文章编号: 1001-3806(2004)04-0438-04

激光有源干扰及其发展现状

蒋耀庭 ,潘丽娜
(海军航空工程学院 基础部 ,烟台 264001)

摘要: 分别论述了激光欺骗式干扰、激光致盲干扰、激光致眩干扰和激光干扰预警卫星的激光有源干扰技术的方法 ,并综述了激光有源干扰技术的发展现状。其结论是 :激光有源干扰技术可应用于损坏敌方的光电探测、侦察、火控、导航及制导装置。采用强激光干扰装置对付精确制导武器 ,必将在防御、保护作战舰队、大型舰艇及重点军事设施等方面发挥重要的作用。

关键词: 激光 ;有源干扰 ;发展现状 ;综述
中图分类号: TN972^{+}.1　　**文献标识码**: A

Active laser interference and its present development

JIANG Yao-ting , PAN Li-na
(Department of Foundation ,Navy Aviation Engineering Acadamy , Yantai 264001 ,China)

Abstract : In this paper ,the cheating-type laser interference ,laser causing blind-interference ,laser causing dizzy-interference and early-warning satellite of laser interference are discussed respectively. And the development of active laser interference technique is overviewed. The conclusion is that laser technique of source interference technique can apply to probing of photoelectricity ,reconnoitre ,fire-control ,navigation and device of guidance. The strong laser interference of adoption to deal with the accurate guidance weapon will play important function in the defense , protecting naval force , large naval vessels and pointing military installation etc.

Key words : laser ;containing interference ;present development ;summarization

版权所有 © 《激光技术》编辑部

引　言

由于激光武器在现代战场上逐步的应用 ,使激光对抗技术也相应地得到了发展。激光干扰是现代高科技战争的重要技术 ,它利用各种有源与无源设备 ,对各种敌方军用光电装备 ,实施扰乱、欺骗和压制的一种光电对抗装备。激光有源干扰是激光干扰的一种。它又叫做主动式干扰或积极干扰。包括致“盲”式干扰(也称粗暴式干扰) 、回答式欺骗干扰、激光与红外诱饵、大气散射干扰、摧毁式干扰及主动探测直接干扰等方式。

1　激光欺骗式干扰

激光欺骗式干扰系统是利用己方激光干扰机对敌方激光制导武器和激光测距机实施欺骗式干扰的一种干扰设备。它由激光测距欺骗干扰和激光制导欺骗干扰两部分组成。

1.1　激光测距欺骗干扰

激光测距技术是激光在军事上应用最早和最广泛的技术之一。美国和少数发达国家的军用装备 ,不同程度地装有激光测距机 ,如坦克和装甲车、步兵、炮兵阵地和水面舰艇。为了有效地对抗军用激光测距机的威胁 ,激光测距欺骗干扰技术应运而生。按欺骗干扰信号的不同 ,激光测距干扰技术可分为产生测距正偏差和产生测距负偏差两类。

产生测距正偏差又可分为无源型和有源型两种[1]。无源型采用光纤二次延迟技术 ,一般在己方的军用装备被敌方的激光测距信号照射后 ,由光纤经极短的二次延迟后 ,按原路反射回去。为了减少坦克、装甲车等地面军用装备的激光回波 ,一般在受保护目标采用涂隐身涂料等激光隐身技术 ,使敌方测距机设定的距离只是产生测距正偏差的干扰信号 ,使敌方造成错误判断 ,从而成功地进行了激光干扰。其测距机能自动产生正偏差的测距干扰脉冲 ,其结构简单、成本低、安装方便 ,同时不需要激光器。

作者简介 :蒋耀庭(1954-) ,男 ,教授 ,从事物理教学和应用物理的研究工作。
E-mail :jyt1955 @sina. com
收稿日期 :2003-08-14 ;收到修改稿日期 :2003-11-18

