

文章编号: 1672-8785(2019)05-0018-05

复合导引头制导技术研究

张雷雷 王 铎

(92941 部队, 辽宁 葫芦岛 125001)

摘 要: 现代战争的战场环境日趋复杂, 单一制导模式容易受到有效干扰, 而复合导引头则可利用各种制导模式的优点, 互补不足。根据红外成像传感器、主动毫米波雷达和被动雷达的技术特点, 分析了红外成像/主动毫米波雷达复合导引头、红外成像/被动微波复合导引头的工作流程。为了提高复合导引头的抗干扰能力, 结合反舰导弹的实际工作流程, 远距离时利用毫米波雷达或被动雷达进行探测, 近距离时利用红外目标特征来区分干扰和舰船目标, 从而形成适用于反舰导弹红外成像/主动毫米波雷达复合导引头和红外成像/被动微波复合导引头的末制导策略。

关键词: 红外成像; 毫米波雷达; 被动微波; 复合导引头

中图分类号: TJ765.3 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2019.05.003

Research on Guidance Technology for Composite Seeker

ZHANG Lei-lei, WANG Duo

(Army 92941, Huludao 125001, China)

Abstract: The environment of modern warfare is becoming more and more complex, and the single guidance mode is vulnerable to effective interference, while the composite seeker can exploit the advantages of various guidance modes and make them complement each other. According to the technical characteristics of infrared imaging sensor, active millimeter-wave radar and passive radar, the work processes of infrared imaging/active millimeter-wave radar composite seeker and infrared imaging/passive microwave composite seeker are analyzed. In order to improve the anti-interference ability of composite seeker, by combining with the actual process of anti-ship missile, millimeter-wave radar or passive radar is used at long distance, while infrared target features are exploited to distinguish between interferences and ship targets at short distance, forming a terminal guidance strategy suitable for infrared imaging/active millimeter-wave radar composite seeker and infrared imaging/passive microwave composite seeker of anti-ship missiles.

Key words: infrared imaging; millimeter-wave radar; passive microwave; composite seeker

0 引言

随着电子技术的快速发展, 现代战争中的战场环境日趋复杂^[1], 各种干扰技术层出不穷^[2]。

结合防空武器的发展使用, 现代舰艇已逐步形成远中近层级式防护, 这对反舰武器提出了新的挑战。在对舰艇作战的攻防对抗中, 对抗双

收稿日期: 2019-04-30

作者简介: 张雷雷(1988-), 男, 河北石家庄人, 助理工程师, 主要研究方向为制导与控制。

E-mail: wangduo1129@sina.com

方都取得了突破性发展, 对抗手段也日趋复杂化^[3]。面对错综复杂的战场电磁环境, 反舰导弹的抗干扰能力无论从平台级、系统级还是从体系级都受到了人们越来越多的重视。采用传统单一模式的制导体制极容易被干扰影响, 导致作战效能下降。而复合制导技术则可较好地应对战场干扰环境^[4]。采用复合制导时须尽量组合使用不同工作体制(比如工作在不同波段)的制导模式。在探测目标时, 红外成像/主动毫米波雷达和红外成像/被动微波复合制导由于利用不同信息而具有互补优势^[5]。复合导引头的战场适应性强, 针对不同干扰可分别发挥其技术特点和优势, 从而实现对目标的精确定位打击。由于环境适应性强且全天候能力得到了一定程度的提升^[6-7], 该模式已经成为了反舰武器复合制导的主要模式。

1 毫米波雷达制导技术特点^[8]

毫米波制导兼具微波制导和光学制导的优点^[9]。毫米波的波长比微波短, 因此其波束窄, 具有较大的带宽和较高的空间分辨率。基于这些技术特点, 它的抗干扰能力强, 低仰角探测特性好, 对目标形状细节敏感, 且跟踪精度高。伴随着器件工艺及自身特点, 毫米波雷达相对来说体积小、质量轻, 较为方便用于各类飞行器, 尤其是在导弹上。与红外制导相比, 由于工作频段的优势, 毫米波制导不易受到天气条件的影响。在云雾和尘埃条件下, 它具备较强的穿透能力, 全天候工作能力强。在复杂的战场环境中, 它具有更大的灵活性和适应性, 可实现发射后不管。因此, 毫米波探测制导技术在精确制导领域拥有很好的应用前景。

