

大协作

——中国载人航天工程
运载火箭电子元器件发展纪实

主编 黄春平 副主编 刘宇



中国宇航出版社

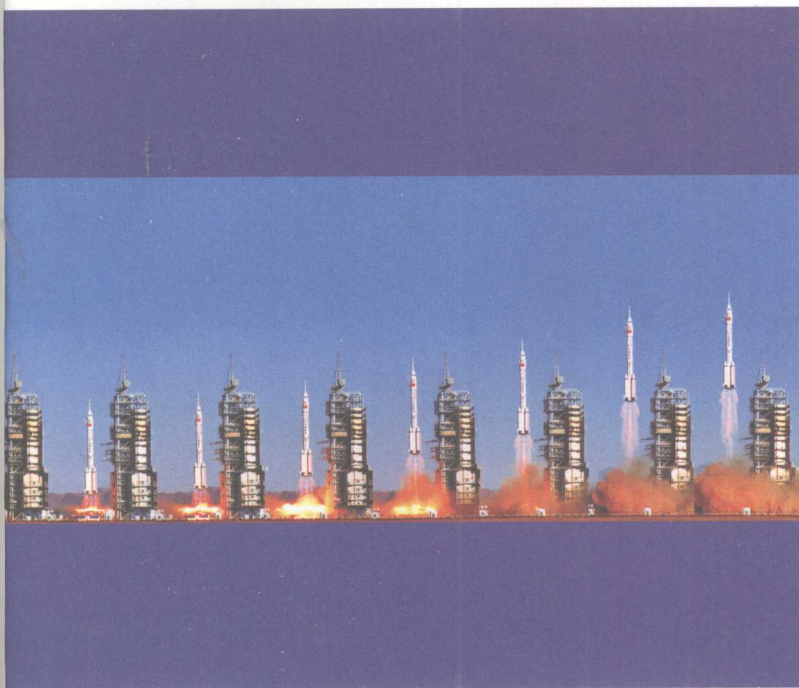
大协作

——中国载人航天工程

运载火箭电子元器件发展纪实

主编 黄春平

副主编 刘宇



中国宇航出版社

· 北京 ·

内容简介

本书记载了在党中央、国务院、中央军委的正确领导下,在总装备部、国防科工委与信息产业部等有关部委和地方政府的直接指导下,全国的电子元器件科研和生产单位艰苦创业、改制转轨、大力协同、集智攻关、配套生产的风貌;在一定程度上反映了中国载人航天工程,尤其是运载火箭系统“锻铸航天神箭、筑造太空长城”的艰辛历程,记载了中国航天人的宏伟业绩和无私奉献的精神;反映了我国电子工业及航天高科技产业发展的辉煌成就。

本书分为3个部分,共81篇文章,即管理与应用篇8篇文章、研制纪实篇49篇文章、攻关与质量保证篇24篇文章。本书献给为中国载人航天工程研制,尤其是为运载火箭系统元器件配套工作默默奉献与辛勤劳动的广大工程技术人员、工人、各级领导干部和后勤保障人员。

版权所有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

大协作:中国载人航天工程运载火箭电子元器件发展纪实 / 黄春平主编.

—北京:中国宇航出版社,2007.11

ISBN 978-7-80218-303-2

I. 大… II. 黄… III. ①载人航天飞行—运载火箭—电子元件—中国—文集
②载人航天飞行—运载火箭—电子器件—中国—文集 IV. V475.1-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第167814号

责任编辑 刘亚静 黄 苹

责任校对 祝延萍

装帧设计 **031舍**

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) 68768541 (010) 68767294 (传真)

