

载人航天 运载火箭系统研制管理

黄春平 侯光明 主编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书阐述了中国运载火箭的发展历程、发展趋势,建立了载人航天运载火箭系统管理的理论与指标体系。密切结合载人航天运载火箭系统研制对预先研究管理、型号研制过程管理中的计划、经费、生产、大型地面试验、质量、可靠性与安全性、软件工程化、基建和技措、技术、物资、风险、人力资源等具体管理分支,以及发展中的管理理论和复杂系统工程的管理特点,通过回顾以往的实践,进行理性思考,展开深入浅出的分析论证,从而揭示载人航天运载火箭系统研制的管理方法与措施,提出新的认识及探索。

本书从规范研究和实证研究两方面为载人航天运载火箭系统的管理提供了有效支持,在理论、方法和实践上丰富和扩展了航天项目管理。

本书适用于从事航天系统工程的研究人员和实践工作者,也可供大型工程的管理人员以及管理科学与工程、系统工程、项目管理等专业的高等院校的教师、研究生参考和借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

载人航天运载火箭系统研制管理 / 黄春平,侯光明主编. —北京:科学出版社,2007

ISBN 978-7-03-020462-2

I. 载… II. ①黄…②侯… III. 载人航天飞行—运载火箭—系统管理 IV. V475.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 160111 号

责任编辑:沈 建 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:刘士平 / 封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 10 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 10 月第一次印刷 印张:25 1/2

印数:1—3 000 字数:572 000

定价:90.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

《载人航天运载火箭系统研制管理》编辑委员会

主 编 黄春平 侯光明

副主编 梅相岩 金 军

委 员 (按姓氏拼音排序)

安婷玉	卜雨亭	陈铁岗	程绍钦	戴育雷	董丽云
侯光明	胡小波	黄春平	黄振勇	金 军	荆木春
荆文宇	李传辉	李京苑	李 军	李同玉	刘博联
刘 宇	梅相岩	潘建均	钱春丽	唐亚刚	唐志超
佟 悦	王京平	王俊鹏	王永军	文朝霞	杨 波
杨双进	张 智				

序 1

纵观国际,当代科技竞争已成为时代的先驱,而航天技术是至高点。我国航天技术虽然起步较晚,但目前就载人航天运载火箭技术已居世界前列。在我国过去几十年生产力水平较差,人均收入水平较低的情况下,如何将航天事业发展起来,靠的就是党和国家的领导及爱国主义精神。几代航天人不畏艰难,不怕牺牲,克服了重重困难,攻克了一道道技术难关,才有了神舟飞船连续六次发射成功。要把千军万马合理有效地组织起来,没有科学的管理是不可能实现的。

正值中国运载火箭技术研究院成立 50 周年纪念日来临之际,《载人航天运载火箭系统研制管理》一书付梓。它对总结我国载人航天工程的管理经验,提高航天型号规范化管理水平,具有重要的历史意义和积极的推动作用。

中国运载火箭事业自 1957 年 11 月 16 日创建至今,历经了国防部第五研究院、第七机械工业部、航天工业部、航空航天工业部、航天工业总公司、航天科技集团公司等管理体制上的沿革。经过近 50 年的实践和探索,逐步建立了一套科学的系统工程管理方法、运行机制,并已基本建成了技术先进、门类齐全的科研、生产试验基地和一批大型设施,培养和建立了一支高素质、精干的科研生产队伍和管理队伍,取得了举世瞩目的成就。

载人航天运载火箭系统的研制是一个不断创新探索的高科技领域,其发展关系到国家的综合国力。运载火箭产品的成功与否其责任重于泰山。纵观中国运载火箭 50 年,实际上就是一部围绕确保型号任务成功的奋斗史。没有初创时期 1059 的仿制,就不会有独立研制的东风二号的成功;没有东风二号的成功,就不会有远程运载火箭飞向太平洋的成功;没有长征火箭发射东方红一号卫星的成功,也就没有 2007 年 6 月 1 日中国长征系列运载火箭第 100 次航天发射的顺利完成。百次发射是中国航天事业发展的一个重要里程碑,它标志着中国长征火箭已形成一个成熟的航天运载体系,标志着中国不仅实现了载人航天的圆满成功,还将由航天大国逐渐进入航天强国行列。

