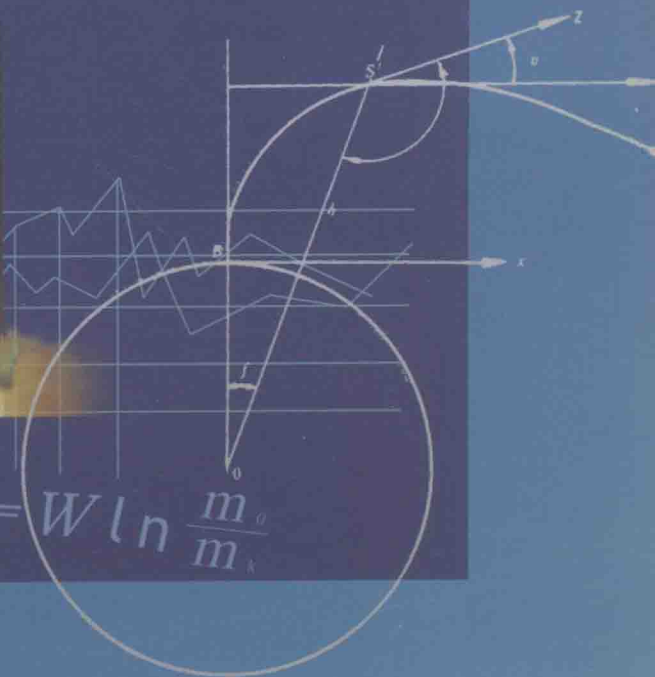


航天型号总指挥、总设计师必读  
国防科学技术工业委员会组织编写

# 运载火箭工程

李福昌 主编



中国宇航出版社

航天型号总指挥、总设计师必读  
国防科学技术工业委员会组织编写

# 运载火箭工程

主 编 李福昌

副主编 余梦伦 朱维增

中国宇航出版社

## 内 容 简 介

《运载火箭工程》是《航天型号总指挥、总设计师必读》系列教材之一,主要内容包括:运载火箭概论、总体设计、箭体结构、火箭推进系统、控制系统、飞行测量和安全系统、地面发射支持系统、运载火箭工程管理等。本书本着精、简、实的原则,概括了运载火箭设计与试验技术的基本知识和型号系统工程管理方法;阐述了运载火箭的系统组成、原理及相互关系和影响;介绍了运载火箭先进技术的发展、应用状况及发展趋势;总结了我国运载火箭的研制经验;提出了研制中应注意的关键技术问题。本书是运载火箭型号总指挥、总设计师及运载火箭工程专业技术人员、管理人员必读的教材,也可作为从事航天工作的专业技术人员、管理人员继续教育教材和大专院校相关专业教学和科研工作人员的重要参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

运载火箭工程 / 李福昌主编. - 北京:中国宇航出版社,2002.10

ISBN 7-80144-446-9

I. 运… II. 李… III. 运载火箭-教材 IV. V475.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 041075 号

出 版 社 **中国宇航出版社**

社 址 北京市和平里滨河北路1号

邮 编 100013

经 销 内部发行

发行部 (010)68372924 (010)68373451(传真)

读 者 北京市阜成路8号

服务部 (010)68371105 (010)68522384(传真)

邮 编 100830

承 印 北京京科印刷有限公司

版 次 2002年10月第1版

2002年10月第1次印刷

规 格 787×1092

开 本 1/16

印 张 18.25

字 数 458千字

印 数 1~2500册

书 号 ISBN 7-80144-446-9

定 价 50.00元

本书如有印装质量问题可与发行部调换

## 《航天型号总指挥、总设计师必读》

### 编审委员会

- 主任 栾恩杰
- 副主任 郭宝柱 吴伟仁 马恒儒 屠森林  
吴卓 马兴瑞 殷兴良 薛利
- 委员 (以姓氏笔画为序)
- 邓宁丰 刘庆楣 孙敬良 李金生  
李福昌 陈世年 郑全宝 金其明  
周润城 钟山 徐福祥 梁思礼  
黄瑞松 薛成位

