



太空再舞“华尔兹”，中国空间站迎第二名“送货员”

开箱！来看天舟三号都带了啥上天

9月20日15时10分，天舟三号货运飞船在海南文昌航天发射场成功发射。入轨后顺利完成入轨状态设置，于当日22时08分，采用自主快速交会对接模式成功对接于空间站天和核心舱后向端口。整个过程历时约6.5小时。太空再舞“华尔兹”。

天舟三号货运飞船由中国航天科技集团五院抓总研制。在合家团圆的中秋佳节来临之际，为坚守太空岗位的天和、天舟二号两位好“兄弟”，送上了来自地面的中秋问候和“惊喜大礼”。

“大礼包”里有啥？如何“打包”？

货运飞船主要任务是为空间站运输、存贮货物，运输、补加推进剂，并将废弃物收集、存放，带回大气层销毁，天舟三号此行也不例外。

天舟三号任务是空间站关键技术验证及建造阶段的第二次货物运输应用性飞行，货运飞船为满载状态，运载了可支持3名航天员6个月的在轨驻留物资、空间站备份设备、空间科学载荷等货物。此外，天舟三号还携带了补加推进剂等上行物资，在停靠期间还具备并网供电能力，可以为空间站提供供电支持。

“天舟三号携带的货物主要包括航天员生活物资、航天饮水、气体补给、卫生用品、应急储备物资、出舱消耗品、维修备件和实验载荷等，与天舟二号基本一致。”航天科技集团五院天舟三号货运飞船总指挥冯永介绍说。

值得一提的是，天舟三号随身携带的大多数货物都是用标准化、型谱化的货包装载的。这些货包不仅具有良好的力学承载性能，还有抗菌、防霉、阻碍燃烧、无有害气体挥发等多个优点。

而这种货包材料的研发灵感竟是源于螃蟹壳。“经过大量探索和试验，研制人员从‘横行将军’螃蟹的壳里提取了一种特有成分，经过特殊工艺、特殊制作，研发出性能优异的天舟货包材料。”航天科技集团五院货运飞船系统总体主管设计师王冉说。

中秋“礼物”为何“贵”？

谈到货物，有关专家向记者表示，这次天舟三号带的货特别“贵”！具体而言可以用三个“贵”概括。

一是珍贵。太空是一个接近真空的环境，航天员在空间站内生存需要适宜的大气环境，所以“大礼包”中有一样特殊而珍贵的货物，就是气瓶。别小看这个气瓶，它是用特种复合材料制成，可以充至300倍大气压力，充1瓶氧气就能供航天员很长时间使用。

二是宝贵。航天员长期在空间站驻留生活，除了空气之外，更离不开宝贵的水资源。天舟三号带了多组水箱，用于航天员饮水和使用。据王冉介绍，这些水箱均采用了轻质、柔软材料制成的“水囊”包装，不仅可以保证饮水安全，还可以在饮水用尽后更好地收纳。

三是金贵。天舟三号带的货物里最“金贵”的要数舱外航天服，其主要功能是为航天员提供太空中生存所需的供氧、调温、辐射防护等。这套装备重达90多公斤，价格也相当可观，据信超过8位数。货运飞船系统为了上行运输这套“装备”，专门设计了舱外服支架，保证其运输过程中不会损坏“一针一线”。

航天员半年物资需求如何保障？

在货物装载方面，天舟三号货运飞船充分继承了天舟二号货运飞船的经验，并进行了持续优化和改进。航天科技集团五院天舟三号货运飞船系统总体主任设计师杨胜介绍，相比天舟二号，天舟三号货物装载的密度更大，货物在发射场安装的效率更高。

杨胜还指出，天舟三号货运飞船运载的物资要满足航天员6个月的需求，所以它的整船装载能力更高，装载的货包数量相比天舟二号货运飞船增加了25%。而且经过优化设计等“精装修”，货包“外墙面”更加舒适、美观，给航天员提供了更加舒适的环境。

在继承天舟二号货运飞船研制和飞行成果基础上，天舟三号货运飞船还开展了系统优化设计，简化平台配置，提高运输效率，推动元器件自主可控，因而具有贮箱动态调整、持续提高元器件国产化率和优化设备配置三个显著的任务特点。

此外，针对空间站关键技术验证和建造阶段，整个研制任务存在发射密度高、发射场飞控多线并行等特点，货运飞船系统采用组批生产模式进行研制。



9月20日下午，天舟三号货运飞船发射任务取得圆满成功。 新华社发

太空抓拍美景，精准传输空间站数据

“中秋特派”展多项技能

天舟三号此次送的货物包括航天员生活物资、舱外航天服等等。同时，这名“送货员”技能满格，其身上的各种装备让这趟“中秋特派”有声有色。

中国航天科技集团八院电子所方面介绍，天舟三号货运飞船是在舱内使用商用高清网络摄像机的航天飞行器。要在太空中拍照，挑战性很大，由于空间环境的特殊性，力学振动和冲击会导致摄像机结构散架、镜头离焦等问题，空间辐射还会导致电子元件失效等，因此，商用摄像机要上太空就要克服一系列难题。

而天舟三号货运飞船不仅舱内监控摄像机做到了“内视明”，其太阳翼摄像机和舱外交会摄像机也达到了“外视清”。太阳翼摄像机主要用于观察太阳帆板的展开和在轨运行情况，新闻直播中太阳翼帆板在美丽的蓝色星球背景下，大展鹏翅的壮丽景观，就是这个小小的高清摄像机呈现的绝美大片。交会对接时，舱外交会摄像机安装在货运飞船交会对接

