

# 基于 PIC 单片机的手持式空气质量监测仪

严奉轩, 吴霆, 赵加鹏, 陆平, 李芳, 陈宁, 凌大鹏  
(中国船舶重工集团公司第七一八研究所, 河北 邯郸 056027)

**摘要:** 介绍了一种基于 PIC 单片机的手持式空气质量监测仪。该监测仪由锂电池供电, 利用半导体和红外光学传感原理, 实时检测大气中有机污染物和烟尘的含量, 具有液晶显示和超限声光报警功能, 并能通过触摸键盘自动标定。该仪器具有功耗低、智能化程度高、适应性强的特点, 是很有前景的在线式工业或实验室用仪器仪表。

**关键词:** 空气质量; PIC 单片机; 半导体传感器

中图分类号: TP274

文献标识码: B

文章编号: 1674-7720(2013)22-0029-03

## A handheld air quality monitor based on PIC MCU

Yan Fengxuan, Wu Ting, Zhao Jiapeng, Lu Ping, Li Fang, Chen Ning, Ling Dapeng  
(The 718th Research Institute of CSIC, Handan 056027, China)

**Abstract:** A handheld air quality monitor based on PIC MCU is introduced. The monitor is powered from a Li-ion battery cell, and relied on a semiconductor and an infrared optical sensor principle, so concentration of odorous gas and dust particles can be detected in time. Functions such as LCD display and sound-flash alarm in case of limit exceed, self calibration by touch keyboard are also achieved in this monitor. The advantages of low power consumption, high intelligent, strong adaptability, and etc make the monitor a promising in-field instrument using in industry or laboratory.

**Key words:** air quality; PIC mcu; semiconductor sensor

室内空气污染物质(如:甲醛、氨、苯和烟尘等)广泛存在,危害人体健康,因此准确、可靠、快速地测量室内污染物成为大众普遍关注的问题。目前的实验室化学分析法在准确性、可靠性方面具有其他测量方法不能比拟的优势,但它实时性不强,体积笨重且必须依赖于 PC<sup>[1-2]</sup>,而在实际应用场景中,人们往往更关心测量仪器的适应性和快速性,经济性也是必须考虑的因素之一。

本文提出并设计的基于 PIC 单片机的手持式空气质量监测仪采用锂电池供电,利用金属氧化物半导体和红外光学传感原理测量室内污染物。其具有检测实时、操作简单的特点,并且功耗低,智能化程度高,适应性强,可以作为实验室化学分析法的一种补充,也能直接用来与空气净化设备配套作为室内空气质量的监控系统。

### 1 空气质量监测仪的硬件组成和原理

空气质量监测仪主要由传感器、信号处理电路、PIC 单片机、键盘及显示电路、声光报警电路、电源系统<sup>[3]</sup>等组成,其硬件组成结构图如图 1 所示。

仪器采用半导体传感器检测有机污染物,同时采用

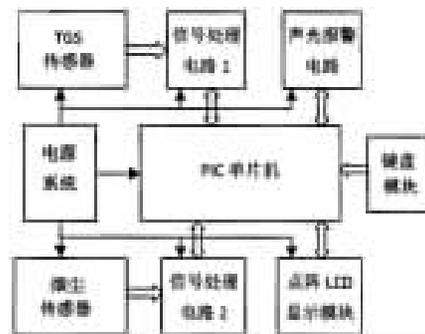


图 1 空气质量监测仪的硬件组成结构图

红外光学传感器检测烟尘的含量,测量到的浓度使用点阵型 LCD 显示,并在超限时声光报警。键盘模块与 LCD 显示模块一起由单片机控制,实现用户操作所需的人机界面。

仪器的主控芯片为 PIC16F887。该微处理器是美国 Microchip 公司采用纳瓦技术的 8 位 CMOS 闪存单片机系列,具有强大的处理能力以及丰富的片上外设。PIC16F887 与仪器相关的特性如下<sup>[4]</sup>:

