

“问天”十问

——详解中国空间站问天实验舱发射任务

7月24日下午,长征五号B遥三运载火箭托举着问天实验舱一飞冲天。约13小时后,问天实验舱与核心舱组合体成功交会对接。7月25日10时03分,神舟十四号航天员乘组成功开启问天实验舱舱门,顺利进入问天实验舱。这是中国航天员首次在轨进入科学实验舱。

“问天”长啥样?带了什么上天?能做哪些实验?有哪些黑科技……“问天”十问,详细解读中国空间站问天实验舱发射任务。

1 “问天”长啥样?

问天实验舱是中国空间站第二个舱段,也是首个科学实验舱,主要用于支持航天员驻留、出舱活动和开展空间科学实验,同时可作为天和核心舱的备份,对空间站进行管理。

“问天实验舱舱体总长17.9米,直径4.2米,发射重量约23吨,是我国目前最重、尺寸最大的单体飞行器。”航天科技集团五院空间站系统总体主任设计师张昊介绍。

2 “问天”为何“零窗口”发射?

“问天实验舱需要与空间站天和核心舱进行交会对接,因此,必须在规定时间发射,也就是‘零窗口’发射,否则将无法到达指定位置,需要耗费巨大代价调整轨道;甚至导致发射终止,那就需要等待下一个发射窗口重新组织发射,严重影响任务周期。”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说,这次发射是长五系列火箭首次执行“零窗口”发射任务。

刘秉介绍,长征五号B运载火箭应用了起飞时间偏差修正技术,最大修正时间为2.5分钟。“通俗理解,在0到2.5分钟这个时间段内的任一时间点发射,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。”

3 “问天”如此庞大,如何“穿针引线”?

问天实验舱尺寸大、太阳翼柔,升空时具有发动机推力相对更小、羽流干扰更大等特点,多种情况耦合,给交会对接带来诸多难题。航天科技集团五院问天实验舱GNC分系统副主任设计师宋晓光说:“前辈留下了很多经验,包括一些算法和策略,我们在此基础上针对问天实验舱做了大量的设计和仿真验证。”

“具体措施,一方面是把参数搞准,另一方面是在算法上做到有更强的适应能力。”宋晓光说。

4 航天员能立刻进入“问天”吗?

25日3时13分,问天实验舱与天和核心舱组合体完成交会对接。约7个小时后,神舟十四号航天员乘组进入问天实验舱。为什么航天员在交会对接后没有立即进入问天实验舱?

“发射并完成对接后,航天员是不能直接进入问天实验舱的。航天员首次进入至少需要以下步骤:首先是提前启动舱内有害气体净化功能,建立满足进入条件的环境,包括舱内的压力、温度、湿度和风速等,有些工作从地面就已经开展了;第二步是确保天和核心舱、过道和问天实验舱压力都一致平衡了,才可以轻松打开舱门。”航天员中心问天实验舱环控生保分系统主任设计师罗亚斌说。

进入问天实验舱后,航天员马上又要进行忙碌的整理工作,包括物资搬运、生活环境布置、科学实验准备、出舱活动准备,将“太空之家”布置得更加合理、宽敞、舒适。

5 “问天”带了什么上天?

问天实验舱由工作舱、气闸舱及资源舱3部分组成。问天实验舱中的工作舱近10米长,是我国目前最大的载人密封航天器舱体。工作舱后面紧接着是气闸舱,以后专门用于航天员出舱。再后面就是资源舱。

问天实验舱舱内主要设备布局在工作舱,装载了8个实验柜,包括生命生态实验柜、生物技术实验柜、变重力科学实验柜、科学手套箱、低温存储柜以及3个为后续预留的空置实验柜,还有3个睡眠区、1个卫生区,以及平台飞行所需要的设备。“舱外还装载了22个载荷适配器,就像是把一个大型科学实验室搬到了太空。”张昊说。

6 “问天”能做哪些实验?

