

优势来自空间

——论空间战场与空间作战

杨学军 张望新 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

全书分十一章,从战略的高度论述了空间作战与空间军事力量建设问题,对空间作战的基本原理、作战特点、原则、装备建设与作战指挥及力量建设体制、人才培养、军事力量运用等逐一进行详细、系统地阐述,引用资料详实、可靠,具有重要的理论和现实指导意义。

本书适合从事空间战略及空间作战的科研人员及管理人员阅读参考,也可供高级军事爱好者学习参考。

摇图书在版编目(CIP)数据

摇优势来自空间:论空间战场与空间作战/杨学军,张望新主编. —北京:国防工业出版社,2006.7
摇ISBN 7-118-04588-8

摇I. 优... Ⅱ. ①杨... ②张... Ⅲ. 外层空间战-研究 Ⅳ. E864

摇中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第069353号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号摇邮政编码100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092摇1/16摇印张 12¼摇字数 288千字

2006年7月第1版第2次印刷摇印数 501—3000册摇定价 25.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010) 68428422摇发行邮购:(010) 68414474

发行传真:(010) 68411535摇发行业务:(010) 68472764

本书编委会

摇摇摇摇主摇摇编摇摇杨学军摇摇张望新

编著人员（按姓氏笔画排序）

水摇摇晶摇摇王天中摇摇任德新摇摇张望新

杨学军摇摇邹含冰摇摇武摇摇旻摇摇郭摇摇平

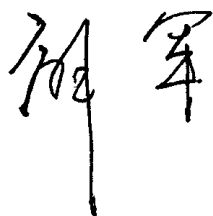
序

摇摇古往今来,遥远的宇宙空间令人心驰神往,寄托无限遐思。全人类共同拥有的宇宙空间中,蕴藏着丰富的资源,和平开发太空资源,用于改造我们的生活,是全人类共同的心愿。然而,随着空间技术和商业化的迅猛发展,各国纷纷加快了进入太空的步伐,特别是空间军事化的进程急剧加速。“谁控制空间,谁就能控制地球”,这一空间战略思想已成为世人的共识。

世界各国对争取本国在太空的一席之地都高度重视,特别是美、俄两个航天大国,一直都没有停止过争夺太空霸主的行动。冷战时期,美国和苏联因核军备竞赛而极大地推动了航天技术的飞速发展,各类航天器相继发射成功并投入使用,使国家的战略空间延伸至太空,形成全球性的、多维的、天地一体化的战略空间。战略空间向太空的拓展,影响和改变着各国的战略思想,太空已经成为国家安全与利益的战略“制高点”,太空军事化也必将成为各军事大国国家安全与发展战略的重心。空间技术的不断成熟,使空间力量在支援其他战场中展示出无与伦比的优势,在战役战术层面的应用正逐步展开,空间军事力量已经登上了战争的历史舞台。可以预见,太空武器将由被动防御、单一保障为主,向攻防一体、以攻为主、系统配套的方向发展;空间力量的任务职能将由“信息支援型”向“攻防作战型”发展;围绕太空的争夺,将会越来越激烈。

“高边疆”战略的创始人格雷厄姆认为,在整个人类历史上,凡是能够最有效地从人类活动的领域迈向另一个领域的国家,都取得了巨大的战略优势。适应未来空间作战需要,加速建设优势空间战场,是拓展国家战略空间,牵引科技、经济、军事发展,维护国家安全和利益的必然选择。中国是文明古国,是火箭的故乡,作为一个负责任和爱好和平的国家,要在太空领域拥有发言权,为维护太空安全乃至世界和平,担负起应有的责任和义务。

本书从战略视角研究空间作战与空间军事力量建设问题,探讨了空间作战理论建设、空间武装力量建设、空间武器装备建设等问题,具有一定的探索性、前瞻性和开创性,对于适应新军事变革挑战要求,加快空间军事力量建设,具有重要的理论和现实指导意义。

A handwritten signature in black ink, consisting of two characters: '解' (left) and '军' (right). The characters are written in a cursive, calligraphic style. The '解' character has a long vertical stroke extending downwards, and the '军' character is more compact and rounded.

2005年11月30日

第一章 人类对空间的认识与探索

人类进步的每一次重大飞跃都以对自然环境的开发和利用为标志,最初的人类只适应陆地,然后逐渐开始向海洋进军,20世纪初进入天空(大气层),20世纪50年代跨进第四疆域——太空。50多年来,空间技术及其他高新技术的迅猛发展,大大激发了人类认识和探索太空的无限激情。目前,全球发射到空间轨道上的航天器已达数千颗(个),各种气象卫星、导航卫星、通信广播卫星、遥感卫星已经深刻地改变而且还将继续改变人类的生活。然而,随着空间技术的发展和空间利益需求的不断增长,空间领域的军事运用也日趋广泛和深入。一些国家和地区开始调整军事战略,制定天军发展蓝图,研制空间武器装备,进行太空战演习,不断加强空间作战准备。这些惊世骇俗的举动,预示着以往科幻电影中的“星球大战”场景很快会上演,战火与硝烟将在新的战场——太空升起。

第一节 空间的相关概念

长期以来,人们对空间有着不同的认识,随着人类空间活动的不断拓展,对空间的定义也逐步趋于一致。准确把握空间与空间探索的有关问题,对于深入探索空间和利用空间具有重要的意义。

一、空间定义

空间,根据汉语词义,凡“中无所有”之处均可叫空间;又可指天空或太空,意指“很高的天空”。根据以上二者的含义,空间与太空是有区别的,大气层外的外层空间,称其为“太空”也许更确切些。但自20世纪50年代以来,我国从事高层大气物理研究的科学家,习惯使用“空间科学”这一名词,这样,就把空间和太空赋予了同一含义。在潘厚任、王景涛主编的《太空学概论》一书中,空间与太空也作为同一含义使用。即便如此,由于认识和使用上的差别,对空间的定义也常常有所区别。潘厚任、王景涛主编的《太空学概论》对太空学的定义是:“太空学是指人类借助太空探测手段(工具),在第四环境,即地球稠密大气层外二三十千米以上直至遥远的宇宙深处,所进行的各种探测研究中,认识太空、开发利用太空甚至对太空加以改造的一门学问。”从对太空学的定义中,也可以看出空间的基本含义。该书所称太空也就是空间,实际上是指地球稠密大气层外二三十千米以上直至遥远的宇宙深处的空域。在离地球表面120千米的地方,沿地球法线方向的离心力恰好与地球引力平衡,因而国际宇航界将地球表面120千米以上宇宙区域称为空间。