(1) 8 位 RISC 结构 CPU。

《微型机与应用》2013 年 第 32 卷 第 22 期

# 硬件纵横

Hardware Technique

- (2) 片上看门狗电路定时器 WDT 和 3 路定时器 Timer0/1/2。
- (3) 14 路 10 位分辨率 A/D 转换通道。
- (4) 有 35 个方向可单独控制的 I/O 引脚, 灌/拉电流可达 25 mA。
- (5) 8 KB Flash, 368 B RAM 和 256 B EEPROM。
- (6) 有出厂精度校准为  $\pm 1\%$  的高精度内部振荡器。
- (7) 标准编程接口, 并且能实现加密保护功能。

## 2 硬件电路的设计

### 2.1 传感器及信号处理电路设计

仪器采用半导体传感器检测有机污染物, 同时采用红外光学传感器检测烟尘的含量。传感器及信号处理原理图如图 2 所示。

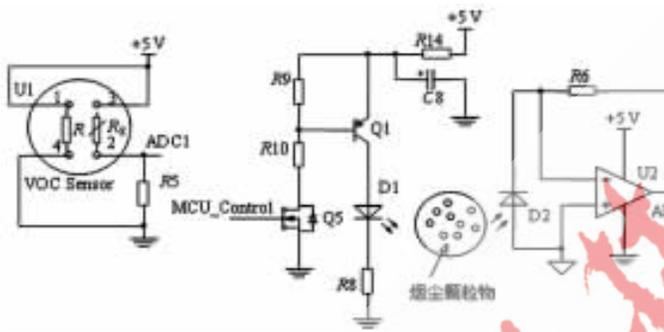


图 2 传感器及信号处理原理图

### 2.2 电源设计

为适应手持式仪器的低功耗和不同应用场合的工作需求, 对空气质量监测仪的总体电源设计管理也需要特殊考虑。电源管理原理图如图 3 所示。

仪器采用 1 节 4.2 V 可充电锂电池供电, 设计了专用充电芯片, 能接受 USB 口 500 mA 的充电。

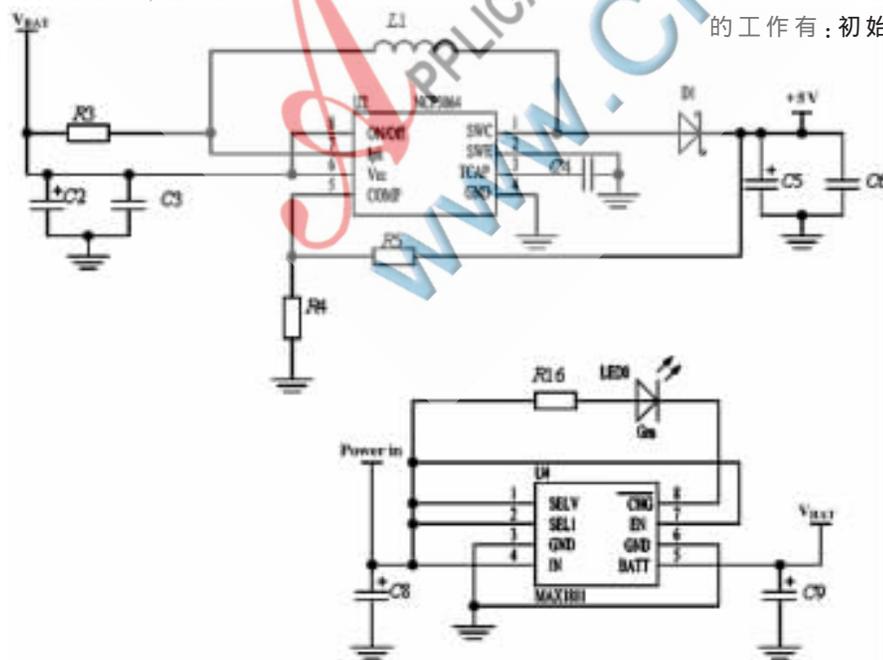


图 3 电源管理原理图

### 2.3 人机界面及报警电路设计

人机界面和报警电路如图 4 所示。从实用和美观的角度选择 128×64 型的点阵 LCD 液晶进行测量结果的显示, 该液晶带汉字字库, 由并行数据口进行控制。键盘设计 3 个功能按键: “+”、“模式”、“-”, PIC16F887 通过 I/O 口与之直接相连, 用电平中断的方式响应按键。蜂鸣器、报警灯会在污染物超标时发出声光报警。