零售店 读者服务部 北京宇航文苑

(010) 68371105 (010) 62529336

承 印 北京百花彩印有限公司

版 次 2007年11月第1版

2007年11月第1次印刷

规 格 787×1092

开 本 1/16

印 张 25

字 数 637千字

书 号 ISBN 978-7-80218-303-2

定 价 230.00元

本书如有印装质量问题,可与发行部联系调换



谨
献
给

为中国载人航天工程运载火箭电子元器件发展作出贡献的全体人员

《大协作——中国载人航天工程运载火箭电子元器件发展纪实》

编委会

顾问：张庆伟 吴燕生 梁小虹

名誉主编：李洪 刘红旗

主编：黄春平

副主编：刘宇

编委：李洪 刘红旗 刘宇 荆木春 黄春平 刘竹生
孙凝生 齐春棠 刘效伟 杨洁 李京苑 崔军

编辑部

主任：李京苑

成员：卜雨亭 陈文卿 李义明 邱雪梅 王丽妍 吴昕
林德健 薛京宁 朱琳 达猛 陶建昇 袁赵祥
唐汝平 戴育红 朱心永 叶庆泉 张铁钧 刘亚静

序

中国航天事业已走过50多年的发展历程，取得了壮国威、振民心、撼世界、誉全球的举世瞩目的伟大成就。中国载人航天工程已经历16个春秋，并取得了六战六捷的跨世纪的里程碑业绩。2003年10月15日长征二号F运载火箭成功地发射神舟五号飞船，将中国首位航天员送入浩瀚的太空，实现了中华民族的千年飞天梦。自此，中国已成为世界上继苏（俄）、美之后第三个独立自主地把人送入太空的国家，跻身于世界航天大国之林，并载入世界航天史册。2005年10月12日，长征二号F运载火箭又成功地发射神舟六号载人飞船，将两名航天员顺利送入太空，标志着我国真正意义上有人参与的空间科学试验取得圆满成功。

电子元器件是航天工业的基础，为了满足载人航天的高可靠性、高安全性要求，中国运载火箭技术研究院对电子元器件从管理到技术采取了一系列措施，探索了一条适合国情，花钱少、见效快的成功道路，对于保证载人航天运载火箭的发发成功，起到了重要的基础作用。中国运载火箭技术研究院编撰的《大协作——中国载人航天工程运载火箭电子元器件发展纪实》一书，记载了在党中央、国务院、中央军委的正确领导下，在总装备部、国防科工委与信息产业部等有关部委和地方政府的直接指导下，全国的电子元器件科研和生产单位艰苦创业、改制转轨、大力协同、集智攻关、配套生产的风貌；在一定程度上反映了中国载人航天工程，尤其是运载火箭系统“锻铸航天神箭、筑造太空长城”的艰辛历程，记载了中国航天人的宏伟业绩和无私奉献的精神；反映了我国电子工业及航天高科技产业发展的辉煌成就。

我们把这本书献给为中国载人航天工程研制，尤其是为运载火箭系统元器件配套工作默默奉献与辛勤劳动的广大工程技术人员、工人、各级领导干部和后勤保障人员。愿大家励精图治，再展宏图，把中国航天科技伟业推上一个新的划时代发展时期。

张兆伟

2007年10月

编者的话

中国是世界上继苏联(俄罗斯)、美国之后第三个掌握航天器返回技术的国家,运载火箭技术也属世界一流。早在20世纪中叶就成功发射生物火箭,把小狗“珊瑚”送到100 km的高空并安全返回;1990年和1996年在返回式卫星上进行了搭载老鼠等动物的飞行与返回试验。1999年11月20日,中国神舟号载人航天试验飞船的成功发射与安全返回地面,对中国的载人航天事业产生了巨大而深远的影响。此后,载人航天运载火箭又连续3次成功地把神舟号无人试验飞船送入太空并安全返回地面,使中国载人航天工程有了实质性的进展。2003年10月15日,神舟五号载人飞船成功升空,实现了中国航天员翱翔太空的壮举,圆了中华民族的千年飞天梦。2005年10月12日,“神箭”再次将载着两名中国航天员的神舟六号飞船送入太空,证明中国已成为世界上第三个独立掌握载人航天技术的国家。中国的航天发展史又翻开了新的一页。

以中国运载火箭技术研究院为主研制的“神箭”是我国当前在安全性、可靠性方面要求最高的运载火箭,一枚火箭上使用近5万多只电子元器件,因此,提高火箭的安全性、可靠性,要从电子元器件这个基础开始抓起。长期以来,国家十分重视基础工业的发展,为航天重点工程元器件保证投入了必要的资源,同时,航天型号的发展也牵动了基础工业的发展,包括电子元器件技术的发展和可靠性水平的提高。

