



激光告警与激光干扰技术的发展^{*}

淦元柳 李朝荣

(空军驻锦州地区军事代表室 锦州 121000)

摘要 激光告警与激光干扰技术在现代战争中发挥着越来越重要的作用。文章介绍了国外激光告警与激光干扰技术的发展历程以及装备的研制、改进情况,指出了在现代战争中发展激光告警与激光干扰技术的优势和重要性,重点探讨了几种激光告警与激光干扰技术的性能及其特点,最后论述了激光告警与激光干扰技术的发展动向与分析。

关键词 激光告警; 激光干扰; 发展

中图分类号 TN97

Development of Laser Alarm and Laser Interference Technology

Gan Yuanliu Li Chaorong

(Military Representative Office of Air Force in Jinzhou, Jinzhou 121000)

Abstract The laser alarm and laser interference technology plays more and more roles in the war today. The process of development of the laser alarm and laser interference technology abroad and equipment in some countries in the world and its modification are described. The technique performance and properties of several laser alarm and laser interference technology seekers are analyzed, and development trend and analysis of the laser alarm and laser interference technology are discussed.

Key Words laser alarm, laser interference, development

Class Number TN97

1 引言

目前,功率小型化的激光器,可用于对地面/机载光电传感器进行软硬损伤的战术激光武器系统;大功率激光器可以对飞行中的飞机/导弹甚至卫星光电传感器进行硬破坏。便携/小型化高分辨率激光雷达,不仅可以对几公里之外的飞机、坦克等目标进行高分辨率成像,还可发现十几公里以外隐蔽的光学观瞄器材,并对其精确定位。激光/光电制导武器的精度越来越高^[1]。

面对战场上日益增长的激光威胁,为了保护自身目标的安全,大力发展激光告警与激光干扰技术已势在必行。

2 激光告警

激光告警设备是一种用于截获、测量、识别敌

方激光威胁信号并实时告警的光电侦察设备。通常装载在飞机、舰船、坦克及单兵头盔上,或安装在地面重点目标上,对激光测距机、目标指示器、激光驾束制导照射器、激光雷达、激光制导武器的激光信号进行实时探测、识别和告警,以便载体适时地采取规避机动或施放干扰等对抗措施^[2]。

激光告警设备按探测工作原理分为光谱识别型、成像型、相干识别型、全息探测型激光告警设备。

2.1 光谱识别型

光谱识别型激光告警接收机接收激光能量的方式大致有两种,即接收大气气溶胶散射的激光能量或直接拦截激光束。

1) 散射探测式激光告警设备。它是通过接收目标表面、地面、大气气溶胶等散射的激光辐射来实现激光探测和告警。在协同作战中探测这种散射光可实现对临近车辆受到激光威胁的告警。

* 收稿日期:2010年8月2日,修回日期:2010年8月31日

作者简介:淦元柳,男,高级工程师,研究方向:电子工程技术。

这种探测器装在车顶, 视场向外、向下展开, 好像一个锥形的罩子, 将车辆完全罩住。它在垂直面上的视场宽度为 6° , 范围是 $-7^\circ \sim 13^\circ$; 在水平方向上的视场为 360° 。来自任何方向、射到车辆任何部位的激光辐射, 都必然要穿过这“罩子”。当激光束穿越罩子时, 大气气溶胶散射的激光能量就能被探测器接收到。这种散射探测方式可以有效地警戒敌方激光束的照明, 但不能确定激光源的方位。英国马可尼公司研制的空间散射光探测器, 有八个光口围成一个圆形, 在入光口中有栅极、折射镜、物镜及探测器等。

