

航天员在舱外工作。

航天员为何要进行出舱活动

新华社北京7月4日电（记者 冯玉婧）据中国载人航天工程办公室消息，北京时间4日14时57分，经过约7个小时的出舱活动，神舟十二号航天员乘组密切协同，圆满完成出舱活动期间全部既定任务，我国空间站阶段航天员首次出舱活动取得圆满成功。

航天员为何要出舱活动？航天员出舱后通常要完成哪些任务？

出舱活动，又被称作太空行走，是指航天员或宇航员离开载人航天器乘员舱，只身进入太空的活动。由于太空环境恶劣，航天员要面临失重、低气压和气温不稳定以及强辐射等诸多挑战。

机器人或自动化技术通常是人类出舱活动的替代方案，但目前设计能执行预期任务之外或超出已知任务参数范围的机器人成本高，且技术尚不成熟，无法完全取代人类。而航天员的出舱活动效率较高，并且对意外故障和突发事件做出响应的能力较强。正如建造摩天大楼需要建筑工人和起重机一样，出舱活动需要航天员和机器人共同完成舱外作业。

美国航天局认为，宇航员在舱外维修卫星或其他航天器，可以避免将它们带回地球修理；在舱外开展科学实验，有助于科学家了解太空环境对不同事物的影响。宇航员还可以在舱外测试新设备。

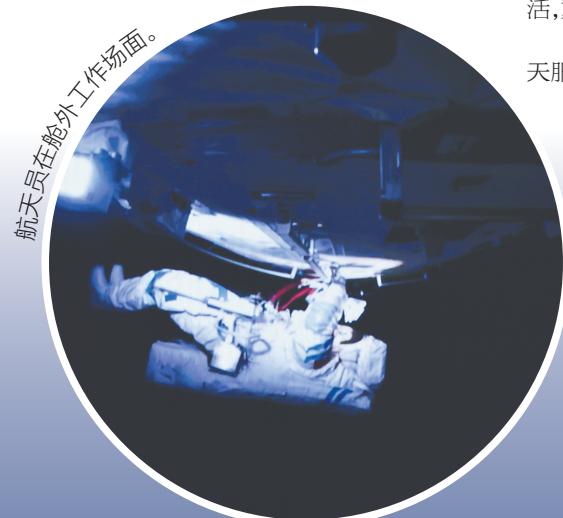
在舱外作业中，航天员或宇航员主要开展卫星捕获和维修、更换电池、舱外维修、外部航天器组件的组装及连接、特殊实验或测试等工作。

此前，美国宇航员曾通过出舱活动修复了天空实验室、太阳峰年卫星、哈勃太空望远镜等航天器；多次为国际空间站更换电池；紧急维修故障设备。俄罗斯宇航员则通过出舱活动修复了“礼炮”号空间站，组装、维修了“和平”号空间站，还为国际空间站内壁裂缝“打补丁”。

出舱活动并非总是一帆风顺。

国际空间站原计划今年6月16日首次安装新太阳能电池板，但两名出舱宇航员因宇航服故障耽误了时间，导致该次任务未能按计划装上新电池板。2016年1月15日，两名单宇航员走出国际空间站，成功更换了一个出故障的电力设备，但此后由于一名宇航员头盔内部漏水，这次太空行走被提前叫停。

2010年8月7日，国际空间站两名单宇航员出舱，计划为空间站出故障的冷却系统更换液氨泵，但一个“顽固”软管以及中途发生的液氨冷却剂泄漏事故令他们未能完成预定任务。



航天员在舱外工作。

7月4日，经过约7个小时的出舱活动，神舟十二号航天员乘组圆满完成出舱活动期间全部既定任务，我国空间站阶段航天员首次出舱活动取得圆满成功。

记者从航天科技集团五院获悉，我国在核心舱机械臂、舱外维修与辅助工具、天地通信系统等领域取得一系列技术突破，为出舱活动顺利实施提供了有力保障。

核心舱机械臂 天地通信“天路”

——多项技术突破为出舱活动保驾护航

核心舱机械臂提供有力支撑

此次出舱活动首次检验了航天员与机械臂协同工作的能力，雄伟有力的空间站核心舱机械臂格外引人注目。

空间站核心舱机械臂展开长度为10.2米，最多能承载25吨的重量，是空间站任务中的“大力士”。其肩部设置了3个关节、肘部设置了1个关节、腕部设置了3个关节，每个关节对应1个自由度，具有七自由度的活动能力。

通过各个关节的旋转，空间站核心舱机械臂能够实现自身前后左右任意角度与位置的抓取和操作，为航天员顺利开展出舱任务提供强有力的保证。

除支持航天员出舱活动外，空间站核心舱机械臂还承担舱段转位、舱外货物搬运、舱外状态检查、舱外大型设备维护等在轨任务，是目前同类航天产品中复杂度最高、规模最大、控制精度最高的空间智能机械系统。

