

“天舟”七上云霄护卫“天宫”

2024年1月17日22时27分,我国用长征七号遥八中型运载火箭成功发射了天舟七号货运飞船。这是2024年载人航天工程的第一次发射任务,也拉开了中国载人航天工程今年4次飞行任务的序幕。1月18日1时46分,天舟七号货运飞船成功对接于空间站“天和”核心舱后向端口,神舟十七号航天员乘组也顺利收到了龙年春节的“年货”。

从天舟一号试验之旅至今,已是7年光阴,“天舟”系列货运飞船化身勤劳的“太空快递员”,承担着为航天员运送太空驻留物资,护卫“天宫”的任务。今天,我们就来说说在探索宇宙的道路上,“天舟”为中国空间站的建造发展、航天员的太空科研工作所作出的重要贡献,以及未来在货运飞船领域还有哪些奋斗目标。

一流的“太空快递”

由于我国正在运行的空间站“天宫”要长期载3人在轨生活和工作,而“神舟”载人飞船每次满载3人上天时只能携带300千克货物,所以,我国研制和发射了每次能为空间站运送7吨左右物资的“天舟”系列货运飞船。

2017年4月20日,我国首艘货运飞船天舟一号升空,与天宫二号空间实验室进行交会对接,并开展了在轨加注等多项试验。从2021年至今年初,我国陆续发射了天舟二号至天舟七号货运飞船与空间站核心舱对接,为后续进入太空的神舟十二号至神舟十八号乘组送去了大量所需物资。

由航天五院抓总研制的“天舟”系列货运飞船包括结构与机构分系统、制导导航与控制分系统、测控与通信分系统和电源分系统等13个分系统。其研制充分借鉴了“天宫”空间实验室平台和“神舟”载人飞船的一些技术,并针对货运的特色和留轨任务需求等进行了一些创新设计。

“天舟”系列货运飞船由货物舱和推进舱组成。其中,货物舱共有40个左右装货包的格子,纵向分为4个象限,横向分为ABCD4层。每个货包按坐标编号查找,外包装上有二维码,扫描即可获得货物的产品信息。为了方便航天员快速查找,还设计了不同的色标来区别各大系统的上行货物。例如,食品货包的色标是绿色,空间站环控设备货包的色标是深蓝色,乘员装备货包的色标是浅蓝色,实验用品用具货包的色标是紫色等。而新鲜果蔬使用的是一种特殊材质的蓝色包装箱,箱子上有呼吸孔为果蔬保鲜,以尽可能地让航天员品尝到美味。

“天舟”系列货运飞船运送的物资中有许多精密的仪器设备和航天员用品,为避免在发射过程中因受力出现磕碰,物品采用了“软包装”。研制团队针对货物装载需求,研发了适合太空旅行的特种聚酰胺纤维布。这是一种从螃蟹、虾的甲壳中提取出抗菌成分,再利用特殊纤维纺织工艺生产出的布料,具有抗菌、防腐、阻燃、低挥发等优点,以及很好的承载能力。为了装载效率更高,航天工程师还根据货包的圆形舱体结构设计出了26种不同尺寸、不同形状(包括梯形、楔形等)的货包,每个货包都会被类似飞机座椅的安全锁扣固定,航天员单手就可以取下。

推进舱负责为货运飞船提供电力能源、推进控制动力并装载推进剂。每艘飞船的供电能力不小于2700瓦,可停靠空间站1年左右。为了满足空间站的需求,“天舟”系列货运飞船有标准型(推进舱有8个贮箱)和改进型(推进舱有4个贮箱)两种技术状态,可以根据空间站补加推进剂上行的需求选用。天舟一号至天舟五号是标准型货运飞船,上行货物运输能力为6.9吨;2023年发射的天舟六号和今年发射的天舟七号都是改进型货运飞船,上行货物运输能力为7.4吨,其货物运载能力是全世界现役货运飞船中最大的。

