

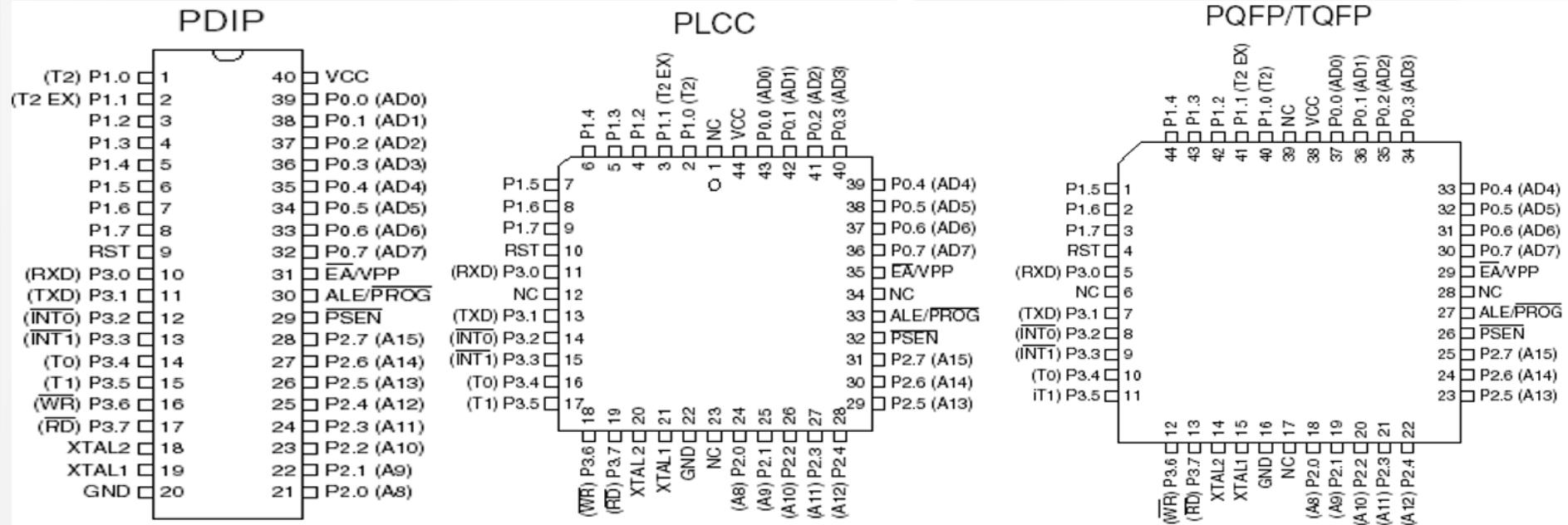
第二章

MCS51单片机的
组成结构

进入单片机的内部世界

——单片机的内存结构

MCS51单片机的不同封装形式



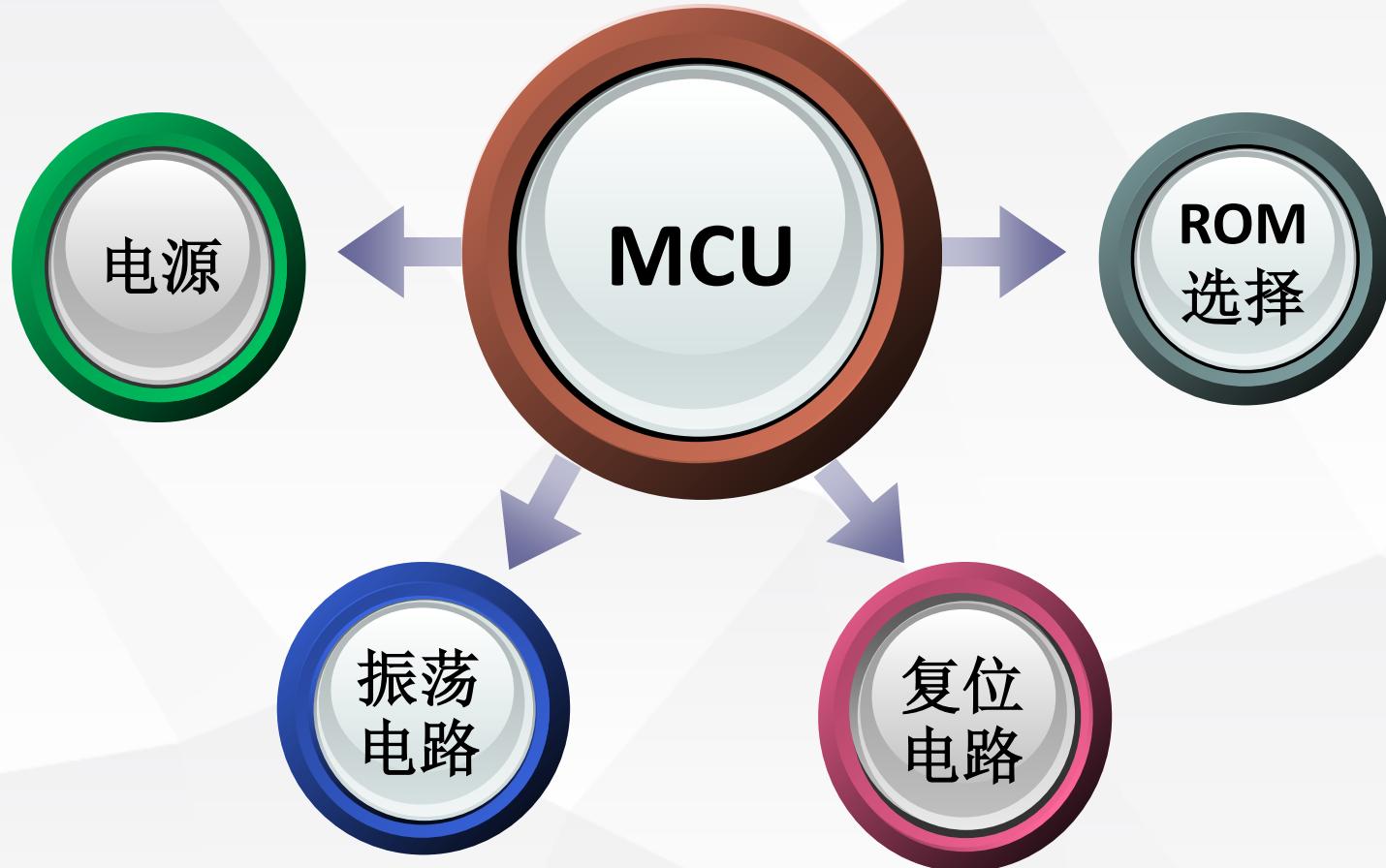
MCS51单片机实物图



MCS51单片机的引脚介绍

- 普通I/O端口：P0、P1、P2、P3，每个端口8位，分别用Pn. 0—Pn. 7表示。
- VCC：电源端口。
- GND：接地端口。
- XTAL1、XTAL2：振荡输入端口。
- RST：复位信号端口。
- ALE/PROG：地址锁存信号输出端口/编程脉冲输入端口。
- PSEN：外部程序存储器选通信号端口。
- EA/VPP：外部程序存储器访问允许端口。

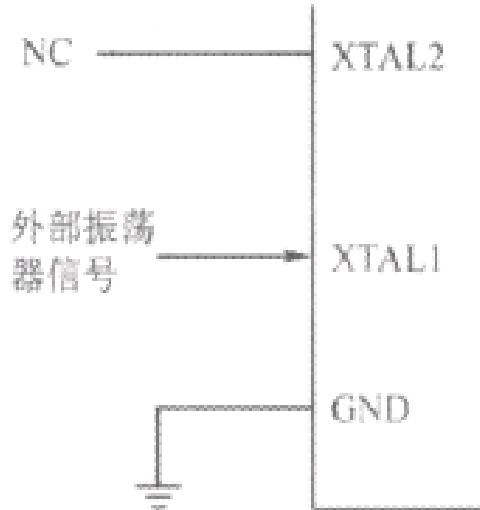
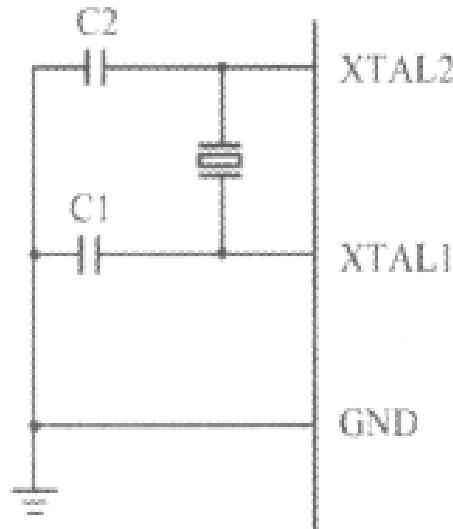
MCS51单片机最小系统组成



最小系统电路解析——电源部分

MCS51单片机与TTL电平是兼容的，因此单片机的供电电源一般为+5V，随着各种工业上的要求不断提高，单片机也可以在低电压下工作，本学期所学的电路中，如果没有作特殊说明，VCC都代表+5V电压。单片机的电源部分电路直接将40脚接VCC，20脚接GND就可以了，注意，最高电压虽然不同型号的单片机有所不同，但是，一般的电路中电源电压都不能超过+5V。

