

文章编号: 1672-8785(2011)04-0011-04

基于景象生成的红外成像导引头 测试系统设计

李金亮 高文静 王 垒

(91404 部队 93 分队, 河北 秦皇岛 066000)

摘 要: 针对红外成像导引头等成像设备的特点, 以场景生成技术为核心, 构建了一种测试与维护系统。详细介绍了场景生成与测试原理, 并对系统设计的关键技术进行了分析。

关键词: 系统设计; 景象生成; 红外成像; 测试

中图分类号: TN211 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2011.04.003

Design of a Testing System for Infrared Imaging-guided Head Based on Scene Generation

LI Jin-liang, GAO Wen-jing, WANG Lei

(91404 Army Unit, Qinhuangdao 066000)

Abstract: According to the features of imaging equipment such as infrared imaging guided heads, a measurement and maintenance system based on scene generation is designed. The scene generation and measurement principles are presented and the key technologies used in the system design are analyzed.

Key words: system design; scene generation; infrared imaging; measurement

1 引言

随着成像跟踪技术和相关算法的迅速发展, 红外成像制导的全天候应用、强抗干扰能力、高命中精度等特点得到了进一步彰显, 同时其相关测试、维护、维修等技术手段的要求也逐步提高。近年来, 随着液晶光阀、微镜阵列等核心器件的成熟应用, 场景生成技术因具有动态、可调、可控等优点, 已成为人们对红外成像导引头等成像设备进行测试、维护和维修的重要技术。

本文以场景生成技术为核心, 针对红外成像导引头等成像设备的特点, 构建了一套基于

景象生成的红外成像导引头测试系统, 详细介绍了场景生成与测试原理, 并对系统设计的关键技术进行了分析。

2 红外场景生成技术

红外场景生成装置由红外场景编辑器、红外景象投射器和光学系统组成。

2.1 红外场景编辑器

红外场景编辑是红外景象生成的前期工作, 其逼真度直接关系到测试、维护的有效性和可信性。场景编辑的主要功能是利用计算机图像生成技术(CIG)模拟生成与真实环境相符的红外辐射图像, 其主要步骤如图 1 所示。

收稿日期: 2010-12-30

作者简介: 李金亮(1976-), 男, 黑龙江七台河人, 工学学士, 工程师, 研究方向为光电对抗及测量。E-mail: syflj10525@sohu.com

首先生成所要模拟的红外目标、背景和干扰信号的各种动态及静态的三维模型,形成几何模型库和物理特征库(反射率、辐射率和温度分布)。然后依据模型数据库对目标、背景和干扰信号进行红外热图渲染,使其具有热成像仪所观察到的红外热图像的光谱能量分布(即温度分布)。接着根据大气传输模型对生成的各种场景进行大气透过率解算和调制,计算出被试探测器所接收到的红外辐射亮度,使被试设备光学系统所接收到的红外辐射特征与实际情况相符。需要指出的是,得出辐射亮度并不是最终目标。最终目标是要将辐射亮度转化为灰度等级,而这种转化是一个量化过程。最后,针对目标和干扰信号设定移动轨迹和飞行姿态,即对各种试验模式和试验态势进行设定,并生成预先设定格式的视频数据。

目前存在两种可模拟动态红外场景的计算机图像生成技术^[1,3]: (1) 依据 VC++ 编程软件和 OpenGL 图形接口技术来模拟红外场景; (2) 利用专用仿真软件工具包直接生成动态红外场景,如 SensorVision、MultiGen 等。

2.2 红外景像投射器

在红外成像制导测试系统中,具有高分辨率、高帧速、大温度动态范围以及能够与计算机图像生成技术快速、实时交换的红外景像投射装置是一个非常关键的环节,它在很大程度上决定了红外仿真系统的逼真度。红外景像投射器的功能是将 CIG 生成的红外场景转换为红外热辐射,从而再现真实战场环境下的红外辐射信号。

根据目前的国内外研究情况,通过计算机控制微反射镜阵列对红外辐射进行空间调制的方法,是一种比较成熟的手段。它具有无需考虑辐射源、分辨率高、帧速快、无死像元和均匀性好等优点,其工作原理如图 2 所示。

2.3 准直光学系统

准直光学系统主要用以将景像投射器件生成的动态红外热辐射成像在无穷远处。所形成的图像应能够绕着导引头接收点在方位和俯仰方向上有较大范围的运动,使准直光学系统投射的热图像始终充满整个导引头接收光学系统的视场。在设计光学系统时,存在以下几个关键问题。