我们既要继承和发扬过去成功的管理经验,又要不断创新,以适应市场经济的需求,这就迫切要求广大航天型号研制管理人员尽快提高政治水平、业务素质。无论是长期从事型号研制的管理人员,还是刚刚走上工作岗位的同志,都需要进一步学习和掌握中国航天型号研制管理的业务及现代科学技术知识。

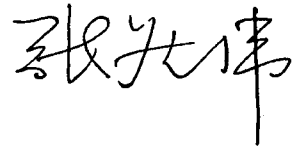
我认为,就目前的情况而言,梳理、总结管理经验,并在此基础上进一步改进、完善和加强对运载火箭技术的管理非常必要,这正是编写此书的目的和意义。希望本著作的出版将会有利于提高航天型号研制管理的水平,有利于航天产品的优质高效和中国运载火箭技术研究院又好又快的发展。

《载人航天运载火箭系统研制管理》一书,是在系统总结我国运载火箭 50 年发展史的基础上,对载人航天运载火箭的研制管理过程进行总结提炼而成的。黄春平和侯光明两位学者密切结合载人航天运载火箭系统的研制工作,通过对以往实践的回顾和理性的思考,

进行分析论证,从而揭示了载人航天运载火箭系统研制的管理方法与措施,提出新的认识及探索。从规范研究和实证研究两方面为载人航天运载火箭系统的管理提供了有效支持,在理论、方法和实践上丰富和扩展了航天型号系统工程管理。

本书内容翔实、资料丰富,具有较强的理论性与科学性、规律性和逻辑性、现实性和前瞻性、实用性和可操作性。本书为工作在中国航天型号研制管理战线上的同志乃至国防科技工业的大型工程管理工作都具有很好的参考价值和借鉴意义。

国防科学技术工业委员会主任

A handwritten signature in black ink, appearing to read '张纪堂' (Zhang Jitang), written in a cursive style.

2007年10月23日

序 2

我国航天的事业自 1956 年 10 月开始创建,经历了无数的艰难险阻,筚路蓝缕,艰苦创业,完成了大量的研制、发射任务。50 年来,中国航天运载技术取得了长足的发展,独立自主地研制了 12 种不同型号的长征系列运载火箭,已经完成了第 100 次发射,航天运载技术的巨大进步不仅有力地推动了中国航天运输系统的发展,而且有力地推动了我国卫星技术及卫星应用技术的发展,带动了我国载人航天的起步,同时扩大了我国航天领域对外合作,增强中国的科技实力、国防实力和民族凝聚力,并且走向世界,在许多重要技术领域内跻身世界先进行列,显示出中国高科技的水平,表明了中国的综合国力。

多年来,中国航天的科技和管理人员,依靠自己的力量进行型号研制和管理实践,坚持运用系统工程的思想和方法,并在航天事业的实践中进行新的探索。正如我国系统工程的开创者钱学森、许国志等前辈所指出的:系统工程是组织管理的技术。它是针对大型复杂项目的先进管理方法:首先从需求出发,通过反复进行的分析、综合和试验评价过程,综合多种专业技术,反复进行分解与集成,开发出能够满足系统全生命周期使用要求、总体优化的系统。多年的实践证明,运用系统工程思想和方法,是成功的保证,由于钱老的倡导和推动,无论是航天技术人员,还是管理人员,对于系统工程的应用已经是一种自觉的行动。

载人航天工程有七大系统,运载火箭系统是其中的一个重要系统,在整个载人航天工程中具有举足轻重的地位。我国自主研制的运载火箭先后发射四艘无人试验飞船和两艘载人飞船,而且次次发射成功。这充分显示了其研制开发这一系列系统工程的威力。

