



# 第5章 STC单片机CPU子系统

何宾

2018.03

# STC单片机中断系统原理及功能

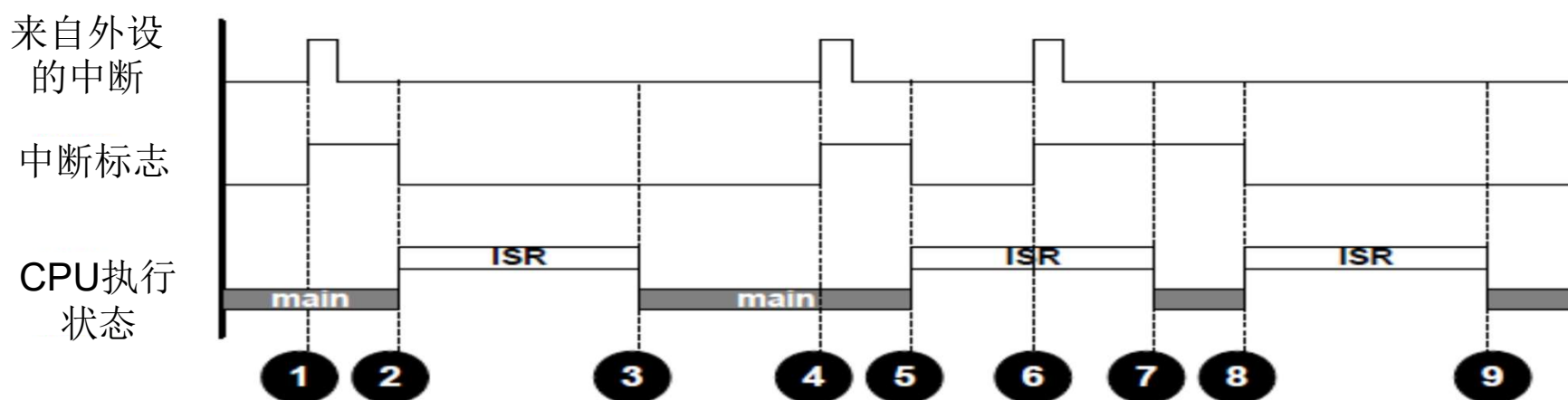
## --中断原理

STC单片机中的中断系统是为了8051 CPU具有实时处理外界紧急事件能力而设置的一种机制。

- 当8051 CPU正在处理某个事件的时候，外界发生了紧急事件，这个紧急事件通过STC单片机的外部引脚送给了8051 CPU，8051 CPU就需要做出判断是不是需要立即处理这个紧急事件。
- 如果CPU允许立即处理这个事件，则暂时停止继续执行当前的程序代码，而跳转到中断服务程序。当处理完紧急事件后，再继续处理前面所打断的正常执行的程序代码。这个过程称为中断。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断原理



1. 外设在中断线上产生脉冲。中断控制器设置中断标志，并向CPU产生请求；

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断原理

2. CPU开始执行中断服务程序（Interrupt Service Routine, ISR）。中断控制器在进入ISR入口时，清除中断标志；
3. CPU从中断返回；
4. 外设在中断线上产生脉冲。中断控制器设置中断标志，并向CPU产生请求；
5. CPU开始执行中断服务程序ISR。中断控制器在进入ISR入口时，清除中断标志；

