

基于 MSP430 的便携式 甲烷气体浓度检测仪

吝 涛, 陈 星, 林 然, 王 平

(浙江大学 生物传感器国家专业实验室, 生物医学工程教育部重点实验室,
生物医学工程与仪器科学学院, 杭州 310027)

摘要: 介绍了一种基于 MSP430 微处理器的便携式甲烷报警检测仪的设计与实现。仪器以催化燃烧式传感器为检测元件, 可以准确地对甲烷浓度进行现场实时测量, 并将测量结果及当前时间保存。当空气甲烷含量超过预设报警值时, 采用声光报警。仪器具有与 PC 机通信的功能, 通过串口可将保存的历史数据输出给 PC 机, 通过管理软件实现历史数据的回顾与整理。仪器测量电路具有通用性, 配合不同气敏元件适当调节参数就可实现对多种气体的测量。

关键词: 气体检测; 便携式; MSP430

中图分类号: TP212.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-4776(2007) 07/08-0348-03

Design of Portable Quantitative Detectors for Methane Based on MSP430

LIN Tao, CHENG Xing, LIN Ran, WANG Ping

(State Specialized Laboratory of Biomedical Sensor, Key Laboratory of Biomedical Engineering of Ministry of Education of China,
College of Biomedical Engineering and Instrument Science, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

Abstract: A portable quantitative detector is designed for methane gas with thermal catalytic sensor. The detector based on MSP430 consists of analog signal regulation, human-machine interface, data storage and communication module. It can detect the gas concentration conveniently and in real time, and be configured by the buttons. The result can be displayed by LED and be saved in EEPROM at the same time. The result also can be transmitted to PC via UART for data storage and management. The detector has the functions of sound and light alarm, voltage monitoring, real-time display with the features of small size, high sensibility, quick response and portable, it can be used for multi-gas measurement by adjusting some data.

Key words: gas detect; portable; MSP430

1 引言

甲烷是引发煤矿瓦斯爆炸的主要因素, 严重威胁到煤矿井下作业人员的安全。实时准确地检测甲烷的存在及其含量成为避免事故的关键。因此, 研制一种可随身携带的低功耗甲烷浓度检测仪

具有很大的应用价值。本文提出了一种以微控制器 MSP430 为核心的智能型甲烷气体浓度检测仪。

2 系统原理与结构

仪器采用催化燃烧式传感元件作为甲烷传感器, 将热催化传感元件、补偿元件和电阻构成惠斯顿

收稿日期: 2007-04-05

电桥,施加恒定电压或电流,甲烷气体以扩散方式进入传感器腔内在热催化传感元件表面发生氧化放热反应,使元件温度升高,阻值增大,电桥输出不平衡电压,反映被测甲烷气体的浓度^[1]。

系统以低功耗 MSP430F147 为核心,由催化燃烧式气体传感器、信号调理、电源监控、实时时钟、数据存储、人机交互(包括显示、按键及声光报警)及通信等模块组成。仪器可以对甲烷气体浓度进行现场自动实时测量,并将测量结果及当前时间保存于 EEPROM 中(图 1)。传感器与电阻组成电桥电路,电桥输出的微弱电压信号经过由放大器组成的差分放大器处理后输入到 MSP430 内部集成的 12 位 ADC 中,微处理器经过运算处理后转化为浓度值,送 LED 显示并将该值与用户预先设定的报警值进行比较,判断是否需要报警,报警方式采用声光报警。

仪器具有与 PC 机通信的功能,通过串口可将测量浓度值输出给 PC 机,实现历史数据的保存;同时可通过与 PC 机的通信接口,实现对检测仪的参数设置。电源方面采用可充电电池,通过高转换效率的 LDO 对各模块供电,结合低功耗器件的选择与软件控制,大大降低了仪器功耗;通过电压监控模块实时监控电压,低于设定限值时进行报警提醒用户。

