

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

载人航天史话

 **eBOOK**
内容资料 非商业

图书在版编目 (CIP) 数据

载人航天史话/王金华,苏蔚娅,徐宏编.—北京:国防工业出版社,1997.3
(载人航天知识丛书)
ISBN 7—118—01652—7

. 载... . 王... 苏... . 载人航天飞行—技术历史 . V529—09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 14284 号

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)
(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷
新华书店经售

开本 850 × 11681/32

印张 71/2

190 千字

1997 年 3 月第 1 版

1997 年 3 月北京第 1 次印刷

印数: 1—5000 册定价: 9.80 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

目 录

序幕 千古传说和人类的幻想	1
第一章 载人航天前的准备	3
一、动物——人类航天的开路先锋	3
二、加紧航天器的研制	5
三、航天使者的选拔	6
四、航天员的训练与地面模拟训练设备	7
第二章 载人航天初期前苏联屡放奇光异彩	11
一、震惊世界的壮举——首次载人航天成功	11
二、人类第一名航天员加加林小传	17
三、妇女也能登天	19
四、首次出舱漂飞	21
五、载人航天初期的主要成就	23
六、航天时代的开拓者 ——柯洛廖夫曲折坎坷的一生	26
第三章 经久耐用的航天器 ——“联盟”号飞船系列	34
一“联盟”号飞船	34
二、美、苏首次太空握手 ——“阿波罗”—“联盟”号对接飞行	39
三、挫折和悲剧	41
四、“联盟”、“联盟 T”、“联盟 TM”号 ——最成功的飞船系列	43
第四章 激烈的登月竞争	46
一、牵动人心的“阿波罗”登月飞行	46
二、流产的前苏联载人登月计划大曝光	65
第五章 航天史上的杰作——航天飞机	72
一、航天飞机的发展史	72
二、航天飞机的结构和尺寸	74
三、精彩的处女航	76
四、航天飞机的特征和功能	78
五、航天飞机飞行初期的主要成就	81
六、惨痛的“一·二八”“挑战者”号 航天飞机爆炸事件	83
七、吸取教训，纠正错误，重整旗鼓，继续奋飞	93
第六章 大型、常设的航天站 ——一种理想的宇宙开发航天器	96
一、前苏联轨道站复合体的建立	96
二、美国的“天空实验室”计划	117
三、航天站的特征和优越性	120
第七章 前苏联解体对载人航天事业进程的影响	123
一、对前苏联航天成就的简单回顾	123

二、解体对载人航天事业的影响	125
三、前苏联解体前后航天政策的变化	128
第八章 载人航天国际合作的历史与现状	133
一、60 年代的国际航天合作	133
二、70 年代的国际航天合作	134
三、80 年代的国际航天合作	136
四、载人航天国际合作的现状与前景	138
第九章 国外载人航天军事力量发展形成的过程	145
一、载人航天的军事作用及航天军事体系的构成	145
二、前苏联 / 俄罗斯航天军事力量的形成和演变过程	148
三、美国空间力量发展概况	154
第十章 载人航天的发展与法律、政治的关系	158
一、国际空间法及其演变史	158
二、健全空间法规，加强监督实施	160
三、政治、外交需要是载人航天业发展的重要源动力	162
第十一章 世界各航天大国载人航天的发展目标	165
一、美国的载人航天发展目标和计划	165
二、独立后的俄罗斯载人航天活动的动向	167
三、欧空局——世界载人航天领域内的一支劲旅	172
四、日本航天业异军突起	174
第十二章 载人航天的发展前景	176
一、航天站、航天基地的建立与航天工业化、商业化	176
二、天上太阳能发电站	178
三、太空城堡和宇宙移民	179
四、航天运输系统的建立	182
附件一 前苏联载人航天准备阶段技术发展步骤	185
附件二 美国载人航天准备阶段技术发展步骤	188
附件三 前苏联载人航天活动一览	191
附件四 美国载人航天活动一览	207

前 言

广袤无际的太空，有史以来就充满着灿烂神奇的色彩，也流传着无数美丽的神话。宇宙的江河源远流长，千百年逝去只是一瞬间。当时光推移到 20 世纪中叶，科学技术获得了迅猛发展，探空火箭已经出现，从而为人类航天事业带来了希望。

1957 年，第一颗人造地球卫星上天；1961 年 4 月 12 日，航天员加加林乘坐“东方”1 号载人飞船在强大火箭的推动下，终于飞出了地球的摇篮！飞船在绕地球飞行一圈后又安全地返回了地面，实现了千百年来人类遨游太空夙愿；1969 年 7 月 20 日，航天员阿姆斯特朗乘坐“阿波罗”-11 号载人飞船在月球上着陆，从此又掀开了月宫的门帘。

载人航天一晃就是 35 年，现在已有 20 多个国家的 320 多名航天员，其中包括我们 4 名炎黄子孙，先后漫游了太空。载人航天器的“家族”日益兴旺，载人飞船、航天飞机和航天站在太空翱翔，空天飞机也有了较为成熟的方案。人类在近地和环日空间的探索 and 开发活动方兴未艾，却已硕果辉煌。航天高技术是一个国家综合国力的集中表现，它代表着国家和民族的兴衰。我们中国已跻身于世界航天大国之列。现在，我们航天科技工作者在国防工业出版社的大力协助下，向广大青少年朋友奉献出这套 8 本的科普丛书，融科学性、知识性和趣味性于一体，从不同角度介绍了载人航天及其有关方面的一些基本情况，同时字里行间也蕴含着对全国青少年朋友的诚挚期望。

太空在召唤，时代在挑战，中华民族在载人航天事业上一定会有所作为。前景壮观，任重道远。愿我国年轻的一代立大志，展鸿图，为祖国的航天事业争做贡献！

作者序

自 1961 年 4 月 12 日人类实现首次载人航天至今，已经过了 34 个年头。这期间，美国和前苏联两个大国曾在该领域内进行过一场旷日持久的激烈竞争和角逐。美国先后完成了“水星”、“双子座”、“阿波罗”三个型号的飞船计划，发射了一个“天空实验室”航天站，还研制并投入使用了五架航天飞机。同期，前苏联实现了“东方”号、“上升”号、“联盟”号、“联盟 T”号和“联盟 TM”号载人飞船计划，建造了“礼炮—1~5”、“礼炮—6、7”和“和平—1”号三代大型、长期运行的航天站，还开始了“暴风雪”号航天飞机的研制工作。此外，西欧和日本的载人航天事业也正在迅速崛起并逐渐形成独立的航天体系。截止到 1994 年 6 月，前苏联/俄罗斯发射载人航天器近 40 次，而美国已近 100 次。先后进入太空的航天员已达 307 人，分别来自 25 个国家。航天员累计驻留太空的时间已达 13700 多天，一次在天上连续飞行的时间已从当初加加林首次飞行的 108 分钟，延至 400 多天！月球表面上印下了人类漫步的足迹，茫茫宇宙中留下了航天员舱外活动的矫健身影。

不懈的努力，使载人航天事业取得了巨大的成就；勇敢的探索，谱写了不少光彩夺目的篇章。然而，载人航天是一项探险性和冒险性的事业，因此，绝非所有的飞行都一帆风顺，也远不是所有的航天员都像加加林和阿姆斯特朗那样幸运——飞行给他们带来终身荣耀。在通往太空的征途中不时会遇到艰难险阻和挫折失败，往往喜讯和噩耗相继而来，有时探险者们还要付出血的代价。当然，困难、挫折、失败和重大事故也考验和锻炼了人们的意志，使他们获得了深刻的经验和教训。

全书共分十二章。

第一章首先简单回顾了载人航天之前所进行的一系列准备工作，其中包括动物飞行试验、航天器的制造、航天员的选拔和训练等。

第二、三、四、五、六各章，是本书的重点部分。它们基本以时间先后为序，对美国和前苏联/俄罗斯航天发展计划中的航天飞船、航天飞机及航天站三种载人航天器的技术发展过程和载人飞行情况，分别进行了系统的介绍。其中最精彩的章节有震惊世界的加加林首次航天，牵动人心的“阿波罗”号登月飞行，完美、漂亮的航天飞机处女航，在宇宙开发中功勋卓著的航天站及在其上持续逗留一年以上的航天员完成的令人惊异和赞叹的漫长飞行等。

叙述中，对过去几十年一直未予公开的前苏联秘密的载人登月计划的内幕、军用航天站发展的始末及航天时代的伟大开拓者——柯洛廖夫曲折、坎坷的生平进行了曝光和披露。

在上述章节中还“联盟—11”号飞船漏气及“挑战者”号航天飞机失事两次最惨痛的事故、引发事故的原因及应吸取的历史教训作了深刻的剖析和研究。在这两次重大的航天事故中，共有 10 名航天员献出了宝贵的生命。

作为一门边缘性学科，载人航天技术的发展促进和带动了其他科技领域。它已经并将继续为人类的物质文明和精神文明带来巨大而深远的影响。然而，人们同时也注意到，载人航天同其他先进科技一样，从其一问世和诞生之日起，就具有“和平”与“战争”的双重性。载人航天

处于现代科技发展的前沿，是先进技术的代表，是社会生产力高度发达的重要标志，是综合国力的具体体现，因此，航天优势可以抬高国家在国际事务中的威望和地位，增强国民的民族自尊心和自豪感，提高国家领导人在民众中的威信。由此看来，载人航天事业的发展与军事、政治、外交密不可分。从一定意义上讲，外交、政治宣传上的需要和建立军事优势及威慑力的动机，是载人航天事业迅猛发展的重要源动力。本书第七、八、九、十各章对于军事、政治（包括前苏联的解体）、外交与载人航天事业发展的述。

本书的最后两章，对载人航天事业的近期发展目标和远期诱人的发展前景进行了展望。

在本科普读物撰写过程中，我们力求以尽量详细、丰富的史料为基础，将事件、人物、知识与历险故事融为一体，对载人航天事业发展的历史过程进行全面、系统的介绍和具体生动的描述。但由于作者水平所限，不足、不当之处在所难免，恳请广大读者指正。谢谢！

序幕 千古传说和人类的幻想

深邃的蓝天、神秘的星空，以其特有的魅力一直在吸引着人们。飞向宇宙是人类自古以来的热望和幻想。

在古希腊神话里有许多类似题材的故事。底德洛斯是其中一个传说中的主人公。他是一个巧妙的机械师、建筑家和雕刻家。在克里特岛他为米诺斯王造了一座迷宫，后来他给自己和儿子伊卡尔制作了用蜡固定在身上的翅膀，并从那里逃了出来。当他们在海上飞行时由于伊卡尔过分高兴，飞得太高，以至太阳把粘接翅膀的蜡熔化，不幸坠入大海淹死了。这个传说的产生无疑与人类受到鸟的飞行的启发有关。

中国是世界上文化发展最早的文明古国之一，流传下来许多有关天上人间往来的优美动听、瑰丽多彩的神话和传说。其中“嫦娥奔月”的故事颇受人们的喜爱。故事的大致情节是，聪明美丽的嫦娥和她的丈夫后羿勇敢地同恶魔作斗争、为民除害，后来嫦娥由于吃了一粒后羿从西王母处讨来的不死药，便身不由己飘然升腾到月球上，从此开始了广寒宫寂寞、愁苦和凄凉的生活。在这里嫦娥是靠神奇的力量飞离了地球。

晚些时候，在昏暗的中世纪，人们则认为，只有魔鬼或被他们迷惑住的人才能在天上飞行。

随着人类对周围自然界知识的不断增加，传说、神话开始逐渐让位于科学幻想。

最早期的幻想体裁的作品之一大概要算是普鲁塔尔赫的作品——《所看见的月亮圆脸》。在该作品中作者描写了月球的大小和形状以及在上面居住的可能性。半个世纪之后希腊的讽刺作家路基安写了幻想小说《真实的故事》。内容是说一艘旅游船被一阵可怕的旋风带到空中，几天后降落在一个陌生的地面上，后来才知道这是月球。如果对人类产生和实现航天的历史进行追根寻源，这确是一个非常重要的启迪。

著名的天文学家开普勒揭示了太阳系行星运行的规律，而且把自己机敏的智慧转为幻想，于1609年写了一本小说《梦幻》。虽然开普勒的“航天员”是靠恶魔的力量登上了月球，但这个小说表现了一定程度的先见之明，因为它的作者预见到了加速度和宇宙真空问题及它们对人体的作用。只是他所建议的克服这些作用的手段若从现代知识的眼光来看是很幼稚的。开普勒建议，去月球旅行时应用湿海绵堵住鼻子和嘴。

极有趣的是17世纪法国诗人西哈诺·德·贝尔日拉克偶然产生的一个灵感，即到月球的唯一可行的方法是用连续燃烧的火药火箭。随着19世纪的来临和工业革命的开始，幻想文学中的航天具备了较现实主义的特征。人们从炮塔上或用其他同样不可思议的方法乘坐在密封的圆筒里或者在圆球内去月球“旅行”。

在这里不能不特别谈到前苏联的伟大学者康斯坦丁·艾屠阿尔多维奇·齐奥尔科夫斯基（1857—1935）。在他的作品中航天理论被他赋予一种科学幻想故事的通俗形式。他的著作有《在地球之外》、《关于天和地的幻想》等。齐奥尔科夫斯基详细地描绘了在火箭里飞行和生活的条件、在人造地球卫星上的侨民、关于拜访月球和其他小行星等等。应该强调指出的是，这些描述是以作者的严格的科学数据为依据的。齐奥尔科夫斯基是天才的科学预见的典范。

第一章 载人航天前的准备

随着科学技术的不断发展，严肃的科学家们开始认真地考虑：人到底能否适应宇宙环境？或者换句话说，航天条件对机体到底能造成哪些影响或危害，以及需采取哪些必要的防护措施？为此，工程科学、医学、生物学各领域的专家们进行了大量的探讨和反复的试验（见附件一、二）。

一、动物——人类航天的开路先锋

自 1951 年开始，前苏联用高空火箭进行了三组生物试验。在这些实验中用狗作为生物客体。因为对于狗的生理已经进行了大量的研究。生物和必要的生理实验装置放在火箭头部的生物舱内。第一、二组火箭实验是垂直起飞，飞行高度分别为 100km 和 200km。第三组实验用弹道火箭进行，飞行高度为 212km 和 450km。在飞行的各个阶段记录了动物的呼吸频率、心率和血压等生理指标。研究结果表明，在这样短暂的飞行时间内及返回地面后的长时间里，在生物体内未发现任何严重的生理功能变化。所有这些都是系统地研究航天因素对生物机体的影响的开端。

人造地球卫星的成功发射加快了实现载人航天的步伐。为研究在真实的航天过程中的机体反应提供了独一无二的条件。第一个乘坐人造地球卫星绕地球轨道飞行的高级动物是小狗“莱依卡”。它是 1957 年 11 月 3 日由前苏联发射上天的。一个小舱内的非密闭型生保系统供给小狗空气、食物和水（图 1—1）。有关狗在飞行中的状态的信息通过无线电遥测渠道传送到地面，为科学家们提供了许多宝贵的资料。由于当时尚未完全解决飞行器的回收技术问题，“莱依卡”在轨道上飞行一周之后无病死亡。1958 年 4 月 14 日飞行器进入大气层烧毁。“莱依卡”的飞行表明，航天条件对生命并不造成威胁。

典型的高级动物的航天实验还有猴子“阿里别尔特”、“海姆”和“恩诺思”的飞行。1961 年 11 月 29 日，黑猩猩“恩诺思”在美国的航天飞船“水星号”上完成了一次重要飞行。生物遥测系统向地面传输了“恩诺思”的一系列生理数据。在绕地两圈的飞行过程中动物吃了东西并完成了几项已训练好的心理学试验。尽管在飞行结束时生保系统出了故障，舱内温度高达 40℃，但飞行器返回了地面，黑猩猩幸免于死。航天返回后专家们对动物进行了认真观察和生物遗传学研究，以便证实航天因素不仅不会对参加飞行的机体有什么不良影响，而且对其后代也无不良影响。

载人航天前参加过生物航天实验的还有大、小白鼠、猫和昆虫等。因此，在宇宙研究的早期阶段是动物首先为人类开辟了通往宇宙的道路。也只有经过这一系列的飞行，专家们亲眼看到了令人鼓舞的飞行结果之后，才终于下定了把人送上太空的决心。载人航天的曙光出现了！

二、加紧航天器的研制

航天飞船和大推力的运载火箭的研制工作开始加紧进行。这是一项极为复杂而又细致的工作。关键是要在工程方面保证人顺利地上天，又安全返回。为此需解决许多各种各样的、在科学上及设计构造特征方面有时甚至是相互矛盾的课题，其中包括一整套的生命保证系统、应急救援系统和安全返回系统。空间物理研究表明，天上环境和地面条件有天壤之别。那里是一片黑暗和寒冷的世界。其温度接近于绝对温度的 0K(—273)，然而被太阳直射到的物体表面温度又高达 100~200 。因此，在航天器的不同部位之间的温度悬殊，再加上航天器在发射和着陆时的加速度及轨道运行中的零重力、高真空等严酷的特异因素对人体均构成致命威胁。为了保证航天员的生命安全，就需在航天员居住和工作的密封舱内建立一种人工的“微小气候”，以便提供对于人体来说所习惯的压力、空气温度、湿度及大气气体组成成分等条件，还要解决与地面的可靠通信问题、航天员在飞行中的饮食问题及对微流星和宇宙辐射的防护等问题。

与自动航天器所不同的是在载人航天的工程准备过程中特别注意了所有系统的可靠性及航天员的安全问题。在整个航天过程中必须确保各系统、各组件和各环节能精确而又可靠地工作。如果我们想到，每艘飞船都是由数以百计的系统、数以千计甚至数以万计的零件组成的话，我们就不难理解对可靠性的要求。一个微不足道的部分出问题就足以导致飞行的失败，因此规定要在地面条件和飞行条件中对所有结构反复地、全面地、严格地、甚至是极端苛刻地考验和测试。

实际上在 1960 年初前苏联就制成了载人航天飞船。1960—1961 年期间向地球轨道发射了五艘无人的卫星式飞船。每艘重 4.5t。上面载了各种生物或假人。这些发射的主要目的是对飞行控制、制动、离轨前密闭舱的分离、下降和在预定地区的安全着陆整个过程进行实际演练和考验，以便进一步改进和完善飞船上各系统的性能、研究航天轨道上的物理条件、进行与载人飞行有关的医学——生物学综合研究。

三、航天使者的选拔

在紧张地进行飞船的研制和生物试验的同时，进行的另外的准备工作是航天员的选拔和训练。

在选拔首批航天员之前，生理学家和心理学家对理想的航天员候选人应具备的所有生理、心理个体特征都逐一进行了讨论。确实，在选拔首批航天员时遇到了巨大的麻烦，主要是缺乏这方面的经验。

尽管在航空和航天之间存在着带根本性的差别（例如某些航空技巧在那里是无益的，空气动力学规律也不再起作用），但专家们仍一致认为，应从喷气式飞机驾驶员中选拔航天员，因为这些人具有高超的飞行技巧、反应敏锐、坚定、有毅力和身体健壮。所有这些素质他人是无可比拟的。

对“水星号”计划的航天员提出了下列要求：

- （1）不得大于 40 岁；
- （2）身高不超过 1.8m；
- （3）身体健壮；
- （4）学历不低于中专毕业；
- （5）必须是试飞学校毕业生；
- （6）飞行时间不少于 1500 小时；
- （7）具备驾驶喷气式飞机的技能；
- （8）是美国公民。

选拔“水星号”计划的航天员时所采用的试验和方法充分说明了检查的多样性和严格性。除了对智力和意志进行检查外，还进行了详尽的医务检查。检查首先从研究所有病历资料做起，然后化验血液、尿和大便，检查胃液，进行心电、胸电、心冲击图检查和胸腔、大肠、副鼻窦、脊柱腰骶部位、胃、食管及牙齿的 X 光照片研究，进行眼科、前庭功能、心血管系统、肺活量等一系列的检查。除了进行身体和心理学检查外，对所有航天员候选人都进行了特殊的应急因素的作用试验，包括在离心机上进行的超重耐力、立位耐力、高低温耐力、最大体力负荷耐力的试验；噪声、振动试验；完全隔绝的孤独试验等。

载人航天的初期选拔条件是极严格的，甚至可以说是相当苛刻的。后来，随着航天计划的扩展和航天生保系统的不断完善，对航天员候选人的要求也有所降低。例如因为航天器的容积扩大了，航天员的最高身高增至 1.82m，后来又取消了试飞学校毕业和航天员应是喷气式飞机驾驶员的要求（这是发生在专家直接参加航天之后，因为喷气式飞机驾驶员中很难找到具备必要的专业知识的人）。此外，对身体条件也放宽了要求，因为一般说来专家不具备处于严格的医务监督之下的军人所特有的健壮的体格。随着航天技术的发展，航天员的成分也在逐渐发生变化。变化的趋势是：飞行员 经检查基本合格的专家、医生 普通公民。

四、航天员的训练与地面模拟训练设备

鉴于航天环境的严酷性，不经过专门训练，即使经过极严格挑选的最优秀的飞行员也不能胜任航天任务。训练的主要目的是增强航天员机体对特殊的航天因素的适应能力和掌握完成飞行任务的技能。

训练计划是庞大而充实的；训练任务是繁重而艰苦的。其内容包括：

（一）航天理论和技术的学习

学习课程包括火箭技术基础、飞船设计原理、制导和控制原理、通信和导航原理、飞行力学、天文学、地球物理学、航天医学—生物学等。

（二）体质训练

即大家都熟悉的早操、球类、田径、登山、游泳和各种体育比赛。这项训练是在医务人员的监督下进行的。目的是增强体质，提高机体对各种应急因素的耐力。登山运动还可向航天员提供低气压和氧分压、空气温度和湿度急剧变化及紫外线、红外线辐射的条件，以提高机体对特殊因素作用的稳定性。

（三）飞行训练

可维持飞行技术、进一步提高在可能的失误情况下迅速作出判断和适应反应的能力。

（四）航天模拟训练

这是一项非常重要和有效的训练。内容包括在航天因素模拟器上的训练和飞行操作练习器上的训练两项。

航天因素对于人类来说是异乎寻常的。这些因素主要有：飞船上升段和下降段的超重、震动、噪音；轨道飞行段的失重、真空、辐射和悬殊的温差变化。为了使航天员熟悉和适应这些独特环境状况，在地面条件下建立了一系列的模拟设备，诸如大型离心机、失重飞机、震动台、噪音模拟器、变温舱、变压舱、隔绝室、辐射室和弹射设备等，现分别介绍如下：

（1）宇宙空间条件模拟舱。除了低压外还要模拟宇宙中的亮度和温度变化。

（2）超重模拟器——离心机。这是航天员最有价值的训练设备之一。离心机臂端的吊篮里有躺椅、仪表板、手控制器和联动装置及环境控制系统、加压服和生物医学仪器。吊篮密闭后可减压到实际飞行的座舱压力。运转时可模拟正常发射、再入及可能的失败再入情况。

休斯顿研制载人飞船科研中心修建的离心机，其臂长 15m，在以 7.5g/s 的速度增加超重时可达 30g 的超重状态。臂端上的舱直径为 3.6m，容积 14m³，重 3624kg，可容纳 3 名身穿航天服的航天员。舱内压力可在 1~0.35atm¹ 范围内变化。相对湿度为 40%~60%，温度 10~100。舱有 3 个自由度，因此可以建立不同方向作用于航天员的超重条件。改变离心机旋转的角加速度可以获得飞船发射过程中第一级火箭分离时刻、第二级火箭工作及分离时刻和第三级火箭发动机工作时出现的加速度。舱内设有生物遥测设备和电视机。

通过在离心机上的训练可以提高航天员对超重的耐力及在超重条件

¹ 1atm=101.325kPa。

下操纵飞船和通信的能力。

失重模拟是在飞机沿抛物线轨迹飞行时实现的（图 1—2）。航天员在这样的失重飞机上练习失重状态下饮水、进食、通话、定向和完成各种精细的协调动作的能力。

由于在失重飞机上模拟的失重时间较短，自 1966 年开始美国的航天员开始在特殊的“失重水池”中训练。尽管身体在液体中移动时仍会遇到阻力，但潜水时所出现的中和飘浮现象可使航天员熟悉具有 3 个自由度的人体动态。飞行前在这种水池里经受过训练的航天员对这种训练给予很高的评价（这是后话）。

（3）航天练习器。包括从简单的操纵台到极复杂的全程序动、静态模拟设备。按其用途的不同可分为三组。第一组是静态装置。它实际上就是让航天员熟悉飞船上所有系统的精密制作的教具，这种练习器对于航天员掌握飞船的电力系统、燃料系统、生保系统和操纵、导航系统的工作是必不可少的。第二组练习器帮助航天员了解他即将要完成的任务并获得相应的经验。它们或是动态，或是静态，可能比较简单，也可能相当复杂，这取决于它们的用途。第三组练习器是静态设备。模型内部精确地复制真实飞船内部的设备，可以发生发射飞船时的噪音，投影机 and 反射镜系统可以逼真地显示星空地貌及飞船按假定轨道逐渐运动的变化，操纵台上的仪表向航天员提供必要的信息，由计算机调节仪表显示、与给定显示进行比较并使这些显示发生相应的改变。借助于这个计算机装置，设计师可以模拟应急情况，从而考验和锻炼航天员采取正确的解决方法、排除故障的能力。这种练习器对于训练航天员和地面飞行控制中心的操纵员来说都是必要的，对于他们协同完成飞行任务起着重要作用。

（4）多轴旋转惯性装置。主要用于姿态控制的训练，以便在飞船自动控制失灵时航天员建立信心，并通过手控停止飞船翻滚和恢复原来的姿态。

（五）航天生活方式的训练

在航天中的衣、食、住、行与地面上截然不同。飞行前应在未来的航天中在即将采用的特殊的作息制度、人工大气条件下生活一段时间。航天员还要学会特殊航天食品的进食方式。

（六）救生训练

包括正常回收和在可能出现意外情况下的救生训练。内容有弹射和跳伞训练及学会在热带、沙漠和水上等各种恶劣环境下应急着陆后的生存手段。

在整个训练过程中可能还会发现并淘汰一些不十分理想的候选人员。只有经过上述极严格的选拔和训练，证明是卓绝的人才能获得航天员的资格。

第二章 载人航天初期前苏联屡放奇光异彩

前苏联赶在美国之前成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星。它像一支强兴奋剂，使前苏联全国上下兴高采烈，扬眉吐气。为了在两大阵营的较量和竞争中挫败对方并继续维持这种“东风压倒西风”的势头，前苏联紧接着投入紧张的、将第一名航天使者抢先送上太空的准备工作。天随人愿，功夫不负有心人。前苏联果真于1961年4月12日实现了首次载人航天的壮举。不仅如此，前苏联在该领域内连连得手，一气拿下了数项第一：首次把女航天员送上天，首次出舱活动……。同期，美国也实现了载人航天并完成了“水星”号计划，开始了“双子座”号计划。

一、震惊世界的壮举——首次载人航天成功

1961年4月12日，正是初春季节，荒凉的哈萨克草原被棕褐色的盐土覆盖。尽管有的地方灌木丛已开始变绿，但仍笼罩着阴郁和凉意。太阳刚刚从地平线上升起，像一轮冷铜镜悬挂在荒原的上空。

这里便是前苏联的拜科努尔发射场。1957年，人类第一颗人造地球卫星曾在这里被发射上地球轨道。不远处坐落着一块方碑，上面写着：“苏联人以其独创才能在这里开始了勇敢大胆的宇宙进军——1957年”。4年之后，人类第一个航天员，又将从这里启程，飞向太空。

载有“东方”号飞船的白色火箭昨夜刚刚安装就绪。沙丘旁停放着红色的消防车，附近是装有火箭燃料的列车。此时，航天员尤·阿·加加林正在一间不远处专为他隔开的小房子里整装待发。航天服设计师对服装做最后的检查。旁边还有一位医生。

发射场上，等待着人类第一位航天骑士到来的人们表情严峻，内心极不平静。终于，载着加加林的汽车出现了。汽车一直开到矗立着的火箭脚下。身着橙色鲜颜而肿胀的航天服、头戴白色头盔的加加林上尉从汽车前门下来，走向领导小组，举手敬礼并庄严地报告：“国家委员会主席同志，飞行员—航天员加加林上尉准备乘世界上第一艘航天飞船飞行。”

他们紧紧地拥抱。接着，加加林向报界和电台发表了简短的历史性讲话，向为他送行的人们挥手致意，然后登上了发射塔最上边的平台。

不包括运载火箭的末级，飞船连同航天员的总重量是4725kg。

飞船舱内的电视机打开了。在蓝色的荧光屏上，跳过加加林的映象。他精神爽快，面带微笑。

在整个发射和飞行过程中，地面飞行控制中心与飞船座舱内保持着双向无线电通信联络。

“现在我们从电视里看到了你，一切正常。雪松，你听见了我的话吗？”谢尔盖依·巴普洛维奇对着麦克风说。雪松是加加林这次飞行的代号。

“听得很清楚，我感觉良好，一切正常。”加加林大声而快速地回答。

“现在我们准备起飞。”

“雪松明白。”

几乎可以感觉得到，加加林如何把手抬向头盔，按动卡锁。随着一声轻微的咔咔声，头盔的防护面窗放了下来。此时航天服自动接通独立电源，通风软管接通自动再生装置。

似乎云彩也停止了飘动。苍宇已张开双臂。

开始30分钟准备！10分钟准备！！3分钟准备！！！所有的人屏息不动，似乎连空气都凝结了。此时加加林的心率达到每分钟109次。

运载火箭和飞船上各个角落的上千个传感器在认真地“侦听”和密切地“监视”，如果此时发现什么地方出现哪怕是最微小的异常，那么计算机就会马上判断出在什么地方发生了什么故障，并同时发出指令，中止发射程序。

命令闪电般地沿着地面指挥—测量点、飞机、直升飞机及海上寻找

—救护队的电路飞传。飞机的涡轮在啸叫，大型直升飞机的桨叶在旋转。它们一架接一架地冲向蓝天，进入自己的值勤领域。乘务组的话务员把专用传感器调到“东方”号飞船的无线电波长上。跟踪站的巨大天线在转动。高精度的统一时间系统把所有靶场、跟踪站、寻找—救护设备的行动协同起来。

最激动人心的时刻来到了。莫斯科时间 9 点零 7 分，随着“预备—点火！”一声令下，维护构架迅速撤开。火箭开始缓缓地摇曳，并向上运动。与此同时，透过沙沙的干扰声及发动机山崩地裂般的轰隆声，清晰地传来了加加林激动的道别声：“我去了！”

谢尔盖依·巴普洛维奇喊道：“祝你飞行成功！”

飞船载着勇士，好像不是依靠火箭的反作用力，而是在由于高度紧张而振颤的亿万人的手和心的托举下，穿过白云，飞向蓝天（见图 2—1、2—2）。

随着速度的加快，超重在增大。航天员的体重好像增加了 4~5 倍，被重重地压在座椅上。第一级火箭停止工作，第二级火箭接着点火，飞船穿过稠密的大气层。紧接着第三级火箭开始点火，将飞船的速度加速到第一宇宙速度 8000m/s （或 28800km/h ）。当头部的整流罩扔掉之后，加加林报告了他的感受及首次从天上观察到的地球的壮丽景色。他说，通过飞船的舷窗他能清晰地看到家乡——地球，蜿蜒的河流和起伏的山脉。

在飞船上升阶段，通信曾一度中断，这引起飞行指挥人员的高度不安。当时加加林的脉搏达到 150 次/分钟。

9 点 21 分，“东方”号飞船载着加加林进入人造地球卫星轨道。加加林报告说，他已失重，感觉良好，十分惬意，但日光非常刺眼，看不到一颗星星。他还抱怨说，舱内电视亮度也过大，看不清楚。

飞船运行轨道的远地点（离地球表面最远距离）是 302km，近地点（离地球表面最近距离）是 175km。轨道对于赤道的倾角是 $65^{\circ}45'$ 。飞船绕地球飞行一周的时间为 89.1 分。

当加加林准备取铅笔记下首页航天日志时，他惊异地发现，铅笔就悬浮在半空中，这就是奇妙的失重现象。加加林接着感到，在失重状态下写字有点费劲。他好不容易记下一次所观察到的情况，当放下铅笔时，系铅笔的绳子松开，铅笔飘走不见了。后来，他只得将观察到的情况记录在磁带上。

9 点 26 分，加加林说，他对失重有点不良反应，而且出现一些错觉。

9 点 49 分，航天员报告说，他正处在地球的阴影中。

指挥中心的紧张空气“与秒俱增”。指挥员一直没放下话筒。他是满意的，一切在按计划进行；他也是紧张的，飞行还没结束。

9 点 57 分，飞船飞越美洲大陆。当指挥员得到报告时，他说，“它怎么一下子飞到那里去了？！”

加加林报告：“飞行正常，个人感觉良好，船上设备工作准确无误。”

9 点 58 分，莫斯科广播电台播放了加加林正在轨道上飞行的消息。此后，便开始不断地报导有关飞行进展情况。人们突然被这一特别新闻震惊，激惊。举国欢腾、兴奋、自豪、紧张。

10 点 06 分，加加林报告说，此时他能看到地平线。他形容说，地平

线像一道从地球顶端挂下来的十分美丽的彩带，极为壮观迷人。直到这时他才说，他能透过舷窗看到星星。

10点09分，飞船再次进入阳光中。加加林从舷窗看到了日出，并报告了飞船太阳定向系统的工作状况。

就这样，在短短的不到一个半小时的飞行过程中，航天员加加林经过了白天和黑夜（尽管这些概念在宇宙中完全是相对的）。由于沿轨道飞行的飞船一直在缓慢地旋转，所以舱内上下左右的概念也是相对的。从同一个舷窗口，航天员一会儿看到的是地球，一会儿是月球，一会儿是灿烂的太阳，一会儿又是漆黑的太空。

10点15分，加加林飞越美洲上空。

10点18分，加加林就油箱的压力状况向地面作了报告。

10点24分，加加林报告了舱内的气压和温度情况。飞船舱内的温度为摄氏20度，湿度为65%。

10点25分，飞船的制动火箭系统点火，飞船开始降低轨道。加加林乘坐的降落船与仪器舱分离。飞船向着预定着陆地点下降，准备返回它的故乡——地球了。

飞船的降落舱进入了稠密的大气层。气动摩擦使降落舱周围的空气温度高达数千度。飞船被熊熊火焰包围。但是由于在飞行器外面覆盖了一层厚厚的特殊隔热材料，里边的航天员安全无恙。

人们怀着激动而喜悦的心情在等待着迎接“宇宙骑士”的凯旋。然而此时在设计局里仍然是一片寂静，异乎寻常的寂静。因为这里的人们都清楚，飞行器的返回和着陆是整个飞行中最危险、最紧要的关键时刻。

地面人员在焦急地期待着接收到降落舱的信号。

终于，信号收到了！人们雀跃，兴奋地挥着拳头。

在7km高度，飞行器的下降速度为220m/s。此时，降落伞张开，将加加林推入座椅。不一会儿，降落舱舱盖迅速抛离。2秒钟后，加加林坐在弹射椅中被弹出降落舱。

在4km高度，弹射椅脱离航天员。加加林带着应急救生系统依靠自己的降落伞继续下降。

在同一高度降落舱主伞系统打开，降落舱最后掉落在离一深谷几十米的地方（见图2—3）。

10点55分，终于传来了最激动人心的消息。加加林在离位于西南方的恩格斯城20km的地方安全着陆。该处正是萨拉托夫区斯麦洛夫卡村附近的一片田野。加加林穿着橙色飞行服向一名妇女和一个牵着一头牛犊的小女孩走去。当他被问道是否来自太空时，加加林微笑着说：“是的，我来自太空。”

“东方”号飞船的飞行是一个奇迹。不是神仙，也不是魂魄，而是活生生、有血有肉的人，飞进了太空。人类世代代的热望和幻想实现了。108分钟的航天震撼了全世界。从此开始了载人航天的新纪元。为了纪念在征服宇宙道路上的这一划时代的成就，“4.12”日成了“航空航天国际纪念日”。当天在加加林着陆的地方临时竖起了一块木牌。上面简单地写着：“请勿移动。1961年4月12日莫斯科时间10点55分。”后来，木牌被换成了永久性的石制尖柱纪念碑。

二、人类第一名航天员加加林小传

在踏上航天征途之前，尤·阿·加加林（见图 2—4）的生活是极简单的。他生于 1934 年。童年是在斯摩棱斯克区的克鲁什纳村渡过的。后来，他们举家迁到了格查茨克小城。加加林的父母，乃至祖父母都是农民。国外关于他出身于解放前统治宫殿、奴役农民的加加林公爵贵族世家的说法，显然是一种谣传或误传。

1949 年当加加林刚满 15 岁时，他停止了中学的学业并进工厂工作，以便尽早地从经济上帮助他的父母。翻砂车间的工作是繁重的。它不仅需要知识和经验，而且需要体力。这对于年仅 15 岁的人来说决不是一种轻松的事。然而年轻的加加林依然每天坚持去工人夜校学习，并且在毕业后以优异的成绩考取了伏尔加流域萨拉托夫的一所中等技工学校。

加加林的飞行员生涯就是从萨拉托夫开始的。他加入了萨拉托夫航空俱乐部，后来又进了航空学校，成了一名出色的空军飞行员。

1960 年经过极严格的“超级选拔”，加加林被送往莫斯科接受特种训练，并从此开始“发迹”。

过去和现在一直有人提出一个问题，即第一名航天员为什么单单选中了他？首批航天员队的领导之一卡尔诺夫回答这个问题时说，是由于“注意到了加加林所具备的如下无可争辩的品格：坚定的爱国精神、对飞行成功的坚定信念、优秀的体质、乐观主义精神、随机应变的智能、勤劳、好学、勇敢、果断、认真、镇静、纯朴、谦逊和热忱。”除以上条件外，对于第一名航天员的人选，赫鲁晓夫当时还作过如下指示：必须是纯俄罗斯人。因而，使具备同等条件的乌克兰族的航天员季托夫成为首次航天的预备航天员。

正如前面介绍的那样，加加林不负众望，成功地完成了首次航天任务。

就是在 108 分钟的飞行过程中，加加林由上尉荣升为少校。

莫斯科以极其隆重的仪式欢迎凯旋的航天英雄：礼炮在轰鸣，欢腾的人群在喊叫，豪华的护送队，为加加林加冕大大小小的国家勋章……

飞行之后，加加林又进茹克夫斯基航空工程学院学习，并出色地答辩了毕业设计。

后来加加林还当选了最高苏维埃的代表、苏联列宁共产主义青年团委员会的成员、苏古友协主席。

1968 年 3 月 27 日，尤·阿·加加林在准备参加第二次航天的训练中惨死于航空事故。

三、妇女也能登天

加加林的首次航天比美国 1961 年 5 月 5 日“水星—3”号飞船的首次载人亚轨道飞行领先了 23 天。此后前苏联又发射了 5 艘“东方”号载人飞船。

1963 年 6 月 14 日和 1963 年 6 月 16 日前苏联连续向轨道发射了由贝柯夫斯基驾驶的“东方—5”和由捷列什科娃(图 2—5)驾驶的“东方—6”号航天飞船。两艘飞船的入轨时间相差两天,在轨道上的最近距离相隔 4.8km,而在同一天返回地面。

这次飞行的意义在于,“东方—6”号飞船的驾驶员捷列什科娃是世界上第一个飞进宇宙的女性。她一共飞行了 70 小时 40 分钟 49 秒,绕地 48 圈。这次飞行正是在国际妇女代表大会开幕的前夕。这一事实本身强有力地表明,妇女可以在任何方面与男人并驾齐驱。

苏联英雄、上校捷列什科娃本来是一名跳伞运动员。1961 年 12 月加入航天员的训练队伍。次年 3 月入党。训练期间她刻苦地钻研火箭技术,学习飞船结构方面的理论知识,顽强地锻炼身体。她总是尽最大努力去完成医生及设计师对她提出的任何学习和训练任务。

飞行后捷列什科娃也进了茹科夫斯基航空工程学院学习,并以优异的成绩领取了毕业证书。

后来她与驾驶“东方—3”号飞船飞行的航天员尼古拉耶夫结为伉俪,组成了世界上第一个航天员之家。也许,这样的结合是为了研究航天对遗传学的影响而有意安排的。然而,由于飞行时间太短,恐怕不会获得什么能说明问题的结果。

捷列什科娃后来当选了最高苏维埃代表、前苏联妇女委员会主席、国际民主妇女联盟副主席。

四、首次出舱漂飞

1965年3月18日，前苏联向近地轨道发射了“上升—2”号航天飞船。与“东方”号系列飞船的区别在于，它是一个双座航天器并带有一个特殊的闸门舱。闸门舱两端的两个带密封盖的舱口分别与飞船船体连接和通向广漠的宇宙。

飞船由飞行指挥别利亚耶夫和副驾驶列昂诺夫驾驶。这次飞行的目的是完成首次出舱活动。

入轨之后航天员们立刻着手准备。在飞船舱内飞行指挥帮助列昂诺夫穿好特殊的、备有自动的生保系统的航天服，检查了设备、系统和记录及通信装备的工作情况。调好飞船舱内及闸门舱内的压力之后，打开从飞船通往闸门舱的舱口盖。列昂诺夫通过舱口盖进入闸门舱之后，飞船指挥再关闭飞船舱的舱口盖。然后闸门舱除压，列昂诺夫打开出舱盖。立刻，使人目眩的阳光充满了闸门舱。

