

基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的设计

谢永超¹, 杨利¹, 严俊^{1,2}

(1. 湖南铁道职业技术学院 轨道交通智能控制学院, 湖南 株洲 412001;

2. 中南大学 信息科学与工程学院, 长沙 410083)

摘要: 针对城市轨道交通、农业等应用领域的烟雾测试需要, 设计了一种基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器; 该烟雾探测报警器遴选单片机小系统 (STC89C51) 作为主控芯片, 使用气体传感器 (MQ-2) 与温度传感器 (DS18B20) 实时采集烟雾浓度和温度信号, 并通过 ADC0809 模数转换器来进行模拟信号与数字信号之间的相互转换, 然后把转换完成的数字量输入单片机 (STC89C51) 中, 单片机 (STC89C51) 再将烟雾浓度、温度等数字量输入 LCD1602 实现实时信号的显示; 当环境中可燃气体浓度或温度等超过系统设定的阈值, 烟雾探测报警器会通过灯光、声音 2 种方式进行报警, 以实现智能化的预警提示; 该烟雾探测报警器温度测试与阈值设定范围为 0~99 ℃, 烟雾探测范围为 0~9 级。基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器具有响应时间短、稳定性能好、性价比高、寿命长的特点, 可广泛应用于城市轨道交通、农业等领域。

关键词: MQ-2; 烟雾探测; 报警; 设计

Design of Smoke Detection Alarm Based on MQ-2 Sensor

XIE Yongchao¹, YANG Li¹, YAN Jun^{1,2}

(1. Rail Transit Intelligent Control College, Hunan Railway Professional Technology College, Zhuzhou 412001, China;

2. School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Aiming at the needs of smoke testing in urban rail transit, agriculture and other application fields, a smoke detection alarm based on the MQ-2 sensor is designed. The smoke detection alarm uses a single-chip microcomputer system STC89C51 as the core controller of the smoke detection alarm. It uses the gas sensor MQ-2 and DS18B20 temperature sensor to collect the smoke concentration and temperature signals in real time, and conducts analog signals with ADC0809 analog-to-digital converters. Mutual conversion between digital signals, and then input the converted digital quantity into the single-chip microcomputer (STC89C51), and the single-chip microcomputer (STC89C51) then inputs the smoke density, temperature and other digital quantities into the LCD1602 to realize real-time signal display. When the concentration or temperature of combustible gas in the environment exceeds the threshold set by the system, the smoke detection alarm will send out the corresponding light alarm signal and sound alarm signal to realize the intelligent reminder of the smoke alarm. The temperature test and threshold setting range of the smoke detection alarm is 0~99 ℃, and the smoke detection range is level 0~9. The smoke detection alarm has the characteristics of short response time, good stability, high cost performance, and long life. It can be widely used in urban rail transit, agriculture and other fields.

Keywords: MQ-2; smoke detection; alarm; design

0 引言

随着经济的发展和人民生活水平的提高, 越来越多的城市轨道交通、农业/工业及民用建筑火灾发生的可能性大大增加, 因此需要在城市轨道车辆、农业用的大棚、商业场所等封闭区域安装烟雾探测器, 以期预防火灾的发生。通常在正常情况下发生的火灾通常会伴有烟、热、光、和信号等物理量的产生, 根据这些特点, 早期的烟雾探测技术就这样慢慢开始发展起来。已有的烟雾探测报警装置的核心是烟雾探测装置, 再加上烟雾报警装置、相关的制装置与其他辅助装置等几部分组成, 能够实时探测和检验火灾的燃烧初期所导

致的热量、烟雾等相关物理参数的变化, 并实时地将测试到的热量、烟雾等相关信号的变化通过烟雾探测装置转换成电信号, 并触发报警装置的功能。烟雾探测报警装置一般均具有故障报警功能、系统自检功能、电源自动切换功能、报警位置显示功能及储存记录等多样化的功能^[1-10]。

伴随传感技术、大数据等新一代信息技术的迅猛发展, 烟雾探测报警装置主要呈现如下的发展趋势。1) 烟雾探测报警装置设备的小型化, 随着新型探测技术、新工艺和新材料的不断涌现, 致使烟雾探测报警装置的设备趋向小型化和微型化方向发展; 2) 烟雾探测报警装置系统的智能化。烟雾探测报警装置主动实时动态采集烟雾浓度、环境

收稿日期: 2021-01-06; 修回日期: 2021-01-26。

基金项目: 湖南省自然科学基金资助项目(2020JJ6095); 2018年株洲市领军人才计划项目(株人才办发[2018]16号)。

作者简介: 谢永超(1984-), 男, 湖南省邵阳市人, 硕士, 副教授, 主要从事嵌入式技术应用方向的研究。

严俊(1976-), 男, 四川省宣汉县人, 研究生, 教授, 主要从事自动检测技术方向的研究。

通讯作者: 杨利(1985-), 女, 湖南宁乡人, 研究生, 讲师, 主要从事传感器技术应用方向的研究。

引用格式: 谢永超, 杨利, 严俊, 等. 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的设计[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(8): 255-259.

