

# 报告！中国“太空母港”已入列！

长期在轨运行，关键核心元器件自主可控



新华全媒+

新华社北京4月29日电(记者胡喆、陈凯姿、陈席元)4月29日,我国空间站任务首发飞行器——天和核心舱成功发射,踏上了探索宇宙的征程。追随着天和核心舱的步伐,记者走进我国空间站抓总研制单位——中国航天科技集团五院,一解心中的诸多疑问。

中国空间站长什么样?有什么用?

中国空间站以天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱三舱为基本构型。其中,核心舱作为空间站组合体控制和管理主份舱段,具备交会对接、转位与停泊、乘组长期驻留、航天员出舱、保障空间科学实验能力;问天和梦天实验舱均作为支持大规模舱内外空间科学实验和技术试验载荷支持舱段,同时问天实验舱还作为组合体控制和管理备份舱段,具备出舱活动能力,梦天实验舱具备载荷自动进出舱能力。

中国空间站三舱飞行器依次发射成功后,将在轨通过交会对接和转位,形成“T”构型组合体,长期在轨运行。组合体在轨运行寿命不小于10年,并可通过维修维护延长使用寿命。

开展空间站工程,将从国家全产业链角度,极大地引领和带动包括空间科学、生命科学等多种前沿学科和原材料、元器件、智能制造等多领域先进技术发展,发挥着不可替代的作用。

空间站作为长期在轨运行的“太空母港”,其天然的高真空、微重力、超洁净环境也可以充分用于开展各类科学技术研究,推动科学技术进步。因此,空间站工程将产生巨大经济效益和社会效益,已经成为衡量一个国家经济、科技和综合国力的重要标志,受到各航天大国的高度重视。

中国空间站与国际空间站有什么不同?

国际空间站是目前在轨运行最大的空间平台,是一个拥有现代化科研设备,可开展大规模、多学科基础和应用科学研究的空间实验室。它的规模大约有423吨,由美国、俄罗斯、加拿大、日本等16国联合,先后经历12年建造完成。

中国空间站由一个核心舱和两个实验舱组成,这主要是在建设思路上符合中国国情,综合



## 中国人的太空“新家”长啥样

四大关键词解读天和核心舱

新华社海南文昌4月29日电(李国利、黎云、庞丹)4月29日,中国空间站天和核心舱在海南文昌发射场成功发射,我国载人航天工程开启新的征程。

这是2019年7月19日天宫二号目标飞行器自太空返回地球家园后,中国人在太空建造的“新家”。

### 1. 太空母港

中国空间站以天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱三舱为基本构型。其中,核心舱作为空间站组合体控制和管理主份舱段,具备交会对接、转位与停泊、乘组长期驻留、航天员出舱、保障空间科学实验能力;问天和梦天实验舱均作为支持大规模舱内外空间科学实验和技术试验载荷支持舱段,同时问天实验舱还作为组合体控制和管理备份舱段,具备出舱活动能力,梦天实验舱具备载荷自动进出舱能力。

未来两年内,中国空间站三舱飞行器依次发射成功后,将在轨通过交会对接和转位,形成“T”构型组合体,长期在轨运行。组合体在轨运行寿命不小于10年,并可通过维修维护延长使用寿命。

空间站作为长期在轨运行的“太空母港”,其天然的高真空、微重力、超洁净环境也可以充分用于开展各类科学技术研究,推动科学技术进步。因此,空间站工程将产生巨大经济效益和社会效益,已经成为衡量一个国家经济、科技和综合国力的重要标志,受到各航天大国的高度重视。

### 2. 太空“豪宅”

天和核心舱是中国空间站的关键舱段,它就好比是大树的树干,其他的舱段都会安装在它的接口上,如同大树的根、枝、叶,不断向外延伸。所以,天和核心舱有一个庞大的躯体和结实的身板。

据航天科技集团五院空间站核心舱结构分系统主任设计师施丽铭介绍,核心舱的体积非常大,长度比五层楼房还要高,直径比火车和地铁的车厢还要宽不少,体积比国际空间站的任何一个舱段都大,航天员入驻后,活动空间非常

宽敞。此外,核心舱的重量相当于3辆大客车的空重重量,同样也超过国际空间站的任何一个舱段。

航天科技集团五院空间站系统副总设计师朱光辰曾经打过一个非常形象的比喻:如果神舟飞船是一辆轿车,天宫一号和天宫二号就相当于一室一厅的房子,而空间站就是三室两厅还带储藏间,算是“豪宅”了。

天和核心舱由节点舱、大、小柱段、后端通道和资源舱组成,发射升空后,将为航天员提供太空科研和居住环境,支持长期在轨驻留,承接载人飞船和货运飞船的对接停靠。它的设计寿命是15年,并可通过维修延长寿命。空间站构型极其复杂,舱体多,不仅各个飞行器相当于一颗颗“卫星”,而且各飞行器不同的组合,又变成了一个全新的航天器。比如,核心舱是一个独立的航天器,和载人飞船对接后,“哥儿俩”又变成了一个新的组合体,相当于一个新的“航天器”,同样,跟货运飞船对接组合后也是如此。

