

# 热释电红外探测器在安全防护系统中的应用研究

王松德, 张栓记, 朱小龙, 杨杰慧

洛阳师范学院物理与电子科学系, 河南 洛阳 471022

**摘要** 利用人体发出的红外线, 通过热释电红外传感器的接收和放大, 形成具有一定电压幅度的控制信号, 用这一控制信号去触发语音录放电路工作, 就可制成具有自动控制功能的热释电红外探测语音录放系统。电路采用最新热释电红外探测模块与语音录放模块设计, 当有人出现在热释电红外探测模块的探测范围时, 热释电红外传感器首先将接收到的红外辐射能转换成电能信号, 再经内部电路放大、比较处理后输出控制信号, 触发语音录放模块工作, 播放事先录制好的语音内容, 提醒人们注意。该系统电路简洁、成本低、抗干扰能力强、耐低温、免调试、工作稳定和使用方便。适宜于安装在变电所、高压开关柜和电力变压器等危及人身安全的处所使用。

**关键词** 红外线; 热释电红外传感器; 热释电红外探测模块; 语音录放模块

**中图分类号**: TH744.4 **文献标识码**: A **文章编号**: 1000-0593(2006)11-2027-03

## 引言

红外检测技术最早是为科学和军事用途而研制、开发的。随着半导体材料、工艺技术和器件的发展, 使生产成本不断下降, 人们研究出了各种灵敏度高、响应快、品种繁多、实用和廉价的红外探测器<sup>[1, 2]</sup>。特别是1990年以后, 红外传感器已成功应用于各个领域<sup>[3, 4]</sup>。如红外线通信、红外线摄像、红外线遥控、自动照明、非接触温度测量和材料的热处理等。被动型红外线传感器(也称热探测型传感器), 这类传感器可用来直接接收目标物体发射的红外线并将其转换为电压信号输出, 它不需要红外发射传感器, 不受周围可见光的影响, 可昼夜进行测量。本文研究的热释电红外探测语音录放系统, 是利用最新热释电红外探测模块(HN911)与最新语音录放模块(BA9902)设计的。当有移动发热体进入监视区时, HN911中的热释电红外传感器首先将接收到的红外辐射能转换成电能信号, 再经HN911内部电路放大、比较处理等最终输出控制信号, 触发语音录放模块BA9902工作, 播放事先录制好的警示语, 提醒人们注意, 实现对危险场所的无人值守式警戒<sup>[5, 6]</sup>。

该装置为模块化结构, 抗干扰能力强、耐低温、工作稳定和使用方便, 探测距离>10 m且可调, 适合在警戒系统中安装使用。

## 1 基本原理

红外线是一种十分丰富的波谱资源, 任何物体只要它的温度高于绝对零度(-273.15℃), 就会向周围空间辐射红外线, 不同温度的物体(作黑体近似)<sup>[7, 8]</sup>, 其辐射的能量随波长的分布符合普朗克分布定律

$$M_{\lambda} = \frac{C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{e^{C_2/\lambda T} - 1}$$

式中:  $M_{\lambda}$  是光谱辐射强度, 定义为单位时间内, 每单位面积上辐射出在波长 $\lambda$ 附近单位波长的能量( $W \cdot cm^{-2} \cdot \mu m^{-1}$ );  $C_1$  是第一辐射常数,  $C_1 = 3.7413 \times 10^4 W \cdot cm^{-2} \cdot \mu m^{-4}$ ;  $C_2$  是第二辐射常数,  $C_2 = 1.4388 \times 10^4 \mu m^{-4} \cdot K$ ;  $\lambda$  是波长( $\mu m$ );  $T$  是绝对温度(K)。

在37℃时, 上式显示的光谱分布如图1所示。

红外线传感器能接收这些波长并将其转变成电信号, 再利用一定的电路将该电信号进行处理放大。

红外感应元通常采用热释电元件, 这种元件在接收到人体红外辐射时, 由于自身温度变化, 导致产生电荷, 后续电路经检测处理后就能产生所需的信号<sup>[9]</sup>。

