正常运行。作为集多种优势于一身的“大块头”,问天实验舱同天和核心舱成功对接后,还要和将来的梦天实验舱共同担起中国空间站主要能量来源这一重大使命。

据悉,问天实验舱拥有目前中国最大面积的展可展柔性太阳翼,其单翼翼展从天和舱的12.6米增至27米,面积可达138平方米,相当于从羽毛球场扩建为篮球场。供电能力上,问天舱的单翼供电能力就达到天和舱的两倍多,最大可达18千瓦。可以说,问天实验舱的加入,让中国空间站实现“能源自由”。

除了“新面貌”令人惊艳,问天舱的太阳翼还将以全新“出场方式”亮相。为避免问天舱与空间站组合体交会对接时产生的碰撞对“全部张开的翅膀”带来冲击损伤,此次太阳翼的展开将分“两步走”,涉及七个步骤,中间还会有一次“中场休息”,全程历时80分钟。展开、锁紧、再展开、再锁紧,凭借其“高可靠可重复展收”的“硬核技术”,问天舱太阳翼在太空中收放自如、刚柔并济,时刻确保“电力在线”。

为了让“柔性翅膀”24小时不间断追踪太阳,问天实验舱还首次采用太阳翼双自由度同

时转动,确保每一缕阳光都垂直照射在翼面上。为了实现这一技术,中国航天科技集团八院自主研发出我国目前设计规模最大、连续工作寿命最长、传输功率最大的大型回转运动类空间机构产品——对日定向装置,有了它的加持,空间站将实时捕捉每一道阳光,保证空间站的能量供给。

在轨见证“太空之吻”

问天实验舱入轨后,将与空间站组合体实施轴向交会对接,两个大块头之间的“太空之吻”将亮相太空:23吨的问天实验舱与40多吨的空间站组合体,将是我国当今最大吨位的两个航天器之间的交会对接,也是我国空间站第一次在有人状态下交会对接。如此大场面,“身经百战”的对接机构依然能驾轻就熟。由于设计先进、安全可靠,对接机构完全能适应未来空间站建造8至180吨各种吨位以及各种方式的对接。对接完成后,我国空间站以庞大的身躯继续在轨执行,“养精蓄锐”,迎接下一次的大动作。

在轨期间,问天实验舱将完成我国首次在轨大惯量转位动作,即通过平面转位90度,让原本对接在节点舱前向对接口的问天舱转向节点舱的侧向停泊口并再次对接,从而腾出核心舱的前向接口,为后续梦天实验舱的到访做好充分准备。这将是我国首次航天器在轨

转位组装,也是国际上首次以平面式转位方案进行航天器转位的探索尝试。转位过程中,问天舱将通过安装在舱体上的“纤细”转臂与核心舱上的转位基座,以及对接机构的密切配合,上演一场精彩的“太空泊车”大片。

打造“太空资源仓库”

作为空间站T字构型中“顶部一横”的两个最远端,问天、梦天这两个实验舱的资源舱可谓推进舱大家族中的“双胞胎”。实验舱的资源舱在功能上与其他推进舱成员一脉相承,是航天器的能源与动力中心。而高“站位”、梨形“身材”、能力强,又为其增添了独特的魅力。梨形“身材”的资源舱犹如一个“健美型

男”,身高3.4米,腰围2.6米,体重300公斤,形体匀称且肌肉健硕。它需“头顶”1吨重的对日定向装置,“肩扛”1.2吨重的太阳能电池翼,“怀揣”1.8吨重的推进主承力模块,却照样“刚直强悍”。结构设计层面,资源舱80%零部件采用第三代高强度高比模量铝锂合金,以高于500倍自身重量的设计载荷顺利通过了静力试验考核。

为保证各种重要设备的可靠安装,中国航天科技集团八院为资源舱锻造了一副坚韧的“钢筋铁骨”,让原本只作为能源中心的资源舱,成功化身多功能“太空资源仓库”,为空间站在轨建造及后续运行保驾护航。本报记者 叶薇

▲ 对接模拟图像 本组图片 新华社 发

探秘问天实验舱“神器”

本报讯(记者 郜阳)昨天,我国成功发射问天实验舱,它是我国空间站建造阶段的首个实验舱,也是可以支持开展空间实验的舱段。这么大的问天实验舱里,究竟都有哪些“神奇装置”,它们的“说明书”该如何打开?这里面的奥妙还真不少。

问天舱内,完成某一特定实验的装置被称为“实验柜”,本次发射所搭载的实验柜分别是生命生态科学实验柜、生物技术科学实验柜、变重力科学实验柜、科学手套箱和低温存储柜(见图)。

