

# 7分钟“太空大片” 16年“幕后导演”

## ——神舟八号和天宫一号对接机构的研制故事

### 1

#### 精密复杂的系统工程

空间交会对接是载人航天最辉煌的技术亮点。没有两个飞行器之间的对接,人类就无法长期在太空中进行活动。

1994年,我国开始启动对接机构预研工作,决定瞄准国际先进水平,以实现对接机构研制的跨越式发展。上海航天技术研究院研制队伍从1995年开始对接技术原理研究。

两个航天器在绕地轨道上飞行速度达每秒7.9公里,进入行星轨道速度更高,在太空中处于失重、真空状态,在高低温的环境下,还有强烈的辐射和宇宙射线侵入。因此,要让这两个“庞然大物”在太空对接起来绝非易事,许多问题都是我国航天界以前从未遇到过的。

经过不懈努力、刻苦攻关,对接机构的第一台原理样机于1999年成功问世。为了使样机达到空间对接任务所要求的性能指标,必须对所有关键零部件的性能进行研究,这些零部件包括主驱动组合、差动组合、捕获锁、对接锁、摩擦制动器、电磁阻尼器、弹簧机构、电连接机构、密封技术、润滑技术等。针对关键部件,上海航天技术研究院805所牵头汇集全国多家单位,逐个攻克技术难关,带动了国内相关专业的自主创新及发展。

安装在神舟八号和天宫一号上的对接机构共有118个传感器进行测量,5个控制器接收指令,上千个齿轮轴承进行力和运动的传递,通过18个电机和电磁拖动机构进行动作,由数以万计的零件和紧固件组成。活动部件多,传动链长,精度要求高,目前已成功申报了20多项专利。

### 2

#### 自主创新的“仿真先行”

为了确保两个航天器在太空成功对接,在上天之前必须在地面上开展大量试验。

众所周知,地面与太空的环境条件有着天壤之别。要在地面模拟太空对接过程,必须在地面模拟太空环境,模拟两个飞行器对接的初始条件,同时实时检测对接过程力和位姿的变化。

上海航天技术研究院本着“仿真先行”思想,在样机研制之前,首先完成了一整套的对接过程动力学分析,用以指导产品设计。仿真与试验在整个对接机构研制过程中,呈现“你中有我,我中有你”的循环迭代过程。对接机构地面试验系统牵涉到复杂的地面模拟技术,其中许多方法需要创新思维、巧妙构思,许多试验设备只能自行研制、自主创新。由805所牵头汇集国内多家单位,成功研制开发了空间对接机构缓冲试验台、空间对接机构综合试验台等试验设备,一举使我国太空对接的地面模拟技术跻身世界一流,创造了“外国有的我们有、外国没有的我们也有”的试验条件,使国外同行刮目相看。

16年的研制之路充满着艰辛与坎坷。2006年,方案样机总装完成,开始验证试验,但在试验过程中却出现了缓冲碰撞力超差和分离角速度超差问题,这两项指标是对接任务中的重要性能指标。上海航天技术研究院进行了上千次的验证试验,采用创新思维,研制了不少辅助设备协助解决问题。经过近一年的努力,两个技术指标超差问题终于得到解决,相关攻关成果还申请了专利。



□据 新华社

浩瀚苍穹,璀璨群星,共同见证了神舟八号和天宫一号在太空的精彩对接。北京时间11月3日1时28分,神舟八号上的对接环触到天宫一号对接机构;1时36分,两个航天器成功对接。为了这7分多钟的完美一瞬,上海航天技术研究院参与奋斗了16年之久。



位于上海航天技术研究院805所的空间对接机构特性测试台。新华社记者 张建松 摄

### 3

#### 老中青结合的年轻团队

任何一次对高难技术的攻克过程也是一支研制队伍的成长过程。

上海航天技术研究院早期的对接机构预研小组只有6人,他们用生命中最宝贵的10年,奠定了对接机构坚实基础。随着事业的召唤,一大批年轻人加入到对接机构的研制队伍中来。如今,上海航天技术研究院执行首次交会对接任务的两支试验队近250人,其中40岁以下青年人164人,占到总人数的66%,平均年龄36.84岁。

