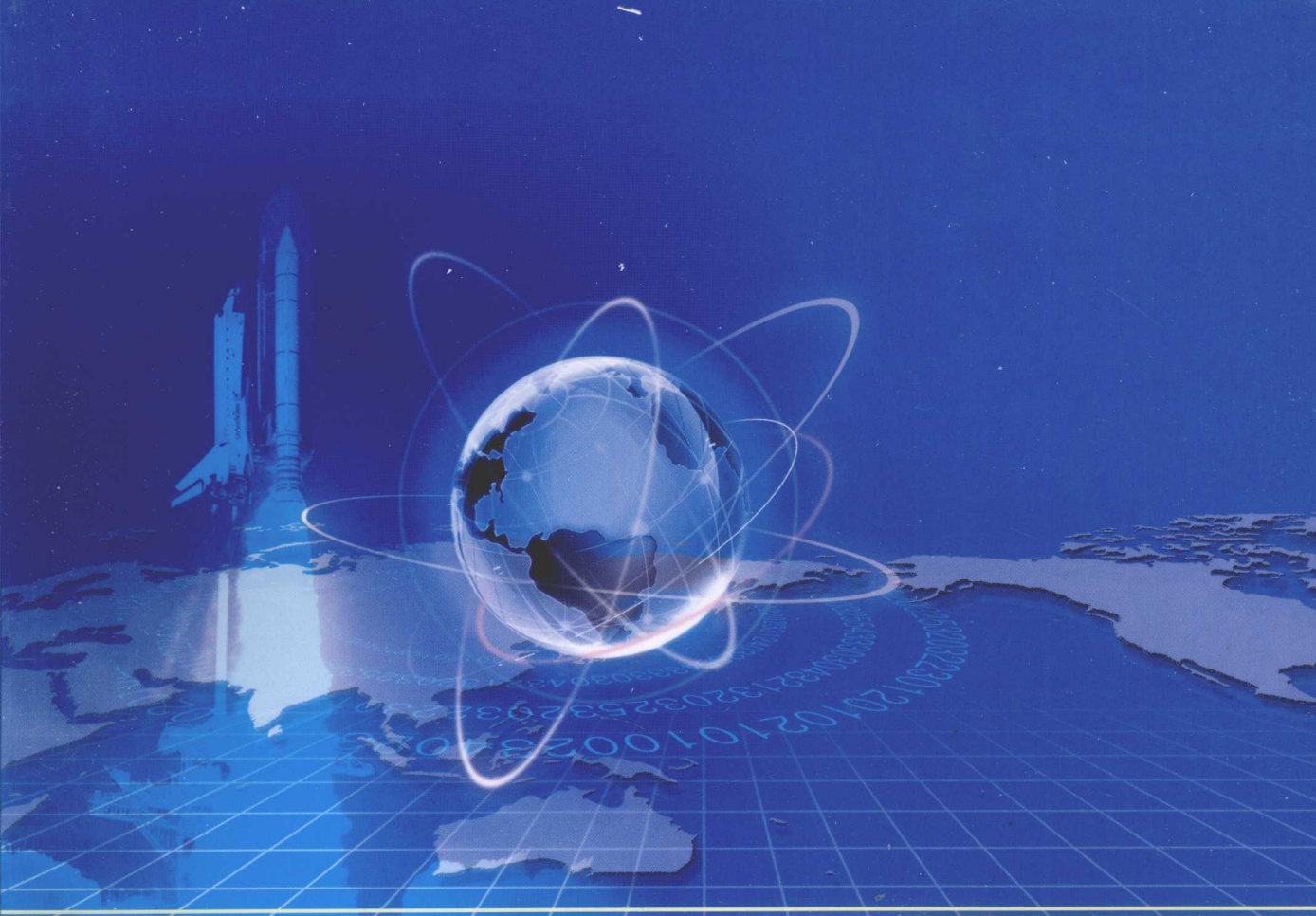




航天器军事应用 建模与仿真

HANGTIANQI JUNSHI YINGYONG
JIANMO YU FANGZHEN

曹裕华 冯书兴 管清波 等编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

航天器军事应用建模与仿真

曹裕华 冯书兴 管清波 编著
张玉军 汪 洲 白洪波

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是在总结作者近些年教学心得和科研成果的基础上编写的一部学术性较强的军事技术理论著作。全书以航天器侦察监视、通信中继、导航定位、导弹预警、气象探测和电子干扰等功能的建模与仿真为核心内容,详细阐述了航天器的军事应用、仿真结构、仿真流程、数学模型以及支持功能仿真的公共基础模型,系统地介绍了航天器军事应用建模与仿真基础、航天器组网应用和军事应用可视化的建模与仿真、基于 STK 的航天器军事应用仿真分析等内容。

