

高等学校“十二五”规划教材

光电对抗原理

沈 涛◎主编



西北工业大学出版社

高等学校“十二五”规划教材

GUANGDIAN DUIKANG YUANLI

光电对抗原理

主 编 沈 涛
编 者 沈 涛 李海龙 罗积军
金国栋 杨晓君

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书系统地介绍了光电对抗技术的基本原理与应用。全书共分8章,第1,2章为基础部分,介绍了光电对抗的基本概念和光电技术、光电制导技术的基础知识;第3~6章按照光电对抗的技术体系依次介绍了光电侦察告警、光电有源干扰、光电无源干扰和光电防御技术;第7章介绍了光电对抗的效果检测与评估;第8章为典型光电对抗系统介绍,重点介绍机载、舰载、地基等典型光电对抗系统以及激光反卫星系统、新概念武器和空间站光电干扰。

本书内容深入浅出,材料充实丰富,可作为高等学校相关专业本科生、研究生的教材,也可供从事光电对抗技术科研和应用人员以及对电子对抗技术有兴趣的读者参考。

图书在版编目(CIP)数据

光电对抗原理/沈涛主编. —西安:西北工业大学出版社,2015.8

ISBN 978-7-5612-4514-9

I. ①光… II. ①沈… III. ①电子对抗 IV. ①TN97

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 189731 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:15.875

字 数:385 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

定 价:48.00 元

前 言

第二次世界大战以来,以光电制导为主的精确制导武器逐渐成为现代战争的主要技术手段。光电制导武器打击精度高、摧毁目标成功概率大、抗干扰能力强、发射方式灵活。但是,矛与盾历来是战场上的孪生兄弟,针对光电制导武器的各种对抗装备不断涌现,从单一方式对抗到多种手段综合运用,大大削弱了精确制导武器系统的作战能力。因此电子战开始向光电对抗拓展,成为光波段的电子战。光电对抗是电子对抗的一个重要组成部分,在现代高技术局部战争中发挥着越来越重要的作用。要适应信息化作战的需要,就必须研究、学习光电对抗的技术和装备。

本书主要介绍光电对抗原理、技术、评估、装备和最新发展动态,是“光电对抗装备”课程的重要理论基础。本书的编写突出了以下特点:夯实基础、构建体系、拓展视野,力图全面地论述光电对抗技术的理论体系。

本书第1,2,3章由李海龙编写,第4章由罗积军编写,第5,6章由沈涛编写,第7章由杨晓君编写,第8章由金国栋编写。全书由沈涛统稿。

在本书的编写过程中,得到了第二炮兵工程大学宋建设教授、徐军教授、侯素霞副教授的鼎力帮助和大力支持;编写本书曾参阅了相关的文献资料,在此,谨向其作者以及给予帮助和支持的老师深表感谢!

由于水平有限,纰漏难免,敬请赐正。

编 者

2015年2月

目 录

第 1 章 光电对抗概述	1
1.1 光电威胁与光电对抗的作用	1
1.2 光电对抗的概念	5
1.3 光电对抗的应用	7
1.4 光电对抗的发展	10
思考与习题	11
第 2 章 光电对抗技术基础	13
2.1 光电基础知识	13
2.2 光学制导技术	35
思考与习题	69
第 3 章 光电侦察告警	71
3.1 可见光和红外侦察	71
3.2 激光侦察	78
3.3 激光告警	85
3.4 红外告警	103
3.5 紫外告警	108
3.6 光电综合侦察告警	112
思考与习题	115
第 4 章 光电有源干扰	116
4.1 激光欺骗干扰	116
4.2 激光致盲	121
4.3 红外有源干扰	127
思考与习题	135
第 5 章 光电无源干扰	136
5.1 烟幕干扰技术	136
5.2 光电假目标	157
5.3 光箔条	161
5.4 水幕干扰技术	163
思考与习题	165

第 6 章 光电防御	166
6.1 光电隐身	166
6.2 伪装遮障	176
6.3 激光防护技术	178
6.4 武器系统光电隐身技术与措施	189
6.5 光学制导武器的反干扰	194
思考与习题.....	197
第 7 章 光电对抗的效果检测与评估	198
7.1 概述	198
7.2 光电制导武器干扰效果静态检测与评估	201
7.3 光电制导武器动态干扰效果检测与评估	207
7.4 空间光电干扰效果模拟技术	214
7.5 光电无源干扰效果综合检测技术	217
思考与习题.....	225
第 8 章 典型光电对抗系统介绍	226
8.1 机载光电对抗系统	226
8.2 舰载光电对抗系统	229
8.3 地基激光防空武器系统	233
8.4 激光反卫星系统	235
8.5 信息攻防新概念武器	237
8.6 空间站光电干扰	240
思考与习题.....	245
参考文献	246