为扩大任务触及范围，空间站核心舱机械臂还具备“爬行”功能。机械臂通过末端执行器与目标适配器对接与分离，同时配合各关节的联合运动，从而实现在舱体上的爬行转移。

据悉，航天科技集团五院在抓总研制过程中，在关键技术、原材料选用、制造工艺、适应空间站环境的长寿命设计等方面均取得创新突破，全部核心部件实现国产化。

“机械伙伴”协助克服舱外作业困难

航天服手套充压后操作不便、单手操作难度大、在轨防飘要求高……开展舱外作业，航天员面临诸多挑战。作为航天员执行出舱任务的“机械伙伴”，舱外维修与辅助工具可以协助航天员有效克服这些困难。

舱外维修与辅助工具不仅有用于舱外设备维修的舱外电动工具、舱外扳手、通用把手等工具，也有配合航天员舱外姿态稳定及转换的便携式脚限位器、舱外操作台等辅助工具。

——舱外电动工具可以适应舱外复杂的真空和高低温环境，具有定力矩拧紧、拧松的工作模式，并且设置有休眠模式。

——舱外通用把手可以安装到维修设备上，用于航天员在轨维修时进行待维修设备的转移及防漂。

——便携式脚限位器设计了旋转、俯仰、滚动、偏航四个关节自由度，可协助航天员在舱外调整至执行任务的工作姿态；与之配合使用紧密的舱外操作台，可协助航天员进行维修任务时挂放设备和维修工具，解放航天员双手，实现设备或维修工具的临时存放。

——与航天服直接相连的微型工作台，则像一根多功能腰带一样环绕在航天服腰部，将航天员出舱使用的舱外电动工具、舱外通用把手和舱外扳手随身携带，确保航天员随用随取。

通信“天路”确保天地通信畅通

开展出舱活动，需要天地间大力协同、舱内外密切配合，与地面建立高速及时的通信联系至关重要。

航天科技集团五院研制的第三代中继终端产品，通过与中继卫星天链一号和天链二号建立中继链路，实现中继通信，确保航天员与地面通信的实时畅通，好比在太空中搭建了地面与中继卫星、中继卫星与航天员之间的“天路”。

与此同时，航天科技集团五院研制的出舱通信系统可实现舱内外航天员之间、舱内外航天员与地面人员之间，以及舱外航天员之间的全双工语音通信，在航天员舱外活动范围内实现无线通信全覆盖。

与上一代系统相比，该产品具有通信距离更远、通信速率更高、工作寿命更长等特点，同时具有更强的空间环境抗电磁干扰能力，并支持多名航天员同时出舱活动时的通话功能。

此外，舱外图像传输子系统为舱外提供无线网络覆盖，通过出舱无线收发设备提供的“热点”进行图像传输，实现了对航天员出舱活动进行实时显示、实时记录等功能。

（据新华社北京7月4日电 新华社记者 张泉 胡喆）



舱内航天员聂海胜配合支持两名出舱航天员开展舱外操作。

解码“飞天”舱外航天服

是他们的最快速度了。

头盔面窗：

制作需要经过47道工序

舱外航天服上的头盔面窗，是航天员进行出舱活动时观察外界的窗口。

头盔面窗有多层，最里层为双层压面窗，是整个头盔的承压密封结构，呈曲面型，直接关系到航天员的生命安全，必须做到绝对安全可靠。

“且不说它的承压材料要经过多少轮的选择、测试，光密封加缝合就耗时两个多月，一共完成47道工序。”中心研发与总装测试部副总部长邓小伟说，就拿面窗除尘来说，先吹洗，再不间断擦拭两小时左右，直到肉眼看不到一丝灰尘。

舱外手套：

尺寸公差不超过1毫米

做手套的师傅郭浓两个月要交付6副舱外手套，几乎每天都在埋头苦缝。

就算是手缝，同样要求精准，尺寸公差

也不超过1毫米。郭浓介绍说，更重要的是，由于航天服的特殊性，不能反复拆缝，走针的时候务必小心，力争一次到位。

液冷服：

全身上下铺线100米

航天员在舱外活动时会产生热量，需要穿上给身体降温的液冷服。

液冷服是由弹性材料制成的，全身上下全是细密的小孔，供42根液冷管路线均匀穿过，每两孔间穿1厘米的线，全身上下铺设100米左右，就得穿20000个孔，尤其是头部的蛇形分布线路，得穿出个太极图。

金属“硬躯干”：

不能有0.1毫米细微毛刺

舱外航天服有个金属结构的硬躯干，外形像是一个铠甲，背后挂有保障生命的

航天员刘伯明出舱画面。（本版照片均由新华社记者摄）

