

新型可燃性气体报警仪的研制

黄 歆

(南京工业大学 电气工程与控制科学学院, 南京 211816)

摘要: 介绍新型可燃性气体报警仪的设计, 可用于对丙烷、丁烷、氢气及其他可燃性气体的检测, 用于检测可燃气体爆炸性; 采用 C8051F020 单片机, 通过 2M007 型电阻式气敏传感器采集信号, 经过放大电路放大, 传入单片机, 进行模数转换, 采用算术平均滤波对数据过滤, 再通过一系列的数据处理, 显示可燃性气体浓度, 通讯方式采用以 sim300 通讯模块的 GPRS 通讯的新型可燃性气体报警系统; 软件设计采用 C 语言编程, 灵活方便、具有强大的移植性; 如空气中可燃性气体浓度超标, 开始报警, 显示屏上显示出大于阈值的可燃性气体浓度, 且通过无线通讯使手机也正常收到了报警短信; 该系统功能齐全, 操作简便, 具有很高的应用价值。

关键词: 可燃性气体; 报警; 浓度测量; GPRS

Development of a New Type Combustible Gas Alarm Apparatus

Huang Xin

(College of Electrical Engineering and Control Science, Nanjing Tech University, Nanjing 211816, China)

Abstract: This paper introduces a new type of combustible gas alarm system whose main controller is C8051F020, it is through bridge circuit measurement signal and differential amplifier circuit amplifier, then the arithmetic average filter is adopted to data filtering, and through a series of data processing, display of combustible gas concentration. Its communication is based on sim300 GPRS communications module communication. The system is simple, and fully functional, and it has the very high application value.

Keywords: combustible gas; give an alarm; concentration measurement; GPRS

0 前言

随着社会的发展, 可燃性气体作为新的能源, 越来越多地出现在日常生活和工业生产中, 体现了重要的工业价值, 给人们带来利益的同时, 也带来了安全隐患。

如果有可燃性气体泄漏, 又没有得到一个有效地处理, 就会产生极大的恶性后果, 所以必须可靠且及时检测可燃性气体^[1]。

1 可燃性气体报警仪的结构及原理

可燃性气体报警仪以 C8051F020 单片机为核心, 使用 2M007 电阻式气体传感器, 配合外围设备采集信号、放大电路、显示浓度、显示状态、报警等。如图 1 所示。

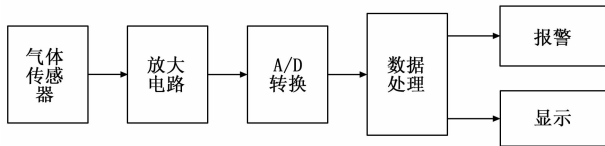


图 1 系统结构图

传感器将采集到的微弱的电压信号经过放大, 接着传给单片机, 在单片机内部 A/D 转换, 然后对转换后的数据进行线性化处理, 算出对应的十进制浓度值, 数据滤波、判断是否超出报警限值, 正常状态时指示灯绿色常亮, 一旦超过报警限值指示灯红色闪烁并伴随着警铃。

收稿日期: 2014-05-08; 修回日期: 2014-06-24。

作者简介: 黄 歆 (1990-), 男, 江苏镇江人, 硕士研究生, 主要从事工业生产过程控制系统的设计与监控, 工业检测仪表设计方向的研究。

当有可燃性气体 (如 CH_4) 在空气中出现时, 传感器内电阻会产生变化, 形成电压差, 再经信号调理送入单片机进行一定的数据处理就可以得出传感器现在的电阻。然后根据电阻与可燃性气体浓度之间的映射关系就可以算出可燃性气体的浓度。