2) 拦截探测式激光告警设备。采用拦截探测方式, 可实现对激光源的定位。多探测器拦截警戒就是一种比较简单的、可实现对激光源定位的拦截探测方式, 通常由若干个分立的光学通道和电路组成。这种接收机探测灵敏度高, 视场大, 且结构简单, 无复杂的光学系统, 成本低, 但角分辨率低, 只能概略判定结构入射方向。例如, 挪威 Simrad 和英国 Lasergage 公司研制的 RL1 型激光警戒装置, 它由探测头和车内的显控器两个部分组成。探测头由 5 个硅光电二极管探测通道组成, 水平方向均布 4 个, 分别接收来自不同方向的激光辐射, 每个探测器的视场均为水平 135° , 垂直 $-20^\circ \sim +67.5^\circ$, 相邻二光学通道的夹角均为 90° , 可以探测到水平 360° 范围的激光辐射。相邻视场重叠 45° , 角分辨率 45° , 它们的相互位置关系, 将整个水平视场均匀地分成八个象限。于是, 根据某个或某两个探测器接收到的激光辐射, 就可确定激光源所在的象限。第 5 个探测器是垂直方向探测器, 垂直通道的光轴指向车顶, 视场 135° , 与水平方向的通道组合, 覆盖垂直的 110° 空域, 探测来自上方的激光辐射。该设备可用于对红宝石激光器、GaAs 激光器和钕激光器的告警。其主要技术指标为: 探测波段 $0.66 \sim 1.1 \mu\text{m}$, 虚警率小于 1000h 一次。该接收机的角度分辨率较低, 只能概略判定激光入射方向, 主要用于对定向精度要求不高的场合。探测器附近的物体造成的二次反射往往会引起错误定向。为使入射方向不致定错, 必须采取有效的二次反射抑制措施。

2.2 成像型

成像型激光告警设备通常采用鱼眼透镜和红外电耦合器件 (CCD) 器件或 PSD (位置传感探测器) 器件, 优点是:

1) 视场大。采用鱼眼透镜可实现全空域的凝视监测, 不需扫描, 不存在由扫描而可能引起的漏探测。降低覆盖空域, 减小视场后, 它可使定向精

度达 1mrad 左右。

2) 角分辨率高。采用 CCD 成像器件, 像元尺寸小 (μm 级), 为精度定位提供了先决条件。

3) 虚警率低。采用双光道和帧减技术, 消除了背景干扰, 突出了激光信号, 大大降低了虚警率。

缺点是光学系统复杂, 只能单波长工作且成本高, 难以小型化。

美国研制的激光寻的和警戒系统“拉赫韦斯” (LAHAW S) 是成像型激光告警设备。该系统采用了 100×100 面阵 CCD 成像器件及双通道消除背景措施, 其工作原理为: 由鱼眼透镜把会聚的光通过 $4:1$ 分束镜分成两个光学通道, 80% 的光能通过窄带宽滤光片, 进入 CCD 摄像机的靶面, 其余 20% 再经两块分束镜和窄带滤光片进一步分成 $1:1$ 的两条光学通道, 各自进入一个 PIN 硅光电二极管探测器中, 其中一个通道包含激光和背景信号, 另一通道只包含背景信号, 经相减放大, 把 PIN 光电二极管的输出, 经差分放大和高速阈值比较器处理后, 区分出背景照明和激光辐射, 产生音响及灯光指示。光电二极管有输出信号时, CCD 面阵输出的视频信号进行模数变换和数字帧相减处理, 消去背景, 突出了激光光斑图像, 由计算机解算出激光源的角度信息送火控系统或对抗系统, 并在显示器上以亮点的形式显示出来。光路中采用了光学自动增益控制以防强光饱和。LAHAW S 激光告警系统主要技术指标是: 工作波长 $1.06 \mu\text{m}$; 警戒空域方位 360° 、俯仰 $0^\circ \sim 90^\circ$; 定向精度 3° 。

2.3 相干识别型

相干识别是目前测定激光波长的最有效方法。激光辐射有高度的时间相干性, 故利用干涉元件调制入射激光可确定其波长和方向。相干识别型激光告警设备用法—珀或迈克尔逊干涉仪光学系统给入射激光造成相干条件, 利用形成的干涉条纹间距确定入射激光的波长, 利用干涉图的横向位移量确定入射激光方向。特点是可识别波长且识别能力强, 虚警率低, 视场大, 定向精度高。采用相干识别型激光告警设备, 不仅可以区分激光和非相干光, 而且可以测出入射激光的参数, 如波长、入射方向等。利用法—珀干涉仪和迈克尔逊干涉仪原理的激光告警设备, 是目前比较实用的相干识别型激光告警设备。前者用法—珀干涉滤光器和光电二极管作探测器; 后者用球面迈克尔逊干涉仪和面阵 CCD 摄像机探测激光产生的同心圆环。它们共同的特点是识别能力强, 能探测激光波长和虚警低;

