

# 基于单片机的粉尘检测仪控制程序设计

## 摘 要

随着社会的进步,工业化水平的提高,环境污染问题越来越严重,维护生态环境质量越来越成为社会的迫切要求。环境污染除废气、废水外,颗粒状粉尘、烟尘向大气排放所造成的空气污染已成为一个十分突出的问题,所以空气质量的提高备受关注。粉尘是空气质量的重要指标,所以粉尘的检测就很重要,因此粉尘检测仪成为环保监测部门及很多工矿企业的必备品。

粉尘检测仪主要用于检测环境中的粉尘浓度,适用于工矿企业劳动部门生产现场粉尘浓度的测定、环境环保监测部门大气飘尘检测和污染源调查等。

本文所设计的粉尘检测仪围绕单片机为控制核心,完成数据的采集、显示、参数设置及报警等系统各模块的程序设计,结合各模块的硬件电路实现每个模块的功能,从而实现整个系统的功能。

关键词: 粉尘, 单片机, A/D 转换, 显示, 程序设计

## Program Designing on Dust Concentration Based on Single Chip Detector

### ABSTRACT

Along with social progress, raising the level of industrialization, environmental problem is getting worse, more and more to maintain environmental quality become an urgent requirement. In addition to environmental pollution waste gas, waste water, the particles of dust, smoke and dust emission to the atmosphere caused by air pollution has become a very prominent issue; so the improvement of air quality concern. Dust is an important indicator of air quality so it is important to the detection of dust. Therefore, environmental monitoring of the dust detector into many industrial and mining sector and essential goods.

Dust detector is mainly used for detection of dust concentration in the environmental labor department for industrial and mining production site determination of dust concentration the environment department of environmental monitoring of airborne particulate pollution detection and investigation.

This dust detector designed for the control of the core around the MCU to complete data collection, display parameter setting and alarm of the programming of each module, with each module of the hardware circuit for each module, enabling the whole system Function.

KEY WORDS: dust, SCM, A/D conversion, display, programming

## 目 录

摘 要 .....	I
ABSTRACT .....	II
1 绪论 .....	1
1.1 前言.....	1
1.2 选题背景.....	1
1.3 国内外发展状态.....	1
1.3.1 粉尘测量方法 .....	2
1.3.2 粉尘检测仪的性能与优点 .....	2
1.3.3 研究的意义 .....	3
1.4 本文主要工作.....	3
2 粉尘浓度测试仪系统设计方案 .....	4
2.1 系统的功能和技术指标.....	4
2.2 工作原理.....	4
2.2.1 粉尘检测原理 .....	4
2.2.2 系统工作原理 .....	5
2.3 系统设计方案的确立.....	5
2.3.1 中心控制器 .....	6
2.3.2 各外围电路模块 .....	8
2.4 程序框图和流程图.....	8
2.4.1 程序框图设计 .....	8
2.4.2 粉尘检测仪程序主流程设计 .....	9
3 粉尘测试仪的程序设计 .....	11
3.1 编程语言的选择.....	11
3.1.1 C 语言的优点.....	11
3.1.2 单片机 C 语言与一般 C 语言的异同 .....	11
3.2 控制器内部存储空间分布.....	12
3.3 浓度参考值的键盘设定程序设计.....	16
3.3.1 键盘扫描的设计 .....	16
3.3.2 浓度参考值设定的设计 .....	17
3.3.3 键盘设定浓度参考值的程序 .....	17
3.4 信号采集部分的程序设计.....	19
3.4.1 A/D 转换器的选择.....	19

3.4.2	ADC0809 的工作特性.....	21
3.4.3	ADC0809 数据采集时序图.....	21
3.4.4	数据采集流程图设计 .....	21
3.4.5	信号采集的程序设计 .....	22
3.5	数码管显示部分的程序设计.....	23
3.5.1	LED 数码管的选择.....	23
3.5.2	显示方式的选择 .....	24
3.5.3	显示接口的程序设计 .....	25
3.5.4	显示流程图设计 .....	25
3.5.5	显示程序设计 .....	26
3.6	按键控制显示转换部分和蜂鸣器报警部分程序设计.....	27
3.6.1	按键控制显示转换程序设计 .....	27
3.6.2	蜂鸣器报警程序设计 .....	28
3.7	看门狗部分的程序设计.....	30
3.7.1	复位电路的选择 .....	30
3.7.2	看门狗流程图设计 .....	30
3.7.3	看门狗程序设计 .....	31
3.8	定时中断程序的设计.....	31
3.8.1	C51 中断处理过程.....	31
3.8.2	定时/计数器使用步骤 .....	31
3.8.3	定时计数初值的计算 .....	32
3.8.4	定时应用程序设计 .....	32
4	编译器的选择与程序的编译调试及其结果 .....	34
4.1	编译器的选择.....	34
4.1.1	keil C51 的功能及优点.....	34
4.1.2	keil C51 软件的使用步骤.....	35
4.2	程序文件的编译、连接、调试及其结果.....	35
4.2.1	编译连接环境设置 .....	35
4.2.2	程序的编译和连接及其结果 .....	36
5	结论 .....	38
	致谢 .....	39
	参考文献 .....	40
	附录 .....	41

# 1 绪论

## 1.1 前言

随着社会的进步,工业化水平的提高,人们的生活和工作有了很多便利。然而人们在享有方便生活和工作的同时,不得不面对由于对自然的不合理开发,对自然环境造成的野蛮污染,使生存环境越来越差的现实。所以人类必须采取相应措施,合理利用开发自然资源,与大自然和睦相处。进入 21 世纪以来,环境问题越来越严重,而这与人们对生活质量要求的提高形成了矛盾,因此注重环境的保护问题已经慢慢步入了产业化。人类要治理好环境问题,必须要做到“知己知彼”,在做好监控与检测的同时知道病灶所在然后对症下药,从而药到病除。因此市面上出现了各种各样形形色色的测试仪。

## 1.2 选题背景

粉尘又称可吸入颗粒物(inhalable particular matter),它是指能进入呼吸道的,直径为  $10\mu\text{m}$  的颗粒物,对人的眼睛、鼻腔、上呼吸道都十分有害。同时这种可吸入粉尘能长驱进入肺泡且沉积时间长,可导致心肺病、心血管疾病。粉尘作为病菌的载体,一同散入空气中,极易传播疾病。生产中许多及其工作环境对粉尘浓度也有要求,工厂中的很多粉尘携带有毒化学物质,人们长久呼吸或长久散落皮肤上容易导致癌症的产生。由此可以看出粉尘对人类健康和生产的巨大危害性,煤矿井下巷道作业、煤炭生产都要产生大量的粉尘,加之煤矿井下通风条件较差,在炮采、纵采工作面,煤尘浓度可高达  $1000\text{mg}/\text{m}^3$  以上。在此环境中工作的工人就会吸入这些细微粉尘,粉尘长时间进入人的呼吸系统,就会造成大量粉尘在肺泡中沉,引起慢性职业病,危及人的身体健康。此外粉尘还是煤矿安全生产的重大隐患,我国《煤矿安全规程》规定:“粉尘中游离的  $\text{SiO}_2$  含量 $>10\%$  时,粉尘浓度不得大于  $2\text{mg}/\text{m}^3$ ;当粉尘中游离  $\text{SiO}_2$  含量 $<10\%$  时,粉尘浓度不得大于  $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。因此,必须对煤矿井下粉尘进行实时检测,及时了解煤矿井下工人的劳动环境,掌握井下煤尘浓度及变化情况,为安全生产、防尘、降尘等措施提供必要现场数据。