最小系统电路解析——振荡电路



振荡电路有两种形式，一般我们采用外接晶体振荡器的方式进行，因为在大多数情况下，我们要外接一个振荡信号会大大增加电路的复杂程度。

单片机系统的机器周期

系统的机器周期T为单片机主频F的倒数。假设单片机的外接晶振频率为 f_{osc} ，则有如下的计算公式：

$$F = f_{osc} / 12$$

$$T = \frac{1}{F}$$

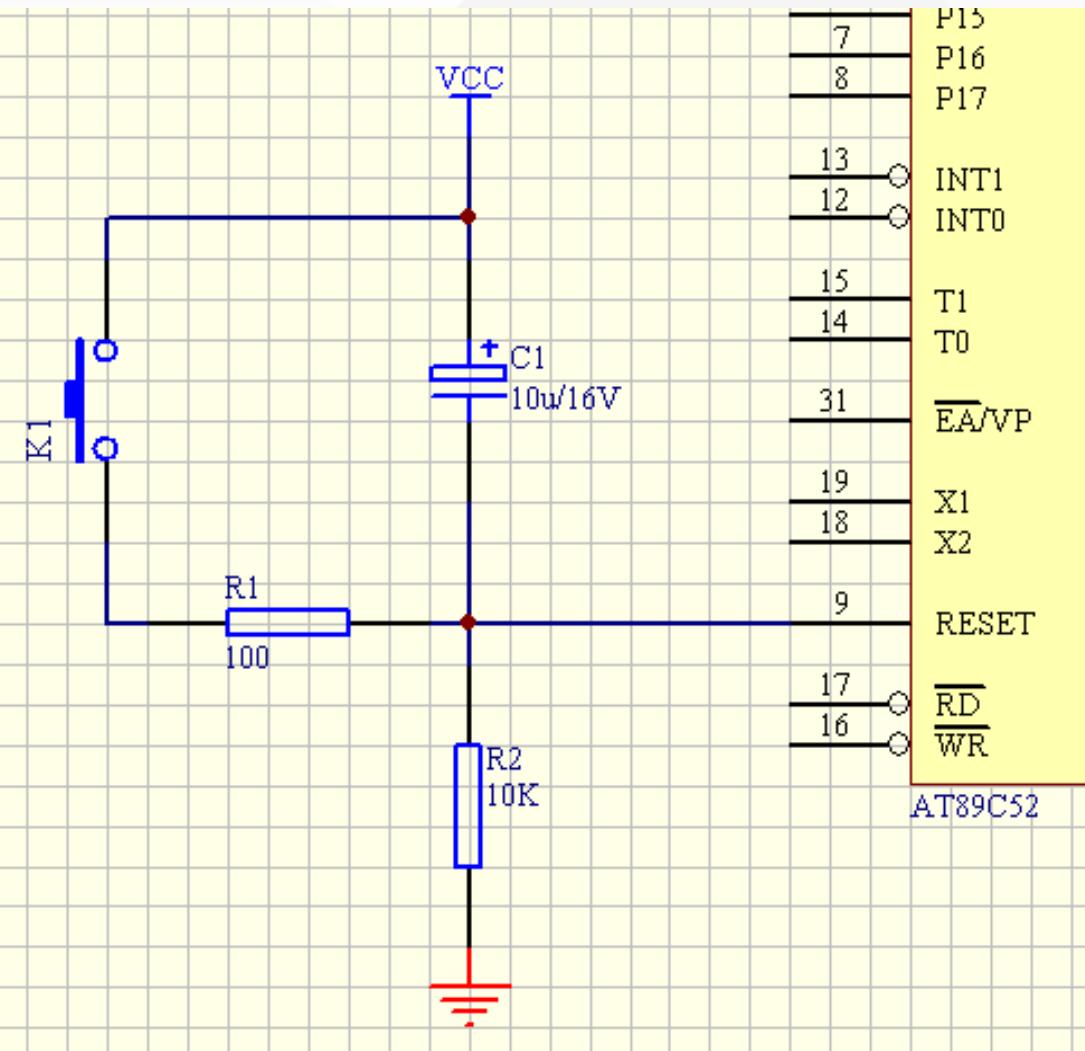
一般我们需要计算的是单片机的机器周期

MCS51单片机外接晶振频率fosc为24MHz时，单片机的机器周期是 [填空1]

正常使用填空题需3.0以上版本雨课堂

作答

最小系统电路解析——复位电路



当单片机复位管脚上产生至少两个机器周期的高电平时，能将单片机系统复位。

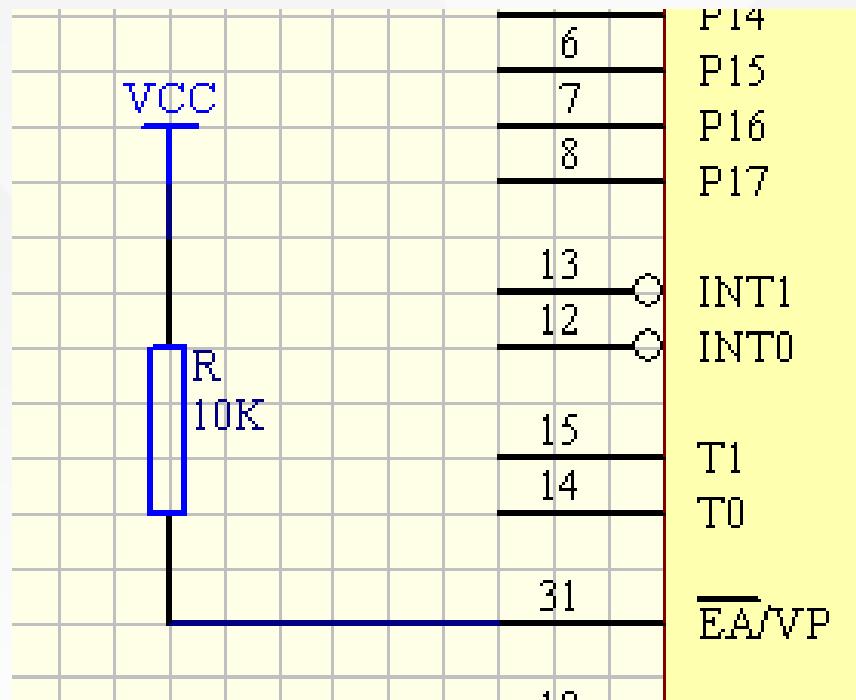
复位电路有两种形式，一种称为上电复位，一种称为按键复位，这里画出的是按键复位的电路，上电复位只有在单片机电源接通时才能进行复位，通常情况下我们都采用按键复位的方式对单片机进行复位。

