

# 太空碎片数以亿计 神十九肩负重要使命 中国空间站如何加上“金钟罩”

神舟十九号乘组航天员蔡旭哲、宋令东、王浩泽此行有个重要使命，就是要为空间站安装空间碎片防护装置。那么，神十九乘组的这项任务——为空间站加上“金钟罩”，使其免遭太空碎片的突袭——是怎么做的呢？

## 没有清道夫的高速公路

“近地轨道可以理解成距离地球比较近的一条宽阔车道。人类向太空发射的物体，包括空间站、人造卫星、探测器、飞船等，大多都聚集在近地轨道上。”

南京航空航天大学航天学院教授闻新打了一个比方：高速公路上出现事故，会有拖车把事故车拖走，但近地轨道这条“高速公路”已经使用了60多年，却没有拖车清理车道。

太空碎片涵盖了航天飞船废弃的助推器、退役的人造卫星（超3000个）、航天器的各种零件（螺丝刀、螺母、螺栓等），还有各类体积较小的垃圾，比如航天器外部因强烈的紫外线照射而脱落的油漆碎片等。

“近地轨道上的碎片数量正在急剧增长。”闻新告诉记者，地球轨道上尺寸大于10厘米的碎片约有3.6万个，尺寸在1—10厘米之间的碎片有上百万个，而尺寸小于1厘米的碎片更是多达上亿个。

由于碎片数量庞大，且小到无法追踪，没有人能够准确知道太空里一共漂浮着多少垃圾。

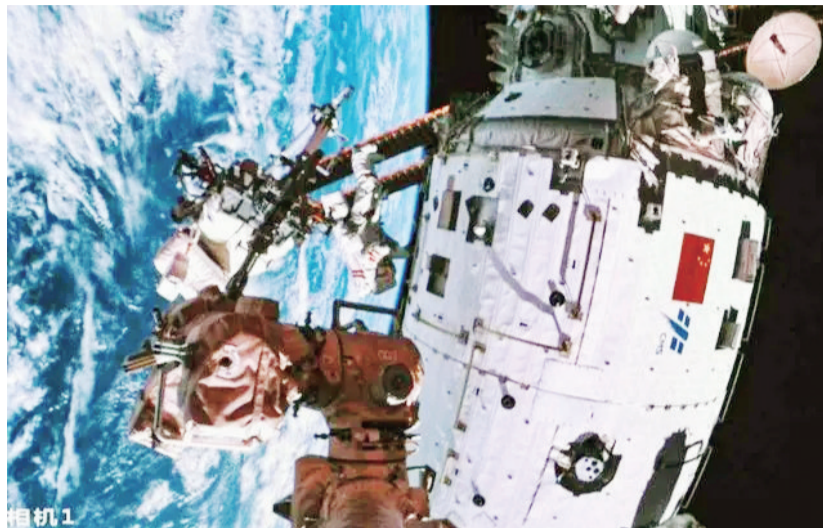
10月21日，美国国际通信卫星公司(Intelsat)发出警告，波音公司为其制造的Intelsat 33e高轨卫星在轨运行时发生故障解体，已追踪到57块太空碎片，并提醒其他卫星运营商注意潜在的碎片云碰撞风险。

这种事并不稀奇。早在1996年，法国CERISE卫星被一块来自1970年代阿里安火箭残骸的碎片击中，卫星的主要天线被损坏，直接影响了卫星正常运行。

到了2009年，发生了航天史上首次卫星在轨碰撞事故，美国铱星33号与俄罗斯废弃的宇宙2251号侦察卫星相撞，产生了数千碎片。这些碎片至今仍仍在轨道上，以第一宇宙速度飞驰。

2022年初，一颗编号为49863的空间碎片与我国清华科学卫星“擦肩而过”，最近距离仅为14.5米，十分惊险。

马斯克的SpaceX提交给美国联邦通信委员会的文件声称，2021年俄罗斯进行反卫星试验，产生超过1500块碎片云。为躲避碎片，“星链”卫星



3月2日，在北京航天飞行控制中心拍摄的神舟十七号航天员汤洪波在空间站组合体舱外作业。 图源：新华社

进行了多达1700次避让。

太空碎片要绕着地球飞，时速必然达到28000公里（约7800米/秒），而步枪子弹出膛的速度，大约只有这个速度的十分之一。即使是很小的碎片在如此高速下撞击时，动能也相当于一辆疾驰的汽车，足以刺穿航天器的外壳或损坏关键系统，如太阳能电池板、天线等。

无论是载人航天器还是无人卫星，都面临着太空碎片的威胁。每年，航天器必须多次进行轨道调整，以避免与这些高速飞行的碎片相撞。这种调整不仅消耗燃料，还影响航天任务的正常运行。

## 躲开碎片没那么简单

想要躲开太空碎片，就先得看见它们。

2023年9月21日，在“天宫课堂”第四课上，空间站里的景海鹏回答内蒙古学生关于太空垃圾的提问时说：“我们经常透过空间站的舷窗去看，甚至还用望远镜去找，不过到目前为止，还没有发现太空垃圾的踪影。”

不过，看不到不代表没有。某些碎片极其难以辨别，暗淡到只有14至15等星。当星等降到15等，亮度约是肉眼可见恒星的1/1000。

怎么做到发现这些碎片呢？这就不得不提我国2021年4月发射升空入轨的那颗卫星——试验六号03星，这标志着我国建成了首个具有完全自主知识产权的天基空间环境探测系统。