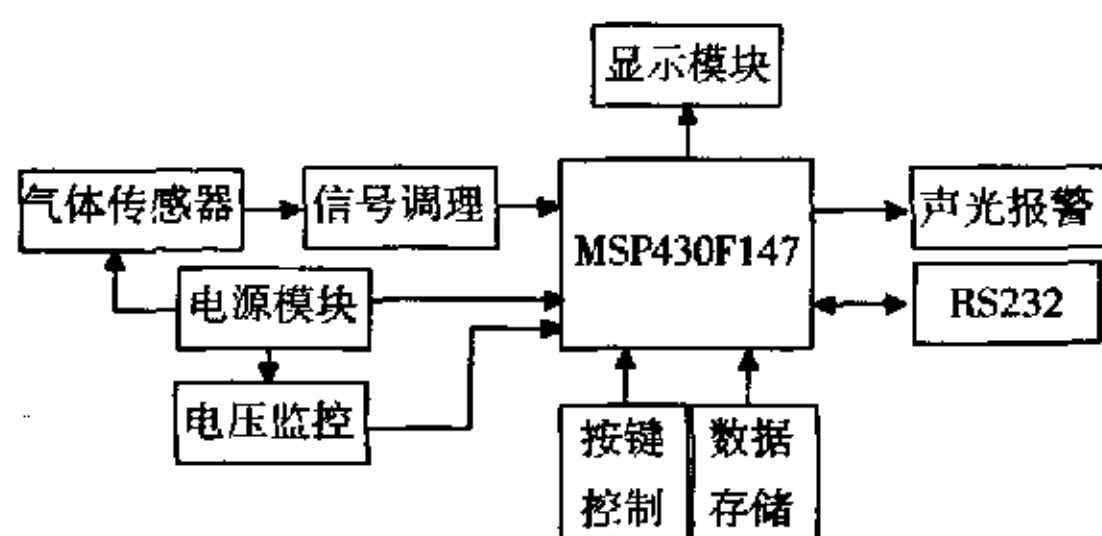


图 1 系统结构框图

3 硬件电路设计

微控制器选择 TI 公司的 MSP430F147 单片机^[2]。该型号为 16 位 RISC 结构,具有 32k Flash, 1kRAM;并有 5 种低功耗模式,丰富的片内外围模块,灵活的时钟系统等诸多优点^[2]。MSP430 可在 1.8~3.6 V 低电压下工作,系统采用 3.3 V 工作电压。为了保存历史数据及报警时间,系统采用 1 片 24C1024 做外部数据存储,1 片 DS1302 做日历时钟芯片。

传感器是决定检测仪精度的关键元件,其选择依据主要包括工作环境、稳定性、响应速度、线性度

及功耗等。选用的催化燃烧式传感器采用了特殊的将参比元件染黑工艺,使得传感器具有补偿性好,回零快;具有优异的稳定性、重复性、响应快速,且输出与气体浓度成线性变化^[3]。

传感器与电阻组成惠斯顿电桥,电桥输出的微弱电压信号经过由 3 个运算放大器组成的差分放大器处理后输入到 MSP430 内部集成的 12 位 ADC 中。ADC12 选择内部 2.5 V 参考电压,输入信号到微处理器进行 A/D 转换后的值与用户预先设定的报警值进行比较判断,从而控制声光报警电路的开闭。

按键控制电路由 4 个按键组成,采用独立按键式键盘,实现浓度/时间显示切换、密码设置与输入、报警点设置、时间调整及系统复位等功能。

电源模块采用单节可充电锰酸锂离子电池供电,经过 SPX5205 系列 LDO 稳压芯片得到 3.3 V 和 2.8 V 稳定的工作电压,分别为系统及传感器供电。充电电路采用 TI 公司生产的 LM3658 充电芯片,2.5~6 V 输入电压,输出电流可以高达 1 A,电流的实际大小可以通过外置电阻加以调节。此外,内置的功率 FET 可以根据环境温度自行调节操作速率,以确保芯片无论在任何温度下也能以最高的效率进行充电。这款芯片还有两个漏极开路输出,以便启动发光二极管状态指示灯或与通用输入/输出建立联系。

