



## 第2章

---

# 单片机硬件结构

# 2.1 单片机的基本结构

## 2.1.1 单片机基本功能模块配置

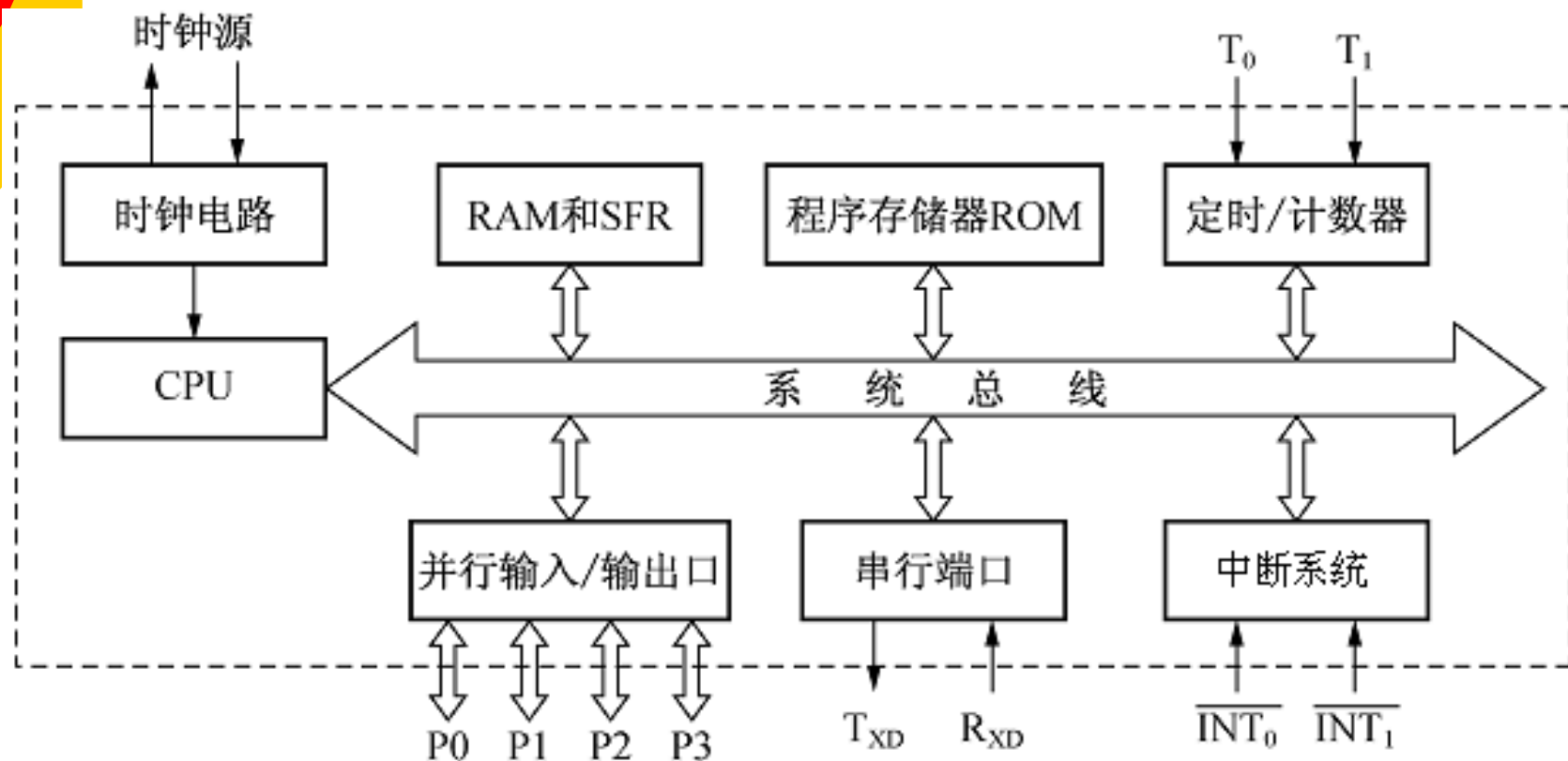


图 2-1 MCS-51 单片机的基本结构示意图

## 2.1.2 单片机内部逻辑结构

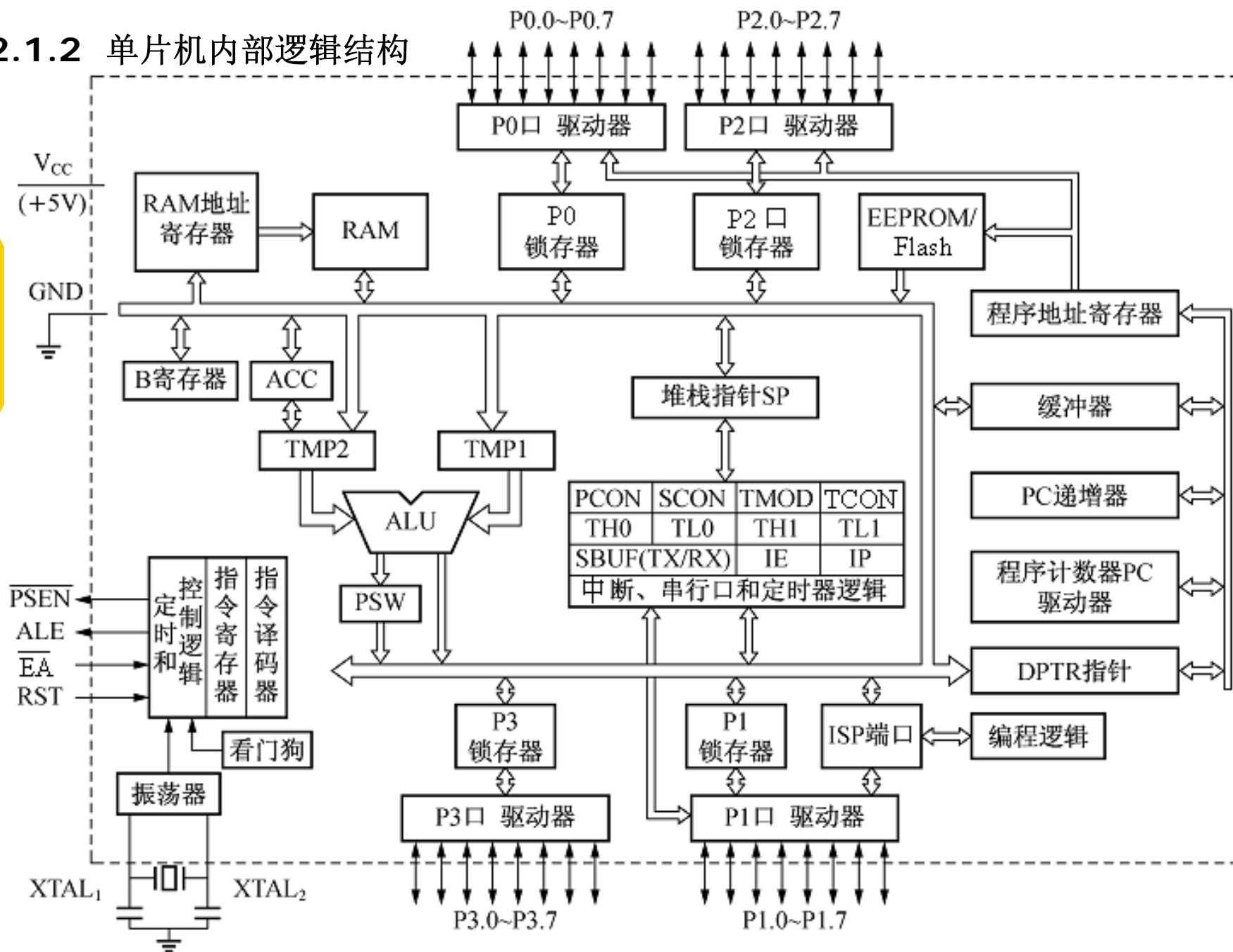


图 2-2 AT89S51 单片机片内总体结构框图



# 2.1 单片机的基本结构

---

## 2.1.3 CPU的结构和特点

### 1. 运算器结构

- (1) 8位算术逻辑运算单元ALU (Arithmetic Logic Unit)。
- (2) 累加器ACC (Accumulator, 简称累加器A)。
- (3) 寄存器B。
- (4) 暂存寄存器TMP1、TMP2。
- (5) 程序状态寄存器PSW (Program Status Word)。