温度等动态参数，并充分运用模糊控制技术等进行处理，实时地对各种各样的环境数据进行动态多次的对比判断，从而有效地监测初期火灾，进而避免漏报与误报现象的产生；3) 烟雾探测报警装置系统的无线化，无线烟雾探测报警装置兼有拆装简单方便、使用灵活可靠、容易实现网络化和扩展功能强等优点。目前，烟雾探测报警装置通常采用的无线技术主要包括蓝牙技术 (bluetooth technology)、射频技术 (radio frequency technology) 等；4) 烟雾探测报警装置系统的高灵敏化，采用先进的吸气式烟雾探测器实时对空气进行不间断地采样，其检测的灵敏度相比于传统的烟雾探测报警装置系统的高许多，同时采用模糊神经网络技术 (fuzzy neural network technology) 进行早期环境参数和探测与对比，其能精确测到可燃物体受热后分解出来的微小粒子浓度，并能在火灾产生的萌芽期进行预警^[1-10]。

针对现有的烟雾探测报警器存在范围太小、智能化程度低等问题，为解决上述问题，适应烟雾探测报警装置的发展趋势，本文设计了一种基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器，具有响应时间短、稳定性能好、性价比高、寿命长的特点，可广泛应用于城市轨道交通、农业等领域。

1 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的系统设计

基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器由按键模块、复位电路、晶振电路、AD 烟雾采集模块、液晶显示模块、声光报警提示模块和温度采集模块等组成。基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的组成结构如图 1 所示。

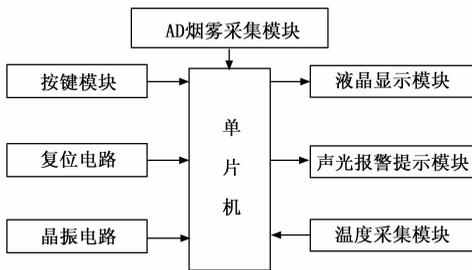


图 1 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的系统框图

按键模块、复位电路、晶振电路及单片机 (STC89C51) 构成了基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器小系统模块，主要实现对 AD 烟雾采集模块数据的处理，进而控制液晶显示模块和声光报警提示模块，实现烟雾浓度的实时显示和烟雾超限报警。其中，AD 烟雾采集模块由 MQ-2 型传感器和 ADC0809 组成，温度采集模块由数字温度传感器 (DS18B20) 构成^[11]。该烟雾探测报警器温度测试与阈值设定范围为 0~99 ℃，烟雾探测范围为 0~99 ℃，能够满足城市轨道交通、农业等应用领域烟雾的测试需要，且具有响应时间短、稳定性能好、性价比高、寿命长的特点。

2 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的硬件设计

2.1 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的主控电路

单片机是整个系统的核心部位，工作受到的干扰越小，

那么系统运行的越稳定。所以在设计上要保证单片机不被外围电路影响。基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的主控电路，如图 2 所示。

