

MCS-51

单片微机原理与应用

(上、下合订本)

复旦大 计算机系微机开发应用研究室编

前 言

80年代初。INTEL 公司在 MCS-48 系列单片微机的基础上。又推出了 MCS-51 系统单片微型计算机。和 MCS-48 系列相比、MCS-51 单片机无论在片内 RAM、I/O 口的功能、种类和数量上。还是在系统扩展功能、指令系统和 CPU 处理能力等方面都大大地得到了加强。该系列的典型产品是 8051。在一个大规模集成电路芯片上，集成了 4K 字节 RQM、128 个字节 RAM、二个十六位的定时器/计算器。4 个 8 位平行口。一个全双工的串行口。一个功能很强的中央处理器 CPU。同时可对外部 64K 字节的程序存储器 和 64K 字节的 RAM/IO 口寻址。特别适合于各种控制型应用领域。构成专用微机系统。

为了有助于 MCS-51 单片微机在国内的推广应用。我们于 84 年编印了《MCS-51 用户手册》，在 85 年研制成了 MCS-51 单片机开发工具——DSG51 仿真器，在实践基础上编印了《MCS-51 专辑》。受到了 MCS-51 用户的欢迎。应有关单位和读者的要求我们在现有资料的基础上，进一步总结经验。就 MCS-51 单片机的功能特性、片内定时器、串行口、中断系统的编程和应用、扩展存储器和接口电路设计、模拟电路和输入输出设备的接口技术。程序设计。开发工具和应用系统设计和调试方法等方面。作系统的详细的论述。汇编成《MCS-51 单片微型机原理与应用》。书中列举的硬件电路和程序例子都是从实际研制的产品中提取的，具有实用价值。本书可作为从事微机应用科技人员的参考书，也可作为大中专院校微机应用专业的教材。由于时间和水平的限制、错误难免，欢迎读者指教。该书与徐君毅、张友德、王小勇同志编写。

编 者

88 年 2 月

目 录

第一章 单片微型计算机概述	(1)
第二章 MCS-51 结构分析	(4)
第三章 存储器结构及数据操作	(11)
第四章 MCS-51 指令系统分析	(29)
第五章 定时器、计数器	(57)
第六章 串行接口	(67)
第七章 中断系统	(83)
第八章 扩展存储器设计	(91)
第九章 扩展接口设计	(105)
第十章 程序设计	(121)
§ 1 程序设计方法	(121)
§ 2 实用子程序举例	(131)
第十一章 A/D-D/A 接口技术	(169)
第十二章 输入输出	(187)
§ 1 键盘接口	(187)
§ 2 显示器接口	(192)
§ 3 打印机	(195)
§ 4 RS232 接口	(208)
第十三章 8031应用系统的设计和调试	(211)
第十四章 实验和习题	(226)
附录一 MCS-51 指令表	(245)
附录二 MCS-51 指令编码表	(249)
附录三 常用接口芯片引脚图	(257)

第一章 单片微型计算机概述

众所周知。近十年来微型计算机的发展速度是十分迅速的。其发展方向有二个方面：其一是不断推出高性能的通用微型计算机系统。这类通用微机系统。其中央处理机为一块大规模的集成电路。称为微处理器，配上数量不等的外围接口电路和存储器电路。组成主机，加接终端、打印机、磁盘等 I/O 设备。构成微机系统。如 Z80 系列的 TRS-80, Cromemco, 6502 的 Apple, IBMPC, 550 等。还有各种个人计算机和单板机、它们正取代原中小型的甚至大型的计算机的作用，并使计算机普及到各个行业以至家庭。通用微型机主要用于科学计算和管理。随着大规模集成电路技术的发展，微处理器的功能不断得到加强。

- 字长：从 8 位、16 位、到 32 位；
- 提高 CPU 的处理能力和处理速度；
- 采用先进的系统结构，适合于组成微机网络；

其二是面向控制型应用领域的单片微型计算机(亦称微控制器)的大量生产和广泛的应用。世界上著名的器件公司如 INTEL、Zilog、NEC 等大公司都生产单片微型计算机系列。由于单片微机具有高可靠性、超小型、价格低、容易产品化等特点，单片机在智能仪器仪表、实时工业控制、智能终端、通信设备、导航系统、家用电器等控制应用领域具有广泛的用途，正取代各种类型的专用计算机系统。各种产品用上一个单片微机就起到使产品升级换代的功效。特别是美国 INTEL 公司的单片机，由于问世界，产品系列齐、兼容性强。在世界各地得到最广泛的应用。我们国内应用的单片机大多是 INTEL 公司的产品。MCS-48 系列单片机中的 8035 的应用已取得相当大的成绩，随着 MCS-51 芯片在国内市场上的出现，单片微机的推广应用将达到一个新的水平。单片微机随大规模集成电路技术的发展而迅速发展。各公司不断推出新产品。INTEL 公司已推出三个系列：MCS-48, MCS-51 和 MCS-96。功能越来越强。

