



太空信息支援

Space Information Support

侯妍 范丽 杨雪榕 胡敏 等编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

太空信息支援

侯 妍 范 丽 杨雪榕 胡 敏 等编著

國防工業出版社

·北京·

内 容 简 介

太空信息支援力量已经成为信息化作战体系的重要组成力量,其发展与应用对作战样式、战争形态、军队建设、武器装备运用都产生了极大的影响,战争的诸多属性也在天基信息应用的影响下发生了重大的变革。本书从太空信息支援联合作战、天基侦察与监视、天基导弹预警、天基通信中继、天基定位导航与授时、天基环境探测以及太空信息支援指挥、任务规划等方面,全面系统地论述了太空信息支援理论、技术、装备与应用的最新成果。

本书可作为军队指挥学、航天工程等学科领域的研究生教材,航天指挥与技术专业本科生、航天指挥任职培训的教材或参考书;也可作为航天领域的专业人员和相关领域军事、技术人员进行科学研究、教学、管理等工作的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

太空信息支援/侯妍等编著. —北京:国防工业出版社,2018. 10

ISBN 978-7-118-11625-0

I. ①太… II. ①侯… III. ①外层空间战-战斗支援-研究
IV. ①E864

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 233035 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)

三河市众誉天成印务有限公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 23½ 字数 418 千字

2018 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1-2000 册 定价 98.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《太空信息支援》

编 写 组

编写人员 侯 妍 范 丽 杨雪榕
胡 敏 汪荣峰 肖龙龙
夏鲁瑞 侯迎春 管清波
刘震鑫 潘升东

前 言

自第一次海湾战争以来,以美国为代表的军事强国在历次军事行动中无一例外地依赖其天基能力,使用了天基信息系统实施战场信息支援。天基信息系统以其强大的信息支援能力扮演了重要角色。其发展与应用对作战样式、战争形态、军队建设、武器装备运用都产生了极大的影响,而战争的诸多属性也在卫星军事应用的影响下发生了重大的变革。在与战争的共同发展和相互作用中,天基信息系统军事应用从最初的战略决策支持到高技术局部战争中的战役战术信息支援,从初始单一的侦察运用到战场诸元的全维信息保障,从军事卫星的重点使用到民用卫星的广泛动员,技术不断发展、功能不断加强、领域不断深化与扩大。特别是近几年高技术局部战争表明,只有控制太空优势,才能把握战争主动权,太空已成为影响战争胜负的新的制高点,太空信息支援对战争结局起着关键作用。

20世纪50年代后期到60年代末,天基信息系统由试验验证起步走向初步应用。美国和苏联竞相开展各类军用卫星的研制与试验,1960年8月10日,美国发射的“发现者”13号成像侦察卫星成功回收胶卷,标志着军用卫星从试验阶段开始进入应用阶段。到1967年,电子侦察、导航、导弹预警、军事气象、军事通信、海洋监视等军用卫星相继面世,实用型军用卫星系列初步形成。20世纪70年代初到80年代末,天基信息系统进入快速发展和广泛应用阶段,军用卫星体系基本形成。拥有了运行于多种轨道的电子侦察卫星,既可进行普查又可进行详查;光学成像侦察卫星由返回型发展到传输型,发展了微波成像侦察卫星,形成了全天候侦察能力;通信卫星初步形成相对完备的战略、战术通信体系,并建成了天基测控与数据中继网;开始构建GPS、GLONASS两大全球卫星导航定位系统,初步实现导航应用;陆地观测卫星、海洋环境卫星面世,气象卫星性能进一步提高,具备了全维战场环境探测能力。自20世纪90年代起,天基信息系统日臻完善,进入实战应用阶段。1991年,天基信息系统在海湾战争中首次应用于实战,在战争筹划和实施过程中,以美国为首的多国部队动用了70多颗卫星,对战争进程与结果产生了