面，可实时监测飞船和空间站交会对接过程，可以把空间站从远至近，直至对接机构锁定的过程，完整细致地展现给全世界。

中国航天科技集团八院电子所负责研制的高速通信处理器，是货运飞船“以太网通信”的重要组成部分，被大家称为“通信神器”。

高速通信处理器集千兆网络、光纤通信、高速DSP处理技术、网关服务器、高清图像及语音等多项新技术于一身。天舟三号货运飞船抵达中国空间站，与天和核心舱对接、形成组合体之后，将进行组网，从而传输空间站的通信数据。

相比中国空间站第一名“送货员”——“天舟二号”，天舟三号货运飞船搭载了更多的载荷，用户数量和数据流量有了较大的提高。对此，高速通信处理器应用其灵活的适应能力，将在数据汇聚和分类分发时进行流量控制，既保证通道带宽的高效利用，又确保在拥塞情况下数据的可靠传输。

延伸阅读

9月20日，长征七号遥四运载火箭(以下简称“长七”火箭)托举天舟三号货运飞船驶入太空，成功将其送入预定轨道，“天宫”迎来新的访客。

航天员要在空间站长期驻守，吃、穿、用乃至呼吸所需的物资，空间站维持正确轨道所需的燃料都要靠货运飞船运送。为了保障“太空快递”在运输过程中的安全，中国航天科技集团一院研制人员特别将火箭打造成防热、防雨、防风的“货运专车”。

据悉，长征七号运载火箭是为满足中国载人空间站工程发射货运飞船的需求和未来载人运载火箭更新换代的长远需求，而研制的新一代高可靠、高安全的中型运载火箭。

“开衫”式的“防热服”

火箭飞行过程中，芯级发动机喷出巨大的火焰，此时，助推器后过渡段要承受喷焰回卷的强热流，其热防护设计如果不够就会造成结构烧蚀，而过度设计又会影响火箭的运载能力。设计师们创新防热材料应用和安装方式，将像“开衫”一样的特制防热毛毡“披”在火箭助推器上，不仅重量更轻，而且防热效率也更高。

据航天科技集团一院长征七号遥四运载火箭结构设计师姚瑞娟介绍，如果采用传统方法，在助推器后过渡段喷涂防热涂层，生产周期较长。于是，设计人员创新思路，将防热服由“喷”在后过渡段的表面变为“披”在身上。

设计人员采用耐高温的材料，给助推器做了一块柔性防热毛毡。它有“里”、有“面”、有夹层，从靠近芯级的一侧开始“披”上，在远离芯级的外侧开口，就像一件“开衫”一样包裹助推器，使后过渡段免受大火“烤”验。

姚瑞娟指出，采用传统的防热方式，在助推器上整体喷涂防热涂层，重量在70公斤至100公斤之间，而新型防热毛毡重量只有20公斤左右，重量减轻约75%，且防热效果更好。柔性防热毛毡已在长七火箭上成功应用，后续还将推广应用于其他型号。

特制“雨衣”从源头防水

新一代运载火箭发射场气候潮湿，降水量大，全年12小时内降水5至15毫米的中雨较多。现役火箭发射选择窗口时都会避开雷雨天，而“长七”火箭则能实现中雨发射，这是因为新一代运载火箭做了“防水”设计。

其实，火箭防水不仅仅是防雨水。看过火箭发射的人都见过加注后的火箭，受低温推进剂的影响，箭体表面的温度低，冷凝水像下雨一样顺着箭体流下来，这也是火箭要防的水。除此之外，箭壁、管路上的冷凝水还可能结冰，冰融化又会形

成冰霜融化水等。

火箭如何防水？航天科技集团一院总体部设计人员卢松涛说，在防水设计中，我们遵循“能在单机解决的，不在系统解决，能在系统解决的，不在总体解决”原则，从“产品源头”解决防水问题。

在新一代运载火箭设计之初，防水功能尽量通过结构设计实现。卢松涛介绍称，“长七”火箭仅电连接器防水部位就有千余处，这还不包含电缆本体、电缆进出口、仪器本体、仪器与结构缝隙和结构总体专业防水，防水工作量之大可见一斑。

可抗8级大风

海南文昌发射场有“浅层风”，给“长七”火箭垂直转场带来挑战。航天科技集团一院长征七号运载火箭总设计师程堂明表示，“为了提升抗风能力，我们给‘长七’火箭装上了‘防风减载装置’，这样一来，即使遇到8级大风的天气，‘长七’火箭依旧可以转场。”

一般情况下，陆地上最大的风级为9级，气象学上，8级以上风便达到“大风”级别。每年8月至11月，海南文昌发射场会受到强热带风暴和台风影响，由于临海，风速随着距地面高度的增加而越来越大。

程堂明说，文昌发射场距地面五六十米高的地方的风速要远高于地面风速，我们将这种随距地面高度而变化的风称为“浅层风”。“地面感受到的是微风，火箭一级的地方可能就是‘大风’了。”

为此，“长七”火箭型号队伍对火箭局部结构进行了适当加强，并为火箭设计了一个“防风减载装置”。这套装置采用可伸展的桁架结构，一端固定在活动发射平台的脐带塔上，展开以后另一端与火箭二级发动机机架接头对接，这样在垂直转场过程中，将火箭与脐带塔连接起来，能够显著降低火箭受到的风载。

有了“防风减载装置”，“长七”火箭便不怕“大风”天气，可全天候转场。

综合新华社、中新社