表 2-1 PSW 的各状态位定义

位序	PSW.7	PSW.6	PSW.5	PSW.4	PSW.3	PSW.2	PSW.1	PSW.0
位标志	CY	AC	FO	RS1	RS0	OV	/	P



# 2.1 单片机的基本结构

---

## 2.1.3 CPU的结构和特点

### 2. 控制器结构

- (1) 程序计数器**PC**。
- (2) 指令寄存器**IR**及指令译码器**ID**。
- (3) 时钟发生器及定时和控制逻辑。
- (4) 堆栈指针**SP**。
- (5) 数据指针**DPTR**。



# 2.1 单片机的基本结构

---

## 2.1.4 单片机其他结构模块

- (1) 定时/计数器。
- (2) 存储器。
- (3) 并行I/O口。
- (4) 串行I/O口。
- (5) 中断控制系统。
- (6) 时钟电路。
- (7) 总线。

## 2.2 单片机的封装与引脚功能

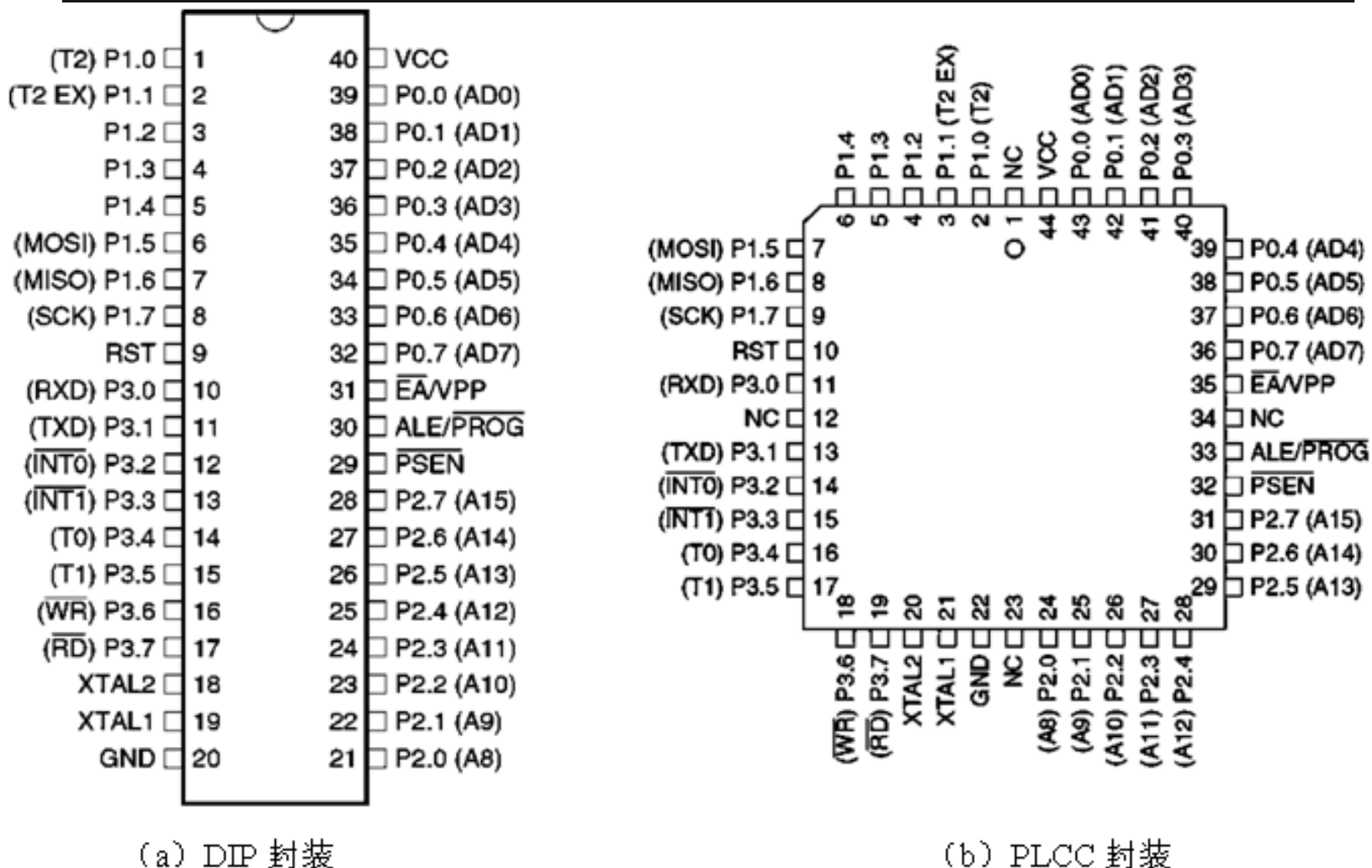


图 2-3 MCS-51/AT89S51/STC89C51 单片机的引脚图



## 2.2 单片机的封装与引脚功能

---

1. 电源及复位引脚
2. 晶体振荡器接入或外部振荡信号输入引脚
3. 地址锁存及外部程序存储器编程脉冲信号输出引脚
4. 外部程序存储器选通信号输出引脚
5. I/O引脚
6. 在系统编程引脚
7. 单片机的片外总线配置