本书可以作为全军院校军事运筹学、军事航天学、系统建模与仿真等学科专业研究生相关专业课程的教材或教学参考书,也可作为相关领域研究人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

航天器军事应用建模与仿真 / 曹裕华等编著. —北京:国防工业出版社,2010.6
ISBN 978-7-118-06879-5

I. ①航... II. ①曹... III. ①航天器-应用-军事-建立模型 ②航天器-应用-军事-计算机仿真 IV. ①V47-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 088147 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 100048)
腾飞印务有限公司
新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 406 千字
2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3500 册 定价 39.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474
发行业务:(010)68472764

前 言

信息化条件下的局部战争实践表明,航天器在战场态势感知、指挥通信、导航支援等方面的应用不断加强,在现代战争中的地位和作用越来越重要,从而备受世界各国关注,引发了航天器军事应用研究的热潮。建模与仿真是认识世界和改造世界的重要手段,目前,已渗透到各学科和工程技术领域,如生物领域、航天航空领域、水利工程领域等,在军事领域的应用研究也得到了广泛深入的发展。将建模与仿真用于研究航天器的军事应用,将成为认识、发现和掌握航天器军事应用规律的重要方法。

本书以作战模拟的基本理论和方法为指导,以航天器军事应用仿真为研究对象,构建了航天器军事应用模型体系,建立了航天器军事应用的各种功能模型,并进行了航天器军事应用模型的仿真设计,旨在为航天装备体系发展论证、航天器军事应用效能评估、航天器军事应用方式研究以及航天器军事应用模拟训练提供技术支撑,为航天器形成作战能力的探索研究提供支持。

本书分为12章。第1章、第2章是本书的基础部分,介绍航天器军事应用及航天器军事应用建模与仿真的基本思想与方法、模型体系等内容;第3章~第10章是本书的核心部分,介绍航天器侦察、通信中继、导航定位、导弹预警、气象监测和电子干扰等主要军事应用功能的建模与仿真以及支持功能仿真的公共模型和航天器组网应用模型;第11章、第12章是本书的扩展部分,介绍航天器军事应用的可视化仿真和基于STK软件的应用仿真分析方法。

本书由曹裕华、冯书兴设计框架,曹裕华、冯书兴、管清波、张玉军、汪洲和白洪波共同编写。其中,曹裕华负责第1章、第3章、第6章,冯书兴负责第4章,管清波负责第2章、第8章,张玉军负责第5章、第7章、第12章,汪洲负责第9章、第10章,白洪波负责第11章,全书由曹裕华、冯书兴负责统稿和修改。

本书是作者在近几年的教学心得和科研成果基础上整理和深化而成的,同时,也参考或直接引用了国内外的有关文献。撰写过程中,得到了领导和专家的指导、帮助。军事科学院军事运筹分析研究所的江敬灼研究员,装甲兵工程学院的郭齐胜教授,装备指挥技术学院的于小红教授、李智教授认真审读了书稿,提出了宝贵的修改意见。学院科研处的王元钦副部长、学术成果处廖育荣处长、钱坤参谋、试验指挥系白杨政委和廖学军副主任给予了支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

另外,还要特别感谢相关课题组的王鹏、滕崇志、蒲波、白庆华、刘刚、邴启军等同志,书中的有些内容来源于他们的思想和研究工作。

由于作者水平有限,不妥之处敬请读者批评指正。

作者
2010年4月于怀柔

目 录

第 1 章 航天器军事应用概述	1
1.1 航天器概述	1
1.1.1 航天器的组成及功能	1
1.1.2 航天器的分类	4
1.1.3 航天器的特点	7
1.2 航天器在现代作战中的应用分类	8
1.2.1 侦察监视应用	8
1.2.2 导航定位应用	10
1.2.3 信息传输应用	10
1.2.4 导弹预警应用	11
1.2.5 环境探测应用	11
1.2.6 作战支援应用	12
1.3 航天器在现代作战中的应用特点	13
1.3.1 每战必用	13
1.3.2 最先应用	14
1.3.3 全程应用	14
1.3.4 集中应用	15
1.4 航天器在现代作战中的地位 and 作用	15
1.4.1 发挥信息化武器装备效能	16
1.4.2 构建指挥信息系统	16
1.4.3 实现作战单元联合	17
1.4.4 夺取战场信息优势	17
1.4.5 开辟新的战场空间	17
1.5 航天器军事应用研究的问题与方法	18
1.5.1 航天器军事应用研究的问题	18
1.5.2 航天器军事应用研究的建模与仿真	18
第 2 章 航天器军事应用建模与仿真基础	20
2.1 航天器军事应用建模与仿真的用途	20
2.1.1 航天装备体系发展论证支持	20
2.1.2 航天器军事应用战术技术研究	21

