



## 江苏科技 助力“问天之旅”

□ 本报记者 张宣 杨颖萍

7月24日,搭载空间站问天实验舱的长征五号B遥三运载火箭发射任务取得圆满成功。记者了解到,在此次问天实验舱发射任务中,我省多家科研院所科技成果保障了顺利发射。

位于我省的中国电科第55研究所配套保障共计35款数万余只(套)关键核心元器件,并作为中国电科空间站空间载荷的元器件分系统单位提供了全周期的元器件质量保证。“55所研制配套了以第三代半导体氮化镓功率放大器为主的多款微波芯片,以及模块组件、氮化镓场效应晶体管管和绝缘子、二极管等产品,分别应用于本次发射任务的载荷系统、运载火箭系统、地面测控系统等。”该所相关负责人介绍,氮化镓功放芯片是载荷系统的关键核心元器件,首次在星载领域实现批量工程化应用。限幅低噪放大芯片、多功能芯片和开关芯片等微波芯片,突破了窄带高效率等设计技术,可实现微波信号发射、接收等功能。

海南陵水清水湾附近一座山,名为三脚岭,来自我省的中国电科第14研究所雷达观测综合测量系统就“扎根”在此。该系统主导承担火箭主动段外弹道轨迹测量任务,从点火的那一刻开始,就像一双“鹰眼”紧盯火箭的足迹。在任务中该系统通过“应答”方式对火箭进行精密跟踪,实时获得火箭的距离、方位、俯仰、速度等信息,同时接收遥测下行信号,实时解调火箭飞行遥测数据,判断火箭飞行状态。

14所的船载测量雷达,是海外测量的重要装备和手段,它的作用就是弥补陆地测量时间不足、延长测量弧度,确保航天器的飞行路径在测量范围内。在本次问天发射任务中,测量团队研制了新一代船载测量雷达,安装有先进的姿态测量设备,可以在测量船摇摆的情况下,得到和地面一样高的测量精度,有力保障了火箭一二级分离、二级二次关机、箭筒分离等关键动作,并对探测器实施入轨段初始定轨提供有效支撑。

在这次问天苍穹的飞天之旅中,苏州高新区浒墅关企业旭博检测实验室参与了长征五号B遥三运载火箭核心部件的可靠性检测工作。“这是长征五号B遥三运载火箭第三次发射,它的可靠性指标在国际上处于领先水平,而火箭的可靠性,很大一部分得益于发射前严格且专业的可靠性测试。”旭博检测实验室总经理濮龙锋告诉记者,实验室团队完成了长征五号B遥三运载火箭推进机构和电源系统的可靠性测试。火箭推进机构相当于方向盘,“简单来说,就是通过在地面模拟力学环境,验证在太空强振动环境下火箭是否能保持正常工作。”濮龙锋举了个例子:汽车如果开到200km/h,就会因受到各种力而引发强烈振动。而火箭速度每秒达7.9公里,在复杂的力学环境下,振动将成倍放大。因此针对火箭部件的测试标准极为严苛,测试工作直接关乎火箭在太空的稳定运行。自2017年承担长征系列火箭核心部件检测工作以来,旭博检测实验室精心检测了每一枚“神箭”,接下来,实验室将进一步拓展航天领域服务,或将为飞船重要部件提供测试服务。

南航自动化学院王莉教授领衔的“智能配电系统”团队面向空间站等载人航天任务,开展航天器智能并网控制及保护技术研究。针对空间站组合体复杂构型后各飞行器帆板遮挡引起的能源均衡配置和使用问题,建立控制模型,将固态功率控制技术应用于空间站系统各智能配电器中,实现功率的通断控制和安全保护;采用智能并网控制技术实现空间站系统多飞行器之间能源系统并网供电,解决了能源的最优利用和统一调配问题。

南航材料科学与技术学院占小红教授团队参与了长征系列多型运载火箭贮箱焊接结构研制任务,开发了跨尺度一体化建模与仿真技术,形成火箭贮箱焊接应力与变形全局高精度调控策略,实现了5米级贮箱焊接变形小于千分之一,助力长五B运载火箭顺利发射。