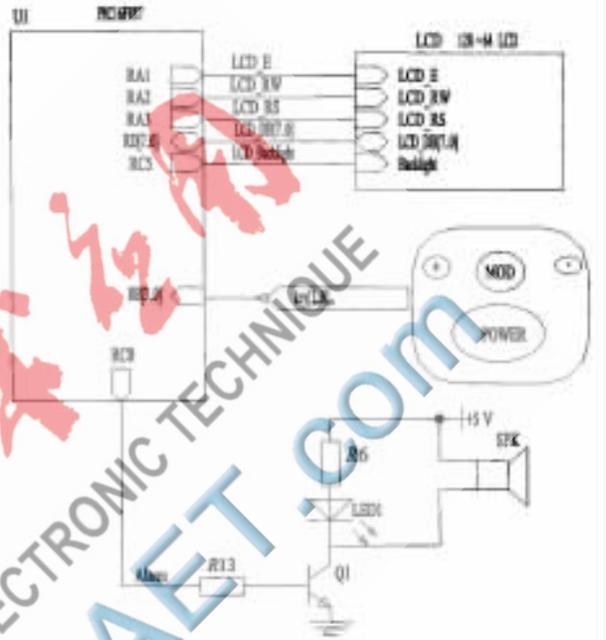


图 4 人机界面及报警电路

## 3 软件设计

仪器的功能软件在专用开发工具 MPLAB 环境下使用 C 语言编写, 编译工具使用 Microchip 公司的 HI-TECH C 编译器。软件按照模块化设计, 各个模块完成的工作有: 初始化、液晶控制、中断检测及处理、数据采集及处理、显示界面切换。

### 3.1 初始化程序

仪器上电后, 设置系统时钟和看门狗; 初始化 I/O 引脚; 设置定时器; 读取标定信息; 归零各个全局变量; 使能各个中断。

### 3.2 显示界面切换

仪器的界面由操作者通过功能组合键进行界面的切换。界面切换对应的状态转换图如图 5 所示。

### 3.3 数据采集及处理

数据采集的 AD 由采样保持电路与逐次逼近法产生 10 bit 数字量, 在 Timer0 的中断程序中读入 A/D 转换的值, 并进行均值预处理; 主程序将均值结果进行一定算法的处理, 将处理得到的结果进行显示。