“试验六号卫星系统主要用于空间环境探测，从而保护航天器安全。”

试验六号总设计师、中国科学院微小卫星创新研究院副院长胡海鹰介绍，“这些目标碎片就像海洋中的鱼，我们首先要确保看得到，能区分出它们是什么，追踪其行迹，然后计算、预测其轨道，才能将它们‘管’起来。”闻新告诉记者，我国的雷达电子技术近年来突飞猛进，包括试验六号在内的先进探测技术获得应用，让中国有了太空边疆的“安全卫士”。

“原来我们很难看清太空里1—10厘米尺寸的碎片，但是这种碎片的破坏力是不容小觑的。我们尽量让航天器避开太空碎片多的地方，就像我们刮风下雨天尽量少出门一样。”闻新说，现在预告精度提高了，我们对空间站和航天员的安全就放心多了。

一旦发现对空间站有威胁的碎片，怎么办？景海鹏在《天宫课堂》上说，会通过轨道机动等措施进行主动规避。

那么，此次神十九要执行的“安装空间碎片防护装置”的任务是怎么做的呢？据中国航天科技集团专家李学东透露，舱外有一些电缆之类的关键设备，要由航天员安装防护板，将其保护起来。

“中国空间站为了保证安全采取了很多措施，主要是三种手段。”李学东介绍道。

**手段之一：被动防护。**在舱外安装一些防护装置，来抵御微小碎片的撞击。这种装置在发射前就已经安装好了。但是鉴于如今空间碎片空前密集的恶劣的情况，神十八、神十九乘组要在舱外对装置进行加固，进一步确保空间站的安全。

**手段之二：主动规避。**对于空间碎片进行预测、编目，通过轨道计算提前发现哪些空间碎片有与空间站发生交会的风险，让空间站主动变轨来规避来避碎片。

**手段之三：应急处置。**如果空间站真的因为碎片撞击导致密封舱的泄漏，航天员要火速堵漏，不能让密封舱空气继续泄露。这对于航天员的心理素质 and 应急突发处置能力，是一个严峻的考验。

“小的碎片很难预报和观测，通常我们采用硬扛的办法，空间站表面有防护层。对于一些特别敏感的重要设备，还要进行单独的加固和防护。”国际宇航联空间运输委员会主席杨宇光告诉记者，“一旦被撞，如果泄漏速度

比较慢，还可以从容处置；如果泄漏速度比较快，确实需要紧急撤离了。”

如果发现碎片实在避不开，航天员可以紧急进入非常坚固的飞船返回舱，随时准备返回地球。近年来，国际空间站就曾发生过这一幕。

如何保障航天员出舱活动的安全？“出舱前，对于轨道上可能的陨石等碎片会进行排查，一旦发现轨道重叠，就不在这个时间段出舱。”杨宇光解释说，“而且你看出舱航天服这么笨重，它本身就已经考虑了抵抗微小碎片的撞击，保证航天员没有生命危险。”

## 清理垃圾考验人类担当和责任

如何清理太空垃圾迫在眉睫，多国已启动相关项目来应对太空垃圾问题。

欧洲空间局(ESA)启动了一个ClearSpace项目，给太空碎片降速，使其慢于第一宇宙速度后，它就会坠入大气层，与大气摩擦烧毁。

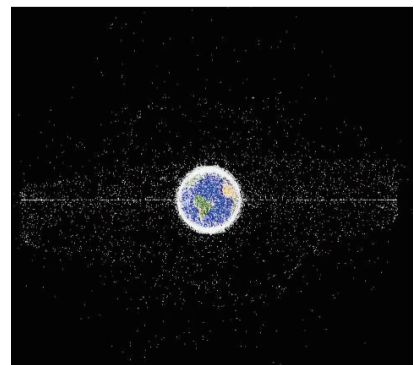
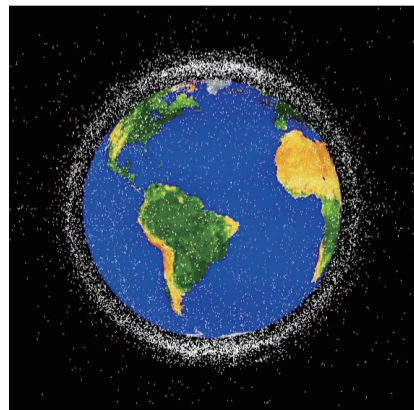
由英国萨里大学主导的RemoveDEBRIS项目，于2018年分别试验了使用“网和鱼叉”来清理垃圾。通过多次试验，“网和鱼叉”都被证实是可行的清理手段。

“我认为应该加强协调机制，各国加强工作中航天器轨道的互相通报。尤其是经过变轨后之前轨道无效了，更新的轨道要及时向其他各方进行同步，这才是负责任的做法。”杨宇光说，“还有，就是共同加强对失效航天器和空间碎片的轨道预报和监测。”

杨宇光还提出了一个重要问题——太空碎片的清除，技术非常复杂、成本很高，却是一件自己看不到直接收益的事。

“到底谁来、谁来买单，这是目前世界各国所面临的一个共同课题。这不仅考验我们的技术和财力，也会考验全人类的责任感和团结程度。”杨宇光说。

据潮新闻



低轨空间碎片分布(上)与同步轨道空间碎片分布(下)。 图源：NASA



前苏联“和平”号空间站太阳能帆板被碎片撞成这副样子。

图源：中国科学院云南天文台