



空间碎片撞击在轨感知技术、舱外航天服的异形氧气输送管件…… 哈工大技术助力太空之旅

9月17日13时30分许，神舟十二号载人飞船返回舱安全降落在东风着陆场预定区域，三名航天员顺利返回地球，神舟十二号载人飞行任务取得圆满成功。今年以来中国空间站的首次太空之旅，从天和核心舱到天舟二号货运飞船，从火箭发射到交会对接，从“太空首单”到航天员出舱，哈尔滨工业大学多项技术成果提供有力支撑，为任务圆满成功“保驾护航”。

在轨感知技术 保护航天员安全

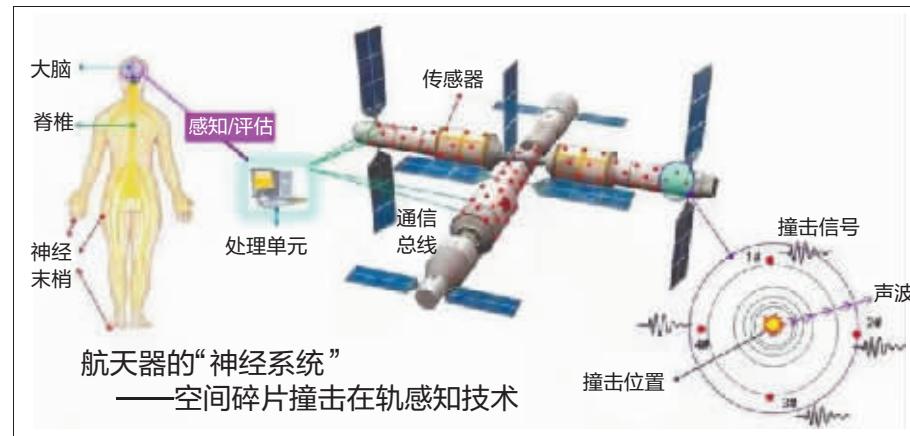
空间站天和核心舱是我国目前研制的最大航天器，计划在轨运行时间长达15年，舱内有航天员长期驻留，其安全性更需要得到保障。哈工大航天学院庞宝君教授团队开发的空间碎片撞击在轨感知技术在天和核心舱成功应用，该技术可在舱体遭到空间碎片撞击时，为航天员和地面控制人员及时采取应对措施提供依据，保护航天员安全。研究团队历时7年，进行了百余次小尺寸试件及近两百次大尺寸舱壁结构件超高速撞击试验，最终成功实现空间碎片撞击在轨感知技术的工程应用。该技术还将应用于空间站问天、梦天实验舱。

**攻克诸多难题
为核心舱机械臂研制助力**

空间机械臂是我国空间站的关键设备，未来承担着宇航员出舱活动、空间站建设、使用和维护等核心任务。航天学院齐乃明教授团队研制的多维、高保真零重力装卸及试验的系列装备，圆满完成了核心舱机械臂总体装配和各阶段的地面测试。团队从2007年开始参与核心舱机械臂的研制，历时十余年，首创了气浮式零重力装配及试验技术，攻克了微低重力环境下大型空间装备的高精度柔性装配和高保真试验等难题，为大型空间机械臂的研制和地面试验作出了重要贡献。

材料学院王浪平教授团队采用离子注入与沉积技术实现了硬度与成分双梯度过渡复合表面强化层的制备，获得了太空环境下的高抗磨损、自润滑和防冷焊等性能，并研制了离子注入与沉积工业化装备，为空间对接机构上50余个核心零件的表面强化提供了设备条件，保障了神舟八号到神舟十二号飞船与目标飞行器的可靠对接。机电学院赵杰教授团队研制的空间对接机构地面测试系列装备，确保我国载人航天工程中历次空间对接任务的万无一失。

化工与化学学院黄玉东教授团队完成了神舟系列飞船12号逃逸系统发动机喷管扩散段关键技术的研制任务，团队发明了酚醛树脂与增强体复合过程中的界面浸渍强化新工艺及新装备，极大提升了发动机喷管的质量可靠性和安全性，为保证航天员的生命安全奠定了坚实的基础。



舱外航天服 穿在身上的小型“飞船”

