

烟雾对抗激光弹药研究

李宗良, 邓钦

(空军空降兵学院 桂林 541003)

摘要: 对抗以激光制导为主的精确制导弹药, 已成为我地面防空部队面临的重要任务, 而烟幕干扰是对抗激光制导弹药的一种有效方法。文中分析了烟幕对抗激光制导弹药的对抗原理, 提出了烟幕对抗激光制导弹药的效能评估方法。

关键词: 激光制导弹药、烟幕、对抗原理

0 引言

在未来高科技战争条件下, 地面防空系统面临的威胁已转向巡航导弹以及防区外发射的各种远程精确制导武器, 对抗精确制导武器已成为地面防空系统最主要的任务之一, 而激光制导弹药以其命中精度高、抗干扰能力强、成本低、威力大和使用方便等优点, 已成为精确制导武器重要的组成部分。烟雾作为传统的光电对抗手段, 对激光的散射和吸收可使导引头接收的激光能量大大减少, 从而影响其制导的准确性。

1 激光制导弹药工作原理

激光制导是利用激光作为跟踪、测量和传输信息的手段, 经制导站或弹上的计算机(或计算电路)计算后, 得出导弹(或炮弹、炸弹)偏离目标位置的角度误差量, 而形成制导指令, 使弹上的控制系统适时修正导弹的飞行弹道, 直至准确命中目标。

激光制导弹药是由弹上激光寻的器接收特定编码的特定波长激光回波信号作为制导信息, 目前各国装备的激光制导弹药主要为半主动式。他是由弹外激光目标指示器发射的激光束照射目标, 弹上激光寻的器接收目标漫反射的回波信号使制导系统形成对目标的跟踪和对导弹的控制信号, 从而将导弹准确地导向目标。激光半主动制导的特点是目标指示器和弹体可以分置, 实现间接瞄准射击, 因而隐蔽性较好, 通过不同的波束编码不仅可以提高抗干扰能力, 而且可以依次照射多个目标, 实现对付多个目标的快速连续射击。但在击中目标前必须连续照射目标, 使自身生存能力受到限制, 而且在分置的情况下, 需要增设通信线路, 致使全武器系统的可靠性下降。

2 烟雾对抗激光制导弹药原理

烟幕主要通过阻止(削弱)反射回的激光或以改变激光反射方向为目的, 使激光导引头不能接收或接收错误制导信息。根据烟幕类型不同, 可以将烟幕对抗激光制导弹药的机理概括为两个方面: 一是衰减, 烟幕使激光目标指示器的激光束或目标反射的激光束的能量严重衰减, 激光导引头接收不到足够的光能量, 从而失去制导能力; 二是烟幕改变反射激光的方向, 起到假目标的作用, 使导弹被引诱到烟幕前爆炸。

2.1 烟幕对激光的衰减

烟幕对激光的衰减作用在理论上称为消光, 消光的实质就是烟幕中所含的微粒对激光的散射及吸收, 从而使入射的光能损失掉, 朗伯-比尔定律系统地描述了消光的实际意义。由激光测距方程可知, 在无源干扰情况下, 制导信号到达激光导引头整流罩的功率密度 p_r 为:

$$p_r = \frac{P_0 \cdot e^{-\mu(R_1+R_2)} \cdot \rho \cdot \tau^2}{2\pi \cdot R_1^2}$$

当导引头距离目标的距离一定时, 影响功率密度的主要参数是激光制导信号穿过烟雾的单程透过率, 它可用比尔定律来计算, 而影响透过率大小的是烟雾的质量消光截面。粒子的消光作用(散射、吸收), 主要和粒子尺寸与入射电磁辐射的波长之比有一定关系。

当烟幕微粒直径大于光波波长时, 烟幕微粒使光的分散只产生反射和折射即透射到烟幕大微粒的光, 一部分由其表面反射, 另一部分被折射。由于粒子的大小和形状不同, 使反射的角度和折射的路线也各不相同。

因而可以说在这种条件下, 散射强度随微粒的增大而减小。

当微粒直径小于光波波长时, 光的分散就具有复杂的性质。细微粒子对光的散射是由于光线对偶极子的激发而引起的, 因而在光波电磁场的影响下, 这些偶极子做振动, 便造成分子散射(即瑞利散射)。随着粒子的增大, 其散射光强度亦迅速增大, 这时形成粒子散射(即米氏散射)。通常当粒子直径大约与光波波长相当时, 散射最大。

