



哈爾濱工業大學 远程教育学院

第15章 MCS-51应用系统的设计



15.1 MCS-51 单片机应用系统的设计步骤



设计一个单片机测控系统，一般可分为四个步骤：

(1) 需求分析，方案论证和总体设计阶段

需求分析：被测控参数的形式（电量、非电量、模拟量、数字量等）、被测控参数的范围、性能指标、系统功能、工作环境、显示、报警、打印要求等。

方案论证：根据要求，设计出符合现场条件的软硬件方案，又要使系统简单、经济、可靠，这是进行方案论证与总体设计一贯坚持的原则。



- (2) 器件选择，电路设计制作，数据处理，软件的编制阶段。
- (3) 系统调试与性能测定。
- (4) 文件编制

15.2 应用系统的硬件设计

(1) 单片机系统的扩展部分设计

包括存储器扩展和I/O接口扩展。存储器的扩展指EPROM、EEPROM和RAM的扩展，I/O接口扩展是指8255、8155以及其它I/O功能器件的扩展。

(2) 各功能模块的设计

如信号测量功能模块、信号控制功能模块、人机对话功能模块、通讯功能模块等，根据系统功能要求配置相应的A/D、D/A、键盘、显示器、打印机等外围设备。

- a. 尽可能采用功能强的芯片。
- b. 单片机可优先考虑选用片内带有闪烁存储器的产品。例如ATMEL公司的89C51/89C52。可使扩展程序存储器的工作省去，从而减少芯片的数目，缩小体积。
- c. EPROM空间和RAM空间。目前EPROM容量越来越大，一般尽量选用容量大的EPROM。
- d. I/O端口，要留有余量。
- e. A/D和D/A通道，要留有余量。

(3) 工艺设计

机箱、面板、配线等

15.3 应用系统的软件设计



- (1) 根据软件功能要求，将系统软件分成若干个相对独立的部分。
- (2) 各功能程序实行**模块化**、**子程序化**。既便于调试、链接，又便于移植、修改、维护。
- (3) 编应用软件前，应绘制出**程序流程图**。这不仅是程序设计的一个重要组成部分，而且是决定成败的关键部分。
- (4) 要**合理分配系统资源**，包括ROM、RAM、定时器/计数器、中断源等。

