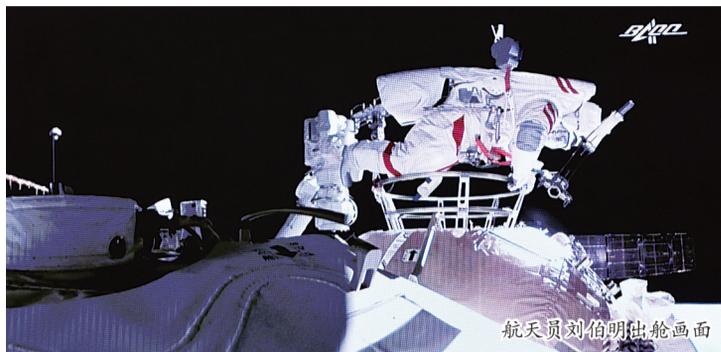


## 航天员刘伯明汤洪波昨日成功出舱,漫步太空7个小时

# “飞天战袍”的秘密



设计人员介绍“飞天”舱外航天服



航天员刘伯明出舱画面

来到航天员中心研发与总装测试部服装车间,走近一群“制衣匠”的世界。

### 航天服: 装配一套 需近4个月

舱外航天服是航天员生命安全的保障。生命安全无小事,体现在工艺上就是复杂且精密。

据了解,仅做一副舱外航天服下肢限制层需要260多个小时,而装配一套舱外服需要近4个月……这已经是他们的最快速度了。

### 头盔面窗: 制作经过 47道工序

舱外服上的头盔面窗,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,最里层为双层压力面窗,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月,一共完成47道工序。”中心研发与总装测试部副部长邓小伟

说,就拿面窗除尘来说,先清洗,再不间断擦拭两小时左右,直到肉眼看不到一丝灰尘。

### “波纹袖”: 既舒适又灵活

在太空,航天员穿着航天服后活动的操作主要靠上肢实现,所以制作时既要考虑活动的灵活性,还得考虑充压后的承力性。缝纫车间的王其芳用一双巧手,做出来的“波纹袖”充压后舒适度和灵活度都是一流。

她以打结为例介绍说,因为结点是多条线的交错处,特别硬,就得用镊子扎孔、穿针,再用镊子把针拽出,光打结就有3道工序,一套舱内航天服上肢有76处孔需要打结,仅这个活就得干两三天。

### 舱外手套: 不能反复拆缝 力争一次缝好

与王其芳同样手巧的,还有做手套的师傅郭浓。他两个月要交付6副舱外手套,几乎每天都在埋头苦练。

就算是手缝,同样要求精准,尺寸公差不能超过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根液冷管线路均匀穿过,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”。

### 气密层: 反复刷几遍胶

在真空中,人体血液中的氮气会变成气体,造成减压病,因此必须给航天服加压充气,否则就会因体内外的压差悬殊而造成生命危险。

因此,航天服的气密性要求极为严苛。车间的林波师傅介绍说,比如为舱外航天服气密层刷胶,也不是简单地刷,要观察温湿度、刷胶时间、薄厚度要适量均匀。

“刷完晾,晾完刷,要反复刷上几遍。”林波说。

### 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通风供氧装置。

金属“硬躯干”上有1000多个米粒大的小孔和配套的各种不同规格的螺丝,组长岳跃庆带着组员们用镊子夹着酒精棉一点点仔细擦拭,再用放大镜检查是否彻底清洗干净。

碰到毛刺,岳跃庆就变身整形医生,要给金属表面做“磨皮”手术。多年来,岳跃庆练就了“好手功”。他说,哪怕是0.1毫米的细微毛刺,都能摸出来。

### 背包门: 航天员“生命之门” 必须密封严实

舱外服的背包门被称为航天员的“生命之门”。在太空环境下,背包门如果密封不严,将直接威胁航天员的生命安全。

岳跃庆介绍说,背包门的插销座有4组,插销门有4组,插销座和插销门合上时要天衣无缝。

为此,他们用卡尺一点点地量,精度精确到几十微米。最终,他们用极精准的工艺手段硬是把口径只有几毫米的不锈钢小孔打磨得跟镜面一样光滑。

据新华社

## 中国空间站机械臂完成首次航天员托举

中国航天员刘伯明、汤洪波4日顺利出舱,空间站核心舱机械臂首次托举航天员刘伯明到指定位置圆满完成出舱操作,抬升天和核心舱舱外全景相机的位置,并验证了机械臂的大范围转移能力。

### 核心部件国产化

空间站核心舱机械臂由中国航天科技集团五院抓总研制,主要承担舱段转位、航天员出舱活动、舱外货物搬运、舱外状态检查、舱外大型设备维护等八大类在轨任务。

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”。

空间站机械臂是中国航天事业发展的新领域之一,中国成为世界上第三个掌握大型空间机械臂核心技术并应用的国家,全部核心部件实现国产化。

### 七个关节 可以爬行

空间站核心舱机械臂是中国首个可长期在太空轨道运行的机械臂,其肩部设置了

三个关节、肘部设置了一个关节、腕部设置了三个关节,一共七个关节,每个关节对应一个自由度,就如同人的手臂一般,具有七自由度的活动能力。通过各个关节的旋转,能够实现自身前后左右任意角度与位置的抓取和操作,为航天员出舱顺利开展出舱任务提供强有力的保障。

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。由于核心舱机械臂采用了“肩3+肘1+腕3”的关节配置方案,肩部和腕部关节配置相同,意味着机械臂两端

活动功能是一样的。

同时肩部与腕部各安装了一个末端执行器,作为机械臂的触手,末端执行器可以对接舱体表面安装的目标适配器,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。

### 十套“控制大脑”

为实现整个机械臂的平稳运行和精确定位,空间站机械臂各处装有“控制大脑”,包括1套机械臂中央控制器、7

套关节控制器和2套末端控制器。

其中,机械臂中央控制器是机械臂管理系统的控制和通信枢纽,负责接收地面飞行人员的各种指令,迅速制定动作方案,进而控制机械臂精准地完成各种动作。

关节控制器和末端控制器负责控制空间站核心舱机械臂7处关节、2处末端执行机构,对各个位置的信息交互起到连接和转发的功能,对于机械臂关节和末端的灵活性和精准度起着至关重要的作用。据中国新闻网