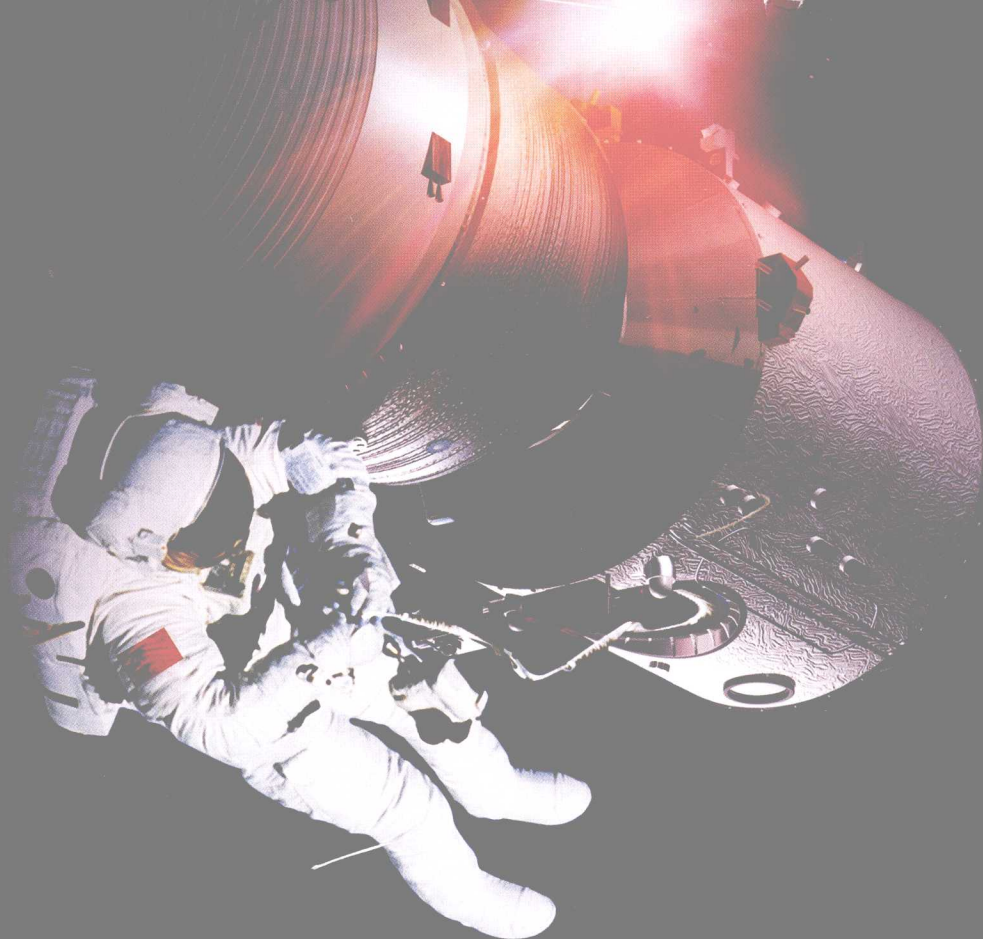




行走太空

神舟一号至神舟七号飞行纪实

冯春萍 主编



中国宇航出版社

行走太空

神舟一号至神舟七号飞行纪实

冯春萍 主编



中国宇航出版社

·北京·

版权所有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

行走在太空 / 冯春萍主编 —— 北京: 中国宇航出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-80218-431-2

I. 行… II. 冯… III. 载人航天飞行—概况—中国 IV. V529

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 159454 号

顾问: 戚发轫 刘竹生

主 编: 冯春萍

副主 编: 杨 建

编 辑: 刘 喆

策 划: 冯春萍

统 筹: 张春雷

责任编辑: 舒承东

设 计: 北京优品视界广告有限公司

图 片 摄 影: 王 宁 王 琦 毛国斌

(按姓氏笔划排序)

邓 华 冯春萍 左赛春

田 锋 石 磊 朱九通

刘克军 刘海燕 许海晗

陈中和 陈全育 张桐胜

张国栋 范学超 秦宪安

袁明月 索继安 崔建平

宿 东

出版发行 **中国宇航出版社**

社址 北京市阜成路 8 号 邮编 100830 (010) 68768548

网址 www.caphbook.com/www.caphbook.com.cn

经销 新华书店

发行部 (010) 68371900 (010) 88530478 (传真)

(010) 68768341 (010) 68767294 (传真)

零售店 读者服务部 (010) 68371105

北京宇航文苑 (010) 62529336

承印 北京日邦印刷有限公司

版次 2008 年 10 月第 1 版 2008 年 10 月第 1 次印刷

规格 889×1194

开本 1/16

印张 6.5

字数 50 千字

书号 ISBN 978-7-80218-431-2

定价 58 元

前 言

公元2008年9月27日17时，中国航天员完成了首次空间出舱活动。浩瀚的太空中，第一次留下了中国人潇洒漫步的英姿。

历史，注定在这里定格。此后的很多年，翟志刚在太空中挥动五星红旗的画面，都将凝固在中国人的记忆中，成为一尊不朽的雕塑。

从1992年9月21日中央批准我国载人航天工程立项，到2008年9月27日中国航天员进行首次空间出舱活动，时光已流过整整16年；从1999年11月20日神舟一号飞船吹响中国人出征太空的号角，到2008年9月28日神舟七号飞船满载3名航天员从天外凯旋，也已经过去9年的时间。9年间，以记录中国航天人不懈奋斗、航天科技创新发展历程为使命的《中国航天报》，对中国载人航天工程特别是中国航天科技集团公司承担的运载火箭和载人飞船两大最核心系统进行了深入、翔实、权威的报道。镜头，摄下了一个个恢宏的场景；笔端，描绘了一个个感人的故事。今天，在神舟七号载人航天飞行圆满成功的时刻，作为中国航天权威媒体，中国航天报社悉心采撷9年来从神舟一号到神舟七号飞行的精粹作品，精心编排成册呈现给广大读者，以表对中国载人航天事业的拳拳之心。

