

## 基于 STM32 的家用远程 CO 报警系统\*

刘成涛 王震 吴佩志 赵昱辉  
(西安工程大学电子信息学院 西安 710048)

**摘要:**以家居环境的 CO 浓度监测作为研究对象,采用物联网和 SIM900A 手机短信相结合的模式,改变已有 CO 报警系统不能实现远程报警的缺点,开发出一种基于 STM32 的家用远程 CO 报警系统。利用 CO 传感器等感知元件以及 STM32 控制芯片来获取 CO 的浓度信息,通过 LCD 实时显示当前的 CO 浓度值,当超出阈值后进行报警并向预设定的紧急号码发送短信,以获取支援。通过大量实验结果表明该系统可实时监测所关注区域的 CO 变化情况且运行稳定,监测数据准确,能够实现报警以及短信发送功能。此外,该系统还具有成本低、安装维护方便、用户操作简便等特点。

**关键词:**物联网;手机短信;CO 传感器;STM32

**中图分类号:** TN98    **文献标识码:** A    **国家标准学科分类代码:** 510.1099

## Remote CO alarm system of household based on STM32

Liu Chengtao Wang Zhen Wu Peizhi Zhao Yuhui  
(College of electronic information of Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** This system takes the detection of CO concentration in home environment as the object of research, and makes use of Internet of things and short message service of SIM900A to change shortcomings of existing CO alarm system that can't achieve remote alarm, which designed a kind of remote CO alarm system of household that based on STM32. Firstly, by CO sensors and other sensing components and STM32 control chip to obtain the concentration of CO information. Then, real-time display of current CO concentration value via LCD display, and if the current value exceeds the threshold, the buzzer will work and send text messages to the emergency number which already set, thus can get help through this method. A lot of experimental results show that the system can real-time monitor the focus area changes of CO and stable running, get accurate data, realize the function of alarming and SMS messages. In addition, the system also has characteristics such as low cost, easy installation and maintenance, convenient operation.

**Keywords:** Internet of Things; short message service; CO sensor; STM32

### 1 引言

近年来一氧化碳中毒事件频发,威胁着家居以及人身安全。由于 CO 为无色、无味、无臭的气体,且凡是碳和含碳物质在氧气不充分的情况下燃烧均可产生 CO,因此一旦使用不当 CO 中毒的机率将大为增加。人体吸入 CO 后往往并未察觉,直到出现症状后也不知原因,继续在高浓度的 CO 环境中,轻则威胁人身安全,重则死亡。冬天广大的农村地区取暖措施主要依靠煤炭,这种取暖方式存在极大的安全隐患,尤其孤寡老人,子女不在身边,一旦发生 CO 中毒事件,即使自身已发觉,也为时已晚<sup>[1]</sup>。因此鉴于

CO 中毒事件发生的潜在性以及广泛性,需要研发出具有监控室内 CO 浓度功能的仪器,且当 CO 浓度超出某一范围时能够以报警的方式来提醒被困人员,保护人民生命财产。

基于上述背景,通过分析目前燃气报警器的现状,设计制作基于 STM32 的家用远程 CO 报警系统。该系统在被监测室内安装 CO 传感器模块<sup>[2-3]</sup>,对房间中的 CO 浓度进行全程监测,若监测到 CO 浓度超出设定的阈值时,系统一方面会启动报警器发出信号对处在该环境的人们进行提醒;另一方面通过短信的形式向已绑定在 GSM900 模块中的手机号发送相应短信报告所监测房间内 CO 浓度超标且有危险。通过这种设计生命安全就有了多层保护

收稿日期:2017-03

\* 基金项目:国家自然科学基金(61401347)、陕西省教育厅自然科学基金(17JK1105)项目资助

机制,从而缩短救援时间,避免了因CO中毒悲剧的发生。

## 2 系统整体方案设计

本系统的构成主要由感知层、控制层以及传输层3部分。感知层利用STM32ARM控制板和CO传感器等感知设备采集所监测环境中相应的CO浓度信息<sup>[4-5]</sup>,同时将检测的数据实时显示在液晶屏上,供使用者了解当前环境情况,以做出相应的操作。

控制层的主要功能是实现报警。当监测区域CO浓度超标时,人们往往无法感知到危险的降临,尤其在熟睡的夜晚,这就需要一套报警装置来提醒使用者。当获取的CO浓度高于设定阈值时,STM32会启动蜂鸣器报警模块,发出相应的信号。