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断原理

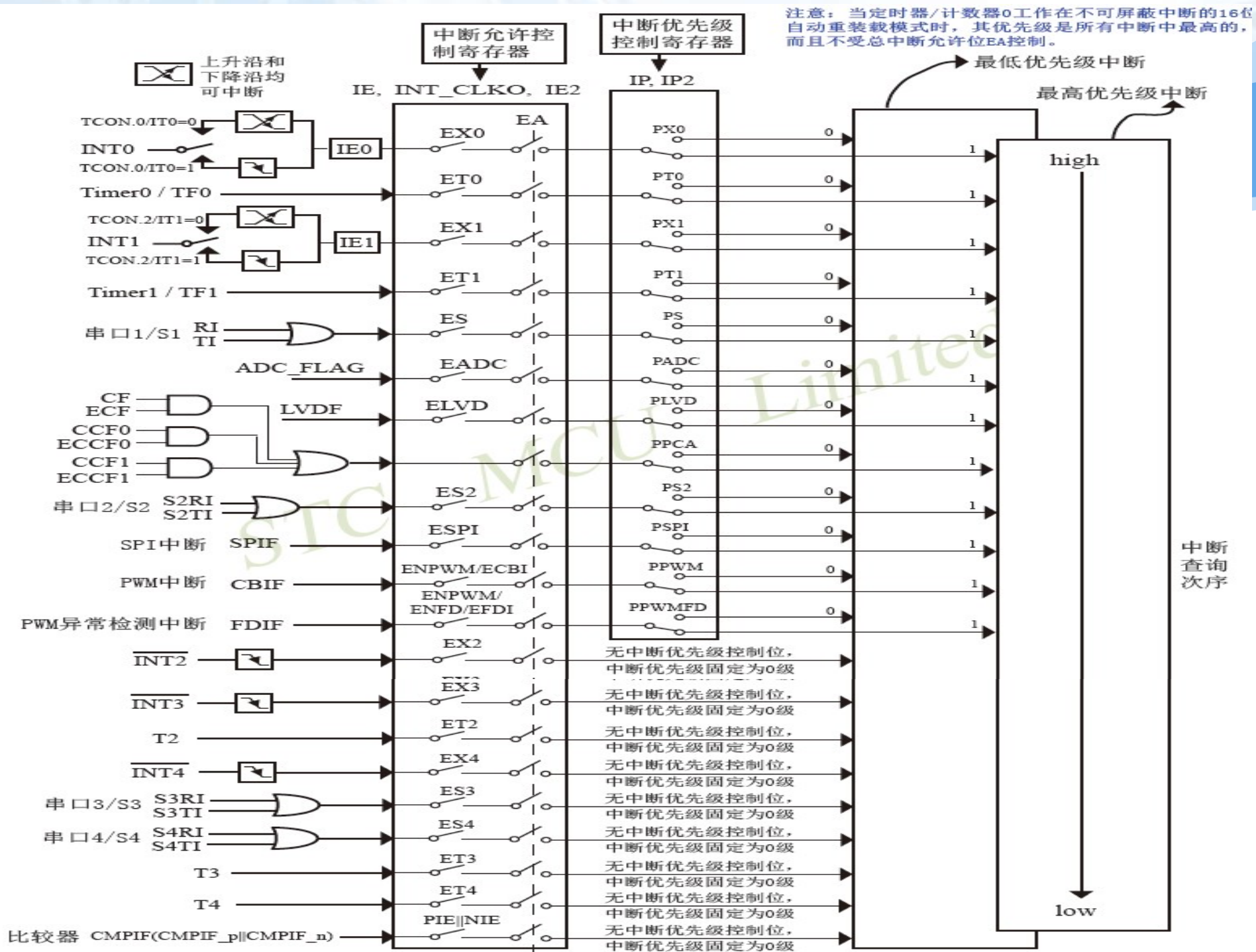
- 6.当正在执行ISR时，外设在中断线上产生脉冲。中断控制器设置中断待处理标志；
- 7.CPU从中断服务程序返回。当设置中断标志时，中断控制器产生一个中断；
- 8.CPU开始执行ISR。中断控制器在进入ISR入口时，清除中断标志；
- 9.CPU从中断服务程序返回；

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断系统结构

**STC15W4K32S4系列的单片机中，提供了21个中断源。**

- 在这21个中断中，外部中断2、外部中断3、定时器T2中断、外部中断4、串口3中断、串口4中断、定时器3中断、定时器4中断和比较器中断的优先级总是固定为最低优先级（0级）外，其它的中断都具有2个中断优先级，可以实现两级中断嵌套。
- 用户可以通过中断允许寄存器IE的B7比特位EA，以及相应中断的允许位，使能或者禁止相应的中断进入到8051 CPU中。通常把禁止中断进入8051 CPU，称为屏蔽中断（中断屏蔽）。



# STC单片机中断系统原理及功能

## --IE寄存器

STC15W4K32S4系列单片机内的8051 CPU对是否允许和禁止响应所有中断源，以及是否允许每一个中断源，这都是由内部的中断允许寄存器IE控制。

- 该寄存器位于SFR地址为0xA8的位置。当复位时，将该寄存器设置为00000000B。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	EA	ELVD	EADC	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