神舟十二号航天员身着的是中国自主研制的新一代“飞天”舱外航天服。材料学院金属复合材料与工程研究所武高辉教授团队和流体高压成形技术研究所的技术成果，为保障航天员身着舱外航天服完成长时间的舱外操作作出了积极贡献。其中，反光镜是舱外航天服的重要组成部分之一，起到扩展航天员视野的作用，其使用条件十分特殊，要求超薄超轻、可见光反射率大于98%。武高辉教授团队采用自主知识产权的光学级铝基碳化硅复合材料技术，突破了传统反光镜径厚比的极限，创造了1:25的超薄纪录，经特殊的稳定化处理和镀膜处理达到设计要求，保障了航天员出舱活动的顺利进行。

舱外航天服，就是一个穿在身上的小型“飞船”，其中生命保障系统的氧气输送管路

是航天员的“生命线”，可靠性要求极高。材料学院流体高压成形技术研究所与中国航天员科研训练中心、航天一院组成合作团队，采用发明的双调热介质成形技术，经过从初样到正样的两年多艰苦攻关，最终成功研制出整体结构复杂异形氧气输送管件，为保障航天员长时间出舱活动期间的生命安全作出了重要贡献。

而航天员在天和核心舱做健康监测所使用的超声设备，来自深圳开立医疗的X5彩色超声成像系统，航天学院沈毅教授团队参与了该项目的设计与研制。在研制过程中，团队特别将航天器低功耗与可靠性设计方面的经验应用于该产品中，并在高温、高盐、高海拔等复杂环境下的可靠性设计方面做了大量工作，取得多项关键技术突破。

本报记者 王铁军

回收着陆系统精心设计可靠性高 1200平方米巨伞降速 火箭反推实现软着陆

回收着陆是载人飞船飞行任务的最后阶段，也决定着飞行任务的最终成败。记者从中国航天科技集团五院了解到，为了护佑航天员安全回家，五院为神舟十二号飞船研制了高可靠性和安全性的回收着陆系统，确保飞船返回舱走稳归航的最后一段路。

据介绍，回收着陆系统由多个子系统组成。整个回收工作过程包括了十余项过程控制，各程序动作连贯，环环相扣，就像一场高水平的特技表演，每个环节都不能出错。



亮点1 精测高度 发出信号开启回家“大幕”

神舟十二号飞船在轨飞行过程中，回收着陆系统只是在返回舱内静静等候，直到飞船返回舱穿过大气层后自由下落至距地10公里高度时，由静压高度控制器判断高度，并发出回收系统启动信号，回收着陆系统才开始工作。

静压高度控制器是程序控制子系统的设备之一，整个程序控制的“幕后成员”还包括回收配电器、火工控制器、程序控制器等，它们分工明确，各司其职，就像人类大脑的不同区域，通过发出程序控制指令信号。

亮点2 逐级开伞 高铁速度“急刹”到跑步速度

1200平方米的降落伞在飞船返回舱降落时不能一下子全部打开，否则伞会被空气崩破。五院设计师们为飞船量身定制了一套三级开伞程序，先打开两个串联的引导伞，再由引导伞拉出一顶减速伞。减速伞工作一段时间后与返回舱分离，同时拉出1200平方米的主伞。这一系列动作成功将飞船返回舱从高铁的速度降到普通人跑步的速度。

为防止减速伞和主伞张开瞬间承受的力太大，减速伞和主伞均采用了收口技术，让1200平方米的大伞分阶段张开。

亮点3 火箭反推 返回舱降速实现软着陆

防热大底是飞船进入大气层后的“铠甲”，等主伞完全打开后一会儿，飞船返回舱就会抛掉这身“铠甲”，仰马高度控制装置开始工作，通过发射 γ 射线，实时测量距地高度。当飞船返回舱降至距离地面1米高度时，返回舱底部的 γ 表发出信号，“指挥”飞船返回舱上的4台反推发动机点火，给返回舱一个向上抬的力，使返回舱的落地速度进一步减小，航天员便可安全着陆。

亮点4 故障预案 充分把握救生机会

为保证航天员的生命安全，提高回收着陆系统工作的可靠性和安全性，五院设计师们想到了一切可能发生的紧急情况预案，为回收着陆系统设置了9种故障模式，涉及正常返回、中空救生、低空救生3种基本返回工作程序，采取了备份降落伞装置、时间控制器、三组高度开关等多种备份措施，以全面保证返回舱在火箭发射段、上升段、正常返回和应急返回段的安全返回与着陆。

据新华社电