MCS51单片机当外接晶振频率为6MHz时，要将该单片机复位至少需要多少时间（ ）

- A 0.5us
- B 1us
- C 2us
- D 4us

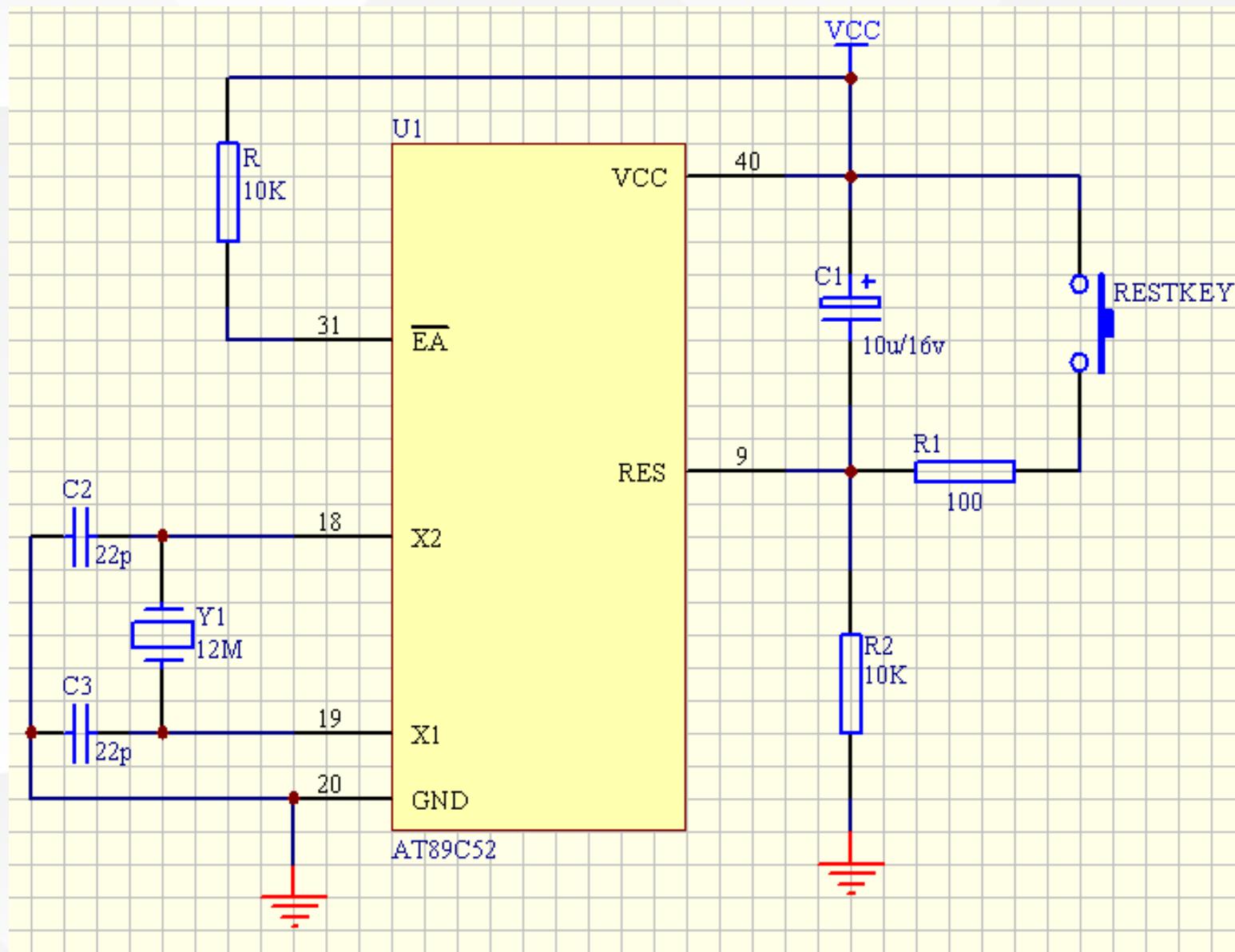
提交

最小系统电路解析——程序存储器选择



EA管脚是用来选择程序存储器的位置的，在后面的单片机的内存结构中我们会再具体讲解它的作用，在这里该管脚要么接高电平，要么接低电平，但是一般不可以悬空，可以在这个管脚上接一个上拉电阻或者下拉电阻来实现。