2.1.3	航天器军事应用模拟训练	21
2.2	航天器军事应用建模思路与方法	21
2.2.1	建模的基本过程和方法	23
2.2.2	概念建模方法	25
2.2.3	网络建模技术	33
2.3	航天器军事应用仿真模型体系	36
2.3.1	模型体系及其设计原则	36
2.3.2	模型体系	37
2.4	航天器军事应用的仿真方法	39
2.4.1	蒙特卡洛法	39
2.4.2	仿真推进策略	42
2.5	航天器军事应用过程	45
2.5.1	航天器目标侦察监视应用过程	45
2.5.2	航天器导弹预警应用过程	47
2.5.3	航天器导航定位应用过程	47
2.5.4	航天器通信保障应用过程	47
第3章	航天器军事应用仿真公共模型	49
3.1	航天器军事应用建模基础	49
3.1.1	坐标系	49
3.1.2	时间系统	52
3.1.3	航天器轨道	54
3.1.4	地心惯性坐标系、地心固连坐标系和地心轨道坐标系的相互转换	55
3.2	航天器任意时刻的方位与运动状态计算模型	56
3.2.1	航天器任意时刻的真近点角计算模型	57
3.2.2	航天器任意时刻的地心距与轨道速度计算模型	58
3.2.3	航天器任意时刻的位置与速度分量计算模型	58
3.2.4	航天器任意时刻的星下点计算模型	59
3.3	航天器任意时刻地面覆盖计算模型	60
3.3.1	瞬时覆盖角和覆盖区域计算模型	60
3.3.2	航天器最早覆盖给定地面目标的时间计算模型	61
3.3.3	航天器一个圈次观测给定地面目标的时段计算模型	61
3.3.4	航天器对给定地面目标的重访周期计算模型	62
3.4	对目标航天器的可见性判断计算模型	64
3.4.1	地面站对目标航天器的可见性判断计算模型	64
3.4.2	地面站对目标航天器的可见弧段计算模型	65
3.4.3	中继星对目标航天器之间的可视性判断计算模型	65
3.4.4	中继星对目标航天器之间的可视时间计算模型	67

3.5	航天器轨道机动所需速度增量与时间计算模型	68
3.5.1	霍曼转移	69
3.5.2	共面圆轨道三冲量双椭圆转移	69
3.5.3	共面共拱线椭圆轨道转移	71
3.5.4	非共面轨道转移	72
3.5.5	相位调整	72
3.5.6	燃料消耗与速度增量的关系	73
第4章	航天器侦察功能建模与仿真	75
4.1	航天器侦察工作原理	75
4.1.1	光学成像侦察功能原理	75
4.1.2	雷达成像侦察功能原理	78
4.1.3	电子侦察功能原理	79
4.1.4	海洋目标监视功能原理	81
4.2	航天器侦察功能仿真设计	81
4.2.1	仿真功能分析	81
4.2.2	仿真模型结构	81
4.2.3	仿真流程	82
4.3	航天器侦察功能建模	83
4.3.1	地面分辨力计算模型	83
4.3.2	侦察图像对应的地面区域计算模型	85
4.3.3	成像影响因素的定量描述模型	87
4.3.4	发现与揭示目标概率计算模型	90
4.3.5	光学成像定位精度计算模型	93
4.3.6	雷达成像定位精度计算模型	95
4.3.7	电磁信号截获判断计算模型	98
4.3.8	电子侦察定位精度计算模型	100
4.3.9	海洋监视卫星定位精度计算模型	104
4.3.10	侦察信息下传时间延迟计算模型	106
4.3.11	覆盖性能指标参数计算模型	106
第5章	航天器通信/中继功能建模与仿真	109
5.1	航天器通信/中继功能原理	109
5.1.1	卫星通信功能原理	109
5.1.2	卫星中继功能原理	112
5.2	航天器通信/中继功能仿真设计	113
5.2.1	仿真功能分析	113
5.2.2	仿真模型结构	114
5.2.3	仿真流程	114

5.3	航天器通信/中继功能建模	115
5.3.1	星载天线功能模型	115
5.3.2	电磁波空间传输损耗模型	118
5.3.3	通信链路载噪比模型	120
5.3.4	通信干扰模型	121
5.3.5	空间通信网络模型	123
第6章	航天器导航定位功能建模与仿真	125
6.1	航天器导航定位功能原理	125
6.1.1	GPS/GLONASS 导航定位功能原理	125
6.1.2	双星定位功能原理	126
6.2	航天器导航定位功能仿真设计	128
6.2.1	仿真功能分析	128
6.2.2	仿真模型结构	128
6.2.3	仿真流程	129
6.3	航天器导航定位功能建模	130
6.3.1	全球定位几何精度系数计算模型	130
6.3.2	双星定位几何精度系数计算模型	133
6.3.3	定位星座优选模型	136
6.3.4	用户位置确定与计算模型	137
6.3.5	用户速度确定与计算模型	138
6.3.6	导航干扰分析模型	139
第7章	航天器导弹预警功能建模与仿真	141
7.1	航天器导弹预警功能原理	141
7.1.1	DSP 功能原理	141
7.1.2	SBIRS 功能原理	143
7.2	航天器导弹预警功能仿真设计	144
7.2.1	仿真功能分析	144
7.2.2	仿真模型结构	145
7.2.3	仿真流程	145
7.3	航天器导弹预警功能建模	146
7.3.1	导弹目标发射模型	146
7.3.2	高轨卫星预警功能模型	149
7.3.3	低轨卫星跟踪功能模型	150
7.3.4	弹道预报模型	153
第8章	航天器气象监测功能建模与仿真	157
8.1	航天器气象监测功能原理	157

