

美军空间武器发展现状与趋势分析^{*}

张 赢,汪 洲,廖学军

(装备指挥技术学院 试验指挥系,北京 101416)

摘要:分析了美军空间武器的发展现状,总结了美军空间武器的发展趋势,论述了美军空间武器的发展对制定我国空间技术发展政策的启示。

关键词:美军;空间武器;发展趋势

中图分类号: E08;V19

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2009)12-0099-04

目前,全球空间军事化趋势明显加快,外层空间争夺日趋激烈^[1]。美军在空间技术方面已开展了广泛研究,并取得了较大进展,其空间武器发展水平遥遥领先于其他国家^[2]。准确把握其空间武器的发展趋势,对于我们制定正确的空间发展政策,维护国家空间主权,和平利用外层空间具有重要的意义。本文中拟在对美军空间武器的发展现状进行详细分析的基础上,归纳出其未来发展的趋势。

1 美军空间武器发展现状

美军的空间武器主要用于执行2方面的任务:空间控制和力量应用。美军已经提出的用以完成上述任务的武器概念,按照杀伤机理主要分为动能武器、定向能武器以及其他一些复合概念武器^[3-4]。

1.1 动能武器

自1984年以来,美军相继研制并试验了多种类型的动能武器,部分已部署和装备部队,初步具备了较为精确的弹道导弹、低轨卫星拦截能力。在发展动能武器的过程中,美军以满足导弹攻防需求为主,同时带动反卫星武器的发展,并根据未来潜在的作战威胁,不断研究新型动能武器,从而促进该技术群的发展。依据动能武器的作用对象,可分为动能反导、反卫星以及两者兼备的复合型动能武器^[4-5]。

1.1.1 动能反导武器。弹道导弹防御系统(BMDS)是美军战略主导计划重点发展的空间武器系统之一。BMDS主要包括战区导弹防御(TMD)和国家导弹防御(NMD)两大系统,目前重点发展TMD。动能反导武器在BMDS中发挥重要作用^[6-9],如表1所示。

表1 BMDS的重点武器项目

导弹飞行阶段	助推段	中间段	末段
网络中心机载防御单元(NCADE)	地基中段防御系统(GMD)	末段高空区域防御系统(THAAD)	
武器(系统)	近场红外实验卫星(NFIRE)	海基中段防御系统(SMD)	爱国者 PAC-3
	动能拦截弹(KEI)		

KEI主要用于中远程弹道导弹的助推段拦截,可在陆基、海基、天基作战平台上使用。目前KEI正由助推段拦截向全程多段拦截发展,导弹防御局(MDA)正制定其部署方案,计划于2012年陆基部署,2013或2014年海基部署。NCADE为空基弹道导弹拦截系统,用于拦截处于助推段的近/中程弹道导弹,2007年12月完成关键组件的飞行试验,验证了其红外寻的器获取并跟踪助推段弹道靶弹的能力。NFIRE计划于2002年提出,其目的是为了区分弹道导弹在助推段的火焰羽流与导弹自身,收集并观察导弹发射与飞行情况,进而为KEI进行助推段拦截提供数据支持。2007

年8月NFIRE卫星完成了一次远程目标导弹助推段数据收集试验,对于最终形成助推段反导能力至关重要。除进行导弹跟踪外,NFIRE还兼具动能反导和反卫星能力。GMD已完成初始部署目标。SMD的“标准-3”(SM-3)拦截弹已发展至第二代型号,具备了拦截多发近中程弹道导弹的能力,并已部署部队。2008年2月21日,SMD系统发射一枚SM-3导弹成功击毁一颗失控的美军间谍卫星,证明SMD不仅具有反导能力,而且还具有接近实战的反卫星能力。THAAD系统是美军导弹防御体系末段防御系统的高空区域防御部分,采用了大量先进的反导技术,是世界上第一

