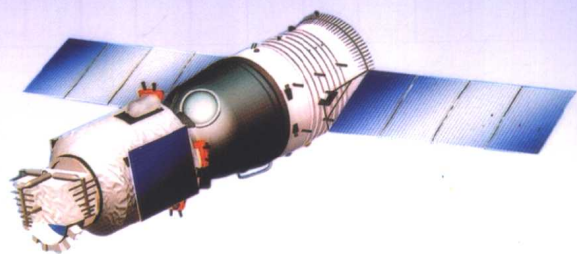
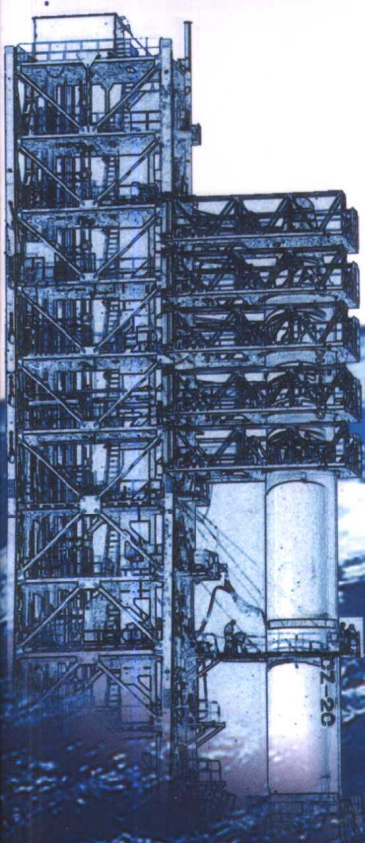


国家级重点教材

航天技术概论

主编 褚桂柏



 中国宇航出版社

□国家级重点教材

航天技术概论

褚桂柏 主编

杨嘉墀 主审

中国宇航出版社

内 容 简 介

本书主要对航天技术方面的基本知识和发展概况作初步介绍,内容包括近地空间环境、飞行力学、空间运输系统、空间推进、各类航天器、姿态动力学和控制、空间电源、热控制、测控网、发射场和着陆场以及航天技术的应用,最后对 21 世纪航天技术的发展作了展望。

本书是航天专业国家级重点教材,可作为高等院校航天专业的教材和参考书,也可供航天科技人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

航天技术概论/褚桂柏主编. —北京:中国宇航出版社,2002.11
ISBN 7-80144-478-7

I. 航... II. 褚... III. 航天-技术-概论 IV. V52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 084436 号

出版 中国宇航出版社
发行 北京市和平里滨河路1号
社址 北京市和平里滨河路1号
邮编 100013
经销 新华书店
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11月第1版
2002年11月第1次印刷
规格 787×1092
开本 1/16
印张 27.5
字数 702千字
印数 1-5000册
书号 ISBN 7-80144-478-7
定价 68.00元

本书如有印装质量问题可与发行部调换

序

航天科学技术是 20 世纪人类认识和改造自然进程中最活跃、最有影响的科技领域,也是人类文明高度发展的重要标志。人类为了扩大社会生产活动区域,必然要不断开拓新的边疆。人类活动范围,经历了从陆地到海洋、从海洋到大气层、从大气层到宇宙空间的逐步扩展的过程。人类活动范围的每次飞跃,极大增强了认识和改造自然的能力,促进了生产力的发展和社会的进步。

航天工程是一项耗资巨大、涉及面广的系统工程。涉及到运载工具、空间飞行器、发射场、测控系统及应用系统等几个大系统。本书将在这个层次上介绍有关科技知识,如空间环境、航天运输系统、航天飞行力学、测控和通信、发射场和返回着陆场、航天技术的应用等。并介绍了空间飞行器上与这些领域紧密相关的姿态和轨道控制、电源和热控分系统。使读者对整个航天工程所涉及到的技术有一个比较全面的了解。至于空间飞行器中其他分系统可参阅作者主编的“空间飞行器设计”一书。