### 编审委员会办公室

- 主任 郭宝柱
- 成员 (以姓氏笔画为序)
- 王维俊 冯文宪 许东 许兴利  
李宝军 刘东 刘杭 乔小明  
杨多和 张良瑞 陈杰初 孟华  
郭亚泽 徐建华 高继明 蔺建勋  
阚力强 潘永清 魏东明

## 《运载火箭工程》

### 编 审 委 员 会

主 任 郑全宝  
副主任 龙乐豪  
委 员 李福昌 薛成位 余梦伦 刘宝镛 李占奎  
陈福田 毕作滨 郭绍贵 赵丽江  
主 编 李福昌  
副主编 余梦伦 朱维增

### 办 公 室

成 员 魏东明 周大珍 赵文英 张绍臣

### 作 者

李福昌 余梦伦 朱维增 郭绍贵 王 毅 倪嘉敏  
谷 岩 范瑞祥 赫崇智 张福忠 刘玉林 黄延年  
严殿启 孙思礼 齐春棠 刘尚勤 谢全根 余福良  
许生涛 徐庚保 许中一 周 烈 王明宇 齐建宇  
张建国 王延龄

责任编辑 李明观

## 序

航天技术是探索、开发和利用宇宙空间的综合性工程技术,是当今世界高科技群体中最具影响力的科学技术之一,它使人类的活动范围从陆地、海洋和大气层扩展到外层空间,越来越广泛地深入到人类活动的各个领域;它从根本上改变了人们的思维方式、生产方式和生活方式,使整个社会和人类自身的面貌发生了深刻的变化。这是人类文明史上的又一次飞跃。中国航天作为世界航天的一个重要组成部分,是中国在高技术领域率先跻身于世界先进行列并取得显著效益的代表,是中国国际地位和综合国力不断提高的重要标志,有着巨大的国际影响。

在党中央三代领导集体的正确领导和亲切关怀下,在全国各部门的大力协同和各族人民的鼎力支持下,经过几代航天科技工作者的不懈努力,中国的航天事业从无到有、从小到大,经历了艰苦创业、配套发展、改革振兴和走向世界等几个重要阶段。现在,中国的航天事业已经达到了相当规模和水平,形成了完整配套的研究、设计、试制、生产和实验体系;建立了设备齐全、能发射各类卫星的卫星发射中心和卫星测控网;建立了全国范围内的科研生产协作网和质量保证体系;具备了系统工程决策能力和管理经验;培育了一支思想素质好、作风过硬、技术水平高的科技队伍和产业大军。回顾我国航天事业四十余年的发展历程,我们坚持独立自主的发展道路,依靠自己的力量,不仅在技术上跟上了世界的脚步,而且还培养了一代又一代人才,同时也积累了一整套完整的航天型号科研生产技术与管理的经验,有必要进行认真总结,推陈出新,适应新形势下航天事业发展的需要。

今天的中国航天,结束了十年磨一箭(弹、星)的时代,逐步走过了试验阶段,走向了成熟与应用。随着国民经济建设和国防建设对中国航天各领域需求的不断深入和发展,航天型号科研生产任务越来越繁重,也使越来越多的年轻同志脱颖而出,走上了型号任务的领导岗位。时代造就英雄,而英雄还需要踩在巨人的肩膀上才能站得更高,看得更远。为了适应航天科技工业快速发展的需要,国防科工委决定组织中国航天科技集团公司和中国航天科工集团公司编写出版一套《航天型号总指挥、总设计师必读》,做为新任总指挥、总设计师的上岗培训教材。这是具有战略眼光的力举。我一直有一个愿望,就是老一代航天人在言传身教的同时,能够给新一代航天人留下一些经过千锤百炼、经过实践检验的宝贵经验,在新时期发扬光大,启迪后人,使他们能够很快进入角色,做好工作,真正使航天事业后继有人。

这套教材系统地介绍了运载火箭、卫星、弹道导弹、防空导弹和飞航导弹等各类航天型号设计与试验技术的基本知识和系统工程管理的一般方法,可以帮助年轻一代的总指挥、总设计师在走上型号领导岗位之前,就对航天型号技术和管理工作有一个较为全面、系统的认识,使以后的工作更加科学化、规范化。同时,对于从事航天工作的技术人员和管理人员来说,这套教材也不失为很好的入门读物。

