

# 基于 AT89S52 的便携式智能室内环保监控仪

王明芳<sup>1,2</sup>, 汪梅<sup>1</sup>, 淮文军<sup>1</sup>, 黄兴荣<sup>1</sup>, 唐伟<sup>3</sup>

(1. 西安科技大学 电控学院, 陕西 西安 710054;

2. 中南林业科技大学 电信学院, 湖南 长沙 410004;

3. 西安科技大学 机械学院, 陕西 西安 710054)

**摘 要:**设计一种基于 AT89S52 超低功耗单片机的便携式智能室内环保监控仪, 详细阐明了监控仪及传感器的工作原理, 实现可自动在线监测与控制的功能。该监控仪充分利用 AT89S52 单片机的特点, 具有电路设计新颖、参数测量准确、操作方便等特点, 可广泛应用于室内空气质量的监测与控制处理。

**关键词:**AT89S52 单片机; 监控仪; 电路设计; 室内空气

**中图分类号:**TP368.2

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2006)06-0057-03

## Monitoring Meter of Portable Intelligent Indoor Environment Protect Based on AT89S52

WANG Ming-fang<sup>1,2</sup>, WANG Mei<sup>1</sup>, HUAI Wen-jun<sup>1</sup>, HUANG Xing-rong<sup>1</sup>, TANG Wei<sup>3</sup>

(1. Electric Control College, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China;

2. Telecommunication College, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China;

3. Mechanical College, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an 710054, China)

**Abstract:** Design a kind of portable intelligent environment protect monitoring meter based on ultralow AT89S52 single chip. Illustrate the work principles of monitoring meter and transducer. Realize automatic online monitoring and controlling function. The monitoring meter takes advantage of the characteristics of AT89S52 single chip. It has following characteristics, such as novel circuit design, exact parameter measure and convenient operation, so it can be widely used to monitoring and controlling of indoor air quality.

**Key words:** AT89S52; single chip; monitoring meter; circuit design; indoor air

### 0 引言

文中以室内空气中有毒有害气体的监测监控为背景, 介绍一种通用性很强的便携式智能室内环保监控仪。它的核心是 AT89S52 超低功耗单片机, 实现对室内空气中有毒有害气体苯、甲醛、氨气浓度参数的采集处理、存储、显示、通信、报警和排气扇的控制等功能。文中详细阐述了监控仪及传感器的工作原理、硬件结构、软件流程等相关技术, 并指出该仪器的特点和优势。

### 1 便携式室内环保监控仪的工作原理

便携式室内环保监控仪的工作原理如图 1 所示。室内空气中有害气体甲醛、苯、氨分别通过传感器 1、传感器 2、传感器 3 输出一个与甲醛、苯、氨浓度相对应的电流信号, 该信号通过多路转换器分时间段进行 I/V 转换, 最后

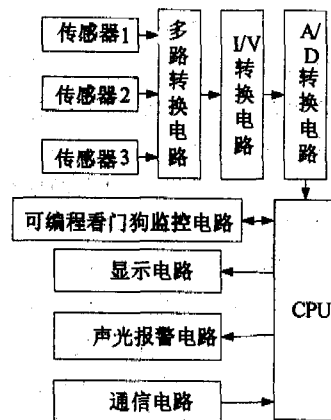


图1 便携式室内环保监控仪工作原理

经过 A/D 转换电路将模拟信号转换为数字信号送入 CPU<sup>[1]</sup>。CPU 对采样值进行数字处理后驱动显示器分别显示出被测室内空气中的甲醛、苯、氨的浓度值。若被测室内空气中甲醛、苯、氨的浓度超过国家标准或设定的危险值时报警电路发出声光报警信号, 同时启动排风设备或接通光触媒灯管。当计算机控制系统需要改变 A/D 转换的采样时间时, 只要发出相应信息, 便携式室内环保监控

收稿日期: 2005-09-20

基金项目: 陕西省自然科学基金(05JK259)

