

摘 要

本文就基于单片机系统的多路数据采集控制器的设计进行阐述，数据采集系统是模拟域和数字域之间必不可少的纽带。本文详细论述了数据采集系统的工作原理，及各种元器件和设计方案的选择。通过对数据采集的工作原理的分析和方案的比对，选择合理的方案，来达到各个功能模块的实现。

设计了一种采用 51 单片机为核心来实现多路数据采集控制器的方案。该方案将 8 路被测电压通过 ADC0809 模数转换来实现对采集到的数据进行模拟量到数字量的转换，然后由单片机对数据进行处理，最后对处理完的数据进行多种形式的显示。一种是把数据直接在数码管上显示，另一种是把数据通过 DAC0832 进行转换后通过示波器进行显示，以及通过 8 盏 LED 小灯来显示控制功能。

最后，本文描述了在多通道数据采集控制器硬件实现后，整体性能的调试过程，并希望对本方案能有更好的改进。

由于时间的限制及其本人的水平有限，设计中难免出现不妥或错误，恳请各位老师给予批评指教。

关键字：数据采集； D/A 转换； A/D 转换； AT89C51 ； LED

Abstract

In this paper, based on the single chip microcomputer system for multi-channel data acquisition controller design, a data acquisition system is the analog domain and digital domain between essential link. This paper discusses in detail the working principle of data acquisition system and a variety of components and the selection of design scheme. Based on the data acquisition principle of work analysis and scheme comparison, reasonable selection of scheme, achieve the realization of various functional modules.

Design of a 51 single chip microcomputer as the core to achieve multi-channel data acquisition controller scheme. The program will be the voltage to be measured through the ADC0809 conversion to achieve the data was collected and analog to digital conversion, the single-chip microcomputer for data processing, the processed data to carry out various forms of display, at the end of the processed data to carry out various forms of display, the data directly in the digital tube display another is to use the data through DAC0832 converted through the oscilloscope display by 8 LED lights to display control function.

Finally, this paper describes the multi channel data acquisition controller hardware implementation, the overall performance of the debugging process, and they hope to this scheme can have better improvement.

Due to time constraints and its own level is limited, in the design is the emergence of inappropriate or wrong, please teacher to give the criticism.

Keyword : data acquisition; A/D convert; MCS-AT89C51; D/A convert; LED

目 录

摘 要.....	1.....
ABSTRACT	2.....
第一章 绪论.....	1.....
1.1选题意义和论文任务.....	1.....
1.2国内外研究现状及发展趋势.....	1.....
1.3论文结构.....	2.....
第二章 硬件电路设计.....	3.....
2.1 数据采集控制器硬件整体分析及数据采集控制器的方案	3.....
2.2系统主要芯片及元器件选型.....	3.....
2.2.1单片机控制模块.....	4.....
2.2.2 A/D转换器.....	4.....
2.2.3 D/A转换器.....	5.....
2.2.4按键.....	5.....
2.2.5显示模块.....	6.....
2.2.6蜂鸣器.....	6.....
2.3硬件电路设计.....	6.....
2.3.1 A/D转换设计.....	6.....
2.3.2单片机设计.....	7.....
2.3.3 D/A转换设计.....	9.....
2.3.4键盘接口设计.....	9.....
2.3.5显示模块设计.....	10.....
2.4软件设计方案.....	11.....
2.4.1 AD转换部分	12.....
第三章 硬件电路的调试与实验数据.....	13.....
3.1模拟部分.....	13.....
3.2数字部分.....	13.....
3.3运行结果.....	15.....

3.3. 数码管显示.....	15.....
3.3.2示波器的显示.....	15.....
第四章 总结与展望.....	19.....
4.1 数据采集控制器硬件设计过程中的注意点	19.....
4.1.1接地.....	19.....
4.1.2模拟信号与数字信号.....	19.....
4.2 总结.....	19.....
4.3 展望.....	20.....
参考文献.....	21.....
致 谢.....	22.....
附录 1 电路原理图.....	23.....
附录 2 实物图.....	24.....
附录 3 电路调试程序.....	25.....

第一章 绪论

1.1 选题意义和论文任务

数据采集系统是计算机与外部世界联系的桥梁，是获取信息的重要途径。数据采集技术是信息科学的重要组成部分，已广泛应用于国民经济和国防建设的各个领域，并且随着科学技术的发展，尤其是计算机技术的发展与普及，数据采集技术将有广阔的发展前景^[1]。

前端数据采集能够及时获取被控对象和生产过程的有效信息，在某些实时性要求高的场合尤为重要。工业生产过程中，为了清晰地反映出生产过程的详细信息，往往需要获得多个参量的动态数据，这就有必要对被控对象和生产过程进行多路数据采集。

由于外界输入的信号都是模拟信号，而计算机只能处理数字信号。所以外界信号需要经过数据采集器，才能被计算机处理。而且，由于外界的信号往往不止一路，所以多路数据采集器的设计就显得十分的必要。

1.2 国内外研究现状及发展趋势

近年来，数据采集及应用受到了人们越来越多广泛的关注，数据采集系统也有了迅速的发展，它可以广泛应用于各种领域。

20世纪90年代至今，在国际上技术先进的国家，数据采集系统已成功的运用到军事、航空电子设备及宇航技术、工业等领域。由于集成电路制造技术的不断提高，出现了高性能、高可靠的单片机数据采集系统(DAS)。数据采集技术已经成为一种专门的技术，在工业领域得到了广泛的应用。该阶段的数据采集系统采用模块式结构，根据不同的应用要求，通过简单的增加和更改模块，并结合系统编程，就可扩展或修改系统，迅速组成一个新的系统^[2]。

目前国外数据采集技术已经有很大的发展，从近年来国外公司展示的新产品中可以看出，主要的发展可以概括为体积小、功能多样和使用方便等三方面。例如可以利用传感器或过程传感器或电量传感器等输入多种物理量，如振动加速度、位移、相位、转速、温度、压力、流量、电压、电流和功率等，形成多参数监测系统。

