第四章 STC89C52单片机的硬件结构

4.1 STC89C52单片机的内部结构

4.2 STC89C52的引脚及功能

4.3 STC89C52单片机的CPU

4.4 STC89C52存储器的结构

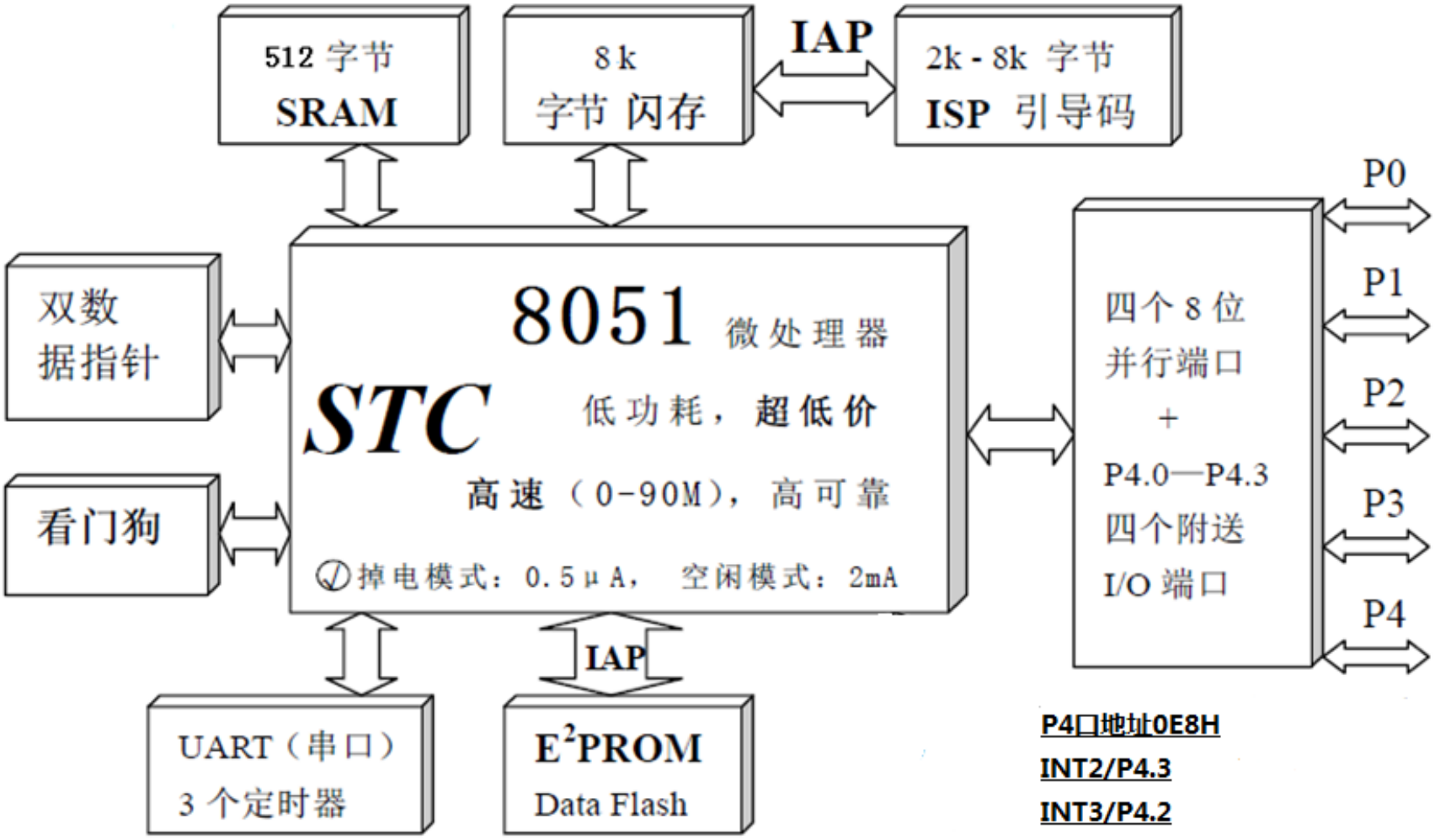
4.5 复位电路

4.6 时钟电路

4.7 低功耗节电模式

4.8 单片机最小应用系统

4.1　STC89C52单片机的硬件结构



P4口地址0E8H
INT2/P4.3
INT3/P4.2
P4口均可位寻址

各功能部件：

1. 微处理器（CPU）：8位的CPU，且内含一个1位CPU（位处理器）。不仅可处理字节数据，还可进行位变量的处理（位处理、查表、状态检测、中断处理）。
2. 数据存储器（RAM）：片内有512B，片外最多可外扩至64K字节。
3. 程序存储器：8KB Flash ROM。片外最多可外扩至64KB。可擦写10万次以上。
4. 芯片内置EEPROM功能。
5. 中断系统：具有8个中断源，4级中断优先权。
6. 定时器/计数器：3个16位的定时器/计数器，具有四种工作方式。

7.串行口：1个全双工的串行口，具有四种工作方式。可用来进行串行通信。

8.P0口、P1口、P2口、P3口、P4口：通用I/O口（35/39个），复位后为：P1、P2、P3、P4是准双向口/弱上拉（与普通MCS-51传统I/O口功能一样）；P0口是开漏输出口，作为总线扩展时用，不用加上拉电阻；P0口作为I/O口用时，需加上拉电阻。

9. 1个看门狗定时器:当CPU由于干扰使程序陷入死循环或跑飞时，WDT可使程序恢复正常运行。

10.内部集成MAX810专用复位电路（HD版本和90C版本才有），外部晶体20M以下时，可不需要外部复位电路。

11.特殊功能寄存器（SFR）：用于对片内各功能模块进行管理、控制、监视。实际上是一些控制寄存器和状态寄存器，形成一个特殊功能的RAM区。

STC89C52单片机特性

1.增强型6时钟/机器周期和12时钟/机器周期任意设置。

2.指令代码完全兼容传统8051

3.工作电压：5.5～3.4V（5V单片机）/2.0～3.8V（3V单片机）。

4.工作频率：0～40MHz，相当于普通8051单片机的0～80MHz，实际工作频率可达48MHz。

5.ISP在系统可编程/IAP在应用可编程，无需专用编程器/仿真器，可通过串口（RxD/P3.0，TxD/P3.1）直接下载用户程序。

6.工作温度范围：0℃～75℃（商业级）/－40℃～＋85℃（工业级）。

7.封装形式有：LQFP-44、PDIP-40、PLCC-44、PQFP-44。由于LQFP-44具有体积小、扩展了P4口、外部中断2和3及定时器T2的功能。PDIP-40的封装与传统的89C52芯片兼容。