有源型采用电子延迟和激光器,在受到敌方激光测距信号照射后,经极短的电子延迟,按原路发射一个同敌方测距信号同波长、同脉宽的信号,从而产生测距正偏差的干扰信号,使其造成错误判断并对其进行有效干扰[2]。干扰激光器可采用 NdYAG 固体激光器,也可采用半导体激光器,产生的激光干扰脉冲信号强,延迟时间精确可调,所以能非常有效地干扰敌方激光测距机[3]。

为了有效地保护己方的军用装备,产生测距负偏差,从所保护的军用装备向四周发射高重复频率的激光脉冲,使敌方测距机接收到一个负偏差的虚假测距信号。该干扰技术采用向警戒空域不断发射高重复频率的激光干扰脉冲,使敌方激光测距机收到己方的干扰脉冲,而造成敌方测距错误[4]。它可以在 3km 以外干扰 30°角范围内的激光测距机。干扰机激光输出峰值功率约为 500W,重复频率不低于 50kHz,平均功率 2W～3W。该激光器重频高,一般采用固体激光器和半导体二极管激光器[5]。

1.2　激光制导欺骗式干扰

激光制导欺骗式干扰就是利用与敌方激光目标指示器同波长、同脉宽、同编码方式的激光武器,照射一些预期产生的假目标,以假乱真,扰乱或诱骗敌方激光制导武器。激光有源欺骗干扰技术可分为回答式和同步转发式两种。

回答式干扰是对接收到的敌方激光制导脉冲信号进行精确的重频测量和编码识别等信息处理,根据接收到的第 1 组激光编码脉冲,同时考虑激光干扰机的出光延迟时间,精确地复制出与敌方激光制导信号重频与编码完全一致的干扰脉冲,严格超前同步触发激光干扰机向预设的假目标发射欺骗干扰脉冲,从而将敌方激光制导武器引向假目标[6]。同步转发式干扰是对从激光告警装置接收到的激光脉冲信号自动地进行放大,并由激光干扰机进行转发,从而产生出激光欺骗式干扰信号。

这两种干扰方法的区别在于:回答式干扰要求激光的出光延迟时间响应极短,以使干扰脉冲能落入导引头的选通波门内;而激光干扰机的输出功率要远远超过敌方激光导引头所接收到的目标反射信号功率。同步转发式干扰要求干扰激光器的重复频率高、出光延迟尽量短,使激光干扰信号能落入激光制导系统的时间波门内。回答式干扰则要求激光器重复频率高,脉冲参数变化范围宽,主要参数稳定性佳。一般在实战中多使用这两种干扰的综合技术。

激光欺骗式干扰系统由有源干扰分系统、激光告警分系统、激光干扰发射机及漫反射假目标组成。激光告警分系统的主要功能是探测激光威胁信号及其方位,并确定激光器的工作波长。有源干扰分系统由信号分选器、测量重频器、编码处理器及同步转发器组成。信号分选器对激光告警分系统接收到的脉冲信号,先依据多个激光威胁源的不同方位进行分选,然后对同一方位的多个激光威胁源,进行重频分选;对于分选后的单目标脉冲信号,经高精度重复频率测定,识别编码方式,最后同步转发。激光干扰机发射的激光干扰信号的工作波长、脉宽、脉冲重复频率及编码脉冲的码型要与激光威胁信号完全一致。光学假目标是将接收到的激光干扰机的光束能量向半球状空间辐射,并将角度欺骗信号引至导引头角跟踪系统。设置光学假目标是有待解决的难题。

激光有源欺骗式干扰之关键技术有:(1) 灵敏度高、角分辨率高、虚警率低、探测波长范围宽、动态范围大的先进激光告警技术;(2) 不同方位多激光威胁源信号的分选技术;(3) 同方位多威胁源重频分选技术;(4) 高精度测定脉冲重复频率技术;(5) 编码(3 位码,1 位码,10 位码,6 位码及伪随机码) 识别技术;(6) 延迟补偿及同步转发技术;(7) 输出能量大、重复频率高、出光延迟短、脉冲参数变化范围宽,主要参数稳定性好的高性能激光器技术;(8) 设置光学假目标技术[2]。

