

基于 MSP430 单片机的智能二氧化碳浓度检测仪

◆柴 炜 李 青 霍 攀

(中国矿业大学)

【摘要】本设计为基于低功耗 16 位单片机 MSP430 和非加热半导体气体传感器的智能二氧化碳浓度检测仪,并详细介绍了该仪器的工作原理、硬件结构和软件设计。该仪器有 LCD 显示和驱动电机两种输出模式,直观实用;还可通过软件修正灵敏度,克服了传统检测仪器存在的气体传感器输出与二氧化碳浓度难以线性化、灵敏度随时间和电源电压变动而降低的缺点,保证了测量的准确性。

【关键词】MSP430 室内 二氧化碳浓度 检测仪 气体传感器 灵敏度

在室内,如果二氧化碳浓度过大会引起人们因为缺氧而感觉疲惫,瞌睡,引起室内外温差较大,使人易感冒。本设计有效的解决了上述问题,通过实时检测室内二氧化碳浓度并显示,当浓度过大时,则由传感器输出信号经 MSP430 处理后再输出进而驱动电机带动换气扇工作,改善室内空气状况。同时,同时通过修正灵敏度等方法提高了检测仪的可靠性与稳定性,保证了检测的准确度,对室内的实时监测具有重要的意义。

1 工作原理

检测仪采用单片机 MSP430 与新型气体传感器组合而成。选用低功耗的非加热半导体气体传感器对二氧化碳浓度进行采集并转换为电信号,然后通过 MSP430 进行相应的数据处理,并通过软件对仪器的灵敏度进行修正,提高仪器工作的可靠性。

2 总体结构及硬件设计

2.1 总体结构

智能二氧化碳浓度检测仪以 MSP430 为核心,由气体传感器模块,电源模块, LCD 模块以及驱动电机模块。

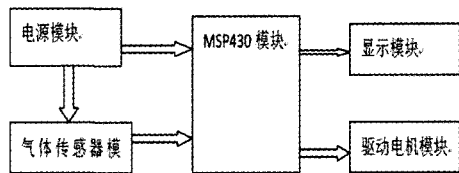


图1 智能二氧化碳浓度检测仪结构框图

2.2 各模块原理及硬件实现

(1)MSP430 是 TI 公司推出的一款超低功耗高集成的 MCU,它具有丰富的片内外设,如 LCD 驱动电路,串口通信接口等等,可实现 LCD 的检测、解调与显示,对浓度电信号的比较判断。

(2)气体传感器模块

传感器主要完成从物理量到电信号的转换,仪器选用的传感器为非加热半导体气体传感器,是近年来出现的新型传感器。其最突出的特点是不用加热,具有功耗小、工艺结构简单、成本低、灵敏度稳定、寿命长、应用电路简单等优点。

(3)电源模块

电源模块由 220V 交流调压器一档输出 6V 直流电供气体传感器工作,另一档输出 3.3V 为 MSP430 提供工作电压。

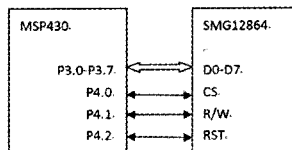


图2 MSP430 与 LCD 的接口框图

(4) LCD 显示模块

LCD 显示模块采用 SPL10A 液晶模块,用以显示浓度值。LCD 显示模块的数据输入/输出、数据/指令写入控制、片选 3 个引脚分别由 MSP 的 P3,P4 口控制。这里的 LCD 可选用 SMG12864。

(5)驱动电机模块

该模块包括信号放大电路,稳压电路,调压装置,电机及换气扇等。

3 软件设计

3.1 灵敏度修正

该检测仪通过传感器将二氧化碳浓度转换为电信号。在测量过程中,传感器的灵敏度会随着使用时间的增加和仪器供电电源电压的不稳定而降低,从而影响到测量精度,因此必须对其进行灵敏度修正。由于该检测仪所受干扰信号较多,若采用硬件电路补偿,势必会引入新的干扰,综合考虑,采用软件方法来修正灵敏度。

假设在初始时传感器的灵敏度为 S ,测得的某一标准气样的浓度值为 c ,如果能得到灵敏度随时间下降后一系列时间点的灵敏度 S_1, S_2, \dots, S_n 对应的浓度值 c_1, c_2, \dots, c_n ,那么得到参数

$$K_i: K_i = c_i \quad (i = 0, 1, \dots, n) \quad (1)$$

根据这 n 个数据对 (S_i, K_i) ,得出各个时间点的相对浓度比值和灵敏度的对应关系曲线:

$$K_i = f(S_i) \quad (2)$$

将式(2)存入单片机的 FLASH 中,测量时得气体浓度值 c_i ,根据传感器的输出算出灵敏度 S_i ,将 S_i 代入式(2)计算出 K_i ,再由式(1)得 $c = c_i K_i$,将 c_i, K_i 代入即可得到实测浓度值 c 。同时,还应注意当 K_i 小于某一个最小值 e 时,说明传感器的灵敏度已经非常小了,传感器已经失效,此时系统应该停止检测并发出报警。通过上述方法,消除了灵敏度随时间对系统测量的影响,保证了系统的测量精度。

3.2 软件设计程序

软件采用功能模块化设计,由主程序和 4 个子程序模块构成。主程序完成初始化、系统自检和子模块调用;数据采集和 A/D 转换子模块自动完成对信号的采集并进入 MSP430A/D 口,数据处理子程序完成对 A/D 口采集的数据进行处理(包括电压大小、频率参数的处理);液晶显示子模块完成对液晶模块的软件驱动、浓度显示;中断子模块完成各种中断信号的处理,如 CO₂ 浓度超标产生中断信号驱动电机工作等。

4 结论

本文介绍的二氧化碳浓度检测仪利用具有低功耗以及片内外设的 MSP430 作为主控芯片对二氧化碳浓度的检测,使得仪器具有 LCD 显示和驱动电机输出模式,能自动调节室内二氧化碳浓度,实现实时检测,实时改善室内空气质量的作用,另外,通过软件修正检测仪的灵敏度,保证了二氧化碳浓度的测量精度。该检测仪还可以扩张它的用途,如测室内有毒气体 CO、甲醛等的浓度,还可以在检测室内湿度的居住指标,在此基础上显示时间使其功能更强。

参考文献:

- [1] 吉学文. 新型非加热半导体传感器——TP-1.1A[J]. 今日电子, 2003, (6): 46-46.
- [2] 董敏明. 检测与转换技术. 中国矿业大学出版社.