STC89C52RC单片机的工作模式:

1.掉电模式：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，中断返回后，继续执行原程序。典型功耗<0.1μA。

2.空闲模式：CPU停止工作，允许RAM、定时器/计数器、串口、中断继续工作。典型功耗2mA。

3.正常工作模式：单片机正常执行程序的工作模式，典型功耗4mA～7mA。

为什么要有三种工作模式？

51 CPU中的位处理器，是一个完整的1位微计算机，它有自己的CPU、位寄存器、I/O口和指令集。这个1位机在开关决策、逻辑电路仿真 、工业控制方面很有效；而8位机在数据采集、运算处理有优势。二者相辅相成，是单片机技术上的1个突破。



第四章 STC89C52单片机的硬件结构

4.1 STC89C52单片机的内部结构

4.2 STC89C52的引脚及功能

4.3 STC89C52单片机的CPU

4.4 STC89C52存储器的结构

4.5 复位电路

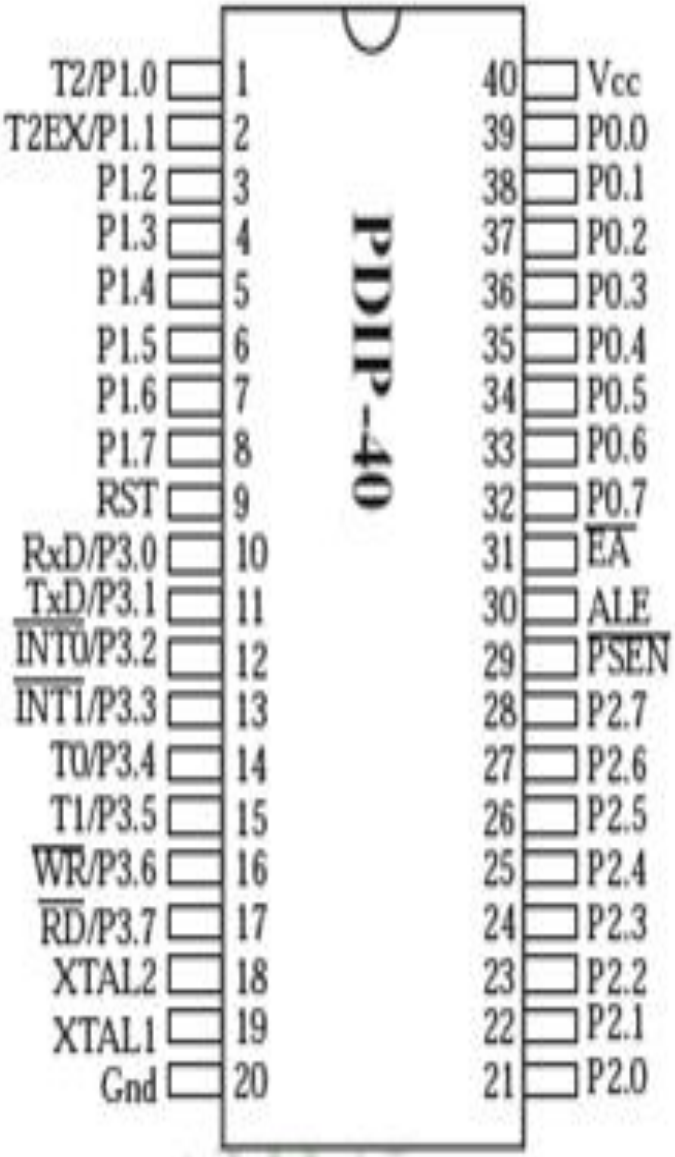
4.6 时钟电路

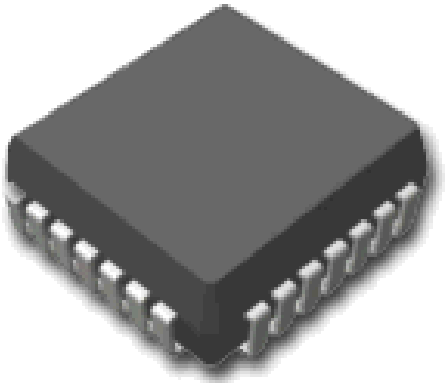
4.7 低功耗节电模式

4.8 单片机最小应用系统

4.2 STC89C52的引脚

STC89C52封装形式有：LQFP-44、PDIP-40、PLCC-44、PQFP-44。LQFP-44具有体积小、扩展了P4口、外部中断2和3及定时器T2的功能。PDIP-40的封装与传统的89C52芯片兼容。

