

如何提高被动红外入侵探测器的抗干扰能力*

张英超 刘 杰

(上海公安部第三研究所) (河南省经济技术协作总公司)

摘 要: 本文针对目前市场上销售的大部分被动红外探测器, 其抗干扰能力尚未达到国家标准规定指标的问题, 就如何提高它的抗干扰能力, 以理论上及技术上进行了简要的探讨。

关键词: 抗干扰, 电路, 信噪比

中图分类号: O434

近些年来, 国内非安全防范技术产品发展很快。跃入探测技术领先地位的被动红外产品则发展更快, 但目前在国内市场上销售的相当一部分产品(包括进口产品), 在抗干扰能力方面未能达到我国国家标准的规定指标。(国家标准《被动红外入侵探测器》(GB10408.5-89)中的规定指标为: 抗电磁辐射干扰: $1\text{V}/\text{m}$, 20-1000MHz, 抗灯光干扰: $6500 \pm 10\% \text{lux}$)。未达标的产品极易受环境干扰的影响而产生误警, 因此, 作为一个探测器设计者, 在产品的总体设计时, 对产品的性能指标及其抗干扰指标应作综合考虑。

红外系统在受探测器噪声限制时, 且视场角较小, 其作用距离公式如下:

$$R = [W\tau]^{\frac{1}{2}} \left[\frac{\pi}{2} D_0 (NA)\eta \right]^{\frac{1}{2}} [D^*]^2 [(\omega \Delta^{\frac{1}{2}} V_s / V_n)^{-\frac{1}{2}}] \quad (1)$$

式中: R—作用距离;

W—目标辐射强度;

τ —大气透过率;

D_0 —光学系统通光口径;

NA— $1/f$ 光学系统的数值口径

η —光学系统的传输效率;

D^* —传感器的探测率;

ω —视场角(立体角);

Δf —系统电子线路带宽;

* 收稿日期: 1994-05-03

V_s/V_n —系统确定的信噪比。

第一项大气透过率 τ 在室内近距离时近似等于 1, 该项主要由目标辐射特性决定。第二项 $[\frac{\pi}{2} D_0(W_A)\eta]^{\frac{1}{2}}$ 由光学系统设计确定。第三项由传感器的探测率决定, 第四项 $[(\omega\Delta)^{\frac{1}{2}}V_s/V_n]^{-\frac{1}{2}}$ 由电路设计确定。

被动红外探测器的抗干扰能力受下面四个因素(即电路设计、系统设计、使用维护和现场条件)的影响。

这里不讨论使用维护和现场条件的问题, 显然电路设计和系统设计的影响是主要议题。最佳设计的目标是在于识别影响可靠性的每个因素时, 使其都能达到相同的置信度。

1 电路设计

为了便于在设计上采取抗干扰措施, 提高产品的抗干扰能力, 对电磁辐射与干扰来源和耦合途径及其各种特性应有所了解。

一般说来, 电磁辐射分外部来源及人为干扰两种, 外部来源有自然界的天电、宇宙射线电磁辐射及地爆电磁脉冲; 人为干扰有高功率发射机、辐射源和各种雷达及电工业干扰。

各种环境的简单能谱比较参见图 1。不同产品的环境可能不同, 被动红外探测器用于室内, 主要考虑对抗发射机等以辐射为耦合方式的人为干扰。一般在电视发射台底下测得电磁辐射场强为 $0.6V/m$, 国标规定数值为 $1V/m$, 频谱范围为 $20-1000Hz$, 基本上复盖了通常用的敏感频点。

通过实验分析, 被动红外探测器的辐射干扰耦合途径主要通过电源线, 传感器及放大电路、印制板上的长行线等传输的。

解决方法可以有以下几种:

① 元器件选择:

通过元器件选择(如耦合电容应选用低漏电电解电容, 阻值大于几百千欧时应选用碳膜电阻、电路选用窄频带运算放大器等)和抗扰筛选, 以得到高抗干扰门限值的元件, 这样可使产品的抗干扰性能增加 10—30 分贝。

② 电路结构设计:

当元器件确定之后, 电路设计是抗干扰设计的重点。要使设计的电路具有高信号电平和低阻抗特性, 可大大降低对干扰的敏感性。一般的作法是缩短元件和电路的连线, 如能采用先进的 SMT(表面贴装技术)那将是最佳的选择, 它与传统的 THT(通孔插装技

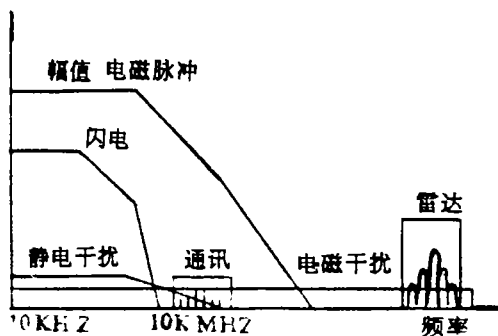


图 1 各种干扰的频谱简单比较

术) 相比较, 具有能降低分布电容, 减小信号传输的延迟时间, 提高高频特性和讯噪比, 显著改善产品的电学性能等优点。

③电路布局:

