

军用航天系统概述

《高技术武器装备技术手册》

军用航天系统是专门用于军事目的的航天系统。航天系统系由航天器、航天运载系统、航天发射场、航天测控系统和航天应用系统等部分组成。军用航天系统的特征主要体现在航天器(即军用航天器)及其应用系统上,其他部分,如航天运载系统、航天发射场、航天测控系统通常是军民两用的。

军用航天器是军用航天系统的核心,按功能大致分为两类:航天支援系统和天基武器系统。前者包括通信、侦察监视、导航定位、气象与测绘等卫星,以及具有军事潜力的载人航天器;后者包括轨道或部分轨道轰炸武器、天基反导武器和天基反卫星武器(如定向能武器、动能武器和天雷等)。航天运载系统是把航天器、宇航员等有效载荷运送到预定轨道,或从轨道上运回地面的航天运输工具,包括现役的一次性使用运载火箭与可部分重复使用的航天飞机,以及尚在研制中的可完全重复使用的航天运载器与空天飞机。航天发射场是发射航天器的特定区域,多数是由火箭(导弹)试验场改建或扩建而成,少数是根据航天试验的特殊需要专门建造的。航天测控系统是对航天器飞行状态进行跟踪测量并控制其运行和工作状态的专用系统,由航天测控中心和若干航天测控站、测量船组成。航天应用系统是用于对航天器获取的信息进行接收、加工处理、生成最终产品并提供用户使用的系统,是军用航天系统效益的集中体现。由于它的数量较大,所需投资往往比航天器本身大数倍。

军用航天系统既有保障功能又有作战功能,是信息获取、传输、融合与分发的重要手段,是夺取战场信息优势的关键,同时也是未来陆、海、空、天、电一体化作战的重要武器和控制外层空间的物质基础。军用航天系统的广泛运用对作战理论、作战样式、各类武器装备作战效能以及军队体制编制等已产生并将继续产生重大影响。

(一)发展简史

1957年10月4日,苏联发射了世界上第一颗人造地球卫星,揭开了航天时代的序幕。40多年来,以美、苏(俄)为代表的军事航天大国不遗余力地发展各种军用航天系统,用以支援战场作战行动和武器装备发展。截至2001年12月底,世界各国(地区和组织)发射的各类航天器达5400多个,其中军用航天器约占70%。军用航天系统的发展大致可分为三个阶段:

1. 探索试验阶段(20世纪50年代末至70年代初)

人造地球卫星问世后,美国和苏联立即围绕着军用卫星和载人航天展开军备竞赛。美国1959年2月开始进行回收型照相侦察卫星的有关试验,1960年8月11日首次回收成功“发

现者-13”照相侦察卫星。在1960年-1963年间，美国又先后发射成功导航卫星、军用通信卫星、导弹预警卫星、测地卫星和核爆炸探测卫星。与此同时，美国还开展了天基武器的技术试验。苏联于20世纪60年代初开始发展军用航天系统，自1962年4月26日发射第一颗照相侦察卫星以后，又陆续发射了气象卫星、通信卫星、导航卫星和海洋监视卫星，1966年11月开始试验了部分轨道轰炸系统和截击卫星等天基武器。从20世纪60年代中至70年代初，美、苏两国的军用通信卫星、照相侦察卫星、导航卫星、核爆炸探测卫星等，已逐步从试验阶段进入实用阶段。

载人航天在这一阶段的发展重点是通过研制和发射载人飞船，掌握载人航天的基本技术，包括载人飞船的发射和安全返回、宇航员舱外活动、航天器空间交会与对接等。1961年4月12日，苏联发射世界上第一艘载人飞船“东方1”号，之后又发射了“上升”号、“联盟”号载人飞船。1965年3月18日，苏联宇航员列昂诺夫系上安全绳离开“上升2”号飞船，成为世界上第一位进行舱外活动的宇航员。美国则先后实施了“水星”、“双子座”和“阿波罗”3项载人航天计划，其中“阿波罗-11”号飞船于1969年7月20日首次运送两名宇航员登上月球并安全返回。