- 字节从 8 位发展到 16 位；
- 提高 CPU 的处理功能和处理速度；
- 增大片内 ROM 和 ROM 容量：RAM 从 64 个字节扩大到 256 个字节，ROM 从 1K 扩大到 8K；
- 增加片内 I/O 口种类和数量。从单纯的并行口，发展到具有 5 个 8 位并行口，4 个 16 位定时器，8 路 10 位 A/D 转换器，一个全双工串行口等；
- 对外部 RAM/IO 口和程序存储器寻址能力分别扩大到 64K 字节；

因此，单片微机已能适合于十分复杂的应用领域，适合于多机系统等特殊应用场合。

§1-1 MCS-51 单片微机特性

MCS-51 系列单片微机是美国 INTEL 公司在 MCS-48 单片机基础上于 80 年代初推出

的产品,从应用的角度看,MCS-51单片机具有如下一些特性:

① 集成度高。MCS-51单片机的代表产品为8051。单片8051内部包含了4K字节的ROM、128个字节的RAM、4个8位平行口,一个全双工串行口,二个十六位的定时器计数器。以及一个处理功能很强中央处理器:

② 系统结构简单

MCS-51芯片内部采用模块式结构,增加或更换一个模块,就能得到系统指令和引脚兼容的新产品、如已有的MCS-52单片微机,其结构是增加了128个字节的RAM和一个十六位定时器,另一方面,MCS-51具有64K字节的外部程序存储器寻址能力和64K字节的外部RAM和I/O寻址能力,INTEL公司标准的I/O接口电路和存储器电路都可以直接连到MCS-51单片机上以扩展系统功能。结构简单,应用灵活:

③ 可靠性高:微机产品如其他产品一样,出厂指标有军用品。工业品和商用品之分,其中军用品要求绝对可靠,在任何恶劣环境下都能工作,主要用于武器系统,航空器等方面。Z80等微处理器属于商用品,一般要求在温湿度恒定的机房内工作,单片微机介于军用品和商用品之间,属工业品,能在常温下工作。由于单片机总线大多在芯片内部不易受干扰,而且单片机应用系统体积小容易采取屏蔽等措施,因此,单片微机的可靠性比较高。

④ 处理功能强,速度快。MCS-51单片微机指令系统中具有加、减、乘、除指令,具有各种逻辑运算和转移指令。还具有位操作功能。CPU时钟高达12MHZ,单字节乘法和除法仅需4 μ s,而且具有特殊的多机通讯功能,可作为多机系统中的一个子系统。

⑤ 容易产品化,由于MCS-51单片微机应用系统具体体积小。可靠性高、功能强,价格低等特点,因此容易形成产品,可以把它组装到各种产品之中。MCS-51单片机被誉为“控制领域中最佳的8位微机”。

§1-2 8051、8751、8031的应用特性

MCS-51系列单片微机包含三个产品:8051、8751和8031,这三个产品具有不同的应用特性:

1: 含有一个8位的处理器、128个字节的RAM、21个特殊功能寄存器,512字节的ROM。4个8位平行口,一个全双工串行口,二个十六位定时器计数器。单片8051相当Z80CPU,二片Z80PIO、Z80CTC、Z80SIO一片RAM和一片2732,硬件功能高于·K4TP801单板机,是一个完整的微型计算机。

8751: 是以4K字节EPROM代替4K字节ROM的8051。

8031: 是内部无ROM的8051。单片8031不构成完整计算机,必须外接EPROM作为程序存储器。一片8031相当于Z80CPU, Z80PIO, Z80CTC, Z80SIO和一片RAM。

8051中ROM内的程序是INTEL公司制作芯片时代为用户烧制的。因此出厂的8051是含有特殊用途程序的专用微型机,用户把专用的工作程序清单交给厂商。厂方提供特殊的8051芯片。因此在我国国内,目前很难采用8051的形式。

8751具有4K字节EPROM,用户可以将程序固化在EPROM之中,但8751价格昂贵。为8051的10~15倍,只能作为研制样机,不宜用到产品之中。

8031内部没有ROM,但外接一片2732,就相当于8051,它具有价格低。使用灵活。

类似于48系列单片机中的8035, 适合于在我国推广应用, 而且8751。8051都可以作为8031使用, 某些厂商生产了过多的8051, 作为8031处理, 价格十分低廉。

因此我们研讨的重点是8051单片微机, 重点掌握8031应用系统的设计和调试方法。

在下面几章的论述中, 常用MCS-51或8031这二个名词, 前者的含义包括了8051, 8751和8031三个产品, 后者指特定的8031。

参考书, MCS-51微计算机用户手册。

第二章 MCS-51 结构分析

通过对本章的学习,使读者对MCS-51 单片机有一个总的了解。我们从用户的角度,从MCS-51单片机应用系统设计的角度分析MCS-51 的结构,其目的是为了理解和掌握它的外特性。

无论什么类型的微型计算机都由微处理器 μP ,存储器电路M以及I/O 部件组成,将这三个功能部件集成在一个大规模电路芯片上构成的微型机称为单片微型计算机(亦称微控制器)。

MCS-51 结构框图如图 2-1 所示:

图中的微处理器,存储器和I/O 接口由内部总线紧密地联系在一起。框图中去掉ROM/EPROM 部分即为8031 的框图。

8031 有4 个8 位平行口,6 位控制信号线,二根电源线,它为40 引脚的双列直插式器件。

我们根据MCS-51 结构中的功能模块和有关引脚联系起来加以讨论。

§1 微处理器 1 微处理器由运算器和控制器逻辑组成

§1-1 运算器:这个功能部件包含算术逻辑运算部件ALU。累加器ACC、寄存器

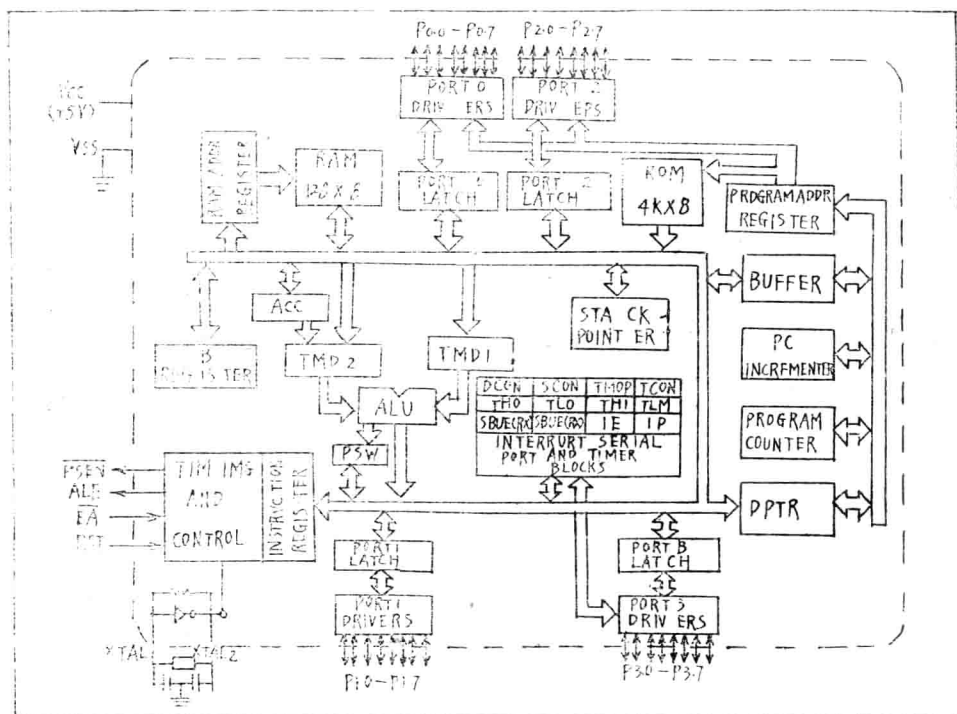


图 2-1 MCS-51 结构框图

B、暂存器TMP1、TMP2，程序状态字标志寄存器PSW、以及位处理机。运算器的功能是实现数据的算术逻辑运算和位数据操作——布尔处理。

§ 1-2 控制器包括以下几个部分：

<一> 定时控制逻辑，这个功能部件是产生 CPU 操作时序的。与此相联系有 6 位控制信号线。我们分别讨论它们的功能和相应的硬件逻辑设计：

① XTAL₁：芯片内部振荡电路(单级反相放大器)输入端

XTAL₂：芯片内部振荡电路(单级反相放大器)输出端

8031 的时钟可以由二种方式产生：以内部方式，利用芯片内部的振荡电路。在

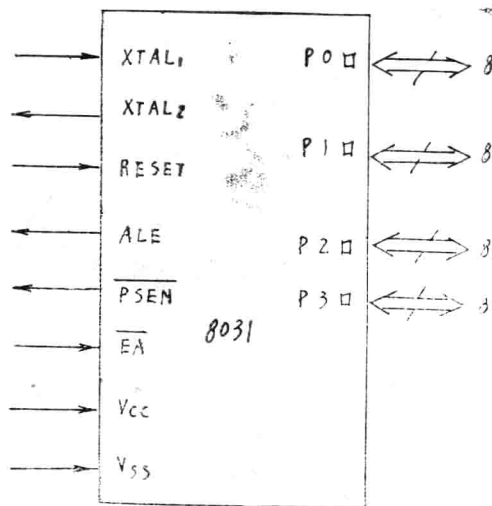


图 2-2 8031 逻辑符号

XTAL₁，XTAL₂ 引脚上外接定时元件。内部的振荡电路便自激振荡。我们可以用示波器观察到 XTAL₂ 输出的正弦波。定时元件可以用晶体和电容组成并联谐振回路。接线方法如下：(见下页)