在国内一些仪器厂已研制出了多种数据采集器，其中单通道的有 SP201、SC247 型，双通道的有 EG3300、YE5938 型，超小型的有 911、902 和 921 型。但目前国内数据采集器与国外数据采集器相比，在技术上仍然存在着一定的差距，例如：分析频率范围不宽，数据采集器内存不大，现场精密诊断功能较弱等。

1.3 论文结构

第一章详细论述了近些年来，数据采集器领域的动态及整个数据采集行业的发展状况，同时分析了所面临的问题与解决方案，从而提出了本论文的研究任务。

第二章从研究任务着手，选择符合设计要求的常用芯片及其它元器件，详细论述了各接口电路的设计与连接，以模块化的形式进行论述，整个数据采集控制器硬件的设计从小到大，从局部到整体，循序渐进，最终实现一个功能齐全的数据采集控制器。

第三章根据系统设计要求，着手对数据采集控制器进行软件编程，将各功能模块有机结合，实现各个功能。

第四章按照设计思路，在调试过程中，同样以组件化方式进行调试，从模拟到数字，检查并改正电路中的错误，将调试过程作重点的记录。

第五章对全文的总结，对本系统硬件制作过程中需要注意的方面，及整个硬件制作中所吸取的经验教训进行论述，同时，也对整个研究应用进行展望。

第二章 硬件电路设计

在硬件的设计前期，根据框图对系统中可能出现的电路，进行了模拟实验，并根据实验结果对后期的硬件设计进行了合理化的修改完善。把多路数据采集系统硬件设计部分采用模块化的设计思想，将整个系统分成几大模块：单片机控制模块、模拟量采集接口模块、开关量采集接口模块、LCD 显示模块和电源模块。通过模块化的方法先焊接和调试各个单元模块，最后进行组装和测试，从而使复杂的问题简单化，提高了系统设计的效率。

2.1 数据采集控制器硬件整体分析及数据采集控制器的方案

在实际生产生活中的得到的电压是模拟量，但单片机需要的是数字量，所以我们需要用 A/D 转换器将模拟量转换成数字量，然后送到单片机进行处理。单片机接口还会接入键盘，根据不同的场合实现不同的功能。单片机处理完数据后，一般会用 LED 管进行显示；有时也会使用 D/A 转换器把输出信号转换成模拟量送入示波器以完成其他的用途。在数据采集系统中有时会添加报警系统，例如在采集压力时，若所采集压力值大于设定的值时，系统会启动报警功能。

本文的数据采集控制器硬件系统的实现原理如下：

1. 由 ADC0809 将 0-5V 模拟信号转换为 00H-FFH 的数字信号并传送给 51 单片机。
2. 由 51 单片机进行数据存储及数据处理。
3. 在数码管上进行显示。
4. 对单片机的数据通过 DAC0832 进行数模转换最后在示波器上进行显示。
5. 用 8 盏 LED 灯来实现顺序控制。

2.2 系统主要芯片及元器件选型

在确定了数据采集控制器的实现原理及流程后，需要根据设计要求选择合适的器件，这是硬件电路设计的重中之重。元器件选择除了符合设计要求的参数指标外，还要考虑性能、成本等其它方面的因素。

2.2.1 单片机控制模块

嵌入式系统中的微控制器中主要成员之一是单片机 SCM(Single Chip Microcomputer) 单片机控制模块是整个系统的核心。通用单片机主要有 8 位、16 位或 32 位^[1]。我采用的是 AT89C51 单片机来做这个系统的微控制器。AT89C51 是一种带 4K 字节 FLASH 存储器 (FPEROM —Flash Programmable and Erasable Read Only Memory) 的低电压、高性能 CMOS 8 位微处理器, 俗称单片机。图 2-1 为 AT89C51 管脚图。

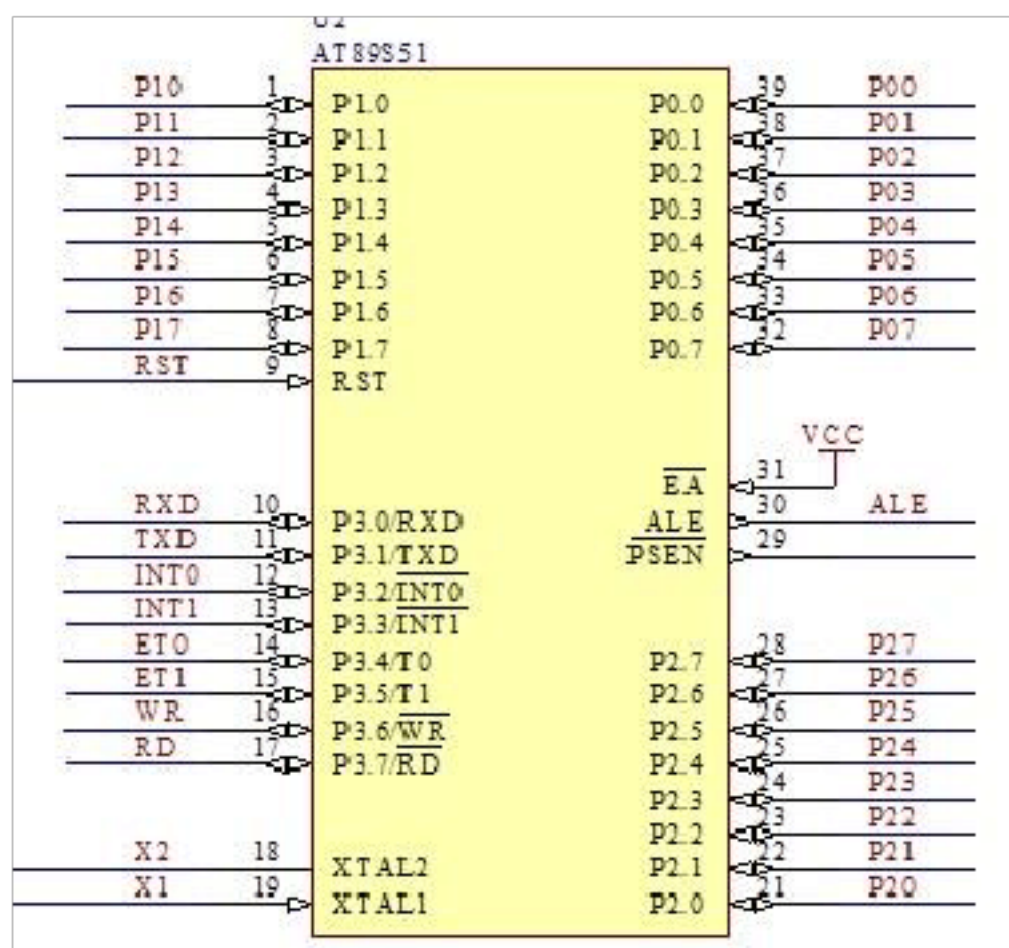


图 2-1 AT89C51 管脚图

其主要特点如下^[2]:

1. 工作电压: 5.5V - 3.3V
2. 用户应用程序空间 4KB
3. 片内 256 字节数据存储器 RAM/SFR
4. 共 2 个 16 位定时器/计数器
5. 具有 5 个中断源、两个中断优先级的中断控制系统
6. 一个全双工 UART (通用异步接收发送器) 的串行口
7. 节电工作法式, 即休闲方式及掉电方式。

2.2.2 A/D转换器

在由微型计算机或单片机组成的生产过程控制系统和数据采集系统中,

可编程模数转换器的功能是把从生产现场各种物理量传感器、变送器传送过来的连续变化的模拟电量转换成离散的数字量，然后再提供给计算机系统进行分析、处理和控制在控制。

A/D 转换芯片按转换原理分类，有逐次逼近型、双积分型、并行型等 [1]。我主要采用了 ADC0809，ADC0809 是八通道的八位逐次逼近式 A/D 转换器。由单一的 5V 电源供电，片内带有锁存功能的 8 选 1 的模拟开关，能够对 0~+5V 的 8 路输入模拟电压进行分时转换的通用型可编程模数转换器。由 C、B、A 的编码来决定所选的模拟通道。转换时间为 100us，转换误差为 1/2LSB。在这个系统里 ADC0809 将采集到的 0-5V 模拟信号转换为 00H-FFH 数字信号，这样就可以传送给 AT89C51 进行处理。

2.2.3 D/A 转换器

D/A 转换器的作用是将数字量转换为相应的模拟量。我主要采用了 DAC0832，DAC0832 芯片是市面上常见的八位 D/A 转换器，价格便宜，也是大家熟悉的常用芯片。它是一个 8 位的 D/A 转换芯片，内部包含一个 T 形电阻网络，输出为差动电流信号。DAC0832 的内部有两级锁存器，根据这两个锁存器使用方法的不同，有三种工作方式，即单缓冲工作方式，双缓冲工作方式，直通工作方式。

DAC0832 在单缓冲方式下可以直接与系统总线相连，亦可以将它看作一个输出端口。每向该端口送一个 8 位数据，其输出端就会有相应的输出电压。可以通过编写程序，利用 D/A 转换器生产各种不同的输出波形，如锯齿波、三角波、方波、正弦波等。

在这个系统里 DAC0832 将 AT89C51 的数字信号 00H-FFH 经过数模转换利用查表等程序，在示波器上输出不同的波形。

2.2.4 按键

按键是人机对话的输入通道，嵌入式产品开发应用过程用到的主要设计方法，①独立式按键；②矩阵式按键；③简易单片机构成编码键盘；④用专用芯片；⑤用 PC 机键盘 [3]。

整个电路里我一共用了 4 按键。第一个按键是以一定的步进值来调节频率。第二个按键是切换波形，分别可以切换正弦波、三角波和方波。第三个键则表示

开启顺序控制，体现在 LED 灯的亮与暗上。第四个按键是复位键。

2.2.5 显示模块

显示主要有三大块，第一块就是数码管，我用八个数码管来显示第 X 路的电压值,例如：01 3.3 就是表示第一路电压值为 3.3V；第二块就是示波器，用示波器来显示波形，频率；第三块就是 8 个 LED 灯，用它来显示顺序控制。