南航材料科学与技术学院超级绝热复合材料课题组陈照峰教授、杨丽霞讲师开发的航天级轻质纳米真空绝热板,成功应用于我国问天实验舱低温实验保冷设备。团队历经6年,经过上百次实验,开发出超低导热寿命轻质纳米真空绝热板。在相同保温效果下,真空绝热板厚度仅为传统保温材料的1/5至1/8,提高了飞船内空间利用效率,为飞船开展超低温试验提供了解决方案。

南航航天学院陈传志副教授领衔研发的定向装置油脂补加机构应用于我国问天实验舱的研制,该技术通过单驱多动机械联动润滑方案,解决定向装置传递链条复杂、摩擦大、误差累积致油膜厚度控制难的技术难题,实现了定向装置隔离域面的分区精准润滑。

此外,还有很多南航师生参与多项科研项目保障着空间站运行。比如航空学院文浩教授团队“空间结构在轨自主组装的动态控制”,余莉教授团队“降落伞气动减速技术研究”,姚卫星教授团队“空间站伸展机构疲劳评估与试验验证”,王志瑾教授团队“空间站柔性太阳翼设计”,自动化学院吴红飞教授团队“空间站大功率电源系统”,机电学院田威教授团队“核心舱复杂结构原位多机器人协同装配技术”,材料科学与技术学院李俊东副教授团队“空间站工程航天医学实验项目”等课题。

7月24日14时22分,搭载问天实验舱的长征五号B遥三运载火箭,在我国文昌航天发射场准时点火发射,约495秒后,问天实验舱与火箭成功分离并进入预定轨道,发射取得圆满成功。(新华社发)

### 本报记者现场直击

# 一飞冲天 问天 出征

本报讯(记者 张宣)7月24日,中国文昌航天发射场椰风习习。距离海边约千米的发射平台上,高大挺拔的长征五号B遥三运载火箭直指苍穹,中国空间站即将迎来首个太空实验舱。

据悉,此次发射任务是长征五号B遥三运载火箭第三次发射,该型火箭系以长征五号运载火箭为基础改进研制而成,主要承担着我国空间站舱段等重大航天发射任务。火箭全长约53.7米,芯一级直径5米,捆绑4个助推器直径3.35米,整流罩长20.5米、直径5.2米,采用无毒无污染的液氧、液氢和煤油作为推进剂,起飞质量约849吨,近地轨道运载能力大于22吨,是目前我国近地轨道运载能力最大的火箭。

24日上午10时许,发射场外圈的淇水湾海滩、石头公园、民宿楼顶等观场地人山人海,人们手持国旗,踮起脚尖,翘首以待。记者在现场看到,南京航空航天大学“问天·启航”暑期社会实践团队来到现场观摩。来自苏州的航天爱好者李文文告诉记者,正值暑假期间,他带着孩子提前两天坐飞机赶到文昌,只为亲眼见证中国空间站的这一历史性事件。

现场,有小朋友提问:发射场为何建在文昌市?江苏省天文学会科技传播专家、南京大学天文与空间科学学院副教授汤靖师回答,文昌航天发射场纬度低,靠近赤道,夹角小,容易利用地球自转离心力,提高火箭运载能力,降低火箭和卫星的能耗,增加发射重量、节约发射成本。此外,火箭可以通过水路运输至文昌,体积不再受桥梁、隧道高度限制。更大的体积意味着更高的载量,一改以往火箭“细长”的姿态,长征五号也被戏称为“胖五”。

14时22分22秒,伴随着震耳欲聋的轰鸣声,金黄色的烈焰从火箭底部喷涌而出,长征五号B遥三运载火箭腾空而起,火箭尾焰在海天一色划出一道绚丽的轨迹,勾勒出一幅壮美的航天画卷。“祖国万岁”“长五加油”……观场地沸腾了!人们挥舞着手中的五星红旗,爆发出此起彼伏的欢呼声,相机的快门声响个不停。495秒后,问天实验舱与火箭成功分离并进入预定轨道,发射取得圆满成功。记者有幸见证这一刻,中国航天人再一次创造佳绩,中国人迈向航天强国的脚步,又一次踏上了新征程!