MCS-51单片机最小系统电路



存储器结构



ROM

是一种写入信息后不易改写的存储器。断电后，ROM中的信息保留不变。用来存放固定的程序或数据，如系统监控程序、常数表格等。

RAM

CPU在运行时能随时进行数据的写入和读出，但在关闭电源时，其所存储的信息将丢失。它用来存放暂时性的输入输出数据、运算的中间结果或用作堆栈。

存储器结构

存储器 的结构

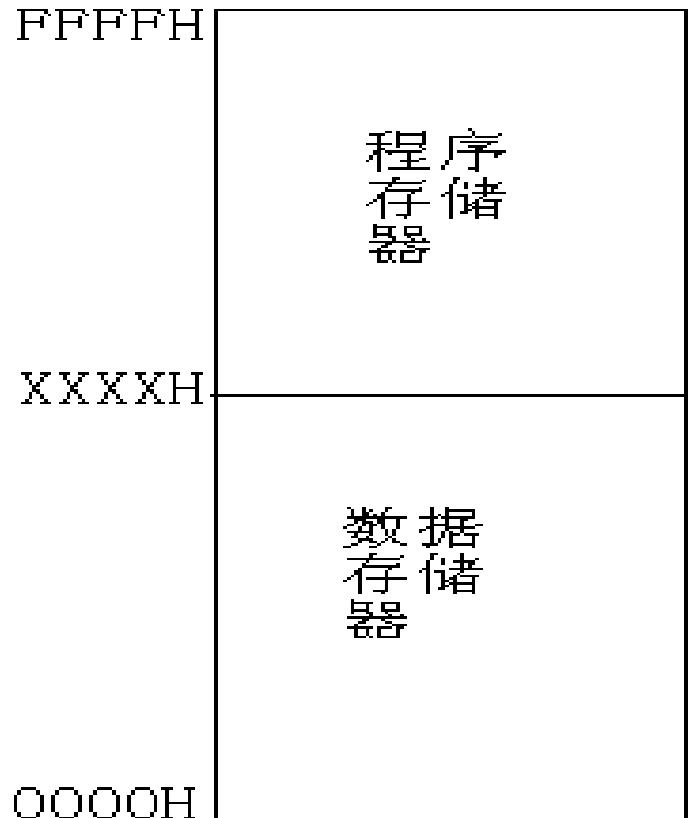
普林斯顿结构

一般微机通常只有一个逻辑空间，可以随意安排ROM或RAM。访问存储器时，同一地址对应唯一的存储单元，可以是ROM也可以是RAM，并用同类访问指令。

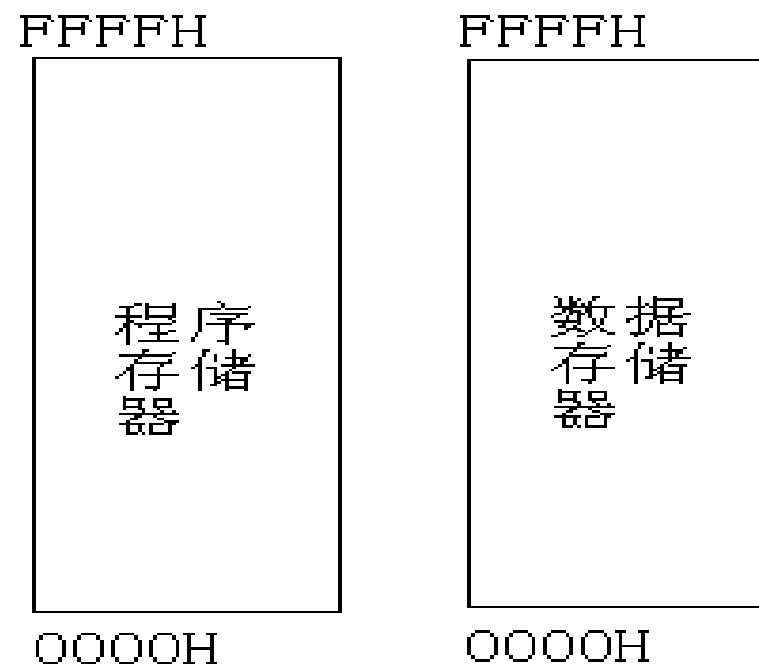
哈佛结构

在物理结构上把程序存储器和数据存储器分开，在访问时，采用不同的访问指令。**MCS51单片机**就是采用的这种结构。

存储器结构

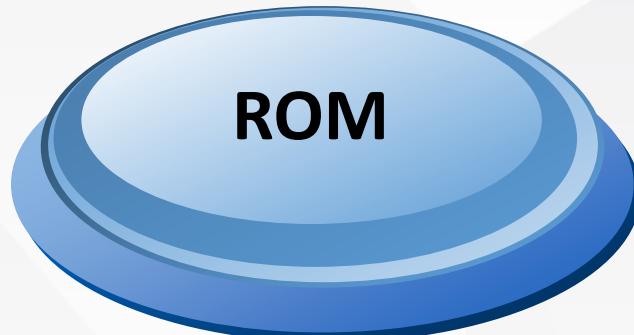


普林斯顿结构



哈佛结构

MCS-51单片机 ROM结构



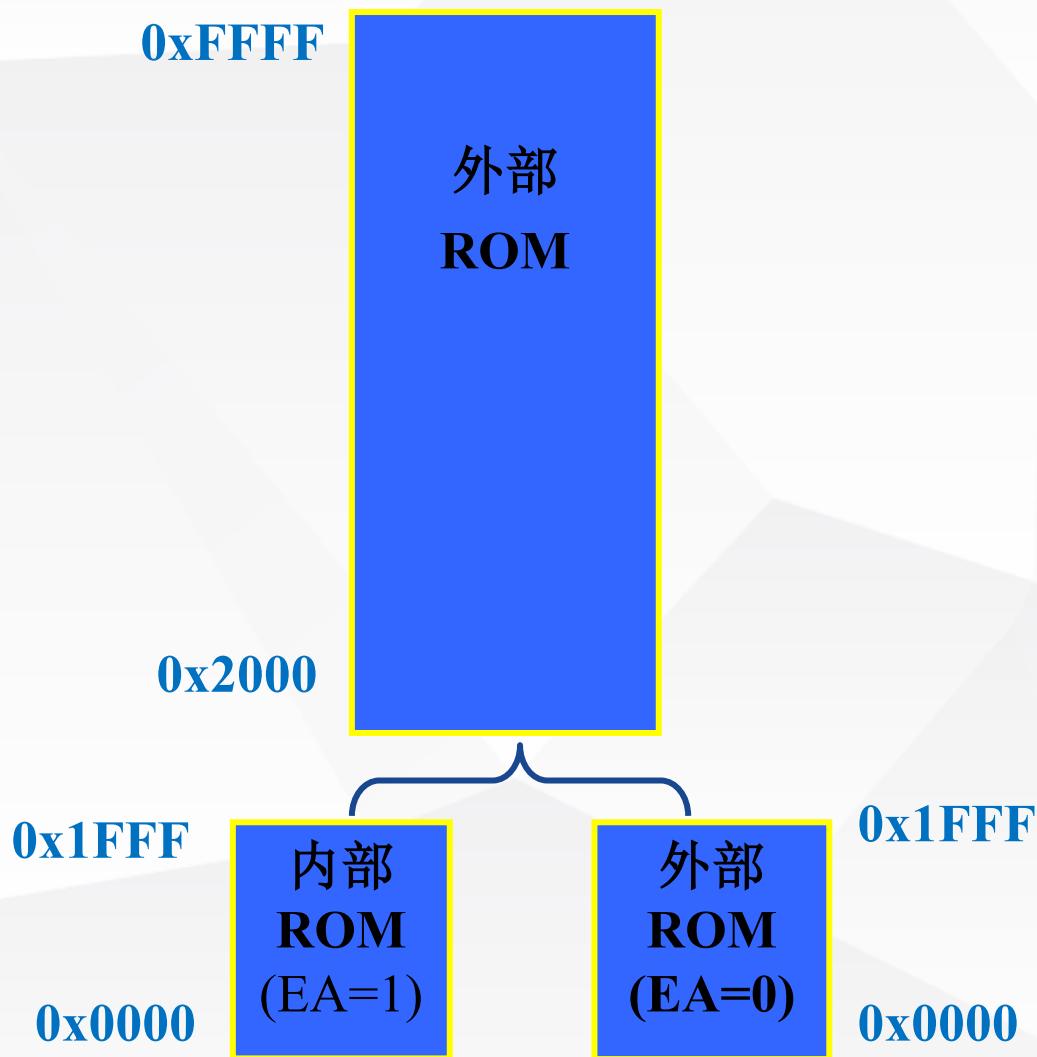
片内ROM

根据单片机的型号不同，片内ROM的大小有所不同。

