

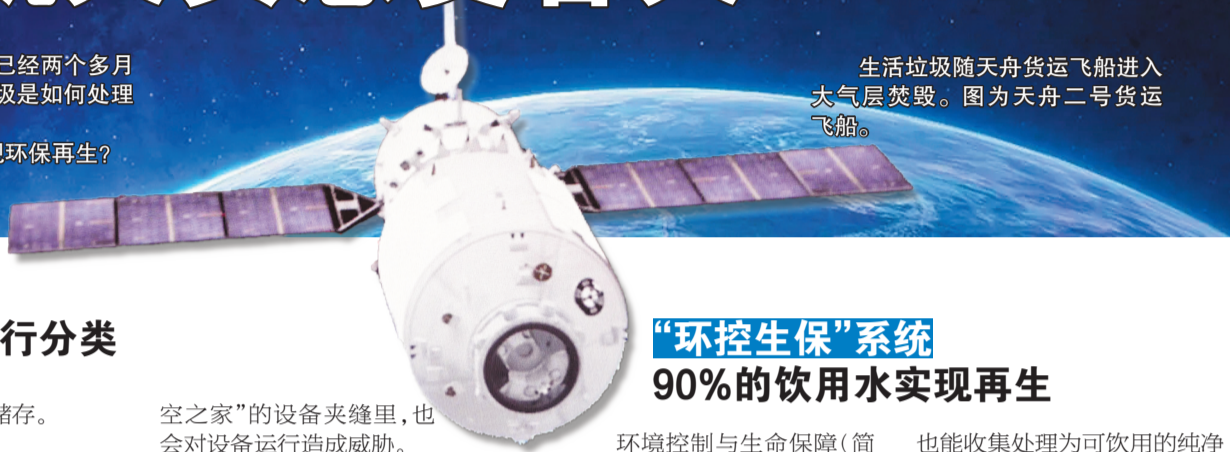
## 揭秘中国航天员空间站生活——

# “神器”助力太空垃圾分类 “空调”让航天员感受春天

不知不觉,神舟十四号航天员乘组在太空生活已经两个多月了。也许大家会好奇,航天员在太空生活产生的垃圾是如何处理的?处理时需要进行分类吗?

空间站如何保持“四季如春”?空间站如何实现环保再生?今天,我们就来一探究竟。

生活垃圾随天舟货运飞船进入大气层焚毁。图为天舟二号货运飞船。



## 垃圾处理 太空垃圾按危害等级进行分类

航天员在“太空之家”生活期间,会产生一定的垃圾,这些垃圾除了可以净化、循环再生的液体,其他垃圾需要一段时间才能随天舟货运飞船带离“太空之家”,这个时候垃圾分类就显得尤为重要。垃圾分类不仅可以压缩体积、方便储存,还可以有效防止细菌滋生,保持“太空之家”的干净整洁。

太空垃圾按照危害等级进行分类。为了防止垃圾存放期间滋生细菌,像厨余、排泄物等属于高危害等级的垃圾,在处理时需要添加防腐剂。

像纸巾、塑料包装袋等普通垃圾可以放进垃圾袋,抽真空,压

缩以减小体积,便于储存。

垃圾收纳有“神器”  
垃圾压缩机、残渣收集器

航天员在太空对垃圾进行分类收纳,自然少不了“神器”助力。在“太空之家”,航天员会使用垃圾袋、垃圾压缩机、残渣收集器等工具,方便对垃圾进行收纳处理。

垃圾压缩机可用于压缩处理装有餐后垃圾的垃圾袋,以减少垃圾存储体积。残渣收集器可用于收集悬浮在空中的食物残渣或水珠,因为这些碎屑一旦被航天员吸入肺中,会对航天员的身体造成危害,同时如果碎屑飘到“太

空之家”的设备夹缝里,也会对设备运行造成威胁。

垃圾处理有方法  
液体类垃圾循环再利用

水资源在太空是十分宝贵的,航天员的汗液和呼出的水汽,可净化为可供饮用的再生水,尿液也能收集处理为可饮用的纯净水。这样,液体类垃圾就得到了循环再利用。

生活类垃圾主要是收集、压缩、囤放,之后随天舟货运飞船再入大气层进行焚毁,减少对太空

## “环控生保”系统 90%的饮用水实现再生

环境控制与生命保障(简称“环控生保”)是任何载人航天器必备的系统,是实现载人航天必须突破的关键技术。

从神舟飞船出征太空到中国空间站筑梦寰宇,环控生保系统直接保障着航天员在轨生命安全,更实现了由“补给式”向“再生式”的重大跨越。这个“以人为本”的系统,在空间站运行中发挥了怎样的作用?

提供基础生命保障功能

为了让航天员在空间站拥有“感觉良好”的体验,空间站的环控生保系统首先得具备载人不可或缺的保障条件,主要包括航天员活动区的环境控制,如舱内的供气调压(大气总压、氧含量)、通风净化(风速流场、二氧化碳及各种微量有害气体浓度、大气洁净度)以及温湿度控制等,还包括生活起居必备的卧室、卫生间、生活用水及排泄废弃物的收集管理等生命保障功能。