2. 以战略应用为主完善实用性系统阶段(20世纪70年代至90年代初)

在这20多年间，美、苏空间军备竞赛逐步升级，双方不惜耗费巨资，相继建立了通信广播、侦察监视(包括照相侦察、电子侦察、海洋监视、导弹预警)、导航、气象与测绘等功能齐全、性能较先进的军用卫星系统，同时加紧进行各种天基反卫星、反导弹武器技术试验。美国于1983年提出“战略防御倡议”(SDI)计划(即“星球大战”计划)，把美、苏空间军备竞赛推向顶点。在此阶段，空间侦察已是美、苏获取战略情报的主要手段，成为他们可靠而有效的军事情报源。在1970年—1990年间，苏联每年平均发射32颗照相侦察卫星。到90年代初，美国近70%的长途军事通信已经由卫星传送，军用航天系统已成为美、苏战略核威慑力量的重要组成部分。

在载人航天领域，美国继续进行登月飞行和研制航天飞机，苏联重点研制载人空间站，通过这些载人航天活动，掌握长期载人航天技术，进行包括军事应用在内的载人航天应用试验。对长期载人空间站的建设，美、苏采取了不同的技术途径。苏联是先发射试验性空间站，美国是先研制可部分重复使用的航天飞机。1971年1月，苏联首先发射了世界上第一个试验性空间站“礼炮1”号，1986年2月又发射了世界上第一个长期载人空间站“和平”号的核心舱。1981年美国的第一架航天飞机“哥伦比亚”号试飞成功。在此期间，美国也利用“阿波罗”计划的成果发射了“天空实验室”，进行长期载人航天试验。1984年，美国宣布

联合欧洲、日本、加拿大等盟国，合作建造“自由”号长期载人空间站。1993年12月，俄罗斯参加合作，“自由”号空间站更名为“国际空间站”。

3. 以战术应用为主的新阶段(20世纪90年代初以后)

在1991年的海湾战争中，美国首次全面使用航天系统支援部队作战，动用了50多颗军用、民用卫星，对多国部队赢得战争发挥了重要作用。美国国防部甚至把这场战争称之为“第一次空间战争”。尽管如此，由于所用的航天系统都是冷战时期为战略应用研制、部署的，作战支援能力有限，不完全适应高技术局部战争的需要。比如，以往发展的空间侦察系统，包括各种侦察卫星和预警卫星，主要是为战略目的服务，直接为战术行动提供情报支援特别是对活动目标的侦察比较困难，不能满足现代战争对情报及时性和准确性的要求。随着冷战结束，世界政治格局的变化和军事战略的调整，美国等军事航天大国开始强调军用航天系统的战术应用，逐步将其应用范围从战略层次向战役、战术层次拓展，着手建立以战术应用为主的新型军用航天系统。

(二)发展现状

40多年来，军用航天系统的迅速发展极大地提高了武器装备的整体作战效能，已成为直接支援作战行动不可替代的手段。因此，发展军用航天系统，特别是空间侦察、卫星通信和卫星导航系统，越来越受到世界许多国家的青睐。

国外从事航天活动的国家中，美国处于领先地位，其次是俄罗斯、法国和英国。此外，德国、意大利、西班牙、加拿大、澳大利亚、日本、印度、以色列和韩国等国家或组织也都根据各自的需要，发展和使用军用航天系统。当前各类军用航天系统的发展水平大致如下：