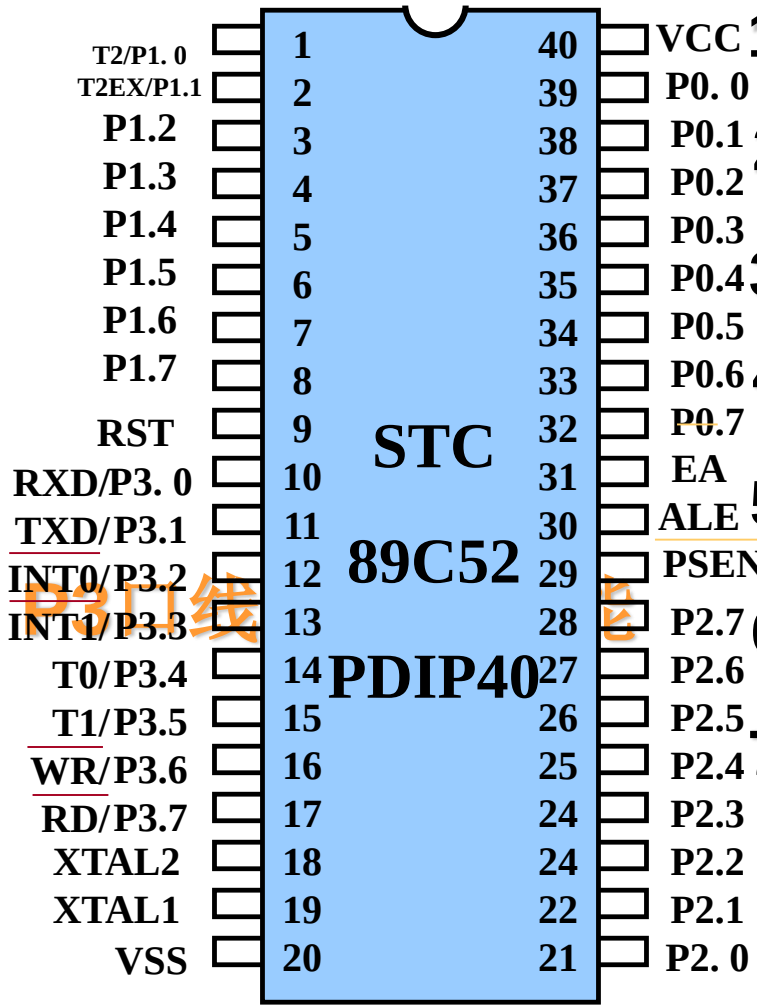





STC
90C54RD+
40I-LQFP44G


STC
40C-PLCC


STC



1、电源线：VCC(+5V)、VSS(地)

2、振荡电路：XTAL1、XTAL2

3、复位引脚：RST

4、并行口：P0、P1、P2、P3

5、$\overline{EA}$：访问程序存储器控制信号

6、$\overline{PSEN}$：外部ROM读选通信号

7、ALE：地址锁存控制信号

40只引脚按其功能来分，可分为三部分：

1. 电源及时钟引脚：

Vcc，Vss；XTAL1,XTAL2

2. 控制引脚

$\overline{\text{PSEN}}$、ALE、$\overline{\text{EA}}$、RESET（即RST）。

3. I/O口引脚：

P0、P1、P2、P3，为4个8位I/O口的外部引脚。

4.2.1 电源及时钟引脚

(1) 电源引脚：接入单片机的工作电源

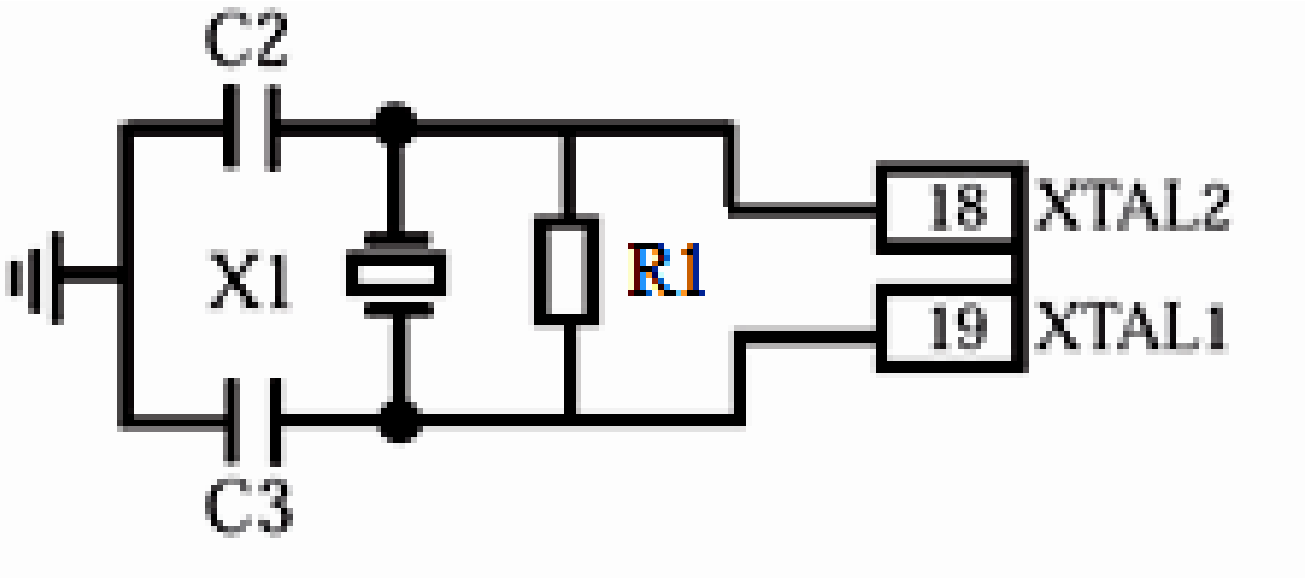
Vcc（40脚）：接 电源；

Vss（20脚）：接地。

(2) 时钟引脚:时钟引脚外接晶体与片内的反相放大器构成了一个振荡器，它提供单片机的时钟控制信号。时钟引脚也可外接晶体振荡器。

XTAL1（19脚）：片内振荡器反相放大器和时钟发生器电路输入端。用片内振荡器时，该脚接外部石英晶体和微调电容。外接时钟源时，该脚接外部时钟振荡器的信号。

XTAL2（18脚）：片内振荡器反相放大器的输出端。当使用片内振荡器，该脚连接外部石英晶体和微调电容。当使用外部时钟源时，本脚悬空。


C2
X1
R1
18
XTAL2
19
XTAL1
C3

4.2.2 控制引脚

1) RST（9脚）

RST:单片机刚接上电源时，其内部各寄存器处于随机状态，在此脚输入24个时钟周期宽度以上的高电平将使单片机复位。单片机正常工作时，此脚应为≤0.5V低电平。

当看门狗定时器溢出输出时，该脚将输出长达96个时钟振荡周期的高电平。

2) ALE/ $\overline{\text{PROG}}$（30引脚）

访问片外存储器时，ALE(地址锁存允许信号)输出脉冲的负跳沿用于16位地址的低8位锁存信号。
不访问片外存储器，ALE端以时钟振荡器频率的1/6固定输出正脉冲。

$\overline{\text{PROG}}$：引脚第二功能，对片内 Flash编程，为编程脉冲输入 引脚。

3) $\overline{\text{PSEN}}$(29引脚)