除空间这个定义外,还常常用到地球宇宙空间和星际空间这两个概念。地球与太阳之间的平均距离约为 1.496×10^8 千米,在地球与太阳之间距地心93万千米的地方,地球引力刚好与太阳引力相互抵消,因而把以地球为中心、以93万千米为半径的球形区域,称

为地球宇宙空间(见图 1-1),超出地球引力作用球面半径的空间称为星际空间。在地球宇宙空间内的所有航天器都受地球引力作用,而在星际空间飞行的飞行器将不再受地球引力的作用。

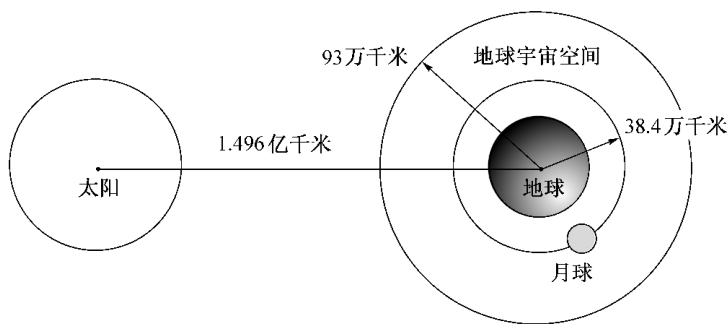


图 1-1 地球宇宙空间示意图

根据航天器在地球宇宙空间运行时的不同特点,地球宇宙空间又分为 4 个区域:近地空间(120 千米~150 千米)、近宇宙空间(150 千米~2000 千米)、中宇宙空间(2000 千米~50000 千米)和远宇宙空间(50000 千米~930000 千米)。目前,40%的航天器和 100%的洲际弹道导弹与潜射弹道导弹主要运行或经过近地空间和近宇宙空间;约有 60%的不载人航天器运行于中宇宙空间。随着航天技术的发展,人类的航天足迹还会大量出现在远宇宙空间,甚至会进入星际空间。综合人类航天技术的可能发展,特别是考虑到人类在军事、经济上利用空间战场的需要与可能,在今后相当长的时期内,人类在军事、经济上大量利用与开发空间的范围主要局限在太阳系以内受地球引力作用的地球宇宙空间。

二、空间环境

空间具有与地球表面完全不同的自然环境,主要包括:高真空、空间碎片、空间辐射、高温差和失重等。如图 1-2 所示。

高真空环境对飞行器有着较大的作用。天基平台正常情况下作无动力运行,受气流和其它动力干扰很小,运行状态非常稳定,有助于平台上装载的各种精密光学、电子设备高质量地工作,也有利于各种天基定向能武器和动能武器作战效能的发挥。

在地球宇宙空间还存在着大量直径为 0.1 毫米~1 毫米甚至更大的流星体,这些流星体以很高的速度运行(通常为 11 千米/秒~72 千米/秒),能够击穿坚硬的航天器金属外壳。除此之外,人类空间活动所产生的空间碎片也会威胁到今后的空间活动。美国的“探险者”-3 于 1958 年、苏联的“月球”-3 于 1959 年、“织女星”-1 和“织女星”-2 于 1986 年,都因与流星体发生碰撞,导致这些航天器全部或部分丧失工作能力。

空间辐射也不可小觑。高能带电粒子能使航天器表面材料性能退化,使太阳能电池输出功率下降,并能穿透宇航服威胁航天员的健康和生命安全;高能重离子能使航天器的控制逻辑紊乱、存储的信息错误,导致航天器工作紊乱;低能带电粒子也能在一定条件下使航天器充电,导致等离子体温度越来越高,充电电位也越来越高(有时可达数万伏的高压)。高压通过空间放电会产生强电磁脉冲,干扰航天器的工作甚至烧毁航天器上的电子器件。“太阳风”受到地球磁场的排斥而形成“磁层”,当太阳表面发生强烈扰动时,就会有