设置假目标的要求是:(1) 假目标(诱骗用激光器) 离真目标的距离要大于导弹落点的杀伤半径,并处在导引头捕获的视场中;(2) 诱骗用激光束通过假目标反射,在入侵方位上的激光辐射亮度要大于敌方入侵激光束在真目标上反射激光束的辐射亮度,以便能有效地将入侵导弹诱骗至假目标上;(3) 诱骗用激光器的数量及每个诱骗用激光器的激光束发散角的整体效果应能包括可能入侵的所有方位。

激光制导欺骗干扰的主要特点:(1) 相关性。(a) 特征相关性。激光干扰信号与被干扰目标的工作信号在特征上必须完全相同,这是实现欺骗干扰的最基本条件。信号特征,包括激光的波长、体制(连续或脉冲) 、脉冲编码特征、脉宽、能量等级等激光特征参数。(b) 时间相关性。激光干扰信号与被干扰目标的工作信号在时间上相关。这要求干扰信号与被干扰目标的工作信号在时间上同步或包含有与其同步的成分,这是实现欺骗干扰的必要条件。(c) 空间相关性。激光干扰信号与被干扰目标的工作信号在空间上相关。干扰信号必须进入被干扰目标的信号接收视场,才能达到有效的干扰目的,这是

版权所有©《激光技术》编辑部

实现欺骗干扰的另一个必要条件。(2) 低消耗性。激光欺骗式干扰以激光信号为诱饵,除消耗少量电能外,几乎不消耗任何其它资源,干扰设备可长期重复使用。

2 激光致盲干扰

激光致盲压制式干扰是指利用高功率(大能量)激光干扰各种军用激光系统的光电传感器或光学系统,使之饱和、迷盲,以至彻底失效,从而极大地降低武器系统的作战效能。

激光致盲武器既可说是一种主动式的激光干扰设备,亦可认为是一种软杀伤的战术激光武器。它不仅可用于对付作战人员的眼睛、可见光观瞄器材,亦可有效地干扰各种光电制导武器及光学跟瞄/测距系统。只要干扰强激光能够进入对方的光学接收系统,并被会聚到光电传感器上,则不管对方武器系统是否处于加光电传感器工作状态,都可利用其高热量,或强冲击力将其损坏。

激光致盲干扰中的关键技术主要有:(1) 精密跟踪瞄准技术。由于激光致盲干扰设备所用的激光束为强激光束,因此,所用的设备必须具有很高的跟踪瞄准精度。(2) 高能量、高光束质量激光器技术。高能量、高光束质量激光器是强激光干扰系统的核心。强激光干扰系统通过激光器发射强激光实现对目标的干扰和破坏。强激光干扰系统中应用最多的激光器是波长 1.06μm 的 NdYAG 板条激光器和波长 10.6μm 的 CO_2 激光器,以及波长 3.8μm 的 DF 激光器。一般选用非稳谐振腔设计技术,是提高激光光束质量的有效方法。(3) 重量轻、抗辐射激光束控制发射技术。强激光发射天线是干扰设备中的关键部件,它起到将激光束聚焦到目标上的作用。发射天线通常采用折反式结构,反射镜的孔径越大,出射光束的发散角越小。然而,孔径过大,制造工艺困难,也不容易控制。反射镜制作还应考虑重量轻、耐强激光辐射等问题。(4) 激光大气传输效应及自适应光学技术。大气对激光会产生吸收、散射和湍流效应,对于强激光,大气和激光的非线性作用会使激光发生漂移、扩展、畸变或弯曲。大气对强激光传输的影响,采用自适应光学技术,对这种影响进行部分处理和补偿,可使大气对激光传输的影响减少到最低限度。

