

一种无源干扰技术

袁新波

(国营990厂,合肥230601)

摘要:从现代战争特点阐述了对激光制导武器需要创新的干扰手段,叙述了研究激光制导武器干扰技术的必要性;通过对国内外制导武器的对抗现状和传统光电武器干扰方式的介绍,同时对激光半主动制导的干扰原理进行分析,介绍了在信息化战场上激光箔条的干扰技术应用方式;使激光箔条干扰技术成功应用到多种信息化战场的平台上,可进一步提升优化装备水平,填补我国无源对抗装备的部分空白,为应用单位带来了可观的经济效益,大大提高我国无源光电对抗装备的综合作战效能。

关键词:无源干扰技术;应用研究

本文引用格式:袁新波.一种无源干扰技术[J].兵器装备工程学报,2017(12):155-158.

Citation format:YUAN Xinbo. Research on the Application of a Passive Jamming Technique[J]. Journal of Ordnance Equipment Engineering, 2017(12):155-158.

中图分类号:TJ765

文献标识码:A

文章编号:2096-2304(2017)12-0155-04

Research on the Application of a Passive Jamming Technique

YUAN Xinbo

(Nation-Owned Manufacturer 990, Hefei 230601, China)

Abstract: According to the characters of modern warfare, new methods to interfere with laser guided weapons are needed. Thus, it's necessary to research on laser guided weapon interference technology. Domestic and foreign guided weapon's countermeasure and traditional electro-optical weapons' interference methods were introduced. The principle of interference to laser semi-active guided weapon was analyzed. Then, a new way of laser chaff's interference was raised. After the analysis of laser chaff interference's principle and the introduction of the way it acted, the application mode of laser chaff in informational battlefield was put forward. Through this study, the laser chaff interference technique could be applied to a variety of informational battlefield and enhance the level of equipment optimization. On the one hand, it can fill the blank of our passive countermeasure equipment and bring considerable economic benefits to the application units. On the other hand, it can greatly improve the comprehensive operation efficiency of our passive electro-optical countermeasure equipment.

Key words: passive jamming technology; application research.

随着“十二五”“十三五”我国武器装备的发展趋势,以及现代信息化战争方式的多样化、智能化特点,促使了各类信息化武器的蓬勃诞生,光电类制导武器在战争中的应用越来越广泛,光电制导方式已经成为战争的重要威胁,光电制

导的对抗研究有着非常重要的意义。光电无源对抗中,光箔条的应用已经比较成熟,在此基础上,研究一种对付激光类武器的新型干扰技术,可以有效干扰某些制导武器,提高武器装备的综合对抗能力。

收稿日期:2017-10-09;修回日期:2017-10-30

作者简介:袁新波(1980—),男,高级工程师,主要从事弹药设计研究。

1 国内外现状及发展趋势

在现代高技术战争中,光电侦察手段越来越先进,光电精确制导武器的命中精度越来越高,交战双方的军事目标和重要经济目标的防光电侦察、防空袭和防精确制导武器已是迫在眉睫。精确制导武器绝大多数采用激光、电视和红外成像制导等方式,激光制导武器由于其技术成熟、可靠性高、命中精度高、应用平台广等特点,在制导武器里占据着很大的比例,数量很多,使我各类重要目标受到很大的威胁、防不胜防。因此,研究和应用激光制导武器的对抗技术,对于提高我重要军事及经济目标的生存能力并最终夺取战争的胜利,具有非常重要的现实意义。目前国内外已经着手大力开展光电类对抗武器的研究工作。

在光电干扰研究中,箔条作为无源对抗的一种手段,以其反射性能好、干扰频带宽、散布范围大、分散速度快、滞空时间长、价格低廉以及多功能干扰等特点,受到了国内外军方的高度重视。传统箔条主要被用于对付雷达制导类武器,其材料性能和应用方式特点使其能够比较有效的干扰或扰乱雷达类探测、侦查、制导等装备、设备、武器等。对付激光制导武器,则需要根据激光制导武器的特点和作用原理、制导方式、制导轨迹和攻击范围等,创新一种应用性较强的对抗手段,达到有效提高我方各类重要目标的生存能力。