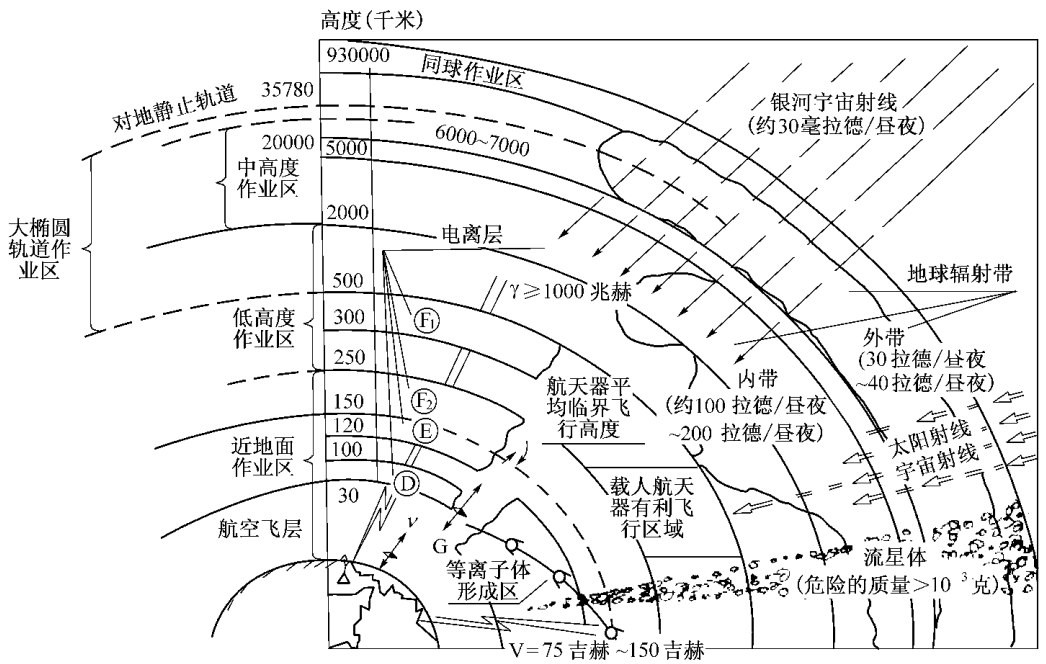


图 1-2 地球宇宙空间环境

高温等离子体进入磁层,能对航天器充电,影响航天器工作。在地球宇宙空间,还存在来自银河系和太阳的宇宙射线。银河系宇宙射线主要由质子(氢原子核)和 α 粒子组成,其能量为 10^8 电子伏 $\sim 10^{18}$ 电子伏,这种宇宙射线能自由穿过航天器的外壳。在地球辐射带约3000千米和20000千米的高度上有两个大密度的银河系宇宙射线密集区。飞行器在地球辐射带内飞行时,受到的辐射剂量平均为2拉德 ~ 3 拉德。太阳宇宙射线是由于太阳的色球层爆发产生的,它能在爆发的20分钟 ~ 30 分钟内使地球宇宙空间的辐射强度增加数百倍至数千倍。在采取有限辐射防护措施的情况下,航天器、特别是载人航天器最有利的飞行高度是距地球表面500千米以下。若在500千米以上的空间飞行时,航天器及航天员必须采取极其严密的防护措施。

空间温差极大,航天器运行于受太阳照射的轨道弧段时,其环境温度达 $100^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$,而当航天器运行于地球阴影区时,其环境温度则降为 -100°C 以下,温差高达 $200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 。这样大的温差环境,对于载人航天以及对航天器的设备和材料,都提出了极为苛刻的要求。

失重是航天器在太空运行时产生的一种特殊环境。在太空飞行的航天器,不论它是环绕地球作圆周、椭圆运动,还是离开地球沿抛物线或双曲线飞行,由于它们只受引力(无论是地球的、月球的、太阳的,还是其它大小行星的引力)作用,因此,都处于失重状态。只有当航天器为调整姿态或修正轨道,启动发动机工作产生推力或者到达有大气的行星,受到大气制动力,或喷气产生制动力时,才变成有重量的状态。失重状态下,人体各部分,特别是体内各个脏器之间的相互作用力消失。人的前庭器官中的耳石由于失重,不再与周围的神经细胞接触而不能给中枢神经传输信号,从而丧失定向功能。前庭器官与人体主管呼吸、消化、循环、排泄、发汗等功能的植物神经系统有密切关系,所以一旦前庭器官不

起作用,身体内脏之间正常的相互作用力消失,就会引起航天员在初登太空时产生头晕、恶心、呕吐等所谓“运动病”的症状。

第二节 空间探测的发展与应用

1957年10月24日,苏联成功发射了世界第一颗人造地球卫星,这标志着人类探索利用空间新纪元的到来,此后各国开展了多种多样的研究,取得了令人惊叹的成果。本书着重介绍美国、俄罗斯及中国空间探测的发展与应用。

一、美国空间探测的发展与应用

美国是世界上较早开展航天活动的国家,活动规模和技术水平居世界前列。

(一) 发展概况

20世纪初,R. H. 戈达德开始研究和试验固体火箭,后发表著作论证向月球发射火箭的可能性。1921年,他转向研究液体火箭发动机,并于1926年发射了世界上第一枚以液氧、汽油为推进剂的液体火箭。1936年,加利福尼亚理工学院的冯·卡门等人也开始研制液体火箭。第二次世界大战结束后,美国在缴获德国V-2火箭的基础上开始研究大型火箭和导弹。美国陆军在冯·布劳恩(Wernher. Von. Braun)等德国专家的帮助下,于1945年发射了美国造的V-2火箭,1949年开始研制“红石”弹道导弹,1954年制定用“丘比特”C火箭(“红石”导弹作为第一级)发射卫星的“轨道器”计划。美国海军利用V-2火箭技术研制“海盗”号探空火箭,并从1949年开始组织飞行试验。美国空军于1954年开始研制“宇宙神”洲际弹道导弹,并提出以这种导弹为基础发射卫星的方案。为了不影响弹道导弹的研制,美国决定由海军以“海盗”号探空火箭为基础,研制发射卫星的“先锋”号运载火箭。1957年苏联成功发射人造卫星,促使美国在执行“先锋”号计划的同时加紧执行“轨道器”计划。1958年1月31日用“丘比特”C火箭(改名“丘诺”1号火箭)成功发射美国第一颗人造卫星“探险者”1号。为了加速发展航天事业,美国在1958年2月成立了国防部高级研究计划局,并在同年10月成立主管民用航天活动的国家航空航天局。1961年开始实施“阿波罗”登月计划,1969年7月首次把2名宇航员送上月球,并安全返回地球。从1972年起,美国航天活动的重点转向开发和利用近地空间,并开始研制航天飞机。1982年11月航天飞机进行首次商业飞行。

美国的航天活动包括军用和民用两个部分,分别由国防部和国家航空航天局负责。国防部和国家航空航天局均有独立的科研和试验机构、发射基地和测控系统,并与政府其他部门、高等院校和私营企业广泛协作。美国主要的航天器发射场是空军东靶场、西靶场和国家航空航天局的肯尼迪航天中心。从1958年到1984年底,美国使用了8种运载火箭:“先锋”号、“丘诺”号、“红石”号、“雷神”号、“宇宙神”号、“侦察兵”号、“大力神”号、“土星”号,以及航天飞机,共发射了1019个航天器,居世界第二位,耗资约1700亿美元。