印制板设计应严格遵守布线原则, 布线应合理、均匀。不同用途不同电平的头, 如输入线与输出线、信号线与电源线要远离, 更不能平行, 以减少信号干扰。信号线与电源线应沿着地线走, 尽量避免外界干扰。关键的元件、电路和走线必要时可加以屏蔽要合理接地。影响可靠性的重要元件可参见图 2。

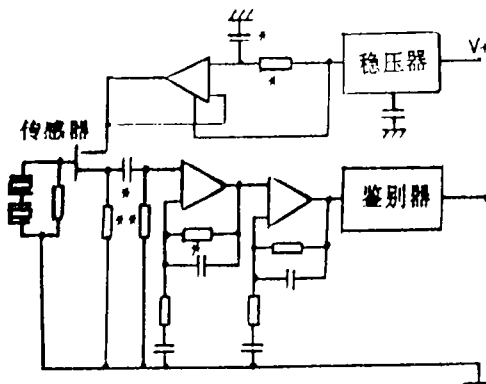


图 2 典型入侵报警电路

* 影响可靠性的重要元件

2 系统设计

对于系统性能和可靠性来说, 关键因素是信噪比和鉴别原理。

信噪比是在探测器上得到的红外信号和整机噪声信号的总和之比, 它不可能被后面的电路进一步改善。

据国外资料介绍, 如要求报警系统每年误警少于一次, 信噪比应 >6 。

为达到所需的信噪比, 光学系统的每一个被探测区域相对应的镜片面积应有个最小面积限制; 同时光学系统的设计质量按所需作用距离应达到必要的象质要求。二元或四元传感器应当在探测的某一时刻只有一个或两个灵敏元被辐照才算是正常工作, 即象斑应小于传感器灵敏元的几何尺寸。

探测器的工作噪声由三个部分组成:

- ①传感器和电路的电学噪声;
- ②探测视场的背景噪声;
- ③环境的电磁干扰。

传感器和电路的电学噪声、环境的电磁干扰可在电路设计时采取措施加以限制。

探测视场的背景噪声包括会妨碍探测器正常工作的任何热辐射和红外干扰。它们是指在视场中, 由于太阳光、加热器和空调系统引起的温度变化。对此改进的方法可以是, 系统设置第一“窗口”(通常是聚乙烯薄膜), 使之尽可能多地吸收或反射阳光。虽然传感器上的滤光片阻挡性能很好, 但其效果是有限的, 因为吸收的任何能量都能使滤光片加热而产生热起伏和噪声。此外, 塑料前窗采用合适的栅格可防止空气对流。

在这里, 特别要提出的是如何来防止偶而由强光(如汽车前灯、强光手电筒等)干扰而引起的误警。(国家标准规定抗灯光干扰指标为: $6500 \pm 10\% \text{Lux}$ 。)

解决的方法可以有两大类:

第一类: 用光学方法:

- ①对于菲涅耳透镜可在其材质里添加对近红外及可见光截止的着色剂。
- ②对于球面反射镜可在电镀层表面增镀近红外截止滤光膜。

第二类：用电学方法：

①计算机波形识别法：即用单片机反光信号与人体信号（模拟信号）转换的数字信号，加以识别。

②光敏管同步信号跟踪法：由电路设置灯光在传感器与光敏管上产生的脉冲起始点在时间上保持同步，则脉冲上升在比较时间内达到给定电压阈值时，信号鉴别器无输出。

以上都是我们通过实践证明了的成功经验。

3 结束语

被动红外探测技术是一门综合性的应用技术，它包含机械学、电子学、红外光学、电磁学、材料学等基础学科。如在限定的时间内，限定的成本下，采用现有的器材、线路和工艺研制出超现代水平的全新技术是困难的，但我们可以从实际出发，尽量采用成熟的、定型的元器件、电路和工艺，适当采用一些必不可少的新技术、新工艺，并对抗干扰指标作全面分析和合理分配，最终能完成既满足性能指标，又满足抗干扰指标的设计。

参 考 文 献

1 国家标准、被动红外入侵探测器（GB10408，5-88）

How to improve the interference-free capability of the passive infrared detector

Zhang Yingchao (Third Research Institute of Ministry of Public Security, Shanghai)
Liu Jie (Economical and Technical Coordinated General Company, Henan)

Abstract: This paper is concerned with the passive infrared detector now commercially available, the interference-free capability do not yet come up to national standards. As to how to improve the capability, we simple discuss in theory and in technique.

Keywords: interference-free,