

今年入夏以来,我国多地最高气温破历史极值,经历着几十年一遇的最强酷暑天。面对高温,在地球上的我们可以通过开空调解暑,太空中的中国空间站又是如何保持舒适的温度的呢?让我们一起来揭秘中国空间站的热控系统如何让我们的太空家园“四季如春”。



太空环境:冰火两重天

中国空间站位于距离地面约400km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,在背阳面,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,以及航天员太空生活冷暖舒适的重要系统。热控系统就像我们地面上的空调系统,通过合理组织航天器内部和外部的热交换过程,使空间站各部位的温度始终处于任务所要求的范围内,为空间站设备正常工作和航天员的生活提供良好的温度环境。

不同于以往的载人航天任务,空间站时期的各个航天器需要长期在轨飞行,航天员也要实现常态化长周期在轨驻留,因此对温度控制提出了更高的要求。面对中国空间站任务特点和需求,热控团队开展大量技术攻关,进行了多项技术创新来打造舒适的“太空之家”。

热控方式一: 打造“中央空调”

空间站的热控系统中的“中央空调”——流体回路是空间站热控系统的核心,在天和核心舱和问天实验舱中,流体回路都遍布在各个角落。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,将舱内设备以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。同时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”。

问天实验舱是我国体型最大、承载最重、试验载荷最多的航天器,舱内安装了很多试验载荷,而舱外更是布置了各种高热耗的暴露试验载荷,热控的要求更高。研制团队为问

空间站怎样保持四季如春?

天实验舱研制了3套液冷系统,将各种设备或试验载荷产生的热量收集并辐射到外太空,可支持数千瓦级以上试验载荷的散热。其中一套是专门为舱外试验载

荷进行温度保障的散热回路,首次研制了四通阀技术,解决了舱外试验载荷安装状态对回路系统的影响,在重量上优于国际空间站使用的多阀门调控技术。

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”。因此,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,防止热量散失。

通过“空调”“防晒霜”和“隔热服”等的协同工作,研制团队将中国空间站打造成了一个舒适的“太空家园”,保持“四季如春”。热控系统仿佛控制空间站冷暖的“大管家”,保证了空间站在恶劣的太空环境中的舒适,呵护空间站平安地遨游苍穹。

(据科学网)

穿上隔热“外衣”