本书各章作者大多是具有长期从事航天工程设计和实施工作经验的工程技术人员。本书不但可以作为航天院校教材和参考书,还可以提供从事航天的科技管理工作人员参考。

杨嘉祎

2002 年 10 月

前 言

遨游太空,探索浩瀚的宇宙,是人类千百年来美好愿望。

人类为了扩大社会生产活动,必然要不断地开拓新的天地。人类活动范围,经历了从陆地到海洋,从海洋到大气层,从大气层到宇宙空间的逐渐扩展的过程。人类活动范围的每一次飞跃,都大大增强了认识和改造自然的能力,促进生产力的发展和社会进步。

人类航天活动的实际成就起始于 20 世纪 50 年代。40 多年来,航天活动扩大了人类的知识宝库和物质资源,对人类的生产活动和日常生活产生了重大的影响,并带来了巨大的社会效益、经济效益、技术效益和军事效益。航天活动大大推进了现代科学技术和现代工农业向前发展,在许多国家已成为国民经济和军事部门重要的组成部分。

航天技术是现代科学技术的结晶,它以基础科学和技术科学为基础,集中应用了 20 世纪许多工程技术的新成就。力学、热力学、材料学、医学、电子技术、光电技术、自动控制、喷气推进、计算机、真空技术、低温技术、半导体技术、制造工艺学等对航天技术的进一步发展起了重要作用。这些科学技术在航天技术应用中互相交叉和渗透,产生了一些新学科,使航天科学技术形成了完整的体系。航天技术不断提出的新要求,又促进了这些科学技术的进步。

编著本书有两个目的:第一,本书是国家教育部批准的高等院校航天专业重点教材之一;第二,本书可以作为从事于航天事业的大学生和研究生们的一本入门书。

本书各章内容安排如下:

第 1 章绪论。叙述世界和中国航天发展简史,太阳系,航天飞行的速度要求,航天系统工程,航天飞行和宇宙航行。

第 2 章介绍近地空间环境。讨论太阳电磁辐射、地球大气、地球电离层、地球磁场、空间粒子辐射和空间辐射效应。

第 3 章介绍航天飞行力学。讨论航天器发射轨道,卫星运行轨道,再入动力学,行星际飞行轨道。

第 4 章介绍航天运输系统。讨论运载火箭、航天飞机、空天飞机计划、单级入轨火箭、轨道机动飞行器和轨道转移飞行器。

第 5 章介绍空间推进。描述航天飞行的动力装置,火箭发动机工作原理,化学火箭发动机,核火箭发动机,以太阳能为能源的推进系统,空气喷气发动机。

第6章介绍人造地球卫星和空间探测器。讨论人造地球卫星的分类、系统组成和研制阶段,空间探测器。

第7章介绍空间站和空间平台。讨论空间站系统组成、环境控制和生命保障系统、和平号空间站、国际空间站空间平台。

第8章介绍航天器姿态和轨道控制系统。讨论卫星姿态和轨道控制的任务、分类、系统组成,卫星姿态运动学和动力学,姿态确定以及姿态和轨道控制的控制方式。

第9章介绍航天器热控技术。讨论航天器热控系统的基本换热公式、系统任务、总体对热控系统的要求、热控系统的工作内容、载人航天器对热设计的特殊要求、航天器的热平衡计算和热控系统组成、热控对总体与其他系统的要求、航天器热试验。

