

文章编号: 1672-8785(2011)03-0010-04

舰载无人机光电任务载荷试验方法研究

王东阳 周亚凡 叶宗民

(91404 部队 93 分队, 河北 秦皇岛 066001)

摘 要: 根据舰载无人机光电任务载荷的组成形式, 探讨了光学载荷、红外载荷和激光雷达等任务传感器的性能指标。考虑到复杂海面大气条件下光电传感器受环境条件影响显著的特点, 设计了舰载无人机光电任务载荷的外场试验方案, 包括沿海试验阵地布设、静态和动态试验程序设计以及后期试验数据处理等。

关键词: 舰载无人机; 任务载荷; 试验方法

中图分类号: TN211 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2011.03.003

Research on Test Method for Optoelectronic Payload of Shipborne UAV

WANG Dong-yang, ZHOU Ya-fan, YE Zong-min

(The 93 Department of 91404 Unit, Qinhuangdao 066001, China)

Abstract: According to the make-up of optoelectronic payloads for shipborne Unmanned Aerial Vehicles (UAV), the specifications of optical, infrared and lidar payloads are discussed. Since an optoelectronic sensor is susceptible to the environment under the complicated sea surface atmospheric condition, a field test scheme of an optoelectronic payload for a shipborne UAV is designed. The test scheme includes coastal experiment front arrangement, design of static and dynamic test programs and subsequent processing of test data.

Key words: shipborne UAV; task payload; test method

1 引言

舰载无人机具有轻便灵活、造价低廉、操控简便、时效性强和出勤率较高等优点, 越来越成为复杂水面战场上各类舰艇的重要对抗手段。无人机可以携带光学相机、电视摄像机、前视红外设备、激光雷达和合成孔径雷达 (SAR) 等多种传感器, 还可携带激光指瞄仪和电子干扰 / 压制等设备, 具有侦察与监视、电子干扰与压制、通讯中继、战场目标标校以及远程诱饵等多种用途。侧重于不同功能的各类舰载无人机可以拓展战斗舰艇的侦察范围与攻击有效半径, 丰富战场对抗形式, 在争取战场主导权的过程中日益发挥关键性作用。当前光学成像技术和红外

成像应用技术发展迅速, 仪器设备在性能不断增强的同时体积重量也越来越小, 特别适合作为无人机任务载荷来对复杂环境下的海战场进行监视与侦察。因此对舰载无人机光电任务载荷的靶场试验方法进行深入分析和研究, 具有明显的实际意义和价值。

2 舰载无人机系统组成

舰载无人机系统由舰载指控系统 (地面系统)、飞机系统、任务载荷和无人机操控人员等组成。其中, 舰载指控系统又可分为舰载指控系统、舰载导航系统、监控信息传输系统、战术控制系统以及发放 / 回收装置等。无人机部分由飞行器 and 有效任务载荷组成。舰载无人机光电任

收稿日期: 2010-10-14

作者简介: 王东阳 (1976-), 男, 工学硕士, 工程师, 主要从事模式识别与智能系统研究。E-mail: wangdongyang@163.com

务载荷通常包括光学相机、电视摄像机、红外行扫描仪、前视红外设备和激光雷达等。其中,虽然光学相机具有较高的图像质量和分辨率,但由于具有非实时性的缺点,已逐渐被电视摄像机所取代。红外行扫描仪同样存在实时性差的缺点,也有被前视红外器件所替代的趋势。图 1 所示为舰载无人机系统的基本结构。

2.1 光学载荷

无人机上使用的电视摄像机都是电荷耦合器件 (CCD) 电视摄像机。摄像机一般都采用焦平面阵列电荷耦合器件,其主要优点是体积小、质量轻、功耗低、灵敏度高、寿命长和抗冲击震动等。因此,它不仅可在监视侦察中用于获取实时图像情报,而且能够参与辅助地面操纵人员遥控驾驶。如果与前视红外设备配合使用,它还可满足全天候实时获取图像情报的需要。

