

[控制系统]

智能型火焰检测器的设计

文/营口理工学院机电系 车 焕

辽宁省营口市石钢京诚装备技术有限公司 邵世磊

在对国内外火焰检测器研究的基础上,设计了一种智能型火焰检测器,对其软硬件系统进行了设计,实现了对锅炉燃烧状况的检测和控制。

火焰检测器是电站锅炉系统中最重要的电器之一。传统的火焰检测器多为接触式,其存在着安装不便、损坏率高及检测不准等缺点。本文利用微电子技术及数字信号处理技术,采用单片机芯片(PIC单片机)作为微处理器,设计的智能型火焰检测器具有火焰检测、监视与灭火保护以及报警及显示等功能。

智能火焰检测器总体设计

如图1所示为智能型火焰检测器的原理框图。本检测器主要由测量变换电路、单片机和显示控制电路几部分组成。该检测器主要实现了对锅炉燃烧状况的检测和控制。

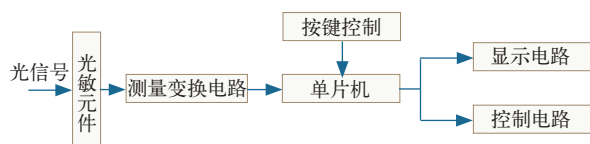


图1 火焰检测器硬件原理框图

燃料在锅炉中燃烧时的火焰信号经过光电传感器转换成电压信号。单片机对转换后的电压信号进行采样。采样后的信号在单片机中进行FFT变换分析出燃烧火焰信号的频谱特性。根据该频谱特性对锅炉中燃料的燃烧情况进行判断。

传感器电路的设计

传感器电路的作用是采集锅炉中的火焰信号并对信号进行处理,转化成单片机能够处理的信号。传感器电路包括光电转换电路、信号处理电

路和电流传输电路。

1. 光—电转换电路的设计

如图2所示为传感器光—电转换部分的电路图。光—电转换的准确与否直接关系到传感器的优劣,因此本部分电路是传感器电路的重要组成部分。图中,电阻 R_0 为Pbs光敏电阻,本文采用Pbs光敏元件对火焰进行检测,它与电阻 R_1 、12 V电压源 V_1 构成了一个分压电路。当照射到Pbs光敏电阻的光发生变换时,Pbs光敏电阻的阻值也会相应地发生改变,从而使Pbs光敏电阻两端的电压发生变化。变化的电压信号通过电容 C_1 在电阻 R_9 上产生一个电压信号。由于电容 C_1 的“隔直”作用,信号中的直流成分将不能通过电容 C_1 ,所以电阻 R_9 上的电压信号是由光强变化而产生的交流信号。至此,光—电转换完成。图中,电容 C_2 的作用是过滤掉外界的高频干扰信号。

