

# 浅析光电转换的工作原理及应用

周鹏

(中煤国际北京华宇公司西安分公司 陕西西安 710061)

**摘要:**随着社会的发展和科技的进步,为进一步发掘对光能的利用价值,需加强对光电转换原理的理解及研究。文章就光的测量做出原理分析,总结各种典型应用,并给出了具体应用的实例。

**关键词:**光电效应 伏安特性 运放

**中图分类号:**TN365 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-9416(2011)09-0033-02

**Abstract:**With the social development and the advancement of technology,the accurate measurement and research of light intensity need to enhance in order to further explore the use of light energy. The article analysis the measurement of visible light in principle, summarize various kinds of typical applications, and then compares their advantages and disadvantages.

**Keywords:**photoemission volt-ampere characteristic operational amplifier (op-amp)

## 1、引言

光电器件是将光能转换为电能的一种传感器件,它是构成光电传感器的主要部件。光电器件工作的物理基础是光电效应。在光线作用下,物体的电导性能改变的现象称为内光电效应,如光敏电阻、光敏二极管等就属于这类光电器件。在光线作用下,能使电子逸出物体表面的现象称为外光电效应,如光电管、光电倍增管就属于这类光电器件。在光线作用下,能使物体产生一定方向的电动势的现象称为光生伏特效应,即阻挡层光电效应,如光电池、光敏晶体管等就属于这类光电器件。

光电检测技术及系统,也是国际、国内前沿的应用课题。主要应用于光电信息与图像检测技术及系统、光衍射检测技术及系统、光学扫描检测技术及系统、嵌入式图像检测技术及系统、光纤传感检测技术及系统等。

本文主要介绍光敏晶体管的原理及应用,并介绍相应器件的选型比较。

## 2、原理分析

对于光敏二极管而言,其结构与一般二极管相似。它装在透明玻璃外壳中,其PN结装在管的顶部,可以直接受到光照射。光敏二极管在电路中一般是处于反向工作状态,如图1所示。在没有光照射时,反向电阻很大,反向电流很小,这反向电流称为暗电流。当光照射在PN结上时,光子打在PN结附近,使PN结附近产生光生电子和光生空穴对。它们在PN结处的内电场作用下作定向运动,形成光电流。光的照度越大,光电流越大。因此光敏二极管在不受光照射时,处于截止状态,受光照射时,处于导通状态。图2为NPN型光敏晶体管的结构简图和基本电路。大多数光敏晶体管的基极无引出线,当集电极加上相对于发射极为正的电压而不接基极时,集电结就是反向偏压,当光照射在集电结上时,就会在结附近产生电子-空穴对,从而形成光电流,相当于三极管的基极电流。由于基极电流的增加,因此集电极电流是光生电流的 $\beta$ 倍,所以光敏晶体管有放大作用。