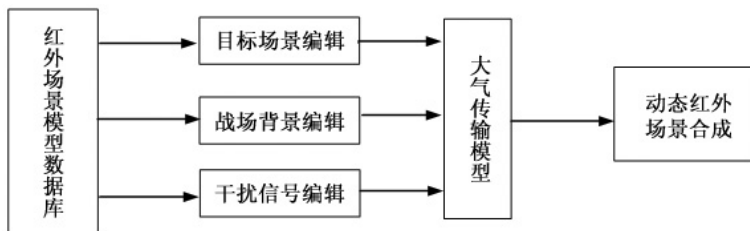


图 1 场景编辑生成器的功能配置图

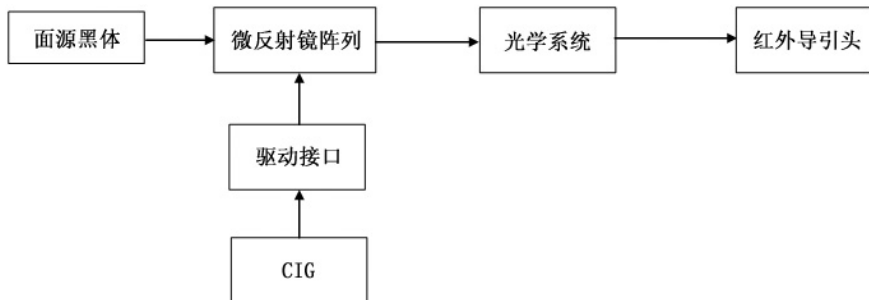


图 2 红外景像投射器的原理示意图

2.3.1 景象的空间分辨率

景象的空间分辨率主要取决于景像投射器件,同时也受光学系统分辨率的限制,所以在设计光学系统部分时,其分辨率至少要高于景像投射器件的分辨率。

2.3.2 光瞳匹配

在设计光学系统时,不仅要满足光学成像关系,还必须满足前一系统的出瞳与后一系统的入瞳相重合的要求。只有这样才能避免光瞳切割,使能量损失减至最小。

根据以上分析可知,在导引头确定的前提下,准直光学系统必须达到高分辨率和光瞳匹配的要求。图 3 所示为比较典型的投射式准直光学系统的设计。

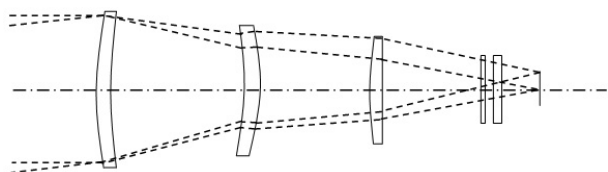


图 3 典型的准直光学系统设计

红外景象生成不仅要求参数动态可调、可控,而且还要求景象具有较高的逼真度。这样才能使红外导引头等成像系统的测试变得便捷、可靠和真实。

3 测试系统设计

根据红外成像导引头的工作原理、技术性能参数以及应用方法,我们对测试系统进行了

综合设计,使之满足了红外成像导引头等成像设备的测试与维护使用要求。

3.1 系统构成

红外成像导引头测试系统由控制计算机、场景编辑生成器、红外景像投射器、准直光学系统、图像检测和校准系统、三轴飞行转台以及随动装置构成,其拓扑关系如图 4 所示。

下面介绍各部分的功能。

显示控制计算机:实时指挥和控制各模块,使其协调、有序地工作;监测各模块的运行状态并实时显示试验数据和结果;

场景编辑生成器:模拟试验所需的红外威胁信号;

红外景像投射器:将场景编辑生成器生成的红外图像数据转换为热图像辐射;

准直光学系统:对红外热图像进行准直校准,使近场条件下产生的红外图像信号的传输特征与所要模拟的远场条件下的实际信号相符;

三轴飞行转台:模拟红外成像导弹弹体的飞行姿态;

