

红外辐射能量等效中心研究

刘加丛, 刘占辰, 张恒喜, 侯满义
(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:分析了红外干扰弹和目标机的红外辐射特征,根据两者的红外辐射特征,研究了红外辐射能量等效中心,提出了红外辐射能量中心轨迹和辐射强度计算方法,仿真验证了此算法的可行性。

关键词:红外干扰弹;红外辐射;等效中心

中图分类号: V246 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2006)06-0007-03

红外导弹的控制部分由红外导引头舱和舵机舱组成。红外制导导引头的红外探测器能探测到热目标,从而使导弹跟踪、截获并攻击目标。投放干扰弹是极其有效的红外对抗手段^[1],它依靠红外药柱产生一个与目标红外辐射特性类似,但能量大于目标红外辐射能量1-10倍的热源,它可将红外导弹引偏使其脱靶,来达到欺骗来袭红外制导导弹的目的。在点目标跟踪阶段,当红外干扰弹和目标同时出现在红外导引头视场内时,红外导弹跟踪红外干扰弹或者两者的等效辐射能量中心,从而确保军事平台的安全。

1 红外辐射特征

1.1 红外干扰弹辐射强度特征

当红外干扰弹被抛射点燃后产生高温火焰,并在规定的光谱范围内产生强红外辐射,从而欺骗或诱惑敌红外探测系统或红外制导系统。红外干扰弹从点燃开始到辐射强度达到额定辐射强度值的90%时所需时间称为起燃时间。由干扰弹辐射强度曲线^[1]可知,无论干扰弹起燃时间后辐射强度如何变化,在干扰弹刚燃烧时总存在一个剧烈上升的过程。在起燃时间内,各种型号干扰弹的辐射强度基本上是直线上升。假设干扰弹额定辐射强度值为 E_0 ,起燃时间为 T_r ,则起燃时间内任意时刻的辐射强度^[2]近似为 $E(t) = 0.9E_0 t / T_r$ 。式中 $t < T_r$ 。典型红外干扰弹辐射强度曲线见图1。

1.2 飞机红外辐射特征

每种飞机红外辐射特性都是各不相同的,发动机加力状态时红外辐射明显增大。为使红外干扰弹能对载机进行自卫,要求红外干扰弹燃烧时辐射的能量必须大于被保护目标的红外辐射能量,并且发出的光谱必须与被保护目标的红外光谱相近或一致^[3]。由于飞机自身的红外辐射强度是红外干扰弹的投放原则主要依据。使用红外干扰弹只满足发动机不加力时的状态。当在加力状态飞行时,不要发射红外干扰弹^[4]。

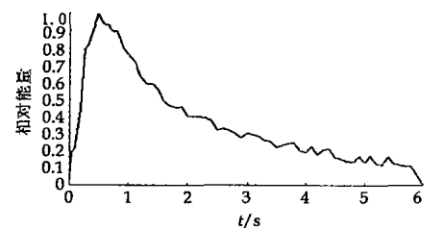


图1 典型红外干扰弹辐射强度线

2 红外辐射能量等效中心

2.1 红外辐射能量等效中心概念

收稿日期:2006-04-20

基金项目:国防预研重点项目(6140529)

作者简介:刘加丛(1972-),男,山东日照人,博士生,主要从事飞行器控制与红外技术研究;
刘占辰(1962-),男,河北石家庄人,教授,主要从事航空军械研究。

当红外干扰弹和目标同时出现在红外导引头视场内时,红外导弹跟踪红外干扰弹或者两者的等效辐射能量中心,然而红外干扰弹和目标在空间是逐渐分离的。这样由于红外干扰弹的红外辐射强度大于目标红外辐射强度,所以等效辐射能量中心偏于红外干扰弹,而且随着红外干扰弹和目标的距离越来越远,逐渐使红外导引头偏离目标机,直到目标摆脱并离开红外导引头的视场,这时红外导弹就只跟踪红外干扰弹^[5]。

2.2 红外辐射能量等效中心分析计算

2.2.1 红外辐射能量等效中心辐射强度计算

假设干扰弹和目标机在同一平面内运动,干扰弹在此平面内坐标为 (x_1, y_1) ,目标机在此平面内坐标为 (x_2, y_2) ,能量质心坐标为 (x, y) 。干扰弹辐射强度为 E_1 ,目标机辐射强度为 E_2 。红外辐射能量等效中心辐射强度为 $E = E_1\tau_1 + E_2\tau_2$ 。式中: τ 为大气的透过率, $\tau = e^{-\sigma x}$; $\sigma = \alpha + \beta$ 为大气的衰减系数; α 为大气的吸收系数, β 为散射系数; x 为红外线传输路程。

红外辐射能量等效中心辐射强度为 $E = E_1 e^{-\sigma(\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2})} + E_2 e^{-\sigma(\sqrt{(x_2-x)^2+(y_2-y)^2})}$ 。