因此,粉尘浓度测试仪意义很重大是现代生活中不可或缺的必备品。

## 1.3 国内外发展状态

在国内大多采用更加先进的测试技术,有的是  $\beta$  射线原理,其吸收量只与吸收物质的重量有关,而与吸收物质的物化性质无关完全等同于称重法,可直接读粉尘浓度。并且配不同的采样入口装置,可实现对总粉尘、可吸入粉尘、呼吸性粉尘进行监测。使用称重法比较,其相关系数大于  $97\%$ ,相对偏差小于  $10\%$ 。仪器采用的射线源符合核安全

标准,可长期稳定工作。

而有更加先进的技术该测定仪是集粉尘采样、粉尘浓度测定和粉尘粒度分布测定三者于一体的多功能粉尘测定仪。它作为粉尘采样器可采集作业场所空气中的粉尘,将采集到的滤膜样作一些处理,在此仪器上可直接测出粉尘浓度值,粒度分布需用天平称重,可测定采样器采集的滤膜粉尘和其它形式粉尘的粒度分布(分散度)。粒度分布和浓度测定结果可通过液晶显示器显示或微型打印机打印。该仪器具有断电保护功能,断电后仍可储存 40 组粉尘粒度分布和 200 组粉尘浓度数据。

袖珍式激光粉尘仪是以激光管为光源、采用前向光散射原理设计,具有国际先进水平的最新型粉尘仪。该仪器适用于公共场所可吸入颗粒物(PM10)浓度的快速测定以及环境保护、劳动卫生等方面粉尘浓度检测、工矿企业生产现场粉尘浓度的监测。

### 1.3.1 粉尘测量方法

按照粉尘测量方法的不同,粉尘测量方法主要有光学法、采样称重法和静电法三种。

- (1) 采样称重法不适合于在线测量。
- (2) 静电法易受干扰,国内技术并不成熟。
- (3) 光学法又进一步分为浊度法和散射法,而浊度法是目前国外普遍采用的用来测量烟尘(粉尘)浓度的方法,这种国外仪器在国内许多单位也都得到了成功应用。光学法测量的缺点是需要保持光学镜头的相对清洁。对于烟道中烟尘的测量,实践证明,通过微正压的清洁保护风,就可实现对光学镜头的可靠保护。

### 1.3.2 粉尘检测仪的性能与优点

由现代国内外所使用的各种粉尘检测仪的功能可以大体总结出粉尘检测仪具有以下性能和优点。

- (1) 智能采样与去噪数字滤波算法相结合,测量和信号处理灵活性强,因而在一套装置可以进行不同变量和浓度的测量,可排除个别的不正常值,同步计算平均值。
- (2) 采用嵌入式单片机内核技术,将计算机嵌入到烟尘粉尘测量对象中,实现智能化控制,依据烟尘粉尘测量环境要求,充分考虑了物理环境(小型)、电气/气氛、环境(可靠)、成本(价廉)的要求;充分考虑了最小软、硬件配置和相应的接口电路。采用内核技术,提供了一个裸设备与应用程序间的抽象层,可以在更高的层次上读写磁盘;允许多个程序看起来在同时运行,将处理器在其间共享。
- (3) 可选用 GPRS 网络技术,以智能烟尘粉尘测量仪软件为平台,通过中文短信的方式,用自动群呼和列队接收办法,形成了崭新的环保监测网络。
- (4) 可远程进行参数设置及数据传输,通过中心控制软件,方便地输入用户参数、校准仪器,并可输出存储的测量数据。

### 1.3.3 研究的意义

该粉尘检测仪是以 AT89S52 为核心外接输入键盘设定参考值, 经过 ADC0809 采集转换数据经过 AT89S52 处理然后通过数码管显示出粉尘浓度的简易检测仪, 主要用于检测环境中的粉尘浓度, 适用于工矿企业劳动部门生产现场粉尘浓度的测定、卫生防疫站公共场所可吸入颗粒物的监测, 环境环保监测部门大气飘尘检测和污染源调查等。

### 1.4 本文主要工作

本文主要是根据光学测尘原理——朗伯特-比尔定律测量光透过被测物质后, 由于散射吸收而使光强减弱, 通过测定光束通过被测介质前后的光强比之来定量粉尘浓度。将粉尘浓度转换为电信号, 然后通过信号放大器将电信号转换为 0~5V 的电压信号。

该设计主要是将光学测尘原理所得的 0~5V 的电压模拟信号通过 ADC0809 转换成八位二进制数字信号, 并将数字信号送到单片机 AT89S52 中经过处理后将数字信号动态显示在数码管 LED 上, 通过键盘来设定粉尘浓度限定值, 如果超过限定值单片机驱动蜂鸣器报警, 同时可以通过独立按键控制当前粉尘浓度和设定限定值时的显示切换。看门狗可以根据程序要求实施复位; 同时还要将 12V 开关电源转换成 5V 给各器件供电。我主要根据系统要求完成数据的采集、显示、参数设置及报警等系统各模块的程序设计, 然后再结合各部分的硬件电路完成各模块的功能, 从而完成整个系统的功能。

## 2 粉尘浓度测试仪系统设计方案

### 2.1 系统的功能和技术指标

#### (1) 系统功能：

数字显示当前粉尘浓度

每间隔 5S 更换一次采集浓度值

键盘输入参考值, 超过参考值报警；

#### (2) 主要技术指标：

环境温度：0℃~70℃

测量精度：±5%

电压输入范围：0V~5V

数据采集周期：5s

### 2.2 工作原理

#### 2.2.1 粉尘检测原理

测尘原理是用粉尘采样器或呼吸性粉尘采样器抽取采集一定体积的含尘空气，含尘空气通过滤膜时，粉尘被捕集在滤膜上，再利用光学原理测得粒径。

光学测粉尘用到两个原理，朗伯特-比尔（Lambert-Beer）定律和米（Mie）理论。本设计检测原理用基于光学检测法中的浊度法。基于朗伯特-比尔定律测量光透过被测物质后，由于散射吸收而使光强减弱，通过测定光束通过被测介质前后的光强比之来定量粉尘浓度。其原理如下：

一束强度为  $I_0$  的单色平行光照射在含有粉尘的检测区，由于粉尘对光的吸收和散射，出射光强便会衰减。根据朗伯特-比尔定律，对均匀分布的粉尘，入射光强与出射光强有关：

$$I = I_0 \exp(-QNL) = I_0 \exp(-3QWL / \rho d) \quad (1-1)$$

式中： $Q$  为消光系数，它与入射光波长  $\lambda$ 、粉尘粒子直径  $d$ 、粉尘物质折射率  $m$  有关，可按 Mie 理论和专用算法程序计算。 $N$  为粉尘密度， $A$  是直径为  $d$  的粉尘粒子的截面积， $W$  为粉尘的质量浓度； $\rho$  为粉尘的质量密度。若设某种分布的粉尘尘粒直径为  $d_1$  浓度为  $w_1$ ，则：

$$I = I_0 \exp(-C \sum_{i=1}^M \frac{W_i}{d_i} Q_i(m, d_i)) \quad (1-2)$$

式中： $C = 3L / \rho$ ，对于某种粉尘的测量系统而言， $C$  是一常数； $M$  为测量时粉尘



粒子按粒径的分档数。由公式 1-2 得：

$$\ln \frac{I_0}{I_1} = \sum_{i=1}^M \frac{W_i}{d_i} Q(\lambda_i, m, d_i) \quad (1-3)$$