2.2.6 蜂鸣器

用一个驱动电路外接一个蜂鸣器，编写程序用来控制电压的上下限，即当某一路电压值超过上限或低于下限时，会发出报警声。

2.3 硬件电路设计

硬件系统整体设计框图如图 2-2。

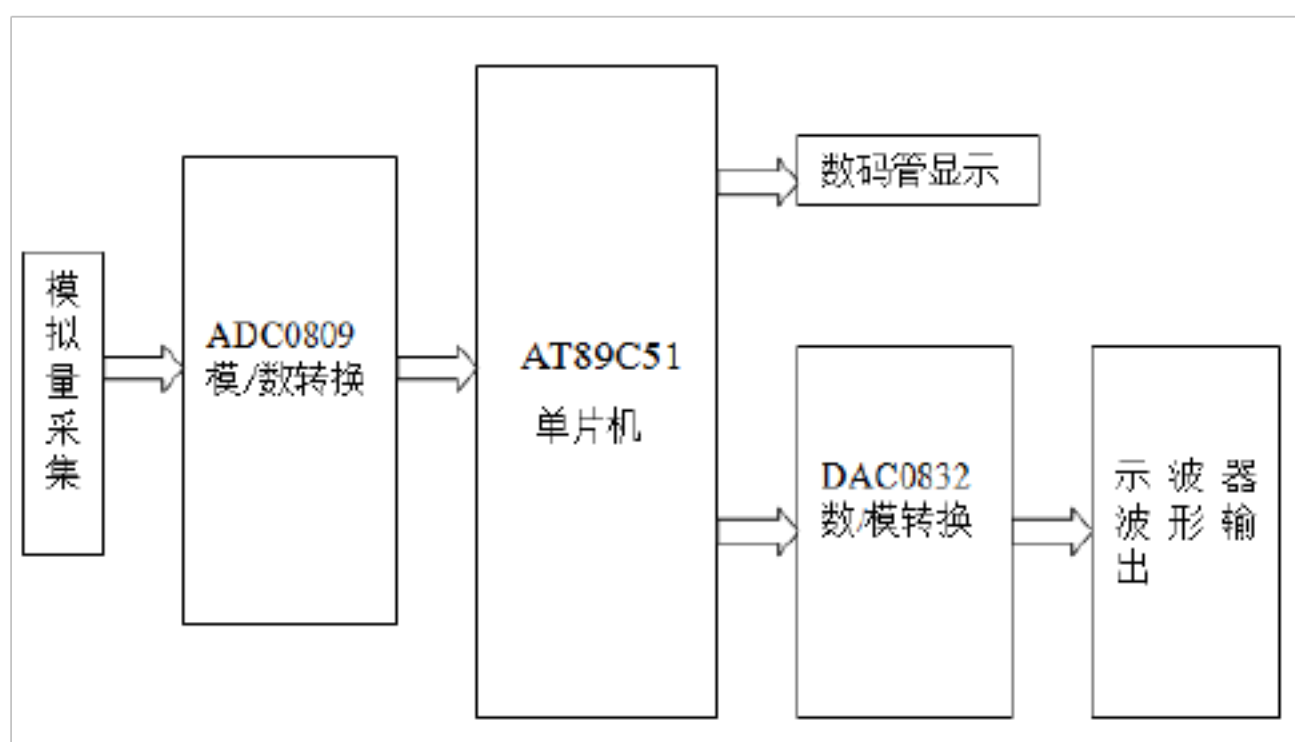


图 2-2 系统框图

2.3.1 A/D 转换设计

ADC0809 具有 8 路模拟输入端口，地址线 A、B、C 用来决定对哪一路模拟输入作 A/D 转换；ALE 为地址锁存控制，当输入为高电平时，对地址信号进行锁存；START 为测试控制，当输入一个 2 μ s 宽高电平脉冲时就开始 A/D 转换；EOC 为 A/D 转换结束标志，当 A/D 转换结束时，EOC 脚输出高电平并送入单片机 RD 非引脚；OE 为 A/D 转换数据输出允许控制，当 OE 脚为高电平时，A/D 转换数据从端口输出；具体如图 2-3 所示。

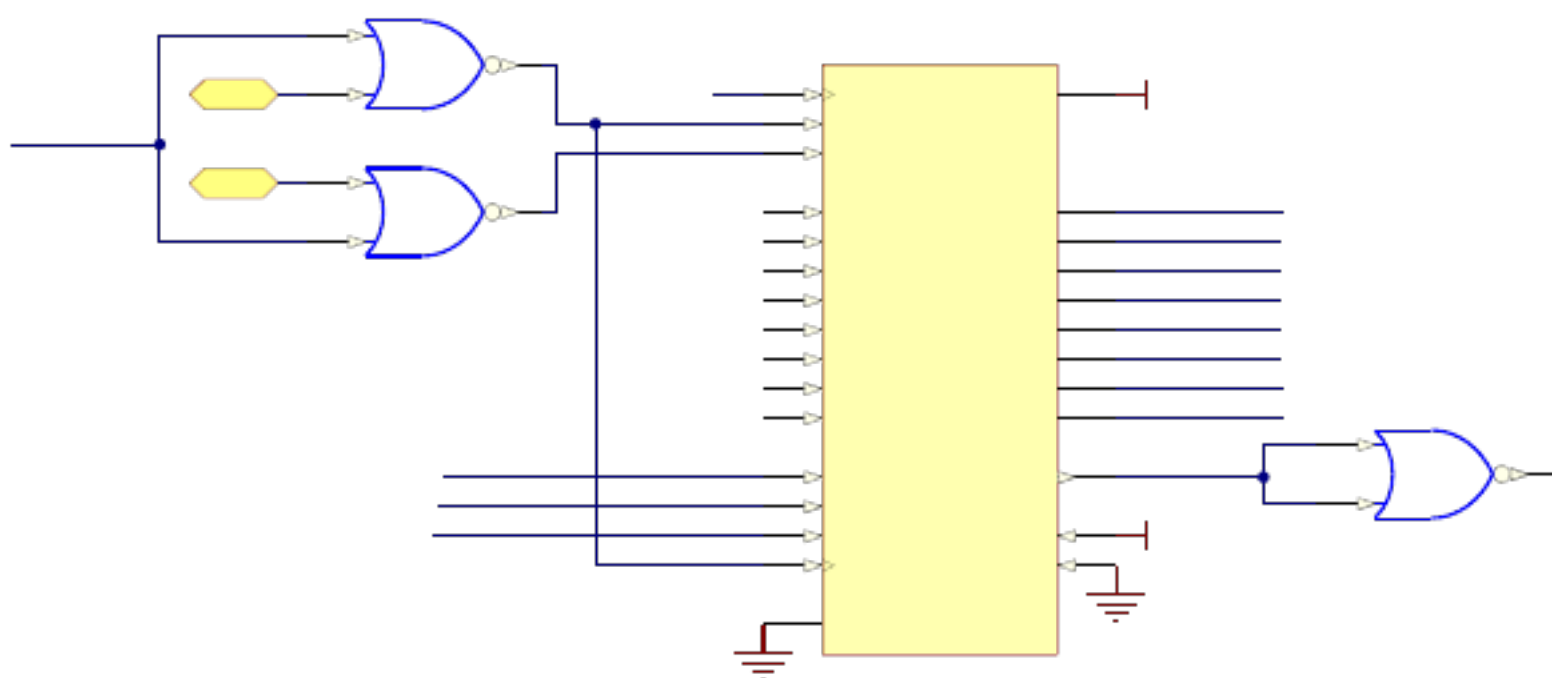


图 2-3 ADC0809 的连接

2.3.2 单片机设计

单片机通过总线，将 P0、P1 口与 D 锁存器的数据口、138 译码器及外部扩展 RAM 连接，并将 P0 口连接到键盘、显示接口芯片 8279 上。单片机时钟电路由 12MHz 晶振提供，连接到 XTAL1。连接电路如图 2-4。