自上世纪 70 年代末以来,西方各国,特别是美国与西德,十分重视这类软杀伤战术激光武器的发展,他们把发展激光致盲武器作为整个激光武器发展过程中的一个重要阶段。认为应该把激光武器的发展重点放到能在光电对抗、反飞机和反精确制导武器方面发挥重要作用的中等功率的战术激光武器上。由于激光致盲的非杀伤性特点,它仅能使导弹的敏感器件失灵或使人致盲。目前,国外部分国家已装备部队,如英国海军自 80 年代起已在其舰船上装载了激光武器,并在英阿马岛海战中使用,曾使飞机驾驶员致盲,失去作战能力。美国亦在大力发展非杀伤性的激光枪和激光炮,并进行了诸种试验。激光致盲武器作为一种主动式对抗装备,可有效地干扰舰艇上的光电探测设备及光电制导的反规导弹。激光致盲武器是本世纪海战中一种颇为有效的光电对抗武器装备。

美国激光致盲武器的研制与开发工作迄今已达到颇为成熟的程度,从便携式至车载、机载及舰载,种类繁多、功能齐全且性能先进。英国研制的激光致盲武器由激光发射器、双目测距仪、电视摄像机及电气机柜等组成。瞄准跟踪较为简便,激光器装在三角架一类的简易支架上,采用人工瞄准,以脉冲式工作,发射蓝色激光束(采用 Nd YAG 倍频激光器),对飞行员的致盲距离约为 2.75km。这种武器的主要作用是使飞行员眼睛严重受损乃至失明,致使其丧失作战能力。俄罗斯目前也在研制开发性能更为先进的新型激光致盲武器装备。

3 激光致眩干扰

激光致眩武器是一种能量较低的激光干扰武器,在远距离上,它所发出的激光能量对人的皮肤没有什么损害。但对人眼的视网膜烧伤或严重受损。如果人眼的受损面积小,会影响人的精确观测或瞄准的能力。假若受伤范围稍大一些,则观看东西将会模糊不清。也会使参战人员造成恐慌,影响其观测、瞄准及作战行动。由于激光致眩武器中的望远镜和望远式瞄准镜具有聚光作用,通过其观测的参战人员受到激光致眩武器攻击时,其受伤程度要比用裸眼观测者严重得多。目前,美国、俄罗斯、英国等北约盟国正在加紧研制可使战场上敌方参战人员双目致眩并导致神经性疾病的新一代激光武器。美国陆军致力于研制便携式激光武器。一种称为“致眩器”的激光致眩武器,以翠绿宝石激光器为基本部件,由一组镍锡电池供电,装有折叠式枪托,使用望远式瞄准镜瞄准,抵肩发射。它可以使敌方参战人员暂时产生闪光盲。由美国麦克唐纳尔·道格拉斯(McDonnell Dougfas) 公司为美国陆军研制的“眼镜

版权所有©《激光技术》编辑部

蛇”激光致眩武器,是以一种体积更小、工作更可靠、功率更大的固体激光器为基础,可在不同的波段工作,能躲过激光防护装置,作用距离为 1km。

英国从 1981 年就由英皇家信号与雷达研究院和海军研究共同研制这种激光致眩武器,并被装在参与马岛海战的英国部分舰船中。马岛海战后不久,这种武器又被装备在波斯湾水域执行任务的英护卫舰和一些补给舰中。

舰载激光致眩武器尽管在马岛海战中崭露头角,但它在当前和未来的舰船防空中却难有用武之地。由于近年来高制导精度的反舰导弹发展很快。因此,包括飞机的在内的敌方武器平台往往在激光致眩武器作用距离之外就已发射导弹,而根本不会出现致眩飞机驾驶员的机会,即反舰导弹已构成舰船第一威胁,而激光致眩武器对其无能为力;其次,激光致眩武器发射人眼可见的蓝光,容易暴露自已,因而在光电对抗中处于被动地位。

与之相比,由于反舰导弹对舰船的威胁与日俱增,以破坏导弹光电寻的器为目的反导型低能激光武器却备受青睐,并将完全取代激光致眩武器。美国海军制定的舰载反导型低能激光武器研制计划,将采用工作在中红外波段的钇铝石榴石高效率固体激光器,据称,这种激光器不仅保密性好,而输出能量足以破坏反舰导弹的红外寻的器。尽管如此,英国皇家海军激光致眩武器仍以世界上首次参战的激光武器被载入激光武器的发展史册。