8.1.1	功能原理与卫星云图	157
8.1.2	典型的气象卫星系统	158
8.2	航天器气象监测功能仿真设计	160
8.2.1	仿真功能分析	160
8.2.2	仿真模型结构	161
8.2.3	仿真流程	161
8.3	航天器气象监测功能建模	162
8.3.1	气象环境的动态生成模型	162
8.3.2	辐射传输模型	164
8.3.3	基于阈值法的云检测模型	166
8.3.4	能见度计算模型	167
第9章	航天器电子干扰功能建模与仿真	169
9.1	航天器电子干扰功能原理	169
9.1.1	载荷样式	169
9.1.2	可能的作战样式	169
9.2	航天器电子干扰功能仿真设计	171
9.2.1	仿真功能分析	171
9.2.2	仿真模型结构	173
9.2.3	仿真流程	174
9.3	航天器电子干扰功能建模	175
9.3.1	自由空间传播损耗模型	176
9.3.2	链路附加损耗模型(大气吸收、雨衰等)	176
9.3.3	噪声模型	177
9.3.4	电子干扰模型	178
9.3.5	全链路通信质量模型	181
第10章	航天器组网应用建模与仿真	183
10.1	航天器网络概述	183
10.1.1	航天器网络概念	183
10.1.2	航天器网络应用分析	183
10.1.3	航天器组网应用仿真设计	185
10.2	基于通信的航天器网络建模与仿真	187
10.2.1	网络拓扑原理	188
10.2.2	网络连通性分析	189
10.2.3	网络连通性计算模型	190
10.2.4	网络连通性仿真	191
10.3	面向任务的航天器网络组建与维护模型	191
10.3.1	任务网络模型概念	192

10.3.2	航天器任务组网原理	193
10.3.3	面向任务的资源调度模型	194
10.3.4	决策者与资源分配关系模型	198
10.3.5	决策者组织结构优化模型	201
10.3.6	面向任务的航天器网络维护模型	205
10.4	基于 Agent 的航天器组网仿真	208
10.4.1	Agent 概述	208
10.4.2	基于 Agent 的航天器组网仿真框架	209
10.4.3	基于 Agent 的航天器网络描述	210
10.4.4	基于 Agent 的航天器自主性行为建模	212
第 11 章	航天器军事应用可视化建模与仿真	216
11.1	航天器实体可视化建模	216
11.1.1	几何物理建模	216
11.1.2	动力学建模	218
11.1.3	行为能力建模	221
11.2	航天器军事应用行为可视化建模	222
11.2.1	空间轨道及姿态保持可视化建模	223
11.2.2	空间轨道机动可视化建模	223
11.2.3	空间信息支援可视化建模	224
11.2.4	实体防御行动可视化建模	226
11.2.5	航天工程支持可视化建模	227
11.3	航天器军事应用环境可视化建模	228
11.3.1	天空视景建模与渲染	228
11.3.2	陆地场景建模	232
11.3.3	海洋场景建模	235
11.3.4	电磁环境可视化建模	237
11.4	航天器军事应用可视化仿真设计	240
11.4.1	可视化仿真功能	240
11.4.2	可视化仿真框架	241
11.4.3	可视化仿真程序运行流程设计	242
第 12 章	基于 STK 的航天器军事应用仿真分析	245
12.1	STK 软件简介	245
12.1.1	STK 主要特性	245
12.1.2	STK 的功能模块	246
12.1.3	STK 基本操作	247
12.2	STK 软件在航天器典型作战任务仿真分析中的应用	249
12.2.1	STK 在航天器侦察监视任务仿真分析中的应用	249

12.2.2	STK 在航天器通信任务仿真分析中的应用	256
12.2.3	STK 在航天器导航定位任务仿真分析中的应用	258
12.3	STK/Connect 程序驱动模块应用	261
12.3.1	STK/Connect 模块简介	261
12.3.2	STK/Connect 设置	262
12.3.3	建立与 STK 的连接	263
12.3.4	使用 Connect 向 STK 发送命令	264
12.4	STK 在分布式仿真中的应用	265
12.4.1	STK 中间件的实现方式	265
12.4.2	STK 中间件代理成员的开发	266
12.4.3	STK 在分布式仿真中的时间同步设计	267
附录	STK 术语表	269
参考文献		272