片外ROM

可以通过扩展的方式在外部扩展，和片内的ROM进行统一编址。

MCS-51单片机 ROM结构



单片机复位时

- ◆ 如果EA管脚接高电平，则程序指针PC指向片内**0x0000**地址单元
- ◆ 如果EA管脚接低电平，则程序指针PC指向片外**0x0000**地址单元

单片机8031最小系统中，EA管脚应该（ ）。

- A 接高电平
- B 接低电平
- C 悬空

提交

MCS-51单片机 ROM结构

在程序存储器中，有7个单元具有特殊功能

0x0000: 8051复位后，PC=0x0000，即程序从0x0000地址单元开始执行指令。（PC是程序指针，控制程序的运行）

0x0003: 外部中断0入口地址。

0x000B: 定时器T0溢出中断入口地址。

0x0013: 外部中断1入口地址。

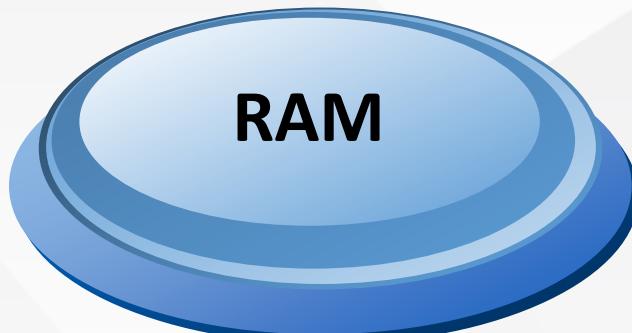
0x001B: 定时器T1溢出中断入口地址。

0x0023: 串行口中断入口地址。

0x002B: 定时器T2中断入口地址。

思考：为何C语言中，不管你的main函数放在程序代码中的哪个位置，程序都从main函数的第一条指令开始执行呢？

MCS-51单片机 RAM结构



片外RAM(64K)

