

778光电经纬仪红外跟踪 测量系统

华北光电技术研究所

薛天柱 张德欣 刘兴运等

【摘要】 本文讨论了778光电经纬仪红外跟踪测量系统的总体方案设计,介绍了系统的组成和主要技术指标,在室内和外场试验中,获得系统灵敏度 $7.7 \times 10^{-13} \sim 1.4 \times 10^{-12} \text{W/cm}^2$,跟踪距离72km、静态脱靶量测量误差 $\leq \pm 0.8''$ (方位)和 $\leq \pm 1.6''$ (高低)的好结果。

一、前言

778红外跟踪测量系统是778光电经纬仪的一个组成部份,它的主要功能是为778光电经纬仪能自动跟踪主动段导弹、飞机,并实时地将红外目标的脱靶量,传送给监控台,高精度地测量、记录导弹及其他红外目标的飞行轨迹,同时也为激光测距提供测试条件,本系统的特点是作用距离远,跟踪测量精度高。

二、系统的总体方案设计

为了使系统设计达到总的战术技术指标要求,充分地分析了解目标特性、大气传输、环境条件、可靠性及战术指标。分系统的组成、技术接口、指标分析,就是来源于这样的综合分析。下面介绍总体方案设计所涉及的各项关键技术:

(一) 关于作用距离与灵敏度的设计

1. 关于系统灵敏度

作用距离远,是本系统的主要特点之一。在目标特性和大气传输条件已经确定的情况下,为了使系统的作用距离跟踪主动段导弹达到300km以上,跟踪飞机超过40km,就必须充分了解、仔细分析这两类目标可能到达探测接收孔径上的辐照度范围,设计出系统必须达到的灵敏度。根据用户提出的两类目标的辐射面积 A_r 、温度 T 、发射系数 ϵ_r ,可以用公式1计算出目标总的辐射通量密度 w 。考虑到目标辐射的朗伯面属性,用公式2计算出目标的辐射强度 J 。如通过大气的传输距离为 R ,大气平均透射系数为 $\tau_{\lambda 1-\lambda 2}$,则目标能量辐射到探测器

接收系统的辐照度 $H_{\lambda_1-\lambda_2}$ 。可用公式 3 计算。

$$W = 6\epsilon_1 T^4 \quad (\text{w/cm}^2) \quad (1)$$

$$J = \frac{6\epsilon_1 T^4 A_1}{\pi} \quad (\text{w/球面度}) \quad (2)$$

$$H_{\lambda_1-\lambda_2} = \frac{6\epsilon_1 T^4 \cdot A_1 \cdot \tau_{\lambda_1-\lambda_2} \cdot \eta_{\lambda_1-\lambda_2}}{\pi R^2} \quad (\text{w/cm}^2) \quad (3)$$

式中 $6 =$ 斯蒂芬—玻尔兹曼常数 $5.67 \times 10^{-12} \text{wcm}^{-2} \text{k}^{-4}$ $\eta_{\lambda_1-\lambda_2}$ 为工作波段内辐射能量百分比, 按用户所提供的目标特性和使用条件计算出:

导弹的辐照度为: $1.82 \times 10^{-11} \text{w/cm}^2$

飞机的辐照度为: $1.77 \times 10^{-11} \text{w/cm}^2$

从战术使用要求来说, 若虚警或探测概率所需要的跟踪信噪比为 V/V_n , 则系统的灵敏度要求可按公式 4 计算:

$$\text{NEFD} = \frac{1}{\frac{V_n}{V}} \cdot \frac{6\epsilon_1 T^4 A_1 \cdot \tau_{\lambda_1-\lambda_2} \cdot \eta_{\lambda_1-\lambda_2}}{\pi R^2} \quad (\text{w/cm}^2) \quad (4)$$

根据用户提出的战术要求, 系统要跟踪导弹和飞机的灵敏度要求, 其计算值分别为:

$$4.55 \times 10^{-12} \text{w/cm}^2, 4.43 \times 10^{-12} \text{w/cm}^2.$$

为了达到上述的灵敏度要求, 则必须对探测器、光机系统、信号处理中涉及灵敏度的设计参数, 做出明确的规定, 其总的分配原则可用公式 5 来综合平衡, 若总的灵敏度要求一定, 则当设计人员每放宽某一分系统的设计指标时, 就必须相应的提高另一分系统的指标。

$$\text{NEFD} = \frac{\sqrt{A_d \Delta f}}{A_0 \cdot \epsilon_0 \cdot \rho \cdot \tau_w \cdot \epsilon_c \cdot D^*} \quad (\text{w/cm}^2) \quad (5)$$