按照作者的立意,该书的主旨在于对这一系统工程从立项、方案确定、初样、试样等管理实践进行经验的概括和理论的提升,阐述具有中国特色的载人航天运载火箭系统研制管理的原理和方法,反映其研制过程中的组织与管理的特点。对管理经验的梳理和总结本身是一种探索性的工作,它不但对于今后的运载火箭或类似的大型工程管理具有借鉴作用,更为管理创新发展打下基础,开辟新的道路。

为了便于更大范围内的读者阅读,该书首先对航天技术的发展、特别是中国航天技术的发展过程与巨大成就作了概括介绍,同时结合航天领域,对系统工程与项目管理的基本概念也作了阐述。然后介绍了单项管理和综合管理的几个分支的具体内容。最后以对创新的讨论作为总结。这些内容不但为从事航天事业的读者提供了理论和实践经验的总结,同时也为其他行业和领域的读者提供了一份难得的系统工程教材。

系统工程是一门实践性极强的学科,对于系统工程理念、方法、工具的深入掌握,必须通过实例的研究。像该书所阐述和总结的大型工程的实例,是十分宝贵的学习内容,也是我们国家和民族的宝贵的精神财富。作为一个从事系统工程研究和实践的科学工作者,我为这本巨著的出版所反映的系统工程理论和实践的成就感到由衷的喜悦。

正如该书作者在前言中所说的,在撰写过程中力求做到理论性与科学性、规律性和逻

辑性、现实性和前瞻性、实用性和可操作性并重。现在该书书稿已经在这几方面做了很大的努力,相信读者不但会在技术内容上得到收获,而且在科学精神和科学态度上也得到启发。

正在进行的中国特色社会主义建设取得了举世瞩目的成就,许多带有标志性意义的大型工程实践提供了丰富的技术和管理经验,需要及时梳理总结,提供后来的建设工作参考,希望今后有更多类似的经验总结和理论探索的鸿篇巨著问世。

爰特为序。

中国工程院院士

王众托

2007年10月18日

前 言

当代国际竞争的焦点之一是对太空的竞争。用天外之财造福人类,既是齐奥尔科夫斯基那一代火箭先驱者们梦寐以求的事业,也是 21 世纪最激动人心的话题和课题之一。而人类迈出地球摇篮,去月球、火星和其他星球上去安家,到太空去生产、生活的天梯便是载人航天运载火箭系统。

中国航天事业自 1956 年 10 月 8 日创建以来,从“两弹一星”发展到载人航天工程,经历了无数个夜以继日的艰难鏖战,无数次惊心动魄的模拟试验,饱经艰苦创业、配套发展、改革振兴的历程才终于走向世界,才达到相当的规模 and 水平,才在许多重要技术领域能跻身世界先进行列,显示出中国高科技的水平,表明了中国的综合国力。

中国运载火箭技术研究院自 1957 年 11 月 16 日成立以来,走过了艰苦创业、自强不息、勇攀高峰的历程,出了成果,出了人才,出了效益,出了经验,成绩斐然。特别是中国航天员遨游太空,为开辟陆、海、天、空四疆域中最后一个疆域探路。因此,载人航天工程对扬国威、长民气、促进航天事业的发展起着越来越大的作用。同时,运载火箭技术几乎可以带动现代科学技术所有领域的发展,进而拉动国民经济的全面发展。

50 多年来,中国航天的科技和管理人员,依靠自己的力量进行型号研制和管理实践,并坚持进行系统工程方法的探索。系统工程是针对大型复杂项目中的技术管理方法,它从需求出发,通过一个分解-集成和反复进行的分析、综合和试验评价过程,综合多种专业技术,开发出一个满足系统全生命周期使用要求、总体优化的系统。系统工程作为一种科学的组织管理方法,无论对于航天技术人员,还是管理人员都已经是一种自觉的行动。而重视总体的作用、型号研制中的两条指挥线则是具有中国特点的做法。

载人航天工程有七大系统。运载火箭系统是其中的一个重要系统即“921-4”工程,在整个载人航天工程中具有举足轻重的地位。运载火箭先后发射四艘无人试验飞船和两艘载人飞船,而且次次发射成功。这充分证明了“921-4”工程的成功。

