

·光电系统·

一种简易红外温控系统的设计

管敏杰, 赵冬娥

(中北大学电子测试技术重点实验室, 仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 山西 太原 030051)

摘要:通过对温度的测量和控制原理的理论研究,提出了一种基于红外温度传感器的简易温度控制系统的设计方案。由于数据的采集、计算以及控制可方便的由数据采集卡和计算机来完成,而无需再另行设计,故着重对这种温度测量控制系统的热电式红外温度传感器、测量电路、驱动保护电路、执行器、加热装置和电源等部分的实现原理及设计思路进行了比较详细的分析。所设计的整个温度测量控制系统结构简单,成本低,易于实现,可对物体的表面温度进行较好地测量与控制。

关键词:红外;温度;测量;控制

中图分类号:TH811

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2011)06-0004-04

Design of Infrared Temperature Control System

GUAN Min-jie, ZHAO Dong-e

(*Science and Technology on Electronic Test & Measurement Laboratory, Key Laboratory of Instrumentation Science & Dynamic Measurement Ministry of Education, North University of China, Taiyuan 030051, China*)

Abstract: Through researching the principle of the temperature measurement and control, the simple temperature control system based on the infrared temperature sensor is designed. The data acquisition card can finish the task of the data collection, the calculation and the control, so it is not necessary to design other parts. The principles and design methods of the thermoelectric infrared temperature sensor, the measurement circuit, the drive protection circuit, the actuator, the heating device and the power supply are analyzed. The whole temperature measurement and control system is a simple structure, a low cost and easily realized. The system can measure and control the surface temperature of the objects well.

Key words: infrared; temperature; measurement; control

近来,随着电子信息化产业的不断发展,电子技术的应用已经深入到了人类生产和生活的方方面面。从广义上来说,电子技术的实质,是利用各种电子元器件的原理特性,对有用信号进行合理的采集、转换、处理、加工、控制、提取和存储等。它包含了很多知识领域,是一门复杂的学科。其中,对于温度的测量和控制已经越来越受到社会众多行业的热切关注。尤其在产品生产的行业里,很多情况下,对环境温度的控制好坏将直接影响到产品的质量和产品生产效率的高低。因此,温度的测量和控制是一个重

要的研究领域,有着较高的实用价值。

1 系统总体设计思路

该温控系统总的结构框架如图1所示,其工作原理是;首先,通过红外温度传感器的测量,将对象的温度转变为电量参数(如电压或电流);然后,利用测量电路,对红外温度传感器输出的微弱信号进行放大,调零和滤波等一系列电路的处理后,再通过模数转换^[1],将实际测温参数传到计算机处理端;计算机

收稿日期:2011-12-08

基金项目:山西省科技基础条件平台建设项目(2010091013)

作者简介:管敏杰(1987-),男,浙江杭州人,硕士,主要研究方向为光电检测技术。

通过软件,设定一个温度阈值,通过一定的算法控制执行器(如继电器)的工作状态(开或关),进而来控制加热装置的工作状态,从而达到所希望的温度范围。

该设计系统中的A/D,工控机和D/A 3部分(如图1,虚线部分)是由计算机和数据采集卡来完成的,故文中只是对红外温度传感器,测量电路,驱动保护电路,执行器,加热装置和电源等6部分进行设计分析。

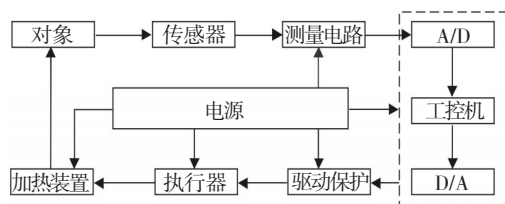


图1 简易温度控制系统的结构总图

1.1 红外温度传感器

测量温度的传感器很多,按其工作方式分,它可分为接触式和非接触式^[2]。随着科学技术的发展,传统的接触式测温传感器(例如热电偶^[3]等)已经不能满足现代一些应用领域的需要了,而非接触式测温传感器(例如红外温度传感器)由于其具有成本低,使用简单,不干扰被测温场,响应速度快等优点,越来越受到人们广泛的关注和需求。系统采用热电式红外温度传感器来实现温度的探测。

