

(上接第2版)

# 从“打包”到“万里穿针”，彰显太空货运硬实力

“太空快递”如何“打包”？“万里穿针”对接如何又快又准？送了什么“黑科技”为空间站健康护航？货运飞船要出新款了？让我们一起看看天舟九号的硬实力。

## 四大技巧破解太空运输“打包”难题

天舟九号货运飞船与中国空间站实现“太空牵手”，为空间站送去了宝贵的“太空快递”。和我们日常发快递一样，天舟九号也需要把快递“打包”好，但它的“打包”过程却有着许多特殊之处。

清点分类，特殊物品特殊照顾。首先，给空间站送物资，也得先列清单，重点关照那些“重量级选手”和“易碎品”。这次上天的两套崭新的国产舱外航天服，体积大、不能挤压，必须提前裹得严严实实，固定好位置，确保路上绝对“零磕碰”。这操作，像不像你打包祖传瓷器或心爱的手办？提前防护+固定位置=安全抵达。

颜色标签，治愈强迫症的福音。打包要做好标记，天舟九号上的货包自然也有。但如果只是贴标签就太基础了。天舟九号货舱里的包裹，用上了“色卡管理”。绿色，可能就是日常餐饮，干饭人必备！蓝色，空间站正常运行的各种备品备件可能就在里面。一眼扫过去，包裹身份秒懂，开箱效率杠杠的！

理顺装舱顺序，效率大师“附体”。装舱顺序要理顺，谁先进谁“殿后”，讲究可不少。此次天舟九号发射前最后几小时进舱的有新

鲜水果，也有要保证有活性的科学实验样品，这些都要低温保存。所以航天员收货后第一时间也得把它们拿出来放好。没有特殊储藏条件要求的货物，也不可随意。比如餐巾纸快用完了，这一次装纸巾的货包可能就会放在最里面的货柜上，这是因为天舟飞船未来8个多月还要兼职“太空垃圾存放室”。“快递”送到后，航天员如果把最里面的货物先取走，就可以从里往外装废弃物，既能最大化利用飞船空间，也不影响后面不断拿新的

包裹。所以，最先用的东西往往在货舱最里面了。

智能管理，扫码找货快如闪电。智能管理是王道，上百个包裹，找颗螺丝钉咋办？扫码系统登场，航天员在上百个货包里就能更快更精准地定位某个物品在哪个包裹里。所以，宇宙级的打包智慧，核心就一个词：以人为本。从精细分类到可视化标签，从空间规划到智能定位，每一步都为了让使用者更安全、更省力、更高效。



货运飞船内的货物

图源中国载人航天工程网

## 太空“万里穿针”如何又快又准？

回顾中国空间交会对接技术发展历程，3小时交会对接模式可以说是三代航天人的智慧结晶。而天舟货运飞船自2017年首飞以来，一直在交会对接技术验证实施中发挥着重要作用。

据了解，国内对这项技术的概念性探索和原理性实验研究始于20世纪80年代末。经过科研人员艰苦卓绝的努力，2011年，神舟八号飞船与天宫一号目标飞行器历经44个小时漫长飞行，成功实现“太空牵手”。

2017年，天舟一号货运飞船与天宫二号空间实验室首次完成6.5

小时快速交会对接在轨试验。2021年起，天舟二号至天舟四号货运飞船均采用该方案。2022年，天舟五号货运飞船创下2小时交会对接的世界纪录。2024年，天舟七号、天舟八号货运飞船相继实现3小时交会对接，推动该模式顺利“升级”为货运飞船标准交会对接模式。

在多年多次多模式成功实施交会对接任务的基础上，中国航天人总结提炼出“锚点”理论和技术。这项技术是中国空间站任务等重大工程的核心支撑，是推动航天器自主控制能力跨越的重要一环，是中国创造，体现着中国智慧。

据介绍，“锚点”技术是空间交会对接的“智能导航坐标”，通过预设关键位置参数，将复杂交会过程分解为多个可控阶段。它既能保证交会精度，实现“太空穿针”般的精准对接，又能动态调整轨迹，应对轨道误差与突发故障，确保安全，同时，还能缩短任务周期，支持不同时长交会对接模式。