4 软件设计

检测仪的软件主要包括嵌入式系统程序设计和用户上位机数据管理程序两个部分。

4.1 嵌入式系统程序设计

系统软件程序主要使用 C 语言编写,采用模块化结构程序设计方法设计,程序流程如图 2 所示。系统软件由主程序、初始化子程序和功能子程序三大部分组成。软件中多数功能子程序采用中断处理方式。初始化子程序包括:时钟模块初始化子程序、I/O 端口初始化子程序、模数转换器 ADC12 初始化子程序、串口初始化子程序、EEPROM 模块初始化子程序。功能子程序包括:ADC12 采样及电压-浓度转换子程序、显示子程序、报警子程序、按键判断子程序、键盘处理子程序、延时子程序、数据存储子程序及串口中断处理子程序等。

4.2 上位机软件设计

上位机软件是浓度检测报警仪的数据管理系统,通过该系统可以方便地对存储于 EEPROM 的历史数据进行回放及存储管理。程序代码使用

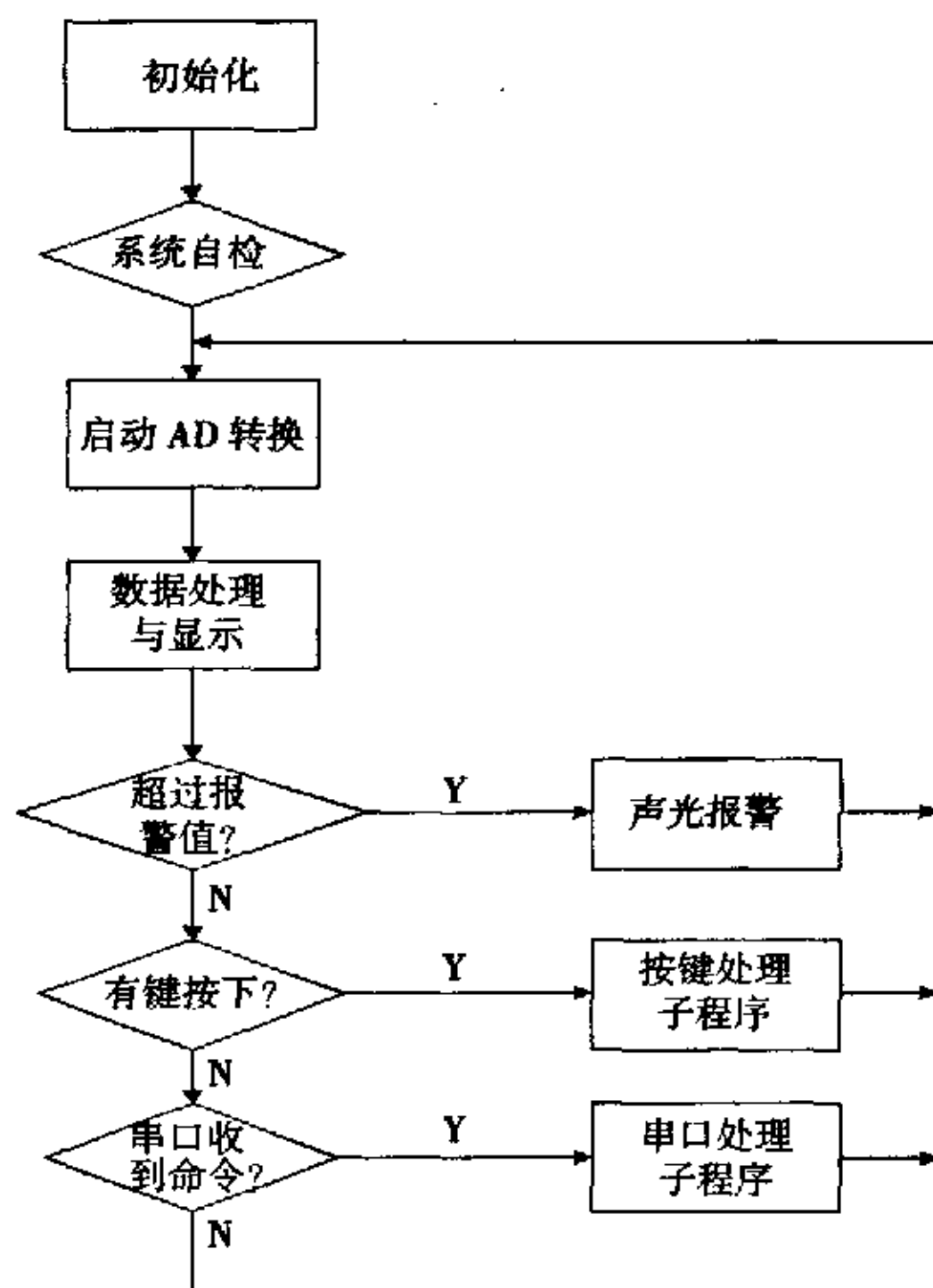


图2 下位机程序流程图

C++ Builder 完成,并将主要算法及通信接口部分与主界面代码分离,单独编译成动态链接库,以增加代码的可重用性,从而能方便地移植到其他软件中

去。该软件主要由数据通信模块、数据存储模块、数据采集模块、数据回放模块等组成,软件功能如下:数据采集模块利用串口通信完成,将下位机中保存的历史数据读出,并通过数据存储模块将传上来的数据按即定的格式存储保存到上位机中作为历史记录。数据回放模块可将指定历史数据以两种形式呈现出来。一种是数据表格的形式;另一种是数据曲线的形式,给人以直观的感觉。

5 结论

该仪器具有体积小、灵敏度高、响应时间短、便携等特点,能方便实时检测现场气体浓度,测量电路通用性强,配合不同气敏元件就可实现对多种气体的测量,具有很强的实用性。

参考文献:

- [1] 杨振江,孙占彪,王曙梅,等.智能仪器与数据采集系统中的新器件及应用[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [2] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M].北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [3] 曹贵良. LXC 系列催化元件的稳定性[J]. 舰艇科学技术,2001(3):33-36.

作者简介:

吉涛 (1983—),男,浙江大学,生物医学工程专业在读研究生,研究方向为传感技术及仪器;

王平 (1962—),男,浙江大学,教授,博士生导师,研究方向为生物医学传感技术。

(上接第 341 页)

参考文献:

- [1] 杨频,高飞.生物无机化学原理[M].北京:科学出版社,2002:70-82.