2.2.2 红外辐射能量等效中心轨迹分析

红外导弹导引头在跟踪红外点目标阶段,当红外干扰弹和目标机同时在导弹视场内,红外干扰弹与目标机的距离相对于空空导弹红外导引头与红外点目标相比,距离很小,大气的衰减也很小,则红外辐射能量等效中心必然在红外干扰弹和目标机的直线内。红外辐射能量等效中心轨迹方程为 $(E_1/E_2) = ((x-x_2)^2 + (y-y_2)^2)/((x-x_1)^2 + (y-y_1)^2)$; $\sqrt{(x-x_1)^2+(y-y_1)^2} + \sqrt{(x-x_2)^2+(y-y_2)^2} = \sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2}$ 。

3 红外辐射能量等效中心仿真实例

当目标高度为6 km,海平面空气湿度为0.60、温度为20℃、导引头工作波段为3.00 μm - 5.00 μm 、大气视距为15 km。在1 km范围内,大气衰减近似为0。

目标机以238 m/s水平运动,不作加力也不机动。

红外干扰弹与飞机分离速度为30 m/s,垂直飞机机轴。干扰弹攻角 $\delta = 0$ 。干扰弹燃烧了6 s。在点目标阶段干扰弹最大辐射强度为11 kW/sr,目标机辐射强度为800 W/sr。

3.1 红外辐射能量等效中心辐射强度仿真曲线

由图2可以看出:辐射能量中心辐射强度特性与红外干扰弹的辐射强度特性基本保持一致,红外导弹又可以利用辐射能量等效中心辐射特性实现对红外干扰弹的干扰检测,实现红外导弹的抗干扰。

3.2 红外辐射能量等效中心轨迹曲线

图3中:“—”为红外辐射能量等效中心运动轨迹,“-·-”为红外干扰弹运动轨迹,“- -”为目标机运动轨迹。由图3可以看出:在红外干扰初始阶段,红外导弹一直跟踪红外干扰弹,随着红外干扰弹辐射能量的降低,红外导弹逐渐偏离红外干扰弹。随着目标机和红外干扰弹的分离,目标机已离开了导引头视场,红外干扰弹实现了对红外导弹的干扰。

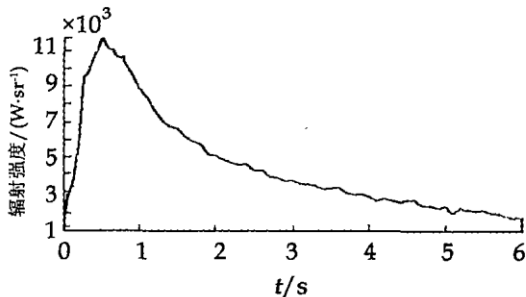


图2 红外辐射能量等效中心辐射强度曲线

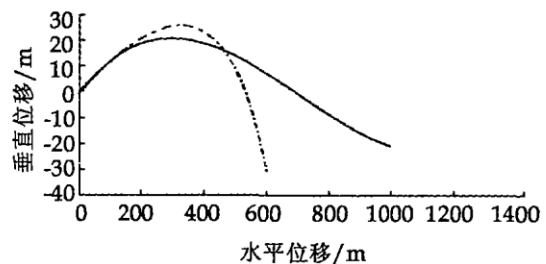


图3 红外辐射能量等效中心轨迹曲线

4 结论

红外导引头在跟踪红外干扰弹和目标机辐射能量等效中心时,干扰弹和目标机逐渐分离,从而实现了红外导弹的干扰,辐射能量中心辐射强度特性对于红外导弹实现红外干扰弹的干扰检测,对于实现红外导弹的抗干扰技术具有很大的工程意义。

参考文献:

- [1] 方 斌.空空导弹红外成像导引头信息处理技术研究[D]. 西安:空军工程大学,2003.
- [2] 付 伟. 红外干扰弹技术的发展现状[D]. 红外技术,2000,22(6):37-40.
- [3] 赵 强,刘隆和,金 哲. 防空导弹攻击目标的红外线像物性分析[J]. 海军航空工程学院学报,2006,(1):151-154.
- [4] 白渭雄,吴法文. 巡航导弹的红外辐射特征研究[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2003,4(6):26-30.
- [5] 王朝群. 红外诱饵对红外制导导弹的干扰特性及仿真[J]. 红外与激光工程,2001,(3):30-33.

(编辑:姚树峰)

Research on the Energy Equivalent Center of the Infrared Radiation

LIU Jia - cong, LIU Zhan - chen, ZHANG Heng - xi, HOU Man - yi

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China)

Abstract: The paper analyzes the infrared radiation characters of the infrared countermeasure bomb and the target aircraft. Based on the characters, the energy equivalent center of the infrared radiation is researched. The method of calculating the radiation strength and the trace of the energy equivalent center are presented, and the method proved to be feasible and available through simulation.

Key words: infrared countermeasure bomb; infrared radiation; equivalent center