

解码“飞天”舱外航天服

——走近航天员中心研发与总装测试部服装车间

□ 李国利 占康 黎云

7月4日，神舟十二号航天员刘伯明、汤洪波从空间站天和核心舱节点舱成功出舱，身上穿着的我国自主研发的“飞天”舱外航天服在太空中格外醒目。

120公斤重的舱外航天服，是航天员执行出舱活动的铠甲。它像一个人形飞船，充上一定的压力后，可保护航天员的生命安全，抵御外太空的高低温、强辐射等。

那么，这件比黄金还贵重的“飞天战袍”，是由什么做成的？又是怎么做出来的？让我们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。

舱外航天服的软结构，包括上下肢和手套，从里到外是舒适层、备气密层、主气密层、限制层和热防护层等，既能抵抗太空风险，又能穿着舒适、行动灵活，重而不笨。

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：制作需要经过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，先吹洗，再不间断擦拭两小时左右，直到肉眼看不到一丝灰尘。

这一套严密的工序，是邓小伟带着车间工人花了近一年的时间研制摸索、做了10多套样品后确定的工艺标准。他说：“空间站任务中出舱活动时间长，对服装性能要求更高。”

双层压力面窗制作过程中，对可视区夹层进行氮气吹除时，要通过一根空心针透过密封胶层输送气体。一次，在针扎入的过程中，有两粒胶的碎末进入了密封的面窗夹层。

这两个沙粒大小的碎末，吸附在面窗夹层下沿，理论上对视觉没什么大的影响，却成了他们的“眼中钉”。他们尝试了各种办法，最终只

能将碎末扫除到边缘区域。为了做出完美的面窗，他们从生产流程入手，改变生产工序，采用先预埋空心针再进行内外层面窗黏合的方法，彻底解决了密封胶穿刺产生多余物的问题。

据邓小伟介绍，一套由100余个单机产品组成的舱外航天服在单机研制生产和系统总装过程中要经过严格的自检互检安检3道程序，还要进行环境试验、压力性能试验和工效验证与评价等，确保质量万无一失。

“波纹袖”：既舒适又灵活

缝纫车间的王其芳工龄最长，一干就是21年，她手下的针线活走针紧密、顺直，美观又严谨。缝纫组组长杨金兴说：“她做的航天服上肢是最好的！”

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载力。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，就得用簪子扎孔、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。

必须用手工吗？能不能用设备替代呢？车间主任李杨说：“从目前的技术能力看，还真不行。没有任何一个机械比手更灵活。”

舱外手套：尺寸公差不能超过1毫米

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。

也正因为此，郭浓和同事们在缝制的时候，必须做到手到哪眼到哪，时间久了，练就出一双双火眼金睛。

“我们这里的工匠，个个视力都是2.0。”李杨开玩笑说。

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20,000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，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。

粘胶组组长莫让江说，舱外服气密层的TPU材料表面非常光滑，黏胶前必须涂上一层表面处理剂对表面进行活化，稍微处理不当，表面就有可能造成损伤。而透明色的材料导致肉眼几乎看不见特别小的损伤，等到后期加工完再充压测试就为时已晚。

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。李杨介绍说，光单机产品有100多个，由30多个外协单位分别生产，最后从五湖四海聚集到舱外服系统集成总装车间装配。

