

# 叩问苍穹 飞天骄子再续佳话

## 空间站“搭积木” “太空之吻”技术不可或缺

□ 苑会领 李同 科普时报记者 付毅飞 何亮



图1：10月16日在北京航天飞行控制中心拍摄的进驻天和核心舱的航天员翟志刚（中）、王亚平（右）、叶光富向全国人民挥手致意的画面。  
图2、图3：10月17日在北京航天飞行控制中心拍摄的神舟十三号航天员乘组进入天舟三号货运飞船的画面。  
新华社发 田定宇 摄 新华社发 赵玉良 摄

交会对接的“太空之吻”再一次成功！  
10月16日6时56分，神舟十三号载人飞船采用自主快速交会对接模式成功对接于天和核心舱径向端口，与此前已对接的天舟二号、天舟三号货运飞船一起构成四舱（船）组合体，这是我国载人飞船在太空实施的首次径向交会对接。

自4月份以来，我国已成功实施了空间站建造任务“太空之吻”的空间交会对接。没有它，建立空间站、维持空间站的正常运营，航天员的定期更换，以及提供给空间站一切必要的天地往返

运输任务都无从谈起。  
中国航天迎来首次径向交会对接  
从2011年首次亮相至今，“太空之吻”对接技术实施整整十年。十年间，我国共成功实施15次（含神舟十三号）精准可靠对接，经历了从无人到有人、从自动到手控、从几天到6.5小时、从轴向对接到径向对接的创新突破。  
此次神舟十三号首次完成与49吨级的空间站组合体自主快速径向交会对接，我国空间站首次组成“T”字构型。  
与以往历次任务中的轴向对接相比，径向对接的初始条件更加苛刻，为此，研制团队全面分析对接工况，有效消除径向对接过程中可能出现的各种风险，确保实现90度的“稳”。

早在航天事业起步之初，老一辈航天工作者就深刻地认识到掌握空间交会对接技术是我国独立自主建设空间站必  
须走出的关键一步，并将其确定为实现载人航天工程“三步走”中第二步要突破的核心关键技术之一。  
面对这项世界航天领域内公认的最复杂、最难攻关的技术，中国航天科技集团八院（以下简称“八院”）805所在1995年启动了对接机构的研制立项，在没有参考资料的情况下，数千次的试验、数以万计的数据积累……一群怀揣着对接梦想的航天人枕戈待旦、埋头苦干了16年。  
终于在2011年，神舟八号飞船与天宫一号目标飞行器实现轴向对接，我国首次实现无人空间交会对接，成为世界上第三个独立掌握空间交会对接技术的国家，仅用一年时间便实现了有人空间手动交会对接。

