



# 舱外航天服灵感源于虾

## 外硬内软关节灵活,内层由纯棉或棉麻布制成绝对不起静电

### 研制过程揭秘

### 买几百克原材料要跑遍半个中国

据新华社电 昨日,神舟七号飞船里的航天员翟志刚开始组装用于出舱的“飞天”航天服。中国研制的第一套舱外航天服第一次在距地球300多公里的茫茫太空“亮相”。

20世纪70年代中国首次进行载人航天尝试,航天服的科研人员面对的唯一资料,是美国宇航员两张模糊不清的照片。那次尝试最终以失败告终,而漫步太空的梦想也尘封了30多年。

如今,中国载人航天工程已经将神舟七号飞行任务确定为突破太空行走,在其他各大系统均准备就绪的情况下,舱外航天服这个工程必须在3到4年内突破。对于航天服的研制者来说,这是个不允许失败更不允许拖延的使命和任务。

### 仅焊接工艺攻关就长达两年

对于从零开始的中国航天人来说,航天服的90多个关键部件没有一件成熟产品,无不需要实现“零”的突破。

舱外航天服躯干壳体为铝合金薄壁壳体结构,壁厚仅1.5毫米,却有极高的强度要求。“抗压能力要超过120千帕,要经得起地面运输、火箭发射时的震动,还要连接服装的各个部位,承受整套服装120公斤的重量。”

刘向阳说,“这种薄壁不规则结构焊接起来很容易变形,仅焊接工艺的攻关就长达两年时间。”

服装的气液控制台,可自动控制气体液体流动,使航天员得到适宜的空气和温度。由于重量和体积的限制,一个只有汉语辞典大小的控制台里,集成了20多种阀门,每个阀门又是一个更精巧的集合体。

陈善广说,“很多阀门外形奇特,涉及特种不锈钢、特种铜材、特种橡胶和特种乙烯等材料,其加工难度在国内是前所未有的。”

### 美俄航天服寿命长达15年

在加工呼吸系统阀类零件和密封件时,许多材料是工厂从未使用和接触过的新材料、稀有材料,分布在全国几十家生产企业,有时为了采购几百克的原材料,就得跑遍大半个中国。

一些特殊材料根本无从查找生产企业,科研人员利用多年建立起来的全国供应商网络,一家家地询问查找才能找到。

为了赶进度,科研人员不得违背先样品后正品的正常科研规律,样品尚未造好,正品就开始订货,样品刚开始试验,正品已经生产。这带来了一定的重复生产和浪费,但却抢回了宝贵的时间。

神舟七号上的航天服为一次性使用,因此在设计上没有强调使用寿命这个指标。而美俄航天服可重复使用,设计寿命长达15年。刘向阳说,这个差距将是他们下一步努力的目标。



这是航天员穿着出舱服,准备进行出舱活动程序训练。(资料图片)

今日,我国航天员将穿着舱外航天服首次出舱进行太空行走。舱外航天服的设计灵感源于虾,像虾一样外硬内软,关节灵活,好比航天员的“护身法宝”,为航天员在太空中工作提供生命活动保障条件。

### 服装躯干厚度为1.5毫米

舱外航天服上肢(袖子)和下肢(裤腿)的长度可以根据每个航天员的身长进行调节。通过调节大小,一套航天服可以用于不同身材的航天员,身高1.60米~1.80米的人都可以穿。

舱外航天服躯干的设计厚度为1.5毫米,相当于两根头发丝。既要保证一定的强度、刚度,又要尽量减轻重量,还要能承受一定程度的磨损,这对材料和工艺的要求之高,超乎想像。难怪整套服装的造价达到3000万元人民币左右!

### 是“穿在身上的飞船”

专家释疑:舱内航天服只保证压力,但舱外航天服什么都要管。飞船里的大多数功能,都要在舱外航天服里实现。总的来说,舱外航天服为航天员提供三方面的保障。一是辐射、真空、微流尘等环境的防护;二是生命保障,也就是要保持一个适合人生存的温度和湿度环境;三是良好的功效保障,保证航天员穿着舱外航天服开展维修器材等太空作业。可以说,舱外航天服就是一个“穿在身上的飞船”。

### 仿生结构活动自如

现场观察:舱外航天服重量为120公斤,最高能达到2米。庞大的形体,反光的面罩,用一位香港明星评价航天服的话来说,“看上去很科幻”。

在失重的太空中,舱外航天服的重量不会对航天员造成困扰。但是,在加压充气之后,航天员会不会变成行动困难的“巨无霸”?专家释疑:重而不笨、行动灵活,是中国舱外航天服的一大特点。设计师们在上肢的肩、肘、腕和下肢的膝、踝等关节处,使用了气密轴承。在轴承的作用下,航天员的手脚可以随意转动,同时能严格保证气密性。科研人员还巧妙地利用了仿生结构,使关节活动更自如。