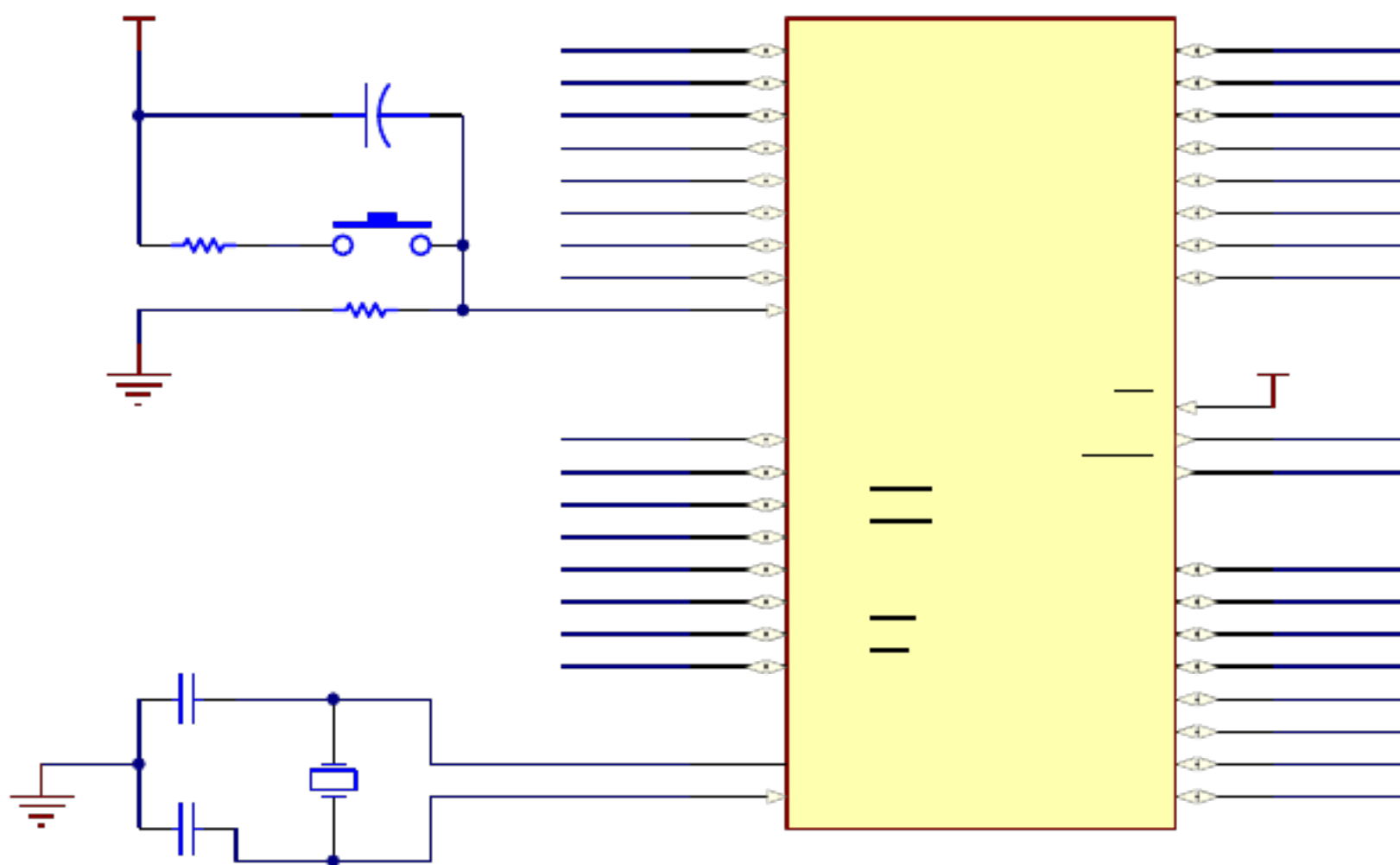


图 2-4 单片机及扩展 RAM

单片机正常工作还需时钟电路、复位电路、串口通讯等辅助电路。

单片机的定时控制功能是用片内的时钟电路和定时电路来完成的，而片内的时钟产生有两种方式：内部时钟方式和外部时钟方式。采用内部时钟方式时，片

内高增益反向放大器通过 XTAL1 外接作为反馈元件的晶体（呈感性）与电容组成的并联谐振回路构成一个自激振荡器向内部时钟电路提供震荡时钟，如图 2-5 所示。振荡器的频率主要取决于晶体的振荡频率，一般晶体可在 1.2-12MHz 之间任选。电容的值有微调作用，通常取 30pF 左右。在正常工作的情况下可以采用更高频率的晶振，51 单片机最小系统晶振的振荡频率直接影响单片机的处理速度，频率越大处理速度越快。

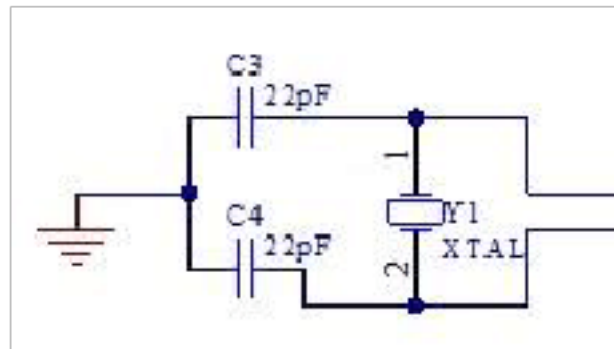


图 2-5 AT89C51 管脚图

为确保单片机系统中电路稳定可靠工作，复位电路是必不可少的一部分。一般单片机电路正常工作需要供电电源为 $5V \pm 5\%$ ，即 4.75~5.25V。由于微机电路是时序数字电路，因此在电源上电时，只有当 VCC 超过 4.75V 低于 5.25V 以及晶体振荡器稳定工作时，复位信号才被撤除，单片机电路开始正常工作。