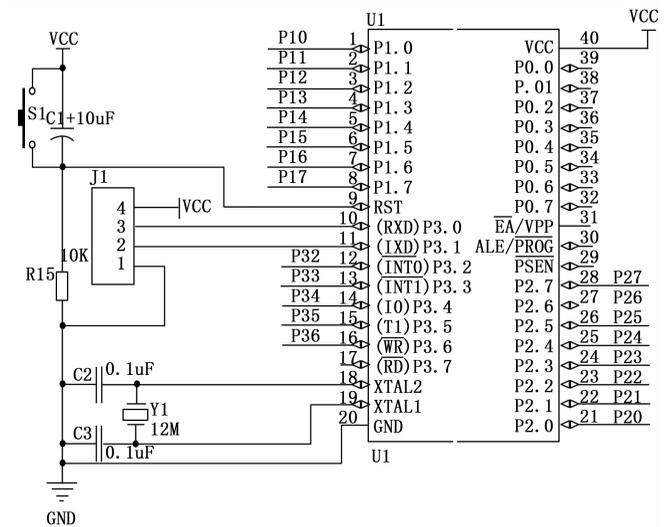


图 2 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的主控电路

2.2 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的烟雾检测电路设计

烟雾传感器 (MQ-2) 具有响应时间快、抗干扰能力强等特点。MQ-2 的 1、2、3 脚短接一起接 +5 V 电源，4、6 脚短接接到 ADC0809 的 26 脚上面去，再与一个 1 K 的电阻和一个 104 并联的电路串联接地，5 脚接一个 5.1 Ω 的电阻再去接地。MQ-2 型烟雾传感器输出的是模拟电压信号，因而需经过 AD 转换芯片将其转换成数字量，才能输入至单片机小系统 (STC89C51) 进行信号处理，通常情况下 MQ-2 会输出一个高电平，一旦检测到烟雾的存在，MQ-2 就会输出低电平。MQ-2 传感器的电阻值与浓度存在着一定的关系： $\log R = m \log C + n$ (m, n 均为常数)，C4 与 R8 组成了一个滤波电路，用来抑制电路中的干扰。烟雾探测电路如图 3 所示。

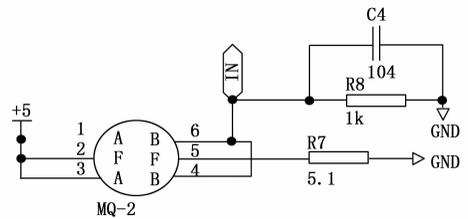


图 3 烟雾探测电路

2.3 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的数模转换电路

基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的数模转换电路如图 4 所示，其主要功能是将烟雾探测电路检测到的烟雾浓度信号转换为数字信号，并输入到单片机小系统 (AT89C51) 进行实时处理。

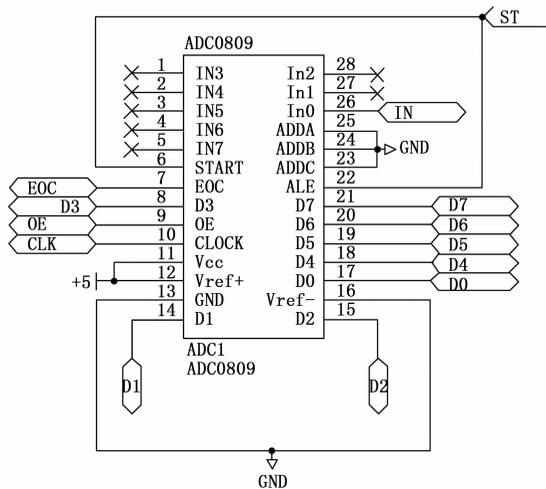


图 4 数模转换电路

2.4 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的显示电路设计

如 5 图所示, 液晶数据口接在单片机上, 由于数据口的对应可以方便线路的连接, 液晶的 3 脚接上一个由两个电阻组成的电位器来调节液晶的对比度。液晶的 15、16 脚为液晶的背光电源接口, 其中 4、5、6 脚为 LCD1602 的时序操作引脚, 当这 3 个引脚输出一定的时序后再结合单片机的 I/O 口发送数据, 便可在液晶上显示自定义的字符。

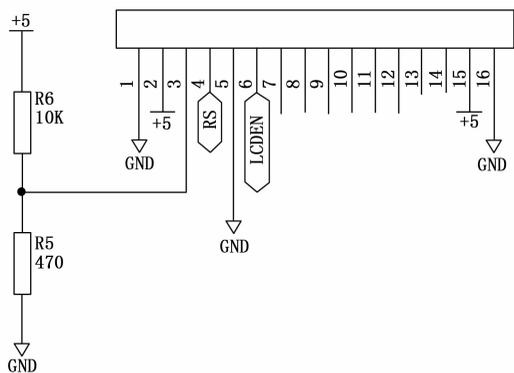


图 5 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的显示电路

2.5 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的声光报警电路设计

灯光提示电路如图 6 所示。D1、D2 的阳极分别接一个 2.2 K 与 1 K 的电阻再和 +5 V 电源相连接, 阴极连接了单片机的 P2 口。当烟雾浓度超过设定值时, 黄灯亮起; 当温度超过设定值时, 红灯会亮起。最终实现不同颜色的 LED 预警不同的烟雾浓度。