第10章介绍航天器电源。讨论电源系统的定义、功能和系统组成,化学电源,太阳能电池阵/蓄电池组联合电源,核电源。

第11章介绍航天技术中的测控和通信。讨论测控和通信体制、测控通信网、导航定位技术。

第12章介绍航天发射场和返回着陆场。讨论发射场的任务、场址选择、组成、测控通信设备、发射过程,介绍国际航天发射场,航天器返回着陆场。

第13章介绍航天技术的应用。讨论航天技术应用的概念和范围、经济特征、经济预测、效益分析、航天技术与基础产业、航天技术与社会、环境和资源、航天技术与国防现代化。

第14章展望。描述人造地球卫星、空间运输系统、空间站和空间工业化、月球基地开发、载人火星飞行,空间电站,恒星际航行。

本书由褚桂柏教授主编,杨嘉墀院士主审;参加本书编著的有:序,杨嘉墀院士;前言、第1、4、6、7、14章褚桂柏教授;第2章张永维教授;第3、5章金永德教授;第8章吕振铎教授;第9章徐济万教授;第10章韩国经教授;第11、12章姜昌教授;第13章杨照德教授。本书作者们都是中国多年从事航天技术工作和教学工作的各学科技术专家。

本书初稿完成后,杨嘉墀院士进行了审阅,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。饶炜、潘艳华同志为本书的出版提供许多帮助,在此一并致谢。

由于作者水平有限,书中难免出现谬误之处,恳请读者批评指正。

褚桂柏

2002年10月

目 录

第1章 绪论	(1)
1.1 世界航天发展简史	(1)
1.1.1 火箭技术	(1)
1.1.2 卫星时代	(3)
1.1.3 空间探测	(3)
1.1.4 载人航天	(8)
1.2 中国航天发展简史	(8)
1.2.1 探空火箭	(9)
1.2.2 人造地球卫星	(9)
1.2.3 运载火箭	(10)
1.2.4 发射场和测控网	(15)
1.2.5 成果和应用	(16)
1.3 太阳系	(18)
1.4 航天飞行的速度要求	(23)
1.5 航天系统工程	(27)
1.6 航天飞行和宇宙航行	(33)
1.6.1 齐奥尔科夫斯基公式	(34)
1.6.2 阿克来公式	(35)
第2章 近地空间环境	(39)
2.1 概述	(39)
2.2 太阳电磁辐射	(41)
2.2.1 基本概念	(41)
2.2.2 地球大气外的太阳光谱	(44)
2.2.3 太阳辐射对近地空间航天器的影响	(45)
2.3 地球大气	(46)
2.3.1 地球大气的分层结构	(46)
2.3.2 太阳活动对地球大气的影响	(48)
2.3.3 大气模式	(50)
2.4 地球电离层	(50)
2.4.1 基本概念	(50)
2.4.2 电离层结构及参数	(51)

2.4.3 电离层对航天活动的影响	(53)
2.5 地球磁场	(53)
2.5.1 基本概貌	(53)
2.5.2 近地空间磁场	(54)
2.6 空间粒子辐射	(56)
2.6.1 地球辐射带	(56)
2.6.2 太阳宇宙线	(59)
2.6.3 银河宇宙线	(61)
2.7 空间辐射效应	(61)
2.7.1 总剂量效应	(62)
2.7.2 单粒子效应	(64)
第3章 航天飞行力学	(66)
3.1 概述	(66)
3.2 航天飞行器发射轨道	(66)
3.2.1 作用在运载火箭上的力和力矩	(66)
3.2.2 运载火箭的飞行轨道	(67)
3.3 卫星运行轨道	(70)
3.3.1 坐标与时间	(70)
3.3.2 二体运动	(72)
3.3.3 轨道摄动	(76)
3.3.4 轨道控制	(79)
3.3.5 星下点轨迹	(82)
3.3.6 轨道设计	(83)
3.4 再入动力学	(87)
3.4.1 返回方案	(87)
3.4.2 返回飞行器的分类	(89)
3.4.3 气动加热和防热结构	(91)
3.4.4 着陆	(93)
3.4.5 飞行器返回热力学与动力学	(95)
3.5 行星际飞行轨道	(97)
3.5.1 引力作用范围	(97)
3.5.2 平动点	(97)
3.5.3 行星际飞行轨道	(98)
3.5.4 向月球航行	(101)