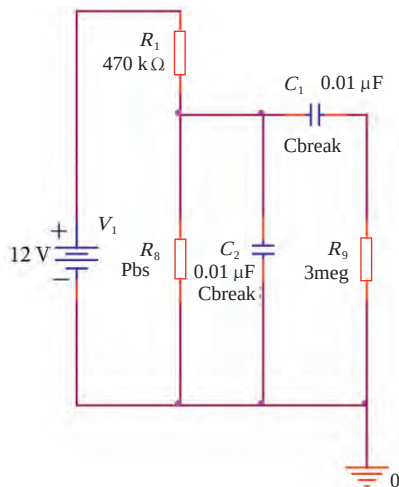


图2 光—电转换电路图

2. 信号处理电路的设计

如图3所示为信号处理部分的电路图。
光—电转换后的电压信号通过此电路进行电压

的放大、整形和输出。该电路由三个部分组成：同相比运算电路、电压跟随电路和电位
抬升电路。

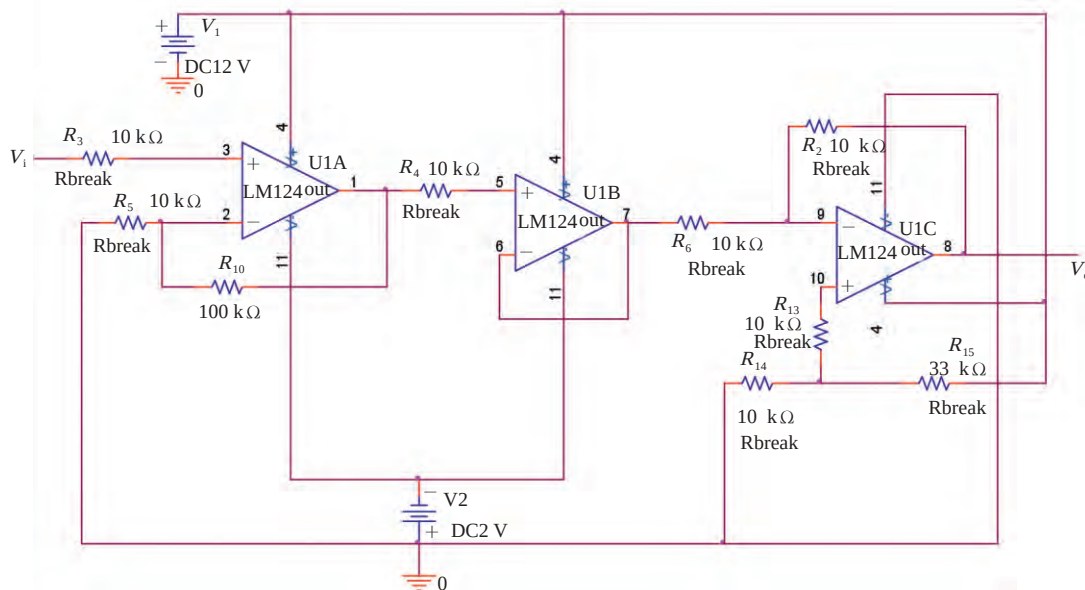


图3 信号处理部分电路图

3. 电流传输电路的设计

在实际应用中，被测光源与检测设备之间的距离很远，所以信号的传输过程中要注意防止信号的衰减和干扰。因此，采用了电流传输的方式对信号进行传输，然后再将电流信号转换为电压信号。

如图4所示，电阻 R_6 、 R_9 、 R_{10} 、 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{15} 及 R_{16} ，运算放大器，晶体管和12 V电源构成了电流传输电路。设其中通过 R_{14} 的电流为 I_L ，即传输电流。

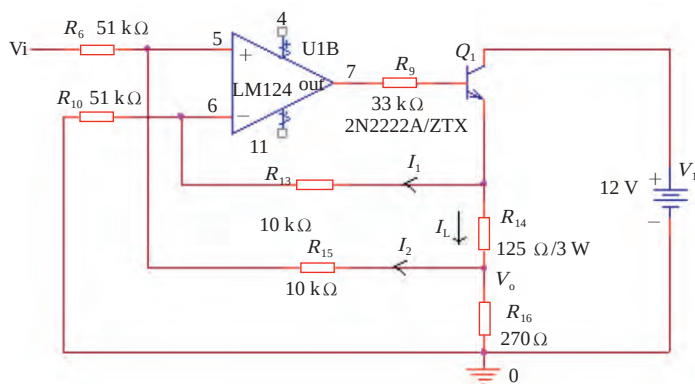


图4 电流传输电路

$$I_L = \frac{U_5 \left(1 + \frac{R_{13}}{R_{10}} \right) - U_5 - \left[(U_i - U_5) \frac{R_{15}}{R_6} \right]}{R_{14}}$$

$$= \frac{U_i + \frac{R_{15}}{R_6} U_5 \left(\frac{R_{13}}{R_{10}} - \frac{R_{15}}{R_6} \right)}{R_{14}} \quad (1)$$

若令 $\frac{R_{13}}{R_{10}} = \frac{R_{15}}{R_{16}}$ 则式 (1) 可改写为

$$I_L = \frac{U_i R_{15}}{R_6 R_{14}} \quad (2)$$

设流过电阻 R_{13} 的电流为 I_1 ，流过电阻 R_{15} 的电流为 I_2 ，若要 I_1 、 I_2 的电流足够小，即 U_0 与 U_5 ， U_L 与 U_6 的电压要足够小，要求 $R_6 \gg R_{13}$ ， $R_{10} \gg R_{15}$ 。另外为了使晶体管工作在放大区，要求 $R_9 \leq 51 \text{ k}\Omega$ 。现取 $R_6 = R_{10} = 51 \text{ k}\Omega$ ， $R_{13} = R_{15} = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_9 = 33 \text{ k}\Omega$ ， $R_{14} = 125 \text{ }\Omega$ ，则

$$I_L = 1.57 U_i \text{ (mA)} \quad (3)$$

因为 U_i 的变化范围是3.38~7.78 V，所以 I_L 的变化范围是5.3~12.2 mA。负载电阻 R_{16} 上的电压变化范围为1.4~3.3 V。

单片机相关电路的设计

在本设计中，数字处理电路以美国Microchip Technology公司的PIC18F2525单片机为核心，其特点是速度快、功耗低、体积小且价格廉，片内除含有程序存储器、数据存储器及I/O口及定时器外，还含有1 kB的EEPROM和5路10 bit的A/D转换器及定时器看门狗，只需很少的外围器件就能组成系统。

如图5所示为单片机相关的数据采集、按键及显示电路图。在设计中，利用单片机自身具备

的AD转换功能来进行数据的采集；利用采用单片机I/O口高低电平的变换设计了三个按键SW1、SW2、SW3。在显示电路部分；利用两片74164分别控制数码显示管的位码和字码，进行动态显示。在多位数字动态显示系统中，各个数字显示器共同使用一个公共的锁存器、译码器，在锁存

器内,待显示数字的BCD码,去驱动各个数字显示器并联着的每个显示段。这样,究竟哪个数字显示器能被驱动点亮,显示出相应的码,便取决于哪个数字显示器的公共极已被选通。因此,利用分时缓存各个待显数字的码,并同步地分时选通各个数字显示器公共电极驱动电路的方法,便可以实现动态显示。