热电红外温度传感器是利用红外辐射的热效应^[4],通过温差电效应和热敏电阻等来测量所吸收的红外辐射,间接地测量辐射红外光物体的温度。设计采用了全辐射测温法,即通过测量辐射物体的全波长的热辐射来确定物体的辐射温度。

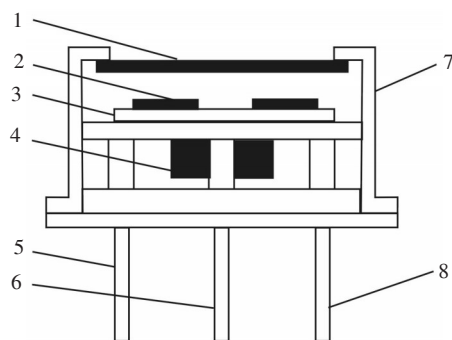
由图2可知,各种波长的红外线通过顶端入射窗(覆盖了滤光片)后,只让需要的红外线通过,而将其其他波段的干扰去除。位于感知组件表面的热吸收膜会将红外辐射能变成热能,感知组件的表面温度上升,因热电效应,产生了表面电荷,该电荷经过FET(场效应管)放大后,由外部所接的源极和地端输出电压信号,最终完成光电转换。

根据普朗克公式可以推导出辐射体温度 T 与输出电压 V 之间的关系,如

$$V = Ra\epsilon\sigma T^4 \quad (1)$$

式中, R 为探测器灵敏度; a 为与大气衰减距离有关的常数; ϵ 为辐射度; σ 为斯蒂芬-波尔兹曼常数。由此,只要数据处理时进行适当的线性处理,就能得到

物体表面温度。



1—入射窗; 2—氧化膜; 3—感知元件; 4—FET; 5—接地端; 6—源极端; 7—外壳; 8—漏极端

图2 电热式红外温度传感器内部结构图

1.2 测量电路

由于经热电式红外温度传感器输出的测量信号一般都很微小,而且时常因外界或内部干扰,夹杂着各种噪声信号,因而为了获得所需要的信号,应对其进行信号的放大、调零和滤波等操作处理环节。

1.2.1 信号放大电路

设计选用三运放高共模抑制比放大电路^[5],其最大的优点就是拥有很高的共模抑制比(CMRR)。一般情况下,其 $CMRR \geq 120$ dB,共模输入电压范围为+6 V到-10 V。这无疑能提高电路的整体抗干扰能力。此外,它的输入阻抗在300 MΩ左右,容易与传感器的输出阻抗相匹配;它有着低的功率(μ W数量级),失调和漂移,且增益可以调节,总增益在1~1 000之间,放大倍数稳定。正是由于三运放具有上述的特点,使得它在整体上表现出了令人满意的优良性能。然而,要保证它优点的发挥,就要尽量使其电路中的运放和电阻相匹配,尤其是在第一级的差动放大输入部分。如图3所示。

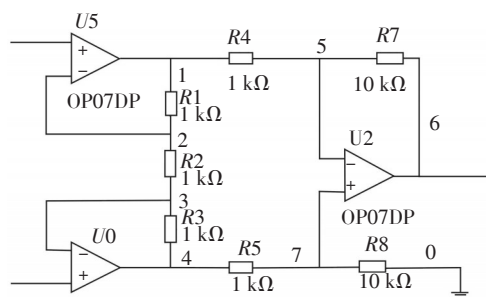


图3 三运放测量电路结构图

在三运放电路的实际应用中,传感器和测量放大电路间通常用屏蔽电缆连接,屏蔽层接地,这会使电缆芯线和屏蔽层间形成电容的结构,进而降低共模抑制比的能力。如果温度的测量需要高精度,则可以采用共模电压自举的方法,来构成有源屏蔽驱动电路,来消除上述的缺陷,而如果对精度要求不高,则不用考虑。

1.2.2 信号分离电路

原始信号经过传输放大后,往往会混有各种不同的噪声信号^[6](如白噪声),这必定会影响有用信号的获得。因而,通常会根据不同噪声的特点,采用各种效果的滤波器来除去噪声信号。鉴于传感器所输出的信号的频率较小,近乎于直流,因此,在这里,选用低通滤波器,又考虑到有用信号的频率较干扰信号的频率小,在对性能要求不是很高的情况下,可以用一阶有源滤波器,其结构简单,同时能减少负载对它的影响。其实,如果想减少成本,简化结构,可以不用运算放大器,而直接用一阶无源滤波器^[7],如图4。

