

## 上海航天技术 打造中国“太空电站”

### 将为空间站连续10年超长供电

■本报记者 史博臻

昨天,长征五号B遥二运载火箭在海南文昌航天发射场一飞冲天,直指苍穹,成功将我国空间站天和核心舱精准送入预定轨道,发射任务取得圆满成功。

据空间站副总指挥甘克力介绍,在核心舱的研制任务中,中国航天科技集团有限公司第八研究院承担了电源分系统、对接与转位机构分系统、测控通信产品、资源舱结构与总装及电缆网研制任务。其中,电源分系统作为整个核心舱任务的四大关键技术之一,充当着未来空间站“太空电站”的作用。

#### 太阳电池翼做“太空广播体操”

空间站副总设计师罗斌告诉记者,柔性太阳翼集合了大面积轻量化、重复展收高可靠、低轨10年在轨寿命、刚柔并济高承载等四大全新技术。

天和核心舱首次采用大面积可展收柔性太阳电池翼,双翼展开面积可达134平方米,这是我国首次采用柔性太阳翼作为航天器的能量来源。单翼即可为空间站提供9千瓦的电能,在满足舱内所有设备正常运转的同时,也完全可以保证航天员在空间站中的日常生活。柔性翼全部收拢后只有一本书的厚度,仅为刚性太阳翼的1/15。基板采用超薄型轻质复合材料,对用来防护空间环境的胶层涂覆厚度也进行了严格控制。

对于飞行器来说,太阳翼的成功在轨展开是任务圆满成功的重要标志。而对于核心舱来说,柔性翼能否成功展开直接关系到空间站任务的成败。

核心舱太阳翼采用了6台有源机构三维五步展开,展开过程持续40分钟。形象地说,它通过一组“太空广播体操”舒展筋骨,开启了在轨10年的运行;首先,15发火工品“热身运动”起爆,解除太阳翼与小柱段舱壁的固定,紧接着抬升机构“俯仰运动”将太阳翼从舱壁上立

起,随后,展开锁定机构“扩胸运动”将两个太阳电池阵向两侧展开,约束释放机构“转体运动”解除收藏箱的约束,最后伸展机构“伸展运动”带动太阳电池翼完全展开。每个规定动作都经过大量的地面验证试验,确保姿势标准、娴熟流畅。

核心舱作为我国寿命设计要求最长的一个飞行器,10年的在轨飞行对所有产品的长寿命提出了最高要求。为此,805所柔性太阳电池翼研制团队开展了3年多的方案论证和比较工作,并经过大量的地面模拟长寿命测试。仅张紧机构一项,就在地面完成了40万次热真空疲劳寿命试验、100万次常温常压寿命试验。

