

对抗激光制导武器的光电装备的发展分析*

王恒坤 王 兵 陈兆兵

(中国科学院长春光学精密机械与物理研究所 长春 130033)

摘 要 激光制导武器的低成本、高效费比、高精度特点,使其成为现代战争中最为重要的精确打击武器之一。如何有效对抗激光精确制导武器目前正成为各国的研究重点。文章全面分析了当前激光制导武器的研究与应用现状,总结了当前对抗该类武器的各种主要设备。对反精确制导武器的装备发展进行了分析。

关键词 激光制导; 光电对抗; 欺骗干扰

中图分类号 TN977

Analysis of the Antagonizing Laser Guided Weapon Opto-electronic Equipments Development

Wang Hengkun Wang Bing Chen Zhaobing

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033)

Abstract The characteristics of laser guided weapon are low cost, high effect-cost rate, high precision which are becoming the one of the most important exactitude beating weapons. How to antagonize the laser exactitude guiding weapon is the research keystone in a lot of countries. The research and appliance status of the laser guide weapon was completely analyzed. The main equipments of the antagonizing laser guided weapon equipments were summarized. The development of the antagonizing laser guided weapon equipments was analyzed at last.

Key Words laser guided, optics and electricity antagonizing, cheating and disturbing

Class Number TN977

1 引言

精确制导武器主要分为两种,分别是具有动力装置的导弹和不具有动力装置的弹药。按导引头的制导方式一般分为激光制导、红外制导、GPS 制导、电视制导、无线电制导、雷达制导及由上述制导方式组合而成的各种复合制导方式^[1]。在各种制导方式中精度最高、成本最低、结构最简单的制导方式为激光末制导,其精度已达 0.1~1m,而同代的 GPS/INS 制导的导弹,命中精度在 10m 左右,红外制导时的武器的命中精度则为 3m^[2]。正是由于激光末制导武器具有上述其他制导方式所不具备的各种优点,激光制导武器正成为当前各类战争与冲突中不可或缺的重要装备之一。而激光制导

中的全主动式制导由于技术的限制当前的应用并不现实,半主动激光末制导武器是该领域中最为主要的装备。研究该类制导武器的制导特点并总结当前针对该类武器的对抗装备特点,为我国在激光半主动精确制导武器方面的研究与发展提供参考。当前针对这类精确制导武器的光电对抗措施主要有干扰、欺骗、损毁等手段,本文依据半主动激光制导武器的特点对其各个环节的对抗方式进行探讨。

2 激光半主动末制导与对抗技术

激光半主动制导武器主要分为激光制导导弹、炸弹、炮弹等几种。其制导过程为:首先由机载或地面激光指示装备将激光束照射到需要攻击的目标上,激光制导武器投放后依靠弹上的导引头对目

* 收稿日期:2011年2月8日,修回日期:2011年3月12日

作者简介:王恒坤,男,硕士,研究方向:光机结构。

标漫反射的激光进行接收,从而实现目标的跟踪,同时将偏差信号送给弹上控制系统,操纵攻击弹药飞向目标。半主动激光制导系统由弹上设备(激光导引头和控制系统)和制导装备的激光指示器组成,激光指示器主要由激光发射器和光学瞄准器等组成^[3-4]。具体的激光半主动制导方式如图1所示。

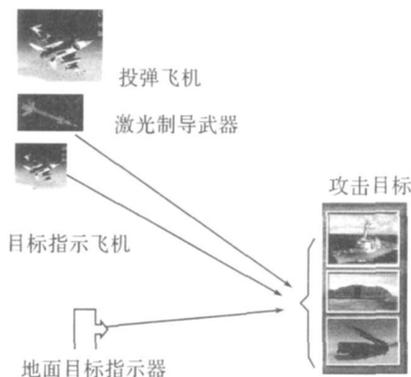


图1 激光半主动制导武器的制导示意图

当前投入实用的激光制导武器为上述半主动式制导装备。这种制导方式决定了在进行攻击的过程中激光指示设备必须始终准确的指向攻击目标,而激光制导武器必须能够准确的接收到指示器的反射信息。由于半主动激光制导武器的上述局限性,采用一定手段完全可以对这类制导武器进行有效干扰。

当前的干扰手段主要有主动干扰和被动干扰两大类。其中主动干扰包括针对激光指示载机或地面指示人员的干扰破坏、针对激光制导武器导引头的干扰破坏。被动干扰则主要包括烟雾干扰、伪装隐身等方式^[5-9]。