天舟九号交会对接任务圆满完成，标志着中国3小时全自主快速交会对接模式更趋成熟稳定，彰显着中国在空间交会对接领域已形成一整套自主可控、成熟可靠的技术体系。

## 送“黑科技”为空间站健康护航

由西南交通大学化学学院周祚万教授与徐晓玲副教授团队潜心研发的新型杀菌技术试验模块，作为空间站微生物防控关键技术验证载荷随船升空，为中国空间站微生物防控技术升级注入了新的能量。

据悉，此前，该校科研团队针对“天宫”系列实验室及空间站等载人航天装备研制和运维需求，研制出无逸出、无残留、无刺激的安全长效抗菌材料和消毒巾，在圆满完成系列地面科研任务和空间飞行试验基础上，得到航天领域相关机构和专家的认可，先后两次获得

四川省科学技术进步奖一等奖，相关产品已多批次搭乘天舟货运飞船运往空间站，为航天员个人护理和空间站运维提供持续保障。

“本次任务搭载的仿生纳米杀菌模块，旨在验证空间环境下仿生纳米杀菌技术的可靠性。基于物理机械作用的仿生纳米超快杀菌技术，是课题组在国家自然科学基金和载人航天专项等项目资助下研发的全新微生物消杀技术，与基于化学活性的传统杀菌技术相比，具有杀菌速度快、安全性高、持久性好等特点，尤其可用于空间站内狭小不可达区域的微生物防控。”

据西南交通大学相关负责人介绍，本次技术验证试验采用微流控芯片技术，通过模拟应用场景验证新技术可靠性。随着天舟九号成功踏上征程，仿生纳米超快杀菌芯片也开启了它的太空使命。“我校科研团队将与航天各相关单位紧密协作，持续跟踪芯片运行情况，深入开展科学研究与技术验证工作，助力我国载人航天事业在微生物防控技术领域迈向新高度，为我国空间站建设及未来深空探索奠定更为坚实的基础。”



天舟货运飞船

图源央视新闻



天舟九号

图源新华社

## 从当下到未来：天舟探索无止境

从2017年首飞至今，这已经是第九艘天舟货运飞船了。天舟货运飞船好像是一位给空间站送快递的小哥，那么它真的只负责送快递吗？

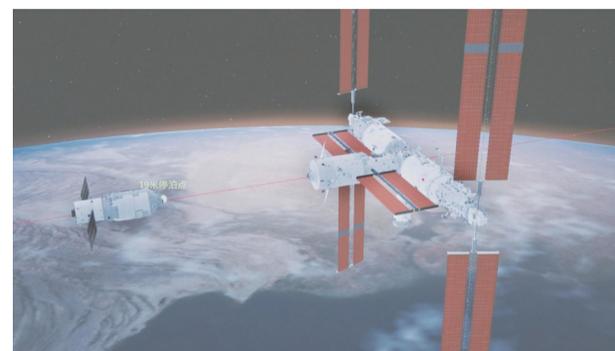
被称为“太空快递员”的天舟货运飞船，是国际上货物运输能力最大、在轨支持能力最全面的现役货运飞船之一，主要任务是为空间站运输货物和补加推进剂，支持空间站姿态控制和开展空间科学试验，并将空间站废弃物带回大气层烧毁。

天舟九号飞船除了运送物资，还搭载了两项试验载荷，将持续开展新型空间技术在轨试验，提高任务综合效益。

本次任务中，研制团队通过合理规划组批生产过程，确保天舟九号飞船在天舟八号飞船发射前就完成了全部研制工作，进入整备

待命状态，首次具备3个月应急发射能力。天舟九号飞船发射时，后续天舟飞船也已具备任务备份能力，使空间站运营的安全性和保障性进一步提高。

除了天舟货运飞船，目前已有轻舟货运飞船和昊龙货运航天飞机两种方案，即将进入实际飞行验证阶段。轻舟货运飞船计划2025年首飞，采用一体化单舱构型，冷链运输能力达到国际领先水平；昊龙航天飞机可复用设计将急件成本骤降，中国空间站低成本货物运输系统即将上线。随着更多力量加入“太空快递员”队伍，将使我国空间站天地货物运输体系进一步丰富，运输更灵活，成本也会大大降低。中国航天人用星辰写下的答案，从来不只是“送快递”那么简单。



货运飞船与空间站组合体进行交会对接的模拟图像

图源新华社

董敏炜 实习生 王琳 综合报道

素材来源：新华社、央视网、中国新闻网、中国网、央视新闻