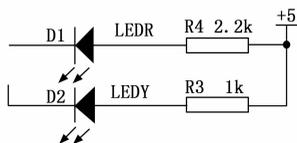


图 6 灯光提示电路

声音报警电路如图 7 所示。蜂鸣器的一端接 +5 V 电源, 一端接 PNP 型三极管的发射极。此时, PNP 型三极管 (Q1) 的构成开关电路, 当三极管 (Q1) 饱和导通时, 蜂鸣器报警发声; 当三极管 (Q1) 截止时, 蜂鸣器不报警。

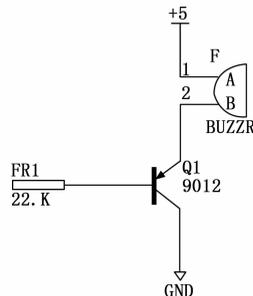


图 7 声音报警电路

2.6 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的温度采集电路

DS18B20 的 1 脚接地如图 8 所示, 3 脚接一个 10 K 的电阻再接 +5 V 的电源, 2 脚接单片机的 21 脚再与 3 脚短接, 由于 DS18B20 在读取数据时无需接到特殊的 I/O 口上, 只需要在程序中实现模拟时序就能正常驱动 DS18B20 读取到温度数据, 显示在液晶屏上。在实际测温时由于要求不高的原因, 考虑到温度转换位数越高所需的时间也越多, 所以温度显示不需精确到小数点就能满足温度测量的需求。

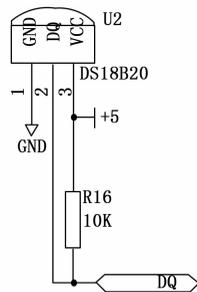


图 8 温度采集电路

2.7 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的按键电路设计

基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的按键设置电路如图 9 所示。K1 连接了单片机的 27 脚, 用来设置一定的温度和烟雾值, K2 与 K3 分别对应着数字的加和减。

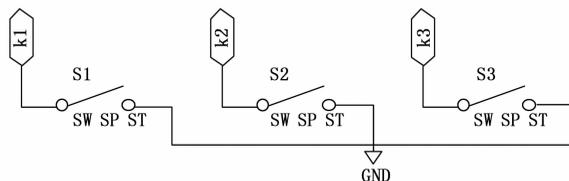


图 9 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的按键设置电路

3 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的程序设计

基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的程序编制主体采用“模块化”的编程思想。主要是借助微处理器

(STC89C51) 的软件编程来直接实现基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的功能, 软件设计部分主要的包括 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的系统主程序、MQ-2 浓度读取程序和 DS18B20 温度读取程序等 4 个部分组成。基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器软件开发平台选用的是基于 uVision IDE 的 KeilC51 编程软件, 它既能实现仿真调试也能支持下载。基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器程序所采取的编程软件便于移植、便于模块化和具有优良可读性的 C 语言来进行程序的设计^[12-13]。

3.1 主程序设计思路

基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的主程序流程如下, 首先需要给传感器进行预热, 并进行程序的初始化。初始化结束后, 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器进入待测状态, 如果烟气浓度大小经 ADC0832 转变后, 单片机进行解析, 决定系统是否发动报警。和火焰传感器; 火焰传感器由红外光敏二极管采集火焰信号, 程序初始化后, 系统将会进入警惕状态, 如果探测到火焰的模拟信号, 经 ADC0832 转变成数字信号后, 单片机将其与设定的阈值进行比较, 比较后决定是否发动报警, 如图 10 所示。

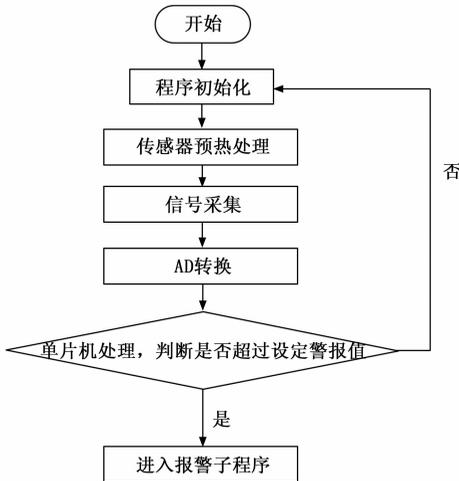


图 10 主程序流程图

3.2 MQ-2 浓度读取程序设计

烟雾报警器的设计性能及实现与硬件编写有着密切的关系, 系统硬件首先对各个模块开展初始化, 接着再读取 AD 转换后的实时烟雾值, 并判断当下的烟雾浓度与温度范围, 再接着执行相对应的指示控制, 判断按键是否按下, 如果案件没有按下, 那就继续读取 AD 转换的烟雾浓度值; 如果按键处于按下状态, 则需要设置相对应的参数值, 液晶屏同时实时显示设置的数值, 最终结束所有进程, 如图 11 所示。