2 激光制导对抗方式研究

激光制导的干扰对抗方式很多,通过调研了解,根据其对抗干扰方式的特点,其主要分为两种,一种是无源对抗技术,另外一种为有源对抗技术。

2.1 激光无源对抗

该类激光无源对抗技术主要原理是利用一些物体(气态、固态、雾态等),在战争中对激光信号和传输通道进行堵塞或干扰,对激光信号进行不同程度的反射、折射、散射或者直接吸收,达到让敌方的激光源失去指示目标、激光武器失去跟踪目标的准确实时线路,削弱或降低其激光设备、装备和武器的系统效能。比较常见的包含以下四种对抗技术:

1) 烟幕对抗技术

激光信号在传输过程中,最怕空气中的固体粒子削弱或阻挡其信号,而烟幕是其最大的威胁。烟幕一直是光电武器的干扰对抗手段,并且应用较为广泛。烟幕主要是利用各种不同大小微粒,对透过它的激光进行散射或吸收,从而对激光能量进行大幅度衰减,使得激光武器的能量传输线路阻断而失去联系,使得制导命中率大大下降。

2) 气溶胶对抗干扰

在烟幕对抗之后,又有一种创新的干扰材料,叫做气溶胶。该材料是由一些小颗粒组成,这些小颗粒悬浮在气体中,它对可见光、激光、近红外、中远红外都有一定的衰减作用。这种气溶胶常用的典型材料有绝缘类材料,如高岭土、尘壤、滑石粉、水雾等,也有一些导电类材料,如石墨堆积

样品等。

3) 伪装对抗技术

伪装技术也可以应用到激光对抗中,该技术主要是制作一些伪装装置,配置到合理的区域,作为假目标吸引敌方制导武器攻击,使其攻击假目标,也可在一些材料上喷涂专门对付激光的伪装涂料,从而达到伪装的目的,使得敌方激光武器发现不了目标。

4) 气球对抗干扰

利用气球滞空时间长,体积大等特点,可以在气球的外表面涂覆一种专门反射激光的材料,该材料可以有很强的激光反射率,可以有效干扰激光武器。在气球内部可以充一种混合气体(氢气和烟幕),一是保证滞空的时间和高度,另外,将气球引爆,还可利用烟幕达到二次对抗干扰效果。

2.2 激光有源对抗

激光有源对抗技术也是一种有效的干扰手段,其主要原理是利用一些光电设备对敌方的激光武器进行压制或是诱骗,从而达到对抗的目的,是一种主动式对抗方式。

1) 压制式对抗

利用强激光对敌方的激光设备、装备、武器进行压制、致盲或摧毁的手段,通常被称为压制式对抗,其主要要求我方强激光的能量和功率较大,对付激光探测和侦查非常有效。

2) 近炸引信对抗

该种对抗方式主要利用捕获激光近炸引信的激光编码、波长、周期和调频特点,复制其相同规律的干扰信息,在近炸引信的航路上实施干扰,使其提前作用爆炸,保护我方的目标。

3) 诱骗式对抗

激光角度欺骗能够诱导武器放弃跟踪真目标而跟踪假目标,使之攻击失败。在被保卫的目标附近放置多个漫反射目标,当激光告警器接收并识别敌方的激光参数后,对敌方激光目标指示器的指示信号进行处理,启动我方激光器用相同的编码信号照射其中一个漫反射目标,将制导武器导向假目标,达到掩护真目标的目的。

3 传统箔条在信息化战场的应用情况

传统的箔条干扰材料包括毫米波箔条、厘米波箔条、垂直极化箔条、光箔条等,在信息化战场中应用较为广泛。

3.1 空中作战中的应用

a. 布设干扰走廊。

b. 利用无人机或其他布撒器平台大面积投放箔条,干扰侦查和探测雷达信号。

c. 布设一定规则的箔条云,作为假目标进行诱骗。

d. 干扰电磁波传播信号,并使其衰减。

3.2 海面舰艇上的战术使用

a. 对付单脉冲或圆锥扫描的反舰导弹跟踪雷达。

b. 干扰来袭的弹道导弹,能使来袭的弹道导弹引信提前爆炸。

c. 把耦极子干扰物送入空中,提高干扰效果。

d. 发射箔条干扰物,掩护从航母上起飞的飞机。

3.3 地面作战使用

- 掩护地面车辆、阵地、设施等。
- 掩护炮兵阵地。
- 伪装或形成假目标进行对抗。

4 一种无源对抗方式的应用及分析

4.1 无源对抗的干扰原理

常见的光箔条是一种既能干扰雷达,又可以对红外、可见光进行吸收的材料。本文想阐述的是一种新型的激光箔条。该种激光箔条是先在 $18 \sim 20 \mu\text{m}$ 厚的箔片上涂覆一种对激光波长具有高反射率的材料,然后将这些箔片切割成长菱形,主要用于对付激光对抗,因此成为激光箔条。激光箔条上每一小部分均是一个独立的反射源并具有相似的散射特性。