第1章 航天器军事应用概述

航天器的军事应用受到世界各国尤其是军事大国的高度重视,各类航天器在通信保障、战场感知、导航定位及导弹预警等方面的作用和地位日益突出。以空间侦察监视系统、通信保障系统、导航定位系统、气象保障系统为主的、直接用于作战支持的天基综合信息系统,为部队作战行动提供了全面支援,对现代作战的进程和结局产生了巨大而深远的影响。

1.1 航天器概述

航天器是在地球大气层以外的宇宙空间,基本上按照天体力学的规律运行的各类飞行器,又称空间飞行器。世界上第一个航天器是苏联于1957年10月4日发射的“人造地球卫星”1号,第一个载人航天器是苏联航天员 IO. A. 加加林乘坐的东方号飞船,第一个把人送到月球上的航天器是美国“阿波罗”11号飞船,第一个兼有运载火箭、航天器和飞机特征的航天飞机是美国“哥伦比亚”号航天飞机。至今,航天器还都是在太阳系内运行。航天器为了完成航天任务,必须与运载器、航天器发射场和回收设施、航天测控和数据采集网和用户台站(网)等互相配合、协调工作,共同组成航天系统。其中,航天器是执行航天任务的主体,是航天系统的主要组成部分。

1.1.1 航天器的组成及功能

航天器由不同功能的若干分系统(或系统)组成,一般分为专用系统和保障系统两类。专用系统又称有效载荷,用于直接执行特定的航天任务;保障系统又称通用载荷,用于保障专用系统的正常工作。

各类航天器的保障系统往往是相同或类似的,其组成结构如图1-1所示,一般包括以下一些系统:

(1)结构系统。用于支承和固定航天器上的各种仪器设备,使它们构成一个整体,以承受地面运输、运载器发射和空间运行时的各种力学和空间环境,其结构形式主要有整体结构、密封舱结构、公用舱结构、载荷舱结构和展开结构等。航天器的结构大多采用铝、镁、钛等轻合金和增强纤维复合材料。

(2)热控制系统。热控制系统又称温度控制系统,用来保障各种仪器设备在复杂环境中处于允许的温度范围内。航天器热控制措施主要有表面处理,包覆多层隔热材料,及使用热控百叶窗、热管和电加热器等。

(3)电源系统。用来为航天器所有仪器设备提供所需的电能。人造地球卫星大多采用蓄电池电源和太阳电池阵电源系统,空间探测器采用太阳电池阵电源系统或空间核电

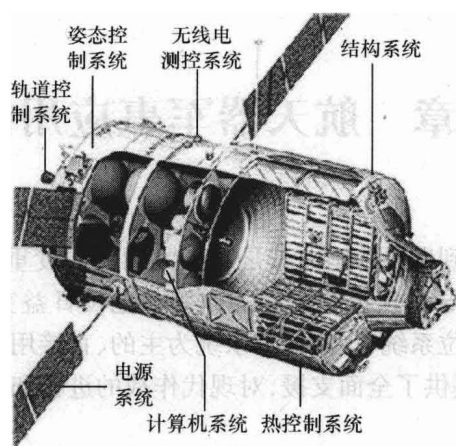


图 1-1 航天器组成结构

源,而载人航天器大多采用氢氧燃料电池或太阳电池阵电源系统。

(4)姿态控制系统。用来保持或改变航天器的运行姿态。航天器一般都需要姿态控制,例如,使侦察卫星的可见光照相机镜头对准地面,使通信卫星的天线指向地球上某一区域等。常用的姿态控制方式有三轴姿态控制、自旋稳定、重力梯度稳定和磁力矩控制等。

(5)轨道控制系统。用来保持或改变航天器的运行轨道。航天器轨道控制以轨道机动发动机提供动力,由程序控制装置控制或地面航天测控站遥控。

(6)无线电测控系统。无线电测控系统包括无线电跟踪、遥测和遥控三部分。跟踪部分主要有信标机和应答机,它们不断发出信号,以便地面测控站跟踪航天器并测量其轨道。遥测部分主要由传感器、调制器和发射机组成,用于测量并向地面发送航天器的各种仪器设备的工程参数(如工作电压、温度等)和其他参数(如探测仪器测量到的环境数据、敏感器测量到的航天器姿态数据等)。遥控部分一般由接收机和译码器组成,用于接收地面测控站发来的遥控指令,传送给有关系统执行。