列昂诺夫把头伸出舱口，无边无际、深奥莫测的太空展现在他的眼前。日月星辰在他面前悠忽浮游而过。

列昂诺夫从容地穿过出舱闸门。在舱外他靠一条系索与飞船相连，离开飞船的最远距离在5m以上（见图2—6）。

过去专家们并不清楚，在开阔的宇宙里人将如何处置自己？如何移动？能否保持空间定向能力？也许，根本就不能出舱，或者远离飞船时系索拉不住人怎么办？所有这些及其他一些问题都使列昂诺夫产生了一种加加林首次飞行时曾出现过的那种心理状态。但是列昂诺夫的情况要轻松一些，因为这次不只他一个人。留在舱内的别利亚耶夫一直与他保持着双向联系，他密切注视并指挥着列昂诺夫的行动，随时准备在必要时去援助他。

前苏联对其即将进行的航天计划向来秘而不宣，事先从不公布于众。因此每项重大行动都显得来的突然，从而产生一种出奇制胜、一飞上天、一鸣惊人的效果。同加加林首次飞行一样，前苏联新闻界对“上升—2”号的飞行目的，在一开始一直守口如瓶。只是在列昂诺夫出舱之后才马上以一条特别新闻播出，并进行了电视实况转播，以显示其又一伟大成就。安装在闸门舱边缘上的摄影机如实地显示了列昂诺夫在舱外整个过程里的活动。可是，万万没有想到，航天员在返回船舱时遇到了麻烦。由于宇宙服在真空环境里像气球一样膨胀了起来，所以怎么也无法通过舱口。航天员在舱外焦急地挣扎，懊恼地咒骂，足足费了8分钟才回到座舱，而整个舱外活动一共才20分钟。

真是祸不单行。“上升—2”号返回地球时由于自动的太阳定向系统失灵，不得不采用手控操纵。结果飞船降落在离预定着陆地区800km之遙、大雪封盖的森林里。尽管如此，这总算是一次别开生面的飞行。它揭开了征服宇宙史上的新的一页，证明人不仅可以在飞船内完成飞行任务，而且可以在飞船舱外活动和工作。这对于未来航天活动中航天员的营救、航天器的安装和维修及舱外设备故障的排除，都具有实际意义。

五、载人航天初期的主要成就

“东方”号是前苏联的第一代载人飞船。自1961年4月—1963年6月，前后共发射了六次。“东方”号的外形呈球形、直径2.4m，重量约4.7t。它只能容纳一名航天员。其发射目的和意义在于验证载人航天的可能性、考验飞船和火箭各系统的性能及安全返回的技术问题。此外，也进行了少量的科研工作。“东方”号之后逻辑上的后继计划是研制和发射多座的“联盟”号飞船。但是中间却意外地杀出了个“上升”号系列飞船。关于“上升”号飞船的来历有一段有趣的插曲。

1963年底赫鲁晓夫获悉美国将于1964年底或1965年初发射可载2人的“双子座号”飞船，于是立即招见火箭专家柯洛廖夫，并下令要在1964年11月7日，即十月革命节之前务必把3名苏联航天员送上天。

要把载3名航天员的飞船送上轨道，这在当时对前苏联运载火箭的推力来说是达不到的。为了执行命令，赶在美国的“双子座号”之前把3个人送上太空，唯一的出路是在原单座的“东方号”飞船上打主意。专家们绞尽脑汁对飞船进行了改装：拆掉了许多科学仪器，连生保系统的装备和储备都减少到了最底限度。但是即使这样要在内径仅2m多的球体内塞进3名身穿拥挤的航天服的航天员也是不可能的。没有别的办法，最后又决定取消了航天员的航天服。这就是说把航天员的安全仅仅寄托在飞船舱的密封性上。这是一种冒险，甚至可以说是玩命！

所谓的“上升”号飞船只发射了两次，便宣告结束。不仅其形状和构造与单座的“东方”号基本相同，而且运载火箭也完全一样，即由5组共20枚发动机“集束”构成第一级火箭的推力。因此，它实质上仍属“东方”号系列。它是苏美两霸在航天领域里盲目竞争的产物。

在大致相同的这段时间里，美国也发展了两个型号的载人航天飞船：“水星”号（见图2—7）和“双子座”号。

美国的“水星”号飞船大体上相当于前苏联的“东方”号。也是单座。从1958年10月开始，到1962年10月结束。共进行了6次载人飞行。其中2次是亚轨道飞行，4次近地轨道飞行。目标是把美国航天员送上地球轨道并把他安全回收下来。“水星”号计划表明，航天员不仅能在严酷的航天条件下生活，而且能对飞行进行灵敏的操作。因此后来的飞船就减少了很多自动设备和备份元件，而以手控方式代之。

“双子座”号飞船（见图2—8）是双座的航天器。它是美国第二代载人飞船型号，用来弥补有限的“水星”计划和保证“阿波罗”飞船操作质量之间的空隙。发射的目的是研究较长期（14天）航天的可能性、载人的和不载人的航天器在轨道上会合、对接及航天员的出舱活动。1961—1966年期间用“大力神—”运载火箭向地球轨道共发射了两艘不载人的和十艘载人的“双子座”号系列的飞船。

“双子座”号飞船上有应急救生抛出舱口和弹射椅。在飞行的主动段及应急着陆时航天员可根据必要发出指令。此时两个救生舱口盖可同时抛出，同时弹射两个座椅。飞船上还有应急救生用手柄。用它可同时起动四枚制动发动机装置，使飞船与运载火箭能在空气动力学阻力小的高空完全分离。这在保证飞行安全方面是一个重大的改进措施。

与第一个型号的飞船不同，“双子座”号具有在轨道上与“阿吉

纳”目标火箭会合和对接用的无线电寻找雷达、船上计算机、进行精细的机动飞行的动力装置。为确保在轨道上会合和在稠密的大气层里的飞行，操纵用发动机选择了二组元自燃燃料。在飞船的锥形部分装有专用雷达站，它可提供观察角度、飞船目标火箭接近的距离和速度等方面的信息。这方面的测量结果还显示在显示装置上。在对接过程中飞船的初步接触由浮动的圆锥形物体实现。它通过一个减震悬挂装置连接在“阿吉纳”火箭的前部。这个圆锥形物体在对接时能吸收任何一个方向里的冲击能量，排除反冲效应并同时将飞船导向弹簧锁住。对接之后装置将圆锥体牢牢地连接在“阿吉纳”火箭上，使火箭与飞船组成一个能在宇宙机动飞行的统一结构。

“水星”号和“双子星座”号飞船都呈圆锥形。共有 20 名航天员参加过飞行。

从以上美、苏前两个型号飞船的飞行情况看，人类已开始小心翼翼地、积极慎重地飞进宇宙。从 108 分钟到 1 天数天乃至十几天，从第一次飞行时航天员无所事事到进行观察试验、出舱活动和较复杂的会合对接机动飞行，在不到 5 年的时间里所取得的进展是可观的。自然，飞行仍处在试验阶段。

六、航天时代的开拓者——柯洛廖夫曲折坎坷的一生

斯·普·柯洛廖夫（见图2—9），是前苏联著名的科学家：科学院的院士、运载火箭和航天飞船的主设计师、前苏联航天计划的主要制订者之一和航天活动天才的组织者、航天时代的开拓者。在他的领导下，前苏联研制了一系列的弹道火箭和地球物理火箭、航天运载火箭和载人航天飞船。

人类第一颗人造地球卫星和第一艘载人航天飞船的发射成功，曾使全世界震惊和轰动。把自动考察站送上月球、航天员首次出舱活动、航天器在轨道上会合、对接……。一次又一次的成功，一个又一个的“第一”，使前苏联领导人荣耀，让国民自豪。前苏联载谢尔盖依·巴普洛维奇·柯洛廖夫（1907—1966）人航天初期的所有上述航天计划，均出于柯洛廖夫这位天才的、有远见卓识的科学家的大脑。此外，他还构思过航天站的建造，甚至设想过载人火星飞行。这位航天时代的伟大开拓者，一生功绩卓著，但生前一直隐姓埋名。不仅如此，他一生经历曲折，长期遭遇悲惨。

1907年12月30日，柯洛廖夫出生于乌克兰的一个教师家庭。父亲去世很早，母亲带他改嫁给一个工程师。由于继父的阻挠，柯洛廖夫不能进入正规中学读书。为了挣钱读书，柯洛廖夫到图波列夫所领导的航空工厂找了份工作，并以半工半读的形式念完了中学和高等专科学校。学习期间，虽然生活艰难，但他学习特别用功，而且也非常聪明。图波列夫非常喜欢和器重这个聪慧、勤奋的青年，经常给他讲解飞机设计的技术知识，并引导他迷恋上了当时刚刚兴起的航空事业。在校期间，柯洛廖夫把所有的业余时间都花费在滑翔机上，并通过滑翔机的设计和驾驶，增长了知识，锻炼了意志，成了一名才干超群、意志顽强的青年。毕业后，他留在图波列夫的飞机设计局工作，成了图波列夫的得意门生和理想的助手，又成长为一名出色的飞机设计师和勇敢的新飞机试飞员。

富于进取精神的年轻科学家并不满足已掌握的知识。神秘的宇宙已经在强烈地吸引着这只在空中翱翔的雄鹰。30年代初，柯洛廖夫拜访了著名的火箭理论家、航天理论的奠基人——齐奥尔科夫斯基，并加入了刚刚创建的火箭反推进研究小组，开始研究大型火箭。当时，这个火箭研究小组只是个民间组织，并没有得到官方的重视和支持，没有必要的设备，缺乏研究经费，全凭小组成员满腔的科学热忱和自愿捐款开展研究工作。1932年，柯洛廖夫年仅25岁就编著了《火箭发动机》一书并由军事出版社出版。与此同时，为了引起政府有关部门的重视和得到必要的经费，柯洛廖夫还在官场中积极宣传火箭的使用价值。终于，他们的研究工作赢得了当时掌管着海、陆军实权的军队首脑图哈切夫斯基的支持。图哈切夫斯基给小组提供了许多经费和物资，并允许他们免费使用莫斯科附近纳哈比诺军事工程中心的一个小型发射试验基地。同年，柯洛廖夫参加设计的液体火箭在这个试验基地发射成功。1933年10月，前苏联政府决定把这个民间火箭研究小组与列宁格勒气动力学研究所合并，成立喷气推进研究所，列为正式的国家军事机构，由柯洛廖夫担任研究所所长。柯洛廖夫终于有了大显身手的工作场所和机会。1934年，

国防部又出版了他的另一部专著《火箭飞行》。1936年，柯洛廖夫与其同事们一起设计了前苏联第一代火箭飞机……。年轻的科学家沉浸在火箭研制工作中。如痴如醉，充满激情和胜利的喜悦。他觉得，实现自己的伟大理想、飞向宇宙的时刻马上就要来临了。

可是，就在这时，前苏联的肃反扩大化运动波及到了军界。1937年，图哈切夫斯基因间谍嫌疑被判死刑，立即执行。而柯洛廖夫则被定为图哈切夫斯基的同党，也判以死罪，押解西伯利亚罚苦役。就这样，这位年仅31岁风华正茂的年轻设计师，带着满脑子的太空旅行的幻想，被迫离开心爱的火箭事业，到了一个荒无人烟的小岛，开始了开挖金矿的苦役生涯。

在肃反运动中，著名的飞机设计师图波列夫也遭逮捕。但因当时前苏联迫切需要飞机，故而没有把他判为死刑，只是被囚禁在监狱工厂继续从事飞机的研究和设计工作。当他了解到他的得意门生柯洛廖夫被罚做金矿苦役的情况后，深为惋惜。经他多方努力和极力荐举，柯洛廖夫终于作为“杰出的飞机设计师”被救了出来并调到图波列夫领导的监狱工厂，从事飞机设计工作。但是，这时的柯洛廖夫已不是刚出校门的年轻的科学工作者。他对飞机设计已经失去昔日的热情，却仍然迷恋着他的火箭设计。所以，这次的被解救并没有给他带来真正的喜悦。他心情依旧苦恼。

40年代初，前苏联当局获悉德国正在搞火箭飞弹（即“V—2”导弹）的消息，于是决定把柯洛廖夫转到四号特种监狱工厂，重新组织人马开始研究军用火箭。四号监狱工厂戒备森严，囚犯之间不准串联聊天。柯洛廖夫毫无行动自由。但这里设有许多设计室和实验室。柯洛廖夫只要一接触火箭和进入工作状态，心情立刻豁然。因此，他感谢德国人研制导弹的消息，因为这使他有重操旧业的机会。

第二次世界大战结束后，前苏联俘获了一批德国的火箭专家和“V—2”导弹的有关资料和部件。柯洛廖夫能讲流利的德语、英语和法语。他与德国专家事业相同，其当时的处境又与这些战俘“门当户对”，所以很快就成了“志同道合”的知己。1947年，柯洛廖夫及其同事们利用德国专家的智慧 and “V—2”导弹的成果，设计成功了前苏联第一代导弹。1949年，他设计的中程导弹试验成功，开始装备部队。从此以后，军界和政界对这位火箭专家也开始刮目相看。1953年，前苏联成立了导弹装备部。在导弹部部长乌斯基诺夫的推荐下，柯洛廖夫向政治局介绍了火箭研究的现状和利用多级火箭发射人造地球卫星的伟大设想。

1954年开始执政的赫鲁晓夫，对于火箭技术一无所知。在他的回忆录中讲到当柯洛廖夫向他介绍火箭知识时，他毫不隐讳地承认：“我不想吹牛，但是老实讲，我们就像一群傻子……。柯洛廖夫称它为火箭。我看它倒像一支大雪茄，不相信这家伙能飞起来。到了发射台上，我真像乡巴佬进城一样绕着火箭走，摸它，拍它，看它到底有多结实。差一点要用舌头去舐它，看它究竟是啥滋味……。”赫鲁晓夫虽然不懂技术，但刚刚执政、权力不稳，需要一些新鲜的东西来振奋人心和赢得军队的支持。于是，他很快批准成立了航天局，批准了柯洛廖夫的洲际火箭和人造地球卫星计划。

1957年8月3日，柯洛廖夫设计的洲际导弹试验成功。同年10月4

日，这位天才的科学家大胆地用捆绑式火箭成功地发射了世界上第一颗人造地球卫星。各国首脑和各地报纸纷纷发表谈话和评论，惊呼前苏联超过了美国。许多知名的专家也纷纷表示向开创航天时代的火箭总设计师表示祝贺。然而前苏联当局出于某种考虑和需要，却把柯洛廖夫“保护”了起来。不仅如此，为了迷惑世界舆论，还有意安排不搞火箭技术的谢道夫院士在有关重大场合抛头露面，以至使西方新闻界一直把谢道夫误认为是人类第一颗人造地球卫星之父。对此，柯洛廖夫曾无比愤慨和大加光火。此时的柯洛廖夫已经是拥有私人别墅的共产党员了，在航天局里担任着副局长、主任设计师和发射总指挥三个职务。但是，具有讽刺意味的是，守卫柯洛廖夫私人别墅的卫队正好是当年把守图波列夫所在监狱工厂的卫队，所以柯洛廖夫总有一种仍处在昔日阴影中的感觉。

50年代末，美国开始在报刊上讨论发展“水星”号载人飞船的计划。为了保持航天领先地位，赫鲁晓夫下令研制载人飞船。承担该项任务的柯洛廖夫提出了采用“水星”计划所设想的海上回收方案，以确保航天员的安全。但是赫鲁晓夫认为一艘前苏联载人飞船必须在本国领土上降落。如果在公海上溅落，那么西方航天技术专家和新闻记者就都可以到现场去，这样就无法避免前去迎接航天员的柯洛廖夫及其得力助手、火箭专家沃斯科里森斯基公开露面。后者当时也处于被“保护”的状态。为了遵从赫鲁晓夫关于飞船只能在本国领土着陆的政治规定，柯洛廖夫只得采取加固飞船回收装置的措施，但这必将大大增加飞船的重量，而当时还没有如此大推力的运载火箭。经过反复讨论，最后决定采取一种折衷的冒险方案：在返回舱着陆之前，把航天员弹射出去，让其乘降落伞着陆，而笨重的座舱则任其冲撞地面。在航空事业中，飞行员乘降落伞着陆已是一项成熟的技术。但是飞船返回的速度大大超过飞机飞行的速度，因此，从高速冲向地面的飞船上弹射乘降落伞着陆的方式对航天员的生命安全威胁极大。1960年12月用动物作弹射降落试验时就发生了死亡事故。

高度的责任心不允许柯洛廖夫让自己设计的飞船把航天员带向死亡，可是赫鲁晓夫的命令又不能违抗。动物试验失败后由于高度的精神负担和沉重的压力，柯洛廖夫第一次心脏病发作。他被迫住院治疗。检查中医生们还发现他的肾脏也有严重的疾患。从监狱和集中营出来的人难免这类疾病。医生们劝他们的病人长期疗养，但柯洛廖夫清楚地知道，美国的载人计划正稳步前进，时间不允许前苏联科学家有任何的懈怠。于是，柯洛廖夫决定拼死搏斗。出院后，他不但未去疗养，反而和他的同事们一起日夜奋战在设计室和试验场。

科学家们呕心沥血、日夜兼程，仅仅用了3个月的时间就制造出了3枚火箭。2枚用来作动物试验，1枚用来正式发射载人飞船。1961年3月9日和25日，2枚载动物的试验火箭均告成功。1961年4月12日，世界上第一艘载人飞船终于发射成功；人类第一名航天使者加加林安全返回地面。但是，在莫斯科红场举行隆重的欢迎仪式时，柯洛廖夫这位开辟载人航天新纪元的伟大功勋仍不得露面，只有赫鲁晓夫和加加林在红地毯上踏着方步，挥动着鲜花向欢腾的人群微笑、致意。

在通向太空的征途上一次又一次的巨大成功，当然也给柯洛廖夫带

来了宽慰和快乐。但作为一位严谨的科学家，他深知还有许多关键技术等待他去攻克。1961年以后，柯洛廖夫拟订了一个载人航天发展规划，希望发射大量的卫星式飞船，反复试验、改进，以稳步提高航天技术。但是，赫鲁晓夫对“稳步提高”毫无兴趣，只批准了其中的他认为可以争得“第一”的“第一个女航天员发射计划”和“编队飞行”计划。科学家征服宇宙的科学途径，不得不随着政治家的需要和意愿改变。1963年，美国研制双人飞船的消息传到了前苏联。赫鲁晓夫又立即提出抢先发射三人飞船的指示。时间太紧，柯洛廖夫觉得毫无把握。但是上边的精神不能违拗。否则难免再遭清洗，重做“开挖金矿”的苦役。于是他只好硬着头皮将原来的单人飞船座舱重新布局，让航天员冒着生命危险脱掉航天服，以便3名航天员能同时塞进去。就这样，1964年前苏联又抢了个“第一”，完成一次所谓的“三人飞行器”的飞行。

1965年，与柯洛廖夫长期共事的杰出工程师沃斯科里森斯基突然病逝，终年只有52岁。沃斯科里森斯基也受过多年铁窗生活的磨难，承担了近10年来神经高度紧张的工作压力，最后短命夭折，默默无闻地走进坟墓。战友的突然离去，不仅使柯洛廖夫失去一位最得力、最默契的合作伙伴，同时也使他看到了自己一生的缩影。因为他们二人有着几乎完全相同的经历和遭遇。沃斯科里森斯基的死，使柯洛廖夫的精神又受到一次严重的打击。

柯洛廖夫剩下的日子也不多了。生活的坎坷、精神上的打击、工作的压力、病魔的折磨，已经使柯洛廖夫心力衰竭。尤其不幸的是，1966年1月，在一次痔疮手术中，这位杰出的科学家竟死于一个酒鬼医生的刀下，终年58岁。

柯洛廖夫将毕生的精力和非凡的创造性劳动奉献给了前苏联航天计划的实现。他的去世，对前苏联，乃至全人类的航天事业是一个重大的损失。对于整个科技史而言，一个人的贡献总是有限的，但一个人的工作有时又是关键的、不可缺少的。柯洛廖夫死后，前苏联第一次飞船发射就失败了，接着，运载火箭“质子”号的试验又遭失败，几千万卢布付之东流。随后，又有3名航天员为航天业献出了宝贵的生命。许多航天专家认为，如果这位天才的科学家不是过早地去世，前苏联一定会赢得后来的登月竞赛。第一个踏上月球表面的将是前苏联的航天员。

在接二连三的失利之后，前苏联更加思念柯洛廖夫。为了纪念他，一艘航天跟踪船被命名为“柯洛廖夫”号。1972年，前苏联公映了一部名为《驯火记》的传记性影片。影片的主人公——安德烈，便是柯洛廖夫的化身。此外，还出版了他的传记，发表了一系列的纪念文章，邮政部门还发行了纪念他的多种邮票和明信片。只是，无论是纪念性影片，还是有关他的经历和生平的传记或文章，都悄然抹去了被流放罚苦役那一段。

第三章 经久耐用的航天器——“联盟”号飞船系列

如前所述，前苏联本来也有过一个载人登月飞行计划，并且已投入了巨大的财力、物力和人力。但是，大型登月舱和超级运载火箭的研制遇到了严重的问题。特别是当美国的航天员在月球上捷足先登之后，继续竞争已失去意义，在对手之后跑过终点线也很没面子，于是就悄悄地将该计划搁置一旁，明智地掉转方向，全力以赴发展航天站，在下一个项目中与美国争高低。

一、“联盟”号飞船

最初，“联盟”号飞船（见图 3—1）计划是为实现登月星际飞行设立的，后改为“航天站”的建立搞技术储备。它是前苏联在整个 70 年代主要的空间奋斗目标。

“联盟”号飞船研制计划中要解决的主要任务有：建立和完善两艘航天器相对运动参数的测量方法、接近和停靠的控制程序、两艘飞船的机械对接和电对接、研制实现会合、停靠程序的主发动机和配位发动机。此外，还要求在飞行过程中不断完善新的定向操纵系统、利用空气动力学升力向地球降落的方式、新的备用降落伞着陆系统等等。

研究表明，两艘航天器在空间实现会合对接，比原来想象的要困难得多。要精确地控制一艘飞船的运行轨迹，涉及到制导、跟踪、定向和航线修正等一系列技术难题。可是在美国，早在 1965 年的“双子座”号飞船的飞行中就已掌握了这些技术。第一艘“联盟”号飞船的载人飞行直到 1967 年 4 月才实现，但结局是悲剧式的。飞船着陆时因降落伞系统出故障，航天员科马洛夫坠地身亡。

科马洛夫的这次飞行是他的第二次太空之行。对于这次飞行的详情，前苏联一直未向外界披露。直到 1990 年末，前苏联官方人士才揭示出这次飞行的秘密。特别是在后来出版的前苏联航天员负责人尼古拉·卡曼宁将军的日记摘抄里，以及瓦西里·米申撰写的关于前苏联在 1966—1971 年未成功的登月计划的史料小册子里，人们开始了解到一些非常详细的资料。

资料证实了人们长期以来的怀疑。科马洛夫的这次飞行是前苏联雄心勃勃的登月计划的一部分，其任务是演练两艘飞船在轨道上会合、对接，并以太空行走的方式进行航天员换船。

计划中，“联盟—1”号飞船扮演绕月球轨道飞行的航天器角色，而“联盟—2”号飞船则扮演登月舱的角色。其飞行程序是当登月舱从月球表面起飞后，上升到月球轨道，与月球轨道上的航天器会合、对接，航天员转移到停留在月球轨道上的中继飞船上。

飞行演练计划在 4 月 24—26 日期间进行。两艘飞船的会合、对接采用半自动方式，即在 70m 以外飞船自动会合，而后的程序由航天员手控完成。在这次飞行任务中，科马洛夫将担负最困难的部分。

“联盟—1”号飞船于 4 月 23 日莫斯科时间上午 3 点 35 分发射升空。计划中，“联盟—2”号晚一天发射。

发射没有出现问题，发射人员兴高采烈。但是在绕地飞行的第二圈，飞船开始出现问题。左侧太阳能帆板没有展开，飞船内电流只有 14A，约为应提供电流的一半。此外，短波发送机不工作，但超短波工作良好。此时，科马洛夫报告说他自我感觉良好。他试图使飞船的方位朝向太阳，以补充出现障碍的太阳能帆板的能量，但未成功。在绕地飞行的第三圈，科马洛夫再次操作飞船定位，又告失败。随之故障的出现越来越多，通过飞船的助推器稳定飞船的努力也失败了。危机开始到来，航天员被告知小睡一会儿。

在飞行控制中心，工程师们对是否继续飞行争论不休。卡曼宁将军提议，让科马洛夫在第 17 圈返回并取消“联盟—2”号飞船的发射。但

最后讨论结果决定，等到第 13 圈科马洛夫醒来进行无线电联络后，分析一下情况再说。

在科马洛夫恢复与控制中心联络后，消息仍然不妙，飞船不能定位。

这一坏消息中止了一切争论。“联盟—1”号立即返地，“联盟—2”号飞船发射取消。剩下的问题是如何实现对飞船的姿态控制和安全着陆。

“联盟”号飞船的姿态控制有三种方式：天体跟踪定位、离子定位和手控定位。第一种方式因电力不足而被排除，第二种方式在太阳升起时不安全，因为传感器会因此时大气中的离子洞易出故障。手控方式要求航天员根据地平线进行定位，但当飞船处于地球阴影中时，航天员不能见到地平线，困难很大。

在科马洛夫飞第 17 圈时，他被告知采用离子定位返航。但尝试没有获得成功。在第 19 圈，地面指令航天员靠手动方式在奥尔斯克地区着陆。虽然当时飞船仍处于地球阴影中，但科马洛夫控制着飞船并借助于陀螺仪维持着飞船的平衡。当飞船飞出地球阴影，地平线出现时，科马洛夫用手控制校正了飞船的姿态。科马洛夫向地面控制中心报告他已完成上述困难的定位操作，离轨引擎已启动，他正在脱离轨道。

卡曼宁将军等人乘飞机飞往飞船的着陆地区。飞行中他们听到广播说飞船降落伞已经打开，科马洛夫已在奥尔斯克以东 65km 的地方着陆。每个人都松了一口气。庆幸科马洛夫单独驾驶着一艘失控的飞船安全返回地面，获得了一次几乎不可能的成功。

不幸的是结局并非如此。当卡曼宁将军走下飞机时，他得到的报告是，“联盟—1”号已经着陆，飞船正在燃烧，未发现航天员，搜寻人员正在这一地区寻找。

可怕的灾难已经发生，结果不容乐观。但卡曼宁将军仍怀着科马洛夫或许幸免的希望，而且此时突然从电话里传来消息，说受伤的航天员正在离着陆点 5km 的卡拉布塔克地区的医院里。后被证实，这只不过是一个令人宽慰的善意猜测和传闻。

卡曼宁将军征用一架直升机直抵飞船着陆的地点。一到现场，他就断定航天员已经死了。在那里他见到了搜寻人员和当地的几个居民。当地人说，他们看到飞船猛地撞到地上，降落伞扭绞在一起。伞盖没有打开，因撞击引起几次爆炸，没有看到科马洛夫，为扑灭大火在燃烧的飞船上压了厚厚的几层土。后来，在飞船的残骸中挖掘了一个小时，才找到航天员的尸体。

卡曼宁将军飞回奥尔斯克与总书记勃列日涅夫联系并作了如下报告：“科马洛夫已死，飞船已烧毁。主伞没打开，备用伞也失灵。飞船以每小时约 150km 的速度撞到地面，引起着陆制动引擎爆炸，使飞船起火。”

4 月 24 日国家航天委员会的成员赶到现场。到达过现场的还有尤里·加加林、科马洛夫的挚友及“联盟—1”号飞船的后备航天员。

事情发生后，美国中央情报局举行记者招待会，说飞船约在 6.5km 的高度上开始下跌。这使降落伞的吊索卡住，不可避免地导致了航天员的死亡。根据美国安全局的一名前雇员贝里·弗尔沃克说，美国设在土耳其的一个监听站记录到科马洛夫在飞船骤然向地面跌落时极度痛苦的

尖叫声。

前苏联为科马洛夫举行了国葬。骨灰埋葬在克里姆林宫墙内。这次事故，使前苏联载人航天活动停顿一年半。其间对飞船的着陆系统进行了大量的补充试验和改进。

1971年6月2日在美国“阿波罗—15”号飞临月球时，在那里放置了一尊纪念牺牲航天员的刻像。刻像背面是一块金属板，上面刻着所有为航天事业捐躯的航天员的名单。其中就有弗拉基米尔·科马洛夫。

1968年底，前苏联“联盟”号飞船恢复飞行。10月26—30日，格格·别列戈沃依乘“联盟—3”号飞行了近3天。飞行中他乘坐的飞船先后两次与10月25日发射入轨的“联盟—2”号会合，以检验飞船的结构和自动操作的性能。

1969年1月14日和15日两天内，前后连续发射两艘飞船并在轨道上实现了对接。对接后，“联盟—5”号飞船上的航天员阿·斯·叶利谢耶夫和依·弗·赫鲁诺夫身着舱外用航天服从舱外过渡到弗·阿·沙塔洛夫乘坐的“联盟—4”号飞船上。对接后，两艘飞船的各系统连接成一个整体。两艘飞船工作间的总面积为18m³。它们对接飞行了4小时35分钟，建立了世界上第一个航天站的雏型。这次飞行在整个航天史上写下了重要的一页。不久，前苏共总书记勃列日涅夫决定在克里姆林宫安排接见来自拜克努尔发射场的8名航天员勇士。关于这次接见，还有一个惊险而滑稽的小插曲。

会见安排在1969年1月22日。按照惯例，国家领导人乘坐第二辆轿车前往。当车队驶抵克里姆林宫大门时，在护卫队列中突然冲出一名穿灰大衣的瘦弱男子。他双手执枪向第二辆轿车连发16枪。防弹玻璃被击碎，司机当即死亡，一名摩托车手肩部受伤。当特工人员跑来抓捕时，刺客却在神态自若地观看自己的杰作是否达到了目的。可惜车里不见总书记的影子。

事发之后电视实况转播停播40分钟，后来由波德戈尔内代替总书记给航天员颁奖。

事后查明，刺客是列宁格勒军区航空兵某部的少尉维克多·伊林。前苏联对该事件采取了一系列惩治措施。列宁格勒军区部分头目、斯莫尔尼区军事委员及伊林所在部队的政治副团长被撤职；制造防弹玻璃的专业人员受到处分；汽车制造厂也被勒令提高国家首脑专用车的装甲防护能力。不可思议的是，刺客本人倒挺幸运。出于政治的原因和推卸责任，有关部门指定医疗部门认定伊林是个精神病患者。后来这个所谓的精神病人在喀山军队精神病院接受强制性治疗20年。出院后，伊林还理直气壮地要求政府给予平反，恢复名誉，并称他刺杀勃列日涅夫的目的是“想加快国家的改革进程”。此外他还要求政府付给他6万卢布的补偿费。

1969年10月11、12、13日3天内前苏联连续向轨道发射了3艘飞船，即“联盟—6，7，8”。7名航天员在三艘飞船上完成了这次编队飞行，盛况空前，是极其壮观的。他们完成了大量复杂的机动飞行。总机动次数达30多次。用两种方式完成机动飞行。在第一种情况下，地面控制中心根据飞船的相对位置通知航天员如何操纵，以便使他们相互接近。在第二种情况下控制中心不干与航天员的行为。航天员自己决定如

何运动、进行手控操纵。此外，“联盟—6”号飞船上还完成了一项重要的试验——在高真空和失重情况下焊接金属。试验表明，在天上进行材料焊接，原则上是可行的。所有上述技术对于建立轨道站都是必不可少的。

二、美、苏首次太空握手—— “阿波罗” — “联盟”号对接飞行

1972年5月24日美国总统尼克松与前苏联总理柯西金签署了“共同探索和利用外层空间的合作协定”。根据这一协定，同年10月确定于1975年7月15日两国分别发射一艘自己的飞船，实现一次联合试验飞行。经过双方航天员、工程技术人员和管理人员3年的共同工作，终于使这次飞行得到实施。

两国参加联合飞行的飞行器都是现有的，即“联盟”号和“阿波罗”号飞船。主要障碍是两种飞船内的大气环境及对接装置的结构各不相同。“联盟”号选用氮氧混合气体，座舱内压力相当于海平面的大气压力，为 $14.7\text{lb}/\text{in}^2$ ；美国“阿波罗”飞船内采用纯氧，座舱压力为 $5\text{lb}/\text{in}^2$ 。前苏“联盟”号对接装置采用结构环和花瓣状引导枢结构，而美国的“阿波罗”则采用探针和浮锚结构。为了实现压力不同的两艘飞船的对接和供航天员来往过渡，专门研制了一个长 10ft 、直径为 5ft 的圆筒状结合器过渡舱。它的两端可分别与“阿波罗”和“联盟”号飞船对接。对接后经过调节内部压力，航天员便可以由此通过。

7月15日莫斯科时间下午3点20分，一艘“联盟”号飞船用“SL—4”火箭从拜科努尔发射场发射，先进入 $114/136$ 英里，倾角为 51.8° 的轨道。7个半小时之后“土星—1B”火箭载着一艘“阿波罗”飞船从肯尼迪—卡纳维尔角起飞。两艘飞船在发射后的第3天早晨，经过一系列的变轨机动飞行之后，在西德上空会合对接（图3—2）。这里既处于苏联的跟踪网范围之内，也处于美国“应用技术卫星—6”的接受范围之内，后者是全球电视传输的中继站。对接时“联盟”号为靶船，是被动的。对接后联合飞行的两天过程中两国的航天员通过过渡舱进行了互访，还热烈拥抱并进行了5项联合试验。

美苏曾大肆炫耀这次联合飞行（包括完成的联合试验），其实从技术上讲并没有任何新进展。它只不过是两个超级大国为了达到各自的目的而合演的一幕小把戏而已。前苏联除为了借此修补一下它的千疮百孔的“国际缓和”的帷幕，还企图在与美国的航天竞争中产生一种“均势”；美国则把这次联合飞行作为窥视前苏联航天技术水平的一个窗口，因为前苏联对于他们的航天技术一向是严加保密的。

1lb = 0.45kg。

1in = 25.4mm。

1ft = 30.48cm。

1英里 = $1.6 \times 10^3\text{m}$ 。

三、挫折和悲剧

辛勤的劳动、勇敢的探索使航天业取得了巨大成就，谱写了不少光彩夺目的篇章。然而并非所有的飞行都是一帆风顺的，也绝不是所有航天员都像加加林那样幸运。往往，喜讯和噩耗相继而来，通往宇宙的征途上不时会遇到挫折和失败，有时甚至要付出血的代价。

1971年6月6日，前苏联发射“联盟—11”号飞船。在轨道上飞船与4月19日发射上天的“礼炮”号无人轨道站会合对接。航天员杜布洛沃里斯基、沃尔科夫及帕查耶夫三人进入站内工作了24天，创造了长期载人航天的纪录。在轨道站内航天员进行了140项科学、医学生物学试验及军事活动，对地面进行了大量的观察和拍摄，广泛研究了人的视觉能力。飞行过程中航天员感觉良好，圆满地完成了预定的全部任务。塔斯社报导说“联盟—11”号首次解决了运输飞船把航天员送上轨道站工作的问题。6月28日地面控制中心通知他们返航。航天员将研究资料及航行日志转移到“联盟”号飞船舱内，各自回到自己的座位上，检查了飞船各系统。6月29日下午9时，两个飞行器分离。飞船继续绕地飞行4小时并进行了必要的定向。6月30日晨1点35分点燃制动发动机，飞船按预定程序再入并在预定地区软着陆。直升飞机、回收人员到达现场，欢欣鼓舞地迎接勇士们胜利归来的人们奔向飞船。但是当他们兴奋而又激动地打开舱门时，他们惊呆了。他们看到的是三张毫无表情的平静的脸。预备举行的隆重的庆功仪式变成了悲哀的追悼会。这是继1967年4月24日“联盟—1”号航天员着陆时坠地身亡之后的又一恶性事故。这次不幸事件对前苏联是一次沉重的打击。使前苏联航天业笼罩上了一层阴影。从此，作为50人的一支航天员分队的指挥官卡曼宁少将的职位由沙塔洛夫接任，前者默默无闻地隐退了。

据前苏联医生后来透露，这次悲剧的原因是座舱突然漏气减压造成的。这种减压可引起人体急性缺氧，造成体液“沸腾”和气化。10秒钟内丧失意识，15~20秒内停止呼吸，3~3.5分钟后心脏停止跳动。在这样短促的时间内航天员根本来不及穿航天服。

这次事故使前苏联的载人航天活动中断了两年多。其间对飞船进行了一系列的改革：由载3人改为载2人；规定在发射、下降、对接等最复杂的飞行段航天员必须穿航天服；用化学电池代替原来的太阳电池板；姿态控制系统采用离子发动机等。

1967年初美国也曾发生过一次重大事故。预计担任首次载人飞行的“阿波罗—4”号在肯尼迪角进行地面试验时，注满纯氧的座舱里的一个火星或短路引起了一场大火。当时整个座舱充满了火焰和浓烟。无论从里边还是从外面都无法迅速打开舱门。海军少校罗杰·布·查非、空军中校爱德华·恩·怀特和另一位参加过两次航天的空军中校格里索姆被活活烧死。这次重大惨案之后对飞船结构作了重大改进，其中包括安装了能在2~3秒内打开的新的出舱口（原来的要用90秒才能打开）；用金属包皮代替了舱内的聚四氟乙烯包皮；用不锈钢导管代替铝导管……。这些改变导致设备的重量及其降落伞系统的重量增加。通过减少设备的升阻比、增加制动伞的伞衣面积等方法解决了重量变化引起的大部分问题。

格里索姆死前曾说过一句话：“如果我们死了，大家要把它当作寻常事。我们所从事的是一种冒险的事业。我们希望，万一我们发生意外，不要耽搁计划的进行。征服宇宙是值得冒生命危险的。”事后，1967年11月“阿波罗—4”号改为无人飞行。第一次“阿波罗”号载人飞行是1968年10月进行的。

在载人航天之前及载人航天初期相当长的一段时间里，对于要不要搞载人飞行曾发生过尖锐的争论。反对派里包括一些相当有权威的生物学、医学和心理学领域的专家。他们指出，从生理和心理学角度讲，航天因素对于人的机体来说是不可接受的。当航天活动中出现这样那样的失败时这种争论更是活跃异常，甚嚣尘上，有时甚至到达有意散布谣言的程度。如“联盟—11”号航天员死后，在莫斯科就谣传，当飞船在哈萨克斯坦着陆时，有一名航天员还活着。死亡的原因是长期失重使航天员丧失控制飞船的能力引起的。然而，困难、挫折、失败和事故也考验和锻炼了人们的意志，使人们获得深刻的经验和教训。就像人们永远不会因噎而废食一样，航天事业将冲破种种艰难险阻继续发展下去。今天为探险所付出的代价是对明天的投资。

四、“联盟”、“联盟 T”、“联盟 TM”号 ——最成功的飞船系列

“联盟”号飞船是迄今为止前苏联使用时间最长、发射次数最多的一种航天器。它对“轨道站”的建立，乃至前苏联整个航天业的发展立下了汗马功劳，作出了巨大贡献。在1967年4月—1981年5月长达14年中，该型号的飞船共发射40次。在1967年4月—1970年6月期间的9次发射，主要目的是建立轨道站复合体做技术准备。后来，该飞船既是轨道站的载人运输飞船，对接后又是整个轨道站复合体的组成部分。

关于“联盟”号飞船与前苏联后来发射的“礼炮”号轨道站联合飞行的情况，将在“航天站”一章一起介绍。

“联盟 T”号飞船是“联盟”号飞船的改进型。船上装备了太阳能电池组、新型无线电通信系统、导航定位系统、飞行控制系统和计算机系统。1979年12月26日首次试飞时不载人。完成“联盟 T”号飞船首航任务的是航天员尤·弗·马雷谢夫和弗·弗·阿克森诺夫。他们驾驶着飞船与“礼炮—6”轨道站——“联盟—35”号飞船复合体实现了轨道对接。包括不载人飞行，该型号飞船先后共计发射15次。

“联盟 TM”飞船是一种“联盟 T”改进型的载人飞船。改进主要涉及飞船的动力性能和船上系统。它可以将3名航天员送上350~400km高的轨道（以前的轨道高度是300km）。为此所采用的措施是减少飞船的净重和采用更轻、更坚固的材料制造应急救援系统和新的发动机装置。在与轨道站会合、停靠和对接时也使用船上的发动机来实现。此外还完善了航天员与地面之间的无线电对话系统、角速度测量仪器、发动机燃料储存装置等。首次乘坐这种新型飞船的航天员是尤·弗·罗曼年科和阿·拉维金。他们1987年2月6日乘“联盟 TM—2”起飞，是“和平号”轨道站的第二批主乘务组成员。在他们飞行期间前苏联航天员阿·普·阿列克桑德罗夫、阿·维克托林科和一名叙利亚航天员姆·法利斯乘“联盟 TM—3”号前来拜访。共同飞行8天后阿列克桑德罗夫更换拉维金留站工作，罗曼年科继续留站工作，而另三名航天员乘“联盟 TM—2”返回地面。1987年12月21日布·季托夫、姆·马纳洛夫和阿·列夫钦科乘“联盟 TM—4”来站轮换罗曼年科和阿列克桑德罗夫。29日罗曼年科、阿列克桑德罗夫和列夫钦科乘“联盟 TM—3”顺利返回。届时罗曼年科连续飞行326天，再次刷新了长期飞行记录。在将近一年的飞行过程中，罗曼年科同其他航天员一起完成了大量的科学考察工作，对苏国民经济发展和国防建设作出了巨大贡献。他们共进行天体物理实验600次，地球物理实验130次、加工工艺实验近100次，航天医学—生物学实验170次，为国民经济各部门对地目视观察80余次。