货运效率世界第一

“天舟”系列货运飞船在最大装载状态下重量达13.5吨,载货比(所载货物重量与货运飞船总重量之比)高达51%或53%,货运效率位居世界第一。因此,“天舟”是全球现役货物运输能力最大、货运效率最高、在轨支持能力最强的货运飞船。

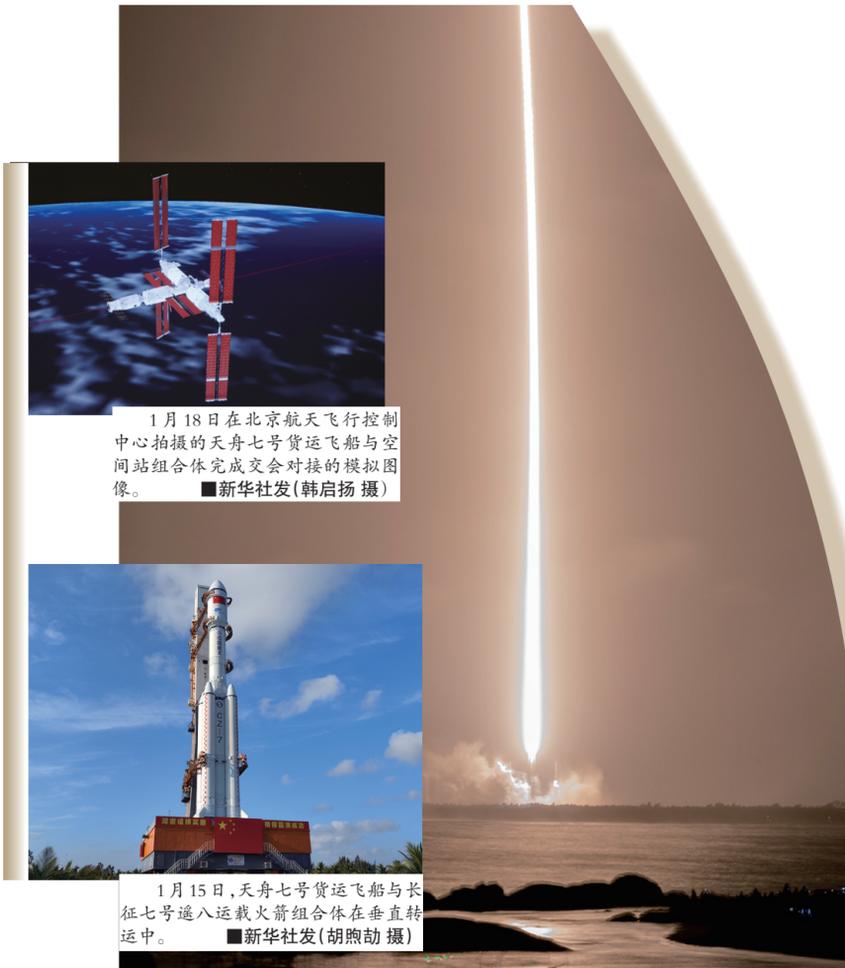
目前,我国把货运飞船发射频次由2021年、2022年的2年4发降低至2年3发,每次上行货物及载荷保障的周期为9个月左右,从而明显提高了空间站工程综合效益。比如,此次发射的天舟七号货运飞船进行一次物资补给,就可以支持神舟十七号、十八号两个航天员乘组在轨执行任务。当然,这也与我国空间站采用再生式生命保障系统有关。现在我国空间站氧气的再生能力已达到100%,水的再生能力达到95%,这种补给效率能让上行载荷的重量大大降低。

天舟七号是我国第7艘货运飞船,也是“天舟”系列货运飞船与长征七号运载火箭组成的空间站货物运输系统的第6次应用飞行,为确保任务圆满成功,技术团队在保持技术状态稳定的基础上,对其进行了优化改进。它携带的货物多达263件,运输物资总重约5.6吨,具有装载货物种类多、大型货物多等特点。