重大影响。其后的科索沃战争、阿富汗军事行动,特别是2003年的伊拉克战争中,天基信息系统开始由战略应用全面转向战役、战术应用,应用数量、种类、使用领域、配套设置建设上都达到了空前的规模。天基信息系统以其强大的信息支援能力在战争中发挥了至关重要的作用。天基信息系统在实战中的成功应用,促使世界军事强国对其研发的力度进一步加强,随后各种新型军用天基信息系统取得了加速发展。

天基信息系统的发展伴随着其应用模式的不断变化,通过天基信息系统将战略威慑能力转化为战役战术应用能力,实现太空信息支援力量与各种军事力量的融合将是未来发展的重点。一是要与作战需求结合,深化天基信息系统应用。太空为陆、海、空等作战力量提供的信息支援是任何力量都无法取代的,也是最为迫切的作战需求。如何更准确、高效、全面满足各类作战需求,是天基信息系统应用的主要任务。二是要与作战体系融合,扩展天基信息系统应用。重点发展卫星综合应用系统,实现作战单元在高机动性作战的同时,仍然具有良好的联通能力和态势感知能力,与广泛分布的多种战场信息网络系统互联互通。通过技术改造和升级,加强机载、车载和单兵便携式卫星通信终端的互操作性和兼容性,实现与作战体系的整合。三是要与演习试验结合,创新天基信息系统应用。美军十分注重通过演习来提供天基信息系统对联合作战能力的影响。通过演习试验,既检验了天基信息系统应用的效果,也探索了未来作战中天基信息系统应用的新模式新方法。

本书是对全体编写人员长期科学研究成果的概括总结,力求在天基侦察与监视、天基导弹预警、天基通信中继、天基定位导航与授时、天基环境探测以及太空信息支援力量的指挥控制、太空信息支援任务规划等方面,全面系统地反映太空信息支援理论、技术、装备与应用的最新成果。本书注重知识的系统性、前沿性和针对性,可作为军队院校相关专业的教材或参考书,也可作为航天相关领域研究人员的参考书。

全书共分8章。第1章论述了太空信息支援作战的概念、太空信息支援作战力量构成、太空信息支援联合作战的发展以及天基信息应用对联合作战的作用与影响、太空信息支援力量与联合作战原则等;第2~6章论述了天基侦察监视系统、天基导弹预警系统,天基通信中继系统、天基导航定位系统以及天基环境探测系统的工作原理、典型装备、对抗模式及作战应用等;第7章论述了太空信息支援指挥的特点与要求、指挥体系、指挥信息系统等;第8章

论述了太空信息支援任务规划的方法,重点介绍了成像侦察卫星、中继卫星和导航卫星的任务规划。本书编著人员有侯妍、范丽、杨雪榕、胡敏、汪荣峰、肖龙龙、夏鲁瑞、侯迎春、管清波、刘震鑫、潘升东等。在编写过程中,得到了上级机关和有关部门、航天工程大学有关领导和专家的关心、指导与支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限、时间仓促,本书难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

作者

2018年6月于北京

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 太空信息支援力量	1
1.2 太空信息支援联合作战的任务	5
1.3 太空信息支援联合作战的发展	6
1.4 太空信息支援对联合作战能力的影响	8
1.4.1 太空信息支援提升态势感知能力	9
1.4.2 太空信息支援提升指挥控制能力	10
1.4.3 太空信息支援提升立体机动能力	11
1.4.4 太空信息支援提升精确打击能力	12
1.4.5 太空信息支援提升全维防护能力	13
1.4.6 太空信息支援提升综合保障能力	14
1.5 太空信息支援力量运用与联合作战原则	14
1.5.1 知彼知己	15
1.5.2 充分准备	15
1.5.3 集中优势	16
1.5.4 出敌不意	17
1.5.5 保持主动	17
1.5.6 统一指挥	18
第 2 章 天基侦察与监视	19
2.1 概述	19
2.2 天基侦察与监视的工作原理	21
2.2.1 卫星成像侦察原理	21
2.2.2 卫星电子侦察原理	33
2.2.3 侦察监视卫星的轨道	38
2.3 天基侦察监视及其发展	38
2.3.1 成像侦察卫星	39
2.3.2 电子侦察卫星	44