****其中最关键的是片内RAM分配，对8031来讲，片内RAM指00H~7FH单元，这128个字节的功**能不完全相同，分配时应充分发挥其特长，做到物尽其用。

15.4 MCS-51单片机系统举例

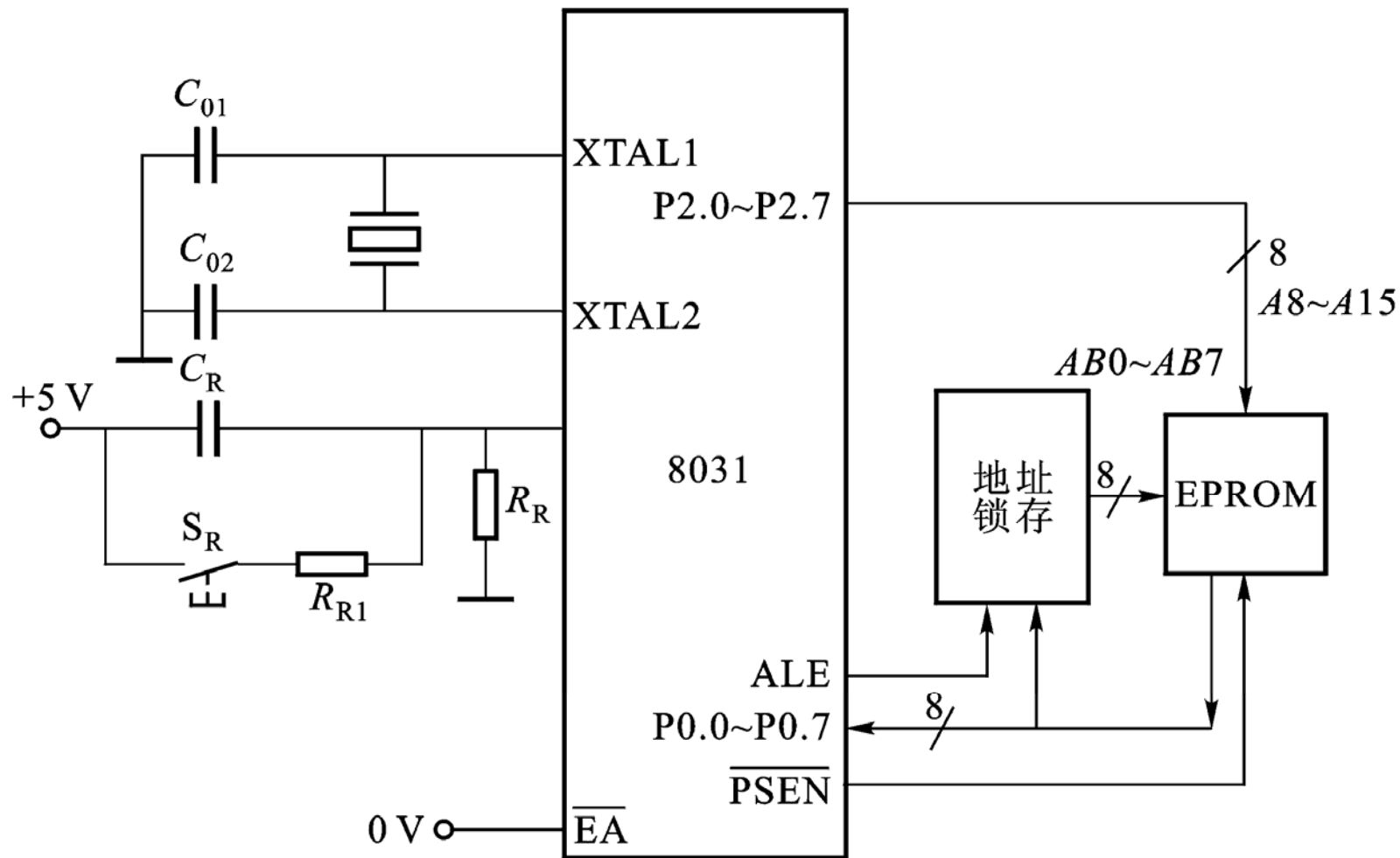
介绍几个单片机应用系统，供设计时参考。

15.4.1 8031的最小系统

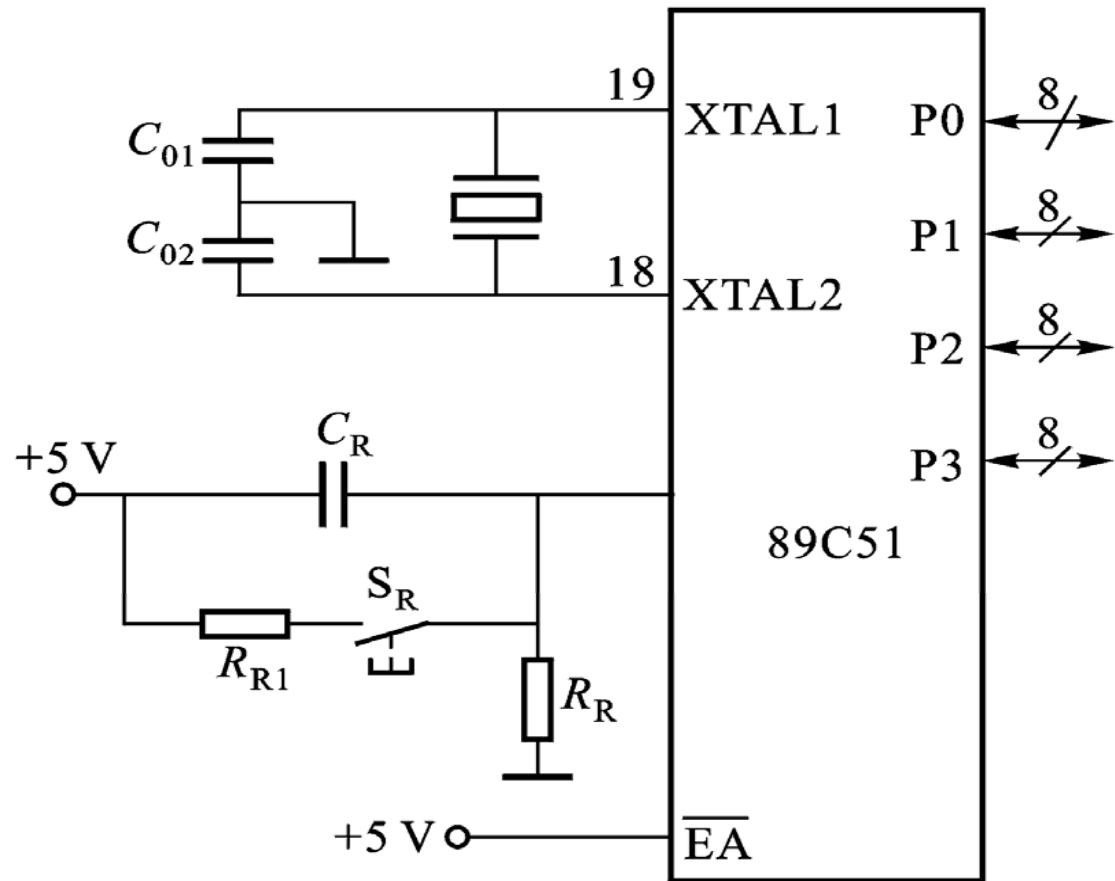
8031无片内程序存储器，因此，其最小应用系统必须在片外扩展EPROM，必须有复位及时钟电路。

下图为8031外扩程序存储器的最小应用系统。
该系统仅完成数字量的输入和输出控制。

8031最小系统



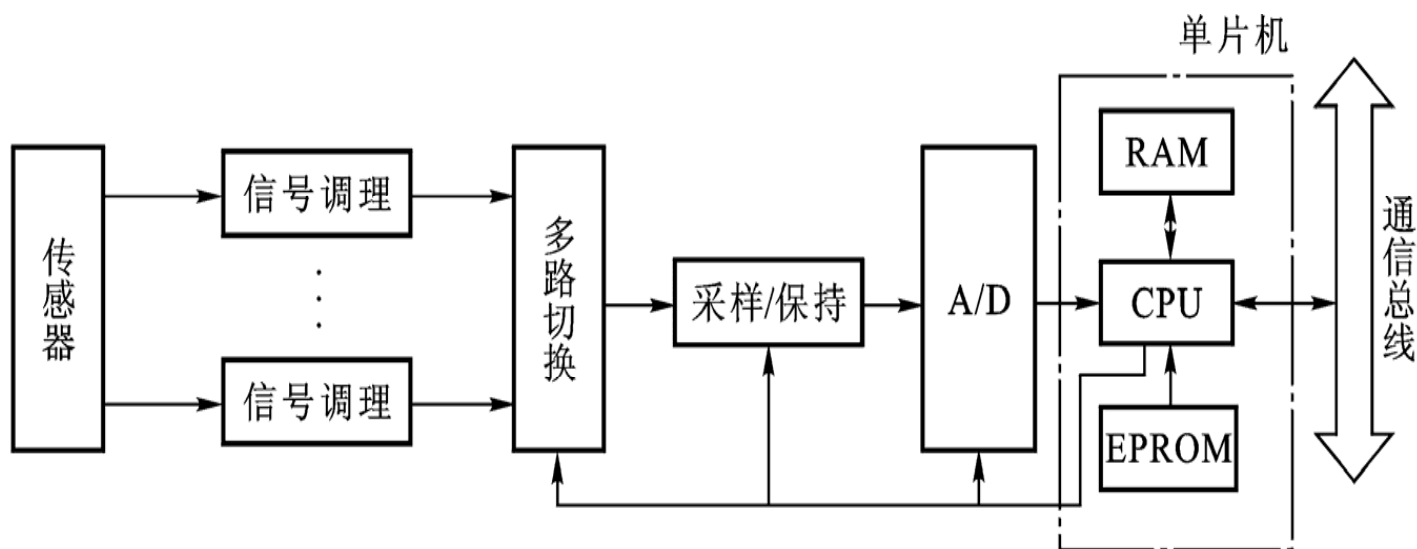
15.4.2 89C51的最小系统



15.4.3 以单片机为核心的数据采集系统

一、数据采集系统的组成

数据采集系统一般由信号调理电路、多路切换电路、采样保持电路、A/D、CPU、RAM、EPROM组成。





1. 信号调理电路

传感器与A/D之间的桥梁，是测控系统中重要组成部分。

主要功能：

(1) 目前标准化工业仪表通常采用 $0\sim 10\text{mA}$ ， $4\sim 20\text{ mA}$ 信号，为了和A/D的输入形式相适应，经I/V转换器变换成电压信号。