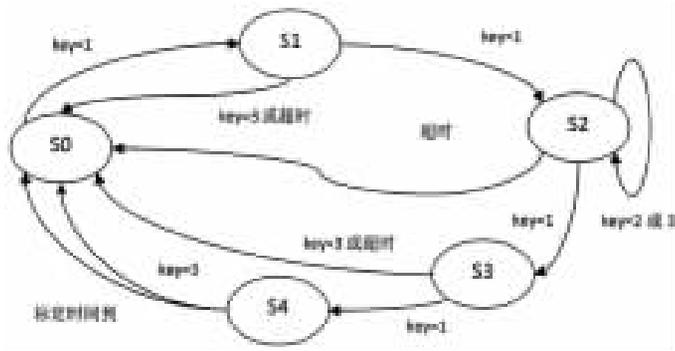


图 5 仪器显示界面对应的状态转换图

3.4 中断检测及处理

PIC16F887 的中断程序要先判断中断源, 然后再根据中断源进行操作。中断程序流程图如图 6 所示。

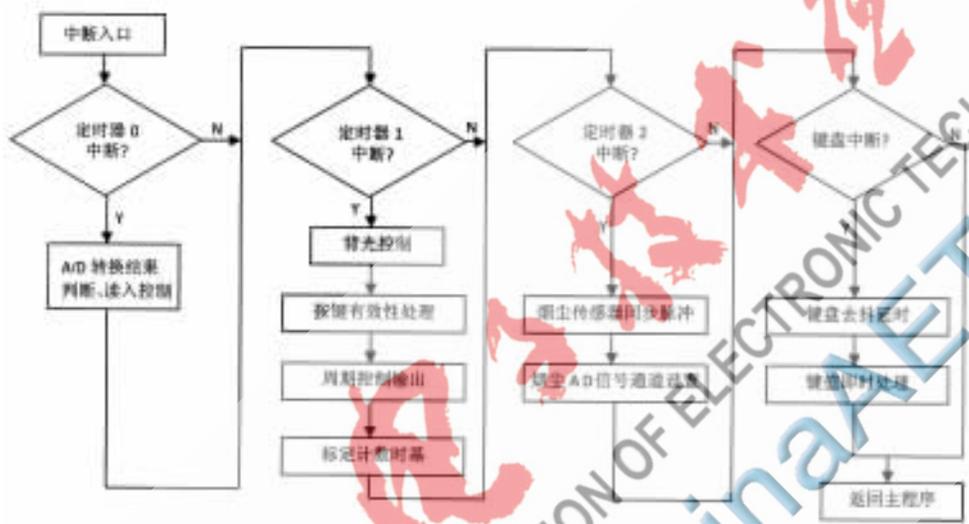


图 6 中断程序流程图

3.5 主程序模块

主程序流程如图 7 所示, 上电执行完初始化程序后进入主循环程序, 主程序负责传感器算法处理、片上 EEPROM 的擦写、液晶显示控制、键盘状态的后处理、显示界面切换等工作。

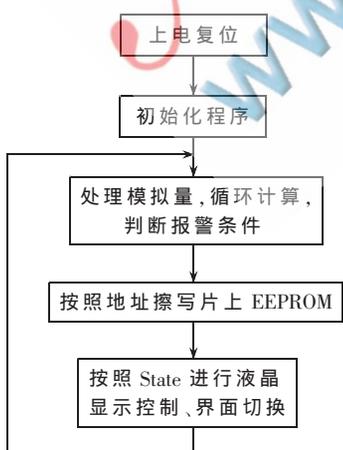


图 7 主程序流程图

4 实验结果与分析

通过实验室环境下的多次测量, 仪器分辨率 0.1 ppm, 误差小于 1 ppm, 有较好的即时响应。表 1 为实验过程中的一次数据记录。

表 1 仪器实验的数据记录

正庚烷流量 / (mL/min)	高纯氮气流量 / (mL/min)	标称浓度 / ppm	仪器读数 / ppm
60	400	7.8	8.3
40	400	5.5	6.5
20	400	2.8	2.8
0	400	0	0.2

本设计的空气质量监测仪采用低功耗、高性能的微处理器, 配合高稳定性传感器, 具有操作简便、经济实用等优点, 可应用到大部分室内空气污染检测场合中, 具有较高的实用价值。

参考文献

- [1] 苏铁力. 传感器及其接口技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 1998.
- [2] 武汉大学化学系. 仪器分析[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [3] 潘盛辉, 郭毅锋, 黄丽敏, 等. 基于 MSP430F149 的手持式 RDID 读写器低功耗设计[J]. 电子技术应用, 2008, 34(11): 51-53.

- [4] 杨新华, 韩永军. 基于 FPGA 的数字化变电站计量仪表研究与设计[J]. 电子技术应用, 2012, 38(5): 91-93, 97.

(收稿日期: 2013-08-30)

作者简介:

严奉轩, 男, 1980 年生, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 分析仪器及智能传感器。