在毫米波雷达探测中, 从回波里提取的目标信息通常包括距离、方位和速度等。由于波束窄, 它能获得较高的空间分辨率, 可在目标探测中发挥独特优势。然而, 在近距离探测时, 由于多个强散射点的存在, 毫米波雷达在高分辨率的特点下, 极易产生角闪烁效应, 使得雷达对目标的跟踪点总是产生不规则的跳

动; 同时毫米波探测也存在隐蔽性较差、静止目标检测和目标分类识别能力较差的问题。由于采用主动工作方式, 雷达在探测目标时需要不断向外辐射射频信号, 增大了被敌方探测并进行干扰的概率。主动雷达规避被过早发现一直是设计使用时的难点。与红外成像相比, 主动雷达通常没有采用成像技术, 所以对目标信息维度的获取能力较弱。

2 被动微波制导技术特点

被动微波制导主要依据目标舰船上的雷达信息实现对目标的探测。与主动毫米波制导相比, 它覆盖了较宽的频率范围, 可有效探测到各种目标信号, 能在较大的角度方向上接收信号; 属于被动探测, 拥有一定的隐蔽性, 对各种电磁干扰具有较强的对抗效果。相对于红外成像而言, 其作用距离远, 可较早发现目标, 且不受大气环境、天气状况以及红外干扰弹的干扰。

被动微波制导的缺点是无法提供目标的距离信息, 且探测精度没有红外成像高。虽然不易受到各种电磁干扰, 但是需要目标提供一定的射频信号。当目标辐射源信号消失时, 无法输出制导信息, 且不易对抗各种捷变频信号。

3 红外成像制导技术特点

红外成像制导在进行探测跟踪时, 首先在探测器的视场范围内进行成像, 利用目标与背景之间的差异对目标进行识别, 制导精度较高, 但作用距离小, 容易受到气象条件的影响。红外成像导引头基本工作在中长波红外波段。红外成像属于被动式工作, 不主动向外辐射信号, 因此具有较好的隐蔽性; 工作波长决定它具有较高的灵敏度, 且对各类电子干扰不敏感^[10]。由于属于成像识别, 其分辨率比雷达高, 能够在复杂背景条件下识别目标, 抗电磁干扰能力强, 打击目标种类多。但是其缺点也比较明显, 即在进行自主攻击时, 无法探测到目标的距离信息, 且远距离工作时, 受天气和气象条件的影响较大。

反舰导弹红外子系统工作时,为保证探测器有效识别目标并对目标进行稳定跟踪,需要充分考虑目标特性并将其与其他目标进行区分。使用较多的目标红外特征如下:(1)目标形状、几何尺寸等物理特性。(2)最大亮度,即高红外辐射特性区域。目标区域内红外辐射特性较强的区域,通常是探测器上局部的灰度最高值。(3)圆形度^[8],用于衡量目标图像与圆的接近程度。(4)目标突出度,用于表示目标与背景的区别程度。

4 复合制导技术分析

在设计双模复合导引头时,应尽量考虑下列原则:

(1)参与复合的制导模式应尽量工作在不同频段。复合导引头利用不同的制导模式时,占据的频谱越宽,同时被干扰而失去制导能力的可能性就越小;而且多频谱探测可获取目标的多谱特征信号,从而为目标识别提供便利。

(2)参与复合的模式的制导方式应尽量不同,以提高导引头的适应能力。

(3)参与复合的模式对目标和各种干扰的特征进行提取的机理应不同。

(4)参与复合的各设备应容易实现,便于在导弹头部安装,且具有兼容性。

根据以上原则,分别对主动毫米波雷达/红外成像复合制导技术、被动微波/红外成像复合制导技术的工作过程及干扰对抗流程进行

分析。采用复合制导可充分发挥各个子系统的优势,在增强抗干扰能力的同时提高制导精度。面对各种形式的电子干扰及红外干扰(包括有源干扰和无源干扰),当其中一种制导模式受到干扰而无法正常工作,可利用另一种制导模式继续提供目标信息。在复合制导模式下,可进一步提高制导精度,从而实现精确打击。

图1为复合导引头的原理图。其中,红外成像探测器与主被动雷达用于探测和跟踪目标。各个子系统分别拥有独立的伺服系统,可实现目标的识别和跟踪;分别输出制导信息以供弹上计算机决策融合,最终形成复合制导指令。