这套教材的作者多是长期从事航天型号技术与管理工作、阅历丰富的老同志、老专家,他们的工程实践经验对于年轻一代的航天工作者来说是宝贵的财富。从书中,可以充分汲取精华,认识到工作中的许多难点和关键问题,避免走弯路。这也是这套教材的出发点和最终目的。

我希望同志们在使用过程中,能够提出翔实的意见,供作者修改书稿时参考,使之更加充实、完善,为中国航天人才培养,为中国航天事业的兴旺发达发挥更大的作用。

国防科学技术工业委员会副主任  
国家航天局局长



2002年10月

## 前 言

为了适应 21 世纪中国航天科技工业快速发展和赶上世界航天科学技术先进水平的需要,必须对担负重任的年轻一代提出更高的要求。这就是:思想政治素质好,具有对党、对国家、对人民强烈的事业心和责任感,认真执行党和国家的方针政策和法律法规;专业技术素质高,具有系统坚实的专业理论和专业技术知识,拥有丰富的型号研制经验;经营管理能力强,具有现代管理知识和较强的组织领导协调能力,掌握科学领导方法和领导艺术。为此,加快培养年轻一代航天型号总指挥、总设计师和“两总”系统后备人员,这一任务就显得尤为突出、尤为重要。1999 年 2 月,栾恩杰同志高瞻远瞩,敏锐地洞察到这一关系到航天事业能否在新时期持续、健康、快速发展,顺利完成新老交接的大事,率先提出了编写出版一套《航天型号总指挥、总设计师必读》作为年轻同志的上岗培训教材的设想。经过一段时间的酝酿和调研,2000 年 12 月,国防科学技术工业委员会会同中国航天科技集团公司和中国航天科工集团公司,正式启动编写工作。在中国航天科技集团公司的组织指导下,中国运载火箭技术研究院承担了其中《运载火箭工程》的编写工作。

《运载火箭工程》主要内容包括:运载火箭概论、总体设计、箭体结构、火箭推进系统、控制系统、飞行测量和安全系统、地面发射支持系统、运载火箭工程管理等。概括了运载火箭型号设计与试验技术的基本知识和型号系统管理方法;阐述了运载火箭的系统组成、原理及相互关系和影响;介绍了先进技术的发展、应用状况及发展趋势。编写工作贯彻了“简、精、实”的原则,突出了航天特色,总结吸收了航天技术 40 多年来发展的实践经验和管理经验,具有较强的针对性和实用性。

本书由 20 余位长期从事运载火箭研究、设计、试验、有丰富经验的专家和科技人员集体编写。参加人员有:第 1 章余梦伦、朱维增;第 2 章朱维增、余梦伦、王毅、倪嘉敏、谷岩、谢全根、王明宇;第 3 章范瑞祥、赫崇智;第 4 章张福忠、刘玉林、黄延年;第 5 章严殿启、孙思礼、王延龄、齐春棠、刘尚勤、余福良、许生涛、徐庚保、



齐建宇、张建国;第6章许中一、周烈;第7章李福昌、朱维增;第8章郭绍贵。李福昌、朱维增、余梦伦、严殿启、周烈同志担任了本书统稿工作。

在编写过程中,毕作滨、李明华、韩景全、黄春平、龙乐豪、刘宝镛、王德臣、陈福田、包为民、方心虎、刘竹生、贺祖明、徐盛华等专家先后为各章审稿并进行指导。

本书在编写过程中,得到国防科工委、中国航天科技集团公司领导和机关的指导帮助,一院领导给予高度重视,院有关职能部门和一部、12所、14所等单位给予大力支持,同时得到中国宇航出版社的帮助和支持。