回味历史，是为了更好地面向未来。今天，中国已实现了航天员的太空出舱活动，中国载人航天工程朝着第二步战略目标已迈出了扎实的第一步。在不远的将来，我国还将在空间实现航天器的交会对接，建立空间实验室并进而建设长期有人照料的空间站。使命因艰巨而光荣，事业因奋斗而精彩。在实现中华民族伟大复兴的历史征程中，中国的载人航天事业必将绽放出更加绚烂夺目的光彩。

目 录

1 神七问天

神舟七号天外凯旋	8
征程 从这里开始	10
科技创新力推“神七”飞天	12
优中选优 强强联合 翟志刚刘伯明景海鹏实现最佳组合	20
太空出舱大戏如何上演	24
中国载人航天工程“三步走”战略	26
中国载人航天工程7大系统	28
神舟飞船降落伞 中华第一伞	32
从神舟一号到神舟七号	34

2 领军人物

马兴瑞 老总“箭”指太空“金牌”	42
袁家军 永远追求“零缺陷”	46
飞船总指挥尚志 “事事谨慎”成大业	50
飞船总设计师张柏楠 “傻干”团队造“神七”	54
火箭总指挥刘宇 成功发射是最好慰藉	58
火箭总设计师荆木春 与火箭共命运	62

3 飞天英雄

杨利伟·费俊龙·聂海胜	68
翟志刚·刘伯明·景海鹏	70

4 幕后故事

为3%意外 筑四条航天员逃生路	74
大锅炒黄土 试验返回舱最后“一击”	78
太空大餐丰盛诱人	82
“神一”为何不载人	84
“神三”孕育抗病细胞	85
罕见严冬没冻着火箭	86
燃情密信伴杨利伟出征	87

