

·光电工程系统技术·

## 红外双色复合制导对抗技术

康大勇<sup>1,2</sup>, 高俊光<sup>2</sup>, 胡琥香<sup>2</sup>, 覃小虎<sup>2</sup>

(1. 东北电子技术研究所, 辽宁 锦州 121000; 2. 63891 部队, 河南 洛阳 471003)

**摘要:**概述了红外双色复合制导技术的发展现状,介绍了红外双色复合制导导引头的工作原理,探讨了双色复合制导的抗干扰技术,深入分析了特种材料诱饵弹、稳定火焰的自燃红外诱饵弹、等离子体气悬体、新型气动红外诱饵弹和复合光电对抗系统对红外双色复合制导导引头的多项干扰途径。

**关键词:**红外双色制导;末制导;导引头;干扰

**中图分类号:** TN976

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-1255(2009)05-0014-03

## Countermeasures Technology for IR Dual-Color Combined Guidance

KANG Da-yong<sup>1,2</sup>, GAO Jun-guang<sup>2</sup>, HU Hu-xiang<sup>2</sup>, QIN Xiao-hu<sup>2</sup>

(1. Northeast Research Institute of Electronics Technology, Jinzhou 121000, China;  
2. 63891 Army Unit, Luoyang 471003, China)

**Abstract:** The development of IR dual-color combined guidance technology is presented. The operating principle of the IR dual-color guidance seeker is introduced. The anti-jamming technique of IR dual-color guidance is discussed. Several jamming techniques for IR dual-color guidance head are analyzed. These jamming techniques include special material decoy, stable flame pyrotechnic IR decoy, plasma gas aerogel, news pneumatic IR decoy and electro-optic countermeasure system.

**Key words:** IR dual-color guidance; terminal guiding; seeker; countermeasure

红外双色复合探测系统是较早发展、技术比较成熟的一种复合形式,代表了当前红外制导技术发展的总趋势.其利用目标和干扰物光谱分布的差异,根据目标、背景和干扰物的各波段辐射强度积分之比相差较大来提取真实目标信号.具有较好的抗干扰性能,能有效地抑制多批量的假目标,因此在红外技术应用方面引起人们的关注<sup>[1]</sup>.

### 1 红外双色复合制导技术

红外双色复合制导导引头采用红外双色探测器,信号处理与目标识别利用数字式实时处理系统,简化的原理框图如图 1 所示<sup>[2]</sup>.

红外诱饵弹具有很高的效费比,是飞机最常用、

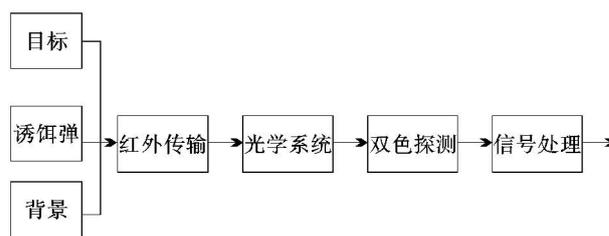


图 1 红外双色复合制导导引头方框图

最有效的干扰手段.红外诱饵弹被投放后自动点燃,产生高温火焰,形成一个虚假的目标,将红外制导导弹引开,以保护载机的安全.尽管红外诱饵弹可在一定程度上模仿飞机目标的辐射特征,但飞机目标与红外诱饵弹在光谱分布、运动特性、辐射能量和空间分布上仍存在较大差异<sup>[3]</sup>.飞机与传统的典型诱饵弹的

光谱分布如图2所示.在导弹攻击过程中,目标投放的红外诱饵弹为达到足够大的辐射强度,其温度必须远高于目标的温度,红外双色复合制导导引头可根据红外诱饵弹与目标两者的光谱特征差异,通过信号幅度鉴别、脉宽识别、双色比率鉴别等方法识别<sup>[4]</sup>.双色红外成像导引头还可得到目标在2个波段的图像信息,利用目标与诱饵弹的形状和运动等特征的不同识别目标<sup>[3]</sup>.因此,红外双色复合制导导引头能有效降低红外诱饵弹的干扰概率.