对上述领导、专家及各级机关、单位表示衷心感谢。

本书是航天型号总指挥、总设计师及型号科技人员和管理人员的必读教材。也可作为从事航天工作的科技人员、管理人员及高校航天专业的教学和科研人员的重要参考书。

由于编者水平有限,时间仓促,一定存在不尽完善之处,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

2002年5月8日

## 目 录

第 1 章 概论 .....	(1)
1.1 运载火箭概念 .....	(1)
1.1.1 运载火箭飞行原理 .....	(1)
1.1.2 作用在火箭上的力 .....	(2)
1.1.3 火箭的理想速度和宇宙速度 .....	(3)
1.1.4 运载火箭的设计特点与原则 .....	(5)
1.1.5 运载火箭系统工程 .....	(6)
1.2 运载火箭主要技术指标 .....	(7)
1.2.1 运载能力 .....	(7)
1.2.2 入轨精度 .....	(8)
1.2.3 入轨姿态精度 .....	(8)
1.2.4 有效载荷整流罩净空间 .....	(8)
1.2.5 有效载荷接口 .....	(8)
1.2.6 环境条件 .....	(9)
1.2.7 可靠性 .....	(9)
1.3 运载火箭组成 .....	(9)
1.3.1 箭体结构 .....	(10)
1.3.2 推进系统 .....	(10)
1.3.3 控制系统 .....	(10)
1.3.4 飞行测量及安全系统 .....	(11)
1.3.5 箭上附加系统 .....	(11)
1.4 运载火箭发展史 .....	(11)
1.4.1 中国运载火箭发展史 .....	(11)
1.4.2 世界运载火箭发展史 .....	(13)
1.4.3 世界运载火箭的发展趋势 .....	(14)
1.4.4 中国新一代运载火箭的展望 .....	(16)
第 2 章 总体设计 .....	(18)
2.1 概述 .....	(18)
2.1.1 可行性论证 .....	(18)
2.1.2 方案设计 .....	(19)
2.1.3 初样设计 .....	(19)
2.1.4 试样设计 .....	(20)

2.1.5	应用发射	(21)
2.2	总体方案设计	(21)
2.2.1	火箭型式	(21)
2.2.2	火箭级数	(21)
2.2.3	有效载荷方案	(22)
2.2.4	各分系统方案	(22)
2.2.5	推进剂选择	(23)
2.2.6	部位安排	(23)
2.3	总体技术性能参数确定	(23)
2.3.1	总体设计参数	(23)
2.3.2	运载能力分析	(25)
2.3.3	质量分析	(26)
2.3.4	入轨精度分析	(27)
2.3.5	总体设计参数选择及优化	(30)
2.3.6	原始数据	(33)
2.4	气动力设计	(34)
2.4.1	气动设计的主要内容	(34)
2.4.2	气动外形设计	(35)
2.4.3	气动特性计算	(36)
2.4.4	跨声速脉动压力	(38)
2.4.5	气动载荷分布计算	(39)
2.4.6	气动试验	(40)
2.5	气动热设计	(40)
2.5.1	气动加热计算	(41)
2.5.2	火箭热环境确定	(41)
2.5.3	有效载荷/运载火箭热耦合分析	(41)
2.6	弹道设计	(42)
2.6.1	弹道设计特点	(42)
2.6.2	弹道设计内容	(43)
2.6.3	弹道设计方法	(44)
2.6.4	弹道设计发展和展望	(49)
2.7	载荷设计	(51)
2.7.1	高空风场	(51)
2.7.2	飞行过程中的载荷	(53)
2.7.3	地面竖立载荷和操作载荷	(54)
2.7.4	液体晃动	(55)
2.8	全箭结构动特性	(56)
2.8.1	全箭动特性建模	(56)
2.8.2	全箭模态试验	(58)