第1章 光电对抗概述

起源于20世纪初的电子战,最初主要以通信对抗的形式应用于军事领域。第二次世界大战期间,由于雷达技术的发展,电子战的主要表现形式是雷达对抗和通信对抗。

第二次世界大战以来,光电制导的武器逐渐成为现代战争的主要技术手段,因此电子战开始向光电对抗拓展,成为光波段的电子战。20世纪70年代提出的“精确制导武器”中,以红外制导、激光制导、电视制导为代表的光电制导武器居多。在最近几次的高技术局部战争中,光电精确制导武器大出风头,显示出了惊人的作战效果和威力。光电制导武器的发展大大刺激了光电对抗技术和装备的迅速发展。近年来,已成为电子战中发展最快、投资比例日益加大的一个领域。

1.1 光电威胁与光电对抗的作用

1.1.1 现代战争中的光电威胁

1. 光电威胁环境

随着军用光电技术的日趋成熟和完善,作战性能优异的光电制导武器及光电侦察设备越来越多,光电威胁环境也越来越复杂,主要表现在下述几方面。

(1)光电威胁波段宽。光电威胁波段包括:紫外波段 $0.2\sim 0.38\mu\text{m}$,可见光波段 $0.38\sim 0.76\mu\text{m}$,红外波段 $1\sim 3\mu\text{m}$ 、 $3\sim 5\mu\text{m}$ 和 $8\sim 12\mu\text{m}$ 。

(2)光电威胁种类多。光电威胁设备包括激光测距、激光雷达、红外侦察、电视跟踪及微光夜视等光电侦测设备和红外点源制导、红外成像制导、红外和雷达复合制导、红外和紫外双色制导、激光战斗机电视制导等光电制导设备,共有几十种技术体制数百种型号,如图1-1所示。

(3)光电威胁全方位。光电威胁设备已在海、陆、空、天全方位地进行实战应用。

(4)光电威胁全天候。包括白天、黑夜及能见度较差的雨雾天气。

(5)光电威胁装备量大。光电制导武器连同它们的发射系统与其他制导武器相比,具有造价低、命中精度高的优点,因而被大量装备。

(6)光电威胁发展迅速。激光制导从 $1.06\mu\text{m}$ 发展到 $10.6\mu\text{m}$,红外制导已从点源式发展到红外成像制导及红外和紫外双色制导。

2. 光电对抗作战对象

未来的战场是光电威胁密布的战场。因为现代战争中的光电威胁主要来自光电制导威胁和光电侦测威胁,所以光电对抗的作战对象主要是光电制导武器和光电侦测设备。

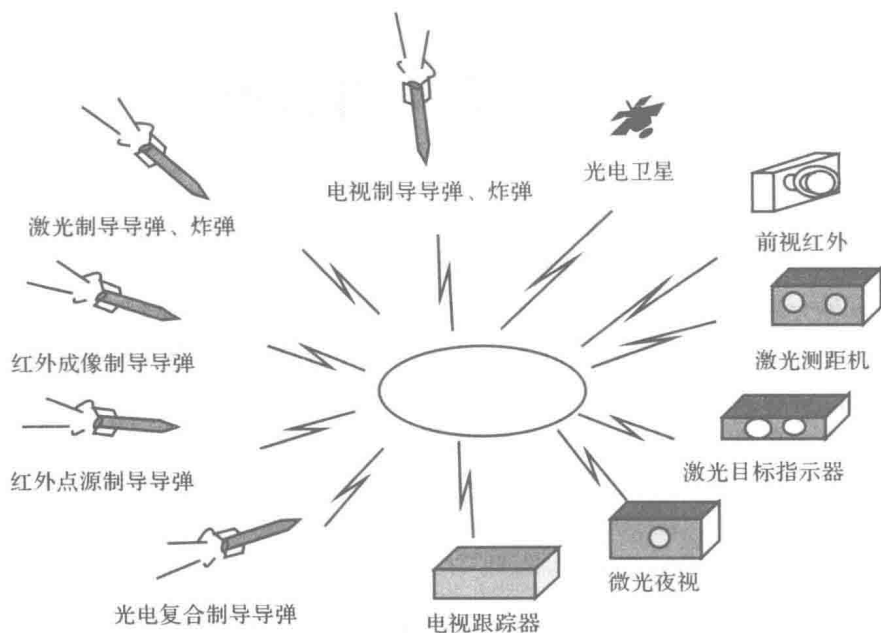


图 1-1 光电威胁

(1) 光电制导威胁。光电制导威胁主要来自空对空光电制导武器、空对地(舰)光电制导武器、地(舰)对地(舰)光电制导武器、地(舰)对空制导武器等。如:美国“响尾蛇”AIM-9L 红外点源制导导弹、英国“标枪”防空导弹、美国“宝石路”GBU-I 激光制导炸弹、美国“铜斑蛇”激光制导炮弹、瑞典 RBS-70 激光驾束制导导弹、美国“幼畜”AGM-65D 红外成像制导导弹、美国“毒刺”红外和紫外双色制导防空导弹等。

(2) 光电侦测威胁。光电侦测威胁主要包括空中光电侦测威胁、陆(岸)基光电侦测威胁和舰载光电侦测威胁三方面,如激光测距机、激光目标指示器、红外热像仪、前视红外系统和微光夜视等。