## 2.2 单片机的封装与引脚功能

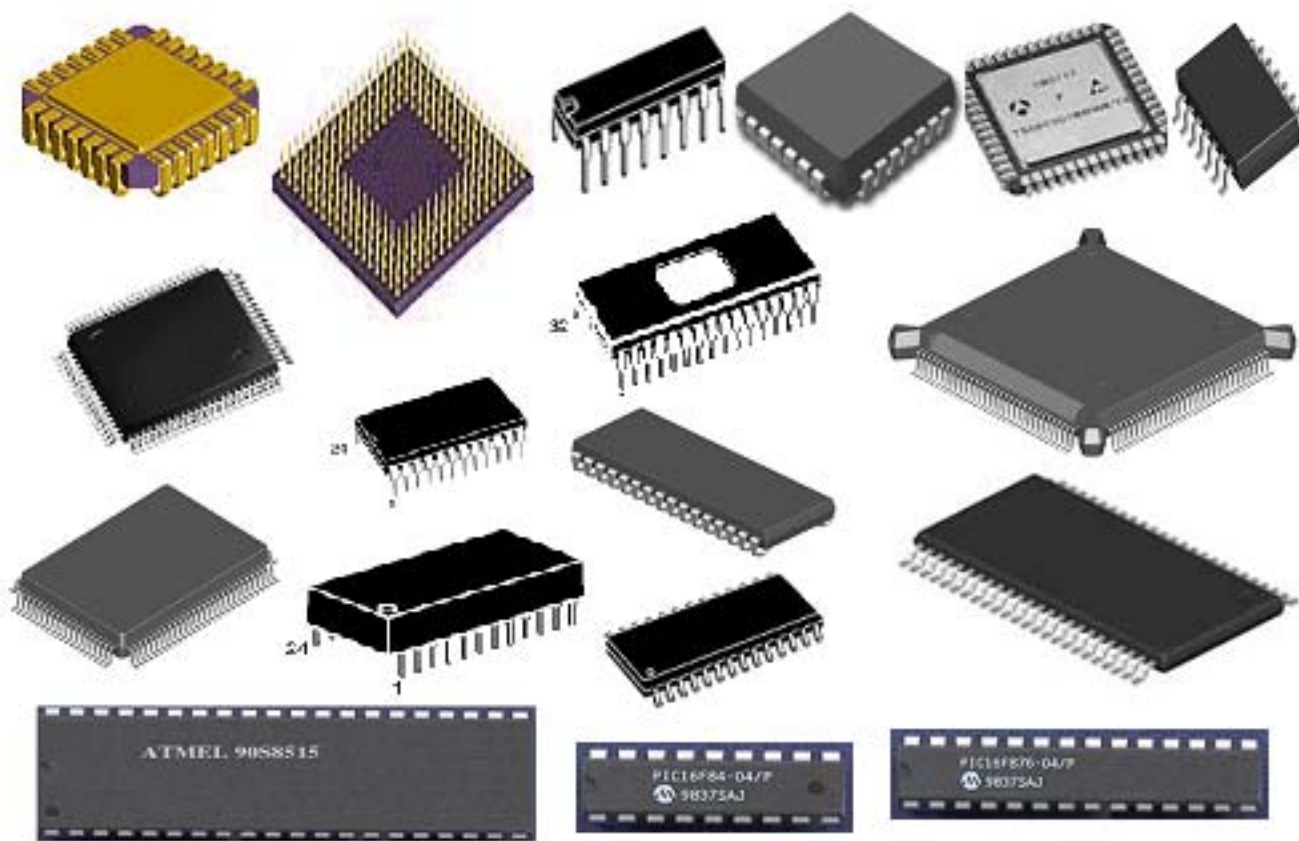


图 2-4 一些常见的单片机和存储器的封装形式

## 2.3 I/O结构及功能

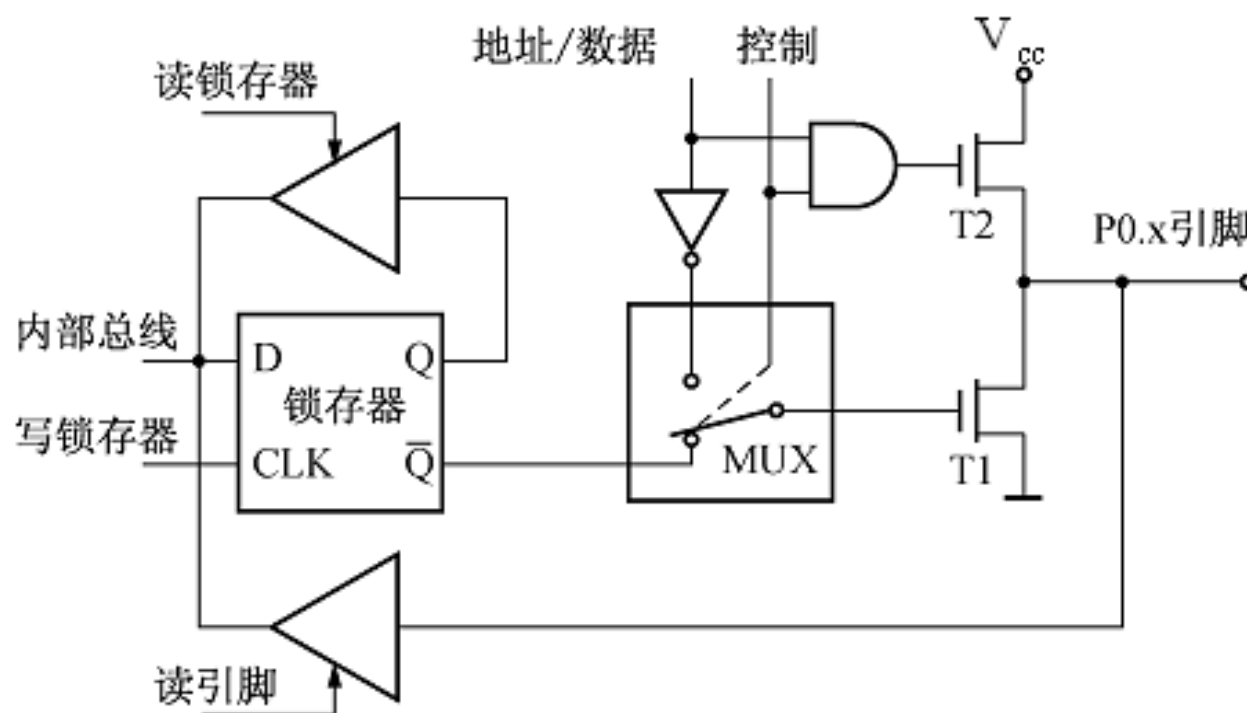


图 2-5 P0 口结构

## 2.3 I/O结构及功能

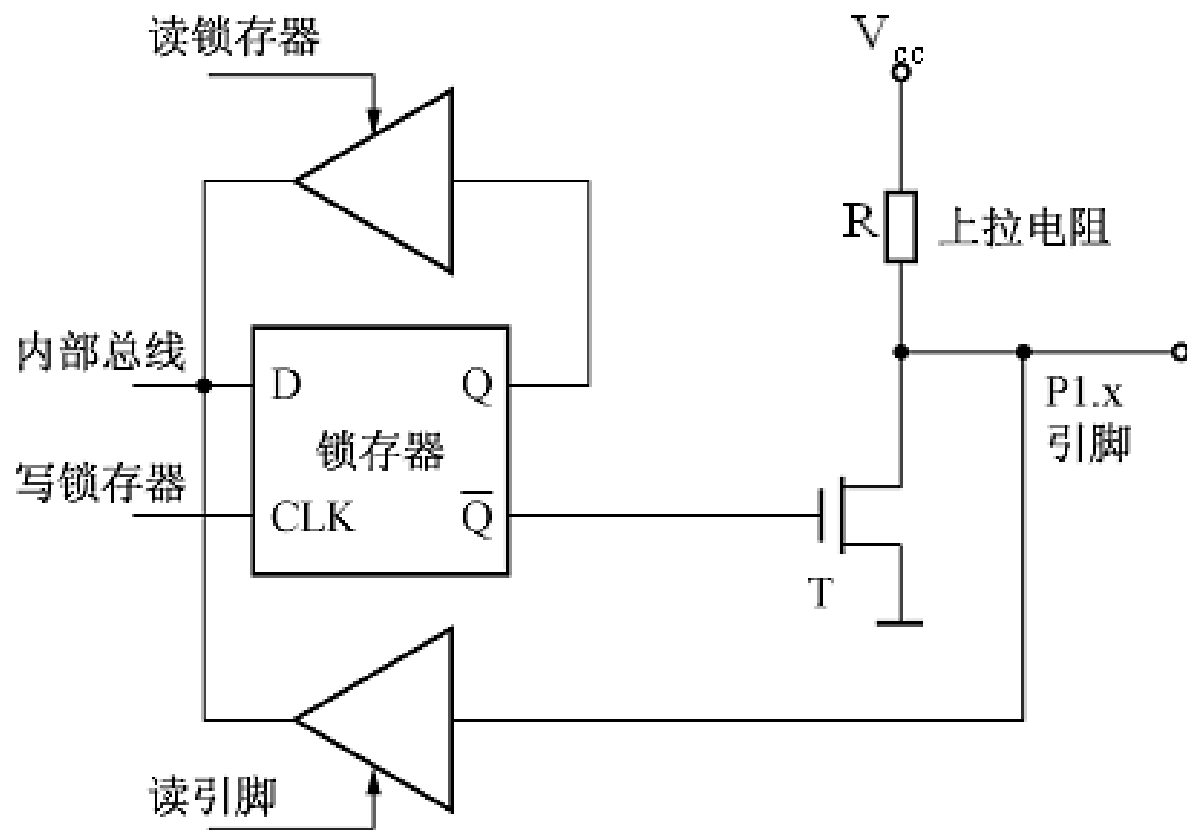


图 2-6 P1 口结构

## 2.3 I/O结构及功能

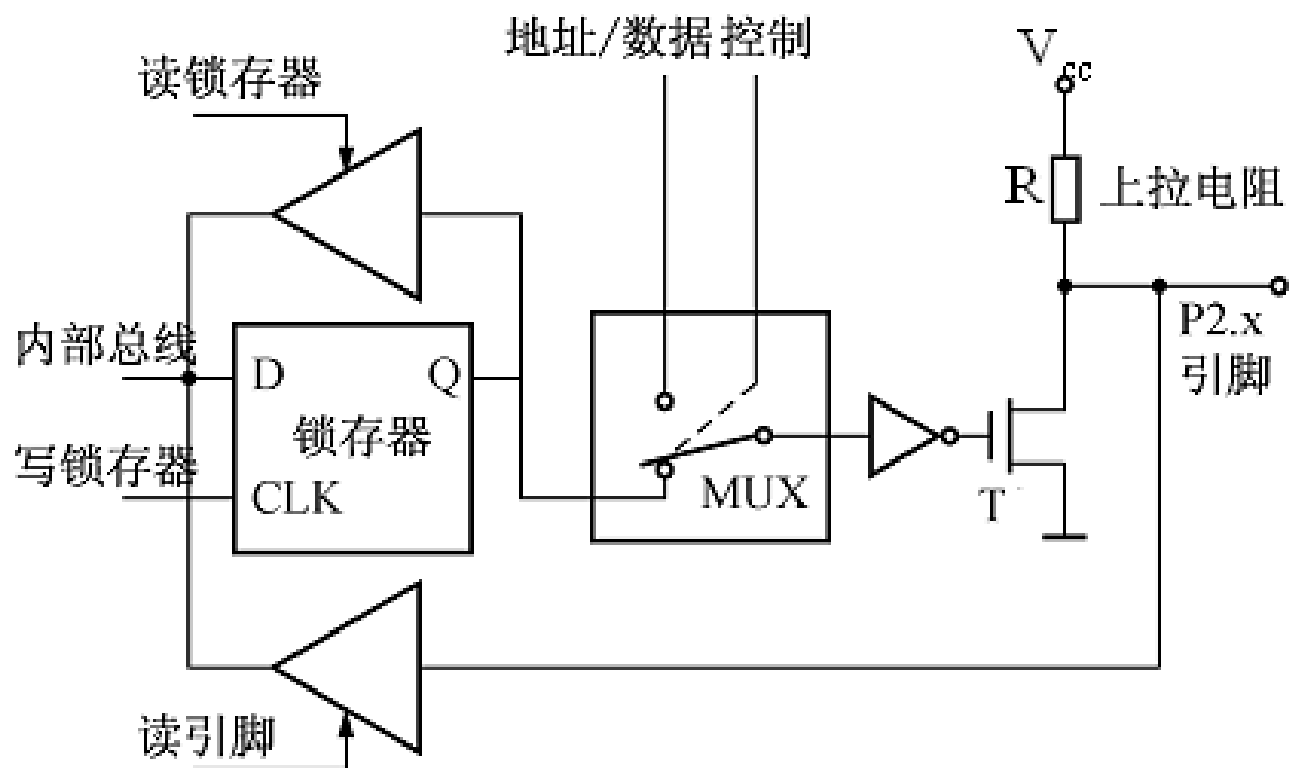


图 2-7 P2 口结构

## 2.3 I/O结构及功能

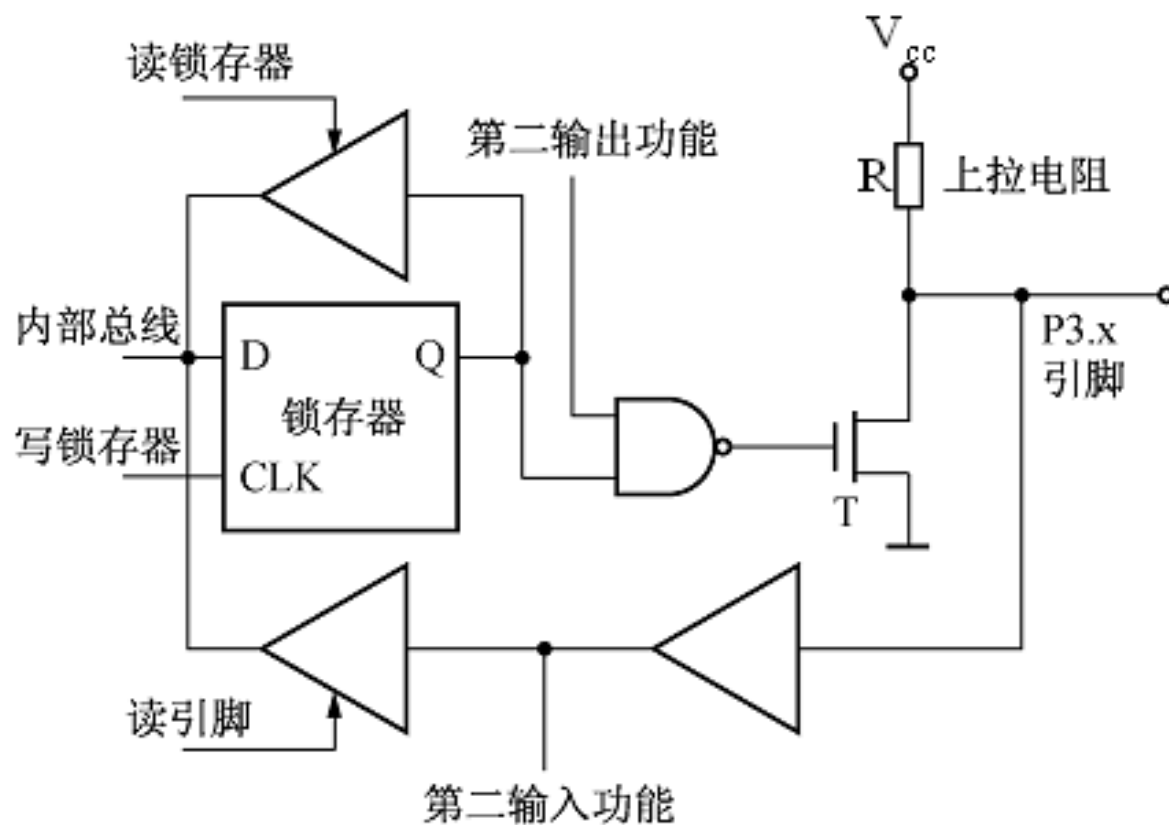


图 2-8 P3 口结构