1. 通信卫星

美国建立了世界上最庞大的军用通信卫星系统，包括“舰队卫星通信”系统、“特高频后继星”系统、“卫星数据系统”、“国防卫星通信系统”、“军事星”通信卫星系统和“跟踪与数据中继卫星系统”等。这些卫星通信系统所承担的主要任务各不相同，有的用于为某一军种或三军提供战术通信，有的用于为国防部和国家指挥当局提供战略通信。“跟踪与数据中继卫星系统”则用于为照相侦察卫星和雷达成像侦察卫星转发数据，确保不管卫星处在任何位置，美国的军事当局和情报部门都能近实时地得到侦察卫星所获得的情报。“军事星”是美国现役中最先进的战略与战术通信卫星系统，其第二代星可提供低数据率(75 比特/秒~2400 比特/秒)和中数据率(4800 比特/秒~1.54 兆比特/秒)通信服务，正在研制的第三代“军事星”可提供高数据率(8.2 兆比特/秒)通信服务。俄罗斯现役的军用通信广播卫星主要有“闪电-I”型和“闪电-III”型卫星系统、“宇宙”通信卫星系统、“急流”卫星系

统以及“虹”、“地平线”与“荧光屏”通信广播卫星系统等。其中，“闪电-I”型和“闪电-III”型卫星系统用于战略通信，“宇宙”通信卫星系统包括用于舰艇、飞机与军事基地间的战术通信卫星系统和与供特定用户远距离通信的转储型卫星系统，“急流”卫星系统用于为俄侦察卫星提供数据中继。北约拥有“纳托”系列军用通信卫星系统，英国拥有“天网”系列军用通信卫星系统，法国拥有“锡拉库萨”军用通信卫星系统。

2. 侦察监视卫星

目前，国外拥有成像侦察卫星的国家有美国、俄罗斯、法国、以色列和印度。美国的KH-12 数字图像传输型侦察卫星，地面分辨率最高达 0.1 米，且机动变轨能力很强；“长曲棍球”雷达成像卫星可进行全天时和全天候实时侦察，具有一定的识别伪装或地下目标的能力，地面分辨率可达 0.3 米，设计寿命 8 年。俄罗斯的光学成像侦察卫星已发展五代，分胶卷回收型和数字图像传输型，前者的地面分辨率可达 0.2 米，后者的约 1 米~3 米。法国、西班牙和意大利联合研制的“太阳神-1A”，光学成像侦察卫星，地面分辨率为 1 米，目前法国正在研制分辨率达 0.5 米的第二代“太阳神-2”成像侦察卫星。以色列使用“地平线-3”光学成像卫星，今后还将发射“地平线-5”接替星。印度于 2001 年 10 月发射 1 颗侦察卫星“技术试验卫星”，地面分辨率为 1 米；韩国正在研制“无穷花-4”光学成像侦察卫星，由美国公司提供星载成像设备。日本和意大利也在研制由光学成像和雷达成像卫星组成的侦察卫星星座。德国在研制“合成孔径雷达”卫星。中国台湾当局也计划在 2002 年发射“中华卫星二号”对地观测卫星，可用于空间侦察。

迄今只有美、俄两国大量部署使用电子侦察卫星、海洋监视卫星、导弹预警卫星。美国主要使用两种轨道的电子侦察卫星，即运行在大椭圆轨道的“折叠椅”卫星和定点在同步轨道上的“大酒瓶”卫星。俄罗斯目前使用的是“处女地”电子侦察卫星，每年发射 1 颗~2 颗。海洋监视卫星大多采用由几颗卫星组网的体制，轨道较高，以连续覆盖广阔海域和探测监视活动目标，如美国的“白云”海洋监视卫星和俄罗斯的电子侦察型海洋监视卫星。美国目前使用的导弹预警卫星是第三代“国防支援计划”卫星，对来袭的洲际弹道导弹和潜射弹道导弹可分别提供 25 分~30 分和 10 分~15 分的预警时间。美国正在研制的“天基红外系统”预警与跟踪卫星，2004 年后将逐渐取代“国防支援计划”预警卫星，可提供更长的预警时间和更高的导弹落点预报精度，并能跟踪飞行中的导弹。俄罗斯使用运行在大椭圆轨道和同步轨道的两种类型预警卫星，对洲际弹道导弹的预警能力与美国现有的预警卫星相当。为了从空间探测核爆炸，美国曾在 60 年代-70 年代发射过“维拉”系列核爆炸探测卫星。以后再没有发射专用的核爆炸探测卫星，而是把核爆炸探测设备搭载在预警卫星或导航卫星