**注：该寄存器可以位寻址。**



# STC单片机中断系统原理及功能

## --IE寄存器

- **EA：** 8051CPU的全局中断使能控制位。当该位为1时，表示CPU可以响应各种不同类型的紧急事件（中断）；当该位为0时，表示CPU禁止响应任何类型的紧急事件（中断）。
- **ELVD：** 低电压检测中断允许位。当该位为1时，表示允许低压检测产生中断事件；当该位为0时，表示禁止低电压检测产生中断事件。
- **EADC：** ADC转换中断允许位。当该位为1时，表示允许ADC转换产生中断事件；当该位为0时，表示禁止ADC转换产生中断事件。
- **ES：** 串行接口1中断允许位。当该位为1时，表示允许串行接口1产生中断事件；当该位为0时，表示禁止串行接口1产生中断事件。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --IE寄存器

- **ET1: 定时/计数器T1的溢出中断允许位。**当该位为1时, 表示T1溢出产生中断事件; 当该位为0时, 表示禁止T1溢出产生中断事件。
- **EX1: 外部中断1中断允许位。**当该位为1时, 表示允许外部中断1产生中断事件; 当该位为0时, 表示禁止外部中断1产生中断事件。
- **ET0: 定时/计数器T0的溢出中断允许位。**当该位为1时, 表示允许T0溢出产生中断事件; 当该位为0时, 表示禁止T0溢出产生中断事件。
- **EX0: 外部中断0中断允许位。**当该位为1时, 表示允许外部中断0产生中断事件; 当该位为0时, 表示禁止外部中断0产生中断事件。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --IE2寄存器

### 该寄存器用于使能和禁止其它紧急事件

- 该寄存器位于SDR地址为0xAF的位置。当复位时，该寄存器的内容设置为x0000000。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	--	ET4	ET3	ES4	ES3	ET2	ESP1	ES2

#### ■ ET4

- 定时器4中断允许位。当该位为1时，表示允许定时器4产生中断事件；当该位为0时，表示禁止定时器4产生中断事件。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --IE2寄存器

### ■ ET3

- 定时器3中断允许位。当该位为1时，表示允许定时器3产生中断事件；当该位为0时，表示禁止定时器3产生中断事件。

### ■ ES4

- 串行接口4中断允许位。当该位为1时，表示允许串行接口4产生中断事件；当该位为0时，表示禁止串行接口4产生中断事件。

### ■ ES3

- 串行接口3中断允许位。当该位为1时，表示允许串行接口3产生中断事件；当该位为0时，表示禁止串行接口3产生中断事件。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --IE2寄存器

### ■ ET2

- 定时器2中断允许位。当该位为1时，表示允许定时器2产生中断事件；当该位为0时，表示禁止定时器2产生中断事件。

### ■ ESPI

- SPI接口中断允许位。当该位为1时，表示允许SPI接口产生中断事件；当该位为0时，表示禁止SPI接口产生中断事件。

### ■ ES2

- 串行接口2中断允许位。当该位为1时，表示允许串行接口2产生中断事件；当该位为0时，表示禁止串行接口2产生中断事件。

# STC单片机中断系统原理及功能

## -- INT\_CLKO寄存器

### 外部中断允许和时钟输出寄存器。

- 该寄存器是STC15系列单片机新增加的寄存器，该寄存器位于SFR地址为0x8F的位置。在复位时，该寄存器的内容设置为x0000000。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	--	EX4	EX3	EX2	MCKO_S2	T2CLK0	T1CLK0	T0CLK0

**注：在此只介绍和中断有关的比特位。**

# STC单片机中断系统原理及功能

## -- INT\_CLKO寄存器

- EX4 :外部中断4中断允许位。当该位为1时，表示允许外部中断4产生中断事件；当该位为0时，表示禁止外部中断4产生中断事件。

**注：外部中断4只能通过下降沿进行触发。**

- EX3:外部中断3中断允许位。当该位为1时，表示允许外部中断3产生中断事件；当该位为0时，表示禁止外部中断3产生中断事件。

**注：外部中断3只能通过下降沿进行触发。**

- EX2:外部中断2中断允许位。当该位为1时，表示允许外部中断2产生中断事件；当该位为0时，表示禁止外部中断2产生中断事件。

**注：外部中断2只能通过下降沿进行触发。**

# STC单片机中断系统原理及功能

## -- TCON寄存器

### TCON寄存器称为定时器/计数器控制寄存器

■ 该寄存器在SFR地址为0x88的位置。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

**注：在此只介绍和该设计有关的比特位。**



# STC单片机中断系统原理及功能

## -- TCON寄存器

### ■ IE1 :

外部中断1 (INT1/P3.3) 中断请求标志。当该位为1, 外部中断1向CPU请求中断。当CPU响应该中断时, 由硬件清除该位。

### ■ IT1:

外部中断1中断源类型选择位。当该位为0时, 表示INT1/P3.3引脚上的上升沿或者下降沿信号均可以触发外部中断1; 当该位为1时, 表示外部中断1为下降沿触发方式。