作者简介: 王明芳(1976-), 女, 四川资阳人, 硕士研究生, 研究方向为智能控制系统; 汪梅, 教授, 博士, 研究方向为智能控制系统。

仪即可将测量时间经串行口及通信电路进行更改。

## 2 硬件电路设计

为了满足用户的需要,能够进行简单便捷的操作,同时还要兼顾体积小、耗电少、精度高的要求,使系统具有抗干扰能力强的特点。硬件电路设计中尽可能选用功耗小、性能稳定的集成电路。

### 2.1 微控制器 AT89S52

微控制器是便携式室内环保监控仪的核心,它完成监控仪的功能设定、测量对象的选择、信号处理存储、状态信息的显示、数据通信、输出、显示、报警等功能。相对于 AT89 系列单片机,选择通用性强、功耗小、性能良好的 8 位 AT89S52 微处理器芯片。它与 MCS-51 兼容,具有 8kB 的 FLASH 存储空间、2kB 的 E<sup>2</sup>PROM、256 字节的片内 RAM、两个 16 位的定时器/计数器、可编程串口通讯、可编程看门狗定时器 WDT、6 个中断源等特点,大大简化了电路的设计<sup>[2]</sup>。

### 2.2 传感器

#### 2.2.1 传感器工作原理

传感器元件是准确检测甲醛、苯、氨气气体浓度的关键。定电位电解式传感器是一种湿式电化学气体传感器,它通过测定气体在某个确定电位电解时所产生的电流来测量气体浓度。传感器共有三个电极(活性电极、参考电极、计数电极),浸在液体电解液中,整体密封在一个防化学腐蚀的塑料壳体中,目标气体通过活性电极邻近的一个气体可渗透薄膜向传感器内部扩散。传感器的工作过程为: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或还原反应。其反应的性质依据工作电极的热力学电位和被分析气体的电化性质而定。传感器在氧化反应中,电化学反应中参加反应的电子流出工作电极;在还原反应中,电化学反应中参加反应的电子流向工作电极。流出和流向工作电极的电流与被分析气体的浓度值成正比<sup>[3]</sup>。

活性电极材料的选择原则是:该材料应对目标气体具有最优敏感性,而交叉敏感度则应降至最低。在活性电极和计数电极之间的电压要预先调整好,并由一个外部电压电路保持,其中参考电极作为电路的反馈控制。相对于选择性而言,由于每一种目标气体都有其各自独特的电解电压,因而传感器的响应可以得到进一步优化。传感器的输出是一个正比于气体浓度的线性电压差<sup>[4]</sup>。最后与前置放大器匹配使用转换为 4~20mA 的标准电流信号。

#### 2.2.2 传感器的基本性能

传感器的基本性能指的是传感器的基本考核指标,它反映传感器的质量和性能,但其大多数性能指标要与前置放大器经过较好的匹配才能体现出来。其指标主要有:输出信号、电极电位、响应时间、响应线形度、测量重复性、抗干扰性、传感器期待寿命。可将上述特性指标分为静态和动态两大类<sup>[5]</sup>。静态特性是指传感器在被测量的各个值

处于稳定状态时,输出量和输入量之间的关系,包括温度漂移、线性相关度、零点漂移、数据重现性、准确性、选择性等。动态特性是传感器对时间变化的输入量的响应特性,通常指响应时间。

为了减小定电位电解传感器存在的交叉反应,提高抗干扰能力,可以采用主动和被动的办法。

#### 1) 主动方法:

- (1)合理的电极电位可以使其减小到最低程度;
- (2)利用传感器矩阵;
- (3)用计算机软件。

#### 2) 被动方法:

在传感器上安装过滤膜,或针对不同的传感器设计不同的过滤器。

### 2.3 多路转换电路

采用集成的 CD4051 芯片实现多选一的功能,即实现 CPU 对室内空气有害气体甲醛、苯、氨的检测值进行分时采集数据。其启动地址由 AT89S52 的 P<sub>2.6</sub> 和 P<sub>2.5</sub> 来决定。图 2 是 CD4051 与 AT89S52 具体硬件电路图。

