

# “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,我们在这个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有害气体净化功能,建立满足人条件的环境,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,搭载了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,

据新华社海南文昌7月25日电

以及平台飞行所需要的设备。“舱外还搭载了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,“问天”将进行生命生态实验、生物技术实验、变重力科学实验等。

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”柔性太阳翼功能是什么?

问天实验舱所携带的太阳翼,是目前国内最长的柔性太阳翼,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”的设计目的就是把握中小型设备,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”?

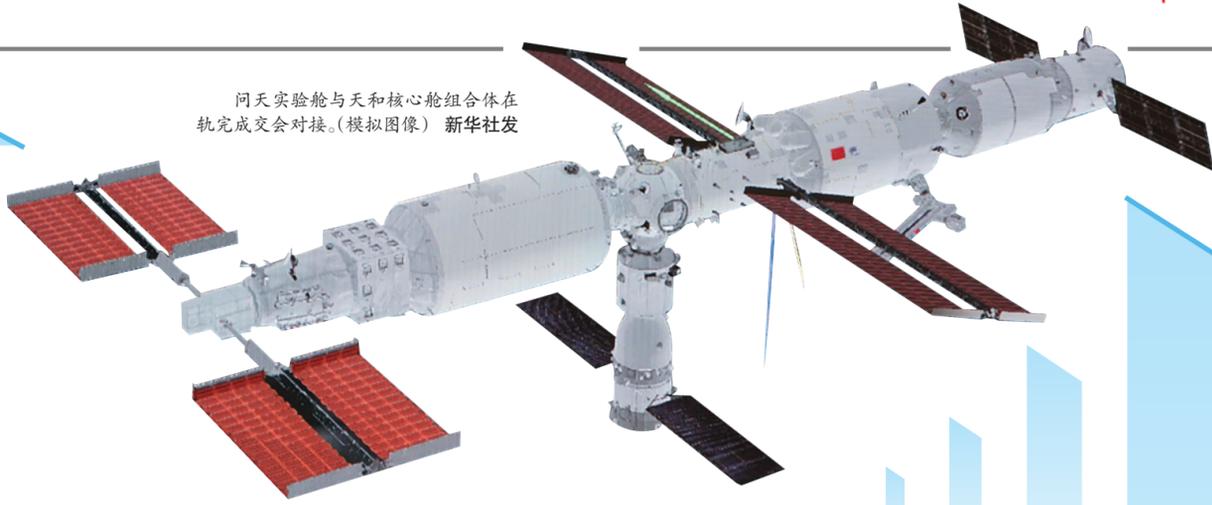
空间站建造过程中“惜重如金”,但此次问天实验舱携带了4个100多公斤的大家伙,学名叫控制力矩陀螺,已经升空的核心舱携带6个、天舟四号携带1个,随后天舟五号还将携带1个,12个控制力矩陀螺联合使用,就可以使超过100吨的空间站的姿态控制“坐如钟、行如风”。

“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。

据新华社海南文昌7月25日电

问天实验舱与天和核心舱组合体在轨完成交会对接。(模拟图像) 新华社发



### “备份”多、可靠性强:航天员更安全

问天实验舱是我国空间站的首个实验舱,其平台功能与天和核心舱互为备份,关键平台功能一致,也就是说,在天和核心舱“想休息”时候,问天实验舱也能顶上,“带你一起飞”。

问天实验舱的气闸舱与天和核心舱节点舱相互备份,包括航天员系统的舱外服支持设备之间也相互备份,更大程度上提高了航天员出舱活动的可靠性以及航天员的安全性。

### 航天员在轨生活有了哪些新改变?

#### 空间大、保障多:航天员生活更舒适

问天实验舱舱内设有3个睡眠区、1个卫生区。完成对接后,床位数增加到6个,中国空间站将更加温馨舒适。

同时,航天员中心在问天实验舱配备了丰富的乘员产品,包括太空厨房、充电类的

设备等。问天实验舱上行以后,加上天和核心舱已经配备的一套太空厨房,在轨就有两套厨房设备,给航天员的生活带来很大的便利。另外,问天实验舱又上行了一套充电装置,与天和核心舱配套的一台充电装置一起,可为航天员的生活带来更多便利。

据新华社海南文昌7月25日电

入问天实验舱。7月25日在北京航天飞行控制中心拍摄的神舟十四号航天员乘组进入问天实验舱。

航天员陈冬(中)、刘洋(右)、蔡旭哲(左)在北京航天飞行控制中心拍摄的神舟十四号航天员乘组进入问天实验舱。



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,问天实验舱在空间生命科学与生物技术、微重力流体物理、空间材料科学、空间应用新技术试验等4个领域方向规划部署了10余个研究主题,已立项40余项科学项目。随着此次问天实验舱发射,微重力条件下高等植物培养的



7月25日在北京航天飞行控制中心拍摄的神舟十四号航天员乘组进入问天实验舱。这是航天员陈冬进入问天实验舱。新华社发

### “太空空调”营造“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,在极冷极热的太空环境中,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