在单片机外部扩展，访问时使用总线方式访问。

具体的扩展方法在后面的章节中讲解

片内RAM(256字节)

地址为0x00–0xFF

分为两个部分：

- 低128字节
- 高128字节

MCS-51单片机 RAM结构



**低128字节
(0x00—0x7F)**

分为三个部分：

- 工作寄存器区
(0x00—0x1F)
- 位寻址区
(0x20—0x2F)
- 普通RAM区
(0x30—0x7F)

**高128字节
(0x80—0xFF)**

分为两个部分：

- 普通RAM区
(只有52系列有)
 - 特殊功能寄存器区
- 这两个区域地址相同，通过不同的寻址方式来区别访问的区域。

MCS-51单片机片内RAM解析

- 工作寄存器组区（占用片内RAM地址0x00—0x1F）



每个工作寄存器组都由8个工作寄存器(R0—R7)组成，每个工作寄存器对应一个固定的地址。比如：工作寄存器组0 中R0的地址为00H。在单片机正常工作时，只有一组工作寄存器组处于前台工作，其他的在后台等待。工作寄存器组的选择由单片机中一个特殊功能寄存器来控制。

当MCS51单片机工作寄存器组2工作时，工作寄存器R5的物理地址为（ ）

- A 0x05
- B 0x0D
- C 0x15
- D 0x1D

提交

MCS-51单片机片内RAM解析

- 工作寄存器组区（占用片内RAM地址0x00—0x1F）

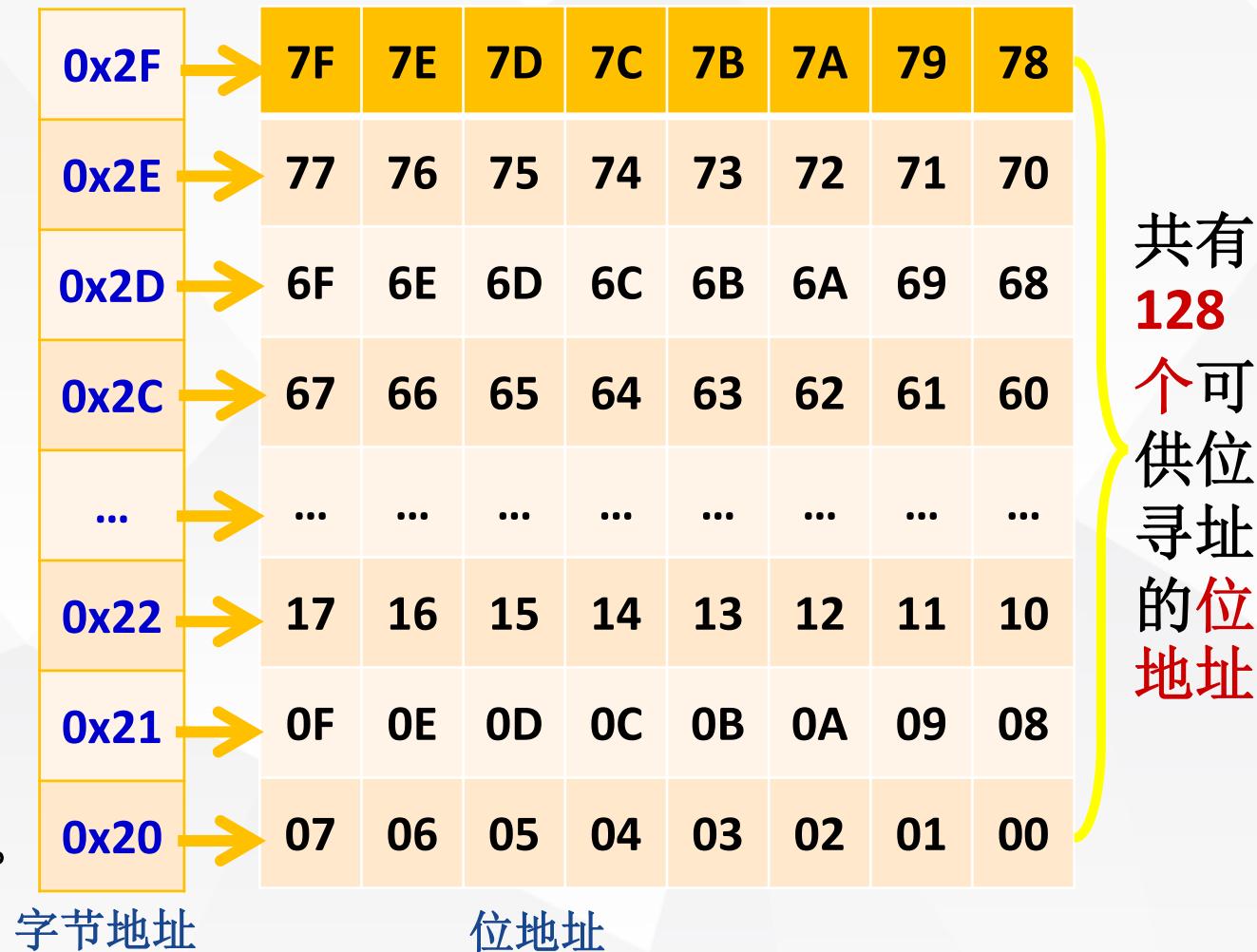


每个工作寄存器组都由8个工作寄存器(R0—R7)组成，每个工作寄存器对应一个固定的地址。比如：工作寄存器组0 中R0的地址为00H。在单片机正常工作时，只有一组工作寄存器组处于前台工作，其他的在后台等待。工作寄存器组的选择由单片机中一个特殊功能寄存器来控制。

MCS-51单片机片内RAM解析

- 位寻址区（占用片内RAM地址0x20——0x2F）

片内地址0x20—0x2F是位寻址区
 (可位寻址的空间，是指可通过执行指令直接对某一位进行操作的空间)
 在该区域内的字节地址中的每一位都对应一个位地址，在使用时可以直接对位地址进行访问。