## 2.3 I/O结构及功能

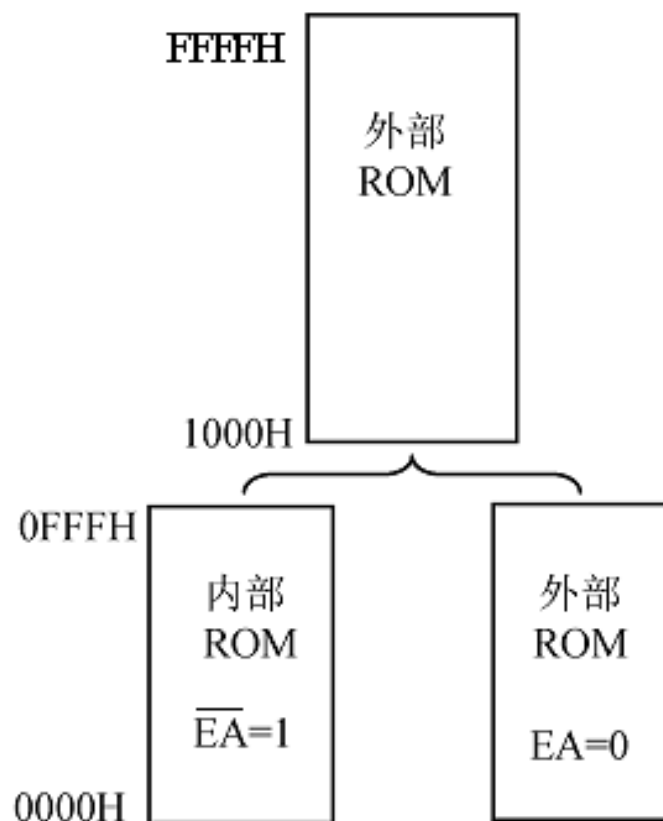
---

表 2-2 P3 口第二功能

引 脚	第 二 功 能
P3.0	RXD (串行口输入)
P3.1	TXD (串行口输出)
P3.2	INT0 (外部中断 0 输入)
P3.3	INT1 (外部中断 1 输入)
P3.4	T0 (定时/计数器 0 的外部输入)
P3.5	T1 (定时/计数器 1 的外部输入)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (片外数据存储器“写选通控制”输出)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (片外数据存储器“读选通控制”输出)

## 2.4 单片机存储器的组织结构

### 2.4.1 程序存储器



(a)