建国以来,国家十分重视电子工业的发展,组建了一批大型骨干企业,为中国的电子工业起飞奠定了坚实的基础。随着航天事业的迅速发展,对电子工业提出了更多更高的要求。20世纪70年代,为了提高飞向太平洋远程火箭的质量与可靠性,原国防科工委、电子部、第七机械工业部,根据中国运载火箭技术研究院的紧急报告和建议,组织了“七专”(专人、专机、专料、专批、专检、专筛、专卡)元器件质量工程,经过一系列攻关和改进,满足了当时的需要,为运载火箭成功飞向太平洋和以后发射通信卫星任务,提供了可靠的保障。

“七专”质量工程为我国向太平洋发射火箭提供了元器件保证,但难于满足载人航天运载火箭的要求,为此,中国运载火箭技术研究院组织了两次全国性调研活动,经过多次的技术协调和沟通,1995年提出了以“七专”加严和国军标单批考核为核心的技术协议,国内数十个元器件生产单位,开展了以提高火箭元器件可靠性为主要目标的科研攻关工作。1999年将技术协议固化为LMS-99版电子元器件技术条件,形成以“七专”为总规范的详细规范体系,作为试样火箭的订货依据。在原国防科工委、信息产业部、航天工业总公司和地方政府的支持下,广大元器件研制

单位的干部和职工，以国家利益为重，克服重重困难，利用国家有限投入的资金，竭尽全力，满足了载人航天工程运载火箭系统配套的需要。

为进一步满足以航天运载工具为代表的航天型号使用的元器件的可靠性，总装备部、国防科工委、信息产业部、航天科技集团公司联合发起，实施了航天电子元器件可靠性增长工程，系统组织了科研攻关、技术改造和管理改进，为保证中国载人航天工程的元器件可靠性打下了基础。

中国载人航天工程第6次飞行试验圆满结束后，中国运载火箭技术研究院对前期的元器件工作进行了总结分析，在航天电子元器件可靠性增长工程的基础上，修订了元器件质量保证大纲、元器件选用目录及元器件技术条件，颁布了2005版LMS元器件技术条件，将以“七专”为主的元器件采购规范体系，全部调整为国军标元器件采购规范体系，进一步提高了对元器件的要求，并形成了中国第一个航天工程的元器件宇航标准体系，做到箭上和地面关键设备的每一个元器件都有详细规范，对保证元器件质量的统一管理发挥了重要作用。目前，该标准体系已应用于第7发火箭及后续火箭的元器件采购中。

为了满足载人航天元器件可靠性要求，元器件生产单位动员一切可以动员的力量，竭尽全力，克服重重困难，做了大量艰苦细致的工作。

继承了“七专”元器件管理的传统，在组织上成立了领导小组，管理上优先安排生产、优先保证资金、优先保证人力资源。

当时正值我国电子行业不景气的时期，军工任务不多，一些地方企业连工资都不能及时发放，然而，他们却能背水一战，以国家利益为重，不计个人得失，在困难的条件下，接受比以往要严格得多的技术标准，不遗余力地开展工作，甚至出现了在职工拿不到工资，尚能集资用做企业流动资金，开展元器件攻关的可歌可泣的感人事迹。江泽民总书记“特别能吃苦、特别能战斗、特别能攻关、特别能奉献”的盛赞，是那些默默无闻为载人航天工程开展元器件攻关工作的人们当之无愧的。时至今日，许多军工企业的领导，仍然坚持以军工意识为自豪，什么是军工意识？国家利益高于一切就是军工意识！军工意识是元器件军工企业文化的核心，正是这种军工意识激励他们渡过难关、闯过险阻，创造了辉煌，这种军工意识是中华民族的民族精神在元器件军工企业的闪光表现。