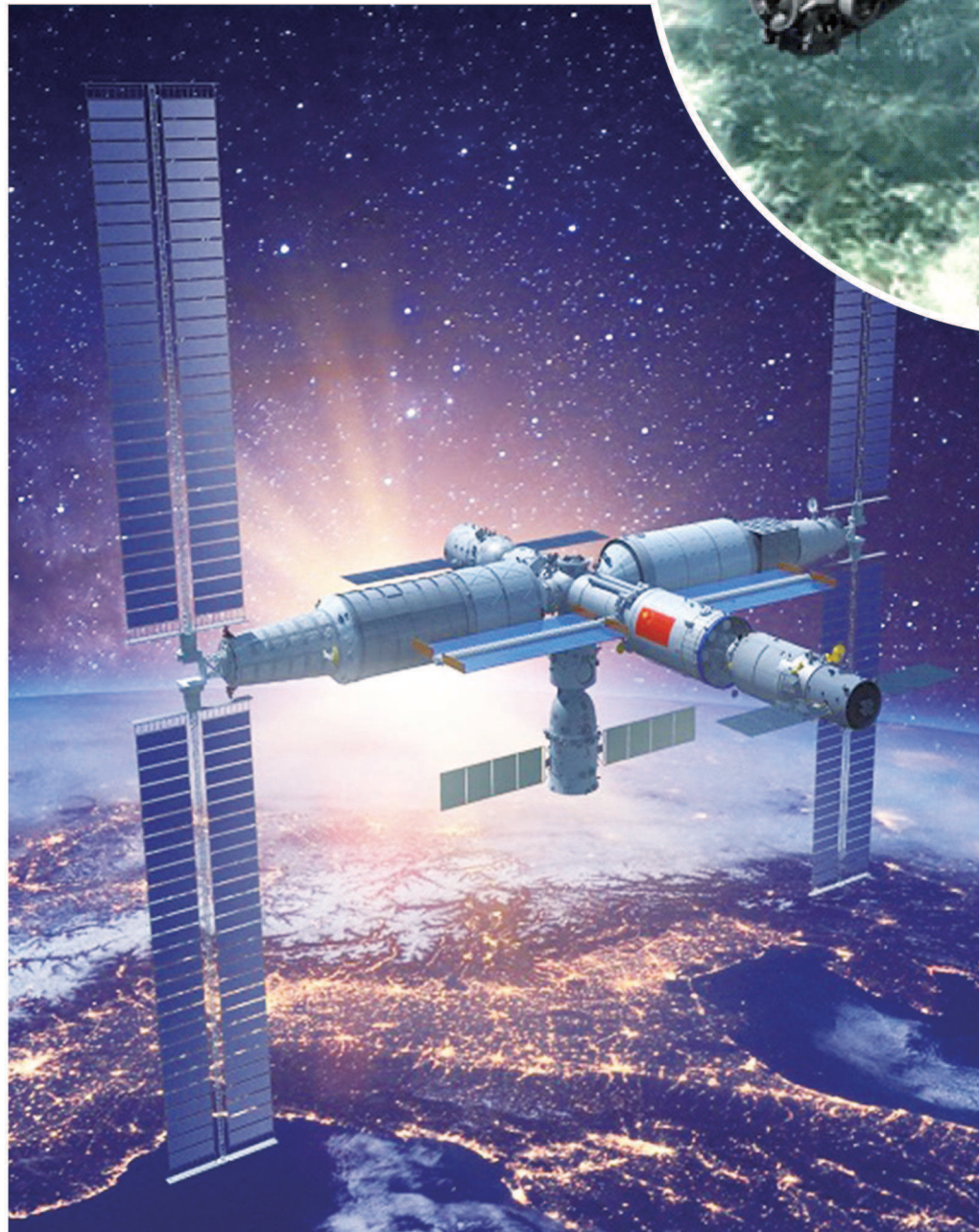
#### 神舟助推器个头大、腰围粗

长征五号B运载火箭是我国目前近地轨道运载能力最大的新一代运载火箭,具备近地轨道25吨的运载能力。本次发射是其首次应用性飞行,也是助力我国空间站在轨关键技术验证的关键之战。其中,中国航天科技集团有限公司八院承担了其4个助推器的抓总研制工作。据长征五号运载火箭副总指挥兼副总设计师鲍国苗介绍,4个助推器为长五B火箭提供了90%以上的起飞推力,并创造了多个“国内第一”。

一是国内第一个规模最大的液体助推器,不仅体现在它10层楼高的“个头”和直径3.35米的“腰围”,还体现在单个助推器推力最大,达到240吨,超过了普通中小型运载火箭的起飞推力。

二是国内第一次采用了气动外形良好的斜头锥和前捆绑主传力结构,前捆绑点大偏置集中力设计载荷高达310多吨,后捆绑点径向设计载荷高达20多吨,这对助推器的结构设计要求非常高,必须要“站得稳”“牢传力”“耐高温”。

三是国内第一次采用助推器支撑全箭竖立载荷,有效减轻了芯级重量和芯级结构的设计难度,提升了全箭运载能力。



天和核心舱和空间站在轨模拟图。

■本报记者 沈淑莎

昨天,天和核心舱成功发射升空,中国空间站在轨建造全面展开。天和核心舱外有一对大型机械臂,可在太空实现类似人类手臂的运动能力,是我国首个具有七个自由度的机械臂。这只“大力神臂”工作时最长长度可达18米左右、直径约4米,可在太空抓取物体,方便设备的对接、安装、变轨、分离等操作。

七个自由度意味着什么?负责空间机械臂核心部件研制的中国电科21所介绍,这是对人类手臂的最真实还原。天和核心舱的机械臂通过末端执行器与目标适配器之间的对接与分离,类似于木工常用的榫卯结构,可实现舱体爬行功能,在更大范围触达空间站各舱体外表面。

据了解,七个关节驱动组件及高精度位置传感器是实现机械臂运动、精确定位的执行机构。作为机械臂的核心部件,这些关节驱动组件和传感器要同时满足“小体积”与“大转矩输出”,待机械臂运行到指定位置后,可实现定位锁定功能,从而使机械臂固定在相应位置,到锁定后,由末端执行驱动组件实现目标捕获及抓取功能。为此,21所研发团队突破了空间机械臂核心部件小型化设计技术、空间电磁制动器无粉尘结构设计技术、长寿命空间运动部件润滑技术等关键技术难题,为“天和”的大力神臂提供了高可靠的核心部件。

自2009年起,中国电科21所就开始为航天配套研制载人三期天和核心舱空间机械臂空间驱动组件、高精度位置传感器等机械臂核心部件,以及空间站任务其他相关配套电机。从模样、初样、初样鉴定件、正样——产品研制经历四个阶段,贯穿整个载人航天三期任务,最终完成正样11个品种共上百台产品交付,见证了我国载人三期向空间站建设迈进的历程。