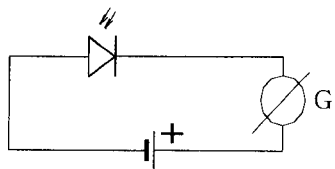


图1

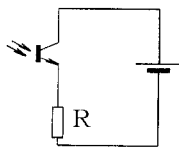


图2

以硅为材料的光敏管(图2所示电路)在不同照度下的伏安特性曲线如下图3。

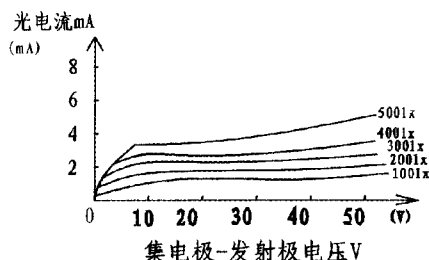


图3

通过温度试验,发现温度变化对光电流影响很小,而对暗电流影响很大,所以在电子线路应用中应该对暗电流进行温度补偿,否则将会导致输出误差。

此外,把光敏管作为测量元件时,应把它当作电流源的形式来使用,不能用作电压源。

## 3、应用

光电转化的应用非常广泛,本文就内光电效应的应用略做总结。被测物发出的光投射到光电器件上,光电器件输出反映光源的参数(如光照度计);恒光源穿过,部分吸收,部分由光电器件吸收,吸收量反应被测物参数;恒光源投射到被测物体,反射被接受(粗糙程度的检测);恒光源照射过程中部分被遮,光电器件的接受情况反映尺寸。当然,还有其它一些对上述应用的变换,例如在高压电力行业,用光纤环绕在高压线路上,光纤一端接激光发生器,另一端用光电转换电路做监测,利用供电线路上交流工频电流产生的磁场可以影响光的偏转角度,从而光束的传播方向发生变化(与原传播方向产生夹角),使的光束在原方向的光强因偏斜而减小,从而影响产生的光电流,可以利用电流大小变化造成的最终电路电流、电压的变化逆推光束角度的变化,进而知晓线路电流的变化。在高压(110kV以上)取代现在的传统油绝缘电流互感器,产生新一代的磁光电流互感器。

在具体的应用中,因为通常情况下能够利用的光强都较弱,在合理的放大电路处理后,信号才可以作为进一步处理的基础,否则运放自身的噪音,零飘,器件的精度都会影响到信号的检测。

图4是采用硫化铅光敏电阻为探测元件的火焰探测器电路图。硫化铅光敏电阻的暗电阻为 $1M\Omega$ ,亮电阻为 $0.2M\Omega$ (光照度 $0.01W/m^2$ 下测试的),峰值响应波长为 $2.2\mu m$ 。硫化铅光敏电阻处于V1管组成的恒压偏置电路,其偏置电压约为6V,电流约为 $6\mu A$ 。V2管集电极电阻两端并联 $68\mu F$ 的电容,可以抑制100Hz以上的高频,使其成为只有几十赫兹的窄带放大器。V2、V3构成二级负反馈

..... 下转第35页

能包括:(1)对报警信号进行判断,确定警情,从而做出正确的判断。(2)与GSM模块建立通讯,完成对GSM模块的初始化以及报警系统的个性化设置。(3)完成单片机系统与GSM模块之间的数据协议转换,包括将报警信息转换成符合SMS协议的数据格式并传递给GSM模块进行发送,并拨打一个固定电话,把现场的声音传出,实时监听方便处理。

### 2.2 指示电路部分

采用三个LED发光管来指示整个系统的工作状态,其中一个指示GSM的上线及信号强度状态,一个指示警情,一个为系统的电源指示。

### 2.3 报警信号输入接口电路

本系统在主控区采用脚踏式的有线按键,在其他辅助防控区采用的无线遥控发射的方式。

### 2.4 GSM 通信模块接口部分

虽系统设计主要按照3.3V接口进行设计,然而像RS232电路的输入、输出需要5V电平,同时GSM终端需要向用户提供TTL电平的串口输出,故需要进行5V~3.3V或者3.3V~5V的电平转换,因此选用MAX232电平转换电路实现电平相互转换。

### 2.5 无线发射与接收电路

本系统采用PT2262/2272,它具有发射距离远,并且稳定可靠的特点。PT2262/2272最多可有12位(A0-A11)三态(悬空,接高电平,接低电平)地址设定管脚,任意组合可提供531441个地址码。PT2262最多可有6位(D0-D5)数据端管脚,设定的地址码和数据码从17脚(Dout)串行输出,可用于无线遥控发射电路。系统的发射电路采用通用的315M遥控器。接收电路在接收到信号后将信息传送到单片机进行处理,从而启动报警。针对315M频率的干扰问题,特增加了干扰检测电路,如果检测到超过持续10秒钟以上的同频率信号,报警系统立即报警,短信提醒防区内有干扰需处理,很好的解决了315M频率受到干扰后无法正常报警的弊端。

## 3、系统软件设计

系统软件的核心部分是单片机与GSM无线模块的通信,技术

.....上接第33页

互补放大器,火焰的闪动信号经二级放大后送给中心控制站进行报警处理。采用恒压偏置电路是为了在更换光敏电阻或长时间使用后,器件阻值的变化不致于影响输出信号的幅度,保证火焰报警器能长期稳定地工作。