随着电子技术的发展,目前处于可见光波段的 CCD 摄像机具有较高的分辨率,并且大多具备光电变焦功能,这使得摄像机可同时拥有宽、中、窄 3 种视场。而红外变焦摄像机可有宽、中、窄、极窄 4 种视场。地面操纵员可以利用定点摄像机得到极窄的视场以获得目标的细节信息。两部摄像机采用共轴设计,便于切换侦察同一区域的不同目标特征。此外,摄像机还可加装固体光纤陀螺,以获得高稳定性和高目标定位精度。

2.2 红外载荷

红外行扫描仪利用扫描镜收集红外辐射并将其投射到红外探测器上以形成红外图像信号,然后用该信号调制光源并记录在感光胶片上,从而构成红外照相机。此外,也可以利用这种红外图像信号调制视频通道,然后经过数据

传输系统将其发送回地面接收站。红外行扫描仪属于机载无源探测设备,其最大的优势就是能够探测物体的自然红外辐射而无须借助环境光的照射。

近年来,非致冷红外摄像机发展迅速。以美国英迪戈系统公司的 UL3 红外摄像机为例,它采用 160×120 微测辐射热计探测器阵列,使用 F1.6 镜头,可获得优于 80mK 的灵敏度。其体积不超过 50cm^3 ,功率约为 1W,特别适用于舰载无人机。这种小型载荷可直接安装在无人机上。由于无人机与大型飞机相比震动较小,而且距离目标近得多,因此它仍能获得清晰的影像。

采用常平架和控制系统的光电 / 红外传感器数影子 200 无人机比较典型。它采用索尼公司的 CCD 电视摄像机和 BAE 系统公司的前视红外系统与激光测距机 / 光斑跟踪器,其有效载荷的质量为 18.1kg。其中,前视红外系统热像仪采用 640×480 碲化铟焦平面阵列,视场为 $2^\circ \sim 20^\circ$,常平架旋转速度为 $1000^\circ/\text{s}$,稳定精度为 $5\mu\text{rad} \sim 10\mu\text{rad}$ 。传感器输出数字图像信息,通过融合不同类型传感器的数据,提高了综合探测能力,适合大面积监视任务。

对于不同形式的红外载荷,主要指标参数包括视场、稳定精度、分辨率、图像数据无线传输的实时性和稳定性、探测距离等。因此,我们在设计方案时也着重从这几个参数的角度入手。

2.3 激光雷达

激光雷达是一种以多个或连续激光波束进行扫描从而高精度提取目标形状和动态变化的传感器。利用激光雷达可以获取数字地形高度

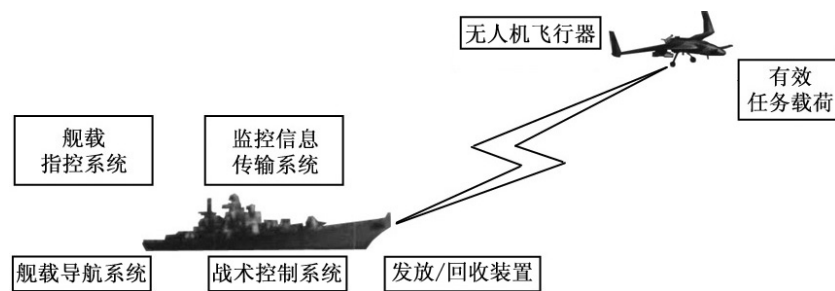


图 1 舰载无人机系统组成

数据和建筑物图像等信息,提供所需的精确目标信息。

文献 [5] 介绍了两种典型的激光雷达。一种是由 Lite Cycles 公司与先进科学概念公司和科学应用国际公司共同研制的三维偏振测定闪光型激光雷达。该激光雷达可在 100m ~ 500m 的高度生成瞄准点周围 24m×24m 区域的合成三维影像。目标位置处的像元尺寸为 3in×3in×4in。通过利用新的信号处理算法,目标位置距离的精度可达到亚像素级(亚英寸级)。另一种是阿雷特联合公司研制的 64×64 元多狭缝条纹管成像激光雷达,其发射机采用闪光泵浦倍频 Nd:YAG 激光器,脉冲重复频率为 30Hz,脉冲能量为 100mJ,脉冲持续时间为 10.5ns。该激光雷达具有 5.8° 的正方形视场,空间采样为每个像素 750mm²。接收机的孔径为 42mm。当空速为 25 节时,以 30Hz 速率和每个像素 40 个距离块(二进制计数)的速度采集影像。连续拍摄时,重叠部分约为 80%。新型前端光纤组件使用 4096 根光纤,焦平面阵列影像成像在条纹管光阴极的 16 条狭缝上。

