



# 为什么要到空间站做实验



2020年8月9日,贵州省仁怀市科技馆内,小朋友戴上VR眼镜,体验宇航员在空间站里的情景。资料照片

## 天上一天 地上一年?

太空用电神奇在哪里

电是现代生活的生命线。飞船、卫星等航天飞行器的运转,同样离不开电能供给。正在中国空间站出差的“太空三人组”,他们的电从哪里来,他们的电够用吗?

答案就是靠航天器两边的太阳能“翅膀”。太阳能“翅膀”由一片片半导体晶体组成,这些晶体经串联、并联后就组成了太阳能电池阵,为航天器提供源源不断的能量。

可别小看太阳能电池阵的威力,为空间站组合体供电的太阳能电池阵,在天上连续工作一天的发电量,可抵得上一个普通家庭一年的用电量。

值得一提的是,今年我国空间站即将完成全面建造,对整舱的体积、重量,特别是功率提出了更高要求。为“寸土寸金”的核心舱提供的最新一代柔性太阳能电池阵,如何实现“小体积”爆发“大能量”?

同样功率,体积减小一半,这是柔性电池的“秘密武器”。最新的柔性太阳能电池阵采用了厚度不足1毫米的单体,整体重量较传统太阳能电池阵减少了一半以上,而且每片都薄若蝉翼地压拢在一起,犹如古代奏章一样的形式,在空间站发射阶段,折叠收拢压紧于收藏箱内,到了太空以后再展开发电。

想要电能源源不断,还得防御复杂太空环境的危险:每天在轨飞行的太阳能电池阵都要经受十几次的高低温循环温度考验,遭受腐蚀性极强的原子氧的侵蚀和强紫外线照射等……

为了提高太阳能电池阵耐受空间辐射等能力,技术人员在太阳能电池片上设计了石英盖片,为太阳能电池阵装上防御的“铠甲”。通过在透明的石英盖片表面涂抹减反射层,就可以吸收更多的光射到电池表面,提高太阳能电池发电本领,降低工作温度。同时,有了石英盖片的保护,太阳能电池还能免受空间辐射环境的影响,提高其耐受空间带电粒子辐射损伤的能力,减少太阳能电池性能的衰减。

现在,我们的太空“发电站”在平均光电转换效率、发电能力等方面都达到了国际领先水平,即使面对太空复杂的供电环境,也能安稳续航,为空间站提供源源不断的能量。

据《中国青年报》

## 天然的研究场所

张璐介绍,近期发射的问天舱,其任务是以空间生命科学和生物技术的研究为主,在生命科学和生物技术微重力、物理空间材料科学、空间应用新技术等4个应用领域,部署了十余项研究主题。

“通过这些科学项目的实施,我们要研究多种空间环境要素下的基本科学规律机理,关注并深入研究空间环境各因素,对生命从分子到组织器官各层次的影响和作用机理,探索认知生命体的太空生长发育与繁衍规律,以及人类太空长期生存面临的主要健康保障问题等。”张璐说。

空间站所能提供的特殊空间环境,为以上实验任务提供了天然的研究场所。中国科学院空间应用中心研究员、应用发展中心主任张伟介绍,空间站实验舱可以提供四大优势实验条件。

第一个特别之处在于,空间站“能提供长期的微重力、辐射等特殊研究环境”。

“长期”二字不可小觑。张伟说,在地球上,生命体和物质受到重力的作用,某些本质规律会被掩盖,而在长期的微重力条件下,“我们有希望发现被重力掩盖的物质本质规律”。

比如在微重力条件下,会产生一些神奇的物理效应:微重力效应可以使得浮力对流极大地减小;也可以让沉淀和分层现象基本消失;还可以使得压力梯度极大地减小。这些不同于地球环境的物理特性,或许会给我们司空见惯的实验带来新的惊喜。

此外,不同于此前短暂送上太空的实验装置和材料,张伟说,载人空间站的另一大优势就是“有人的参与”,更便于进行实验操作、实验模块更换和维修维护。

同时,载人空间站可以进行天地往返运输,能够实现实验样品返回。比如在轨开展的生命、材料等科学实验,就有必要将实验后的样品送回地球,回到地面再进行进一步研究。

张伟还表示,空间站特定的轨道高度,便于进行天文、地球观测和空间物理研究。以天文观测为例,由于大气的吸收和干扰,在地面无法对宇宙中的伽马射线、X射线、紫外线、红外线等进行有效观测,相关波段的天文观测,往往需要发射探测器到太空中开展观测。

与得天独厚的实验条件对应,中国空间站还配备了丰富的实验资

源。张伟透露,空间站建造完成后,将在轨运行10年以上。空间站已研制了密封舱内的先进科学实验柜、巡天空间望远镜和舱外暴露实验装置等。此外,密封舱外有独立载荷接口和大型挂点,在应用与发展阶段规划了数十个舱外载荷项目。