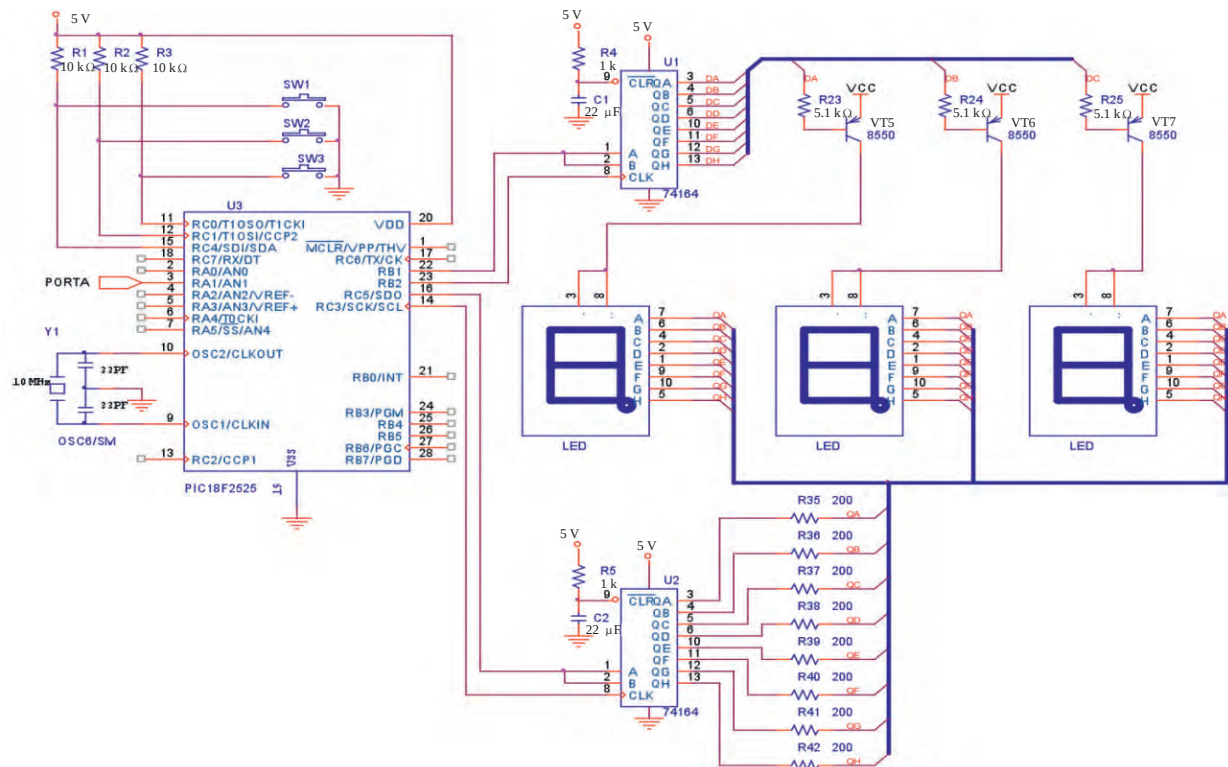


图5 按键及显示电路图

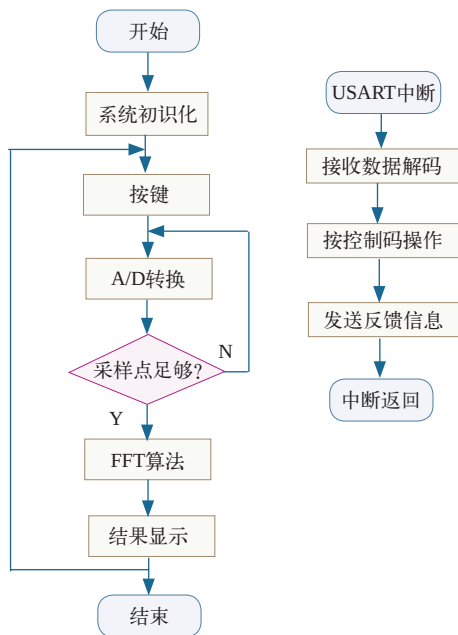


图6 单片机主程序流程图

火焰检测器软件系统的设计

该检测的软件既要实现对火焰信号的采集和数据处理功能又要将锅炉燃烧情况在显示单元上显示出来,所以软件设计采用模块化设计。将检测器要完成的任务模块化,作为各个彼此独立的子程序,以便在实现功能时进行统一调度。检测器启动后,开始运行初始化程序,初始化程序包括单片机内部硬件功能设定,正常运行期间外部按键分合闸指令和参数调整。主程序流程如图6所示。

结束语

本文研制了智能型火焰探测器。通过现场调试，解决了目前同类产品中火焰检测不准的问题。对提高我国火焰检测水平具有重要的理论意义和应用价值。EA

(收稿日期: 2015.09.17)

(编辑: 杨得润)