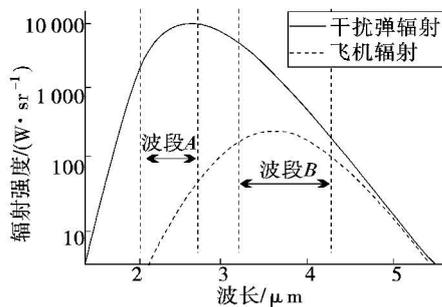


图2 飞机和诱饵弹的简化辐射光谱分布图

## 2 对红外双色复合制导导引头的干扰

随着多光谱和红外成像制导技术的发展,机载点源型单光谱高能红外诱饵弹已无法实施对抗.因此,各国都在研究新型的红外干扰弹,以更逼真地模仿飞机目标,从而使导引头的识别算法失效.其具体措施包括<sup>[5]</sup>:改进现有材料或开发新材料来克服与目标的光谱差异,以接近飞机的辐射特性,如用复合燃烧剂以2个或2个以上的温度燃烧,或用液态的自燃材料产生与飞机尾焰相似的光谱辐射;控制干扰弹点燃和初始燃烧过程,来克服上升时间判别式;给干扰弹加装发动机或载机拖曳干扰弹,使干扰弹模仿载机的运动.

### 2.1 特种材料诱饵弹

1997年,美国提出先进战略与战术一次性干扰器材(ASTE)计划,目的是为战术飞机研制可对抗先进的红外制导导弹的新型红外诱饵弹.这项研制新型MJU系列的红外诱饵弹由美国空军管理,具体研制工作由英国马可尼宇航公司和合金表面公司承担.前者负责研制MJU-47/B和MJU-48/B型诱饵弹,后者研制MJU-50/B和MJU-51/B型诱饵弹.它们都属于特种材料诱饵,又称自燃式红外诱

饵.特种材料诱饵弹堪称完全隐蔽性诱饵弹,在可见光谱内有隐蔽性,完全不同于正常的投掷式诱饵(如红外诱饵弹),用于欺骗导弹的红外导引头,这样就增加了飞机的可生存能力.特种材料诱饵弹主要采用自燃金属粉作为红外热源.自燃材料被喷射到空气中,与氧气接触后,立即发生氧化(发热)反应,形成大面积红外云团,其过程是自引燃,属冷燃烧.在各种不同的作战平台(战斗机、运输机、直升机、舰艇、坦克)投放时,其上升时间、强度和自燃驻留时间均可控.据称,SMD用于干扰非成像热寻的导引头时,非常有效,还能使双色红外导引头失去作用,另外对现代热成像寻的头的干扰效果也不错.

研究指出,单发红外诱饵弹的自燃材料抛撒到空中,产生红外云团,其红外光谱图和热像图与飞机有一定的差别,易被红外导引头识别.为了更逼真地模拟飞机的红外辐射特征,达到采用质心干扰法诱骗、引偏红外制导导弹的目的,特种材料诱饵弹还需采取相应的投放战术措施,即分别按 $t=0, 0.5, 1, 1.5$  s的时间,间隔投放4发弹.该4发弹的红外光谱合成效果与飞机的红外光谱辐射图像十分逼真,从而采用质心干扰法以假乱真,达到掩护飞机安全突防的目的<sup>[5,6]</sup>.

### 2.2 稳定火焰的自燃红外诱饵弹

加拿大于1991年研制成功一种可以对抗新式红外导弹的红外诱饵弹.该弹采用自燃液体燃烧以产生高温热源的办法对抗红外导弹.该弹产生的红外辐射与飞机尾气的主要成分( $\text{CO}_2$ 和水)产生的红外辐射十分相似,而且燃烧产生的火焰可长达几米,与喷气式飞机羽烟的实际尺寸更接近,能有效地对抗多光谱红外制导导弹及红外成像制导导弹,保护各种飞机的安全.此外该弹的自燃液体用氧气作氧化剂,氧气与氧化剂分别储存.诱饵弹发射后,自燃液体自发点火,不需要点火装置<sup>[7]</sup>.

### 2.3 等离子体气悬体

资料显示等离子体气悬体的能谱与一般飞行器尾流的红外辐射相似,但其产生的最高能谱高达 $30 \times 10^4 \text{ Wsr}^{-1} \text{ m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$ ,是喷气式飞机的10~50倍(常态和加力态),并伴有较强的紫外辐射.将这种双波段辐射能力用于对抗双色制导有2种方法:(1)选择合适的种子材料,控制流量和组分比例,产生能变化、易控制并逼近目标的双色辐射比,将其作为

一个拖曳式的双色诱饵. 由于此方式易于通过飞机的尾喷系统实时控制, 较易达到干扰效果. (2) 通过高温气流将其大面积散布, 形成像云一样的等离子区, 遮蔽双色探测器对目标辐射的探测(目标辐射实质上被有源屏障“淹没”或压制)<sup>[8]</sup>.

## 2.4 新型气动红外诱饵弹

人们根据空气动力学研制成功“灵巧诱饵弹”, 其光谱特性更接近于目标, 能显示出更逼真的弹道. 美国空军赖特研究所已研究了一种专用的红外干扰弹, 可模拟飞机的飞行和光谱信号. 这种气动红外干扰弹本身带有推进系统, 投放后可在一段时间内与飞机并行飞行, 使红外导弹的反诱饵措施失败.