片外程序存储器读选通信号，低电平有效。

4) $\overline{EA}$

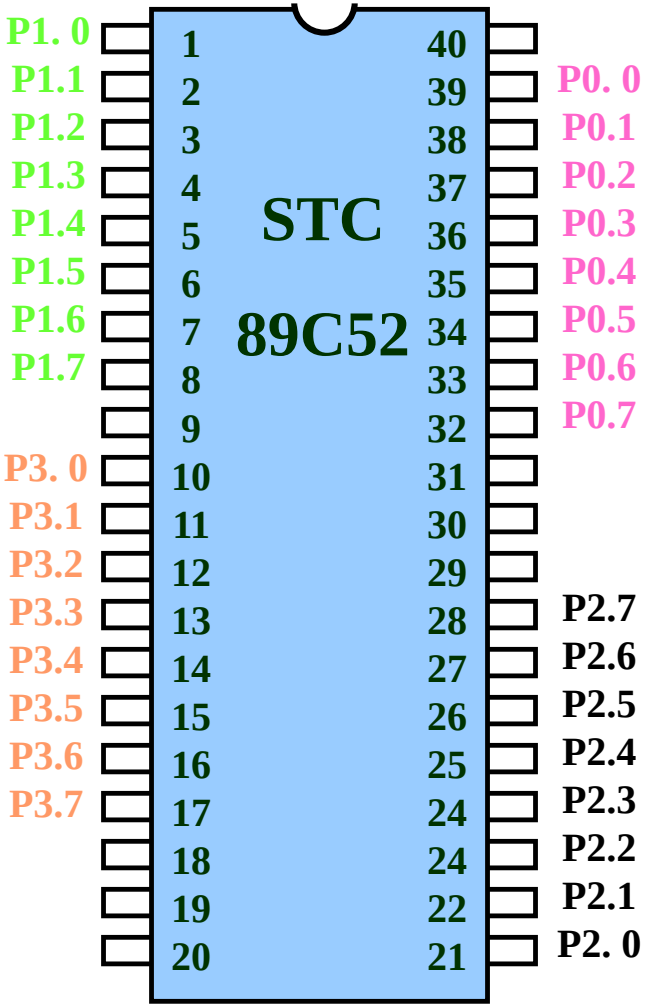
$\overline{EA}$ ：片内外程序存储器选择控制端。

输入高电平，CPU访问内部程序存储器(8K Flash ROM)。PC值超过1FFFH时，将自动转向读取片外**56KB**（**2000H-FFFFH**）。

输入低电平时，只读取外部的程序存储器中的内容，读取的地址范围为**0000H～FFFFH**，片内的**8KB Flash** 程序存储器不起作用。

4.2.3 I/O口引脚

STC89C52RC单片机有5个端口P0、P1、P2、P3、P4，其中P4端口在LQFP44、PQFP44、PLCC44等封装形式中才有。



(1)特点：

◆5个8位并行I/O口：P0，P1，P2，P3，P4；(PDIP40HD版本无P4口）。

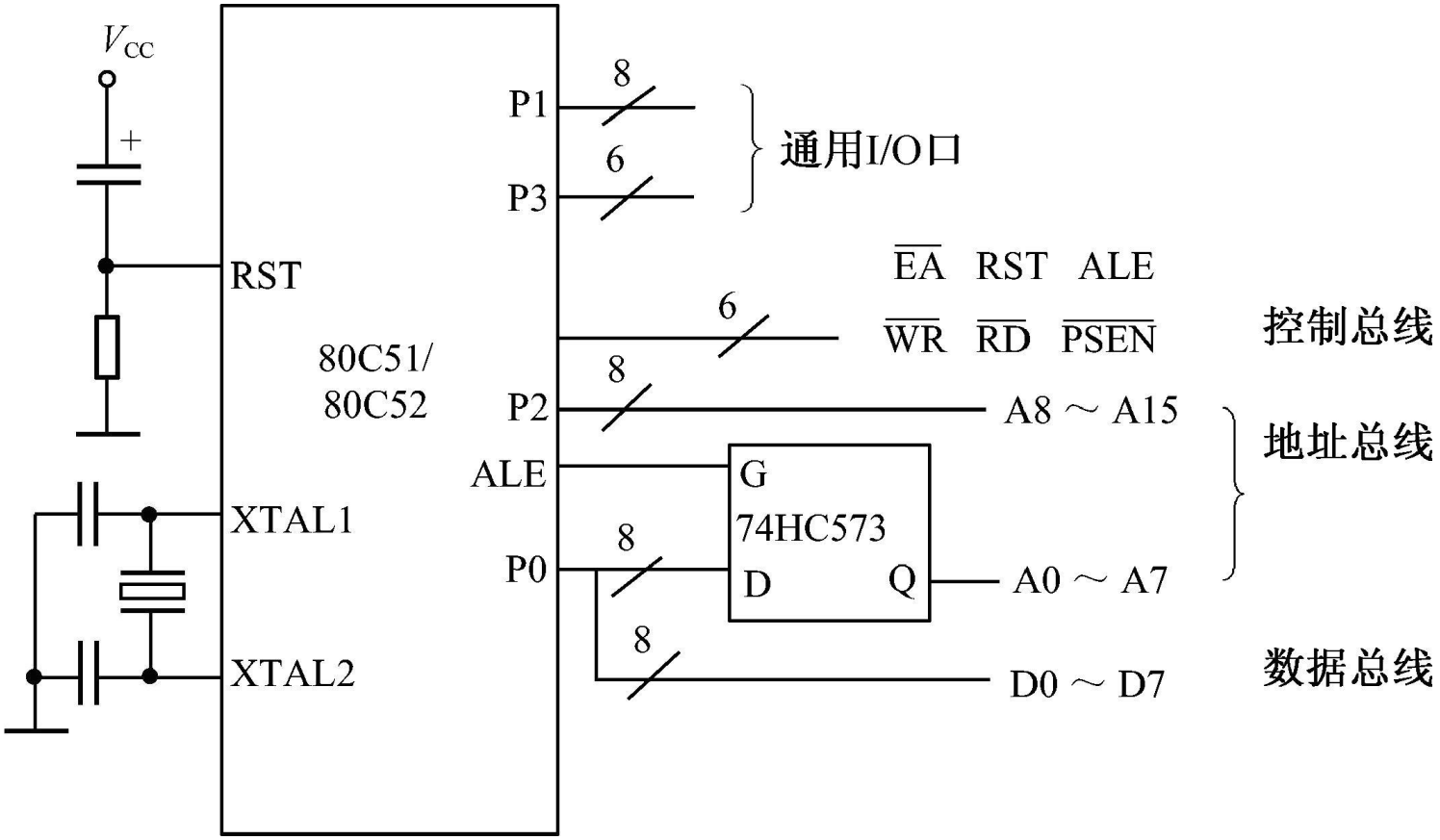
◆均可作为双向I/O端口使用。

P0：访问片外扩展存储器时，复用为低8位地址线和数据线

P2：高8位地址线。

P1：双向I/O端口

P3：第二功能


V_{CC}
+
RST
XTAL1
XTAL2
80C51/
80C52
P1
P3
P2
ALE
P0
8
6
通用I/O口
$\overline{EA}$ RST ALE
$\overline{WR}$ $\overline{RD}$ $\overline{PSEN}$
控制总线
A8 ～ A15
地址总线
G
74HC573
D
Q
A0 ～ A7
D0 ～ D7
数据总线

1. P0口引脚

P0.0～P0.7：P0口即可作为输入/输出口，也可作为地址/数据复用总线使用。当P0口作为输入/输出口时，P0是一个8位准双向口，上电复位后处于开漏模式。P0口内部无上拉电阻，所以作I/O口必须外接10K～4.7K的上拉电阻。当P0作为地址/数据复用总线使用时，是低8位地址线[A0-A7]和数据线[D0-D7]共用，此时无需外接上拉电阻。

2. P1口引脚

P1.0～P1.7：P1口是一个带内部上拉电阻的8位双向I/O口。对端口写入1时，通过内部的上拉电阻把端口拉到高电位，这时可用作输入口。