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擦洗干净。

“一粒浮尘都有可能酿成大祸。”岳跃庆说。

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。

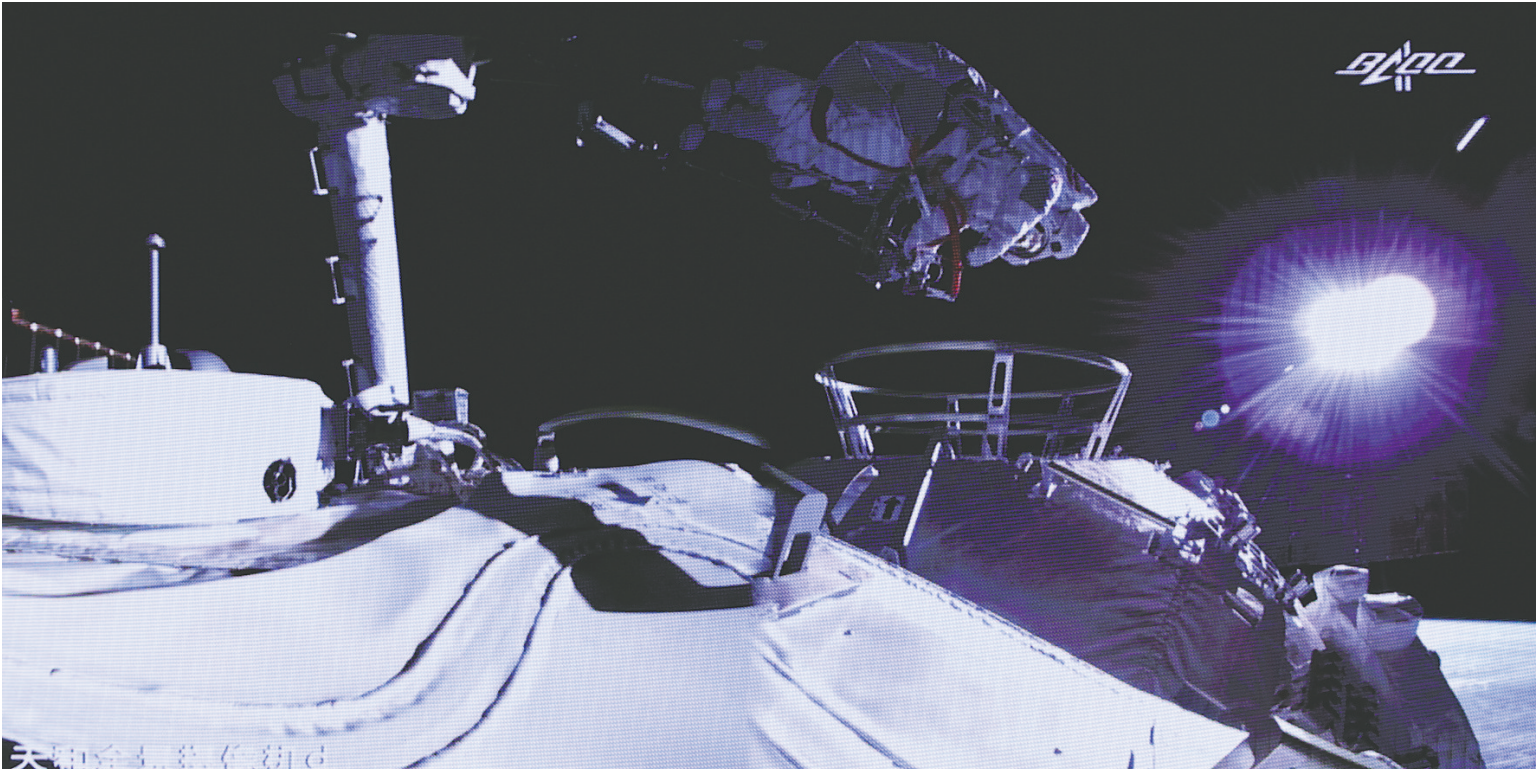
背包门：航天员“生命之门”必须密封严实

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。

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，他们用极精湛的工艺手段使得开背包门省力一半多。此外，他们还凭着毅力和巧劲，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。

“干就要干到极致。”岳跃庆说，“舱外航天服里有气液、通风管路和电缆，在保证性能的前提下，还得注意各条线路安装美观、整齐，胶痕清理干净，标识可视角度便利。”



我国空间站阶段航天员首次出舱活动取得圆满成功

据中国载人航天工程办公室消息，北京时间2021年7月4日14时57分，经过约7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，航天员刘伯明、汤洪波安全返回天和核心舱，标志着我国空间站阶段航天员首次出舱活动取得圆满成功。图为7月4日，在北京航天飞行控制中心大屏拍摄的航天员在舱外工作场面。

强有力的作用。

张鹏表示，风云三号E星是极轨卫星，与静止轨道卫星相比，极轨卫星的轨道低、搭载的仪器多，成像像素高，其优势体现在全要素的观测能力，可以观测到大气圈、岩石圈、生物圈的各种要素，而大气圈的温度、湿度，陆表植被变化，海面风速，岩石圈的积雪、两极极冰变化，都是体现气候变化的要素。

“海洋、大气、太阳都是气候敏感的参数，也都可以通过风云三号E星来获得，这些丰富的观测资料将为中国应对气候变化、实现碳中和、碳达峰目标提供科学依据。”杨军表示。

未来，风云三号气象卫星03批还有三颗星待发，包括一颗首发的降水星，中国还将推动风云四号微波卫星的运行，推动形成中国强大的气象卫星观测网，为民众提供更好的保护，为天气预报、应对气候变化提供更好支撑。

更好应对气候变化

除了天气预报综合能力提升，风云三号E星可实现对三维大气、洋面风场、夜间微光、太阳和电离层等多种要素的监测，综合增强天气气候、大气环境和空间天气监测分析能力，在应对气候变化中发挥更

数值天气预报精度和时效，对完善全球对地观测系统具有重要意义。

综合预报能力提升

风云三号E星克服了晨昏轨道卫星背阴和向阳面温度梯度大的技术难题，装载了11台(套)先进的遥感器，在观测通道、探测精度、光谱覆盖连续性等三方面核心能力都有所突破，实现了风云系列卫星首次主动遥感探测，可丰富常规气象观测匮乏的海洋观测资料，提升海上气象灾害的预报能力。