传输层的功能为向紧急联系人发送短信。控制层的报警功能只能提醒所在环境的使用者CO超标,若使用者未接收到报警信号或者收到报警信号后无法进行自救,还是处在危险之中。为此,通过设计使用ATK-SIM900A GSM/GPRS模块短信功能,预先设定3个紧急号码,一旦CO浓度超标且大于设定的时间,那么就会向其发送短信,来告知所监测区域存在危险,需要进行紧急救援,从而将危险降到最低。系统整体架构如图1所示。

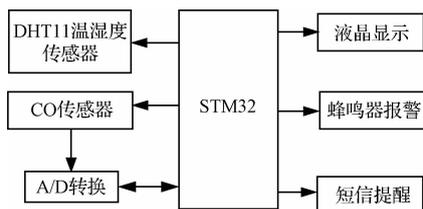


图1 系统架构

## 3 硬件设计

### 3.1 数据采集模块

数据采集模块的主控部分使用常见的STM32F1ARM芯片,其外设资源较为丰富且通过外接某些模块可进行功能扩展,通过对比可知该款芯片性价比很高<sup>[6]</sup>。STM32F1的模数转换精度能够达到12位,可实现对CO传感器采集数据进行转换的功能,所以直接使用STM32自带的AD,不进行外接模数转换电路,降低设计成本的同时减轻了系统的复杂度<sup>[7]</sup>。该模块主要实现对通过CO传感器所采集到的信息进行处理,通过串口在LCD屏上进行显示结果,并根据结果判断是否触发语音报警器以及发送短信功能。

本系统通过CO传感器MQ-9采集环境中的CO浓度信息,其灵敏度不但高且输出信号大,降低了系统设计的难度,为电路稳定的运行提供了可靠保障。所监测的CO气体经分子扩散通过多孔的膜并在相应的电极上实现电化学反应,反应中参与电子流入增加或流出电极,流入时进行氧化反应,流出时进行还原反应,在发生反应的过程中自由电子的输入随CO浓度的增加而增大,

从而电导率与空气中CO气体浓度成正比;通过简单的电路可将CO气体浓度与电导率的变化转换为相应的输出信号<sup>[8-9]</sup>。此外,MQ-9型一氧化碳传感器具有寿命长、低成本响应快速等优点,使其在家用CO气体泄漏检测与工业用可燃气体检测方面均获得广泛的应用。此一氧化碳传感器和主控部分的连接如图2所示。

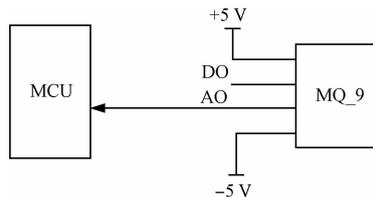


图2 MQ-9 CO传感器模块与MCU的典型连接

### 3.2 短信模块

短信模块采用的是ATK-SIM900A GSM/GPRS模块。该部分的工作频段为900/1800MHz双频,全部使用SMT封装形式,外设资源丰富,能够以较低的功耗完成GPRS数据传输、短信、语音、彩信等功能<sup>[10-11]</sup>。同时该模块通过串行接口与ARM芯片STM32通信,SIM900A模块的TXD\_0和RXD\_1分别接到ARM的PA10(U1\_RXD)与PA10(U1\_TXD)上,完成ARM端与短信模块的串口连接。上电初始化后会向STM32发送连续的字符串表示可以进行发送短信等功能。

### 3.3 液晶显示模块

液晶显示模块在硬件设计上均可支持OLED与LCD彩屏。LCD彩屏具有16万色,其作为显示元件与普通的数码管显示元件相比拥有更为丰富的显示色彩,且能够实现触屏操作,使用更为方便,从而可完成强大的用户交互系统的功能;同时,OLED具有功耗小、成本低等优势。本系统使用上述两种不同的显示方式,以满足不同场合与不同用户的需求。

### 3.4 报警模块

报警模块选用的蜂鸣器是无源蜂鸣器。其中内部不带振荡源,直接通直流信号则无法发声,若要发声则需要使用2K~5K的方法进行驱动,利用这一特点在设计过程中可根据需要设计不同的声音提示,满足不同用户的需求<sup>[12]</sup>。该模块的工作电压为3.3~5V,采用9012三极管驱动,接口采用三线制,正极外接电源,负极接GND,OUT外接STM32的I/O口。蜂鸣器原理如图3所示。