式(1-3)是在单色入射光情况下得到的。采用多波长入射时，对每一波长  $\lambda_i$ ，都有对应的一个式(1-3)，故得方程：

$$E = TW \quad (1-4)$$

式中： $E = \ln I_0/I_1, \ln I_0/I_2, \dots, \ln I_0/I_M$  为消光列向量，可以通过实测各波长对应的  $I_0$  及  $I$  测得：

$$T = t_{ij} \quad (1-5)$$

其中： $T$  称为消光系数矩阵。 $T$  中个元素  $t_{ij} = Q(\lambda_i, m, d_i)/d_i$ ，可由计算机预先算出。 $W = W_1, W_2, \dots, W_M$  为粉尘总的质量浓度分布列向量。求解式 1-4 便可求得  $W$  及粉尘的总质量浓度。不难看出，多波长消光测尘中，是通过测得各种粒径粉尘的质量浓度得到总的粉尘浓度的，因而能实时地反应粉尘分布的影响，为粉尘浓度的高精度测量提供了可能。再者，测量粉尘浓度的同时，还能测粉尘的粒度分布（分散度）。根据粉尘离子的散射特性，确定最小粒径前置输出端的信号幅值  $U$ ，然后每个  $0.1 \mu m$  定义直径档，并预先设定好各档甄别电平，用其中一种标准粒子输入粉尘测试仪。

### 2.2.2 系统工作原理

本系统的工作原理是：将电源开关打开，当给一个由测尘原理将粉尘浓度转换得来的  $0 \sim 5V$  的电压信号时，信号经过 ADC0809 转换为八位的二进制数进入单片机，经过处理后转变为三位十进制数通过 I/O 口在数码管上显示出精确数值。数值量随输入电压的扰动而变化。同时键盘设定参考值送入单片机，当采集的当前粉尘浓度大于参考值时，单片机驱蜂鸣器报警，否则显示当前浓度。

### 2.3 系统设计方案的确定

软件和硬件是密不可分的，软件的设计是要建立在硬件的基础上的。本系统确定由单片机构成主控部分，进行主要的信息处理，接收外部操作指令形成各种控制信号，并完成对于各种信息的记录。系统通过使用大量的硬件电路完成部分功能模块、充分利用硬件电路的可靠性、稳定性，使整体电路达到比较高的稳定性。

由此设计的系统结构图如图 2-1 所示。

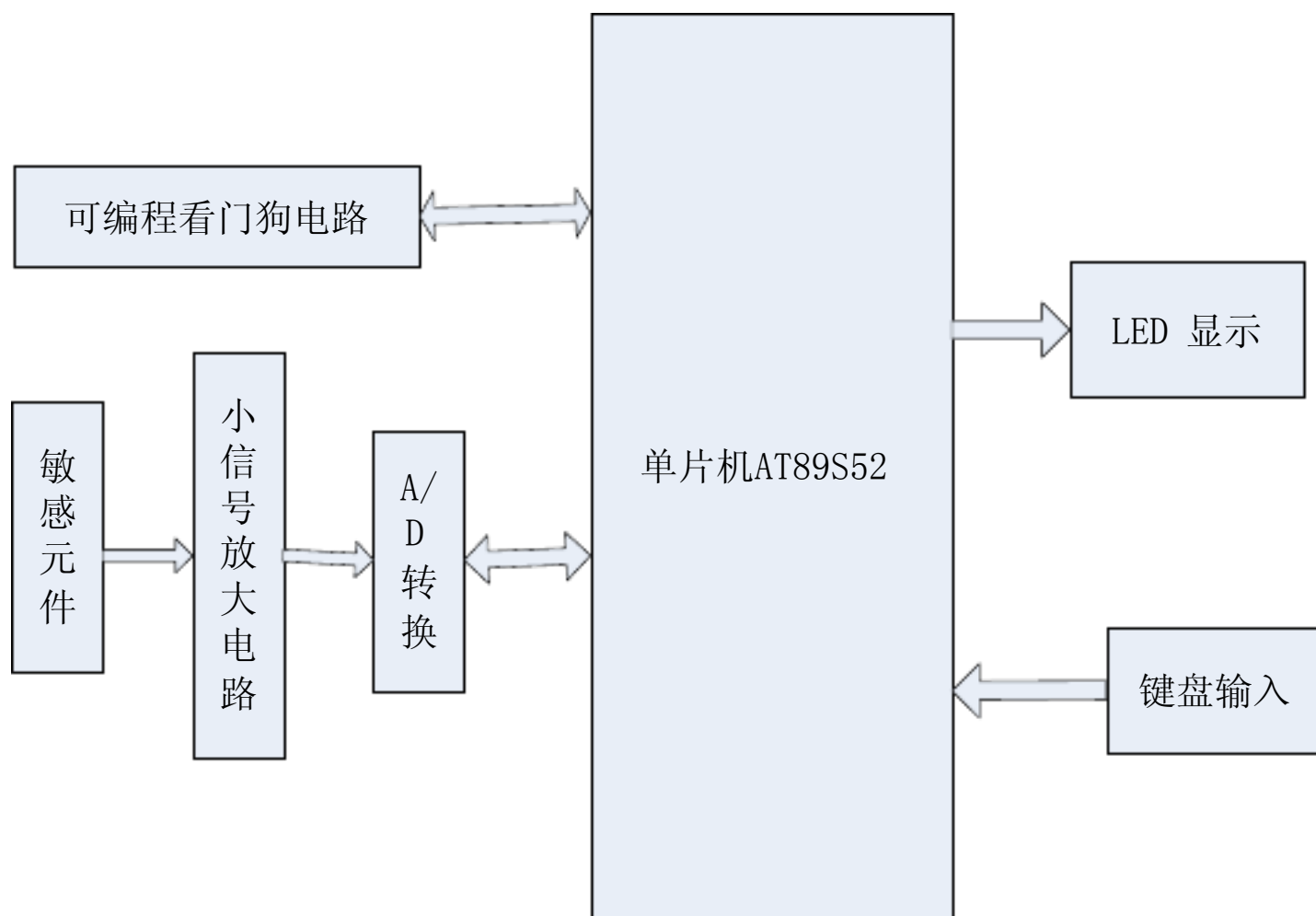


图 2-1 系统结构图

上述功能看起来比较复杂，但我们可以将其分成两个大的模块：中心控制器模块，外围电路模块。

### 2.3.1 中心控制器

微处理器是粉尘测试仪系统设计的核心部件，它的结构特性对所研制仪器的性能有很大影响。因此，对微处理器的选择尤为重要。我们通过选取和对比各种型号的微处理芯片的功能和价格，另外考虑到本设计的具体要求，发现AT89S52以低廉的价格、强大的功能，完全符合经济的原则并且满足本系统的要求。所以，在本系统中我们选用AT89S52作为CPU 芯片。

AT89S52是一种低功耗、高性能CMOS8位微控制器，具有8K 在系统可编程Flash 存储器。使用Atmel 公司高密度非易失性存储器技术制造，与工业80C51 产品指令和引脚完全兼容。片上Flash允许程序存储器在系统可编程，亦适于常规编程器。在单芯片上，拥有灵巧的8 位CPU 和在系统可编程Flash，使得AT89S52为众多嵌入式控制应用系统提供高灵活、超有效的解决方案。