第 4 章 航天运输系统	(103)
4.1 概述	(103)
4.2 运载火箭	(104)
4.2.1 多级运载火箭的级数	(104)
4.2.2 运载火箭实例	(107)
4.2.3 发射卫星的最佳轨道	(115)
4.3 航天飞机	(118)
4.3.1 固体火箭助推器	(119)
4.3.2 外挂贮箱	(121)
4.3.3 轨道器	(122)
4.3.4 航天飞机的飞行过程	(124)
4.4 空天飞机计划	(125)
4.4.1 美国的空天飞机计划	(125)
4.4.2 英国的空天飞机计划	(126)
4.4.3 西德的空天飞机计划	(127)
4.4.4 日本的空天飞机计划	(129)
4.5 单级入轨火箭	(129)
4.6 轨道机动飞行器和轨道转移飞行器	(133)
4.6.1 轨道机动飞行器(OMV)	(133)
4.6.2 轨道转移飞行器(OTV)	(139)
第 5 章 空间推进	(143)
5.1 航天飞行的动力装置	(143)
5.2 火箭发动机工作原理	(143)
5.2.1 喷气推进	(143)
5.2.2 推力	(143)
5.2.3 比冲	(144)
5.2.4 喷气速度	(145)
5.2.5 喷管的形状	(147)
5.2.6 推力系数	(149)
5.2.7 总冲	(150)
5.3 化学火箭发动机	(150)
5.3.1 液体火箭发动机	(151)
5.3.2 固体火箭发动机	(154)
5.3.3 固液型火箭发动机	(156)
5.4 核火箭发动机	(157)

5.5	电火箭发动机	(158)
5.6	以太阳能为能源的推进系统	(160)
5.7	火箭发动机推力的调节	(161)
5.8	空气喷气发动机	(163)
5.8.1	涡轮喷气发动机的工作原理	(163)
5.8.2	冲压喷气发动机	(164)
第6章	人造地球卫星和空间探测器	(166)
6.1	人造地球卫星的分类	(166)
6.2	人造地球卫星的系统组成	(170)
6.3	人造地球卫星的研制阶段	(177)
6.3.1	概念性研究	(177)
6.3.2	可行性论证	(178)
6.3.3	方案的确定	(178)
6.3.4	工程研制阶段	(180)
6.3.5	发射前准备阶段	(181)
6.3.6	运营和管理阶段	(181)
6.4	空间探测器	(181)
第7章	空间站和空间平台	(188)
7.1	概述	(188)
7.2	空间站系统组成	(190)
7.3	环境控制和生命保障系统	(195)
7.4	“和平号”空间站	(199)
7.5	国际空间站	(204)
7.5.1	国际空间站的基本组成	(205)
7.5.2	国际空间站的建造	(209)
7.6	空间平台	(210)
第8章	航天器姿态和轨道控制	(219)
8.1	卫星姿态和轨道控制的任务	(219)
8.1.1	轨道控制的任务	(219)
8.1.2	姿态控制的任务	(219)
8.2	卫星姿态和轨道控制的分类与控制系统的组成	(219)
8.2.1	卫星姿态和轨道控制的分类	(219)
8.2.2	卫星控制系统的组成	(220)
8.2.3	姿态和轨道控制用部件	(221)
8.3	卫星姿态运动学和动力学	(225)

8.3.1 参考坐标系和运动学方程	(225)
8.3.2 动力学方程	(227)
8.4 姿态确定	(228)
8.4.1 自旋卫星自旋轴的姿态确定	(228)
8.4.2 三轴稳定卫星的姿态确定	(229)
8.4.3 姿态确定的状态估计	(230)
8.5 姿态控制	(231)
8.5.1 自旋卫星的姿态控制	(231)
8.5.2 双自旋卫星的消旋控制	(232)
8.5.3 自旋卫星的章动控制	(232)
8.5.4 三轴稳定卫星的姿态控制	(234)
8.5.5 姿态捕获	(238)
8.6 轨道控制	(239)
8.6.1 轨道确定(空间导航)	(239)
8.6.2 轨道控制的一般概念	(242)
8.6.3 地球同步静止轨道卫星的轨道控制	(243)
8.6.4 轨道保持	(247)
8.6.5 再入和返回控制	(249)
第9章 航天器热控技术	(250)
9.1 航天器空间环境	(250)
9.1.1 宇宙真空和深黑低温	(250)
9.1.2 微重力	(251)
9.1.3 空间外热流	(251)
9.2 航天器热设计的基本换热公式	(252)
9.2.1 热传导	(252)
9.2.2 对流换热	(252)
9.2.3 辐射换热	(253)
9.3 航天器热控系统的任务	(254)
9.4 总体对热控系统要求	(254)
9.5 热控系统的工作内容	(254)
9.6 载人航天器对热设计的特殊要求	(255)
9.7 航天器的热平衡计算	(255)
9.8 航天器热控系统组成	(256)
9.8.1 热设计与热计算子系统	(256)
9.8.2 被动热控子系统	(257)