图 2-9 51 单片机存储器组织结构

## 2.4 单片机存储器的组织结构

### 2.4.2 数据存储器

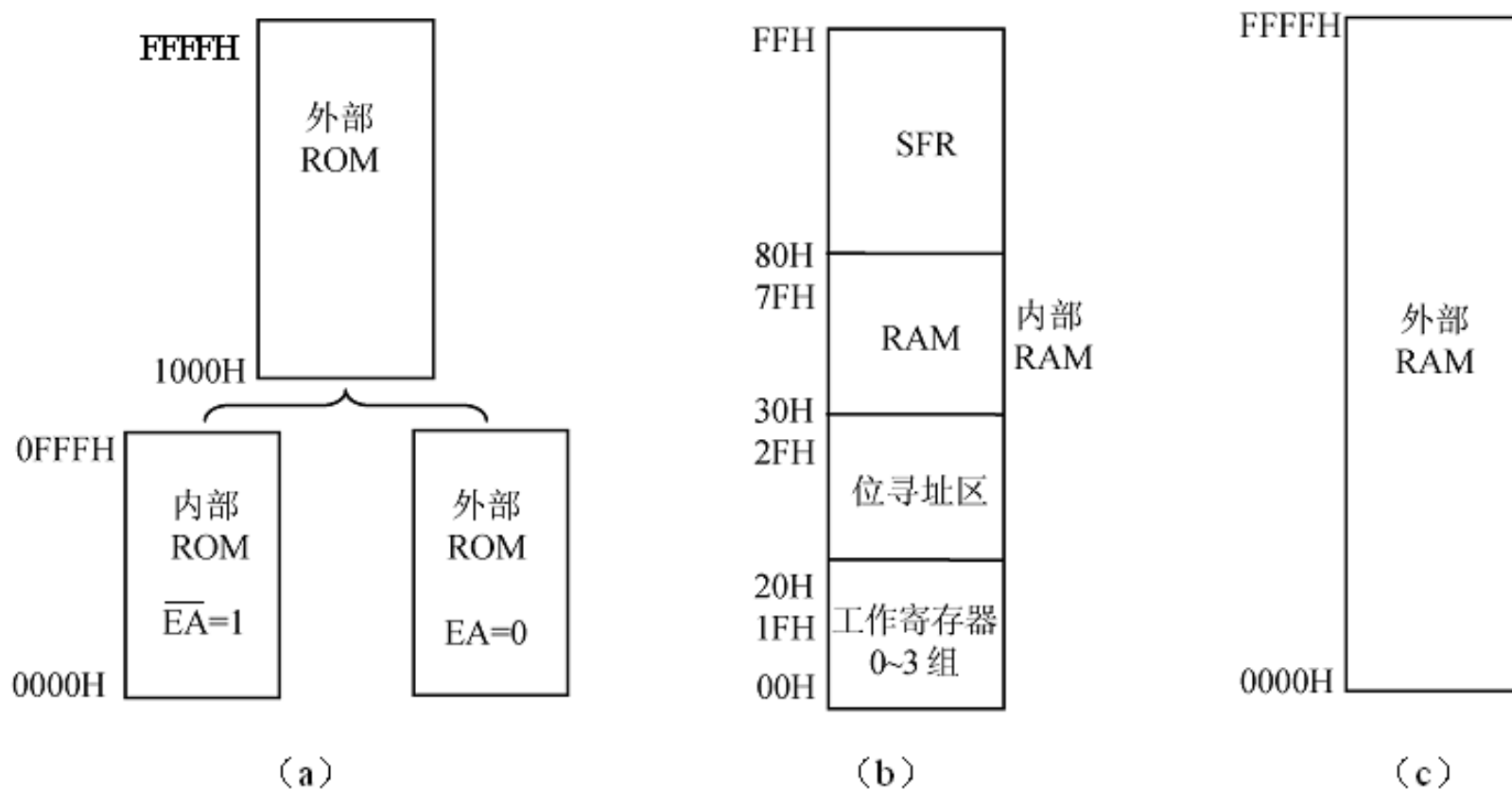


图 2-9 51 单片机存储器组织结构





## 2.4 单片机存储器的组织结构

---

### 1. 片内数据存储器RAM

#### (1) 工作寄存器组。

表 2-3 RS0、RS1 与工作寄存器组的对应关系

RS0	RS1	寄存器组	内部 RAM 地址
0	0	第 0 组	00H~07H
0	1	第 1 组	08H~0FH
1	0	第 2 组	10H~17H
1	1	第 3 组	18H~1FH

(2) 位寻址区。

表 2-4 位寻址区

可位寻址 字节地址	内部 RAM 可位寻址单元对应的位地址							
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2FH	7FH	7EH	7DH	7CH	7BH	7AH	79H	78H
2EH	77H	76H	75H	74H	73H	72H	71H	70H
2DH	6FH	6EH	6DH	6CH	6BH	6AH	69H	68H
2CH	67H	66H	65H	64H	63H	62H	61H	60H
2BH	5FH	5EH	5DH	5CH	5BH	5AH	59H	58H
2AH	57H	56H	55H	54H	53H	52H	51H	50H
29H	4FH	4EH	4DH	4CH	4BH	4AH	49H	48H
28H	47H	46H	45H	44H	43H	42H	41H	40H
27H	3FH	3EH	3DH	3CH	3BH	3AH	39H	38H
26H	37H	36H	35H	34H	33H	32H	31H	30H
25H	2FH	2EH	2DH	2CH	2BH	2AH	29H	28H
24H	27H	26H	25H	24H	23H	22H	21H	20H
23H	1FH	1EH	1DH	1CH	1BH	1AH	19H	18H
22H	17H	16H	15H	14H	13H	12H	11H	10H
21H	0FH	0EH	0DH	0CH	0BH	0AH	09H	08H
20H	07H	06H	05H	04H	03H	02H	01H	00H

### (3) 特殊功能寄存器SFR。

表 2-5 特殊功能寄存器 SFR

SFR 的符号	单元地址	特殊功能寄存器的名称	位符号或位名称	对应的位地址
ACC	E0H	累加器	ACC.7~ACC.0	E7H~E0H
B	F0H	B 寄存器	B.7~B.0	F7H~F0H
PSW	D0H	程序状态字寄存器	PSW.7~PSW.0	D7~D0H
SP	81H	堆栈指针		
DPL	82H	数据存储器指针(低8位)		
DPH	83H	数据存储器指针(高8位)		
IE	A8H	中断允许控制寄存器	IE.7~IE.0	AFH~A8H
IP	B8H	中断优先控制寄存器	IP.7~IP.0	BFH~B8H
P0	80H	输入/输出口 P0	P0.7~P0.0	87H~80H
P1	90H	输入/输出口 P1	P1.7~P1.0	97H~90H
P2	A0H	输入/输出口 P2	P2.7~P2.0	A7H~A0H
P3	B0H	输入/输出口 P3	P3.7~P3.0	B7H~B0H
PCON	87H	电源控制及波特率选择		
SCON	98H	串行口控制寄存器	SON.7~SCON.0	9FH~98H
SBUF	99H	串行数据缓冲器		
TCON	88H	定时控制寄存器	TCON.7~TCON.0	8FH~88H
TMOD	89H	定时器方式选择寄存器		
TL0	8AH	定时器 0 低 8 位		
TL1	8BH	定时器 1 低 8 位		
TH0	8CH	定时器 0 高 8 位		
TH1	8DH	定时器 1 高 8 位		

表 2-6 特殊功能寄存器功能说明

符号名	地址	功能说明
P0	80H	8 位输入/输出端口, P0 口锁存器, 可用于数据总线与地址线低 8 位
SP	81H	堆栈指针, 系统复位时 SP=07H, 监控初始化时 SP=40H
DPL	82H	数据存储器地址指针寄存器 DPTR 的低 8 位
DPH	83H	数据存储器地址指针寄存器 DPTR 的高 8 位
PCON	87H	电源控制寄存器, 可设置节电状态。D7 位为波特率因子
TCON	88H	定时器控制寄存器, D7~D4 控制定时器, D3~D0 位与外部中断有关
TMOD	89H	定时器工作方式控制寄存器
TL0	8AH	T0 计数器低 8 位
TL1	8BH	T1 计数器低 8 位
TH0	8CH	T0 计数器高 8 位
TH1	8DH	T1 计数器高 8 位
P1	90H	8 位输入/输出端口, P1 口锁存器
SCON	98H	串行口控制寄存器
SBUF	99H	串行口数据缓冲寄存器
P2	A0H	8 位输入/输出端口, P2 口锁存器, 可用于地址总线高 8 位
IE	A8H	中断允许控制寄存器
P3	B0H	8 位输入/输出端口, P3 口锁存器, 各位有第二功能, 如 TXD、RXD、INT <sub>0</sub> 、INT <sub>1</sub> 等
IP	B8H	中断优先级控制寄存器
PSW	D0H	程序状态字, 含状态标志位及工作寄存器组指针 R <sub>si</sub>
Acc	E0H	累加器
B	F0H	乘除运算专用寄存器, 也可用作 8 位通用寄存器