组织了大规模的摸底试验和技术攻关，解决了一系列长期没有得到解决的元器件质量问题，并产生了一大批科研成果。建立和巩固了航天重点工程的质量平台、供应平台。

编者的话

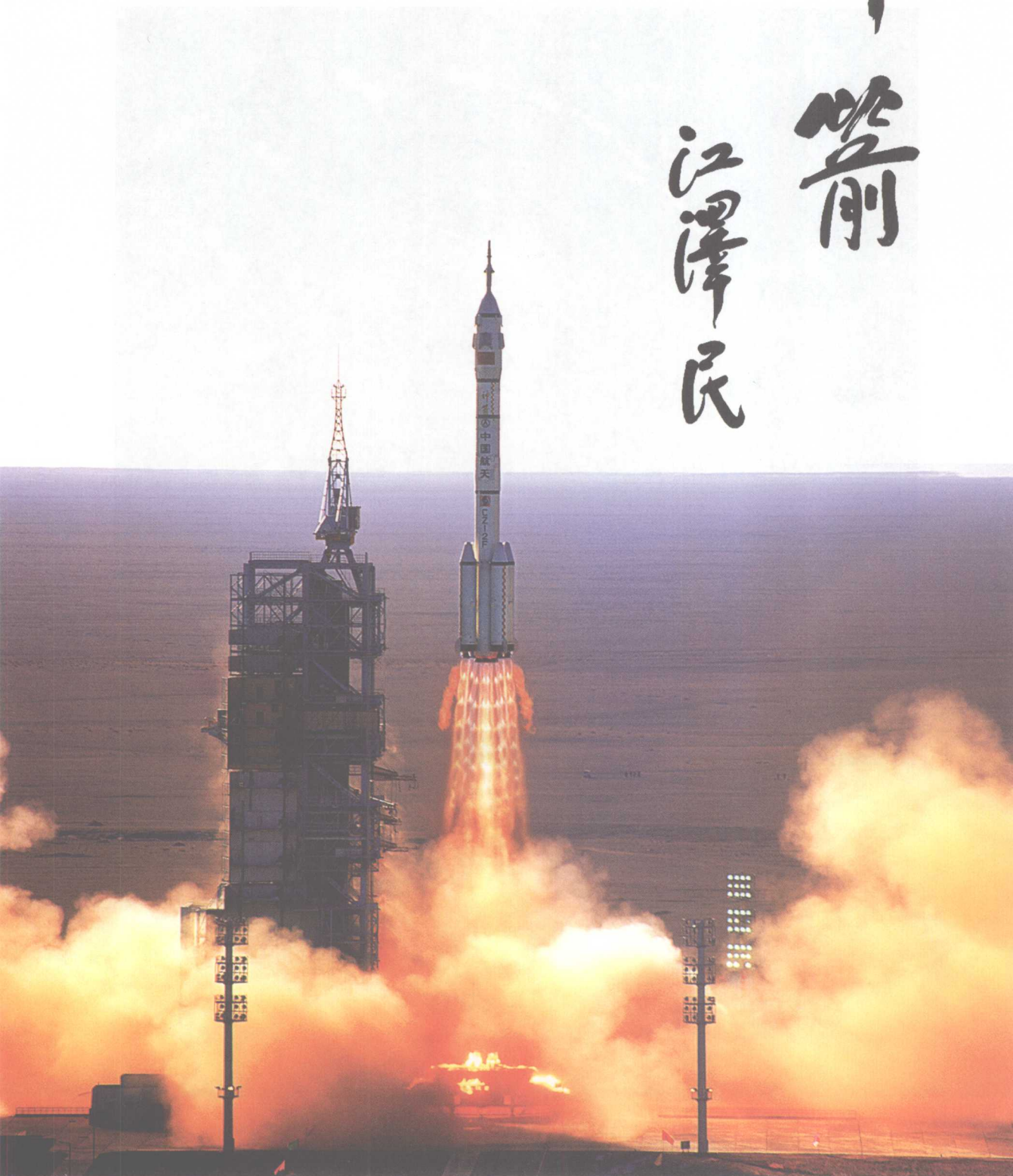
元器件军工企业与航天事业共同发展。在载人航天工程研制期间，在国家的支持下，元器件生产单位都实施了技术改造，科研生产条件有了很大改善；在国军标生产线、质量体系、保密等方面取得了相应资质；经济上实现了大幅度增长。