## 太空养鱼体验别样生存挑战

正如张伟所说,为了完成预期实验任务,问天舱可谓大搞“精装修”,部署了生命生态实验柜、生物技术实验柜、科学手套箱与低温存储柜、变重力科学实验柜,以及舱外暴露试验装置等科学实验设施。

其中生命生态实验柜备受关注,它的重要功能之一,是为植物、水生生物、小型模式动物等多类生物样品提供培养环境与生命保障。斑马鱼就是即将开展实验的生物样品之一,它们将作为水生生物代表,体验太空生存挑战。

中科院上海技术物理研究所空间生命科学仪器研制团队负责人、问天舱生物技术科学实验系统主任设计师张涛介绍,斑马鱼实验将在小型受控生命生态实验模块开展。他说:“这个实验设备支持鱼、藻类和微生物形成的一个相对明确的生态系统,能够在外太空,在外界资源支持很有限的情况下,形成一个自给的循环。”

太空养鱼的“神器”究竟长什么样?中科院上海技术物理研究所工程师田清说,直观看来,相比于我们普通的鱼缸,它多了许多管线和传感器。

“在这个系统里,有鱼、有藻类、有微生物。”田清解释,“由于太空中鱼食无法下沉水底,我们专门设计了一个喂食单元;还设计了专门的营养液供给设备,为藻类提供营养。实验过程中,藻类通过光合作用产生的氧气,供鱼类消耗;鱼类呼出来的二氧化碳,供藻类进行光合作用;鱼类的排泄物,则可以作为藻类的营养供给。”

在小型受控生命生态实验模块中,藻类的光合作用还需要照明系统,加之整个系统都需要实时监控,因此整个装置还配备了照明和摄像设备。田清说:“鱼长得比较好了之后,就会产卵,因此还需要一个比较复杂的系统,进行鱼卵的收集,将来鱼卵由航天员带回地面。”

张涛表示,这个实验,就是要在我国空间站实现小型受控水生生态系统的构建。

## 太空核酸检测有看点

在为生物样品提供生命保障的同时,问天舱的生命生态实验柜还肩负对实验系统微生物安全监测的重任。

小小微生物,也有大来头。中科院上海技物所副研究员、问天实验舱生物技术科学实验系统副主任设计师刘方武介绍,航天器长期在轨有氧密闭运行过程中,微生物污染问题必须引起重视。

他举例说,1986年到2001年在轨运行的和平号空间站,就曾出现过108种细菌和126种真菌引发的微生物污染问题。其中不乏对人体健康有害,以及能够引起飞船材料降解、腐蚀设备的微生物。

刘方武说,为了预防微生物污染,“我们现阶段对生命生态和生物技术实验系统里的微生物安全监测,提供了两种技术手段,一种是培养法,另一个就是我们应对新冠所采取的方法——核酸检测”。

要对实验系统里微生物进行检测,首先需要航天员手动对实验系统环境进行采样,并将样品放入生命生态实验系统的微生物检测模块。接下来有两个方法可以使用,一个是观察培养法,通过加入培养基培养后,设备会对培养基上的菌落进行自动成像,地面科学家根据远程传输回来的图像和数据对微生物的种类进行鉴定;另一个是核酸扩增检测法,在样品放入检测模块后启动核酸检测流程,从而测出是否含有特定微生物及其含量。

值得一提的是,刘方武介绍,此前国际空间站检测微生物是采用“在轨抗原+采集返回地面进行检测”的方式,而中国空间站直接在轨进行培养和核酸检测的技术方案,更具看点。

随着人类探索太空疆域的不断拓展,未来,搭建月球基地、星际旅行、外星移民都将有望成为现实。空间科学实验,对人类未来如何在太空长期生存至关重要。今年晚些时候,我国空间站第2个实验舱——梦天舱也将发射,我国空间科学实验实力将进一步增强。

暑期常与作业相伴。最近,正在中国空间站“出差”的航天员陈冬、刘洋和蔡旭哲,就收到了火箭“快递”来的一份特殊作业——中国空间站首个科学实验舱问天舱相关实验任务。

7月24日,长征五号B运载火箭托举问天舱进入太空,这个和一节地铁车厢大小相近的太空实验室,随后成功和中国空间站天和核心舱交会对接。7月25日10时03分,陈冬、刘洋和蔡旭哲开启问天实验舱,这是中国航天员第一次在轨进入科学实验舱。

地球上的实验室比比皆是,为何要费大力气将20吨级的问天舱送到空间站去做实验?

“太空拥有一系列特殊环境条件,比如微重力、强辐射、高真空、超洁净等,而人类梦想走出地球、步入深空,首先就需要开展一系列空间生命科学实验。”中国科学院空间应用中心集成技术中心主任、中国空间科学实验柜总体主任设计师张璐说。

在太空环境中,人类能否种出粮食?太空辐射,会让细胞变异吗?地球生物体,又能否在太空世代繁衍?空间生命科学实验可以帮助人们寻找答案。