上。此外，英国和法国也在研究和发展空间电子侦察技术。

3. 导航定位卫星

当今只有美、俄两国拥有独立的卫星导航定位能力，美国的“全球定位系统”(GPS)和俄罗斯的“全球导航卫星系统”(GLONASS)是世界上广泛应用的两种现役导航卫星系统，既可军用，也可民用。这两个系统的导航卫星都采用多普勒测速和时间测距的导航方法。美国“全球定位系统”的定位精度可达15米，测速精度为0.1米/秒，授时精度为100纳秒；俄罗斯“全球导航卫星系统”的三个相应的数据分别为30米~100米、0.15米/秒和1微秒。欧洲一些国家和日本都在采取“先利用后自行研制”的策略发展各自的卫星导航能力，近期利用美国或俄罗斯的导航卫星，远期将建自己的导航卫星系统。

4. 气象与测绘卫星

目前美国、俄罗斯、欧洲航天局、日本和印度都有自己的气象卫星系统，均可为部队提供气象服务。美国国防部还拥有专门的军用气象卫星，即“国防气象卫星计划”卫星。美国、苏联和法国曾先后发射过测地卫星，目前已不再发射专用的测地卫星，一些成像卫星和导航卫星亦可用于完成测地任务。美国国防部在2000年2月曾利用航天飞机搭载合成孔径雷达对全球70%的陆地表面进行了三维高精度数字地形测绘，这些数据具有极其重要的军事价值，特别是对提高精确制导武器的精度具有重要作用。

5. 天基武器系统

拥有从地球轨道上攻击地面、水面、空中和外层空间目标的能力，一直是美国、苏联(俄罗斯)发展和应用航天技术的一个目标。两国相继提出过多种天基武器系统概念或方案，如“轨道轰炸系统”、“部分轨道轰炸系统”、天雷、天基反导武器、反卫星卫星等。苏联对“部分轨道轰炸系统”还进行过多次试验。20世纪90年代中期以来，美国国防部提出控制外层空间的思想，在1999年7月公布的《国防部航天政策》中，声称要积极发展控制空间和阻止潜在对手利用空间的能力。实际上，美国航天飞机已经具备利用遥控机械臂或由宇航员直接破坏、俘获敌方某些低地球轨道卫星的能力。

6. 航天运载器

目前，世界上只有美国、俄罗斯、欧洲航天局、日本、中国、印度和以色列等国家或国际组织具有独立进行航天发射的能力。巴西不久也将具有这种能力。现役的航天运载器，除美国的航天飞机以外，都是一次性使用的运载火箭，比较有名的有：美国的“大力神”、“宇宙神”、“德尔它”，俄罗斯的“质子”号、“联盟”号、“天顶”号，欧洲航天局的“阿丽亚娜—4”、“阿丽亚娜—5”，日本的H—2、M—5，印度的“极轨卫星运载火箭”，以色列的“彗

星”运载火箭。有些运载火箭可捆绑数量不等的助推器，形成不同运载能力的型号系列，用于发射不同重量的有效载荷。例如，欧洲航天局的“阿丽亚娜—4”运载火箭可组成6种不同的型号，分别把1900千克、2600千克、3000千克、3200千克、3700千克和4200千克的有效载荷送入地球同步转移轨道。目前，一次性使用运载火箭的发射准备时间较长，通常需1个月~2个月；发射费用高，发射每千克有效载荷需1万美元~2万美元。从空中发射的运载火箭(如美国的“飞马座”火箭)的发射费用较低，发射准备时间也短。6名技术人员用两周时间就可完成火箭的组装。但这种火箭的低轨道运载能力仅为400多千克，只能用于发射小型卫星。