不同点是前者视场大、定向精度高。

2.4 全息探测型

全息探测型激光告警设备。该型告警器采用全息象限透镜,它是专门设计的暴光系统产生的全息光学元件,它分为四个象限。全息象限透镜是一种分成任意个象限的全息光学元件。它可以把入射到不同象限上的激光辐射分别成像在特定位置上,成像的位置仅由被照明的象限所决定。利用全息象限透镜确定入射激光的波长和入射方向,物镜将入射的激光会聚到位于其后焦平面处的全息象限透镜的某个象限上,全息象限透镜将激光辐射会聚到与这个象限相应的点探测器上。从而确定了激光源所在的象限。

全息场镜将入射在其上的辐射分成4束,同时成像在4个探测器上,在每个探测器上形成光点的大小,与光辐射在场镜上的入射位置成比例。全息场镜在4个探测器的光敏面上按其光斑偏离光轴中心的不同位置形成光能强弱不同的光点,使4个探测器产生不同的输出信号,将探测器输出信号反馈给由求和线路、求差线路、除法线路构成的电子系统中进行处理,就可以确定光斑在全息场镜的位置,而光斑位置是激光束入射角的函数,因此,根据4个探测器的输出,可以非常准确地确定光源方向。

3 激光干扰

激光干扰技术,主要分为激光有源干扰和激光无源干扰^[3]。

3.1 激光有源干扰

激光有源干扰首先是以欺骗式干扰的形式出现的,它需要的激光功率不高,技术上比较容易实现。激光有源欺骗干扰主要是指角度欺骗和距离欺骗。角度欺骗是通过截获激光制导目标指示器的信号并进行复制,形成激光有源假目标,将激光精确制导武器引到假目标上来。激光距离欺骗是对精确制导武器载机测距信号进行干扰,使其不能获取目标的真实距离信息,从而不能对目标进行准确攻击。

激光有源干扰目前发展最快的是压制式激光干扰技术,它是随着大功率激光系统的出现而发展起来的,又分为以损伤光电传感器为主的激光致盲武器和具有硬摧毁能力的战术激光武器两类。

利用高亮度激光束干扰或破坏人眼视觉和各种武器装备中的光电传感器的战术武器统称之为激光致盲武器。它具有发射时无后坐力,打击精度高,发射成本低以及软杀伤等特点。激光致盲武器

是现代战争中一种有效的光电对抗武器,也是一种新型压制兵器,具有一定的威慑力量,因而引起了各国军方的极大关注。

近年来,激光反卫星光电传感器技术更加受到各国的重视。美国1997年进行了激光对卫星光电传感器干扰实验,利用地面大功率激光干扰低轨道卫星传感器。实验表明,利用激光干扰/破坏卫星光电传感器是可行的。依据实验数据,目前美国已经具有对中低轨道的卫星光电传感器进行硬破坏的能力。另外,前苏联在大功率激光技术方面与美国的相当,据报道已经研制成功了可以用于破坏卫星光电传感器的激光武器系统。可以预料,激光反卫星技术,作为信息化战争的一种威慑手段将在未来一段时间得到迅速发展。

3.2 激光无源干扰

激光无源干扰主要是指烟幕和伪装等。无源干扰作为廉价、有效,可以大量装备的干扰手段越来越受到各国的重视,美、英、俄等国家近几年更是投入了大量经费用于研制新型无源干扰设备。如美军研制的地面车辆发烟系统可以产生大面积的烟幕,能提供90分钟的可见光遮蔽和30分钟的红外遮蔽,目前正在改进,增加毫米波遮蔽能力。烟幕布放系统通常与激光告警器同时使用,当有激光威胁时及时告警,并立即放出烟幕阻挡激光辐射。目前,国外已经将这种对抗手段装备到坦克、战车、舰船和飞机上。