美国和前苏联以前研制的飞船现在均已全部淘汰不用了。“联盟 TM”号飞船是目前世界上仍在继续使用的唯一的一个飞船型号。自1967年4月“联盟—1”号飞船首次飞行至今，该系列的飞船已运营了近30年。实践证明，这是一种经久耐用、性能良好的运输飞船，目前它仍没有被淘汰的趋势。不仅如此，美国还计划用它做为未来国际空间站营救航天员的运输工具。尽管美国已经拥有更先进的航天器——航天飞机。

第四章激烈的登月竞争

五六十年代，前苏联和美国在太空领域的角逐和竞争如火如荼。在竞先把本国的航天员送上太空之后，他们便把目光瞄向了月球，并开始全力以赴，奋力拼搏，以便自己的航天员在那里捷足先登。

一、牵动人心的“阿波罗”登月飞行

(一) 计划的诞生和方案的确立

前苏联于 1957 年抢先发射世界上第一颗人造地球卫星之后，又于 1961 年把人类第一名航天使者送上地球轨道。从表面上看，前苏联在航天领域屡拿金牌，遥遥领先。这大大刺激了技术力量雄厚的美国人，连美国总统肯尼迪也惊呼：“我们落后了！”

为了打破前苏联的航天优势，1961 年 5 月 25 日美国总统肯尼迪批准了航空航天局的登月计划，并在国会上大胆地提出了在 1970 年以前先于前苏联把人送上月球的任务。肯尼迪以一种历届美国总统都没有的坦率态度警告美国人民，除非他们具有跑完全程的毅力，否则就不要接受这项任务。这项任务就是后来以希腊神话中的一个太阳神的名字命名的著名的“阿波罗”载人登月探险计划。

为研制大型运载火箭，著名的火箭专家布劳恩及其 4 人小组划归国家航空航天局。政府同时为“土星—5”号火箭的研制经费拨款 1.4 亿美元。在以后的日子里，尽管失败、事故和来自某些方面的苛刻批评接连不断，但美国人民和他们的政府在支持“阿波罗”的计划中从来没有动摇过。他们下定决心，一定要“把苏联人摔倒在月球上”，以雪屡屡败北之耻。

肯尼迪的继任者约翰逊也坚定不移地关心和支持“阿波罗”计划，甚至于当这一计划连在政治上的收益都被怀疑时，也不动摇。自第二次世界大战后，在美国还没有一项国家政策受到过这样持久的、坚定的支持。

“阿波罗”计划早在 1957 年便开始设想。1960 年左右曾认为登月的途径无外乎两种：一种是“直接登上月球”，一种是从地球轨道发射站上发射。后来兰利实验室的一个名叫霍博尔特的工程师提出了一条全然不同的月球轨道会合方案，就是用一艘比较小的航天飞船从月球轨道上下降到月球上，完成探险任务之后再在月球轨道上与母船会合对接，返回地球。经过一场激烈的内部大争论之后，霍博尔特的设想被采纳了（见图 4—1）。据较保守的估计，这一技术途径使“阿波罗”的登月着陆至少提前了两年。

在最初的登月舱设计中，在每位航天员座椅前方的舱壁上各安排了两个窗口。较大的一个舷窗口与航天员的眼睛齐平。因航天员是坐着的，窗口距航天员的眼睛的距离为 60cm。较小的一个舷窗口靠近航天员的膝盖。两名航天员前的 4 个舷窗口的总面积达 11m²。这样的设计很不理想。首先，由于舷窗的总面积过大，暴露的阳光太多，而缩小面积又会影响航天员的视野；其次，由于窗口离航天员的眼睛较远，视野非常有限，给月球着陆过程中航天员对着陆地地点情况的观察造成了极大的困难。此外，因为窗口大，重量也大，侵占了其他设备的重量。

为了找到一个使窗口缩小、重量减轻、视野又好的合理的设计方案，设计师们绞尽了脑汁，并经常为此争论不休。一天，航天局的一名叫乔治·富兰克林的工程师发牢骚说，登月舱从与服务舱、指挥舱分离到在月面上着陆总共只有 1 小时，甚至更短，为什么非得让航天员坐着，站着难道不行吗？！

“站着？”是的，站着！一句牢骚话为设计师们打开了思路。一个新的合理的新方案由此产生了。航天员站着，可以使眼睛靠近窗口向外观察，视野大大地扩展了。在这种条件下窗口可以设计得很小，从而也减轻了重量。真是踏破铁鞋无觅处，得来全不费工夫！

“阿波罗”计划是一项宏伟庞大的任务。没有哪一个单位、部门或公司能够单独完成它。在实施该计划的过程中，大约有40万人和2万多家公司参加，耗资总计239.15亿美元。

（二）登月前的准备

实现首次载人登月，面临一系列的问题和困难。而首先要求回答的问题是，月球表面到底是个什么样子？飞行器能在那里安全着陆吗？它能承受飞船和航天员的质量而不使之陷入尘埃吗？最佳的降落着陆点应选在哪里？为了侦察月球上的情况，美国在1961—1967年间发射了一系列的自动月球探测器。其中包括9个“徘徊者”探测器，7个“勘察者”和5个“月球轨道飞行器”。发射“徘徊者”无人探测器的目的是用火箭将电视摄影机发射到月面上去拍照。

好事多磨，万事开头难。1961年8月发射的“徘徊者—1”号在进入地球轨道后，由于最后一级火箭发动不起来，而停留在地球轨道上不能飞向月球。3个月后发射的“徘徊者—2”号，命运与“徘徊者—1”号相同。1962年1月发射的“徘徊者—3”号，由于运载火箭的误差，结果偏离月球37000km。1962年4月发射的“徘徊者—4”号，由于控制系统的故障，撞到月球背后去了。同年10月又发射了“徘徊者—5”号，但在即将到达月球之际，发动机熄火，登月成为可望而不可及。1964年1月发射的“徘徊者—6”，总算一路顺风到达了目的地，只可惜在落向月面时，电视摄影机失灵，前功尽弃。直到这年7月，“徘徊者—7”号登月，终于取得成功，拍回4316幅珍贵的月面照片。

3个型号的月球探测无人飞行器，先后对月球表面进行了大量拍摄、取回了月球土壤和岩石标本，考察了月面的坚实程度，对适宜的着陆地点进行了反复的选择和测绘。到1967年年底，美国航空航天局将第一次有希望的登月地点筛选并剔剩到“静海”、“风暴海”等5处。

如前所述，在此以前美国已经发展过两个型号的航天飞船。截止1966年11月美国已经聚积了1993个小时的航天经验和12个小时的出舱活动经验。尤其是“双子座”的会合和对接技术，对于完成“阿波罗”计划是非常必要的。因为登月舱和“阿波罗”母船必须在月球轨道上会合对接后才能回到地球上，同时还证实了人可以在失重条件下生活七八天，这正是往返地球—月球之间所需的期限。“双子座”的出舱活动也可以使航天员获得一种像是在月球上那样小重力情况下工作的感觉，若是在月球轨道上的对接遇到麻烦，这也是一种排除故障的很好的演习。后来的所有“阿波罗”飞船的船长都参加过“双子座”飞船的飞行。“阿波罗”飞船的应急救生系统也大部分在以前的飞船上经受过考验。

在以往的航天员训练和飞行实践的基础上，针对登月任务而拟订的航天员专门训练计划针对性强，省时且高效。训练的重点是练习控制登月舱的着陆和在相当于 $1/6$ 地心引力的月球重力环境下活动，如潜水训练、用带子把他们绑在一个倾斜面上产生一种 $1/6$ 重力幻觉的活动训练、

及采集地质标本的知识学习。

“阿波罗”飞船的研制分两个阶段。第一个阶段是研制 型飞船，用于早期的地球轨道飞行试验；第二阶段是研制完成登月任务的 型飞船。

“阿波罗”号飞船主要由救生系统、指挥舱（或叫航天员乘员舱）、发动机舱（或叫设备舱）和登月舱组成（见图 4—2）。指挥舱是飞船的主体，是飞船的控制中心，也是整个飞船唯一返回地球的部分。在该舱的头部装有在地球上着陆的系统、反作用系统发动机、天线、救生系统和正面闸门；在舱的后部有反作用操纵系统发动机和燃料箱，因为它是航天员工作和休息的主要舱室，所以这里还有通信、导航、控制计算机和显示仪器。救生系统飞船在发射阶段的 60km 以下的脱险装置，一般是在飞船上升到 80km 后将其抛掉。发动机舱内装有环境控制系统、推动系统、电源、通信、制导、姿态控制和变轨发动机设备。登月舱分为下降段和上升段两个结构，分别用来将 2 名航天员降落到月球表面上和送回等候在月球轨道上的母船上。在指挥舱和登月舱之间有一个连接隧道，供航天员过渡用。

“阿波罗”计划的关键性技术问题还有大推力的运载火箭的研制。运载火箭的发展计划分三个阶段进行。第一个阶段是研制“土星—”，主要是作技术准备；第二个阶段是研制二级火箭“土星—1B”；第三个阶段是研制三级火箭“土星—5”。“土星—5”高达 85m，有效载荷总重量为 49~71.5t（第一级推力为 470 吨力，第二级为 520 吨力，第三级为 90 吨力），总功率为 2 亿马力。

“阿波罗”计划中要求最高的是可靠性问题。过去的飞行都是在地球轨道上，飞行中出现故障可以在几分钟内应急返回，然而“阿波罗”要飞到离地球 38 万 km 的月球上去，一旦出现故障需 3 天的时间方能返回地球。在极其恶劣的宇宙环境条件下这么长的时间将意味着什么是显而易见的。因此，只能要求各方面严格把关，作到万无一失。为此除了在地面对所有元部件进行反复严酷的考验外，在登月前又进行了一系列飞行试验，包括 6 次无人亚轨道和地球轨道飞行试验，1 次载人地球轨道飞行试验和 3 次载人月球轨道试验。

为航天员登月而研制的航天服每件价值 30 万美元。白色的服装和背包生保系统、应急氧储备及天线装置，共重 93kg（但是在月球上的 1/6 地球引力条件下只有 15.5kg）。服装由 16 层材料组成，可以保温、防微陨石袭击。服装内有冷却和供氧系统，以维持航天员生命。胸部有一组用于操纵和检测背包系统的控制盘。背包长、宽尺寸为 65cm × 45cm，它供给航天员氧气、冷却服装循环的水、小型无线电发报机和一个氧气净化装置。

头盔通过一个金属卡圈与服装颈部相连接，头盔有两层面罩，可以防护航天员眼睛不受紫外线、红外线和流星微粒的伤害。头盔外壳由一种很结实而且轻巧的聚碳酸盐类材料制成。在头盔下是带有两套耳机和送话器的小帽。

加压手套有一个特殊纤维做的外壳，内层是绝热材料，以防在工作

1 马力 = 735499W。

中同热物体或冷物体接触时手受伤。手套的指端由硅有机橡胶制成，可提高航天员手指的敏感性。

套靴由 21 层绝热材料做成。

在指挥舱内航天员可不穿航天服而只着贴身的“衬衣”。它是由上衣和裤子组成的轻便的特氟纶飞行服，保暖性能良好，衣袋里存放着航天员的必用品。

“阿波罗”号入轨前航天员救生方案见图 4—3。已决定让美国的“阿波罗—11”号飞船承担首次载人登月任务。为这次飞行任务的完成，从 50 名现役航天员中挑选了三名最棒的航天员。他们是尼尔·阿姆斯特朗、文得温·奥尔德林和迈克尔·柯林斯（见图 4—4）。阿姆斯特朗担任飞行指挥。

谦逊、沉静、细心而且略带腼腆的尼尔·阿姆斯特朗在学生时代就成绩优秀。中学时代曾为生病的教师代过课。工作后他成为一名优秀的喷气式飞机的驾驶员，当过试飞员，飞行技能超群。他曾作为海军飞行员参加过朝鲜战争。在朝鲜战争中，他的飞机被电缆切去一段机翼，但他仍顽强地驾驶飞机飞到安全地区跳伞归队。他曾驾驶过 X—15 火箭飞机并创造了飞行高度和速度的纪录。1963 年 3 月 16 日，他担任指令长与斯科特在乘“双子座—8”号飞船的飞行中，表现了非凡的勇敢、镇定和智慧。当飞船与“阿金纳”上面一级火箭对接时，由于一枚反推火箭发生故障，两个航天器失控。阿姆斯特朗当时沉着冷静，果断快速地脱离对接，驾驶飞船紧急降落在太平洋上，避免了一起事故。

空军上校奥尔德林被评价是一个态度明快、爽朗、精力充沛和有决心的人。他永远知道自己的目标是什么及如何去达到这些目标。奥尔德林的父亲就是一位肯冒险的飞行员。他认识飞机之父莱特兄弟中的一个，跟美国火箭之父哥达德学习过。奥尔德林受父亲职业的影响，西点军校毕业后成了一名战斗机驾驶员。后来，他又在麻省理工学院获得航空博士学位。据说，他是美国航天员中最有科学头脑的一个并被视为登月飞行的最佳人选。这一评价被他在飞行中的表现所证实。举个小例子，1969 年 7 月 20 日，当他在阿姆斯特朗之后走出登月舱时，为了防止舱门被锁住，他小心翼翼地只将舱门虚掩。这个细节足见奥尔德林的细心和精明。

迈克尔·柯林斯出生于罗马，毕业于一所陆军大学。他的父亲是一位驻外使馆的将军。与奥尔德林不同，柯林斯生性活泼，举止潇洒，充满热情，凡事看得开，尽情享乐人生，是一个绝无城府、并不把自己看得太认真的人。在这次恒古第一遭的登月活动中，他的任务是留在绕月球轨道运行的指挥舱内。他甘当配角，让阿姆斯特朗和奥尔德林去亲身登月，创造轰动全球、留芳百世的历史。这种不计较个人得失、不争功名的崇高合作精神，获得了广泛的敬意。休斯顿飞行控制中心的报告员后来在广播中不无崇敬地说：“柯斯林留在绕月轨道上。除了一驾磁带录音机外，真是举目无亲。在绕月飞行的 12 圈，近 10 个小时内，月面上的活动充满激情，而他谁与为欢？！他体验了自亚当以来任何人都不曾体验过的孤独与寂寞。”

三位航天员性格各异，在这次飞行中分工、任务也各不相同，但他们是合适的搭档。除此之外，非常有趣的是，他们都生于 1930 年，又都

结了婚，有子女。

（三）牵动人心的登月飞行经过

三位航天员奔月启程的日子是 1969 年 7 月 16 日。早晨 5 点半，当他们身穿航天服出现在发射场时很像上战场比武的中世纪骑士。成千上万的人从四面八方赶来肯尼迪角观看这次轰动全球的登月发射。特约客人包括美国国会成员、国外大使和各国的新闻记者。红十字会的急救站沿交通干线以预定的距离建立起来。人们站在观望台上、海滩上、轮船上，而更多的人是坐在电视机旁屏气注视着矗立在发射台上的足有 36 层楼房高的白色庞然大物——登月飞行器。

中午 12 点 32 分，随着“点火”一声令下，一片浓烈的烟雾在火箭的尾部从平台下云涌而出，接着从发动机内喷射出闪耀刺目的火舌。3817t 重的飞行器努力克服地心引力腾空而起，穿云拨雾作弧形直冲九霄外。火箭的巨响超出了正常的听觉范围。沉重的轰隆声、怒吼声和强烈的冲击波使人们感到恐怖和窒息。好一幅惊天动地的奇观！卫星和无线电波把电视和广播协会的公开电信节目传送到全世界。在这里所发生的事件，甚至连最老练的记者都没有经历过，以至于美联社和国际合众社的电视传真在一段很长的时间里哑然无声。这种情景在以往的新闻报导中是从未出现过的。相反，3 名航天员却表现了异乎寻常的镇静。他们的心率比等待发射的时刻，以及在参加以往的“双子座”号飞船发射时还要低。

此时，尼克松总统在华盛顿也坐在电视机旁观看这一壮丽又令人惊异的场景。随后他宣布，4 天之后为月球探险全国庆祝日并放假一天。

这次为时 8 天、行程 80 万 km 的整个飞行程序如下：“土星—5”号三级火箭及飞船上的动力装置，首先将飞船送上地球轨道，然后转入飞往月球的轨道，最后进入月球轨道。在飞行器绕月飞行的过程中，两名航天员从指挥舱过渡到登月舱并乘登月舱下降和在月球表面上着陆。完成任务后两名航天员再乘登月舱的上升段起飞，进入绕月飞行轨道，与指挥舱会合、对接，航天员再返回到指挥舱。此后登月舱和指挥舱再次分离，前者被遗弃在月球轨道上。3 名航天员一起返航。在进入稠密的大气层之前，设备舱被抛弃，唯独指挥舱利用空气动力学特性下降并返回地面。

7 月 19 日正午，飞船进入月球轨道。扣人心弦的时刻到了。此进飞船飞到月球背面足有 33 分钟并与地球失去了无线电联系。此时若是设备失灵或出现一点点计算机错误，航天员就将永远无法返回故乡。飞船在绕月飞行的第 13 圈开始降落程序。当发动机点火时阿姆斯特朗的心率从 77 次/分钟一下子升到 111 次/分钟。

当两名航天员以 150m/h 的速度逼近目标时，他们突然发现一个惊人的危险：预定的着陆点竟是一个大坑，里面散布着巨砾。阿姆斯特朗马上抓住操纵杆，花了大约 19 秒钟驾驶着登月舱避开大坑并安全着陆在离预定着陆点 4 英里远的地方。此时阿姆斯特朗的心率是 156 次/分钟。如果这次飞船不是有人驾驶，而是一艘无人驾驶的自动飞行器，那么很可能就会像前苏联的“月球—15”一样坠毁了。不同的结局充分表明载人航天的优越性。

着陆之后，航天员立刻对舱内系统进行检查，以便在发现威胁他们

安全的隐患时迅速从月球起飞，紧急返回地球。

1969年7月20日下午10时56分，阿姆斯特朗身背救生背包走下登月舱的扶梯，在月球土壤上印下了人类第一个脚印（见图4—5）。这时他说了一句极符哲理又非常著名的话：“对于一个人来说这只是一小步，但对于整个人类来说，这是跨出了一大步。”1969年7月20日正好是星期天。据后来估计，在地球上收看登月实况的电视观众大约有5亿人。大概这是有史以来最多的观众。由于现代通信的奇迹，使亿万人同阿姆斯特朗一起分享胜利的喜悦，同时也经历着激动、紧张，为探险者的安全焦虑和担忧。人类终于和月球接触了。对于探险家来说这是许多世纪梦寐以求、悠然神往的幻想的实现，而对于科学家来说这是了解月球和地球的起源与性质的最好机会。

航天员开始在1/6地心引力条件下小心翼翼地在月表上行走，样子好像梦游者，蹒跚而行。后来他们渐渐放大了胆子，而且发现以比较长的弹跳步伐前进是一种较好的前进方式。于是他们就像袋鼠般跳跃，其敏捷度又像羚羊。

人们通常用最美好的语言赞美月亮。说她洁白如玉，温柔安详。然而亲临其境的航天员所看到的却是一种广大、寂寞和贫瘠的景象。这里既没有嫦娥白兔，也没有吴刚桂树。到处是粗石、细沙、高地、坑穴、断层、幽谷，千疮百孔，满目疮痍。这里单调死寂，没有空气，也没有生命。

月球上没有空气，这也造成了奇特的效果。因为没有空气传导声波，航天员除了无线电话机上的讲话声和劈拍声以及自己的呼吸声和动作发出的响声外，什么也听不到。

月球上的天空没有颜色——白天夜间都是黑洞洞的。黑色天空中的星光比从地球上看见的要亮得多，而且不闪烁。

由于没有空气调节，月球表面上的温度在白天可升到260°F（高于地球上的沸点温度），而在夜晚则至少降到零下240°F，能使寒暑表里的水银冻结。

因为月球自转较慢，月球上的白天和夜间大约是地球上相应时间的2倍。

因没有空气的阻挡，月球表面上的辐射剂量要比地球上大得多。

航天员在月球表面上一共行走了2个多小时，其间他们还安放了科学仪器，收集了月球土壤和岩石的样品，在月面上插了一面美国国旗。预定计划完成之后，他们乘登月舱起飞上升，与始终在指挥舱内等待他们的柯林斯会合。

在飞船指挥舱内规定一日三餐。食品有三种：脱水食品（吃前要用 水溶化），胶状食品（可以用勺吃），另外还有部分定量包装的份饭。饮用和溶化食品所需的水是在加热装置里获取的氢和氧反应的产物。指挥舱有三个水龙头，登月舱只有一个。龙头上安装了收集饮用水中氢气泡的专用过滤器。指挥舱和登月舱里都备有药箱。

“阿波罗—11”及与之相依为命的航天勇士们经过8天3小时17分22秒的远航之后，顺利返回地球，溅落在太平洋上。为了打捞他们派出了将近7000名海军人员、9艘船只、54架飞机。“阿波罗—11”号凯旋日，尼克松总统亲自来到主打捞舰“大黄蜂”号上迎接美国人的骄子和

勇士们。这在以前的航天活动中是从未有过的。

在“阿波罗—11”登月飞行前，在美国曾畅销过一本科幻小说。书名叫《比拉流星菌种》。内容是说航天员如何从外空带回一种可怕的病菌并肆虐地危害人类。在此背景下，美国生物学家虽怀疑月球上会有什么病毒或细菌，但国家科学院宁可信其有，并对从月球返回后的航天员及其物品制订了严格的隔离措施。7月24日中午，飞船溅落在太平洋上。舱门一打开，蛙人便将细菌隔离衣递给航天员，然后用直升机把他们运到17km外的航空母舰上，并立即送入活动隔离车。在举行有尼克松总统亲自参加的欢迎仪式时，总统只得用扩音器在1m之外对他们致欢迎词。此后，他们便像古代麻疯病人那样被送往休斯顿接收严格的隔离检疫。所带回的月球样品，乃至飞船都被放进一个造价900万美元的“月球返回接待实验室”。检查结果没发现任何病菌或芽胞。

“阿波罗—11”号以高度的精确性进行了首次载人登月着陆。所有系统性能良好，工作准确无误，几乎达到了尽善尽美的程度。

“阿波罗—11”号进行了一次完美漂亮的登月飞行。然而“阿波罗—15”号的飞行却是几经周折，遇到不少麻烦。例如出现火箭发动机系统电路短路、饮水系统漏水和登月舱漏气等等。

在“阿波罗—15”号登月过程中，航天员首次在月球上乘坐“月球车”遨游（见图4—6）。这是一个双座的自动行驶装置。车上人和设备的总载重量为690kg。航天员三次乘车共旅行了大约6小时。在一次旅行中“月球车”的前轮回转系统出了故障，航天员只得靠后轮拐弯。航天员在月面上安放了月震仪，发现并拍摄了一系列月球上的现象，向月球轨道发射了一颗小型科学卫星（它将在数月内向地球播送信息资料），带回地球77.5kg月球土壤样品。在返回降落时又出现了一严重故障：一个降落伞卷在一起打不开。这是这次飞行中最危险的故障，对航天员的生命造成极大威胁。据事后分析，故障最可能的原因是在指挥舱着陆前倒掉残余的发动机燃料时使降落伞的尼龙吊伞绳受到损坏，因此决定从此以后不再倒掉这一燃料残余物；故障的另一原因也可能是降落伞的固定环坏了，所以后来将钢制环改成镍和钢的合金环。

航天员们历尽艰险经过了长时间的紧张和不安。当他们确实实地意识到自己已经脚踏实地地返回故乡——地球时，内心充满了过去从未曾体验过的宽慰、踏实和无比的幸福。如果说“阿波罗—15”的飞行勉强算是一次成功飞行的话，那么“阿波罗—13”则是一次失败的飞行了。1970年4月11日，“阿波罗—13”号飞船从肯尼迪航天中心启程飞往月球。13日晚，飞船已经飞行了56小时，行程40万km，离月球只剩下一天的里程了。突然，服务舱“砰”的一声爆炸，切断了指挥舱内的动力和氧气供应，使船上的导航、通信及生命保障系统陷于瘫痪。众所周知，氧气是生命须臾不能离开的东西。燃料电池的失灵，不仅使飞船丧失能源，无法控制，而且失去了饮用水的来源。无能源、无氧气、无饮用水……后果不堪设想。灾难无情地降临到航天员头上。

不幸中之万幸，登月舱幸好还完好无损。航天员只好转移到登月舱避难。然而登月舱狭小，而且水、电、氧气、食物和燃料只能供两名航天员短期使用。但少总比没有强。

登月是不可能的了，只有立即调头返航。

休斯顿飞行控制中心和肯尼迪发射指挥中心经过 12 个小时紧张的模拟、计算和分析，作出决策：借助月球引力继续飞行，待飞船绕到月球背面，再启动登月舱的发动机，进入返航轨道。这样做一方面可以借助月球引力加快飞船速度，节省燃料，另一方面可以减少导致飞船进一步受损的可能。

航天员们度过了紧张而近乎绝望的 5 天 5 夜。此时飞船正处于月球的背面，与休斯顿航天中心的无线电联系已经中断。航天员们不得不依赖他们佩戴的“姆米夏”手表，在极为精确的那一刻点燃了火箭发动机，奇迹般地使飞船沿着安全轨道返回地球。“阿波罗”号飞船的着陆系统见图 4—7。

航天员依靠自己坚毅、沉着、自律和合作的精神及品质，与地面密切配合，终于死里逃生，创造了奇迹。为此，美国航天局向他们颁发了最高奖赏——“斯诺皮”奖。

整个“阿波罗”登月计划，以 1970 年 12 月 7 日—12 月 19 日的“阿波罗—17”号飞船的飞行宣告结束。该计划中先后共进行了 7 次登月飞行，一共带回近 400kg 的月球样品、获得 15000m 的月球全景摄影和测地摄影的软片，在月球上安装了 5 套科学仪器。航天员在月球上停留的时间总计为 299 小时 34 分，外出到月面的时间为 80 小时 14 分。在登月计划实施的过程中，取得了一系列的技术突破。其间既有辉煌，也有挫折。它是航天领域中两霸竞争的产物，也是技术发展和勇敢精神的结晶。“阿波罗”号飞船载人飞行概况见表 4—1。到目前为止，从工程技术上讲，它代表载人飞船发展的最高水平，它的意义和价值主要表现于此。至于其他经济价值和科学价值，各国专家们都很审慎地发表评论。

自首次载人登月成功至今，26 年过去了。人们都一直惦念着昔日 13 名登月英雄的去向和生活现状。现简单介绍其中较典型的几位。

编号	发射日期 (年、月、日)	飞行时间	航天员	任 务	故障及医学问题
7	1968.10.11	10天20小时9分	希拉、 艾西尔、 坎宁安	验证指挥舱和服务舱性能；了解飞行期间航天员活动能力；与土星-4B会合，模拟对接；从飞船上播送生活电视	航天员在飞行中患呼吸道病毒感染综合症
8	1958.12.21	6天3小时	博尔曼、 洛弗尔、 安德斯	第一次载人月球轨道飞行；对月球进行科学摄影	航天员产生运动病
9	1963.3.3	10天1小时1分	麦克迪维特、 斯科特、 施维卡特	模拟登月飞行；绕月球轨道飞行，拍摄了红外彩色照片	因航天员患病毒感染，发射推迟3天；因空间运动病，修改了飞行中出舱活动计划
10	1969.5.18	8天3分	斯坦福德、 塞尔南、 约翰·杨	验证飞船及维持设备性能，鉴定指挥舱在月球轨道内的性能；飞船绕月球飞行，考查“阿波罗-11”号的着陆点	玻璃纤维绝缘材料刺激皮肤、眼睛和上呼吸道
11	1969.7.16	8天3小时18分	阿姆斯特朗、 柯林斯、 粤尔德林	完成登月计划，在月球上停留21.3h；在月球上采集岩石，装置月震仪、激光反射器和太阳风测试仪，并发送电视图象	飞行中两次被闪电击中，使电子系统发生故障，但得到及时修复。导电膏引起接触性皮炎
12	1969.11.14	10天4小时36分	康拉德、 戈登、比恩	两名航天员在月球上停留31小时，两次出舱活动；在月球上安装了核动力科学站，测量月球磁场、收集59kg土壤标本；飞行期间面向地面发送10次电视	

(续)

编号	发射日期 (年、月、日)	飞行时间	航天员	任 务	故障及医学问题
13	1970.4.11	5天 22小时 55分	洛弗尔、 海斯、 斯威格特		飞行过程中由于服务舱氧气箱被电诱发起火而中止飞行,被迫取消登月,航天员有泌尿系统感染
14	1971.1.31	9天 42分	谢波德、 罗斯、 米切尔	两名航天员两次登上月面,采集标本、安装彩色电视、运送物品、拍照; 在飞船上进行材料加工和金属铸造等试验	
15	1971.7.26	12天 7小时 12分	斯科特、 沃登、 欧文	首次使用月游车; 飞行期间航天员收集标本,在月面建立核动力试验站,记录月球环境数据; 在月球轨道发射一颗人造月球卫星	出现心律失常和期外收缩
16	1972.4.16	10天 14小时 51分	马丁利、 杜克、 约翰·杨	3次在月球表面活动,采集标本,拍摄照片; 从飞船上发射一颗月球卫星; 研究闪光现象	
17	1972.12.6	12天 13小时 51分	塞尔南、 埃文斯、 施密特	3次舱外活动,采集标本 113kg; 对月球的热度、重力、大气成分、地质、月面陨石等进行了研究; 在月球建立了核动力科学站	

尼尔·奥尔登·阿姆斯特朗是当年乘“阿波罗—11”号飞船第一个踏上月球的航天员。月球之旅以后,他告别了航天员职业,开始在美国航空航天局设在华盛顿的机构内任职。1971年他离开该机构到辛辛那提大学任航天工程系教授。1979年后他下海在航空电子贸易公司当顾问,他还为一个月球之行电视纪录片当过主讲人。1986年出任过查林杰灾难总统府调查委员会副主任。阿姆斯特朗现年64岁。他性格内向,不喜欢抛头露面和张扬过去。结束航天生涯后,他生活同过去一样。现在俄亥俄州莱巴嫩城的自家农场过着平静的生活。他同妻子珍妮特生有两个儿

子。不幸的是他因同一位电影明星有过一段浪漫经历后离婚。

埃德温·布茨·奥尔德林也是“阿波罗—11”号飞船乘务组的成员之一。登月飞行结束后他的变化最大。当他得知自己像一部机器被人摆弄之后，心理发生了严重变态。返地后他自然成了引人注目的人物，从此问题也就出现了。他不能适应这种生活并且越来越不能保持心理平静，以至他开始意志消沉和酗酒。登月飞行后他曾在国家航空航天局工作过并获得了麻省理工学院博士学位。1971年他到加利福尼亚州爱德华兹空军基地飞行员学校出任领导。由于他缺乏领导经验和个性较强，不能胜任这项工作。这期间，任何一件事都使他不顺心。最后他只得住院接受心理治疗。在1973年他撰写的自传《返回地球》中，把自己的问题归咎于抑制不住情绪冲动。与此同时，他总是感受到他父亲给他的一种压力。父亲是一位陆军上校。在自传中他回忆并描写了这个“老头子”在得知他儿子没能成为第一个登上月球的人之后如何大发雷霆。现年64岁的奥尔德林两次离婚，现已第三次结婚。他酗酒和意志消沉的情况已得到控制，现居住在加利福尼亚州，生活充满活力和新思维。

艾伦·比恩是“阿波罗—12”号飞船的乘员。他现住在休斯敦市郊。他说：“我是唯一到过另一个世界又能描绘出它的艺术家。”这位工程师从1962年开始绘画。返地后，宇宙和月球给他的印象激励他把登月情景再现于他的艺术创作。62岁的比恩决心在10~15年中完成200幅有关月球之行的画稿。

艾伦·谢泼德是“阿波罗—14”的航天员。他是美国航天史上第一个在月球上打过高尔夫球的人（这是那次旅行中的一种象征性活动）。他现年70岁，是所有参加过登月飞行的航天员中年龄最大的一位，也是“阿波罗”计划中成绩最突出的人之一。

戴维·斯科特曾是“阿波罗—15”号飞船的乘员之一。返回地球后，他和同伴詹姆斯·欧文一起卷入了一项丑闻。他把400多个贴有邮票的信封带到太空并加盖邮戳，然后出售。这件丑闻的代价使他离开了航天机构，现为加州一家太空运输咨询公司服务。

哈里森·施米特是“阿波罗—15”的乘员之一。他是唯一一位利用登月之行竞选并当上新墨西哥州共和党参议员的航天员。他现在在该州阿尔伯克基市，从事科技和政治方面的咨询工作。

二、流产的前苏联载人登月计划大曝光

从表面看来，前苏联似乎不曾有过什么载人登月计划，也从未见官方新闻媒介的任何有关报导。但事实上，该计划确实存在过。只是由于技术上的原因，它屡遭挫折，步履维艰，又因政治上的考虑，它被放弃，中途夭折。

（一）“月球飞船—1”计划

该计划是由弗·尼·契洛梅推出的。契洛梅院士在第二次世界大战期间曾专攻过脉冲喷气发动机及使用脉冲喷气发动机的自动航天器。1944年他曾担任前苏联第一个火箭工厂的主设计师，1959年又担任了航空工业界的“总设计师”。从1961年起，他先后从事了新型运载火箭——“质子”号的研制和“SS—9”导弹的设计。

1964年8月3日，契洛梅签署了“月球飞船—1”计划的初步设计方案。该方案中，采用“质子”号三级火箭发射载人绕月飞船。飞船只载1名航天员。在“质子”号三级火箭的顶部装有一个仪器舱，舱内装有飞行推进系统及供给载人飞船能量的太阳电池。在仪器舱的上面，装有下降舱，其外型酷似美国的“双子座”号飞船。下降舱上部安装有固体火箭推进装置。一旦在发射期间及入轨前夕发生故障，该装置可把载人飞船与火箭分开。

该计划的研制工作只进行了一年多。在一次由航天设计局主要设计师参加的方案论证会上，契洛梅的方案计划未被采纳，而柯洛廖夫提出的“月球—1”方案被通过了。

（二）“H₁-3”计划方案

该计划中拟采用“H₁”超重型运载火箭为运载工具。登月飞船采用改装后的“联盟”号飞船。参加航天活动的航天员共两名。

1960年前苏联政府作出了“关于研制大推力运载火箭、卫星、宇宙飞船和开发宇宙空间的决定”。根据这一决定，柯洛廖夫领导的设计局开始了“H₁”火箭的研究工作。柯洛廖夫研制“H₁”火箭的初衷是想用它来实现向火星发射无人飞行器。美国雄心勃勃的载人登月计划的出台，使前苏联领导人产生了用“H₁”火箭先把本国的航天员抢在美国之前送上月球的设想。

“H₁”运载火箭采用传统的推进剂组元——液氧和煤油。它由3级火箭单元组成。每级有两个球形储箱。燃料（煤油）储箱在氧化剂（液氧）储箱的上方。第一级上液氧储箱的直径为12.9m，燃料箱的直径为10m，此外还有30台主发动机和4台驱动发动机，在这一级的下部装有4个稳定器。第二级上液氧储箱的直径为8m；燃料箱的直径为7m，8台发动机的推力为1754kN。第三级上的液氧储箱直径5.8m，燃料箱直径4.7m，装有4台发动机。各级之间用栅形连接器连接。

此外，“H₁”火箭还有一个助推单元和一个助推制动单元。这两个单元用以保障飞船继续飞往月球和使之进入月球轨道。在飞船向月球着陆的过程中，借助于另一个飞船火箭单元实现飞船的进一步减速和进行有航天员参加的机动飞行。

在“H₁”火箭的顶部，装有一个固体火箭发射逃逸系统。火箭内还

装有一个安全保障系统。该系统控制火箭各级中的每台发动机。如果第一级的 4 台发动机，或第二级的 2 台发动机，或第三级的 1 台发动机发生故障，火箭仍能继续运行。

“H₁”火箭的性能指标如下：

最大有效载荷	98t
火箭总重量（加注燃料后）	2788t
火箭长度	103m
火箭最小直径	17m
飞船长度	43m

载人登月计划分三步实现：

- 无人飞船绕月飞行；
- 载人飞船绕月飞行；
- 航天员月球登陆考察。

“ ” 是俄文单词“月球”的第一字母。所以整个载人登月计划取名“ ”₃”计划。

为实现“H₁- ”₃”计划，在拜科努尔航天发射中心建造了两个相似的 H₁ 火箭发射台。它们彼此相距 500m。发射台底座直径为 30m。中央有一个圆形大坑，内有三条导焰槽。发射台附近有一个高 125m 的移动勤务塔和两个高 180m 的避雷塔。发射台与火箭装配厂之间铺设了一条双轨铁道。H₁ 火箭先在装配厂进行水平式装配后，再运到发射台上竖起。在 H₁ 火箭第一级的底部有一个高 16m 的支撑环，环上有 36 个爆炸螺栓。

火箭在发射台上竖起后，要进行几个月的测试检验。在发射前一天加注燃料。发射前几小时两名航天员进入登月飞船。在进行最后一次检测后，火箭点火升空。靠火箭前 3 级单元的推力，飞船进入低地轨道。然后再靠助推单元将飞船加速到 11km/s，使飞船脱离地球轨道飞向月球。在飞船接近月球时，助推制动单元开始工作，使飞船减速并进入月球轨道。不久，一名航天员从舱外转移到登月舱，登月舱与月球轨道舱分离并向月球降落、着陆。登月舱的着陆装置是一个有 4 条腿的缓冲支架。绕月飞行轨道舱是经改装的“联盟”号飞船。它带有一台大功率的发动机。

“H₁- ”₃”计划中，航天员拟在月表上停留 4 个小时。任务完成后，登月舱靠自身发动机离开月球，4 条腿的支撑结构被弃留在月表。登月舱进入月球轨道，与月球轨道舱会合、对接，航天员重返轨道舱。此后两舱分离。两名航天员一起返回地球。整个登月飞行大约 6~8 天。

（三）“H₁- ”₃”计划的实施情况

1967 年 2 月，H₁ 火箭的研制工作基本结束，并开始拜科努尔航天中心装配。1967 年 11 月 25 日，火箭的样箭安装在 1 号发射台上。在进行了 3 周的电气设备测试和地面合练后，样箭于 12 月 12 日运回装配厂房。

1968 年 5 月 7 日，首枚用于飞行的 H₁ 火箭安装在 1 号发射台上。由于在第一级单元的结构体上发现了裂缝，发射工作只得中止。火箭被运回厂房进行检修。

1969 年 1 月中旬，火箭重新被安装在发射台上并开始发射前的一切

准备工作。

准备工作持续了 28 天。首次发射预定在 2 月 20 日进行。由于当时气候条件恶劣，发射推迟了 24 小时。2 月 21 日莫斯科时间 12 时 18 分 7 秒，火箭点火升空。当火箭飞离发射塔时，由于控制系统的故障，致使第 12 号和第 24 号两台发动机突然关机。因为其他发动机能够补偿这两台发动机关机造成的损失，飞行仍能继续。在点火后 25 秒钟，发动机开始减压。在 65~66 秒时，发动机又恢复到最大功率，但由于速度比预计的大得多，造成了巨大的震动，一台发动机液氧管破裂，而控制系统又未能及时关机，结果造成火箭起火爆炸。残骸散落在发射台大约 30km 处。有效载荷舱在离发射中心 20~22km 处着陆。

1969 年 7 月 3 日莫斯科时间 23 点 18 分 32 秒，第二枚火箭从 1 号发射台上发射。点火后几秒钟，当火箭上升到大约 200m 的高度时，因一台液氧涡轮泵工作失常，造成发动机关机。幸好发射逃逸系统工作良好，火箭的有效载荷舱安全地降落在距发射台 1km 的地方。但因火箭倒向发射台爆炸，所以火箭和发射台同时被毁。

1971 年 6 月 27 日莫斯科时间 2 时 15 分 7 秒，第三枚 H₁ 火箭在首次启用的 2 号发射台发射。在点火 8~10 秒、高度为 250m 时，制导系统又出毛病，火箭开始绕纵轴旋转，造成二三级间的连接支撑结构崩裂。不久，火箭上部的第 3 级和登月飞船倾倒。在它们倒下的同时，第 3 级的储箱爆炸，登月舱和月球轨道舱的储箱也相继爆炸，而火箭的第 1、2 级仍在飞行，几秒钟后因制导系统失灵，在离发射场 20km 处爆炸。这次发射失败后，设计局的工程技术人员对 H₁ 火箭的控制系统及制导系统进行了重新设计和重大改进。

1972 年 11 月 23 日莫斯科时间 9 时 11 分 52 秒，第 4 枚 H₁ 火箭又用 2 号发射台发射。与前几次比较，这次发射的情况要好得多。火箭的第 1 级发动机正常工作了 107 秒。随后，第 1、2 级出现意外的震颤，在离第 1 级发动机正常关机之前 40 秒，火箭在空中爆炸，飞行中止。

据悉，“H₁”火箭的发动机从未进行过任何地面试验，甚至根本未建造试车台。准备进行发射的火箭都是发动机首次点火。据称，这是为了节省时间和经费。在激烈的登月竞争中，前苏联力图抢在美国之前把航天员送上月球，只得采取这样急功近利的做法。结果适得其反，事与愿违。在这期间，美国航天员抢先登上了月球，前苏联在竞争中惨败。

（四）“H₁-₃M”计划方案

美国载人登月的成功，使前苏联领导者支持“H₁-₃”计划的热情一下子低落下来。虽然原计划并没有马上废弃，但实际上工作陷入了一种进退维谷的境地。

此时，柯洛廖夫已经去世。他的接任者弗·米申，为了不使已付出的努力和取得的成就付诸东流，1972 年又推出了一个月球火箭航天综合系统的改进方案，即“H₁-₃M”计划。在该方案中，一方面指出要进一步加紧“H₁”火箭的研制工作，同时提出研制一种按两次发射方案飞行的飞船。强调登月活动的目的不是对月球作短时间的拜访，而是为不久的将来建立月球基地和进行中长期考察作准备。