(二) 人造卫星及其应用

1. 技术试验卫星

技术试验卫星,是进行新技术试验或为应用卫星而进行试验的卫星。人造卫星在发射之前须经过一系列的地面试验,但为了更加全面地考验卫星的技术性能,还必须把卫星

发射上天加以验证,技术稳定了才能正式应用。美国的技术试验卫星,进行了很多实验,如话音通信、卫星导航、无线电传输等,为美国以后的通信卫星、气象卫星、导航卫星、资源卫星的研制与应用作了大量准备。

2. 通信卫星

通信卫星,是作为无线电通信中继站的卫星。它像一个国际信使,收集来自地面的各种“信件”,然后再“投递”到另一个地方的用户手里。由于它是“站”在 36000 千米的高空,所以它的“投递”覆盖面特别大,一颗卫星就可以负责 1/3 地球表面的通信。如果在地球静止轨道上均匀地放置三颗通信卫星,便可以实现除南北极之外的全球通信。当卫星接收到从一个地面站发来的微弱无线电信号后,会自动把它变成大功率信号,然后发送到另一个地面站,或传送到另一颗通信卫星上,然后再发送到地球另一侧的地面站上,这样就收到了从很远的地方发出的信号。

通信卫星一般采用地球静止轨道,这条轨道位于地球赤道上空 35786 千米处。卫星在这条轨道上以 3075 米/秒的速度自西向东绕地球旋转,绕地球一周的时间为 23 小时 56 分 4 秒,恰与地球自转一周的时间相等。因此,从地面上看,卫星像挂在天上不动,这就使地面接收站的工作方便易行了。接收站的天线可以固定对准卫星,昼夜不间断地进行通信,不必像跟踪那些移动不定的卫星一样而四处“晃动”,使通信时断时续。现在,通信卫星已承担了全部洲际通信业务和电视转播。

1965 年 4 月 6 日美国成功发射了世界第一颗实用静止轨道通信卫星——国际通信卫星 1 号。到目前为止,该型卫星已发展到了第八代,每一代都在体积、重量、技术性、通信能力、寿命等方面有一定提高。

3. 科学探测卫星

美国发射的第一颗卫星“探险者”号就是一颗科学探测卫星,以后“探险者”发展成一个科学探测卫星系列,它们主要用于探测地球大气层和电离层;测量地球高空磁场;测量太阳辐射、太阳风;探测行星的星际空间等。“探险者”号卫星系列多为小型卫星,但其外形结构差别很大,由于探测的空间区域不同,它们的运行轨道有高有低、有远有近,差别也很大。

4. 气象卫星

气象卫星是对地球及其大气层进行气象观测的人造地球卫星,具有范围大、及时、迅速、连续、完整的特点,并能把云图等气象信息发送给地面用户。

世界上第一颗气象卫星是美国发射的“泰罗斯”卫星,它为美国提供了大量气象资料。但它的云图分辨率不高,随发随收的功能还不理想,是试验型卫星。第三代太阳同步轨道卫星——“泰罗斯 N/诺阿”号则有较佳表现,卫星上携带着高分辨率扫描辐射计和垂直探测器。它拍摄的云图可以及时传输给地面,也可以把一地的云图储存在磁带里,在卫星飞经另一地地面接收站时传送给地面。它每天可输出全球范围内的 16000 多个地点的大气探测资料,2 至 4 万个点的海面温度测量值。每天全球有 100 多个地面接收站在接收这类卫星云图。

(三) 载人航天

美国的载人航天工程目前主要包括载人飞船、航天飞机、空间站、空天飞机等。美国载人航天计划是一个长期的持续性计划,经历了由低级到高级的发展过程。

1. 载人飞船计划

美国载人飞船包括：“水星”、“双子座”、“阿波罗”，此外还有“空间实验室”（航天飞机实验设施）。美国载人飞船的投资额为：“水星”投资 3.921 亿美元，“双子座”投资 12.834 亿美元，“阿波罗”投资 240 亿美元，“空间实验室”投资 24 亿美元。“空间实验室”1 号的发射费用为 2.5 亿美元，2 号的发射费用为 2.5 亿美元。

“水星”飞船计划始于 1958 年 10 月，1963 年 5 月结束。该计划是美国的第一个载人轨道航天计划，共进行了 6 次载人飞行，其中 2 次亚轨道飞行、4 次轨道飞行。它在人类进行太空飞行的适应性研究方面获得了重要的资料。空间实验活动包括：视觉、摄影、辐射的研究，航天医学和多种零重力的研究等。

“双子座”飞船计划始于 1961 年 12 月，1966 年 12 月结束。在 1965 年—1966 年的两年中，“双子座”从 3 号到 12 号共进行了 10 次太空飞行，为载人长期飞行，特别是在空间交会、对接、轨道机动和舱外活动及制导再入技术等方面积累了极其宝贵的经验。2 年中，美国将 20 名宇航员送入太空。“双子座”8 号首次实现了太空对接，其技术最终使美国能第一个把人送上月球。这期间的重大科学实验主要集中在气象研究和大地摄影、飞船无风险技术需求方面。

“阿波罗”计划是美国耗资最大的载人飞船计划，首次实现了人类登月。“阿波罗”计划共进行了 17 次发射，1 号于 1967 年 3 月发射，17 号的发射是在 1972 年 12 月。从 7 号开始载人飞行（1968 年 10 月），9 个月后 11 号实现了首次登月。

“空间实验室”计划包括 1 号、2 号、3 号、4 号和 6 号（U-3）等型号，目的是为人类提供一个设备完善的太空实验室，以便在许多领域进行广泛的实验活动，并为许多国家提供一个太空研究实验设施，加强航天飞机轨道器的容量。1 号于 1983 年 10 月发射，飞行 7 天；2 号于 1985 年 3 月发射，飞行 7 天；3 号于 1984 年 11 月发射，飞行 7 天；4 号于 1985 年 12 月发射，飞行 7 天；6 号于 1988 年 8 月发射，飞行 9 天。据统计，1 号进行了 23 项实验，2 号 13 项，3 号 10 项，4 号 24 项，6 号 11 项。