晶体可以在 1、2MHz~12MHz 之间任选，电容 C01、C02 在 5pF~30pF 之间选择，对时钟频率有微调的作用。

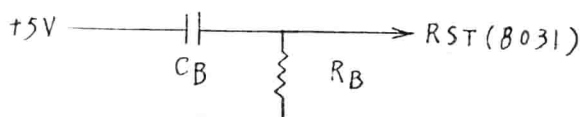
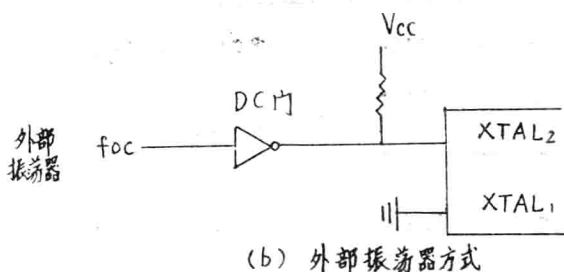
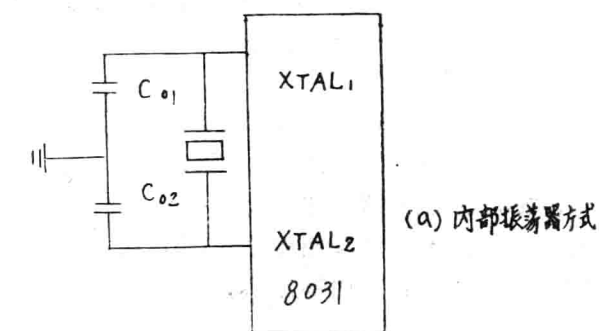
另一种方式为外部时钟方式，XTAL₁ 接地，XTAL₂ 接外部时钟源，接线方法如下图。

• RESET：复位信号输入端

在 8031 的时钟电路工作以后，RESET 引脚上出现 24 个时钟周期以上的高电平，8031 芯片内部初始复位。复位以后，P0 口~P3 口输出高电平。初值 07H 写入栈指针 SP，清“0”其余的特殊功能寄存器“和程序计数器 PC，只要 RESET 保持高电平，8031 循环复位。RESET 从高电平变为低电平以后，8031 从 0 地址开始执行程序。8031 初始复位不影响内部 RAM 的状态。包括工作寄存器 R₀~R₇。8031 复位电路有二种方式：

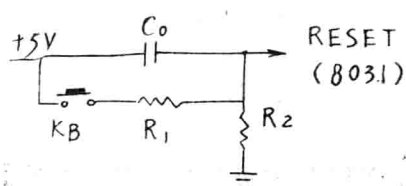
① 上电复位电路：

在通电瞬间。由于 R·C 充电过程中在 RST 端出现正脉冲 8031 加电后自动复位。CR，R_R 随 CPU 时钟频率而变化，可由实验调整。当采用 6MHz 时钟时 CR 为 22μF，R_R 为 1K

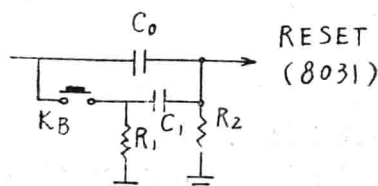


时，便能可靠复位。

② 上电复位和开关复位组合电路：



A: 电平方式开关复位



B: 脉冲方式开关复位

复位电路中的电阻、电容参数和 CPU 采用的时钟频率有关，由实验调整，在实际的 8031 应用系统中。外部扩展的 I/O 口电路也需初始复位。如果和 8031 的复位端相连也将影响复位电路中的 RC 参数。也可以采用独立的外围接口上电自动复位电路。

• ALE 地址锁存信号输出端。8031 访问外部存贮时，P0 口输出的低 8 位地址由 ALE 端输出的信号()锁存到外部的地址寄存器。使 P0 口输出地址以后。能和外部存贮器之间传送指令或数据信息。

• $\overline{\text{PSEN}}$ ：8031 外部程序存贮器读选通信号输出端()。当 8031 访问外部程序存贮器时，将 PC 的十六位地址输出到 P2 口和 P0 口外部的地址寄存器后， $\overline{\text{PSEN}}$ 产生负脉冲选

• • MCS-51复位后内部寄存器初态

特殊功能寄存器	初始状态	特殊功能寄存器	初始状态
ACC	00H	TCON	00H
B	00H	TH0	00H
PSW	00H	TL0	00H
SP	07H	TH1	00H
DPL	00H	TL1	00H
DPH	00H	SCON	00H
P0~P3	0FFH	SBUF	不定
IP	×××00000B	PCON	0×××××××B
IE	0××00000B		0×××××××B
TMod	00H		

通外部程序存储器。相应的存储器单元的指令字节送到 P0 口。供 8031 读取。

- $\overline{\text{PSEN}}$ 、ALE 和 XTAL_2 输出端是否有信号输出可以判断出 8031 是否在工作。
- $\overline{\text{EA}}$ ：内部和外部程序存储器选择线。

对于 8051 和 8751 来说，内部有 4K 字节的程序存储器。当 EA 为高电平时，CPU 访问程序存储器有二种情况：① 地址小于 4K 时访问内部的程序存储器。② 地址大于 4K 时访问外部的程序存储器。若 $\overline{\text{EA}}$ 接地。则不用内部的程序存储器。不管地址大小。取指令时总是访问外部的程序存储器。对于 8031 来说。EA 必须接地。

