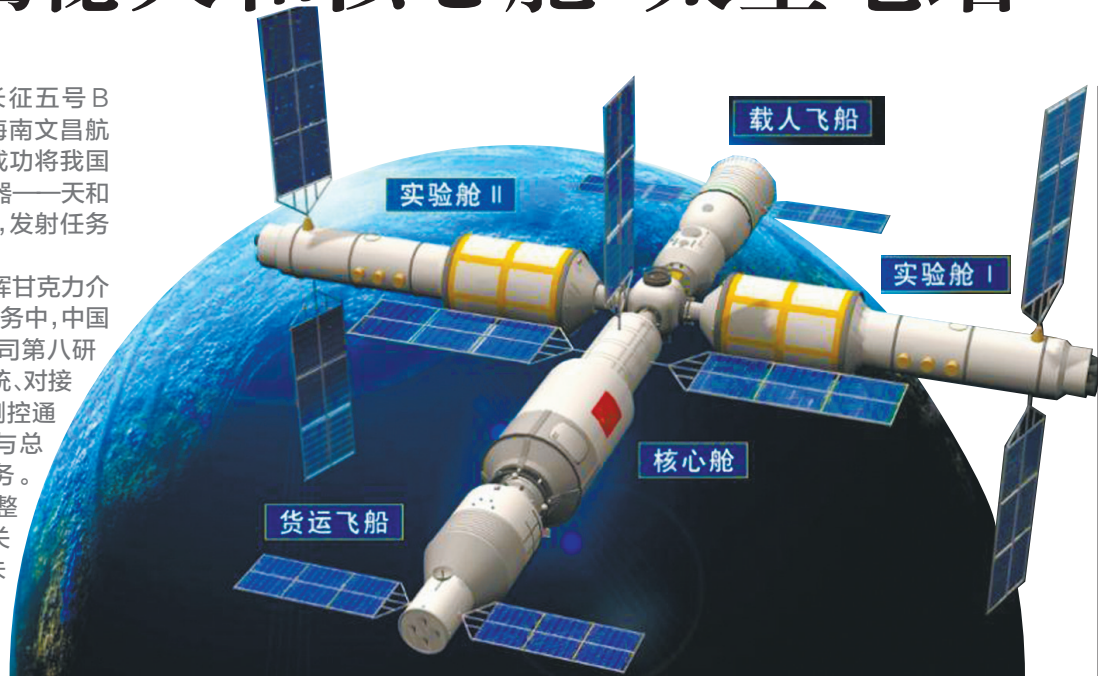


太空展双翼 供电达十年 揭秘天和核心舱“太空电站”

4月29日,长征五号B运载火箭在海南文昌航天发射场发射成功,成功将我国空间站工程首个航天器——天和核心舱送入预定轨道,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。



中国空间站构想图。

首次采用大面积可展柔性太阳能电池翼

据空间站副总设计师罗斌介绍,天和核心舱首次采用了大面积可展柔性太阳能电池翼,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。柔性太阳翼集合了大面积轻量化、重复展收高可靠、低轨10年在轨长寿命、刚柔并济高承载等四大全新技术。

与传统刚性、半刚性的太阳能电池翼相比,柔性翼体积小、展开面积大、功率重量比高,单翼即可为空间站提供9kW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。

比起传统的刚性、半刚性太阳翼,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的涂覆厚度也进行了严格控制。

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,就好像做一套“太空广播操”。

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”将两个太阳能电池阵向两侧展开,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”带动太阳能电池翼完全展开。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。

展开过程持续40分钟,数节伸展机构依次向外推出,带动太阳翼向外展开,又像是一架被缓缓拉开的手风琴,因此被形象地称为“手风琴”展开方式。

核心舱太阳能电池翼的另一个特殊功能,是其在轨可进行整翼拆卸、转移。考虑到后续空间站组建完成后,对核心舱太阳能电池翼造成的遮挡,从而影响发电,这两个太阳能电池翼可由航天员与机械臂配合,实现舱外拆卸、转移,安装于后续发射的实验舱尾部桁架上,并在轨重新组建供电通道,这又被称为“在轨能源拓展功能”。

