

红外搜索跟踪系统测试仪

任 心 志

(天津光电技术研究所)

摘要——本文介绍了一种红外搜索跟踪系统测试仪的结构和工作原理, 以及系统主要指标的测试方法。

一、前 言

建立红外辐射标准、统一红外系统性能指标及测试方法, 是一项迫切的工作。本文就红外搜索跟踪系统(以下简称红外系统)主要性能指标的测试作一初步探讨, 期望引起同行的关注和讨论。

红外系统测试比较复杂, 要准确描述和说明红外系统性能比较困难。系统所响应的信号频带宽、与波长的关系复杂, 从光学系统、调制盘到探测器都是关系复杂的非线性函数, 难于精确描述和计算。准确模拟实际目标、背景的辐射和大气传输情况更为困难。红外辐射不可见, 而且任何物体均会产生辐射, 由于上述种种原因, 测试是困难的。

二、测 试 仪 器

该仪器主要用于跟踪、制导系统的测试和研究。

1. 仪器的用途和技术指标

仪器可模拟某些红外目标的辐射和运动, 可测试与系统作用距离有关的参数, 及系统各

表1 测试仪主要性能指标

性 能	指 标	性 能	指 标
方 位 范 围	$\pm 90^\circ$	位 置 精 度	$< 1'$
俯 仰 范 围	$+25^\circ \sim -25^\circ$	辐射源温度范围	$50 \sim 500^\circ\text{C}$
方 位 速 度	$0 \sim 30^\circ/\text{s}$	辐射源稳定度	$0.2^\circ/4\text{h}$
俯 仰 速 度	$0 \sim 20^\circ/\text{s}$	辐射平行度	$< 1'$
目标距离范围	$0.2 \sim 12 \text{ km}$	衰减器范围	20 倍

本文1982年8月31日收到。修收稿1983年7月19日收到。

测试仪方位转轴与试件位标器方位轴大致重合, 测试仪俯仰转轴在位标器中心下距离为 H , $H = L \cdot \cos \alpha_0$ 。

测试中可通过改变黑体温度、光栏孔尺寸和衰减器来改变目标辐射能量, 通过控制台操纵目标运动, 测定伺服参数时须配合通用记录仪器。

三、测试方法

红外测试要求仪器准确, 环境稳定, 还要有熟练的技术。

1. 辐射校准

辐射校准是测量中必须解决的首要问题, 但因尚未建立统一的辐射标准和传递标准, 只能在有限范围内进行比较。根据波尔兹曼定律, 黑体辐射主要受黑体有效发射率和黑体温度的影响。经验表明设计得好的黑体, 其有效发射率常可达 0.995, 因此本仪器仅对黑体温度进行了标定。黑体辐射按朗伯余弦定律分布, 设计中仅使用其法线部分的辐射。仪器精度要高于试件 3~5 倍, 这样测量结果才有实际意义。

2. 主要参数的测试方法

红外系统的指标很多, 有些涉及具体系统的功能, 大致可归纳为三方面。这里列举其中几项主要参数的测试方法。

(1) 与作用距离有关的参数

灵敏度: 一般指系统所能探测到的最小信号, 即系统输出信号 S 等于均方根噪声 N 时系统所需最小照度, 此照度越小, 灵敏度越高。然而, 系统正常捕获和跟踪目标要求 S/N 大于 1, 它与系统设计水平有关, 若按上述定义很难测试。通常的做法是, 改变黑体温度及光栏和衰减器位置, 提供一定照度; 系统对准目标后, 测定其输出端的 S/N , S/N 越大, 灵敏度越高。

虚警概率: 指由于背景或干扰使系统错误发现、捕获假目标的可能性。以规定的 S/N 下两次虚警之间的平均时间来表示。测量方法: 用目标当作背景或干扰, 使 S/N 达到规定值, 系统对准目标, 记录错误发现、捕获假目标的时间。

捕获概率: 指在规定的 S/N 下, 系统捕获目标的可靠性。测试中以频率代替概率。给定目标尺寸及 S/N , 使目标位于系统搜索范围内, 目标通过时记录捕获次数, 并计算其频率。

(2) 特性参数

特性参数如视场、相对孔径、波段范围、调制特性、斜率等, 通常在明确定义, 选定适当的辐射下进行, 主要用模拟转台的位置读数来实现, 这里以调制特性为例说明。

调制特性: 当目标偏离视场中心时, 系统将产生误差信号, 在视场内误差信号 E 与偏角 ε 间的关系称为调制特性, 其关系为

$$E(\rho, \theta) = f(\varepsilon),$$

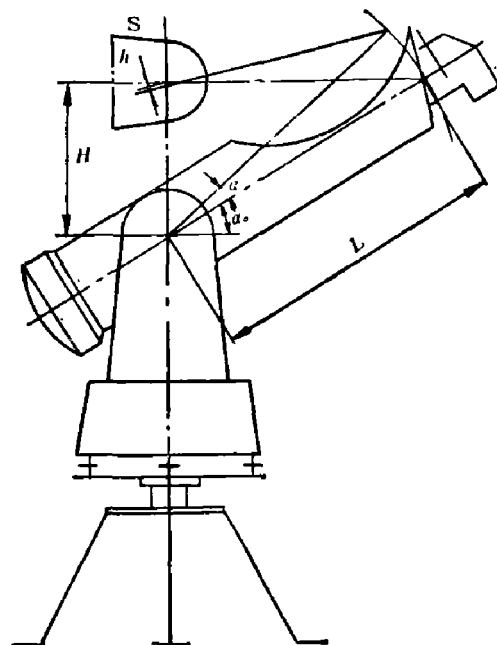


图4 测试原理及工作位置

其中, ρ 是误差信号幅度; θ 是误差相位; ε 是偏差角。测量方法: 选定适当的目标辐射, 系统对准目标, 系统不动, 在方位或俯仰上移动目标, 逐点测定误差信号的幅度和相位。

(3) 伺服参数

阶跃位置响应: 系统对准目标, 并处于跟踪状态; 遮挡目标, 使目标偏离视场中心; 移去遮挡, 记录系统跟踪目标时的位置输出过程。从中可以确定系统的超调量、调节时间、振荡次数等。给以不同的偏移, 还可以观察系统非线性对过渡过程的影响。

跟踪速度: 目标通过系统视场时作等速运动, 记录系统捕获、跟踪目标的输出响应过程。改变目标速度可求出最大跟踪速度。

跟踪精度: 目标按一定方式运动, 系统跟踪目标, 同时记录系统和仪器的位置输出, 同一时刻位置之差, 即为在给定输入下的跟踪误差。

参 考 文 献

- [1] R. D 小哈得逊, 红外系统原理, 国防工业出版社, 1975.
- [2] Zissis G. J & Wolfe W. L, *The Infrared Handbook*, IRLA Center, 1978, 23-57~23-67.
- [3] Shinnars S. M, *Modern Control system Theory And Application*, 1972, 296~337.
- [4] 任心志, 红外与激光技术, (1980), 4: 1~6.

INFRARED TEST INSTRUMENT FOR SEARCHING AND TRACKING SYSTEMS

REN XINZHI

(Tianjin Institute of Electro-optics Technique)

ABSTRACT

The structure and working principle of an infrared test instrument for searching and tracking systems, and the testing methods of the primary specifications for the systems are introduced.