其中,两个生命科学实验柜和变重力科学实验柜是开展科学实验的场所,手套箱支持航天员对科学样品精细操作,低温装置用于实验样品在轨存储。这些实验柜联合支持科学实验项目在轨全任务链实施需求。此外,实验舱内还为这些实验装置配置了应用共用支持设备。

变重力科学实验柜为科学实验提供0.01克到2克(零重力到两倍重力范围)高精度模拟重力环境,支持开展模拟月球重力、火星重力下的科学研究,提供无线传能、载波通信技术,支持多种标准实验单元组合使用。

生命生态科学实验柜主要为植物、水生生物、小型模式动物和小型哺乳动物等多类别生物样品提供相应的培养环境与生命保

障,用于研究小型生物在太空中的生长发育。生物技术科学实验柜则支持开展以生物细胞培养和组织构建、空间蛋白质结晶、蛋白与核酸共起源、空间生物力学等生物技术及应用研究。

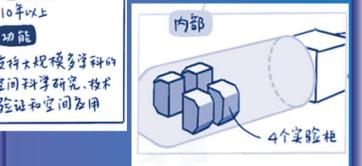
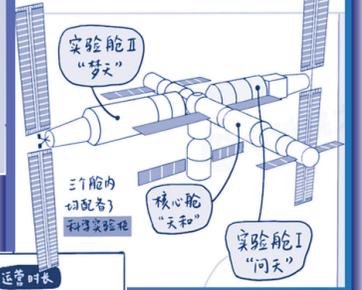
科学手套箱提供洁净密闭空间,配置灵巧机械臂,支持各类科学实验样品的隔离密闭和精细操作。有了它的帮助,非“科班出身”的航天员也能轻松完成专业科学家才能展开的复杂实验。

低温存储柜形同一个大冰箱,有冷冻,还有冷藏(-80℃、-20℃、4℃),满足样品不同低温存储要求,这样一来,实验用品就可以长期保存了。

为什么有些实验非要去太空做呢?要知道,在地球表面,每个物体都会受到重力,无法完全抽成真空的实验空间,还有随处可见的细菌、灰尘等污染物。为了消除这些因素对实验的影响,尽管科学家发展了很多相关的技术,但想要完全滤除,就必须脱离地球表面,进入太空。

问天舱入轨后,应用系统将按照飞行程序安排开展初始状态设置和在轨测试,之后开展规划的各项科学实验,空间站转入运营阶段后就可以开展较大规模空间科学实验了。

中国空间站



运营时长
10年以上

功能
支持大规模多学科的空间科学研究、技术验证和空间应用

1 生命生态科学实验柜

以生物个体为对象进行微重力效应和空间辐射效应研究,也开展空间生命生态链研究

2 生物技术科学实验柜

研究细胞、组织、分子等多层次生物样品,以及生物制造技术、空间蛋白质结晶和分离

培养和促进地面无法开展的细胞生物学研究

3 变重力科学实验柜

提供与重力相关的科学实验,提供在轨变重力,实现0.01-2倍的重力范围

可替其他实验柜中的科学样品进行变重力实验

4 科学手套箱和低温存储柜

低温存储柜

科学手套箱

支持生命、材料科学等需要用到密闭洁净环境的科学实验

图源 中科院之声

「上海智慧」再探苍穹

2022年是完成中国空间站建造任务的决战决胜之年,本次问天实验舱发射任务是空间站建造承上启下的关键之战。

问天实验舱主要面向空间生命科学,着力于推动生命生态、生物技术以及变重力科学等重大前沿科技的突破。

“上海智慧”也随着问天实验舱再探苍穹。

是荣誉更是责任

此次试验任务中,上海航天承担了空间站问天实验舱电源分系统、对接与转位机构分系统、测控与通信分系统部分单机、资源舱结构与总装、资源舱电缆网研制任务。

4月的上海正值疫情异常艰难之时。试验队闻令而动、执甲而行,比原计划提前二十多天开始集结,前后共历时一个多月,分七批完成了队伍大集结。由于疫情影响,试验队原计划70人的队伍只来了一半,“老员工、新队员”成了试验队的特点。面对时间紧、任务重、人手少的困难,试验队员一个顶俩,花更多的精力、做更充足的准备,时刻保持奋斗状态。

资源舱位于问天实验舱顶部,舱上操作项目众多,舱内布满管路、电缆和大型单机设备,舱外设备又极其重要,稍有不慎就会导致碰撞,不靠近又无法操作。细致入微的操作演练就是149厂90后总装小伙子们做好这些“高空手术”的独门秘籍。