7. 航天测控系统

各主要航天国家都建有自己的航天测控系统，美国和俄罗斯的较为完善，技术也比较先进。美国的航天测控系统分别由航空航天局和空军管理。航空航天局的测控系统已形成地基和天基两大体系，前者由“航天跟踪与数据网”和“深空网”组成，后者即“跟踪与数据中继卫星系统”。2000年6月，天基网已开始使用第二代“跟踪与数据中继卫星”，3颗卫星组网的轨道覆盖率达到100%，是中低轨道航天器的主要测控手段。美国空军“卫星控制网”由2个控制中心和9个远方跟踪站(多数为双套站)组成，自动化程度高，生存能力强，保密性好。俄罗斯的航天测控网由地基系统、测量船和中继卫星组成。现有测量船6艘，“波束”号中继卫星2颗，卫星网的轨道覆盖率达85%。欧洲航天局的地面测控网由9个固定地面站和1个活动地面站组成，中继卫星方案还在论证中。

(三)发展趋势

在未来战争中，夺取制天权将成为获取战场主动权从而赢得战争的重要手段之一。因此，军用航天系统的发展越来越受到一些国家的重视，其发展趋势主要是：

1. 重点发展直接支援部队作战的各种军用卫星系统

发达国家，尤其是像美国这样的航天大国，其军事作战行动和武器装备越来越依赖于军用航天系统。当前，美军正加速发展各种新型军用航天系统，如“全球广播服务”系统、“天基红外系统”预警卫星和“未来成像结构体系”侦察卫星以及“先进极高频军用通信卫星”等，重点是提高航天系统直接支援部队作战的能力。

2. 向网络化方向发展，逐步形成天地一体化的综合信息网

当今使用的各种军用航天系统基本上都是相互独立的，不同系统之间互通互联性差，信息不能及时共享和综合利用。未来的军用航天系统将朝网络化方向发展，部署在不同轨道、执行不同任务的航天器及其相应的地面系统都将互通互联，并与各种陆、海、空作战平台互

通互联，构成天地一体化的综合信息网。美国正在建立天地一体化的“指挥、控制、通信、情报、计算机和监视与侦察”（C4ISR）系统，俄罗斯、欧洲航天局等也在向这个方向努力。

3. 微小型卫星将成为军用航天器的一支生力军

微小型卫星的问世将给未来航天器的设计、制造和运行管理带来深刻变化，促使航天技术又快、又好、又省地向前发展，同时也将大大推动军用航天系统的发展。微小型卫星具有发射机动灵活、反应快速、成本低等优点，而且多以星座形式部署，生存能力强、侦察监视范围大、重访周期短，可满足应付突发事件和局部战争的需要。当前，美、俄、欧洲各国、日本等都在大力发展微小型卫星。美军新一代移动通信、成像侦察和电子侦察卫星系统都将以小卫星星座为主。美国还计划发射纳米卫星，在轨道上编队飞行，用以取代昂贵的大型卫星执行各种军事任务。

4. 天基武器系统将得到大力发展并投入使用

外层空间已经成为军事上的“制高点”和经济发展的重要资源，也必将成为航天大国争夺的焦点。美国国防部已明确提出，对美国航天系统的有意干扰将被视为对美国主权的侵犯，并声称必要时将从空间使用武力，攻击敌方的陆、海、空、天重要目标。目前，美国正在加紧发展天基反导反卫星激光武器、“卫星受威胁与攻击告警”系统等天基攻防系统，积极为天战作准备。可以预料，俄罗斯等其他国家对此不会等闲视之，“天战”在所难免，用于天战的天基武器系统必将得到发展和运用。

5. 航天运载系统继续向提高性能、降低成本和完全重复使用方向发展

昂贵的航天运输费用是当前和今后一段时间制约大规模航天活动的主要因素。现役航天运载系统操作、维护复杂，发射准备时间长，远不能满足军事上“按需发射”的需要。为降低发射成本，提高可靠性，简化操作程序，世界各主要航天大国在改进现有一次性使用运载火箭和研制廉价、快速、机动的小型运载火箭的同时，也在发展完全重复使用的航天运载系统，最终目标之一是研制出能像飞机一样起降的空天飞棚。