(2) 某些测量信号可能是非电量，这些非电压量信号必须变为电压信号，还有些信号即使是电压信号，也必须经过放大、滤波，这些处理包括信号形式的变换、量程调整、零点补偿、线性化等。

(3) 某些恶劣条件下，共模电压干扰很强，必须根据现场环境，考虑共模干扰的抑制，甚至采用隔离措施，包括地线隔离、路间隔离等等。



综上所述，非电量的转换、信号形式的变换、放大、滤波、共模抑制及隔离等等，都是**信号调理**的主要功能。

信号调理电路包括电桥、放大、滤波、隔离等电路。根据不同的调理对象，采用不同的电路。

信号放大电路通常由运放承担，运放的选择主要考虑精度要求（失调及失调温漂），速度要求（带宽、上升率），幅度要求（工作电压范围及增益）及共模抑制要求。

滤波和限幅电路通常采用二极管、稳压管、电容等器件。用二极管和稳压管的限幅方法会产生一定的非线性且灵敏度下降，这可以通过后级增益调整和非线性校正补偿。



2. 多路切换电路：通常检测的物理量有多个，不可能每一个通道都设有放大、滤波、补偿等电路，可采用多路切换降低成本。

3. 采样保持电路（S/H）：将快速变化的模拟信号进行保持，以供A/D转换。

4. 模-数转换（ADC）

5. 基本单片机系统设计

二、数据采集系统设计中的地址空间分配与总线驱动

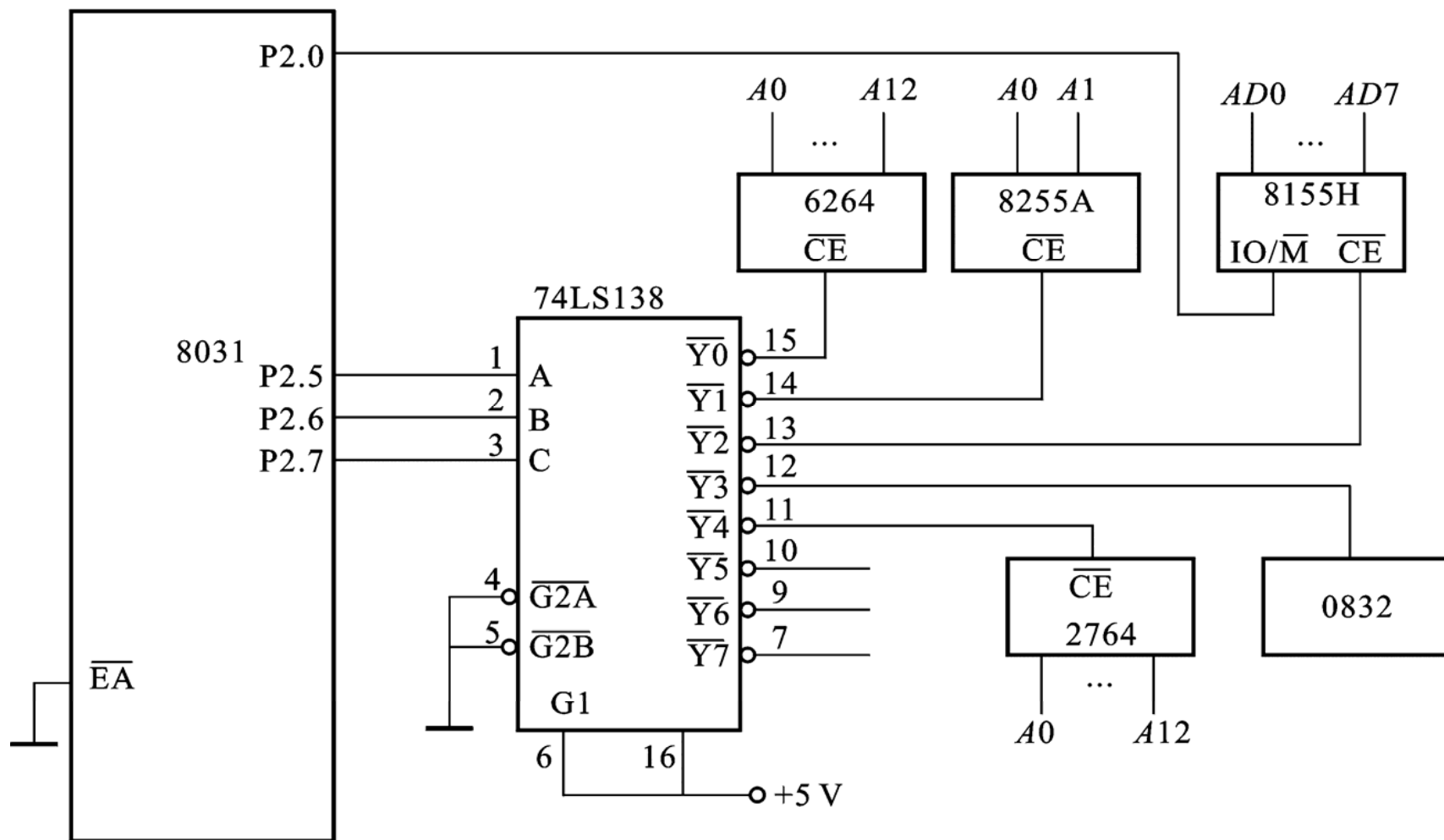
有时要扩多片存储器芯片，要解决两个问题：