#### (1) AT89S52功能特性：

AT89S52具有以下标准功能： 8k字节Flash，256字节RAM，32位I/O口线，看门狗定时器，2个数据指针，三个16位定时器/计数器，一个6向量2级中断结构，全双工串行口，片内晶振及时钟电路。另外，AT89S52可降至0Hz静态逻辑操作，支持2种软件可选择节电模式。空闲模式下，CPU停止工作，允许RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作。

掉电保护方式下，RAM内容被保存，振荡器被冻结，单片机一切工作停止，直到下一个中断或硬件复位为止。

(2) 部分引脚功能：

XTAL1：接外部晶振的一个引脚。在单片机内部，它是一反相放大器输入端，这个放大器构成了片内振荡器。它采用外部振荡器时，此引脚应接地。

XTAL2：接外部晶振的一个引脚。在片内接至振荡器的反相放大器输出端和内部时钟发生器输入端。当采用外部振荡器时，则此引脚接外部振荡信号的输入。

RST：复位输入。晶振工作时，RST脚持续2个机器周期高电平将使单片机复位。看门狗计时完成后，RST脚输出96个晶振周期的高电平。特殊寄存器AUXR(地址8EH)上的DISRTO位可以使此功能无效。DISRTO默认状态下，复位高电平有效。

$\overline{\text{ALE/PROG}}$ ：ALE表示允许地址锁存允许信号。当访问外部存储器时，ALE信号负跳变来触发外部的8位锁存器（如74LS373），将端口P0的地址总线(A0-A7)锁存进入锁存器中。在非访问外部存储器期间，ALE引脚的输出频率是系统工作频率的1/16，因此可以用来驱动其他外围芯片的时钟输入。

$\overline{\text{PSEN}}$ ：访问外部程序存储器选通信号，低电平有效。在访问外部程序存储器读取指令码时，每个机器周期产生二次 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号。在执行片内程序存储器指令时，不产生PSEN信号，在访问外部数据时，亦不产生 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号。

P0：P0口(P0.0~P0.7)是一个8位漏极开路双向输入输出端口，内部没有上拉电阻，所以端口要外接八个上拉电阻。当访问外部数据时，它是地址总线（低8位）和数据总线复用。外部不扩展而单片应用时，则作一般双向I/O口用。P0口每一个引脚可以推动8个LSTTL负载。

P2：P2口(P2.0~P2.7)是具有内部提升电路的双向I/O端口(准双向并行I/O口)，当访问外部程序存储器时，它是高8位地址。外部不扩展而单片应用时，则作一般双向I/O口用。每一个引脚可以推动4个LSTTL负载。

P1：P1口(P1.0~P1.7)口是具有内部提升电路的双向I/O端口(准双向并行I/O口)，其输出可以推动4个LSTTL负载。仅供用户作为输入输出用的端口。

P3：P3口(P3.0~P3.7)口是具有内部提升电路的双向I/O端口(准双向并行I/O口)，它还提供特殊功能，包括串行通信、外部中断控制、计时计数控制及外部随机存储器内容的读取或写入控制等功能。其特殊功能引脚分配如下：

P3.0 RXD 串行通信输入

P3.1 TXD 串行通信输出

P3.4 T0 计数器0 外部事件计数输入端

P3.5 T1 计数器1 外部事件计数输入端

P3.2  $\overline{\text{INT0}}$  外部中断0输入, 低电平有效

P3.3  $\overline{\text{INT1}}$  外部中断1输入, 低电平有效

P3.6  $\overline{WR}$  外部随机存储器的写选通，低电平有效

P3.7  $\overline{RD}$  外部随机存储器的读选通，低电平有效

### 2.3.2 各外围电路模块

由图2-1系统结构图和本系统所完成的功能可以将外围电路分为以下几个模块。

- (1) 模拟信号采集单元：即ADC0809将5V的模拟信号转换成数字信号。
- (2) LED数码管显示：通过I/O口控制数码管的段选和位选，显示数字化的粉尘浓度使报告更形象化，而且也使报告显示系统具有双重保障。
- (3) 键盘设定参考值：通过独立按键输入粉尘浓度参考值与当前采集的浓度值对比判断浓度是否在安全范围内。
- (4) 看门狗：使系统因故死机后能自动恢复正常。
- (5) 蜂鸣器报警：浓度超标时，报警提示，使设计更完整。
- (6) 显示切换：切换显示当前浓度与浓度参考值，可以观察当前浓度与危险浓度的差距。
- (7) 电源：将电源转化为12V的电压供电。

软件程序设计是依据硬件将各部分的功能发挥，并使之成为一个整体。

## 2.4 程序框图和流程图

因为软件和硬件是密不可分的，所以由系统的硬件结构图可以得出软件设计的程序框图和流程图。

### 2.4.1 程序框图设计

根据硬件系统结构图所得出的各模块如图2-2所示。

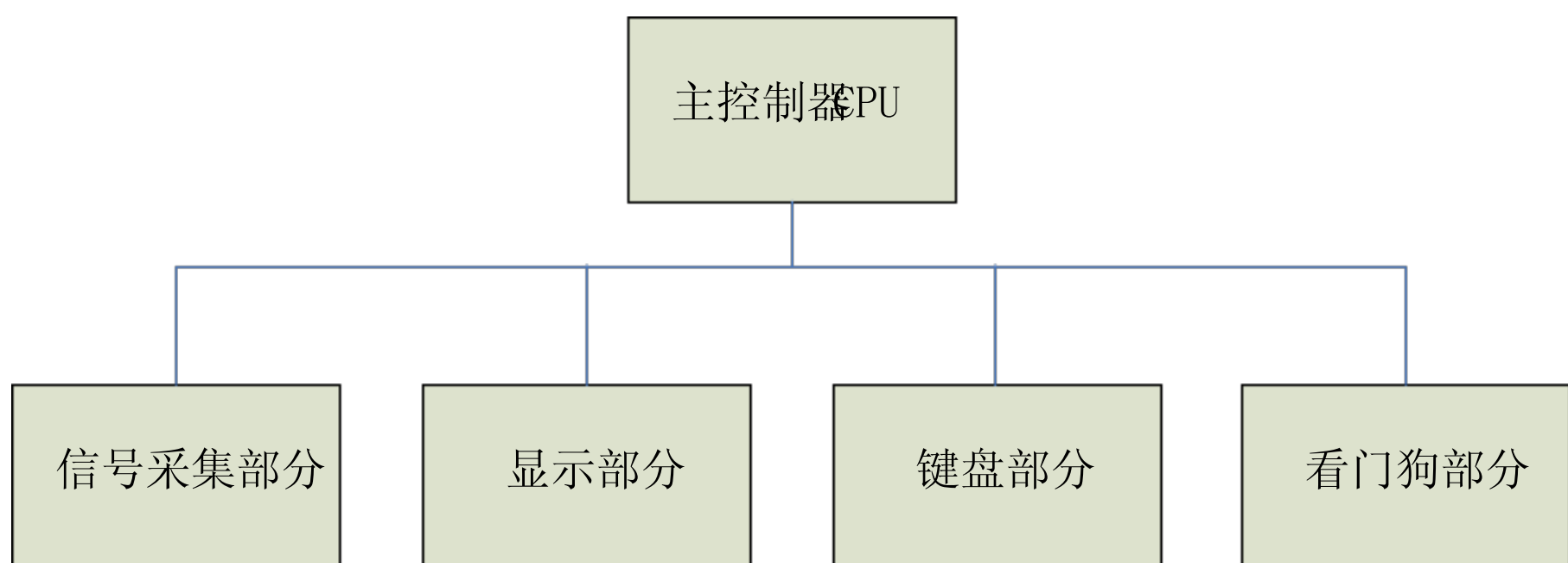


图 2-2 系统各模块组成

如图 2-2 所示系统所设计的程序分为以下四个部分。

- (1) 信号采集的程序：该程序设计主要是将模数转换得来的数字信号输入到单片机内部。
- (2) LED 的显示程序：本程序设计主要完成粉尘浓度的数字显示。
- (3) 看门狗的复位程序：该程序设计主要完成程序飞跑或死机时系统的复位。
- (4) 键盘输入部分：该部分主要完成浓度参考值的设定和显示切换。