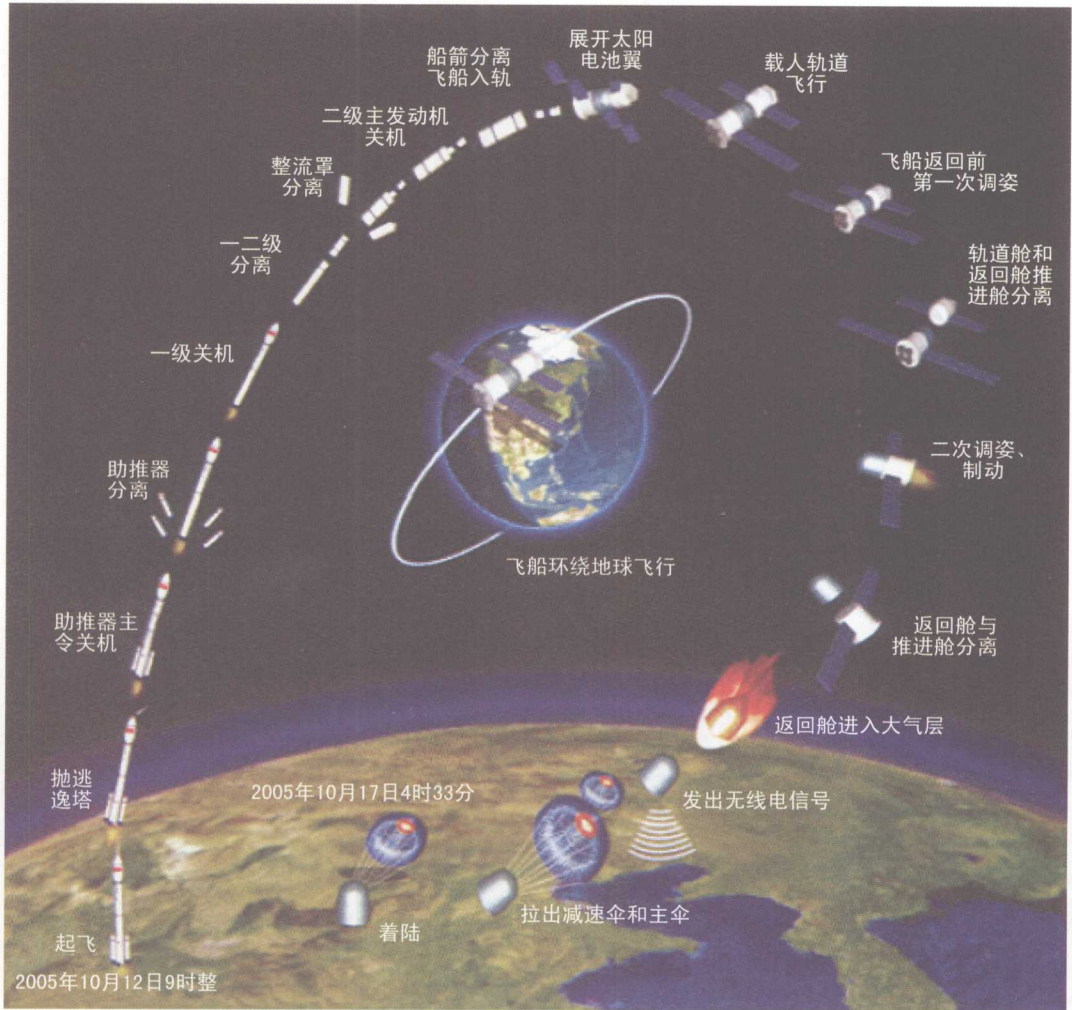
这是一段令人难忘的历史，编写本书的目的，便是记载从策划、管理、科研攻关到应用这样一个历程中，国家、各级管理部门、中国运载火箭技术研究院及其配套单位、元器件生产企业，从领导干部、技术骨干，到广大员工，发扬为国争光、奋力拼搏、团结协作、无私奉献的精神，为载人航天工程所作出的贡献。数十万元器件，是载人航天成功的基础。回首往事，我们难以表达对所有为元器件攻关、配套、供应和质量保证作出贡献人们的敬意！“科学有险阻，苦战能过关”。我们对中国载人航天工程的美好未来充满信心！

2002年3月25日在酒泉卫星发射中心江泽民
同志为长征二号F运载火箭题名为“神箭”

神
箭

江泽民





神舟六号飞船发射、运行、返回全程图

神箭的风采

1999年11月20日，长征二号F火箭在惊天动地的呼啸声中，以雷霆万钧之势直刺云天，将神舟号飞船送入浩瀚苍穹。随后又先后成功发射了3艘无人飞船。2003年10月15日，将神舟五号飞船和航天员送入太空，实现了中华民族的千年飞天梦想，使我国成为继美国和俄罗斯之后世界上第三个独立开展载人航天活动的国家。这一里程碑式的壮举揭开了我国载人航天活动的序幕，奏响了中国进军太空的序曲。2005年10月12日，长征二号F运载火箭将神舟六号载人飞船顺利送入太空，为我国首次有人参与的、多人多天的空间飞行试验取得圆满成功奠定了坚实的基础。