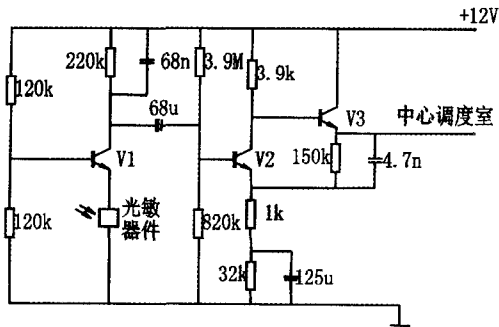


图4 火焰探测报警器电路图

## 4、光电转换器件的选型

光电转换的核心是光电管。选择时要考虑以下三点:(1)材料对其的影响表现在可测光的频段范围上,In(铟)、Ga(镓)、As(砷)材料的光电转换器件适用于800~1700nm的光谱范围,Si(硅)材料的大约在450nm,Se(硒)材料的只能在0.34~0.57nm范围内适用;(2)

难点是AT命令的设置和使用。

软件的一项重要工作是协议转换,GSM模块以及手机支持的是GSM协议,要想使得单片机能够控制GSM模块的短信收发,必须将相应的控制指令、报警状态等数据转换为相关格式,例如,手机短信支持的PDU或Unicode码格式。

终端系统的核心部分是单片机与GSM无线模块的通信,串口通信与AT命令的设置和使用是程序设计的难点。

系统软件设计采用模块化设计思想,主要分为单片机系统初始化模块、通信模块初始化模块、数据采集模块、数据传输模块等组成。

## 4、结语

随着无线通信技术的不断提高,利用移动运营商提供的无线网络实现远程监控和数据传输已被广泛应用于各个领域。特别是基于单片机的GSM数据传输方案在GSM报警系统、自动抄表系统等远程遥测遥控系统中的应用更是倍受关注。本文所介绍的GSM和遥控控制的无线网络报警系统,安装方便,报警安全快捷,很好的适应了市场的需求。

## 参考文献

- [1]潘琢金,施国君.C8051Fxxx 高速 SOC 单片机原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.5.
- [2]李鸿.用单片机控制手机收发短信息[J].电子技术应用,2003(1).
- [5]杨日杰,何友,崔旭涛.基于SMS的远程数据传输系统设计[J].电子工程师,2004(2).
- [6]马潮.嵌入式 GSM 短信息接口的软硬件设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2003(7).
- [7]曹尉青,韩冰.利用 GSM 短消息实现远程监控[J].产品设计与应用,2002(10).

## 作者简介

赵雅靓(1978.12-),女,硕士,讲师,主要研究方向:数据融合、阵列信号处理。

半导体材料工作的噪声及温漂对其测量范围的影响;(3)光电转换器件的输出曲线特性最差时误差。

## 5、结语

光电信息技术是将光学技术、电子技术、计算机技术以及材料技术相结合而形成的一门高新技术。光电信息技术的发展不仅改变了人们的工作、学习和生活方式,也推动了新的产业革命和新兴学科的形成。光电检测技术及系统是光电信息技术的主要技术之一,它以其非接触、高精度、高速度、实时等特点成为现代检测技术最重要的手段和方法之一,在工业、农业、军事、航空航天以及日常生活中皆有着具有良好的应用前景。

## 参考文献

- [1]陈家壁等编.激光原理及应用[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [2]贾伯年等.传感器技术[M].江苏:东南大学出版社,2007.
- [3]刘斌,张秋婵.光电检测前置放大电路的设计[J].燕山大学学报,2003,27(3):194-196.
- [4]刘卫东,刘延冰,刘建国.检测为弱光信号的PIN光电检测电路设计[J].电测与仪表,1994(4):28-30.

## 作者简介

周鹏:工程师,1998年毕业于太原理工大学自控专业,现在中煤国际北京华宇公司西安分公司从事电气自控设计工作。