本文所探讨的光电对抗武器仅指上述第一类主动式干扰装备。针对激光指示载机的干扰是一种行之有效地干扰的方式。指示器一般采用光电吊舱进行工作,其大多采用围绕目标盘旋的方式指示目标,半径大约为3~4km,盘旋坡度大约为30~40°、高度3800m以下。上述特点为光电对抗提供了条件。当激光指示器对目标进行照射时,被照射目标附近若存在激光告警器,则很容易实现对激光指示器的告警,其他如大功率激光器可以直接对目标指示器载机进行损毁,也可以针对载机的光电吊舱进行损毁。同时也可以采用传统武器如火炮、导弹等武器对指示器载机进行破坏。在实际的攻击过程中一般采用一架指示器载机同时为20架左右的投弹飞机进行目标指示的方式,因此若能够将

指示器载机进行有效破坏则会有很好的保护效果。

另一类针对半主动激光制导武器的光电对抗装备为对投弹机所投的导弹或炸弹的光电导引装置进行破坏。这种破坏也分为致盲、致眩、欺骗干扰等方式^[10-13]。这些对抗方式的最终目标是隔断激光指示器信号有效进入至武器的导引头,使制导武器最终偏离攻击目标。致盲与致眩主要是采用一定功率的激光器对精导武器的导引头进行破坏。而干扰欺骗则对激光器的跟踪精度、功率大小要求较低,是一种效费比较高、应用比较广泛的对抗方式。激光欺骗干扰以激光干扰机为主要设备,主要分为距离欺骗和角度欺骗两种。其中角度欺骗在实际中应用较为广泛,这种欺骗方式的主要方法为用激光告警机接收敌方的激光指示光,并对其进行解码、复制,然后将载有欺骗信息的激光发射出去并进入制导武器的导引头,使其偏离攻击目标,从而保护自身高价值目标。

当前的半主动激光制导武器为防止被干扰普遍采用激光编码与波门选通两种抗干扰措施,因此要对激光武器进行有效干扰,必须解决上述精导武器的干扰措施。这种欺骗干扰方式目前主要采用两种方式,分别是采用漫反射板形式的直接照射方式、以光纤为介质进行激光导光的欺骗方式。而所用的激光器也分为普通式对目标指示器激光进行波长、频率、编码进行分析从而模拟假目标的传统方式和采用高重频激光干扰的阻塞式欺骗。采用上述第一种欺骗方式无法在激光导引头对目标指示激光进行搜索阶段进行干扰,而仅能在精导武器的跟踪阶段进行欺骗干扰,为保证在制导段干扰信号能够比制导信号超前进入波门,可以采用两种方法:1)同步干扰方式。这种干扰方式是指在分析威胁信号的基础上,准确地预测制导脉冲序列时到达时刻,并超前该时刻发射干扰信号。但由于每次激光制导武器的攻击过程是短暂的,一般为30s左右,所以可供分析使用的信号是很有限的,所以对于那些较复杂的或者重复周期较长的编码来讲,这种干扰方式不是十分有效。2)准同步干扰方式。这是在尚未准确判断码型但已测出最小周期T的情况下实施。它相当于认为制导信号是重复频率为 $1/T$,没有进行编码的信号,因此干扰信号也以重频 $1/T$ 超前发射。即使是准同步干扰方式,为识别出制导信号的最小周期,需要接收激光制导信号的个数一般也要超过编码位数的一半。因此角度欺骗干扰无论是采用同步干扰方式,还是采用准

同步干扰方式, 系统的反应时间都较长, 若要有效实现干扰需要对上述时间限制问题进行解决。

3 针对激光半主动制导武器的光电对抗装备发展

针对半主动式激光制导武器的光电对抗装备的发展正得到各军事大国的重视。在光电对抗领域西方发达国家已经走向了通用化、系列化的轨道。这类对抗装备主要应用于保护高价值空中、海上或地面目标方面。下面对该类光电对抗装备的发展现状进行探讨。

美国的 AN/GLQ-13 车载有源欺骗干扰系统、休斯公司和 Danbury 公司制造的 LATADS 激光对抗系统是两种较为典型的系统^[14-16]。其中 LATADS 系统 2002 年 5 月实弹测试, 2006 装备, 采用直照地物的方式进行干扰。可应用于战车和战术作战中心、指挥控制中心一类较大的固定目标的防护。可以欺骗红土地激光制导炮弹、海尔法导弹和 AS-30L 等半主动激光制导武器该系统采用高精度激光告警接收机(LWR)探测来袭武器的激光指示器的激光调制模式, 随后对自己的对抗激光器(CML)编程, 使之发射模拟来袭武器激光指示器的波形, CML 发射的激光束指向地面上处于来袭武器最大杀伤半径之外的某一点, 以躲开来袭武器的攻击。系统为 360° 视场, 每套的成本将是 53000 美元。AN/GLQ-13 主要用于 VIDS 战车综合防护系统, 系统采用了激光侦察告警、激光有源干扰和激光无源干扰等项技术。