由于本系统要兼额 $800^\circ\text{k} \sim 1400^\circ\text{k}$ 的目标探测, 从通带能量百分比分布, 探测器的 D^* 和时间常数考虑, 选用 PV—InSb 探测器最为合适。致冷到 77°k 的 PV—InSb, 在零偏压附近有最高的探测度, 故本系统采用这种探测器, 且用零偏压的电流型前放与之匹配, 以获得最佳灵敏度。 A_d 是探测器的光敏面, A_d 越小, 在目标能量相同的情况下, 可以提供更高的信噪比, 减小 A_d 与增大 D^* , 对提高系统灵敏度都有利, 本系统采用 $0.3 \times 3 \text{mm}^2$ 的光敏面积取代传统的 $\phi 6$ 大面积元件, 对提高灵敏度可以获得 5 倍以上的好处。

公式 5 中 A_0 、 ϵ_0 、 ρ 、 τ_w 分别为光学系统的通光孔径面积、总的光学效率、与遮挡有关的透光系数、窗口透射系数。在保证外形尺寸与最佳 f/no 选取的原则下, 将 A_0 扩大到最大限度, 采用先进的镀膜工艺提高 ϵ_0 的数值, 减小马达支架与次镜, 使遮挡比降低到最大限度, 选用优质的窗口材料和镀增透膜技术, 提高 τ_w 的数值, 以上这些参数的具体设计参见本文第三部份。此外在系统设计中去掉了调制盘, 这亦大大提高了系统的光电转换效率。

Δf , ϵ_c 分别为信号处理的电子带宽与波形转换系数, 在脉冲位置取样系统中, 最佳信噪比电子带宽 $\Delta f_{\text{最佳}}$, 与目标象点在探测器上的滞留时间 t_d 有关, 即与扫描周期 t_s , 扫描总视场 Ω 、探测器瞬时视场 α 有关, 其最佳带宽的选取范围可以参考公式 6 的计算值。

$$\Delta f_{\text{最佳}} = \frac{\Omega}{2n_d \cdot t_s \cdot \alpha} \quad (\text{Hz}) \quad (6)$$

式中 n_s = 探测器数, 根据上述原理本系统的通带上限选为 4.5kc/s , 为了减小 $\frac{1}{f}$ 噪声和市电子扰, 通带下限选在 160c/s , 在取样频率为 80c/s , 脉冲占空比为 0.1 的情况下, 波形转换系数亦较高 (约为 $0.7 \sim 0.8$)。根据以上的设计数据, 本系统灵敏度的设计值可达 $2.5 \times 10^{-12}\text{w/cm}^2$ 。

2. 关于大气传输与背景

本系统工作在我国西北, 属干燥的“中纬度大气模型”, 大气能见度要求 $>20\text{km}$, 根据这些条件和目标高角, 可以分别计算出跟踪导弹和飞机时的大气透射系数 $\tau_{\lambda_1-\lambda_2}$, 对于工作波段为 $3\mu\text{m} - 5\mu\text{m}$ 的大气窗口, 影响大气透射系数的, 主要是空气中的 H_2O , CO_2 , O_3 及尘粒的散射作用, $\tau_{\lambda_1-\lambda_2}$ 的计算用公式 7,

$$\tau_{\lambda_1-\lambda_2} = \tau_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \tau_{\text{CO}_2} \cdot \tau_{\text{O}_3} \cdot \tau_c \quad (7)$$

$\tau_{\text{H}_2\text{O}}$ 、 τ_{CO_2} 、 τ_{O_3} 、 τ_c 分别为水气, 二氧化碳臭氧及尘粒散射的透射系数。根据用户提出的使用条件, 跟踪导弹和飞机时的大气透射系数计算值分别为 0.45 与 0.52 。