## 2.5 单片机辅助电路

### 2.5.1 时钟电路

#### 1. 内部振荡方式

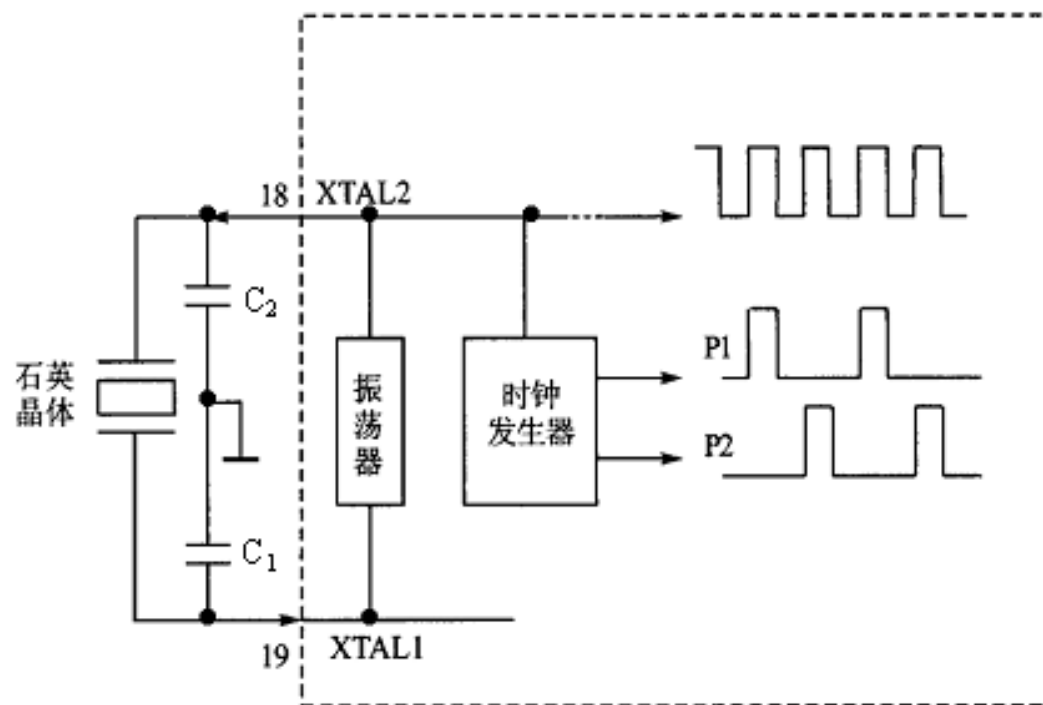


图 2-10 内部振荡方式

## 2.5 单片机辅助电路

### 2.5.1 时钟电路

#### 2. 外部振荡方式

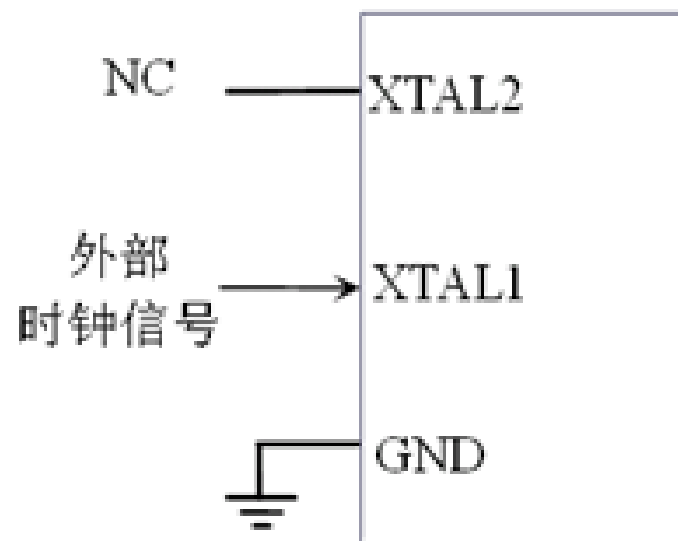


图 2-11 外部振荡方式

## 2.5 单片机辅助电路

### 2.5.2 复位和复位电路

#### 1. 复位电路

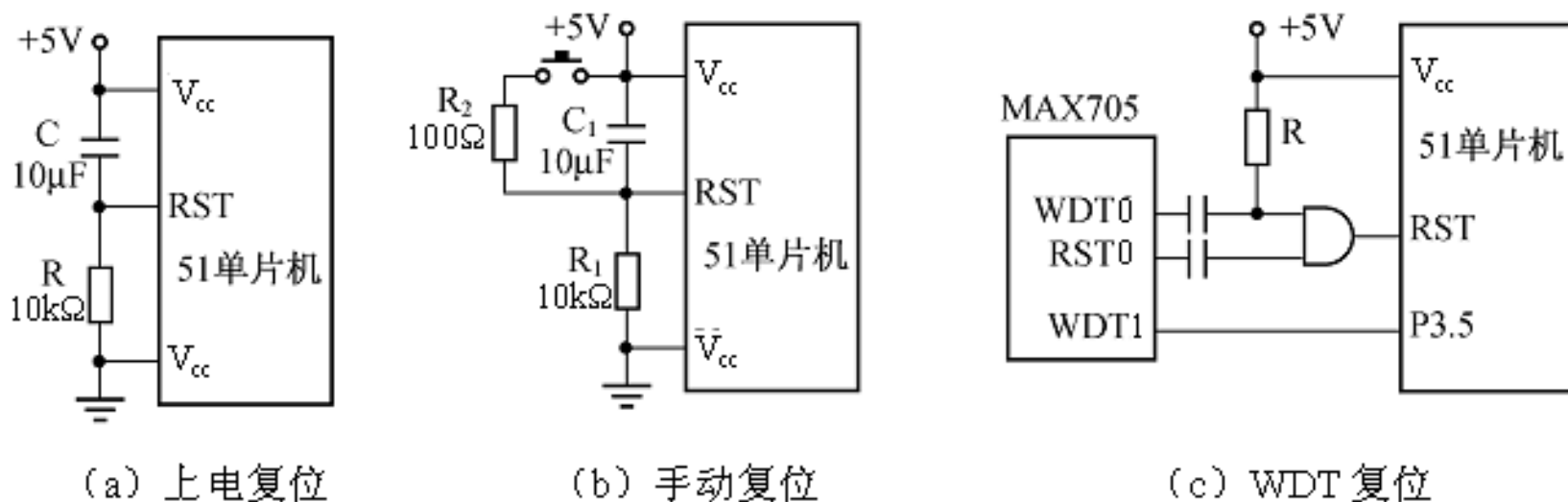


图 2-12 51 单片机复位电路图

# 2.5 单片机辅助电路

## 2.5.2 复位和复位电路

### 2. 复位后的单片机状态

表 2-7 51 单片机复位状态表

寄存器	复位状态	寄存器	复位状态	寄存器	复位状态
PC	0000H	TCON	00H	IP	XXX00000
ACC	00H	TMOD	00H	IE	0XX00000
B	00H	TH0	00H	SBUF	XXXXXXXXXX
SP	07H	TH1	00H	SCON	00H
PSW	00H	TL0	00H	PCON	0XXX0000
DPTR	0000H	TL1	00H	P0~P3	FFH