## 2 模块结构

### 2.1 热释电红外探测模块 HN911

HN911系列模块是采用新技术和新工艺, 将高灵敏的

收稿日期: 2005-09-08, 修订日期: 2005-12-23

基金项目: 河南省高等教育教学成果项目[豫高教改(2004)246]资助

作者简介: 王松德, 1951年生, 洛阳师范学院物理与电子科学系副教授

热释电红外传感器、电压放大器、信号处理电路、温度补偿电路、延时电路和高电平输出电路集成于一体的新器件,它采用双列 6 脚直插式封装,其外形如图 2 所示。

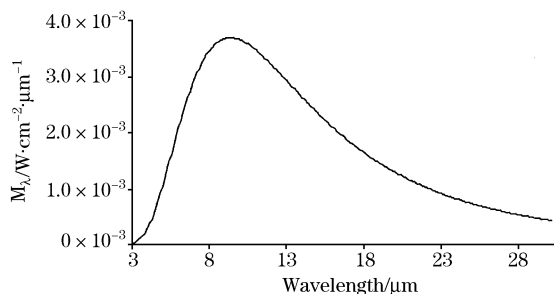


Fig. 1 Radiation spectrum distribution

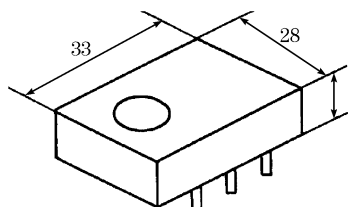


Fig. 2 HN911 outline diagram

它具有从信号接收至控制输出的全部功能,在它的输出端接上晶体管或单稳态电路可以驱动继电器,接上光电耦合电路可以驱动双向可控硅。它灵敏度高、抗干扰能力强、耐低温、使用方便,探测距离  $>10$  m 且可调(加菲涅尔透镜),主要用来探测人体发射出的红外线能量,使用于人体移动的探测报警。

HN911 的工作原理:当有移动发热体进入监视区时,HN911 中的热释电红外传感器首先将接收到的红外辐射能转换成电能信号,再经内部电路放大、比较处理等最终输出控制信号。该模块内的放大器具有温度补偿功能,当环境温度增高或背景红外辐射能量增加时,可使放大器的增益随它们的增高而自动提升,以保证整个电路工作的稳定性<sup>[10]</sup>。

HN911 系列模块共有 3 种型号,即通用型(HN911T)、微功耗型(HN911L)和低温型(HN911D),HN911 系列红外探测模块的性能指标见表 1。

Table 1 Properties of HN911 series pyroelectric infrared detecting model

Parameters	HN911T	HN911L	HN911D
Working voltage	DC5V $\pm$ 10%	DC6V $\pm$ 10%	DC5V $\pm$ 10%
Static current	$<1$ mA	$<20$ $\mu$ A	$<1$ mA
Working temperature	-20 $\sim$ 50 $^{\circ}$ C	-20 $\sim$ 50 $^{\circ}$ C	-30 $\sim$ 50 $^{\circ}$ C
Input delay		$>2$ s	
Inter amplifier(IA) gain		$>70$ dB	
IA frequency range		0.3 $\sim$ 7 Hz	
Detector range(plus lens)		$>10$ m	

## 2.2 新型语音录放模块 BA9902

BA9902 是一种高品质、低价位 FLASH 电闪模拟直接储存语音录放模块,采用最新模拟双向 I/O 接口技术,可省去所有无关外部元件,还可直接用 8 $\sim$ 16  $\Omega$  扬声器代替话筒实现录音。该器件采用模拟多电平直接存储技术,可避免一般 A/D 或 D/A 变换过程中因量化和压缩引起的失真,且不怕掉电,可重复录放音 10 万次(典型值),录入的信息可保存很长时间。功耗低,录放完毕后自动转入备用状态,在备用状态时耗电仅 1  $\mu$ A,这不仅可延长电池寿命,而且可不设电源开关。BA9902 的体积小,使用特别方便,只须接上按键、扬声器和电池即可录放音。该模块主要用于便携式语音录放器、语音学习装置、高档玩具、贺卡、工业及消费类电子产品中<sup>[11]</sup>。