链接 >>>

## “太空之吻”的“三道保险”

据新华社电 问天实验舱升空后将与天和核心舱交会对接,这将是长征五号B运载火箭首次执行交会对接任务。交会对接就好比在太空“穿针引线”,为了更加精准、可靠地完成好这个任务,长五B团队“上了三道保险”。

“第一道保险”是“起飞时间修正技术”。航天科技集团一院长征五号B运载火箭控制系统主任设计师苏霖介绍:“起飞时间修正技术”让火箭的控制系统可以自动计算偏差,调整目标轨道,即使火箭没能完全按照预定窗口发射,在0到2.5分钟这个时间段内任一时间点发射,火箭都可以在飞行过程中自动修正因推迟发射导致的飞行偏差,将实验舱精准送入预定轨道。

“第二道保险”是发射场流程优化。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:“我们总结前7次发射经验,对射前10分钟的发射流程进行优化,距离点火2.5分钟就完成了发射前各项准备工作,如果有问题能早发现、早解决。”

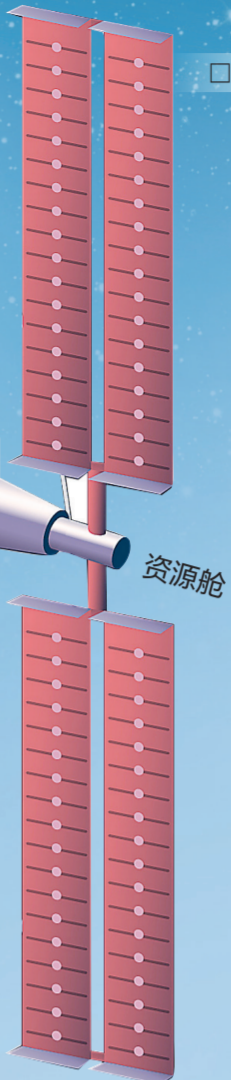
为全方位提高可靠性,长五B团队的“第三道保险”包括:对火箭发射的地面设备进行了全面的检修维护、更换和完善;新增4项、更新18项应急预案;对火箭的运载能力进一步评估、折算,扔掉箭体中的“赘赘”,为火箭释放了更大的运载能力。



工作舱是密封舱,包含三个睡眠区、一个卫生区和厨房等设施,可以支撑航天员的日常生活,并且可以和核心舱一起支持两艘载人飞船轮换期间6名航天员的生活。

问天实验舱与空间站对接以后,气闸舱将成为航天员出舱的首选。由于出舱口在面向地球一侧,所以在此出舱可避免阳光直射的干扰。

资源舱是不密封的,人员不能到达。资源舱为实验舱提供能源、动力等支持。



“问天”实验舱舱内模拟图

## 同样具有备份能力 “问天”实验舱与“天和”核心舱有什么区别?

问天实验舱长17.9米,比天和核心舱多了1.3米。它发射入轨后,将是现阶段太空中体积最大的空间站舱段,也是目前太空中体积最大、长度最长的单体航天器。

天和核心舱上有一个长10.2米的机械臂,而“问天”气闸舱外也有一个长度5米左右的七自由度机械臂,但操纵精度更高,能够执行更精细的作业。它还可以与“天和”上的大机械臂组合形成15米的超长机械臂,进行远距离作业。天和核心舱虽然本身具备一些实验功能,但主要起核心保障作用,问天实验舱则主要支持密封舱内应用和舱外试验,存放航天员消耗品、空间站备品备件和补给货物。据中国载人航天工程办公室消息,中国还将发射梦天实验舱与核心舱对接。



## 什么是空间站实验舱? “问天”实验舱里有什么?

空间站实验舱就是人类用于在太空开展各类空间科学实验的工作舱。问天实验舱由三部分组成,分别是工作舱、气闸舱和资源舱。和在核心舱内“躺”着睡不同,问天实验舱内的三个备用睡眠舱都是竖着的,这也意味着航天员在这里需要“站”着睡觉。同时,舱内还配备了数个实验机柜,以支持丰富的科学实验。

