

文章编号:1001-5078(2007)04-0332-03

一种精确制导用凝视红外成像系统设计

王春生, 喻松林, 高山
(华北光电技术研究所, 北京 100015)

摘要:文章对红外成像制导技术的原理进行了简要论述,分析了弹用红外成像系统的主要特点,并重点介绍了一种基于凝视焦平面器件的小型化弹用红外成像系统设计方案,该方案具有一定的技术优势,其开发模式有助于缩短高技术武器装备的开发周期,降低前期开发成本。最后对红外成像制导技术未来发展方向进行了简单讨论。

关键词:红外成像制导;精确制导;导引头;凝视红外成像系统

中图分类号:TJ765.3⁺36

文献标识码:B

A Design of Staring IR Imaging System Applied in Precise Seeker

WANG Chun-sheng, YU Song-lin, GAO Shan
(North China Research Institute of Electro-optics, Beijing 100015, China)

Abstract:In this paper, the principle of IR imaging guidance is briefly described. The characteristics of IR imaging system applied in precision seeker are presented. A design of IR imaging system for IR seeker is introduced, and its features and performance are also presented. Besides, the development mode of this project can effectively shorten the development cycle and reduce the cost of high-tech weapon system. Finally, the advantage of applying the IR techniques in the dual-mode integrated homing guidance system is discussed.

Key words:infrared imaging guidance; precision guidance technology; IR seeker; staring IR imaging system

1 引言^[1]

近年来,随着红外成像技术的不断成熟和工程化、实用化发展,采用凝视红外焦平面器件的红外成像制导,成为精确制导技术研究领域的新热点。其优点是隐蔽性好,能昼/夜工作,穿透烟雾能力强,是一种全天候的制导方式,具有在各种复杂战术环境下自主搜索、识别和跟踪目标的能力,可实现自主式“智能”导引。

2 制导用凝视红外成像系统^[2-4]

红外成像导引头主要由红外成像系统、信号处理器和跟踪伺服系统构成。红外成像系统用来获取目标与背景的红外图像信息并以视频信号输出。信号处理部分对视频信号进行处理,完成对目标的识别和定位,将目标位置信息输送到位置处理器,求解

出弹体的导航和寻的矢量,并向红外成像器反馈信息,以控制它的增益和偏置。跟踪伺服系统隔离弹体的角运动,稳定光学轴,为提取目标视线角提供参考系,对锁定后的目标进行自动跟踪并实时输出弹轴与光轴的框架角信号。

红外成像系统是红外成像导引头的核心,直接决定着整个导引头的作用距离、制导精度、体积、重量和成本。近年来,凝视焦平面器件实用化水平不断提高,以其为核心的凝视红外成像技术不断完善,将其应用于高精度制导系统也已成为国内外研究重点。

作者简介:王春生(1974-),男,硕士,工程师,光机设计。E-mail:w_chunsheng2003@163.com

收稿日期:2006-12-27;修订日期:2007-01-12

与扫描成像体制相比,凝视工作方式不需光机扫描装置,整个红外成像系统结构更简单,体积更小,耗电更少,质量更轻。凝视工作方式可增大积分时间,有利于探测器在远距离观测目标和消除图像的运动模糊。反应速度更快,对探测高速、高机动目标有利。具有高的空间分辨率和热灵敏度,动态范围大,信息采集率高,对目标识别能力强,更适合于探测弱信号目标和跟踪复杂背景中的目标。

凝视红外成像系统本身由光学系统、红外探测器、制冷器以及成像处理电路等组成。光学系统接受目标及背景红外辐射并成像于红外探测器上,凝视焦平面器件将光学信号转变成电信号,经成像处理电路处理,输出标准视频信号,制冷器为探测器提供低温工作环境。

3 制导用凝视红外成像系统设计方案

红外成像制导具有其显著的优越性,是高技术武器研究的重点之一。但同时该领域也具有技术密集程度高、投资大、研制周期长的特点。如何缩短系统开发周期,降低成本,提高工程化水平,是红外成像制导研究领域一个急需解决的问题。以下介绍的基于凝视焦平面器件的小型化弹用红外成像系统,是一种兼顾先进性和可行性的设计方案。