5 天港揽胜

酒泉卫星发射中心 神舟飞船从这里出发	90
内蒙古四子王旗 航天员落地第一脚	92
远望号测量船队 劈波斩浪伴神舟	94

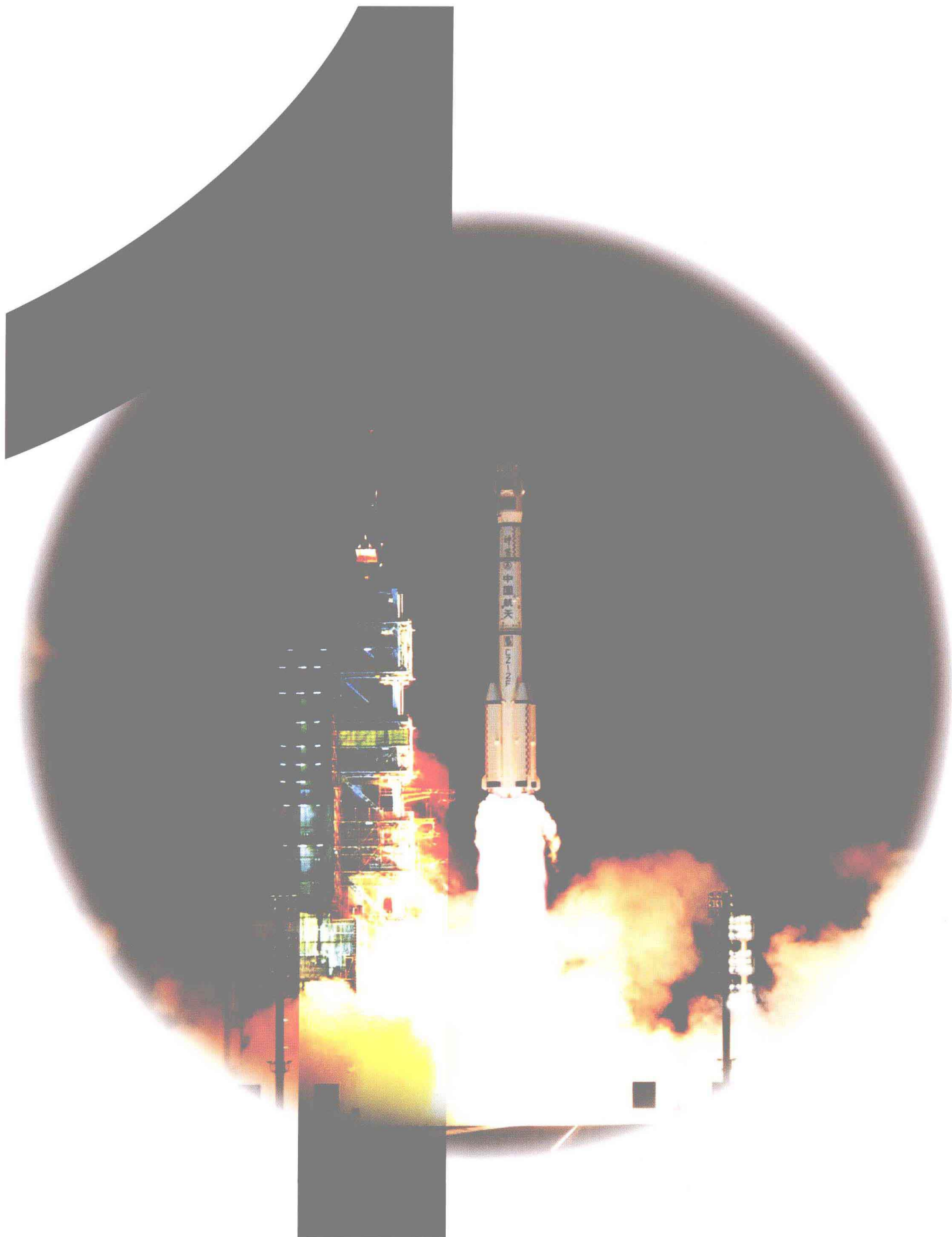
6 搭载宝物

神舟“乘客”大亮相	98
-----------	----

7 历史档案

代号“921” 载人航天工程决策揭秘	106
--------------------	-----



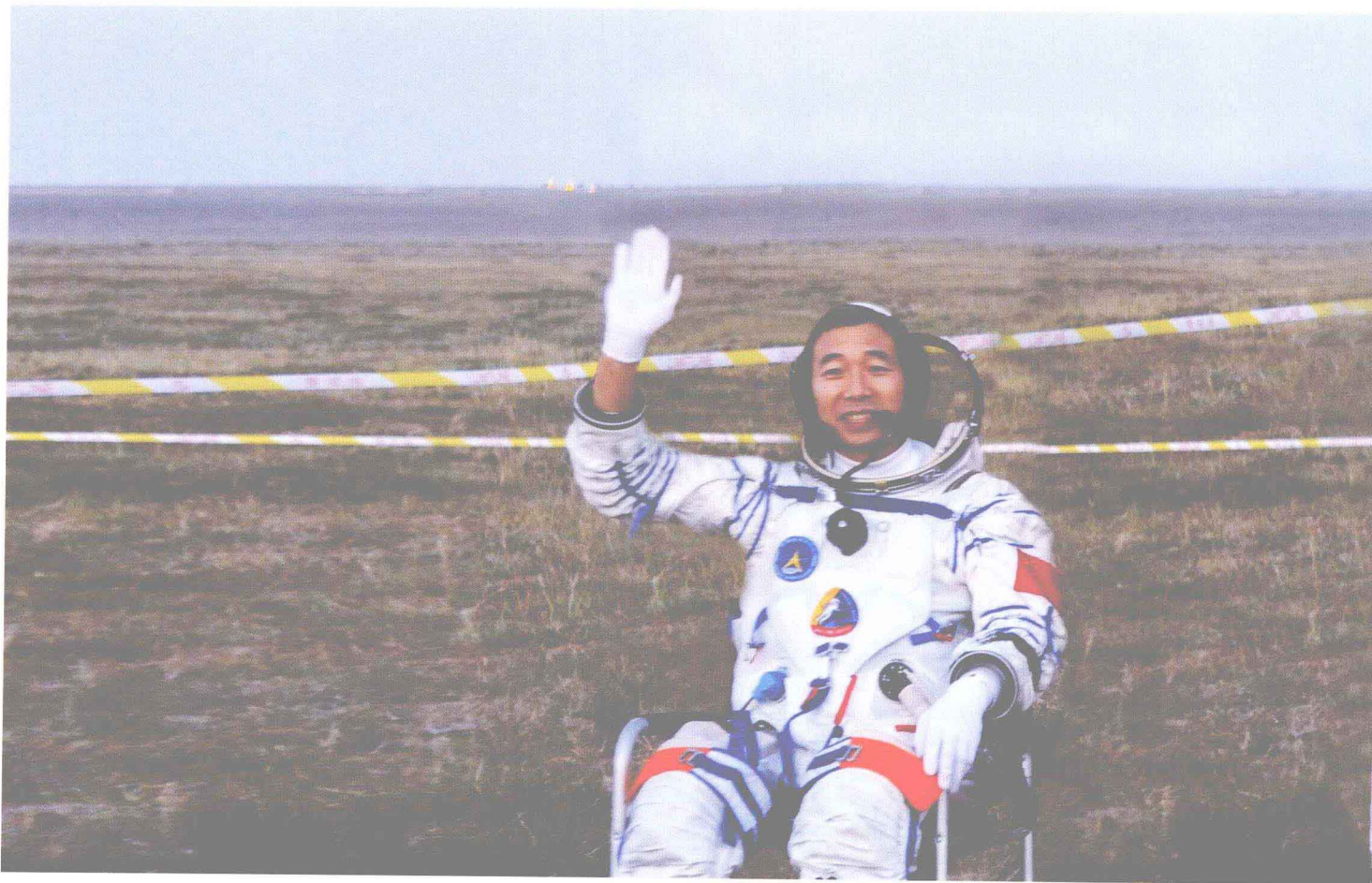


神七 飞天

一章
7

2008年9月25日21时10分，神舟七号飞船满载国人的希冀一飞冲天。9月27日，“神七”航天员进行了中国首次空间出舱活动。浩瀚的太空，留下了中国人阔步“行走”的“足迹”……

神舟七号天外凯旋



中华民族翘首以盼、世界各国广泛瞩目的神舟七号载人航天飞行，在2008年9月25日21点10分开始成为现实。长征二号F火箭托举神舟七号飞船冲破酒泉卫星发射中心的夜幕，经过579秒的飞行，把飞船准确送入轨道。