美国的 AN/VLQ-6 装甲战车保护系统是现役激光对抗设备, 是由美国 Loral 光电系统公司研制的一种先进的多威胁激光干扰机, 用于保护地面车辆免受地面或空中发射的反坦克导弹的威胁。该系统结构坚固, 成本低, 易于安装和操作。AN/VLQ-6 由一个或多个干扰机组合而成, 安装在车体外部以覆盖所要保护的区域。车内车长处可安装一个显示/控制单元。有一个万向支架可供选用, 以便根据威胁告警器的输入转换方向。功耗 600W, 视场为水平 40°, 垂直 120°, 重 12.7kg, 尺寸为 32cm × 45.7cm × 35.6cm。AN/VLQ-6 导弹对抗装置是保护战车免遭多枚反坦克导弹或空中发射反坦克导弹攻击的多威胁干扰机。它通常安装在战车顶部, 并直接使用本车的 28V 直流电源, 以开环单机操作或与其他车载告警与自卫设备综合操作。在标准型干扰机中, 显示器和控制室通常位

于车指挥员附近。

俄罗斯 NUDELMAN 精密机器制造设计局研制的 PAPV 便携式激光对抗系统目前也投入使用, 该系统总重 56kg, 能够对敌方的坦克载或直升机载光电系统进行探测与破坏, 同时若该系统获得来袭激光制导武器的精确方位信息则也具有对来袭精导武器的导引头进行致盲的功能。该系统采用 2W 功率的激光器探测光电系统, 其作用距离为 300~1500m。

2005 年 CILAS 公司引入了 DHY322 激光对抗系统, 该系统的主要任务为保护各类高价值目标不被激光制导武器的攻击。该系统采用欺骗的方式进行工作, 当敌方激光指示器将激光束照向攻击目标时, 通过激光告警、编码分析、转发模拟等手段模仿敌方激光信号, 并产生激光欺骗光斑, 将敌方制导武器引至欺骗光斑处。这一系统的反应时间小于 1s, 与传统的烟幕干扰、火炮攻击手段相比具有速度更快、效率更高的优点。该系统固定在一个多轴高精度转台上, 能够全天候工作。目前该系统已经投入舰上服役。

英国: GEG 马可尼航空电子设备公司研制的 405 型激光诱饵系统(保护高价值地面车辆免受精确制导武器的攻击)。该系统是用来诱骗激光制导反坦克导弹, 从而有效地保护装甲战车等平台。整个激光诱饵系统包括激光告警器、先进信号处理器、瞄准系统及激光发射机。工作时, 405 型系统检测与分析正在照射目标的激光束。然后系统按该激光束的特性进行复制, 并用复制的激光束照射诱饵目标, 将激光反坦克导弹引向诱饵。激光诱饵系统在完成上述任务之后, 即转到等待状态, 随时准备应付下一次进攻。系统的主要特点: 先进的激光告警器, 被动探测头, 短暂的反应时间, 先进的信号处理功能, 以及小型固态激光发射机。它采用了先进的散射抑制技术, 系统灵敏度高, 虚警率低。系统使用光纤耦合探头。该告警器改装方便, 并可利用现车载光学设备与现车载系统接口。最大作用距离 10km, 激光脉冲重复频率 10 或 20Hz。英国: 306 型 Nd:YAG 激光目标指示器(保护高价值地面车辆免受精确制导武器的攻击)。该系统由接收机、控制装置和激光诱饵组成。系统工作过程为: 分析到达的辐射信号, 向对方欲打击的目标附近发射匹配的激光信号, 以产生假目标。

另外英国的 GLDOS 激光对抗系统、405 型激光诱饵系统, 乌克兰的 TSHU-1 系统也是较为成

熟的激光半主动制导武器对抗系统。

4 对抗激光半制导武器装备的发展趋势

当前半主动激光制导武器正受到各类光电对抗武器的威胁,为了应对这些威胁各种精导系统均提高了自身的抗干扰能力,如采用复合制导方式,如在激光导引方式中增加GPS引导、惯性引导、电视引导等多种引导方式,这样当战场环境不适于进行激光引导时则人工或自动切换到其他更为合适的引导方式,从而极大的提高武器的环境适应能力。这样原来的光电对抗措施在对付新一代的激光半主动制导武器方面也许并不十分有效。同样在抗干扰方面在激光引导方式的编码中不断采用更加复杂并带有密码的编码方式,这使得对方的激光告警无法及时的对编码进行破坏,从而提高导引头的抗干扰措施。针对这些变化趋势光电干扰装备也进行着改进,如采用综合化的光电对抗措施对复合制导以及复杂编码形式的激光半主动制导武器进行干扰破坏。

