

梦天实验舱成功发射看点

新华视点

10月
31日下午,
中国空间
站第三个

舱段梦天实验舱在文昌航天发射场由长征五号B运载火箭托举升空,顺利进入预定轨道,发射任务取得圆满成功。后续,梦天实验舱将与天和核心舱、问天实验舱进行快速交会对接以及平面转位,完成空间站“T”字基本构型组装。

梦天实验舱的成功发射有哪些看点?梦天实验舱在空间站将肩负哪些重任?

看点一:长五B有“大力气”

长征五号B运载火箭近地轨道运载能力达到25吨级,是目前世界上在役火箭中唯一一级半直接入轨的火箭,也是我国目前近地轨道运载能力最大的新一代运载火箭,被称为长征火箭家族中的“大力士”。

我国空间站三个舱段重量均超过22吨,长征五号B运载火箭作为“空间站舱段运输专列”,自中国空间站工程建造实施以来,已成功托举天和核心舱、问天实验舱升空。此次梦天实验舱的起飞重量约23吨,长征五号B运载火箭自然是发射任务的最佳选择。

长征五号B运载火箭的“大力气”是怎样练出来的?

中国航天科技集团一院长征五号B运载火箭总体副主任设计师刘秉介绍,其大运载能力,得益于充分发掘了液氧煤油发动机大推力、氢氧发动机高比冲的优势。

长征五号B运载火箭配备的8台120吨级的液氧煤油发动机,里面最高压强有500个大气压,起飞推力能达到1000多吨。而一级火箭配置的2台氢氧发动机,因其比冲高的特点,使火箭能够以较少的燃料获得较大的推力。

“所谓比冲,就是发动机在一定时间内燃烧一定量的燃料所产生的推力。”刘秉说,这就好比汽车的“油耗”,使用液氢和液氧推进剂的发动机“油耗”较低,是目前我们掌握的比冲较高的推进剂之一。

此外,为满足空间站大舱段发射任务要求,长征五号B运载火箭突破了20.5米国内最大整流罩分离技术等多项关键技术,并将发射窗口由“零窗口”拓展为正负2.5分钟的“窄窗口”。

据了解,长征五号B运载火箭还将承担中国第一个大型空间巡天望远镜发射任务,届时将与中国空间站共轨飞行,开展更多的宇宙空间探测和前沿科学研究。

看点二:梦天实验舱的独特之处

本次发射的梦天实验舱作为中国空间站第三个舱段,与天和核心舱、问天实验舱的任务分工和定位有何异同?

从对人的支持角度来看,梦天实验舱的定位是航天员工作的地方,因此没有配置类似天和核心舱、问天实验舱的再生生保系统以及睡眠区、卫生区。我国空间站三个舱段均配置有航天员的锻炼设备,梦天实验舱配置的是抗阻锻炼设备,类似健身房的划船机。

从总体构型来看,梦天实验舱的“肚子”更圆,它由工作舱、货物气闸舱、载荷舱、资源舱组成,并采用了独特的“套娃”设计。工作舱通过对接机构与核心舱相连,主要是航天员舱内工作与锻炼的地方,也是舱内科学实验机柜安装的地方。载荷舱与货物气闸舱则以“双舱嵌套”的形式与工作舱相连,在载荷舱的内部,隐藏着一个货物气闸舱,主要作为货物出舱专用通道。资源舱则是对日定向装置和柔性太阳翼等安装的地方。

从支持应用任务来看,梦天实验舱作为“工作室”,是我国空间站三个舱段中支持载荷能力最强的舱段,其配置了13个标准载荷机柜,主要面向微重力科学研究,可支持流体物理、材料科学、超冷原子物理等前沿实验项目。

同时,梦天实验舱舱外配置有37个载荷安装工位,可为各类科学实验载荷提供机、电、信息方面的支持能力,确保它们在太空环境下开展各类实验。特别是载荷舱上配置有两块可在轨展开的暴露载荷实验平台,进一步增强了空间站的载荷支持能力。

看点三:为空间站舱外科学实验提供强大支持

作为我国空间站首个具有货物气闸舱的舱段,梦天实验舱将为空间站开展舱外科学实验带来全新“体验”。

在没有货物气闸舱之前,一般是通过航天员“出舱带货”的方式进行舱内外货物的转移、安装,但这种方式往往受到航天员出舱次数、载荷数量与大小的限制,且航天员频繁进行出舱活动还将面临空间环境中更为复杂的安全考验。因此,梦天实验舱货物气闸舱的应用,将为空间站后续开展各类舱外科学实验提供强大支持。