能模仿飞机的气动特性并具有伴飞能力的 LO-RALEI 诱饵弹、可产生红外特征与大型飞机的红外特征十分相似的新型拖曳式红外诱饵弹, 可有效干扰多谱制导导弹<sup>[7,9-10]</sup>.

## 2.5 复合干扰系统

现有的红外诱饵弹系统大都比较单一, 为适应制导技术的发展, 对抗各种导弹的攻击, 可以将气溶胶红外诱饵<sup>[11]</sup>、可燃箔条弹<sup>[9]</sup>、人工水雾<sup>[4]</sup>、激光器闭环红外定向干扰系统、红外烟幕、激光致盲等多种干扰手段有机结合起来, 发展一体化的复合干扰系统. 如美国桑德斯公司正在研制的先进威胁红外对抗措施(ATIRCM), 共采用了 4 个导弹探测器, 先进的目标跟踪装置能在 0.3 s 内实现对威胁导弹的跟踪, 直接利用激光器或红外诱饵弹、箔条弹等对来袭导弹实施干扰, 被誉为 21 世纪飞机的生存设备<sup>[10]</sup>.

## 3 结 束 语

通过上述分析, 要干扰红外双色复合制导导引

(上接第 13 页)

激光大气衰减系数值与该波长激光大气衰减系数理论分析相一致, 且不同类型天气情况下的大气衰减系数变化规律符合 1.06  $\mu\text{m}$  激光大气消光原理.

文中建立的气溶胶粒径数密度谱分布函数关系式, 减少了计算激光大气传输衰减所需现场测量的大气参量, 简化了计算过程的复杂性, 可快速计算得到该地区不同天气类型下 1.06  $\mu\text{m}$  激光的大气衰减系数, 并且为不同地区的激光大气传输工程计算

头, 必须要全面考虑红外双色复合制导的特点, 针对红外双色复合制导系统在不同阶段所具有的弱点, 寻找有效的干扰途径, 准确探测来袭导弹的方位、时间, 运用经过有机结合的干扰方式, 实施有针对性的干扰, 尽量避免使用单一的干扰方式, 对来袭导弹进行全程、全面干扰, 即综合干扰. 需要说明的是, 综合干扰不是多种干扰方式的罗列, 而是从整体上综合考虑运用各种干扰方式, 对导弹飞行的每个阶段都实施干扰, 从而提高对导弹干扰的成功率.

## 参考文献

- [1] 聂妍. 双模复合探测器技术的发展现状和趋势[J]. 激光与红外, 2008, 38(3): 197-199.
- [2] 方斌, 邓领民. 双色红外导引头光学系统设计[J]. 激光与红外, 2003, 33(3): 200-202.
- [3] 李丽娟, 黄士科, 陈宝国. 双色红外成像抗干扰技术[J]. 激光与红外, 2006, 36(2): 141-143.
- [4] 沈均平, 刘建永, 胡登高, 等. 两栖装甲车辆对抗双红外制导伪装方法研究[J]. 红外与激光工程, 2007(8): 555-559.
- [5] 李丽娟, 黄士科. 红外诱饵弹及其发展[J]. 航空兵器, 2000(2): 26-27.
- [6] 陈苹苹. 先进的红外干扰技术—特种材料诱饵[J]. 航天电子对抗, 2001(6): 32-33.
- [7] 蒋耀庭, 孙晓明. 红外诱饵技术的现状与发展[J]. 红外技术, 2001(5): 24-28.
- [8] 汪涛, 樊详. 双色导引头的光电对抗与双色干扰诱饵[J]. 红外与激光工程, 1999(2): 28-32.
- [9] 付伟, 侯振宁. 红外干扰弹的干扰机理与战术应用[J]. 激光与红外, 2000(3): 171-174.
- [10] 施德恒, 许启富, 黄宜军. 红外诱饵弹系统的现状与发展[J]. 红外技术, 1997(1): 9-14.
- [11] 高勇, 时家明, 汪家春. 红外对抗与新型红外诱饵[J]. 舰船电子对抗, 2001(1): 22-24.

应用提供了一个有效、简单、准确的计算方法.

## 参考文献

- [1] 李放, 吕仁达. 能见度分级约束下的大气气溶胶光学厚度特征[J]. 中国环境监测, 1996, 12(6).
- [2] 杨洋, 赵远, 乔立杰, 等. 1.06  $\mu\text{m}$  激光的大气传输特性[J]. 红外与激光工程, 1999, 28(1).
- [3] 张玉香, 胡秀清, 刘玉洁, 等. 北京地区大气气溶胶光学特性监测研究[J]. 应用气象学报, 2002, 13(Z1): 136-143.