P1.0和P1.1还可以作为定时器/计数器2的外部计数输入（**P1.0/T2**）和定时器/计数器2的触发输入（**P1.1/T2EX**），具体参见表4- 1。

引脚号	功能特性
P1.0	T2（定时/计数器2外部计数输入），时钟输出
P1.1	T2EX（定时器/计数器2捕获/重装触发和方向控制）

3. P2口引脚

P2口内部带上拉电阻的8位双向I/O端口。即可作为输入/输出口，也可作为高8位地址总线使用（A8-A15)。当P2口作为输入/输出口时，P2是一个8位准双向口。在访问外部程序存储器和16位地址的外部数据存储器（如执行“MOVX @DPTR”指令）时，P2送出高8位地址。在访问8位地址的外部数据存储器（如执行“MOVX @R1”指令）时，P2口引脚上的内容就是专用寄存器SFR区中的P2寄存器的内容，在整个访问期间不会改变。

例：将片外2010H单元内容送到片内30H单元中。

方法一：

```
MOV     DPTR,#2010H
MOVX    A,@DPTR
MOV     30H,A
```

方法二：

```
MOV     P2,#20H
MOV     R0,#10H
MOVX    A,@R0
MOV     30H,A
```

4. P3口引脚

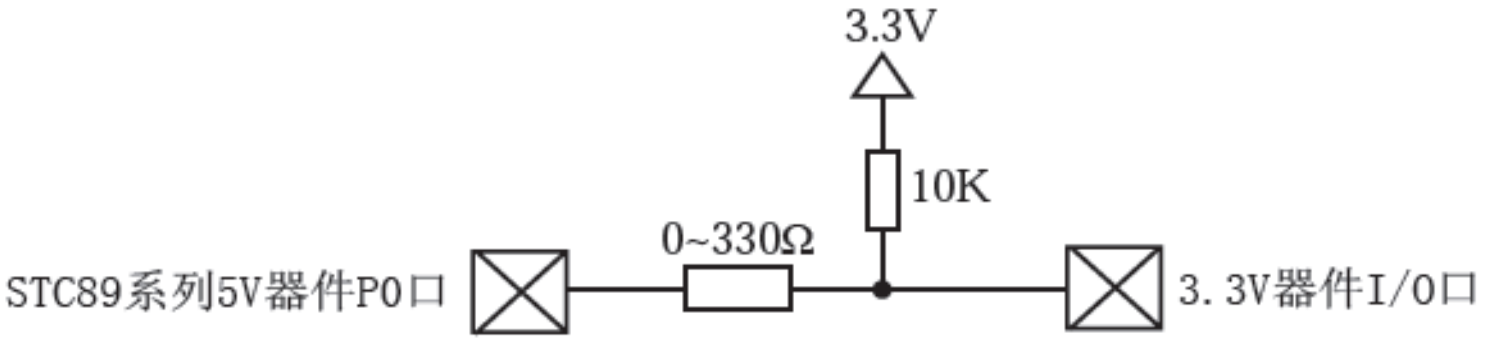
P3是一个带内部上拉电阻的8位双向I/O端口。P3口除作为一般I/O口外，还有其他一些复用功能，如表4- 2所示。

引脚	复用功能
P3.0	RXD（串行输入口）
P3.1	TXD（串行输出口）
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$（外部中断0）
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$（外部中断1）
P3.4	T0（定时器0的外部输入）
P3.5	T1（定时器1的外部输入）
P3.6	$\overline{\text{WR}}$（外部数据存储器写选通）
P3.7	$\overline{\text{RD}}$（外部数据存储器读选通）