梦天实验舱内还配置了一台载荷转移机构,可以稳定将货物从舱内送出舱外,或将舱外货物运至舱内。这台载荷转移机构的运送能力达400千克,与航天员“带货出舱”的方式相比,货物出舱能力进一步提升,还可为在轨工作

生活的航天员“减负”,以便其将更多时间精力用于开展舱内各项科学实验活动。

同时,为满足将来更大尺寸、更大重量货物的进出舱需求,梦天实验舱的货物气闸舱上还安装了一款方形舱门,宽度可达1.2米。舱门采用全自动弧形滑移设计,可以为货物的进出舱提供一条宽阔走廊。这是方形自动舱门首次亮相中国空间站。

中国航天科技集团八院空间站梦天实验舱总体副主任设计师孟瑶介绍,货物进出舱功能是梦天实验舱的重要功能之一,如果把问天实验舱的气闸舱比作是“国际机场”的话,那么梦天实验舱的货物气闸舱就可以比作是重要的“物流港”。货物进出舱功能主要是通过航天员发送指令完成,实现了“指尖上的物流”能力。

此外,梦天实验舱具备微小飞行器在轨释放的能力,将作为开放合作平台进一步增强空间站的综合应用效益。其配置的微小飞行器在轨释放机构,能满足百公斤级微小飞行器或多个规格立方星的在轨释放需求。

操作时,航天员只需在舱内把立方星或微卫星填装到释放机构的“肚子里”,释放机构即可搭乘载荷转移机构将小卫星运送至舱外。出舱后,机械臂抓取释放机构运动到指定方向,像弹弓一样,把小卫星依次以一定速度“弹射”出去。

看点四:更高难度“太空之吻”

此次梦天实验舱成功发射后,将与空间站组合体交会对接,如“万里穿针”般上演更高难度的“太空之吻”。

中国航天科技集团五院502所空间站实验舱主任设计师宋明超介绍,梦天实验舱与三个月前发射的问天实验舱个头差不多,但是交会对接过程却是“难上加难”。为了解决两大难点,制导导航与控制(GNC)系统在其中发挥了重要作用。

第一个难点也是此次交会对接任务的最大危险点,因梦天实验舱入轨后太阳与轨道夹角较大,太阳翼发电量不足以补充耗电量,如果不能在规定时间内完成交会对接,就需要中断自主交会对接过程而紧急调整梦天实验舱的姿态,使其连续对日定向来保证能源供应。

第二个难点是梦天实验舱交会对接时组合体是“L”构型的非对称构型,与问天实验舱交会对接时组合体对称构型不同,这显著增加了空间站在轨姿态控制的难度。

为此,中国航天科技集团五院的技术人员为梦天实验舱特别定制了交会对接任务故障预案,开展了大量的预演预判和试验验证工作。



▲10月31日15时37分,搭载空间站梦天实验舱的长征五号B遥四运载火箭,在我国文昌航天发射场准时点火发射,约8分钟后,梦天实验舱与火箭成功分离并准确进入预定轨道,发射任务取得圆满成功。

新华社记者杨冠宇摄

总装团队平均年龄33岁!他们这样打造空间站梦天实验舱

由中国航天科技集团有限公司八院抓总研制的空间站梦天实验舱成功发射,八院149厂承担了梦天实验舱总装任务。鲜为人知的是,这些精密繁重的总装工作由40多位、平均年龄33岁的年轻航天人担纲完成。伴随着梦天实验舱的成功发射,中国空间站建设打响收官之战,新一代中国航天人逐步挑起大梁。

栾浩:面对困难毫不妥协的33岁执行经理

十年前,刚刚本科毕业的栾浩面对今后人生路,曾不断追问自己:是做研究还是进入工程领域?正当犹豫徘徊之际,上海航天招收研究生的消息吸引这位一直有航天梦的学子,他决定到中国航天科技集团八院149厂读研深造。

作为一家综合型骨干航天企业,149厂在系统集成总装综测、特种焊接、金属成形、热表处理、精密构件加工以及装备研发等领域,技术能力处于国内领先地位,具有完善的人才培养体系。三年深造,为栾浩参与型号研制生产打下坚实基础。