### “太空母港”上的“对接五兄弟”

“对接机构分为主动对接机构和被动对接机构。神舟载人飞船、天舟货运飞船、

同时，女性可为乘组带来活力，男女一起工作可使双方配合顺畅，积极主动，工作效率高，错误率少。更为重要的是，女性在太空失重环境中雌激素和钙的代谢方面优于男性，体内铁的含量和产生的废物也较低，所以不易出现血栓、铁中毒、血管痉挛、心律紊乱等问题，更适合长期载人航天。  
因此，近10多年来，美国、俄罗斯女航天员越来越多，并创造了多项新的世界太空纪录。美国人惠特森创下累计驻留太空666天的世界纪录，曾3次值守国际空间站；美国女航天员苏兹曼在太空创造连续逗留时间328天的女子世界纪录。俄罗斯国家航天集团航天员大队唯一的女性安娜·基基娜可能将在2023年打破女性驻留太空的国家纪录，计划在空间站值守188天。  
由于载人航天活动具有任务艰巨、技能复杂、环境特殊、危险性大等特点，对航天员的生理条件、心理素质要求很高，因此目前男、女航天员的选拔和训练标准基本是一样的，没有专门针对女航天员的选拔和训练标准。只不过对参加航天员选拔的女性申请者比男航天员多了一项妇科检查，已怀孕的不能参加选拔。如果是已婚生育的女航天员一般要自然分娩的，而不是剖腹产，因为在太空飞行过程中有时会遇低氧情况，此时由于人体自身压力大，所以容易造成产道痉挛。  
此次为迎接女航天员，中国空间站做了专门贴心的准备。女性脂肪多，血红蛋白质量少，平均身高矮，平均体重轻，有氧运动能力低。妇女进入太空飞行困难更多，特别是要解决一些特殊问题。例如，女航天员要带所需的卫生用品，从卫生角度考虑，用水也比男航天员要多一些，并允许携带一些无毒的化妆品。  
此次女航天员除有单独的床铺和被子外，还针对女航天员的生理特点和生活需要，进行特殊的设计。例如，因有女航天员，我国曾在神舟九号、十号上天时对大小便收集器的高度、相对位置进行了局部修改。另外，根据女航天员的口味和生理状况准备了甜点、巧克力和一些补血食品。  
这次天舟三号货运飞船不仅专门为女航天员送去了一套90多公斤的舱外航天服，这是专门为女航天员王亚平准备的。从总体设计上和第二代“飞天”舱外航天服不一样，但尺寸大小是按照王亚平身材设计的，适合身材娇小的女航天员使用，可以减少消耗体力，提高舱外作业效率。  
扫一扫二维码，“拆快递”轻松搞定  
为保障神舟十三号飞行乘组半年的物资需求，天舟三号货运飞船“快递”了比天舟二号更多的货物。为方便航天员快速锁定和使用包裹，我国空间站设计了在轨货物信息管理系统。在这个系统里，涵盖了目前空间站所有可用的货物。航天员在笔记本电脑上输入他们要找的东西，系统就会告诉他。比如某个食品在哪个位置，在哪个货包里，还告诉他怎么走，引导他们快速找到。  
另外，每个货包按坐标编号查找，所有包裹都有二维码，航天员通过扫描二维码获取包裹内的货物信息，还能对产品的库存数量做到动态掌控，从而确保航天员的工作生活更加轻松便捷。  
此外，天舟三号对上行各类物资的货包进行了标识。在货包上有很多彩色的蝴蝶牌，比如食品用绿色进行标识，空间站设备用深蓝色进行标识，航天员物资用浅蓝色进行标识，这样航天员在远处一看就能知道要找的货品在什么地方，能很快缩小寻找的范围。  
(作者系全国空间探测技术首席科学传播专家)

## 火箭也“军训” 它们的“教官”管瞄准

□ 张娟娟 科普时报记者 何亮 付毅飞

地球引弓，太空入靶。10月16日0时23分，中国航天科技集团公司所属中国运载火箭技术研究院（简称火箭院）抓总研制的长征二号F遥十三运载火箭（简称长征二F遥十三火箭）成功发射，将神舟十三号飞船乘组送入预定轨道。火箭精准入轨，发射前瞄准至关重要，瞄准准，火箭就赢了在起跑线上。  
自检：“标尺”准 测量才准  
在酒泉卫星发射中心长征二号F运载火箭（简称长征二F火箭）塔架旁，有一座方方正正的小房子，距离发射塔架约150米，正是火箭的瞄准间，都说火箭发射“失之毫厘，谬以千里”，这里正是火箭校准毫厘之微、蓄千里之力的地方。  
在火箭转场至发射区之前，瞄准人员的工作就开始了。长征二F遥十三火箭地面支持系统发射队队长王超介绍，火箭转场前，瞄准人员要完成瞄准仪自检，核定近10个关键参数，并开展预瞄瞄准试验。  
以“角秒”为单位的瞄准仪，自检精确并非易事。王超说，1度等于3600角秒，瞄准仪精度达0.5角秒，完成如此精度的校准，对技术和经验都是严峻的考验。  
长征二F遥十三火箭地面总体发射队队长王超说，瞄准就是要让火箭知晓初始方位，精度不仅关系火箭起飞翻滚等动作，还关系火箭残骸能否落在划定落区范围内及飞船入轨精度等。  
粗瞄：正身姿 找定位  
首次“粗瞄”在火箭转场之后，此时，火箭扛着数吨重的载荷，走了近1.5公里的路，刚刚在发射塔架旁站稳脚，就是为火箭正身姿、找定位。  
精瞄：决定性参数生成  
火箭从发射前6小时起，精瞄工作高密度展开，瞄准人员精力高