#### 2.4.2 粉尘检测仪程序主流程图设计

根据硬件系统结构图所设计的程序主流程图如图2-3 所示。

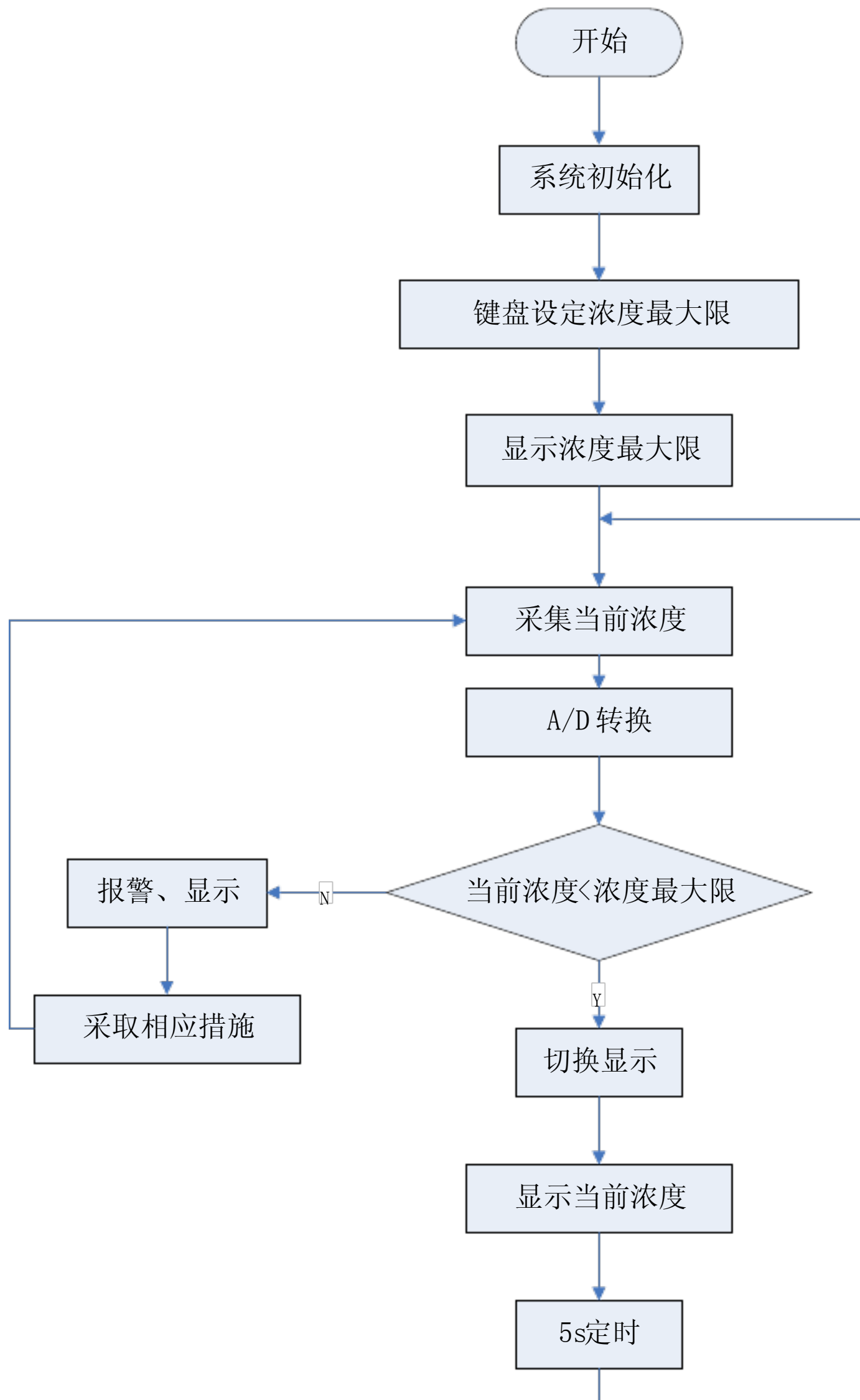


图 2-3 程序主流程图

## 3 粉尘测试仪的程序设计

### 3.1 编程语言的选择

C语言是一种高级程序设计语言，它提供了十分完备的规范化流程控制结构。因此采用C51语言设计单片机应用系统程序时，首先要尽可能地采用结构化的程序设计方法，这样可使整个应用系统程序结构清晰，易于调试和维护。对于一个较大的程序，可将整个程序按功能分成若干个模块，不同的模块完成不同的功能。对于不同的功能模块，分别指定相应的入口参数和出口参数，而经常使用的一些程序最好编成函数，这样既不会引起整个程序管理的混乱，还可增强可读性，移植性也好。

在程序设计过程中，要充分利用C51语言的预处理命令。对于一些常用的常数，如TRUE, FALSE, PI以及各种特殊功能寄存器，或程序中一些重要的依据外界条件可变的常量，可采用宏定义“#define”或集中起来放在一个头文件中进行定义，再采用文件包含命令“#include”将其加入到程序中去。这样当需要修改某个参量时，只须修改相应的包含文件或宏定义，而不必对使用它们的每个程序文件都作修改，从而有利于文件的维护和更新。

#### 3.1.1 C语言的优点

根据C语言的功能可以归结出C语言具有以下优点。

- (1) C语言是编译型语言，具有高级语言的特点，也具备汇编语言简洁、可以控制硬件的功能。
- (2) 表达能力强，易于编程，可读性好。
- (3) 可移植性好，C语言本身不依赖系统硬件，可以很容易移植到不同类型的单片机上。编译时要选择芯片，将同一条语句变成该芯片对应的指令。
- (4) 有丰富的库函数可以调用。
- (5) 寄存器的分配，由编译器完成，编程者可将精力集中到软件整体设计，有利于提高软件质量。（而汇编语言编程者必须记住这些分配）
- (6) 可以多人编写一个大程序，将各模块之间接口确定即可。
- (7) 有实时多任务操作系统（RTOS），可以合理的分配CPU的时间及单片机的资源。
- (8) 开发周期短，适合工程技术人员的开发应用软件。