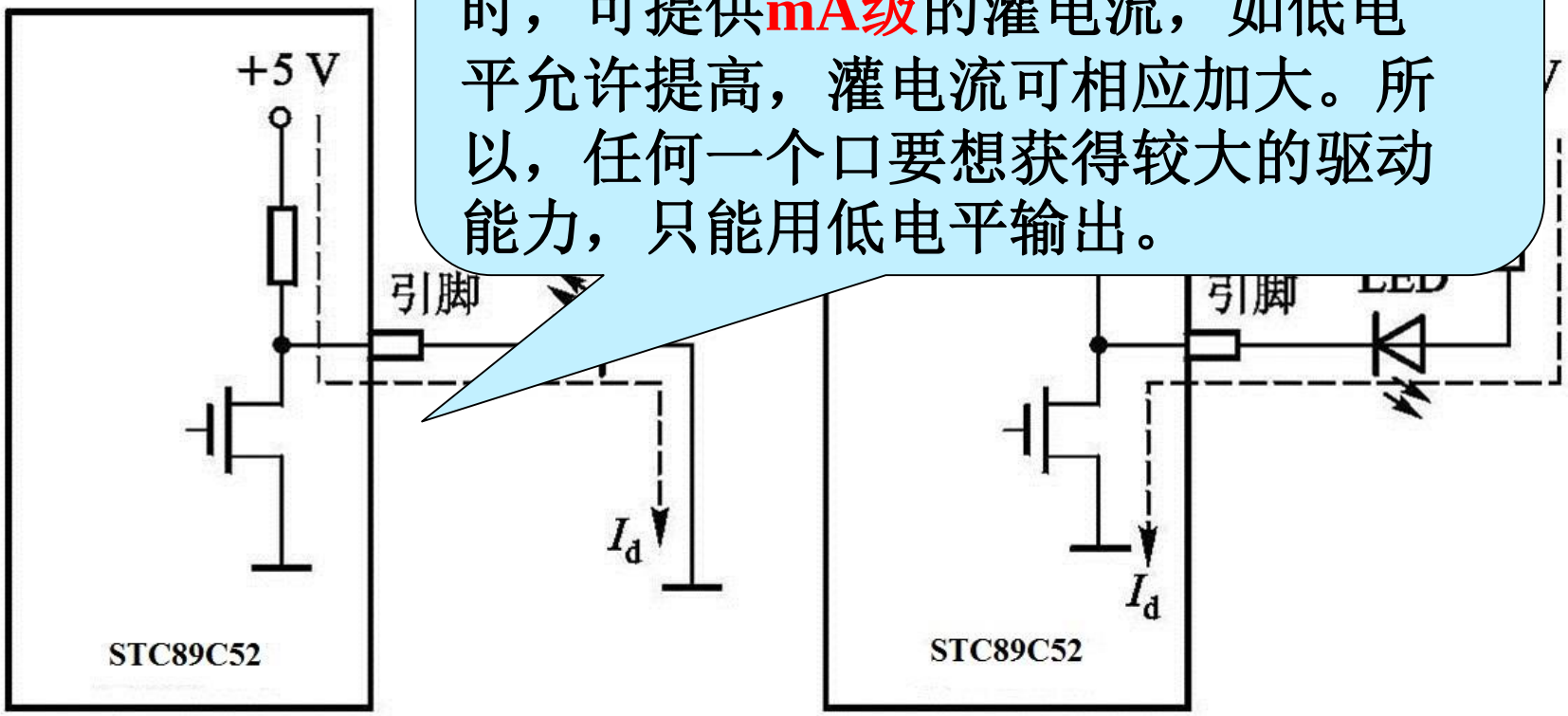
5V单片机连接3V器件

STC89C52RC的5V单片机的P0口的灌电流最大为12mA，其他I/O口的灌电流最大为6mA。P0口驱动能力是其它端口的2倍,8个LSTTL输入。

当STC89C52RC系列5V单片机连接3.3V器件时，为防止3.3V器件承受不了5V，可将相应的5V单片机P0口先串一个0~330Ω的限流电阻到3.3V器件I/O口，相应的3.3V器件I/O口外部加10K上拉电阻到3.3V器件的Vcc，这样高电平是3.3V，低电平是0V，其配置见图4-9。



当P0口的某位为高电平时，可提供μA级的电流；当P0口的某位为低电平时，可提供mA级的灌电流，如低电平允许提高，灌电流可相应加大。所以，任何一个口要想获得较大的驱动能力，只能用低电平输出。