据航天科技集团五院空间站系统总体主任设计师张昊介绍,天和核心舱的密封舱内配置了工作区、睡眠区、卫生区、就餐区、医监医保区和锻炼区六个区域。不仅能够保证每

名航天员都有独立的睡眠环境和专用卫生间,而且在就餐区配置了微波炉、冰箱、饮水机、折叠桌等家具家电,还配置了太空跑台、太空自行车、抗阻拉力器等健身器材,以满足航天员日常锻炼;还配了天地视频通话设备,可以实现与地面的双向视频通话;此外,还有可以支持航天员收发电子邮件的测控通信网和相关设备。

### 3. 自主可控

国际空间站是目前在轨运行最大的空间平台,是一个拥有现代化科研设备,可开展大规模、多学科基础和应用科学研究的空间实验室。它的规模大约有423吨,由美国、俄罗斯、加拿大、日本等16国联合,先后经历12年建造完成。

中国空间站与国际空间站有什么不同?中国空间站由一个核心舱和两个实验舱组成,在总体规模上不及国际空间站,这主要是采用规模适度、留有发展空间的建设思路,既可以满足重大科学研究项目的需要,又同时具备扩展和支持来往飞行器对接的能力。此外,中国空间站由我国自主建造,实现

当前需求和耗费等因素,采用规模适度、留有发展空间的思路,既满足重大科学研究项目的需要,又同时具备扩展和支持来往飞行器对接的能力。

同时,中国空间站在建设过程中始终追求技术进步,充分采用当代先进技术建造和运营空间站,全面掌握大型空间设施的建造和在轨操作能力;同时注重应用效益,在空间站应用领域将取得重大创新成果,追求运营经济性,走可持续发展的道路。

此外,中国空间站由我国自主建造,实现了产品全部国产化,关键核心元器件自主可控。

中国空间站的工程目标主要是什么?

中国空间站主要有五大工程目标:一是建造并运营近地空间站,突破、掌握和发展大型复杂航天器的在轨组装与建造、长期安全可靠飞行、运营管理和维护技术,提升国家航天技术水平,带动相关领域和行业的科技进步,增强综合国力。

二是突破、掌握和发展近地空间长期载人航天飞行技术,解决近地轨道长期载人航天飞行的主要医学问题,实现航天员长期在轨健康生活和有效工作。

三是建成国家太空实验室。发展具有国际先进水平的空间科学与应用能力,开展多领域空间科学实验和技术试验,空间应用,以及科普教育,获取具有重大科学价值的研究成果和重大战略意义的应用成果。

四是开展国际(区域)合作,为人类和平开发和利用空间资源做出积极贡献。

五是在轨服务、地月和深空载人探测需求为牵引,试验和验证相关关键技术,为载人航天持续发展积累技术和经验。

中国空间站任务分为几个阶段,当前阶段需要突破哪些关键技术?

中国空间站任务分为关键技术验证、组装建造和运营三个阶段,目前正处于关键技术验证阶段。在这个阶段,将发射天和核心舱和2艘载人飞船、2艘货运飞船,在轨验证7大关键技术:空间站推进剂补加、再生生保、柔性太阳能电池翼和驱动机构、大型柔性组合体控制、组装建造、舱外操作、在轨维修,为实施空间站组装建造和长期运营任务奠定坚实基础。(参与采写:庞丹、徐鹏航)

### 4. 长寿秘方

如同汽车在使用一定年限和里程后要报废一样,空间站也没有永久寿命,只要使用,只要有人居住、工作和进行科学实验,就会有损耗。那么中国空间站的设计寿命如何,又采取了哪些措施来保证长期在轨稳定运行呢?

据航天科技集团五院空间站系统副总设计师侯青青介绍:“中国空间站设计在轨飞行10年,具备延寿到15年的能力。为了保证空间站在轨不小于15年长寿命要求,我们从设计伊始,就开展了长寿命、可靠性、维修性、安全性一体化设计。具体来讲,就是以系统和产品的长寿命和固有可靠性设计为基础,配合开展系统和产品在轨故障诊断、处置预案设计、维修性设计,以实现长寿命、可靠性的既定目标。”

空间站在太空中安家后,将面对来自宇宙的各种威胁和挑战,比如,原子氧、紫外辐照、真空、温度交变、空间碎片以及微重力等等,这些危险因素可能会造成空间站的材料性能衰退,或者诱发故障,从而制约舱外电缆、表面涂层、光学镜头等产品和设备的使用寿命。

为了最大限度地减少损坏和伤害,设计团队想方设法让空间站变得更结实、更强壮。“在天和核心舱主结构设计时,我们从抗腐蚀、抗疲劳、抗断裂三个维度进行了综合分析和评价,从材料选择、结构设计、构型、参数设计等方面进行了科学优化的设计,并从材料到构件到舱段都进行了仿真验证,以确保长寿命。”施丽铭介绍说。