2.3.3	海洋监视卫星	50
2.3.4	载人航天侦察监视平台	55
2.4	天基侦察监视地面应用装备	58
2.4.1	应用系统构成	58
2.4.2	典型应用装备	59
2.5	天基侦察对抗	64
2.5.1	主动进攻侦察平台	65
2.5.2	卫星成像侦察对抗	66
2.5.3	卫星电子侦察对抗	70
2.5.4	防御天基侦察手段运用策略	72
2.6	天基侦察监视系统作战应用	72
2.6.1	作战应用领域	72
2.6.2	作战应用支援模式	74
2.6.3	战例分析	82
第3章	天基导弹预警	85
3.1	概述	85
3.2	天基导弹预警系统工作原理	90
3.2.1	预警卫星基本原理	90
3.2.2	DSP 系统工作过程	93
3.2.3	SBIRS 系统工作过程	95
3.3	天基导弹预警卫星及其发展	98
3.3.1	DSP 预警卫星	98
3.3.2	SBIRS 预警卫星	101
3.3.3	“眼睛”和“预报”导弹预警卫星	108
3.3.4	天基预警卫星发展趋势	110
3.4	天基导弹预警地面应用装备	111
3.4.1	DSP 卫星地面站	111
3.4.2	天基红外系统的地面站	113
3.4.3	联合战术地面站	115
3.5	天基预警对抗	117
3.5.1	DSP 卫星的威胁与不足	117
3.5.2	天基红外系统的特点	118
3.5.3	预警卫星的对抗措施	119

3.6	天基导弹预警系统作战应用	120
3.6.1	作战应用领域	120
3.6.2	作战应用支援模式	122
3.6.3	战例分析	128
第4章	天基通信中继	133
4.1	概述	133
4.2	天基通信系统工作原理	137
4.2.1	基本原理	137
4.2.2	系统组成	138
4.2.3	卫星轨道及工作频段	142
4.3	天基通信及其发展	147
4.3.1	宽带卫星通信	147
4.3.2	窄带卫星通信	153
4.3.3	受保护卫星通信	155
4.3.4	数据中继卫星	157
4.4	天基通信地面应用系统	159
4.4.1	地面应用系统构成	159
4.4.2	典型地面应用系统	160
4.5	天基通信对抗	167
4.5.1	通信干扰	167
4.5.2	抗干扰通信	170
4.6	天基通信系统作战应用	174
4.6.1	作战应用领域	174
4.6.2	作战应用支援模式	176
4.6.3	战例分析	184
第5章	天基定位导航与授时	188
5.1	概述	188
5.2	天基定位导航系统基本原理	190
5.2.1	系统基本组成	190
5.2.2	导航定位原理	193
5.2.3	系统误差与改进	194
5.2.4	时间系统	201
5.2.5	坐标系统	202

5.3	天基定位导航系统及其发展	205
5.3.1	GPS 卫星导航系统	205
5.3.2	格罗纳斯卫星导航系统	208
5.3.3	伽利略卫星导航系统	210
5.3.4	北斗卫星导航系统	212
5.3.5	其他在建导航系统	218
5.4	天基定位导航地面应用装备	220
5.4.1	导航接收机组成结构	220
5.4.2	典型导航应用装备	222
5.5	天基定位导航对抗	227
5.5.1	系统脆弱性	227
5.5.2	导航战	227
5.5.3	导航对抗手段	229
5.6	天基定位导航系统作战应用	232
5.6.1	作战应用领域	232
5.6.2	作战应用支援模式	234
5.6.3	战例分析	237
第 6 章	天基环境探测	240
6.1	天基陆地环境探测	240
6.1.1	系统构成	243
6.1.2	天基陆地环境探测特点	246
6.1.3	工作模式	247
6.1.4	作战应用	249
6.2	天基海洋环境探测	251
6.2.1	系统构成	253
6.2.2	天基海洋环境探测特点	257
6.2.3	工作模式	258
6.2.4	作战应用	259
6.3	天基气象环境探测	261
6.3.1	系统构成	264
6.3.2	天基气象环境探测特点	268
6.3.3	工作模式	269
6.3.4	作战应用	270