(1) 如何把两个64K存储器空间分配给各个芯片；

(2) 如何解决对多片芯片的驱动问题。

1. 地址空间的分配

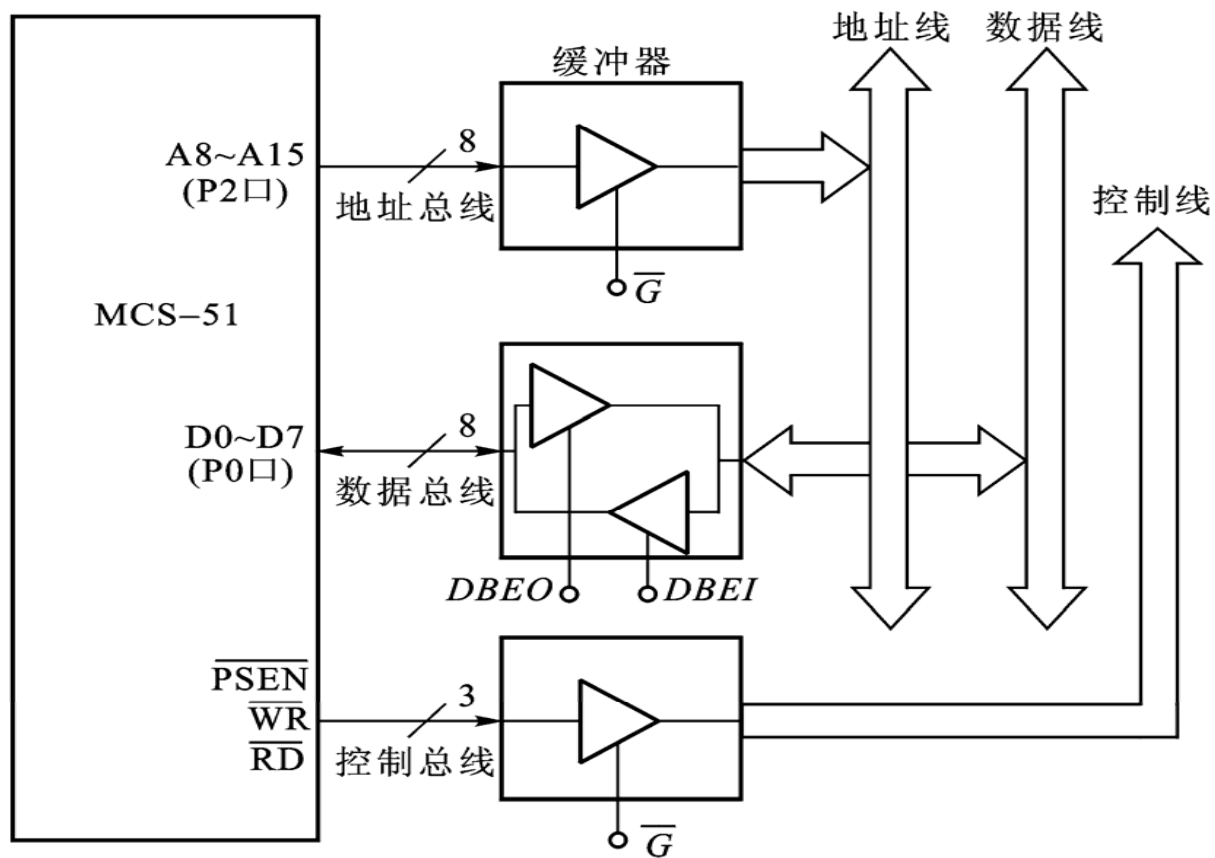
下图是一个全地址译码的系统实例。



各扩展芯片的地址表

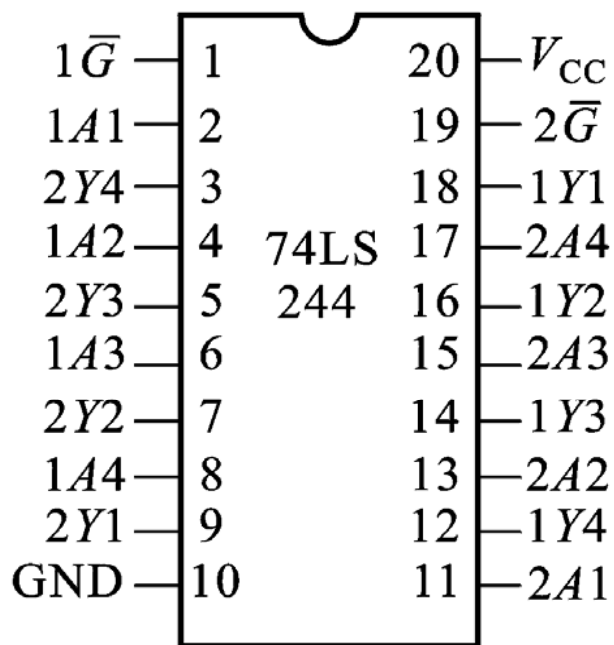
器件		地址线 (A15-A0)	片内地址 单元数	地址编码
6264		0 0 0 × × × × × × × × × × × × × ×	8K	0000H-1FFFH
8255 (1)		0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 × ×	4	3FFCH-3FFFH
8155	RAM	0 1 0 1 1 1 1 0 × × × × × × × ×	256	5E00H-5EFFH
	I/O	0 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 × × ×	6	5FF8H-5FFDH
0832		0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1	7FFFH
2764		1 0 0 × × × × × × × × × × × × × ×	8K	8000H-9FFFH