## 十年磨一剑,锻造『天和』大力神臂

## 航天员如何生活?科学实验如何开展?

### 专家详解入轨后的“天和”生活

■本报首席记者 许琦敏

昨天,天和核心舱成功发射入轨,中国空间站在轨建造大幕开启。空间站是航天员的“太空之家”,也是科学研究的“太空实验室”。未来,航天员如何在空间站生活?科学实验如何开展?相关专家对此进行了详解。

#### 航天员活动空间三倍于天宫二号

天和核心舱升空,是天宫空间站在轨建造的第一步。中国载人航天工程办公室主任助理季明介绍,空间站建造任务共规划了12次飞行任务,计划2022年前后完成。

在这一系列任务中,每次载人飞船发射前将先发射一艘货运飞船,运送航天员在轨生活物资等。每次载人飞行任务航天员乘组都是3人,在轨驻留时间为3到6个月。

空间站天和核心舱作为载人飞行器,能为航天员的工作和生活提供哪些条件?中国航天科技集团五院空间站系统副总设计师朱光辰介绍,在天和核心舱密封舱内部,具有三倍于天宫二号空间实验室的航天员活动空间,配备了3个独立卧室和1个卫生间,以保证航天员的日常生活起居。

“在核心舱的就餐区域,配有食品加热、冷藏、饮水设备,以及可收放餐桌,方便航天员就餐。在锻炼区,配有太空跑步机、太空自行车,为航天员在轨锻炼提供条件。”朱光

辰透露,为了提高航天员工作生活便利性和舒适度,舱内还采用了情景照明技术和WIFI通信技术,航天员不仅可以轻松便捷地控制照明设备开关、查询站上物资存储情况、与地面视频通话,还可通过天地通信链路和视频通话设备,实现空间站与地面的双向视频通话和收发电子邮件。

朱光辰介绍,核心舱配置了再生式生命保障系统,能够实现舱内氧气再生、二氧化碳等人体代谢产物的处理和有害气体的去除,并实现水资源的循环利用。“这些措施保障了航天员在轨长期驻留,大量减少了氧气、水等消耗品的上行携带量。”

#### 可在轨十年,预计滚动实施近千实验项目

全面完成以三舱为基本构型的空间站在轨建造,建成国家太空实验室,是空间站建造阶段的主要任务。空间站建造完成后,将进入为期10年以上的应用与发展阶段。

作为国家级太空实验室,中国空间站在

舱内、舱外部署了众多重大科学设施,同时利用微重力和辐射环境,航天员较长在轨驻留、天地往返等优势,将开启中国空间科学研究与应用的崭新时代。

由中国科学院牵头负责的空间应用系统,目前在空间站“天和”、“问天”、“梦天”三个舱段舱内共安排了13个科学实验柜,每个实验柜都是一个高功能密度的太空实验室,可支持一个或多个方向的空间科学与应用研究。

这些重大设施可支持在轨实施空间生命科学、微重力流体物理和燃烧、空间天文与天体物理等9个学科领域30余个研究主题的科学实验——空间站在轨运营10年以上时间,预计可滚动实施近千项实验项目。

此次随天和核心舱上天的空间站无容器材料实验柜,由中国科学院上海硅酸盐研究所负责研制。该所科研团队历时五年,攻克了多项关键技

术,使实验柜设计指标达到世界先进水平。

该实验柜可实现每盒29个样品的自动释放回收,能大幅度缩短宇航员操作时间,提高科学实验效率。它还采用了半导体激光器与二氧化碳激光器耦合激光加热技术,可将具有不同激光吸收波长的金属、非金属加热到3000℃以上,可满足不同材料科学实验需求。

## 以快速行动务实举措推动重大任务落实

(上接第一版)以整改促改革、促发展、促稳定,进一步发挥巡视整改对全市工作的有力推动作用。

会议指出,第十届花博会筹备进入最后冲刺阶段,要加强组织领导和部门协同,完善现场指挥体系和高效率运营体系,精益求精、扎实有序落实各项任务。抓好压力测试、场景预演和细节管控,及时发现、查漏补缺,严格疫情防控措施,牢牢守住安全底线。要放

大花博会溢出效应,助力崇明世界级生态岛建设。

会议审议通过《关于改革完善社会救助制度的实施意见》,指出要加快完善综合救助格局,构建精准救助帮扶长效机制,切实提升社会救助质效,不断增强困难群众的获得感、幸福感、安全感。

会议审议通过《关于我市加强巡视巡察上下联动的工作方案》。

会议还研究了其他事项。

#### 助力科技自立自强

(上接第一版)希望上科大坚持为党育人、为国育才,开展好党史学习教育,继续加强思政课程教学体系建设,引导学生坚定理想信念、勇担时代重任。同时,要依托中科院的雄厚实力、浦东的综合优势、张江的科创资源,推进体制机制创新,打造高水平创新平台,进一步把特色做特、优势做优、竞争力做强。