BA9902 工作电压为 5 $\sim$ 7 V,静态电流为 1  $\mu$ A,工作电流 25 mA,录放时间为 20 s。

## 3 热释电红外探测语音录放系统接线图

该系统接线图如图 3 所示。主要由热释电红外探测模块及语音录放模块等部分组成。

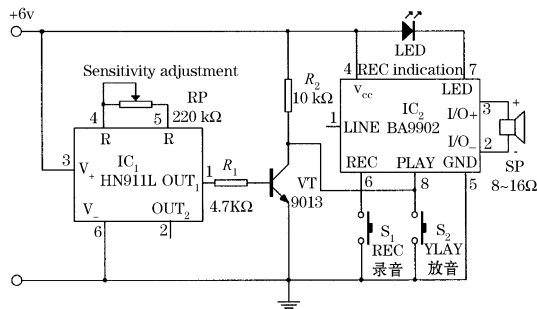


Fig. 3 Wiring diagram of pyroelectric infrared detecting voice recording and playing system

IC1(HN911L)是个最新热释电红外探测模块,其内部已包含了热释电红外传感器、放大器及信号处理等电路。应用时只需外配 1 个阻值为 220 k $\Omega$  的电位器和 1 个菲涅尔透镜就可构成从信号接收至控制输出的全部功能。电位器的作用是用来调整电路的灵敏度(设定探测距离)用的。菲涅尔透镜的作用有两个,一是将人体辐射的红外线聚焦到热释电红外元上;二是产生交替变化的红外辐射高灵敏区和盲区,以适应热释电探测元要求不断变化的要求<sup>[12]</sup>。

IC2(BA9902)是 1 个最新语音录放模块,它配上 2 只按键和 1 个扬声器就可构成 1 台高品质的语音录放系统。录音时,用扬声器作话筒,按下 S<sub>1</sub>(REC)录音键,电路进入录音状态,录音指示灯(LED)亮,直至存储器录满或松开 REC 键。放音方法有 2 种:一种是轻触 S<sub>2</sub>(PLAY)键语音录放模块进入放音状态,直至放音结束。另一种放音方法是用脉冲触发,低电平有效。在自动控制系统中,用脉冲触发放音,可省去放音按键 S<sub>2</sub>。

该系统采用脉冲触发放音方式。平时无人接近 HN911

时, HN911 的输出端①脚为低电平、晶体三极管 VT(9013)截止, 其集电极为高电平, 语音录放模块不工作, 扬声器无声。当有人接近 HN911 时, HN911 检测到人体发出的红外线, 经内部电路放大、比较处理后最终使输出端①脚输出高电平控制信号, 使晶体三极管 VT 导通, 其集电极由高电平翻转为低电平, 触发语音录放模块 IC<sub>2</sub> (BA9902) 工作, 用事先录制好的警示语提醒人们注意。