9.8.3	液体冷却回路子系统	(262)
9.8.4	主动热控子系统	(264)
9.8.5	地面调温子系统	(269)
9.8.6	真空热试验子系统	(270)
9.9	航天器热试验	(271)
9.9.1	热平衡试验	(271)
9.9.2	热真空试验	(279)
9.9.3	返回着陆升温试验	(280)
9.9.4	地面调温试验	(280)
第 10 章	航天器电源	(282)
10.1	概述	(282)
10.1.1	电源系统的定义与功能	(282)
10.1.2	电源系统的组成	(282)
10.1.3	电源系统设计的基本要求	(284)
10.2	化学电源	(285)
10.2.1	锌银蓄电池组	(285)
10.2.2	锂电池	(287)
10.2.3	氢氧燃料电池	(288)
10.3	太阳电池阵/蓄电池组联合电源	(291)
10.3.1	太阳阵	(291)
10.3.2	镉镍蓄电池组和氢镍蓄电池组	(297)
10.3.3	电源控制设备	(302)
10.4	核电源	(305)
10.4.1	热源	(305)
10.4.2	热电转换装置	(308)
10.4.3	放射性同位素温差发电机(RTG)	(311)
10.4.4	核反应堆温差发电机	(312)
10.4.5	热离子反应堆	(312)
第 11 章	航天技术中的测控和通信	(314)
11.1	概述	(314)
11.2	测控和通信体制	(315)
11.2.1	空间遥测体制	(315)
11.2.2	空间遥控体制	(322)
11.2.3	空间跟踪体制	(326)
11.2.4	轨道测量体制的分类	(328)

11.2.5	分包遥测基本思想	(333)
11.2.6	分包遥控基本概念	(336)
11.2.7	星载数据管理系统	(341)
11.2.8	统一载波测控系统	(344)
11.2.9	空间通信体制	(346)
11.3	测控通信网	(347)
11.3.1	运载器测控网	(347)
11.3.2	航天器陆基测控网	(348)
11.3.3	航天器天基测控网	(350)
11.4	导航定位技术	(355)
11.4.1	GPS 主要技术思想	(355)
11.4.2	用户接收机	(357)
11.4.3	用户星位置计算原理	(357)
第 12 章	航天发射场和返回着陆场	(359)
12.1	概述	(359)
12.2	航天发射场	(359)
12.2.1	航天发射场的任务	(359)
12.2.2	发射场的场址选择	(359)
12.2.3	航天器发射场的组成	(361)
12.2.4	航天发射场的测控通信设备	(362)
12.2.5	近地轨道(LEO)航天器(无人卫星/载人航天器)的发射过程	(369)
12.2.6	地球同步静止轨道(GEO)卫星的发射过程	(369)
12.3	国际航天发射场比较	(370)
12.3.1	澳大利亚武麦拉发射场	(371)
12.3.2	巴西 Alcantara 发射场	(371)
12.3.3	印度发射场	(371)
12.3.4	印度尼西亚发射场	(371)
12.3.5	意大利 San Marco 发射场	(371)
12.3.6	日本发射场	(371)
12.3.7	美国发射场	(372)
12.3.8	苏联/俄罗斯发射场	(374)
12.4	航天器返回着陆场	(376)
12.4.1	着陆场区选择的地理条件	(376)
12.4.2	着陆场设备配置	(377)
12.4.3	航天器的返回着陆过程	(378)