（a）不恰当的连接：高电平驱动　（b）恰当的连接：低电平驱动

图　发光二极管与STC89C52并行口的直接连接

28

(2)输出举例

指令1：MOV P1,#00H

指令2：MOV P1,#0FFH

指令3：MOV P1,#0AAH

字节操作

指令4：CLR P1.0

指令5：SETB P1.0

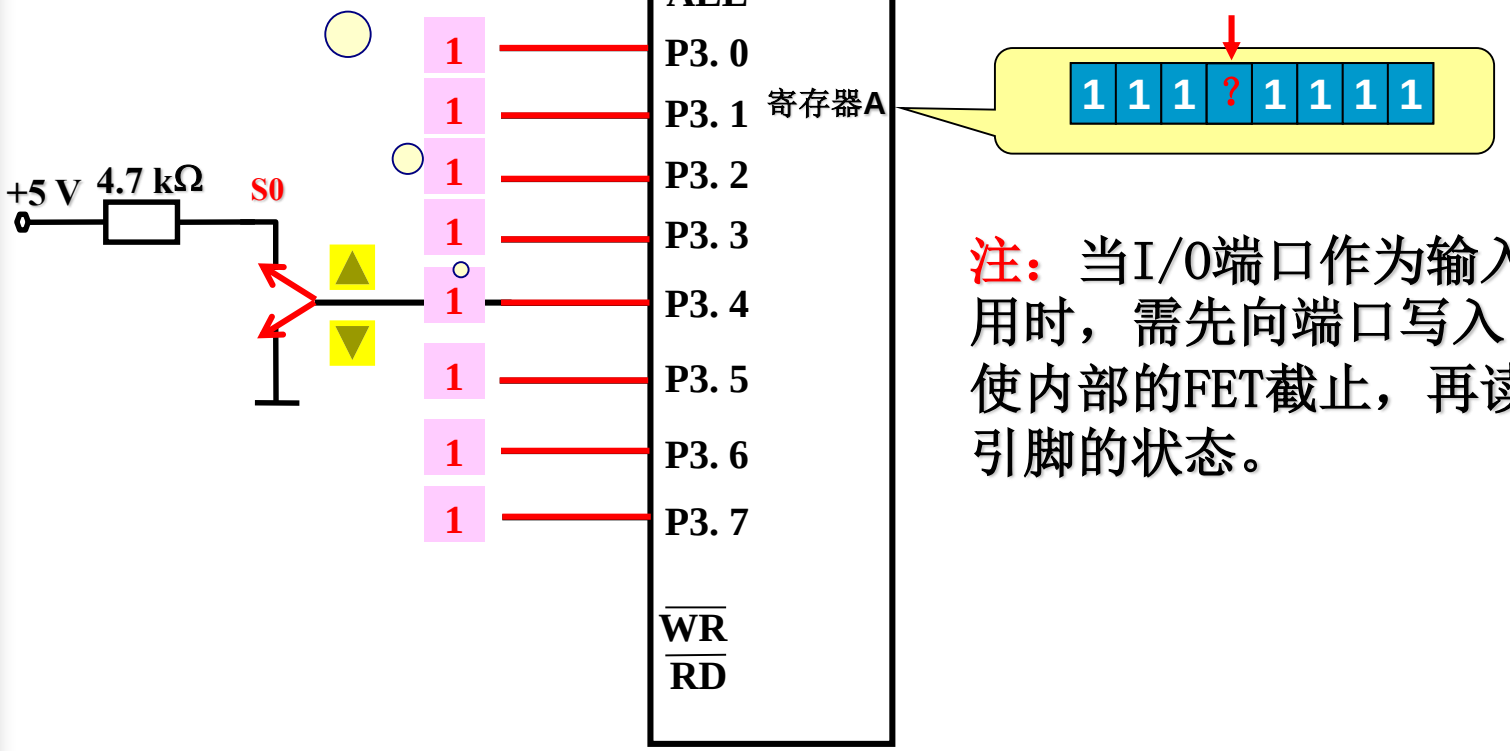
位操作

(3) 输入举例

P3.4对应寄存器A哪一位？

读端口：MOV P3, #11111111B

MOV A, P3



注：当I/O端口作为输入使用时，需先向端口写入“1”，使内部的FET截止，再读入引脚的状态。

I/O口的读操作

每个I/O口都有两种读入方法：

1. **读锁存器（读－修改－写指令）：** 当目的操作数为某一I/O口或I/O口的某一位时，这些指令为读－修改－写指令：

例:ANL P1,A

ORL P2,A

JBC P1.1，LABEL ；P1.1=1则转移并清除该位。

2. **读引脚：** 以I/O端口为源操作数的指令，执行该指令时，打开三态门，输入口状态（即先向该口写入“1”）

例:MOV A,P1

提示：当P1、P2、P3口作为输入口使用时，必须先向该口写1（对应口线置为高电平）。



第四章 STC89C52单片机的硬件结构

4.1 STC89C52单片机的内部结构

4.2 STC89C52的引脚及功能

4.3 STC89C52单片机的CPU

4.4 STC89C52存储器的结构

4.5 复位电路

4.6 时钟电路

4.7 低功耗节电模式

4.8 单片机最小应用系统

4.3 STC89C52的CPU

4.3.1 运算器

包含部件：ALU、位处理器、累加器A、寄存器B、暂存器以及程序状态字寄存器PSW以及BCD码修正电路。

功能：实现数据的算术、逻辑运算，位变量处理和数据传输。

1. ALU

算术运算	加、减、乘、除（字节）
逻辑运算	与、或、异或、循环、求补、清零（字节）
位运算	置位、清零、求补、测试转移、与、或

2. 累加器A（A_{CC}）

8位的累加器，也是CPU中使用**最频繁**的寄存器。它的进位标志Cy是特殊的，因为它同时是位处理器的一位累加器。

3. 寄存器B

是为执行乘法和除法操作设置的，在不执行乘法、除法操作的情况下，可作普通寄存器使用。

乘法：A、B存放乘数和被乘数，乘积存放在BA寄存器对中。

除法：被除数取自A,除数取自B，商存放在A,余数存放于B。

4. 程序状态寄存器PSW（Program Status Word）

8位可读写的寄存器。字节地址为D0H。各位的定义如下：

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
PSW	Cy	Ac	F0	RS1	RS0	OV	–	P	D0H

其中PSW.1是保留位，未用。

1) **Cy（PSW.7）：**进位标志位，在执行算数和逻辑指令时，可被硬件或软件置位或清除，在位处理器中，它是位累加器。

2) **AC（PSW.6）：**辅助进位标志位，当进行加法或减法操作而产生由低4位进位或借位时，AC被硬件置1，否则被清除。

3) **F0（PSW.5）：**标志位，它是由用户使用的标志位，可用软件对它置位或清除，也可靠软件测试F0以控制程序流向。

4) RS1、RS0 （PSW.4、PSW.3）工作寄存器区选择控制位:这两位用来选择4组工作寄存器区。

	RS1	RS0	
软件写入	0	0	区0（选择内部RAM寄存器地址00H~07H）
软件写入	0	1	区1（选择内部RAM寄存器地址08H~0FH）
软件写入	1	0	区2（选择内部RAM寄存器地址10H~17H）
软件写入	1	1	区3（选择内部RAM寄存器地址18H~1FH）