1.1.2 光电对抗在现代战争中的作用

现代战场充满了光电威胁,光电武器发挥着巨大的作用,正确运用光电对抗手段,可以在一定程度上降低这种威胁,这一点已经为第二次世界大战后的多场高技术局部战争所证明。

1. 光电武器的威胁

越南战争期间,越南军队后勤大动脉——清化大桥,是河内通往越南铁路线上的一座大型铁桥,从北越运往南越和老挝的军用物资都必须经过这里。炸毁这座大桥就等于卡断了越南南方战场的“生命线”,越军与美军围绕保护和摧毁这座大桥展开了殊死的较量。从 1965 年到 1972 年,美军为炸毁清化大桥,突击了数次,采用“地毯式”轰炸,投弹数千吨,不仅未炸毁清化大桥,而且还损失了几十架飞机。1972 年 5 月 13 日,美军向清化大桥投下了才研制成功的激光制导炸弹——“灵巧炸弹”,随着震天动地的巨响,越南军队耗尽心血守卫了 7 年的清化大桥,毁于一旦,而美军战机无一损失。因为激光制导炸弹比普通炸弹的命中精度高出百倍,所以越军蒙受了这一惨重的损失。

在1968年初,越军曾企图在夜色的掩护下,以重兵包围和偷袭美军占领的溪山基地,包围圈尚未形成,美军却突然以强大的空中和地面火力迫使越军的这次行动“流产”了。原来,美军通过夜视仪和定向红外探测器等侦察器材,把越军的企图和兵力状况“看”得清清楚楚,提前做好了准备,反将越军打了个措手不及。

在第四次中东战争期间,以色列空军发射58枚电视制导“小牛”空地导弹,共击毁埃及坦克52辆,成功率高达90%。1973年4月以色列在18天内用“响尾蛇”红外制导导弹击落埃及和叙利亚的战斗机286架。1982年贝卡谷地空战以色列用“响尾蛇”导弹击落叙利亚飞机30架,自己无一损失。

人们所熟悉的海湾战争,精确制导武器特别是光电精确制导武器大出风头,在多国部队轰炸伊拉克的作战中,发挥了极其重要的作用,充分展现了其巨大威力,获得了很高的效费比。美国空军透露,海湾战争中精确制导武器与非制导武器总投弹量为88500t,其中激光制导为6520t,不足总数的8%,命中率却高达90%以上;而其余81980t是非制导武器,命中率仅为25%。激光制导炸弹与普通炸弹相比,两者的采购成本是5:1,攻击同一目标总投弹数为1:200,成本效益是40:1。事实也确实如此,伊拉克、科威特境内85%被炸毁的桥梁是被激光制导武器炸毁的,伊拉克1/3以上的重要目标也是被光电制导武器炸毁的。

2. 光电对抗的作用

1972年,美军在使用激光制导炸弹炸毁清化大桥后,准备使用激光制导炸弹轰炸越南河内安富发电厂时,却意想不到地受到越南烟雾的干扰。美军飞机发射的制导激光束,被烟雾严重衰减,激光制导炸弹接收不到足够的制导信号,从而偏离目标。美军投放的数十枚激光制导炸弹,无一命中发电厂的关键部位,供电系统仍照常运行。

同样在越南战场上,苏联制造的“萨姆-7”红外制导导弹,创造了在3个月击落美军飞机24架的战绩。但在美军采用了投放红外诱饵弹的应对措施后,“萨姆-7”的命中率随之大大降低。对此,“萨姆-7”很快作了改进,并在第四次中东战争中再次扬威,击落了大量的以色列飞机。为了对付这种具有光谱识别功能的导弹,以色列人找到了一种简便的干扰方法——喷油。以燃油作为诱饵,其辐射的频谱与飞机尾气相似,“萨姆-7”导弹的滤光片不能将其滤掉,在对抗中再次处于下风。

在1991年的海湾战争中,多国部队出动飞机十万余架次,但损失飞机仅45架,自卫是光电对抗装备功不可没,它对提高飞机和坦克的生存能力起到了十分重要的作用。多国部队所使用的主要光电对抗装备有光电侦察告警设备、自卫式红外干扰设备、烟雾器材和光电伪装器材等。

1999年,在巴尔干半岛,南联盟军队巧借“天雾”,土法制烟,使北约空袭的前12天投放的12枚激光制导炸弹,仅有4枚击中目标。在科索沃战争中,南联盟军队隐真示假,对抗北约的光电侦察和精确打击。南军利用北约所使用的红外武器的弱点,施放人工烟雾,降低了北约的电子侦察效果和精确制导武器的打击效果,一座被炸损多次的大桥是用聚乙烯制造的,灰飞烟灭的大炮不过是卡在汽车轮胎上的黑色圆木,被北约摧毁的坦克和机群现场大多只有小汽车和卡车的残骸,很少有坦克的影子。战争结束后,北约官员实地考察发现,被北约证实已摧毁的144个目标,实际上只有58个。俄罗斯军事专家估计:由于南联盟采用了得力的电子伪装和有效的示假措施,北约导弹的打击效率不超过30%。