以“锂”相助长期居住条件佳

当空间站运行到太阳无法照射的阴影区时,由锂离子蓄电池为整个舱体供电。如何确保锂电的安全性?八院811所研制人员经过长期攻关,从研制、使用、更换等多个角度,设计出了一种满足空间站运行需求的长寿命、大容量、高安全锂离子蓄电池。

据介绍,锂电最大的安全性问题是“热失控”。对此,空间站锂电在研制时采取了多种有效的手段:从源头上,采用陶瓷隔膜,提供良好的防内短路措施;在电池组内使用阻燃材料,防止高温引发燃烧;在电池组内使用卸压材料,为单体电池膨胀时提供空间;采用全密闭的锂离子蓄电池箱体式结构设计,为舱内提供安全可靠的环境。

空间站核心舱共有6组锂离子蓄电池,每组有66个单体电池。而锂电使用时的难点,在于实现对每个单体电池的过充保护。811所研制人员设计出了一套智能化的锂电管理系统,实现高精度、高可靠、高安全的锂电充电控制。

例如,国内首次采用高精度锂电集联采集系统,让采集精度更高、控制点

百万次试验确保万无一失

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。

太阳翼作为舱外产品,要面对的空间环境极其恶劣,除了需要经历88000次±100℃的高低温循环外,还要经受低轨环境中原子氧、等离子体、紫外辐射、电离辐射等多种空间环境的考验。

为了使太阳能电池翼具有良好的空间环境适应性,八院805所柔性太阳能电池翼研制团队,开展了3年多的方案论证和比较工作,集合了国内相关行业的顶级专家,

更准;国内首次使用高效率高压大功率充电模块,充电时启用三级保护机制,在任意情况下保证用电安全;同时,在充电过程中实施温度监测,当充电温度高于设定安全温度值时,立即停止该机组蓄电池充电。

空间站在长达10多年的在轨运行过程中,航天员需定期对锂电进行在轨更换。如何在不影响空间站的正常供电情况下,确保航天员的操作安全呢?

研制人员为锂电更换操作上了“双保险”。核心舱有两个功率通道,当其中一个通道需要更换电池时,由另一个通道作为主力供电。且每个功率通道采用“2+1”机组工作模式,任意一个机组中的电池需要更换时,将本机组断电,剩余两个机组可以保证本通道正常供电。

此外,航天员在更换锂电的时候,高压电池组带来了安全隐患。为此,研制人员在锂离子蓄电池模块中,安装了两个并联的分段开关。通过将电池组的电压降低到人体的安全电压范围,满足人体的36伏安全电压要求,保护了航天员开展在轨维修时的人身安全。

总结出5项影响太阳翼长寿命的关键攻关项目,并经过大量的地面模拟长寿命测试。

比如,太阳翼上的张紧机构,是一套恒力弹簧绳索系统,通过它的不断伸缩,才能保证太阳翼在高低温环境下的足够刚度以及姿态控制。张紧机构的寿命试验要求是88000次,但为了确保它在10年的在轨工况中“张弛有度,收放自如”且“万无一失”,团队历经多年攻关,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,充分验证了产品的高可靠、长寿命。据新华社



空间站核心舱实物(工艺验证舱)。

长征五号B运载火箭：创造多个第一的『大力士』

2021年4月29日,长征五号B遥二运载火箭在海南文昌航天发射场,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。

这是长征五号B首次应用性飞行。其中,位于上海的中国航天科技集团八院805所抓总研制了4个3.35米助推器。

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“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80多吨,这对助推器的结构设计要求非常高,必须要“站得稳”“传力强”“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。

为空间站任务“应运而生”的长征五号B运载火箭,担负着发射空间站舱段的重要使命。八院805所长五B团队秉持高标准严要求,在发射场期间展开了与载人航天要求的深度对标,确保此次任务万无一失。

围绕型号提出的“7+7”质量工作要求,团队聚焦“7个重点”与“7个再确认”,对各系统进行全面质量复查,确保火箭技术状态正确、风险识别到位、产品质量可靠。秉持“四总结”,即对当天工作的完成情况进行“每日总结”、在重要工作结束后进行“重点总结”、在阶段性工作完成后对阶段性工作进行“阶段总结”、在试验任务结束后进行“任务总结”。据新华社