武器系统的发展经验表明,不仅要重视把新技术应用于研制新型号,同时要重视应用新技术改造老型号。例如,通过改变制导模式,可以在同一弹体基础上设计出多种战术性能的导弹。有鉴于此,在某电视制导光学仓的基础上,设计了一凝视红外成像系统,以其替换原可见光系统,而弹体、稳定平台、陀螺跟踪系统及控制部分均共用原方案(系统结构如图1所示)。此种开发模式一方面大大缩短了开发周期,降低了成本;另一方面可延长原型号弹服役寿命,提高武器使用的灵活性,简化配套设备,甚至做到外部设备共用,从总体上降低武器系统的成本。图2为外场实验图像。

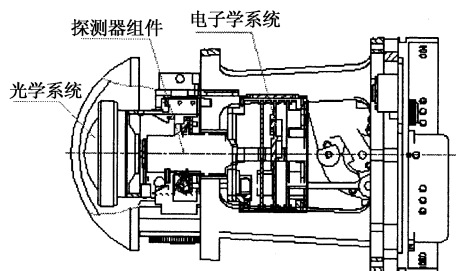


图1 系统组成

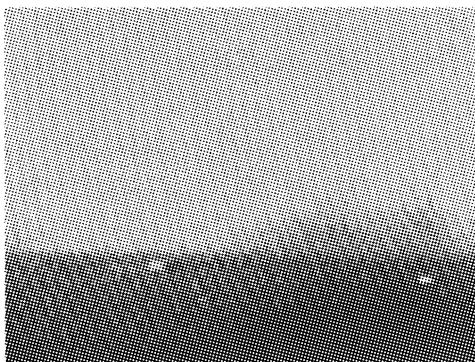


图2 海上目标成像

3.1 主要技术参数

探测器类型:320×240MCT 凝视焦平面器件
 工作波段:3~5μm MRTD(1.6C/mrad):0.3K
 焦距:100 通光口径:40
 空间分辨率:0.3mrad 视场角:5.5°×4.1°
 制冷方式:J-T 制冷 制冷启动时间:≤1min
 视频输出:标准电视视频 典型目标:25m×5m×5m
 作用距离:对典型目标发现距离不小于10km
 对典型目标跟踪距离不小于6km

3.2 主要特点

1)小型化:导引头技术的发展趋势之一是小型化,精确制导武器在飞行中存在质量惯性,直接影响其控制精度和作战效能,只有整个弹体小型化才能从根本上解决此问题。本系统所采用的光学-结构-探测器组件-电子学均实现了小型化,使导引头的体积和质量大大下降,降低了对发动机的要求,使得导弹的机动性大大提高。同时,还应看到,导引头的小型化有利于实现整个制导武器系统的小型化,可使载弹平台缩小,或在同样平台条件下增多载弹量,具有极高的实战价值;

2)通用化:该系统采用独立模块方式设计,具有标准电学和视频接口,通过改变机械安装接口和选用不同参数的镜头,可安装在多种型号的导弹上使用,只是识别、跟踪的软件不同;

3)低成本:小型化、通用化的设计可以避免复杂的平台接口,降低加工成本,共用其他系统的外部设备等,直接带来了开发成本的降低,进而降低全弹成本,提高效费比。

4 红外成像制导发展趋势分析^[5-7]

红外成像制导也有其局限性。大气层内,红外系统探测、识别目标的能力受气象环境影响比较大,作用距离和全天候作战性能不如雷达导引头。随着光电干扰技术和隐身技术的不断发展,现代战争的

作战环境更加复杂,单一模式的红外制导武器的攻击性能进一步受到牵制。

为提高精确制导武器的命中概率,有必要将红外成像制导技术与其他精确制导技术结合起来,增强综合作战性能。例如,红外成像制导精度高,隐蔽性好,但作用距离小,而雷达导引头正相反,采用红外/雷达双模复合制导方式则可综合两者优点,达到距离远、精度高的目的。因此,发展双模/多模复合制导技术是红外成像制导未来的主要发展方向,即由单一的红外制导向红外/紫外、红外/毫米波、红外/激光等双模制导发展。其关键技术主要体现在以下两个方面:一是如何实现共口径安装,以简化结构,减小体积、质量;二是信息处理和数据融合技术。

5 结论

红外成像导引头可以直观获得目标的外形和基本结构信息,抑制背景干扰,有效地识别目标或目标的特定部位,昼/夜工作、隐蔽性好、功耗小、抗干扰能力强、命中精度高,是提高制导武器整体水平的重

要支撑技术。应重点发展以凝视焦平面器件为核心的小型化、通用化弹用红外成像系统,以满足红外成像制导武器发展的要求。

参考文献:

- [1] 汤锦亚. 红外焦平面探测器在导弹导引头上的应用[J]. 红外技术, 2002, (3): 14 - 17.
 - [2] 张中南. 发展中的红外制导技术[J]. 飞航导弹, 2006, (1): 40 - 42.
 - [3] 赵善彪. 红外导引头综述[J]. 飞航导弹, 2006, (8): 42 - 45.
 - [4] 徐南荣. 红外辐射与制导[M]. 北京: 国防工业出版社, 1997.
 - [5] 李江涛. 红外复合制导技术的现状与发展[J]. 飞航导弹, 2006, (7): 41 - 57.
 - [6] 姚秀娟. 几种精确制导技术简述[J]. 激光与红外, 2006, (5): 338 - 340.
 - [7] 汪朝群. 红外探测跟踪技术在复合寻的制导中的应用前景[J]. 红外与激光工程, 2006, (2): 21 - 24.
-
- (上接第 331 页)
- ## 4 结论
- 利用 PSO 算法对多波长反向泵浦 FRA 的泵浦波长和泵浦功率同时进行了优化, 并且依据泵浦光功率在光纤传输中的演化规律改进了算法, 最终在无需人为参与调节的条件下, 仅仅用 6 个泵浦波, 就得到了增益带宽 100nm、增益波动低于 0.6dB 的结果。优化结果表明, 设置功率阶的 PSO 改进算法对于解决多泵浦 FRA 的优化设计问题是有效的, 这为下一步设计 DWDM 系统中增益带宽更宽、增益波动更低的超宽带 FRA 提供了一种可行的方法。
- ## 参考文献:
- [1] Victor E Perlin, Herbert G Wenful. On distributed Raman amplification for ultrabroad-band long - haul WDM systems[J]. IEEE J. Lightwave Technol., 2002, 20(3): 409 - 416.
 - [2] Kyung Hee Seo, Jae Seung Lee. Signal transmission analysis of backward - pumped fiber Raman amplifiers[J]. IEEE PTL, 2002, 14(7): 932 - 934.
 - [3] Mohammed N Islam. Raman amplifiers for telecommunications[J]. IEEE J. Quantum Electron., 2002, 8(3): 548 - 559.
 - [4] Minhui Yan, Jianping Chen, Wenning Jiang, et al. Automatic design scheme for optical-fiber raman amplifiers backward - pumped with multiple laser diode pumps[J]. IEEE PTL, 2001, 13(9): 948 - 950.
 - [5] 王勇, 潘炜, 罗斌, 等. 宽带 FRA 中多波长泵浦功率的自动优化方法[J]. J. of Optoelectronics · Laser (光电子 · 激光), 2004, 15(5): 537 - 540.
 - [6] 童治, 魏淮, 简水生. 多波长抽运宽带光纤拉曼放大器的数值模拟与优化[J]. 光学学报, 2003, 23(2): 193 - 196.
 - [7] Howard Kidorf, Karsten Rottwitt, Morten Nissov, et al. Pump interactions in a 100nm bandwidth raman amplifier[J]. IEEE PTL, 1999, 11(5): 530 - 532.
 - [8] Bumki Min, Won Jae Lee, Namkyoo Park. Efficient formulation of Raman amplifier propagation equations with average power analysis[J]. IEEE PTL, 2000, 12(11): 1486 - 1488.
 - [9] 刘红林, 张在宣, 庄松林. 用打靶法求解双向泵浦的拉曼放大器传输方程[J]. 光电工程, 2004, 31(12): 46 - 49.
 - [10] 常建华, 张明德, 孙小菡. 计算多波长泵浦光纤拉曼放大器传输方程的新方法[J]. 中国激光, 2004, 31(5): 516 - 518.
 - [11] 王智, 简水生. 多波长泵浦宽带拉曼放大器功率增益的 Lorentz 近似研究[J]. 光电子 · 激光, 2001, 12(8): 816 - 820.
 - [12] Shu Namiki, Yoshihiro Emori. Ultrabroad-band Raman amplifiers pumped and gain-equalized by wavelength-division-multiplexed high-power laser diodes[J]. IEEE J. Quantum Electron., 2001, 7(1): 3 - 15.
 - [13] Kennedy J, Eberhar R C. Particle swarm optimization [A]. Proceedings of the 1995 IEEE. International Conference on Neural Network[C]. Perth, Australia, 1995.