当烟幕微粒直径接近于可见光波长时, 光的散射具有更复杂的性质。光的散射强度随波长的缩短而大大增加, 因而波长长的红色, 特别是红外线的光线被烟幕的散射最小。

但是, 实际烟幕微粒属于不均匀体系, 就是说, 它包含有一定比例大小各不相同的粒子, 所以这三种散射情况都存在, 而且是多次进行的。

2.2 烟幕对激光的引偏

当有烟幕存在并且当炸弹在烟幕上方的时候, 激光导引头就会接受到两个光斑信号: 地面目标的反射光斑和照射激光在烟幕上形成的反射光斑。一方面由于烟幕对激光在传输路径上的消光作用, 激光导引头接收到的目标反射光斑信号能量被严重减弱, 另一方面由于烟幕反射光斑对激光导引头的干扰, 在相同的作用距离上, 对于 $1.06\ \mu\text{m}$ 的激光, 烟幕反射、后向散射形成的回波激光信号与非穿透性目标(如车辆、各种固定目标等)反射的激光信号强度相比要小, 但两者基本上同属一个数量级。而烟幕对激光 $1.06\ \mu\text{m}$ 的双程衰减率达到 10^{-6} , 这样在烟幕表层上反射、后向散射形成的回波激光信号要比目标上漫反射的激光信号大 10^6 , 因此激光导引头很难判定两个光斑究竟哪个是目标的反射光斑, 甚至会出现假的光斑(烟幕反射的光斑)对导引头的诱骗现象。

一般情况下烟幕反射光斑总是先于目标反射光斑到达激光导引头, 所以导引头会接收到错误的光斑信号, 从而达到引偏的效果。

3 烟雾对抗激光制导弹药的评估方法

烟幕干扰下的激光制导弹药作战效能主要采用试验及评估的方法得到, 现有的评估方法主要有全实物仿真法、半实物仿真法和数字仿真方法。全实物仿真法与实弹靶场干扰试验相比避免了消耗昂贵的制导弹药, 试验费用和危险性也大大降低, 而且因为导引头模拟器一般可以重复使用, 所以可以进行多次重复试验, 但导引头模拟器, 无论是挂飞还是地面试验, 均不能模拟制导弹药的飞行特征, 所以无法采用。半实物仿真法虽然能对制导弹药进行有效的仿真, 但是由于其系统研制的周期长、耗资大, 组织实施也比较耗时, 所以也不宜采用。只有数字仿真法, 它不仅能满足所要求的真实性而且还能在较短的时间内获得大量试验数据, 已成为目前最为有效的评估方法。

4 结束语

总之, 采取烟幕对付激光制导弹药的攻击是完全可能的。这在实战中也不乏其例。例如, 1993年1月13日, 美、英、法3国再次轰炸伊拉克南部“禁飞区”内的地空导弹阵地时, 因天空云层较厚, 各种飞机投掷了大量激光制导炸弹, 预定攻击32个目标, 结果被击中的仅16个; 由F117飞机攻击的6个目标, 只击中2个。美国在空袭利比亚的战争中用飞机投激光制导炸弹, 因为目标区有大量浓烟, 无法进行, 不得不改用炸弹对烟云笼罩的目标区进行轰炸。

随着科学技术的发展和烟幕技术的进步, 在未来战争中, 烟幕将成为激光制导弹药最可怕的“克星”, 在纷繁复杂的未来战场上发挥更多、更大的作用。

参考文献:

- [1]黄长强. 机载弹药精确制导原理. 北京: 国防工业出版社, 2011. 23~25.
- [2]李云霞. 光电对抗与原理应用. 西安电子科技大学出版社, 2009. 23~24.
- [3]沈涛, 宋建社. 烟幕对抗激光制导武器的仿真研究. 系统仿真学报. 2008, 20(1): 1~4.
- [4]刘立群. 烟幕干扰激光制导导弹的有效性研究. 红外技术. 2009, 31(1): 1~3.