图1-2所示为光电对抗与光电武器威胁互相促进、交替发展的过程。

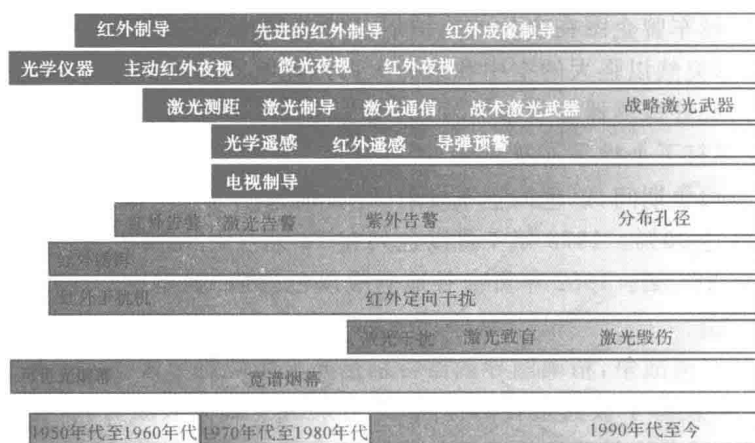


图 1-2 光电对抗与光电武器同步产生和发展

1.1.3 光电对抗在现代战争中的地位

现代战争中,为了获得战争的主动权,提高精确打击的命中概率,同时为了保护己方光电信号不被截获、干扰,光电设施不被破坏,均须采取光电对抗措施。因此,光电对抗在现代战争中占有极其重要的地位。

(1)光电对抗是电子战的组成部分之一。电子战也称电子对抗,包括雷达对抗、通信对抗、光电对抗、网路对抗和指挥控制系统的对抗等,其核心是争夺电磁频谱的控制权。在电子战领域中,从侦测敌方地面装备部署,监视敌方来袭导弹的威胁,到对抗敌方光电武器和装备等,光电对抗都占据了重要的位置,是电子对抗力量的重要组成部分,是构成战斗力的重要因素。

(2)光电侦察是现代战争情报的重要来源之一。信息化是现代高技术战争的重要特征,而信息的获取离不开准确可靠的情报,光电对抗是获取情报的有效手段和途径之一。如:在海湾战争爆发前5个月的危机中,以美国为首的多国部队充分利用其光电技术优势,积极开展了以光电对抗被动侦察为主要内容的光电对抗,使用了配有红外传感器的KH-11, KH-12“锁眼”式侦察卫星对伊拉克的重要军事目标进行详细的侦察。同时,美国在海湾战争准备期间还大量使用光电设备和侦察器材,对伊拉克的军事目标和电磁信号进行全方位和不间断的侦察、监视和监听,为多国部队对伊拉克实施空袭和地面打击提供了准确可靠的情报。在1998年的美英联手的“沙漠之狐”行动中,被轰炸的伊拉克重要军事目标都是美军事先用卫星监测定位好的。

(3)光电对抗是隐蔽作战企图所需的必要手段和途径。随着现代侦察手段的发展,战场高度透明、立体化、大范围的侦察、监视、预警和导航定位系统向多手段和高性能方向发展,给隐蔽作战企图以便达到作战的突然性带来了空前的困难。实施光电对抗,可以找机会向敌人的光电侦察系统中传送假情报,造成敌人关于己方战斗部署和机动的错误,从而导致敌人在战术上的失败。在敌方光学侦察设备性能越来越先进,装备数量越来越多的情况下,对敌方光学侦察系统进行对抗几乎成为任何一种作战计划中必须考虑的重要问题之一。采用各种措施使敌“眼睛”看不见目标,或采用各种迷惑手段,使敌方“看见”太多的目标,无法进行正确的判断而放弃攻击或攻击假目标,从而有效降低敌方对战场态势的掌握程度。可以想象,现代战场没有针对敌人光学侦察的光电对抗措施,部队的作战行动将寸步难行。

(4)光电对抗是实施精确制导打击的关键因素。从近年来的几次局部战争不难看出,现代战争的作战模式基本上都是首先采用精确制导武器攻击对方的首脑指挥设施和与其相关的指挥控制系统和通信等信息系统设施,使其指挥控制、预警探测和情报系统瘫痪,从而赢得战争的主动权。担当此重任的是红外制导与激光制导武器,而保证红外制导与激光制导武器实施精确定位打击是光电对抗技术,没有先进的光电对抗技术,精确制导武器会受到敌方的干扰,从而降低精确制导打击的效果。

(5)光电对抗是保护己方目标安全的重要手段和途径。在光电对抗的发展过程中,光电制导武器是重要的牵引力。在20世纪70年代中期,“精确制导技术”的概念被正式提出,应用精确制导技术的武器有各种制导导弹、制导炸弹和制导炮弹,而其中光电制导的武器装备最多。同时由于光电制导武器具有制导精度高、抗干扰能力强等优点而成为现代高科技战争中的重要攻击武器。为了保护己方的地面指挥所、机场、导弹发射基地、交通枢纽等重要设施,靠传统的防空火力已很难确保进行有效的防护,除了建立防空预警网、组织防空火力、阵地地下化、工程加固等措施外,通常还需要采取以激光对抗、红外对抗和可见光对抗为主体的有源、无源的光电对抗措施,从而有效对抗来袭的精确制导武器,保护重点目标。面对越来越多的“发现即被摧毁”的光电制导威胁,光电对抗手段成为保护己方目标的手段之一,而且这种手段的地位越来越重要。