考虑到在月球轨道，飞船在遥远的月球轨道上进行对接的过程中，

不能像以往的近地轨道飞行那样，及时、全面地得到地面的指挥和支援，与此同时飞船的无线电电子系统性能不够过关，同时当时对月球附近的航行条件又不够清楚，所以决定采用“直接方式”飞行，即不在轨道上进行对接，让整个飞船在月球上着陆。当飞船完成考察任务后，返回部分从月表起飞，当飞近地球时，降落舱与返回部分脱离，并以第二宇宙速度进入大气层，借助降落伞在地球上着陆。

要实现这种飞行，即便是使用最简单、最轻便的飞船，其运载火箭的载荷量也要比现有的“H₁”火箭大0.5倍。经全面研究分析，最后决定飞行方案为：先用“H₁”运载火箭分别将月球飞船和制动火箭单元送上近地轨道，然后两个飞行器再借助于各自的助推制动火箭单元进入去月球的轨道，再进入绕月轨道，并在那里进行对接。此时，如果对接失败了，月球飞船即刻载着航天员返回地球。如果对接成功，月球飞船通过制动火箭单元从月球轨道下降、减速，在某一高度上制动火箭单元分离，此后飞船借助于发动机装置和着陆支柱实现软着陆。返回前飞船先与着陆设备分离，飞船借助于发动机全推力工作起飞，进入月球轨道，从那里转向返回地球的航向，或在靠近地球时直接转入绕地轨道。

采用这种“直接方式”飞行方案，要求飞船必须装备一套复杂的、最现代化的无线电电子设备，以便在近地轨道上准确无误地实现与制动火箭单元的会合、对接。此外，这种较大型的月球飞船还必须具有较大的自由机动能力，以便在月表附近选择适宜的着陆地点。

按该方案实现登月，可以广泛利用原“H₁-₃”计划中的现有技术和产品，或对原系统部件稍加改动。然而飞船本身和助推制动单元实际上必须重新研制。新方案中的登月飞船的外形与原“H₁-₃”方案中飞船相似，下部是月球着陆装置，上部是一个居住舱，发动机有两个，均使用能长期储存的自然推进剂，并可在大范围内调整推力。降落舱设置在居住舱内。飞行中及在月表面上进行各种操作时航天员应从降落舱外出到居住舱。返回过程中当飞行器接近地球时，降落舱从居住舱里脱离出来。

“H₁-₃M”计划无疑也是一个可行的登月飞行方案。无奈此时前苏联政府已对登月活动失去兴趣，也不再准备给新的登月计划拨款。特别是在1974年5月米申离开设计局的领导岗位，而由弗·格鲁什柯取而代之之后，“H₁-₃M”计划就完全被搁置一旁。

（五）新的月球计划

格鲁什柯上任后又提出了一项新的月球计划，这就是在月球上建立永久性科研基地。在新的计划中，格鲁什柯建议采用“火山”号大型火箭作为运载工具，而用“月球考察飞船”运送航天员和物资。

新的“火山”号火箭在性能上优于“H₁”。该火箭的发射质量比“H₁”大约多60%，可把200t重的载荷送往低近地轨道，把54t重的载荷送往金星，把52t重的载荷送往火星。

“月球考察飞船”的登月飞行也采用“直接方式”。它由三个单元组成：着陆级、起飞级和居住单元。着陆级安装一台主发动机和4台摇摆液体火箭发动机，其外形与“阿波罗”飞船登月舱的8角形着陆装置相似。居住单元与起飞级与“H₁-₃M”方案中的相似。原打算在发射时将航天员安置在飞船居住单元的降落舱里，后来又设想用“联盟”号飞

船单独把航天员送往轨道，随后两飞行器对接，航天员再过渡到月球飞船的居住单元中去，飞往月球。在月球上完成任务后，起飞级借助于自己的发动机把居住单元送往飞向地球的轨道。在进入地球大气层之前降落舱与居住单元分离。同“H_{1-3M}”计划方案的命运一样，格鲁什柯的新的月球考察计划，也未获得国家政府的支持。就在此时，前苏联决定研制和发展航天站计划及航天飞机计划。而航天飞机的发射采用“能源”号火箭。13年后，第一枚“能源”号火箭发射成功。

第五章 航天史上的杰作——航天飞机

自第一颗人造地球卫星发射以来，航天时代只不过经过了二十几个年头，但是航天事业却走过了一条从初期试验（这些试验都曾轰动一时）到建立应用航天器体系的历程。继苏美之后各国的航天事业雨后春笋般地发展起来，收益越来越显著，发射越来越频繁。但是迄今为止发射所有这些航天器用的运载火箭十分昂贵，而且是使用一次就要报废。巨大的耗资严重地限制了航天事业的蓬勃发展。因此，发展一种可重复使用的运输系统，以便大大降低航天费用，便成了继续发展航天事业的迫切需要。

终于，航天飞机冲破重重阻力和道道技术难关应运而生了。

一、航天飞机的发展史

早在 60 年前就曾有人提出发展用火箭发动机作动力推进飞机的设想。几十年来在世界许多地方人们为研制一种重复使用的航天器进行了反复的探讨和研究。特别是在第二次世界大战期间，这些设想就更具体化了。德国为了轰炸美国的纽约，打算使用一种用火箭推进的高速空间滑翔机，沿着大气层的上缘飞行，到时候能再入大气，向纽约投掷炸弹，然后继续滑翔飞行在太平洋溅落，最后由海军的潜水艇把飞行员打捞回来。为此计划把“ A—4 ”火箭（当时称作“ V—2 ”）加上机翼，发展成一种自动控制的“ A—9 ”型超音速飞机，后来又设计了一种带翼的两级火箭“ A—10 ”。但是由于当时的技术条件和战局的变化，这些设计方案被暂时搁置一旁。

第二次世界大战结束之后，美国从德国抢走了一大批火箭专家，其中包括技术头目冯·布劳恩和军事头目顿伯格。他们到了美国后继续研究上述设想，并进而打算发展一种用火箭发射的全球轰炸机。1952 年冯·布劳恩全面论述了大型重复使用的助推器的概念。1954 年美国空军开始支持这项研究并取名为“保米计划”。1957 年在上述研究的基础上又形成了一个“轨道再入滑翔机”的研究计划，即所谓“戴纳—索尔(Dyna—Soar)计划”。1962 年决定用“大力神—3”作为它的助推器，同时改名为“X—20”。

“X—20”是一种升力大于阻力的空间滑翔机，可载一名飞行员，三角形机翼，机身长 10.5m，翼展 6m，重 4.5~6.7t，升阻比 1.5。使用“大力神—3”火箭把滑翔机推到地球大气层以上，达到每小时 24000km 速度，然后再入大气，飞行员利用空气动力控制，飞机滑翔下降，水平着陆。

1963 年美国由于集中力量发展载人轨道飞行试验，又考虑到发展这种空间滑翔机在当时有很多技术问题不容易解决，因此撤销了“X—20”计划。然而尽管计划被撤销了，但是研究工作并没有停止，较小规模的研究和实验工作一直在继续。这一阶段主要是发展另一种类型的升力大于阻力的空间滑翔机——载人上升艇，被叫作“航天飞船技术和先进再入试验”计划。计划的目的是要发展一种有机动飞行能力的载人再入飞船，使之既能像一般飞船一样在轨道上飞行，又能像普通飞机一样在大气层飞行，最后在一般机场上着陆。

60 年代欧洲的许多国家，如英、法、西德和意大利的许多公司也对航天飞机发生了浓厚的兴趣，并希望与美国合作。但是美国当时正全力以赴地搞“阿波罗”登月计划，没有足够的技术和经济力量投入第二项大型航天计划。结果欧洲因经费有限只能进行一些有关方案的探讨及个别系统的局部性研究工作。

到 1969 年，各家公司已经提出了一系列方案。终于航空航天局对一系列的方案集中进行了一次研究。1969 年 10 月在华盛顿召开了一次航天飞机会议。欧美各国也在会上报告了他们的研究成果。至此，航天飞机技术上的可行性和经济上的收益就更加确信无疑了。同年，尼克松组织了一个以副总统阿格纽为首的航天任务工作组，直接领导航天飞机的研究工作。

美国航空航天局经过对方案的论证及对其研制经费、技术能力和时间等因素的权衡之后，最终选择了一个两级式、部分可重复使用的航天飞机的折衷方案。1972年1月5日，尼克松政府正式批准了这一发展计划，从而使之成为70年代美国航天计划的重点。

二、航天飞机的结构和尺寸

航天飞机由轨道器、固体燃料助推火箭和外储箱三部分组成(见图 5—1)。全长约 56m,高 23m,起飞重量约 2000t。外形像一架“DC—9”型飞机。

它的固体燃料助推火箭共两枚,每个长 45m,直径 4m,推力 1315t。发射时它们与轨道器的三台主发动机同时点火,总推力约 3140t。航天飞机起飞上升至 50km 高空时两枚助推火箭停止工作并与轨道器分离,回收后经过修理可重复使用 20 次。用固体燃料助推火箭发射载人飞行器这在航天史上还是第一次。迄今为止,强大的固体燃料助推器只用于军事方面和发射自动卫星。

外储箱是一个长 47m、直径 8m 的巨大壳体,内装供轨道器主发动机用的燃料。在航天飞机入轨之前主发动机熄火,轨道器与外储箱分离,此时外储箱内燃料已用光,它进入大气层烧毁。

轨道器是整个航天飞机的中心,也是唯一载人的部分。它长 37m,翼展 23.7m,自重 68t。货舱长 18.3m,直径 4.6m,可容纳人造卫星、各种科学仪器等设备近 30t。乘员舱可乘 3 名航天员(指令长、驾驶员和飞行专家各一人)。舱内大气为氧、氮的混合气体。气压为 14.7lb/in²。在这里航天员可不穿航天服。轨道器在轨道上运行时间为 7 天,以后可望延至 30 天。飞行期间航天员执行各项预定任务。

任务完成之后轨道器通过机动发动机的工作制动减速,并离开运行轨道,下降返航,像一架滑翔机那样在跑道上水平着陆。轨道器可重复使用 100 次。航天飞机基本飞行过程见图 5—2。

三、精彩的处女航

美国航空航天局 1972 年 7 月宣布选定唐尼的洛克韦尔国际公司的航天分部为航天飞机的主承包商，负责航天飞机的核心部分——轨道器的设计、研制、测试和鉴定工作及整个航天飞机的总装。1973 年 8 月和 1974 年 6 月又相继宣布马丁·玛丽埃塔公司及聚硫化学公司瓦沙契分部分别为外储箱及火箭助推器发动机的承包单位。

1976 年 9 月第一个轨道器问世，并于 1977 年 2 月在爱德华兹空军基地的德赖登飞行研究中心完成进场着陆试验。1978 年 3 月制成的轨道器同外储箱、固体火箭助推器组装在一起完成地面垂直振动试验。继后将进行的便是绕地球轨道的飞行试验了。

美国航天飞机“哥伦比亚号”原计划 1979 年初进行首次载人飞行试验。但由于经费及主发动机、轨道级外部耐热材料等技术上的原因，发射日期一拖再拖，直至 1981 年 4 月 12 日才实现了人们期待已久的处女航。我们当然还记得，在 20 年前，前苏联航天员尤·阿·加加林也正是在 4 月 12 日这一天实现了人类首次航天的伟大梦想。

航天飞机首次飞行的乘务组由 50 岁的驾驶员约翰·杨和 43 岁的罗伯特·克里平组成。前者是指令长，曾乘坐“双子星双座”号和“阿波罗”号飞船四进太空并在月球上留下过足迹，是个经验丰富的老手。罗伯特·克里平是第一次参加飞行。两名航天员按原定计划飞行了 54.5 小时，绕地 36 圈。飞行过程中对航天飞机各系统的性能进行了广泛的试验和考验。

“哥伦比亚”号在研制过程中解决的一个非常重大的技术问题是整个机身覆盖有 30000 多块具有非常高的耐热性能的防热瓷砖。它们能保证防护机身往返飞行 100 次而不被高热侵蚀磨损。在首航发射后不久，机身尾部脱落了几块防热砖。它曾引起人们的很大关心。但由于不是在关键部位，并未造成严重后果。

4 月 14 日，成千上万远道而来的观众聚集在加利福尼亚州的爱德华兹空军基地酷热干燥的沙漠上，等待观看航天飞机凯旋。下午 1 时，空中突然出现一个白点，越来越近，越来越大，终于人们辨认出了“哥伦比亚号”的机身轮廓。当它摆动着双翼以每小时 200~210mile 的速度徐徐下降平稳着陆时，人群里爆发出炽烈的狂喊和欢叫。此后在爱德华兹空军基地上举行了简短和热情洋溢的欢迎仪式。空军司令代表里根总统向航天员表示祝贺。加利福尼亚州州长向他们发了奖章、奖旗。

“哥伦比亚号”初航的成功向全世界显示了美国第一流的航天技术水平。这确实是航天技术上的一个重大突破，是人类实现宇宙工业化的第一个实际步骤。

“哥伦比亚号”成功飞行之后，除前苏联和少数东欧几个国家外，世界上许多国家在报纸的头版头条、电台、电视的新闻广播中都报导了这一消息，并竞相用最美好的修辞大加赞赏，称颂它是“漂亮的，未来主义的”，“了不起的”，“激动人心的”和“具有历史意义的”。多伦多环球邮报为此发表了一篇题为“欢呼哥伦比亚号”的社论，写道：“98t 重的超级飞机昨天像一根羽毛那样轻轻地降落到了加利福尼亚爱德华兹空军基地焦干的土地上。美国在征服空间方面取得了一次光辉的

成就。”南斯拉夫国家电视台在深夜的新闻广播中作为一条重大新闻专题报导了“哥伦比亚号”着陆的消息，高度赞扬这次飞行“开创了航天业的新纪元。

航天专家们认为“哥伦比亚号”的飞行，比起1969年人类首次登月来说是更伟大的创举，甚至是“更伟大的里程碑”。

参加“哥伦比亚号”首次试飞的航天员杨说：“航天飞机将使美国在五年内做到在没有它的情况下二三十年都做不到的事情。我们将把许多从来未料想过到那里去的人载入宇宙空间。”

四、航天飞机的特征和功能

作为地面与轨道间一种经常性的运载工具，航天飞机的一项重要使命和功能是向轨道上布置飞行器，并在轨道上检修和回收飞行器。这样一来，就可以对这些飞行器的可靠性放宽要求，从而简化了设计、节省了价值昂贵的备份部件，大大降低了研制成本。过去，航天器中的许多贵重设备和仪器只能使用一次，现在航天飞机既能把它们带回来进行修复，使其多次重复使用，又可以及时在轨更换飞行器上的设备（如装上新的传感器和仪器，换掉老化的或失灵的零件，补充上在运行中消耗掉的材料），从而延长飞行器的工作寿命，大大提高其利用率，避免极大的浪费。

航天飞机的巨大货舱能容纳一个载人实验室，里面环境舒适、航天员在这里可以不穿航天服。航天飞机在发射和再入段的加速度只有 3~4g，一般人都能耐受。这样一来，就降低了对其乘员的健康条件的要求，为各领域内的科学家直接参加航天活动提供了可能性，使得这些科学家可以在天上直接操纵其设备进行科学研究。这一方面可以减小设备的复杂性和降低造价，另一方面可以大大提高实验研究的质量，就在飞行过程中完成解释、评价实验结果，及时改进方法，加速知识的增长。在这样的实验室里，可以进行材料科学方面的研究，进行广泛的天文、物理和地球资源方面的研究及生物—医学方面的研究等。它相当于一个短期运行的航天站。为航天应用科学的蓬勃发展带来了广阔的前景（见图 5—3）。

在人类进入太空以来，由于载人航天飞船在发射前的安装和测试所需时间太长，致使空间营救问题一直没有得到解决。航天飞机由于其发射准备时间短的这一特点，为这一问题的解决带来了希望。

航天飞机为大型航天站的建立也创造了条件。它首先可以将航天站的组件和模块分批送上轨道，并在轨道上把它们组装起来。在航天站建成之后它又可成为往返地面和航天站之间的交通运输工具。

航天飞机除了上述种种好处外，也有它的局限性。这首先就是，它只能将载荷送上较低的轨道。要实现更高轨道的运载，特别是同步地球轨道的运送，还需借助于另外一种名曰“轨道间拖船”或“轨道间飞机”的接力运输工具才能实现。

研制航天飞机的最早期设想就是要使之成为一种军事进攻性武器。所以，美国军界头目们一直很支持航天飞机计划。国防部承担了研制费（100 亿美元）的六分之一。先期四架航天飞机中的两架是完全按照国防部的要求设计的。航天飞机的全部飞行计划中，有三分之一将由军方主持。空军参谋长对发展航天飞机的军事意图公认不讳，他公开宣布，航天飞机的基本任务就是要保证五角大楼的利益。为此空军对凡登堡空军基地要重新改建。以保证未来的载人或不载人的航天器在这里秘密组装和发射。

航天飞机能完成的军事任务有：

（1）军事侦察。航天飞机除了可向轨道上布置侦察卫星，并在天上对之进行维修、整个地回收或从侦察卫星上取回胶卷外，必要时也可载着侦察人员飞越特定地区进行侦察。

(2) 拦截和破坏敌方航天器。航天飞机依靠其速度快和灵活机动的飞行能力，可在天上悄悄逼近、拦截、破坏或窃取对方的飞行器后急速返回自己的基地。

(3) 轰炸和攻击敌方地面目标。航天飞机可以在 45 分钟内飞至地面上离发射场最远的地方。因此它可以作为近地轨道轰炸机带上进攻性武器，出其不意地对敌方重要的战略目标进行攻击。

(4) 通信联络、指挥、导弹导航。美国航天飞机试飞成功引起了前苏联的极度不安。前苏联宣传机构说这是美国想用“超级武器”讹诈全世界的一种新的“军国主义和沙文主义的行动”。前苏联负责航天员训练任务的领导人沙塔洛夫在莫斯科举行的一次招待会上说：“这将意味着武器竞争的一个新的盘旋上升。”具有讽刺意味的是，前苏联一方面谴责美国研制航天飞机的军事目的，而同时自己也悄悄地加紧搞航天飞机。由此可见，“哥伦比亚”号的试飞成功使美国和前苏联在宇宙空间的竞争又进入了一个新的阶段。

五、航天飞机飞行初期的主要成就

自 1981 年 4 月 12—14 日“哥伦比亚号”航天飞机完成精采的处女航后，又成功地进行了 3 次轨道飞行试验，此后便进入了航天飞机计划的“正式运行阶段”。截止到 1986 年 1 月，航天飞机的四兄弟轨道器（即“哥伦比亚”号、“挑战者”号、“发现”号和“阿特兰蒂斯”号）又先后承担并完成了 20 次轨道飞行任务。简介如下：

1982 年 11 月 11—16 日，“哥伦比亚”号发射了两颗通信卫星，后来由所带的推进系统将其送入地球同步轨道；

1983 年 4 月 4—9 日，“挑战者”号上的航天员首次进行了以航天飞机为基地的空间行走（或曰舱外活动），还成功地部署了一颗重 5000lb 的跟踪与数据中继卫星；

1983 年 6 月 18—24 日，“挑战者”号在飞行中发射了两颗通信卫星并用机械臂把一颗试验卫星从货舱取出放入太空和再回收；

1983 年 8 月 30 日—9 月 6 日，“挑战者”号进行了多项机械臂试验，还发射了一颗通信气象卫星；

1983 年 11 月 28 日—12 月 8 日，“哥伦比亚”号在有效载荷舱内携带了第一个空间实验室；

1984 年 2 月 3—11 日，“挑战者”号飞行中航天员首次乘坐一个背包式载人机动装置远离轨道器在太空自由移动；

1984 年 4 月 6—13 日，“挑战者”号轨道器借助载人机动装置取回、修理并重新部署了一颗失灵的“太阳峰”年观测卫星（该工作的完成可使国家节约资金 2 亿美元），还向轨道施放一个“长设暴露装置”，内装 57 项军、民用科学实验项目；

1984 年 8 月 30 日—9 月 5 日，“发现”号轨道器发射三颗商业性通信卫星，在货舱上展开一个折叠式太阳能电池阵并进行了航天电泳制药试验；

1984 年 10 月 5—13 日，“挑战者”号载有 7 名航天员（其中有两名是女性），他们向轨道施放一颗地球辐射测量卫星；

1984 年 11 月 8—16 日，“发现”号轨道器向轨道发射了两颗通信卫星并回收了两颗以往发射但未进入预定轨道的卫星；1985 年 1 月 24—27 日，“发现”号轨道器完成了一次美国国防部的飞行任务；

1985 年 4 月 12—19 日，“发现”号轨道器发射两颗商业卫星；

1985 年 4 月 29 日—5 月 6 日，“挑战者”号轨道器第二次携带空间实验室并进行了材料加工实验；

1985 年 6 月 17—24 日，“发现”号破记录地运送和发射了 4 颗卫星；

1985 年 7 月 29 日—8 月 6 日，“挑战者”号第三次携带了空间实验室并利用它进行了等离子体物理学、天文物理学、太阳天文学及材料加工等大量实验；

1985 年 8 月 27 日—9 月 3 日，“发现”号轨道器发射了 3 颗通信卫星，回收了在第 16 次飞行中发射的、但未能工作的卫星，经修复后重新发射；

1985 年 10 月 3—10 日，“阿特兰蒂斯”号完成了一次国防军事飞行任务；

1985年10月30日—11月6日，“挑战者”号再次执行空间实验室材料加工实验任务；

1985年11月26日—12月3日，“阿特兰蒂斯”号上的航天员在轨道上进行了结构组装实验和有关舱外动力学及人的因素与作用的研究，此外还发射了3颗通信卫星；

1986年1月12—18日，“哥伦比亚”号轨道器发射了一颗商业性通信卫星和一颗“搭班车”的次要有效载荷，进行了红外成像试验，获得了哈雷彗星的照片和光谱图象；

有关航天飞机在这段时间内及后来完成的飞行任务和取得的主要成就的较详细情况，请参见本书后面的附件四。

至此，包括最初的轨道试验在内，航天飞机在57个月里共成功地执行了24次飞行任务。其中“哥伦比亚”号升空7次，“发现”号6次，“阿特兰蒂斯”号2次。“挑战者”号飞行次数最频繁，先后共飞行9次。在上述24次飞行中，航天飞机向世人验证了其运载各种有效载荷的能力，装载空间实验室并进行大量、广泛的科学实验的能力，用作发射大型装配平台的实用性，以及运送、发射、收回后再维修并重新发射各种卫星的能力。

“四兄弟”的能力和表现获得了广泛的称赞。

六、惨痛的“一·二八”“挑战者”号航天飞机爆炸事件

(一) 飞行任务、航天员及事故过程

按原计划“挑战者”号航天飞机的第10次飞行是在1985年7月进行。但由于飞行任务及有效载荷的调整和变动，以及技术故障和气候的原因，发射日期一直推迟到1986年1月28日。

“挑战者”号这次飞行的主要任务有：

(1) 携带并发射一颗“跟踪和数据中继卫星”(该卫星将保障航天飞机及23个其他卫星的通信联系)；

(2) 携带、发射一颗“斯巴坦—哈雷卫星”(该卫星上装有观测哈雷彗星的专门仪器，当哈雷彗星离太阳很近以致其他观测台站无法观测时，上面的专门仪器将对哈雷彗星的活动进行观测，然后卫星被回收到航天飞机有效载荷舱内并带回地面)；

(3) 进行流体动力学实验、相区分试验、辐射探测实验等科学研究；

(4) 进行航天教学和一些基础课课堂实验；

(5) 完成青少年学生设计的实验计划等等。

1985年1月，即实际发射前的一年，美国航空航天局宣布了执行这次飞行任务的航天员名单：

指令长弗朗西斯·斯科比

驾驶员迈克尔·史密斯

飞行任务专家埃利森·奥尼朱卡

飞行任务专家朱迪思·雷斯尼克

飞行任务专家罗纳德·麦克奈尔

此次飞行的指令长弗朗西斯·斯科比曾于1984年4月作为“挑战者”号的驾驶员进行过第一次乘航天飞机的飞行。斯科比先生是华盛顿州奥伯恩人，获得了亚利桑那大学航天工程学学士学位，是一名飞过45种飞机，7000小时的空军试飞员。1978年起他成为一名航天员。

驾驶员迈克尔·史密斯是北卡罗莱纳州波弗特人，一位美国海军上校，1967年美国海军学院毕业，曾获得海军研究生院的硕士学位。他是一位驾驶过多种飞机、经验丰富的海军试飞员，1980年被选为航天员。这次是他第一次参加航天飞机飞行。

任务专家埃利森·奥尼朱卡来自夏威夷州科纳的基拉凯库阿，曾获得科罗拉多大学航天工程硕士学位。他是空军的飞行试验工程师，空军中校，1978年成为航天员并曾于1985年1月驾驶“发现”号航天飞机执行过首次军事飞行任务。

任务专家朱迪思·雷斯尼克，理学博士，参加过1984年8月进行的“发现”号轨道器的首次飞行。这位出生在俄亥俄州阿克伦的女博士于1976年获得马里兰大学电子工程博士学位，在几个工业公司工作之后，于1978年成为航天员。

任务专家罗纳德·麦克奈尔理学博士，南卡罗来纳州莱克城人，1976年在麻省理工学院获物理学博士学位。作为一名物理学家在民用工业部门工作之后，1978年成为一名航天员，1984年2月曾乘“挑战者”号进行首次航天。

有效载荷专家是航天飞机乘员组的正式成员，但他们不是专职的航

航天员。

除了上述成员外，参加这次飞行的还有另外两位特邀专家，他们是克里斯塔·麦考利夫和格里高利·贾维斯。

麦考利夫，女，37岁，出生在波士顿，成长于马萨诸塞州的弗雷明汉，毕业于弗雷明汉州立大学。她在马里兰和新罕菲尔州从事初高中美国史、法律和经济多科教学工作，是一位很有名望的社会学教师。一年多以前，她是在汽车里通过收音机获悉即将在平民中挑选一名航天员的消息的。“今天，”里根总统说，“我命令国家航空航天局开始在全国所有中小学中挑选一名美国最优秀的教师，作为我们空间计划史上第一个公民乘客。”从此，女教师满怀信心和喜悦，经过数月的严格测试和筛选，一路过关斩将，最终从一万一千名申请者中杀出，成为美国第一位平民航天员，一名太空教师。在广播里报导了这一选拔结果的第二天，克里斯塔·麦考利夫居住的康科德市的市民在市府广场举行了热烈的庆典仪式和游行活动。当克里斯塔在丈夫和孩子的陪伴下来到广场时，人们涌向她，同她握手、拥抱、要求签名留念。市长还出奇不意地把一根指挥棒塞在她手里，让她指挥乐队演奏“永远不落的星条旗”。人们和着节拍鼓掌。后来，康科德市将8月6日宣布为克里斯塔·麦考利夫日。

1985年7月，麦考利夫被指定参加“挑战者”号第10次飞行。一名历史教员，将亲自创造历史，谱写光辉的历史篇章，实在令人神往。

格里高利·贾维斯先生是一位专门从事卫星设计的空军工程师。他出生于密执安州底特律市，曾在波士顿市东北大学获得电气工程博士学位。作为休斯飞机公司的一名代表，他于1985年10月被指定为参加这次飞行的成员之一。在这次飞行中，他要完成一系列的有助于卫星重新设计的流体动力学实验。

“挑战者”号乘务组的每个成员各自肩负着自己伟大而神圣的职责。他们个个是人杰，是令人羡慕的优秀代表。

1986年1月28日，美国东部时间上午11时38分，“挑战者”号航天飞机肃穆地矗立在佛罗里达州卡纳维拉尔角肯尼迪航天中心。当时天气极冷，气温在零下5℃。发射台上积了冰，固定服务设施的框架上挂着1ft长的冰柱。严寒对于航天飞机的发射来说，是一个巨大的威胁。

数以万计的观众不惧严寒，怀着激动的心情坐在发射场的看台上焦急地等待着那个令人振奋的壮观时刻。

此时此刻，还有更多的人兴奋不已地守坐在电视机旁。

倒计时已经开始。“十、九、八、七、六……主发动机启动！”“四、三、二、一，点火！”

“挑战者”号载着它的七位乘员和其他载荷，带着人们的衷心嘱托，也带着未被觉察然而却必存无疑的隐患，在震耳欲聋的轰鸣声中徐徐升空了！此时广播里传来的内斯比特解说的声音，已被看台上的欢呼声淹没。这是整个飞行的最危险时刻，肯尼迪和休斯敦航天中心的控制人员严密地监听着发动机的巨吼声。升空后16秒，“挑战者”号转身翻了一个个儿，背向下，底儿朝上。35秒，主发动机减速到全速的65%，以免轨道飞行器穿过高空湍流区时外壳过热而支离破碎。解说员内斯比特宣布起飞正常：“三台发动机操作正常。燃料箱和辅助动力设备状况良好。速度每秒2257ft，高度4.3n mile。52秒，地面控制台通知指令长斯科

比将发动机恢复全速。这时航天飞机正接近音障，遇上极大的空气压力。主发动机加速到通常速度的104% 固体燃料火箭助推器已燃烧了将近100万lb 固体燃料。电子计算机荧光屏上显示的各项数据都正常。待到指令长斯科比向地面报告主发动机已经加速时，飞行时间已过70秒。

3秒钟之后，天空突然出现一团橘红色火球，随即分成许多小叉，拖着火焰和白烟四下飞散，两枚固体燃料火箭助推器完整地脱离火球，拖着白色烟柱，因失去控制而成“V”形继续向前飞去（图5—4）。此时，在飞行控制中心的电视荧光屏上，由“挑战者”号发来的数据突然中断，与座舱的无线电联络和整个遥测系统信号嘎然而止。为防止两枚固体燃料助推火箭掉入人口稠密区，卡纳维拉尔角发射中心的一位操作人员启动了其自爆装置将其引爆。40秒钟后，内斯比特沉重地宣布：“经飞行主任证实，航天飞机爆炸了”。

不管人们如何不愿相信他们的亲耳所闻和亲眼所见，也不管人们如何不肯接受这瞬间所发生的一切，无情的事实是，价值12亿美元的航天飞机已毁于一旦，机上7名航天员无一幸免，全部罹难。固体火箭助推器冲出火焰，交叉成一个“V”字型爆炸后的飞机残骸和碎片掉落在离发射场30km的北纬28.64°、西经80.20°的地区。这是载人航天25年来所发生的最惨重的一次灾难。

全美国在电视机前观看发射情景的千百万观众都看到了这次爆炸时的惊人景象。

康科德中学的数百名学生当时正聚集在学校自助食堂里，从电视上观看载有他们所钦佩的麦考利夫老师的“挑战者”号的发射。当初他们兴高采烈。飞机发射时他们兴奋地大声欢呼。在获悉飞机爆炸后他们全都失声痛哭。一位老师迅速地关上了电视机。学生们很快被领回教室。家长们都接到了校方电话，悲痛的孩子被一个个带回家中。

在“挑战者”号航天飞机发射的这一天，正好有一架东方航空公司的航班从波士顿起飞，途经卡纳维拉尔角以东60km的洋面飞往迈阿密。当天，由于“挑战者”号发射时间的临时更改，飞机起飞的时间也一次次地被推迟。对此，所有135位机上乘客均无怨言。事实上，大家都非常关注航天飞机的这次飞行，每个人的心都与探索宇宙的勇士们息息相通。

飞机终于起飞了。途中，驾驶员通过无线电向地面气象员关切地询问航天飞机发射的有关消息。

“航天飞机起飞了没有？”

一阵沉默后气象员答道：“起飞了，……可是……离开地面一分钟就爆炸了。”

无线电里寂静无声。

“你是说，‘挑战者’号失事了？！”驾驶员反问道。“是的，我想是这样。”

驾驶员木木地坐在机舱内，眼睛直楞楞地盯住前方无边无垠的苍穹，谁也不开口，脑海里翻着侥幸的希望。“不，这不可能！”

在心底悲痛抗争的同时，飞行员们通过舷窗看到了碧空万里的佛罗里达海域上空游离着的一条巨大的、漂浮不定的白色云带。这是航天飞机爆炸后产生的蒸汽。

机组人员不得不把这一噩耗沉痛地告知旅客，并请出乘客中唯一的一名牧师带领大家做祷告。牧师首先用他那浑厚的嗓音朗读圣经中的第23诗篇，最后为遇难的航天员及其家属们祈祷。每位旅客都低垂着头，每颗心都紧揪着。当飞机在迈阿密机场降落后，机长和神父站在舱门旁默默地目送乘客鱼贯而下。虽然他们年龄不同，性别各异，但个个神情肃穆，步履沉重，不少人边走边擦眼泪。

在航天飞机突然爆炸时，美国众议院正准备开会。这一突发事件使整个国会目瞪口呆和大为震惊。众议院牧师詹姆斯·戴维·福特走到讲台前说：“在这一特别的时刻，让我们为航天飞机上的机组人员默哀。”众议院在进行了片刻的沉默祈祷之后，宣布休会两小时。在整个国会山，工作人员、参议员和众议员聚集在电视机旁默默地观看这场悲剧的发展。

在发生爆炸时里根总统正同他的高级助手们一起开会。副总统布什和国家安全顾问波因德克斯特带来了这个意外的消息。于是开会的人们立刻走到离他们最近的一架电视机前观看了这次事件的录象。白宫发言人斯皮克斯晚些时候说：“从总统的脸上可以看出忧虑、焦急不安和悲痛的表情”，“总统观看电视录象时几乎是惊得说不出一句话。”数小时后里根总统向全国发表了一个讲话并且宣布：“我原计划今晚向你们发表一个国情咨文报告。但今天早些时候发生的事件使我改变了原来的计划。今天是哀悼和纪念之日。”接着他说：“南希和我对‘挑战者’号发生的惨案深感悲痛。我们知道，我国全体人民也和我们一样深感悲痛。……这的确是国家的损失。……我一直总是十分信任和尊重我们的太空计划，今天所发生的事情决不会降低它的声誉。我们还要继续对太空进行探索。今后还要进行更多的航天飞行，要有更多的航天飞行员，是的，太空里要有更多的志愿者，更多的平民，更多的教师。”

“挑战者”号空难所引起的悲痛是全国性的。其程度绝不亚于肯尼迪总统遇刺。“挑战者”号爆炸事件所引起的震惊是世界性的。全世界的新闻系统都对这一事件进行了报导。就连一向非常矜持的塔斯社，也迅速地报导了这一消息，尽管这条来自纽约的报导仅有一句话：“美国‘挑战者’号航天飞机今天刚刚起飞就爆炸了。”前苏联新闻机构过去一直批评美国的航天飞机计划，指责这个计划是用于军事的目的。

事件发生后的第二天，李先念主席致电里根总统，对美航天员遇难表示哀悼。电报说：“惊悉贵国航天飞机‘挑战者’号的七位航天员不幸遇难。我谨代表中国政府和中国人民向贵国政府和人民表示最深切的同情和哀悼，并对遇难者的家属表示诚挚的慰问。”

（二）事故原因调查

“挑战者”号空难事件在美国上下，乃至在全世界范围内引起强烈的反响和巨大震动。美国政府对该事件十分重视。1986年2月3日，里根总统签发了一项行政命令，决定就“挑战者”号爆炸的原因立即成立一个调查委员会。命令指出，委员会成员将从政府、科技界和管理部有名望的领导人中抽调。委员会的主席和副主席将由总统指定。委员会的任务是：

（1）深入调查于1986年1月28日所发生的“挑战者”号航天飞机

的爆炸事故。

(2) 完成下列两项工作：

1) 审查围绕事故所发生的一切情况，以确定事故的可能原因或直接原因；

2) 根据调查结果以及所作出的决定，提出今后的改进措施或其他行动方案。

(3) 该委员会应在本命令发布之日起 120 天内向总统和航空航天局局长呈交一份最终报告。

与此同时，里根总统根据上述命令任命前国务卿威廉——罗杰斯为调查委员会主席，任命第一个登上月球的航天员尼尔·阿姆斯特朗为副主席。整个委员会共由 13 人组成。这些成员均是从政府各部门、各军兵种及各行政管理部门精选抽调来的经验最丰富而又与这次飞行无瓜葛的优秀分子。

调查委员会一经任命和成立，便立即开始进行调查，并在白宫的全力支持下召开了一系列的与导致事故有关的事实公开听证会。会上航空航天局的官员对有关航天飞机计划的来龙去脉以及航天局对“挑战者”号爆炸事故的调查现状作了简要介绍。后来，又根据委员会的建议，航空航天局公布了大量的信息。这样做证明对事故的所有方面都在进行调查，全部情况都将会全面详尽、实事求是地公诸于众。这有助于使公众消除疑虑。对于这样一个举世注目、全国上下关切的重大事件，特别是像在美国这样一个开放型的国度里，调查工作只能采取这种公开和充分揭露所有事实真象的办法。

当然，根据国家利益的需要，听证会有时也必须采取秘密方式进行。在 2 月 10 日的一次秘密听证会上，调查委员会获悉航天飞机的固体火箭发动机过去在连接件与密封件方面曾经发现过问题。此外，委员会第一次了解到这样一个情况：由于考虑低温对连接件和密封件的影响，作为承包商的莫顿聚硫橡胶公司曾于 1 月 27 日，即发射的前一天提出过不同意发射的建议。为了进一步搞清这个令人不安的重要情况，委员会又分别于 2 月 13 日和 14 日安排了两次秘密听证会。在 2 月 13 日的会议上认真观看和审查了与“挑战者”号失事有关的电影、电视和遥测等资料。这次会议首次为调查委员会提供了有关固体火箭发动机连接件和密封件发生故障造成失事的证据。

为了准确地弄清事故根源，委员会分成四个小组分别深入地进行调查。他们的任务分工如下：

(1) 研制与生产调查小组，负责调查航天飞机零部件的获得、试验和评价过程。

(2) 发射前活动调查小组，负责对航天飞机系统处理、发射准备工作过程，以及发射前保安工作进行评价。

(3) 任务设计和实施调查小组，负责调查任务设计与实施、发射进度压力及机组人员安全性等方面的问题。

(4) 事故分析调查小组，负责分析与失事有关的数据，找出各种异常现象的相互关系和失事详情。

各调查小组成立后，调查委员会的大量调查工作就由各调查小组根据听证会所提供的全部材料分别同时展开。

例如，以唐纳德·库泰纳少将为首的事故分析调查小组多次前往肯尼迪和马歇尔航天中心进行调查，并深入聚硫橡胶公司在犹他州的设施，审查所拍摄的照片、遥测数据，以及救护队打捞上来的飞机残骸，还监督航天局和聚硫橡胶公司进行的试验。

以约瑟夫·萨特为首的研制与生产调查小组，从约翰逊航天中心开始以航天飞机零部件制造公司的生产与试验活动为重点进行调查。

……

在各小组分头深入调查的同时，委员会一个抓总的班子也开始其调查工作。他们进行了一系列的单独会见，访问了各有关人员。目的在于使调查委员会在撰写调查报告时能以有关的各个领域的实际背景为根据来说明问题。这些领域包括发射前夕航天局与聚硫橡胶公司官员之间的电话记录；接头设计与 O 型密封圈问题的历史；航天局在安全、可靠性和质量保证中应起的作用及存在问题；“挑战者”号固体火箭助推器的装配情况等。此外，还对航天局组织机构的效率，特别是航天飞机计划组织机构的工作效率以及发射“挑战者”号的外界压力等方面进行了调查。

总计，委员会访问调查的个人达 160 余人，先后召开正式听证会 35 次，会议记录 12000 页，获取的证词达 2800 页，审阅的文件 6300 份（总共为 122000 页和几百幅照片）。

历时四个月，耗资近 100 万美元。调查委员会于 1986 年 6 月 9 日向里根总统送交了一份完整、详细的调查报告。报告以大量的人证和物证，对航天飞机失事的直接原因和历史原因作了全面分析，同时揭露了航空航天局在管理上的一些弊病，最后提出了针对性很强的改进措施。

还应该提到的是，航空航天局的工作人员在这次调查中也作出了巨大的努力。航空航天局从各部门抽调 1300 多名雇员配合这项工作。政府各部门和航空航天局各承包公司也大力支持，分别派出 1600 余人和 3100 余人参与调查工作。特别应该指出的是，在“挑战者”号航天飞机残骸打捞和分析工作中，军事部门、海上巡逻队以及国家运输安全委员会都发挥了重要作用。

（三）调查结果

“挑战者”号航天飞机爆炸事件所造成的影响是巨大的、深远的。该事件暴露出美国航天计划发展中所存在的问题是相当严重的、多方面的。从调查委员会调查的结果看，造成这次空难的直接技术原因是航天飞机右侧固体火箭发动机尾部装配接头压力密封失效造成的。这种失效是由于设计有误，对一系列因素反应不正常造成的。这些因素包括温度、零件尺寸、材料特性、可重复使用性、加工处理及接头对动载荷的反应等影响。

航天飞机固体火箭助推器装配接头问题起始于设计上的差错，而且在前几次的发射中已多次暴露。但是，美国航空航天局和承包公司管理部门每次都是临时地解决一下，并未给予应有重视和彻底解决，使航天飞机带着这种严重的隐患飞了一次又一次，一次又一次侥幸地逃脱了逐步升级的风险。