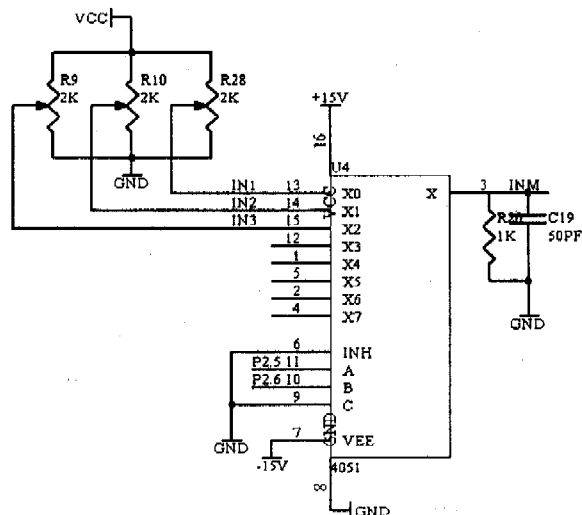


图 2 CD4051 与 AT89S52 硬件图

### 2.4 I/V 转换电路

由于传感器输出是标准的 4~20mA 的电流信号,为了满足后续电路的需要采用两个运算放大器组成 I/V 转换电路,采用 RCV420 集成芯片。同时有效地抑制了输入信号间的共模干扰和串模干扰。图 3 是 RCV420 与后继放大电路的原理图。

### 2.5 A/D 转换电路

A/D 转换电路采用 AD 公司生产的 AD574 芯片,它是快速型 12 位逐次逼近式 A/D 转换器,无需外接元器件就可以独立完成 A/D 转换功能。转换时间 15μs~35μs,可以并行输出 12 位,也可以分 8 位和 4 位两次输出。因此,大大简化了 AD574 与 CPU 接口电路,同时转换速度快,而且功耗小。

### 2.6 通信电路

为了对所采集的数据进行进一步详尽的处理(如分析

评估、打印存档、绘制曲线图表、根据外界环境修改报警设定值等),需要将数据从监控仪送到计算机。采用通用的 MAX232 集成芯片与 AT89S52 的 RXD 和 TXD 构成串行通讯口,它具有远距离、低功耗、高可靠性的调制解调芯片,使用该芯片编程容易、外围电路简单,通信距离可达 15 米,远远大于其它常用通信芯片的距离,并且小信号传送稳定可靠,克服了模拟传送中小信号失真大的缺点,满足使用要求。

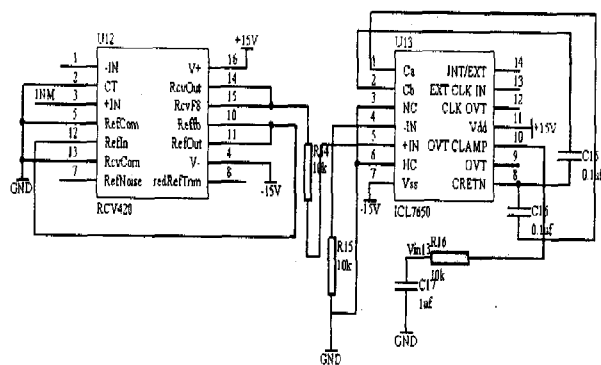


图 3 RCV420 的硬件电路图

## 2.7 可编程看门狗电压监控电路

可编程看门狗电压监控电路选用 X25045,该器件将四种功能合为一体,即上电复位控制、看门狗定时器、降压管理以及具有保护功能的串行 EEPROM,具有省电特性。在看门狗打开时,电流小于 50 $\mu$ A;在看门狗关闭时,电流小于 1050 $\mu$ A。它有助于简化应用系统的设计,减少印制板的占用面积,提高可靠性。