2016年,栾浩被调入空间站总装团队。面对型号严苛的要求、复杂的空间布局、繁杂的工艺流程,他和团队成员一起夜以继日进行研究和探讨。

梦天实验舱工作舱是八院首次承担的密封舱总装任务,不同于以往非密封舱段的总装要求,不仅复杂程度升级,对舱内洁净度、环境微生物指标都有很高要求,工作舱内仅安装孔位就有1万多个。

研制初期没有合适的工艺保障,栾浩多方调研,与设计师反复沟通、论证,设计了暴露平台展开、载荷机柜安装的工艺方案;没有具体的防控措施,他就从零开始,制定了微生物防控、密封舱总装、地面通风、结构防护层实施方案。

在外场试验中,梦天实验舱电性舱的改装任务极为重要,但也极其复杂。要求总装人员必

须避开所有不必要的操作,又要确保所有操作互不相扰。

在翻看所有工艺流程和设备状态后,栾浩梳理了上百根电缆和上百台设备的工艺技术要求。以计划流程、技术流程、产保流程相结合为抓手,依据设计文件,梳理和制定了装配过程中关键、强制检验点,明确操作和检查要求,从而保证了过程风险管控闭环。经过一个月奋战,团队按时完成任务,为后续试验任务开展提供了有力保障。

2021年,栾浩被任命为梦天实验舱总装执行经理。他积极和各设计团队探讨产品研制需求、参与各舱体辅助装备研制、协调各型号生产流程需求,面对任何困难,这位33岁的年轻人都毫不妥协,千方百计找出解决之道。

齐海雁:在总装总测现场办公的型号“大管家”

时间紧、任务重,如何快速处理总装现场问题?2018年底,型号“大管家”八院149厂梦天实验舱总装主任工艺师齐海雁,干脆把办公场搬到到了总装总测的现场,任何问题不拖延、不积压,不断进行工艺流程优化、工艺要求细化量化。

梦天实验舱由工作舱、货物气闸舱、载荷舱及资源舱四部分组成,是一个“个子高、两头窄、中间宽”的“大块头”。为了在这个“大块头”的“体内”和“体外”正确安装各类密密麻麻的电缆、管路和设备等,齐海雁和团队成员探讨过多种总装装配方案。经过一轮又一轮模拟验证,他们摒弃了目前常用的“垂直总装”方案,采用借鉴了运载火箭的“水平+自旋转”总装方案。

在研制梦天实验舱旋转装配架车时,刚开始计划采用原理简单、选配方便、广泛使用的“带轮传动”方案。然而通过三维模拟计算,发现23吨的整舱在运转过程中,会让带轮传动产生“打滑”风险。

这一方案立即被叫停,齐海雁带领团队将

目光聚焦到以“小”带“大”的“齿轮传动”方案。零件是否可以再小点、载荷能力是否可以再大点、传动比能否再精确点?他将每一次实验数据进行了精对比。

最终,在装配架车前端装载了一副厚度仅为2厘米、直径4.3米的“巨型齿轮”,不仅减轻了齿轮自身的重量,还保证了齿轮拆装的安全性和便捷性,并通过表面处理和热处理,每一个“齿”都进行了强化,能够满足正反旋转的两种模式。

当操作人员启动电机后,一个直径只有40厘米的齿轮与这个“巨型齿轮”进行啮合传动,让梦天实验舱可“随心所欲”地停在最适合总装的位置,达到“四两拨千斤”的舱体水平自转效果,为确保顺利总装提供了良好基础。

顾宋庆:万无一失就是进行一万次验证

梦天实验舱资源舱是149厂新一代航天“匠人”、“90后”总装工顾宋庆首次接触的空间站产品,集动力导管、设备电缆、热控系统于一体,涵盖飞行器总装的各类要求和要素。

舱体的设计图纸,首次由二维纸质变为三维数字化模型,要求总装人员必须具备良好的空间感,练就一双“透视眼”,能将藏在每一个产品后面的零部件找出来。使用初期,顾宋庆经常和设计师、工艺员一起讨论如何将产品的“逻辑树”更好展现出来,一边总装、一边完善模型。