随动装置:使准直光学系统的投射物镜与导引头同步运动,实现两个光学系统的光瞳匹配。

3.2 系统工作原理

红外景象生成装置按照预先设置好的测试程序和步骤,依据测试需要构建场景中的目标、

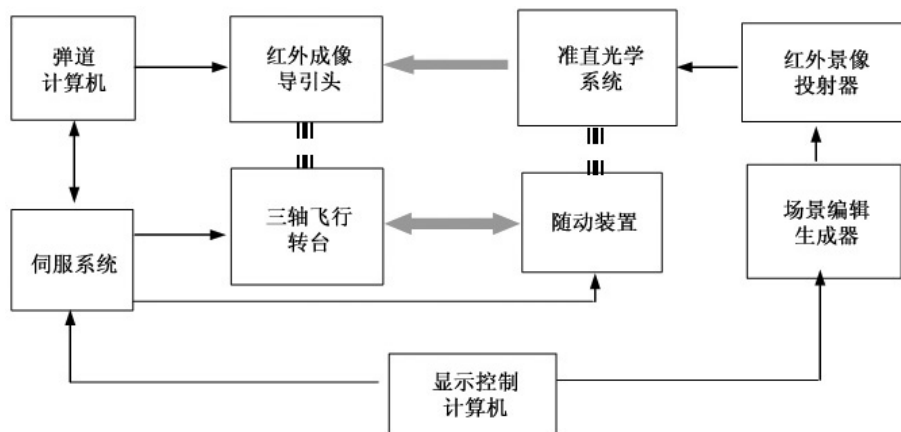


图 4 红外成像制导仿真试验的回路结构图

背景、干扰等物体的模型。计算机生成红外场景图像,同时驱使微反射镜阵列运动,对辐射源的红外辐射进行反射,形成红外场景并将其辐射到红外成像导引头中,接着根据场景图像的动态变化和导引头的姿态模拟,测试其各项性能参数^[2],得出测试结果。

3.3 红外场景模型的分类

3.3.1 红外目标模型

红外目标模型包括目标辐射特性(包括光谱特性、表面温度分布、辐射率和吸收率)、目标物理特性(目标的外形、大小、面积、周长、长宽比、圆度以及目标表面材料和纹理)和目标运动特征等模型^[3]。

3.3.2 红外背景和大气传输模型

红外背景主要包括天空背景、海面背景以及海天背景。

天空背景模型包括多种卷云、积云、雨、雾、霾等辐射以及太阳辐射、太阳辐射的散射、大气成分的反射和云层反射等辐射模型。

海面背景模型包括海水辐射特性、几何形状和温度分布等。

大气传输模型包括不同季节、不同气候、不同纬度、白天或黑天以及各种角度、高度和距离上的大气透过模型。

3.3.3 红外干扰信号模型

红外干扰信号包括曳光弹、红外烟幕和红外干扰弹等。

红外干扰模型的具体内容包括辐射光谱、辐射强度、起燃时间、燃烧持续时间、燃烧面积和几何形状以及燃烧物的运动规律。

3.3.4 目标运动模型

目标运动模型包括飞机运动轨迹、导弹逼近攻击点的逼近过程和军舰运动轨迹等运动模型。

4 关键问题

4.1 计算机图像生成装置模型的逼真度

计算机图像生成装置中模型的逼真度直接关系到红外景象的可信度,同样也直接影响到红外成像导引头等成像系统测试的有效性。因此,在系统设计中建立各目标与环境模型是一个关键问题。只有建立起真实、有效的模型系统,才能保证得到逼真、有效的红外景象。

4.2 景象投射口径与导引头等成像设备的入瞳匹配问题

在设计测试系统时,必须使红外景象的辐射始终充满整个导引头的视场,并使图像的损失减少到最小,以保证导引头可以准确地跟踪预定目标。在满足光学成像关系的同时,还必须满足景象投射口径与导引头等成像设备的入瞳匹配要求。只有这样才能避免由光瞳切割造成的图像损失和畸变,从而达到有效景象投射的目的。

5 结论

通过以景象生成技术为核心设计的红外成像导引头测试系统,包含了计算机图像生成技术、微反射镜阵列技术、随动转台、综合控制、标准辐射源等多个环节,能够满足红外导引头的静态性能参数、动态跟踪抗干扰等一系列能力的测试要求。同时,在调整、更换景象辐射口径后,该系统还可以满足不同成像设备的测试和维护要求,具有较好的通用性。在具体应用中,还必须重点考虑其测试方法和效果评估方面的问题。

参考文献

- [1] 张安京,王仕成,张金生,等. 红外成像制导仿真图像实时生成系统设计与研制[J]. 电光与控制, 2007, 14(1): 91-95.
- [2] 王群,朱牡丹,赵亮. 红外探测器参数测试研究[J]. 红外技术, 2006, 28(10): 599-601.
- [3] 马丽华,乔卫东,赵尚弘,等. 红外制导半实物仿真及目标模拟器研究[J]. 计算机仿真, 2007, 24(6): 42-44.