在大型货物中,每件试验载荷定制货包的重量都在100千克以上,将应用于空间站在轨运营、科学试验等方面,所搭载的多个科学载荷对后续空间探测也具有重要意义。科学实验载荷中有一种叫厌氧古菌,是地球上最古老的生命形式之一,将用于验证它在模拟火星环境中及宇宙辐射极端环境下能否生存,帮助人类探究是否存在外星生命这一重大谜题。此外,飞船还为航天员乘组运送了2400千克生活物资,包括龙年春节“年货”、新鲜果蔬大礼包等,仅新鲜水果就有将近90公斤,供航天员在太空中“畅吃”。

这次太空飞行,天舟七号上来了“一位新成员”——可在轨独立更换熔断器的新型供电插座。虽然它只有10厘米见方,但具备快速拆装、插槽就位等多项在轨维修功能,对航天员在空间站的在轨用电大有帮助。

另外,本次任务中空间站应用系统共计上行产品61件,用于开展空间生命科学、空间材料科学、微重力流体物理与燃烧科学等33项科学实验,其中包括空间暴露环境下生命分子的光化学行为研究、极端环境微生物对空间暴露环境的耐受性及其机制研究、微重力半导体纳米材料火焰合成机制研究等科学实验。



1月18日在北京航天飞行控制中心拍摄的天舟七号货运飞船与空间站组合体完成交会对接的模拟图像。 ■新华社发(韩启扬摄)

1月15日,天舟七号货运飞船与长征七号遥八运载火箭组合体在垂直转运中。 ■新华社发(胡煦摄)

1月17日22时27分,搭载天舟七号货运飞船的长征七号遥八运载火箭,在我国文昌航天发射场点火发射。约10分钟后,飞船与火箭成功分离并进入预定轨道,之后飞船太阳能帆板顺利展开,发射取得圆满成功。 ■新华社记者张丽云摄

3小时对接有望成常规方案

此次,天舟七号货运飞船与空间站的3小时对接方案,也是航天爱好者热议的话题之一。

天舟七号货运飞船入轨后,首次采用了3小时快速交会对接方案,对接于空间站核心舱后向端口,形成组合体。相比常规6.5小时快速交会对接,3小时快速交会进一步压缩了对接时间,将“快递”提升为“速递”,自主灵活性更高,适应范围更广,对地面系统、火箭系统的依赖也更小。

据航天五院502所专家介绍,我国在交会对接方面先后在轨验证和实施了2天、6.5小时、2小时和3小时等交会对接方案。其中,除了2小时方案是我国技术人员在当前技术条件下探索的一种极限可能性之外,其他几种方案都是在技术发展不同时期务实选择的最优方案。

相较于6.5小时方案,3小时方案飞行时间短,可以减少航天员的飞行压力,减少对电池燃料等的需要,提升了任务整体应对故障的能力;相较于2小时方案,3小时方案飞行时间虽然稍长,节奏稍缓,但减轻了飞控团队的压力。例如,天舟五号货运飞船采用的2小时方案虽然是目前最短的交会对接时长,但该方案对各方面保障条件要求较高。而3小时方案能够减轻各系统在执行任务过程中的压力,它综合考虑了运载火箭系统、空间站系统等多方要求,系统性减轻了运载火箭入轨高精度的压力,同时也削减了货运飞船自身的推进剂消耗。

此次,天舟七号货运飞船成功“解锁”3小时交会对接方案是随着技术的成熟、经验的积累,技术人员为下一阶段交会对接任务实施创新探索的最优解。3小时方案是2小时方案中“快”和6.5小时方案中“可靠”的结合体。该方案有望代替6.5小时方案成为新的交会对接基本模式。实际上,这也从一个侧面反映出我国航天技术正在逐步成熟,技术人员可在更短的时间内完成飞船和空间站相对位置的调整,使天舟七号货运飞船与空间站的远距离导引段缩短一个圈次,时长相应缩减1.5小时,在近距离导引段,飞行流程则缩短了约2个小时。飞船飞行轨迹的调整,使得3小时方案比2小时方案抵御或克服不利条件的能力更强。