在三维模型“加持”下,顾宋庆很快就得心应手。随着指尖的一次次“滑动”,舱体的内外结构中,哪里会“干涉”,哪里需要做好防护,都被他琢磨透了,总装效率变得更快,产品质量变得更高。

在中国空间站工程任务中,如何做好太空中舱外维修和保养?是确保空间站长期服役的基本要求。为此,在梦天实验舱总装过程

中,需要通过试验验证来确保每一次操作万无一失。

在149厂空间飞行器总装厂房,顾宋庆需要穿戴特制的手套、头盔,系好安全绳,亲身感受“太空飞人”开展舱外模拟修复操作。随着舱体验证平台被推入操作区域后,安全绳被升起,他的身体缓慢离开地面。为了更形象地模拟太空中的操作方式,他还需要将身体处于水平状态。

原本驾轻就熟的装配过程,由于佩戴特制手套、头盔等缘故,顾宋庆的手部关节运动范围有较大的限制,就连平时正常的抓握和旋转都变得困难,操作动作显得格外笨重。

同时,由于头盔对视线的遮挡,他必须反复调整自身姿态,选取最合适的角度对周边环境进行观察,根据设计操作要求,每安装一个螺钉,他就要在相应的位置停留数分钟,并通过相机记录下每个操作的位置和流程,为后续航天员操作编写维修手册打下基础。

“被吊起后,整个视角都发生了变化,原本站立就能看到的地方被设备挡住了。一次操作下来,虽然时间不长,但是身体却感到疲惫。可以想象,在真实的太空中,航天员操作起来更加费力。”顾宋庆说。

航天员在太空短短几分钟的操作,顾宋庆要在地面上练了上百次,为的是寻找到最合适的操作位置和最快的操作流程,让航天员以最快、最精准的操作完成每一项工作,从而减少潜在的风险。

他说:“所谓万无一失就是进行一万次验证,在一万个操作中寻找最合适的操作。作为新一代航天匠人,我们要手中握得住技能,肩上担得起责任。”

朱俊劼:成功消息是最美好的结婚礼物

“梦天实验舱成功的消息,是我们收到最美好的结婚礼物。”149厂总装团队成员朱俊劼的新婚妻子汪佳林说。这对“95后”新人,

在梦天实验舱成功发射前夕,刚刚步入婚姻殿堂。

朱俊劼动手能力强,自从加盟团队,仅用了三年时间,就快速成长为一位能够独立操作载荷舱的主岗,虽然年轻,却是总装团队的“老师傅”。为了一心一意完成总装任务,他将婚期一拖再拖,得到汪佳林的默默支持。

梦天实验舱中各项精细调装,成百上千的电缆好比“穿针引线”。在舱体侧面,梦天实验舱有“两扇门”,门里面“藏”了各种款式的电缆。为了确保每一次电缆插接都能做到万无一失,在总装初期,朱俊劼每天对着地面模拟插拔台,进行反复的练习。核对插头、插座代号,检查插针情况,确认插座标记刻度……每一步操作都严格按照工艺文件,容不得半点马虎,生怕有个闪失。正是心中怀有这样一份敬畏之心,他的技能愈加娴熟。

面对全新舱体,朱俊劼和团队“摸着石头过河”,同设计师、工艺员一起寻找最优的总装方案。为了确保“两扇门”的角度运动旋转到位,朱俊劼敷设的电缆不仅要满足绑扎间隙,还要满足转弯半径的技术要求,从而呈现出一道道“空中长廊”。

在紧张的试验任务期间,为了全力以赴,朱俊劼主动和汪佳林减少了联系,专注于最后的“冲刺”。回顾这一年,汪佳林对于未婚夫工作的了解,更多是通过新闻上关于航天的报道。朱俊劼说:“自从成为一名航天人,我和佳林的交流慢慢地都变成了聊航天的事,她已习惯了这种航天家属的生活方式。”

终于,等到了亲手总装的梦天实验舱发射那一刻,朱俊劼才真正体会到那是怎样一种情感:既有送走孩子般的不舍,更有为她翱翔太空的骄傲。得知“梦天”成功飞天的消息,汪佳林第一时间发消息向朱俊劼祝贺,祝福他在航天道路上走得更远、飞得更高。

心怀梦想、奋勇拼搏、勇攀高峰。新一代中国航天人,前程似锦!

(本报记者张建松、胡喆 参与采写:范文超、丛茜)