2.8.3	全箭动特性参数	(59)
2.8.4	有效载荷/运载火箭动力学耦合分析	(59)
2.9	力学环境	(60)
2.9.1	力学环境条件制定	(61)
2.9.2	力学环境试验	(64)
2.9.3	力学环境遥测结果分析	(64)
2.10	分离系统设计	(65)
2.10.1	分离系统组成	(65)
2.10.2	助推器分离系统设计	(67)
2.10.3	级间分离系统设计	(67)
2.10.4	有效载荷整流罩分离系统设计	(69)
2.10.5	有效载荷分离系统设计	(70)
2.10.6	逃逸分离系统设计	(71)
2.11	可靠性、安全性和维修性	(71)
2.11.1	可靠性	(71)
2.11.2	安全性	(74)
2.11.3	维修性	(75)
2.11.4	可靠性、安全性和维修性管理	(75)
2.12	接口控制文件	(76)
2.12.1	接口控制文件编制目的	(76)
2.12.2	接口控制文件编制的保障条件	(77)
2.12.3	接口控制文件的编制内容	(77)
2.13	运载火箭试验	(77)
2.13.1	运载火箭地面试验	(78)
2.13.2	运载火箭飞行试验	(80)
<b>第3章</b>	<b>箭体结构</b>	<b>(82)</b>
3.1	概述	(82)
3.1.1	箭体结构的组成	(82)
3.1.2	箭体结构的主要结构形式	(83)
3.1.3	箭体结构的设计依据及输入输出文件	(83)
3.1.4	箭体结构的研制流程及各研制阶段的主要任务	(84)
3.1.5	箭体结构设计中的关键控制点	(85)
3.1.6	新技术在箭体结构设计中的应用及发展趋势	(86)
3.2	推进剂贮箱结构设计	(86)
3.2.1	常规推进剂贮箱结构设计	(86)
3.2.2	低温推进剂贮箱设计	(88)
3.2.3	推进剂贮箱地面试验考核	(90)
3.3	壳段结构设计	(91)
3.3.1	概述	(91)

3.3.2	仪器舱结构设计	(93)
3.3.3	箱间段结构设计	(94)
3.3.4	级间段结构设计	(94)
3.3.5	尾段结构设计	(95)
3.3.6	后过渡段结构设计	(97)
3.3.7	有效载荷支架结构设计	(98)
3.3.8	星箭锁紧包带结构设计	(98)
3.4	有效载荷整流罩结构设计	(100)
3.4.1	整流罩壳体结构设计	(100)
3.4.2	整流罩解锁机构设计	(101)
3.4.3	整流罩地面试验考核	(103)
3.5	阀门、导管设计	(103)
3.5.1	阀门设计	(103)
3.5.2	导管设计	(104)
3.6	仪器电缆安装设计	(107)
3.6.1	各系统仪器安装设计	(107)
3.6.2	电缆安装设计	(109)
3.6.3	仪器安装支架设计及试验	(111)
<b>第4章</b>	<b>火箭推进系统</b>	<b>(113)</b>
4.1	概述	(113)
4.1.1	液体火箭推进系统组成	(113)
4.1.2	液体火箭推进系统分类	(114)
4.1.3	液体火箭推进剂	(114)
4.2	推进剂增压输送系统	(116)
4.2.1	贮箱所需增压压力	(116)
4.2.2	增压系统方案选择	(116)
4.2.3	贮箱增压计算	(117)
4.2.4	防漩和防塌	(117)
4.2.5	POGO 振动及其抑制	(118)
4.2.6	失重下推进剂的管理	(118)
4.2.7	低温火箭输送系统设计特点	(119)
4.2.8	输送系统导管、阀门及附件设计要求	(119)
4.2.9	推进剂加注和温度控制	(120)
4.3	火箭发动机	(121)
4.3.1	发动机组成和泵压式发动机分类	(121)
4.3.2	发动机主要参数	(123)
4.3.3	发动机启动与关机	(124)
4.3.4	发动机推力与混合比调节	(125)
4.3.5	发动机总体设计	(126)