任何大型系统工程的研制开发,之所以能够成功,除技术创新外,不可或缺或更重要的是科学管理。“921-4”的管理实践在中国运载火箭技术研究院几十年实践经验的基础上继承、发扬,并有所创新,从而使得“921-4”工程以最小的成本,获得最大的效益,确保先进的技术方案得以实现。同时,“921-4”这

一大型复杂工程的管理经验,也丰富了具有中国运载火箭技术研究院特色的系统管理理念和方法。梳理和总结“921-4”工程的管理经验是一种探索性的工作,它不但对于今后的运载火箭和类似“921-4”这样的大型工程管理具有借鉴作用,更为管理创新发展打下了基础,开辟了道路。

本书力图对“921-4”工程的立项、方案、初样、试样、研制等管理实践进行经验的概括和理论的提升,揭示有中国特色的载人航天运载火箭系统研制管理的原理和方法,反映其研制过程中的组织与管理的特点,围绕社会主义市场经济体制的建立,论述在新形势下载人航天运载火箭系统工程管理的发展规律,阐明“921-4”工程管理经验,并在理论和实践的相结合上开展探索性研究工作。

本书从四个方面构架内容:第一方面由第1、2章组成,总体勾勒出运载火箭管理是从经验管理到系统工程管理的演进过程及理论体系建立;第二方面由第3~6章组成,介绍“921-4”单项管理的过程和内容;第三方面由第7~13章组成,介绍“921-4”综合管理的几大分支,这部分内容都体现了以大局为重,服务于目标,寻求最佳的组合,追求投资最小,效益最大的管理思想;第四方面由第14、15章组成,承前启后,继往开来。

本书编撰的原则是:理论性与科学性、规律性和逻辑性、现实性和前瞻性、实用性和可操作性相结合。力图以清晰、生动的表达方式为读者展示载人航天运载火箭系统研制管理,并通过深入浅出的解析,诠释相关的管理理论。

本书适用于从事航天系统工程的科研人员和实践工作者;也可供大型工程的管理人员以及管理科学与工程、系统工程、项目管理等专业的高等院校的教师、研究生参考和借鉴。

本书在编撰过程中实事求是,反映客观规律,就现有条件及认识,难免有欠妥之处,敬请读者批评指正,且求本书能够达到继往开来的作用。

最后,我们特别感谢国防科学技术工业委员会张庆伟主任、中国工程院院士王众托先生在百忙中为本书撰写序言。

编者

2007年7月6日

目 录

序 1

序 2

前言

第 1 章 中国载人航天工程和火箭事业	1
1.1 世界火箭之路的先驱者	1
1.2 中国火箭事业	4
1.2.1 步履艰难的导弹事业	4
1.2.2 中国有了自己的战略导弹	6
1.2.3 独立研制,自主创新	7
1.2.4 中国第一箭的诞生	8
1.2.5 铸造金牌火箭	8
1.2.6 跻身世界先进行列	9
1.2.7 创造奇迹走向世界	10
1.2.8 一院科学管理的逐步形成	11
1.3 “921-4”工程的实践	11
1.3.1 中国载人航天的早期设想	11
1.3.2 “921”来历	12
1.3.3 “921-4”任务	16
1.3.4 “921-4”研制的基本程序	17
1.3.5 “921-4”技术上的创新	18
1.3.6 “921-4”管理上的创新	19
1.4 中国运载火箭 50 年辉煌	20
1.4.1 长征运载火箭系列	20
1.4.2 历史的丰碑	25
第 2 章 管理理论基础	27
2.1 综合国力	27
2.1.1 综合国力的内涵	27
2.1.2 综合国力的体现	27
2.1.3 科技实力是决定综合国力竞争的关键因素	28
2.2 航天技术	29
2.2.1 航天技术是当代高技术之一	29
2.2.2 航天技术与科学技术进步	29
2.2.3 航天技术推动经济发展	30
2.2.4 航天技术带动相关产业发展	30