12.5 未来展望	(379)
12.5.1 未来商业航天发射场可能向 3 个方向发展	(379)
12.5.2 航天器返回着陆场	(379)
第 13 章 航天技术的应用	(380)
13.1 概述	(380)
13.1.1 航天技术应用的概念和范围	(380)
13.1.2 空间资源的开发利用	(381)
13.2 航天技术应用经济分析基础	(383)
13.2.1 航天技术的经济特征	(384)
13.2.2 航天技术的经济预测	(385)
13.2.3 航天技术的效益分析	(386)
13.3 航天技术与基础产业	(388)
13.3.1 航天技术与农业现代化	(389)
13.3.2 航天技术与信息现代化	(391)
13.3.3 航天技术与交通现代化	(393)
13.3.4 航天技术与能源现代化	(395)
13.4 航天技术与社会、环境和资源	(397)
13.4.1 航天技术与教育	(397)
13.4.2 航天技术与减灾防灾	(399)
13.4.3 航天技术与环境资源保护	(401)
13.4.4 航天技术与自然资源	(402)
13.5 航天技术与国防现代化	(404)
13.5.1 卫星在现代化战争中的作用	(404)
13.5.2 军事卫星在海湾战争中应用实例	(405)
第 14 章 展望	(407)
14.1 人造地球卫星	(407)
14.2 空间运输系统	(408)
14.3 空间站和空间工业化	(409)
14.4 月球基地开发	(411)
14.5 载人火星飞行	(413)
14.6 空间电站	(416)
14.7 恒星际航行	(418)
参考文献	(421)

第1章 绪论

1.1 世界航天发展简史

遨游太空,探索浩瀚的宇宙,是人类千百年来美好愿望。在远古,中国就流传着嫦娥奔月的美好传说;在公元前1700年,中国就有“顺风飞车,日行万里”的说法,还绘制了飞车腾云驾雾的想像图。世界其他国家也有许多关于“月球旅行”的美好传说。

人类为了扩大社会生产活动,必然要不断地开拓新的天地。人类活动范围,经历了从陆地到海洋,从海洋到大气层,从大气层到宇宙空间的逐渐扩展的过程。人类活动范围的每一次飞跃,都大大增强了认识和改造自然的能力,促进了生产力的发展和社会进步。

自从1957年10月4日世界上第一颗人造地球卫星上天以来,到1999年,苏联、美国、法国、日本、中国、英国、印度等国家以及欧空局先后研制出约80多种运载火箭,修建了10多个大型航天发射场,建立了完善的测控网,世界各国和地区先后发射成功5263个航天器。其中对地观测卫星2029颗,通信、广播卫星1482颗,导航卫星344颗,129个载人航天器,140多个空间探测器。几十个应用卫星系统投入运行,航天员在太空的持续飞行时间长达438天,有12名航天员踏上月球。空间探测器在太空的探测活动大大更新了人类有关空间物理学和空间天文学方面的知识。有100多个国家和地区参加了航天活动,利用航天技术获得成果或制定了本国航天活动计划。航天活动在许多国家已成为国民经济和军事部门重要的组成部分。

航天技术是现代科学技术的结晶,它以基础科学为基础,集中应用了20世纪许多工程技术的新成就,力学、热力学、材料学、医学、电子技术、光电技术、自动控制、喷气推进、计算机、真空技术、低温技术、半导体技术、制造工艺学等对航天的进步发挥了重要作用。这些科学技术在航天应用中互相交叉和渗透,产生了一些新学科,使航天科学技术形成了完整的体系。航天技术不断提出的新要求,又促进了这些科学技术的进步。