2. 总线的驱动

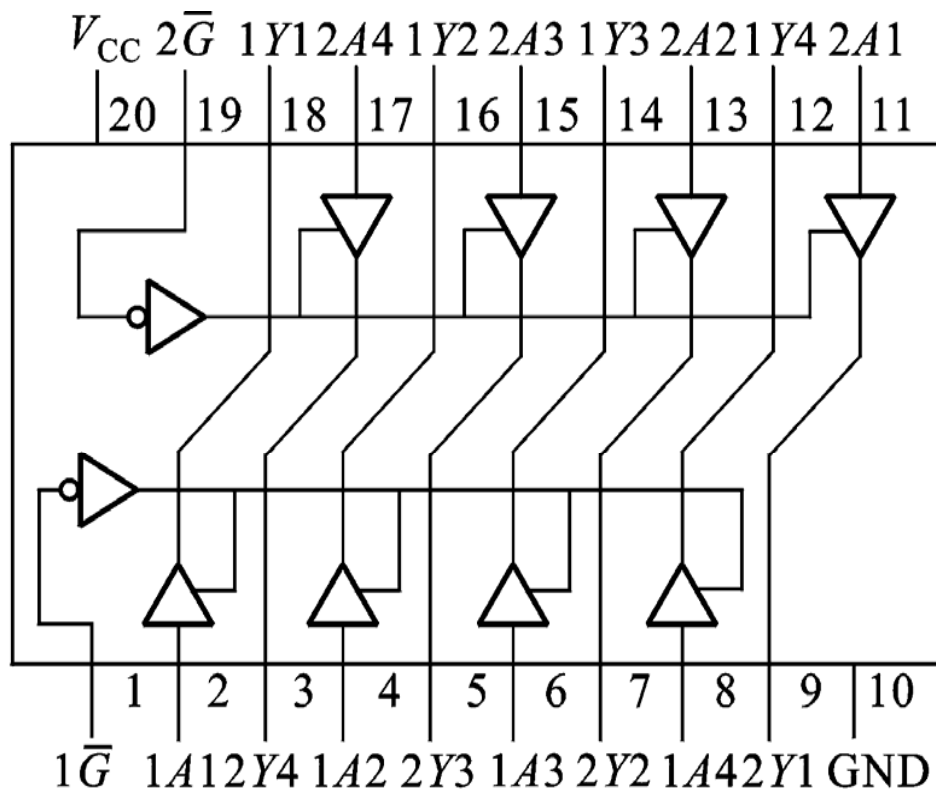


解决多芯片驱动的问题

单向总线驱动器：**74LS244**。8个三态线驱动器分成**两组**，分别由**1G***和**2G***控制。



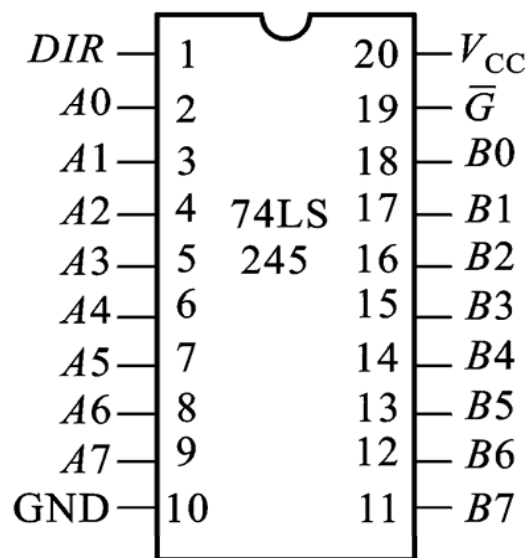
(a) 74LS244引脚



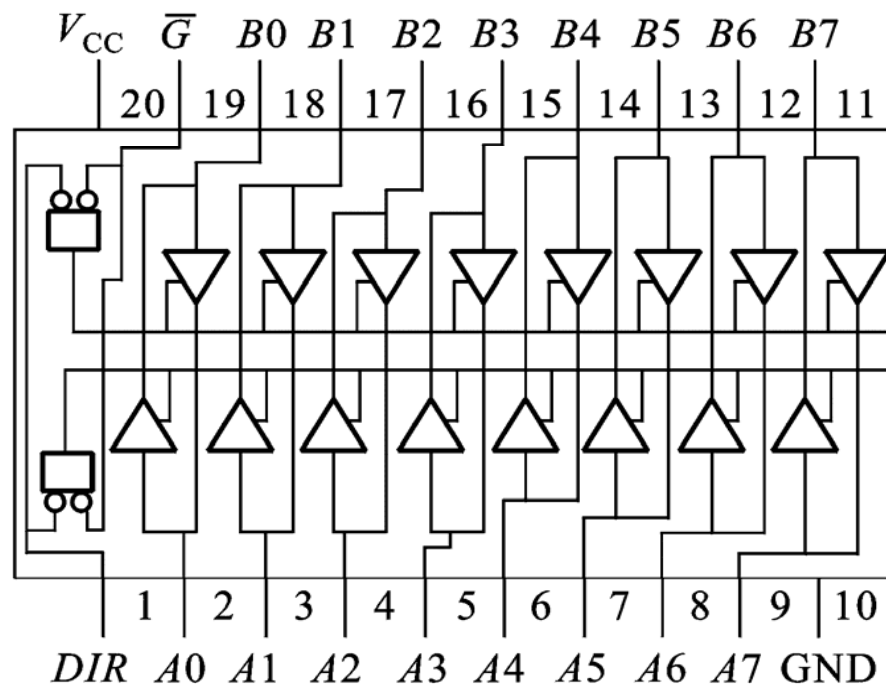
(b) 74LS244逻辑图

双向驱动器：74LS245，每两个三态门组成一路双向驱动。

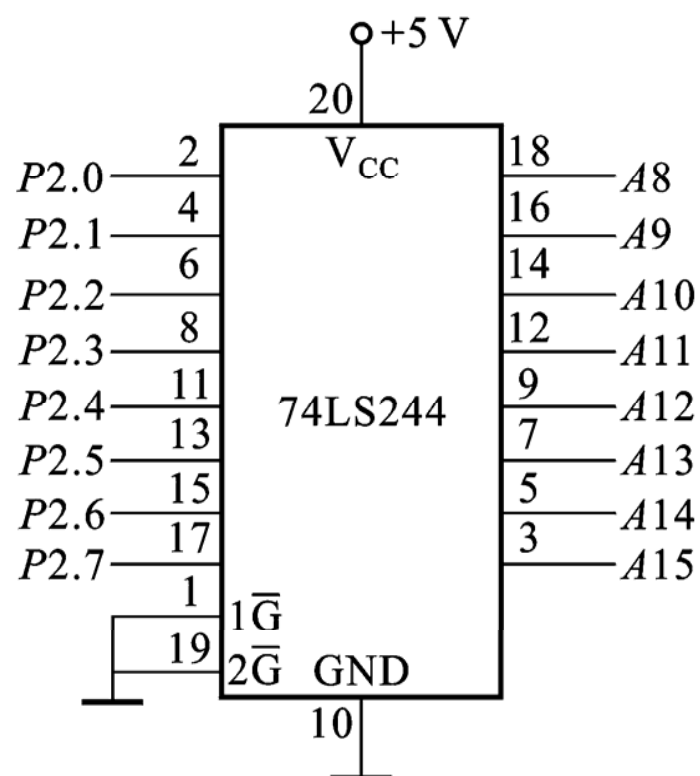
$DIR=0$ ，B向A传送。



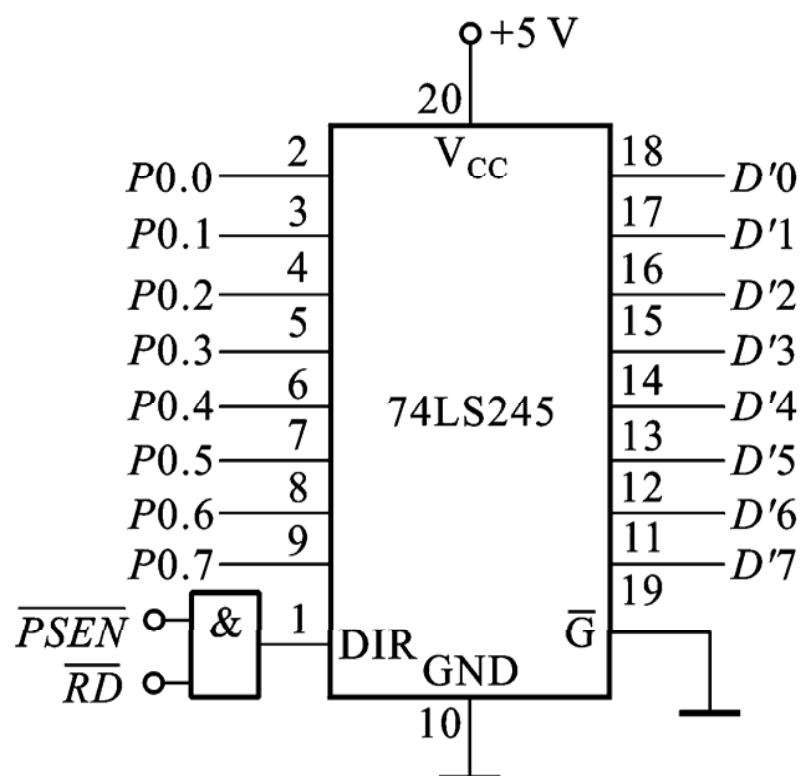
(a) 74LS245引脚



(b) 74LS245逻辑图



(a) P2口的单向驱动扩展



(b) P0口的双向驱动扩展

(1) 直流负载下驱动器驱动能力的估算

驱动能力主要取决于：

高电平输出时驱动器能提供的最大电流

低电平输出时所能吸收的最大电流。

设 I_{OH} ：驱动器在高电平输出时的最大输出电流

I_{IH} ：每个同类门负载所吸收的电流。

I_{OL} ：驱动器在低电平输出时的最大吸入电流

I_{IL} ：每个同类门提供的电流。

满足如下关系才能使驱动器可靠工作。