(6)光电对抗成为夺取战争主动权的重要保证。世界近期战争实践表明,没有制电磁权,便没有制空权、制海权,也没有陆上作战的主动权。在进攻时,光电对抗能使敌指挥系统混乱、防空系统瘫痪,以保证己方攻击力量有效突防,加快战争进程;在防御时有效的光电对抗能大大降低敌攻击武器的杀伤力,延缓战争进程。光电对抗整体装备力量的优势将为夺取战争的主动权提供保证。

1.2 光电对抗的概念

光电对抗指敌对双方在光波段的抗争,即在紫外、可见光、红外波段,己方使用电磁能量去探测、利用、削弱或阻止敌方使用电磁频谱,并保护己方有效使用电磁频谱。

具体来说,光电对抗就是指敌对双方在光波段范围内,利用光电设备和器材,对敌方光电制导武器和光电侦察设备等光电武器进行侦察告警并实施干扰,使敌方的光电武器削弱、降低或丧失作战效能;同时利用光电设备和器材,有效地保护己方光电设备和人员免遭敌方的侦察告警和干扰。这种为完成侦察干扰及反侦察反干扰所采取的各种战术技术措施的总称叫作光电对抗。

光电对抗是电子对抗领域中的一个重要组成部分,按装备功能可分为光电侦察告警、光电干扰和反光电侦察与干扰。

光电侦察告警是实施有效干扰的前提。光电侦察告警是利用光电技术手段对敌方光电装备腐蚀或散射的光波信号进行搜索、截获、定位及识别,并迅速判别威胁程度,及时提供情报和发生告警。光电侦察告警有主动侦察告警和被动侦察告警两种方式。主动侦察告警是由侦察设备发射光波对目标进行探测,即向对方发射光束,再对反射回来的光信号进行探测、分析和识别,从而获得敌方情报的一种手段;被动侦察告警是指利用各种光电探测装置截获和跟踪对方光电装备的光辐射,并进行分析识别以获得敌方目标情报信息的一种手段。

光电干扰指采取某些技术措施破坏敌方光电设备的正常工作,以达到保护己方目标的一种干扰手段。光电干扰分为有源干扰和无源干扰两种方式。有源干扰又称为积极干扰或主动干扰,它利用己方光电设备发射或转发敌方光电装备相应波段的光波,对敌方光电装备进行压制或欺骗;无源干扰也称为消极干扰或被动干扰,它是利用特制器材或材料,反射、散射和吸收光波能量,或人为地改变己方目标的光学特性,使敌方光电装备的效能降低或被欺骗而失效,以保护己方目标的一种干扰方式。

反光电侦察与干扰是指防御敌方对己方光电设备的发现、探测和干扰所采取的措施也称为光电防御。

另外,光电对抗按作战对象所利用的光波段分类,可分为激光对抗、红外对抗和可见光对抗。其中,激光中虽然包括红外和可见光,但由于其特性不同于普通红外和可见光,因此将其单独归类为激光对抗。

光电对抗技术体系如图 1-3 所示。



图 1-3 光电对抗的技术体系

光电对抗的有效性取决于其3个基本特征:频谱匹配性、视场相关性和系统快速反应性。

(1)频谱匹配性。频谱匹配性是指干扰的光电频谱必须覆盖或等同被干扰目标的光电频谱。例如,没有明显红外辐射特征的地面重点目标,一般容易受到激光制导武器的攻击,须采用相应波长的激光欺骗干扰和激光致盲干扰手段对抗敌方激光威胁;有明显红外辐射特征的动目标(如飞机),一般容易受到红外制导导弹的攻击,则采用红外干扰弹或红外干扰机与之对抗。

(2)视场相关性。光电干扰信号的干扰空域必须在敌方装备的光学视场范围内,尤其是激光干扰,由于激光波束窄、方向性好,使其对抗难度大。例如,在激光欺骗干扰中,激光假目标必须布设在激光导引头视场范围内。

(3)快速反应性。战术导弹末制导距离一般在几千米至十千米范围内,而且导弹速度很快,一般在1~2.5Ma左右,从告警到实施有效干扰必须在几秒内完成,否则敌方来袭导弹将在未受到有效干扰前就已命中目标,因此要求光电对抗系统具有快速反应能力。

1.3 光电对抗的应用

现代战场的光电威胁主要来自光电制导武器和光电侦察告警装备,而光电干扰主要包括应用于各种作战平台的光电有源干扰和光电无源干扰装备,光电对抗效果的评估与仿真是光电对抗装备研制、试验必不可少的环节。