可燃性气体的浓度和电阻的关系如下:

$$\log C = \frac{\log R_s + n}{m} \quad (1)$$

式中, C 为检测气体的浓度; R_s 为一定浓度下的传感器电阻; m 为器件对气体浓度变化的敏感性; n 与气体类型, 器件材料有关。

2 可燃性气体报警仪的硬件设计

2.1 可燃性气体报警仪的设计方案

在可燃性气体报警仪中, 采用 C8051F020 单片机。是一种功能强大微控制器, 可处理多种混合信号高效且兼容 MCS-51 指令集, 带 12 位 AD 转换, 积分非线性误差小于 $\pm 0.75\text{LSB}$ 。它接受来自传感器检测到的浓度信号, 然后对模拟信号进行处理, 然后数字滤波, 最后送给 LCD 显示, 并控制后续电路的动作, 同时查询是否有按键按下。值班人员能实时观测到可气体浓度, 做出相应处理, 当气体浓度大于设定值产生报警, 同时通过 GPRS 给手机发送报警短信。可燃性气体报警仪主要由测量传感器模块、放大电路、报警、键盘、LCD、通讯模块等组成。如图 2 所示。

2.2 2M007 型半导体气敏元件检测原理

采用了 2M007 型气体传感器, 此半导体属于氧化锡气敏材料, 当以恒定直流电源通过加热丝进行加热, 使元件处在 $200\sim 300\text{ }^\circ\text{C}$ 时, 氧化锡吸附氧, 形成氧的负离子吸附, 元件

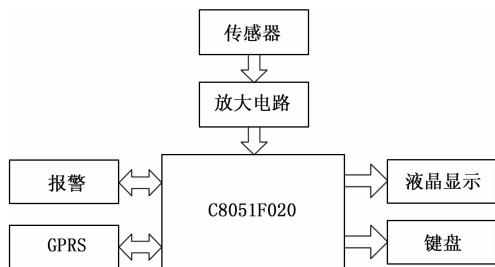


图 2 硬件框图

中的电子密度减少。当空气中有可燃性气体存在时会引起电导率的变化，阻值变化，将浓度信号转换成电信号输出。2M007 气体传感器的检测原理如图 3，其中 2-5 为加热丝两级之间为加热电压 5 V，6-4 为敏感电阻第一测量极，3-1 为敏感电阻第二测量极。

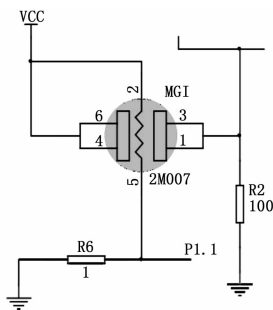


图 3 半导体元件检测原理

2.3 信号放大电路

传感器检测到的可燃性气体浓度信号是十分微弱的，所以有必要对微弱的电压信号进行信号放大，使电压信号满足 C8051F020 单片机输入要求，2M007 是半导体型气体传感器，是电阻型传感器，因此串联一个参考电阻后经过放大电路可将放大信号传递给 C8051F020 单片机内部的 ADC 进行处理。电路使用单极性供电，所以使用同相比例放大电路，可减少开销。传感器输出的信号 V_i 经过运放的同相端，输出电压 V_o 通过 R_4 接到运放的反相端并通过 R_3 接到参考电压。由集成运算放大器的特性可知：

$$I_- = I_+ = 0 \tag{2}$$

$$V_- = V_+ = V_i \tag{3}$$

由式 (2) (3) 可以得出：

$$V_o = V_i \cdot \frac{R_3 + R_4}{R_3} - V_{ref} \frac{R_4}{R_3} \tag{4}$$

所以电路的放大倍数：

$$A = \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) \tag{5}$$

3 软件设计

3.1 系统程序设计

软件程序包括：初始化、浓度采样、数据处理、显示、通讯、报警等。程序用 C 语言编写，选用 silicon Labs 的集成开发环境，它具有基本测试项目的各项功能，该软件的主要特点包括：可配置口字体；还具有单步调试和断点监视的功能；可以通过仿真器和单片机连接，实时监测。主程序流程如图 5