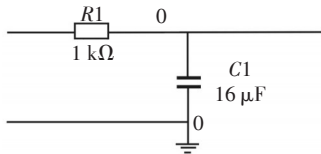


图4 一阶低通滤波电路

根据实际情况,将该一阶低通滤波器的截止频率 f 设定为10 Hz左右,则根据公式 $f=1/(2\pi RC)$;可以对电阻 R 和电容 C 进行适当的数值选取($R=1\text{ k}\Omega$, $C=16\text{ }\mu\text{F}$)。

1.2.3 信号调零电路

尽管三运放测量放大电路有着低的失调电压,低的漂移,但整个电路的零点漂移^[8]还是存在的,这就需要用调零电路来进行处理,稳定零点。

调零电路的结构如图5,在运放的同向端加入一个通过电位器输出的可调直流电压,即可对电路进行调零操作。此外,在这电路中,还增加了一个增益调节的电位器,根据实际需要,进行增益的适当控制及调试。

此外,信号经过放大、滤波和调零后,将要进入A/D转换器中,如果信号强度过大,很容易使得A/D转换器受到损坏。因此,通常,会在滤波电路与A/D转换器之间加上一个稳压二极管,从而可以保证之后电路的安全性,见图5。

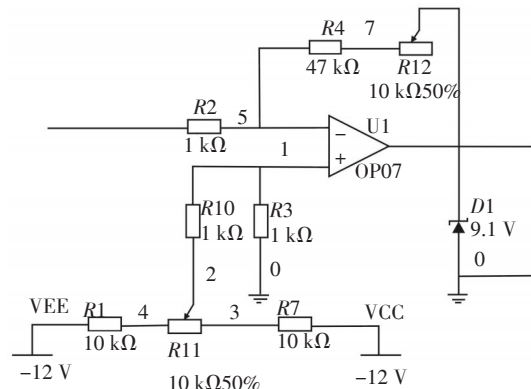


图5 调零电路结构

1.3 驱动保护电路

由于执行器(继电器)工作时所需的额定电压或电流较大,这就很容易影响到采集卡中的D/A转换器,一旦电流过大,造成强电效应,就会把D/A转换器烧坏。因而,考虑采取光电耦合^[9]的方式对电路进行保护,因为光电耦合技术目前已经很成熟了。然而,经过光电耦合后的输出电流(光电流)一般都很小,只有5~10 mA,因此,要驱动继电器正常工作很难。为此,就在光耦保护电路的基础上,加上了一级晶体管进行电流的适当放大,从而能保证达到继电器的吸合电流的要求,如图6。

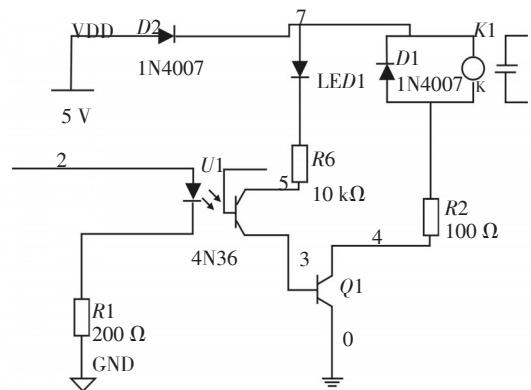


图6 驱动保护电路

1.4 执行器和加热装置

此处采用的是十分常见的执行器,即电磁继电器。其所对应的程序算法(开关算法)较简单,但控制是不连续的。结合到实际情况,可以考虑选用,几类常用的超小型电磁继电器,如JRC—5M型,其触点负载为1 A,5~36 VAC^[10]。

加热装置其实很简单,就是利用继电器触点的

合与闭,来决定加热器是否进行正常的加热工作状态,加热装置具体的型号根据被测物体而决定。

1.5 电源电路

从整个系统的电路部分来看,一共需要用到2种恒压源来供电,即+12 V和-12 V。其中,电路中的各

种运放和调零电阻需要 ± 12 V电源来供电,继电器部分需要+12 V来供电。根据上述的要求,结合实际以及相关的降压,整流,滤波和稳压的知识^[11],可以设计出如下的电源电路。如图7。