背景辐射主要来自太阳辐射的散射和大气的热辐射, 当目标温度在 $800^\circ\text{K} \sim 1400^\circ\text{K}$ 时, 在已给定的使用环境条件下, 背景辐射对目标探测影响不大。目标辐射均大于背景辐射 10^3 倍以上, 对于云、雾、雨霾等复杂背景, 本系统将把它们作为噪声干扰处理。

3. 关于系统的作用距离

根据目标特性、大气传输、系统灵敏度设计、探测器工作波段、及满足探测概率要求的信噪比数值等, 可以用公式 8 计算系统的作用距离 R 。

$$R = \left[\frac{6 \cdot T^4 \cdot A_1 \cdot \epsilon_1 \cdot \tau_{\lambda_1-\lambda_2}}{\frac{V_s}{V_n} \pi (\text{NEFD})} \eta_{\lambda_1-\lambda_2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

根据已知的参数和条件计算, 本系统跟踪主动段导弹的作用距离可达 340km , 跟踪飞机 $>40\text{km}$, 能满足总的战术技术指标的要求。

(二) 关于跟踪测角精度的设计

1. 系统精度设计与取样误差问题

跟踪测角精度高是本系统的又一特点, 为了使系统达到用户提出的精度要求 (小于 $10''$) 首先必须仔细分析空间取样与时间取样必须保证的精度范围, 然后对各分系统提出精度要求, 进行精度指标分配。

系统在焦平面上的光电转换信号取样, 是影响测角精度的关键, 在焦平面上的探测器误差, 光学系统的象差, 与光电转换有关的位置误差等用 Δx 表示, 则焦距 f 越小, 对测角误差 $\Delta\theta$ 的相对影响越大, 可用公式 9 表示。

$$\Delta\theta = \tan^{-1} \frac{\Delta x}{f} \quad (9)$$

马达的转速误差, 信号处理中的脉位误差, 基准信号的相移等造成的时间差用 ΔT 表示, 则总视场 ω 越大, 扫描周期 T 越短, 对测角误差 $\Delta\theta$ 的相对影响越大, 用公式 10 表示。

$$\Delta\theta = \frac{2\omega}{T} \Delta T \quad (10)$$

根据本系统的设计参数, Δx 每差 $1\mu\text{m}$, 对测角误差可能的影响为 $0.7''$; ΔT 每差 $1\mu\text{s}$, 对测角误差可能的影响为 $0.6''$, 根据上面的分析可以对分系统提出较具体的精度要求, 例如: 对探测器的各向尺寸如平行度、垂直度、同心度等提出要求; 对扫描电机的径向误差、轴向误差、对频率的稳定度、基准信号的同步精度等提出要求; 对光学系统提出象质、象点变化范围等的要求; 对信号处理提出取样精度要求, 及电轴调零精度要求; 对装校误差提出要求等。

2. 光电调制的精度设计与系统的正弦补偿

用典型的调频调相调幅及脉冲调宽的调制盘编码取样, 目标位置信号转换成输出电压, 都要遇到非线性的问题, 因此要获得很高的取样精度很困难, 但用脉位调制取样则具有高精度取样的可能性, 可以采用多元长线列元件, 将脉冲的占空比做得很小等, 因此本系统选取这种调制体制。在本系统选取的调制体制中, 基准信号是由同步电动机带动发电机输出正弦信号, 目标位置对应的输出特性曲线也具有正弦性质, 如公式11所示。

$$U_{\text{无补偿}} = \frac{U_{\text{基}}}{R} f \cdot k \sin\alpha \quad (11)$$

为了克服这一非线性缺点, 系统中设计有正弦补偿的功能, 经正弦补偿后的输出特性曲线(实际变成了直线)用公式12表示。

$$U_{\text{有补偿}} = \frac{U_{\text{基}}}{R} f \cdot k \cdot \alpha \quad (12)$$

式中 α 为脱靶量, $U_{\text{基}}$ 为基准信号幅值, R 为扫描半径, f 为焦距, k 为电子放大倍数, 由于正弦补偿的作用, α 与 U 之间的转换误差基本可以消除。