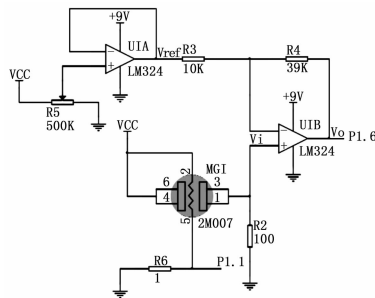


图 4 放大电路

所示。

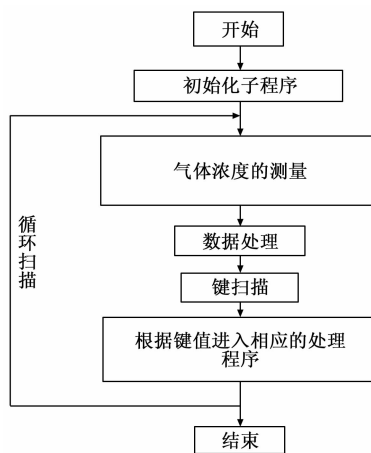


图 5 主程序流程图

3.2 可燃性气体浓度数据处理

现场中有着各种难以预料的发生，从而产生干扰信号，所以要对信号进行数据滤波^[2]。算术平均滤波法对剔除随机干扰而产生的误差十分有效。即找出式子 (3) 中作 \bar{Y} 为该次采样的平均有效值， \bar{Y} 与采集的各个值误差的平方和 E 最小，即：

$$E = \min \left[\sum_{i=1}^N e_i^2 \right] = \min \left[\sum_{i=1}^N (\bar{Y} - X_i)^2 \right] \tag{6}$$

根据一元函数求极值原理可得：

$$\bar{Y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \tag{7}$$

式中， \bar{Y} 为算术平均值； N 为采样次数； X_i 为第 i 次采样值。

平均值滤波法对信号的平滑度取决于 N 。 N 越大，平滑度越高，但滤波系统的灵敏性变低；采样次数 N 相对小时，平滑程度低，但滤波系统的灵敏性高。最后应平衡计算时间和滤波效果，选取适当的采样值 N 。它适用于对周期脉动信号的滤波。所以本系统采用算术平均值法。

4 通讯

采用无线 GPRS 通讯，实时监测现场情况。首先要配置无线通信模块，本系统使用的是 SIM300，工业标准界面，实现语音、数据的高速传输。

使用方法：用户要找到一个有 IP 地址的服务器，通过 sim300 进行连接，接通后会有提示，最后 sim300 向服务器发

(下转第 301 页)

增加。其中,在空旷街区,当通信距离小于2.15 km,数据包率小于12%;在楼宇内,能在一层与四层间良好的通信。此外,使用最简单的串联电流表的办法,对系统功耗进行了测试。当使用低功耗设计模式时,系统电流相比未使用低功耗模式功耗大大降低。

测试结果表明,该系统具有通信距离远、抗干扰能力强、功耗较低以及较高的系统稳定性。为电力部门远程智能管理电能表,提高了工作效率、管理水平和服务质量。

5 结束语

本文将低功耗广域网技术应用于远距离无线智能抄表中,通过低功耗、远距离LoRa无线网络和GPRS公网实现集抄管理中心与电能表之间的通信,达到管理中心远程抄取电能数据和管理各个电表运行状态。

文中对系统总体架构、应用层通信协议以及节点的软硬件设计等进行了详细分析。从实验结果可知,系统运行状态良好、通信距离远、功耗较低、组网便捷,并且成本低,能很好的满足无线智能抄表系统需求,具有广泛的应用前景。

参考文献:

[1] 王晓玲,田洪川. 国际通信运营商在产业互联网领域加紧布局

[J]. 世界电信, 2015 (5): 14-18.

[2] Lewark U J, Antes J, Walheim J, et al. Link budget analysis for future E-band gigabit satellite communication links [J]. CEAS Space Journal, 2013, 4 (1), 41-46.

[3] Mohamed Aref, Axel Sikora. Free Space Range Measurements with Semtech LoRaTM Technology [A]. 2014 2nd International Symposium on Technology and Applications (IDAACS-SWS) [C]. Offenburger, 2014: 19-23.