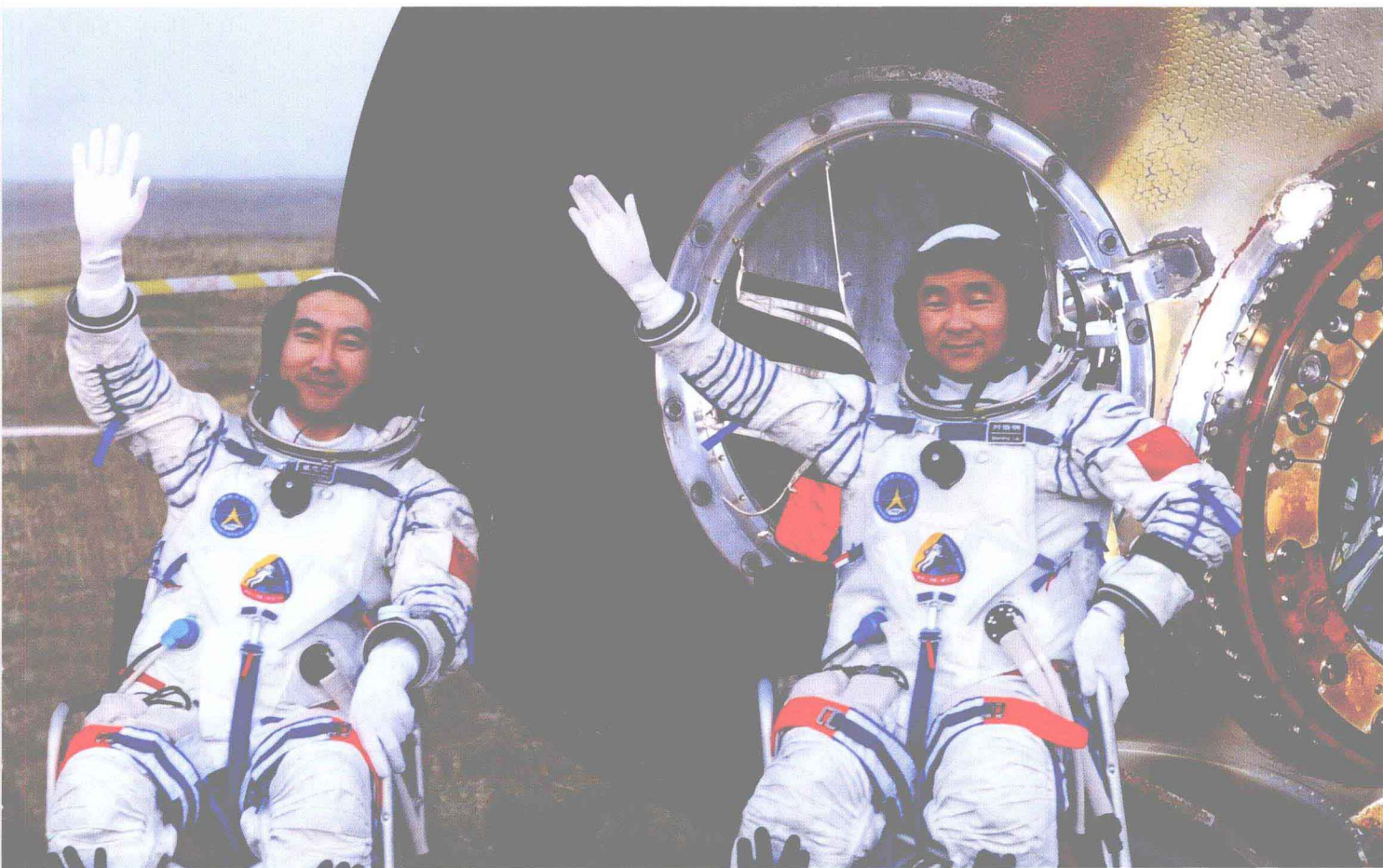
2008年9月28日17点37分，在太空遨游近3天的神舟七号飞船返回舱成功着陆。18点23分许，3名航天员翟志刚、刘伯明、景海鹏先后健康出舱。神舟七号载人航天飞行任务取得圆满成功。

飞行期间，航天员翟志刚着“飞天”舱外航天服，刘伯明着“海鹰”舱外航天服，相互配合，成功完成了空间出舱活动。航天员翟志刚在舱外取回科学试验材料并进行了太空行走。这是我国航天员的首次太空行走，也是神舟七号载人航天飞行最重要的任务。太空行走是指航天员离开载人航天器乘员舱，只身进入太空的出舱活动。随着航天技术的飞速发展，太空行走技术的作用和意义日益突出，其最直接的作用是完成太空作业，修复载人航天器或航天器上的受损部件。掌握了太空出舱活动这一关键技术，意味着为下一步的空间交会对接，实现最终建立空间站的目标奠定了坚实基础。

出舱活动结束后，神舟七号飞船释放了伴飞小卫星，并围绕轨道舱进行了伴飞试验。伴飞小卫星对飞船进行了摄像和照相，这是我国首次在航天器上开展微小卫星伴随飞行试验。这次试验的成功将为大型航天器的在轨故障诊断和安全保障奠定基础。

飞行期间，还进行了中继卫星——天链一号的应用试验。

在此次飞行任务中，中国航天科技集团公司所属的中国运载火箭技术研究院和中国空间技术研究院、上海航天技术研究院分别承担了火箭系统和飞船系统的研制工作。这是载人航天工程七大系统中占据核心地位的两大系统。



长征二号F火箭是目前我国唯一用于载人发射任务的运载器，是可靠性指标最高的火箭。该火箭采取垂直整体总装、垂直整体测试、垂直整体运输和远距离测试发射控制方式，具备在应急情况下使飞船脱离危险区的功能。

神舟七号飞船由轨道舱、返回舱和推进舱3个舱段组成。其中，轨道舱较此前的飞船进行了适应性改造，增加了泄压、舱外航天服支持等功能，兼作气闸舱和航天员的生活舱。该飞船可以支持3名航天员在轨最长飞行5天，支持两名航天员出舱活动。

在整个飞行任务过程中，神舟七号飞船、长征二号F运载火箭、我国研制的“飞天”舱外航天服和从俄罗斯引进的“海鹰”舱外航天服以及天链一号中继卫星和船载终端，性能优良，工作正常，为航天员多天在轨飞行，特别是出舱活动提供了很好的保障。飞行任务组织指挥科学严密，飞行控制中心和陆海基测控系统精确地实施了测量、天地通信和控制，着陆场系统快速高效地组织了航天员搜救和飞船回收。

神舟七号载人航天飞行成功地实现了“飞船准确入轨、正常运行，航天员出舱活动圆满、安全健康返回”的任务目标。

这是我国载人航天工程“三步走”战略第二步第一阶段任务的首次重要飞行，也是在全国人民抗震救灾、成功举办北京奥运会背景下组织实施的一项具有重要战略意义的科技活动。这次飞行任务的圆满成功，为实现我国载人航天工程“三步走”发展战略，突破空间交会对接技术，建立短期有人照料的空间实验室、开展一定规模的空间应用研究，并进而发展空间站奠定了坚实的科研和技术基础。（宋丽芳 索阿娣 许斌 张国栋）

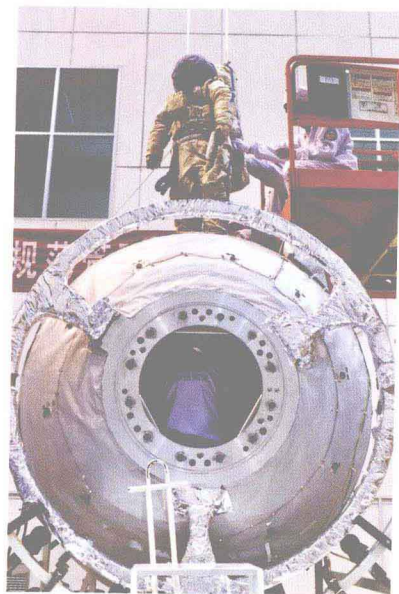
征程 从这里开始



长二F火箭、神舟七号飞船、航天员出征仪式



科技创新力推“神七”飞天



载人飞船系统

总体设计：安全、舒适一个不少

神舟七号载人飞船到底是怎么设计的？与神舟五号和神舟六号有什么不同？

“神七”的设计在飞船内部的空间保障上做足了文章。由于此次太空之旅航天员要完成出舱活动任务，而舱外航天服的体积较大，两名航天员要进行穿脱动作，此外还要携带3人5天的生活物品，这势必要挤占舱内的有限空间。为此，中国航天科技集团空间技术研究院飞船研制队伍的设计师们，尽量把安装设备的仪器面板等装载在类似货架的格框上，提高空间使用率，以便腾出更多的空间供航天员活动。