航天局管理上存在的问题还表现在整个航天计划中负责安全、可靠性和质量保障方面的人员极缺，而且几乎没有发挥什么作用。在事故调

查的整个过程中，几乎听不到他们的声音。这种情景使调查委员会感到非常吃惊。

航空航天局决策过程中存在的缺陷也是显而易见的。其表现是作出 1 月 28 日发射的决策人，对于固体火箭发动机接头存在的历史问题、承包公司（特别是工程技术人员）反对在当天极低温条件下发射的建议，竟一无所知。当然，导致航天飞机失事的原因也有来自社会方面的。比如，对航天飞机军、民用的需求太多，航空航天局压力过大等。

七、吸取教训，纠正错误，重整旗鼓，继续奋飞

深入调查、全面暴露问题的目的是吸取教训，纠正错误，重整旗鼓，继续前进。

首先，美国政府根据调查委员会在调查分析的基础上提出的九条建议，调整和修改了空间发射政策。主要是重新起用和继续发展一次使用的火箭，作为航天运输工具，以减少航天飞机的飞行率和使用压力。

在技术方面，美国航空航天局在政府部门的支持下，投资近 30 亿美元，对现有的三架航天飞机进行了全面的检修和改造，其中轨道器改进 220 处，固体火箭助推器 145 处。

在经过两年多的悲痛、思考、争论、苦苦挣扎和艰苦的工作之后，于 1988 年 9 月 29 日美国恢复了航天飞机的飞行。承担这次飞行任务的是“发现”号航天飞机。

管理者们和工程技术人员在“发现”号身上花费了大量心血。其中包括技术改进 200 多处，重新设计和制造了固体火箭助推器装配接头处的垫圈并增加了独立的压力装置，全面改进了航天员生命保障系统与环境控制系统，增设了座舱紧急出口和降落伞等救生装置，更新了航天飞机的制动系统、防热系统、操作系统及反应控制装置。为了使地面控制中心能够密切监测航天飞机在飞行中各个部位的温度、压力、震动、噪声和加速度等物理参数，专家们在“发现”号身上的 101 个重要部位安装了传感装置。在地面设施方面，将原来分置两处的紧急事故控制台合二为一，以缩短处理应急情况的时间和程序。为了保证航天员能在航天飞机离开地面之前的突然事故中迅速逃离，改进了发射场内发射塔的应急滑行吊篮和滑索系统。在地勤保障方面，还在非洲北部增设两个迫降跑道，供航天飞机在发生事故时紧急降落用。为保障飞行安全，对发射场地区的气象（如温度、湿度、风速、雷电、云雨等）发射限制条件都做了严格的标准要求。

这次飞行的乘务组由 5 人组成。成员个个是具有丰富的航天经验的老手，飞行任务包括全面、系统地考验和观察航天飞机的各种性能，发射一颗跟踪和数据转播卫星，以及进行天文、物理、蛋白质晶体生长等 11 项科学实验和研究。

为了填补因“挑战者”号失事所造成的空缺和损失，美国又投资 20 亿美元研制一架新的航天飞机并于 1992 年 5 月 7 日起正式投入运营。新的航天飞机取名“奋进”号。它是在原航天飞机设计的基础上建造的，但做了不少改进。例如，它有一个巨大的减速伞，供着陆时用，使其能在较短的跑道上降落。它还采用了更先进的航天电子设备，改进了管道系统、空调和增加储藏空间等。

“奋进”号能在太空持续飞行 28 天。参加 5 月 7 日首航的航天员共计 7 人，历时近 8 天，绕地球飞行 114 圈。这次飞行的主要任务有两个：一是修复一颗失控的国际通信卫星；二是检验在太空建造“自由”号空间站的技术可能性。为了捕获两年前发射而未进入预定轨道的这颗国际通信卫星，把它拖回货舱进行修复，航天员们先后 4 次出舱作业，其中一次有 3 名航天员同时出舱工作达八个半小时之久。在空旷的舱外，三名航天员互成 120° 排开，慢慢接近卫星，几乎同时用手抓住并小心翼翼

地稳住卫星，把捕获杆卡在卫星底座上，再由飞机的机械臂将之拖到飞机货舱。航天员们将一个重 112t 的固体火箭发动机安装在卫星底部，然后松开发动机下的弹簧，将修复好的卫星慢慢推离航天飞机，使之进入预定的地球同步轨道，执行其为期 10 年的工作使命。为修复这颗卫星，国际卫星组织共花费 1.53 亿美元。但是，要重新制造一颗卫星再加上发射费用则需 2.7 亿美元，而且还要等两年。这次修复成功，不仅可节省近 1.2 亿美元，而且还将赢利 1.728 亿美元。经济效益是相当可观的。

“奋进”号航天飞机首航取得圆满成功，创造了航天飞机在一次飞行中出舱活动 4 次，3 人同时出舱、徒手抓获卫星和在舱外持续工作八个半小时等多项记录。

至此，美国的载人航天事业又完全恢复了元气。

正如里根总统在休斯敦参加遇难航天员的追悼会时说的：“人类将继续征服宇宙，达到新的目标并取得更大成就。”

第六章 大型、常设的航天站——一种理想的宇宙开发航天器

开展载人航天事业的最终目的不是创造辉煌和连篇不断地谱写光彩夺目的史诗，而是全面、深刻地开发和利用宇宙资源。为实现这一目的，一方面必须发展一种通向太空的经济高效的常规运输手段，另一方面就是要建立永久性的航天基地。“航天站”就是向着这种永久性航天基地发展的过渡形式。与以往的航天器相比，“航天站”的主要特征是结构、体积大，在轨运行时间长，功能多，研究规模和范围广。

迄今为止，美国已经发展并完成了“天空实验室”计划，而前苏联和独联体则已研制和发展了三代航天站，这就是第一代航天站——“礼炮—1”~“礼炮—5”号（含“钻石”号）轨道站；第二代航天站——“礼炮—6”、“礼炮—7”号轨道站，第三代航天站——“和平—1”号轨道站。

一、前苏联轨道站复合体的建立

美国登月飞行的成功影响颇大，以至于人们把惊异和钦佩的目光一下子从前苏联转向美国。为了对此作出某种反应，并在下一轮竞争中挫败对手，前苏联决定全力以赴发展轨道站计划，并希望它成为本世纪惊天动地的壮举。

（一）第一代航天站

到1969年，前苏联认为建立航天站的基本技术——航天器的会合与对接问题已经解决了，于是便从1970年起开始了“礼炮”号轨道站的建造工作。与此同时，他们对“联盟”号飞船进行了改装，以便使之成为轨道站的辅助运输工具。

1971年4月19日，前苏联用巨大的“质子”号运载火箭发射了第一个无人“轨道站”——“礼炮—1”号。该站重18.6t，长13.5m，最大直径4.15m，有一个90m³的居住舱。在与“联盟”号运输飞船对接后，其总重量增至25t，长度增至21m，居住舱容积为100m³。

“礼炮”号轨道站是一种可长期在地球轨道上运行的大型航天器。它可以在自主和载人的两种状态下工作。飞行中，“联盟”号飞船可与之在轨道上对接，组成更大型的轨道复合体。航天员在复合体内可进行大量的、各种各样的研究和实验，充分发挥人的作用。

“礼炮—1”号轨道站发射时不载人。发射4天后航天员沙塔洛夫等3人乘坐“联盟—10”号飞船起飞，进入轨道站运行的轨道。第2天用了6个小时才完成会合对接。对此，航天员们曾出现不安和担心，因为“联盟”号飞船上只带够两天的氧气，而“礼炮”号站当然有足够的供航天员进驻后用的氧气。

对接之后两名航天员来到飞船顶部去打开进入轨道站的通道。但是舱门打不开。对接探头旋不出来，通道被堵住了。飞船内的氧气在消耗，航天员的生命受到威胁。后来连沙塔洛夫也上来了，三个人一起用工具撬，使劲拔，但都无济于事。无可奈何，他们只得根据地面指挥中心的命令回到原来的飞船内的座位上准备放弃对接，乘原船返航。然而更可怕的事情又来了。由于某种不清楚的原因，飞船上的探头怎么也旋不出来，飞船与轨道站死死咬在一起不能脱离，出现了进退维谷的可怕僵局。舱内只剩下几个小时的氧气了，而且剩余的空气也是被污染了的。重力活动增加了氧的消耗，二氧化碳的浓度开始增加到危险水平。

不晓得沙塔洛夫用什么方法使飞船脱离了轨道站。当他们匆忙返回时，航天员已经感到剧烈的头痛，呼吸浅而快、耳鸣、开始发生思想不连贯和不正常的兴奋。鲁卡维什尼科夫已经丧失神志。

显然，“联盟—10”与“礼炮—1”的对接是失败的。航天员险些丧命。但当时在莫斯科听起来却不是这样，塔斯社称颂这是又一灿烂的空间功绩，世界首创的“站—船”航天系统在轨道上连接飞行了330分钟！

“联盟—11”飞船的惨局是人所共知的。第一艘“礼炮”号轨道站出师不利，在轨道上只运行了半年左右。1973年4月3日发射的“礼炮—2”入轨后4小时太阳能电池板就从轨道站上脱落了，飞行11天后整个站自行解体。

苏联在连遭失败之后对轨道站进行了改进，故后来的轨道站又称改

进型轨道站。主要改进有：把原来分装在服务舱和过渡舱外边的四块太阳电池板改成三块较大的太阳电池板，装在工作舱外边的转轴上，不必调整航天站的姿态便可对太阳定向；在过渡舱旁边新开了一个舱门，供航天员舱外活动用；携带了一种经济的新型导航定位仪，当飞船在地球阴影里飞行时，航天员可以随时了解自身所在的空间位置；通信设备也有改进（采用带显字装置的地—站电报通信）；增加了从大气水分的冷凝液中再生水的实验系统；扩充了科学设备数量等等。

后来，前苏联分别于1974年6月25日、1974年12月26日和1976年6月22日发射了三艘轨道站。从技术水平上讲，“礼炮1~5”是前苏联的第一代航天站。

据西方观察家推断，在70年代前苏联有两个并行的轨道站计划：一个用于民间研究，另一个用于军事侦察。推断是根据轨道站运行轨道的高低、航天员乘务组成员构成及飞行任务的性质而作出的。例如，前苏联于1974年6月发射的“礼炮—3”号轨道站，它的运行轨道较“礼炮—1”号轨道站低，其乘务组成员清一色，全为军人，而且航天员一登上轨道站，马上启动军事遥测装置。在航天员离开轨道站几周后，一个小容器便弹射出来并返回地面。这是一种回收侦察照片底片的传统技术。后来发射的“礼炮—5”与“礼炮—3”号轨道站的上述特征相同。而“礼炮—4”则与“礼炮—1”的性质完全一样，为民用站。根据这种推断，“礼炮—2”号轨道站如果不失败的话，它该是前苏联第一个军用航天站。

过去，前苏联只对其民用的“礼炮”号轨道站大加宣传，而对其军用轨道站计划却闭口不谈。只是到了近年，有关这些军事航天站的秘密才陆续透露出来。

前苏联军用航天站计划始于60年代中期。当时美国准备研制一个“载人军事空间站”。前苏联得讯后马上指令契洛梅设计局研制一种载人军事空间站系统，当时取名叫“轨道导向站”，后改为“钻石”号航天站。按最初的设计，“钻石”号航天站由两部分组成：航天站本身和一艘其尺寸、重量与航天站基本相同的运输飞船。前者带有一个载人回收舱，后者也具有载人回收舱的特性。后来，由于实际运行的需要，取消了航天站的回收舱。航天站和运输飞船计划由契洛梅设计局研制的“质子”号运载火箭发射。发射时，航天员先坐在运输飞船的下降舱内，然后通过下降舱底部三个舱盖中的一个进入飞船主体舱内。飞船与航天站对接时航天员面向前而坐，可直接透过前面的舷窗窗口观察，而“联盟”号飞船在对接时则采用潜望镜观察方式。

第一个“钻石”号航天站于1969年研制成功。到1970年，前苏联已有10个“钻石”号航天站整装待发。然而就在这时，美国的载人登月计划一举成功。在激烈的登月竞争中遭到重大挫败的勃列日涅夫下令立即着手研制一个“长期轨道站”，并指定由柯洛廖夫的设计局负责具体设计任务。

为了加快“长期轨道站”的研制任务，柯洛廖夫设计局决定采用契洛梅设计局已研制成的“钻石”号轨道站的外壳设计，即阶形圆柱体，其内部配以“联盟”号飞船的控制元件。另外，在轨道站的尾部安装了一台“联盟”号飞船的引擎，而在轨道站的前端又增加了一个对接和转

换装置（原“钻石”号对接装置在尾部，前端是回收舱）。“钻石”号轨道站上的二块电池板改为四块“联盟”号飞船上的太阳能电池板。

“长期轨道站”的组装任务也由具有多年组装“钻石”号航天站经验的赫鲁尼切夫工厂承担。1971年4月，第一个轨道站发射成功。这便是后来被称做为“礼炮—1”的轨道站，而当时被叫做“DOC—7K”轨道站。

1972年底，赫鲁尼切夫工厂同时组装好两艘轨道站，其中一个为“DOC—7K”号，另一个是“钻石”号。由于当年发射的一艘“DOC—7K”号轨道站在发射后未到达预定轨道，所以勃列日涅夫亲自决定下一次发射“钻石”号轨道站。1973年4月3日，第一个“钻石”号航天站发射成功并安全进入预定轨道。但入轨后不久，轨道站在天上起火爆炸。这便是对外被称做“礼炮—2”的那艘轨道站。

前苏联人并未因此泄气，同年5月又发射了另一艘轨道站，但命运依然不佳，发射再次遭到失败，以致前苏联人不好意思把它列为“礼炮”号轨道站系列，对外将它称做为“宇宙—557”。“宇宙”号是前苏联整个航天计划中的一个重要的、不载人的卫星系列，常用于各种科学、应用、实验和军事目的。发射时及发射后失败的飞船及其他飞行器，也常被划归该系列，挂上个“宇宙”号标签。

1974年6月25日，第二个“钻石”号航天站（入轨后被命名为“礼炮—3”号轨道站）发射成功。其第一批乘务组乘“联盟—14”号飞船来站工作了14天，完成了包括对地观测等任务在内的军事使命。5周后，第二批乘务组乘“联盟—15”号飞船飞临轨道站，但对接没有成功。由于改装后的这种“联盟”号飞船去掉了太阳电池板（以增强其机动飞行的能力和增加其他设备的重量），采用蓄电池，飞行时间只有2天，所以飞船不能长时间停靠在轨道站等待问题的解决。航天飞船被迫在夜间紧急返船着陆。

1974年12月26日民用轨道站“礼炮—4”号被发射入轨。1975年1月11日—2月9日“联盟—17”号飞船与轨道站对接。船上的航天员进入站内工作29.5天。1975年5月24日—7月26日航天员普·伊·克利穆克和弗·伊·谢瓦斯基扬诺夫又乘“联盟—18”号来站工作63天。“礼炮—4”还与不载人的“联盟—20”进行了对接飞行，以评价自动会合对接的能力和增加对轨道站补充消耗品的可能性。在近100天的飞行过程中上述4名航天员在站内进行了一系列的科学实验和研究，对改进后的轨道站作进一步的考验。

在“礼炮—4”运行期间，前苏联还曾于1975年4月5日进行一次载人飞船的发射。但因火箭偏离，飞船未能入轨。航天员靠逃逸系统紧急返回。

“礼炮—5”号轨道站于1976年6月22日发射入轨。它是“钻石”号系列轨道站中的第3艘，是用于军事目的的飞行器。其首批乘务组由沃雷诺夫、若洛鲍夫组成。原计划两名航天员在站上工作两个月。但后来由于若洛鲍夫身体状况不好，飞行只持续了49天。1976年10月14日，“联盟—23”号飞船载着航天员祖多夫和罗日杰斯特文斯基被发射入轨。但由于飞船的主引导系统天线出现故障，与轨道站的对接没有成功。飞船只得紧急返回。又因遇到风暴，造成一次航天器在夜间水上溅

落。当时，由于水面上有冰，营救筏无法接近飞船，于是只得用直升飞机将飞船拖到岸上。这是前苏联载人航天活动中第一次在水上“回收”。“联盟—24”号飞船于1977年2月8日与轨道站对接成功。但航天员只在站内工作了两周。据当时西方观察家推测，乘务组之所以如此快速返回，可能是由于前苏联急需航天员所拍摄的军事侦察照片。两名航天员返回后，前苏联原计划于1977年3月再发射一艘“联盟”号飞船与轨道站对接，但在发射前发现轨道站上的燃料储备已不能满足为期15天的飞行需求，故飞行只得取消。至此，作为前苏联第一代航天站中最后一艘轨道站的飞行使命也宣告结束。

前苏联第一代航天站的发射概况见表6—1。

表6—1 前苏联第一代航天站的发射概况

发射日期	计划代号	发射后名称	用途
1971年4月19日	“DOC—7K—1”	“礼炮—1”	民用
1972年7月29日	“DOC—7K—2”	发射失败	民用
1973年4月3日	“钻石—1”	“礼炮—2”	军用
1973年5月11日	“DOC—7K—3”	“宇宙—557”	民用
1974年6月25日	“钻石—2”	“礼炮—3”	军用
1974年12月26日	“DOC—7K—4”	“礼炮—4”	民用
1976年6月22日	“钻石—3”	“礼炮—5”	军用

（二）第二代航天站

前苏联第二代航天站包括“礼炮—6”和“礼炮—7”号轨道站。与第一代航天站相比，第二代航天站的主要特征，一是均为军、民综合应用性航天站（第一代航天站均是单一用途的航天站），二是在轨道站的前后各有一个对接装置，可同时与另外两艘航天器在轨道上对接成庞大的轨道复合体，从而大大增加了航天站的规模和功能（见图6—1）。这种大型轨道站复合体的模块式装配技术，对于将来永久性航天站的建立具有重要意义。

“礼炮—6”号轨道站的内部密封容积大约为90m³。其主要部分是工作舱，由两个直径不同、并在锥面连接的圆柱体组成。内部容积分为两个主要区段——设备区和生活区。此外，还有两个密封舱分别与工作舱的两端相连。前边的一个过渡舱与载人飞船对接，供航天员进出轨道站用；后边的一个与货运飞船对接，是航天员装卸货物的通道。在前边的一个过渡舱上还有一个出舱活动用的闸门舱。除密封舱外，站上还有两个非密封舱——科学设备舱和附件舱。科学设备舱是一个截去端头的圆锥体。它位于工作舱壁向内凹进去的地方，对外部空间敞开。在这里安放一些不能通过舷窗口工作的科学设备（如不同类型的望远镜和光谱仪等）。

“礼炮—6”轨道站内的设施非常完善。两侧有镶嵌在壁板里的空气再生器和水再生器，用来吸收工作舱内大气里的二氧化碳和水蒸汽，并

放出氧气。舱内的大气压力维持在 760~960mmHg。氧分压为 154~195mmHg。二氧化碳分压为 1.34~6.8mmHg。空气温度自动调节维持在 15~25。空气湿度为 20~80%。在工作舱的生活区设有冰箱、舒适的床、淋浴装置和“小型运动场”。设计师们尽量创造一种室内布置的自然景象。地板、天花板完全像地面上的一样，其色调既不太刺激，也不太单调，包皮柔软，能吸潮，可以固定。为此，采用的是一种特殊毛织品。它可以像刺实植物那样粘附，又可以不费劲地分离。

轨道站的淋浴室可以快速拆卸。它是用通过锁扣拉链封闭的弹性薄壁组成的。淋浴室的通风和水的排出，通过一个泵产生的气流来进行。在淋浴过程中航天员用带嘴、鼻夹具装置的专用呼吸软管呼吸。航天员使用的电刮脸刀可以吸附刮落的毛发。总之，这里的每一件生活小事都是经过周密考虑的。

当轨道站上尚没有保障物质供应的密闭式再生循环系统时，载人航天时间的长短主要取决于生活保障物资的储备和操纵轨道站定向及克服大气层上层的制动作用的燃料储备能力。如果停留在 70 年代水平，仅生保物资就需每人每天 10kg 左右。为了保障两年的载人飞行，站上就需有约 20t 的生活物资和燃料储备。再加上轨道站本体及其设备，如此大的载荷是目前任何型号的运载火箭都不能胜任的。为此，制造了“进步”号货运飞船，它的使命是定期向轨道站运送生活物资、空气、燃料和设备及部件等。它可将 2500kg 的上述载荷送上轨道站。

“进步”号货船是根据“联盟”号飞船的结构和舱内系统制造的。其运载火箭也与“联盟”号的相同，主要区别在于它完全是自动的，也不返回地面。在“礼炮—6”轨道站运行的全过程中，共发射“进步”号货运飞船 12 艘，出色地完成了轨道站的后勤保障工作，对轨道站上长期载人航天活动的顺利进行发挥了举足轻重的作用。它运送来的新的实验设备和材料，不断改变着站上的研究方向和规模。它为航天员们送来生活必需品，此外还有航天员们渴望的信件、邮包、报纸、杂志、电视录相和音乐会录音等，是极受航天员们欢迎的“圣诞老人”。

“进步”号货运飞船经常为航天员送来成套的新衬衣。衬衣每周换一次。睡袋由几个套子组成，外面是纯毛制品，内里是麻纱织品。铺进一块白色的细麻布作床单，用细扣钩固定。睡袋里有通气孔。

航天员的口粮能经常得到补充。当有客、货飞船来访时，会送来新鲜的天然食品，给航天员改换口味。在其他日子里，航天员吃罐头食品和脱水食品。过去的航天员在飞行中吃装在筒里的菜泥和果泥之类的东西，而现在吃的食物类似地面上的食品。其中包括肉类、乳类、面包类（有五种类型）。第一道菜有 6 种，糖果类有 10 种，水果及液汁类有 12 种，热饮料类有 3 种，调味料类有 2 种。口粮养分的组成为：蛋白质 135g、脂肪 110g，碳水化合物 380g，钙 800mg，镁 0.4g，铁 50mg。航天员一日 4 餐（早餐、午餐、午后便餐和晚餐）。食谱每 6 天循环一次，花样共 70 余种。吸收热值为 3100kcal，比“礼炮—4”多 300kcal。与以往的飞行不同，“礼炮—6”乘员不仅能加热装在铅管里的食品，而且能加热

1mmHg = 133Pa。

1cal = 4.18J。

肉类罐头及薄膜包装的面包。应该指出的是，在口粮的成分方面还适当地加入了所谓的食物矫正补充“药丸”。这种“药丸”由维生素、氨基酸及矿物质成分组成，在航天员准备返回地球时服用。上述食品不仅基本上同预定的能量消耗水平相符合，而且含有应急情况下需要的主要成分。

航天员的工作能力在很大程度上决定于合理的建立醒觉—睡眠周期。昼夜周期的改变会引起调节系统的某些变化。制订作息制度时不仅应考虑到航天员在地面生活时已习惯的昼夜节律，而且还要考虑到他们固有的生物节律，使之同步化。另外，在航天站内不仅要有合理科学的作息制度，还要模拟昼夜亮度、湿度、温度及这些因素的季节性变化。“礼炮—6”号轨道站上的航天员采用的是和地面一样的24小时节律作息制度。每天工作8小时，就餐2小时，锻炼2.5小时，睡眠8小时，其余为文化娱乐和机动时间。每周工作5天，休息2天。

“礼炮—6”号轨道站上的科学设备也是最先进的。例如，站内装备了可在6种不同的光谱范围内同时摄影的“MKOP—6M”摄影机，快速印片摄影机，“K—140”宽幅扫描摄影机，可研究天文、地表和大气层的亚毫米望远镜，测量宇宙—线和无线电辐射的小型轻便的“依莲娜”望远镜，可记录28种紫外线源的“—1”望远镜等。上述仪器包括了所有的电磁频率，对轨道站上科学研究和军事侦察任务的完成起了保障作用。

总之，“礼炮—6”号轨道站设施为航天员们创造了舒适的生活环境和良好的工作条件。“礼炮—6”轨道站的建立，标志着前苏联的航天事业已发展到一个重要的阶段。

“礼炮—6”号轨道站于1977年9月29日发射。原设计寿命为1.5年，但实际上它在轨道上运行了将近5年。在运行期间，“联盟—26”号~“联盟—32”号、“联盟—35”号~“联盟—40”号及新型飞船“联盟—2”~“联盟—4”号飞船载着16个乘务组，共计25名航天员，33人次来站工作（见图6—2）。

在上述16个乘务组中，有5个为“基本乘务组”。他们飞行的特点是飞行时间长，飞行任务重，乘务组成员都是前苏联本国的航天员。他们创造的最长飞行记录是185天。其他乘务组为“拜访性乘务组”。其特征和任务是：（1）飞行时间短（一般来站工作8天左右）；（2）有国际航天员参加，是前苏联国际合作计划的组成部分；（3）对“基本乘务组”进行拜访、慰问，为长期在站工作的航天员的生活带来生气和愉悦；（4）带有国际航天员本国的考察项目和任务；（5）轮换载人飞船，以便总有一个状态完好的载人飞船对接在轨道站上备用。根据“联盟—20”号飞船的试验，“联盟”号飞船在其能源下降条件下的工作寿命为90天。例如，像“联盟—26”号飞船的乘员在站上工作了96天，在他们返回时就需要有一艘新的飞船。所以，“联盟—27”号飞船的“拜访性乘务组”在返回时乘坐的是“联盟—26”号飞船，而将他们来时乘坐的“联盟—27”号留在站上，待“基本乘务组”任务完成后返地时使用。这种模式是“礼炮—6”号及后来的其他轨道站轮换航天员的一种例行程序。

1977年10月9日“联盟—25”载着航天员弗·弗·科瓦连诺克和

弗·弗·柳明进入地球轨道。原计划与“礼炮—6”对接，但因对接程序发生偏差而未成功。同年12月10日由航天员尤·弗·罗曼年科和格·姆·格列奇科驾驶的“联盟—26”与站对接成功。航天员进入站内工作96天。飞行过程中航天员进行了出舱活动，以验证“半硬”太空服和生保系统的性能，以及航天员进出航天站和在舱外从事维修和操作的能力。1978年1月10—16日航天员弗·阿·扎尼别科夫和马卡罗夫来站进行短期拜访。三艘航天器首次在轨道上对接成一个“腊肠型”轨道复合体。5天后来访者乘“联盟—26”返回地面。阿·阿·古巴列夫和捷克航天员弗·列麦克组成了一个国际间的拜访性乘务组，于1978年3月2—10日对航天员尤·弗·罗曼年科和格·姆·格列奇科再次进行了友好拜访。航天员还一起完成了苏、捷共同设计的研究项目。飞行任务全部完成后，尤·弗·罗曼年科和格·姆·格列奇科乘“联盟—27”于1978年1月16日返回。

弗·弗·科瓦连诺克和阿·斯·依万钦科夫是“礼炮—6”轨道站的第二批基本乘务组。他们于1978年6月15日乘“联盟—29”从地面起飞去轨道站工作，在天上共生活、工作了140天。飞行过程中他们进行医学生物学实验、试验制取合金和半导体新材料，拍摄了大量冰川和海洋照片，还出舱作业2小时。在这段时间内也有两批国际乘务组来站拜访。他们是普·伊·克利穆克和姆·格尔马谢夫斯基（波兰）、弗·弗·贝可夫斯基和兹·伊恩（东德），分别于1978年6月27日—7月5日和1978年8月26日—9月3日乘“联盟—30”和“联盟—31”进行了8天的航天访问活动。任务完成后普·伊·克利穆克和姆·格尔马谢夫斯基乘“联盟—30”返回；弗·弗·贝可夫斯基和兹·伊恩乘“联盟—29”返回；弗·弗·科瓦连诺克和阿·斯·依万钦科夫乘“联盟—31”返回。

在苏联载人航天史上，航天员柳明做出了巨大贡献。他两次创长期航天纪录和个人累计航天记录。1979年2月25日他与航天员弗·阿·利亚霍夫乘“联盟—32”飞船去“礼炮—6”轨道站工作了175天。他们对地球海洋和气象连续地进行观察、进行金属材料研究和医学—生物学实验，还出舱作业、排除故障1小时23分钟，8月19日乘“联盟—34”（发射时不载人）返回。1979年4月10—12日航天员恩·恩·鲁卡维什尼科夫和格·依万诺夫（保）曾乘“联盟—33”前来访问。但因飞船推进系统发生故障，对接失败，被迫提前返回。

航天员柳明在经过长期航天返地后，只休整了10个月又于1980年4月9日重返“礼炮—6”航天站工作，完成了更加漫长的航天活动。他与同来的航天员勒·伊·波波夫一起在轨道站上进行了大量的工艺实验、地球物理研究和地球资源勘察、医学—生物学实验、天文观察和宇宙射线的研究。他们来站时乘坐的飞船是“联盟—35”，返回时乘坐的是“联盟—37”。

在弗·弗·柳明和勒·伊·波波夫长达半年之久的航天过程中，为了缓解他们思念家乡之苦，地面飞行控制中心先后派遣4个航天员乘务组前去慰问。他们是：

航天员弗·伊·库巴索夫和勃·法尔卡什（匈），起飞时乘坐“联盟—36”，返回时乘坐“联盟—35”，1980年5月26日—6月3日共飞行8天；

航天员尤·弗·马雷谢夫和弗·弗·阿克森诺夫，他们乘坐的是一种新型载人飞船——“联盟—2”，1980年6月5—9日只飞行了4天。飞行的主要任务除了对“礼炮—6”轨道站上的乘员进行拜访外，还有对用新的控制系统与轨道站复合体进行动态操作进行试验；

弗·弗·戈尔巴特科和范童（越）于1980年7月23日乘“联盟—37”飞；临轨道站，8天之后乘“联盟—36”号飞船返回。

自1980年6月起，前苏联新的载人飞船——“联盟—”号投入使用。它是“联盟—”号飞船的改进型。“联盟—”号飞船重新安装了太阳能电池板，使飞船既能较长期地独立飞行，又能把它所提供的电力接入轨道站的电源系统。“联盟—”号飞船的内部也做了重新设计，能容纳身着航天服的3名航天员。“联盟—3”成了在“联盟—11”号飞船之后首次载3人的飞船。“联盟—3”在轨道上运行了13天，进一步测试了飞船各系统的性能，还与“礼炮—6”号轨道站对接飞行。1981年3月12日—5月26日，“联盟—4”完成了一次较长期（74天18小时）的轨道飞行。

1981年，“宇宙—1267”号无人舱与“礼炮—6”轨道站实现对接。前苏联宣称这是一次模块式航天站装配实验。但西方观察家认为它是一个作战空间站，而且上面装有几米长的拦截器。

1982年4月19日苏联向近地轨道成功地发射了“礼炮—7”轨道站。该站长15m、最大直径4.15m、太阳能电池板横向翼展17m，总重量为19t，设计寿命为5年。与“礼炮—6”比较，新的轨道站没有多大根本性改进，也是由工作生活舱、机器舱和仪表舱组成，而且前后各有一对接舱口，可同时与另两艘航天器对接飞行。但新的轨道站简化了许多设备的操作程序，从而进一步减轻了航天员的工作。“礼炮—7”轨道站发射的目的是继续进行苏在科学和国民经济领域里感兴趣的科技研究和实验活动。在运行期间曾有9艘“联盟—”载人飞船、11艘“进步”号和“宇宙”号货运飞船与之对接，先后接纳9批（23人次）航天员来站工作。航天员们两次刷新航天记录，完成了大量的天、地观测、科学研究和工艺实验。

阿·恩·别列佐沃依和弗·弗·列别杰夫组成了“礼炮—7”轨道站的第一个“基本乘务组”。他们于1982年5月13日乘“联盟—5”飞达轨道站并在其上工作211个日日夜夜。他们共进行了300项实验，从轨道复合体上发射2颗小型人造地球卫星，还出舱活动2小时33分钟。飞行结束后于1982年12月10日乘“联盟—7”返回。在他们漫长的航天期间，地面站曾发射3组拜访性航天员。第1组由弗·阿·扎尼别科夫、阿·斯·伊万钦科夫和法国航天员杰·勒·克雷蒂安组成。他们乘坐“联盟—6”于1982年6月24日—7月18日飞行了8天。法航天员在这次飞行中进行了10项实验。第2组由勒·伊·波波夫、阿·阿·谢列勃罗夫和斯·叶·萨维茨卡娅（女）组成。飞行中进一步考察了航天因素对女性的影响并进行受孕试验，但未成功。第3组由弗·格·季托夫、格·姆·斯特列卡洛夫和阿·阿·谢列勃罗夫组成。他们于1983年4月20日乘“联盟—8”起飞。但在与“礼炮—7”会合飞行过程中，因船上的会合、对接无线电技术系统的抛物面天线在展开时未能达到工作状态，导致对接失败。航天员被迫于1983年4月22日提前返回。

弗·阿·利亚霍夫和阿·普·阿列克桑德罗夫为“礼炮—7”轨道站的第二批“基本乘务组”成员。他们共飞行了154天14小时，是乘“联盟—9”于1983年6月27日起飞去站上工作的。在“联盟—9”、“礼炮—7”和“宇宙—1443”三位一体的对接飞行过程中，航天员们对地面和大气层进行了观测，完成了多项天体物理和医学生物学考察研究，做了一系列工艺和技术实验，并演练了大型载人复合体的操纵方法。9月9日站上曾发生一起严重的推进剂泄漏故障，是由站上三个氧化剂储箱中的两个主管道破裂造成的。舱内弥漫的毒气对航天员的安全构成了很大危险，而且随着推进剂的不断泄漏，整个轨道复合体可能因失控导致爆炸。在这种十分危急的情况下，航天员一方面穿好航天服做好随时脱离险境的准备，另一方面积极寻找泄漏源。经过一番奋力抢救，终于排除故障，化危为夷，也避免了整个轨道站的报废。后来，轨道站的太阳电池板又发生故障，使轨道站的电源功率急剧下降，严重地影响站内环境控制系统的工作。为此，航天员又出舱长时间地工作，以便排除故障，恢复电力。1983年9月26日地面飞行指挥中心派遣航天员弗·格·季托夫和格·斯特列卡洛夫去轨道站轮换已经疲惫不堪的两名航天员。但发射时火箭发动机爆炸起火，飞船靠逃逸救生系统与火箭分离，降落在离发射场4km处。幸好航天员安然无恙。

“联盟—10”所载的航天员弗·阿·索洛维耶夫、勒·德·基齐姆和奥·尤·阿季科夫是“礼炮—7”轨道站的第三批“基本乘务组”成员。1984年2月8日—10月2日他们创造了长期飞行236天的最高记录。在主乘务组飞行期间有两个飞行组前来拜访。他们是尤·勒·马雷舍夫、格·姆·斯特列卡洛夫、印度航天员拉凯什·沙尔玛（1984年4月2—10日，乘“联盟—11”来站）和弗·阿·扎尼别科夫、女航天员斯·萨维茨卡娅、伊·沃尔克（1984年7月17—29日乘“联盟—12”来站）。在近8个月的飞行过程中“基本乘务组”航天员曾多次出舱活动。第一次是4月23日，航天员基齐姆和索洛维耶夫从舱外走到发动机舱的操作区，用专门工具打开组合发动机装置备用导管的断开部分并装上了一个阀门。4月27日两名航天员再次走出轨道站，将站内的一个专用折叠梯以及装有工具和必要材料的几个容器带到舱外的工作场地并安装好。4月29日航天员第三次在舱外作业，为了消除自1983年9月出现的轨道站推进剂泄漏问题，换上了另一个主管道并检查了气密性；为保证航天站的温控条件，重涂了热防护涂层。5月3日和5月18日航天员又两次出舱，以安装砷化镓太阳电池板。8月8日航天员第六次出舱，活动5个小时。六次出舱活动总计为22小时50分钟。这在航天史上也是创记录的。航天员们在舱外所进行的大量的维修、金属切割、焊接、喷镀和安装作业为将来在天上建造更大型的航天站积累了宝贵的经验。在飞行中航天员们还完成了一系列的工艺研究：生长单晶体、制取超纯度生物活性物质、制备新的特效药等。这些是未来航天工业化的重要内容。在航天员们所完成的工作中，有46项观测实验是用法国的X射线光谱仪进行的。另外，因为在这个“基本乘务组”中有一名医生（奥·尤·阿季科夫），所以特意安排了大量的医学—生物学试验。医学专家亲自参加长期飞行，对于直接研究长期航天因素对人的影响和进一步修订防护措施，保障未来永久性航天站上航天员的健康和旺盛的工作能力，无疑具

有特殊的科学意义和实用价值。拜访性乘务组的印度航天员在飞行中进行了“瑜伽功”实验，目的是防治航天运动病，提高航天员的工作能力和保持良好的健康状态。此外，他还用本国的多光谱相机拍摄印度国土图象，调查流经喜马拉雅山脉的河流走向，以便兴修水电站，勘察沙漠地带以寻找地下水源，拍摄具有石油和矿藏潜力的目标区图象，以获得详细的地质数据。拜访性乘务组的女航天员萨维茨卡娅这次是第二次进入太空。7月25日她和航天员扎尼别科夫在舱外工作3小时35分钟，用一种多功能工具切割金属样品钛和不锈钢，用铅和锡进行锡焊、进行在铝表面的涂银试验，成为第一个在舱外作业的女航天工程人员。“基本乘务组”任务完成后乘“联盟—11”返回。第一批“拜访性乘务组”乘“联盟—10”返回。第二批拜访性乘务组乘“联盟—12”返回。

1985年6月6日前苏联发射“联盟—13”。飞船指令长是弗·阿·扎尼别科夫。这次是他的第五次宇宙之行。船上工程师是弗·普·萨维内赫。这次飞行的任务除了进行天、地观测，航天工艺试验和医学—生物学研究外，就是千方百计对“礼炮—7”站进行维修，恢复其工作能力，以延长其使用寿命。为了保证轨道站复合体上科学实验的连续性，提高轨道站的利用效率，1985年9月17日发射载有航天员弗·弗·瓦休金、格·姆·格列奇科和阿·阿·沃尔科夫的“联盟—14”，以便部分轮换航天员。结果瓦休金和沃尔科夫顶替扎尼别科夫留站继续工作。后者同格列奇科一起于9月26日乘“联盟—13”号飞船返回。站上的三名航天员一直工作到11月21日。因为瓦休金患病，整个乘务组乘“联盟—14”提前返回地面。

“礼炮—7”号轨道站还曾于1982年与“宇宙—1443”在轨道上对接。“宇宙—1443”是一种多功能的大型无人飞行器。前苏联当时把它称为模块式航天站的补充。该航天器做为一艘空间货船，既可向轨道站运送货物（其运载量是“进步”号货运飞船的2.5倍），又可携带500kg的货物返回地球（“进步”号飞船送完货后进入大气层烧毁，不返回地面）。“宇宙—1443”做为轨道站的扩充，它能使轨道站的居住空间增加50m³。该飞行器大小与“礼炮”号轨道站相同，重20t，有自己的两个太阳能电池板。

（三）第三代航天站

1986年2月20日发射的“和平”号轨道站是前苏联的第三代航天站（见图6—3）。总的说来，其外观与“礼炮”号轨道站大致相同。它重约20t，长13.5m。与前两代航天站相比较，重大的不同之处是它有6个对接接口，可同时与多艘其他航天器对接，构成一个大型组合式航天基地。与之对接的航天器包括“宇宙”号飞行器、各种专用科学舱、“联盟”或“联盟”号载人飞船，以及“进步”号或“进步”号货运飞船。上述对接舱和航天器可根据需要陆续分别发射上去，在轨道上对接组装。这样一来，就较好地解决了部件乃至整个轨道站的使用寿命问题。“和平”号轨道站原设计寿命仅为3年，可至今已在轨道上正常运行了9年之久，而且从目前的状态看，它有望一直工作到1996年。

“量子”号专用舱是对接到“和平”号轨道站上的第一个用于天文学物理研究的科学舱。它于1987年3月31日发射入轨，不久便与轨道站对接。舱内装有X射线天文台和紫外线望远镜。航天员可进入舱内工作。

“设备”专用舱于1989年11月26日发射并随后与“和平”号轨道站对接，成为整个轨道站复合体的组成部分。它长12m，直径4.1m，重19.5t。内装科学设备、服务设备和燃料储备，还有一个供航天员出舱活动时乘坐用的自动机动装置（将在本章后面专门介绍）。

“结晶”号专用舱主要用途是供在微重力条件下进行半导体晶体、蛋白质晶体、生物制剂、药物提纯等生产试验。此外，航天员还可以在舱内进行天体物理学、地球物理学及其他科学研究。该舱于1990年5月底发射，后与“和平”号轨道站对接飞行。

按照最初的计划，“和平”号轨道站要对接上5个与它本身的重量（20t）差不多的大型舱体。除了上述几个专用舱外，与他对接飞行的还应有一个“光学”专用舱和一个“自然”（也称“生态”）专用舱。待轨道站复合体全部组装完毕后，它将是迄今在太空中最重的人造航天器，比当年美国的“天空实验室”大约重135t。

勒·德·基齐姆和弗·阿·索洛维耶夫是在“和平”号轨道站内工作的首批“基本乘务组”成员。他们于1986年3月13日乘“联盟—15”起飞，15日与轨道站对接，5月6日又与轨道站分离并转移到“礼炮—7”——“宇宙—1686”轨道复合体内工作。6月25日他们再次返回到“和平”号轨道站内，首次完成轨道间的转移。他们要完成的主要任务是进行地球物理实验、研究地球资源和地球周围环境。

后来，不断有航天员乘务组来站工作和考察，而且至今仍在继续。下面只简单介绍两次创记录的飞行。

1987年2月6日，航天员罗曼年科和拉维金一起乘“联盟—2”号飞船飞临“和平”号。罗曼年科这次创造了连续飞行326天的长期飞行记录。在漫长的近一年的飞行过程中，他和同事们一起完成了大量的科学考察工作，进行天体物理实验600次，地球物理实验130次，加工工艺实验近100次，医学—生物学实验170次，对地球目视观察80余次。飞行中还多次出舱活动。