4.3.6 推力室和燃气发生器 .....	(126)
4.3.7 涡轮泵 .....	(127)
4.3.8 发动机的阀门和调节器 .....	(128)
4.3.9 低温火箭发动机设计特点 .....	(129)
4.3.10 发动机可靠性及验收 .....	(131)
4.3.11 其他发动机 .....	(131)
4.3.12 液体火箭发动机的发展和展望 .....	(132)
4.4 推进剂利用系统 .....	(133)
4.4.1 方案及系统工作原理 .....	(133)
4.4.2 箭上设备组成与各部件功能 .....	(134)
4.4.3 系统主要设计参数的确定 .....	(135)
4.4.4 系统测试与发射 .....	(135)
4.5 推进系统试验 .....	(136)
4.5.1 增压输送系统试验 .....	(136)
4.5.2 发动机试验 .....	(136)
4.5.3 推进系统试车 .....	(137)
<b>第5章 控制系统</b> .....	<b>(139)</b>
5.1 概述 .....	(139)
5.2 制导系统 .....	(140)
5.2.1 基本方案及系统组成 .....	(140)
5.2.2 制导系统设计 .....	(141)
5.2.3 制导数学仿真及制导系统试验 .....	(143)
5.2.4 制导系统可靠性设计 .....	(144)
5.3 姿控系统 .....	(145)
5.3.1 系统组成及主要方案 .....	(145)
5.3.2 姿控系统设计 .....	(146)
5.3.3 仿真及飞行试验 .....	(151)
5.4 控制系统综合设计 .....	(151)
5.4.1 控制系统的综合线路结构 .....	(151)
5.4.2 控制系统线路的可靠性设计 .....	(152)
5.4.3 控制系统电磁兼容性(EMC)设计概要 .....	(152)
5.4.4 技术条件及验收方法 .....	(154)
5.5 测发系统 .....	(155)
5.5.1 测发系统的体制 .....	(155)
5.5.2 测发系统的接口电路 .....	(156)
5.5.3 测发系统的可靠性设计 .....	(157)
5.5.4 测发系统的 EMC 设计 .....	(158)
5.6 控制系统软件 .....	(158)
5.6.1 控制系统软件组成及功能 .....	(158)

5.6.2	控制系统软件设计依据	(159)
5.6.3	软件实现	(160)
5.6.4	软件的可靠性和安全性设计	(160)
5.6.5	软件测试	(160)
5.6.6	软件的最低文档及内容	(161)
5.7	控制系统仿真	(161)
5.7.1	仿真系统	(161)
5.7.2	数学仿真	(162)
5.7.3	半实物仿真	(163)
5.8	控制系统综合试验	(164)
5.8.1	方案阶段的综合试验	(164)
5.8.2	初样研制阶段的综合试验	(164)
5.8.3	试样研制阶段的综合试验	(165)
5.8.4	发射使用阶段的综合试验	(165)
5.8.5	综合试验的状态覆盖性	(165)
5.9	敏感元件	(165)
5.9.1	陀螺仪	(165)
5.9.2	加速度计	(167)
5.9.3	陀螺稳定平台	(169)
5.9.4	捷联惯性测量组合	(172)
5.9.5	光学陀螺仪	(173)
5.10	箭载计算机	(174)
5.10.1	箭机的硬件配置	(174)
5.10.2	箭机的软件配置	(175)
5.11	伺服机构	(176)
5.11.1	伺服机构的组成和工作原理	(176)
5.11.2	伺服机构设计的关键问题	(179)
5.11.3	伺服机构特性测试	(179)
5.11.4	伺服机构的发展方向	(179)
5.12	供配电装置	(180)
5.12.1	电源装置	(180)
5.12.2	供配电控制电路	(181)
5.12.3	时序配电装置	(182)
5.12.4	继电器的使用	(182)
<b>第6章</b>	<b>飞行测量和安全系统</b>	<b>(184)</b>
6.1	概述	(184)
6.1.1	飞行测量和安全系统的任务	(184)
6.1.2	飞行测量和安全系统的组成	(184)
6.2	飞行测量和安全系统的基本方案	(186)