未来,我国还将研制可以运回物品的货运飞船,能重复使用的货运飞船及小型商用货运飞船。例如,我国紫微宇通科技有限公司已于2023年12月发射了试验小型商用货运飞船平台技术的A10系列微型货运飞船;中科宇航公司的力箭二号火箭也将发射中国科学院微小卫星创新研究院研制的低成本货运飞船产品。由此可见,面向中国空间站低成本货物运输系统“高承载、高效率、低成本”的三大核心需求,民营商业航天公司参与研制及发射任务,将对进一步降低空间站上行货物运输成本,增强上行货物运输灵活性,提升我国航天领域的创新活力和市场竞争力发挥重要作用。

延伸阅读

货运飞船为何受青睐

货运飞船是空间站的在地后勤保障系统,其主要任务有5项:一是为空间站补给推进剂、氧气等物资,以及运送空间站需要维修和更换的设备,延长空间站的在轨飞行寿命;二是为空间站上的航天员运送工作和生活用品,保障空间站航天员在轨中长期驻留和工作;三是为空间站运送科学实验设备和用品,支持和保障空间站具备开展较大规模空间科学实验与应用的条件;四是支持开展适应货运飞船能力的空间应用和技术试验;五是配合空间站进行组合体轨道和姿态控制,提升空间站的轨道高度,带回空间站上的废弃物受控陨落于预定区域大气层烧毁。

因此,货运飞船一直被视为空间站运行过程中的重要补给线。苏联、欧洲、日本、美国和中国先后研制了“进步”“自动转移飞行器”“H-2转移飞行器”“载货龙”“天鹄座”和“天舟”等货运飞船,至今,全世界已发射200多艘货运飞船。

最早的货运飞船是从载人飞船演变而来的。在20世纪70年代,随着苏联空间站的不断发展,对运货量的要求也日益增加,于是苏联航天专家把“联盟”载人飞船改装成无人货运飞船。实践证明,这种人货分开的运输方式,既能增加货物的运货量,又能降低成本,还更安全。苏联改装后的货运飞船称为“进步”,每次飞行可为空间站送去2吨多的物资。

欧洲的货运飞船叫做“自动转移飞行器”,形状像个圆筒,运货能力为7吨;日本的货运飞船名为“H-2转移飞行器”,运货能力为6吨,这两种货运飞船均已退役。目前,美国有两种商用货运飞船:美国太空探索技术公司研制的“载货龙”飞船和美国轨道科学公司研制的“天鹄座”飞船。其中,“载货龙”是世界上唯一可以运回物品的货运飞船,因为该飞船带有热防护罩,能在返回时耐受极高温安全降落,而其他飞船不具有热防护罩,再入地球大气层时会被烧毁。第一代“载货龙”采用机械臂辅助对接方式,运货能力最大为3吨多,返回载荷能力最大为2吨多,目前使用的第二代“载货龙”运货能力增至6吨,并改用了自动对接方式。

“天舟”系列 货运飞船发射记录

2017年4月20日
天舟一号成功发射

2021年5月29日
天舟二号成功发射

2021年9月20日
天舟三号成功发射

2022年5月10日
天舟四号成功发射

2022年11月12日
天舟五号成功发射

2023年5月10日
天舟六号成功发射

2024年1月17日
天舟七号成功发射

(据《北京日报》)

科技与新知

氪原子首次捕获并形成一维气体 有助理解原子和分子行为

英国诺丁汉大学科研团队首次将惰性气体氪(Kr)的原子一个一个地捕获到碳纳米管中,形成一种一维气体,并用先进的透射电子显微镜拍摄了Kr原子在“纳米试管”(直径约为人头发宽度的50万分之一)容器中挨个连接在一起的状态。这是化学和物理领域的一项重大进展,有助科学家更好地理解原子和分子的行为。相关研究发表在22日的《美国化学学会》杂志上。

原子是宇宙的基本单位。原子的运动对温度、压力、流体流动和化学反应等基本现象有重大影响。传统的光谱学方法可分析大原子团的运动,然后使用平均数据来解释原子尺度上的现象。然而,这些方法并不能显示单个原子在特定时间点的行为。