手动按钮复位需要人为在复位输入端 RST 上加入高电平。一般采用的办法是在 RST 端和正电源 Vcc 之间接一个按钮，如图 2-6 所示。当人为按下按钮时，则 Vcc 的 +5V 电平就会直接加到 RST 端。VCC 上电时，C 充电，在 10K 电阻上出现电压，使得单片机复位；几个毫秒后，C 充满，10K 电阻上电流降为 0，电压也为 0，使得单片机进入工作状态。工作期间，按下按键，C 放电。按键松手，C 又充电，在 10K 电阻上出现电压，使得单片机复位。几个毫秒后，单片机进入工作状态。由于人的动作再快也会使按钮保持接通达数十毫秒，所以，完全能够满足复位的时间要求。

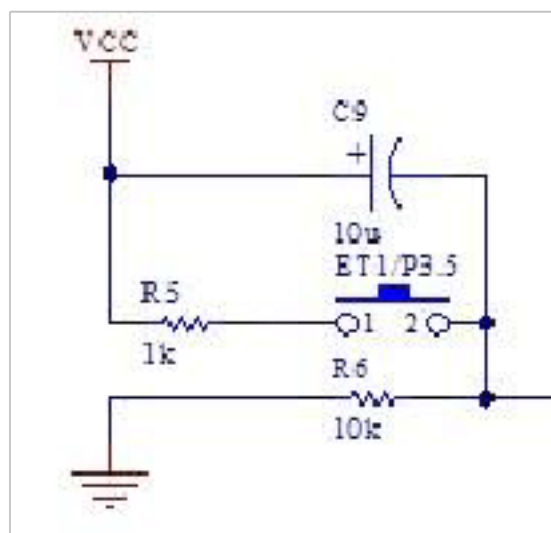


图 2-6 AT89C51 管脚图

2.3.3 D/A转换设计

D/A0832 输出端输出的是电流，所以我在输出端接两个放大器相接，先把电流变为电压，再把电压反相，最后把反相的电压送示波器。具体如图 2-7所示。

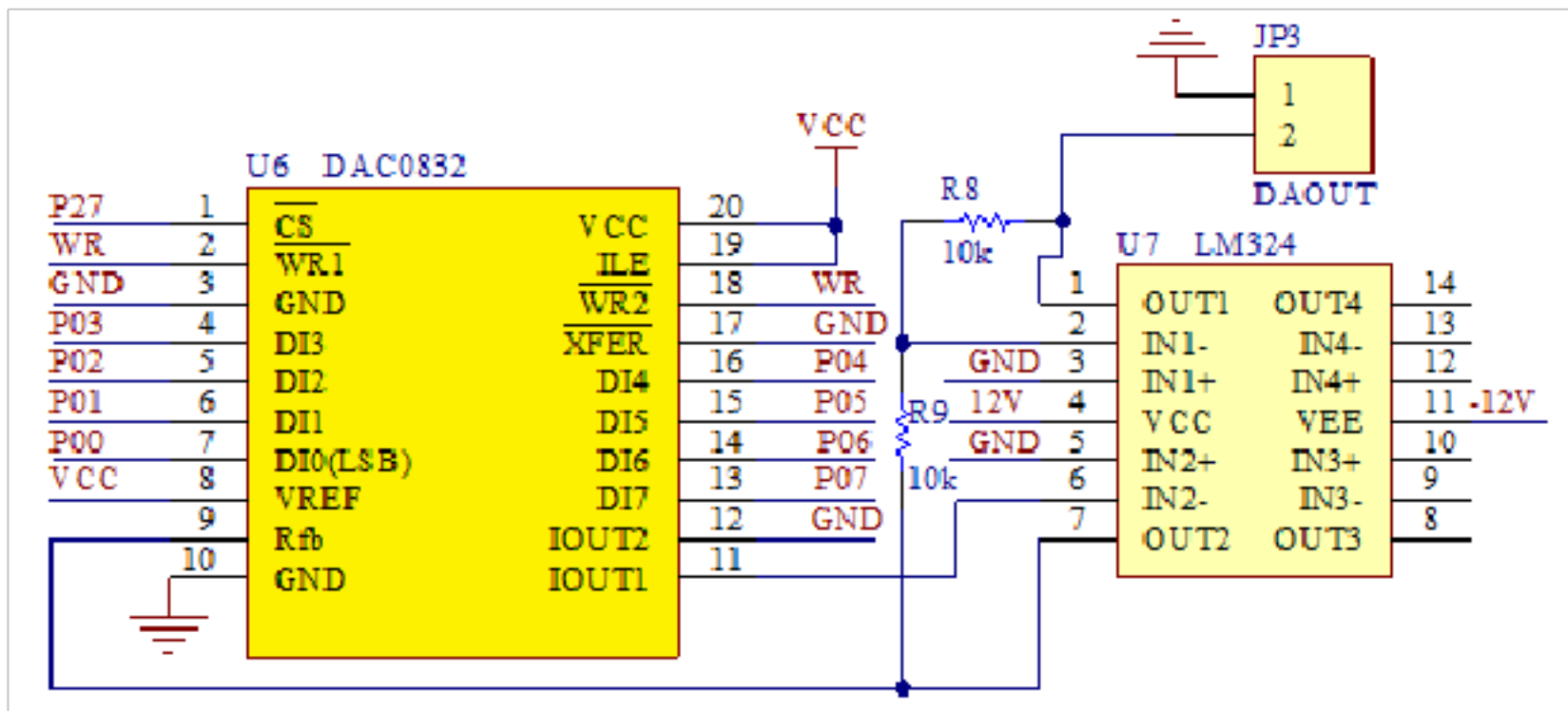


图 2-7 DAC0832 的连接图

2.3.4 键盘接口设计

1. 键盘按键数

键盘是人机对话通道的输入部分核心，因此，键盘接口的设计是至关重要的。在这个设计中，我总共需要三个按键，复位键，步进键，波形选择键。复位键顾名思义是复位用的，步进键就是以 50HZ 为步进值依次递增知道最大 500HZ，当达到最大时又回到最小 50HZ，波形选择键就是选择波形的，可以在正弦波、方波、三角波之间切换。如图 2-8所示。