2. 航天飞机

美国的航天飞机有“哥伦比亚”号、“挑战者”号、“发现者”号和“阿特兰蒂斯”号。其中“挑战者”号于 1986 年 1 月爆炸，7 名宇航员全部遇难，是世界载人航天史上悲惨的一页。由于此次事故，导致美国航天政策进行了重大改变，除继续执行航天飞机计划外，又重新起用和发展了一次性运载火箭。2003 年 2 月 1 日，“哥伦比亚”号在完成为期 16 天的飞行任务返回地球的过程中，空中解体，7 名宇航员全部遇难，给世界载人航天带来了又一次沉重打击。1992 年 3 月美国进行“奋进”号航天飞机的首次飞行，用以营救国际通信卫星 6F3（价值 1.5 亿美元），并进行舱外活动和模拟空间站组装等。美国航天飞机目前除发射各种有效载荷外，还能在太空修复以及回收航天器（如各种卫星），变更航天器的运行轨道，运送宇航员进入太空及各种舱外活动和空间实验等，如图 1-3 所示。美国航天飞机尽管引起各种争议，但仍是当今世界上最为先进的载人航天飞行器，其作用是不能低估的。1993 年美国利用航天飞机与苏联的“和平”号空间站进行合作，完成空间生命科学合作计划。美国从 1972 年开始研制至 1983 年生产出 4 架航天飞机，11 年间的总投资为 200 多亿美元，其后于 1992 年又研制了“奋进”号航天飞机，用于接替“挑战者”号航天飞机。



图 1-3 美国宇航员太空行走

3. 空间站

美国早期的空间站是“天空实验室”(Skylab),该计划始于 1965 年 8 月,1974 年 2 月结束。共发射了 3 次,累计飞行时间 171 天,积累了大量科学数据,完成了大量实验研究。其中主要有长期失重对人体的影响及太阳上发生的各种爆炸过程的研究,零重力加工实验等。“天空实验室”是小型空间站,它与苏联“礼炮”号相同,属舱段式结构。由于未考虑物品补给问题,只接待了 3 批共 9 名宇航员,生活必需品便消耗殆尽。当前正在由美国牵头,俄罗斯、日本、欧洲航天局、加拿大、巴西等 17 个国家和组织参加,合作建造国际空间站,第一批组件于 1998 年 11 月送入轨道,计划 2008 年全部建成,总质量 420 多吨,轨道高度 397 千米,设计寿命 20 年。

4. 空天飞机

空天飞机计划的背景一是军方在“星球大战”计划中需要一种高性能天地往返运输系统,以使用它组成灵活的航天战略轰炸机队,用作侦察、救援和其他任务(如截击);二是民用部门指望发展高超声速运输机和旅客机,作为天地往返运输系统或进行快速洲际飞行的工具。这个计划始于 1986 年 4 月。

1990 年中期决定投资 33 亿美元建造 X-30 飞机,用以验证这种空天飞机的可行性。空天飞机是一种水平起飞、单级入轨的飞行器,环绕地球一半的飞行仅需 2 个多小时,曾计划于 1997 年首次试飞。其关键技术有 5 项,即高超声速推进系统、轻重量高强度高温材料与结构、超高速流体动力学、飞行控制系统、燃料供应。

2004 年进行了 X-43A 飞机的试飞,获得成功。

(四) 深空探测

美国深空探测的目标是考察太阳系内的天体和星际空间环境,重点是月球和火星,其次是金星、水星、木星和土星。1958 年、1968 年间先后用“先驱者”号探测器、“徘徊者”号

探测器、“勘测者”号探测器和“月球轨道环行器”等考察了月球,包括拍摄月面照片和分析月球土壤,为实现载人登月提供了科学资料。火星探测器主要有“水手”4号、“水手”6号、“水手”7号和“水手”9号以及“海盗”1号和“海盗”2号。1962年发射的“水手”2号和1967年发射的“水手”5号先后在离金星35000千米和7600千米处掠过,测量了金星的大气密度和表面温度。1972年3月2日和1973年4月5日发射的“先驱者”10号和“先驱者”11号分别于1973年12月和1974年12月掠过木星,探测了木星的辐射带和大气层,拍摄了木星极区的照片。“先驱者”10号于1986年穿过冥王星的平均轨道,成为飞离太阳系的第一个航天器。1977年发射的“旅行者”1号和“旅行者”2号于1979年飞临木星,首次临近观测了木星环、大红斑和3颗木星卫星。然后又于1980年和1981年先后飞近土星,拍摄了土星的照片,提供了关于土星环结构的新资料并发现了土星的新卫星。2004年1月3日和1月24日分别在火星表面登陆的“勇气”号和“机遇”号火星探测器用大量的高清晰度摄像机使人们把火星看了个清清楚楚、明明白白。2005年7月4日美国太空船发射一枚撞击器,成功命中“坦普尔”一号彗星,如图1-4所示,在人类航天史上再攀高峰。

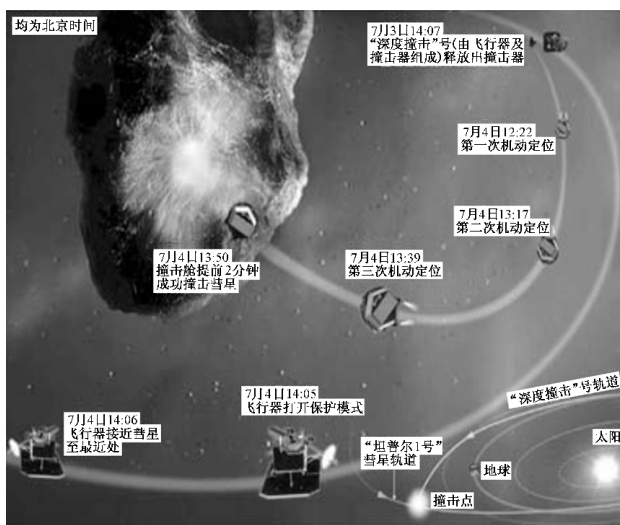


图 1-4 “深度撞击”示意图

美国空间探测一直在沿着两条途径进行:一条是非军用活动,非军用空间任务分为信息、能源、工业、服务业和科学几大类;另一条是军用空间探测,其主要任务是空间监视、情报支援、战略预警和导弹防御等。尽管非军用和军用空间探测任务各不相同,但两种任务存在着大量共同部分,有时很难分清军用和非军用空间任务的界限。美国空间计划的任务(如“阿波罗”、“天空实验室”和“旅行者”等任务),目的是实现特定的政治、军事和经济目标。图1-5用树状图表示空间探测的任务,树干代表空间探测,树干上的分枝表示空间探测的任务。