第7章 太空信息支援指挥	274
7.1 太空信息支援指挥特点	274
7.1.1 指挥层次多级性明显	274
7.1.2 指挥对象覆盖范围广阔	275
7.1.3 指挥体制统分结合	275
7.1.4 指挥活动技术制约性强	275
7.2 太空信息支援指挥原则	276
7.2.1 知彼知己,审时度势	277
7.2.2 科学指导,正确决策	277
7.2.3 统一指挥,分散控制	278
7.2.4 周密计划,军民一体	279
7.2.5 关照全局,把握重心	279
7.3 太空信息支援指挥体制	281
7.3.1 太空信息支援指挥体系	281
7.3.2 太空信息支援指挥结构形式	282
7.3.3 太空信息支援指挥机构	286
7.3.4 太空信息支援指挥关系	288
7.4 太空信息支援指挥信息系统	291
7.4.1 系统结构	291
7.4.2 系统任务	294
7.4.3 系统功能	297
第8章 太空信息支援任务规划	299
8.1 太空信息支援任务规划问题分析	299
8.1.1 太空信息支援任务规划的概念	299
8.1.2 卫星工作过程	303
8.1.3 影响太空信息支援任务规划的主要因素	313
8.1.4 太空信息支援任务规划的基本输入要素	314
8.1.5 太空信息支援任务规划的基本约束条件	316
8.1.6 太空信息支援任务规划的基本输出要素	316
8.2 成像侦察卫星任务规划	317
8.2.1 成像侦察卫星任务规划问题的产生	319
8.2.2 成像侦察卫星任务规划问题约束分析	323
8.2.3 基本输入、输出分析	329

8.2.4	成像侦察卫星任务规划的主要过程	333
8.2.5	成像侦察卫星任务规划问题的主要特点和难点	334
8.2.6	任务规划求解算法	337
8.3	中继卫星任务规划	338
8.3.1	中继卫星工作约束条件分析	338
8.3.2	中继卫星任务规划问题的特点	341
8.3.3	基本输入、输出分析	341
8.3.4	求解过程分析	343
8.4	导航卫星任务规划	344
8.4.1	导航卫星任务规划问题分析	344
8.4.2	导航卫星地面站任务规划技术	346
8.4.3	导航卫星支援作战任务规划技术	352
8.4.4	导航卫星作战任务规划关键技术分析	355
	参考文献	359

第 1 章 概 述

自第一颗军事卫星发射以来,太空信息支援力量的军事应用已经发生了显著的变化。航天技术的不断进步直接导致了更高级的太空信息支援装备的发展以及大量的民用、商业航天能力的提升。航天能力已经融入到联合军事行动中,为作战部队提供全球通信、导航定位与授时、环境监测、导弹预警以及天基情报、监视与侦察(ISR)服务,成为极其重要的力量倍增器。为了保证太空信息支援力量与作战行动的有效结合,联合作战指挥员及其参谋人员必须对太空信息支援力量及其能力如何影响联合作战,航天军事行动应该如何与其他军事行动相结合,以达到确保国家安全这一目的形成清晰的共识;同时,为了充分有效地利用太空,需要联合作战指挥员及其参谋人员了解太空信息支援装备及其能力,并且有能力协调涉及各业务部门以及各机构之间的航天活动,在适当的时候有能力将所有军事航天能力与所有其他现有的民用、商用航天能力进行集成,从而采取统一行动,发挥较大的作战效能。联合作战指挥员应确立一种将相关业务部门和组织机构纳入到作战规划、实施和评估活动中的有效途径。

1.1 太空信息支援力量

随着战争形态由机械化向信息化的快速转变以及航天技术的不断发展,太空信息支援已经从最初的战略决策支持发展到近几场局部战争中的战役战术信息支援,从初始相对单一的情报侦察拓展到战场诸元的全维信息保障,其整体效能的有效发挥已经成为取得作战主动权的关键。