• Vcc：电源输入端，接 +5V。Vss 接地端。Vcc 和 Vss 之间应有高频和低频滤波电容。

〈二〉指令寄存器译码器，8031 CPU 从程序存储器取出的指令字节存放在指令寄存器中，译码产生控制信号，控制指令的执行。（数据传送、数据运算、输入输出等）

〈三〉地址指针 DPTR：8031 访问外部数据存储器或 I/O 时可以用 16 位的指针 DPTR 作为地址指针。程序计数器 PC 指出下一条指令字节所在的程序存储器地址。还有 RAM 地址寄存器，16 位的地址缓冲器，堆栈指针 SP 等都是属于控制器部分的。

§2 存 贮 器

对于 8051 来说内部有 4K 字节 ROM。对于 8751 来说内部有 4K 字节的 EPROM，它们作为内部的程序存储器，8031 内部没有程序存储器，必须外接程序存储器。

MCS-51 系列的单片微机内部有 128 个字节的随机存取存储器 RAM，PU 对内部的

QRAM具有丰富的操作指令，RAM分配如下：

7FH	数据缓冲器	只能字节寻址
	堆栈区	
	工作单元	
30H	位地址：00H~7FH	可位寻址的区域(16个字节 128位，也可以字节寻址)
2FH		
20H		
1FH	3区	4组工作寄存器R0~R7(也可以 作为RAM单元使用，以字节地 址寻址)
	2区	
	1区	
00H	0区	

单片机的特点之一是内部的工作寄存器以RAM形式组成，8031有4组工作寄存器R0~R7，占据RAM存储器的00~1FH区域，切换CPU的工作寄存器区，只要CPU执行一条单周期指令改变程序状态字PSW的第3·4位：

PSW · 4	PSW · 3	CPU工作寄存器区R ₀ ~R ₇
0	0	0区
0	1	1区
1	0	2区
1	1	3区

8031工作寄存器的这个特性，提供了快速保护现场的功能，提高了CPU实时响应速度，也提高程序的效率。

为了适应控制型应用领域的需要，RAM的20H~2FH这十六个单元，CPU对它们不仅具有字节寻址功能，而且具有位寻址能力，这十六字节RAM单元的128个位赋以位地址为00H~7FH，CPU能直接寻址这些位，执行置“1”，清“0”，求反，“1”转移，“0”转移，传送和逻辑操作。这些功能使程序员有效地将组合随机逻辑转换为软件形式。我们可以把20~2F单元的128个位看成是128个触发器，用这些位作为程序中的软件标志位。

8031的堆栈区原则上由用户分配在内部RAM的任意区域，只要对栈指针SP赋以不同初值就指定不同的堆栈区域。但在具体的应用系统中，栈区的设置应和整个RAM的分配统一起来考虑，工作寄存器区和位寻址区域分配好后，再指定堆栈区域，因8031复位以后，SP为07H，指向工作寄存器区1，因此用户初始化程序都应对SP设置初值，一般设在30H~7FH的范围内为宜。8031的堆栈是向上生成的，若SP=60H，CPU执行一条调

用指令或响应中断后, PC 进栈, PCL 保护到 61H, PCH 保护到 62H, (SP) = 62H。

§3 输入输出和相应的特殊功能寄存器

8031有4个8位 I/O 口, P1 口、P2 口和 P3 口为准双向口, P0 口为双向的三态数据总线口。下面我们分别介绍这些口的特性操作。

<一> P1 口: P1 口为 8 位准双向口, 每一位可独立地定义为输入或输出, 当由输出方式改变为输入方式时, 该位的锁存器必须写入“1”, CPU 对 P1 口的操作可以是字节操作也可以位操作。字节地址为 90H, 位地址 P1.0~P1.7 为 90H~97H。

• 字节操作(输出)

```
MOV    P1, A           ; A→p1
MOV    P1, #data       ; 立即数data→p1
ANL    P1, #data       ; data∧p1→p1
```

(输入)

```
MOV    direct, p1      ; p1→direct
MOV    A, p1           ; p1→A
ANL    A, p1           ; p∧A→A
ORL    P1, #data       ; data p1→P1
MOV    P1, direct      ; direct→P1
ORL    A, p1 AVP1→A
```

• 位操作

```
SETB   p1.i           ; 1→P1.i
CLR     p1.i           ; 0→p1.i
MOV     p1.i.c         ; cy→pi.i
MOV     c, p1.i        ; p1.i→cy
JB      p1.i.rel       ; p1.i→=1跳
JNB     p1.i.rel       ; p1.i=0跳
JBC     p1.i.rel       ; p1.i=1跳并0→p1.i
ANL     c, p1.i        ; p1.i∧cy→cy
ORL     c, p1.i        ; p1.i∨cy→cy
```

等 (i=0~7)

<二> P3 口: 8031 的 P3 口也是准双向口, 在框图中 P3 口的输入输出和 P3 口锁存器以及中断, 定时器/计数器, 串行口特殊功能寄存器的模块相关, 使 8031 的 P3 口为双功能口, 第一功能和 P1 口一样作为输入输出, 也有字节操作和位操作二种方式, 每一位可分别定义为输入或输出。P3 口第二功能的定义如下:

- p3.0 RXD 串行输入口
- p3.1 TXD 串行输出口
- p3.2 外部中断请求输入线0;
- p3.3 外部中断请求输入线1;
- p3.4 定时器/计数器 T₀ 外部计数脉冲输入线;

p3.5 定时器/计数器 T₁ 外部计数脉冲输入线;

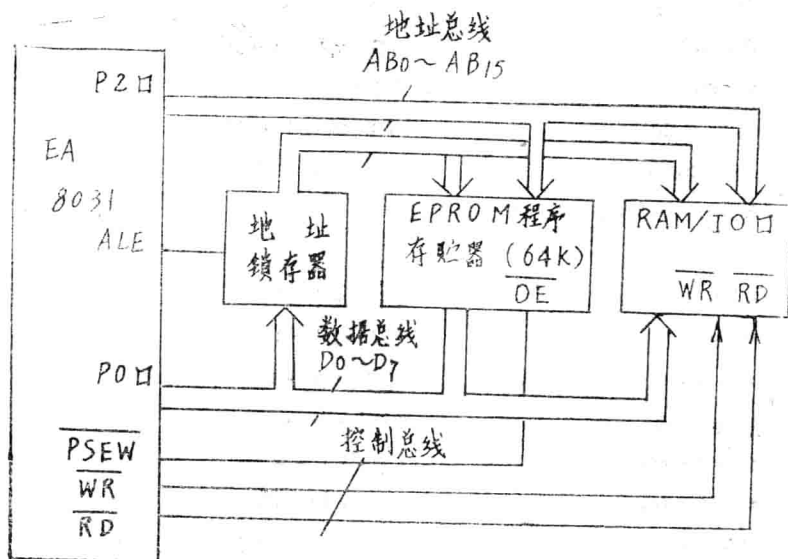
p3.6 $\overline{WR}$ 外部数据存储器写脉冲输出线

p3.7 $\overline{RD}$ 外部数据存储器读脉冲输出线;

串行口的操作方式和数据传送与特殊功能寄存器 PCON、SCON、SBUF 等有关, 定时器/计数器操作和特殊功能寄存器 TCON, TMod, TH₀, TL₀, TH₁, TL₁ 有关; 8031 有五个中断请求源, 它们是外部中断请求源 INT₀、TNT₁、定时器 0 和定时器 1 的溢出中断以及串行口的发送接收中断。8031 具有二个中断优先级。可实现二级中断服务程序的嵌套, 中断系统结构和特殊功能寄存器 IE、IP 的状态有关, 关于定时器, 串行口和中断系统在下几章将作详细介绍。

<三> P0 口和 P3 口

8031 的 P0 口的 P3 口仅用来作为外部程序存储器、数据存储器 and I/O 电路的扩展接口, 而不能直接用来作为输出口, 外接 I/O 设备。对于 8031 的应用系统来说 P0 口和 P2 口相当于总线口, 如下图所示:



P2口作为外部存储器地址的高8位输出口AB₁₆₋₂₃。P0口作为外部存储器地址低8位输出口和数据总线。P0口输出的地址低8位由ALE打入外部地址寄存器。地址寄存器输出作为地址总线低8位AB₀₋₇。8031外部的程序存储器由PSEN信号选通, 8031外部的RAM和扩展I/O由WR、RD口读写信号选通, 因此8031最多可外接64K字节的程序存储器和64K字节的数据存储器或扩展I/O口, 编址分别为0000H~FFFFH。

第三章 存储器结构及数据操作

在这一章中，主要介绍 MCS-51 系列微型计算机中的一种——8031 CPU 的存储器组织及一部分相关的操作指令。

从 8031 的指令系统及硬件系统分析, 8031 的存储器可以划分成五类:

1. 程序存储器

一个微机系统之所以能够按照一定的次序进行工作,主要在于内部存在着程序,程序相当于给计算机处理问题的一系列命令,程序实际上是一串二进制码。该二进制码存放在程序存储器之中。