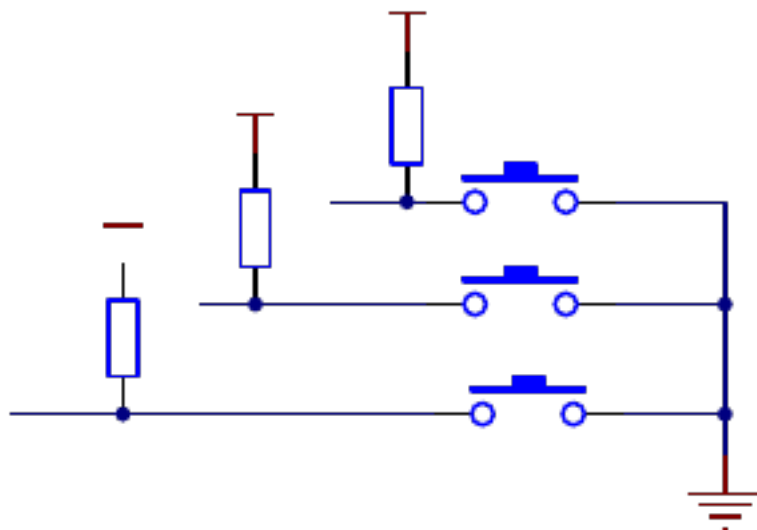


图 2-8 键盘接口

2. 按键连接方式

按键的设计有很多种，我主要运用了最简单的一种，直接接上拉电阻，通过中断的形式进行按键，在中断前通过延时进行去抖。

2.3.5 显示模块设计

显示模块用到了数码管 (LED)，但是由于设计的数码管有八个，如果每个引脚直接接到 C51 上的话，不但引脚不够而且会给焊接带来很大的难度。经过查阅大量得资料，最后采用 MAX7219。

MAX7219 是美国 MAXIM(美信)公司生产的串行输入/输出共阴极显示驱动器。它采用了 3 线串行接口，传送速率达 10M 数据，能驱动 8 位七段数字型 LED 或条形显示器或 64 只独立的 LED。MAX7219 内置 BCD 码译码器、多路扫描电路、段和数字驱动器和存储每一位的 8*8 静态 RAM。能方便的用模拟或数字方法控制段电流的大小，改变显示器的数量；能进入低功耗的关断模式（仅消耗 150uA 电流，数据保留）；能方便地进行级联。可广泛用于条形图显示、七段显示、工业控制、仪器仪表面板等领域。而且其最重要的一点是，每个显示位都能个别寻址和刷新，而不需要重写其他的显示位，这使得软件编程十分简单且灵活。

1. 引脚说明

MAX7219 的引脚排列如图 2-9 所示，各引脚功能叙述如下：

(1) 脚：DIN，串行数据输入。在 CLK 的上升沿到来时，数据被移入到内部的 16 位移位寄存器中。

(2)、(3)、(5) ~ (8)、(10)、(11) 脚：DIG0 —DIG7，输入。8 位数字位选线，从共阴极显示器吸收电流。

(4)、(9) 脚：GND，地。两个引脚必须连接在一起。

(12) 脚：LOAD，数据装载输入端。在 LOAD 上升沿，移位寄存器接受的数据被锁存。

(13) 脚：CLK，时钟输入端，最高时钟频率 10MHz。在 CLK 的上升沿，数据被移入到内部的 16 位移位寄存器中。在 CLK 的下降沿，数据从 DOUT 脚输出。

(14) ~ (15)、(20) ~ (23) 脚：输出。七段驱动器和小数点驱动器。它供给显示器电流。

(18) 脚：ISET，电流调节端。通过一个电阻和 VCC 相连，来调节最大段电流。

(19) 脚：VCC。电源输入端。

(24)脚: DOUT。串行数据输出。输入到 DIN 的数据在 16.5 各时钟周期后, 在 DOUT 端有效。该脚常用于几个 MAX7219 的级联。

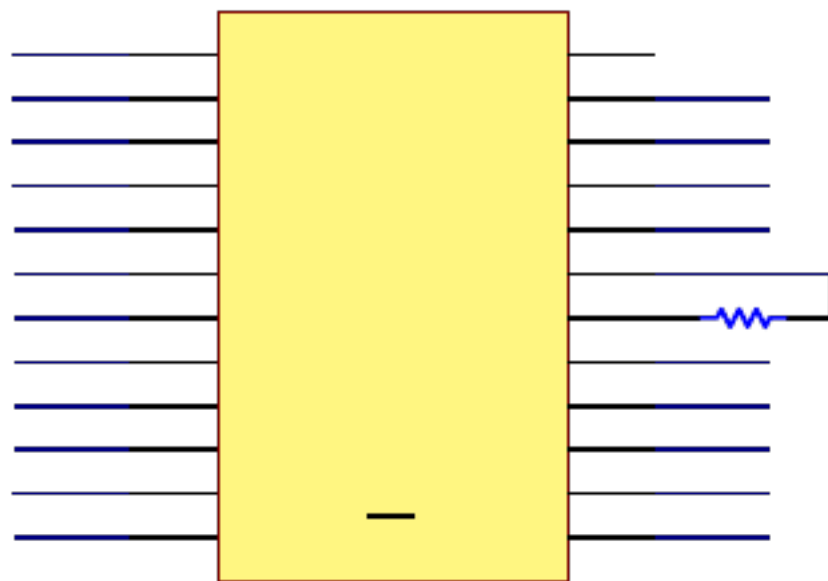


图 2-9 MAX7219

根据 MAX7219 的各个引脚和每个引脚的性能, 与八位数码管的连接如图 2-10所示。正因采用了 MAX7219 这块芯片使得八位数码管的连接就变得很简单, 使得焊接的工作也大大的减少了, 布线也少了, 这样既简便, 又美观。