#### 3.1.2 单片机C语言与一般C语言的异同

由单片机C语言和一般C语言编译条件和环境的不同可以归结出以下几个相同点和不同点。

相同点：语法结构基本相同，也是采用函数结构；大部分函数相同。

不同点：

- (1) 输入、输出不同
- (2) 数据类型不同——单片机增加了 bit, sbit, sfr, sfr16 等数据类型。
- (3) 单片机 C 语言增加了存储类型。
- (4) 不隐含支持递归调用，要递归调用前必须说明。
- (5) 库函数不同——如在 CX51 中没有 fputs 等库函数。在 ANSIC 中没有 \_NOP\_, \_crol\_() 应用是查相关资料。
- (6) 单片机 C 有自动覆盖技术——单片机的 RAM 和计算机相比少的可怜，所以在编译时会自动分析判断，将不再被用的变量占用的空间重新使用。
- (7) 单片机 C 有优化技术，可以最大限度减少代码长度。
- (8) 由于单片机 C 语言编程的目的是要将程序最后固化到单片机或者 EPROM 中，所以最后要产生[后缀.HEX 的文件，该文件可以固化到单片机中。

注：用单片机 C 语言编程是要注意以下两个方面。

- (1) 应用单片机的 C 更要注重对系统资源的理解。
- (2) 对于程序上应用的各种算法要精简。

### 3.2 控制器内部存储空间分布

本设计是以 AT89S52 为核心控件，完成数据的采集，处理，显示等功能。所以单片机 AT89S52 作为主控制器要控制 A/D 转换的模数转换工作和数据采集的工作，还要完成键盘的扫描工作，同时当现场浓度值大于设定值时还要驱动蜂鸣器报警。数据采集时还要设定采集的间隔时间，所以还要用到定时器。若要完成以上各部分工作就要熟悉单片机的内部存储空间分布情况，以便在程序设计过程中如何给各部分分配空间地址从而完成整个系统程序的设计。

AT89S52 内部存储空间分布如下所述。

#### (1) 数据存储器空间（低 128 单元）

数据存储器空间（低128 单元）按功能划分为以下几部分。

##### (a) 通用寄存器区

00H~1FH 的32个单元是4个通用工作寄存器区，每个区有8个8 位寄存器，其编号为R0~R7。在任一刻，CPU 只能使用其中的一组寄存器，并且把正在使用的那组寄存器称之为当前寄存器区。到底选择哪一组为当前工作区，取决于专用寄存器PSW（程序状态字）中的RS1 和RS0 位的状态。RS1 和RS0 的状态可通过指令来改变。用户可以通过设置RS1 和RS0 位的状态来选择/切换当前工作寄存器区，这给用户保护寄存器中的内容提供了极大的方便。

##### (b) 寻址区



RAM中的20H~2FH 的16个单元除了可作为一般RAM 单元进行字节寻址外,还可进行位寻址,作位寻址区。

位寻址区共有16个RAM 单元,合计128 位,位地址为00H~7FH。89S52单片机具有位处理机(又称布尔处理机)功能,位处理机的存储空间就包括这个位寻址区。

#### (c) 用户区

在内部RAM 低128 单元中,通用寄存器占去32个单元,位寻址区占去16个单元,剩下的80个单元就是供用户使用的一般RAM 区,地址单元为30H~7FH。

对这部分区域的使用不作任何规定和限制,但应当说明的是,堆栈一般开辟在此区。

关于堆栈,堆栈是一个特殊的存储区域,它后进先出,而单片机的堆栈是地址增加型,即压入数据时地址指针增加。堆栈的操作有压入: PUSH,弹出: POP。

#### (2) 特殊功能寄存器 SFR (高128 单元)

内部RAM 的高128 单元是给特殊寄存器使用的,因此称之为专用寄存器区,其单元地址为80H~FFH。因为这些寄存器的功能已作专门规定,所以称其为专用寄存器或特殊功能寄存器(Special Function Registers)。特殊功能寄存器的总数为21个,仅占用了80H~FFH 中的很小一部分。

21个特殊功能寄存器是不连续地分散在内部RAM 的高128 单元之中,尽管其中还有许多空闲地址,但用户不能使用。

程序计数器PC是独立于SFR 之外的唯一的一个不可寻址的专用寄存器。PC不占RAM 单元,在物理上是独立存在的。它不包括在21个特殊功能寄存器中。

在21个特殊功能寄存器中,有11个寄存器不仅可以字节寻址,也可以进行位寻址。凡是能进行位寻址的SFR,其特征是字节地址都能被8 整除(字节地址的末位是0 或8)。

IP中有3位、IE 中有2位、PSW中有一位对用户无实际意义,所以直接寻址位为82位;再加上数据存储器中的128 位,89S52共计有210位可寻址位。

#### (a) 程序计数器PC

PC是一个16位的计数器。其内容为将要执行的指令地址,寻址范围达64KB。PC 有自动加1功能,从而实现程序的顺序执行。PC没有地址,是不可寻址的(但在物理上是存在的),因此用户无法对它进行读写;但可以通过转移、调用返回等指令改变其内容,以实现程序的转移。

#### (b) 累加器A

累加器A为8位寄存器,是最常用的专用寄存器,功能较多。它既可用于存放操作数,也可用来存放中间结果。89S52单片机中大部分单操作数指令的操作数就取自累加器,许多双操作数指令中的一个操作数也取自累加器。加、减、乘、除运算指令的运算结果都存放在累加器A或AB寄存器对中。

#### (c) B寄存器

寄存器B是一个8 位寄存器,主要用于乘除运算。乘法运算时,B是乘数。乘法操作

后，乘积的高8位存于B中。除法运算时，B存放除数。除法操作后，余数存于B中。此外，B寄存器也可作为一般数据寄存器使用。

(d) 程序状态字PSW (PROGRAM STATUS WORD)

程序状态字PSW是一个8位寄存器，用于存放程序运行的状态信息。其中，有些位的状态是程序执行的结果，是由硬件自动置位的；而有些位的状态则采用软件的方法来设定。PSW的位状态可以用专门指令进行测试，也可以用指令读出。

一些条件转移指令会根据PSW有关位的状态进行程序转移。PSW的各位含义如表3-1所示。其中PSW.1为保留位，未用。

表3-1 程序状态字PSW

位序	PSW7	PSW6	PSW5	PSW4	PSW3	PSW2	PSW1	PSW0
位含义	CY	AC	F0	RS1	RS0	OV	/	P

表3-1中：

AC (PSW.6)：辅助进位位；

当进行加法或减法操作而产生由低4位向高4位的进位或借位时，由硬件将AC置1；否则就被清除。AC还用于十进制调整，同DA A指令结合起来使用。

F0 (PSW.5)：用户标志位；

它是用户定义的一个状态标记，可以用软件来使它置位或清除，也可用软件测试F0以控制程序的流向。

RS1、RS0 (PSW.4, PSW.3)：当前寄存器区选择位；

用软件来置位或清除，以选择和确定当前工作寄存器区。

RS1、RS0与寄存器区的关系如表3-2所示。

表3-2 RS1、RS0与寄存器区的关系

RS1	RS0	当前区号 (组)	R0~R7 地址
0	0	0	00H~07H
0	1	1	08H~0FH
1	0	2	10H~17H
1	1	3	18H~1FH

OV (PSW.2)：溢出标志位；

1) 在带符号数运算中，OV=1，表示加减运算结果超出了累加器A所能表示的符号数的有效范围（-128~+127），即产生了溢出，因此运算结果是错误的；否则OV=0，运算结果正确，无溢出。溢出标志OV在硬件上是通过一个异或门来实现的，