$$I_{OH} \geq \sum_{i=1}^N I_{IH} , \quad I_{OL} \geq \sum_{i=1}^{N_2} I_{IL}$$

(2) 交流负载下驱动能力的估算



总线上传送的数据是脉冲型信号，在同类门负载为容性（分布电容造成）时，就必须考虑电容的影响。若：

C_P ：驱动器的最大驱动电容，

C_i ($i=1, \dots, N$)：每个同类门的分布电容。

为了满足同类门电容的交流效应，驱动器负载电路应满足如下关系：

$$C_P \geq \sum_{i=1}^N C_i$$

15.4.4 水温控制系统的设计

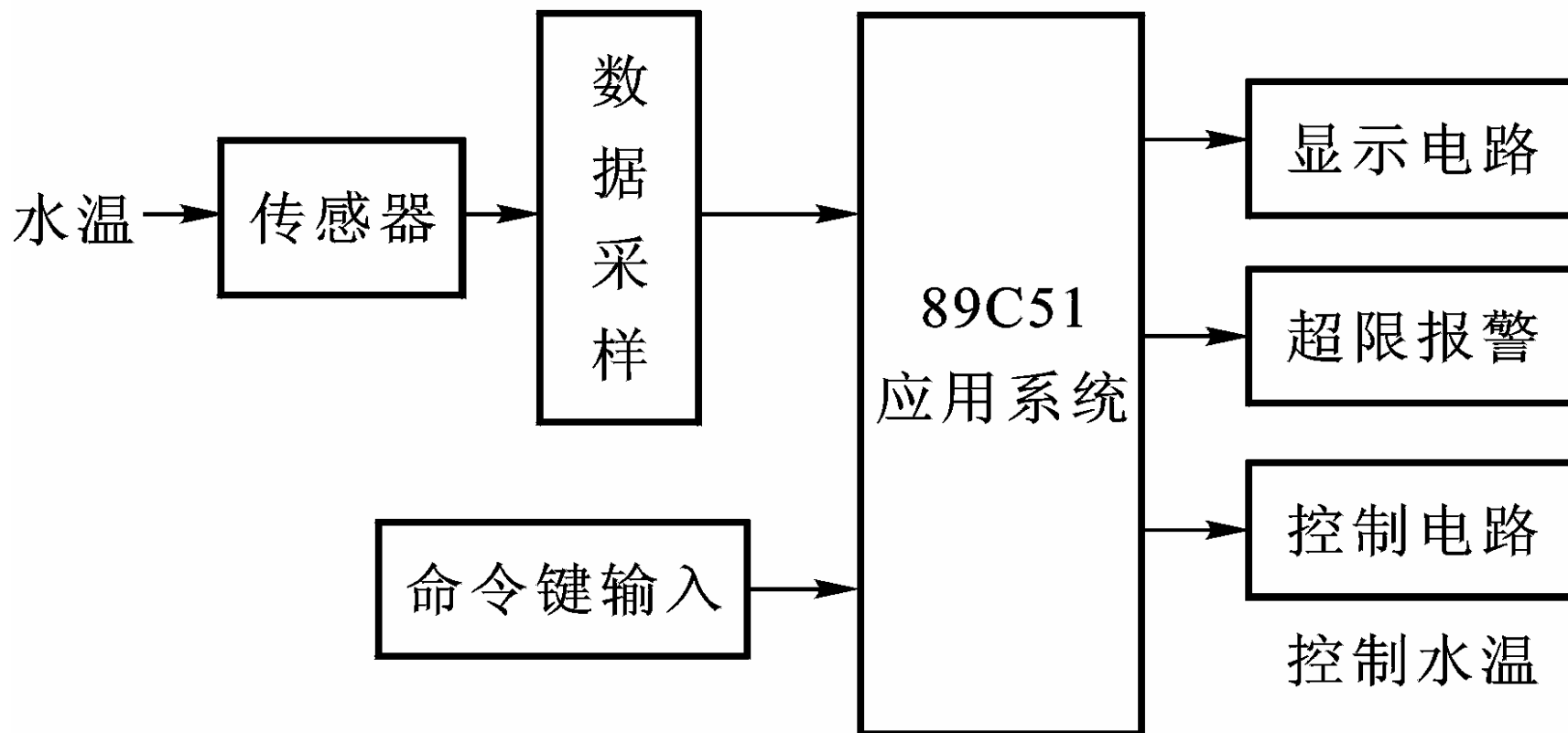
- (1) 温度控制的设定范围为 $35\sim 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，最小分辨率为 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- (2) 偏差 $\leq 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，静态误差 $\leq 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- (3) 实时显示当前的温度值。
- (4) 命令按键4个：复位键, 功能转换键, 加1键, 减1键。