龚正强调,要聚焦国家重大需求,提升科技创新策源能力,合力攻坚一批关键核心技术。要推进产学研深度融合,促进

#### 赋能科创中心建设

更多创新成果转变为先进生产力。要继续加大市场化引才、以才引才力度,用更好的发展环境留住人才,让他们人尽其才、才尽其用。要继续加强人才培养模式创新,用好张江科学城各类创新实践资源。要探索中国特色现代大学制度,不断创新发展科研组织和管理模式。市委、市政府将一如既往地支持上科大发展,为学校凝练优势、办出特色、争创一流创造条件。

市领导还参观了上海微小卫星工程中心。副市长陈群参加调研。

## 一张牛奶盒长椅背后的“生态办博”实践

(上接第一版)去年,这一回收行动走进江苏全省13个地级市,以及济南市、杭州市等43个重点城市。“这些从全国3000个回收点收集来的牛奶盒,除了进入常规循环利用流程外,也在花博会找到了如花般怒放的生命。”

“牛奶盒长椅”有了充足的原材料后,如何一步步变成花博会上充满创意和艺术长椅?设计方华建集团现代建筑装饰环境设计研究院还原了它的“再生”过程。

原来,在包装行业,像牛奶盒这类包装有一个学名——复合纸包装,它是一种由73%的纸浆、20%的聚乙烯塑料、5%的铝以及2%的印刷油墨和涂料合成的6层复合结构。以利乐包装为例,这种无菌复合纸包装能够有效阻隔空气和光线,同时含有优质的纸质纤维和塑料。把它们碾碎挤压,可直接用来生产室内家具、室外园艺设施、工业托盘等塑木产品。负责人介绍,此次设计团队以创新工艺展现原来的利乐包装色彩与肌理,同时通过特殊工艺和反复实

验,让其呈现较高强度以耐抗不良气候等因素。“这一设计目前已申请实用新型发明专利。”

花博会期间,市民游客在环保长椅上休憩时,还可以欣赏两侧的花海,主要花卉品种有非洲凤仙、大花海棠、绣球、薰衣草等,形成一道亮丽的、春意盎然的风景区。

#### 复兴馆 用先盖一半的设计换来“永久”

除了“牛奶盒长椅”之外,本次花博会园区内还有不少生态环保元素,比如,永久性场馆复兴馆就是一个例子。大屋面、红柱子,一系列充满中国风的设计元素,成就了复兴馆的大气磅礴。建筑的性质是永久性的,但花博会会期为一个多月,如何平衡建造与利用的矛盾?

设计团队想出了一个大胆的方案,按照50年建筑寿命去设计,先盖一半,

满足展会功能之后,再进行另一半的“再设计”。在具体操作中,平面功能分布、建筑结构荷载、机电机房等设置均完全按照未来的“超级植物工厂及配套交流展示中心”设计。待展会结束后,把平面大空间进行细分,继续增加柱子和楼板,完善机电系统,这样的做法节约了大量的会后改造费用和改造时间。

#### 生态办博 从“种产品”迈向“种风景”“种幸福”

事实上,“生态办博”的理念无处不在。鸟瞰玉兰湖、梅湖,这里有着呈线性分布的岛屿群,栽种着排列整齐的水杉树。人们不知道的是,这一景象的背后是设计师心甘情愿作出的“妥协”。按照水系规划,湖区范围内原本并不存在这些岛屿。花博会的湖区均为实地开挖而成,那些老树二三十年前就矗立在东平农场的道路边了。成年之水

杉树搬迁存活率极低,一旦湖区开挖,几乎宣告了老树们的“死亡”。

经有关部门协调以及设计单位对于水面积、过流断面等方面的科学论证,最终在湖区开挖时人为保留下规整的岛屿,使得东平老树们可以与游人一起共同见证“花开中国梦”的盛会。

将来,湖区内还会有很多水杉树直接立于水中。设计师在种植范围内预留了位于常水位以下的浅岛,外围采用围堰保护防止施工期间浅岛淹水,形成类似“披萨饼”的形态,之后移植水杉幼苗,待幼苗初长成后将拆除浅岛外围围堰,浅岛淹没于水下,形成水杉直接立于水中的景观效果,设计师们将此概括为“水映芳树碧连天”。湖区内两种不同时期的水杉同时存在,对于林水复合的实践可谓入木三分。

自取得第十届中国花博会主办权以来,崇明用一幅立体的生态画卷展现出春山烂漫、夏到绿荫掩映、秋至层林尽染、冬临千里霜天的绝美画卷。面向“十四五”,崇明将努力放大花博延伸带动效应,推动花卉产业成为都市现代绿色农业新的增长点,实现由传统的“种产品”向“种风景”“种幸福”的转变。