1.3.1 光电制导武器

不论是陆战、空战还是海战,光电精确制导武器都是一种主要进攻手段。海湾战争中,伊拉克的重点军事目标大部分是被光电精确制导武器摧毁的。美国成功地运用隐身突防、夜间作战及精确攻击战术,充分地发挥了先进的光电技术及优异的光电武器装备的优势。

光电制导武器主要包括红外制导武器、激光制导武器、电视制导导弹和光纤制导导弹等。

空对空光电制导武器有点源红外制导导弹(如美国“响尾蛇”AIM-9L导弹)、红外成像制导导弹(如多国合作的AIM-132导弹)、雷达和红外复合制导导弹(如苏联AA-3导弹)等。

空对地(舰)光电制导武器有激光制导导弹(如美国“幼畜”AGM-65E导弹)、激光制导炸弹(如美国“宝石路”GBU-I~III炸弹)、电视制导导弹(如美国“秃鹰”AGM-53A导弹)、电视制导炸弹(如美国AGM-130炸弹)、红外成像制导导弹(如美国“幼畜”AGM-65D导弹)、点源红外制导导弹(如挪威“企鹅3”空舰导弹)、雷达和红外制导导弹(如美国AASM导弹)等。

地(舰)对地(舰)光电制导武器有巡航导弹(如苏联SS-N-19炸弹)、激光制导导弹(如以色列炮射激光制导导弹)、激光制导炮弹(如美国“铜斑蛇”激光制导炮弹和美国5 in/8 in制导炮弹)、红外制导导弹(如美国“龙”式导弹)、红外成像制导导弹(如国际合作舰对舰导弹ASSM II)、激光驾束制导导弹和光纤制导导弹(如美国FOGMS系统)等。

地(舰)对空光电制导武器有电视制导导弹(如英国“标枪”防空导弹和苏联SA-N-6防

空导弹)、红外和紫外双色制导导弹(如美国“毒刺”防空导弹)、雷达和红外制导导弹(如美国“西埃姆(SIAM)”导弹)、点源红外制导导弹(如美国“小榭树”MIN-72A/C 导弹)、红外成像制导导弹(如法国 SADRAL 导弹)和激光驾束制导导弹(如瑞典 RBS-70 防空导弹)等。

1.3.2 光电侦察告警装备

光电侦察装备主要包括空中光电侦察装备、陆基光电侦察装备和舰载光电侦察装备。

空中光电侦察告警装备有卫星光学侦察、战术航空侦察(如美国 TARPS 系统)、激光测距机(如美国 AN/AVQ-26)、激光目标指示器(如美国 AN/AVQ-27)、前视红外系统(如美国 LANTIRN 吊舱)和微光夜视(如美国 ZRVS-606)等光电侦测设备。

陆(岸)基光电侦察装备有激光测距机(如英国 LV-5 型)、激光目标指示器(如英国 LF6 型)、红外热像仪和微光夜视仪等光电侦测设备。

舰载光电侦察装备有激光测距机(如英国 908 型)、激光目标指示器(如法国 TMY185 型)、红外和电视搜索跟踪系统等光电侦测设备。

1.3.3 光电干扰装备

1. 光电防护

空中作战平台主要包括歼击机、强击机、轰炸机、军用运输机、预警机、侦察机、电子干扰飞机以及军用直升机。在现代战争中,这些作战飞机将面临来自空中、海上和陆地的光电制导武器的攻击。因此为了自卫,各种作战飞机都已加装了红外或紫外导弹来袭告警设备、光电对抗控制系统、红外干扰弹和红外有源干扰机,以对抗制导导弹的攻击。例如,美国和英国联合研制的多光谱红外定向干扰机,用于对抗包括红外成像制导导弹在内的各种红外制导导弹。这种红外定向干扰机可用于保护包括预警机、轰炸机和大型运输机在内的各种作战飞机。

对低空作战的武装直升机,除加装红外对抗设备外,为对付激光驾束制导导弹等地空导弹的威胁,还加装了激光告警设备、烟幕发射装置和干扰源。

海上作战平台主要包括护卫舰、驱逐舰、巡洋舰、航空母舰、战列舰、导弹艇和登陆舰艇等。在现代战争中,这些海上作战平台将受到空对舰、舰对舰和岸对舰等光电制导的反舰导弹的攻击。因此,国外多数舰船都装备了红外告警设备、光电对抗控制系统、红外干扰发射装置及干扰弹、烟幕发射装置及烟幕弹和强激光干扰系统,用于对抗来袭的红外制导导弹、激光制导导弹和炸弹及炮弹、电视制导导弹和炸弹等光电制导武器。

对于地面主战坦克和装甲车等作战平台,目前主要加装激光告警、红外或紫外告警、烟幕发射装置、红外干扰弹发射装置和红外干扰机等光电对抗设备,用于对抗来袭的红外反坦克导弹、红外成像制导导弹、电视制导导弹、激光驾束制导导弹、激光半主动制导导弹和炮弹。另外,对于导弹发射车等重要作战平台,可配置具有随队防护能力的专用光电对抗系统,以对抗光电制导武器的攻击。