继罗曼年科之后，前苏联航天员季托夫和马纳洛夫再次刷新航天记录。自1987年12月21日至1988年12月21日他们在轨道站上工作了366天，突破“一年”的期限，为将来的星际飞行（比如载人火星飞行）积累了必要的经验和医学数据。

在“基本乘务组”悠长的与世隔绝的考察飞行过程中，他们热情地接待了一批批来访者乘务组。参加“拜访性乘务组”的国际航天员也来自像法国、日本、英国等不同社会制度的国家。

“和平”号轨道站复合体，作为一个稳固的、大型的、多功能的航天基地，已经并必将继续在经济、科研及军事应用方面发挥巨大的作用。

（四）天上载人机动装置

前苏联第一个天上用载人机动装置的研制工作始于60年代初，终于1968年。当初，前苏联曾打算在“上升”号飞船上进行一次纯女性乘务组的飞行，而且要进行太空行走，即出舱活动。舱外活动时航天员就乘坐这种载人机动装置。

当时研制成的载人机动装置装有4个固体火箭发动机，用于前后向运动，有14个喷气推进器，用于旋转和进行6个自由度的机动。该装置重90kg，工作寿命4小时。

60年代女航天员出舱活动的计划随着柯洛廖夫的去逝被取消，故第一代天上用载人机动装置始终没有使用，后来一直陈列在生产厂家的博物馆内。

80年代中期，前苏联开始研制第二代载人机动装置。1989年已经制造出两个。它是一种环抱式背负装置。其前部有一个刚性带状架，用两个铰链加以固定。带状架包含了系固航天服及机动装置的一些附件。如一个中央门，两个边门及望远镜旋转臂的配件等。载人机动装置的关键系统是电源系统、推进系统和无线电遥测系统。它们都有备份，所以，一旦出现故障不会造成航天员回不了轨道站。电源系统包括两个银—锌蓄电池，一个主用，一个备用。除了供机动装置用电外，该系统还能给航天服提供备用电力。激励系统包括两套冗余装置。每套由一个空气供应箱、一套阀门、一个减压器、16个各能产生5N推力的推进器组成。在工作时，第一套装置首先使用。当空气供应箱内的气压降至11.0MPa时，第一套装置关闭，第二套装置激活。第二套装置内的空气可以用完，用第一套装置内剩余的空气确保航天员返回密封舱。

从外形看，前苏联的载人机动装置与美国航天局研制的同类装置相似。但据生产厂家称，他们的要比美国的性能优良（见表6—2）。

俄罗斯现准备对载人机动装置进行改进，以提高其推进系统的总推力。还要增加一个能使航天员在丧失能力时自动返回航天器的系统，增设一个能提供有关航天员位置及其行为的信息的无线电导航系统。

表6—2 美苏载人机动装置性能比较

性 能	前苏联 (第二代)	美国	前苏联 (第一代)
独立工作时间 / 小时	6	6	4
离开航天器的最大距离	100	100	
载人机动装置重量 / kg	218	154	90
航天服重量 / kg	105	124 . 9	
装置工作压力 / (kg / cm ²)			
主用	0 . 4	0 . 3	
备用	0 . 27	0 . 21	
应急	0 . 22	0 . 21	
预供氧时间 / 小时	0 . 5	3 . 0	
散热 / (千卡 / 小时)	600	500	
总推力 / 吨 · 秒	12000	7000	
速度 / (m / s)	30	20	32
推进剂燃料	空气	氮	固体燃料与空气
每个推进剂的推力	5 . 0	7 . 7	
推进器数量	32	24	
自动姿态稳定精度 / °	± 2	± 0 . 5 ~ 2	
载人机动装置比冲 / (吨 · 秒 / 千克)	55	45 . 4	

前苏联第一个天上用载人机动装置已于1989年12月被送到“和平”

号轨道站复合体的“量子”号舱内。航天员谢列布洛夫于1990年2月1日首次出舱乘坐该装置进行了试验。4天后船长维克托林科再次试验了它的性能。他们出舱活动时由一根绳索将装置与“量子”舱舱口连在一起，以防万一。

在第一次试验过程中，航天员谢列布洛夫从“量子”舱的过渡舱出来后，马上启动机动装置。他把机动装置的两个控制臂从它们的收藏位置升起来，打开导航信标，检查各个系统。所有系统都开始工作后，谢列布洛夫驾驶机动装置离开“量子”舱。此时，留在舱内的维克托林科用电视摄象机记录他的伙伴的活动。航天员谢列布洛夫在舱外还用连在他头盔处的摄影机进行摄影。当时，前苏联电视台停放一部电影，对这一历史性的太空自主机动活动进行新闻报导。

在谢列布洛夫在舱外活动期间，船长在舱内操纵一个绞盘，随时控制绳索的长度，以便在紧急情况下把工程师安全拉回站内。然而在美国首次试验其载人机动装置时，并没有系这类绳索。这是由于航天飞机本身具有较大的机动飞行的能力，万一装置失灵，它可以把航天员捉回到有效载荷舱内。

试验完成后，谢列布洛夫把机动装置关掉并系牢在对接舱上，把控制臂放回收藏位置，自己从“量子”舱的过渡舱返回到站内。

维克托林科出舱驾驶机动装置的活动，不仅具有试验目的，而且带有首次实际应用的性质。在他的航天服上连有一个用来测量X射线和辐射的光学仪器。维克托林科在离轨道站的不同距离上进行了测量。我们知道。载人航天器在飞行中暴露在严酷的宇宙辐射条件下，航天器外壳本身就是一个辐射源。航天专家们需要了解这个二次辐射源如何影响航天器内及它周围的环境，测量并获取有关数据，对于未来航天器的安全设计，意义重大，特别是在太阳大暴发期间。

维克托林科驾驶机动装置驶离轨道站45m，总行程200m。载人机动装置可用于轨道站，也可用于“暴风雪”号航天飞机，供航天员出舱作业时使用。它离开母航天器的最大距离是100m，但由于系索的限制，它的机动范围为60m。

二、美国的“天空实验室”计划

“天空实验室计划”原名为“阿波罗应用计划”，是“土星—阿波罗”号计划的副产品，即利用“阿波罗”计划中剩余的运载工具和设备，以及已积累的技术成果发展起来的。与前苏联的“礼炮”号和“和平”号轨道站相比，其研究规模和完善程度，以及飞行时间方面，就逊色多了。

“天空实验室”用两级“土星—5”发射。发射重量为77t。与和它对接的“阿波罗”飞船的总长大约为35m，最大直径为6.6m，容积在300m³以上。“天空实验室”由轨道工场、太阳望远镜、闸门舱、多用途对接舱和“阿波罗”飞船的指挥舱组成（见图6—4）。轨道工场是“天空实验室”的中心。它是由“土星—5”的第3级改装而成的。航天员主要工作和生活在这里。其直径约为7m，长20m左右。在轨道工场的两侧各有一块8.5m×9m的太阳电池板。在“天空实验室”发射时，它们是折叠着的，进入轨道后再打开并向所有仪器供电。太阳望远镜与整个“天空实验室”结构垂直，上面有四块太阳电池板，呈“十”字架状，形如风车。它们负责向太阳望远镜及其设备供电。

设计和建造“天空实验室”各系统的原则是：充分利用现有设备和技术，以降低研制成本，同时要努力挖掘潜力，促使“天空实验室”执行的飞行任务尽可能在各领域内出成果。但与此同时，“天空实验室”也使用了许多以往载人航天器从未使用过的装置。例如，将控制力矩陀螺用作“天空实验室”姿态控制的主要功能系统，装备了消除二氧化碳的分子筛，采用高压储藏气体的办法为“天空实验室”提供大气等等。

“天空实验室”在发射后63秒钟，隔热和防流星铅罩被撕裂，而且部分振落。脱落的铅罩卡住“轨道工场”两侧的太阳电池板，使其不能按程序展开。发生这种故障，不仅使“天空实验室”的电力减少50%以上，而且更严重的是，由于工作舱外壁直接受太阳照射，舱内温度急剧上升，有的地方高达88℃，电力危机和高温对于“天空实验室”是一个致命的威胁，它使耗费了25亿美元的“天空实验室”计划有完全夭折的危险。

事故发生后，美国航空航天局地面控制中心曾多次指令航天站自动排除故障，但均告失败，最后决定把经过专门训练的3名航天员送上轨道。入轨后，航天员驾驶飞船首先在“天空实验室”周围作机动飞行，观察其受损情况并向地面报告。接着，航天员手控驾驶飞船向“天空实验室”停靠，与其对接，然后进入“天空实验室”。进站后，两名航天员把一把“T”形遮阳伞通过过渡舱舱口伸出到工作舱外，代替防热罩遮住了太阳的直接照射，使舱温逐渐下降，最后稳定在27℃左右。高温问题解决之后，剩下的严重问题便是电力不足。为此，航天员在地面人员指挥下，用一个末端装有金属切割刀具的7m长的竿子，经过4个多小时的修理，终于把绕住的太阳电池板解开。几乎报废的“天空实验室”重新获得了充足的电力并开始正常工作。

这次天上维修用的遮阳伞和解展受损太阳电池板的专用工具，都是临时紧急赶制的。为了完善这些工具，制订维修程序和训练航天员失重条件下进行应急维修的技能，发射前曾在地面上反复进行了水下不确定

性浮力试验。“天空实验室”严重故障的排除这一事实表明，经过良好训练的航天员可以很成功地在天上从事对航天器的维修、维护和照料工作，也充分体现了载人航天的优越性。

在 1973—1974 年期间，用改装的“阿波罗”飞船向“天空实验室”运送了 3 批航天员。每批 3 人。在站上工作时间分别为 28 天、56 天和 84 天。发射的主要目的是研究长期失重条件下的人体反应和工作能力，从地球大气层外进行天文学观察及从天上观察地球的优越性。3 批航天员拍摄了近 300000 张太阳照片，对其他天体进行了数千次观察，对地球拍摄了近 40000 张照片。用磁带记录观察地球的数据有 69km 长。在医学实验中航天员互相取了几百份血样，进行了上千次医学实验，并详细记录了他们身体对长期失重的反应。此外，对飞行器系统和观察仪器的性能也进行了评定。据估计，要分析完所有这些数据，至少需要 5 年时间。第 3 批航天员飞行过程中出舱活动 4 次，共计 22 小时 21 分钟。最长的一次达 7 小时零 1 分。此外，还研究了用将来研制成的“航天飞机”将新的乘务组送上“天空实验室”的可能性。但是，这一计划最后没有实现。由于当时太阳黑子活动加强，高层大气分子密度增加，“天空实验室”的轨道比预计的下降得快，而“航天飞机”的研制却一拖再拖。1979 年 7 月 11 日，“天空实验室”进入地球大气层。未烧毁的残骸落在印度洋和澳大利亚人烟稀少的农业地区。残骸未造成任何损失。澳大利亚当地居民把它们拆散拿走留做纪念品了。

三、航天站的特征和优越性

从以上介绍不难看出，航天站是一种大型的、长期在天上运行的载人航天器。与以往的其他类型的航天器相比，具有其他航天器无法比拟的特征和优越性。

航天站的重要特征之一是它的经济性。我们知道，以往的载人航天器都是发射之前航天员就要进入航天器舱内，并与航天器一起发射入轨。飞行任务完成后，航天器再载着航天员返回地面。对于这类航天器的一个最基本的要求就是必须具备很高的可靠性，以保证在发射和返回过程中航天员的安全。同时，还要配备应急救生系统，以便在一旦发生不测时，携带航天员逃离危险区，然后安全着陆。航天员救生系统，是一个结构相当复杂、试验工作量很大、要求很高的分系统。对于载人航天器的高可靠性要求及航天员救生系统的装配，使整个航天器的设计、制造难度增大，造价增高。然而航天站在发射时不载人，而是在发射后在轨道上接纳航天员，同时它本身又是一种不返回的航天器。这样一来就大大简化了航天器的结构，减小了设计的难度和复杂程度，从而也就极大地降低了研制成本。

航天站是一种长期在轨道上运行的航天器，在整个运行过程中，它有时载人，有时不载人、自主飞行。许多考察项目和试验研究，要求必须有人亲自操作和经常性关照。然而也有些项目并不需要航天员始终干与，只要开始时由航天员启动并调试好仪器设备，以后定期进行检查，最后获取成果就行了。所以航天员可以经常离站暂回地球老家。这既不影响考察工作的继续进行，又免去了站上许多消费。

航天站的经济性还充分体现在它的长寿命上。对于以往的航天器来说，要想获得长寿命，一方面必须通过增大航天器的容积，尽量在发射时多装载燃料及航天员生活消耗品；另一方面要努力提高舱上所有分系统、仪器、设备，乃至各零部件的可靠性和使用寿命。这不仅涉及到对航天器本身结构、运载工具及发射场能力的一系列要求，而且涉及到对像元器件生产质量等整个国家工业化水平这样的要求。高要求必然导致高投资。但如果有朝一日，轨道上的航天器能像地面上的机器和设备一样，消耗材料和物资可以根据需要及时补给，什么地方出了故障可以及时维修和排除，零、部件坏了可以更换，上面的仪器和设备还能不断更新换代，那么航天器的寿命问题也就得以解决了。从前几节的介绍中，我们不难看出，现在的航天站，特别是前苏联的轨道站，已经很好地解决了这个问题，并且大大延长了其工作寿命。

寿命与其使用价值和经济效益成正比。

航天站的另一突出特征及优越性就是它的综合应用性和高效性。一般说来，航天站主体本身就有较大的容积，这为安装多种或大尺寸的实验设备和仪器提供了必要的条件，从而扩大了研究的范围和规模。不仅如此，航天站主体上可以设计多个对接接口，并根据需要在轨道上与后来陆续发射上的各种专用舱对接组成更大型的轨道复合体。每个后对接上去的专用舱也可以再有数个对接口，继续与其他航天器和其他专用舱对接……从理论上讲，这种模块式的在轨组装方式，可以使研究规模不断扩大，使航天站的功能无限增加。若干个航天器或专用舱，既可以

在轨道上对接组合成一体，又可以分离和再组装。这样就可以根据需要改变航天站的功能。功能多、灵活性强、用途广、利用率高等优越性，是过去功能单一的航天器（如气象卫星、通信卫星等）无法比拟的。

数月、乃至数年的长时间运行，保证了天上研究工作的连续性和深入性。各行各业的专家—航天员亲自操纵实验的进行，现场观察和评定研究结果，对于实验方案和方法的不断完善、对于研究的逐步深化和研究质量的提高具有直接和重要作用。

第七章 前苏联解体对载人 航天事业进程的影响

1991年8月19日，前苏联在经过了长期激烈的政治动荡和混乱，经济困顿和衰败之后，无可挽回地解体了。此后，15个原加盟共和国相继独立，其中的11个又组成了一个松散的“独联体”。前苏联曾经是一个世界超级大国，更是一个赫赫航天超级大国。前苏联的解体，对世界载人航天事业的发展产生了极严重的影响。

一、对前苏联航天成就的简单回顾

第二次世界大战之后，前苏联政治和军事领导人，决心在本国和德国的技术基础上研制和发展火箭武器。以柯洛廖夫为首的一个高水平的专家群体很快形成。在他们周围又云集了一大批有事业心、有创造性、有才干和雄心勃勃的年轻科技工作者。随着这支科技队伍的不断壮大，从事航天业的劳动大军已逾一百万人。

1957年10月4日世界上第一颗人造卫星发射成功之后，赫鲁晓夫开始对火箭与航天技术给予特别的关注。后来，勃列日涅夫和戈尔巴乔夫也都积极支持航天事业，把它视为炫耀本国科技先进、国力强盛的标志，给予充足的资金、最优质的原材料和最好的通用技术设备等方面的保障。

在解体之前，前苏联共发射了2749颗卫星，种类从侦察、通信、资源、科研、载人航天到星际探测，无所不包，应有尽有。在载人航天器方面，发展了“东方”号、“上升”号、“联盟”号及其改进型飞船，“礼炮”号、“和平”号轨道站复合体，“进步”号及其改进型货运飞船，“暴风雪”号航天飞机等，共计138艘。

在星际探测计划方面，发射了“月球探测器”、“火星探测器”和“金星探测器”共59颗。

为发射上述各类航天器，前苏联研制生产了从“东方”号、“宇宙”号到“质子”号、“能源”号等一系列的运载火箭。为实施其航天计划，前苏联建立了加加林航天员训练中心，3个卫星发射场、2个飞行控制中心，7个地面跟踪站，以及许多其他航天综合设施。另外，还有一支拥有10余艘跟踪船的舰队。前苏联拥有一个非常雄厚、非常坚实的航天基础和一个非常庞大、非常有效的航天体系，从事运载火箭、航天器及一切航天设备的研究、设计和生产工作。有关的科研机构 and 工业团体已发展到1000多个，其中最大、最主要的有4个设计局和17个科学生产联合体，由通用机器制造部管辖。该部所属的航天管理总局负责协调设计局的工作。空间科学研究计划由前苏联科学院负责。

40年不懈的努力，使前苏联的航天事业取得了有目共睹的巨大成就。在全世界航天史上，它抢得了多项“第一”：“第一颗人造地球卫星发射成功”、“第一名航天员上天”、“第一个女航天员遨游太空”、“第一个航天员出舱活动”、“第一次两艘载人航天器在轨道上实现对接”、“建立第一艘在轨组装的航天复合体”，多次刷新记录并创下连续航天400多天的世界记录。

航天计划的实施，促进了前苏联航天技术的迅速发展，极大地带动了各科学领域的进步，大大刺激了前苏联新工艺、新技术、新材料的开发应用和生产力的提高。与此同时，航天活动还给前苏联国民经济各部门带来了巨大的直接或间接的经济效益。

前苏联的航天计划及所取得的成就，支持了它与美国之间的战略平衡，赋予并增强了它在国际事务中的发言权，确保了它在政治、外交和军事上超级大国的地位。

二、解体对载人航天事业的影响

随着前苏联的解体，40年苦心经营和建立起来的航天体系和航天基础受到重创。所有航天机构和设施被独立后的加盟共和国切割瓜分和归为己有，使得曾有效执行航天计划的统一体系四分五裂，协作纽带断裂，管理处于混乱状态，工作几乎陷入瘫痪。出现的局面是，有着光荣历史和齐全设备的拜科努尔发射场因为正处在哈萨克斯坦的领土上，所以自然划归哈萨克斯坦所有。但哈萨克斯坦既没有航天工业，又没有科研基地和试验场所。乌克兰拥有制造卫星和火箭的南方科学生产联合体和两个跟踪站，但没有发射场。与此同时，由于没人订货、资金不足和材料缺乏，乌克兰的火箭和洲际导弹生产厂家被迫停产或转为民用生产。俄罗斯是唯一能够从进行科学研究、试验制造到航天运载工具的发射与利用等一整套航天活动的独联体国家。原苏联80%的航天企、事业机构分布在俄罗斯境内。但是，俄罗斯离不开生产“旋风”号和“天顶”号火箭及电子侦察卫星、导弹预警卫星和海洋监视卫星的乌克兰“南方”科学生产联合体。而要发射同步通信卫星、星际探测卫星，更离不开“质子”号运载火箭的唯一发射场——处于哈萨克斯坦境内的拜科努尔发射场。这就出现了一个问题，位于各国境内的、单一功能的航天设施和航天机构，如何相互协调和合作？1992年年底，独联体各成员国曾在明斯克签署一项有关协议，但实际执行起来，却相当困难。例如，哈萨克斯坦就曾经拒绝俄罗斯使用拜科努尔发射场。为此叶利钦总统公开谴责哈萨克斯坦违反明斯克协议的做法，但哈萨克斯坦反唇相讥，抱怨拜科努尔发射场的军事贸易收入全部流入了俄罗斯的国库，而哈萨克斯坦不但分文未获，反而贴进了本国财力不堪负担的数十亿卢布，用来维护设施的年运转费。为此，拜科努尔发射场附近的列宁斯克城，还举行了大规模游行示威，要求改善工作条件和增加工资。俄、哈矛盾从而进一步加深。

前苏联解体给航天业造成的重创程度，通过拜科努尔发射场的遭遇，可见一斑。

40年前，在离偏僻的丘拉坦小站不远的荒漠的哈萨克草原上，曾坐落过前苏联国防部的第五试验场，并打下了拜科努尔第一块奠基石。后来，经过建设兵团的短期奋战，一座封闭的小城拔地而起，定名为列宁斯克。这座军事小镇建设完备，除拥有总面积达100万m²的住宅区外，还有10所中、小学校及30多个院校学前班，一所技校及一所莫斯科航空学院的附属学校，一家军队医院和一家地方医院，发电站、食品厂、商店，应有尽有。城市交通也很方便，有飞机同莫斯科、圣彼得堡、克哈尔科夫、萨马拉和阿尔马阿塔通航，还有一个铁路运输网络，北通柯洛廖夫，西达捷洛梅，东接延吉和居比雷机场（“暴风雪”号航天飞机跑道），以及库班区和彼士察纳亚。

拜科努尔发射机构划分为4个试验中心：第一个中心包括“联盟”号发射架（1号和31号）和“天顶”号发射架（45号）；第二个中心管理“质子”号发射架（81号和200号）；第三个中心主管“能源”号和“暴风雪”号航天飞机的发射架（110号和250号）；第四个中心负责综合测试。除了“联盟”号、“天顶”号、“能源”号和“质子”号发射

台外，此处还有一个战略导弹的发射基地。

从以上介绍不难看出前苏联在拜科努尔建设上的巨大投资，以及它在航天事业发展中的地位。

前苏联解体后，由于管理不善和经费严重不足，拜科努尔发射场的维护、保养以及发射人员和家属的生活条件难以保证。由于看管不严，发射场许多地方的硬件和材料被破坏者拆走，犯罪活动日益猖獗。城市的窘境使得正常的维修工作无法进行，许多公共设施老化和受损。受生活所迫和因对未来失去信心，一批又一批的俄罗斯军人、发射场的工作人员、科学家、工程师纷纷离开列宁斯克城。

更为严重的是在 1993 年 2—3 月间在拥有 10 万多居民的列宁斯克爆发了一场“大灾难”。据哈萨克电台报导，国家银行该地区分行的债务已达 800 万卢布，从而无法进行该城资金的正常周转和工资的如期发放。此事引发了一场暴乱。2 月 24—25 日夜间，数百名士兵捣毁了营房，纵火烧毁三排营房。两幢司令部大楼和一家俱乐部化为灰烬。两座仓库和两家商店被洗劫一空。据初步估计，这次暴乱造成的经济损失达 1 亿卢布。大约 500 名不同国籍的人参与了此次骚乱。三名士兵被杀，多人受伤。

拜科努尔，是地球上的第一个航天港。就是在这里，成功发射了第一颗人造地球卫星；顺利地把人类第一名航天员送上太空；架设了通往月球和其他行星的桥梁；“闪电”号、“流星”号、“联盟”号、“礼炮”号……穿云拨雾相继腾空入轨。昔日的鼎盛和荣耀，今日的惨淡和悲怆，形成了强烈的对比，令人心碎和深思。

人才严重流失，是前苏联解体对航天基础造成重创的又一表现。由于管理混乱、计划停顿、工作不饱满和生产不景气，航天专家、工程技术人员和广大职工，在心理上产生一种失落感，再加上工资少、生活水准低下，所以许多优秀人才离开航天领域，或到国内待遇优厚的企业就职，或流向国外谋生。人才的流失，将对航天事业的发展产生深远影响。

前苏联解体对航天事业造成的最直接影响是航天计划压缩，航天活动减少。

航天事业是个耗资巨大的领域。经费拮据一直是困扰前苏联航天计划的顽症。但是那时是由中央政府统一规划、直接拨款，所以矛盾并不突出。解体后，各独立国均陷入经济危机，而且诸侯割据，在管理上出现一种无政府主义的局面，所以航天经费的筹措相当困难。解体后，前苏联的航天计划基本上由俄罗斯接管。俄罗斯同时也接过了一个财政上入不敷出、债台高筑的烂摊子。叶利钦上台后，马上下令大规模削减国防经费，进一步压缩航天计划，特别是军事航天计划、载人航天计划以及不能给本国人民直接带来明显效益的项目。其结果是：

“和平—2”号轨道站研制计划中止；

“大型联盟”号载人飞船计划（可载 7 人）被搁置；

“暴风雪”号航天飞机发展计划被中断；

“和平”号轨道站上两个对接专用舱的发射被推迟；

“天顶”号运载火箭的生产停止，“能源”号运载火箭的试验陷于困境；

“和平”号轨道站复合体考察乘务组的发射次数大大减少；

一系列的国际合作项目和计划被推迟或取消。

三、前苏联解体前后航天政策的变化

早在前苏联解体之前，戈尔巴乔夫为了振兴经济，推行了一系列的改革政策。在航天领域，他们决心充分利用自己的技术优势，积极开展以赢利为目的的商业性国际合作，取代以往以宣传为主要目的提供免费或低价飞行的国际合作航天活动。

例如，1990年3月在瑞士蒙特举行的展览会上，前苏联的展台是展厅中最大的展台之一。展出的模型有“和平”号轨道站复合体、“能源”号火箭、“暴风雪”号航天飞机及许多其他型号的卫星和运载工具。出席展览会的前苏联代表团的官员，从航天管理总局副局长到“暴风雪”号航天飞机的设计师，当场回答了人们提出的各种问题，努力寻找做生意的一切可能和机会。展览会上，戈尔什科夫博士还提供了有关使用“和平”号轨道站的价目表。他说：“每搭载比重为0.5~0.6kg/L、体积不超过300mm×300mm×300mm的1kg设备，须支付大约20000美元的费用。如果比重增加到0.6kg/L以上，那么所需费用就可以呈比例地随体积的减小而减少。”至于航天员工作时间的收费，则视航天员实际投入的工作量来决定。如果需要航天员出舱活动，那么每小时的收费为400000美元。假如飞行计划中已有出舱活动的内容，则该项收费可以大幅度减少。关于货物回收的要价问题，主要取决于货物的体积。该项收费从每千克20000美元到60000美元不等，具体数额须通过详尽的分析才能决定。

在航天商业化政策的推动下，前苏联航天管理总局、能源设计局、联合图象公司等机构和部门均踊跃跻身国际市场。就连一向非常传统、保守的科学院，也开始大谈空间政策和空间目标。许多航天机构和地面设施，如拜科努尔发射场、航空流体动力学研究中心、加里宁格勒航天控制中心等都向西方敞开了大门。

以往，前苏联的发射场是封闭式的。各种运载火箭的构造也都对外保密。在改革大潮推动下，帷幔徐徐拉开，一切都迅速从封闭、保密状态向开放、公开化过渡。1987年5月11—13日，戈尔巴乔夫视察了拜科努尔发射场。舆论界对此作了连篇累牍的报道，说一种新的、全能型运载火箭正在进行发射前的准备工作，该火箭能把可重复使用的航天飞机，或大型研究性及商用货船（包括太空实验室轨道舱）送入低地轨道。后来，在电视新闻节目中还报道了该“能源”号巨型火箭的发射过程，显示了一幅长达10分钟的完整画面，暴露了相当一部分细节。就连草原上的郁金香和马匹都上了镜头。

拜访拜科努尔发射场的第一位外国人是法国的戴高乐总统。那是1966年6月，他仅由私人医生陪同，观看了“宇宙—122”号卫星的发射。4年后，蓬皮杜总统出现在“宇宙—368”号卫星的发射现场上。1975年为实施“联盟”号—“阿波罗”号联合飞行计划，拜科努尔发射场曾向3组美国航天员和技术人员开放。但他们都是夜间飞进和飞出。

现在，拜科努尔发射场已向所有可能成为运载工具和发射服务的顾客们敞开了大门。外国元首、官员可以应邀来此观看航天器的发射场面以饱眼福，西方记者也可以到发射场进行采访和作现场报道。但是大多数参观者要交费1900美元，就连航空航天组的成员和大使们，也要交费4900美元。

前苏联甚至开展了“航天一日游”、“航天七日游”的创汇旅游项目，安排国外旅游团参观航天器发射，或沿途经过莫斯科、卡卢加和列宁格勒参观航天员训练中心、飞行控制中心和一些博物馆。头几个月接待的西方旅游观光者达 1000 多人次。

推行航天商业化的另一个活生生的例子，是在 1988 年 6 月，当保加利亚的第二位航天员搭乘“联盟 TM—5”进行航天活动时，现场出现了保加利亚和前苏联两国的广告牌。瑞士广告社甚至同航天管理总局、对外贸易部签署了一项合同，要求在“和平”号轨道站表面刷上二块 2m × 3m 的广告牌，广告图案和标记贴在航天员的航天服上，广告招贴板悬挂在发射架上。这项广告交易的费用是 62 万美元（合 1 百万瑞士法郎）。

从戈尔巴乔夫到叶利钦，积极利用出访或接待外国高层领导人的外交场合，游说包括中国、德国、法国、英国、日本、意大利、西班牙、伊朗、以色列、智利及南朝鲜等选派航天员参加“和平”号轨道站上的考察飞行。每次收费大约 2500 美元（包括训练费和飞行费）。实验设备和样品基本上自备。

俄罗斯独立后，在航天领域（也包括军事卫星系统在内）更是彻头彻尾地朝着商业化的方向努力，把国际合作都变成有利可图的交易。主张无论对国内用户还是国外用户，一切提供都是有偿提供，一切服务都是有偿服务。如有偿发射卫星，出租、出售航天设备，保证跟踪国外卫星、交换航天探测数据以及提供从本国航天器接收这些数据的能力、出售航天遥测信息和航天照片、出租航天器的舱位等等。此外，还进行一系列的“我出技术、你出钱”的航天研究国际合作。这包括联合研制和实验航天装置，对近地空间、太阳和行星的研究，对航天材料、半导体和航天制药技术的研究等。

无疑，大张旗鼓的航天商业化活动，必定会为本国换取可观的硬通货，也为航天活动的继续进行筹措到一些资金。但是，应该指出的是，无论是前苏联，还是俄罗斯，其航天商业性活动是在一种思想准备不足、未进行认真的研究、缺乏必要的知识和经验的情况下展开的，又是在某种“迫不及待”和“饥不择食”的心态下进行的。这种情况不可避免地会使自己在交易活动中蒙受损失，而让西方一些国家趁机捞取便宜。西方国家充分利用这种千载难逢的机会，引进航天技术，购买航天硬件，多快好省地充实和促进了本国航天事业的发展。

为了招揽生意，吸引外商，促进航天商业化，在前苏联解体的前后开始执行一种“公开性”的、“开放性”的政策。过去，为了竞争的需要，航天技术对外绝对保密。在赫鲁晓夫和勃列日涅夫执政时代，宣传部门受到严格控制，新闻媒介不得透露任何与失败有关的蛛丝马迹，以表明“社会主义的苏联”对于“帝国主义的美国”在航天技术方面的优势。这种政策使前苏联人民长期处于被蒙骗状态，而且无形中形成这样一种根深蒂固的观念，即前苏联的航天计划是相当成功的，而在众目睽睽之下执行航天计划的美国，却屡遭失败。

除了前面提到的发射场、航天员训练中心、飞行控制中心等机构对外开放外，航天“公开性”政策还体现在基本上完全公开了昔日保密的每一个航天计划，比较实事求是地承认失败的事件，允许国内有批评性意见。

“公开性”政策除了能促进航天商业化之外，也有利于争取国内各级领导和广大人民群众的支持。因为他们有权知道，国家把那么多资金投入在某项航天计划上值不值得？结果如何？

与美国间的冷战、对抗、争霸太空的关系，使前苏联长期、坚定不移地执行了一种重军轻民的航天政策。随着前苏联的解体和新的政治格局的出现，以及由于国内经济的衰退，使一贯倍受青睐的航天军事领域受到强烈的冲击。1992年2月俄罗斯的航天局成立后，立即提出航天活动非政治化、非军事化、转向商业化的方针，并着手削减军事航天预算，增加民用航天活动的经费。

各自作为两种社会制度的代表和两大盟邦的盟主，美国和前苏联长期以来相互敌对抗衡，激烈争霸太空。这在一定的意义上成了一种动因，大大刺激了载人航天事业的迅猛发展。前苏联的解体和自我崩裂，使航天领域两大撑天柱之一大伤元气，使一个庞大的完整的航天体系四分五裂，雄厚的航天基础被严重削弱。

为了挽救航天事业，继续协调发展，独联体各国已纷纷成立航天管理局，并且准备建立一个类似欧洲空间局的协调性机构，负责空间活动的管理和资金分配。为此，独联体9个成员国的政府代表于1991年12月30日在白俄罗斯首都明斯克会晤，并签署了一项航天协议。该协议既提倡航天合作，又允许各国单独执行计划，特别强调了在使用分布于各国领土上的航天设施方面应坚持相互支持和互利的原则。

1992年俄罗斯航天局、国防部、科学院、地矿部、邮电部、交通运输部及其他有关部门一起研究并制订了“俄罗斯在2000年前的航天计划”，确定了俄罗斯近期航天活动的主要目标和重要任务。

尽管前苏联的解体对航天事业造成了巨大创伤，但以俄罗斯为首的独联体的技术水平仍在，工业基础仍在，所以航天活动会继续进行，而且可能会有朝一日东山再起，再度辉煌。技术和人才的严重流失，对独联体的航天业肯定是一个重大损失，但“肉化在锅里，养分不减”。流动的结果也会促进技术交流，带动西方航天技术的发展，对于整个人类航天业来说未必不是一件大好事。

第八章 载人航天国际合作的历史与现状

载人航天事业的特点是技术难度和耗资巨大。世界各国，其中包括美国和前苏联，都极难单独承受这种巨大的人力和财力的消耗，从而在一定程度上限制了航天事业的迅速发展。从另一方面讲，对于宇宙的探索 and 开发，本来应该是地球上整个人类的共同事业。这是因为，宇宙是属于全人类共有的财富且对于宇宙的开发会给全人类带来利益。因此，在载人航天领域进行广泛、深入的国际合作是一个必然趋势。

一、60 年代的国际航天合作

航天领域内国际合作的历史可以追溯到 50 年代末、60 年代初。在初期阶段，这种合作带有极大的局限性。表现为：（1）合作仅限于无人飞行方面；（2）国际间合作只限于在东西两大阵营内成员国之间进行。

例如，在 1965 年 11 月，前苏联在莫斯科召开了有保加利亚、波兰、越南、东德、古巴、蒙古、罗马尼亚和捷克斯洛伐克等 9 个社会主义大家庭成员国参加的会议。会议讨论了在探索和利用太空方面进行合作的可能性和途径。1967 年 4 月，上述九国再次在莫斯科聚会并讨论通过了“国际宇航”多边合作的纲领。合作的内容涉及空间物理、气象和通信等领域。合作的途径是由前苏联提供发射设施和卫星，而其他成员国各负责其自己的项目。取得的成果各国共享。这类卫星取名为“国际宇航”。

1968 年 5 月，在前苏联的建议下九个成员国又在布达佩斯举行会议。会议决定成立一个“国际卫星通信组织”，以加强成员国之间的通信联系。该组织于 1971 年正式成立，联合发展了“闪电”、“地平线”及“荧光屏”卫星系列。

为了在航天领域内与以前苏联为首的社会主义阵营抗衡，1959 年在美国的积极支持下西欧十一个国家成立了一个欧洲空间研究组织。该组织便是现在的“欧空局”的前身。几乎在整个 60 年代，欧洲空间研究组织的所有航天活动都是在与美国国家航空航天局的合作下进行的。与此同时，美国也极尽全力扶植日本的航天事业，提供航天技术和运载工具。

从某种意义上讲，上述合作只是出于美苏政治上的需要，把营垒内成员国间的合作作为巩固各自的阵营和与对方抗衡和竞争的手段。

二、70年代的国际航天合作

70年代国际航天合作的主要特点是美国和前苏联从激烈的竞争和绝对的排斥向开始相互接触和进行有限合作过渡，合作的领域也由无人飞行扩展到载人联合飞行方面。

这种变化的重要标志是1975年7月美国的“阿波罗—18”和前苏联的“联盟—19”号飞船在轨道上实现了对接，两国航天员到对方飞船上进行了互访并共同完成了这次联合飞行计划。这次飞行是根据1972年5月美国和前苏联共同签署的一项“共同研究和开发宇宙空间”的协议进行的。为了这次联合飞行，在1972年5月—1975年7月这段时期内，双方专家会见20多次，共同进行了11项各种试验，训练航天员6次（700小时），训练飞行控制中心人员6次。

与此同时，东西方两大阵营内部的空间合作的范围和规模不断扩大，合作的性质也发生了一些微妙的变化。这在西方阵营内体现得尤为明显。

1973年，美国和西欧签定了政府间航天合作的协定和备忘录。商定欧洲参加美国航天飞机计划，负责研制航天飞机的有效载荷——“空间实验室”。在70年代，欧洲的航天事业迅猛发展。1975年，在欧洲空间研究组织的基础上正式成立了有11个成员国参加的“欧洲空间局”。1979年12月，欧空局研制的“阿里安”运载火箭正式投入使用。这标志着欧洲已具备独立发射航天器的能力。随着欧洲航天实力的不断增强，它对美国的依赖性逐渐减小，开始不满意原来与美国间的那种“宾主”关系并向着相对独立和平等互利的关系原则发展。

美日之间的航天合作，也经历了与美、欧之间航天合作关系发展相似的过程。日本的航天业是在美国的扶植下发展起来的。在美国的帮助下日本的航天工业在短短的十几年中得到了迅速的发展。随着实力的增强，日本也不再满意原来那种受美国支配和控制的地位，而迫切希望取得空间活动自主权和与美国之间发展一种新型的、平等的合作伙伴关系。

70年代中期，前苏联建议“国际宇航”组织的一些成员国派航天员参加他们的轨道站的飞行。1976年7月和9月，波兰、保加利亚、越南、东德、古巴、蒙古、罗马尼亚和捷克斯洛伐克的代表们在莫斯科就这一建议进行了讨论并表示了赞同。代表们就与载人航天国际合作有关的所有问题达成了协议。1976年12月苏联的加加林航天员训练中心开始为波兰、捷克斯洛伐克及东德选派的航天员安排和组织训练。

在训练的第一阶段，进行一般性训练。主要任务是让国际航天员获得航天员应具备的基础知识和品质。在此基础上，航天员们开始了解和研究运输飞船及轨道站的结构和性能，在训练器上及实验台上学习掌握操纵飞行器及其系统的初步技巧。训练的第二个阶段是以乘务组成员集体训练的形式进行的。外国航天员同前苏联航天员一起在综合训练器及专用训练器上训练飞行技能。这包括从航天员坐入飞船到返回地面整个飞行计划的所有飞行内容的训练。加加林航天员训练中心由于在训练国际航天员方面出色地完成了任务，1982年被授予“人民友好勋章”。

根据“国际宇航”组织的计划及其成员国间达成的协议，70年代前

后共有 8 个社会主义兄弟国家的航天员参加了在“礼炮—6”号轨道站上的飞行。

三、80年代的国际航天合作

进入80年代后，航天领域内国际合作活动日趋频繁，合作的内容更加广泛，东、西两大营垒内许多成员国的独立意识进一步增强，并开始从“单靠一”向“双向合作”的趋势发展。随着航天翅膀羽毛的日益丰满和飞翔能力的不断提高，欧空局各国对过去那种与美国间的依从、受支配和不平等的关系更加不满。于是，当1984年美国提出希望与欧洲合作研制航天站时，欧洲就明确提出要与美国建立“真正的合作伙伴”关系。欧洲将提供计划中独立的能确认的部分，而不是像过去那样只提供设备，同时要求美国为自己所应履行的义务提供充分的法律保证。1988年欧洲与美国就“哥伦布”计划签定政府间协议。欧洲将向“自由”号航天站提供“哥伦布”自由飞行器和实验平台，但所有权归欧洲。美欧间1988年空间合作协议的签定，标志着美国与欧洲间的合作关系从此揭开了新的一页。

同期，日本一方面决定研制自己的“H—11”型火箭，以增加自己独立开展航天活动的能力，另一方面又谋求与美国建立一种新的空间合作关系，参加美国的航天站计划，提供可与之对接的日本实验舱。

80年代，以前苏联为首的国际航天活动也发生了重大变化。在这一阶段，搭乘前苏联航天器实现航天活动的航天员，不仅来自社会主义国家，而且也来自一些资本主义国家。例如，1984年4月，印度航天员拉凯什·沙尔玛乘“联盟T—11”号飞船进行了一次拜访航天站的飞行；1987年7月叙利亚航天员穆哈默德·法里斯乘“联盟TM—3”完成了一次联合飞行任务；为弥补1979年4月飞行失败的缺憾，1988年6月保加利亚再次派航天员与前苏联航天员一起进行了一次航天活动。

特别值得一提的是，80年代法国的载人航天国际合作活动异常活跃。1982年6月和1988年11月，法国航天员让—鲁·克雷蒂安先后两次进入前苏联的轨道站。第二次飞行的时间为24天，是他国航天员中飞行时间最长的一个，而且还与一名前苏联航天员一起出舱作业6个小时，支架了一个由法国研制的碳纤维结构作为望远镜等大型装置的平台。这次飞行发射时，法国总统密特朗到发射场观看了飞船的发射。据报导，1989年12月，法国CNES组织和前苏联航天管理总局在莫斯科达成了一项为期10年的载人航天合作协议。这个协议是1988年底法国总统密特朗同前苏联总统戈尔巴乔夫会晤时产生的一个积极成果。根据这项协议，从1992年起到2000年，法国航天员将每隔一年乘前苏联航天器飞行一次，预计共飞行6次。法国航天员在积极参加前苏联航天飞船飞行的同时，还于1985年6月参加了美国“发现者”号航天飞机的飞行，以便继续进行失重条件下的科学试验。这种“脚踏两只船”的现象，是航天国际合作广泛深入开展的一个标志。