即： $OV = C6 \oplus C7$  其中，C6为D6位向D7位的进位或借位，C7为D7向C的进位或借位。

2) 在乘法运行中,  $OV=1$ , 表示乘积超过255, 即乘积分别放在B 与A 中; 否则 $OV=0$ , 表示乘积只放在 A 中。

3) 在除法运行中,  $OV=1$ , 表示除数为0, 除法不能进行; 否则,  $OV=0$ , 除数不为0, 除法可正常进行。

P (PSW.0) : 奇偶标志位;

该位每个指令周期都由硬件来置位或清零, 以表示累加器 A 中1 的个数的奇偶性。 $P=1$ , 则累加器 A 中1的个数为奇数; 若 $P=0$ , 则累加器 A 中1 的个数为偶数。

(e) 堆栈指针 SP

栈指针SP 是一个8 位专用寄存器。它指示出堆栈顶部在内部数据存储器中的位置。系统复位后, SP 初始化为07H, 使得堆栈向上由08H 单元开始。考虑到08H~1FH 单元属于工作寄存器区, 若程序设计中要用到这些区, 最好把SP 的值置为1FH 或更大一些, 一般将堆栈开辟在30H~7FH 区域中。SP 的值越小, 堆栈深度就越深, 但最大为128字节。

(f) 数据指针 DPTR

数据指针DPTR 是唯一一个16 位的可寻址的专用寄存器; 由两个8 位寄存器DPH 和DPL 拼装而成, 其中DPH为DPTR 的高8 位, DPL 为DPTR的低8位。它既可作为一个16位寄存器来使用, 也可作为2个独立的8 位寄存器 (DPH 和DPL) 来使用。DPTR通常用来存放16 位地址。既可访问外部RAM, 也可访问ROM。

(g) 端口P0~P3:

专用寄存器P0、P1、P2 和P3 分别是I/O 口P0~P3 的锁存器。在89C51 中, I/O 和RAM 统一编址, 既可以字节寻址, 也可以位寻址, 使用起来较方便。

(h) 串行数据缓冲器SBUF:

串行数据缓冲器SBUF 用于存放欲发送或接收的数据, 它实际上由两个独立的寄存器组成, 一个是发送缓冲器, 另一个是接收缓冲器。当要发送的数据传送到SBUF 时, 进入的是发送缓冲器, 当要从SBUF 取数据时, 则取自接收缓冲器, 取走的是刚接收到的数据。

(i) 定时器/计数器:

89S52 单片机有两个16 位定时器/计数器T0 和T1, 它们分别由两个独立的8 位寄存器组成, 共有4个独立的寄存器: TH0, TL0, TH1, TL1, 可对这4个寄存器寻址, 但不能把T0 和T1 当成16 位寄存器来访问。

(j) 其它控制寄存器:

IP、IE、TMOD、TCON、SCON 和PCON 寄存器分别包含有中断系统、定时器/计数器、串行口和供电方式的控制和状态位, 这些寄存器将在以后内容中介绍。

(3) 外部数据存储器

当用户需处理的数据量较大而89S52 的内部RAM 不够用时, 单片机需要在芯片外部

连接数据存储器（RAM）和I/O 接口。

单片机可访问的外部RAM 的地址空间为0~64KB，最多可由16 位地址线寻址；外部RAM 与外部I/O 口统一编址，即CPU 对RAM 和I/O 口不加区分；对外部数据存储器只能采用间接寻址方式进行访问，访问外部RAM 的专用指令为MOVX。R0、R1 和DPTR 都可作为间接寻址寄存器使用，前者寻址范围仅为256B，后者为64KB。需要指出的是，尽管89S52 单片机的存储器有内部ROM、外部ROM、内部RAM 和外部RAM，存储器空间也是重叠的，但在实际应用中不会发生混乱。对内ROM 和外ROM，单片机是通过EA 引脚来控制的，内外统一，不会出错；对内外RAM 而言，通过指令MOV 和MOVX 加以区分。因此，用户在使用时可尽管放心，只要你使用正确的指令，就能指挥单片机为你正常地工作了。

### 3.3 浓度参考值的键盘设定程序设计

因为不同环境中粉尘浓度不同，粉尘流动量也不一样，人在不同环境中工作所承受的最大粉尘量也不一样，所以在更换环境时要设置不同的粉尘浓度参考值（该环境中能接受粉尘浓度最大值），当浓度超过所设定值时，粉尘检测仪报警，我们根据报警就可以采取相应措施或使人员撤离工作现场或动力降低粉尘浓度。本模块利用独立按键方式通过三个独立按键累加输入参考值，通过单片机比较采集的数据与参考值来控制蜂鸣器是否报警。同时可以通过独立按键来进行参考值和当前浓度值的显示切换。

#### 3.3.1 键盘扫描的设计

在单片机应用系统中，扫描键盘只是CPU 的工作任务之一。在实际应用中要想做到既能及时响应键操作，又不过多的占用CPU 的工作时间，就要根据应用系统中的CPU 的忙闲情况，选择好键盘的工作方式，本次设计主要是设计的小型系统CPU 工作比较空闲，所以用编程扫描方式。

##### (1) 键盘扫描程序的功能

(a) 判别键盘上是否有键按下。其方法为扫描键盘接入口，若全为“1”，则键盘无键按下，若不全为“1”，则有键按下。

(b) 去除键的抖动影响。其方法为判断到有键按下后，软件延时一段时间（一般为十ms 左右）后，再判断键盘状态，如果仍为按下状态，则认为有一个确定的键按下，否则按键抖动处理。当键盘释放时，判断到有键释放也软件延时一段时间，如果仍为键释放状态，则认为键确实释放了。