* 收稿日期:2009-10-19

作者简介:张赢(1978—),硕士,讲师,主要从事装备试验系统工程研究。

个兼顾大气层内、外的高空远程 TMD 系统,具有拦截距离远、拦截高度高、防御区域大、杀伤能力强等特点,能够对来袭弹道导弹进行 2 次拦截,于 2008 年正式部署。PAC-3 主要用于拦截大气层内低空区域的近程弹道导弹,目前已具备对多枚近程战术导弹的探测、跟踪及拦截能力,并早已实际部署。

1.1.2 动能反卫星武器。美军发展反卫星武器的指导思想是以反洲际战略导弹技术带动反卫星技术,重点开发先进的非核动能和定向能技术,但并不追求大量部署。为了提高反卫星武器的生存能力,美军采取了天基部署与地基部署相结合、固定基地与机动部署相结合的做法。迄今为止,美军发展的用于反卫星的动能武器主要分为 2 类:地基动能反低轨卫星武器和天基动能反卫星武器^[9-11]。美军从 1989 年就开始重点发展地基动能反卫星武器,并于 1997 年成功地对动能反卫星武器进行了首次悬浮飞行试验。典型的地基动能反低轨卫星武器是陆基动能反卫星(KE-ASAT)武器。2004 年,KE-ASAT 计划成为美军陆军正在实施的“实用型空间对抗技术”计划一部分,并与 Miltec 公司签订合同。天基动能反卫星武器重点是发展反卫星卫星,主要有 NFIRE 卫星、实验卫星系统(XSS)卫星、智能小卫星平台(SMARTIBus)和机动轨道转移卫星(MOTV)等军用小卫星系列。XSS-10 于 2003 年 1 月发射。XSS-11 于 2005 年 4 月由“人牛怪”火箭发射入轨,并于同年 11 月成功完成了与另一颗卫星的一系列轨道交会机动,与“人牛怪”火箭上面级在 0.5~1.5 km 的距离内先后 3 次实现会合。

1.1.3 复合型动能武器。美军兼具反导反卫星作战能力的空间武器是“智能卵石”(brilliant pebbles, BP)。BP 是一种天基动能拦截器,其实质是一种具备攻击性的小卫星。这种拦截器长 1 m,直径 0.3 m,净重只有几 kg,在 450 km 轨道运行,采用可见光/红外导引头,制导探测用的高分辨率宽视场摄像机具有实时图像处理的能力,光学探测器能看到数千公里外建筑物大小的目标。为保证拦截器本体直接碰撞卫星的杀伤效果,“智能卵石”设有伞型杀伤增强装置。这种装置采用折叠并可径向展开的伞状结构,金属伞展开后迎着近于法线方向与目标卫星相撞,可增大碰撞面积。它采用穿透与冲击 2 级杀伤机理相互补充,以提高杀伤概率。该拦截器 1990 年首次进行了亚轨道拦截空间飞行目标试验。该计划于 1993 年被中止。目前“智能卵石”项目已改为天基动能拦截器(SBI)计划。美军计划在 2010 年至 2011 年之间实现入轨测试,在 2012 年形成有限的实验星座^[7-11]。

1.2 定向能武器

依其被发射能量的载体不同,可以分为激光武器、微波武器、粒子束武器^[2,12-14]。

1.2.1 激光武器。1997 年 10 月 17 日美军进行了一次地基反卫星激光武器试验,目标是寿命到期的“微型探测器技术集成”(MSTI)3 卫星。在试验中使用“中红外先进化学激