2.3	科技与管理	31
2.3.1	科技与管理概论	31
2.3.2	科技进步与管理	32
2.3.3	科技创新与管理	34
2.4	航天管理	35
2.4.1	航天创新管理	35
2.4.2	航天人本管理	36
2.4.3	航天目标管理	37
2.5	航天系统工程	39
2.5.1	航天系统工程的形成	39
2.5.2	航天系统工程的核心	43
2.5.3	航天系统工程的内涵	44
2.5.4	航天系统工程的可持续发展	47
2.6	航天项目管理	48
2.6.1	航天项目的特点	49
2.6.2	航天项目管理的目标	49
2.6.3	航天项目管理的内涵	51
第3章	计划管理	53
3.1	概述	53
3.1.1	计划管理的作用、任务及要点	53
3.1.2	计划管理的内容	56
3.1.3	计划管理的依据及原则	60
3.1.4	编制计划的程序	62
3.2	计划及计划指标体系	63
3.2.1	中长期计划	63
3.2.2	年度计划	65
3.2.3	其他计划	65
3.2.4	计划指标体系	66
3.3	计划制定	67
3.3.1	计划的编制	67
3.3.2	计划管理的科学方法	69
3.3.3	预研项目计划	77
3.4	计划实施	78
3.4.1	调度管理	78
3.4.2	计划的调整	80
3.4.3	计划执行情况的考核	82
第4章	经费管理	84
4.1	概述	84

4.1.1	基本概念	84
4.1.2	经费管理意义	85
4.1.3	经费管理特点	85
4.1.4	经费管理原则	86
4.2	研制阶段经费管理	87
4.2.1	论证阶段	87
4.2.2	方案设计阶段	88
4.2.3	初样阶段	89
4.2.4	试样阶段	90
4.3	经费管理过程	91
4.3.1	经费规划	91
4.3.2	经费估算	93
4.3.3	经费预算	95
4.3.4	经费控制	97
4.3.5	经费核算	99
4.3.6	经费审计	100
4.4	经费管理方法	102
4.4.1	经费规划方法	102
4.4.2	经费估算方法	102
4.4.3	经费预算方法	104
4.4.4	经费控制方法	105
4.4.5	经费审计方法	107
第5章	生产管理	110
5.1	概述	110
5.1.1	定义	110
5.1.2	特点	111
5.1.3	生产过程构成	111
5.2	生产管理内容	112
5.2.1	生产过程组织	113
5.2.2	生产计划	114
5.2.3	生产技术准备	116
5.2.4	生产调度	117
5.2.5	进度控制	119
5.2.6	外协单位管理	121
5.3	生产管理技术和方法	122
5.3.1	精益生产	122
5.3.2	网络计划技术	123
5.3.3	成组技术	125

5.4	工艺管理	126
5.4.1	概述	127
5.4.2	内容	128
5.4.3	CZ-2F 型号的工艺管理的创新和经验	133
第 6 章	大型地面试验管理	138
6.1	概述	138
6.1.1	意义	138
6.1.2	作用	139
6.1.3	内容	140
6.1.4	特点	141
6.1.5	管理程序	142
6.2	试验组织管理	143
6.2.1	管理体制	143
6.2.2	组织结构	144
6.2.3	协作管理	146
6.3	试验过程管理	148
6.3.1	准备阶段管理	148
6.3.2	实施阶段管理	150
6.3.3	总结阶段管理	154
6.4	试验管理技术和方法	156
6.4.1	并行工程	156
6.4.2	岗位责任制	158
第 7 章	质量管理	160
7.1	概述	160
7.1.1	质量	160
7.1.2	质量特性	160
7.1.3	质量管理	161
7.1.4	质量管理体系	162
7.2	全过程质量管理	162
7.2.1	质量管理模式	162
7.2.2	方案阶段质量管理	167
7.2.3	初样阶段质量管理	169
7.2.4	试样阶段质量管理	171
7.3	质量管理制度	172
7.3.1	设计复核复算	172
7.3.2	质量问题归零及举一反三	174
7.3.3	“七专”加严及国军标单批考核	177
7.3.4	测试覆盖性与“四不到四到”	178

