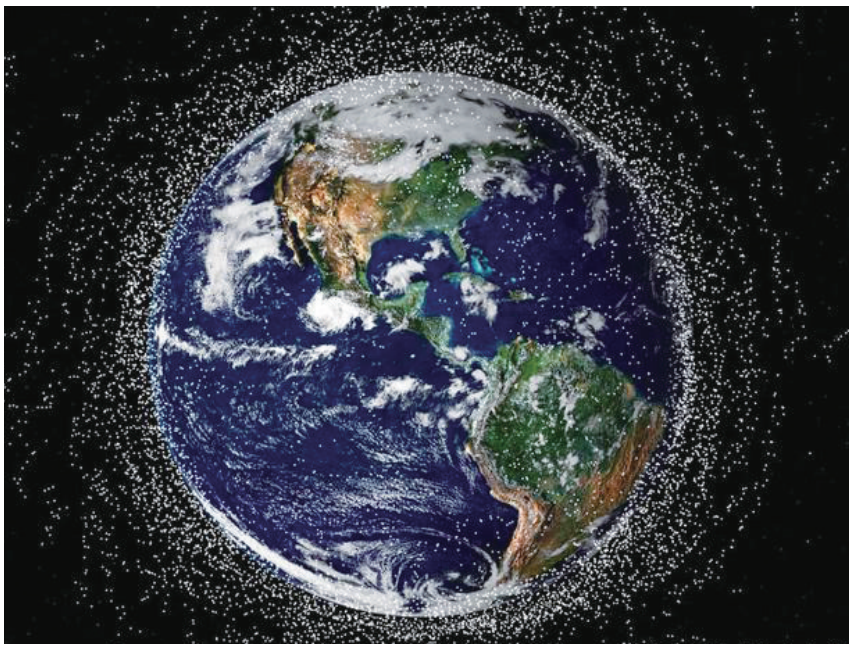
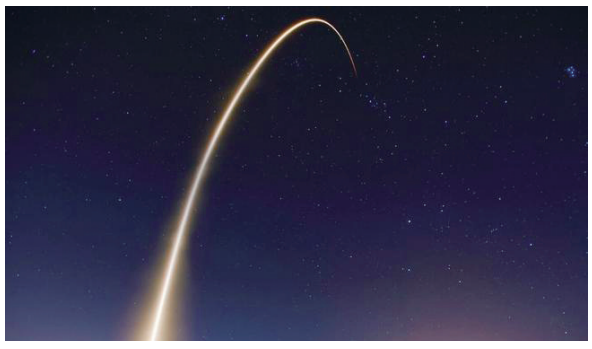
机械飞爪、柔性飞网、清洁卫星……

南航专家详解“太空清道夫”技术

太空垃圾从何而来，航天器又该如何躲避这些“天外来客”？记者采访了南京航空航天大学航天学院康国华教授。



不仅地球上需要“垃圾分类”，太空中亦如是。近日，韩国“阿里郎3号”卫星险些被一块高速飞行的太空垃圾击中，该卫星通过紧急升高高度才躲过一劫。随着微小卫星技术的成熟，地球轨道上航天器数量持续快速增长，使太空垃圾带来的潜在风险进一步增大。



太空险情
最近距离只有62米
韩国一颗卫星险些被击中

韩国于2012年发射的“阿里郎3号”多用途卫星，可在距离地面685公里的上空利用高性能光学数字照相机拍摄地球照片。韩国SBS电视台2021年12月10日报道，2021年12月2日，韩国相关机构观测到太空垃圾正向“阿里郎3号”卫星飘来，存在撞击风险。

韩国国情院对资料进行综合分析后表示，2021年12月5日，一块卫星残骸与“阿里郎3号”卫星之间的最近距离一度只有62米。韩国国情院工作人员称，这个碎片与“阿里郎3号”卫星的相对速度，高达每秒14.7公里，相当于子弹飞行速度的十倍，如果相撞，卫星可能发生严重破损。最终，韩国航空宇宙研究院利用卫星推力器，将“阿里郎3号”卫星的高度提升了150米，实现了紧急回避。