激光能够在光洁金属表面形成反射,主要原因是金属中存在很大密度的自由电子,这种自由电子在光波电磁场的强迫振动下会产生一种次波,这些次波会造成强烈的反射波和传播到金属内的较为薄弱的透射波。因为自由电子有非常大的密度,即使金属片很薄也能够把很大一部分入射的光反射回去。金属外壳层电子(自由电子)没有受到原子核的束缚,光波照射金属时,自由电子吸收了光波的电场中光的能量,从而与光产生频率相同的振荡,在振荡中又释放出和原来的光线频率相同的光,这就叫光的反射。该种电子振荡将会随着深度增加而减小,当电子振荡振幅减小到了原来的 $1/e$ 时(e 为自然对数),此时对应的深度就叫做穿透深度,该穿透深度决定金属是透明还是会反射,大部分通常的金属穿透深度约有几十或几百纳米,穿透深度 δ 与金属的基本性质关系有以下公式:

$$\delta = \sqrt{\lambda / \pi c \mu \sigma} \quad (1)$$

式(1)中: λ 为真空中光的波长; c 为光速; μ 为导磁系数; σ 为静导电系数。依据公式可以看出,当光线的波长越长时,越容易穿透金属,当金属导电系数 σ 越高时,穿透深度越浅其反射率越高。所以金属反射膜选用较高导电率的材料,如金、银、铜、铝等。

激光箔条的对抗干扰原理是利用其本身固有的激光反射特性,将一定数量的激光箔条弥漫在空中,形成相应的密度箔条云,可以对激光信号进行散射形成假目标对敌方对激光探测设备进行诱骗,也能形成后向散射的回波作为我方激光有源对抗的假目标。

激光箔条形成的反射、散射、后向散射示意图如图 1。

4.2 激光箔条干扰方式

激光箔条主要用于诱偏激光半主动制导的导弹、炸弹和炮弹。通常可由火箭弹或迫击炮弹发射,也可直接由飞机抛洒,到达指定空域后,光箔条与弹(机)分离,由于质量轻,因此可以较长时间弥散在空中。如果将光箔条布撒在敌方激光目标指示器的照射光路上,则由光箔条散射的回波将被攻击目标反射的激光回波淹没,使得目标被掩盖在由光箔条

散射形成的激光斑点噪声的干扰信号之中,从而导致激光制导武器丢失目标。它也可以在作战使用中,与主动激光干扰机配合,在空中任意位置上制造激光假目标。即利用己方一台激光干扰机直接照射箔条阵,在非目标区人为地造成大面积激光散射回波,从而诱骗激光制导炸弹向其寻的,大大降低其命中精度。

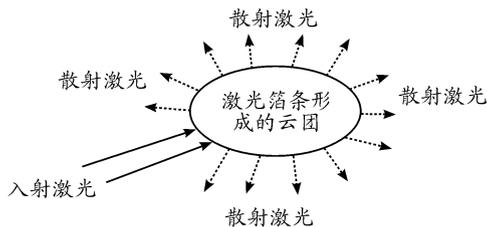


图 1 激光箔条散射示意图

4.3 激光箔条干扰方式的应用研究

激光箔条主要用于干扰敌激光探测侦查,诱偏敌激光制导导弹、炸弹及炮弹的精确打击,保护我方阵地和重要的经济目标、军事目标。主要应用方式有下面四种:

4.3.1 正面对抗激光制导武器

如图 2 所示,在一场信息化战争中,当敌方激光探测或制导信号被我方告警系统发觉时,可以根据告警系统捕获的目标信号方向,利用弹药或布撒平台在信号来袭的方向上快速发射或投放激光箔条,激光箔条将短时间弥漫在空中,在敌方来袭方向的上空形成箔条云,用于衰弱、干扰来袭的激光信号,当敌方激光武器激光的导引头接收到激光箔条漫反射形成的回波信号后,会误当成攻击目标形成的反射信号,将对激光箔条形成的云团进行攻击,制导武器的攻击航路被改变、被诱偏,降低了敌方制导精度,我方的重要目标可以得到保护。