原子非常小,从0.1纳米到0.4纳米不等,而且它们可在气相中以大约400米/秒的极高速度移动,与音速相当。这使得对原子的直接成像变得非常困难,而实时创建原子的连续视频仍是最重大的科学挑战之一。

碳纳米管使科学家能捕获原子,并在单原子水平上实时、准确地定位和研究它们。在本实验中,研究人员成功地捕获了惰性气体Kr的原子。由于Kr具有较高的原子序数,因此它比较轻的元素更容易观察到。这使研究人员能够像移动点一样追踪Kr原子的位置。

研究人员利用巴克明斯特富勒烯(由60个碳原子组成的足球状分子),将单个Kr原子输送到纳米管中。团队直接观察到,离开富勒烯管的Kr原子形成一维气体。一旦脱离载体分子,由于空间极其狭窄,Kr原子只能沿着纳米管通道在一维空间中移动。一排受到约束的Kr原子无法穿越彼此而被迫减速,就像交通拥堵中的车辆一样。

研究人员称,这是第一次直接对惰性气体原子链进行成像,从而创造了固体材料中的一维气体。这种强关联的原子系统可能会表现出极不寻常的热导和声散性质。

如何观察一个微小的、时刻高速运动的原子的状态?科研人员想出了一种方法:抓住它。科研团队将氪原子捕获到碳纳米管中,在这个狭小空间内,原子没有办法施展它“移形换影”的本事,只能乖乖沿着管道移动。于是,原子们都慢了下来,排成一排。“拥堵”在碳纳米管中的氪原子形成了一种一维气体,让科研人员能够观察单个原子的行动。而且,这种固体材料中的一维气体,或许还具备一些非同寻常的物理特性,能为新材料的研发提供灵感。

(据《科技日报》)

首个草鱼肠道微生物 基因目录建成



图片来源:IC photo

中国农业科学院饲料研究所水产微生物与饲料创新团队构建了首个草鱼肠道微生物基因目录,并解析了草鱼肠道微生物组的主要互作模式和功能特征,为鱼类肠道菌群调控奠定了理论基础。近日,相关研究成果发表于《微生物组》。

共生微生物可调节养殖鱼类的生长和健康性状,但目前我们对鱼类肠道微生物基因组的了解较少。该研究利用宏基因组学技术,构建了草鱼肠道微生物的非冗余基因目录,包括57.6万个基因,并对基因目录进行了系统的分类和功能注释。

研究发现,草鱼肠道微生物存在两个功能群,二者在生态学上表现为互斥模式,并在与宿主互作方面存在显著差异。进一步研究发现,两个功能群在碳水化合物利用、毒力因子和抗生素耐药性基因方面均表现出显著的遗传能力差异。

研究发现,两个功能群的比值能够有效反映出不同饮食下草鱼肠道微生物群的结构及功能特征,该比值可作为评估鱼类肠道菌群稳态的指标。该研究丰富了鱼类肠道微生物的基因目录资源,揭示了鱼类肠道菌群主要门类的功能特征,并提出了肠道菌群调控的潜在靶标。

(据《中国科学报》)

新研究:血液检测 有助确诊阿尔茨海默病

新华社电(记者郭爽)由瑞典和英国等多国研究人员组成的团队日前在《美国医学会杂志·神经病学卷》月刊上发表研究文章说,一种被称为p-tau217免疫测定法的血液检测方法有助确诊阿尔茨海默病。

阿尔茨海默病是最常见的痴呆症类型,通常需借助腰椎穿刺或正电子发射断层扫描等检查确诊,而类似检查可能存在有创伤、成本高、预约等待时间长等问题。

p-tau217免疫测定法是一种新型的阿尔茨海默病血液检测法,为探究该方法的实用性,研究人员对786名有和没有认知障碍的受试者进行多种方式的检测,结果发现,p-tau217免疫测定法能够“高度准确”地识别出相关异常状态,与使用腰椎穿刺获取脑脊液检测的准确性相当。

英国阿尔茨海默病协会研究与创新副主任理查德·奥克利说,提高阿尔茨海默病的诊断水平非常重要,这项研究是“朝着正确方向迈出的可喜一步”。