3 试验方案设计

电磁空间是随着信息技术的广泛应用而被人们逐步重视起来的物理空间,是各种电场、磁场与电磁波组成的物理空间。而复杂的电磁环境是指在有限时空中的一定频段上,多种电磁信号密集、交叠,妨碍信息系统和电子设备正常工作,对武器装备运用和作战行动产生明显影

响的战场电磁环境。在试验中,舰载无人机任务载荷在复杂电磁环境下的效能的考量是试验方案设计的核心。在本文介绍的无人机试验方案中,各类测控设备、无人机发射控制舰、目标模拟舰以及各种电子对抗设备的应用,自然形成了一个比较复杂的局部电磁环境空间。在组织试验时,既要考虑完整、准确地测量舰载无人机的各项性能指标,还要适当考虑不同单项试验的整合,以获得一定的经济效益。此外,还要着重考虑复杂海面大气条件对光电传感器类设备的影响较为明显这一因素,因此必须精心选择试验阵地。

3.1 阵地布设

为了方便试验装备的布设,同时考虑舰载无人机真实作战的环境因素,试验选择在沿海区域进行。将用于检验无人机飞行控制性能、隐身性能等指标的雷达和光电设备架设在海边陆地,利用海面真实的大气物理参数对无人机的光电特性进行测量与检验。雷达测试设备获取的数据信息既可单独使用,也可作为辅助数据与光电测控设备的获取数据融合。

在舰载无人机试验阵地布置图中,用于测量无人机和目标模拟舰的光电测控设备、激光测控设备和雷达测控设备分别架设于海边。试验无人机由发射指控舰发放,并进行远端遥控。带有不同任务载荷的无人机按照预定的航线进入试验空域。试验时,由导航卫星授时,并提供各