激光欺骗性干扰对抗系统的任务是,发射与威胁激光束特征参数(包括工作波长、重复频率、脉冲宽度、编码方式等)完全相同的干扰激光束,投射到假目标上,从而以假乱真,诱骗激光制导导弹偏离真目标,射向假目标。根据产生激光干扰信号方法的不同,分为转发式干扰和应答式干扰两种。转发式干扰是将系统中激光告警机接收到的激光威胁信号自动放大,并由激光干扰发射机进行转发,从而产生激光欺骗性干扰信号。应答式干扰是将系统中激光告警机接收到的激光威胁信号存储和再现,由此产生激光欺骗性干扰信号。在一个系统中,上述两种干扰方式通常结合使用。

对激光制导武器欺骗式干扰的预期效果是产生假目标,以假乱真,欺骗或迷惑激光制导航空炸弹和空地导弹,使其成为盲弹。

美陆军的州/GLQ-13车载激光对抗系统采用模块化结构,可保卫各种规模和形状的地面重要目标,并能通过自检设备而独立工作。据分析,该系

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。

英国通用电气—马可尼航空电子设备公司研制的 405 型激光诱饵系统, 用来诱骗激光制导武器, 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, 以将激光制导武器引向诱饵。

4 发展动向

1) 诺·格公司提前交付机载激光水雷探测系统。诺·格公司网站 2010 年 1 月 11 日报道: 诺斯罗普·格鲁曼公司向美国海军交付了首批第二阶段低速初始生产 (LRIP) 的激光水雷探测系统 (ALMDS), 比预定日期提前了 6 周。

ALMDS 可迅速探测和定位水面和近水面停泊地雷, 使它们能够在对美国及盟国的军事和商业船只造成破坏前被拆除。ALMDS 安装在 MH-60 直升机左舷, 使用脉冲激光和装在外吊舱的条纹管接收器绘制整个海洋近表面三维图像。该 ALMDS 系统能够昼夜作业。

最终, ALMDS 系统将同诺斯罗普·格鲁曼公司正在研发的快速机载扫雷系统 (RAMICS) 一同作业。RAMICS 系统将获取由 ALMDS 系统传送的水雷位置信息, 然后通过其 30 毫米炮解除水雷。它也可在直升机上操作。

诺斯罗普·格鲁曼公司位于墨尔本的工厂负责生产机载反水雷, 并正在研发或制造美国国防部 4 项机载反水雷 (AMCM) 传感器项目。

2) 激光定向红外对抗系统成功挽救多架面临防空导弹威胁的直升机。美国《每日航宇》2010 年 1 月 8 日报道: 美陆军负责人表示, 首架 CH-47D 在经历多种红外制导防空导弹攻击后仍得以幸存, 该直升机刚刚完成激光定向红外对抗系统改进。美国陆军负责红外对抗 (IRCM) 的产品经理皮克林表示, “支奴干” 在应对多种红外制导便携式防空导弹这一复杂战场环境方面是很成功的。阿富汗和伊拉克极端分子攻击的主要目标就是美国陆军的 CH-47D “支奴干” 重型运输直升机, 这种直升机可以搭载 30 名士兵和重要的军事设备。皮克林表示, “对于极端分子的攻击行动来说, 击落一架直升机将是巨大的胜利。搭载 30 人的 ‘支奴干’ 若被击

落将是一个轰动全球的新闻。如果每周被击落一架并持续 6 周, 那么意味着战争即将结束了。”