3.3 DS18B20 温度读取程序设计

烟雾报警器的报警功能与温度与浓度的读取有着很大的关系, 当 DS18B20 开始读取温度的时候, 它开始储存数据, 然后发出温度转换命令, 再将其写入 DS18B20 中。在控制时只需要配置单片机的 I/O 口输出相应的时序就可以

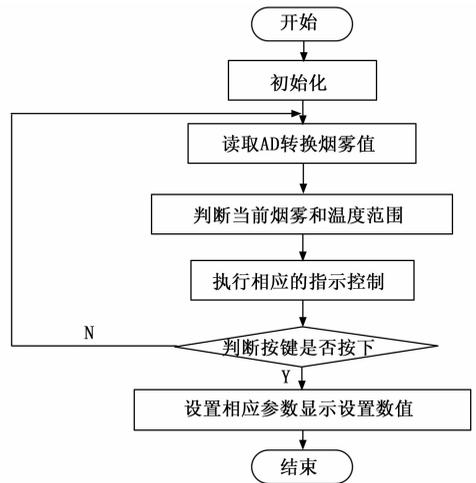


图 11 MQ-2 浓度读取程序设计

读取到温度信息。一旦检测到的温度大于设定值时, 烟雾报警器就开始报警, 如图 12 所示。

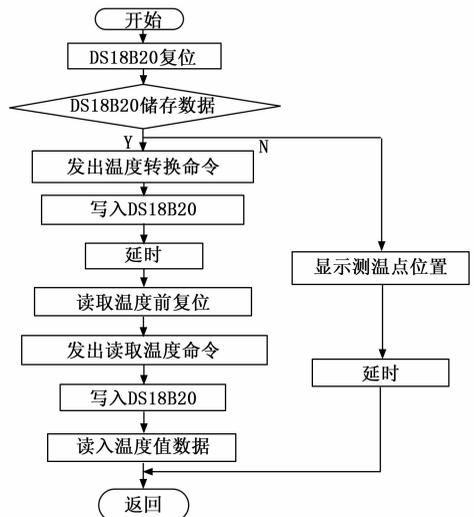


图 12 DS18B20 温度读取程序设计

4 基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的系统调试

MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的总体功能测试。具体方法是: 通电之后按下电源开关, 可以看到数码管亮, 蜂鸣器, 初始化, 数码管实时显示“当前烟雾浓度”和“当前温度”的值。测试过程中, 模拟了 6 种不同环境状态进行总体功能的测试, 测试结果如表 1 所示。

表 1 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器总体功能测试结果

序号	温度标准值/℃	温度测试值/℃	误差/%	烟雾浓度标准值/级	烟雾浓度测试值/级	误差/%
1	10	10	0	1	1	0
2	35	34.8	0.5	3	2.98	0.6
3	56	56.5	0.8	4	4	0
4	68	67.9	0.1	5	5	0
5	85	84.8	0.2	7	7	0
6	99	99.1	0.1	9	9.	1.1

测试结果表明: MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器能够准确快速地检测出环境的温度和烟雾浓度, 其中温度的误差范围为 0%~0.8%, 烟雾浓度的误差范围为 0%~1.1%, 达到了烟雾探测报警器预期的设计目的。

MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的温度报警模块功能测试。具体方法是: 首先按下设置键 S5, 使得 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器置于温度设置模式, 温度阈值的设置范围为 0~99 ℃。然后由单片机判断如果 SD18B20 感应到的温度(数字信号)超过了设定阈值则由 P36 发送给声光报警器一个低电平使声光报警器开始报警。然后, 通过多次重复性实验测试, 测试 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的温度报警模块功能实现情况, 结果如表 2 所示。

表 2 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器温度报警功能测试结果

序号	温度阈值设定值/℃	报警成功与否
1	2	成功
2	28.5	成功
3	37.2	成功
4	48.7	成功
5	57.5	成功
6	63.8	成功
7	75.5	成功
8	99	成功

MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的烟雾报警模块功能测试。具体方法是: 首先通过烟雾设置模块的加减按键来设置报警烟雾大小, 设置烟雾阈值范围为 0~9 级, 然后烟雾传感器测得烟雾浓度以模拟信号发送给 AD 转换成数字信号并由单片机判断烟雾超过设定阈值级数, 超过则由 P36 端发送给声光报警器一个低电平使声光报警器开始报警。然后, 通过多次重复性实验测试, 测试 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器的烟雾报警模块功能实现情况, 结果如表 3 所示。

表 3 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器烟雾报警功能测试结果

序号	烟雾浓度阈值设定值/级	报警成功与否
1	1	成功
2	2.6	成功
3	3.7	成功
4	4.2	成功
5	5.4	成功
6	6.8	成功
7	7.3	成功
8	8.4	成功
9	9	成功

MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器火焰模块测试, 程序进入初始化后, 用打火机模拟火焰, 由红外探头探测到火焰后, 并将其转换为温度、烟雾浓度信号, 并产生相应

的模拟值, 经过 ADC0832 采集后将器转换为数字信号传给单片机, 由单片机 P36 端发送给声光报警器一个低电平使声光报警器开始报警。测试结果表明, MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器能够实时反馈火焰的变化。

5 结束语

设计了一种基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器。该烟雾探测报警器遴选单片机小系统(STC89C51)作为主控芯片, 使用气体传感器(MQ-2)与温度传感器(DS18B20)实时采集烟雾浓度和温度信号, 并通过 ADC0809 模数转换器来进行模拟信号与数字信号之间的相互转换, 然后把转换完成的数字量输入单片机(STC89C51)中, 单片机(STC89C51)再将烟雾浓度、温度等数字量输入 LCD1602 实现实时信号的显示。当环境中可燃气体浓度或温度等超过系统设定的阈值, 烟雾探测报警器会通过灯光、声音 2 种方式进行报警, 以实现智能化的预警提示。基于 MQ-2 型传感器的烟雾探测报警器具有响应时间短、稳定性能好、性价比高、寿命长的特点, 可广泛应用于城市轨道交通、农业等领域。

参考文献:

- [1] 刘 速. 博物馆内火灾烟雾报警器设计 [J]. 现代电子技术, 2017, 40 (23): 104-108.
- [2] 黄修力. 基于 STC89C52 及 GSM 的家用智慧火灾报警系统设计与实现 [J]. 电子测试, 2020 (5): 25-27.
- [3] 李 芬. 智能烟火报警器的设计与实现 [J]. 电脑知识与技术, 2020 (2): 238-239.
- [4] 冯宪周, 张 宏, 李玉峰. 基于 DSP 的视频烟雾探测器设计 [J]. 船海工程, 2018 (6): 29-31.
- [5] 卓从彬, 杨龙频, 周 林, 等. 基于 MPU6050 加速度传感器的跌倒检测与报警系统设计 [J]. 电子器件, 2015 (4): 821-825.
- [6] 陈 菁, 王志华. 基于 Android 平台的家用无线防盗报警系统研究 [J]. 现代电子技术, 2015 (8): 117-119.
- [7] 谯自强, 刘 晋, 周东平. 基于无线通信技术的燃气报警系统设计 [J]. 电子技术应用, 2016, 42 (3): 78-80.
- [8] 金 晨, 蔡光强, 陈 果, 等. 基于无线传感网和数据融合技术的火灾报警系统设计 [J]. 仪表技术与传感器, 2016 (6): 66-68.
- [9] 蔡晓艳, 胡朝阳. 基于 STC89C52 单片机的火灾语音报警器的设计与实现 [J]. 电子设计工程, 2015 (7): 67-69.
- [10] 高 燕, 刘 瑾, 张 菁, 等. 基于 PLC 的多数数据采集监测报警系统研究 [J]. 仪表技术与传感器, 2016 (5): 40-43.
- [11] 谢永超, 杨 利. 基于 STC89C52 单片机土壤温湿度检测器的设计 [J]. 计算机测量与控制, 2019, 27 (10): 205-208.
- [12] 谢永超. 基于 STM32 的“模块化”电子技术综合创新平台的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2020, 28 (1): 256-259.
- [13] 吴 杨, 陈倩钰, 尤传亮, 等. 一种旅客列车的无线烟雾报警系统 [J]. 信息技术, 2015 (4): 51-54.