6.2.1 遥测系统的基本方案 .....	(186)
6.2.2 外测安全系统的基本方案 .....	(188)
6.2.3 发射场航区测量设备 .....	(190)
6.3 遥测系统的总体设计 .....	(191)
6.3.1 遥测系统的设计依据 .....	(191)
6.3.2 遥测系统总体设计内容 .....	(191)
6.4 外测安全系统的总体设计 .....	(202)
6.4.1 外测安全系统的设计依据 .....	(202)
6.4.2 外测安全系统总体设计的内容 .....	(203)
6.5 飞行测量和安全系统与其他系统的接口关系 .....	(209)
6.5.1 遥测系统与控制系统的接口关系 .....	(209)
6.5.2 遥测系统与其他系统的接口关系 .....	(210)
6.5.3 外测安全系统与其他系统的接口关系 .....	(210)
6.6 遥测系统的数据处理 .....	(211)
6.6.1 数据处理的依据 .....	(211)
6.6.2 实时数据处理 .....	(211)
6.6.3 事后数据处理 .....	(212)
6.7 飞行测量和安全系统的大型试验 .....	(212)
6.7.1 系统综合试验 .....	(212)
6.7.2 单机可靠性增长试验 .....	(213)
6.7.3 电磁兼容试验 .....	(214)
6.8 测量和安全系统的发展趋势 .....	(216)
6.8.1 电气系统的三化(系统化、通用化、组合化)设计 .....	(216)
6.8.2 电气系统的一体化设计 .....	(217)
6.8.3 测量系统从单一测量体制向综合测量体制转化 .....	(217)
6.8.4 天基测量系统的应用 .....	(218)
<b>第7章 发射支持系统</b> .....	<b>(220)</b>
7.1 概述 .....	(220)
7.1.1 系统的组成和功能 .....	(220)
7.1.2 系统的特点 .....	(222)
7.1.3 系统的发展方向 .....	(222)
7.2 系统总体设计 .....	(223)
7.2.1 设计依据 .....	(223)
7.2.2 设计内容 .....	(223)
7.2.3 发射方案选择 .....	(224)
7.2.4 使用流程设计 .....	(224)
7.3 航天发射场 .....	(227)
7.3.1 功能及组成 .....	(227)
7.3.2 发射场场址选择 .....	(227)



7.3.3	发射场总体布局 .....	(228)
7.3.4	中国的航天发射场 .....	(230)
7.3.5	航天发射场的未来 .....	(232)
7.3.6	海南航天发射中心设想 .....	(233)
7.4	航天测控网 .....	(235)
7.4.1	航天测控网的功能 .....	(235)
7.4.2	航天测控网的组成 .....	(236)
7.4.3	中国的航天测控网 .....	(238)
7.4.4	航天测控网的未来 .....	(241)
7.5	系统的主要专用设备 .....	(242)
7.5.1	运输设备 .....	(242)
7.5.2	起吊设备 .....	(242)
7.5.3	发射(台)设备 .....	(243)
7.5.4	方位瞄准设备 .....	(243)
7.5.5	加注设备 .....	(243)
7.5.6	地面供气设备 .....	(244)
7.5.7	地面供电设备 .....	(244)
7.5.8	气象测量设备 .....	(245)
7.5.9	空调净化设备 .....	(245)
<b>第8章</b>	<b>运载火箭工程管理</b> .....	<b>(246)</b>
8.1	概述 .....	(246)
8.1.1	航天系统工程的含义和基本理论依据 .....	(246)
8.1.2	运载火箭型号工程应用系统工程方法的意义和作用 .....	(247)
8.1.3	中国运载火箭工程管理的基本经验 .....	(247)
8.2	型号工程研制程序 .....	(248)
8.2.1	制定型号工程研制程序的意义和作用 .....	(248)
8.2.2	型号工程项目论证阶段 .....	(249)
8.2.3	型号工程项目方案阶段 .....	(250)
8.2.4	型号工程项目工程研制阶段 .....	(250)
8.2.5	型号工程项目鉴定阶段 .....	(251)
8.3	型号工程研制计划 .....	(251)
8.3.1	制定研制计划的意义和作用 .....	(251)
8.3.2	研制计划工作的基本任务和原则 .....	(252)
8.3.3	研制计划种类、内容和编制程序 .....	(253)
8.3.4	研制计划的指标体系与考核 .....	(254)
8.3.5	研制计划的网络技术 .....	(255)
8.4	型号工程指挥调度系统 .....	(256)
8.4.1	指挥调度工作的意义和作用 .....	(257)
8.4.2	指挥调度系统的构成和职责 .....	(258)