8031 的程序计数器 PC 指示着从程序存储器取指令的地址, 它字节长 16 位, 寻址范围可达 2^{16} 字节。

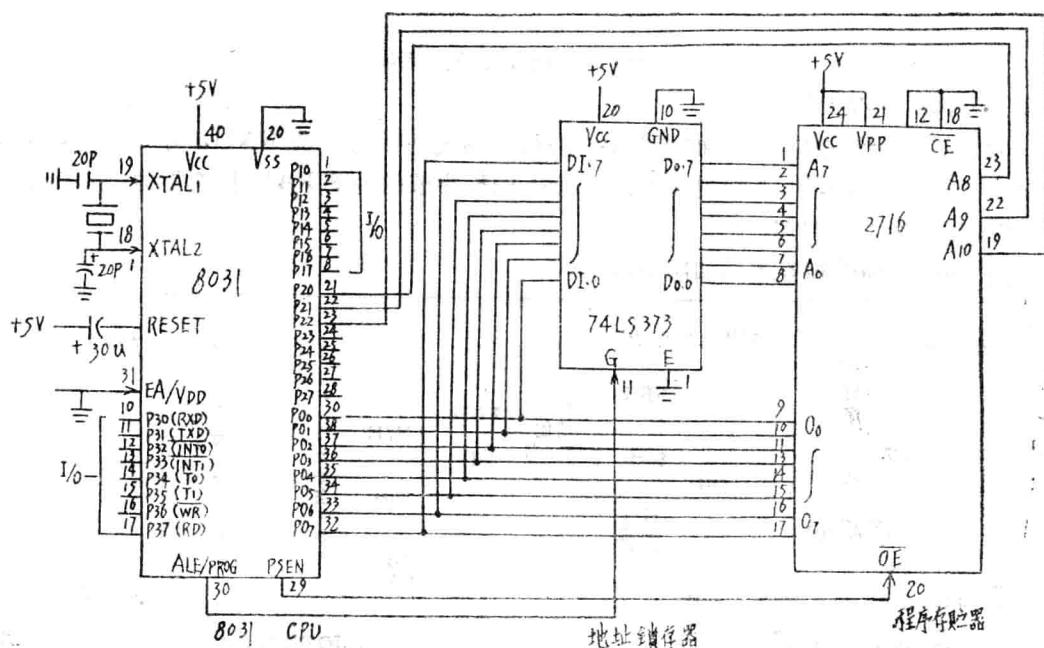
2. 内部数据存储器

8031 内部有 128 个字节的随机存取存储器 RAM。作为用户的数据存储器。它能满足极大多数控制型应用场合的需要。作为处理问题的数据缓冲器。

3. 特殊功能寄存器

特殊功能寄存器反映了 8031 的状态, 实际上是 8031 的状态字及控制字寄存器。

8031的一些中断屏蔽及优先级控制。定时器。串行口的控制字等全部以特殊功能寄存器的形式出现。



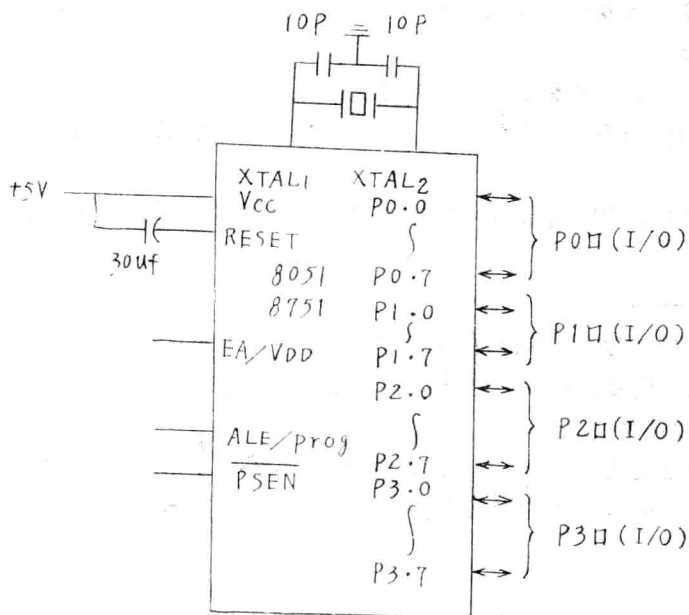
(图3-1) 8034最小系统

4. 位地址空间

8031的一个很大的优点在于它具有一个功能很强的布尔处理机。在8031指令系统中，存贮着位处理指令的子集。使用这些指令。所处理的数据仅为一位二进制数，在MCS-51系统中，共有256个位可供使用(其中有些无定义)。

上述这四种存贮器空间存在于8031的最小系统中。(最小系统请参照图3-1)。

对于8051来说这四种空间存在于一片8031之内。8051的最小系统就是8051一块芯片。(参照图3-2)。



<3-2> 8051(8751)最小系统

5. 外部数据存贮器

8031应用系统往往是一个扩展系统，在最小系统基础上扩充RAM，I/O口，A/D及其它相应的设备。MCS-51给用户提供了可达64K字节的外部RAM扩充能力，从而使得用户扩展自由度大大增加。

