



在广东珠海举办的第十三届中国国际航空航天博览会上,中国空间站天和核心舱揭开神秘面纱,首次公开亮相。图为展出的空间站核心舱实物(工艺验证舱)。新华社记者 梁旭摄

规模适度,不贪大求全

我国打造“经济适用型”太空“别墅”

◎本报记者 张晔

茫茫深空中,中国终于要有一个属于自己的宇宙家园了。4月29日,我国在海南文昌用长征五号B遥二运载火箭成功将空间站天和核心舱送入预定轨道,空间站在轨组装建造全面展开。中国也成为全球第三个独立建造空间站的国家。

在天和核心舱发射升空之后,据中国载人

航天工程办公室消息,经监测分析,5月9日10时24分,长征五号B遥二运载火箭末级残骸已再入大气层,落区位于东经72.47度,北纬2.65度周边海域,绝大部分器件在再入大气层过程中烧蚀销毁。

除了运载火箭外,我国为了组建自己的空间站还进行过哪些准备?中国的空间站又有哪些特色?为此,科技日报记者专访了全国空间探测技术首席科学传播专家庞之浩。

组建之前进行了多项“热身”

中国空间站的建造举世瞩目,但其实在开启组建工作前,我国就已经完成了许多“热身动作”。首先,就是完成载人天地往返运输系统的研制与发射。“就像我们的科研大楼一样,空间站具有体积小、功能强、载人多、性能优等诸多特点,但它自身不能进行天地往返。”庞之浩表示,因此,在建造空间站之前,首先需要完成载人天地往返运输系统的研制。通过我国第一艘载人航天飞船——神舟五号,以及神舟六号的研制与发射,我国成功掌握了载人天地往返运输技术。

其次,是突破了太空行走以及交会对接技术。2008年9月27日,神舟七号航天员翟志刚成功完成了我国历史上第一次太空行走,标志着中国成为世界上第三个独立掌握空间出舱技术的国家。庞之浩表示,太空行走技术的突破,为我国建造空间站所需的出舱、组装、维修等任务奠定了基础。

空间交会对接是指两个或两个以上的航天器在太空轨道上按预定位置和时间相会后用机械结构连成一个整体。它有四大用途:一是为长期运行的空间设施提供人员和物资运输服务;二是使两个航天器在太空相互支持;三是在轨组装大型航天器结构;四是进行航天器重组以实现系统优化。我国通过先发射天宫一号,然后陆续发射神舟八号、神舟九号以及神舟十号飞船与之分别对

接,逐步掌握了自动交会对接和手动交会对接技术,这个技术是实现空间站正常运行的先决条件,“因为如果我们的空间站上去了,无论送人还是送货,都需要通过飞船与空间站交会对接来完成。”庞之浩补充道,我们也是世界上第三个独立掌握交会对接技术的国家。

此外,我国还研制了天宫二号。天宫二号原本是天宫一号的“备胎”,它与天宫一号在结构、尺寸、重量、寿命上几乎一样。但是,天宫二号的“内心”与天宫一号有着很大的不同——它可以进行航天器的中期驻留,进行大量的科学实验和技术试验等,包括在轨加注燃料。因此,天宫二号承担着验证空间站相关技术的重要使命,是中国第一个真正意义上的太空实验室。

不过,空间站不可能靠载人飞船运送货物,因为在满载3人的时候,载人飞船每次只能运送300公斤的货物,所以必须依靠真正的货运飞船。为此,我们建造了天舟一号货运飞船,它是目前世界现役货运飞船中运货能力最强的飞船,其总重量为13.5吨,每次能运送6.5吨的货物,因此,“天舟”的载货比为48%,高居世界首位。

“我们载人航天领域有句话,叫‘造船是为了建站,建站是为了应用’。”庞之浩说,空间站建好后,将会开始大规模的应用实验,包括航天医学实验、空间科学研究与应用、航天技术试验等。

在第三代空间站基础上“别出心裁”

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础,在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。目前空间站的构型主要分为第三代和第四代,中国空间站属于哪一代呢?