2002年3月25日，江泽民总书记在神舟三号发射前，欣然挥毫为长征二号F火箭题写“神箭”二字。“神箭”的研制者，在艰辛、痛苦、喜悦和欢乐中，用忠诚、奉献和不息的追求完成了让世界瞩目的光辉业绩，向祖国和人民释放着他们的爱国情怀。用自主创新、勇攀高峰的精神攻克了载人航天工程的一系列关键技术，创造了中国航天史上的多个第一。

长征二号F火箭是以长征二号E捆绑火箭为基本型，以发射载人飞船为主要目的而研制的新型火箭。火箭全长58.34m，起飞重量480t，可以将8t重左右的载人飞船送入LEO预定轨道。火箭由箭体结构、动力装置、控制、推进剂利用、故障检测处理、逃逸、遥测、外测安全、附加和地面设备共10个系统组成，其中故障检测处理系统和逃逸系统和其他型号运载火箭所没有的。长征二号F火箭是中国航天史上，第一次研制的用于载人航天的全新的运载火箭，是中国目前可靠性、安全性要求最全面、最高的火箭，可靠性指标为0.97、安全指标为0.997（评定置信度为0.7），是目前中国所有运载火箭中起飞质量最大、长度最长、系统最复杂的火箭。

确保航天员安全是载人航天飞行的首要问题。为此必须攻克火箭故障检测诊断技术和逃逸技术，这是一项世界性的难题，是载人航天火箭独有的技术，也就是常说的火箭的“自我诊断”和航天员的“救生”功能。长征二号F火箭首次在国内火箭上采用了56项新技术，有10项关键技术达到国际先进水平，其中包括故障检测系统和逃逸系统。

在国内航天史上首次研制了全冗余的控制系统，实现双套制导与稳定控制技术，给火箭上了双保险。研制人员还在国内航天史上首次系统研究了310种火箭故障模式，确定了逃逸判据，首次研制了故障检测系统和逃逸系统，实现了运载火箭在待发段和上升段发生故障时，能自检测，自诊断，发出故障信息给逃逸系统，并

能实施自动逃逸和地面指令逃逸。一旦发生意外，火箭顶端的逃逸塔可自动点火将搭载航天员的飞船返回舱和轨道舱与火箭分离，拽着返回舱和轨道舱逃离危险区安全降落。这一技术达到国际先进水平。

载人航天工程改变了传统的发射方式，在国内航天史上率先实现了技术阵地垂直装配、垂直测试和垂直转运到发射阵地的“三垂”模式，首次研制大型多点调平的无级变速高定位精度的活动发射平台，解决了高度为58.34 m的在运载火箭垂直竖立情况下转场，运输距离达1.5 km，并首次实施远距离测发控技术，上述技术也达到了国际先进水平。

发射神舟六号的运载火箭，新增遥测图像测量系统，可以实时而直观地观测助推分离、一二级分离、整流罩分离、船箭分离等时序的火箭图像。是中国火箭首次采用的技术。

世上所有的奇迹都是人们用智慧、勤劳和心血创造出来的。新型火箭长征二号F研制与发射的成功，实现了中国航天史上的历史性突破，是几代中国航天人奋斗的夙愿，是中国航天人能力的积聚，是自主创新的显示，是民族自信心的表现，是中国航天人写下的开拓天疆的新誓言。

热烈庆祝中国首次载人航天飞行圆满成功

2003. 10. 30



第一次载人航天飞行试验成功答谢会后，有关领导、航天员和元器件研制单位领导合影



中国载人航天工程原总设计师王永志与中国航天科技集团公司原总经理张庆伟讨论工作



中国载人航天工程原总设计师王永志、中国航天科技集团公司原副总经理许达哲、中国运载火箭技术研究院院长吴燕生在火箭发射现场



中国运载火箭技术研究院院长吴燕生同航天员杨利伟亲切交谈



中国运载火箭技术研究院党委书记梁小虹、副院长李洪和载人运载火箭总指挥刘宇在发射基地



2004年2月，中国运载火箭技术研究院党委书记梁小虹与载人运载火箭原总指挥黄春平在火箭载人首飞成功答谢会上



2004年6月，中国运载火箭技术研究院副院长李洪在沈阳召开的火箭载人首飞成功答谢会上向辽宁省副省长许卫国赠送火箭模型