80年代末，前苏联还对来自日本和英国的航天员进行了培训。他们在90年初与前苏联航天员进行联合飞行。表8—1列出了搭苏联航天器飞行的外国航天员的资料。

表8—1 搭苏联航天器飞行的外国航天员
(截止到1988年12月)

序号	航天员姓名	国籍	航天日期	航天器	飞行时间 (天:时:分)
1	弗·列麦克	捷	1978 . 3 . 2 ~ 10	礼炮-6—联盟-28	7 : 22 : 16
2	姆·格尔马谢夫斯基	波	1978 . 6 . 27 ~ 7 . 5	礼炮-6—联盟-30	7 : 22 : 3
3	基·伊恩	东德	1978 . 8 . 26 ~ 9 . 3	礼炮-6—联盟-31	7 : 20 : 49
4	格·依万诺夫	保	1979 . 4 . 10 ~ 12	礼炮-6—联盟-33	1 : 23 : 1
5	别·法尔卡什	匈	1980 . 5 . 26 ~ 6 . 3	礼炮-6—联盟-36	7 : 20 : 46
6	杜·范童	越	1980 . 7 . 23 ~ 31	礼炮-6—联盟-37	7 : 20 : 42
7	阿·门杰斯	古巴	1980 . 9 . 18 ~ 26	礼炮-6—联盟-38	7 : 20 : 43

(续)

序号	航天员姓名	国籍	航天日期	航天器	飞行时间 (天:时:分)
8	古尔拉格恰	蒙	1981 . 3 . 22 ~ 30	礼炮-6—联盟-39	7 : 20 : 43
9	杜·普鲁纳留	罗	1981 . 5 . 14 ~ 22	礼炮-6—联盟-40	7 : 20 : 41
10	克雷蒂安	法	1982 . 6 . 24 ~ 7 . 2	礼炮-7—联盟 T - 6	7 : 21 : 51
11	拉·沙尔玛	印	1984 . 4 . 3 ~ 11	礼炮-7—联盟 T - 11	7 : 21 : 41
12	姆·法里斯	叙	1987 . 7 . 22 ~ 30	和平号—联盟 TM - 3	7 : 23 : 5
13	阿·亚历山德洛夫	保	1988 . 6 . 7 ~ 17	和平号—联盟 TM - 5	9 : 20 : 10
14	阿·穆罕莫德	阿富汗	1988 . 8 . 29 ~ 9 . 7	和平号—联盟 TM - 6	8 : 20 : 27
15	克雷蒂安	法	1988 . 11 . 26 ~ 12 . 21	和平号—联盟 TM - 7	24 : 18 : 7

四、载人航天国际合作的现状与前景

冷战结束，东西方关系缓和，为载人航天国际合作的开展提供了良好的国际环境，为航天技术的相互交流带来了难得的机会。

前苏联的解体，使美国在航天领域失去了最大的竞争对手。在冷战期间，为了同前苏联争霸太空，美国政府曾不遗余力地支持其空间计划。“阿波罗”飞船之所以能在那么短的时间内实现登月，不能不说是航天竞赛的结果。然而现在来自前苏联的威胁已经消失，美国政府开始意识到应该重新审视那些耗资巨大的航天计划和改变原来的航天政策。再加上国内的经济状况越来越不景气，国内要求削减空间预算的呼声越来越高，通过预算拨款所受到的阻力越来越大，所以航天事业发展的势头受到重大的压抑。在这种情况下，美国航天业要么放弃某些计划，要么寻求国际合作以求发展。

前苏联解体后独联体各国的日子更加艰难，政治动荡、经济崩溃，航天领域内经费极缺、航天体系和航天基础受到重大创伤，技术人员大量流失，使得航天活动几乎无法正常进行下去，使得正在轨道上运行的“和平号”轨道站缺乏照料和得不到充分利用。在这种情况下，航天事业的发展成了一个包袱。但是，航天技术优势也是一张王牌。俄罗斯、乌克兰等拥有原苏联航天技术的国家明智地看到，积极推行商业性的国际合作，是帮助国家和航天业摆脱困境的出路之一。

随着自己航天技术的日趋成熟，欧空局各成员国和日本都希望能尽快全面地掌握航天技术，独立自主地发展本国的航天事业。例如日本的空间政策就明确表示：“日本将对全球航天事业的发展作出贡献，作为国际社会的一员，日本将积极推进与其地位相称的国际合作活动。”

1992年8月，“世界空间大会”在华盛顿召开。与会各国空间领导人普遍认为，冷战结束后，在各国空间预算受限的情况下，要想进一步发展航天事业，就必须进行国际合作。

1992年1月22日发射的“发现者”号航天飞机的飞行，是新形势下广泛进行国际合作的典型事例。在这次飞行中，在航天飞机的“国际微重力实验室”内，一共安装了来自世界15个国家的科学实验载荷。

美国为这次科学实验投入0.7亿美元，加上航天飞机的发射费用及国际载荷基金，此次任务共耗资约4.5亿~5亿美元。

在这次航天飞机的航天员乘务组中，有两名航天员载荷专家分别来自加拿大航天局和欧洲航天局。这在历史上还是第一次。

在这次飞行中进行了大量的生命科学和材料加工科学实验。在世界范围内为这些实验作出重要贡献的有关科学家在220名以上。

中国在这次飞行中的搭载项目，包括1项材料加工试验和一项空间碎片实验。

加拿大在飞行中进行了背痛的诊断和治疗、转椅和滑橇运动刺激等医学—生物学实验。

美国进行了数项前庭实验。

在“国际微重力实验室”中，搭载了欧洲航天局的“生物实验架”。在“生物实验架”上进行的17项主要实验分别来自美国、瑞典、荷兰、西班牙、德国、意大利、法国、英国和丹麦。在“生物架”上放置了昆

虫、细菌、蛙卵、霉菌、小鼠细胞、蠕虫、酵母和各种植物。实验涉及在多种样品上进行生理学的、遗传学的和其他方面的研究。

进行活体样品试验的另一设备叫“重力植物生理学设备”，是由美国航空航天局提供的，用以研究重力和光照对植物生长的影响。由德国和日本主办的两项辐射监测实验，也是“国际微重力实验室”补充计划中的一部分。

航天材料加工实验所需的硬件是分别由美国、欧洲航天局、德国、法国和日本提供的。包括先进的蛋白质晶体生长系统、流体实验系统、蒸汽结晶生长系统、有机物晶体生长设备及临界点设备等。材料实验包括高技术物质和生物材料在零重力条件下的培养加工。

“发现者”号航天飞机这次为期7天的飞行任务，标志着在航天飞机上进行国际合作飞行已经完全成熟，充分体现了国际合作的广泛性。

近年来，美俄两国大规模地联合进行航天活动，给航天领域内的国际合作带来一种新气象。

1992年7月美国总统布什和俄罗斯总统叶利钦在首脑会谈中签署了一项协议。协议给予了美、俄两国的航天局进行合作的广泛权力。首脑会谈中还发表了另一项联合声明，它几乎涉及到了载人航天、不载人航天、科学的和商业性的各主要领域。在首脑会谈结束后的第二天，美国航空航天局局长斯·戈尔丁和俄航天局局长尤·科甫特夫将军签署了一项价值100万美元、为期一年的合同。合同允许美航空航天局开始对“联盟”号飞船、对接系统及“和平”号轨道站进行技术改造。这些都是“能源”科学生产联合体的产品。美国购买测试硬件将使俄公司得到的合同金额达1000万美元。美国高层空间官员对实现新合同的可能性充满信心。他们特别强调指出，这种合作必须一步接一步地持续进行下去。

1993年9月2日，美国副总统和俄罗斯总理在华盛顿又签署了一项联合建造载人航天站的联合声明。

我们知道，“自由”号航天站计划，原本就是一项由美国牵头，有欧空局、日本、加拿大等国参加的大型国际合作项目。该计划旨在建造一个永久性国际航天站。美国航天局负责研制其主体结构、两个实验和居住舱及一个逃逸飞船。欧空局的“哥伦布”计划负责提供一个实验平台和一个可分离的自由飞行实验室。日本负责提供一个实验舱。加拿大负责提供一个供航天站组装和勤务用的移动勤务系统。该国际航天站计划自1984年批准立项以来因经费困难，一波三折、进展缓慢。例如，1989年美航天局在没有征得合作伙伴同意的情况下，对航天站进行了重大修改。1990年美国国会又对航天站计划进行了调整。后来还威胁要取消该计划。

美俄航天合作局面的打开和共建航天站联合声明的签署，无疑给“自由”号航天站计划带来了生机。合作分3个阶段实现。第一个阶段是美国航天飞机访问“和平”号轨道站。美国航天局在1995年前将进行3~4次这样的飞行。在此期间，“和平”号轨道站将扩大，增加两个装有美国科学仪器的实验舱。此后，“和平”号轨道站再运行两年便被废弃。第二个阶段是在轨道上完成“国际航天站”的第一阶段组装。这由8~10次航天飞机运送美国构件和俄罗斯一次用发射装置运送俄国构件并实现轨道组装。轨道结构主要由俄、美构件组成，欧洲及其他合作伙伴提供

可能的资助。第三个阶段将包括美国的居住舱，欧洲、日本和加拿大各自承担的实验舱和构件的发射和组装，基本完成“国际空间站”联合体工程。“国际空间站”最终建成的时间大约是2004年。

在共建空间站联合声明签署后美俄两国领导人在白宫举行的记者招待会上说，两国的这一合作，标志着自1957年开始的空间竞赛时代的结束。美国和俄国都认为，为了将人类载人航天活动继续下去，美、俄双方相互谅解、真诚合作是非常明智的。通过合作，美国在空间站财政预算减少的情况下，能够顺利实施其计划。俄罗斯则通过向美国出售硬件，转让技术得到硬通货，从而继续实施其载人的和其他的航天计划。1993年12月16日，美、俄两国航天局的局长在莫斯科正式签署了共建国际空间站的协议，同时延长了双方1992年载人航天合作协议的期限。

合作协议很快得到了实施。最具代表性的实例是1995年美国航天飞机和俄罗斯轨道站的天上对接飞行。6月29日至7月4日（恰逢美国独立纪念日），美国的“阿特兰蒂斯”号航天飞机和俄国的“和平”号轨道复合体这两个重量各逾100t的庞然大物在轨道上实现了对接。两国的新闻媒体纷纷发表评论，盛赞这次太空对接是冷战结束后国际合作新时代的开始。的确，如果说1975年“阿波罗”号和“联盟”号飞船在冷战背景下对接主要是出于装饰政治门面，那么这次时隔20年的太空第二次握手则主要体现了两国航天计划的务实性。

“和平”号轨道站在这次对接中充当被追求者的角色。它的任务就是停泊在合适的高度上，而航天飞机进行相对于它的机动飞行，然后停靠对接。地面控制人员能在显示屏上看到会合、靠近和对接的全过程，看到航天飞机上的航天员隔窗微笑着招手致意的画面。美国航天员吉布森说：“此刻的感觉好极了。我们很荣幸能参与这一历史性事件。”吉布森在这次飞行中的任务十分艰巨。在航天飞机和轨道站一前一后以每小时2.815万km的速度绕地球运行过程中，他要驾驶100t重的航天飞机以每秒钟不超过30cm的速度将航天飞机与123t重的轨道站间的距离拉近到3in以内；而且他只有两分钟时间。这是轨道站与俄罗斯地面站保持联系的时间。而美国的航天飞机却无此限制。因为通过通信卫星，航天飞机与地面控制中心之间几乎保持着恒定联系。此刻，出现相撞是最令人担心的危险。对接完成后，两个航天器上的10名航天员汇集一起，共同渡过了一段美好的时光。这个载人航天史上最大的乘务组，除了从航天飞机向轨道站卸下供水和补给品外，还进行了大量的生物医学试验。

在航天飞机即将与轨道站脱离的前15分钟，俄罗斯的两名航天员乘“联盟TM”号飞船驶离轨道站，在76m远的地方用照象机和摄象机记录两艘巨大的航天器分离的过程。当航天飞机离开轨道站到达安全距离后，又绕行轨道站并对其进行拍照和摄影，其中包括“联盟TM”号飞船与轨道站再次对接的情景。

1995年7月7日，“阿特兰蒂斯”号结束历时11天的美国航天史上的第100次飞行返回地面，在肯尼迪航天中心着陆。同机返航的航天员共8人。其中包括曾在“和平”号轨道站上度过了115天的美国航天员诺曼·撒加德及俄国的两名航天员。“阿特兰蒂斯”号这次飞行出色地完成了与俄轨道站的对接、补给品和实验设备的运送、更换站上航天员、

把航天员在太空取得的科学成果及从航天员身上采集的血样、尿样和唾液带回（用以研究人在微重力环境下的生化变化）等多样任务。航天飞机刚刚着陆，克林顿总统就从白宫打来电话表示祝贺：“这是美俄两国空间合作新时代的真正开始。你们的这次飞行，将使美俄两国以及我们的加拿大、日本、欧洲伙伴能够克服建造国际空间站所遇到的困难。”

“阿特兰蒂斯”号航天飞机和“和平”号轨道站复合体的历史性对接飞行，拉开了国际空间站建造工程的序幕。

由此看来，全球性的国际航天合作已经成为一种潮流，一种现实，呈现在世人面前（参见表 8—2）。为适应这种新局面的出现，早在 1990 年，一些航天问题专家就已经提出一个建立全球性国际组织的构想，并把它命名为“国际空间”。该组织的活动形式将以“欧洲航天局”为样板，对未来涉及全球范围的航天计划进行从组织、规划到具体执行实施的一系列协调和管理。目前，对这类组织的讨论研究工作已经开始。在不远的将来，一些由多国参与的庞大的合作计划，如月球载人基地的建立，火星载人飞行等，可能将最终导致该组织的诞生。联合国曾确定 1992 年为“国际空间年”。事实上，这也应看成是为建立这类组织迈出的重要一步。“国际空间年”的主题是“行星地球任务”。它所涉及的就是全球普遍关注的生态环境问题。世界上一些主要的航天大国，如美国、俄罗斯、欧洲航天局、日本等都参加了这一计划。可以预料，在国际航天组织的积极努力下，在广泛的国际航天合作大潮的推动下，载人航天事业将更加迅猛地发展下去。

表 8—2 已经和即将参加国际合作
航天活动的欧洲航天员

飞行器	日期	姓名	国别	职责
“礼炮—7”号	1982.6	克雷蒂安	法国	研究宇航员
“空间实验室 SL—1”	1983.11	默博尔德	欧空局	有效载荷专家
“航天飞机 STS—51G”	1985.6	博德里	法国	有效载荷专家
“空间实验室 D—1”	1985.10	菲雷尔	德国	有效载荷专家
		梅塞施密德	德国	有效载荷专家
		奥凯尔斯	欧空局	有效载荷专家
“和平”号	1988.11	克雷蒂安	法国	研究宇航员/舱外活动
“和平”号 1991.5	沙曼(女)	英国	研究宇航员	
“和平”号	1991.10	费比克	奥地利	研究宇航员
“空间实验室” IML—1	1992.1	默博尔德	欧空局	有效载荷专家
“航天飞机”	1992.3	弗里蒙特	比利时	有效载荷专家
“和平”号	1992.4	弗拉德	德国	研究宇航员
“和平”号	1992.7	托尼尼	法国	研究宇航员
航天飞机	1992.7	尼科利耶	欧空局	任务专家
卡/系绳卫星		马莱尔巴	意大利	有效载荷专家
“空间实验室 D—2”	1993.4	施勒格尔	德国	有效载荷专家
		瓦尔特	德国	有效载荷专家
“和平”号	1993.7	海涅雷	法国	研究宇航员
航天飞机	1993.12	尼科利耶	欧空局	任务专家
“和平”号	1994.9	杜克或默博尔德	欧空局欧空局	研究宇航员
“空间实验室”	1994	法维耶	法国	有效载荷专家
“和平”号	1995.8	福尔桑或赖特尔	欧空局	空间工程师/舱外活动
“和平”号	1995	德艾(女)	法国	研究宇航员
航天飞机	1995	圭多尼	意大利	有效载荷专家
航天飞机	1996/7年	凯利	欧空局	任务专家
航天飞机	1996/7年	克莱福埃	欧空局	任务专家

第九章 国外载人航天军事力量 发展形成的过程

自加加林首次航天以来，载人航天事业取得了巨大的成就和发展，已经发展了飞船、航天飞机和航天站三个类型的载人航天器，进入太空的航天员三百余人，一次连续飞行时间已逾 400 天。载人航天活动的每次成功和精彩之举都使人们欢心鼓舞，惊叹不已。作为一门边缘性学科，载人航天技术的发展促进和带动了其他科技领域，它已经并将继续为人类的物质文明和精神文明带来巨大而深远的影响。然而，人们同时也注意到，载人航天同其他先进科学技术一样，从它一问世和诞生之日起，就具有“战争”与“和平”的双重性。

一、载人航天的军事作用及航天军事体系的构成

外层空间是未来战争的重要战场。基于率先建立天上军事优势的认识和考虑，美国和前苏联间的军事竞赛早已从空中、陆地和海洋引向外层空间，并且从一开始就竭尽全力把载人航天纳入其军事力量的组成部分，逐渐建立起一个载人航天军事体系。

已经发展和即将发展的军用航天体系见图 9—1。

航天侦察是目前发展得最成熟、最有效的军事手段。天上军事侦察与监视，包括从天上对地面军事目标和海上目标的侦察、对地面战斗情况的观察、对核袭击后效果的侦察、对导弹发射的侦察及对空间目标的侦察等。例如，侦察卫星可对地面设施和军事部署进行拍照。现在已经研究出一种红外传感器，它能穿透各种伪装，判断车辆的发动机是冷的还是热的，其油箱是满的还是空的。还有一种信号情报卫星，专事截收甚高频、超高频和微波的传输信号，经分析处理后获知敌方有关军事戒备、作战程序和军事行动的情报。“预警卫星”要保持在对对方洲际导弹发射场上空的同步轨道上。它利用红外传感器探测洲际导弹在发射后 60 秒钟喷出的热气，从而发出可能发生战略进攻的首次警报。“导航卫星”的作用能使军事人员清楚地知道自身和目标的确切位置。其准确度在大约 91cm 范围之内。这样一来，就大大提高了远程弹道导弹的精确性，使夜间精确轰炸成为可能，使火炮第一发就命中目标。“通信卫星”和“气象卫星”的军事作用就更不言而喻了。

所有上述军用卫星的致命点是其系统的各个环节（航天器、地面设施、通信线路）均易受到攻击。例如，它的地面设施可能遭到空运部队、弹道导弹和巡航导弹的攻击和破坏；上下行通信联络线路能被干扰或被操纵输送假信息；飞行器本身也易受到核或非核电磁脉冲的破坏。因此，从这个意义上讲，这类航天器是消极的、被动的。虽然它们成本较低，但为了保卫它们的存在和正常工作，防御各种进攻性航天器，另外花费的代价很大。

进攻性航天武器中的动能武器指的是靠拦截、直接撞击来摧毁对方的卫星或导弹的飞行武器（如前苏联的爆炸型反卫星卫星和美国的小型寻的飞行器）。定向束能系统包括陆基的（设置在地面上）、机载的或空间基（设在航天器上）的高能激光、粒子束和微波武器。所谓定向束能武器，就是说它射出的不是炮弹，而是高能束，不是以炮弹头的爆炸点为中心向四周飞出弹片来进行杀伤，而是沿着一个特定方向射出具有极高能量的定向束来击毁空中或地上的目标。粒子束是靠加速器来发射电子、质子和重离子等粒子流。这种粒子流经过加速到接近光速来冲击对方目标，专门直刺目标的要害部位，使之软化、变形、烧穿。激光束也叫激光炮。它在定向束能武器中威力最大。激光炮台可设置在地球轨道上。这种激光炮可以朝上、朝下打，又可以前后、左右打，像探照灯那样横扫各个领域。它发出的激光束的能量相当于原子弹的 100 万倍，作用于极小的面积上能将未入轨的洲际导弹、军事卫星、航天器摧毁，使拥有它的一方获得“制天权”。

军用载人航天器主要指航天飞机和航天站。对于这两种航天器来

说，上述其他航天系统所具有的职能（如侦察、预警、导航、出击进攻和防御等），它们兼而有之。而且由于有了人的参与，其灵活性和战斗能力有了更大提高。在军事上，航天飞机是由消极向积极利用空间的先驱。武装部队从一开始就企图使航天飞机成为一种可进入空间的武器。它是潜在的最有效的卫星、导弹的防卫和进攻性武器。未来的大型永久性航天站可以设置在离地面 35888km 的同步轨道上，其上可以装备航天军近 100 人。航天飞机可以在它上面起飞、降落。在这种航天站上还要配备火箭导弹、原子弹头、激光炮和定向束能武器。以这种航天站为军事基地还可以组成一支巡天舰队，另外包括数架航天飞机、轨道燃料库和天上补给站。燃料库、天上补给站可以和航天站对接，在供应燃料和物资之后，即刻脱离。航天飞机可以及时或定期地完成天地间人员交流和后送伤员的任务，把出故障的卫星及其他航天器拖来维修，然后再送回原来的轨道。

在航天军事侦察过程中，有人直接参加和无人自动进行，其效果差别很大。例如，航天员可以有目的地选择侦察、跟踪目标，可以灵活机动地根据不同的侦察任务选用性能不同的侦察仪器和侦察手段。在具体的侦察过程中，还需要航天员对各种遥感器、摄影机等仪器进行调整、校准和操作、维修。人的能动性还表现在数据处理上，他们一方面可以通过筛选，滤掉那些质量坏和不必要的的数据，而且可以在天上就地用计算机进行初步分析判断，将其结果用语言综述报告地面。这不仅大大减轻了数据传输负担，而且提高了情报的实时效果。在未来的战争中，航天员不仅要配合地面作好军事侦察，指挥地面有效地控制和调动三军，而且要直接投入战斗，甚至双方的航天员可能要在天上直接对战。在错综复杂、瞬息万变的情况下，需要航天员及时根据情况当机立断作出反应，不失时机地采取措施，出奇制胜。显然，要完成这样的任务，仅靠预先安排好程序的无人飞行器是无法胜任的，而等情况发生后再想马上发射一个无论什么样的无人飞行器，在时间上也是不允许的。

二、前苏联/俄罗斯航天军事力量的形成和演变过程

前苏联尤其重视空间的军事潜力，而且宁可将国民的生活维持在低水平上，节衣缩食，而把大量的人力、物力和财力投放到航天事业，特别是军事空间活动方面。前苏联在航天活动方面的经费占国民经济总产值的4%~6%。其中航天军事预算高出美国45%。80年代以来，前苏联平均每年大约向天上发射100颗卫星，其中75%用于军事。其数量是美国的4倍。前苏联在任何时候都保持有70~110个航天器在天上运行。自1971年以来，一直在近地轨道上保持有一艘航天站在连续飞行。

在前苏联长达30多年的航天活动中，军事卫星计划的发展始终得到了国家政策的优待和资金保证，一路绿灯，畅行无阻。军事空间的四大支柱（照相侦察卫星、海洋监视卫星、电子侦察卫星和导弹预警卫星）早已自成系列，性能不断完善，功能日趋齐全，堪与美国的空间监测系统比高低。

前苏联拥有三种不同型号的照相侦察卫星。其分辨率分别为0.25m，1~3m和10m；其轨道高度从不到180km到近500km；工作寿命2~8周不等。后来，前苏联发射了一系列安装有电—光学仪器的卫星。它们具有实时侦察的能力，寿命为6~9个月，并具有轨道高度和分辨率可调的性能。1989年7月18日发射的“宇宙—2031”号卫星，是新一代侦察卫星。据报导，其设计寿命为200月。它具有高性能光学设备、改进型控制系统和最新的用于数字实时成像/数据传输的电子设备。自70年代至80年代，前苏联共发展了四代电子侦察卫星。收集到的数据可传输给遭到威胁的海军舰只，也可传输给海军航空兵，以便发射远程导弹攻击敌方舰队。自70年代初期以来，前苏联卫星一直在侦察美国和中国的发射场，并在发射场上空提供最佳在轨侦察时间。另外，前苏联也发射类似卫星，以监测北大西洋潜射导弹的发射。

一些民用卫星也具有军事侦察能力。最典型的例子是F民用资源遥测卫星。在海湾战争期间，前苏联曾接连发射好几颗资源F卫星，并通过它们协助军事侦察卫星监视战场动向，拍摄交战双方部队集结情况。虽然这种卫星照片的分辨率比不上照相侦察卫星，但它提供的情报同样具有军事意义。前苏联联合图象公司曾在国际市场上公开出售F卫星的照片，每张售价1600美元。美国广播公司就曾在1991年1月14日晚上黄金时间的“沙漠热线”节目中，根据资源F卫星的照片模拟了一位海军A—6飞行员观看轰炸伊拉克的镜头。节目播出后曾一度引起美国国内的强烈反响。

“流星”系列卫星是气象卫星类，能提供实时天气状况和天气预报。汇同“宇宙”号海洋监视卫星获取的情报，能提供完整的气象图片，具有很大的军事情报价值。

早在60年代中期前苏联就部署了“闪电”号卫星系统并在世界许多国家设有地面站。这是一类通信卫星，也用作载人航天的无线电通信。携带抛物面反射镜的车载移动站具有特殊的军事意义。它能抗地面干扰进行远距离无线电通信。

70年代中期，前苏联开始发射导航卫星，为船只和潜艇导航。80年

代初期形成了类似美国“导航星”的导航系统。

前苏联对定向能武器也进行了长期、广泛的研究。

激光武器的研制始于 60 年代中期。就职于激光武器研究所和试验场的科学家和工程技术人员有 1 万余人。各种类型的激光器（气动力、电导和化学激光器）均被测试过其军事价值。一种工作波长极短的激光器（如 X 射线和伽玛射线激光器）的基础研究工作也已开始。

粒子束武器的基础研究，始于 60 年代初期。首次粒子束武器的天基试验原订于 90 年代中期进行。第一阶段致力于发展使星载电子仪器失灵的功能，第二阶段的目标是发展摧毁整个卫星的能力。这将在下个世纪进行。前苏联在这一领域内的研究水平已远远超过美国。事实上，美国是根据前苏联的研究成果来研制这类武器的。

射频武器释放的脉冲波比激光武器长。它们能影响受攻击目标的电子元件，并导致其失灵。目前已在研制地基系统。鉴于天基反卫星系统需要巨型天线，该系统天基试验及实际部署的具体时间难以预料。

前苏联动能武器的研究早在 60 年代就开始了。动能武器有两种基本类型：电磁轨道炮和超音速炮弹。前苏联已使用这种炮成功地将铅或铝粒子射入大气层。其速度高达 25km/s。超高速炮弹借助于火箭加速至 5km/s，然后由终端传感器指引自动寻的，除具有直接摧毁功能外，还可安装榴霰弹头，在来袭目标前产生锥形弹片区或者安装能弹射一片不断扩大的金属网弹头。从目前研制状况看，可能要到 90 年代中期才能研制成功短程反卫星轨道炮系统。至于远程反弹道导弹系统的研制大概要推到下世纪。

自 70 年代初期以来，前苏联在超音速技术领域一直很活跃，并对再入飞行器进行过气动力试验。早在 70 年代中期前苏联就出版过有关从飞机上发射卫星的各种设计概念的图片。他们也探讨过通过一种超音速飞机，以高速俯冲机动形式在 20km 高度处发射卫星的可能性。

前苏联于 60 年代末开始研制杀伤卫星。70 年代初期和中期进行了初期试验，直到 80 年代初在借助雷达信号控制技术来对方向和高度进行适当调整方面，才有所突破。这一反卫星系统的推进和控制装置，目前均已得到解决。实际上，该系统已经进入实用阶段。

在载人航天的军事应用方面，前苏联也进行了大量的研究和试验，并取得了巨大成功。在前面有关航天站的发展一章中，我们曾作过介绍，在 70 年代前苏联有过一个秘密的“钻石”号军用轨道站计划，对外将它列入“礼炮”号系列。事实上，从“礼炮”号轨道站运行的轨迹看，它能对从北纬 51.6° 到南纬 51.6° 之间所有的国家和地区进行普查性照相侦察（这包括了我国全部的领土和领海），而且是每隔两天就重复一次运行轨道。这就意味着，每隔两天它就可以重复拍摄同一地区的照片，从而进行对照比较，发现新的军事目标及其部署变化的情况。在运行过程中，前苏联“礼炮”号轨道站进行了大量的军事操作，以协助地面陆、海、空三军进行军事训练。这类军事活动有：从天上观察、监视、评价，甚至指挥和控制陆军释放烟雾的训练（包括在空中爆炸试验中释放烟雾作隐蔽的试验）；观察地面反弹道导弹试验（即导弹飞行器拦截再入飞行目标的试验）；配合三军活动，至少起到获取情报，指挥、控制和坐标测定及导航作用；参与陆基激光器捕获、跟踪和照射航天

目标的试验；在站上进行空间激光瞄准和跟踪试验。自 1986 年 2 月以来开始在天上运行的“和平”号轨道站，肩负着军、民用双重使命。1987 年 7 月前苏联官方曾宣布，“和平”号轨道站和“宇宙—1870”号卫星拍摄的地球表面彩色照片的分辨率已达到 6m。这比美国“陆地—5”卫星的 30m 和法国“斯波特”卫星的 10m 的分辨率都高。换句话说，“陆地”卫星可以看到舰船，“斯波特”能照出桥梁，而“和平”号能辨认出救生艇。在一次有叙利亚航天员参加的飞行中，“和平”号拍摄了叙利亚的地面照片。其质量之好令人惊讶。一位叙利亚人从大马士革地区的照片上认出了他自家的房子。

目前正在使用的“联盟 TM”号飞船，除执行向航天站运送航天员外，还兼有照相侦察任务。航天员在飞船内使用“MKF—6M”相机曾拍摄过原东德 30 个特定目标的照片。1990 年 8 月伊拉克入侵科威特不久，“联盟 TM”号飞船也参加了对海湾地区的侦察活动。拍摄了许多有价值的照片。例如，用船上的“MK—4”相机拍到了伊拉克北部地区的一个秘密军事设施。专家断定那是一个开采中的铀矿。从照片上可以辨认出伊拉克过去两年在加拉山区修筑的公路系统，还可辨认出两处挖掘征状。有关这一军事秘密设施的照片，前苏联的“KFA—1000”星载相机也拍摄到了，且在照片上明确显示了一个长 100m、每边宽 25m 的“H”型建筑物。这一建筑物距上述铀矿 120km。前苏联由此断定加拉山地区是伊拉克的核基地所在地。

目前因经费不足而处于窘境的“暴风雪”号航天飞机的设计、制造目的在开始时是出于军事应用，即部署反卫星武器和反弹道导弹等。自然，它也具备一系列的科研和民用价值。

下面，我们再从前苏联 / 俄罗斯航天军事机构与编制的演变过程，看看航天业与军事的关系。

1947 年 10 月 18 日，由德国“V—2”火箭改装的前苏联首枚弹道导弹，在卡普斯金亚尔试验场发射。40 年代后期，卡普斯金亚尔也用作前苏联第一代亚轨道运载火箭的发射场。正如一篇有关发射场的回顾文章所说，“航天之路起步于二战后的发射场”。1950 年 12 月前苏联最高指挥部火箭部队第 23 特种技术旅，在卡普斯金亚尔成立。该旅即是战略火箭军的前身。承担“R—1”弹道导弹的调控任务。50 年代核武器与弹道导弹计划的成功，迅速引起一场军事编制的变革，导致了前苏联武装部队的调整和 1959 年 12 月一个新的主要军种——战略火箭军的成立。负责卡普斯金亚尔早期弹道导弹和运载火箭飞行试验的机构，便从属于后来成立的战略火箭军。参加飞行试验计划的人员中有科学家、工程师和其他技术人员。在拜科努尔发射场建成后这些人部分转入该发射场。

战略火箭军负责 50 年代末和整个 60 年代的军事、民用和科学空间发射活动。

为了使建造新设施的工作更加集中和有效解决利用航天设备的问题，1964 年成立了国防部航天设施中央局，阿·卡拉希少将任局长。1970 年它改组为国防部航天设施总局。自 1979 年起，由阿·马克西莫夫少将领导该局的工作。

为了便于航天商业化活动的开展，1982 年总局及其所属部队脱离战略火箭军，直属国防部。其任务是空间发射与地面支援（包括各类航

天器的发射、部署及在轨航天器的控制和维护)。

1993年初，独立后的俄罗斯对航天部队进行了重大调整和重建。重建后的航天部队包括两支部队。第一支负责航天器的发射，第二支负责在轨航天器的控制。前者拥有发射综合体及相应的检测设备、燃料库、供电供水系统及其他专用设施。一批具有高度专业技术能力的专家负责这些设施的可靠工作。他们毕业于圣彼得堡莫扎伊斯基军事工程航天学院。在第二支部队的编成内，有遍布俄领土及布署在舰船上的测控点。在各类军、民用，载人的和不载人的航天器在轨飞行期间，控制中心及各测控点上的专家技术人员昼夜值班，遥测、分析、传达上百个信号，及时发现故障并尽可能使用程序手段加以排除，确保航天器的工作能力和正常运行。

为了管理部队，有效地组织、利用航天系统和设备，制订计划和保障新的现代化技术及时装备部队，航天部队司令员下设司令部、局、科技委员会及相应的勤务机关（见图9—2）。

独立四年来，俄罗斯的军事航天业正在逐渐恢复。航天军事部门加紧新型导弹预警卫星、照相侦察卫星和电子情报卫星的研制和发射，试图在一些重要的军事领域使空间能力大体保持在原苏联的水平上。只是原来以美国和北约国家为目标的空间军事能力，目前用来监视周围其他独联体国家的动态及它们对俄罗斯的潜在威胁。

三、美国空间力量发展概况

自 1958 年以来，在航天领域美国把大约 1/3 的经费用于发展军用空间系统。在载人和不载人航天器的军事应用研究方面做了大量工作并取得重大进展。航天军事活动在海湾战争中所起的重要作用，充分证明了这一点。

1990 年 8 月 2 日，伊拉克出兵科威特并长驱直入，一夜之间将其吞并。对此，美国作出强烈反应，组织多国部队开赴海湾，实施了“沙漠盾牌”行动、“沙漠风暴”行动和“沙漠军刀”行动，歼灭伊军有生力量，“解放”了科威特。为配合这次政治、外交和军事行动，美国先后动用 70 多颗卫星，用于侦察、监视、通信、导航及气象支援等勤务保障，有效地配合了地面上的军事活动。

首先，侦察卫星所获得的情报，为当局决策和制订行动计划提供了重要依据。1990 年 7 月 29 日，美国低轨电子侦察卫星截获了自两伊战争结束后一直关机的伊南部防空雷达突然开机的工作信号。这一迹象表明，伊军可能入侵科威特。当入侵成为现实之后，成像侦察卫星又拍摄到伊军向沙特边境大规模集结兵力。布什总统正是根据这些重要情报决定进军海湾。沙特政府也是通过这些情报得知大兵压境的危险处境并同意多国部队开进其领土的。

紧接着，美国利用电子侦察卫星及其他陆海空电子侦察平台组成了一个立体化的电子情报系统，秘密侦察伊拉克的电磁频谱活动，获取其信号特征、参数和电台“指纹”，侦破其电台的高频、超高频和特高频信号，为进一步控制其电子频谱、实施电子干扰、夺取战场主动权创造了有利条件。

作战过程中，美国利用天上的成像侦察卫星广泛地侦察伊方的通信枢纽、导弹基地、机场、核设施等重要军事目标及兵力部署情况，为多国部队提供了准确的轰炸目标。

美国在海湾上空的同步轨道上，至少部置了 2 颗“国防支援计划”导弹预警卫星。预警卫星、预警飞机和预警雷达三位一体，监视战区导弹的发射，及时提供“飞毛腿”导弹的发射信息，使“爱国者”导弹的拦截成功率达到 90% 以上。

海湾战争期间，美国共调用了 9 个系列的 23 颗通信卫星，组成强大的通信网络，确保了最高指挥当局对作战部队军事行动的指挥控制，以及最高指挥当局与作战部队间、各作战部队间的通信联络。

美军在海湾战争中共使用 14 颗导航卫星。与此同时，在美军的舰船、飞机及战车上配置了导航卫星的终端，地面部队也配发了上万部便携式导航卫星接收机，用于部队的定位和行动的导航。这对在茫茫无垠、方向难辨的沙漠上进行军事行动的部队来说，起了指路明灯的作用，大大提高了部队的战斗力。

总之，美国的军事航天活动在海湾战争中发挥了巨大的作用，给人留下了极深刻的印象。

在载人航天军事活动方面，美国早在“双子星座”飞船飞行中就进行过大量的天上军事侦察试验，特别是航天飞机的研制成功和投入使用，更是大大提高了美国的空间军事能力。美国国防部除了用它来运送

军事有效载荷、维修组装军用卫星和空间军用设施外，还在机上进行了大量的有关人在空间进行军事侦察与监视的试验。与此同时，航天飞机本身就可以作为一种进攻性轨道武器。因为它具有飞得高、速度快和机动飞行、特别是横向机动飞行的能力这样一些特点。这种横向机动能力，能使它随时迅速离轨返航，有效地保存自己。这在军事上具有很重要的意义。对比以往的飞行器而言，航天飞机的另一个特点是飞行准备时间短。从返航到下次起飞的准备时间仅仅需要两周；而现阶段要发射一艘飞船或卫星，至少需要两个月的准备时间。航天飞机的这一特点是比较符合战时要求的。另外，航天飞机可以重复使用，这就大大降低了航天费用，从根本上提高了航天飞机作为一种战略武器的实用价值。

除了充分利用现有的航天飞机从事军事活动外，美国还正在发展一种新的有人驾驶的小型航天飞机。它可以在月球—地球之间的任何地方出击作战。

尤其值得注意的是 1983 年 3 月 23 日里根总统亲自提出的一项“战略防御倡议”。这项倡议要求在本世界末以前，在空间或地面部署以定向能武器为主，包括攻击卫星和截击导弹在内的新型反弹道导弹系统，以便在空中拦截和摧毁来袭的弹头。这就是著名的“星球大战”计划。该计划是美国和前苏联之间长期进行军备竞赛，在航天军事领域进行激烈角逐的产物。整个“星球大战”计划经费预算为 252 亿美元，预计在 2000 年完成。该计划曾在世界范围内引起广泛的注意和强烈反响。

里根的“星球大战”计划在国内得到了国家航空航天局及海、陆、空军的支持，在国际上又争取了一些盟国参加。12 年以来，美国对这一优先发展的项目，投入了大量的人力、物力和财力，使该计划在目标探测、动能武器（地基拦截器、天基拦截器、灿烂卵石天基助推段防御武器及电磁轨道炮）、定向能武器（化学激光器、自由电子激光器、粒子束武器及 X 射线激光器）、运载火箭和天基电源、作战管理和战略防御系统反措施等方面进行了广泛、深入的研究并取得一系列重大技术突破。但是，不得不指出，在“星球大战”计划实施过程中也发现许多关键技术比预想的困难得多，因此对某些研究项目进行了必要的调整。另外，随着前苏联/俄罗斯对外政策的巨大变化，东西方军事对抗的局势得到根本性缓解。美国和前苏联/俄罗斯间的关系已经从冷战开始转向合作。再加上美国国内的经济状况不佳，所以国内对“星球大战”计划支持的势头大大削弱。在新的形势下，“星球大战”计划将如何发展，我们只得拭目以待。

不同的战争发展阶段，必然会产生与之相适应的军事形式。在航天时代，航天军的建立是一种必然趋势。1981 年美国相继成立了空军和海军航天司令部。1985 年经里根总统批准，在国防部内又成立了统一的航天司令部。总部设在科罗拉多—斯普林斯，直属于参谋长联席会议，成为美国第七个大司令部。它的主要任务是：负责协调美国所有空间军事系统的活动，指挥研制空间武器，统一安排航天任务，控制航天飞机的飞行，进行战略导弹预警、指挥太空作战。航天军主要作战人员是航天员，主要装置是航天器。军人航天员受过专门的航天作战训练，善于在天上进行侦察、捕捉目标、从事情报活动，并承担天上进攻和防御任务。目前美国拥有一个航天师，已培训军人航天员 27 人。到 21 世纪上半叶，

美国至少将拥有三支巡天舰队，每支舰队为一个航天师，编制 300 人，包括一艘航天母舰、四架航天飞机、两艘太空拖船、一个轨道燃料库和一个太空补给站。三个航天师组成一个航天军，它们以三等分定点于一个同步轨道上，既能单独作战，又可联合行动。指挥部设在航天母舰上。作战人员分布在各航天器上。还有一些散兵，可乘坐机动航天器离开航天基地，在太空单独执行战斗任务。

现在美国正在研制上述“航天母舰”。据称，它将被布置于离地面 35888km 的太空同步轨道上，上面可以装载航天军近百人。航天飞机可以在上面起飞和降落。太空燃料库、太空补给站可以和它停靠对接，在供应燃料和物资后即行脱离。此外，航天母舰上还配备火箭导弹、原子弹头、激光炮、定向束能武器。航天飞机将担当定期与地面轮换军人航天员及必要时运送航天员伤病员的任务。

总之，航天军将成为一支从作战指挥到战斗保障，体系完整、门类齐全的重要作战部队。在未来的海、陆、空、天立体战争中，决定胜负的将是航天优势和“制天权”的拥有与否。

第十章 载人航天的发展与 法律、政治的关系

随着航天技术的迅速发展，航天活动越来越频繁，参加航天活动的国家越来越多。太空是全人类共同拥有的疆域，空间资源是全人类共有的财富，开发利用宇宙从一开始就越出了一国范围而带有国际性。与此同时，少数航天大国为着本国的利益，在“缓和”的幌子下不断扩大太空军事活动，不但在太空布署大量的军事侦察卫星，而且还加紧研制航天武器，把太空变成潜在的战场，威胁世界和平和安全。因此，建立和健全国际太空法规，规范各国的航天行为，调整国与国之间在从事航天活动过程中的法律关系，加强太空管理，维护太空秩序，保障航天安全，显得越来越迫切。

