

基于 MSP430 微控制器的本安型气体传感器

汪献忠¹, 赫树开², 刘巍¹

(1. 郑州大学物理工程学院, 河南 郑州 450052; 2. 河南省日立信电子有限公司, 河南 郑州 450001)

摘要:提出了一种基于 MSP430 微控制器的本安型气体传感器的设计方案。综合应用了低功耗的单片机和外围芯片, 并且采用了灵敏度高、稳定性强的电化学式气体传感器。整个设计可以实现系统的高测量精度、低功耗、本安等特性, 同时可以达到数字编程和智能化处理的功能, 能够广泛地应用于气体的在线检测。

关键词:本安型; 电化学; 气体传感器

中图分类号: TP212 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-1841(2005)11-0015-02

Intrinsically Safe Gas Sensor Based on MSP430 Micro-controller

WANG Xian-zhong¹, HE Shu-kai², LIU Wei¹

(1. Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China; 2. He'nan Relations Electronic co. Ltd., Zhengzhou 450001, China)

Abstract: A kind of design scheme of the Intrinsically Safe Gas Sensor Based on the MSP430 Micro-controller is presented. The ultralow-power single-chip MSP430, other peripheral chips and high sensitivity and strong stability electrochemistry gas sensor were used synthetically in the scheme. The whole design can realize some traits such as high-precision, ultralow-power, intrinsically safe of the system and it also can complete the function of the digital programming and the intelligent processing. It can be widely used to measure the gases on line.

Key Words: Intrinsically Safe; Electrochemistry; Gas Sensor

1 引言

当电气设备因结构限制而以较小电气参数工作时, 大多数采用本安型“i”防爆类型^[1]。其原理是: 如果某一电路或该电路中的某一部分在正常运行(即接通和分断电路)或发生故障(例如短路或接地故障)时, 在规定实验条件下均不产生能将相应的爆炸气体引爆的火花和热效应, 那么该电路或该部分便属于本安型。本安型设备的开发和制造, 所需的附加费用最少。因为本安型防爆类型具有独特的优越性, 所以在检测易爆气体及具有爆炸危险环境下经常被采用。

气体传感器是一种把气体中的特定成分检测出来, 并将其转换为可检测信号的器件^[2]。可以利用被测气体的物理、化学性质检测, 分为物理型和化学型两种。物理型气体传感器一般是通过电流、电导率、光的折射率等物理量的变化来实现检测的; 而化学性则是通过化学反应、电化学反应引起物理量的变化来检测的。由于电化学原理的气敏传感器灵敏度高、稳定性强以及可靠性好等特点, 设计中, 采用的传感器是基于电化学原理的气体传感器(如测 O₂、H₂ 等)。

气体传感器在原理上是利用溶液中的电化学反应, 将测量转换成电极电位变化。定电位电解传感器基础技术是由两个电极组成, 随检测技术和检测要求的不断提高, 在结构上有所发展和改变, 现在对于气体的检测, 基本上应用三电极和四电极传感器, 设计中采用三电极传感器。定电位电解气体传感器是由浸没在液体电解质中的 3 个电极构成, 结构见图 1。

传感器的 3 个电极分别称为工作电极(working electrode)、参比电极(reference electrode)和对电极

(counter electrode), 简称 W、R、C。其工作过程为: 被测气体由进气孔扩散到工作电极表面, 在工作电极、电解液、对电极之间进行氧化还原反应。在工作电极输出与被测气体浓度对应的电流信号。

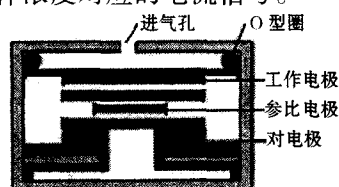


图 1 定电位电解传感器结构示意图

基于 MSP430 微控制器的本安型气体传感器是一种限制电气能量的低能量设备, 但不限制使用场所(即 0 区、1 区、2 区危险场所均适用)和爆炸性气体混合物的种类(包括所有可燃性气体), 具有高度的安全性、维护性和经济性。

2 MSP430 的工作原理简介

MSP430 系列芯片的主要特点^[4]有: 采用 16 位 RISC(精简指令计算机系统)CPU, 只有 27 条核心指令, 8 MHz 时钟频率时指令周期为 125 ns, 绝大多数指令可以在 1 个时钟周期完成; 超低功耗, 在工作电压 2.2 V、时钟频率 1 MHz 时, 活动模式为 220 μ A, 在 LPM4 模式下仅为 0.1 μ A, 利用其低功耗工作模式控制位可以设置 5 种低功耗工作方式; 超低功耗的数控振荡器技术, 可以实现频率调节和无晶振运行, 时钟频率范围为 32 768 Hz ~ 8 MHz, 低时钟频率可实现高速通信; 具有可在线编程能力; 唤醒时间短, 从低功耗模式下唤醒仅需 6 μ s; ESD(静电放电)保护, 抗干扰能力强; 芯片的工作电压范围宽, 工作温度范围符合工业级要求, 达到 -40 ~ +80 $^{\circ}$ C。由于其功能远远超过

其他系列单片机,因而又称为混合型单片机。

所采用的 MSP430F149 具有 2 KB RAM 数据存储、60 KB Flash ROM 程序存储器、2 个 USART 接口(支持 UART 协议和 SPI 协议)、包含 1 个具有 8 个外部信道的 12 位高性能 A/D 转换器和 1 个硬件乘法器。利用芯片内置的自动扫描功能,A/D 转换器可以不需要 CPU 的协助而独立工作,并且将转换后的数据自动存入缓冲区,大大减少了 CPU 的工作。此外,参考电压(1.5 V、2.5 V 可用软件选择)、时钟、采样保持及电源电压低时的检测电路全部采用内置,减少了外部器件数目,降低了系统成本^[5]。