系统的工作电源为 +6V, 可采用变压器降压、桥式整流、电容器滤波和三端集成稳压器 7806 稳压后供电, 也可直接用 6 V 电池供电。

#### 参 考 文 献

- [ 1 ] ZHANG Xiu-zhen, DAI Fu-sheng, MAO Xing-peng(张秀珍, 戴伏生, 毛兴鹏). Journal of Transducer Technology(传感器技术), 2000, 19(2): 47.
- [ 2 ] WANG Yi-yu(王义玉). Infrared Probes(红外探测器). Beijing: Weapons Industry Press(北京: 兵器工业出版社), 1993. 1.
- [ 3 ] ZHANG Yong-huai, LIU Jun-hua(张永怀, 刘君华). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2004, 24(3): 376.
- [ 4 ] ZHENG Huai-li, GONG Ying-kun(郑怀礼, 龚迎昆). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2003, 23(2): 411.
- [ 5 ] WANG Song-de, HAN Yun-xia, ZHU Xiao-long, et al(王松德, 韩运侠, 朱小龙, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2005, 25(7): 1061.
- [ 6 ] ZHANG Feng-sheng, GONG Quan-bao(张烽生, 龚全宝). Application Base of Photoelectrons Device(光电子器件应用基础). Beijing: Mechanical Industry Press(北京: 机械工业出版社), 1993. 386.
- [ 7 ] LIU Ai-hua(刘爱华). Journal of Transducer Technology(传感器技术), 2004, 23(10): 43.
- [ 8 ] SONG Wen-xu, YANG Fan(宋文绪, 杨帆). Sensor and Detecting Technology(传感器与检测技术). Beijing: Higher Education Press(北京: 高等教育出版社), 2004. 55.
- [ 9 ] XIONG Jian-guo, ZHU Bai-hua(熊建国, 朱白桦). Physics Experimentation(物理实验), 2002, 22(8): 9.
- [ 10 ] ZHANG Jing, LIU Shao-qiang(张靖, 刘少强). Detecting Technology and System Design(检测技术与系统设计). Beijing: China Electrical Power Press(北京: 中国电力出版社), 2002. 208.
- [ 11 ] YANG Bang-wen(杨帮文). Application Circuits of New IC Parts(新型集成器件实用电路). Beijing: Electron Industry Press(北京: 电子工业出版社), 2002. 188.
- [ 12 ] XIAO Jing-he, ZHAO Jian(肖景和, 赵健). Remote Circuits of Infrared Ray Pyroelectric and Ultrasonic Wave(红外线热释电与超声波遥控电路). Beijing: People Post and Telecommunications Press(北京: 人民邮电出版社), 2003. 121.

## Study on the Application of Pyroelectric Infrared Sensor to Safety Protection System

WANG Song-de, ZHANG Shuan-ji, ZHU Xiao-long, YANG Jie-hui

Physics and Electronic Science Department, Luoyang Normal College, Luoyang 471022, China

**Abstract** Using the infrared ray of human body, which is received and magnified by pyroelectric infrared sensor to form a certain voltage control signal, and using the control signal to trigger a voice recording-reproducing circuit, a pyroelectric infrared detector voice device with auto-control function designed. The circuit adopted new pyroelectric infrared detector assembly and voice recording-reproducing assembly. When someone is present in the detectable range of the pyroelectric infrared detector, first, the pyroelectric infrared sensor will transform the incepted radiation energy to a electric signal, which is then magnified and compared by an inside circuit, and an output control signal, touches off the voice recording-reproducing assembly with the reproducer sending out a beforehand transcribed caution voice to wise the man who does not know well the surrounding condition that the frontage is a danger zone and should not be approached. With the design of integrated structures, the distance-warning device has the advantages of strong anti-jamming ability, low temperature resistance, working stability and use-convenience, and it can be suitably installed and used in several locations which may endanger person safety, such as substation, high voltage switch panel, electric transformer, etc.

**Keywords** Infrared ray; Pyroelectric infrared sensor; Pyroelectric infrared detector assembly; Voice recording-reproducing assembly

(Received Sep. 8, 2005; accepted Dec. 23, 2005)

## 4 结 论

系统采用模块电路设计, 具有成本低、接线简单、抗干扰能力强、可重复录放音和探测距离可调等特点。不但可用于危险场所完成无人值守任务, 而且也可用于仓库中作货位提示, 可省去仓库工作人员看货物标签的麻烦。还可用于宾馆、饭店、商场的门口来代替迎宾小姐, 不仅经济, 而且十分有趣。若再将电路稍作改动, 便可制成人体热释电红外感应开关, 还可用于照明、自动门等装置中。