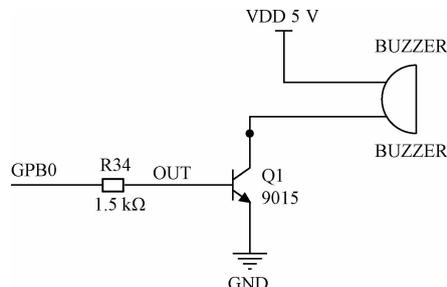


图3 蜂鸣器原理

## 4 软件设计

### 4.1 控制部分算法

用户 STM32F1 主控模块发出开始信号后, SIM900A 由低功耗运行模式切换到高速模式, 当发出的开始信号完成后 SIM900A 发出响应信号并传送 40 位的数据信息, 驱动一次信号采集, 用户可根据需要读取其中部分数据<sup>[13-14]</sup>。从模式下, SIM900A 接收到开始信号驱动一次 CO 浓度信息采集, 若未收到主机发送的开始信号, SIM900A 不会主动进行 CO 浓度采集。

本系统为准确采集所监测区域的一氧化碳浓度情况, 使用两个一氧化碳传感器 MQ-9, 采集的一氧化碳浓度值分别记为  $N_1$ 、 $N_2$ , 设定阈值  $N_{th1}$  与  $N_{th2}$ 。当  $|N_1 - N_2| < N_{th1}$  时, 则采集的 CO 浓度数据为两者的平均值即  $N = |N_1 + N_2| / 2$ , 若  $N < N_{th2}$  将其仅显示在液晶屏上, 否则触发蜂鸣器进行报警 30 s, 再次判断  $N$  与  $N_{th2}$  的大小, 若仍然满足  $N < N_{th2}$ , 则系统向已设定的紧急号码发送短信; 当  $|N_1 - N_2| > N_{th1}$  时, 则液晶屏显示“CO 传感器采集信息数据有误”这一消息并触发蜂鸣器发出相应的报警信号, 提醒使用者对本装置进行检查。算法流程图如图 4 所示。

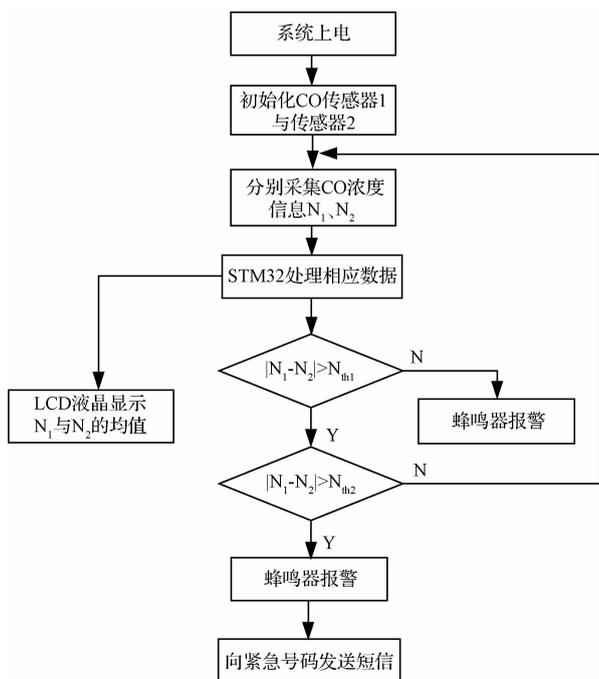


图 4 监测算法流程

### 4.2 短信模块设置

当 ARM 芯片 STM32 检测到 CO 浓度超标时启动 SIM900A 的短信功能。用户通过 AT (Attention) 指令控制短信的接收与发送, 常用的指令有 AT + CNMI / AT + CMGF / AT + CSCS / AT + CSMP / AT + CMGR / AT + CMGS / AT + CPMS 等 7 条 AT 指令。AT + CNMI 用于

设置新消息指示; AT + CMGF 用于设置短消息模式; AT + CSCS 用来进行设置 TE 字符集, 当实现发送中英文短信的功能时, 需发出 AT + CSCS = “UCS2”, 设为 16 位通用 8 字节倍数编码字符集; AT + CSMP 用来对短消息的文本模式进行设置, 当用 UCS2 方式发送中文短信时需发送 AT + CSMP = 17, 167, 2, 25 设置文本的模式参数; AT + CMGR 用于读取短信; AT + CPMS 用于发送短信; AT + CPMS 用于设置、查询优选消息存储器<sup>[15]</sup>。

为方便实现中英文短信的读取与发送, 本系统短信模块采用文本模式 (AT + CMGF = 1)、UCS2 编码字符集 (AT + CSCS = “UCS2”), 从而使得电话号码和短信内容均采用 UNICODEDE 的字符串。

## 5 系统测试

根据设计的电路原理图进行硬件连接, 然后将该系统安装于一间 120 m<sup>2</sup> 的实验室内进行相关参数的测试, 其中 GSM 模块的 SIM 卡选用的是移动卡。当系统上电初始化完成, 系统进入工作状态后, 液晶屏上显示当前系统状态及相关设置参数, 液晶屏具体显示内容如图 5 所示。若系统监测到室内的 CO 浓度值低于所设置的阈值, 则 CO 浓度显示为正常; 若高于所设定的报警阈值, 则 CO 浓度显示为超标, 触发蜂鸣器进行报警, 并向紧急联系人发送短信, 手机接收到的具体报警短信内容如图 6 所示。