图2所示为复合导引头的工作流程。通常情况下,由于雷达和微波的作用距离远大于红外探测器,在弹目距较远时,毫米波主动雷达或被动微波首先进行目标探测,发现目标并进行方位修正。此时,主动毫米波雷达可能会面临冲淡干扰,而被动微波则属于被动探测,不受冲淡干扰的影响,全程开机。毫米波雷达的作用距离远。为降低被敌方发现的概率,在进行方位修正后,主动毫米波雷达导引头关机。在弹目距较近时,主动毫米波雷达导引头二次开机,搜索截获目标。若尚未进入红外作用距离以内,主动毫米波雷达或者被动微波在截获跟踪目标后,则处于雷达引导红外状态。此时可能会存在主动雷达质心干扰和各种有源干扰,导致迷惑或压制雷达导引头。

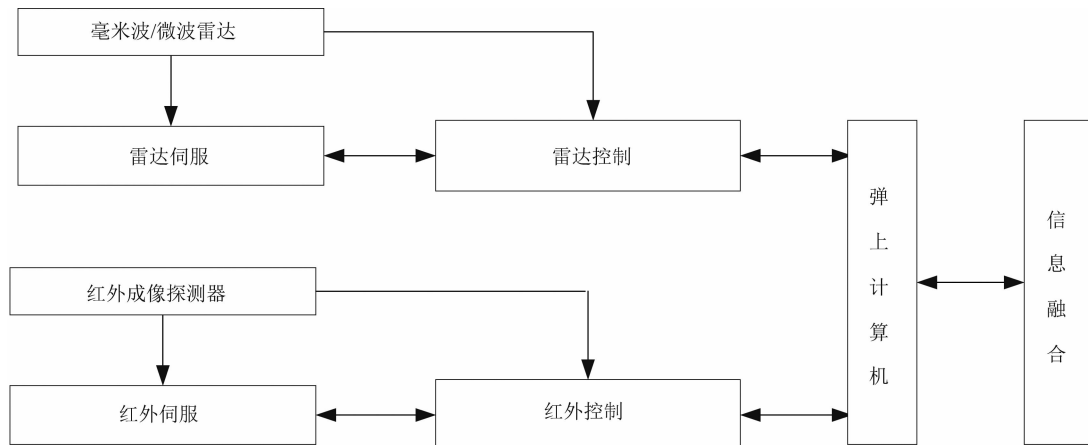


图1 复合导引头的原理图

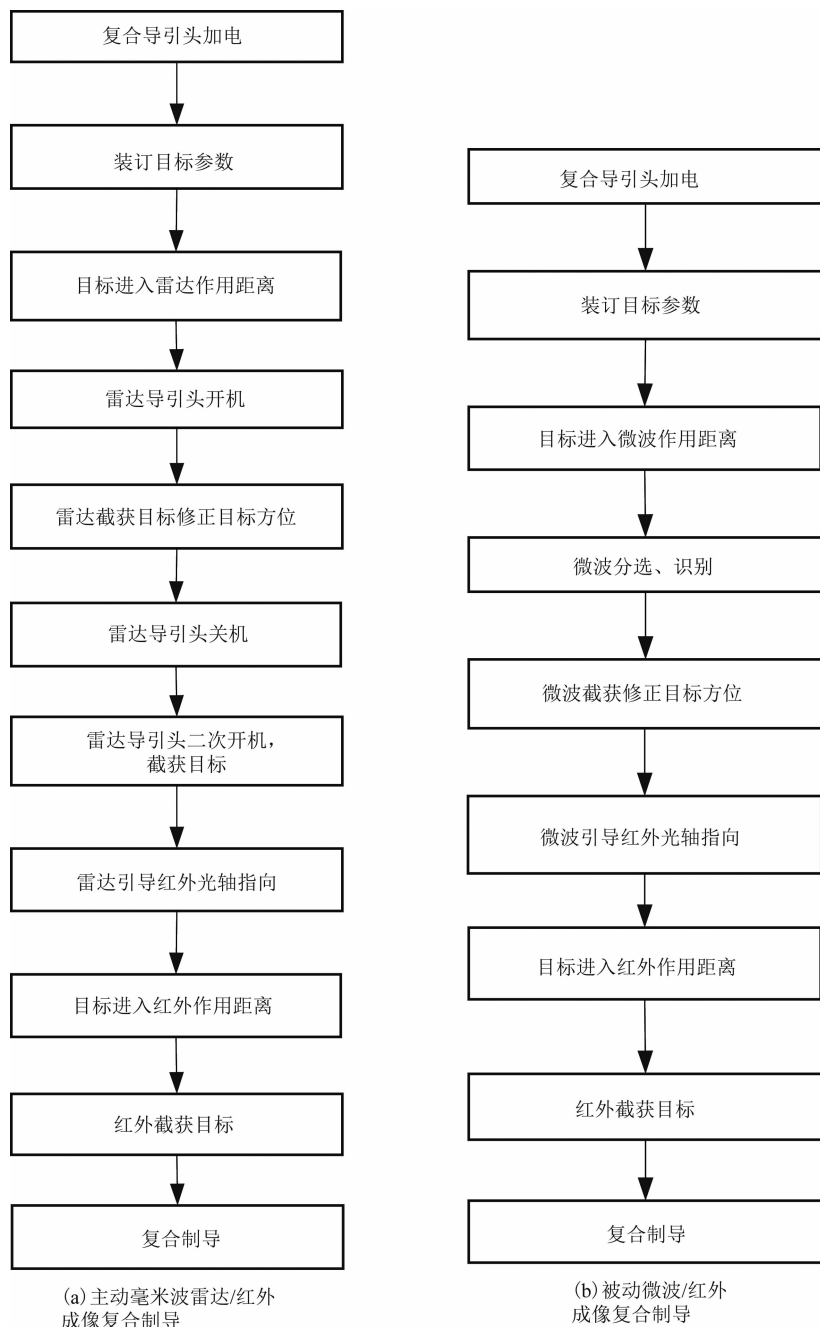


图 2 复合导引头的工作流程图

在进入红外作用距离之后, 红外模块对目标进行搜索截获。面对各种有源和无源干扰, 当其中一个模式受到干扰时, 可发挥多模复合的优势, 快速判断出目标位置, 形成有效的抗干扰效果。与单模制导相比, 复合导引头可以较大地提高制导精度。

5 结束语

面对复杂的战场环境, 复合导引头已成为实

现干扰对抗和提供高精度制导信息的优势选择。与单模制导相比, 复合导引头能充分利用各种制导模式的特点, 形成优势互补, 从而在现代战争中占据一席之地。本文从复合制导技术的特点出发, 描述了不同复合技术的导引头工作流程。由于战场环境复杂多变, 伴随着各种干扰技术的发展, 对精确制导提出了更高的挑战。各个子系统的进一步优化、复合制导信息的使用以及数据融

合仍是今后的研究热点。如何优化这些问题,对制导精度的影响不可小觑。