舱外航天服的电控系统显示器也更方便查看,它采用了国际上最先进的OLED技术,全部采用数字信号处理,色彩更艳丽,而且更大、更薄、更省电、更能耐受高温。

中国的第一代舱外航天服,就单个设备而言,功能不一定强大,但在系统的集成上具有优势。就完成目前任务的能力而言,这套服装接近国际水平。

据《法制晚报》

### 第一层隔热层

由5~7层涂铝的聚酯薄膜构成,可反射光,应对温差、辐射。

第二、三层气密层和限制层既要充气加压,又不能过于膨胀,还能让关节活动自如。用聚酯纤维织物、橡胶材料等制成。

### 第四层液冷服

由细胶管和弹性纤维编织的网状长衣,起散热作用,网状管子拉直有100米长。

### 第五层内衣

纯棉或棉麻布制成,最大的特点是绝对不起静电,因为航天服内是纯氧,有个火花就会着火。

### 背包

上部主要是生命保障系统,有高压氧气瓶,能用4个小时。

下部主要是电池和无线设备,用于与飞船联系,将航天员的各种信息传给飞船。

### 手套

指尖部分有气密层,保持触觉。手套用特殊橡胶材料制成,上面的颗粒有防滑隔热作用,能握住直径25毫米的铅笔。

### 电脐带

保证与飞船的电连接,出舱的时候用于应急。长8米。

### 胸前

躯干外壳上密集着各种仪器:有电控台、气液控制台等,电控台控制服装电力、照明等,气液控制台控制服装气路和液路系统。

### 头盔

面窗有4层,里面两层是压力面窗,两层之间充氮气密封,防结雾。外面是防护面窗,防止外物靠近压力面窗。最外层是滤光面窗,对太阳光折射率低,迎着光照面可拉下它。

两侧各有一照明灯,可照亮服装胸前部分。

### 轴承

上肢肩、肘、腕三个关节部分有轴承,密封能转动。

下肢膝、踝关节有轴承,太空行走主要靠手,所以下肢关节轴承少。

### 安全挂钩

有2个安全挂钩,类似攀岩使用的挂钩,起到安全防护作用,使航天员出舱不脱离舱体。

航天员在舱外交替操作挂钩“行走”。挂钩绳子一长一短,长的为3米的弹簧绳,短的1米。承力均为一吨。

### 反光镜

位于手腕上,由于部分仪器航天员不能直接看到,只能通过镜面反射操作。

### 中国舱外航天服数字一览

- 重量——120公斤
- 大小——最高可达两米,背包高度130厘米
- 尺寸——通过调节大小,身高160厘米到180厘米的人都可以穿
- 造价——约3000万元人民币
- 服内压力——40千帕。这是人体能够承受而又保证灵活性与气密性的压力值
- 外层耐温——正负110摄氏度
- 抗压能力——120千帕(一个标准大气压为101千帕)
- 保障能力——可保证4个小时的出舱活动
- 可靠系数——0.997
- 穿脱时间——地面上可自行在2至3分钟内穿脱。在太空中,从准备工作到完全穿好服装,大约15个小时
- 研制周期——从立项到投入使用,耗时4年
- 设计理念——保证2倍到3倍的安全余量

## “电脐带”保证出舱安全

据新华社电 如何保证出舱航天员的安全?航天员系统总指挥、总设计师陈善广说,最重要的安全装备是舱外航天服。供氧、供电、空气流通、语音支持……飞船能实现的大多数功能,都集中在小小的舱外航天服里。可以说,舱外航天服就是一个穿在身上的小型飞船。

针对太空行走中最大的危险——航天服泄漏,陈善广说,舱外航天服所有的设计都是双备份,甚至达到三重备份。比如,一旦发生泄漏,除了主氧瓶,航天员还能用备用氧瓶,即使二者都失效,还有引射器和应急供氧装置保证航天员的安全。

中国的舱外航天服是没有动力装置的。那么,航天员一旦脱离飞船,岂不很容易消失在茫茫太空中、成为“太空飞人”?不用担心,航天员身上

系着“安全带”。

新华社记者神七出发前参观舱外航天服时看到,舱外航天服胸甲右下方伸出了两根一长一短的橘黄色安全系统。这不是普通的绳子,它们内部有弹簧,最长可拉至3米,能够承受一吨的拉力。绳的另一端是两个挂钩,航天员都要先在轨道舱壁的扶手上固定好安全系绳的挂钩,一根固定好了,另一根才能改变位置。

除此之外,航天员腰部左侧还有一根与飞船相连的8米长的“电脐带”。名如其形,这根带子就像母亲子宫里的脐带,连着孩子和妈妈。

“电脐带用于传输航天员生理参数。这个功能用无线方式完全可以实现,我们之所以采用有线,是把它作为安全系绳的备份。”