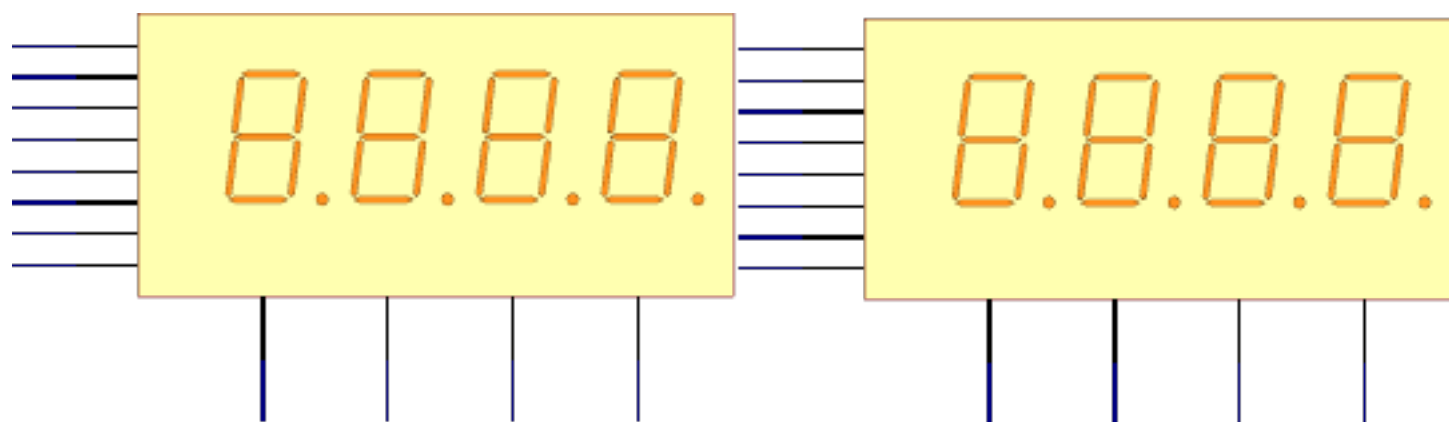


图 2-10 数码管连接

2.4 软件设计方案

程序开始运行后, 首先对 8279 进行初始化, 再初始化 LCD 显示模块, 然后设置中断, 并进行循环检测 (包括执行中断), 最后送达显示, 程序总流程 (如图 2-11) 循环运行。

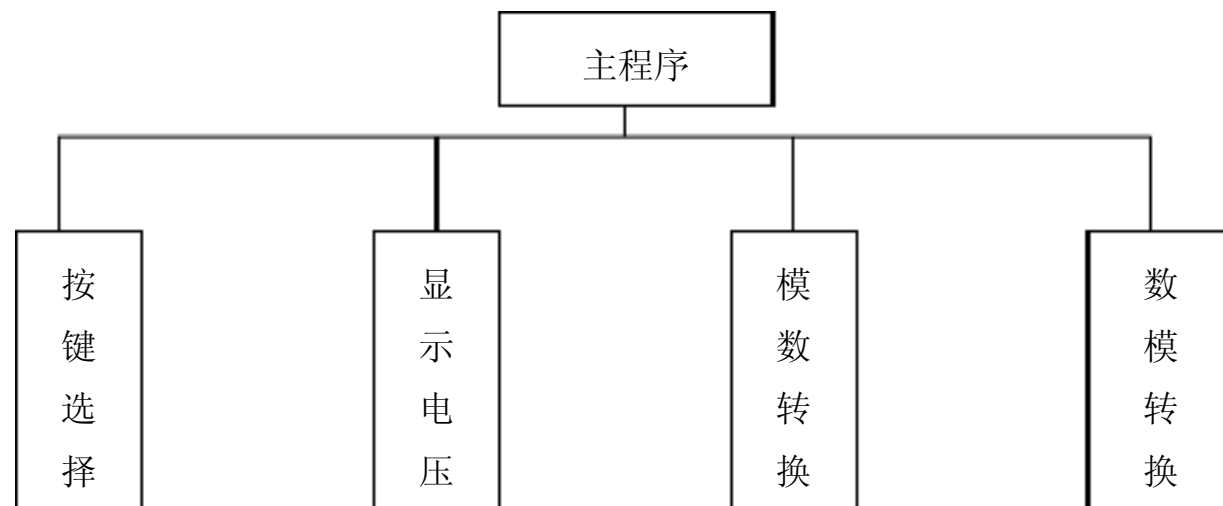


图 2-11 总程序的总框图

主程序和定时中断服务程序通过全局变量进行数据传递。定时中断服务程序向主程序递 AD 转换结果，供主程序计算模拟电压值。LCD 显示程序接收数据，显示模拟电压值和 X 路。

主程序开始后，进行系统初始化，初始化过程包括设置堆栈、定时器 0 初始化、定时器 1 初始化、ADC 初始化、串口初始化和开启中断等。

之后进入循环，在循环中读取用户按键值，根据用户按键值，计算和显示相应的数据。

2.4.1 AD转换部分

本设计的具体软件结构主要包括一个主程序和显示功能程序。主程序采用查询方式，查询单片机的 P3.2 口，若为低电平，则忙，AD 还未转换完毕，继续不断查询，直到状态口显示为闲状态，即高电平为止。查询传送方式的流程图，如图 2-12 所示。

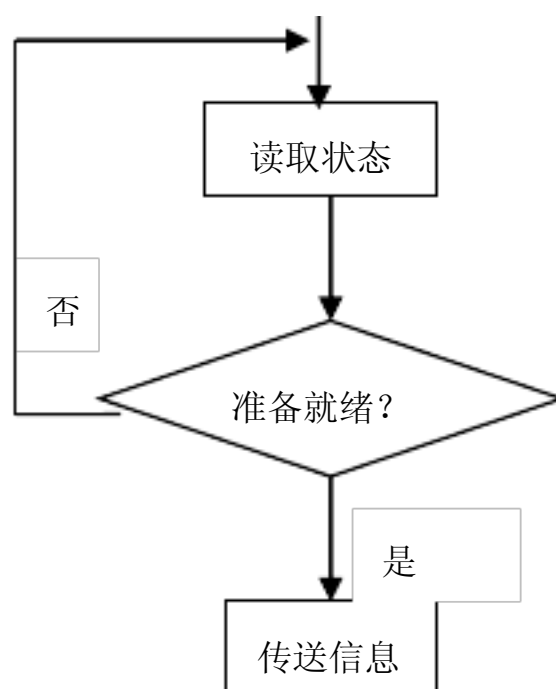


图 2-12 总程序的总框图

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/265344120202012010>