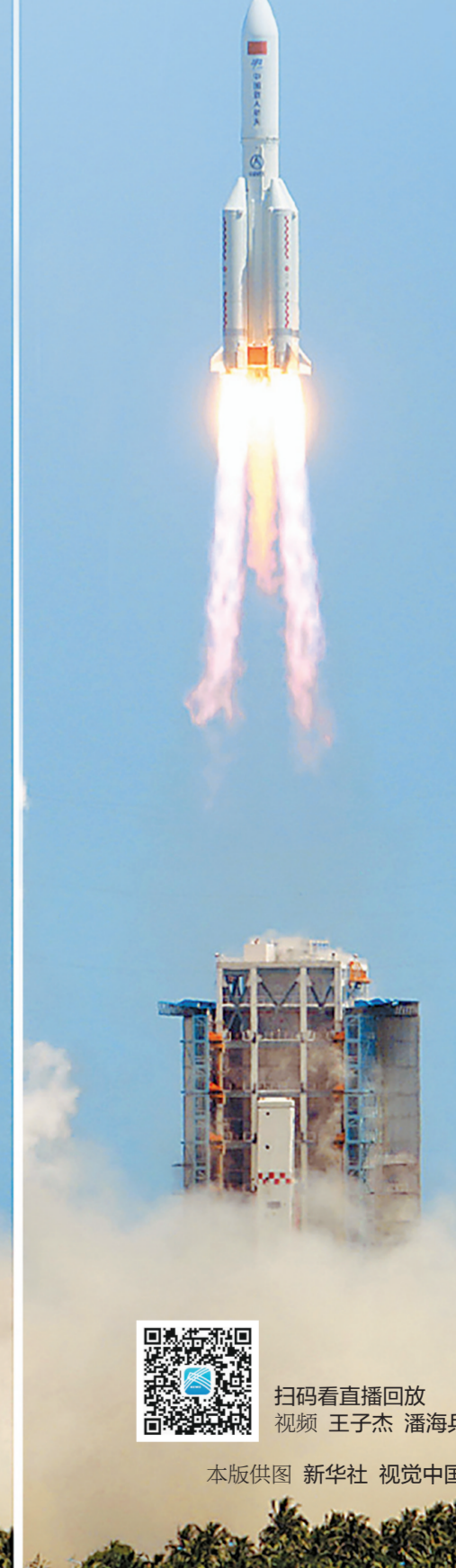
## “问天”实验舱有哪些功能? 航天员主要进行什么活动? 对空间生命科学起什么作用?

空间站提供了地球上没有的环境。由于地球大气和磁场的保护,地面上的生命基本不会受太严重的辐射影响;而在太空中,如果防护不到位,空间辐射就比较强。但也提供了一个实验环境。在有太空辐射的环境下,生物的生长发育、细胞反应都有可能不同,这就为研究提供了契机。

问天实验舱还完整备份了天和核心舱的能源管理系统、信息管理系统、控制系统和载人环境系统等关键平台功能。当核心舱发生故障时,问天实验舱可以对空间站组合体进行统一管理。问天实验舱的备份能力可以整体提高空间站的可靠性。除了拥有生活设施支撑航天员在轨生活,它还提供了丰富的实验设施以支持空间生命科学研究。

## 同样都是与核心舱对接的实验舱 “问天”“梦天”两者有什么不同?

“问天”主要面向空间生命科学研究,“梦天”则主要面向微重力科学研究。“问天”配置了生命生态、生物技术和变重力科学等实验柜,“梦天”配置了流体物理、材料科学、燃烧科学、基础物理以及航天技术试验等多学科方向的实验柜。在地球上,火焰顶部是尖的,但在太空的微重力环境中,火焰形状和颜色会发生变化。微重力燃烧是一门需要研究的学问。



扫码看直播回放 视频 王子杰 潘海兵

本版供图 新华社 视觉中国