7.4 可靠性与安全管理	179
7.4.1 可靠性及安全性大纲	179
7.4.2 可靠性与安全性指标分配	181
7.4.3 可靠性与安全性设计	184
7.4.4 优化设计	187
7.4.5 可靠性与安全性分析和评估	189
7.4.6 可靠性试验	194
第8章 软件工程化管理	197
8.1 概述	197
8.1.1 软件工程体系	197
8.1.2 软件工程基本原理	198
8.1.3 航天项目软件工程化管理现状	199
8.2 软件开发过程管理	200
8.2.1 软件生存周期模型	200
8.2.2 各阶段性任务	202
8.2.3 软件更改和更新	207
8.2.4 软件重用	209
8.2.5 软件测试	209
8.3 软件项目管理	211
8.3.1 可行性分析	212
8.3.2 计划与成本估算	212
8.3.3 组织结构	214
8.3.4 人员管理	214
8.4 软件配置管理	215
8.4.1 配置管理任务	216
8.4.2 配置基线	216
8.4.3 三库分离的总体模式	217
8.5 软件质量管理	218
8.5.1 质量保证	218
8.5.2 软件评审制度	220
8.5.3 软件分级管理	220
8.5.4 软件质量标准化和规范化管理	221
第9章 基建和技措管理	222
9.1 概述	222
9.1.1 功能	222
9.1.2 特点	223
9.1.3 建设管理程序	223
9.1.4 项目内容	225

9.2	管理过程	226
9.2.1	建立管理组织	227
9.2.2	项目决策	228
9.2.3	建设准备管理	230
9.2.4	实施管理	231
9.2.5	竣工验收管理	234
9.3	管理方法	237
9.3.1	项目负责人制	237
9.3.2	合同管理	238
9.4	管理模式	241
9.4.1	基本含义	241
9.4.2	明确思想、制定原则	241
9.4.3	统一指挥、高效沟通	242
9.4.4	服务型号、动态管理	242
第 10 章	技术管理	244
10.1	概述	244
10.1.1	技术管理概念	244
10.1.2	技术管理任务	244
10.1.3	技术管理意义	245
10.1.4	技术管理原则	246
10.2	技术管理内容与过程	247
10.2.1	技术开发管理	247
10.2.2	技术准备管理	248
10.2.3	技术设备管理	248
10.2.4	技术组织管理	249
10.2.5	技术引进管理	250
10.2.6	技术创新管理	251
10.2.7	技术管理过程	252
10.3	技术基础管理	253
10.3.1	标准化管理	253
10.3.2	计量工作	257
10.3.3	技术档案管理	259
10.3.4	科技成果管理	262
第 11 章	物资管理	266
11.1	概述	266
11.1.1	项目物资计划管理	268
11.1.2	物资供需计算与供需平衡	269
11.1.3	物资采购	272

11.2 元器件质量管理	277
11.2.1 国产元器件基本问题分析	277
11.2.2 元器件质量控制体系	279
11.2.3 元器件管理措施	285
11.3 CZ-2F 型号物资管理的经验	289
第 12 章 风险管理	291
12.1 概述	291
12.1.1 基本概念	291
12.1.2 风险管理过程	293
12.2 风险管理计划	295
12.2.1 目标	295
12.2.2 内容	296
12.2.3 实施保证	297
12.3 风险识别	298
12.3.1 内涵	298
12.3.2 技术与方法	299
12.3.3 风险识别过程	300
12.4 风险评估	304
12.4.1 方法	304
12.4.2 过程	309
12.5 风险应对	313
12.5.1 应对策略及措施	313
12.5.2 风险应对过程	315
12.6 风险监控	318
12.6.1 依据	318
12.6.2 方法	319
12.6.3 监控过程	321
12.7 风险转移	322
第 13 章 人力资源管理	324
13.1 概述	324
13.1.1 人力资源的概念	324
13.1.2 人力资源的特征	325
13.1.3 人力资源的管理原则	326
13.1.4 外部环境的变化趋势	327
13.2 人才战略	329
13.2.1 人才战略体系	329
13.2.2 两大管理任务	329
13.2.3 人才战略的系统原理分析	331