

# 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



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。

其中,粘胶要分多轮逐步进行。每次粘胶,都要将其放到恒温恒湿箱里进行胶

### 舱外手套:尺寸公差不得超过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练。

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20000个孔,尤其是头部的蛇形分布线路,得穿出个大极图。

### 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,粘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,固化,再进行气密性测试以及低温露点测试,可视区还要进行充分的氮气置换,防止夹层中残留的水汽在低温情况下起雾影响视线。

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粘合的方法,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专检三道程序,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

缝制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。缝制组组长杨金兴说:“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压性。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。”

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来个,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多个米粒大小的小孔,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。”

李国利 占康 黎云

# 航天员为何要进行出舱活动

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,标志着中国空间站阶段航天员首次出舱活动取得圆满成功。

航天员为何要进行出舱活动?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,国际空间站两名宇航员出舱,计划为空间站出故障的冷却系统更换液氦泵,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。

冯玉婧

### 知识卡

**航天服** 航天服也称宇宙服、宇航服,是在载人航天中航天员穿的一种服装系统。它由服装、头盔、手套和航天靴等组成。实际上它是航天员必备的个人防护救生装备。从功能上看,航天服有舱内航天服和舱外航天服两种;从服装内压上看,有低压航天服和高压航天服之分;从其结构上看,可分为软式、硬式和软硬结合航天服。

舱内航天服在飞船上升、变轨、下降,或飞船座舱发生泄漏、压力突然降低时穿着。舱外航天服是保障航天员的生命活动和工作能力的个人密闭装备,可防护空间的真空、高低温、太阳辐射和微流星等环境因素对人体的危害。无论哪种航天服都由多层组成,它们互连接形成一个整体服装,但要求各层的质量要高、要轻、不能过厚,以避免影响航天员的行动。



### 南京彩民中得“文都寻宝”20万元头奖

这不,张先生这段时间最常买的,就是南京本地的主题即开票“文都寻宝”,彩友们嫌弃他“玩得花里胡哨的,老老实实买双色球不好嘛”,张先生却乐在其中。张先生说,“中奖固然高兴,买我喜欢的彩票也让我高兴,何况这张彩票中奖率还可以,时不时有点小奖开心一下,我玩得更痛快。”

**喜中刮刮乐头奖20万元**

6月末,张先生刮中了刮刮乐“文都寻宝”的头等奖,20万元,由于还在活动期间,额外获赠南京市公园年卡3张。喜滋滋的张先生在彩友们面前挨个炫耀一遍,还说用年卡请彩友们去公园玩,逗得几个老哥们一起怼他,“我有老年卡,不需要你的什么公园年卡,走走开!”

陆天

### “另类”彩民购彩攻略

作为中老年彩民中的一员,张先生因为喜好新鲜游戏,显得有点“另类”。彩友们时常聚在一起聊双色球、聊走势图,张先生也参与其中,但张先生还经常会聊起快乐8和新上市的即开票,彩友们就有点跟不上趟了。

### 常州福彩为销售点免费配发灭火器

为强化福彩销售点安全屏障,筑牢福彩系统安全防线,常州市福彩中心结合“安全生产月”各项要求和安排部署,先后组织部分销售点开展了消防安全培训、安全生产专题学习和警示教育、消防实战演练等活动,提升了销售点风险防范意识和应急处理能力。并成立以书记、主任为组长的安全检查小组,全方位开展销售点夏季安全专项检查,及时消除安全隐患。

在增强销售点安全生产软实力的基础上,近日,常州市福彩中心又以安全工作加码,提升系数,为市本级销售点免费配发灭火器,完善销售点硬件配置,加强销售点安全建设和规范管理。据了解,本次灭火器发放工作涵盖市本级300多家福彩销售点。领取灭火器前,中心组织销售点人员分批观看视频,确保大家正确掌握灭火器的使用方法,并提醒销售点妥善放置灭火器,落实销售点安全常态化管理。

# 明天会更好

编剧 梁弓

### 45,王怀民家中,傍晚

优雅的小院子里,王怀民悠闲地喝茶。姚总:“王师傅,我是诚心诚意想聘请您。”王怀民喝了口茶,抬头望向天空。姚总:“王师傅,不光想聘请您,还有您的徒弟周少邦,一起请过去,我可以保证,红太阳给出的报酬,绝对不会比清江钢铁低。”王怀民:“姚总,感谢您的好意,只是,这不是报酬的事。”姚总:“王师傅有什么顾虑?”王怀民沉吟不语。姚总掏出名片:“王师傅,您如果有意,随时跟我联系。”见王怀民没有反应,将名片放在桌子上。

### 46,王怀民家中,晚上

月光照在院子里。王怀民与周少邦坐在院子里喝茶。周少邦:“师父是什么意思?”王怀民:“没考虑好。”周少邦:“既然没有考虑好,那就是说也有可能?”王怀民“咕咕”喝一大口水:“这事等等再说吧。”

### 47,电焊车间,黄昏

周少邦在车间里忙碌着。郑晓淮走上前来:“周哥,到下班时间了。”周少邦:“你先回去吧,我再琢磨一下。”郑晓淮:“工作嘛,不可能一天干完的,走吧,请你喝两杯。”周少邦笑着:“请我喝什么酒?”郑晓淮:“我和小蝶的事,感谢你从中撮合。”周少邦:“你们俩很般配,郎才女貌。”郑晓淮不好意思地笑笑:“走,找个地方聊聊天。”