3 总体设计

3.1 硬件设计

基于 MSP430 微控制器的本安型气体传感器的设计是以低功耗 16 位单片机 MSP430 为核心控制器的,总体的硬件电路设计框图如图 2 所示。硬件电路大致可由传感器信号的输入、显示、RS-232 接口、按键、电池电压测量、扩展的 E²PROM 以及电池恒压供电与检测电路组成。

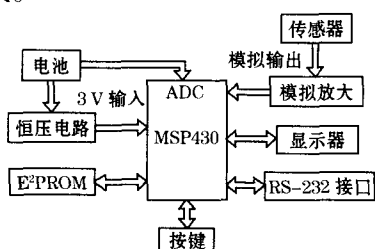


图 2 硬件电路设计框图

传感器信号的输入部分包括传感器和模拟放大两部分。电化学式气体传感器无需外加电压驱动,传感器输出的模拟信号直接经过模拟放大电路进行放大后,输出到 MSP430 微控制器。MSP430 微控制器内部集成有 12 位 ADC,具有 8 个可配置的外部信号采集通道。传感器信号输入到单片机,通过单片机内部的 ADC 进行模数转换处理。

显示部分采用的是有机电致发光(OLED)显示器,它具有使用温度范围广(-40~80℃)、低功耗、抗震能力强、主动发光(自发光)、无视角问题、高发光效率以及响应速度快等优点,尤其适用于要求高亮度的仪表行业。

RS-232 接口采用的电平转换芯片为 MAX3221。MAX3221 是 1 个低功耗的单通道 RS-232 收发器,有 1 个线性驱动,1 个接收器,带 ±15-kVESD 保护的双速电荷泵电路组成。可以实现 RS-232 电平到 TTL 电平的转换。MAX3221 的另外一大优点是它的自动掉电功能。当无输入信号时,可将单片机的控制驱动器和接收器都关闭,进入很低功耗的待机状态(1 μA),达到节能目的。

按键与 MSP430 的 I/O 口相连,用来编程控制软件流程,而在电路中扩展的 E²PROM 用来存放电路校准数据和测量值。

电池恒压供电与电量检测电路包括电池电压输入、恒压电路和电池电量监测 3 部分。单片机 MSP430F149 的供电电压为 3 V。电池电压通过恒压电

路输出恒定的 3 V 电压到单片机。恒压电路是由三极管构成的电压负反馈电路构成,可提供稳定的 3 V 供电电压。为了保证单片机的正常运行,需要对电池的电量进行实时监测。电池电量监测部分是通过 MSP430 单片机的其中一路利用 12 位 ADC 进行测量的,然后通过数据采集和软件编程在显示器上显示。

硬件设计基于低功耗的 MSP430 微控制器,不仅可以用来控制其本身的低功耗工作模式,而且可以通过编程控制外围器件的低功耗工作方式,节约能量。芯片多采用贴片封装形式,质量轻、体积小,可以作为手持仪表对气体进行测量,充分体现了整个设计的高精度、低功耗和体积小等特性。

3.2 软件设计

软件设计流程图如图 3 所示。开机后首先进行系统初始化并且进入开机画面,之后,即开始对待测气体进行测量。此时,可以通过按键来进行相应功能的操作,如当光标位于“存储”菜单时,可以按键对当前测量值进行存储。同时,可以执行清除存储、设置报警值、设置串口通信波特率等操作。

软件对采集的气体测量数据的处理采用了浮点法,保证了数据的精度。

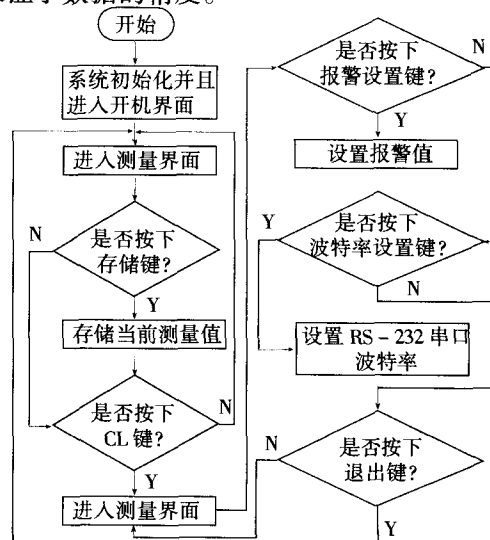


图 3 软件设计流程图

4 结论

基于 MSP430 微控制器的本安型气体传感器的设计具有高精度的测量、低功耗、体积小以及操作简单灵活等特点。由于其本安特性,可以作为便携式仪表用于测量可燃性气体以及用于具有爆炸危险性的环境中的气体的检测。作为一种便携式气体含量定量测量仪表,可在电力、化工等行业广泛应用。

参考文献

- [1] [德]UDO G, ULRICH J. 本安型电路应用范围的扩展. 电气开关, 1995(6):43-48.
- [2] 何金田, 苏运东. 传感器原理与应用. 郑州:河南科学技术出版社, 1996.
- [3] 石金宝, 曹勤. 电化学传感器的原理及其在连续监测中的应用. 现代科学仪器, 1999(112):51-53.
- [4] 胡大可. MSP430 系列超低功耗 16 位单片机原理与应用. 北京:北京航空航天大学出版社, 2000.
- [5] 凌振宝, 王君, 邱春玲. 基于 MSP430 单片机的智能变送器设计. 仪表技术与传感器, 2003(8):32-33.