“神五”和“神六”返回舱里的座椅，采用的都是火工品爆燃提升的设计，而在“神七”返回舱座椅的设计上，设计师则体现出了“绿色”理念。

飞船设计人员考虑到，尽管飞船各系统的密封性已经万无一失，但是座椅下的一个压力燃气包里的有害气体万一发生泄漏，后果不堪设想。为了保证3名航天员安全返回，最终确定了用压缩空气来取代燃气，并相应地增加了一套气源组件系统作为动力源。座椅的提升原理没有变化，而压缩空气的使用，意味着即便发生泄漏也不会对航天员的身体产生任何不利影响。

“神七”发射升空后，航天员要进行出舱活动，同时飞船要释放一颗伴飞小卫星。被释放的小卫星位于轨道舱前端，离5个复压气瓶近在咫尺，如果释放小卫星时爆炸螺栓产生碎片，就会像子弹一样打到气瓶身上，一旦气体泄漏，后果不堪设想。为确保释放小卫星时更加安全，飞船研制人员特意为安装在轨道舱外的5个复压气瓶穿上了“防弹衣”。为了航天员的安全，为了“神七”的万无一失和载誉而归，研制人员慎之又慎，把安全做到了极致。

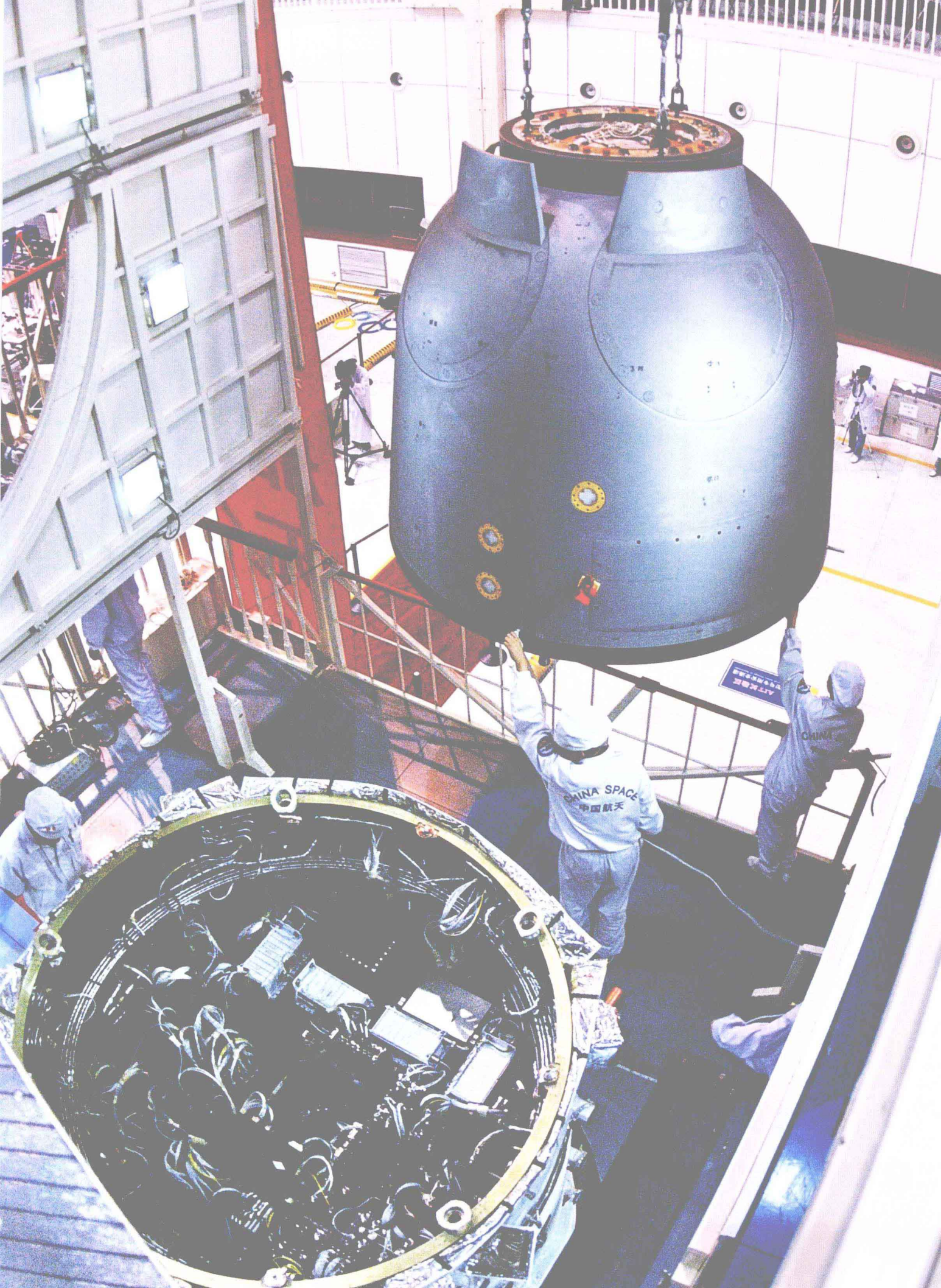
气闸舱：一舱两用功能强

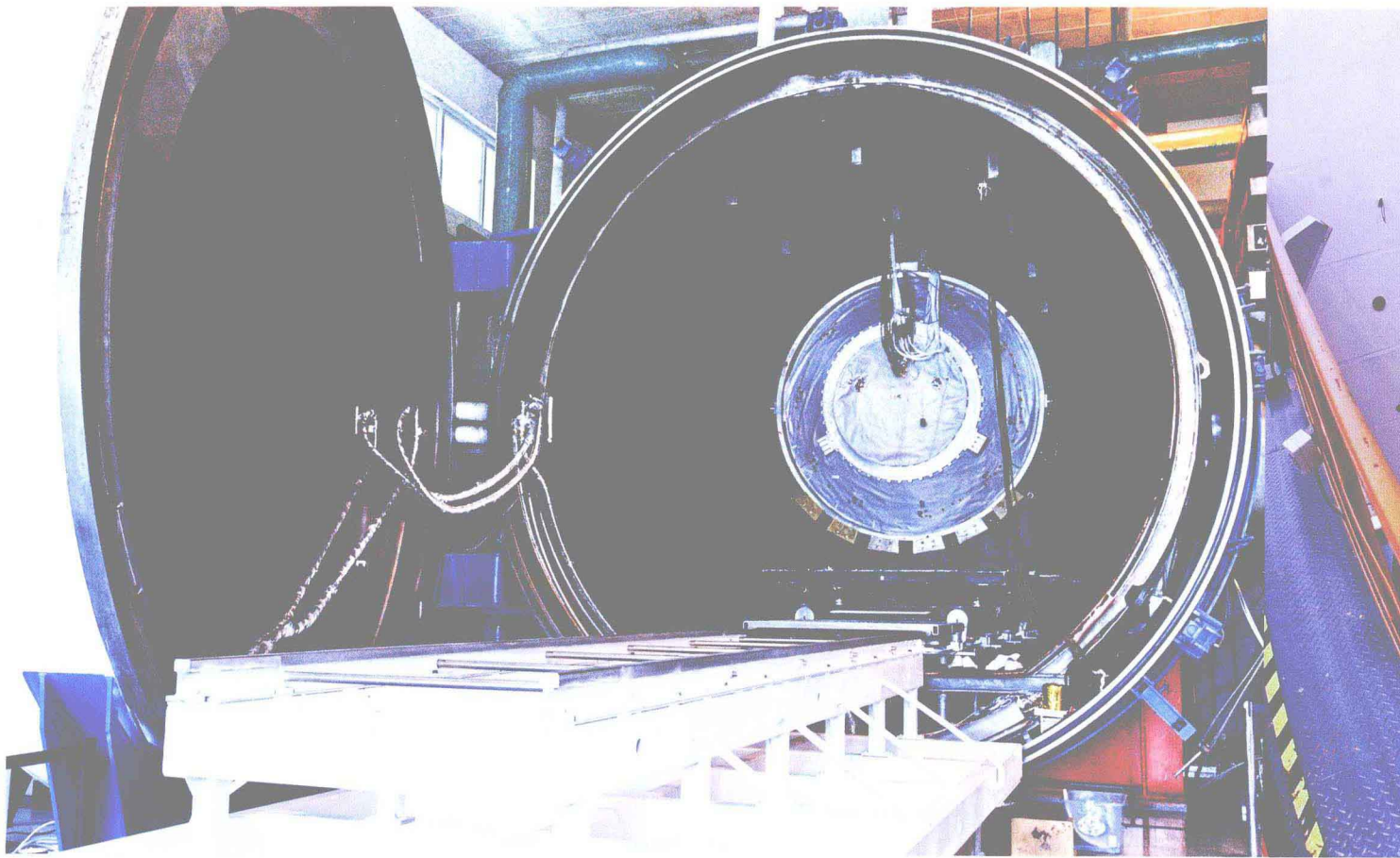
相比以前的飞船，神舟七号的气闸舱因首次亮相而备受关注。要完成航天员出舱活动，必须在飞船上增加气闸舱的功能，这也是神舟七号最大的亮点。根据飞船的总体设计，这一功能由飞船的轨道舱来实现。