4　激光干扰预警卫星技术

激光干扰预警卫星是激光有源干扰技术的一个应用。用低能激光干扰与致盲光电侦察卫星上的光电传感器的方法,可对抗预警卫星[7]。地基反卫星激光系统可对侦察卫星上的特定瞄准点进行精确的射击,使星载光电设备由于热损伤而失效。当激光器与侦察卫星上光电传感器工作波长相同,激光束位于传感器视场内时,传感器就可因饱和而遭破坏。具备反卫星能力的地基激光系统中的激光器必须能在较长的工作时间内产生所需的功率值,并有良好的光束质量。一般而言,地基反侦察卫星激光武器的作用距离为 500km～1000km[8],激光武器的平均功率最高需 1MW 以上。但根据美国的最新试验,几十瓦至几百瓦的激光功率,也能有效干扰军事侦察卫星。目前,美国已在天基、空基和地基发展激光武器摧毁卫星,并具备一定程度的激光干扰卫星的能力。例如:美国空军正在利用机载激光武器 ABL 作为反卫星武器[9],目前 ABL 系统采用化学氧碘激光器,空军认为他们将会摧毁距地球表面321.8km以内的卫星,把机载激光器部署在一个卫星必须从其上方经过的精确位置上[10],则它能依靠自身的能力摧毁大多数低轨卫星。俄罗斯的强激光干扰卫星技术在苏联解体之前,已具有相当雄厚的技术基础。座落在萨雷沙甘的地基激光器,已使美国的一些卫星出现暂时迷盲。通过提高激光器的功率,可使卫星产生过热或甚至损坏卫星,摧毁卫星;另一种方法是将激光器放置在高空飞机或卫星上以降低大气的影响,强激光可在太空自由传播,不受大气吸收和扭曲的影响。据报道,在太空轨道上俄罗斯有 6 个干扰卫星高能激光器在运行[11]。

5　结　语

目前,激光有源干扰技术越来越受到军事部门的关注。主要应用于损坏敌方的光电探测、侦察、火控、导航及制导装置。用强激光干扰装置对付精确制导武器,发挥快速及灵活的优势,必将在防御、保护作战舰队、大型舰艇及重点军事设施等方面发挥重要的作用。采用强激光束直接摧毁任何来袭目标亦指日可待。在光电子信息化的现代战争中,利用激光武器直接用于摧毁飞机和舰船等的高能激光武器必将引起军事上的变革。

版权所有©《激光技术》编辑部

参　考　文　献

[1] 侯振宁. 激光有源干扰原理及技术 [J]. 光机电信息,2002,21(3):4～6.

[2] 付　伟. 激光测距距离欺骗式干扰技术 [J]. 红外与激光工程,1997,26(1):61～64.

[3] 蒋庆全. 激光有源干扰技术探析 [J]. 现代防御技术,1997,31(6):46～48.

[4] 蒋庆全. 舰载激光有源干扰技术发展述评 [J]. 舰载武器,2001,32(1):43～45.

[5] 付　伟. 激光欺骗式干扰技术 [J]. 激光与红外,1998,28(3):140～143.

[6] 房玉广. 坦克载激光干扰设备 [J]. 光电对抗与无源干扰,1998,15(1):28～30.

[7] 任　宁,秦凤英. 国外激光对抗预警卫星的技术浅析 [J]. 光电对抗与无源干扰,2003,69(1):12～14.

[8] 李振国,赵勋生. 激光对抗技术与装备概述 [J]. 光电对抗与无源干扰,1999,27(4):11～13.

[9] ZHENG Q F,SANDOR Z D. Model-based target recognition in ladar imagery [J]. SPIE,l999,3380:343～351.

[10] DEBORA E M,CHARLES L M,STANLEY R C. Application of HI-CLASS (high performance CO_2 Laser radar surveillance sensor) laser system for active imaging of space objects [J]. SPIE,l999,3380:243～249.

[11] YOSHIKADO S,ARUGA T. Feasibi1ity study of synthetic aperture infrared laser radar techniques for imaging of static and moving objects [J]. App1 Opt,l998,37(24):5631～5639.