1.1.1 火箭技术

航天飞行的历史从火箭技术的历史开始,没有火箭也就没有航天飞行。

火药是中国古代的四大发明之一,火箭是在火药发明之后中国人发明的。早在宋真宗咸平三年(公元1000年)唐福献应用火箭原理制成了战争武器(见图1-1),而后传到外国。传说在14世纪末,一个叫万户的中国人在座椅背后安装47支当时最大的火箭,两手各持大风筝,让人把自己捆在椅子上,再用火同时点燃火箭。万户试图借助火箭的推力和风筝的升力升空。尝试虽然失败了,但他是世界上第一个试验利用火箭飞行的人。为纪念这位勇士,月球表面东方海附近的一个环形山以万户命名。18世纪,印度军队在抗击英国和法国军队的多次战争中曾大量使用火箭并取得良好战果,由此推动了欧洲火箭技术的发展。曾在印度作战的英国人康格雷(William Congreve)对印度火箭作了改进。他确定了黑火药的多种配方,改善了制造方法并使火箭系列化,最大射程可达3km。19世纪70年代以后,火炮技术在使用性能方面有新的突破,火箭终于被准确度很高的火炮所代替。虽然如此,这些火箭的原理却成了近代火箭技

术的最初基础。

19世纪末20世纪初,火箭技术才又重新蓬勃地发展起来。近代的火箭技术和航天飞行的发展,涌现出许多勇于探索的航天先驱者,其代表人物有 К·Э·齐奥尔科夫斯基(Константин Эдуардович Циолковский)、R·H·戈达德(Robert Hutchings Goddard)、H·奥伯特(Heinrich Oberth)。



图 1-1 明天启元年(1621年)茅元仪所著《武备志》上所画的火箭

俄国科学家齐奥尔科夫斯基一生从事利用火箭技术进行航天飞行的研究。在他的经典著作中,对火箭飞行的思想进行了深刻的论证,最早从理论上证明用多级火箭可以克服地心引力进入太空。他建立了火箭运动的基本数学方程,奠定了航天学的基础。他首先提出了使用液体推进剂火箭的倡议,经过了短短的30年就实现了。他大致预见到现代火箭的真实结构,并论述了关于液氢-液氧作为推进剂用于火箭的可能性。他指出过用新的燃料(原子核分解的能量)来作火箭的动力;并具体地阐明了用火箭进行航天飞行的条件,火箭由地面起飞的条件,人造地球卫星及实现飞向其他行星所必须设置中间站的设想。他还提出过许多的技术建议,如使用燃气舵控制火箭,关于用泵来强制输送推进剂到燃烧室中的必要性,以及用仪器来自动控制火箭等,都对现代火箭和航天飞行的发展起到了巨大作用。

美国的戈达德博士在1910年开始进行近代火箭的研究工作。他在1919年出版的“到达极大高度的方法”论文中,提出了火箭飞行的数学原理,指出火箭必须具有7.9km/s的速度才能克服地球的引力。他认识到液体推进剂火箭具有极大的潜力,并于1926年3月成功地研制和发射了世界上第一枚液体推进剂火箭,飞行速度103km/h,飞行距离56m。

德国的奥伯特教授在他1923年出版的《飞向星际空间的火箭》一书中不仅确立了火箭在宇宙空间真空中工作的基本原理,而且还说明火箭只要能产生足够的推力,便能绕地球轨道飞行。同齐奥尔科夫斯基和戈达德一样,他也对许多种推进剂的组合进行了广泛的研究。

真正的近代火箭的出现是在第二次世界大战时的德国。早在1932年德国就发射A2火箭,飞行高度达3km。1942年10月发射成功V-2火箭(A4型),其主要性能见表1-1。V-2火箭的发射成功,把航天先驱者的理论变成现实,在现代火箭技术发展史上占有重要的地位。