“神六”上的轨道舱是航天员在太空中的工作和生活舱，而到了“神七”，轨道舱要一舱两用，成为生活舱和气闸舱的结合体。所以这个舱段对“神七”来说是一舱两“名”，根据其支持航天员太空生活的功能，称作轨道舱；根据其支持航天员出舱活动的功能，称作气闸舱。3名航天员中的两名，从返回舱进入气闸舱后，返回舱门关闭，气闸舱就变成了一个独立的密闭的容器。两位航天员就在密闭的气闸舱内互相帮助穿上舱外服，完成吸氧排氮，随后进行泄压后，打开气闸舱通向飞船外的舱门，一名航天员进行舱外活动，结束后再按照相反程序返回。气闸舱功能包括增添了舱内气压泄除和复压系统，舱内有线和舱外无线的出舱活动通信系统，出舱活动操作显示界面，照明和摄像装置，舱外航天服接口支持系统等。添置这些新功能后，轨道舱的空间比以前小了一些，但经过精心设计，航天员在其中的空间活动还是可以得到最大的满足。

要想把轨道舱改进成为气闸舱，需要有两个必备条件：一是密封；二是要有泄复压功能，即把舱内环境变为空间环境和恢复为载人环境。一套由阀门、管道等零部件组成的泄压装置执行“泄压”重任。泄压并不是简单地把空气排放到空间，设计师需要通过大量的分析计算和地面试验来找到泄压过程中最佳速度和压力控制点，使舱内的气压始终和航天服的状态相协调。由于航天员在这个过程中要完成穿好舱外航天服的操作，所以从一个大气压到泄压完成是一个循序渐进的过程。

“人在快速减压环境下容易得减压病。所以在降压的过程中，航天员有一个吸氧排氮的过程。航天员在穿航天服时吸纯氧，需要约半个小时的时间来置换血液里的氮。这之后再减压就安全了。”设计师介绍，在“泄压”之前，航天员和航天服与外界的压力一致，“泄压”之后，航天员穿着航