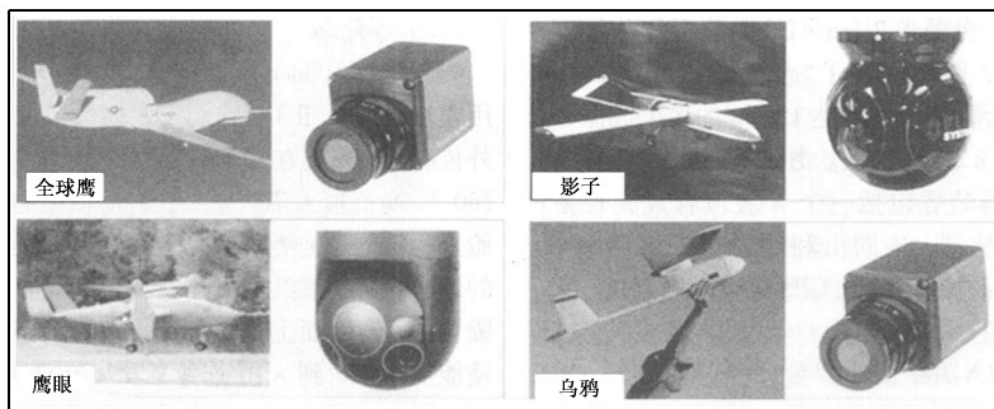


图 2 几种典型的光学/红外载荷

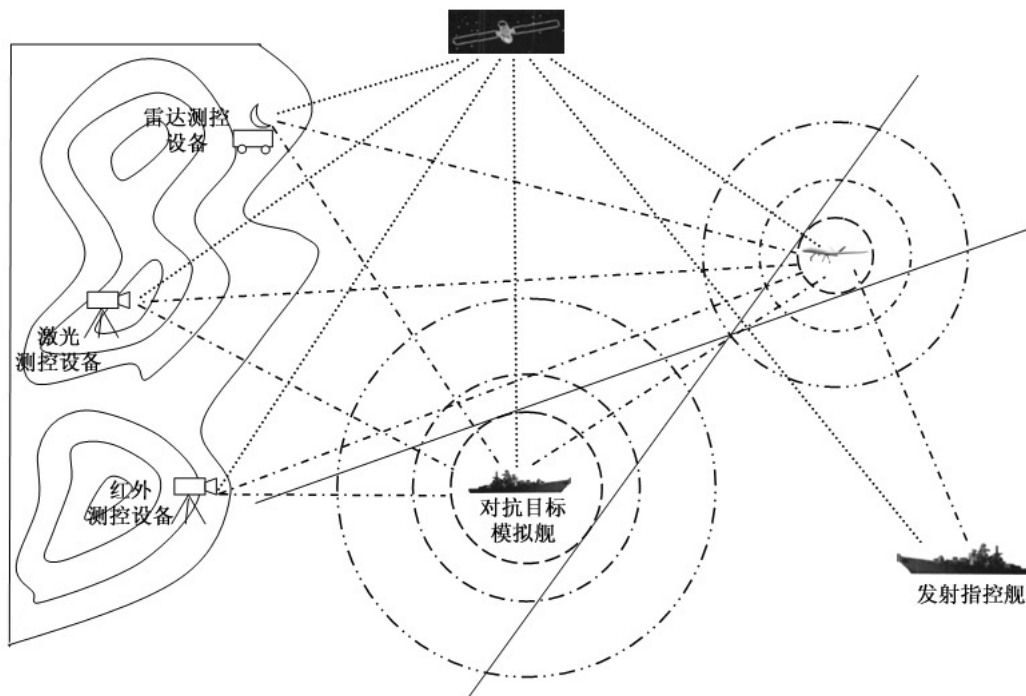


图3 试验阵地布置的示意图

个测控设备和无人机及舰艇的方位距离信息,用于试验数据的实时显示和后期处理。

3.2 试验过程设计

舰载无人机试验分为静态试验和电磁环境下的任务载荷效能试验,其目的是通过对比两种数据掌握舰载无人机设备的实际效能,为作战使用和各类决策提供依据。

在静态试验过程中,无人机发射指控舰引导舰载无人机按照静态试验规划航线由模拟目标舰舰载设备可探测的最大范围外进入。目标模拟舰的各类探测设备开始捕捉无人机目标并记录目标的方位、距离等信息,但不无人机目标实施烟幕、红外以及箔条等针对不同探测器的电子对抗手段。将所得目标信息与岸上测控设备数据及无人机有效载荷数据融合,便可对舰载无人机有效载荷的技术参数和无人机的侦察效果作出有效评价。

在电磁环境下的任务载荷效能试验中,发射指控舰引导舰载无人机按照静态试验规划航线再次由模拟目标舰舰载设备可探测的最大范围外进入。目标模拟舰发现无人机目标后依次分别对无人机实施雷达有源和无源干扰,对

红外探测器实施红外干扰,对激光雷达与指示器等实施激光告警及引偏措施等。将岸上测控设备、目标模拟舰和舰载无人机系统三方的数据融合,最终对舰载无人机任务载荷的效能作出了可靠的评价。

在试验过程中,由于无人机进入目标模拟舰的方位与岸上测控设备的方位不同,岸上测控设备的部分信息无法与无人机有效载荷的信息数据融合。这里有两种方法可以解决:一是采用吊舱形式的测控设备,在无人机航迹上进入目标模拟舰的探测范围,直接获得有效的测量数据;二是改变无人机的航向角或单独测得目标模拟舰相对无人机方向的各项目标特征信息,然后以此信息进行试验数据的融合。前一种方式的数据获取更为直接、准确,且便于试验组织。这里强调一点,岸上测控设备的测量数据主要用来评估无人机的飞控性能、隐身性能和机动性等生存能力,其部分数据可与舰载无人机有效载荷数据融合。

3.3 试验数据融合

(下转第22页)