岁月因平凡而伟大,事业因执著而非凡。将毕生精力都奉献给航天事业的陶建中研究员退休后仍然奋战在对接机构研制一线,带领空间对接机构综合试验台研制团队的年轻人,克服技术要求高、研制周期紧、关紧技术多重困难,在两年半时间内,攻克了运动模拟器、大回路控制系统等技术难关,顺利完成了综合台研制并交付使用,为对接机构突破捕获缓冲关键技术作出了重要贡献。

对接机构分系统主任设计师柏合民博士作为引进的高学历人才,带领对接机构设计师队伍,用了一年多时间,开展了三轮对接机构分离角速度技术攻关,进行了几百次试验,吃透技术、摸清规律,终于实现对接机构连接分离关键技术高指标的要求。

“我国首次太空交会对接任务的圆满完成,将永远载入世界载人航天史册。16年的研制岁月,我们与对接机构一起度过了无数个不眠之夜,在战胜无数个困难和挫折的过程中,我们和对接机构一起成长、一起成熟,我们已经成为朋友、成为兄弟、成为心心相印的亲人,我们祝福它的太空之旅一帆风顺!”上海航天技术研究院试验队队长骆剑说。

## 20年350亿值不值?

### ——给中国载人航天算笔经济账

□据 新华社

中国载人航天花费几何?所得几何?在中国载人航天事业再获突破的关口,让我们一起算一算经济账。

#### 算花费

##### 中国20年不及美国1年

1992年中国载人航天工程正式启动以来,载人航天工程已花费约350亿元人民币。

载人航天工程办公室的数据表明,从载人航天工程启动到2005年完成神舟六号飞船发射,即完成载人航天工程第一步时,工程总花费约200亿元人民币;从2005年载人航天第二步开始实施到目前为止,工程花费约150亿元人民币。

载人航天工程总设计师周建平在神舟八号飞船发射前夕接受新华社记者采访时说,中国载人航天20年的花费“不及美国一年的投入”。近年来,美国国家航空航天局每年的预算大概在170亿到180亿美元,俄罗斯不断加大投入,欧洲和日本也保持了平稳发展态势。

#### 观收益

##### 投入1元收回7元

航天领域每投入1元钱,将会产生7元至12元的回报——这是美国、欧洲多家研究机构采用不同模型和方法的评估结果。

中国航天事业的发展,同样创造了不可忽视的经济效益。白手起家的中国载人航天工程,向来遵从“少花钱、多办事、高效率”的原则,这也是中国航天的重要特点之一。

以神舟飞船为例,据中国载人航天工程飞船和空间实验室系统总设计师张柏楠介绍,神舟飞船研发起点高,设计一步到位,总体智能化程度较高,美苏当年载人航天的发展历经无人飞船、单人飞船,最后才是多人飞船。虽然中国载人航天工程起步较晚,但走的是跨越式发展路子,因而大大节省了研发费用。

专家表示,神舟可一船多用,飞船的轨道舱兼具生活舱和留轨试验舱的功能。同国外废弃轨道舱的做法不同,神舟飞船返回舱着陆后,轨道舱仍可留在轨道继续进行空间科学探测和技术试验。相比美国、俄罗斯每次均需发射两艘飞船进行一次对接,中国制造的天宫一号飞行器将分别与三艘飞船进行对接,减少了2次发射,显著降低成本。

#### 看应用

##### 70多个新品种走进百姓家

本次上天的神舟八号,按照惯例携带了桂花树、罗汉果和芦竹等生物品种。从1987年起,我国历次发射返回式太空器,都会进行航天育种试验。

仅以神舟系列飞船为例,“神一”至“神七”携带过水果、蔬菜、农作物、树种、中药、花卉、茶叶、微生物菌种、蛋卵9大类。到目前为止,通过航天技术培育出的70多个新品种已经进入了千家万户。此外,天宫一号和“神八”相继发射后,到2020年,我国独立自主的载人空间站建成后,将为航天工程育种的科学技术研究提供丰富的空间资源和太空微重力高真空的研究环境。

可以预计,载人航天工程的实施,必将推动诸多领域的科学研究,带动和促进一大批相关产业的发展。