“第三代空间站采用积木式构型,它是由一个舱段、一个舱段在太空对接而成,也叫组合式

空间站。”庞之浩介绍道。苏联/俄罗斯建造、发射了世界第一座积木式空间站和平号,其大大增加了航天员的活动空间和空间站的寿命,使舱内航天员不仅能够长时间生活、工作,而且可以开展多种实验。

国际空间站为第四代空间站,采用桁架挂舱式构型,以上百米的组装式桁架为基础结构,然

揭开中国空间站“延年益寿”的秘密

◎新华社记者 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?

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永青介绍:“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、紫外辐射、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,可能会出现较大裂纹,从而引起舱体开漏、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颖介绍说。

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,一旦发现有空间碎片撞击上来,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

配置相同的大型空间机械臂等,所以使用效益比较高。

据权威专家介绍,我国空间站从建造成本和实际效益的角度综合分析,是符合中国国情和实际需要的理性选择,既不贪大求全,又规模适度。中国空间站载荷支持效率高,可提供多种标准接口,有望取得较高的工程应用效益。

另外,在发射了3个舱后,我国还将发射与“天宫”空间站共轨飞行的“巡天”光学舱,这台望远镜的分辨率与美国哈勃太空望远镜相当,但视场角是后者的200多倍。“巡天”光学舱在需要时可与“天宫”空间站主体对接,开展推进剂补加、设备维护和载荷设备升级等活动。

我国空间站也可以根据需要进一步扩展,由T字构型扩展成干字构型。

各国掀起空间站建造热潮

探月热的余温还未散去,中国空间站的建造似乎又开启了全球空间站的建造热潮。今年,俄罗斯又有一个空间站的核心舱段将要发射——其26年前就开始打造的“科学号”多功能核心实验舱。据俄媒体报道,“科学号”多功能核心实验舱计划于7月15日在位于哈萨克斯坦的拜科努尔航天发射中心发射升空。

庞之浩表示,俄罗斯已决定在2024年国际空间站合约到期后退出国际空间站,并计划在未来以“科学号”为核心建造自己的空间站或与中国合作。

美国则是想要与其他国家在月球轨道上建造空间站。“建造月球轨道空间站也算是一个创新,航天员可以先飞到月球轨道空间站,在空间站进行生活、工作。需要登月的话,就坐飞船降落到月球表面,完成研究任务后,再飞回月球轨道空间站。”庞之浩说,除此之外,未来航天员也可以从月球轨道空间站飞到附近的小行星,甚至是火星进行探测。

激烈的空间站“竞赛”,各国各显其能。其实,我们这些看“热闹”的吃瓜群众,也有可能享受到空间站建造所带来的福利。庞之浩表示,未来的空间站内或将建造纯商业化的“太空旅馆”,有两

种不同的打造方式。一种是与空间站构造基本一致,但是没有其他科研设备,内部按照旅游酒店的方式进行装修,游客可以在其中进行天文观测和对地观测,“近水楼台”享受星空和失重的感觉等。

还有一种是充气式太空旅馆,即先把充气舱送到运行轨道上,再以充气的方式使其体积扩大至原体积的4倍。与传统太空舱相比,充气式太空旅馆将由若干个可充气的软壳太空舱组装而成,这种太空舱有3个优势:一是发射成本较低;二是居住空间宽大;三是采用新的多层结构外壳设计和使用新材料,充气的软壳表面有一定弹性,比起传统铝材材料的航天器外壳,能为居住者提供更好的空间防护,可以抵御太空垃圾、宇宙粒子等的撞击,并为其内核提供保护。

从载人天地运载系统,到太空行走、交会对接、货运飞船,再到空间站自主建造,产品全部国产化、关键核心元器件自主可控,我国载人航天事业不断创造历史。天和核心舱的发射成功仅仅是中国空间站任务迈出的第一步,探索浩瀚太空永无止境,未来每个人的太空梦,或许就从这第一步开始,逐渐走进现实。

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,以便减少流经管在外暴露的面积,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。”侯永青说。