度集中，操作瞄准仪发射激光，打到火箭侧镜，任何偏差都可能造成不可挽回的后果。如果火箭站姿歪了怎么办？长征二F遥十三火箭地面支持系统发射队队长任晓伟介绍，火箭芯一级四个支撑臂“膝”在发射台四个支撑臂上，支撑臂内置伸缩调节装置，能通过调整高度为火箭找正。发射台还设有回转机构，能根据瞄准要求调整火箭方位角度。  
全系统发射演练、紧急关机总检查……每个关键环节之后，火箭都要瞄准，负责瞄准的“教官”们一点点修正火箭站姿偏差，直到它进入执行任务的状态，成为一名真正征战太空的“战士”。  
精瞄：决定性参数生成  
火箭从发射前6小时起，精瞄工作高密度展开，瞄准人员精力高

“为了让神舟飞船以更加可靠的状态参与联合供电，研制人员进一步开展了提高电源产品的可靠性的一系列工作。”811所神舟飞船电源分系统主任设计师孙华举例：如首次在发射场开展了整船状态下的太阳翼展开、测试及相关工作，让太阳能电池具备整船状态下展开、收拢及测试的能力。  
与以往太阳能电池在推进舱单舱状态下的展开、收拢相比，此次试验需要



10月7日，神舟十三号载人飞船与长征二号F遥十三运载火箭组合体顺利转运至发射区。 汪江波 摄

## 让神舟十三号更聪明可靠地用电

□ 缪新培 科普时报记者 付毅飞 何亮

811所神舟飞船电源分系统副主任设计师唐绍说，唐绍介绍，神舟十二号在轨运行期间，开展了与前向并网端口接受的来自核心舱的电能补充。他们分别验证了飞船不同负载、不同发电能力组合工况，覆盖了光照区和阴影区的交替变化，充分考核了并网供电功能和并网控制策略的正确性。  
“为了让神舟飞船以更加可靠的状态参与联合供电，研制人员进一步开展了提高电源产品的可靠性的一系列工作。”811所神舟飞船电源分系统主任设计师孙华举例：如首次在发射场开展了整船状态下的太阳翼展开、测试及相关工作，让太阳能电池具备整船状态下展开、收拢及测试的能力。  
与以往太阳能电池在推进舱单舱状态下的展开、收拢相比，此次试验需要

更大的精密转台以托举三舱的重量，并需要设计专门的展开延长支架，以在三舱组合状态下避开轨道舱、返回舱舱体的干涉，顺利吊挂太阳能电池翼。  
当时时间紧、任务重的难题再一次摆在眼前时，这支身经百战的研制团队周密策划、协同配合，制定了72小时两班倒工作制，合理安排流程，成功完成了相关试验工作，为型号的发射任务做好了充分的准备。  
如今，我国载人航天工程已经走过了近30年的征程，“T”系列和“Y”系列这对“同胞兄弟”屡立功，它们和自己的研制团队有着同样的目标：航天报国，不辱使命。