- [2] TIEN H T, OTTOVA A L. Membrane biophysics: as viewed from experimental bilayer liquid membranes (planar liquid bilayers and spherical liposomes)[M]. Elsevier, Amsterdam and New York; Elsevier, 2000:1-648.
- [3] TIEN H T, OTTOVA A L. From self-assembled bilayer liquid membranes(BLMs) to supported BLMs on metal and hydrogel substrates to practical applications[J]. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 1999, 149: 1-3.
- [4] TIEN H T, SALAMON Z. Formation of self-assembled lipid bilayers on solid substrates [J]. Bioelectrochem Bioenerg, 1989,22: 211-218.
- [5] STEINEM C, JANSHOFF A, GALLA H J, et al. Impedance analysis of the ion transport through gramicidin channels incor-

porated in solid supported lipid bilayers [J]. Bioelectrochem Bioenerg, 1997, 42:213-220.

- [6] 隋森芳.膜分子生物学[M].北京:高等教育出版社,2003:299-300.

[7] MIRSKY V M, MASS M, KRAUSE C, et al. Capacitive approach to determine phospholipase A₂ activity toward artificial and natural substrates[J]. Anal Chem,1998, 70: 3674-3678.

- [8] STEFAN G, PETER N, FRITZ J, et al. Impedance spectroscopy of porin and gramicidin pores reconstituted into supported lipid bilayers on indium-tin-oxide electrodes [J]. Langmuir, 1998, 14: 3118-3125.

作者简介:

马福昌 (1953—),男,山西保德人,工学博士,教授,博士生导师,专业特长为检测技术与自动控制,研究方向为新型传感器;

吕迎春 (1977—),女,山西太原人,在读博士,研究方向为新型传感器。