各种存贮空间的相互关系如图3-3。

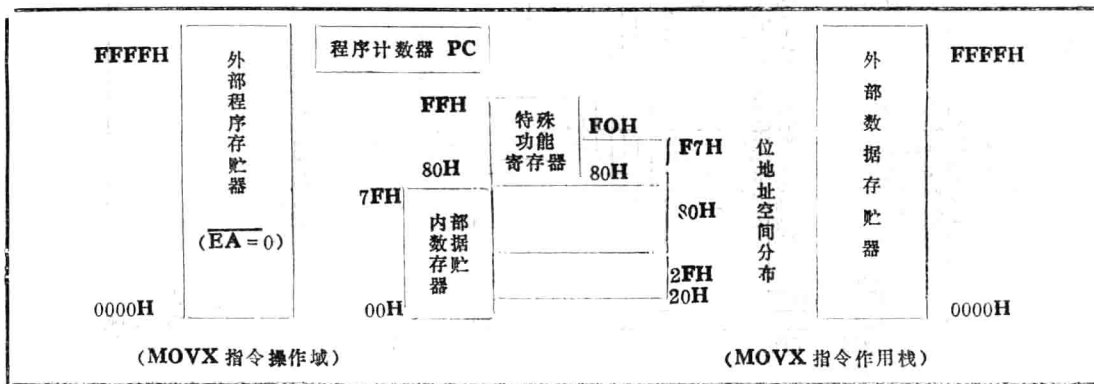


图3-3 8031存贮器空间结构

§ 1 程序存储器

8031的外部程序存储器主要存放处理程序，也能存放处理程序所必需的常数，从宏观意义上来说，也就是常数表格，在8031的指令系统中，给用户提供了二条极有用途的查表指令：

MOVC A, @A + DPTR

这条指令完成了把A作为一个无符号数加到DPTR上所得的地址的内容送到累加器A中。DPTR作为一个基址寄存器，执行完这条指令后，DPTR的内容不变。

MOVC A, @A + PC

这条指令是以PC作为基址寄存器和A作为无符号数，相加后所得的数作为地址，取出程序存储器相应单元的内容送到累加器A，这条指令执行完以后PC的内容不发生变化。仍指向下一条指令。

上述二条指令的取数均为从程序存储器中取出。从原理上来看，这两条指令的实现过程相同，只不过作为基址寄存器的寄存器不同，但它们适用的范围是不同的。

• **MOVC A, @A + PC** 使用方法其注意点

在CPU取指令时，在取完指令操作码后PC马上加1，然后判别是什么操作，8031也不例外，所以当这条指令的地址是 $x_3x_2x_1x_0H$ 时(x_i 均为16进制数)，则这时作为基址寄存器的PC应该为 $x_3x_2x_1x_0 + 1$

使用这条指令的优点在于预处理较少，且不影响其它特殊功能寄存器的值，所以用不着保存原先值，这条指令的缺点在于该表格只能存放在这条指令的地址 $x_3x_2x_1x_0$ 以下00~FFH之中，也就是说，只能存放在地址范围 $x_3x_2x_1x_0 + 1 \sim x_3x_2x_1x_0 + 100H$ 中，这就使程序空间的分配受到了限制。一般来说，使用这种表格的只有唯一的一般程序。

下面举个例子来说明该指令的使用方法以及计算偏移量时应该注意的地方。

下面的子程序功能为：根据累加器A中的数(0~9之间)查平方表求出相应的结果。

地 址		子 程 序
$y_3y_2y_1y_0$	ADD	A, #01H
$y_3y_2y_1y_0 + 2$	MOVC	A, @A + PC
$y_3y_2y_1y_0 + 3$	RET	
$y_3y_2y_1y_0 + 4$	DB	00H
	DB	01H
	DB	04H
	DB	09H
	DB	16H
	DB	25H
	DB	36H
	DB	49H
	DB	64H
	DB	81H (yi是一位16进制数)

一进入子程序 CPU 执行 ADD A, #01H 这条指令, 它的作用是加上偏移量。累加器 A 中反映的仅是从表首开始向下查找多少个单元, 基址寄存器 PC 的内容并非表首, 所以必须使得 A 加上从基址寄存器 PC 到表首的距离, 这就是偏移量。偏移量的计算公式为:

偏移量 = 表首地址 - (查表指令所在的地址 + 1)

上面的例子表首地址 = $y_3y_2y_1y_0 + 4$

偏移量 = $(y_3y_2y_1y_0 + 4) - ((y_3y_2y_1y_0 + 2) + 1) = 1$

注意一下表首地址的概念; 就得表首地址 + A 的内容应为 A 中的数字对应的结果的地址。

上面的例子中进入子程序前 A 的内容在 00~09 之间, 例如 02 的平方为 04H, 以此类推。

• MOVC A, @A + DPTR

这条指令的应用范围较为广泛, 一般情况下。大多使用该指令。使用该指令时不必计算偏移量。使用该指令的优点在于表格可以设在程序存储器的任何空间。而不必象 MOVC A, @A + PC 那样只设在 PC 下的 256 个单元中。所以使用较方便。该指令的缺点在于如果 DPTR 已被使用。则在进入查表以前必须保护 DPTR。并且结束后恢复 DPTR。上例中的查表程序可以改成如下形式:

	PUSH	DPH	保存DPH
	PUSH	DPL	保存DPL
	MOV	DPTR, #TABEL	
	MOVC	A, @A + DPTR	
	POP	DPL	恢复DPL
	POP	DPH	恢复DPH
	RET		
TABEL,	DB	00H	
	DB	01H	
	DB	04H	
	DB	09H	
	DB	16H	
	DB	25H	
	DB	36H	
	DB	49H	
	DB	64H	
	DB	81H	

MCS-51 的指令系统中, 有许多修改 PC 值的指令(转移指令)以实现各种各样程序的转移控制, 它们为:

• LJMP addr16