(7)返回着陆系统。专用于返回型航天器,保障航天器安全、准确地返回地面。一般由制动火箭、降落伞、着陆装置、标位装置和控制装置等组成。

(8)生命保障系统。专用于载人航天器,用以维持航天员正常生活所必需,一般包括温、湿度调节、供水供氧、空气净化和成分检测、废物排除和封存、食品保管和制作、水的再生等设备。

(9)应急救生系统。应急救生系统专用于载人航天器。当航天员在任意飞行阶段发生意外时,用以保证航天员安全返回地面,一般包括救生塔、弹射座椅、分离座舱等救生设备。它们都有独立的控制、生命保障、防热和返回着陆等系统。

(10)计算机系统。用于存储各种程序、进行信息处理和协调管理航天器各系统工作。例如,对地面遥控指令的存储、译码和分配,对遥测数据预处理和数据压缩,对航天器姿态和轨道测量参数的坐标转换、轨道参数计算与数字滤波等。

航天器的专用系统种类很多,因航天器执行的任务不同而不同,如侦察卫星的可见光

相机、电视摄像机、合成孔径雷达或无线电信号接收机,通信卫星的信号处理器、转发器和通信天线,导航卫星的双频发射机、高精度振荡器或原子钟等。单一用途航天器装有一种类型的专用系统,多用途航天器装有几类类型的专用系统。例如,法国的“太阳神”1A 光学成像侦察卫星除携带光学相机外,还带无线电信号接收机。

由于携带的专用系统不同,航天器所具有的功能不同,主要包括以下几方面。

(1)信息获取功能。航天器平台通过光电遥感器,如微波扫描仪,多光谱扫描仪,可见光相机,红外相机,多光谱相机,CCD 相机,电视摄像机,合成孔径雷达,红外、射线和电磁脉冲探测器,无线电接收与检测装置等,从空间获取位于陆地、海上、空中和空间的目标与环境信息,为指挥员及其指挥机关的指挥决策和部队作战行动提供情报信息服务。

(2)信息传输功能。航天器平台通过通信天线、信号处理器、信号转发器等专用系统,从空间传输和分发声音、图像、数据和数字等战略战术和战场信息,向指挥人员和作战部队传送情报中心的情报产品,以满足多军兵种联合作战对指挥控制、协同作战、火力打击和作战保障的需要。中继传输功能还用于对各类低轨航天器的指令数据传输,扩大低轨航天器的测控覆盖范围。

(3)导航定位功能。由多颗携带双频发射机、高精度振荡器或原子钟等专用系统的导航卫星及其他保障系统组成卫星导航定位系统,处于地面、海洋、空中和空间的用戶通过接收导航卫星发出的信号,确定自己所处的位置、运动的速度和当时的时间。信息化条件下的局部战争中,全天时、全天候、连续、实时的导航定位功能对指挥决策、协调控制、部队机动、单兵行动等具有重要作用。

(4)信息战功能。从航天器平台利用电子干扰器等武器载荷,对对方空间信息系统实施信息封锁、信息阻塞、信息欺骗、信息摧毁,达到破坏其数据通信或使其信息获取单元、信息节点和最终用户单元获取不到正确信息的目的。同时,在空间采用信息伪装、规避、保密、拒堵等方法对己方信息和信息系统进行防护。

(5)在轨服务功能。航天员或地面控制人员通过航天器平台在空间中对其他在轨运行的航天器进行各类操作,包括组装、维修、回收与释放等传统操作(已应用于空间站的建设),以及俘获、补给、升级等新型操作,如图 1-2 所示。在轨服务功能既可提高己方航天器的生存能力,也可对目标航天器实施接近、观察、俘获等。

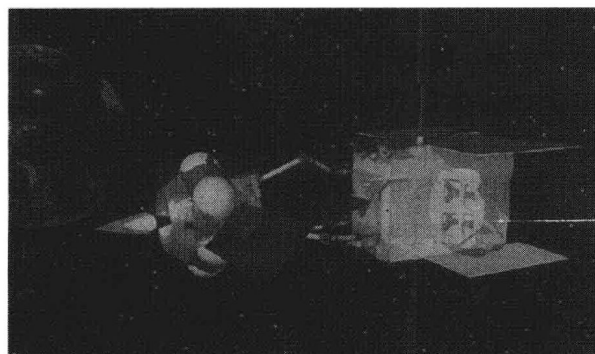


图 1-2 美国“前端机器人近期演示验证”在轨服务项目

1.1.2 航天器的分类

航天器按照应用目的可以分为民用航天器、商用航天器和军用航天器。民用航天器是专为经济社会服务的航天器,商用航天器是专为商业目的服务的航天器,而军用航天器是专门用于军事目的的航天器。有的航天器兼有军事和民用目的,称为军民两用航天器。迄今,世界各国已发射了约 6000 个航天器,根据美国“忧思科学家联盟”2008 年 1 月公布的全球卫星数据库,目前在轨运行的约 845 个,其中军用或军民两用航天器约占 70%。由此看出,航天技术已成为世界经济发达国家军事技术特别是军事高技术不可缺少的重要组成部分。本书所指的航天器主要是军用航天器(也包括军民两用航天器)。