问天实验舱的主要任务是进行生命科学和生物技术研究,舱内最具“含金量”的当属8个宽1米、高1.8米、深0.8米的科学实验柜。

载人航天工程空间应用系统副总师、中科院空间应用中心研究员吕从民介绍,生命生态实验柜将开展拟南芥、果蝇、斑马鱼等动植物的空间生长实验;生物技术实验柜开展细胞组织培养、空间蛋白质结晶与分析、蛋白与核酸共起源和空间生物力学等实验;变重力科学实验柜支持开展微重力、模拟月球重力、火星重力等不同重力水平下的复杂流体物理、颗粒物质运动等科学研究;科学手套箱提供洁净密闭空间和温湿度环境控制,配置灵巧机械臂具备细胞级精细操作能力,为航天员操作多学科实验样品提供安全、高效支持;从-80℃到4℃的低温存储柜,能够满足不同实验样品的不同温度需求。

实验舱外部部署了能量粒子探测器、等离子体原位成像探测器,为航天员健康、空间站安全运营提供保障支持,并可用于空间环境基础研究。

7 “问天”与“天和”如何分工合作?

相比一个飞行器或者一个航天器来说,多个航天器的组合,控制起来更复杂。张昊介绍,问天实验舱跟天和核心舱对接完成后,要把这两个舱段的组合体作为一个整体来进行控制,核心舱作为主控舱段,问天实验舱是从属地位,同时问天实验舱的平台功能与天和核心舱互为备份。

8 “问天”柔性太阳翼的功能是什么?

问天实验舱所携带的太阳翼,是目前国内最长最大的柔性太阳翼,刷新了我国航天器在轨使用太阳帆板的纪录。

宋晓光介绍,太阳翼采用了双轴控制,在舱体姿态不做调整的情况下,就能随时调整朝向。

空间站在轨建造完成后,天和核心舱的一个太阳帆板将转移到问天实验舱资源舱的尾部。届时,问天实验舱将成为名副其实的“主发电站”,为组合体源源不断地供电送能。

9 “问天”小机械臂能完成什么工作?

与天和核心舱一样,问天实验舱也搭载了一个机械臂。相比于核心舱配备的展开长度达10米、最大承载质量25吨的大机械臂,问天实验舱的机械臂要显得更“短小精悍”。

张昊介绍,大机械臂手臂够长,转移范围更大,作业半径近10米;力气够大,简直是一个“大力士”,可以抓住并转移一个完整的航天器。

相比之下,问天实验舱的小机械臂长度约5米,承载能力为3吨,但这个“小手”的设计目的就是抓握中小型设备,进行更为精细化的操作。

比如,它可以在不需要航天员出舱的情况下,独立完成舱外载荷的安装、更换等照料操作,可以有效节省航天员在轨工作负荷。

大小机械臂还可以组合使用,组成约15米长的组合臂,开展更多的舱外操作。“我们可以将大小机械臂视为人的两只手,互相交接东西,协作使用;也可以将两只手臂攥在一起,形成一个更长的机械臂,可以进行覆盖整个空间站表面的一些操作和爬行需求。”张昊说。

10 “问天”上还有什么“黑科技”?

空间站建造过程中“惜重如金”,但此次问天实验舱携带了4个100多公斤的大家伙,学名叫控制力矩陀螺,已经升空的核心舱携带6个、天舟四号携带1个,随后天舟五号还将携带1个,12个控制力矩陀螺联合使用,就可以使超过100吨的空间站的姿态控制“坐如钟、行如风”。

“通过控制力矩陀螺不同速度的转动,能够有效控制航天器的姿态,减少通过燃烧燃料推动航天器姿态调整的消耗,是一款节能神器。”宋晓光说。

我国第一台控制力矩陀螺,是2011年随天宫一号上天的。它的在轨应用是我国空间机电部件发展的一个里程碑,使我国成为国际上第三个掌握该技术的国家。

▲航天员陈冬(中)、刘洋(右)、蔡旭哲进入问天实验舱。

●问天实验舱为何能“四季如春”?

