

5月11日8时14分,天舟十号货运飞船载着近6.2吨补给物资,奔向中国空间站,其中有一套试验装置,将“挂”在空间站外完成几项关键试验,任务是:突破极端环境下材料抗磨损、防护与自修复技术的瓶颈。

这是天津大学机械工程学院教授崔玉红团队20多年来在空间力学领域积累的各项成果,首次来到真实太空场景中进行“大考”。时值6月初,团队年轻人开玩笑地说感觉像“梦回高考”。其实当老师的崔玉红也很紧张,每天都在关注空间站传回的最新情况,完善各项方案。

这组试验装置将进行为期一年的在轨测试,其试验结果可能为航天器提供全新防护办法——不再让航天器“被动防御”,而是具备“主动再生”的防护能力。这将为我国未来月球、火星及其他深空探测任务提供核心技术支撑。

天舟十号带上天的这组试验 将让航天器实现“除尘”与“自愈”



5月11日在北京航天飞行控制中心屏幕上拍摄的天舟十号货运飞船向空间站组合体靠拢的画面。新华社发

三大科学目标 瞄准解决“太空烦恼”

这些关键试验要解决哪些“太空烦恼”?它们能给人类带来哪些新技术、新理念?

简而言之,这个在轨试验要实现3大科学目标:空间尘埃防护清除验证、空间材料抗磨损试验验证、空间材料自修复试验验证。也就是让航天器在太空实现“除尘”与“自愈”。

灰尘和破损,这些事在地球上很容易解决,但在极端、无人值守的太空环境中,一颗尘埃、一道划痕,就可能演变成致命威胁。

不知大家是否还记得,2018年那场席卷火星的全球性沙尘暴,让“机遇号”探测器的太阳能电池板蒙上了厚厚一层灰,无法充电,并永久失联。

更早些,阿波罗登月的宇航员发现,月球尘埃细如滑石粉却比玻璃还锋利,钻进仪器造成温度异常,飘进舱内让宇航员咳嗽不止、眼睛刺痛。至于舱外航天服,在多次任务后,手套和关节处总会明显的磨损,无法使用。

正因为这些真实发生过的“太空烦恼”,崔玉红团队提出了这样3个解决办法:



5月11日8时14分,搭载天舟十号货运飞船的长征七号遥十一运载火箭,在我国文昌航天发射场点火发射。新华社发

试验一: 给设备表面装上“电学窗帘”

在太空,航天员不可能天天出舱擦灰。那怎么除尘?崔玉红团队用了一种叫“电帘除尘”的方法。

简单说,就是在太阳能电池板玻璃盖片这样的表面下,铺设一层透明的电极。当按特定方式施加电场时,电极上方会形成一道移动的电荷“台阶”。这个带电的“台阶”就像一把无形的扫帚,推着尘埃颗粒定向移动,最终从表面“跳离”。

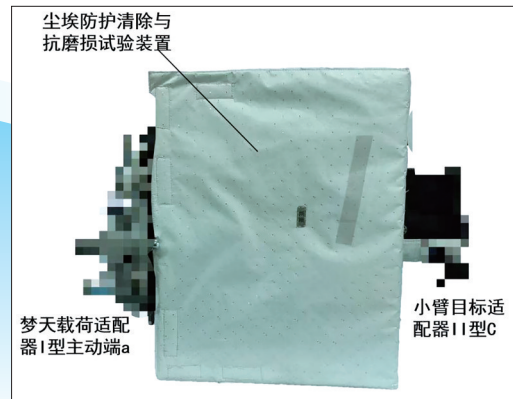
试验二: 把材料暴露在太空中“磨一磨”

第二项任务,是做真实的太空磨损测试。

崔玉红团队把一些航天服面料、舱外设备材料样品,直接暴露在空间站外的极端环境中。那里有剧烈的温度交变、强紫外线和原子氧侵蚀。经过一年的“风吹日晒”和“细细研磨”,这些样品将由航天员取回舱内,随神舟飞船

带回地面。随后,会进一步做力学拉伸、光学反射等测试,并比对地面样品,精确回答:哪种材料更耐磨?在太空能“活”多久?

这正是为未来的月球基地、火星行走“选材”。航天服可能得连续工作数小时乃至几十个小时,材料寿命直接关系到航天员的安全。



试验装置部分组件示意。新华社发

试验三: 刺破材料,然后看着它“愈合”

让材料自己修复破损,听起来像科幻,但崔玉红团队在试验装置里真这么做了。

试验装置内有一个直线电机,可以在指令下用极细的探针刺穿试验件。刺破后,材料的破损区域在空间紫外辐射等环境因素刺激下,内部预埋的修复剂会迅速涌向破口,发生化学反应,把划痕“填平愈合”。在轨试验,成像系统会持续观察修复过程,记录修复速度和强度恢复程度。

这项技术一旦成熟,未来的航天服、密封舱壁甚至柔性太阳能翼,都可能在出现微小损伤后“自愈无声”,极大提升航天器的可靠性与使用寿命。

从“被动抵御”到“主动再生”,是崔玉红团队想推动的一场防护理念变革。

过去,航天器防护靠的是“堆厚度”“换硬材料”,遇上灰尘和微小破损常无计可施。而现在,崔玉红团队让材料表面“活”起来,能主动清除污物、抗磨损,还能自我愈合。

这三项试验获取的在轨数据,将直接服务于我国未来的月球科研站、火星采样返回乃至更远的小行星探测——让太阳能电池阵常年高效发电,让航天服自行修复微小划伤,让舱外设备寿命有望从几年延长到十几年。

更关键的是,这种“主动再生”的防护思想,未来在精密仪器、柔性电子、深海装备等领域也有广阔的应用潜力。

前期,项目研制团队已经为嫦娥三号、嫦娥五号、天问一号等重大工程,完成过相关配套研制和研究任务。未来一年,或许大家会看到这样一段来自中国空间站的画面:阳光下,一片布满电极的试验板上,模拟尘埃正整齐地滑向边缘;同时,一个小小的刺破点在太空辐射下,正静静地“长平”伤口。

这些微小的变化,正是人类安全走向深空的重要一步。我们仰望星空,更要让脚下的每一步都走得踏实、走得聪明。

(据新华社天津5月28日电)