表 1-1 V-2 火箭的主要数据

总 项	名 称	单 位	数 据
火箭质量分配	炸药量(硝酸及硝基甲苯之混合物)	kg	980
	壳体结构和推进剂贮箱	kg	1 750
	涡轮泵系统	kg	450
	燃烧室	kg	550
	附件	kg	300
	推进剂(酒精+液氧)	kg	8 750
	供给涡轮泵用的辅助燃料	kg	200
	火箭总质量	kg	12 980
	总推力	t	27.2
	最大飞行高度	km	96
	最大飞行速度	km/s	1 600
	最大射程	km	320

1.1.2 卫星时代

1945年人造地球卫星的概念在美国出现,美国海军航空局着手研究一种把科学仪器送入太空的卫星,次年美国陆军航空局审查“兰德计划”的一项类似的研究报告中,也有“实验性环球空间飞行器”的初步设计。随着现代科学技术和一系列大功率运载火箭的发展,为人造地球卫星的研制和发射打下了坚实的基础。

1957年10月4日,苏联用“卫星”号运载火箭把世界上第一颗人造地球卫星送入太空,卫星呈球形,外径0.58m,外伸4根条形天线,重83.6kg,卫星在天上正常工作了3个月。同年11月3日,苏联发射了第二颗卫星,卫星呈圆锥形,重508.3kg,这是一颗生物卫星,除了利用小狗“莱伊卡”作生物试验外,还用于探测太阳紫外线、X射线和宇宙线。按照今天的标准衡量,苏联的第一颗卫星只不过是一个伸展开发射机天线的圆球,但它却是世界上第一个人造天体,把人类几千年来的梦想变成现实,为人类开创了航天新纪元。

人造地球卫星出现以后,20世纪60年代苏联和美国发射了大量的科学实验卫星、技术试验卫星和各类应用卫星。70年代军、民用卫星全面进入应用阶段,并向侦察、通信、导航、预警、气象、测地、海洋和地球资源等专门化方向发展。同时各类卫星亦向多用途、长寿命、高可靠性和低成本方向发展。80年代后期起,单一功能的微型化、小型化卫星是卫星发展史上的新动向,这类质量轻、成本低、研制周期短、见效快的小型卫星将是未来卫星的一支生力军。除美、苏外,中国、欧空局、日本、印度、加拿大、巴西、印尼、巴基斯坦等国都拥有自己研制的卫星。有100多个国家和地区参加了航天活动,利用卫星技术获得的成果来制定本国和地区航天活动计划。

为什么经过短短的40多年,航天活动取得了如此迅速的发展呢?除了美、苏搞空间军备竞赛发射了大量的军事应用卫星外,主要是人类一开始就非常重视航天技术的应用。航天活动大大扩大了人类的知识宝库和物质资源,给人类日常生活带来了重大的影响和巨大的经济效益,大大推动了现代科学技术和现代工农业的发展。

1.1.3 空间探测

空间探测的主要目的是:了解太阳系的起源、演变和现状;通过对太阳系内的各主要行星及其卫星的比较研究进一步认识地球环境的形成和演变;探索生命的起源和演变;开发和利用空间资源。空间探测器实现了对月球和太阳系中其他行星的逼近观测和直接取样探测,开创了人类探索太阳系内天体的新阶段。

月球探测 月球是地球的唯一的天然卫星,自然成为空间探测的第一个目标。月球是未来航天飞行理想的中间站和人类进入太阳系空间的第一个定居点。直接考察月球有助于更好地了解地-月系统的起源。

1958~1976年8月美国和苏联共发射了83个无人月球探测器,其中美国36个,苏联47个,发射成功的无人月球探测器见表1-2。此后,日本1990年1月发射了一颗月球探测器,成为第3个向月球发射探测器的国家。探测器由两部分组成,一部分(182kg)进入大椭圆轨道,在地-月系统中飞行,另一部分(11kg)在月球轨道上飞行。1994年1月25日美国发射了“克莱门汀”1号(Clementine-1)月球极轨卫星,发回180万幅图片,发现月球极区有水冰。1998年1月7日美国发射了“月球探测者”(Lunar Prospector)月球极轨卫星,发现月球两极有大量水冰。