### 48,小饭馆,晚上

小饭馆里零零散散地坐了三人。周少邦与郑晓淮碰了下酒杯,一饮而尽。郑晓淮:“这个姚总……心思还挺活络的。我岳父什么态度?”周少邦笑着:“你岳父?”郑晓淮笑着:“你师父迟早不是我岳父?”周少邦:“师父有点犹豫不决。”郑晓淮:“那你是什么态度?”周少邦:“我还没考虑过这个问题呢。”郑晓淮:“我的意见是不要去。”周少邦:“为什么?”郑晓淮:“这个……嗯……你留在清江公司,跟潘向霞接触方便。”

### 49,空镜头,晚上

天空中飘起了雪花,大街上行人寥寥。雪夜中的大运河一片宁静。

### 50,电焊车间,上午

周少邦正在焊东西,手机里传出《铁血丹心》的旋律,停下活接听:“喂,你好!”电话里的声音:“周少邦吗?我是查安平!”周少邦:“是查总啊?有什么事情吗?”查安平的声音:“你现在忙吗?方便到我办公室来一下?”

### 51,查安平的办公室,上午

查安平倒了杯茶,放在周少邦面前,顺势坐在旁边的沙发上。周少邦过杯子:“谢谢!查总怎么知道这件事的?”查安平:“红太阳算是我们的对手,他们到公司挖人,我要是一点没察觉,也太失败了。”周少邦:“师父已经退休了,他们聘请了也算合规矩。”查安平:“你不是还在公司上班吗?”周少邦笑笑:“我这水平,肯定不能跟师父比。”查安平:“看不出你还挺谦虚的。”顿一下:“你是人才,我不想看到人才从公司流失,你有什么要求,平时有什么意见,或者建议,可以随时向我提出来。”周少邦点了点头:“好。”

### 52,曲长胜办公室,上午

曲长胜正在打电话。桑主席的声音:“这次全市技能竞赛,给了清江公司两个名额。”曲长胜:“感谢桑主席关心!人家单位一个名额,我们一个就行了,不然的话,怕别的公司有意见。”桑主席的声音:“你们公司实力强,特批的两个。”曲长胜:“真的很感谢桑主席,我们要一个就行,不给领导添麻烦了。”桑主席笑着:“曲主席真是高风亮节啊。那好吧。”曲长胜挂断电话,用手机打出去:“大路,你到我这儿来一下。”

### 多年守候一朝成真 苏州小伙喜提双色球大奖643万元

7月11日晚,中国福利彩票双色球游戏进行第2021077期开奖,开出的双色球红球号码为08、15、17、25、27、30,蓝球号码为10。当期双色球头奖开出13注,花落吉林、江苏、山东等9个省份,单注奖金为643万多元。

我省2注头奖分别被苏州和宿迁彩民收入囊中。其中,来自苏州的幸运彩民花费10元自选投注,揽得1注一等奖、1注三等奖、2注四等奖、1注六等奖,共收获奖金643.8万元。该票出自苏州常熟市桑园街120-1号、编号为32055553的福彩投注站,出票时间为2021年7月11日18时45分37秒。

**干练小伙喜爱双色球**

本期大奖得主小周三十来岁,身材高挑瘦削,一身休闲装扮,看起来十分精明干练。据小周介绍,他购买福彩已有十来年,虽然年纪轻但也称得上是资深彩民了。起初,他看到身边不少人玩双色球游戏,觉得似乎蛮有趣的,于是便抱着试试看的心里去经常性的投入,逐渐从懵懂接触到乐在其中。

“坚持就是胜利”是小周信奉的原则。他通常都是自选几注双色球号码进行守号,只是偶尔尝试复式投注,每期花费大约二三十元。用他的话说,双色球彩票就像日常的商品消费一样,能给有需要的人带来乐趣与希望。

**七八年守候终捧大奖**

诚如古言“精诚所至,金石为开”,小周的自选号码在耐心守候了七八年后,终于为他赢得了1注双色球头奖。

开奖当晚,小周习惯性地点开江苏福彩微信公众号查看开奖公告,结果惊喜地发现自己彩票上第4注号码与开奖结果完全一致,他兴奋得直接跳了起来。待心情稍微平复之后,他又反复核对,确认无误之后,立即开心地把这个好消息与家人一起分享。当时,家人还不大敢相信,直到眼见为实,均是激动得几乎一夜没睡。

**中奖不忘爱心**

翌日一早,小周在爱人和哥哥的陪同下火速赶到南京办理领奖手续。他诚恳地对工作人员说:“我一直相信福彩作为国家彩票完全是公平、公正、公开的,也非常乐于支持公益事业,多年来的孜孜不倦就是最好证明。如今又中得了大奖,真是说不出的激动。”

对于中奖奖金的使用,小周在动身前就和家人商量好了,首先是计划近期购置一套大一些的房子,并给孩子存上一笔教育基金,毕竟这是大多数普通上班族族的打拼目标,另外则会拿出一部分用来孝敬父母,以及适当帮助哥哥家里改善生活。

小周还表示,购买福彩尤其是双色球游戏已经成为自己生活中不可缺少的一部分了,以后一定会长久坚持下去,因为通过购彩奉献爱心,本身就是一件极其有意义的事情。