光器”(MIRACL)的高能化学激光对其照射。这次试验成功是美军激光反卫星武器的一个重要里程碑,标志着美军激光反卫星武器即将拥有实战能力^[12]。此后,该激光器一直在白沙靶场和星火靶场秘密进行卫星跟踪和大气校正试验,可能已于 2008 年开始部署。预计 2015 年以后,地基激光器能够穿过大气层向低地轨道卫星投射激光束,从而提供强大的、攻防兼备的空间控制能力。1997 年 2 月,美军在试验场成功地进行了阿尔法激光器大型反射镜综合试验,表明天基激光器(SBL)地面综合试验获得成功。2000 年 2 月开始进行 SBL 综合飞行试验以确定在太空部署能摧毁处于发射段或助推段导弹的激光武器的技术可行性。目前,美军已经掌握了建造天基激光演示器的技术,SBL 已进入综合飞行试验阶段,在 2013 年进行在轨演示,2018—2020 年可能部署第一个实战型的 SBL^[7-8,13]。机载激光武器(ABL)是目前美国国防部重点发展的高能激光武器,主要用于拦截助推段弹道导弹,也具有反巡航导弹、反飞机和反卫星的潜力。经过多年的发展,机载激光武器技术已经取得重要的进展,计划在 2010 年前试验成功并具备初步作战能力。当具备作战能力后,ABL 将作为弹道导弹防御系统的一部分^[13]。

1.2.2 微波武器与粒子束武器。近 20 年来,美军一直在积极发展微波武器,重点是研究微波的杀伤和破坏机理以及高功率微波辐射源。目前,重点研究了微波弹和高功率微波武器,其中微波弹已经接近成功,并具备近期内部署的能力。美军一些重要的发展计划都列入了微波发展项目。在《美国空军 2025 年战略规划》的未来武器构想中提出发展空基高功率微波器。这种微波武器以一组低轨卫星把超带宽微波投射到地面、空中和空间目标上,在几十米到几百米的范围内产生高频电磁脉冲,摧毁或干扰目标区内的电子设备,而且具有一定的气象修正能力。在发展高功率微波技术中,美军善于应用已成熟的技术。海湾战争中,美海军首先使用由战斧巡航导弹携带的微波弹头,用于破坏和摧毁伊拉克的电子系统和指挥控制系统,压制防空武器。美军目前正在研制能产生 GW 级脉冲功率的实验型微波发射管,并希望最终的脉冲功率达到 100 GW。美军的粒子束武器研究始于 1958 年的“跷跷板”计划,因有争议,该计划于 1972 年终止。粒子束武器的原理并不复杂,但要进入实战应用难度非常大,因此尽管美军在积极研究粒子束武器,但地基和天基粒子束武器目前尚处于实验室可行性验证阶段,估计 2020 年以后才有可能进入实战部署^[14]。

1.3 其他空间武器

按照杀伤机理分类,除了上述 2 大类常见的空间武器,美军还有一大类反卫星飞行器,如自主交会技术演示系统(DART)等^[2,11]。这类飞行器不依靠动能或定向能的杀伤来使敌方武器系统丧失作战功能,而是遂行捕获、维修等一类柔性战术操作,因此对其单列。美军重点发展的反卫星飞行器如表 2 所示。

表 2 美军反卫星飞行器

卫星代号	系统技术名称	主管部门	公司	发射日期
DART	自主交会技术演示	NASA	轨道科学	2005.04.15
XSS - 11	实验卫星系统	USAF	洛马	2005.04.11
MiTeX	微卫星验证科学技术	DARPA	波音、洛马	2006.06.21
ASTRO	“轨道快车”系统	DARPA	波音	2007.03.08