此外，由于在清晨和傍晚“值班”，风云三号E星能够更精准地判识晨雾、火灾等特殊时段的自然灾害，探测全球夜间城市灯光状况，进

为全球气象观测加一趟“早班车”

中国自主研发的风云三号E星更精准判识晨雾、火灾等特殊时段自然灾害

□ 陈 溯

7月5日早晨，风云三号E星在酒泉卫星发射中心成功发射。这颗“黎明星”被媒体称为“代表着中国气象卫星科技攀升到了一个新高度”“具有开创新征程的标志性意义”。风云三号E星究竟具备哪些创新价值？将给气象监测和气象预报带来哪些全新的应用？

填补国际卫星领域空白

国家卫星气象中心副主任、风云三号地面应用系统总指挥张鹏表示，由中国自主研发的风云三号E星是国际上第一颗运行在晨昏轨道上的民用气象卫星。至此，中国成为世界

重点推荐

“直播带货”技能比赛
引来人才培养“冷”思考

国内电商智库网经社电子商务研究中心发布的《2020年度中国电子商务人才状况调查报告》显示，在高校电商人才培养建议方面，建议加强实践教学环节的占78.57%，加强学生职业素质教育的占56.12%。这表明，高职院校在电商专业培养的人才能力与市场需求存在一定脱节。

6版

科技动态

“天河”E级验证系统
搞得图计算领域两项桂冠

本报讯 由国防科技大学研制，部署在该中心的“天河”E级(百亿亿次)计算机关键技术验证系统，在近日发布的国际Graph500排名中，获得SSSP Graph500(单源最短路径)榜单世界第一和BIG Data Green Graph500(大数据图计算能效)榜单世界第一的佳绩。

坐落在天津滨海新区的国家超级计算天津中心，是我国首个千万亿次超算“天河一号”部署所在地，同时部署有“天河”E级验证系统。

图计算是将数据按照图的方式建模开展运算，在大数据和人工智能领域应用广泛。据国家超级计算天津中心总工程师冯景华介绍，不同于国际超算领域另一知名排行榜Top500侧重计算性能，Graph500排行榜于2010年首次发布，是国际上评价超级计算机图计算性能的最权威榜单，主要针对当前热门的数据密集型应用，如人工智能、大数据处理等领域，开展实施评测，可充分体现超级计算机的访存和通信性能，直接反映超级计算机的数据处理能力。

国家超级计算天津中心主任杨灿群表示，“天河”团队以“天河一号”首夺世界第一为起点，历经10余年的不懈努力、自主创新，使“天河”超算系统在硬件和软件全自主化的同时，应用领域从传统科学工程计算向大数据处理和智能计算拓展。“天河”E级验证系统能在强调实用好用、高效节能的关键评测中排名两项世界第一，具有十分重要的意义。

这一成果的取得，标志着“天河”超级计算机在数据密集型应用方面取得了国际领先突破，这对于提升我国人工智能和大数据处理能力有着重要支撑作用。

(毛振华 宋 瑞)

新研究进一步揭示
细胞分化发育“来龙去脉”

本报讯 从原始胚层到成为组织器官，细胞是怎么分化和发育的？我国科研人员运用单细胞标记和示踪技术，构建了斑马鱼原始前肠内胚层的全细胞命运图谱，进一步揭示细胞从原始胚层到组织器官发育成熟的“来龙去脉”。相关研究成果已于近期由《美国国家科学院院刊》在线发表。

“在多细胞生物胚胎发育过程中，一个前体细胞最终可以产生一种或多种类型的成熟功能细胞。”据论文通讯作者、西南大学生命科学学院教授罗凌飞介绍，明确原始胚层中每一个前体细胞产生的所有子代细胞类型及其发育路径和轨迹，是发育生物学的基本问题和长期以来的研究目标。

为此，罗凌飞研究团队运用荧光染色技术，对斑马鱼原始前肠内胚层中的任意单个前体细胞予以标记。由于被标记细胞的子代细胞会继承红色荧光，研究人员可以进行可视化“追踪”，确定被标记前体细胞在48小时内产生的所有子代细胞的位置和数量。在多次独立实验的基础上，研究团队构建了单细胞分辨率的原始前肠内胚层全细胞命运图谱，明确了每个前体细胞所产生的子代细胞在前肠消化器官中的分布，并对胰腺、肝脏、肠道、肝脏管的前体细胞在原始前肠内胚层中的分布区域进行了精确划分。

审稿专家认为，这项研究构建的全细胞命运图谱有助于帮助科学界进一步理解细胞命运决定和分化机制，对于功能细胞体外分化和器官再生研究具有重要指导意义。

(柯高阳)

科教观察编辑部
主任:王 志
执行主编:明 慧
新闻热线:(010)56805252
监督电话:(010)56805167
电邮:whzk619@163.com