行星早期氧气或来自水分子光解

科技日报讯(记者郝晓明)氧气是生命起源和进化的重要条件,天文学家已在地球等少数行星的大气中观测到氧气,但对于这些氧气的来源,业界的争议很大。记者从中国科学院大连化学物理研究所获悉,该所杨学明院士、袁开军研究员团队,与南京大学教授谢代前合作,发现水分子在极紫外波段光照下能够三体解离产生氧原子,两个氧原子结合生成氧分子,为行星早期大气中氧气的起源提供了新思路。相关研究结果发表在《自然·通讯》杂志上。

此前有观点认为,氧气主要是由二氧化碳光化学产生的,即二氧化碳光解产生一氧化碳和氧原子,两个氧原子复合产生氧气。最近的天文观测发现,彗星67P大气层中存在大量氧气和水,两者的浓度具有较强的相关性。研究界认为,彗星中氧气的形成可能与水相关,但相关的机制并不清楚。袁开军团队利用大连相干光源,系统研究了水分子光化学的过程。研究团队将解离波长缩短至90—110纳米,照射水分子,发现其发生三体解离,产生一个氧原子和两个氢原子。团队成员猜想,两个氧原子复合产生氧气有可能是这些环境中氧气的重要来源。结合早期太阳光的辐射强度和光吸收光谱分析,发现水分子光解产生氧原子的概率约为20%。

袁开军表示,水在宇宙星云、彗星大气以及地球早期大气层中大量存在,水分子三体解离过程直接将氧气和水关联起来,对寻找生命星球具有重要意义。

瞄准“南极—艾特肯”盆地 嫦娥六号为建月球科研站探路

◎本报记者 金凤 张晔

从远古时便对“广寒宫”充满无限想象的中国人,正一步步揭开月球的更多奥秘。在2021年中国航天大会主论坛上,国家航天局探月与航天工程中心、探月工程三期总设计师胡浩透露,嫦娥六号任务拟瞄准2024年前后,以着陆月球背面“南极—艾特肯”盆地内开展采样返回和探测为目标,开展后续详细论证工作,“月球是地球唯一的天然卫星,可以作为人类进入深空前哨站或者试验场”。

自2004年中国正式开展月球探测工程以来,“嫦娥”系列探测器寻梦太空。随着2020年嫦娥五号将月球的特产“月壤”成功带回,中国探月工程圆满完成“绕、落、回”三步走战略。

嫦娥五号成功完成使命,也给它的后继者们铺平了道路。胡浩介绍,嫦娥六号探测器是嫦娥五号的备份,已经于2017年完成了主要产品的研制。2019年4月18日,国家航天局对外发布了“嫦娥六号任务国际载荷搭载合作机遇公告”,以“坚持创新、天地统筹、科学可行、成果可见”为原则,经分析筛选将法国氦气探测器、俄罗斯和中国联合申请的月表水冰赋存研究装置、瑞典的月表负离子探测器以及意大利的激光测距反射仪等4个载荷列为初选项目。

“通过嫦娥六号、七号、八号任务,开展月球相关资源勘察、科学研究和科研技术验证,将促进月球科研站基本型建设。”胡浩介绍,目前国家航天局正在倡议建设国际月球科研站,推动更大范围、更宽领域、更深层次的国际合作,打造解决空间科学问题、有效利用月球资源、发展地月经济圈的基础设施和共享平台。

作为地球唯一的天然卫星,科学家对后续的月球探测充满期待。“如果能在月球上布设一些探测器,就可以长期、稳定、大尺度、实时监测地球。月球还有很多资源,例如太阳能、氦-3、钛铁矿、水,很可能会成为地球资源的后备库。”胡浩说。

在他看来,月球也是人类迈向深空的支撑点和深空探测技术的演练场。“随着科技的发展和人类活动的加剧,想在地球上找一片净土进行天文观测,除了南极,选择不多。在地球观测外太空,难度较大,但月球没有大气,特别是背对地球的一面,是观测外太空的理想位置。这有可能让我们花较小的代价获得较多成果。”胡浩说,科学家也在展望未来,希望能在月球表面建立外太空观测站、实验室、物资转运站、人类活动基地等。当然,这些还需要科研论证和科学技术的支撑。



视觉中国供图