自主交会技术验证(DART)计划为NASA第二代可重复使用运载器提供交会领域所需的关键技术。该技术可实现美军航天器之间的全自动对接,将有助于美军未来航天系统要求在空间内进行组装、服务或进行其他自主交会操作的发展,为今后的载人及非载人的空间维修项目打下坚实基础。同时,该卫星还可对敌方卫星进行近距离侦察。XSS是一种具有交互能力的卫星项目,其目的是在轨道上快速部署一种能对敌方目标卫星进行拦截、成像和在需要时采取行动的天基拦截器。XSS包括两代卫星XSS-10和XSS-11。自主空间运输机器人轨道器(ASTRO)属于“轨道快车”项目的一部分,此项目是为验证星载机器人维护在轨卫星的技术可行性,扩充卫星交会、捕获、停靠、维修、补充燃料等新的空间操作能力。此技术有两大直接用途:一是延长卫星的寿命,提高在轨卫星的生存能力;二是极大提高卫星侦察能力。微卫星技术试验(MiTeX)是DARPA和空军联合实施的“微卫星验证科学技术试验计划”(MiD-STEP)的一部分。MiTeX卫星能够围绕其他卫星执行接近、侦察、接收其他卫星的收/发无线电通信等操作,甚至可对其他卫星实施永久性破坏。

2 美军空间武器的发展趋势

2.1 操作智能化

表3对比了几种反卫星武器的智能化水平,从中可以看出美军空间武器智能化发展趋势,特别是以人工智能操

作代替宇航员或地面人工操作的意图明显。另外,在空间反导武器方面也有智能化的趋势,如能够识别诱饵弹的GMD系统、能够识别诱饵弹并能对付多弹头的智能KEI等。空间武器智能化将极大提高空间装备的自主性、机动性与环境适应性,是空间武器攻防性能走向实用的重要标志,在未来以智能型武器攻防为主要特征的空间对抗中具有重要意义。

表 3 空间武器智能化对比

武器代号	智能程度	出现年
BP	目标探测、主动拦截	1990
DART	自主交会、轨道机动	2005
XSS - 11	自主交会、定位、轨道机动	2005
MiTeX	自主接近、侦查、破坏、维修	2006
ASTRO	自主交会、捕获、停靠、维修、补充燃料	2007

2.2 武器小型化

较大体积与质量的空间武器因为易被发现、变轨移动缓慢、发射代价高等缺点而逐渐被淘汰,取而代之的将是小卫星为代表的小型化的空间武器。根据美国国防信息中心对2008财年美国空间武器国防预算的分析,美军近期重点发展的空间武器项目中,XSS等小卫星占据较大比例。近年来微小卫星开发已经打破宇航公司垄断而获得迅速发展,如表4所示为美军近期发展的几种小卫星计划。表5显示了军用小卫星量级变化趋势。

表 4 美军新开发的几种小卫星计划

武器名称	开发者	功能
伴随卫星计划	AeroAstro 公司	对一个大卫星进行隐蔽式的观察、监测,对其进行主动防御或攻击。
机动轨道转移卫星	SpaceDev 公司	空间使用户的卫星改变速度和具有机动能力,保证用户卫星的各种用途
智能小卫星平台	AeroAstro 公司	“即插-即测-即用”的低成本的模块化系统。在己方空间飞行器受到攻击后进行快速照相、通信和对该飞行器的信息快速采集。

表 5 美军小卫星量级变化趋势

开发者	量级/ kg				
	小卫星	微卫星	纳卫星	皮卫星	魔方卫星
AeroAstro	/	450 ~ 40	40 ~ 10	5	1
SpaceDev	250 ~ 150	150 ~ 10	10 ~ 1	1 ~ 0.1	/

2.3 攻防系统化

美军空间武器攻防系统化的趋势主要体现在 2 方面:一是攻防体系更加完整.当前美军空军正由空军转型成为空天军(Air Space Force),所装备武器由单一大气层内飞行器转向大气层和太空武器组成的空天武器系统,空天逐渐形成统一的战场,其空间防御思想也由各阶段分离型转为全程系统型防御.如表 1 所示,弹道导弹防御全程联防的特点突出,其重点发展的 KEI 技术也由单一末段拦截向全程多段拦截发展.二是一种武器兼备攻防能力,如 ABL 武器系统,ASTRO 等.攻防系统化反映的深层次的空间武器发展思想则是对攻防关系的新的辩证认识.