## 3 软件设计

监控仪的系统软件采用单片机 C 语言编制。为了方便程序调试和提高可靠性,软件采用模块化结构设计方法,主要包括初始化程序、主程序、定时中断服务程序、串行口中断服务程序、各子程序模块等。主程序完成系统初始化,打开多路转换开关,查询各种状态并控制相应操作等功能,流程如图 4 所示。

### 1) 软件功能。

单片机系统上电后,进入初始化程序,完成片内各模块的设置、清存储单元内容、端口设定等初始化工作,然后进入主程序,开中断,循环设置低功耗模式并执行延时操作。

### 2) 软件特点。

本软件设计的一大特点是采用中断方式进行 A/D 转化,其目的是提高 CPU 的使用效率,降低功耗,使系统的实事实性增强。在主程序设置完低功耗模式后,CPU 即被禁止,外围模块维持活动,并等待 A/D 转化结束后发出的中断请求。如有中断,CPU 被唤醒并执行中断服务子程序完成数据的处理。

本设计的另一特点是利用单片机 C 语言的强大功能编制气体浓度测量的非线性修正,极大地提高了程序运行

速度和采集精度。由于汇编语言与 C 语言可以在编程中混合使用,且汇编在查表方面具有非常明显的优势。用函数分段拟合和线性插值的综合算法实现非线性的软件补偿。具体过程如下:

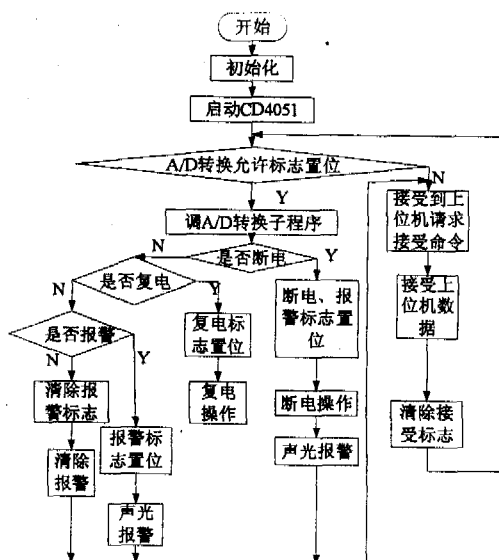


图 4 软件流程图

对气体传感器分段选择多个试验点进行精确测试,并根据测试数据绘制出传感器的各段拟合曲线,然后利用拟合函数产生校正值生成查找表。为了提高系统精度,采用线性插值法。线性插值法实现补偿的过程是:

(1) 确定测量值在哪个区间;

(2) 调出区间端点对应值;

(3) 利用公式  $P = (M - M_1) * (P_2 - P_1) / (M_2 - M_1) + P_1$  实现校正,其中  $M$  为测量输出值,且  $M_1 \leq M \leq M_2$ ,  $(M_1, P_1)$ 、 $(M_2, P_2)$  是区间端点值。

## 4 结束语

本便携式室内环保监控仪硬件结构简单,软件设计灵活,充分发挥了单片机结构紧凑、功能强大的优点,并且具有自动报警、自动控制排气扇或光触媒灯管、便捷的人机接口的功能,是一种电路设计新颖、参数测量准确、操作方便的室内环保监控仪。

## 参考文献:

- [1] 李群芳. 单片微型计算机与接口技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001. 184 - 185.
- [2] 王幸之, 钟爱琴, 王雷, 等. AT89 系列单片机原理与接口技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004. 199 - 200.
- [3] 石金宝, 魏复盛. 定电位电解传感器的特点和应用[J]. 中国环境监测, 1998, 14(2): 45 - 47.
- [4] 彭军. 传感器与检测技术[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003. 276 - 278.
- [5] 王化祥. 传感器原理与应用[M]. 天津: 天津大学出版社, 1998. 32 - 33.