军用航天器大致可分为三类:第一类是已经大量使用的军用卫星;第二类是处于研究发展中的天基武器;第三类是处于试验阶段的军用载人航天器。每类航天器还可以继续细分,如图 1-3 所示。

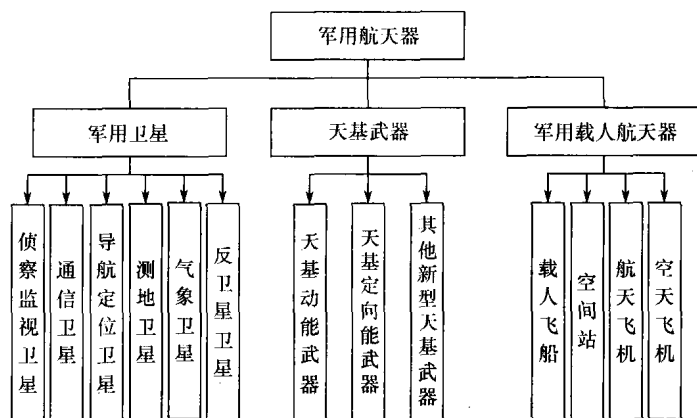


图 1-3 军用航天器的分类

1. 军用卫星

军用卫星是指专门用于各种军事目的的人造地球卫星的统称,按用途可分为侦察卫星、通信卫星、导航卫星、测地卫星、气象卫星和反卫星卫星六种。

(1) 侦察卫星。侦察卫星是用于获取军事情报的人造地球卫星。它利用光电遥感器、照相设备和无线电接收机等侦察设备,从轨道上对目标实施侦察、监视或跟踪,以搜集地面、海洋或空中目标的情报。根据不同的侦察手段和侦察任务,侦察卫星可以分为照相侦察卫星、电子侦察卫星、海洋监视卫星和导弹预警卫星四种。照相侦察卫星主要通过可见光遥感器搜集目标反射的光来获取图像,用于侦察机场、海港、导弹基地、交通枢纽、城市设防、工业布局、兵力集结以及军事部署等情报,这种卫星一般运行于高度为 150km ~ 1000km 的近地轨道上。电子侦察卫星装有电子侦察设备(包括天线和无线电接收机),用来侦察防空雷达和反导弹雷达的位置和分辨力特性,窃听国外遥测和通信等机密信息以获取情报,这种卫星一般运行在高度为 300km ~ 500km 的近圆形轨道上。海洋监视卫星用来监视海洋上的舰船和潜航中的潜艇等活动目标,装有能实时传输信息的侦察设备,这种卫星为了能对广阔的海洋进行连续监视,一般要由多颗卫星组成监视卫星网。导弹预警卫星是监视和发现敌方发射战略导弹并发出警报的卫星,这种卫星通常运行在地球

同步轨道或周期约 12h 的大椭圆轨道上,一般要由几颗卫星组成预警卫星网。

(2)通信卫星。以卫星作为中继站而进行的无线电通信称为卫星通信。作为无线电信号中继站的卫星称为通信卫星。卫星通信具有覆盖范围大、通信距离远、通信容量大、传输质量高、机动性好和生存能力强等优点,因而在军事通信中有着举足轻重的作用。军事通信卫星通常可分为战略通信卫星和战术通信卫星两大类。战略通信卫星通常在地球同步轨道上运行,为远程直至全球范围的战略通信服务。战术通信卫星一般在以 12h 为周期的椭圆轨道上运行,主要为军用飞机和水面舰艇的机动通信服务。

(3)导航卫星。导航卫星是为航天、航空、航海、巡航导弹和洲际导弹等提供导航信号与数据的卫星。至今,导航卫星系统已经发展了两代,第一代以美国“子午仪”卫星导航系统为代表;第二代以美国“导航星”全球定位系统为代表。

“子午仪”导航卫星系统是美国 20 世纪 60 年代建立的,由均匀分布在 6 个近圆形近极地轨道上的 6 颗“子午仪”导航卫星组成,轨道高度 1100km,周期为 107min ~ 108min,在飞行过程中卫星每隔 2min 同时以两个非常稳定的频率向地面发送导航信号。地面用户可逐次利用不同的卫星来导航定位,平均每次定位时间为 8min ~ 10min。用于军事导航的定位精度为 6m 左右,通过多次定位可达 2m 以内。但是,“子午仪”导航卫星只能提供经度和纬度,不能定出高度,也不能连续导航,平均定位间隔时间达 1.5h,不能满足飞机和导弹的三维空间定位要求。1996 年底,该卫星终止了导航任务。