5) OV（PSW.2）溢出标志位:当执行算术指令时，由硬件置1或清0，以指示是否溢出。

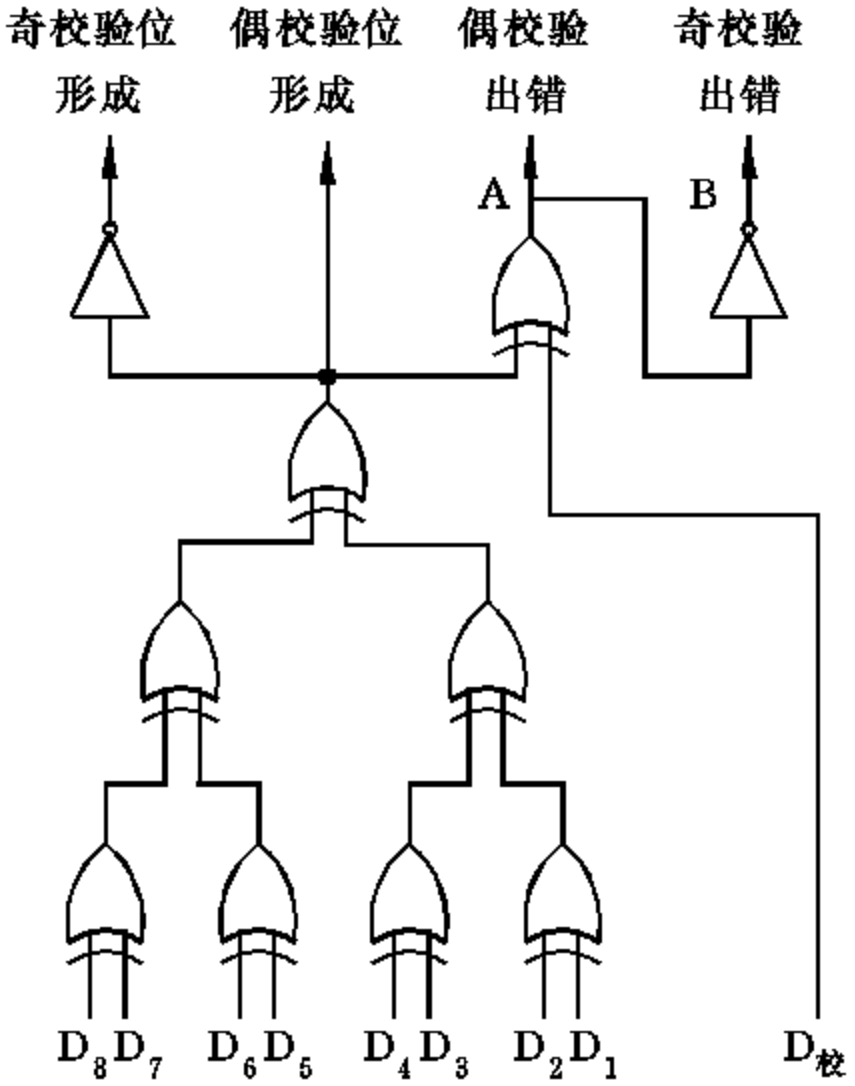
6) P（PSW.0）奇偶标志位:每个指令周期都由**硬件**来置位或清除，以表示累加器A中值为1的位数的奇偶数。

P=1，则A中1的个数为奇数。

P=0，则A中1的个数为偶数。

(A)=10101011
P=1还是0?

此标志位对串行口通讯中的数据传输有意义，常用奇偶检验的方法来检验数据传输的**可靠性**。


奇校验位
形成
偶校验位
形成
偶校验
出错
奇校验
出错
A
B
D8 D7
D6 D5
D4 D3
D2 D1
D校

4.3.2 控制器

控制器是单片机的神经中枢。单片机执行指令是在控制器下进行的。

一条指令的执行过程：

取指令→分析指令（指令译码）→执行指令

控制器包括：程序计数器、指令寄存器、指令译码器、定时及控制逻辑电路等。功能是控制指令的读入、译码和执行，从而对各功能部件进行定时和逻辑控制。

程序计数器PC

PC中存放的内容：下一条将要执行的指令在程序存储器中的地址。

单片机复位时，PC中内容为0000H，从程序存储器0000H单元取指令，开始执行程序。

PC的位数决定了单片机对程序存储器可以直接寻址的范围。

思考：STC89C52单片机，寻址范围是多少？

PC是一个独立的16位计数器，所以寻址范围为64KB(2^{16}=65536).

程序跑飞是指系统受到某种干扰后，程序计数器PC的值偏离了给定的唯一变化历程，导致程序运行偏离正常的运行路径。程序跑飞因素及后果往往是不可预计的。

在很多情况下，程序跑飞后系统会进入死循环而导致死机。这时，应采取有效措施引导跑飞的程序尽快退出死循环并迅速复位。

程序计数PC的基本工作方式：

（1）顺序执行时，PC自动加1。

（2）执行转移指令时，PC被置入新值，从而使程序流向改变。

（3）执行子程序调用或响应中断时，单片机自动完成下列操作：

① PC的现行值（断点值），自动压入堆栈。

② 将子程序入口地址或中断向量的地址送入PC,程序改变流向，转向执行子程序或ISR。执行完毕后，遇到RET或RETI时，将堆栈中保存的断点值弹到PC中，程序又返回到断点处继续执行未完成的部分。

CPU时序及时钟电路

单片机的时序就是CPU在执行指令时所需控制信号的时间顺序。单片机运行时是以主振频率为基准的，控制器控制CPU的时序，对指令进行译码，然后发出各种控制信号，将各个硬件环节组织在一起，这种严格的时序保证了各部件间的同步工作。

为了便于对CPU时序进行分析，我们将指令的执行过程规定了以下几种周期，即时钟周期、机器周期和指令周期。

1. 时钟周期(振荡周期)

时钟周期是计算机中最基本的、最小的时间单位。它定义为时钟脉冲频率的倒数。在80C51单片机中将一个时钟周期定义为1个节拍。

即 $T_{OSC} = 1/f_{OSC}$

若 f_{OSC}= 6 MHz, T_{OSC}= 166.7nS

2. 机器周期

一条指令的指令过程划分为若干个阶段，每一阶段完成一项基本操作，例如取指令、读存储器、写存储器等，我们将**CPU完成这每一个基本操作所需的时间定义为机器周期**。

一般而言，每个机器周期（12个振荡周期）由6个状态周期组成，即S1、S2、……S6，而每个状态周期由两个时相P1,P2组成（即为2个主振振荡周期）。所以一个机器周期可依次表示为S1P1、S1P2、S2P1、S2P2……S6P1、S6P2。

3. 指令周期

执行一条指令所需的时间。简单的单字节指令，取出指令立即执行，只需一个机器周期的时间。而有些复杂的指令，如转移、乘、除指令则需两个或多个机器周期。

从指令执行时间看：

- 单字节和双字节指令一般为单机器周期和双机器周期；
- 三字节指令都是双机器周期；
- 乘、除指令占用4个机器周期。



本讲重点

1、40个引脚的功能：电源及时钟；控制引脚4个；I/O引脚32个；

2、P1~P3作为输入口时，必须先向相应端口写1；

3、P0、P2和P3口的复用情况。

4、时钟周期、机器周期以及指令周期的定义及相互关系。