10月16日，长征二号F运载火箭（简称长征二F火箭）将翟志刚、王亚平、叶光富三位航天员送入太空。这是长征二F火箭“Y”系列第8次执行载人发射任务。  
又稳又准的火箭不辱使命，为“神舟”美誉增辉。这不禁让人想起长征二F火箭“Y”系列的“同胞兄弟”——长征二F火箭“T”系列，它也为这份荣誉立下过赫赫战功。  
任务不同：一个“运货”一个“载人”  
长征二F火箭“T”系列和“Y”系列全程参与了我国载人航天工程“三步走”战略的每一步，步步稳妥可靠。  
2005年10月12日，长征二F火箭将航天员费俊龙、聂海胜送入太空，实现了多人多天飞行成功，标志着中国载人航天工程的“第一步”顺利实现。  
火箭院长二F火箭总体主任设计师常武权介绍，在这之后，中国载人航天工程开始了“第二步”的探索，推进这一步任务需要向太空发射两种有效载荷：一种是目标飞行器或空间试验室，一种是神舟载人飞船。长征二F火箭原型从此衍生出两种状态，“T”系列和“Y”系列两兄弟应运而生。  
使命与生俱来、职责分工明确：“T”系列承担目标飞行器或空间试验室发射重任，“Y”系列将神舟载人飞船发射使命扛在肩头。  
头型不同：一个“光头”一个顶着“逃逸塔”  
“同胞兄弟”共同点多、关系也很密切，一个状态有变化，另一个也要跟着调整，但再相像的兄弟也各有特征，这对兄弟也一样。  
两个兄弟的特征在外貌上一眼能辨：“T”系列是清亮的“光头”，“Y”系列头顶尖尖的“逃逸塔”。  
常武权介绍，发射“天宫一号”目标飞行器，是长征二F火箭“T”系列首次亮相。相比执行前七次任务的原型火箭，它头部更大了：整流罩长度增加两米左右，最大直径增加近1米，“冯·卡门曲线”头型更流畅，还能让火箭飞行时空气阻力等更小、箭体结构和整流罩载荷更轻，飞行效率大幅提高。“Y”系列头顶上尖尖的“逃逸塔”与整流罩内的飞船相连，塔高8米左右，是逃逸系统的重要组成部分。你可别小看这个逃逸塔，长征二F火箭飞行可靠性评估值0.9894，靠逃逸系统保障的航天员安全性评估值已达0.99996，这些数值不断攀升，与逃逸塔息息相关。  
使命不同：一个追求“能力”一个强调“稳妥”  
在太空中，目标飞行器或空间试验室就是航天员的试验室，设施设备越完善，航天员工作效率将越高，要求执行任务的火箭运载能力更强；航天员是祖国和人民的英雄，生命安全万众瞩目，要求执行任务的火箭稳妥可靠、万无一失。  
这就是长征二F火箭“T”系列和“Y”系列不同使命的源头。从长征二F原型火箭演化而来，为了增强两个兄弟的运载能力和可靠性，研制团队反复论证，多轮迭代，让它们自出生起就各具神通。  
常武权说，为了给航天员足够的舞台，研制团队将“T”系列“助推器贮箱顶部圆形锥形”，提升推进剂存储量；使用“双激力惯性主从冗余”，提升飞行可靠性……一系列分析和试验后，“T”系列从外到内几乎焕然一新，能力上了新台阶。  
常武权介绍，与“T”系列相比，“Y”系列每一步优化都更强调“稳妥”。设置“故障检测处理系统”，增加“逃逸方向”……如果意外真的来临，“Y”系列从地面到太空的每个时段，都会第一时间保障航天员的安全：火箭起飞前900秒至起飞后120秒内，飞行高度在0至40公里时，逃逸塔能拽着轨道舱和返回舱与火箭分离，并降落在安全地带；逃逸塔分离后至抛罩前，飞行高度在40至110公里时，整流罩上的高空分离发动机能带着航天员乘坐飞船逃逸；整流罩抛掉至飞船入轨前，飞行高度在110至200公里时，飞船能直接和火箭二级分离，实施紧急救生。  
如今，我国载人航天工程已经走过了近30年的征程，“T”系列和“Y”系列这对“同胞兄弟”屡立功，它们和自己的研制团队有着同样的目标：航天报国，不辱使命。

## 「出差」半年，如何确保航天员生活舒适便捷

## 「同胞兄弟」升空的火箭有个「张娟娟」

□ 张娟娟 科普时报记者 何亮 付毅飞