由于“支奴干”飞行升限高, 正好适应了阿富汗高山较多的地形特点, 因此“支奴干”在阿富汗使用的数量很大。美国陆军在阿富汗现已装备了 13 架升级的“支奴干”, 伊拉克先前也已装备了一架升级过的“支奴干”。驻扎在伊拉克和阿富汗那些未进行升级的“支奴干” 机队将在阶段性维护期间完成升级工作。配备有新型防护系统的升级直升机飞行时间已超过 1000 小时。先进威胁红外对抗系统 (ATIRCM) 是旋翼机应对作战威胁的分层防御的重要组成部分, ATIRCM 中包含了激光设备。皮克林表示, 我们有能识别出导弹类型的告警系统, 我们也有能对抗红外导弹的曳光弹, 以及配有激光器并能击毁任何现役红外导弹的 ATIRCM, 但我们也知道将来会出现更大、更好的导弹。《航空周刊》从其他陆军官员那获知, ATIRCM 可以对抗俄罗斯研制的 SA-16, 尽管现在黑市上已经在出售 SA-18, 但在作战中还没遇到 SA-18。在阿富汗, “支奴干” 作战高度较高的特点已变得非常重要, 重型运输平台的需求使它们更易成为被攻击的目标。BAE 系统公司负责生存力和防护的首席技术官员表示, 我所看到的能保持我们警醒的一个倾向是许多低技术武器的使用, 尤其是在像阿富汗这样复杂、非对称威胁环境下。任何人在互联网上花费 1 万美元就可以买到激光测距仪、夜视仪或微光热成像硬件, 而且极端分子一点也不缺钱。当他们将这些高技术传感器和低技术武器相结合, 就会很明显地提高攻击效率。应对这些威胁对于我们来说是真实的挑战。装备 AN/ALQ-212(V) ATIRCM 是美国陆军 2008 年 7 月预定的第一波快速反应能力的一部分, AN/ALQ-212(V) 包括用于发现敌方防空导弹的红外传感器和用于迷惑红外导引头并使其偏转的激光干扰机。更好的是, 通过使用威胁信号的系统库, ATIRCM 可以控制一束经过调制的干扰能量去误导或压制特定的敌方导弹的导引头^[4]。

3) Elbit 系统公司为以色列和北美客户提供激光系统。Elbit 公司网站 2010 年 1 月 22 日报道: Elbit 系统公司 (ESLT) 今天宣布, 它已经获得价值总额约 5, 000 万美元的合同, 为以色列国防部和北美客户提供不同类型的激光系统。公司将为以色列国防部提供激光系统, 而为北美两个不同客户提供机载激光系统。Elbit 系统公司的下属 Elop 公司收到这份订单, 并要在未来两年内交付。

Elop 公司是世界领先的先进激光技术开发商,研发二极管泵浦激光器和光纤激光器应用解决方案,如激光指示符、激光雷达以及基于激光的空中防御系统。这些技术促使高品质小巧轻便的激光系统得到广泛应用。

Elop 公司经理 Adi Dar 说:“我们亲眼目睹了先进激光系统的需求不断增加,这主要是由于高精度识别能力,防止附带损害。除了供地面部队使用的激光系统外,我们已注意到机载激光指示符的需求也日益增长。”

4) 诺斯罗普·格鲁曼公司演示用于美陆军红外对抗系统的光纤激光接口。诺斯罗普·格鲁曼公司网站2010年4月14日报道:诺斯罗普·格鲁曼公司成功将一个中红外传输光纤耦合激光器整合到红外自保护系统,该系统是为美国陆军通用红外对抗(CIRCM)项目所研发的。诺斯罗普·格鲁曼公司演示了系统的增强型模块化开放系统架构(MOSA)。

通用光纤接口机载环境的不断研发将大大促进未来激光或干扰头的技术升级。整个系统设计从下往上采用 MOSA 接口,让战士更灵活地连接到平台的其他线上替换单元(LRU)和升级独立组件,而不用替换整个系统。

到目前为止,诺斯罗普·格鲁曼公司已交付超过2000个IRCM发射器,该公司的定向红外对抗系统是目前唯一的此类飞机保护系统,保护大约50种不同类型飞机免遭热导导弹攻击。该系统通过自动探测导弹发射,确定是否对飞机构成威胁,并激活高强度激光对抗系统,以跟踪和击毁导弹。