一、硬件电路设计

硬件电路从**功能模块**上来划分有：

- (1) 主机电路
- (2) 数据采集电路
- (3) 键盘、显示电路
- (4) 控制执行电路

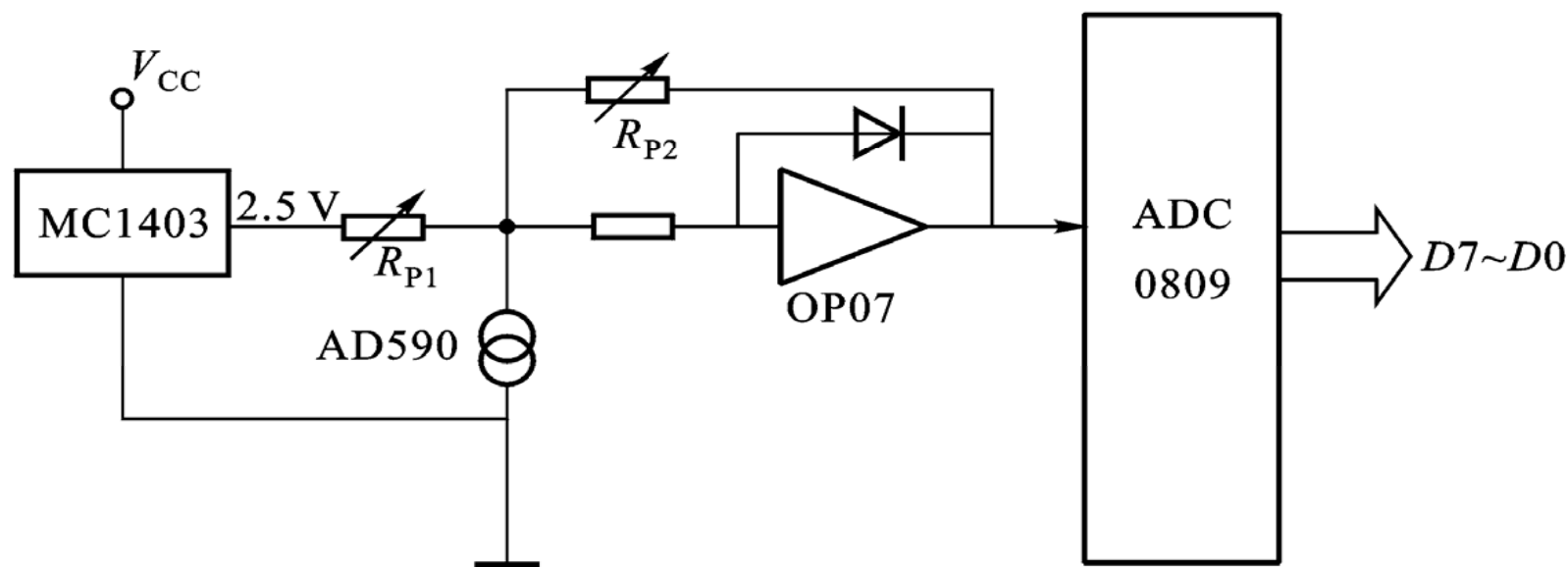
1. 硬件功能结构框图



2. 数据采集电路的设计

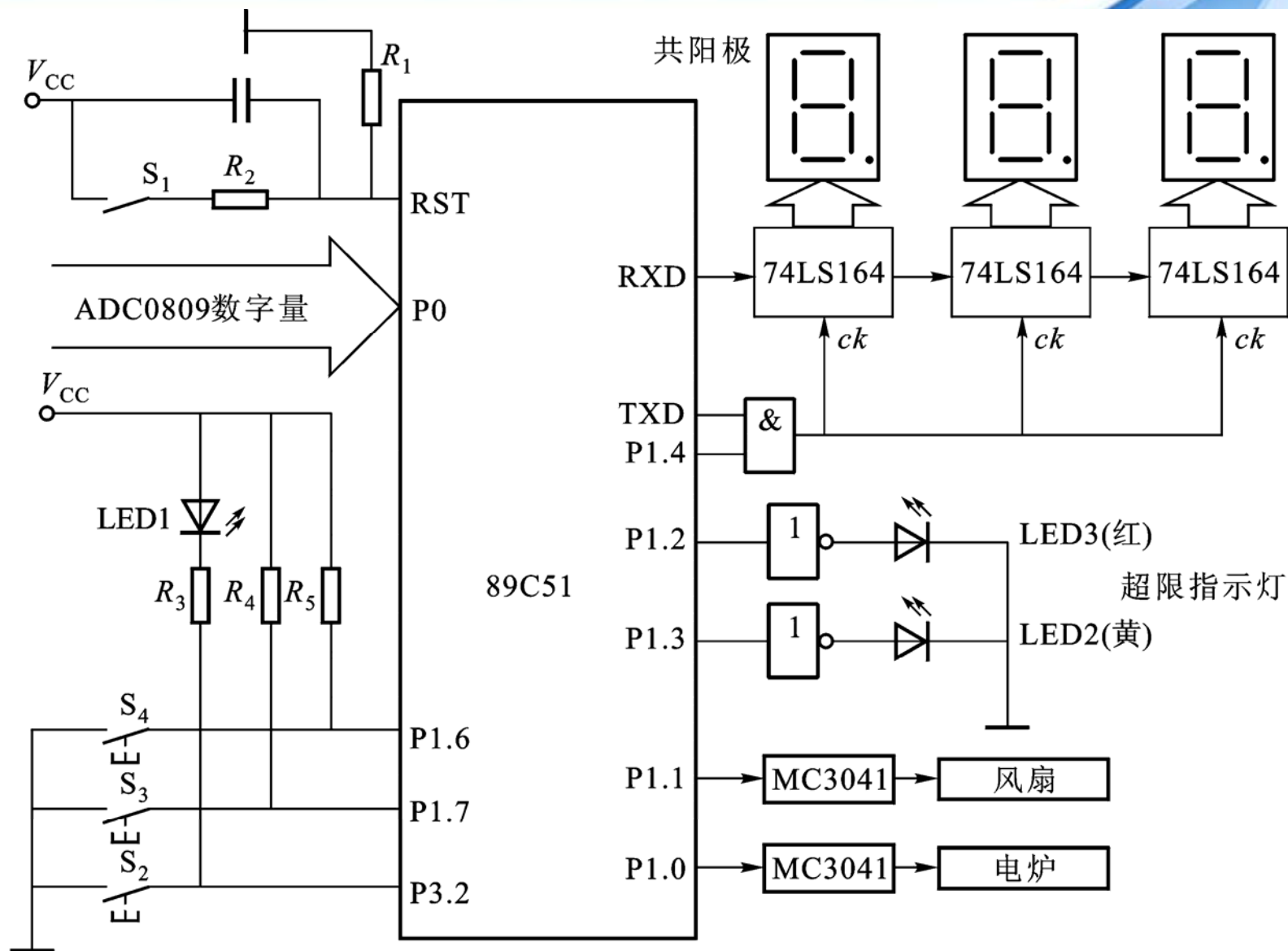
主机采用89C51，系统时钟采用12MHz，内部含有4K字节的闪存。无须外扩程序存储器。