## 2.6 单片机的工作时序

### 2.6.1 单片机CPU时序基本概念

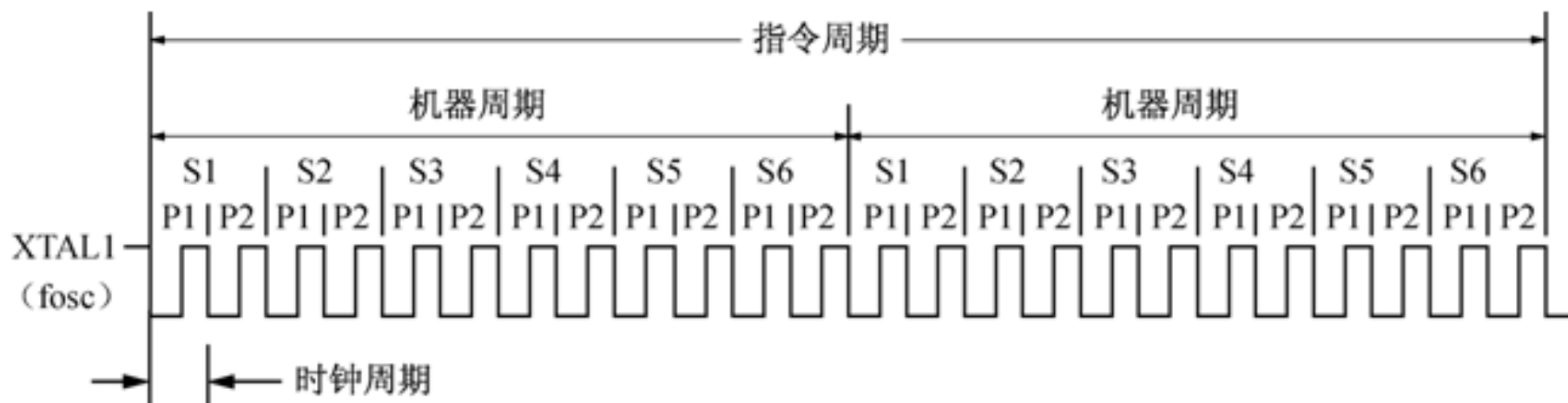


图 2-13 时钟周期、机器周期与指令周期

## 2.6.2 单片机的取指和执行时序

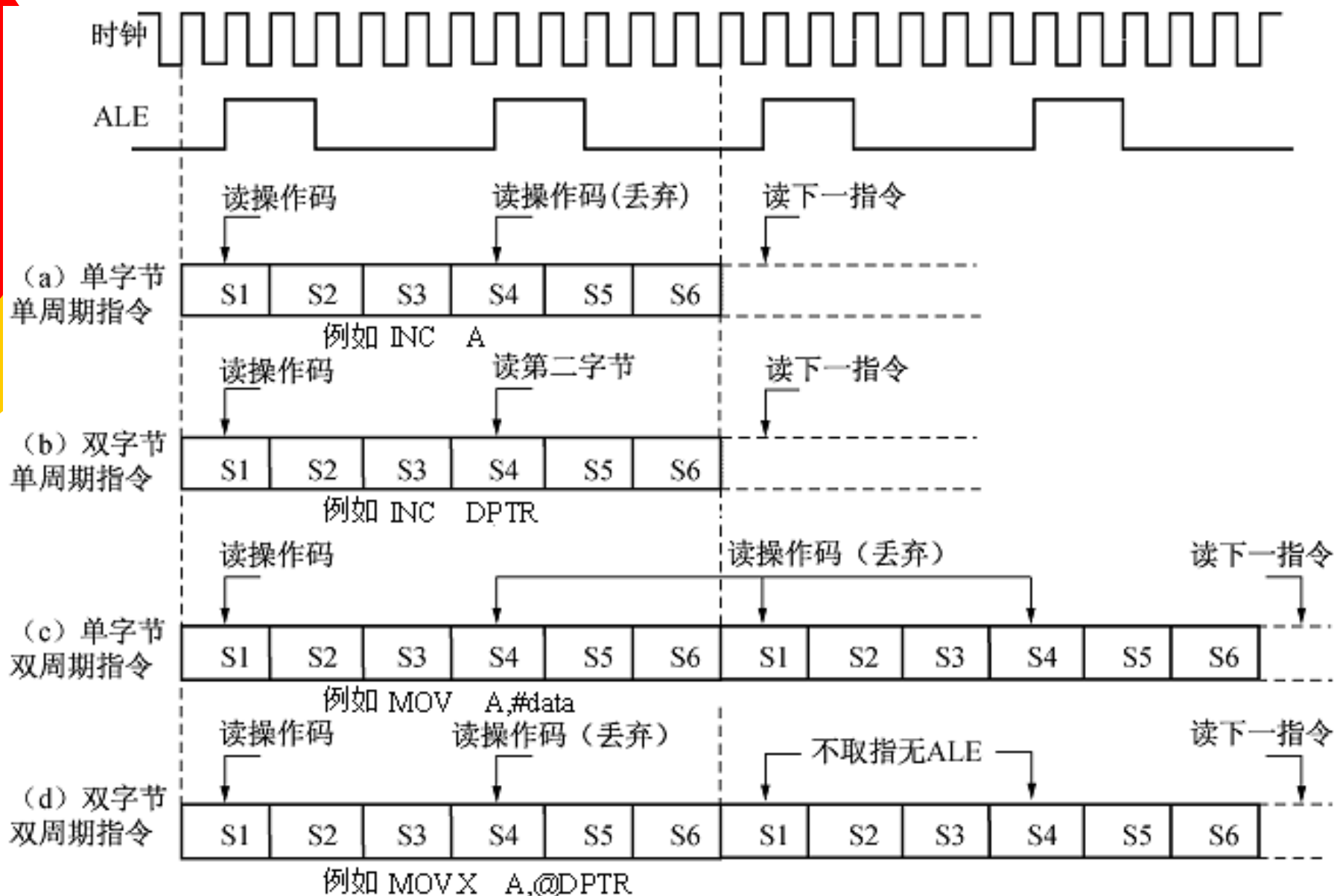


图 2-14 51 单片机的典型取指、执行时序

## 2.6 单片机的工作时序

### 2.6.3 单片机访问外部存储器的时序

#### 1. CPU访问外部程序存储器时序

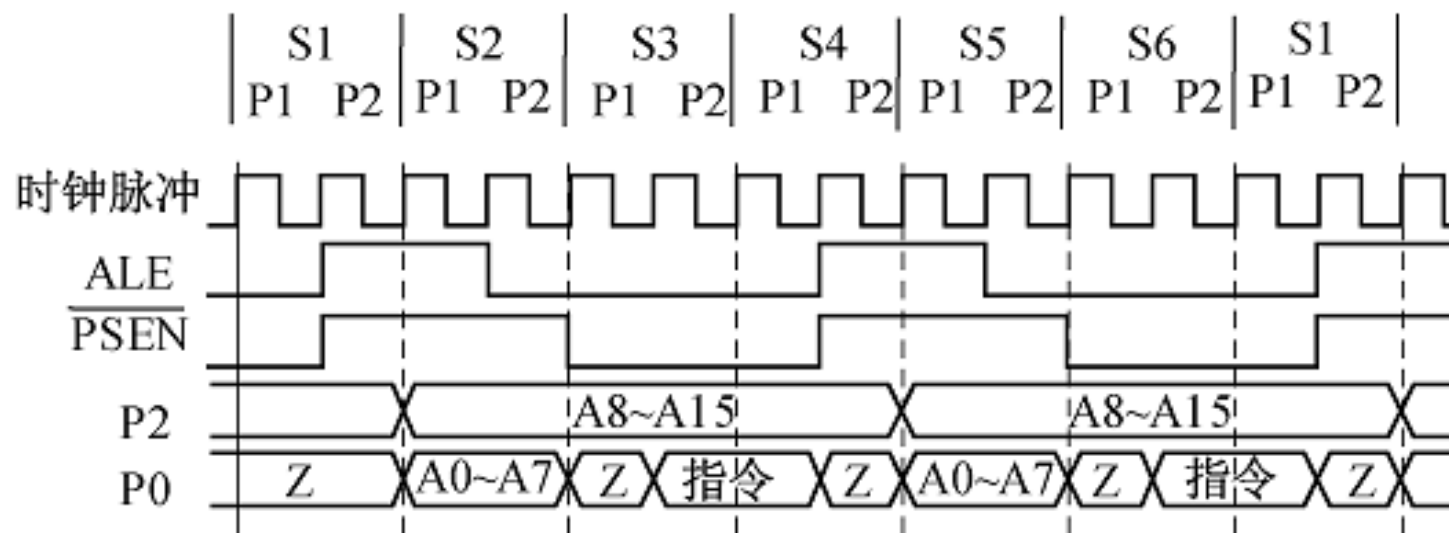


图 2-15 外部 ROM 读时序

## 2.6 单片机的工作时序

### 2.6.3 单片机访问外部存储器的时序

#### 2. CPU访问外部数据存储器时序

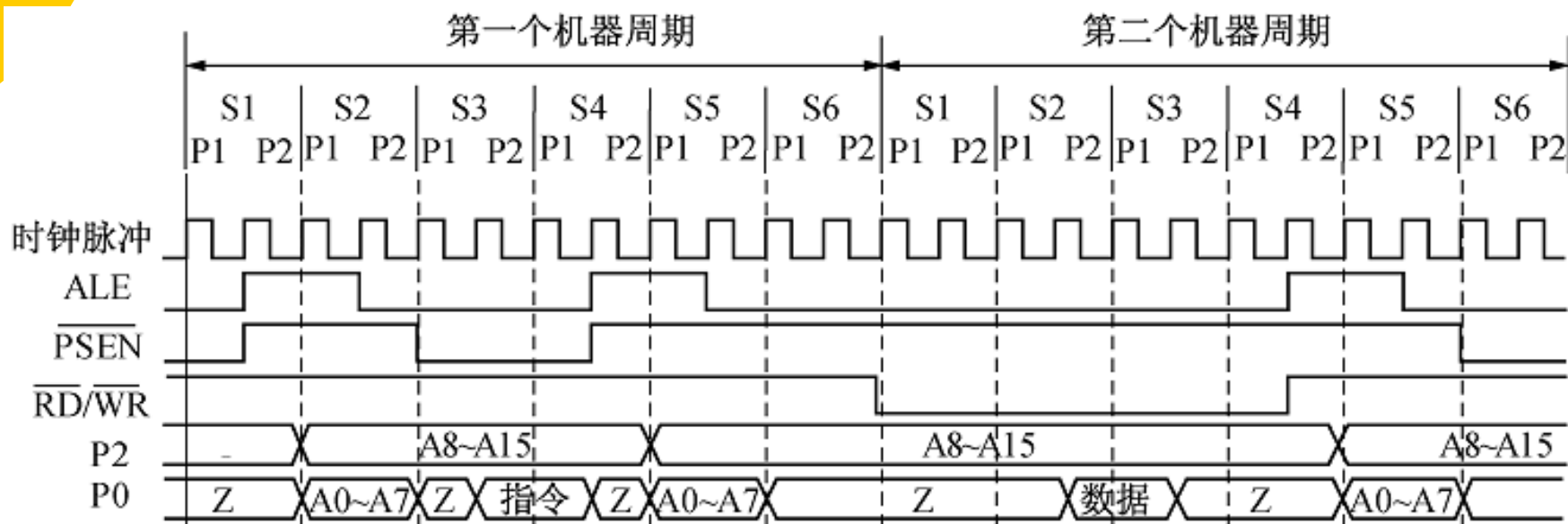


图 2-16 外部 RAM 读时序