为了保证发射场工作万无一失,主任设

计师沈晓鹏坐镇后方,上海-文昌联动,与首次参与发射场任务的刘永强、蒋彦超反复迭代优化发射场测试流程,模拟实际操作工况进行演练。

数十次的流程优化和细致演练,让团队胸有成竹。测试当天,转位机构的操作空间狭小,操作难度大,149厂总装操作沈辉从早上8时一直持续到晚上9时,数小时保持半蹲姿势连续操作,每步操作都准确到位。设计师刘永强紧盯测试过程和测试数据,完成了上百条口令,近千条数据判读工作,圆满完成转位机构产品在发射场的各项操作和测试工作。

资源舱位于问天实验舱顶部,舱上操作项目众多,舱内布满管路、电缆和大型单机设备,舱外设备又极其重要,稍有不慎就会导致碰撞,不靠近又无法操作。细致入微的操作演练就是149厂90后总装小伙子们做好这些“高空手术”的独门秘籍。

为了确在塔架50米高空顺利完成整流罩内火工品短路保护插头插拔操作,他们

提前2个月就进行了演练。现场指挥金纯洁几次到塔架熟悉实际工况,编制了现场口令表,确保指令喊得顺、听得清、做得准;操作一岗伊绍圭模拟舱内狭小工况,蜷缩着通过一个仅有0.3米的“人口”,不断练习,确保万无一失;检验员沈乐天紧盯操作步骤,留下每个声像记录;辅岗王佳波和彭龙集中精力听指挥、纹丝不动保安全,确保人员和产品安全。

正是勤学各种“武术招式”和“瑜伽动作”,把每个操作细节了然于胸,确保了资源舱上百次操作没有任何质量问题,稳妥可靠。

今年中国空间站将完成在轨建造,标志着我国航天技术发展到一个新的高度,也是我国从航天大国迈向航天强国的重要标志。

上海航天试验队都表示:“能参与其中,既是荣誉又是责任,我们全力以赴保障任务圆满完成。”

本报记者 叶薇 通讯员 周天导

中国科学院上海技术物理研究所研制的生命生态科学实验系统(柜)和生物技术科学实验系统(柜)是问天实验舱装备的多台科学实验柜“之二”,能够支持开展多种类植物、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,以及密闭生态系统的实验研究等。

在地球养鱼,需要水和氧气,而当鱼儿们作为问天实验舱的乘客,它们该如何欢快游弋?在生命生态实验柜里,小型通用生物培养模块将成为四五位“鱼乘客”的庇护所。

结构工程师田清介绍,小型通用生物培养模块通过构建以鱼类、植物和微生物为研究对象的多元空间水生系统,来开展基础性生物学研究。在这一系统里,鱼儿是消费者,植物是生产者,而藻类就是分解者。

“培养模块提供喂食和营养液供给的‘服务’,藻类光合作用产生的氧气供鱼儿呼吸,鱼儿呼出的二氧化碳供藻类进行光合作用,鱼儿进食产生的粪便则提供了

藻类生长的养料。”这套系统是密闭的,在地上都很难实现,更别提天上了。科研人员煞费苦心,氧气不够咋办,准备紧急供氧系统;水浑了如何处理,水质置换系统能应急……鱼卵要带回地球又是另一项复杂功能。

在太空里,空间微生物可是看不见的威胁。生物技术科学实验系统副主任设计师刘方武介绍,国内外研究结果表明,微生物一方面会影响科学实验结果,甚至航天员的身体健康;另一方面,生物降解类微生物会腐蚀仪器设备,影响飞船硬件的稳定性。为了排除微生物对科学实验的潜在威胁,航天员就要经常为科学实验系统内表面和空气采样“做核酸”。“做核酸”的试剂耗材,“快递小哥”天舟三号已经带去了空间站。

在太空“做核酸”,更加自动化和灵敏!刘方武说,航天员将采样器采集的样品手动加入生命生态科学实验柜微生物检测模块中的微流控芯片内,启动样品自动预处理和核酸扩增流程,通过荧光强度即可判断某微生物是否“阳了”。

航天员并非日常就和瓶瓶罐罐打交道的生物学家,能应对这些复杂的实验系统吗?上海技物所空间生命科学仪器研制团队负责人、生物技术科学实验系统主任设计师张涛研究员给出了肯定的回答。

“实验柜包括多种工作模式:一种是实验系统有非常强的自动化实现能力,可以根据科学实验的需求自动化实现;一种是科学家可以通过地面指令上注来调整实验进程。”张涛解释,“需要航天员手动操作的,是一些简单的动作,例如样品盒安装、实验单元的取出等等,航天员都经过培训,也有详细手册可供参考。”

张涛说,空间生命科学仪器研制团队在实验柜的研发过程中,和领域内的科学家都保持着紧密联系,将他们的共性需求转化成仪器通用功能,将个性化需求在实验单元中实现。“为满足长期在轨实验需求,实验系统可通过部分组件更换和模块更换,以不断实现实验内容的更新和新技术、新科学目标的达成。”

本报记者 郜阳