地面指挥所、机场、导弹发射阵地、交通枢纽及 C⁴I 为重要设施,是现代防空体系中最重要军事目标,也是敌方重点攻击的对象,必须重点防护。而这类目标,因其电磁特性的特殊性,又成为光电制导武器的主要攻击对象。对这类重点目标,采用单一手段的光电对抗设备对抗

多种光电制导武器是难以奏效的,通常须用以激光对抗、红外对抗和可见光对抗为主体的光电综合对抗系统,以对抗来袭的激光制导炸弹、激光制导导弹、电视制导炸弹、电视制导导弹和红外成像制导导弹等光电制导武器。所以,精确制导武器光电综合对抗系统已成为现代防空体系的重要组成部分。

2. 光电进攻

对空中作战平台的光电进攻以大功率激光系统为主,如美国研制的机载“罗盘锤”高级光学干扰吊舱和机载“皇冠王子”光电对抗武器系统,可侦察敌方光电装置的光学探测系统,并发射强激光致盲敌作战平台光电装置的光电传感器。

另外,美国正在研制高能激光武器系统,并准备加装在 C-130 大型运输机上。该系统可摧毁包括来袭导弹在内的敌武器装备,引爆敌来袭导弹的战斗部,烧穿来袭导弹导引头的整流罩以及敌作战飞机的燃料舱。

陆基作战平台和海上作战平台的光电进攻模式基本相同,主要有以下 3 种模式。

(1)采用高能激光武器系统,将敌作战飞机或来袭导弹直接摧毁。如美国研制的舰载高能激光武器系统(HELWS),采用 40 万千瓦的氟化氙激光器,可以攻击高度从几米到 15 千米、以任何速度或加速度来袭的各类目标。

(2)采用大功率激光干扰系统,致盲或致眩敌方作战平台光电装置的光电传感器。如美国车载 AN/VLQ-7“鲑鱼”激光干扰系统,可破坏 8 km 远处的光电传感器;美国陆军在车载 AN/VLQ-7“鲑鱼”激光干扰系统的基础上,研制了“美洲虎”车载激光致盲武器和“骑马侍从”车载激光致盲武器;英国在 T-22 型护卫舰、“考文垂”号护卫舰和“海狸”号护卫舰上加装了大功率激光干扰系统,每舰有两台激光器,安装在舰桥两侧,在英国与阿根廷马岛之战中取得了较好的作战效果,使阿根廷的“天鹰”“A-4B”和“A-4”等三架攻击英舰的飞机坠入海中或偏航。

(3)采用激光弹药致眩干扰,即采用炮射方式将激光弹药发射到敌方阵地,激光弹药爆炸后产生的强烈闪光,使敌作战平台光电装置的光电传感器丧失探测能力。如美国陆军研制的 40 mm“闪光”炮弹以及美国海军的 127 mm 炮射激光弹药都属于此类。

1.3.4 光电对抗效果的评估与仿真

光电对抗效果指光电对抗技术和装备在规定的条件下和规定的时间内,与光电制导武器和光电侦察系统进行对抗的能力,包括侦察告警能力、干扰能力以及光电对抗装备响应能力等。评估是指对给定的光电对抗装备,在规定的条件下和规定的时间内,充分考虑影响它的效能的各种因素,给出能够成功地对抗某种光电制导武器能力的综合评价和估计,它是定量评估,用概率来表示。

光电对抗效果的评估可使用仿真模拟试验方法进行。仿真模拟试验就是对光电制导武器、光电对抗装备、被保护的目标、光电对抗的环境进行仿真模拟,逼真地再现战场上双方对抗的过程和结果。

仿真模拟试验分为全实物仿真、半实物仿真和计算机仿真等几种类型。全实物仿真就是参加试验的装备(包括试验装备和被试装备)都是物理存在的、实际的装备,试验环境是模拟战场环境;半实物仿真的被试装备是实际装备,部分试验装备、试验环境由模拟产生;计算机仿真

的试验环境和参试装备的性能和工作机理都是由各种数学模型和数据表示的,试验的整个过程由计算机软件控制,并通过计算得到试验结果。

1.4 光电对抗的发展

根据现代新技术发展和高技术局部战争战例,可以预见光电对抗将有长足的发展,并将向综合化、多光谱和全程对抗的趋势发展。

1. 光电对抗装备的总体水平将极大提高

在近几年局部战争和军事冲突中,军用光电设备大出风头,它们在实战中所表现出的惊人效果,引起世界各军事强国对光电对抗技术的高度重视。在光电武器装备的发展和牵动下,各国在光电对抗装备研究、生产中所投入的人力、物力、财力正在逐年增加,越来越多的光电对抗研究成果,开始从试验阶段转入到工程研制和实用阶段,光电对抗装备的总体水平将大大提高。以美军为例,到目前为止,美军已形成从天到地的一整套光电对抗装备体系,其中以机动平台自卫型光电对抗装备最为普遍。