5) 美国海军将发展半导体激光器技术以对抗红外制导武器。美国《军用航空航天电子学》网站2010年5月19日报道:美国海军正在积极探索多波长直接宽带隙半导体激光器技术,该技术可干扰精确制导武器中的红外传感器。海军研究办公室(ONR)上周授予 Daylight Solutions 公司一项140万美元的合同,研制可对抗红外制导武器的激光器。这种激光器可干扰现役红外制导武器中波长在1~2.3~5和8~12 μ m的扫描和焦平面阵列成像传感器。Daylight Solutions 公司主要从事量子级联激光器(QCL)探测和成像系统的研究,尤其在外腔量子级联激光器(ECQCL)方面具有一定的技术优势^[5]。

6) 美国通用动力公司为激光能量公司生产非致命激光致眩器。美国《军用航空航天电子学》2010年6月18日报道。美国通用动力公司装备和专用产品部获得了一份价值260万美元的合同,将

为美国激光能量公司生产一种名为光学战斗技术的新型非致命激光致眩器。

该系列激光致眩器产品分为守护者(Guardian)和防御者(Defender)两种型号,分别为军用和执法部门设计,用于可选用非致命武力的场合。这种激光致眩器发射连续的调制绿色激光束,能够在瞬间临时削弱威胁目标的视觉和感知能力。该产品依赖标准电池供电,重量轻,操作舒适。这种激光致眩器采用了专利距离可调激光器,可在1~2400m的距离上使用(视型号而定)。

据通用动力公司装备和专用产品部官员称,这些手持式非致命武器系统使用安全,可在各种环境下有效阻止敌对活动,适用于反恐行动和安保领域。本次合同内容将在通用动力公司位于北卡罗来纳州Charlotte市的工厂进行,预计将于本月启动。

7) 美国海军机载激光水雷探测系统成功进行首次试飞。中国船舶综合院2010年6月30日综合报道:6月8日,美国海军在位于巴拿马市的海军水面战中心成功进行了机载激光水雷探测系统(ALMDS)的首次系统升级飞行试验。

2010财年,美国海军共计划进行该系列试验44次,本次是系列试验中的第一次。这次试验标志着长达一年之久、为提升ALMDS探测性能而进行的多相位软件/算法升级正式完成。

在过去的一年中,来自政府部门和工业部门的技术团队极大改善了ALMDS的自动目标识别算法,从而显著提高了系统性能。首次试飞获得成功也成为了一次意义非凡的里程碑式的事件,为美国海军2011财年进行项目的作战评估做好了准备工作。

随着今年成功进行各项性能的演示,ALMDS将在2011财年初开始进入最终开发试验阶段,2011财年末进入作战评估阶段,在2012财年的第一季度实现初始作战能力。

AN/AES-1 ALMDS是一种利用机载激光器来进行水雷反制措施的一种武器系统,覆盖范围极大,搭载平台为MH-60S直升机。该系统利用条纹管成像装置以及激光定位器(LIDAR)来探测、区分并定位漂浮在海面或近海面的系留水雷。ALMDS是反水雷战中的关键组件,同时也是近海战斗舰(LCS)的重要装备。

5 发展分析

激光告警与激光干扰技术的发展趋势:全波段、复合告警、激光致盲干扰等^[6]。(下转第60页)

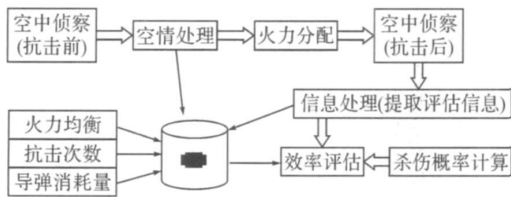


图 2 火力分配效率评估过程

5 结语

以往人们研究火力分配模型, 都是基于空中目标威胁度和射击有利度, 用规划或遗传算法进行火力分配。本文基于防空作战效能和导弹消耗进行火力分配, 结合算例并对模型进行验证。这种做法, 更容易被人们所接受, 给指挥员火力分配提供了参考。

(上接第 19 页)