为了应对空间碎片等“劲敌”的攻击,天和核心舱热控分系统针对长寿命可靠性问题,为空间站安装了两条相当于“大动脉”的管子——热管辐射器,以便减少流体管在外暴露的面积,大大降低被空间碎片击穿的风险。

新华社北京4月29日电(记者胡喆、陈凯姿、陈席元)4月29日,空间站天和核心舱发射圆满成功,中国空间站距离我们又近了一步。作为空间站的核心舱段,核心舱是空间站的主要控制节点,是未来空间站的指挥控制中心。那么中国空间站的设计寿命如何,又采取了哪些措施来保证长期在轨稳定运行呢?

中国空间站设计在轨飞行10年,具备延寿到15年的能力

如同汽车,在使用一定年限和里程后要报废一样,空间站也没有永久寿命,只要使用,只要有人居住、工作和进行科学实验,就会有损耗。

中国空间站设计在轨飞行10年,具备延寿到15年的能力。据航天科技集团五院空间站系统副总设计师侯青青介绍:“为了保证空间站在轨不小于15年长寿命要求,我们从设计伊始,就开展了长寿命、可靠性、维修性、安全性一体化设计。具体来讲,就是以系统和产品的长寿命和固有可靠性设计为基础,配合开展系统和产品在轨故障诊断、处置预案设计、维修性设计,以实现长寿命、可靠性的既定目标。”

空间站在太空中安家后,将面对来自宇宙的各种威胁和挑战,比如,原子氧、紫外辐照、真空、温度交变、空间碎片以及微重力等,这些危险因素可能会造成空间站的材料性能衰退,或者诱发故障,从而制约舱外电缆、表面涂层、光学镜头等产品和设备的使用寿命。

最大限度减少损坏和伤害

虽然中国空间站有一个结实的身板,但是再强的壮汉也免不了头疼脑热、磕磕碰碰,生病、受伤在所难免。

“影响天和核心舱舱体主结构长寿命的因素主要有疲劳损伤、意外损伤和腐蚀三种模式。”航天科技集团五院空间站系统总体主管设计师夏乔丽说。

疲劳损伤,顾名思义就是在轨后长期受到内压、温度变化以及大部件运动的作用和影响,一些应力相对集中的部位以及运动部件连接的结构处可能会出现疲劳损伤。

意外损伤则是指空间站在轨运行后,在微流星、空间碎片撞击等意外损伤的条件下,有可能会出现较大裂纹,从而引起舱体开窗、撕裂等灾难性事故。而腐蚀主要是由于密封舱内环境温度变化、湿度变化等因素,舱体主结构面临腐蚀的风险。

为了最大限度减少损坏和伤害,设计团队想方设法让空间站变得更结实、更强壮。“在天和核心舱主结构设计时,我们从抗腐蚀、抗疲劳、抗断裂三个维度进行了综合分析和评价,从材料选择、结构设计、构型、参数设计等方面进行了科学优化的设计,并从材料到构件到舱段都进行了仿真验证,以确保寿命。”航天科技集团五院空间站核心舱结构分系统主任设计师施丽铭介绍说。

此外,针对寿命问题,结构研制团队还创新设计了健康监测子系统。这个新增的子系统就像体检医生一样,能够在轨对承受的载荷以及自身的结构状态进行实时监测,也能够对空间碎片等“飞来横祸”进行监测、定位和报警,一旦发现空间碎片撞击上来,能及时迅速报警,第一时间通知地面和航天员。它还能对舱内的压力情况进行监测,根据不同压力指标进行分级报警。

巧妙应对碎片“天敌”

为了应对空间碎片等“天敌”的攻击,天和核心舱热控分系统针对长寿命可靠性问题,在之前的基础上,开展了健壮性设计,为空间站安装了两条相当于“大动脉”的管子——热管辐射器,以便减少流体管在外暴露的面积,大大降低被空间碎片击穿的风险。

航天科技集团五院空间站热控分系统主任设计师韩海鹰介绍,就像家里使用的水管子、水龙头,用上几年可能就坏了,必须及时更换、维修,否则家里容易闹“水灾”和用水危机。因此,空间站的热控分系统绝不能坏,特别是有着热控回路系统心脏之称的“回路泵”,必须是可维修的。

此外,空间站在轨长寿命的秘方还有很多,比如舱体结构密封圈、壁板、各种阀门、各种管路等,都在可靠性和长寿命方面进行了巧妙的设计。“千言万语汇成一句话,就是空间站采取了以设备长寿命设计为基础,结合可靠性设计,补充在轨维修的策略,确保长寿命。”侯青青说。(参与采写:庞丹、徐鹏航)

『在轨不小于十五年』

带你揭开中国空间站『延年益寿』的秘密