二、苏联/俄罗斯空间探测的发展与应用

1957年10月4日,苏联成功地发射了人类第一颗人造地球卫星“斯普特尼克”,从此

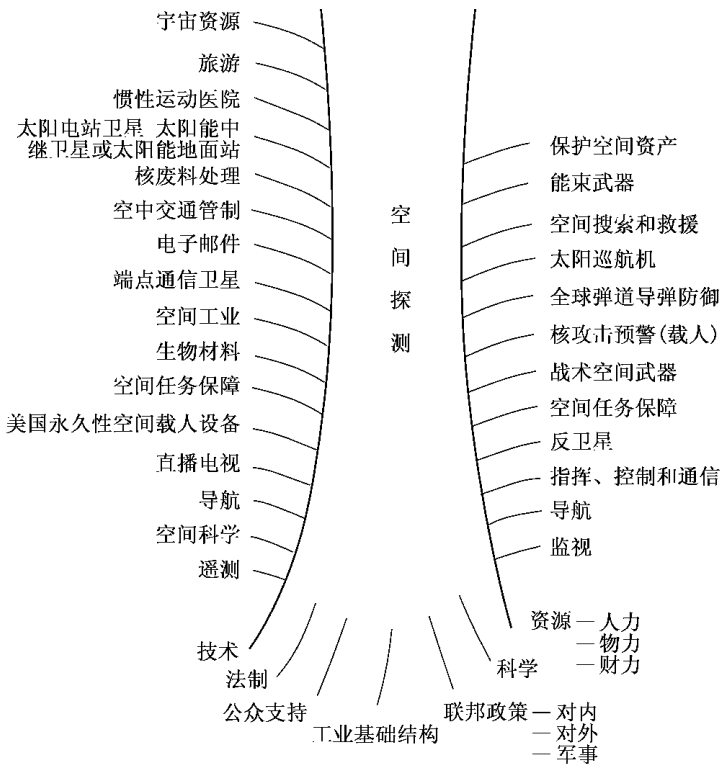


图 1-5 美国空间探测的任务

人类进入了太空时代。1961 年 4 月 12 日，苏联航天员尤里·加加林乘坐的“东方 1 号”载人宇宙飞船环绕地球轨道飞行成功，为苏联人赢得了太空竞赛的胜利。此后，虽然苏联放弃了在载人登月上与美国的角逐，却在空间站技术上领先于美国，走上了自己独特的航天之路。

(一) 人造卫星及其应用

1. 生物试验卫星

为研究人类是否能适应太空生活，空间失重、强辐射环境对发育、遗传、生育有什么影响以及如何防护等问题，苏联自 1966 年起开始执行专门研究空间生命科学的生物卫星计划，基本上每隔 1 年至 2 年发射一颗生物试验卫星。卫星上载有猴子、狗、白鼠、乌龟、苍蝇、细菌、藻类、植物种子等生物，科学家对它们进行了重力生理学、放射生物学和发育生物学实验。卫星飞行最长时间为 22 天，最短为 5 天。苏联的生物试验卫星计划是一项国际合作项目，东欧诸国、美国、法国等都参加了实验。生物卫星一般由服务舱和返回舱两部分组成。服务舱是卫星与运载火箭的接合部分，内部装有卫星的姿态控制系统、电源系统和其他保证卫星正常工作的设备。服务舱与返回舱分离后留在天上不返回地面。返回舱是卫星返回地面的舱段，内装各种实验生物、记录仪器、制动火箭和回收系统，舱外有隔热保护层。返回舱的外形有的呈球形，有的呈碗形，重三四百千克乃至一二吨。

2. 通信卫星

苏联的通信卫星命名为“闪电”号，包括闪电 1 号、2 号、3 号等。由于苏联国土辽阔，“闪电号”卫星大多数不在静止轨道上，而在一条偏心率很大的椭圆轨道上。

3. 探测卫星

“电子号”探测卫星是苏联的科学卫星系列，星上装有高、低灵敏度的磁强计、低能粒子分析器、质子检测器、太阳 X 射线计数器以及研究宇宙辐射成分的仪器等。该系列卫星的主要任务是研究进入地球内、外辐射带的粒子以及相关的各种空间物理现象。

4. 气象卫星

苏联的气象卫星命名为“流星”号，分 I 号、II 号两个系列。“流星”II 号卫星为太阳同步轨道卫星，每天两次探测全球有关云层分布、雪和冰层覆盖、地面温度、云顶高度等数据，并将数据传给本国及其他国家的 60 多个自动图像接收站，业务十分繁忙。

(二) 运载火箭系列

1. “东方”号系列运载火箭

苏联的“东方”号系列火箭是世界上第一个航天运载火箭系列，包括“卫星”号、“月球”号、“东方”号、“上升”号、“闪电”号、“联盟”号、“进步”号等型号，后 4 种火箭又构成“联盟”号子系列火箭。

“东方”号运载火箭是在“月球”号火箭基础上略加改进而构成的，主要是增加了一子级的推进剂质量和提高了二子级发动机的性能。这种火箭的中心是一个两级火箭，周围有 4 个长 19.8 米、直径 2.68 米的助推火箭。中心的两级火箭，一子级长 28.75 米，二子级长 2.98 米，呈圆筒形状。发射时，中心火箭发动机和 4 个助推火箭发动机同时点火。大约 2 分钟后，助推火箭分离脱落，主火箭继续工作 2 分钟后，也熄火脱落。接着末级火箭点火工作，直到把有效载荷送入绕地球的轨道。“东方”号火箭因发射“东方”号宇宙飞船而得名，它在 1961 年 4 月 12 日把世界上第一位宇航员加加林送上了地球轨道。