图 5 液晶屏状态显示结果

通过调试和运行程序后系统正常工作, 在温度 25℃、相对湿度 55%、大气压力 90 kPa 的环境下进行系统比较测试并测量系统的报警精度与稳定性。表 1 中的数据为分别采用不同浓度的标准气体, 将该系统所监测到的 CO



图6 手机接收到的报警短信

浓度信息与标准的台式空气质量监测器所监测到的值进行比较的结果。通过分析可知系统存在5%左右的误差,在误差允许范围内,具有较高的精度。引起误差的主要原因是由一氧化碳的浓度与模块输出的电压不是严格线性关系以及AD采集精度造成。

表1 标准气体浓度与监测值结果比较

标准气体质量 分数 $\times 10^{-6}$	实测值 $\times 10^{-6}$	采样电压/V	响应时间/s
0	0	0.120	1.0
200	190	0.590	1.5
400	391	1.130	2.0
600	610	1.628	2.0
800	805	2.401	1.0
1000	990	2.88	1.5

## 6 结论

本系统主要利用超低功耗的ARM STM32F1主控电路,借助MQ-9 CO传感器模块实现对某一区域CO浓度的实时监测,所监测的结果和系统设定的阈值比较完成CO浓度查询、超标报警以及短信发送等功能。传统的CO监测系统存在很大的弊端,即大多数只有显示和报警功能,不能够有效避免CO中毒事件的发生。本系统在原有监测、报警功能的基础上加入了向紧急联系人发送短信

的功能。该系统在住宅小区、老年公寓等空气较为密封的区域,能够有效实现对CO浓度的实时监测、报警,从而减少CO中毒事件发生的机率,保障人身财产安全。同时本系统还具有体积小、性能稳定、功耗低、维护方便等特点,设计的新功能扩展了监测仪的应用范围。经大量实验测试表明,系统运行正常且能实现设计的预期效果,具有良好的应用前景。

## 参考文献

- [1] 李瑞福. 基于单片机AT89C51的一氧化碳浓度检测仪设计[J]. 软件, 2015, 36(9): 106-108.
- [2] 丁晓萍. 基于无线网络CO检测报警系统与研究[D]. 苏州: 苏州大学, 2013.
- [3] 隋越, 董明, 郑传涛, 等. 差分式中红外一氧化碳检测仪的研制[J]. 仪器仪表学报, 2016, 37(10): 2282-2289.
- [4] 秦志强, 谭立新, 刘遥生. 现代传感器技术及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [5] 李宗卿, 刘忠富, 吴学富, 等. 无线智能家居舒适度测控系统[J]. 国外电子测量技术, 2016, 35(11): 103-107.
- [6] 许江淳, 岳秋燕, 任向阳, 等. 基于虚拟仪器和微信公众平台的温室环境监测系统[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(4): 301-303.
- [7] 方长青, 叶桦, 尤卫卫. 基于STM32的矿用电化学一氧化碳传感器的设计[J]. 信息技术与信息化, 2013(5): 145-148.
- [8] 丁慧杰, 张仁杰. 家用小型甲烷浓度监测报警装置的设计[J]. 光学仪器, 2012, 34(2): 76-79.
- [9] 张杰, 胡世安, 龙子夜, 等. 基于GPRS的无线数据传输系统及其应用探讨[J]. 电子测量与仪器学报, 2009, 23(S1): 154-157.
- [10] 满莎, 杨恢先, 彭友, 等. 基于ARM9的嵌入式无线智能家居网关设计[J]. 计算机应用, 2010, 30(9): 2541-2544.
- [11] 乐联华, 江剑. 基于STM32的远程定位与监控终端的设计[J]. 国外电子测量技术, 2015, 34(10): 67-72.
- [12] 朱瞳. 小麦双线精播智能控制系统的设计[D]. 泰安: 山东农业大学, 2015.
- [13] 罗回彬, 吴庆光, 邱国超, 等. 基于ARM9的物联网网关设计与实现[J]. 科技广场, 2014, 24(4): 105-109.
- [14] 唐正柱. 一种基于OSGI的智能家庭短信平台的设计与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2012.
- [15] 易孝峰. 基于GPRS的家用电器智能控制器的研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2013.

## 作者简介

刘成涛, 1989年出生, 西安工程大学电子信息学院助理工程师, 主要研究方向为电子信息系统。  
E-mail: 913303959@qq.com