航天员在舱内接近零压力的环境下，也就是相当于站在太空环境下了。

与出舱过程相反，航天员从太空回到飞船内，要经历一个“复压”步骤。与“泄压”类似，“复压”过程也要分阶段进行，与航天服状态相协调。此次神舟七号飞船携带了5个高压气瓶，它们的功用是等航天员回到气闸舱时，将舱内的气压从零恢复到一个大气压状态。

智能舱门：“玄机”多多

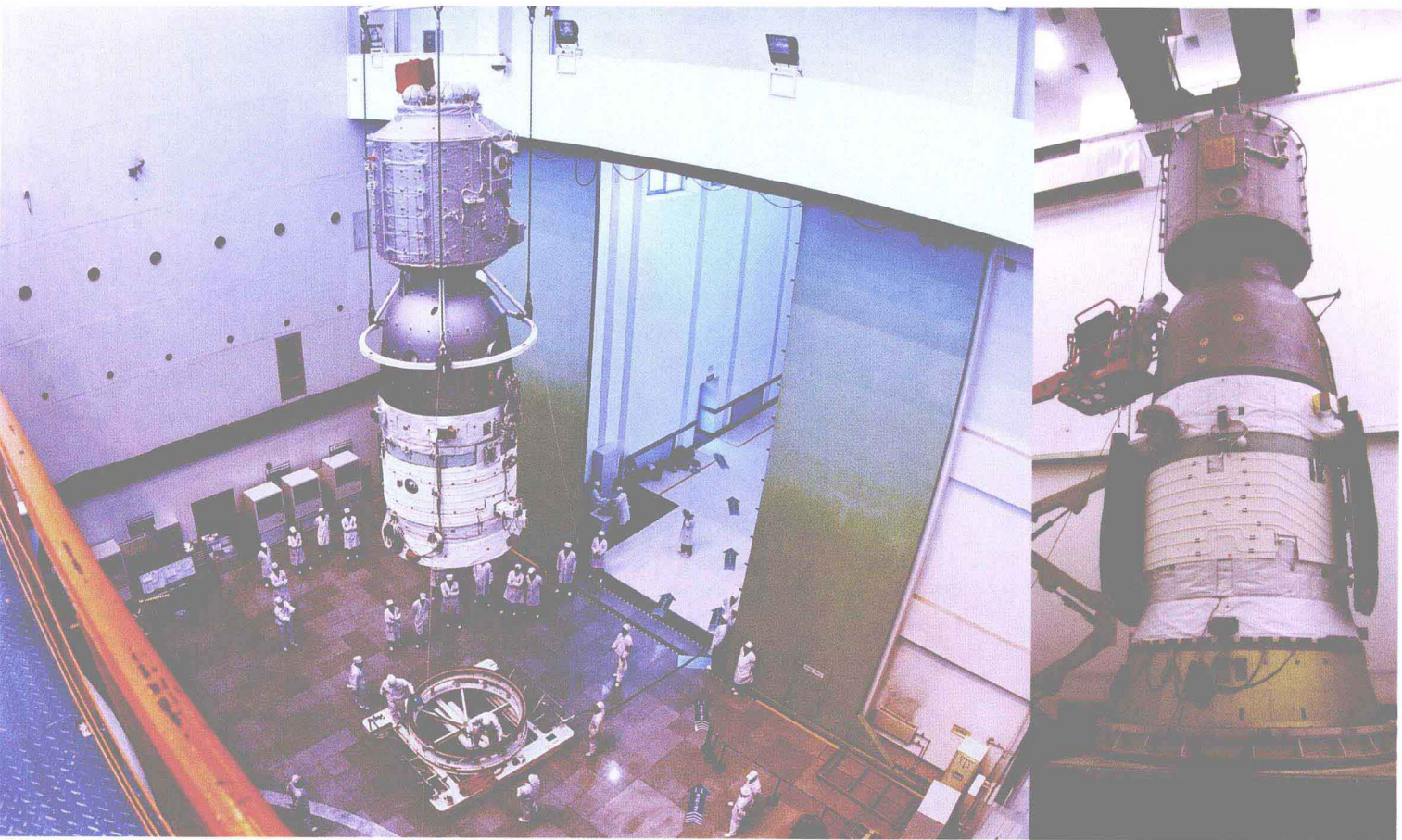
“神七”出舱舱门的研制是气闸舱机构研制最重要的攻关点之一。一个小小的舱门，暗含着很多的“玄机”，更凝聚了飞船研制人员大量的心血和智慧。

门怎么开？向里还是向外，向左开还是向右开，开到多大的角度最科学？航天员穿上航天服后很笨重，他们能否方便自如地开关舱门？在真空、高低温等恶劣条件下，舱门能不能正常开关？

研制人员经过大量的试验和讨论，发现门向外开，虽然不会影响内部的空间，但在真空环境下，舱内压力会影响门的密封；门向里开，则会最大程度地保证密封性能，是相对安全的选择，但多少会涉及到影响和占用舱内空间的问题。此外，舱门开的角度和舱内空间的配置息息相关。一方面舱门在可达到的空间内要尽量开大，保证航天员出舱方便；另一方面也要考虑舱门的位置、角度对其他设备的整体影响。最终，研制人员在权衡之后，确定舱门开启100度是最佳选择。此外，出于承载和内压的考虑，舱门并不是平的，而是稍呈圆弧状。但考虑到承载和空间使用的问题，舱门的弧度不能太大，必须确定最佳的弧度值。

除了舱门本身外，舱门相关设计难点还有很多。与“神六”返回舱舱门不同的是，“神七”舱门在轨打开与关闭的时候，气闸舱处于真空状态，并且所处的温度可能在零下几十度到零上几十度。因此，要充分考虑和模拟在轨真空高低温环境下的开关门，并检测其密封性和开关力的变化，确保航天员的生命安全。

怎样才能确定舱门关闭严密呢？舱门快速检漏仪应运而生。它像一个反应灵敏的“安全卫士”，通过内部的传感装置，感受压力和温度的变化，在短短几分钟之内判断出舱门是否关闭完好，并向航天员发出“舱门关闭好了，可以脱下航天服”这样的确认信息。



推进舱：全面改进便于“出舱”