其工作原理,可简述为: ± 220 V交流电经变压器降压后成为 ± 12 V的交流电,然后,经硅整流二极

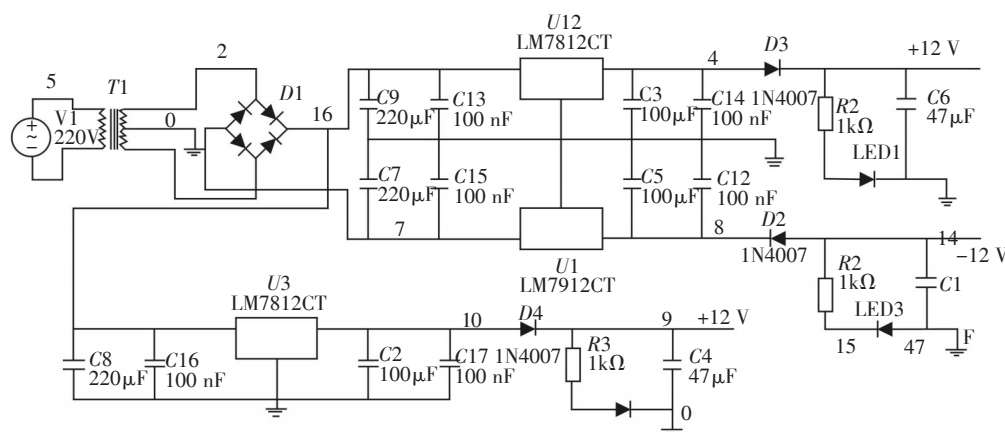


图7 电源电路结构图

管(桥式整流)对其进行全波整流,分三路;接着,各路的电容再对其进行滤波处理,最后由三端稳压管稳压(78系列和79系列^[12])进行稳压输出,便得到了+12 V和-12 V的电源。此外,电路还应用了放倒灌保护电路,以此来加强电源输出的安全性(如图7中最后的输出端部分)。

2 计算机处理与控制

计算机通过数据采集卡,得到测量电路的电压参数,然后根据由普朗克公式推导出来的被测物体表面温度和电压之间的关系,得到温度值,再需要通过执行器控制加热装置,进而形成一个温度可控网络系统。

3 结束语

基于温控理论的相关知识,提出了一种简易红外温控系统的设计方案,并对该温度控制系统的主要组成模块进行了具体的设计分析(不包括采集卡部分),从理论上,可以实现温度测量及控制的功能。该设计方案具有结构简单,成本低,易于实现等特点。然而,受到全辐射测温原理和环境光等方面的影响,该系统的精度不高,且只能测物体表面温度,因此对其进行适当的温度补偿方面的改进,会有

助于测量精度的提高。

参考文献

- [1] 马艳玲,赵战民,李明亮.高精度两次采样AD转换[J].微计算机信息,2008,24(5):311-312.
- [2] 张洪润,张亚凡,邓红敏.传感器原理及其应用[M].北京:清华大学出版社,2008.
- [3] 朱蕴璞,孔德仁,王芳.传感器原理及其应用[M].北京:国防工业出版社,2005.
- [4] 郝晓剑,李仰军,等.光电探测技术与应用[M].北京:国防工业出版社,2009.
- [5] 张国雄.测控电路[M].北京:机械工业出版社,2008.
- [6] 于航,建天成,王宏瑾.光电检测电路噪声分析及误差补偿方法研究[J].现代电子技术,2011,32(2):195-201.
- [7] 童诗白,华成英.模拟电子技术基础[M].北京:高等教育出版社,2004.
- [8] 王秀敏,徐雅斌,王中鹏.集成运算放大器的零漂特性研究[J].辽宁工程技术大学学报,2006,25(1):107-110.
- [9] 秦伟刚.光电耦合隔离技术与应用[J].仪器仪表学报,2006,27(6):26-27.
- [10] 陈小华,黎有勇.现代控制继电器实用技术手册[M].北京:人民邮电出版社,1998.
- [11] 王增福,李昶,魏永明.新编线性直流稳压电源[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [12] 刘法洽.常用电子元器件及典型芯片应用技术[M].北京:机械工业出版社,2006.