航天器在轨时,没有了大气层的保护,在太阳照射的情况下,表面温度可达100摄氏度以上,而没有阳光时,温度会降到零下100摄氏度以下。

问天实验舱作为我国目前最重、尺寸最大的单体飞行器,在极冷极热的大空环境中,想要保证舱内各种设备始终处于20多摄氏度的舒适环境,就要靠航天科技集团五院空间站问天实验舱热控团队研制的“太空空调”。

“太空空调”的核心是遍布各个位置的液冷系统,航天科技集团五院问天实验舱流体回路负责人王德伟介绍,团队为问天实验舱研制了三套液冷系统,将各种设备或试验载荷产生的热量收集并辐射到外太空,可支持数千瓦级以上试验载荷的散热,其中一套是专门为舱外试验载荷进行温度保障的散热回路。

同时,航天科技集团五院的研制人员开发了大尺寸、高效界面导热材料,兼顾了舱外载荷维修和导热的双重目的。

在“太空空调”的研制中,为满足部分特殊设备的温度控制要求,许多新科技纷纷登场,如舱外设备上使用的太阳反射率超过90%的“白色外衣”、石墨烯导热索技术等。

●问天实验舱怎样保障用水?

一直以来,太空尿液处理与水回收技术是公认的技术难题,也是我国空间站建设的核心关键技术之一。

由航天科工集团二院206所研制的第二套环控生保尿处理子系统随问天舱发射上行后,在与天和核心舱完成对接后投入使用,后续按照总体规划,航天员乘组将对这套尿处理子系统状态设置,并进行在轨测试以确认系统的功能状态与性能指标是否正常,测试通过后,该系统将按照总体规划定期进行自清洗流程。

按照总体规划,在发射问天实验舱、梦天实验舱后,中国空间站将完成在轨建造,随后空间站将转入长期运营阶段。目前,位于天和核心舱的首套尿处理子系统按照工作节律正常运行,保障航天员正常用水,位于问天实验舱的第二套尿处理子系统作为备份组件,两套尿处理子系统将协同为更多的中国航天员乘组在空间站长期驻留提供清洁的再生水。

首套尿处理子系统于2021年4月29日随天和核心舱发射入轨,并成功保障神舟十二号、神舟十三号6名航天员在轨长期驻留。目前,首套尿处理子系统产品运行过程中功能正常,性能稳定。

(新华社)

分类信息

刊登热线: 86224851 13726677228

声明

▲兹有我司员工陈德启,男,42岁,江西宜春人,于2019年7月1日入职担任厂长并兼任安环部主任职务,于2022年6月23日起至今未返岗,望请陈德启自登报之日起一周内回公司复工复岗。特此声明!

广东三和控股有限公司
2022年7月26日

▲佛山市禅城区采欣悦面包店(经营者:卢宜坚)遗失发票专用章一枚。印章编码:4406043105888,现声明作废。

▲佛山市禅城区锐普体育用品店(经营者:梁敏强)遗失公章一枚,现声明作废。

遗失声明

▲佛山建投中建壹品置业有限公司不慎遗失位于禅城区科海路北侧、湖田路东侧的TD2019(CC)XG0015佛山市禅城区科海路北侧、湖田路东侧商住地块项目的建设工程规划许可证的附件,证号为建字第440604202000162号的指标表1份(案卷编号:J200508E03)。特此声明作废。

▲佛山市南海区里水镇北沙村沈村股份经济合作社股权户代表:沈润森,股权户编号:060557016003-0092的股权证,因遗失,现声明作废。

▲梁炳其遗失佛山市优抚对象优抚证,证号:佛战0201461,声明作废。

道歉声明

▲本人冯为进在“叠翠花园2座东梯”、“叠翠花园4座东梯”、“叠翠花园志愿服务群”微信群中及叠翠花园小区公告栏中张贴公告,给肖彩燕带来困扰,现向肖彩燕致以诚挚的歉意并保证不再有这样的情况发生。

冯为进
2022年7月26日

▲张锋勋不慎遗失由佛山市南海区狮山镇颜峰社区新联股份经济合作社于2018年8月29日开出的小洞一水骨车厂房合同履约保证金收据壹份,票据号码:0058924,票据金额:10000元,现声明作废。

▲佛山市万图物流有限公司(法定代表人:钱欣)遗失财务专用章一枚,现声明作废。