## 2.7 单片机的低功耗和编程工作方式

### 1. 单片机的低功耗方式

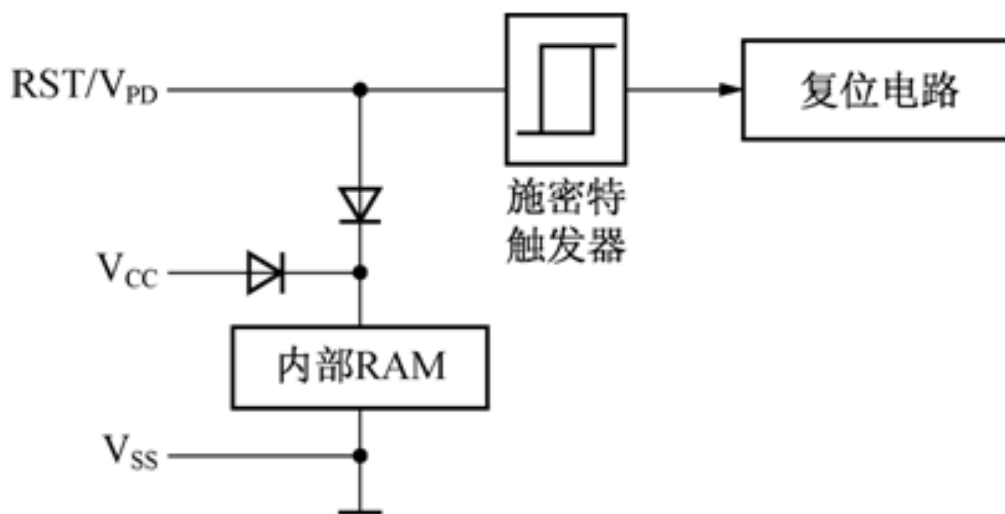


图 2-17 RST/V<sub>PD</sub> 电路

表 2-8 PCON 寄存器的位功能定义

位序	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
位符号	SMOD	/	/	/	GF1	GF0	PD	IDL

## 2.7 单片机的低功耗和编程工作方式

### 2. 编程方式

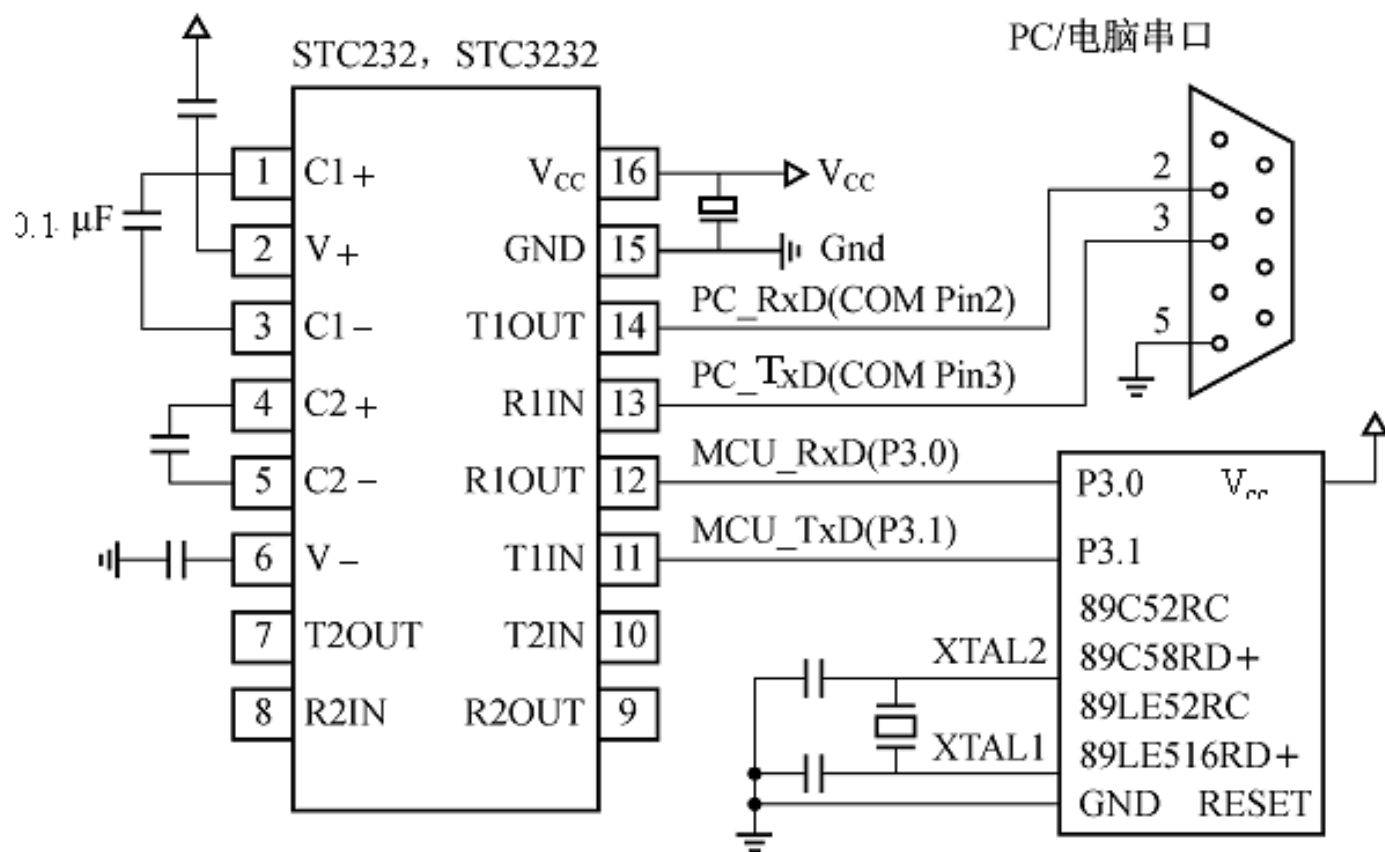


图 2-18 STC89C 系列单片机编程下载电路



## 2.8 看门狗定时器

---

需注意，单片机在掉电模式下，晶振是停止工作的，这意味着此时的**WDT**也停止了工作。在这种方式下，用户不必喂狗。

有两种方式可以离开掉电模式，即硬件复位或通过一个激活的外部中断。通过硬件复位退出掉电模式后，用户就应该给**WDT** 喂狗了，就如同通常**AT89S51**复位一样。