3. 信号处理上的精度设计。

采用了以下措施, 为了精确保持信号脉冲的前后沿位置, 采用了斜率整形电路, 为了提高取样精度, 采用了脉宽压缩; 为了避免扫描误差, 采用了中心脉冲形成电路; 为了获得稳定的扫描频率, 采用了石英晶体振荡器电路; 为了补偿安装及漂移误差, 采用了电轴精调电路; 用波门技术, 提高跟踪过程的稳定性等。

系统总的测角精度是根据误差理论的基本原理进行分析和数据处理的。对于系统的跟踪精度, 是从提高采样频率, 减小时间常数, 增大输出带宽, 提高线性段精度等措施来实现的。本系统总的设计精度可以保证在 $5''$ 以内, 总的跟踪精度可达 $1'$ 以下。

(三) 关于探测概率与虚警的考虑

在脉冲调位系统中, 由于电子带宽比较宽, 随机噪声信号易造成虚警干扰, 为了降低虚警出现“假信号”的次数, 可用设置阈值来减小虚警, 阈值电平虽对抑制虚警信号有利, 但同时也阻挡了能量较小、距离较远的目标信号, 这样就要减小系统的有效作用距离和降低探测概率。在本系统设计中, 对作用距离、虚警、探测概率, 这样几个互有关联, 又互相制约的技术要求在进行了综合分析之后再作折衷考虑的。阈值的计算可参考公式13, 探测概率的计算可参考公式14, 满足探测概率的信噪比要求, 可按公式15计算。

$$\frac{T}{N} = \sqrt{\frac{2}{n_s} [L_n \cdot \Delta f \cdot n_d \cdot n_s^{n_s-1} \cdot t_{ia}]} \quad (13)$$

$$P_d = \left[1 - \exp\left[L - \frac{1}{2} \left(\frac{S-T}{N}\right)^2\right] \right]^{n_s} \quad (14)$$

$$\frac{S}{N} = \sqrt{2L \cdot \left[\frac{1}{1 - (P_d)^{1/n_s}} \right]} \quad (15)$$

式中 T 为阈值, N 为噪声, n_s 需观测次数, Δf 为噪声带宽, n_d 为取样次数, t_{ia} 为虚警间隔时间, n_d 为探测器数, p_d 为探测概率, $\frac{S}{N}$ 为信噪比。本系统的探测概率设计值为99.9%, 根据公式15计算的可靠跟踪信噪比为3.7。

三、脱靶量的取样原理

778 红 外系统所用的四元探测器, 构成一个正交“十字型”。在垂线上的“ A ”、“ C ”两个探测器构成方位信号取样线列, 水平线上的“ B ”、“ D ”两个探测器构成高低信号取样线列, 如图1。

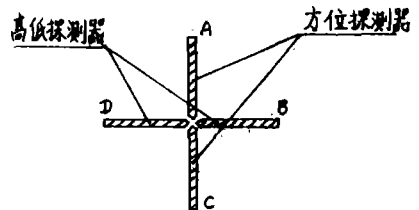


图1 四元“十字型”探测器

现以方位取样为例, 说明脱靶量的取样原理。当目标的方位脱靶量为“零”时, 目标象点扫描圆心在 \overline{AC} 线上, 象点由 $a \rightarrow c$ 与由 $c \rightarrow a$ 时间相同, 均等于 $\frac{1}{2}$ 周期 (T), 光电响应脉冲之间的时间间隔也为 $\frac{1}{2}$ 周期, 从基准信号上的取样电压 $u_x = 0$, 见图2一上。

当目标的方位脱靶量为 Δx 时, 如图2一下, 目标象点扫描圆圆心在 \overline{AC} 线右侧(或左侧)相距 Δx , 象点由 $a' \rightarrow c'$ 的时间小于 $\frac{T}{2}$, 象点由 $c' \rightarrow a'$ 的时间大于 $\frac{T}{2}$, 光电响应脉冲分布如图2一下, 从基准信号上的取样电压 $u_x > 0$, 且当 Δx 增大时, u_x 按线性增大, 又因 Δx 的变化是与脱靶量 $\Delta \theta$ 的变化成线性关系, 所以脱靶量 $\Delta \theta$ 与直流误差电压 u 成线性关系, 即:

$$\Delta \theta = Ku \quad (16)$$

式中 K 为输出特性曲线的斜率, 高低方向的脱靶量取样原理与方位取样原理相同。

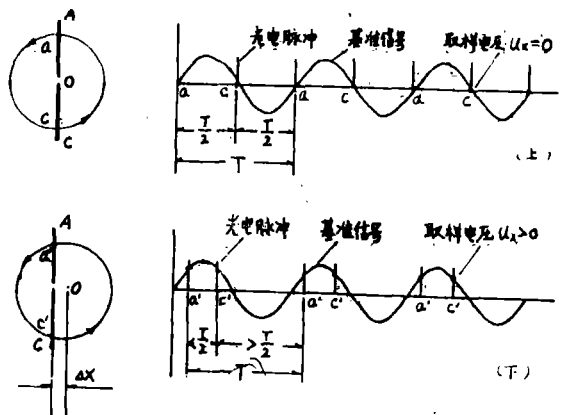


图2 方位脱靶量取样原理

四、系统的组成及各部份的主要技术指标

(一) 光学系统

为了增大系统作用距离, 对光学效率的设计要求比较高。由于视场、探测器尺寸与通光

口径都受到限制，系统数值孔径的选择也受到限制。为了提高光学效率，减小光路传输损失，系统采用了只有两个反射面的非球面全反射式光学系统，并采用高反射率的镀膜工艺，使反射系数达到95%以上。为了减小光学遮挡比，次镜直径，马达支架尺寸都缩小到最小程度。红外窗口选用优质 MgF_2 材料，其透射系数可达到85%。

由于取样精度高，在扫描过程中，要求光电脉冲宽度变化小，对象质要求高，轴上光和轴外光的弥散圆要求在0.05—0.1mm之间，并要求轴外光的慧差小。光学系统光路如图3，它是一个接近卡塞格伦系统的次镜偏轴旋转系统。

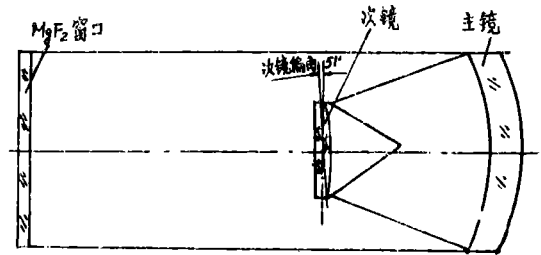


图3 光学系统光路图

光学系统主要参数：

通光口径	$\varphi = 230\text{mm}$
组合焦距	$f = 300\text{mm}$
弥散圆直径	$0.05 - 0.1\text{mm}$
主镜直径	$\varphi = 230\text{mm}$
反射系数	$> 95\%$
次镜直径	$\varphi = 70\text{mm}$
次镜旋转偏角	$\theta = 51'$
次镜遮挡比	$i = 0.09$
窗口直径	$\varphi = 238\text{mm}$
窗口材料	MgF_2
窗口透射系数	85%

(二) 机械扫描系统

为了保证战术指标要求的高精度，系统对扫描取样的精度要求很高，对探测器图案尺寸的要求也很严格，为了保证取样频率稳定，系统选用频率稳定性为 10^{-6} 的石英晶体振荡器做扫描频率基准，从而使扫描电机的周期在二小时内的最大误差不超过 $1\mu\text{s}$ 。采用同轴旋转的电动机—发电机组，使目标位置取样脉冲与基准信号保证了完全的同步。选用精密轴承，减小了扫描电机的径向晃动。在电路上采取措施，提高基准信号幅度的稳定性，并使红外电轴与红外光轴之间的调零精度达到 $1''$ 以内。

为了满足带宽 25c/s 的要求，系统采用 $2 \times 80\text{c/s}$ 的采样频率，使采样频率与带宽之比大于3倍以上。系统的圆锥扫描是由偏轴 $51'$ 的次镜旋转产生的。扫描圆的直径为 5.2mm ，它与正交“十字型”探测器所构成的捕获视场，呈梅花瓣形，其最大捕获视场是扫描圆视场的2倍。