[4] 徐松松,周西峰,郭前岗. 基于ARM平台的ZigBee网关设计[J]. 微型机与应用, 2013: 16: 51-53.

[5] 闵华松,程志强,黄磊,等. 基于RF的无线抄表系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2014 (2): 639-642.

[6] 王鹏,王文庆. 基于3G的能耗数据采集器设计[J]. 计算机测量与控制, 2015 (12): 4202-4206.

[7] LoRaWANTM Specification 1R0 [Z].

[8] 周鑫,朱向东,于秀波. ZigBee远程无线抄表系统的设计[J]. 自动化仪表, 2013 (3): 31-33.

[9] 王永虹,徐炜,郝立平. STM32系列ARM Cortex-M3微控制器原理与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008.

[10] 侯琛,赵千川,冯浩然,等. 一种物联网智能数据采集系统的研究与实现[J]. 电子测量与技术, 2014, 37 (6): 108-114.

(上接第297页)

送数据就可以了。发送程序比较繁琐,这里就不写出,下面写出较为简单的接收程序:

```
Void GET(void)
{ unsigned char data_over=0;
  T0_10ms_count=0;
  RI=0;
  do{while(! RI)
  {if(T0_10ms_count==3000) { data_over=1;
  break; }
  };
  RI=0;
  * i=SBUF;
  if(* i==0x0A&&* (i-1)==0x0D)
  {if(* (i-2)=='K' || * (i-2)=='R' || * (i-2)=='T' } if(* (i-3)=='O' || * (i-3)=='C' || * (i-3)=='E)
  data_voer=1; }}
  i++;}
while(data_over!=1);
i=AT_BUFF;
Delay(50000);
}
```

5 实验结果分析

让可燃性报警器预热3分钟,装置运行正常,警灯警铃都没有出现报警状况,在空气中加入适量的民用煤气10秒钟左右,开始报警,显示屏上显示出大于阈值的气体浓度(实验时浓度达到22%,报警器阈值设置是20%),且手机也正常收到了报警短信,把装置拿到正常空气下约一分钟停止报警。从以上实验可以证明该可燃性报警器可投入工业使用,或者民用。

6 结束语

可燃性气体报警器主要用于检测所在工业现场中的可燃性气体的浓度,然后将测得的气体浓度信号通过GPRS发送给报警平台,通过LCD显示气体浓度值。当浓度值超过报警回差时,可以通过继电器输出控制警铃和警灯,以告知现场工作人员并及时采取措施。它可以广泛运用于工业场合,具有较高的实用价值及发展前景^[3]。

参考文献:

[1] 高京卫,李军,韩毅,等. 基于AD μ C812单片机的可燃性气体监测报警仪的设计[J]. 现代电子技术, 2008, 31 (2): 189-191.

[2] 王华,陆常舟,史士杰,等. 可燃性气体泄漏防护系统[J]. 科技资讯, 2001, (31): 97-99.

[3] 刘竹琴,白泽生. 一种高精度可燃气体检测报警器设计[J]. 传感器与微系统, 2013, 32 (7): 71-73.

[4] 李景民. 基于AT89C51的可燃性气体报警器设计[J]. 硅谷, 2010, (24): 40-40.

[5] 路立平,鹿晓力,胡智宏,等. 可燃性气体泄漏智能化监控系统[J]. 煤气与热力, 2005, 25 (10): 16-18.

[6] 瞿旻. 可燃性气体报警系统的研究与开发[D]. 南京信息工程大学, 2008.

[7] 江贤志,刘华章,饶伎云,等. 基于C8051F020单片机的RS485串行通信设计[J]. 电子测量技术, 2014 (3), 121-124.

[8] 张玉茹,苏晓东. 基于C8051F020远程数据采集系统的设计[J]. 电测与仪表, 2008 (9).

[9] 古博,黎敬斌,叶仕通. 基于SIM300通讯模块城市智能交通系统[J]. 电子设计工程, 2015 (3): 83-85.

[10] 陈杰. 智能传感器平均滤波方法改进[J]. 武汉工程大学学报, 2010 (12): 102-104.