现状
在轨卫星超过7000颗
地球周围或有1亿多块太空垃圾

与“阿里郎”卫星一样，很多卫星都部署在500公里以上高度。“在这个高度上的航天器几乎无法通过坠入大气而销毁，会在轨道上越积越多。”比如SpaceX的“星链计划”就有4.2万颗卫星，“每个卫星都有寿命限制，但如果卫星轨道较高，卫星失效后又没有主动的离轨措施，那只能长时间滞留在轨道上。”康国华说，随着大规模卫星入轨，失效卫星数量将不断增加，相撞概率也随之上升，并且会产生链式反应，形成太空垃圾带。尽管SpaceX已经提出保证，卫星都有离轨措施，到期后将主动坠入大气层烧毁，但即使如此，截至目前，已发射的800多颗星链卫星中仍有3%左右的失效卫星完全联系不上，成为“死星”。

截至2021年底的最新数据，目前在轨卫星超过7000颗。根据美国洲际导弹防御系统雷达网公开的监测数据，围绕地球转动的太空垃圾，估计总共有1亿多块，尺寸有大有小，从毫米级、厘米级到米级以上不等。

怎么躲避
航天器入轨前会进行风险分析
国际空间站每年都有“规避动作”

“即便是毫米级的太空垃圾，由于其在太空中运动速度非常快，因此也有相当的破坏力。”康国华介绍，太空垃圾和自然形成的碎片已经成了国际空间站面临的巨大威胁。在2021年5月，国际空间站的最重要部件之一机械臂被太空垃圾击中，外表的保温层被撕裂，留下了一个洞口，由于碎片的体积过于微小无法追踪。2016年，在国际空间站的穹顶舱也曾发现一处约0.7厘米的小裂缝，欧洲太空总署认为裂缝可能是由仅1000分之1公厘的金属碎片或金属垃圾引起。

如何躲避这些天外来客，业界已经有一定的经验。比如说此次韩国航空宇宙研究院发现险情后，就利用卫星推力器，将“阿里郎3号”卫星的高度提升了150米，实现了紧急回避。

“对于轨道上厘米级的物体，我们的技术是可以监测到的。在每个航天器入轨之前，我们都会对以后的工作轨道做一个详细的风险分析，确认与现有航天器及碎片没有相撞风险，航天器才可以入轨。”康国华说，进入轨道后，地面还会通过空间目标监测技术，观测跟踪空间碎片，确保航天器可以实时得到预警躲避可能碰到的太空垃圾。

当然，这种躲避并非毫无代价。康国华介绍，为了躲避太空垃圾，每年国际空间站都要做一些“规避动作”，机动变轨，抬高或者降低轨道，也会因此产生多余的燃料消耗。

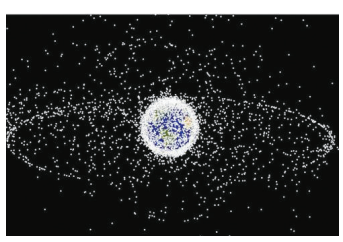
怎么清理
各国科学家
都在“开脑洞”
第一颗“清洁卫星”
计划2025年上天

随着入轨航天器数量增加，特别是近年来几次对在轨卫星摧毁试验，太空垃圾数量也急剧增加，太空垃圾的清理已成为一个研究热点，各国科学家也正“脑洞大开”地解决这一难题，比如“飞爪”“飞网”等。

对此，康国华表示，飞爪是通过刚性的方式，伸出机械臂抓取太空垃圾，带离轨道；而飞网是一种柔性的方式，发射一艘载有飞网捕获系统的太空拖船，发现并接近太空垃圾后，这张柔性绳索编制的大型飞网将“裹”走垃圾拖离太空的“高速公路”。

各种空间碎片清理的工作和项目也被提上日程。欧洲航天局与“清洁太空”公司2021年签订合同，将在2025年发射世界上第一颗太空垃圾清洁卫星——“清洁太空一号”。

如今，保持空间环境清洁，已经成了所有负责任航天大国的共识。“根据国际公约要求，所有入轨航天器都要自带离轨措施，即达到运行寿命或失效时自动驶离太空，坠毁在大气层。”

这种预防措施，受太空环境、寿命周期等种种制约，实现起来并不太容易，但趁着太空的“高速公路”还没拥堵，一方面降低航天器成为太空垃圾的可能性，另一方面，太空 垃圾“清道夫”技术的进步，我们就能在航天事业发展的同时，还太空一片清澈。

据扬子晚报