

# 中国空间站空间碎片“防护铠甲”是如何“炼成”的？

中国空间站在轨安全运行以来，经受住了恶劣空间环境的考验，保障了航天员在轨生命安全，这些都离不开航天科技集团五院总体设计部空间碎片防护设计团队为中国空间站打造的“固若金汤的防护铠甲”，为空间站长期在轨安全运行提供强大的空间碎片防护能力。这背后，是团队整整20年的技术积累。

## 1 组建空间碎片防护设计团队

宇宙无垠，但空间轨道资源并不是无限的。专家指出，最具应用价值的地球轨道主要集中在2000公里以下的轨道区域，这里也成为空间碎片的“集散地”。空间碎片被视为全球性问题。1993年世界主要航天国家发起成立了“机构间空间碎片协调委员会(IADC)”，“空间碎片问题”正式进入世界航天领域的研究范畴。

从2002年开始，航天科技集团五院总体设计部曲广吉、杨雷、闫军等专家察觉到“空间碎片”领域对未来载人航天的重要性，开始组建空间碎片团队，逐渐形成了以闫军研究员为带头人、老中青技术骨干为主的技术团队，全面启动空间碎片领域的技术储备进程。

当时国内有空间碎片防护概念的人寥若晨星，相关资料也屈指可数，在网络技术还不发达的情况下，各类图书情报部门成了团队成员最常光顾的地方。在每周一次的技术讨论会上，大家交流最新的资料、感悟和困惑，畅所欲言。

短短几年时间，研究团队成功完成了一系列相关课题研究，突破了数学建模、编程语言开发、编程算法推演等多项关键技术，成功开发了“空间碎片风险评估与防护设计软件(MODAOST)”，该软件已达到国际同类软件的先进水平，相关成果得到国际同行的认可。

## 2 舱体防护能力提高了3倍多

2005年在天宫一号初样设计之际，技术团队多次汇报空间碎片危害及对策，型号两总经过慎重考虑，最终决定在天宫一号上率先开展空间碎片防护设计，并决定由空间碎片团队承担天宫一号空间碎片评估以及防护设计的全部工作。

面对空间碎片防护技术的首次工程应用，技术团队多次向总体设计师、结构设计师、热控设计师请教、沟通，深入了解总体需求、分系统设计。

为了尽量减少重量增加，团队通过大量试验，提出利用辐射器担当部分防护功

能的思路，充分利用舱外原有的辐射器作为防护板，在只增加支撑柱重量情况下，把舱体防护能力提高了3倍多，并且通过把辐射器管路更改为内藏式设计，显著减小了辐射器管路的单点失效概率。天宫一号防护设计是超高速撞击防护理念与工程中简单、经济、可靠等原则完美结合的作品。

2011年9月29日，天宫一号发射成功，作为我国首个空间碎片防护设计的航天器，在轨四年半的时间里经受住了空间碎片环境的考验，我国空间碎片防护技术取得重大突破。

## 3 空间站将实现更长时间防护

在天宫一号防护工程实践快要收官时，团队开始着眼载人三期工程，针对空间站更长的在轨时间、更大的组装规模、更苛刻的防护需求，全面启动了空间站防护设计新进程。

团队以自主可控和可持续发展为宗旨，提出了“材料立足国内、指标对标国际”的研发原则，决定自主开发性能更先进的复合材料填充式防护结构。

面对这一目标，第一关首先需攻克材料问题。团队提出了“基于冲击压力的防护材料评估方法”，该方法能够定量评估材料防护性能，简单有效地从国内几十种复合材料中筛选出了具有防

护潜力的两种材料；团队又通过数百次数值仿真计算和试验，掌握了复合材料重量和位置等参数对防护性能的影响规律。后续，设计师可以根据需求轻松设计出最优性能的防护结构。

目前先进防护结构已成功应用于空间站天和核心舱、问天实验舱、梦天实验舱防护，我国空间站防护结构性能指标达到国际先进水平。随着我国空间站一步步建造完成并长期在轨运行，空间碎片防护团队将为空间站筑起牢不可破的防护堡垒，为航天员们的生命保障提供坚强保护。

(据中新社电)



## 文昌国际航天城建设有序推进

9月15日，正在建设中的文昌航天超算中心项目。文昌国际航天城位于海南省文昌市，以航天科技为主导，重点发展航天发射及配套服务、航天高端产品研发制造、航天大数据开发应用等产业。

新华社发

## 我国首次火星探测任务 获得丰富科学成果

据新华社电 国家航天局9月18日消息，截至2022年9月15日，天问一号环绕器已在轨运行780多天，火星车累计行驶1921米，完成既定科学探测任务，获取原始科学探测数据1480GB。科学研究团队通过对我国自主获取的一手科学数据的研究，获得了丰富的科学成果。

通过对着陆区分布的凹锥、壁垒撞击坑、沟槽等典型地貌的综合研究，揭示了上述地貌的形成与水活动之间存在的重要联系。通过相机影像和光谱数据，在着陆区附近的板状硬壳岩石中发现含水矿物，证明了在距今10亿年(晚亚马逊纪时期)以来，着陆区存在过大量液态水活动。

结合相机影像和火星车移动车辙等信息，发现着陆区土壤具有较强承压强度且摩擦参数较低，存在与水活动相关并经历风沙磨蚀的特征。

这些新成果，揭示了火星风沙与水活动对地质演化和环境变化的影响，为火星乌托邦平原曾经存在海洋的猜想提供了有力的支撑，丰富了人类对火星地质演化和环境变化的科学认知。有关成果已在国内外权威学术期刊发表。

此外，科学研究团队还利用天问一号探测数据，在火星表面岩石密度与地表侵蚀程度的关系、近火空间环境中离子与中性粒子分布情况，以及火星重力场等方面，获得了一批优秀的科学成果。

目前，天问一号环绕器继续在遥感使命轨道开展科学探测，持续积累一手科学数据。