(c) 求按键位置，对各键进行逐个扫描，最后却定按下的键号。

(2) 键盘扫描程序流程图如下图3-1所示。

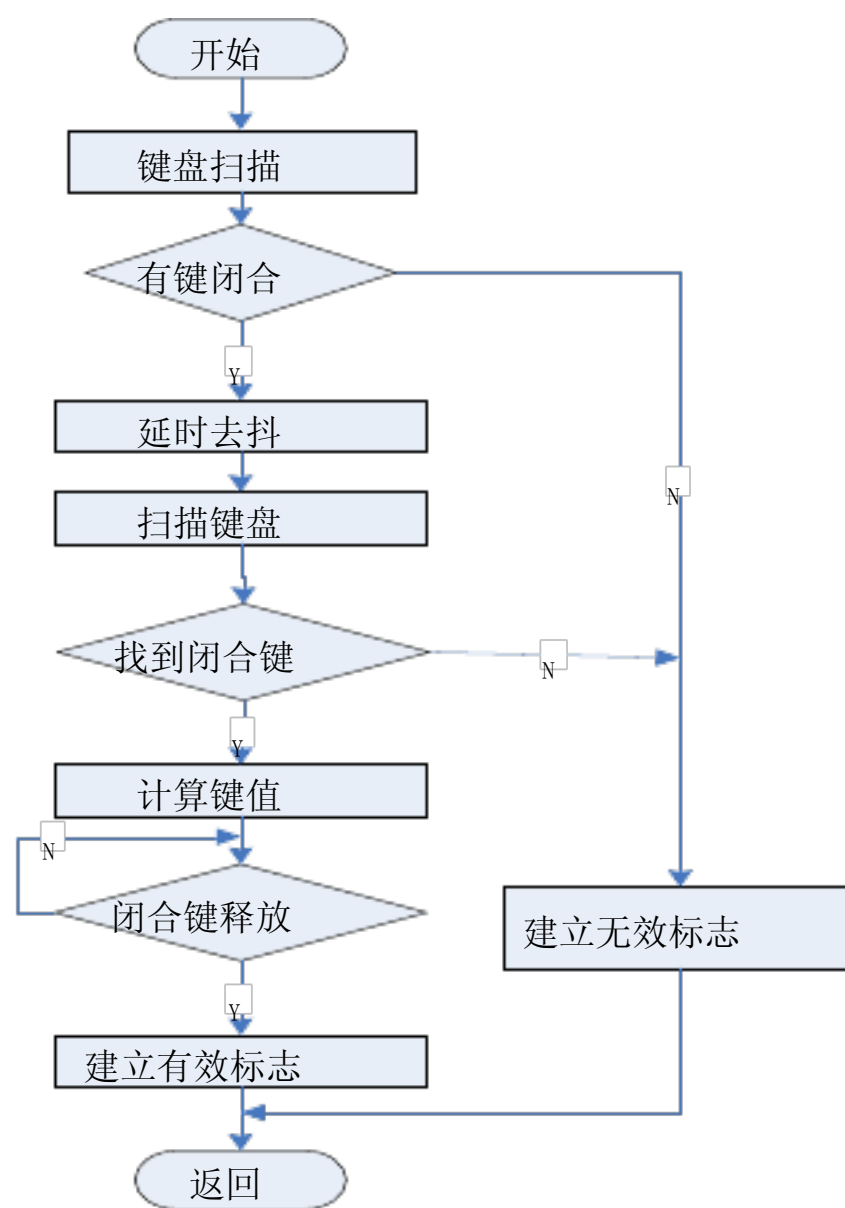


图3-1 键盘扫描流程图

### 3.3.2 浓度参考值设定的设计

因为 A/D 转换器是将模拟的 0~5V 电压转换成 8 个二进制位通过 I/O 口输入单片机内，八个二进制转换成十进制的范围为 0~255，所以只需设置三个独立按键分别独立输入参考值的百位，十位，个位。键盘按下一次相应位上数据增加 1，当三个位上的数据通过键盘设定完毕后通过 I/O 口输入单片机内部，通过单片机的处理累加转换为三位十进制的浓度参考值，然后通过按键转换可以在数码管上显示参考值。注：百位，十位，个位的独立输入按键分别接单片机的 P2<sup>5</sup>、P2<sup>6</sup>、P2<sup>7</sup>，且分别由 key1、key2、key3 表示。

### 3.3.3 键盘设定浓度参考值的程序

本系统软件设计采用 C 语言编程，主要代码如下所示。

```

#include<reg52.h>
#define uchar unsigned char
#define uint unsigned int
uchar xieyi=0xff;//先给 P2 口写 1
sbit key1=P25;

```

```
sbit key2=P2^6;
sbit key3=P2^7;
//*****
//自己设定短时间延时
//*****
void delay(uint a)
{
    while (a--);
}
//*****
//键盘扫描
//*****
key_scan1(uchar key, num)
{
    while(1)
    {
        if(key==0)
        {
            delay_50us(200);
            if(key==0)
            {
                num++;
                if(num==10)
                num=0;
                while(!key);
            }
            delay_50us(200);
            while(!key);
        }
        else
        return num;
    }
}
void main()
{
```

```
uchar num1, num2, num3, num;
//设定比较值//
while(1)
{
    key_scan1(key1, num1);
    key_scan1(key2, num2);
    key_scan1(key3, num3);
    num=num1*100+num2*10+num3;
}
}
```

该部分代码完成的主要功能为：软件设置扫描三个独立按键看是否有键按下，若有键按下，延时一段时间(去抖)，扫描键盘仍然有键按下，确定按下的键，并给按下键寄存器做加一操作，然后释放按下的键。当三个独立按键全部设置完毕后，将三个独立按键所对应的寄存器里面的数据做十进制的累加处理得num，从而确定了浓度参考值。

### 3.4 信号采集部分的程序设计

因为粉尘浓度是连续变化的模拟信号，通过粉尘采集器可以将环境中的粉尘浓度转换为模拟电信号，然后通过信号放大器将转换来的电信号放大成0~5V的电压信号，本模块是将得到的0~5V的电压信号输入到模数转换器ADC0809中，然后ADC0809将0~5V电压信号转换成八位的二进制数字信号经过P0口输入到单片机中。

#### 3.4.1 A/D 转换器的选择

ADC0809是带有8位A/D转换器、8路多路开关以及微处理机兼容的控制逻辑的CMOS组件。它是逐次逼近式A/D转换器，可以和单片机直接接口。

(1) 内部结构：ADC0809由一个8路模拟开关、一个地址锁存与译码器、一个A/D转换器和一个三态输出锁存器组成。多路开关可选通8个模拟通道，允许8路模拟量分时输入，共用A/D转换器进行转换。三态输出锁器用于锁存A/D转换完的数字量，当OE端为高电平时，才可以从三态输出锁存器取走转换完的数据。

(2) 引脚功能：

D7-D0：8位数字量输出引脚。

IN0-IN7：8位模拟量输入引脚。

VCC：+5V工作电压。

GND：地。

REF (+)：参考电压正端。

REF (-)：参考电压负端。

START: A/D转换启动信号输入端。

ALE: 地址锁存允许信号输入端。

（以上两种信号用于启动A/D转换）。

EOC: 转换结束信号输出引脚，开始转换时为低电平，当转换结束时为高电平。

OE: 输出允许控制端，用以打开三态数据输出锁存器。

CLK: 时钟信号输入端（一般为500KHz）。

A、B、C: 地址输入线。

(3) 对模拟量要求: 信号单极性，电压范围是0—5V，若信号太小，必须进行放大；输入的模拟量在转换过程中应该保持不变，如若模拟量变化太快，则需在输入前增加采样保持电路。

(4) 引线功能: 地址输入和控制线:4条 ALE为地址锁存允许输入线，高电平有效。当ALE线为高电平时，地址锁存与译码器将A, B, C三条地址线的地址信号进行锁存，经译码后被选中的通道的模拟量进转换器进行转换。A, B和C为地址输入线，用于选通IN0—IN7上的一路模拟量输入。模拟通道选择如表3-3所示。

表3-3 模拟信号输入信道选择

C	B	A	选择的通道
0	0	0	IN0
0	0	1	IN1
0	1	0	IN2
0	1	1	IN3
1	0	0	IN4
1	0	1	IN5
1	1	0	IN6
1	1	1	IN7

数字量输出及控制线:11条 ST为转换启动信号。当ST上跳沿时，所有内部寄存器清零；下跳沿时，开始进行A/D转换；在转换期间，ST应保持低电平。EOC为转换结束信号。当EOC为高电平时，表明转换结束；否则，表明正在进行A/D转换。OE为输出允许信号，用于控制三条输出锁存器向单片机输出转换得到的数据。OE=1，输出转换得到的数据；OE=0，输出数据线呈高阻状态。D7—D0为数字量输出线。

CLK为时钟输入信号线。因ADC0809的内部没有时钟电路，所需时钟信号必须由外界提供，通常使用频率为500KHZ，VREF（+），VREF（-）为参考电压输入。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/537140024136010005>