激光半主动制导武器的弱点在于其离不开目标照射机的辅助,因此在攻击策略上进行一定的改进也许能够大大提高这类武器的攻击效率与抗干扰能力。如国外文献中曾经报道的目标指示载机采用移动式指示方式对攻击目标进行激光照射,这样就能在制导武器距离目标较远时使对方的激光告警装置无法探测到激光照射,只有当制导武器距离足够近时才将激光指向攻击目标本身,这样对方很难在最后攻击的几秒内实现告警与干扰欺骗^[17]。目前该策略受制于载机激光指示器的指示精度与攻击武器导引头的灵敏度,当这些问题解决后此类攻击方式也许便成为现实。另外传统的激光半主动制导武器的攻击角往往较小,这为对方的光电对抗实施赢得了时间,为此一般用于攻击坦克和舰船的垂直式攻击也在激光半主动式制导武器的研究中得到了发展,据报道全球首款垂直式激光半主动制导导弹在2010年7月由法国研制成功。采用垂直攻击可以缩短攻击时间,并由于武器较大的天顶角速度而使对方的主动干扰装置难以有效工作。针对这类非传统攻击方式有必要提前进行有针对性的光电对抗手段研究,从而能够始终有效地对激光半主动制导武器进行有效干扰。

5 结语

本文分析了当前半主动激光制导武器的攻击

特点,并针对这些特点从技术上分析了对该类武器进行光电对抗的可行性。同时文章总结了当前国内外在该项技术方面的研究进展,并对当前的典型装备进行了总结。最后对半主动激光制导武器及其光电对抗装备的发展趋势进行分析。

参考文献

- [1] 姜娜,何俊发. 激光制导武器原理简介[J]. 战术导弹控制技术, 2004(1): 62~63
- [2] 葛宝臻,李文超,马云峰,等. 基于四象限探测的激光粒度仪自动对中技术[J]. 光学精密工程, 2010, 18(11): 2384~2389
- [3] 赵馨,佟首峰,姜会林. 四象限探测器的特性测试[J]. 光学精密工程, 2010, 18(10): 2164~2170
- [4] 张明,陈德勇,王军波. 单晶硅振动环陀螺仪的制作[J]. 光学精密工程, 2010, 18(11): 2454~2460
- [5] 鲍海阁. 国外激光半主动寻的制导武器的发展[J]. 舰船电子工程, 2010(5): 21~25, 83
- [6] 陈骥,赵晓明,曹久大,等. 高速运动测量机的研制与试验[J]. 光学精密工程, 2010, 18(4): 928~934
- [7] 波音公司将为美国海军生产激光制导型“联合直接攻击弹药”[N]. 每日防务快讯, 2010-03-11
- [8] 阎胜利,高慧斌,贾宏光. 飞行器制导控制半实物系统采样步长的优化设计[J]. 光学精密工程, 2010, 18(5): 1144~1151
- [9] 陈翻,张健,王艳武,等. 基于涂料性能参数的红外隐身技术[J]. 光学精密工程, 2009, 17(2): 280~285
- [10] 王锐,宋克非. 高精度紫外探测器辐射定标系统[J]. 光学精密工程, 2009, 17(3): 469~474
- [11] 赵江,徐锦,徐世录. 激光制导武器[J]. 飞航导弹, 2006(6): 26~30
- [12] 陈兆兵,郭劲,姜伟伟. 基于Lowtran软件包和Gabor匹配提高紫外告警系统探测距离[J]. 光学精密工程, 2009, 17(10): 2359~2364
- [13] 周跃,闫丰,谷勇强,等. “日盲”紫外ICCD的信噪比[J]. 光学精密工程, 2009, 17(11): 2712~2718
- [14] 王永仲. 现代军用光电技术[M]. 北京: 科学出版社, 2003
- [15] 张鸿雁,李言俊,张科,等. 激光干扰技术的现状与发展趋势[J]. 激光与红外, 2007, 37(1): 14~17
- [16] 薛陈,朱明,陈爱华. 一种鲁棒的基于改进Mean-shift的目标跟踪算法[J]. 光学精密工程, 2010, 18(1): 234~239
- [17] BOLKCOM C, STEVEN A. Hildret h. Airborne Laser (ABL): Issues for Congress [C]// Congressional Research Service, The Library of Congress, 101 Independence Ave, E, Washington DC, 2007: 20540~7500