The diagram illustrates the bit寻址 (位寻址) mapping for the MCS-51's internal RAM. It shows the correspondence between byte addresses (0x20 to 0x2F) on the left and bit addresses (00 to 7F) on the right. The bit addresses are arranged in a grid where each row corresponds to a byte address. The first column of the grid is labeled '字节地址' (Byte Address) and the second column is labeled '位地址' (Bit Address).

| 字节地址 | 0x2F | 0x2E | 0x2D | 0x2C | ... | 0x22 | 0x21 | 0x20 |
|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| | 7F | 7E | 7D | 7C | 7B | 7A | 79 | 78 |
| 0x2F | 77 | 76 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 | 70 |
| 0x2E | 6F | 6E | 6D | 6C | 6B | 6A | 69 | 68 |
| 0x2D | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 |
| 0x2C | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 0x22 | 17 | 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 |
| 0x21 | 0F | 0E | 0D | 0C | 0B | 0A | 09 | 08 |
| 0x20 | 07 | 06 | 05 | 04 | 03 | 02 | 01 | 00 |

共有128个可供位寻址的位地址

MCS-51单片机片内RAM解析

如果假定有一个位地址，它为 x ，如何计算它是 $0x20-0x2F$ 中的哪个字节的哪个位呢？

如果写成下面的样子，使用C语言将合理的式子填入括号中。

位地址 x 在 () . ()

字节 第几位

($0x20+x/8$) . ($x \% 8$)

位地址0x42，位于字节地址（ ）。

- A 0x27的第2位
- B 0x28的第2位**
- C 0x29的第3位
- D 0x30的第3位

提交

MCS-51单片机片内RAM解析

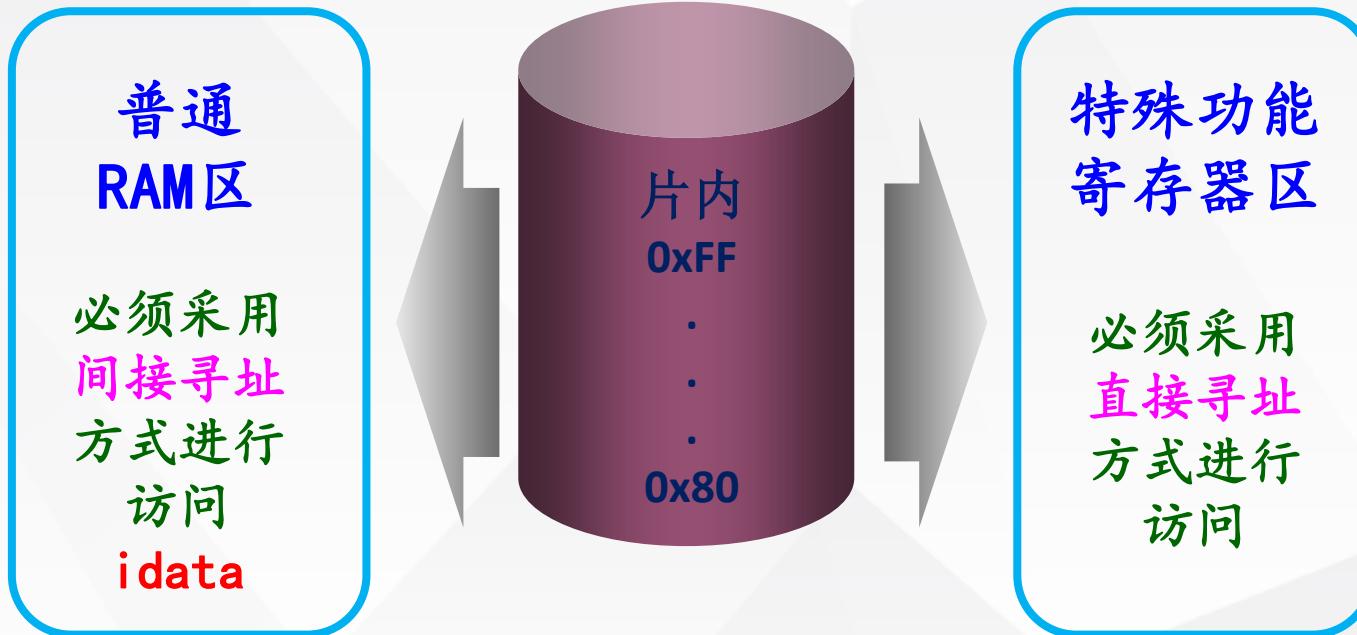
•普通RAM区（占用片内RAM地址0x30—0x7F）

普通RAM区用来存放用户定义的各种变量，在这个区域里，也可以设置堆栈区，确切的说这部分区域可以做任何RAM可以做的事情。

普通RAM区所有的地址单元都不可以位寻址，在普通RAM区里可以使用直接寻址的方式进行地址访问，也可以使用间接寻址的方式进行地址访问。

MCS-51单片机片内RAM解析

0x80—0xFF地址空间的分布



说明：对于0x80—0xFF的空间，89C51系列的单片机没有普通RAM区，而对与89C52系列的单片机来说才有普通RAM区。

在特殊功能寄存器区，凡是地址能被8整除的，都可以进行位寻址，其他的都不能进行位寻址，高128字节的普通RAM区，都不可以进行位寻址。

MCS-51单片机 SFR 解析

• 特殊功能寄存器 (Special Function Register)

- 专用于控制、选择、管理、存放单片机内部各部分的工作方式、条件、状态、结果的寄存器。
- 不同的SFR管理不同的硬件模块，负责不同的功能——各司其职。
- 换言之：要让单片机实现预定的功能，必须有相应的硬件和软件，而软件中最重要的一项工作就是对SFR写命令（要求）。

MCS-51单片机 SFR 解析

| 标识符号 | 地址 | 寄存器名称 |
|------|-----------|-------------------|
| ACC | 0xE0 | 累加器 |
| B | 0xF0 | B寄存器 |
| PSW | 0xD0 | 程序状态字 |
| SP | 0x81 | 堆栈指针 |
| DPTR | 0x82、0x83 | 数据指针(16位)含DPL和DPH |
| IE | 0xA8 | 中断允许控制寄存器 |
| IP | 0xB8 | 中断优先控制寄存器 |
| P0 | 0x80 | I/O口0寄存器 |
| P1 | 0x90 | I/O口1寄存器 |
| P2 | 0xA0 | I/O口2寄存器 |