2.4 功能多样化

表 6 列举了本文中提及的当前美军重点发展和部署的动能和定向能空间武器.与早期的空间武器相比,这些空间武器呈现出功能多样化的发展趋势.功能多样化是有限军费合理计划的客观要求,也是空间技术集成度迅速提高的宏观反映.

表 6 空间武器功能多样化的表现

武器名称	功能	发展状况
KEI	全程多段拦截	计划部署
SMD	反弹道导弹、反卫星	已部署
PAC-3	反近程弹道导弹、巡航导弹、直升机、无人机	已部署
ABL	反弹道导弹、巡航导弹、飞机、反卫星	技术试验阶段
ASTRO	侦查、维修、卫星捕获、燃料补充	技术试验阶段

3 结束语

本文中简要介绍了美军空间武器的发展现状,总结归纳了其发展的趋势特点,对制定我国空间技术的发展策略具有一定的启示.在制定本国的空间技术发展策略时,立

足实情,系统规划,重点发展是关键.我国在空间技术方面的人力、物力投入有限,这就要求我们针对目前空间武器发展形势,结合自身实力,在基础理论研究方面要系统深入,在应用系统研制中要重点布局低成本、小型化、自动化、智能化、多功能的空间系统.

参考文献:

- [1] 周宏波,王宏伟.外军空天作战现状及发展趋势[J].国防科技,2007(9):89-93.
- [2] 张志鸿.美国空间军事系统发展新动向[J].现代防御技术,2006,34(5):1-12.
- [3] 张明,于小红,苏宪程.美军天基武器装备的发展及其启示[J].装甲兵工程学院学报,2007,21(6):15-19.
- [4] 卓凌.空间武器装备和技术[M].北京:军事科学出版社,2006:123-153.
- [5] 刘晓恩,曹秀云.美国空间武器发展分析[J].中国航天,2007(5):32-36.
- [6] 张巍,王敏,徐世录.美国导弹防御系统的发展动向分析[J].现代防御技术,2007,35(3):25-31.
- [7] 吴勤,高雁翎.美国的空间对抗装备技术(上)[J].中国航天,2007(7):40-42.
- [8] 吴勤,高雁翎.美国的空间对抗装备技术(下)[J].中国航天,2007(8):41-43.
- [9] 陈洪波,杨涤.美国空间攻防对抗概念体系下的空间武器平台[J].现代防御技术,2006,34(3):1-5.
- [10] 张文昌.天基动能反卫星技术进展[J].科技信息,2007(2):9.
- [11] 殷礼明,葛之江,刘品雄,等.美俄天基反卫星武器的发展[J].航天器环境工程,2005,22(3):125-131.
- [12] 程勇.反卫星激光武器发展现状与动态分析[J].地面防空武器,2004(4):51-54.
- [13] 王大海.美国激光武器发展分析[J].光电技术应用,2008,23(2):1-5.
- [14] 张长亮,陈雷,赵然,等.高功率微波武器的研究现状与发展趋势[J].中国航天,2008(12):35-39.

(上接第 96 页)

2 结束语

舰艇编队舰炮对岸目标火力分配是提高舰艇对岸综合毁伤效能的关键因素,本文中就对遗传算法在舰炮对岸火力分配中的应用进行了一定的探讨.通过上述实例计算说明,与传统的线性规划法、解析法、随机法等寻优方法相比,遗传算法具有计算简单及功能强大的特点,它对于搜索空间基本上无需什么限制性假设,只需要目标函数和编码串,因此能够有效解决最优化问题.遗传算法在火力分配模

型的具体应用过程中仍有一些不足,还需要进一步改进.

参考文献:

- [1] 张最良.军事运筹学[M].北京:军事科学出版社,1993.
- [2] 郭乐之,马延明.军事运筹学基础[M].广州:海军广州舰艇学院,1985.
- [3] 郭张龙.基于遗传算法的目标分配问题研究[J].现代防御技术,2002(6):3-7.