机械扫描系统主要参数：

跟踪视场	$a = \pm 30'$
最大捕获视场	$a_{捕} = \pm 60'$
扫描直径	$\varphi = 5.2\text{mm}$

扫描频率 80c/s
 光电响应脉冲宽度 0.25ms—0.6ms

(三) 探测器及致冷

由于系统的扫描频率高、探测器的宽度小，目标象点在探测器的滞留时间短(0.25ms)，要求探测器有较小的时间常数。为了兼顾主动段导弹和飞机的红外辐射光谱，系统选用光伏碲化钢探测器，它所具有的高 D^* 、低噪声、小时间常数，符合本系统技术要求。

根据扫描取样的要求和脉位调制的需要，探测器采用了小面积四元正交“十字型”线列结构。由于光电调制不用调制盘，目标在焦平面的汇聚光可以直接照射到探测器的光敏面上，从而减小了调制损失。为了减小多元探测器间的串音干扰，要求探测器间的隔离度能达到40db以上。为了使探测器有最高的探测度，探测器的工作点选在零偏压的短路状态。

探测器的主要技术性能为：

工作波段 3—5 μm
 探测器数 四元
 瞬时视场 1 m τ × 10 m τ
 D^* (500°k) $\geq 1 \times 10^8 \text{ cmHz}^{\frac{1}{2}} \text{ W}^{-1}$
 时间常数 $\leq 1 \times 10^{-6}$ 秒

为了有效地进行光谱滤波，在探测器的入射孔上加装了3—5 μm 的碲化钢带通滤光片。探测器工作温度为77°k，致冷采用双相传输式致冷器，致冷剂是液氮。

(四) 信号处理

系统信号处理方框图如图4；主通道由低噪声前置放大器，选频滤波电路；带有自动增

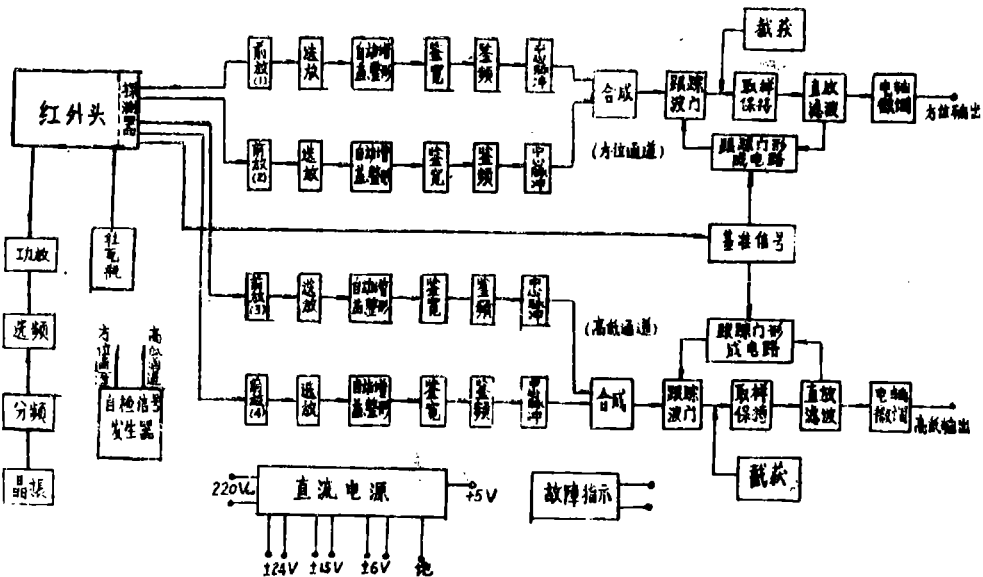


图4 信号处理方框图

益控制的主放大器及整形电路；作为背景空间滤波的鉴宽、鉴频电路；作为高精度采样的中心脉冲形成电路；作为目标锁定的跟踪波门发生器，选通门电路，取样保持电路；以及电轴

调零电路等组成。

基准信号与马达驱动控制电路，由石英晶体振荡器，分频电路，选频与功放电路，以及基准信号发生器等组成。

其他还有四类辅助电路：①截获转换电路，当目标信号噪声比达到跟踪要求，系统内部进行自动截获转换，并向监控台输出指示信号，同时向传动系统输出脱靶量信号。②工作状态指示电路，其中包括截获指示，红外准备完毕指示等。③故障检测指示电路，当马达停转，交流直流电源损坏等，使系统不能正常工作时，输出故障指示信号。④自检信号发生器，自检信号发生器所产生的信号，与探测器工作时产生的脉冲调制信号相似，自检信号可以随时检测信号处理各单元电路的工作状态。电路的具体设计从略。