参考文献

- [1] 鹿玉泽,郑家毅,李伟,等. 干扰条件下弹载认知雷达波形优化研究 [J]. **航空兵器**, 2017, **54**(5): 37-44.
- [2] 贵彦乔,吴彦鸿,俞道滨. 跟踪雷达干扰技术综述 [J]. **兵器装备工程学报**, 2017, **38**(4): 141-147.
- [3] 王春莉,焦胜海,罗宗起. 信息化战争下针对美国导弹防御系统的信息对抗手段探索 [J]. **电子世界**, 2016, **38**(8): 127-131.
- [4] 吴丰阳,沈志,胡奇. 复杂场景下多模复合制导关键技术研究 [J]. **航空兵器**, 2018, **55**(1): 3-7.
- [5] 磨国瑞,张江华,李超,等. 毫米波雷达/红外成像复合制导技术研究 [J]. **火控雷达技术**, 2018, **47**(1): 1-5.
- [6] 孙少军. 主动雷达/红外成像复合制导抗干扰技术 [J]. **舰船电子工程**, 2016, **36**(2): 61-63.
- [7] 温先福,李刚,张兴,等. 主被动雷达协同跟踪制导方法研究 [J]. **现代防御技术**, 2015, **43**(4): 99-105.
- [8] 章蕾,高志峰,李黎明,等. 红外成像/毫米波雷达复合导引头制导策略研究 [J]. **激光与红外**, 2014, **40**(4): 394-396.
- [9] 周明宇. 毫米波导引头信号处理若干关键技术研究 [D]. 南京: 南京理工大学, 2015.
- [10] 李成,李建勋,童中翔,等. 红外成像制导末端局部图像识别跟踪研究 [J]. **兵工学报**, 2015, **36**(7): 1213-1221.