### 问天实验舱将开展哪些实验研究?

实验研究将陆续在轨开展。空间站建成后将持续论证、滚动实施相关科学项目。

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,揭示微重力对生物个体生长、发育、代谢的影响,促进人类对生命现象本质的理解。

——生物技术实验柜以组织、细胞和生化分子等不同层次多类别生物样品为对象,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物理学等实验,探索微重力环境下细胞生长和分化规律和机制,为人类健康、生殖发育提供理论基础,探索重力效应对生命起源和进化影响等。

——变重力科学实验柜为科学实验提供0.01G至2G高精度模拟重力环境,采用先进的无线传能和载波通信技术,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。

——实验舱外部部署能量粒子探测器、等离子体原位成像探测器,用于获取空间质子、电子、中子、重离子和等重离子体等环境要素数据,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。

科学实验柜体积小、却功能强大。中科院空间应用中心研究员、集成技术中心副主任张璐说:“科学实验柜相当于把占地几十平方米的实验室系统装到一个不到2立方米的柜子里。”

据新华社海南文昌7月25日电

### “问天”为何“四季如春”“实时在线”?

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,许多新技术纷纷登场,如舱外设备上使用的太阳反射率超过90%的“白色外衣”、石墨导热索技术等。

#### 航天测控通信确保“实时在线”

航天测控通信是指地面站对航天器进行轨道测量、遥测遥控和数据传输,是航天器升空后与地面的唯一联系,就像放风筝的线。因此,航天测控通信也被大家称为航天器的“生命线”。

本次问天实验舱升空,中国电科用十余个陆基测控站、海基测量船和天链中继卫星

编织了一张全覆盖的测控通信网络。

中国电科首席专家柴霖表示,目前我国已建成第三代“综合化测控体制”,具备“多重组、深综合、高可靠”等特点。

第三代“综合化测控体制”采用了资源重组的设计理念和技术,即各部分之间以交叉组合的方式重构出多种设备形态,系统组成灵活多样,提高了设备使用率和任务可靠度。

柴霖介绍,新一代测控设备为测控一体化系统,既有传统测控功能,又有高速数据传输功能,两类数据融合传输,节省资源。

综合化设备和智能手机一样,可支持在一套航天测控通信设备同时安装多个应用程序,不同信号形式、工作模式、技术体制的功能可以同时或分别使用。

据新华社电

### 公安部回应唐山烧烤店打人事件:

## 专案组对每条线索全力以赴侦查

新华社北京7月25日电(记者 熊丰 任沁沁)公安部刑事侦查局局长刘忠义25日在京表示,不久前,唐山烧烤店打人事件引发社会广泛关注,造成恶劣社会影响,公安部高度重视,第一时间派出工作组,并从全国抽调专家赴一线指导案件侦办,目前案件侦办进展顺利,具体情况

会向社会公布。“我们充分理解全社会对案件侦办工作的高度关注,也正因为如此,专案组对涉及到的每一条违法犯罪线索均全力以赴开展侦查调查,务求事实清楚、证据确凿。请大家相信公安机关一定会彻底查清全案,依法严惩犯罪。”

当日,中共中央宣传部举行“中国这十年”

系列主题新闻发布会,介绍公安机关推进更高水平平安中国建设成效。刘忠义在发布会上介绍,近期,公安部部署全国公安机关开展夏季治安打击整治“百日行动”,依法严厉打击群众反映强烈的突出违法犯罪,截至目前,在夏季治安打击整治“百日行动”中,刑侦部门抓获违法犯罪嫌疑人4.9万名,破获各类刑事案件7.2万起,有力维护了社会治安大局稳定。

“我们坚持依法严打方针,既要快破大案,也要多破小案,既要打出声威,也要治出成效,切实让人民群众感到安全触手可及、保障就在身边。”刘忠义说。

### 引进博士存不当做法

## 邵阳学院党委书记被免职

据新华社长沙7月25日电(记者 谢樱 刘芳洲)近日,湖南省邵阳学院引进博士一事引发社会关注,对此,湖南省教育厅成立调查组进驻学院进行调查。24日晚,湖南省教育厅网站发布通报,对邵阳学院党委书记彭希林同志给予免职处理,并责成邵阳学院纠正不当做法。

7月7日,湖南省邵阳学院在其官网发布

《出国攻读博士毕业返校与同类型拟引进博士名单待遇公示》。公示显示,该校本批次引进23名在菲律宾亚当森大学攻读哲学(教育学)专业的博士生。每名博士生引进费35万元、科研启动费15万元、过渡性租房补贴14.4万元、不需解决配偶工作增加引进费20万元,合计84.4万元。此事引发社会争议。

经查,邵阳学院没有结合学院发展实际科学制订师资队伍建设规划,在博士人才引进等方面存在不当做法。学院党委在此过程中论证不充分,决策不科学、工作不严谨,党委书记彭希林同志负有主要领导责任。