一、国际空间法及其演变史

50年代末，当时的美国总统艾森豪威尔首先提出了制定外层空间国际法问题。他在几次讲话中都曾提到并鼓励联合国采取行动维护外层空间的和平利用。1959年，联合国成立了常设机构“和平利用外层空间委员会”，下设科技和法律两个小组委员会，具体研究和协调太空管理的技术和立法问题。

“和平利用外层空间委员会”及其下属法律、技术小组委员会做了大量工作，先后拟订了几个适用的国际文件。

1963年12月13日，联合国大会通过了“各国探索和利用外层空间活动的法律原则宣言”（下简称“外空宣言”），为太空立法奠定了原则基础。它主张的原则是：

- （1）探索和利用外层空间，必须以为全人类谋福利为目的；
- （2）各国都可在平等的基础上，根据国际法自由探索和利用外层空间及天体；
- （3）外层空间及天体决不能通过主权要求，使用或占领，或其他任何方式据为一国所有；
- （4）各国探索或利用外层空间的活动，必须遵守国际法的规定，以保持国际和平与安全、增进国际合作与了解；
- （5）各国在外层空间的活动均应遵守本宣言规定的原则并负有国际责任；
- （6）各国在探索和利用外层空间时，应遵循互助合作的原则；
- （7）各国对其射入外层空间的实体及航天员保持管理及控制权；
- （8）当航天活动对别国自然人或法人造成损害时，发射国应负有国际上的责任；
- （9）各国应把航天员视为人类派往外层空间的使节。当他们因意外事故在他国领土或公海紧急迫降时，各国应向他们提供一切可能的援救措施，并将紧急降落的航天员安全、迅速地交与本国。

在法律小组委员会的努力下，还于1967年1月27日签订了“关于各国探索和利用包括月球和其他天体在内的外层空间活动的原则条约”；于1968年4月22日签订了“营救航天员、送还航天员及归还发射到外层空间的实体的协定”；于1972年3月29日签订了“关于空间实体造成损害的国际赔偿责任协定”；于1975年1月14日签署了“关于登记射入外层空间实体的公约”；于1979年12月5日联大通过了“关于各国在月球和其他天体上活动的协定”；此外还有“关于禁止在大气层、外层空间和水下进行核试验的条约”、“限制反弹道导弹系统防御条约”、“和平利用外层空间条约”及“提供商业发射服务条约”、“国际通信卫星组织章程”等等。“关于各国探索和利用包括月球和其他天体在内的外层空间活动的原则条约”（下简称“外空条约”）共包括17条。它把“外空宣言”中的基本原则以法律的形式固定下来，并加以具体化，是指导太空管理的根本大法。

载人航天事业具有极大的冒险性和危险性。及时营救遇险的航天员往往关系到他们的性命安全。因此，“营救航天员、送还航天员及归还发射到外层空间的实体的协定”呼吁各缔约国当发现航天员因意外事故

在其管辖的区域、在公海、在不属于任何国家管辖的其他任何地方迫降后，应从人道主义出发立即给予一切可能的援助，同时尽快通知发射国或公开报导消息、通知联合国秘书长并将航天员安全送还发射国。

在空间发射物体落到他国地面时，如果造成损害，势必引起国际纠纷。“关于空间物体造成损失的国际赔偿责任协定”为妥善处理空间发射体造成的损失制订了原则和方法，明确规定该承担责任的一方应合理地赔偿受害一方的损失。

联合国和平利用外层空间委员会制定“关于登记射入外层空间实体的公约”，目的在于采用强制性手段而不是自愿的方法要求发射国把每次发射的情况向联合国进行登记。内容包括发射国及发射物体的名称、发射日期及地点、发射物体的数量及其轨道参数、发射物体的一般功能等。联合国秘书长应及时将这些情报转送各国，以便国际社会能够更好地掌握外层空间的状态及航天业发展动向，抑制航天军事化趋势。

二、健全空间法规，加强监督实施

国际空间法有待于进一步完善和发展。许多法律条款的概念应更加准确化。

空间工业化、商业化是航天业发展的必然趋势。航天活动会带来巨大的经济效益。因此，目前已有越来越多的商业企业跻身于航天领域，参与到国际航天市场上来。这种状况在很大程度上改变了过去由政府部门垄断航天活动的局面。现有的国际空间法，其主体是国家，它调整的是国与国之间在从事外空活动时所产生的法律关系。在越来越多的非政府实体参与外层空间活动时，这些私营的航天公司实际上也已成为国际空间法的主体。因此，从这种发展趋势看，仅有国际法是不够的，必须制订有关的国内法，以管理本国非政府实体的外层空间活动。现在，美国、英国、瑞典等国已制订了一些国内法。特别是美国颁布的“商业航天发射法”，对私营企业从事航天活动作了详尽的规定，建立了严格的许可证制度，以确保这种发射符合美国的条约义务以及公众安全、外交政策和国家安全等国家利益。

载人航天活动涉及一系列的法律问题。现有的国际空间法规虽然包含了一些适用条款，但不够全面、准确，因此有待补充和完善，甚至有必要研究制订专门法规。在美国密西西比大学戈罗夫教授、德国科隆大学航空航天法研究所的波克斯提格尔教授和俄罗斯国家与法律研究所弗洛希廷教授的主持下，经过长期研究，已拟订了一份“关于载人航天公约”的草案。内容包括定义、登记、管辖权和控制权、航天员的权利和义务、安全保障、相互救助、责任与赔偿、知识产权、争议的协商和解决等条款。按照国际空间法学会理事会 1990 年 10 月会议的决定，该草案已提交联合国“和平利用外层空间委员会”审定。可以预见，该项法规的缔结和生效，对国际空间法的发展必将做出巨大贡献。

由于航天活动日趋频繁，空间碎片日益增多，大量的碎片垃圾对空间环境造成污染，对航天活动构成威胁。该问题已引起空间科学界和法学界的重视并呼吁尽快制订相关法律，对火箭壳体、报废的航天器、反卫星武器试验产生的航天器碎片、航天员生活废弃物等垃圾严加管理、有效处理。

航天活动还会对地面、海洋及大气层等环境造成污染。例如，运载火箭和航天飞机发射时喷射的燃气含有大量的有害化合物。某些化合物升到高空，还会破坏臭氧层。研究分析表明，诸如像航天飞机那样的运载器，每发射 60 次，就会使臭氧减少 0.5%。航天活动中释放的粒子和水蒸汽，会改变电离层的状态，影响无线电波的正常传播。因此，应该制订有关管理法规。

随着航天事业的不断发展，新的问题和矛盾还会不断出现，须及时立法。

与此同时，对现有法规还有一个监督执行问题。特别是在制止外层空间军事化趋势方面，目前，虽有条约禁止在地球轨道、月球以及其他天体和外层空间放置核武器和大规模毁灭性武器，但美国和前苏联从未放松这方面的研究和试验，并声称他们研制的外空武器是防御性武器，是为了“和平的目的”，就连激光武器、粒子束等定向能武器也不是毁

灭性的武器，不属于条约限制之列；同时，对“和平目的”的解释，也各执其词。

为了制止外空军事化，不仅须重新缔结一项或多项全面禁止外空武器的国际条约，而且应成立国际监督机构，保障条约的实施。

为了积极参与航天国际合作，促进航天事业的发展和维护本国的合法权益，我国于1980年加入了联合国“和平利用外层空间委员会”，1983年12月正式加入了“外空条约”，1988年12月又正式加入了“营救航天员、送还航天员和归还发射到外层空间的实体的协定”、“关于空间实体造成损害的国际赔偿责任协定”和“关于登记射入外层空间实体的公约”。中国正式加入上述国际空间条约，承担法规规定的法律责任和义务，对于我国进入国际航天市场、积极从事航天活动，提供了可靠的法律依据和法律保障。

三、政治、外交需要是载人航天业 发展的重要源动力

载人航天处于现代科技的前沿，是先进技术的代表，是社会生产力高度发达的重要标志，是综合国力的具体体现。因此，航天优势可以增强国民的民族自尊心和自豪感，抬高国家在国际事务中的威望和地位，提高国家领导人在民众中的威信，巩固自己的统治地位。由此看来，载人航天事业与政治密不可分。特别是在载人航天发展的初期阶段，正是基于政治上的考虑和动机，使得某些大国在航天活动方面不惜投入大量的财力和人力，在国际间展开了激烈的竞争。从这种意义上讲，政治宣传上的需要是载人航天事业迅猛发展的最主要的源动力。

1959年，在赫鲁晓夫参加联合国大会期间，前苏联的无人月球探测器——“月球—2”号发射成功，成为世界上第一个到达月球表面的人造物体。当时，赫鲁晓夫笑容可掬地将这个探测器的模型送给了美国总统艾森豪威尔，其得意之情，胜似言表。

1960年10月，赫鲁晓夫再次来到纽约联合国总部参加联合国大会。当时世界各国首脑都在猜测，赫鲁晓夫这次又要炫耀什么航天成果呢？原来，10月10日前苏联在拜科努尔发射场要进行首次火星探测器的发射试验。当时探测器已经装在了“闪电”火箭上，预计它将首先被送到地球驻留轨道，然后再飞往火星。遗憾的是，由于火箭故障，探测器不仅没有飞往火星，就连地球轨道也没到达就栽回地面。4天后，又进行了第二次发射，结果又遭失败。正在联合国开会的赫鲁晓夫得讯后气急败坏，觉得很没面子。灰心丧气之余，在一次大会讲演中他大发雷霆，甚至拿着皮鞋使劲地敲打会议桌，发誓要“埋葬”美国。据传，联合国大会结束后，赫鲁晓夫回国时还带着原本准备送给美国人的火星探测器的模型。

尽管1960年火星探测器的发射连遭失败，前苏联并不放弃拼搏。事实上，赫鲁晓夫一直在力图与西方发达国家，特别是美国在所有高技术领域里相抗衡，保持航天技术的优势更是赫鲁晓夫追求的主要目标之一。于是，1962年10月24日前苏联又发射了一颗火星探测器，但在进入地球驻留轨道半小时后，末级火箭突然爆炸。爆炸后的碎片漂向北美大陆的上空。当时，美苏两个超级大国正在地面上进行着一场核战争和军事实力的较量。前苏联在古巴部署了一批核导弹。它们可以打击美国国内的大多数战略目标，而且使美国几乎没有预警时间。美国总统肯尼迪对此作出强烈反映，坚决要求赫鲁晓夫将这些核导弹撤出西半球，而赫鲁晓夫也态度强硬，拒绝照办！当时的形势相当严峻。可以想象，当美国弹道导弹早期预警系统的那些24小时值班的工作人员发现当时尚不明了其为何物的火星火箭爆炸碎片时，是何等的紧张。幸好空防系统的计算机迅速判明这些飞来物并不是进攻的核导弹，第三次世界大战才得以幸免。这次事故不久，赫鲁晓夫终于作出让步，很不体面地在美国的监督下从古巴撤走了核武器。

1961年8月6日，正当“柏林危机”之际，前苏联成功发射了“东方—2”号飞船。这不仅在国内振奋了前苏联人民的情绪，而且在国际上壮了国威。当时美联社的评论也认为，“苏联第二次载人航天的惊人壮

举，为赫鲁晓夫星期一晚上关于柏林危机的讲话作了戏剧性的安排”，“第二艘载人宇宙飞船的发射格外增加了赫鲁晓夫给肯尼迪总统答复的分量”。

同样的道理，美国航天计划的制订，特别是载人登月飞行和航天飞机计划确立的一个重要出发点，就是一定要抵削前苏联载人航天成就所造成的巨大影响，灭对方的威风，长自己的志气。

每一次巨大的航天成功，不仅在国际政治斗争中，而且在国内政治斗争中都能发挥重大的作用。因此，各国领导人均把大力支持航天事业和在自己当政期间力争取得更辉煌的成就，当作在国内党派间斗争中、在总统竞选中，提高个人威信、争取群众支持的有力工具和筹码。

总之，各国政府，特别是决意压倒对方、争雄世界的美国和前苏联的国家领导人，始终把支持和发展载人航天活动作为政治上宣传和军事上震慑的需要，把它当作一种炫耀，一种证明，一张王牌，可能有时也把它当成一根救命稻草，借它为其政治目的服务。

第十一章 世界各航天大国载人 航天的发展目标

载人航天事业在美国和前苏联两个超级大国间的激烈竞争中诞生、发展，并取得了巨大的成就。与此同时，随着航天技术的发展，欧洲和日本的载人航天活动也日趋频繁并分别迅速形成一支独立的航天力量。世界各航天大国，根据其国家的经济实力和技术水平，均已拟订了到本世纪末和下个世纪的载人航天发展规划和目标。

一、美国的载人航天发展目标和计划

在载人航天领域，美国的总目标是保持其在该领域内的领先地位。为此，在 2000 年前后，它将以自己为主体并与欧洲、俄罗斯、日本等国联合建立“自由号”国际空间站(图 11—1)。长期性、可扩大规模和可变换功能的载人航天站的建成，将为空间研究和宇宙资源的开发提供更广泛的可能性和良好的条件。但空间站就其功能来说基本上不具备对站外其他航天器提供服务的能力，即在轨服务能力。因此，下一个合乎逻辑的发展目标应该是建立载人空间基地。

空间基地除执行空间站全部功能外，对基地外航天器在轨服务的主要项目有：在轨加注和补给，在轨维修，在轨变换功能，在轨装配和轨道中转等。空间基地的建成必将为空间科学技术的发展和空间资源的利用和开发开辟更宽阔的道路。

空间基地可以设置在轨道上，也可以建立在月球上。月球蕴藏着丰富的自然资源和独特的环境条件。例如月球含有大量的氢、碳和氮等化学物质，还含有地球上极稀有的氦同位素、氮同位素等。后者可作为“洗涤剂”用来清除反应炉里的残留燃料，以便得到地面上无法精炼的高纯度和独具特性的材料。

月球是地球的近邻。从月球基地上“旁观”、遥感地球，可以更加全面、及时、详细地了解 and 掌握地球的“习性”和在这里正在发生着的一切变化。

月球基地还将成为人类通往火星、金星和向深宇宙进发的航天港和中继站。

载人火星探测，是美国载人航天活动的另一个目标。建立月球基地或载人火星考察，每项计划可能都需耗资 1000 亿美元。美国航空航天局早些时候曾提出一个先建空间站，再建月球基地，然后是飞往火星的先后顺序的设想。但斯坦福大学主张直接飞往火星，并提出了一个具体方案。该方案建议在 2005 年使用俄罗斯的“能源”号大型运载火箭把载人星际飞船的一半送入地球轨道，大约 4 个月后再将另一半和航天员乘务组一起送上地球轨道。两部分在轨对接成一艘完整的载人星际飞船，并在地球轨道上进行为期 3 年的一系列试验。

大约在 2008 和 2009 年，一个由一艘载人飞船和四艘货运飞船组成的飞船集群先进入地球驻留轨道，然后一起飞向火星。赴火星的飞行需要 9 个月的时间。乘员组在火星上考察 14 个地球日(一个火星年相当于 687 个地球日)，然后返回地球。

斯坦福大学的这一方案，以其简洁明了和经济实用而受到普遍关注。在该计划中如果美国能与俄罗斯充分合作，那么火星载人飞行的一切技术问题就基本上解决了。我们知道，俄罗斯目前已经拥有连续一年以上在失重条件下生存和工作的经验。与此同时，俄罗斯的“能源”号火箭的运载能力可达 100t。目前世界上只有它符合火星载人飞行的要求。

1986 年 2 月美国总统里根在国情咨文中宣布了一项“东方快车”，即空天飞机 X—30 计划。空天飞机是一种速度快、费用低的运输工具。作为新一代的航天运输工具，它可以在机场跑道上水平起飞，单级入轨，

重复使用。美国目前有两项这种计划正在实施过程中。一是空军和航空航天局的“国家空天飞机”，另一是由弹道导弹防御局出资的麦道公司的“德尔它特快飞船”。两种飞行器都处在试验样机的研制和试验阶段。

二、独立后的俄罗斯载人 航天活动的动向

今后 10 年，独立后的俄罗斯试图继续在载人航天领域内发挥优势和起主导作用。

首先，俄罗斯计划继续研制“和平—2”号轨道站。未来的轨道站的运营方案有两个，一是“和平—2”号轨道站在轨道上单独飞行；二是与美国未来的“自由”号航天站在轨道上对接联合飞行。如果美国与俄罗斯的两个航天站不能合在一起，“和平—2”号轨道站将于 1997 年发射。轨道倾角为 65° 。一方面这可以增大对俄罗斯的覆盖范围，另一方面也可以从俄罗斯境内的普列谢茨克发射场发射轨道站的所有硬件及服务舱，从而避免了颇有争议的、位于哈萨克境内的拜科努尔发射场。

“和平—2”号轨道站采用主桁架结构。各舱段集中在主桁架的中部。太阳能电池阵和太阳能收集器分别分布在主桁架的两端(见图 11—2)。目前，“和平—2”号轨道站的核心舱已经研制出来，其重量为 20t。其余各舱段也采用结构简单、造价低廉的标准组件。

如果采用“和平—2”号轨道站与“自由”号航天站相结合的方案(见图 11—3)，那么美国航天局将全权负责航天站的计划协调、系统工程组合与安全，俄罗斯将负责设计、研制和支持该计划所需的火箭和发射工具。为此，美国航天局将在莫斯科设立常驻联络处。美俄两国将从 1997 年开始发射“自由”号/“和平”号航天站硬件。1998~2001 年由美国的航天飞机至少往返 10 次运送组装航天站的人员和其他材料。“组合式航天站”的建成预计需要 10 年时间。

即使“和平—2”号/“自由”号组合式航天站发展计划不能实现，俄罗斯也将为“自由”号航天站的建立提供大量的硬件和必要的技术，其中包括提供“联盟 TM”号飞船作为航天站可靠的乘员返回飞行器和应急救生运载飞船、新的对接系统、环境控制和生命保障系统、空间拖船等。关于空间拖船的详细资料，俄罗斯已向美国公开，对于美国这是前所未闻。它有可能代替准备用于“自由”号航天站的“航天公共汽车”飞行器。后者为美国一项秘密研制计划。

为了发展与“和平—2”号轨道站配套的运输飞行器，俄罗斯除了继续进行“暴风雪”号航天飞机的研制外，还推出了一个“小型航天飞机”发展计划。该计划方案由一架小型的航天飞机和一枚小型能源号火箭构成。小型航天飞机类似于法国的“使神”号，其总重量为 32t。“小型能源”号火箭由“能源”号火箭发展而成。有两种方案，一种是一次性使用的，另一种是可重复使用的。它由助推级和芯级火箭组成。推进剂采用液氧、煤油，芯级采用液氧、液氢推进剂。火箭的起飞重量为 1050~1100t。低轨运载能力为 32~34t。为了发射高轨道卫星和星际飞行器，一次性使用的火箭又配置了三种上面级火箭。这些火箭采用自然推进剂，可回收的助推火箭带有可折叠尾翼及机翼。在与芯级分离后，机翼及尾翼张开，飞回发射基地，水平降落(见图 11—4)。

关于载人火星飞行，一直是前苏联载人航天计划的一个发展目标，也是美国和前苏联激烈的太空竞争的一个组成部分。在发展载人登火星飞行的计划中，对于航天器的可靠性及航天员的安全性要求极高。

飞往火星的载人飞行器拟采用电火箭发动机。其电源由薄膜太阳能电池提供。飞船由三个主要部分组成：居住舱、火星表面着陆器和太阳能拖船（见图 11—5）。飞船质量预计为 350t，其中居住舱，80t，着陆器 60t，返回地球的装置为 10t，装有两个太阳能电池帆板的太阳能拖船质量为 40t，燃料 160t。每块太阳能电池帆板的尺寸为 200m×200m。乘务组由 4 人组成。探险飞行总时间为 720 天，航天员在火星表面停留 7 天。

火星飞行计划在技术上不存在不可逾越的障碍。众所周知，前苏联/俄罗斯已经取得了长期航天的丰富经验。将飞船的部分组件送入近地轨道的运载工具可以采用现有的“能源”号火箭；电火箭发动机也是现有技术，其性能可达到火星载人飞行的要求；飞船的居住舱可以借鉴制造轨道站及其居住舱的经验；飞船薄膜太阳能电池帆板用的可展开式桁架结构的组装试验工作即将在轨道站上进行。

俄罗斯已有数家机构开始对“空天飞机”进行探索性研究并提出多种方案。1993 年 9 月在莫斯科举办的一个航空航天展览会上，推出了发展空天飞机的各种各样的设想、草图及众多的设计方案，其中以电磁发射器方案特别引人注目。采用这种电磁悬浮技术推进一些高速运行装置或发射和回收航天飞机中不同类型的遥控飞行器（这些工具都是由洲际特超音速飞机运送的）。航天飞机是在洲际特超音速飞机装置的“电磁跑道”上起飞和降落的。这种电磁跑道既能使航天飞机在起飞时加速，又能在返回时使其制动减速，都是采用了磁场中运动系统相互作用的同一原理。还有一种空天飞机，也采用上述技术，但在结构上是一种单级式的可重复使用的无污染的飞行器。它发射安全性高，向轨道运送或回收有效载荷费用低，可广泛应用于观测、研究和运输。

在广泛开展国际合作的今天，美国和俄罗斯联合研制空天飞机的可能性很大。一个正在酝酿中的合作方案，被称作“国际空天系统”，它重 27t，可运载 10t 有效载荷。在空中发射后空天飞机带着一个可脱扣的装有液氢、液氧和煤油的油箱，可飞到 200km 的高空。

三、欧空局——世界载人航天领域内的一支劲旅

1993年6月，美国总统克林顿要求美国航天局重新评审和设计“自由”号航天站，压缩研制经费和后勤支持费用，寻找廉价的新方案。为此，欧空局的“哥伦布”计划必须进行相应的调整，其中即将挂靠在“自由”号航天站上的增压舱须作重大修改，以满足“自由”号空间站的新的设计要求。与此同时，欧空局成员国在财政上也遇到了困难，经费不足，特别是1993~1995年间更为困难，因此，经费问题也将是增压舱重新设计时的一个考虑因素。

目前，欧空局已提出多种不同尺寸的增压舱新方案。其中一个方案，发射质量10t，总长8.5m，可安装10个国际标准有效载荷柜，外加5个安装在天花板上的储藏柜和5个安装在地板上的分系统柜。发射时可装载1.7~3.4t的有效载荷。满载时有效载荷的总质量可增加至4t。

重新设计的增压舱方案，既可由美国的航天飞机发射，也可以用欧空局自己的“阿里安—5”火箭发射。此外，从图11—6中可以看出，增压舱后部端面上，增加了数据中继系统天线，从而使增压舱在轨道上飞行时，不但可以通过“自由”号国际航天站由美国的跟踪和数据中继卫星发送信息，而且可以直接通过欧空局自己的数据中继卫星与地面联系，从而增大了其自主性。

增压舱的发射时间决定于重新设计的“自由”号国际航天站的装配进度，以及欧空局的研究经费的状况。据估计，可能要到2002年发射。

我们知道，欧空局的成员国的航天员一方面积极参加前苏联/俄罗斯的轨道站飞行，同时也积极参加美国航天飞机的搭载飞行。在航天员的选拔、训练、飞行操作、进行科学实验、甚至出舱作业方面，获得了系统的知识和丰富的经验，为未来独立地开展载人航天活动打下了良好的基础。

随着载人航天活动规模的不断扩大，欧空局决定成立欧洲航天员培训中心。该机构设在德国科隆的航天研究机构内，其任务是选拔和训练来自各成员国的航天员并调整欧洲的航天员活动。拥有了自己的航天员选训基地，掌握了丰富的航天经验，欧空局就可以独立地或积极参与一切国际合作活动，其中包括在国际航天站上飞行、月球基地乃至火星考察飞行。

由于经费紧张，欧空局放弃了已经投资20亿美元的“使神”号航天飞机计划并对载人航天活动进行了重大调整。调整后的欧洲航天计划如果得到批准，欧洲可望在2003年将航天员送入太空。

在修改后的计划中，特别强调了多种服务能力和灵活性。主要目标放在为航天站提供大范围的后勤服务（如定期运送航天员、定期货物补给、运载工具及航天设施维修等）上。具体项目包括：自动转移飞行器、航天员运输舱、机械臂及舱外航天服的研制。据称，如果这四个项目得以完成，再加上“阿里安—5”运载火箭的研制成功和改进，欧洲将拥有一个完全独立的载人航天系统。

四、日本航天业异军突起

日本参与“自由”号国际航天站的建造，负责研制一个日本实验舱。该舱由3部分组成：主加压舱（用于进行实验）、后勤舱（用于储存各种气体、消耗品及实验样品）和暴露平台（借助于一个遥控机械臂进行暴露实验）。目前，日本宇宙事业开发团已经完成了实验舱大部分初期研究及研制工作。根据现在的时间表，实验舱的工程模型组装将于1995年进行，1996年初进行整个系统的测试工作。舱体组件将分三次于2000年由航天飞机送入轨道。

日本宇宙开发事业团和其他一些日本航天公司，正在为逐步建立起一批载人航天活动基础设施而努力。他们的工作着眼于六七年后，届时日本的航天员将在国际航天站上的日本实验舱内进行例行性的工作，甚至也可以说是为了更远的一天，那时日本也许已经研制出自己独立发射的载人航天器。

空间活动委员会是日本空间政策的最高审议机构。该机构近期的航天政策是：在设计、制造和使用日本实验舱及其辅助设备的同时，以最小的代价获得一批基础设施；在参与美国航天飞机和国际空间站计划及搭乘俄罗斯轨道站飞行的过程中，在风险较少的条件下获得载人航天活动的经验。

四年前，日本载人空间系统公司在东京成立。它由日本宇宙开发事业团的一名前任长官任董事长，事业团的许多工程技术人员成为这一新企业的管理者。载人空间系统公司的研究领域涉及：为载人空间设备制订安全要求，设法提高可靠性，降低维修成本；训练航天员，支援航天员活动，对日本实验舱设备用户及其舱内的活动提供帮助，与国际伙伴协调工作；发展特殊的载人航天技术，支援国际航天站的组装。

目前，已有62家日本公司向日本载人空间系统公司进行投资，其中包括空间硬件制造商、电子器件公司、银行、工程公司及保险公司。

在日本宇宙开发事业团在筑波空间中心的各种载人空间测试和准备设施建成之后，日本载人空间系统公司将从东京迁往离筑波仅10英里的土浦。筑波科学城有20多家政府研究机构和10多家研究发展中心。新建的航天站组装与促进中心的一些设施也建在这里。它们是：

——航天站测试大楼，用于日本实验舱主要组件的功能试验，还可用于日本实验舱兼容试验和在轨支援工作。航天员可在该大楼的操作训练设施上进行广泛的训练。

——空间试验大楼，是国际航天站日本用户团体的支援中心。日本实验舱的实验准备工作及飞行后的分析工作都将在这里进行。

——航天员试验设施，用于航天员的训练、医学研究及发展载人航天技术。

——失重环境试验大楼，用于日本实验舱乘员的基础训练（如出舱活动练习），以及实验舱设计检验和工作程序试验。——空间站操作设施，用于支援美国航天局的空间控制与有效载荷操作组装中心。

在今后10~15年时间里，日本将通过参加国际航天站计划及其他国际合作航天活动，积累必要的航天经验，掌握全面的航天技术并建立健全一批地面设施和航天体系，为下个世纪独立发展载人航天事业及开发

宇宙资源奠定坚实的基础。

第十二章 载人航天的发展前景

从加加林首次乘飞船遨游太空至今，载人航天事业已经经历了 34 个年头。人类终于冲破地心引力的禁锢，把自己的活动范围扩大到地球之外的空间。现在，载人航天技术已经开始在国民经济、科学研究和军事的各个领域内得到广泛应用。人类的伟大就在于其不懈的探索和勇往直前的精神。科学家和学者们早已在积极地酝酿如何更大规模地进行空间开发和继续向更深的宇宙进军，并勾画出一幅景象壮观的立体蓝图。

一、航天站、航天基地的建立与 航天工业化、商业化

人类征服宇宙的目的在于利用天上的独特环境为自己造福。而建造各种专门的或综合性的大型航天站，是达到这一目的的必要手段。

航天工业化和航天商业化是载人航天活动的一种发展趋势。未来的工业生产用航天站可以建造在地球轨道上、月球轨道上、月球表面上或其他行星上。生产加工用的原材料可以从地球上运去，也可以就地取材，开发空间能源和其他星体上的矿物资源。航天工厂的产品或半成品可以送回地球，也可在天上直接用于装备或制造其他飞行器和设备。

天上材料加工，将是航天工业化的重要内容。初步的航天试验结果表明，航天环境中几乎能有效地改善所有目前已知的重要材料的结构和性能，而且能制造出地面上根本不可能制造的新材料。可以有把握地说，这一新技术领域的出现将使材料科学进入一个新的发展阶段。

失重条件下液体中对流消失的特殊现象和无容器悬浮熔炼工艺，是对材料的结构、品质和性能产生决定性影响的根本条件。天上材料加工尤其适合那些必须经熔化和凝固这一“液—固”状态转变过程才能制造的金属、合金、半导体、化合物、玻璃和各种晶体。目前国外企业家最感兴趣的天上产品是药物、光学玻璃、电子、陶瓷和磁性材料。其原因一方面是这些材料在现代工业中所处的重要地位；另一方面也是由于这些材料的进一步完善和提高遇到了难以克服的巨大障碍，因此寄希望于航天工艺。而一系列的天上材料制备试验，已获得了令人满意的、预期的、甚至是出乎意料的结果。目前许多企业在航天材料加工项目上纷纷投资涉足，充分表明这是一个有利可图的领域。日本是一个很讲经济性的国家。日本政府认为，天上生产将给日本提供一个经济发展的新机会。日本空间研究咨询委员会估计，对日商来说，到1995年前后，空间生产将是一个5亿美元的新工业领域，其规模相当于当今日本的无线电工业和电机工业。

另据资料分析预测，2000年前后有市场活力的空间产品可能是药物、电子元件、特殊玻璃和玻璃制品、以及先进的合金。现在美国电子元器件的年销售量为160亿到180亿美元，年增长率为10%~15%。增长率的一半，即5%~7.5%有可能来自空间。材料可能包括硅、锑化铟、砷化镓和探测材料。美国空间政策中也曾对美国空间工业化和空间商业化的活动作出预测，预计到2000年后，美国空间民用项目的年度总收入可达650亿美元，年度税收可达130亿美元。其中属于材料（半导体和玻璃）加工项目的约占总数的1/4。

历史经验证明，一种新技术的应用常常导致一些新材料的出现，而一种重要的新型材料的诞生，常常又反过来引起相关技术的重大突破。半导体材料的应用引起电子学上的一次革命就是极好的例证。航天材料加工的重要意义正是在于它可能引起材料科学的重大突破，生产出可导致相关技术根本变革的、极有价值的新材料。因此有人预言：航天产品砷化镓有可能引起微电子学上的另一次革命，而另一航天产品，高质量的光导纤维，则将为第三次工业革命，即为信息革命铺平道路。所以说，空间材料加工有可能对第三次工业革命带来深远影响。

除了天上加工生产外，未来的永久性航天站内的实验舱和各种平台，还将组成高功能的科学实验室和稳定、连续的观测系统。整个系统可由轮换来站的航天员进行操纵和维修。由于航天员专家的亲自设计和直接参与，实验和观测将是高水平的。

对太阳系其他行星的探索将是今后相当一段时间内的重大科学活动。以航天站为基地，组装载人的和不载人的航天器，发射到其他行星或进行宇宙探测，将具有很多优点。作为中转和维修站，在航天站上可以完成大型结构的组装、发射地球静止轨道平台或卫星等许多任务。

二、天上太阳能发电站

考虑到地球上燃料资源的有限性、热电站的大气污染问题越来越尖锐和大力发展核动力中（特别是在发生意外事故时）产生污染环境的危险性，研究通过轨道上太阳能发电站获取电能的可能性是合理的。这一前景规划已引起各国政府和企业家的浓厚兴趣和广泛重视。

这种天上太阳能电站将位于静止轨道上。它包括收集太阳能并把太阳能转换成电能的设备、把电能转换成低密度微波辐射并通过强定向天线向地球发射能量的设备、把能量收集器对准太阳和把发射天线对准地面预定点的定向设备。无线电辐射到地面预定点并被接收后再转变成电能。计算表明，这种天上发电站重 10 万 t。太阳能电池板的面积有几十甚至上百平方千米，而发射天线的直径约达 1000m。从这些数字可清楚地看到，要建造这样的发电站尚存在着巨大的困难。在这里，向轨道上运送载荷的费用、在轨道上装配发电站及其半成品的价值等问题，均具有重大的意义。要把一个总接收功率为 1000GW 的发电站设备和部件送上轨道，需要像现用的航天飞机飞行 50 万次。如果预定 25 ~ 50 年完成运输，那么在一年之中就要完成 10000 ~ 20000 次发射。很显然，要建造轨道太阳能发电站，必须研制更先进的运输工具和运载系统。它们须能在一次飞行中把 200 ~ 400t 重的载荷运上轨道，而且费用是用航天飞机运送的 1/10 ~ 1/20 倍。尽管存在困难，但是在天上建造这种高收益的太阳能航天站，无论从理论上还是从技术上都是可行的。

建立在地球同步轨道上的太阳能发电站，可以昼夜收集阳光。它所提供的能量在所有时间的 99% 以上都可以被利用，因而解决了以地面为基地的能量收集系统的夜间储能问题。

天上太阳能电力是一种清洁、安全而又取之不尽、用之不竭的新能源。为了加速建立空间电力系统，美国 90 年代将把它列入国家发展项目。预计在 2000 年之后可望建成 100 座这样的天上电站，其发电量将占地球总发电量的 40%。很可能，未来在天上进行太阳能发电，是人类获取能量、摆脱能源危机的主要途径。

三、太空城堡和宇宙移民

除了能源危机之外，当今全球还面临着一系列其他重大问题，例如物种灭绝；沙漠化和土质退化；气候异常（如非洲大面积连年干旱、北极罕见的暴风雪以及埃尔尼诺现象所牵连的全球海洋和气候异常）；平流层臭氧减少；在南极和北极陆续出现臭氧空洞；工业化以来大量化石燃料的使用所产生的二氧化碳持续增加，有可能导致全球气候变暖；波及西欧、北美的大面积酸雨对生态的危害，以及对空气、水源、土壤、环境的污染；大面积的热带林的采伐亦能导致气候和生态的变化；人口增长过快可能导致的人口爆炸和人满为患危机等等。

人类解决上述危机的出路不外乎两条：一条是加强治理，如保护环境、计划生育；另一条是去茫茫宇宙寻找和开辟新的生存天地。

关于在天上建立可供人们长期生活的地外别墅、基地、居民区或日殖民点的想法，作为科幻小说的题材，早就出现了。随着航天事业的迅速发展，这种想法已从空泛的科学幻想阶段进入具体可行方案的探讨研究阶段。

科学家们设计的天上城堡的结构和形状方案是多种多样的，有圆环形的、多角形的、哑铃形的、面包形的、圆筒形的等等（见图 12—1、图 12—2）。有关文献中讨论得最多的是哑铃形和车轮形方案。前者是两个大舱，中间通过一个过渡管道连在一起。车轮形的航天结构可以围绕着自己的轴旋转，每分钟旋转一圈。这样所产生的离心力相当于地球上的重力，从而可抵消失重的不良生理效应。一种圆筒形的天上城堡，长 32km，直径 6.4km，可居面积 1300km²，可容纳几百万人居住。另一种更大型的城堡长 121km，直径 24km，居住面积达 18000km²，可供 1000 万人口在其内居住。这类城堡内不仅有充足的阳光、空气、森林、湖泊，而且还有商店、学校、医院、公园、剧院、体育馆、游乐园。

上述天上城堡是一个密闭式的生态系统，完全实行自给自足。在系统内不仅能提供居民所需的食物，而且还能进行废物处理和通过光合作用产生氧气。城堡内农场的温度和阳光照度都可以控制。农作物的栽培不需要土壤，它们生长在聚苯乙烯泡沫板上，根部悬浮在泡沫板的下面，用营养液来浇灌。植物的茎、叶、根用来喂养山羊和兔子。厨房里剩余的废物可用来养鸡，从而使这里的居民获得必要的羊奶、兔肉、鸡蛋等动物蛋白食品。合计起来，农场的产量可保证每人每天 12558J 的热量。除了农场外，城市还有生产加工特殊材料的工厂、专用实验室。总之，这里不仅有完善的生活和工作设施，又有山水花草等类似地面自然风光和四季、昼夜循环交替的环境条件。

除了人工建立密闭式生态系统外，随着航天技术的不断发展，人类还将通过改造太阳系内火星、金星、木星、土星、月球、乃至太阳系外银河等星系内星体上的恶劣环境，使之适合人类生存，以实现大规模的宇宙移民。例如，科学家们曾设想，通过核爆炸的方法加快金星的旋转速度，产生强大磁场，从而减少太阳辐射并降低表面温度，然后再采用生物工程方法产生具有强抵抗力的藻类或微生物，让其在金星上繁殖，增加氧气，减少二氧化碳，形成类似地球大气组成那样的大气环境。可以说，随着航天技术的不断发展，采用上述类似方法及其他方法，人类

为自身开辟新的生存天地的前景是无止境的，人类在地球上所面临的各种危机也将被有效地战胜。

四、航天运输系统的建立

目前使用的最先进的载人航天运载工具是航天飞机。美国航空航天局已经开始着手研究的第二代航天飞机是单机到达轨道，使用液氧和液氢作推进剂。其货舱长 18.3m，宽 4.57m，最大载荷 29.5t。航天飞机的另一设计方案是净重 201t。起飞质量 1900t，翼展 60m，飞机全长 61.2m。供选择的第二代航天飞机设计方案有三种：垂直起飞，水平降落；水平起飞，水平降落，用火箭滑橇协助发射；水平起飞，水平降落，能在空中重新加油。经反复比较后将选择性能较好又较经济的方案进行研制。

轨道间拖船可大大延伸航天运输系统的能力。它可以在近地轨道和地球同步轨道之间及近地轨道与月球轨道之间飞行（见图 12—3）。因为使用的动力原料不同又可分为两种：化学燃料为动力的小型轨道飞机，能运送较轻的载荷，可在轨道上重新添加燃料，以维持继续飞行；

核动力轨道飞机，装有 340kN 推力的核火箭发动机，能把大型载荷（如整个航天站的舱）运送到地球同步轨道或月球轨道上。

有一种轨道间拖船的设计方案，其长 9m，起飞质量 23t，可将 900kg 的有效载荷从低轨道拖往高轨道（高轨道为 36000km）并重新返回到低轨道，或将 1.5~2.5t 重的有效载荷送上星际轨道（如送上飞往木星的轨道）。在后一种情况下拖船已不能再重复使用。还有一种拖船方案，由两级组成，长 19m，起飞质量 46t。有效载荷分别为 3.4t 和 6t。在这一方案中将有效载荷送上星际轨道时，只有第二级能再重复使用。“宇宙快艇”或叫“宇宙的士”是一种非常简便的、专用在轨道间运送航天员的客运工具，上面装有轨道飞行和机动用的发动机和定向仪（见图 12—4、图 12—5）。

为了使星际间的考察飞行更加经济，有人提出发展太阳帆船的设想。这种深宇宙太阳帆船式探测器可用航天飞机送入近地轨道。入轨后它便不再需要任何动力装置，也不需要燃料，而是通过作用于船帆（由轻金属框架和镀铝塑料薄膜制成）上的太阳光压力为动力，不断加大其速度来实现太阳系星际间的考察飞行。

为了实现星际间的载人飞行（如去金星和火星的载人飞行），需解决的重大问题主要是减轻现有飞行器自身的质量，缩短飞行时间以及提高向太阳系深宇宙挺进的能力。这些问题的解决还有赖于未来的核火箭发动机和电火箭发动机的发展（图 12—6）。

航天运输系统的不断发展不仅将为积极频繁的航天活动创造便利条件，而且将为地球上的远距离、极高速度的旅行提供可能性。现在已经设计出来数种既可进行地球—轨道—地球间的飞行，又能进行地球上洲际飞行的、可重复使用的航空航天飞行器。因为发展空间立体交通不会出现拥挤和堵塞现象，所以人们可以在一瞬间到达世界任何一处目的地。从伦敦至东京只需 34 分钟。从纽约到孟买只需 40 分钟。

总之，如同宇宙茫茫无垠，载人航天的前景也是无限的。航天技术的成就正在和即将深刻地渗透到人民生活的各个方面。航天事业的进一步发展必将全面地促进人类科技水平的提高，带动人类社会不断腾飞！

内容简介

本书以大量丰富的历史资料为基础并通过具体生动的描述，全面、系统地介绍了载人航天事业发展的历史过程（其中包括该领域内发生的各种重大事件——显著的功绩和成就与惨痛的失败和事故）。此外，对过去一直鲜为人知的内幕、秘史、轶事、趣闻，也进行了曝光和披露。因此，本书既是一册通俗有趣的科普读物，又是一份较完整、珍贵的史实资料。

本书深入浅出，图文并茂，将知识和故事融为一体，适合初中以上青少年阅读，也可供对载人航天事业的发展特别关注的各级领导、科技管理人员及大专院校有关专业的师生参阅。