“导航星”全球定位系统(GPS)可为地面车辆、人员以及航空、航海、航天等领域的飞机、舰船、潜艇、卫星等进行导航和定位;可为洲际导弹的中段制导,作为惯性制导系统的补充,提高导弹的精度;还可用于大地测量、空中加油、空运、航空交通控制和指挥等。它由分布在 6 个轨道面内的 21 颗工作卫星和 3 颗备用卫星组成,卫星轨道高度约为 20000km,轨道倾角 55°,全球各地的所有用户在任何时候至少可以同时收到 4 颗导航卫星的信号。所以“导航星”全球定位系统能 24h 连续不间断地提供三维位置、三维速度和精确的时间信息,定位精度可达 10m,测速精度小于 0.1m/s,授时精度可达 100ns。

苏联也于 1982 年开始建立全球导航卫星系统(GLONASS),目前已有 18 颗导航卫星在太空工作。该系统的定位精度为 30m ~ 100m,测速精度为 0.15m/s,授时精度为 1 μ s。

(4)测地卫星。用来测定地球形状、地球重力场以及地面上任何一点位置的卫星称测地卫星。由于地球重力场分布不均匀和测量误差等原因,原有地图上标明的各种地理位置常与实地不符。这对导弹弹道的计算、飞机和导弹的惯性制导及巡航导弹的地图匹配制导都会造成很大影响。如果不用测地卫星准确测定有关数据,就会产生相当大的误差,降低命中精度,影响战略武器的效能。至今,美国和苏联发射了一系列测地卫星,完成了一系列的军事测地任务。

(5)气象卫星。气象卫星就是一个无人高空气象站,是从外层空间对地球及其大气层进行气象观测的人造地球卫星。卫星上装有各种扫描辐射仪、可见光和红外电视摄影机、温度和湿度探测器以及自动图像传输设备。这些设备将搜集到的各种气象数据,通过计算机处理后变成感光图像或转换成电信号记录在磁带上,然后发回地面。地面气象人员把通过卫星获得的气象资料同其他方法获得的气象资料一起进行综合分析后,就可以准确地预报天气。

(6)反卫星卫星。反卫星卫星是一种对对方的卫星实施摧毁或使其失效的人造地球

卫星,也称拦截卫星。这种卫星上装有跟踪识别装置和杀伤武器,并使其具有一定的机动变轨能力,以识别、接近并摧毁对方卫星。反卫星卫星有两种类型:一种是携带有常规炸药的卫星,当它在轨道上接近目标卫星时,以地面遥控或自动引爆的自毁方式与目标卫星同归于尽;另一种是装备有导弹或速射炮的卫星平台,当目标卫星进入武器的射程之内时便进行发射并摧毁目标卫星。

2. 天基武器

天基武器是指布置在地球的外层空间,用于威胁对方空间、空中、地面、海上目标的武器系统(图1-4)。目前,世界上已经研制和正在研制的天基武器主要有部分轨道轰炸系统、天基定向能武器、轨道激光反射镜和动能拦截器(KKV)等。



图1-4 天基反卫星武器系统

天基武器主要由天基武器平台和天基武器载荷组成。天基平台与其他航天器平台一样,武器载荷主要包括动能武器载荷和定向能武器载荷,其中,定向能载荷包括高能激光、高能微波和高能粒子束等。根据所携带的武器载荷不同,天基武器分为天基动能武器、天基定向能武器和其他新型天基武器。天基动能武器包括轨道轰炸器、电磁炮、动能拦截器等;天基定向能武器主要包括天基激光武器、天基微波武器和天基粒子束武器等;其他新型武器主要有作战飞行器、作战机器人等。

3. 军用载人航天器

载人航天器包括载人飞船、空间站、航天飞机和正在研制中的单级火箭式的空天飞机,它们都可执行军事任务。

(1)载人飞船。它是一种能够保证宇航员在空间轨道上生活和工作以执行航天任务并可返回地面的航天器。它的运行时间有限,仅能一次性使用,可独立进行航天活动,也可以作为往返于地面和空间站之间的“渡船”,还能与空间站或其他航天器在轨道上对接进行联合飞行。典型的载人飞船由对接装置、轨道舱、返回舱、仪器设备舱和太阳能帆板等部分组成。载人飞船的军事用途主要包括以下几方面:

- ① 为发展新的军事航天器作技术准备。
- ② 对特定目标进行观察和侦察。
- ③ 作为空间站与地面之间的运输工具。

(2)空间站。空间站也称航天站或轨道站,是一种在固定轨道上长期运行的、可载人从事太空活动的巨型卫星体和永久性空间基地。其突出特点是:有数个对接口,可同时和