太空信息支援是指利用天基信息系统,从外层空间为陆、海、空等作战力量提供战场态势、通信中继、导航定位等信息支援的作战行动。包括天基信息获取、天基信息传输和天基时空基准。天基信息获取是指利用航天器进行成像侦察、电子侦察、导弹预警、核爆探测和环境监测等,从而获取目标和环境信息。天基信息传输是利用航天器进行语音通信、数据传输、信息分发等,实现战略、战术信息的传输。天基时空基准是利用航天器进行导航定位、测地等,为各类用户提供高精度的导航或制导信息,以及地形、重力场、位置等

地球基准信息。

太空信息支援力量是利用天基信息获取系统、天基信息传输系统以及天基时空基准系统为军事行动提供侦察监视、预警、通信中继、导航定位、授时、气象以及大地测绘等信息支援的力量的统称,是一个国家为实现其国家战略目标所拥有的“利用太空”的力量,其目的是为军事行动提供有效的信息保障。

太空信息支援力量是太空力量的重要组成部分,主要完成“利用太空”的作战任务。根据军事力量的构成,太空信息支援力量应包括太空信息支援部队和太空信息支援装备。其中,太空信息支援装备主要由各类应用卫星及其运行控制系统、地面应用系统等组成,包括天基信息获取系统、天基信息传输系统、天基时空基准系统以及天基资源综合应用管理系统。太空信息支援部队是利用太空信息支援装备遂行军事任务的部队,按其职能可以划分为天基信息接收部队、天基侦察监视部队、天基导弹预警部队、天基通信中继部队、天基导航定位部队和天基气象测绘部队等。

1. 天基信息获取系统

天基信息获取系统是利用以卫星为主的航天器从太空发现、识别和监视地表、空中目标,获取目标和环境信息的信息系统。主要包括天基侦察与监视系统、天基预警系统和天基环境探测系统。

(1) 天基侦察与监视系统。利用各类航天器获取陆地、海洋、空中的战略战术目标信息,达到发现、识别、监视对方重要战略战术目标、评估打击效果的目的。主要包括卫星成像侦察系统、卫星电子侦察系统、卫星海洋目标监视系统等。

(2) 天基预警系统。主要用于获取空中运动目标信息,为反导和防空等作战任务提供敌方弹道导弹、战略轰炸机和巡航导弹等目标的早期警报信息。主要包括天基光学预警系统、天基雷达预警系统等。

(3) 天基环境探测系统。完成气象、陆地、海洋环境的探测,为诸军兵种联合作战及远程精确打击提供高精度重力场环境和准实时的气象、海洋及测绘保障信息等。

2. 天基信息传输系统

天基信息传输系统是以卫星为主的航天器作为信号中继、交换站,将信息传递到信宿的信息传输系统。天基信息传输系统是现代军事信息传输网络的重要组成部分,由太空分系统、应用系统及运行控制系统组成。太空分系统由一颗或多颗航天器组成,以卫星为主。卫星可运行在地球静止轨道或非地球静止轨道上;卫星天线以单波束或多波束工作,指向并覆盖某一或几个期望

区域,转发器有透明转发器和处理转发器两种。应用系统由各类传输终端组成,传输终端通过接入介质与信源或信宿相连。配属给用户的传输终端,可以是大型地球站,也可以是嵌入式单元模块。运行控制系统由集中式和分布式运控中心、分控站、关口站组成,负责对卫星进行监控和管理,以及对应用系统进行入网验证、组网应用及交换管理、业务量统计、密码密钥分发等。天基信息传输系统包括通信系统、战场态势直播系统和数据中继系统。

(1) 通信系统。以固定、机动或移动方式为全军各类用户提供话音、数据和综合多媒体传输业务。

(2) 战场态势直播系统。可直接为不同级别的用户单向快速发布战场态势信息。

(3) 数据中继系统。为全球侦察、预警数据实时回传提供高速数据通道,并可对各类卫星进行测控。

3. 天基时空基准系统

天基时空基准系统是以天基手段为陆地、海洋、空中用户提供时间和空间基准的信息系统,是作战指挥控制、兵力机动、火力打击特别是精确打击的关键支撑,在战场建设、战场准备、武器制导、航天测控等领域起着不可替代的作用。天基时空基准系统包括卫星导航定位系统和卫星地球测量系统。