1) 全波段。研制全波段激光告警器和激光警戒接收机, 使其范围覆盖可见光、近红外、中红外直至远红外波段, 并具有一定的波长识别能力。

2) 复合告警。现代战争对信息综合利用的要求使复合光电侦察告警技术应运而生。光电综合告警装备可对红外、紫外、激光不同波段的光电威胁信息进行综合探测处理, 在探测头上有机结合, 在数据处理上有效融合, 并充分利用信息资源, 实现优化配置、功能相互支援及任务综合分配。以激光驾束制导导弹为例, 它不仅表现有制导波束的激光辐射信息, 还有导弹发动机工作时的羽烟紫外辐射信息, 也有导弹自身的红外辐射信息。三种信息的综合利用不仅可以准确地探测这种导弹, 精确地指示其角方位, 判明是红外制导导弹还是激光制导导弹, 有效地剔除假目标, 显著降低虚警率, 而且能依据由不同波段获得的数据比对处理攻击目标距离信息。

一般说来, 红外/紫外复合告警是大视场紫外告警和小视场红外告警的综合。紫外告警由多个成像型探测头构成, 可对空域进行全方位监视; 红外告警则是一个小视场的跟踪系统。紫外告警探测截获威胁目标后, 把威胁方位信息传给中央控制器, 中央控制器通过控制多轴向转动装置完成对红外告警的引导, 由于导弹发动机燃烧完毕后仍有较低红外辐射量, 红外告警可对目标继续跟踪, 所以二者可以“接力”方式工作。

例如, 美国 F-22 战斗机装备的告警系统, 可利用紫外辐射、可见光、红外辐射直至毫米波实施侦

参考文献

- [1] 唐满正, 等. 防空兵作战模拟[D]. 合肥: 炮兵指挥学院, 2003
- [2] 娄寿春. 地空导弹射击控制模型[M]. 北京: 国防工业出版社, 2009
- [3] 总参谋部兵种部. 陆军防空兵射击教程[M]. 北京: 解放军出版社, 1995
- [4] 蒋里强. 防空兵作战运筹学[D]. 郑州: 防空兵指挥学院, 2009
- [5] 王凤山等. 现代防空学[M]. 北京: 航空工业出版社, 2008
- [6] 林涛, 等. 俄罗斯地空导弹兵战术[M]. 北京: 军事科学出版社, 2005

察告警; 英国普莱西雷达公司研制的复合光电侦察告警器能有效地探测红外探照灯和两种激光。

3) 激光致盲干扰。在激光软杀伤武器方面, 发展反光电传感器大功率武器系统, 可以对卫星光电传感器进行干扰、致盲, 发展机载激光干扰系统, 采用小型化激光器件, 干扰破坏寻的导引头。

6 结语

随着激光告警与激光干扰技术的不断发展, 其告警精度越来越高, 干扰效果越来越好, 在未来现代化战争或局部战争中, 对于防空反导来说, 适时运用激光告警与激光干扰技术, 就能够有效地保护自身目标的安全^[7]。

参考文献

- [1] 孙晓泉, 吕跃广. 激光对抗原理与技术[M]. 北京: 解放军出版社, 2000: 7~ 23
- [2] 柴国庆, 赵威. 1.06 μ m 激光对激光导引头压制干扰分析[J]. 光电技术应用, 2007, 22(5): 13~ 15
- [3] 诺·格公司提前交付机载激光水雷探测系统[N]. 每日防务快讯, 2010-01-19
- [4] 激光定向红外对抗系统成功挽救多架面临防空导弹威胁的直升机[N]. 每日防务快讯, 2010-01-22
- [5] 美国海军将发展半导体激光器技术以对抗红外制导武器[N]. 每日防务快讯, 2010-05-31
- [6] 范金荣, 赵文平. 激光武器及其在防空防天体系中的作用[J]. 现代防御技术, 2006, 34(5): 13~ 18
- [7] 于英杰, 刘藻珍. 某型激光导引头建模与仿真研究[J]. 系统仿真学报, 2003, 2: 158~ 160