2. 光电对抗综合一体化

光学技术、计算机技术(包括软件和硬件)和高速大规模集成电路的飞速发展,为光电对抗系统综合一体化奠定了基础。光电对抗系统综合一体化是将信息获取、数据处理和指挥控制融为一体,进而采用智能技术、专家系统等,使光电对抗系统成为有机整体,从设备级对抗发展为分系统、系统和体系的对抗,提高战场作战效能。实现综合一体化要有一个从低级到高级、从局部到全局的发展过程。首先是光电侦察告警综合一体化,进而是光电侦察告警与雷达告警及光学观瞄系统的综合,最后将多个平台获取的信息进行综合,指挥引导不同平台上的对抗措施,实时检测,闭环控制,以实现更大范围和更高层次的系统综合。

3. 多光谱技术广泛应用

光电技术的发展,使多光谱技术、红外成像技术、背景与目标鉴别技术、光学信息处理技术等新的科技成果不断涌现并广泛应用。多光谱对抗指光电侦察告警、光电有源/无源干扰、光电反侦察反干扰已经改变了以往的单一波长或单一宽频段的状况,而向紫外、可见光、红外全波段发展。

4. 光电对抗系统的仿真

光电对抗装备的性能优劣决定了该装备在战争中的有效性。而光电对抗装备的作战适应性与有效性,只有在逼真的光电对抗环境中才能检验,因此,光电对抗仿真技术是光电对抗技术发展十分重要的方面。光电对抗系统仿真包括光电对抗环境的模拟、通用光电系统的仿真、对抗效果的自动评价以及仿真系统的建立,这是一个比较复杂的工程,涉及许多方面。光电对抗系统仿真的研制应立足于光电武器装备的试验需求,并着眼于试验能力的创新和提高,急需与中长远发展并重,以适应光电武器装备的发展;坚持模块化、标准化和先进性设计,强调实用性、开放性和可扩展性;内外场互为补充、互为验证,以形成光电对抗装备综合试验能力;同时在相关仿真系统建设成功经验的基础上,突出顶层设计思想,采取边建设,边试验,边发展的建设模式,并为光电武器的研制发展提供可靠的仿真平台,达到在研制之前即可知晓其作战

能力和与其相关的各种指标的目的。

5. 多层防御全程对抗

现阶段,光电对抗采用单一对抗末端防御,如红外干扰弹和激光角度欺骗干扰,这种对抗形成的效果是有限的。新型光电制导武器不断增加和不断改进完善,因此光电对抗技术必须相应的发展和提高。双色制导、复合制导、综合制导武器的出现,致使光电对抗必须向多层防御全程对抗发展,以提高对光电精确制导武器整体作战的效能。

6. 发展光电侦察—干扰—摧毁—评估综合光电对抗系统

光电对抗的综合化、自动化是实战的需要,是光电对抗系统今后发展的一个重要方向。该系统应具有的特点是功能完善;能自动对截获的光波信号进行精确测量、分选和识别;能自动判定信号的威胁等级;实施干扰的功率管理,以最佳的选择实施干扰;能实时提供干扰效果的评估,并自动进行功率管理和参数选择等。

7. 光电无源干扰和光电隐身将备受重视

由于光电设备赖以工作的光波受大气的影晌很大,施加人为干扰以阻断其传输,最佳的选择是光电无源干扰。这种方法的优点是实施成本低、使用方便、遮挡波段宽、效果好、可大范围使用。此外,辅之以光电隐身手段,将可达到更好的效果。因此,光电无源干扰之一——烟雾,在现代战争中的作用不是降低了而是更加重要了。另一方面,研制复合消光材料和光电隐身涂料也势在必行。

8. 积极发展激光武器对抗措施

由于激光的准直性好,功率密度高,不仅在武器制导和侦测方面大量使用,战术激光武器本身也在迅速发展,从而促使激光对抗从干扰或主动式软破坏,转向兼有硬破坏和致盲杀伤的方向发展。因为软干扰在干扰波长或干扰体制上需要严格地与作战对象的特点相对应,一旦作战对象变化了,更新了,则单纯实施软干扰的装备也就过时了。而以硬杀伤为目的的对抗型装备,可以在较宽的波段范围内对其实施致损性的破坏,所以,硬杀伤为主、软杀伤为辅的激光武器及激光对抗武器在未来将得到长足的发展。与此同时,如何对激光武器进行干扰和对激光硬破坏和致盲杀伤进行防护成为激光对抗乃至光电对抗的重点方向之一。

总之,光电对抗将渗透到武器系统功能的各个方面,是信息战的关键之一。通过本门课程的学习,我们应当掌握光电对抗的基本概念,了解光电对抗的基本原理,充分认识光电对抗在现代战争中的地位与作用,弄清面临的威胁,进一步强化光电对抗意识;积极探索光电对抗的有效战法和主要对策,不断提高电子对抗部队的光电对抗水平。

思考与习题

1. 现代战争面临着哪些光电威胁?
2. 光电对抗的作战对象有哪些?
3. 光电对抗的技术体系是如何分类的,详细加以描述。
4. 光电对抗的有效性取决于哪几个基本特征?
5. 分别阐述“光电对抗”“光电干扰”“光电侦察告警”“反光电侦察与干扰”的概念。