MCS-51单片机 SFR 解析

| 标识符号 | 地址 | 寄存器名称 |
|------|------|---------------|
| P3 | 0xB0 | I/O口3寄存器 |
| PCON | 0x87 | 电源控制及波特率选择寄存器 |
| SCON | 0x98 | 串行口控制寄存器 |
| SBUF | 0x99 | 串行数据缓冲寄存器 |
| TCON | 0x88 | 定时控制寄存器 |
| TMOD | 0x89 | 定时器方式选择寄存器 |
| TL0 | 0x8A | 定时器0低8位 |
| TH0 | 0x8C | 定时器0高8位 |
| TL1 | 0x8B | 定时器1低8位 |
| TH1 | 0x8D | 定时器1高8位 |

MCS-51单片机 SFR 解析

- P0、P1、P2、P3：四个并行输入/输出口的寄存器。
- SCON (Serial Control Register)
 串口控制寄存器
- SBUF (Serial Date Buffer)
 串行数据缓冲器
- PCON (Power Control Register)
 电源控制寄存器
- TMOD (Timer/Counter Mode Register)
 定时器工作模式寄存器
- TCON (Timer/Counter Control Register)
 定时器控制寄存器
- TH0、TL0 、TH1、TL1：分别是T0、T1的记数初值寄存器
- IP (Interrupt Priority Register)
 中断优先级控制寄存器
- IE (Interrupt Enable Register)
 中断允许控制寄存器

MCS-51单片机 SFR 解析

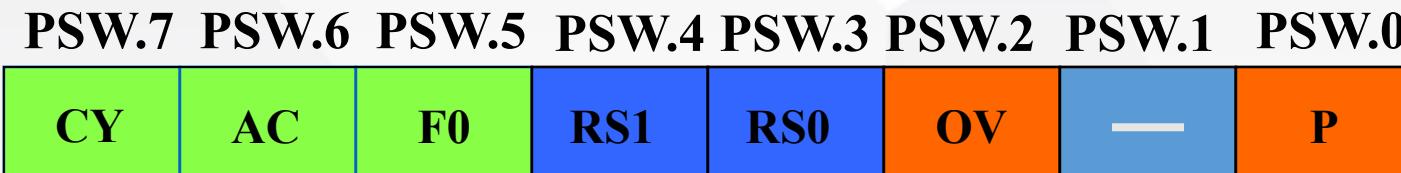
MCS51特殊
功能寄存
器地址映
射头文件
Reg52. h

在本学期的编
程中，每个程
序都需要包含
这个头文件才
能在程序中直
接使用这些
SFR。

```
main.c  Reg52.h
1  /*
2   REG52.H
3
4   Header file for generic 80C52 and 80C32 microcontroller.
5   Copyright (c) 1988-2002 Keil Elektronik GmbH and Keil Software, Inc.
6   All rights reserved.
7
8 */
9 #ifndef __REG52_H__
10 #define __REG52_H__
11
12 /* BYTE Registers */
13 sfr P0      = 0x80;
14 sfr P1      = 0x90;
15 sfr P2      = 0xA0;
16 sfr P3      = 0xB0;
17 sfr PSW     = 0xD0;
18 sfr ACC     = 0xE0;
19 sfr B       = 0xF0;
20 sfr SP      = 0x81;
21 sfr DPL     = 0x82;
22 sfr DPH     = 0x83;
23 sfr PCON    = 0x87;
24 sfr TCON    = 0x88;
25 sfr TMOD    = 0x89;
26 sfr TL0     = 0x8A;
27 sfr TL1     = 0x8B;
28 sfr TH0     = 0x8C;
29 sfr TH1     = 0x8D;
30 sfr IE      = 0xA8;
31 sfr IP      = 0xB8;
32 sfr SCON    = 0x98;
33 sfr SBUF    = 0x99;
34
35 /* 8052 Extensions */
36 sfr T2CON   = 0xC8;
37 sfr RCAP2L  = 0xCA;
38 sfr RCAP2H  = 0xCB;
39 sfr TL2     = 0xCC;
40 sfr TH2     = 0xCD;
41
```

MCS-51单片机 SFR 解析

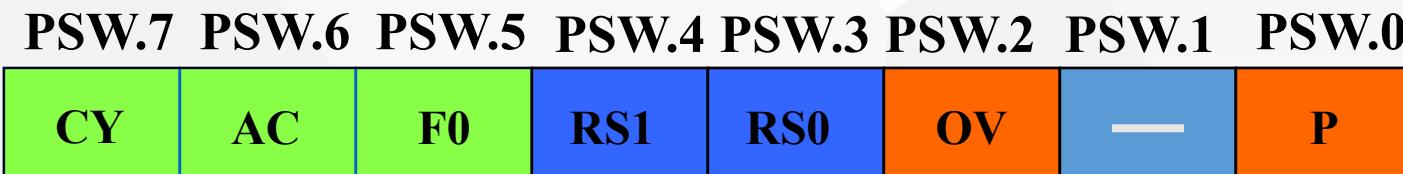
程序状态字寄存器 PSW (0xD0)



- CY (PSW. 7) 进位/借位标志位。若ACC在运算过程中发生了进位或借位，则CY=1；否则=0。它也是布尔处理器的位累加器，可用于布尔操作。
- AC (PSW. 6) 半进位/借位标志位。若ACC在运算过程中，D3位向D4位发生了进位或借位，则AC=1，否则=0。机器在执行“DA A”指令时自动要判断这一位。
- F0 (PSW. 5)。可由用户定义的标志位。
- OV (PSW. 2)。溢出标志位。OV=1时特指累加器在进行运算时出错（超出范围）；OV=0时未出错。

MCS-51单片机 SFR 解析

程序状态字寄存器 PSW (0xD0)



- **PSW.1。** 未定义。
- **P (PSW.0)奇偶标志位。** P=1表示累加器中“1”的个数为奇数； P=0表示累加器中“1”的个数为偶数。CPU随时监视着ACC中的“1”的个数，并反映在PSW中。