五、主要特点及所达到的性能指标

778红外分系统用光伏型InSb探测器，响应率大于 4000V/W ，探测度 D^* 大于 $1 \times 10^{10} \text{cmHz}^{\frac{1}{2}}\text{w}^{-1}$ ，不用调制盘，避免了光能调制损失，使系统灵敏度高达 $7.7 \times 10^{-13} \text{w/cm}^2 \sim 1.4 \times 10^{-12} \text{w/cm}^2$ ，超过了国内同类产品的水平；采用占空比极小的脉冲位置调制和窄脉冲中心形成电路，保证了取样信号的高精度，使系统的静态测角精度达到 $0.8'' \sim 1.6''$ ，这也是国内同类产品的水平，有效的正弦补偿，使线性段增加到全视场，使线性度（ $\pm 6'$ 内）提高到 $0.2\% \sim 0.4\%$ ，略优于法国K400水平；用多层次的波门滤波技术代替传统的调制盘滤波，提高了系统的抗干扰能力，在信噪比相同的情况下，与同类系统比，有更高的探测概率；取样频率高达160次/秒（比K400的取样频率高得多），因此时间常数小，使系统有较强的跟踪快速目标的能力；工作波段选在 $3 - 5\mu\text{m}$ ，可对导弹主动段、再入段、以及飞机进行跟踪测量，做到一机多用。所达到的性能指标如表1。实际达到的指标与设计指标基本一致，均优于用户提出的指标要求。

表1 778光电经纬仪红外系统性能指标

序号	项目名称	所达到的性能指标
1	系统灵敏度(NEDF)	$7.7 \times 10^{-13} \sim 1.4 \times 10^{-12} \text{ w/cm}^2$
2	零点角噪声	方位: $\leq 0.31''$ 高低 $\leq 0.82''$
3	静态脱靶量测量误差	方位: $\leq \pm 0.8''$ 高低 $\leq \pm 1.6''$
4	动态脱靶量测量误差	方位: $\leq \pm 9.4''$ 高低 $\leq \pm 9.2''$
5	线性段长	方位: $\pm 30'$ 高低 $\pm 30'$
6	线性度偏差($\pm 6'$ 内)	方位: $\pm 0.2\%$ 高低 $\pm 0.4\%$
7	尾追轰-5飞机距离	72km
8	跟踪导弹主动段距离	(对DF-5)约470km
9	跟踪精度(跟动靶标)	方位: $\leq \pm 1.6'$ 高低 $\leq \pm 1.5'$
10	跟踪精度(跟踪轰-5)	方位: $\leq \pm 21.5''$ 高低 $\leq \pm 19.5''$
11	切换过度时间	小于1秒
12	可靠性	无故障间隔时间 > 100 小时

参加本系统研制并参加靶场试验的还有裴克英、姜延发同志，本文由莘滇雄同志审阅。中国科学院光电技术研究所与我们大力协作，该所雷有生同志对本人进行了校阅，并提出了宝贵的补充和修改意见，在此一并致谢。

The Infrared Tracking and Measuring System for the photoelectric Theodolite 778

Xue Tianzhu Zhang Dexin Liu Xingyun

Abstract

The infrared tracking and measuring system is mounted on the revolving stage of accurate photoelectric theodolite. It is applied to track high speed moving targets, such as planes, rockets, or missiles at long distance and measure their space angular positions with high accuracy at the same time. It consists of optical collecting system, optical filter, InSb infrared detector (four elements crossed), with cooler and signal processing unit. Specifications and design of infrared system have been discussed in this paper. Good experimental results have been given during field and indoor tests for different targets, e.g. NEFD (Noise Equivalent Flue Density): $7.7 \times 10^{-13} \sim 1.4 \times 10^{-12} \text{w/cm}^2$; Tracking range (for plane fail direction): 72km; Static angular measuring accuracy: $\leq \pm 0.8''$ (AZ) and $\leq \pm 1.6''$ (EL). So great achievements have been obtained in the design and test of infrared tracking and measuring system. The system has been applied in the range.