舱内还进行了大量降噪优化工作,通过加吸音罩、隔声板、隔振器、减震垫等措施,给航天员营造了安静舒适的良好环境。

宇航员90%饮用水实现再生

航天员在空间站密封舱内长期驻留,最关键核心的技术是物理化学再生式环控生保(简称“再生生保”)技术。

我国空间站的再生式环控生保系统是在密封舱内建立一个类似地球环境的可循环系统,通过冷凝干燥组件收集航天员的汗液和呼出的水汽,净化为可供饮用的再生水,尿液

也能收集处理为可饮用的纯净水;通过电解制氧系统利用循环水电解制氧;将舱内收集起来的二氧化碳和电解水产生的氢气反应,再次获得水。

当前,该系统包括6个再生子系统,即电解制氧子系统、二氧化碳去除子系统、微量有害气体去除子系统、尿处理子系统、水处理子系统和二氧化碳还原子系统。

再生生保系统通过前5个子系统的运行,实现了空间站氧气、水等资源的再生利用,使水资源的物质闭合度超过了80%。

二氧化碳还原子系统能将航天员呼吸产生的二氧化碳进一步重新利用,并作用于空间站。通过该系统的稳定运行,空间站内每天可多回收一公斤左右的水,使水资源的物质闭合度提高到90%以上。也就是说,在轨航天员的饮用水已有90%以上都通过再生水产生,仅有不到10%由地面通过货运飞船上行补给。

未来还会实现食物再生

未来还会利用新的技术,如生物再生式技术,实现食物再生,达到更高的环控生保技术水平,从而最大限度地实现空间站物资的循环使用。

有了环控生保系统这层生命“守护伞”,航天员才能在空间站开展物资搬运、生活环境布置、空间科学实验等一系列工作,从而打造更加合理、宽敞且舒适的“太空家园”,以适应未来更加长期的载人空间飞行任务需要。

据新华社、中国航天科技集团、中国航天员科研训练中心、中国载人航天微信公众号

## 热控系统 空间站如何“四季如春”

在太空中的中国空间站是如何保持舒适的温度呢?

太空环境:冰火两重天

中国空间站位于距离地面约400公里的太空环境中,由于没有大气层的保护,在太阳光线直射下,空间站表面温度最高可达150℃以上,在背阴面,温度最低可达-100℃以下。

在这种“冰火两重天”的太空环境中,为保证航天员能有一个适宜工作和生活的空间站环境,就需要热控系统来实现温度的控制。

热控系统是保障空间站设备正常运行及航天员太空生活冷暖舒适的重要系统,就像我们地面上的空调系统。

热控方式一:  
打造“中央空调”

在空间站的热控系统中,技术团队研制的“中央空调”——流体回路是空间站热控系统的核心,遍布在各个角落。

流体回路能均匀地包裹住空间站的重要部位,通过特殊液体在管路内的往复循环,将舱内设备及航天员生活产生的热量收集起来,通过回路带到相应的设备和结构中,给过热的地方散热,给过冷的地方加热,实现散热和补热功能。还能精确控制空间站不同“房间”的温度,保持温度的均匀和稳定,可谓是量身打造的“中

央空调”。

热控方式二:  
涂上“太空防晒霜”

除了打造“中央空调”对空间站进行冷热调节之外,还可以对航天器进行被动的隔热,热控涂层就是被动热控的一种。从神舟十二号起,神舟系列飞船都涂上了一身银闪闪的新型涂层,这是一款神奇的“太空防晒霜”——低吸收-低发射型热控涂层。

在空间站建造阶段,神舟飞船面临长周期大温差下舱体温度控制的难关。空间站组合体飞行时,神舟飞船可能会被其他舱体持续遮挡,造成飞船长时间处于太阳无法照射下的极低温度环境下,最低温度甚至低于-100℃。而当空间站组合体形成某些构型时,飞船的局部区域又会持续受到太阳辐照,最高温度超过100℃,为飞船设备的正常工作和航天员的生活环境带来了严峻考验。

针对这一控温难题,研制团队设计并研制出了低吸收-低发射型热控涂层。

低吸收,顾名思义就是涂层材料自身具有较低的太阳光吸收特性,可有效减弱太阳辐照导致的温度升高。

低发射,则是指涂层具有较低的红外发射率,可有效阻隔飞船内部向外部深冷环境的辐射漏热,避免舱内温度的不断降低。

热控涂层就像一层“防晒霜”,有效保障飞船在长期的极端

高低温环境下的运行,让舱内处于适宜的温度范围。

热控方式三:  
穿上隔热“外衣”

被动热控的另一种,就是给航天器穿上隔热“外衣”。以天舟四号为例,天舟四号运行在距地面约400公里的轨道上,围绕地球一圈的时间约90分钟,时而处于地球的阴影中,时而暴露在太阳的直射下,每天需要经历14次这样的“冰火两重天”。所以,研制人员给它穿上特殊制作的隔热材料,来抵御恶劣的环境,维持内部舒适的温度。

航天器“外衣”面料的选择大有讲究,都是根据科学原理精心设计的,不同特点的面料适应了航天器的不同需要。天舟四号的货物舱和推进舱的“外衣”,就分别被设计为灰色和白色两种不同的颜色。

货物舱需要提供适宜航天员生活的温度,相对较高,因此就给它穿上灰色“外衣”,能够多吸收太阳光热量。而推进舱中主要是设备,需要更低的环境温度,因此给它穿上白色“外衣”,多反射太阳光热量。

此外,天舟四号“外衣”的内部采用多层隔热组件的设计,有着极强的保暖效果。它由高反射率的膜和支撑膜的涤纶网组成,可以重复叠加形成多重结构,里面的热量经过反射膜层层反射,很难渗出表面,就能形成很高的热阻,防止热量。



神舟系列飞船都涂上了“太空防晒霜”——低吸收-低发射型热控涂层。