2. “联盟”号系列运载火箭

“联盟”号火箭是“联盟”号子系列中的两级型火箭，系通过挖掘“东方”号火箭一子级的潜力和采用新的更大推力的二子级研制而成，因发射“联盟”系列载人飞船而得名。最长 49.52 米，起飞重量 310 吨，近地轨道的运载能力约为 7.2 吨。

3. “能源”号系列运载火箭

“能源”号系列运载火箭是苏联的一种重型的通用运载火箭，也是目前世界上起飞质量与推力最大的火箭。

“能源”号系列运载火箭的主要任务有：发射多次使用的轨道飞行器；向近地空间发射大型飞行器、大型空间站的基本舱或其它舱段、大型太阳能装置；向近地轨道或地球同步轨道发射重型军用、民用卫星；向月球、火星或深层空间发射大型有效载荷等。

“能源”号运载火箭长约 60 米，总重 2400 吨，起飞推力 3500 吨，能把 100 吨有效载荷送上近地轨道。火箭分助推级和芯级两级，助推级由 4 台液体助推器构成，每个助推器长 32 米，直径 4 米；芯级长 60 米，直径 8 米，由 4 台液体火箭发动机组成。发射时，助推级和芯级同时点火，助推级 4 台助推火箭工作完毕后，芯级将有效载荷加速到亚轨道速度，在预定的轨道高度与有效载荷分离。尔后有效载荷靠自身发动机动力进入轨道。

“能源”号系列运载火箭成为苏联运载火箭发展的一个新的里程碑。

4. “质子”号系列运载火箭

“质子”号系列运载火箭是苏联第一种非导弹衍生的、专为航天任务设计的大型运载器。在“能源”号重型火箭投入使用以前，该型号是苏联运载能力最大的火箭。“质子”号

系列运载火箭共有 3 种型号：二级型、三级型和四级型。

二级型“质子”号共发射了 3 颗“质子”号卫星，此后便停止使用。火箭全长 41 米，最大直径 7.4 米。

三级型“质子”号主要用于“礼炮”号、“和平”号等空间站的发射。火箭全长 57 米，最大直径 7.4 米。

四级型“质子”号主要用于发射各类大型星际探测器和地球同步轨道卫星。火箭全长 57.2 米，最大直径 7.4 米。

5. “天顶”号系列运载火箭

“天顶”号系列运载火箭是苏联的一种中型运载火箭，主要是用来发射轨道高度在 1500 千米以下的军用和民用卫星、经过改进的“联盟”号 TM 型载人飞船和“进步”号改进型货运飞船。“天顶”号 2 型是两级运载火箭，其一子级还被用作“能源”号火箭助推级的助推器。“天顶”号 3 型是三级运载火箭，它在 2 型的基础上，增加了一个远地点级，用于将有效载荷送入地球同步轨道、其它高轨道或星际飞行轨道。2 型与 3 型用的一子级和二子级是相同的。

“天顶”号是苏联继“旋风”号后第二个利用全自动发射系统实施发射的运载火箭。在发射厂，火箭呈水平状态进行总装、测试、转运至发射台。所有发射操作，包括火箭起竖、连接电路、气动与液压系统、测试、加注推进剂、点火等都是按照事先确定的程序自动进行的。“天顶”号 2 型最大长度 57 米，最大直径 3.9 米。“天顶”号 3 型最大长度 61.4 米，最大直径 3.9 米。

（三）宇宙飞船

1961 年 4 月 12 日，苏联成功地将航天员加加林送入地球轨道，在世界上实现了首次载人航天。苏联共发展了 5 种型号的载人飞船和 2 种型号的轨道站，此外还有 2 种型号的货运飞船。进入太空的航天员连续飞行最长记录为 366 天，并首创了多项载人航天记录。

1. “东方”号宇宙飞船

“东方”1 号宇宙飞船，它由乘员舱和设备舱及末级火箭组成，总重 6.17 吨，长 7.35 米。乘员舱呈球形，直径 2.3 米，重 2.4 吨，外侧覆盖有耐高温材料，能承受再入大气层时因摩擦产生的 5000℃左右的高温。乘员舱只能载 1 人，有 3 个舱口，一个是宇航员出入舱口，另一个是与设备舱连接的舱口，再一个是返回时降落伞打开的舱口，宇航员可通过舷窗观察或拍摄舱外情景。宇航员的座椅装有弹射装置，在发生意外事故时可紧急弹出脱险。同时在飞船下降到距离地面 7000 米的地方，宇航员连同座椅一起弹出舱外，并张开降落伞下降，在达到 4000 米高度时，宇航员与座椅分离，只身乘降落伞返回地面。设备舱为顶锥圆筒形，长 2.25 米，重 2.27 吨，在飞船返回大气层之前，与乘员分离，弃留太空成为无用之物。“东方”1 号宇宙飞船打开了人类通往太空的道路。

2. “上升”号宇宙飞船

“上升”号宇宙飞船重 5.32 吨，球形乘员舱直径与“东方”号飞船大体相同，改进之处是提高了舱体的密封性和可靠性。宇航员在座舱内可以不穿宇航服，返回时不再采用弹射方式，而是随乘员舱一起软着陆。“上升”1 号载 3 名宇航员，在太空飞行 24 小时 17 分钟；“上升”2 号载 2 名宇航员，在太空飞行 26 小时 2 分钟。

3. “联盟”号宇宙飞船

“联盟”号飞船由轨道舱、指令舱和设备舱三部分组成,总重量约 6.5 吨,全长约 7 米,宇航员在轨道舱中工作和生活;设备舱呈圆柱形,长 2.3 米,直径 2.3 米,重约 2.6 吨,装有遥测、通信、能源、温控等设备;指令舱呈钟形,底部直径 3 米,长约 2.3 米,重约 2.8 吨。飞船在返回大气层之前,将轨道舱和设备舱抛掉,指令舱装载着宇航员返回地面。从“联盟”10 号飞船开始,苏联的宇宙飞船转到与空间站对接载人飞行,把载人航天活动推向了更高的阶段。