数据采集电路主要由温度传感器、A/D转换器、放大电路等组成。



3. 控制执行电路的设计

由单片机的输出来控制风扇或电炉。设计中要采用光电耦合器进行强电和弱电的隔离，但还要考虑到输出信号要对可控硅进行触发，以便接通风扇或电炉电路，所以可控硅选用了既有光电隔离又有触发功能的MC3041（请见功率驱动的介绍）。其中使用P1.0控制电炉电路，P1.1控制风扇电路。



4. 键盘与显示器电路的设计

键盘共有4个键，采用软件查询和外部中断相结合的方法来设计，当某个键按下时，低电平有效。4个键S₁–S₄的功能定义如表所示。

4个键K1-K4的定义

按键	键名	功能
S1	复位键	使系统复位
S2	功能转换键	按键按下，LED1亮，显示温度设定值，按键松开，LED1不亮，显示当前的温度值
S3	加1键	设定的温度值加1
S4	减1键	设定的温度值减1



按键**S₂**与 INT0* (P3. 2) 相连, 采用外部中断方式, 且优先级定为高优先级。 **S₃**和**S₄**分别与P1. 7和P1. 6相连, 采用软件查询方式, **S₁**为复位键, 与RC构成复位电路。

显示电路部分利用串行口来实现3位LED的共阳静态显示, 显示内容为温度的十位、个位以及小数点后的一位。



二、软件设计

模块化设计，**三大模块**：主程序模块、功能实现模块和运算控制模块。

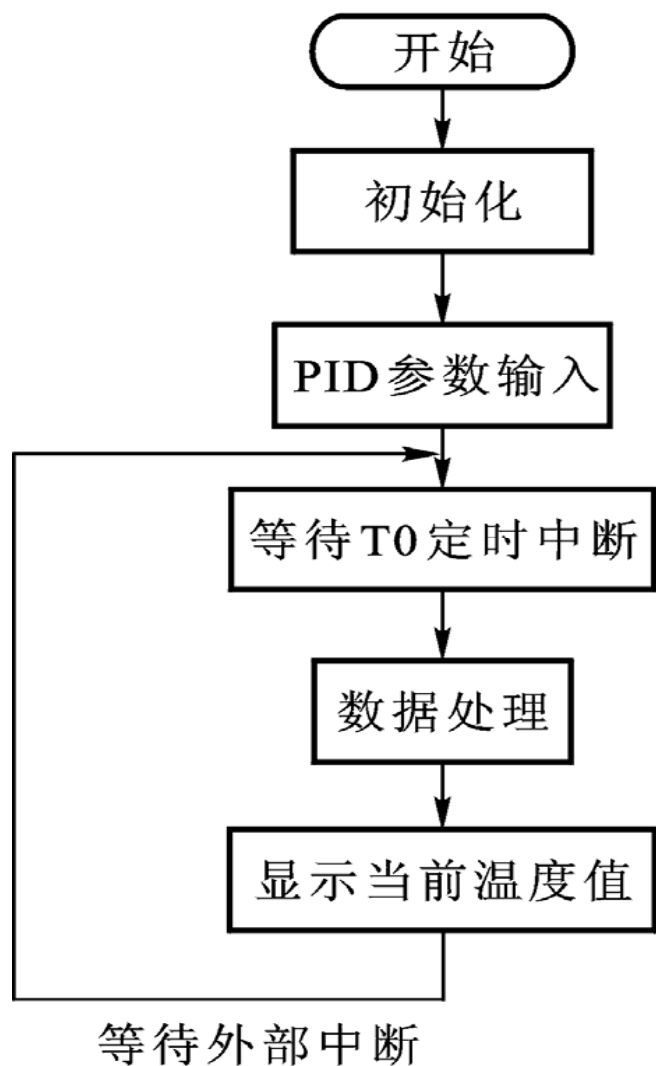
1. 主程序模块

在主程序中首先给定PID算法的参数值，然后通过循环显示当前温度，以等待中断，并且使键盘外部中断为高优先级，以便使主程序程序能实时响应键盘处理。

软件设定定时器T0为5s定时，在无键按下时，应每隔5s响应一次，以用来采集温度传感器并经A/D转换的温度信号。设置定时器T1为嵌套在T0之中的定时中断。

初值由PID算法子程序提供，以用来执行对电炉或风扇的控制。

主程序流程图





2. 功能实现模块

- (1) T0中断子程序
- (2) 键盘中断子程序
- (3) T1中断子程序

3. 运算控制模块

- (1) 温度变换子程序
- (2) PID算法子程序

The end