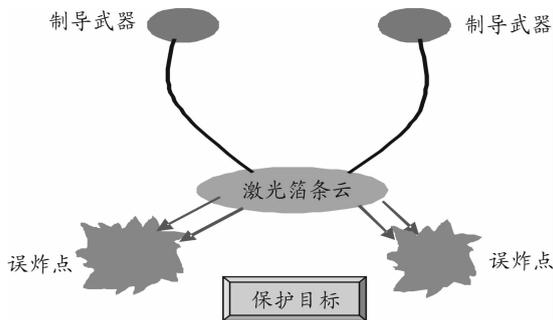


图 2 激光箔条应用示意图

4.3.2 诱骗激光制导武器

利用在目标的不同方向布设抛撒一定数量的激光箔条,形成地面漫反射体,作为假目标与我方专用的激光干扰机联合使用,形成作战的一套诱骗方式,在实际作战中,可以有效诱偏敌方的各类激光制导武器方向攻击错误,降低敌方制导武器的制导精度。该种方式主要利用激光箔条的散射特性,可以在各个方向形成相同的反射激光信号,另外利用我方激光干扰机的激光编码参数复制功能,制造相关参数的激光信

号并照射假目标,可以有效的将敌激光制导武器诱骗至假目标。其原理示意图如图3。

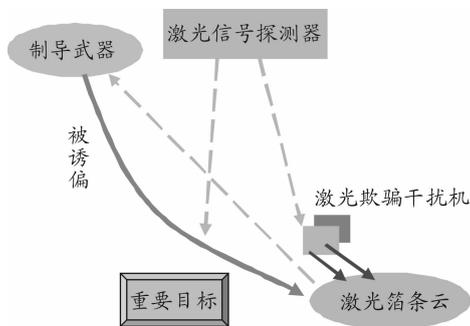


图3 激光箔条应用示意图

4.3.3 对抗含有激光近炸引信的武器

激光近炸引信对目标反射的激光信号特别敏感,当在作战的合适时机,在敌方来袭的攻击路线上投放大面积激光箔条,可以有效的使得该类含有激光近炸引信的武器提前作用,造成空爆,对我方重要目标进行保护。其原理示意图如图4。

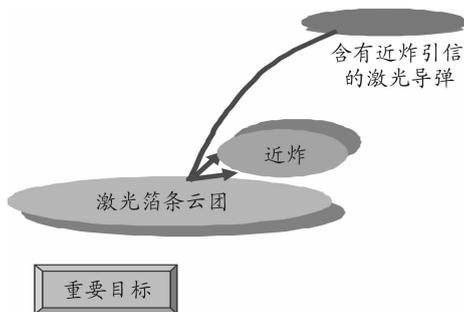


图4 激光箔条应用示意图

4.3.4 在特殊地形布设反射体

当我军电子对抗作战装备处在无明显自然漫反射体或漫反射板不易布设的环境下,通过在斜坡、山地等地形表面布设多发激光箔条干扰弹,其作用后可在这些地面形成一层

激光箔条反射体,再通过激光器进行照射,实现诱偏干扰的目的。

5 结论

激光箔条干扰技术含量较高,作战方式多样、作战样式新颖,战时可根据战场的不同需要,在空中布设大面积相关干扰烟云诱骗对付导引头。

激光箔条干扰技术应用到多种信息化战场的平台上,可进一步提升优化装备水平,大大提高我国无源光电对抗装备的综合作战效能。

参考文献:

- [1] 樊祥. 精确制导技术[M]. 中国人民解放军电子工程学院内部教材,2003.
- [2] 姚冰. 激光箔片干扰技术研究[D]. 南京: 南京理工大学,2009.
- [3] 陈世伟. 激光制导技术发展概述[J]. 制导与引信,2007.
- [4] 蒋耀庭. 激光干扰技术及发展现状[J]. 红外与激光工程,2001.
- [5] 梁荣中. 激光箔片材料及应用研究[D]. 南京: 南京理工大学,2007.
- [6] 车进喜. 激光条云对激光导引头的干扰效果研究[J]. 光学与光电技术,2012.
- [7] 高智杰. 精确制导武器作战对抗仿真系统建模技术[J]. 导弹与航天运载技术,2007.
- [8] 姚月松. 一种激光箔片的反射率测试与应用分析[J]. 红外,2007.
- [9] 张安京. 精确制导武器光电对抗仿真建模研究[J]. 红外与激光工程,2007.
- [10] 张鸿雁. 激光干扰技术的现状与发展趋势[J]. 激光与红外,2007.

(责任编辑 唐定国)