(四) 空间站

苏联的第一代空间站为“礼炮”号,是世界上最早建立的轨道空间站。1971 年第一个空间站“礼炮”1 号被送入轨道,在返航途中压力阀提前打开,导致 3 名宇航员丧生。之后,苏联“礼炮”2 号、“礼炮”3 号、“礼炮”4 号和“礼炮”5 号 5 个空间站。它们每个的重量约 19 吨,长 16 米,只有一个对接口,可与“联盟”号载人飞船对接。在此类空间站上,宇航员连续停留最长的时间为 63 天。

第二代空间站为“礼炮”6 号及“礼炮”7 号。它们的对接口增加到 2 个,可同时把载人和载货用的飞船分开,载人用“联盟”号,载货用“进步”号货运飞船。“礼炮”7 号轨道科学站于 1982 年 4 月 19 日发射,发射时不载人,宇航员和给养分别由载人飞机和货运飞船与其对接供给。人在“礼炮”7 号上连续逗留时间最长的为 211 天。“礼炮”7 号全长约 15 米,重约 20 吨,前后各有一个与飞船对接的舱口,可同时与两艘飞船对接。备有变轨发动机,能提高轨道高度,保证长期运行。拥有 3 个密封舱和 2 个非密封舱,密封舱的最大直径为 4 米多,舱内各种生活设施设备完善,可保证宇航员长时间在空间站停留。“礼炮”7 号在总共 4 年多的飞行中,先后有 10 批国内外宇航员在站上工作,累计 800 余天,获得大量科学资料和图片,并生产出第一批太空制造的优质单晶,其中最长的—次是 1984 年由基齐姆、索洛维约夫和阿季科夫组成的 3 人乘员组连续飞行 237 天,创宇航史上多人飞行的最高纪录。1986 年 8 月,“礼炮”7 号轨道站停止载人飞行,它与相接的“宇宙”1686 号卫星联合体转入更高的轨道上运行。

20 世纪 80 年代,苏联的第三代空间站“和平”号轨道站(见图 1-6)使其航天活动达到高峰,它的成功飞行让美国人都感到眼热。“和平”号被誉为“人造天宫”,它有 6 个对接口,可作为“联盟”号载人飞船和其它专业舱停靠的太空基地。“和平”号总长 13.13 米,最大直径 4.2 米,轨道重约 21 吨。截至 1995 年底,有“量子”1 号、“量子”2 号、“晶体”号、“光谱”号、“自然”号等专业实验舱与其对接。“和平”号空间站的第一个舱段是 1986 年 2 月 20 日发射的,此后陆续对接了 5 个实验舱。最后一个舱是 1996 年 4 月 26 日对接上的。“和平”号空间站前后历时 10 年,才完成了全部建造工作。“和平”号所创造的航天奇迹与科学成就远远超出了对它的期望:它超期服役近 10 年;共有 12 个国家的 134 名宇航员以及 28 个长期考察组和 16 个短期考察组先后造访过这个“巨无霸”;共有 31 艘载人飞船、62 艘货运飞船与它进行了成功的对接;它环绕地球奔走了近 8 万圈;它屡次打破人类逗留太空、太空行走的世界纪录;在这个航天器上进行了 1.6 万次的科学实验,为人类进一步探索宇宙空间、远征其他星球提供了信息与数据,同时也为造福人类、为苏联/俄罗斯的经济贡献多多。

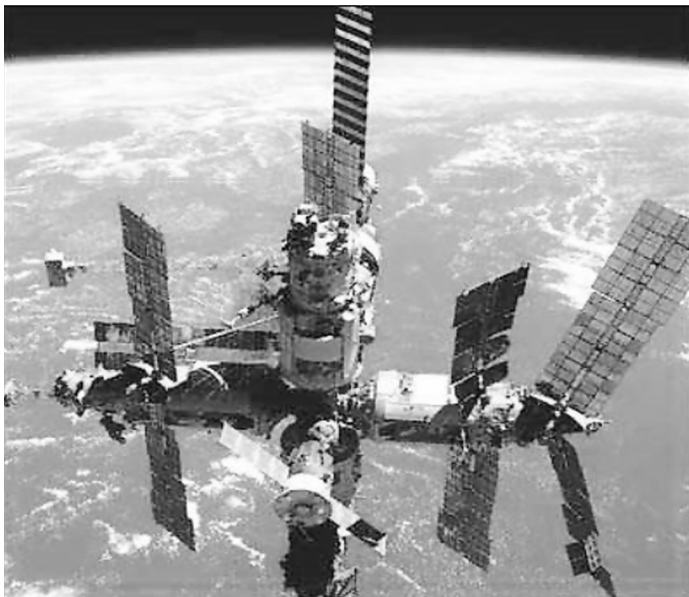


图 1-6 俄罗斯“和平”号空间站

(五) 航天飞机

1988 年 11 月 15 日,苏联的“暴风雪”号航天飞机从拜科努尔航天中心首次发射升空,47 分钟后进入距地面 250 千米的圆形轨道。它绕地球飞行两圈,在太空遨游 3 小时后,按预定计划于 9 时 25 分安全返航,准确降落在离发射点 12 千米外的混凝土跑道上,完成了一次无人驾驶的试验飞行。

“暴风雪”号航天飞机大小与普通大型客机相差无几,外形同美国航天飞机相仿,机翼呈三角形(见图 1-7)。机长 36 米、高 16 米,翼展 24 米,机身直径 5.6 米,起飞重量 105 吨,返回后着陆重量为 82 吨。它有一个长 18.3 米、直径 4.7 米的大型货舱,能把 30 吨货物送上近地轨道,将 20 吨货物运回地面。头部有一容积为 70 米³ 的乘员座舱,可乘 10



图 1-7 苏联“暴风雪”号航天飞机