由于实施航天员出舱活动以及乘坐3位航天员，神舟七号飞船总体技术状态出现了较大变化。对于承担了飞船上推进舱、电源分系统、推进分系统和测控与通信等子系统重要设备研制任务的上海航天技术研究院来说，技术状态也要随着任务的变化和总体的变更而变，随着飞行任务的不同要求和目标而变，这就需要他们以变应变，不断用技术创新和更严格的质量来满足“神七”飞行任务的要求。

与神舟六号相比，神舟七号技术状态共更改200多项，而涉及到该院承制任务变化的有43项，涉及产品有推进舱、舱内和舱外摄像机、电源分系统、总体电路等。由该院承担研制的推进舱在技术状态上的变化较大，考虑到这次出舱活动，相应的设备要增加十多台，而增加的设备大小不一、轻重不一、功能作用不一，不能简单地往推进舱里一安装就了事。毕竟一下子多了十多台设备，推进舱总体单位在设计时既要充分考虑到舱体在太空飞行过程中的重心和平衡，还要根据产品体积的大小安装在合适的位置，同时要考虑安装时操作人员的操作和检修时的方便。经过综合权衡，推进舱总体设计方案科学合理，安装调试一步到位，确保了“神七”任务的圆满完成。

舱外摄像机：让全球同看太空漫步

神舟七号飞船完成航天员出舱活动这一辉煌的历史时刻，怎样才能迅速传递给全世界，并充分展示中国航天员在太空活动的壮丽景象？神舟七号飞船的测控与通信分系统解决了这个问题。

出舱通信系统是摆在测控与通信分系统面前的第一道难关，必须采取与以往通信设施不同的新的通信手段。为此，分系统经过调研、试验和仔细地研究，决定采用扩频通信方案，参数选择上也通过了大量的试验和摸索，最终获得了较好的通信环境。

为了满足飞船用户的要求，充分展示航天员舱外行走的影像，展示我国载人航天领域新的突破，分系统采用了先进的图像压缩编码体制，同时将单路图像传输模式提升为双路图像传输模式，新增了舱外摄像机，大大提高了图像传送质量，保证了航天员舱外行走的画面能够清晰地传回地面，让全世界人民都能看到中国航天的又一壮举。



运载火箭系统

两大改进：让“乘客”更加安全舒适

用于发射神舟七号飞船的长征二号F火箭，与发射神舟六号时的火箭相比，为了提高可靠性和舒适性进行了局部的改进。“长二F”进行的两大技术攻关，分别是“8赫兹”问题和“415秒”问题。

2003年10月，航天员杨利伟搭乘神舟五号飞船升空时，曾在一个短暂的时间内感到非常不适。长二F火箭研制人员在了解到这一情况后，立即分析数据，查找原因。数据分析显示，火箭在上升期间曾出现过短暂的共振现象。为此，中国航天科技集团运载火箭技术研究院的火箭研制人员对发射神舟六号飞船的长二F火箭进行了改进。改进后，“神六”上的航天员没有产生特别的不适感，但技术人员通过对遥测数据的分析，发现火箭从起飞126秒开始还是出现了逐渐增大的纵向单频振动，频率约为8赫兹（以下称为“8赫兹”振动）。如果这一问题不解决，“神七”上的航天员还有可能产生像杨利伟那样的不适感觉。因此，火箭“两总”系统决心在发射“神七”的火箭上解决这一问题。

经过进一步分析，研制人员发现“8赫兹”振动现象是助推器动力输送系统导致的比较典型的纵向耦合振动。火箭“两总”组织研制人员对“8赫兹”问题进行了深入的理论研究。为抑制这一现象，开展了稳定性分析方法研究和振动抑制设计工作，确定了使用变能量蓄压器来抑制振动的方案。为验证分析结论和所采取措施的有效性，型号队伍分别进行了变能量蓄压器研制试验、管路试验以及点火控制线路验证试验；根据确定的改进方案，完成了新蓄压器以及点火控制线路的设计、生产和总装测试。

“长二F”第六枚火箭成功发射后，型号队伍在后续遥测结果分析时发现火箭飞行至415秒附近时出现异常现象。为了解决这个问题，在两年半的时间内，研制者组织国防科大、中科院等单位开展了理论研究。经过研究，发现了在415秒产生加速度的跳动现象，得到了不影响正常飞行的结论。但是，为了确保万无一失，火箭“两总”系统还是决定进行改进。经过真空喷流试验，确认415秒现象是由增压管路故障造成的。为此，火箭“两总”系统组织设计了二级增压管路铝改钢的技术方案，进一步提高了火箭的可靠性。

此外，针对神舟七号的发射任务，长征二号F火箭在技术上作了30多项改动，在火箭上安装了3个摄像头，比发射神舟六号时多了1个。通过这些摄像头，能够清晰地看到火箭发射飞行的动作和全过程，有助于地面在必要的时候进行有效调整，保证火箭飞行的安全。

“生命之塔”：经受地震考验

2008年5月12日，我国汶川发生8级地震。地震发生时，火箭逃逸系统发动机产品正在中国航天科技集团航天动力技术研究院总装车间紧张进行吊装连接。突然，整个工房剧烈晃动起来，由于当时产品吊起的位置正是电缆座向下，无法立即放下，也不敢轻易挪动吊车。

剧烈的晃动中，总装车间的员工丝毫没有考虑个人安危，把全部精力都集中在了如何妥善处理产品上。他们有的紧紧抱住产品，有的立即在对接车轮下塞入垫木阻止其沿轨道滑行，同时将毛毡垫在电缆座下，避免发动机电缆座碰撞到对接车造成产品报废，甚至引发更严重安全事故的发生。震感减弱后，大家快速将发动机平稳吊放在一旁的地面弧形架上并进行紧固，同时对一旁停放在弧形架上的其余4台发动机也进行了紧固，之后才迅速撤离现场。

当天晚上7点多，总装车间的员工接到将发生余震的消息后，又迅速赶到车间，用胶垫、绑带等各种方法加强固定发动机，一直忙到晚上11点多。事后，车间主任回忆说：“在地震期间，总装组的员工们不仅想着家人和孩子的安全，更想着逃逸发动机，就像呵护自己孩子一样，决不让发动机丝毫受损。”