(1) 卫星导航定位系统。利用卫星为陆、海、空各类用户提供精确的位置、速度、时间等服务。

(2) 卫星地球测量系统。又分为卫星摄影测量系统和卫星重力测量系统。卫星摄影测量系统利用卫星精确测定地球表面地貌、地物(目标)的形状、大小和空间位置等几何空间特性,生成地图、地理影像和高程模型等测绘产品;卫星重力测量系统利用卫星精确测定地球的重力场模型等物理空间特性,为导弹、运载火箭、卫星的发射、制导和定轨提供地球重力场模型。

4. 天基资源综合应用管理系统

天基资源综合应用管理系统主要完成航天任务规划、航天器运行控制、天基信息处理与分发以及各种军事航天装备的维修保障等任务,包括天基资源综合应用系统、航天器运行控制系统和维修保障装备。

天基信息栅格是太空信息支援装备发展的一种重要形态,由携带各类有效载荷的航天器以及相应的运行控制系统和应用系统,按照信息资源最大综合利用原则,以航天器平台为枢纽,采用集中和分布式相结合方式,通过互联互通和信息交换,不间断、实时、安全可靠地进行信息获取、处理与提升,信息传输与分发,导航定位等,具有一定自主运行管理和网络重构能力的智能化天地一体化

综合信息网络。

截至2016年12月,全球在轨卫星1522颗。这些在轨运行的卫星与其运行控制系统和应用系统协调配合,共同完成太空信息支援任务。

美军实行空军主导、联合制天的模式。1985年9月,美军成立了联合太空司令部,并于2002年10月与战略司令部合并。战略司令部统一指挥所有的军事太空力量,负责为其他战区司令部提供航天支援。在太空信息支援力量作战运用上,美军根据作战需要形成了战略司令部领导下的各军兵种分散实施运用的模式。联合太空作战中心将战略司令部的作战命令以及联合部队航天部门指挥官的支援请求转化为航天任务指令,并将其下达到相应的太空信息支援部队。

美军各级指挥机构中都设有太空信息支援力量的席位,还有专门的支援部队。太空信息支援力量运用主要由空军太空司令部下属的第14航空队负责。美军联合作战太空信息支援力量运用机构有联合太空作战中心和战区联合空天作战中心,人员包括战区航天部队主管、太空作战专家、航天支援小组以及航天支援分队等。目前,美国陆军航天支援小组(ARSST)可在48h内实现全球范围内快速部署,使被支援部队最大化地利用航天资源。陆军航天支援分队(SSE)分别配属在现役的师级司令部和国民警卫队步兵师。SSE作为固定的编制配属到有关作战单位,而不是在战时根据作战需要临时进行配属支援,从而大大提高了太空信息支援力量运用的效率。美国陆军SSE负责提供必要的专业航天知识、与后方联系的能力以及相关支撑技术,通过保障参谋部门和下属部队充分接触和利用所有航天能力,进行太空信息支援作战的计划拟定、协同和一体化。

俄罗斯走过弹天一体的路,2001年6月独立成为战略导弹部队和航天兵。俄军太空信息支援力量仍以满足战略遏制为主要任务,运用上侧重太空信息支援力量与导弹防御、太空对抗相融合,谋求战略“非对称”优势。2011年12月,俄罗斯组建了以原航天部队和空军空天防御部队为主的空天防御兵,进一步强化太空信息支援力量在空天防御中的重要作用。2015年,俄罗斯完成了新军种的组建工作,将空天防御兵和空军合并,成立了空天部队,并于8月1日起进入战斗值勤。空天部队仍由俄罗斯总参谋部统一指挥,而直接领导是空天军总指挥部。空天部队负责统一管理值勤的空中、防空和反导力量,以及俄罗斯航天器的发射和管理。另外,导弹袭击预警系统和太空监视系统也属于空天军管辖范围。俄罗斯成立空天部队有助于将构建军事技术政策和空天领域重要使命的全部义务集中统一管理。同时,凭借更加紧密地集成,可提高用兵效率和确保国家空天防御体系的逐步发展。