# STC单片机中断系统原理及功能

## -- TCON寄存器

### ■ IE0:

外部中断1 (INT0/P3.2) 中断请求标志。当该位为1, 外部中断向CPU请求中断。当CPU响应该中断时, 由硬件清除该位。

### ■ IT0:

外部中断0中断源类型选择位。当该位为0时, 表示INT0/P3.2 引脚上的上升沿或者下降沿信号均可以触发外部中断0; 当该位为1时, 表示外部中断0为下降沿触发方式。

# STC单片机中断系统原理及功能

对于上面的寄存器来说：

- 对于IE寄存器的设置操作，可以通过下面的位操作指令：

SETB BIT

CLR BIT

或通过下面的字节操作指令实现：

MOV IE, #DATA

ANL IE, #DATA

ORL IE, #DATA

MOV IE, A

- 对于IE2和INT\_CLKO的设置操作，只能通过字节操作指令完成。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级处理

如果一个8051 CPU确认需要响应中断INTB，而CPU此时正在执行另一个中断INTA，这里有三种可能性用于处理这种情况：

### ■ 如果INTA的优先级比INTB低，则：

- 在当前INTA正在执行的指令上停下来，即：暂时停止运行INTA；
- 将INTA的现场入栈，即：保护现场，CPU开始转向执行INTB；
- 当执行完INTB后，CPU跳转到刚才中断执行INTA指令的地方，继续执行INTA；

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级处理

### ■ 如果INTA的优先级比INTB高，则：

- INTB一直等待，直到执行完INTA；
- 一旦执行完INTA后，立即开始执行INTB；

### ■ 如果INTA和INTB有相同的优先级，则：

- 如果正在执行INTA，则INTB等待执行完INTA。当执行完INTA后，开始执行INTB；
- 如果正在执行INTB，则INTA等待执行完INTB。当执行完INTB后，开始执行INTA。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级处理

### 同时产生中断

- 如果INTA优先级低于INTB，则INTB获得仲裁权，开始执行；
- 如果INTA优先级高于INTB，则INTA获得仲裁权，开始执行；
- 如果INTA和INTB有相同的优先级，则具有低索引值的中断获得仲裁权，开始执行。

# **STC单片机中断系统原理及功能**

## **--中断优先级控制器**

**在STC15系列单片机中，通过设置特殊功能寄存器IP1和IP2中的相应位，可以将部分中断设为带有2个中断优先级，除外部中断2、外部中断3和外部中断4以外，可以将其他所有中断请求源设置为2个优先级。**

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级寄存器IP1

**该寄存器用于设置部分中断源的优先级**

- 该寄存器位于SFR地址为0xB8的位置。当复位时，该寄存器的内容设置为0x00。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	PPCA	PLVD	PADC	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

**注：该寄存器可位寻址**



# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级寄存器IP1

### ■ PPCA:

PCA中断优先级控制位。当该位为0时，PCA中断为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，PCA中断为最高优先级（优先级1）。

### ■ PLVD:

LVD中断优先级控制位。当该位为0时，低电压检测中断为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，低电压检测中断为最高优先级（优先级1）。

### ■ PADC:

ADC中断优先级控制位。当该位为0时，ADC转换中断为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，ADC转换中断为最高优先级（优先级1）。

### ■ PS:

串口1中断优先级控制位。当该位为0时，串口1中断为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，串口1中断为最高优先级（优先级1）。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级寄存器IP1

### ■ PT1:

定时器1中断优先级控制位。当该位为0时，定时器1中断为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，定时器1中断为最高优先级（优先级1）。

### ■ PX1:

外部中断1中断优先级控制位。当该位为0时，外部中断1为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，外部中断1为最高优先级（优先级1）。

### ■ PT0:

定时器0中断优先级控制位。当该位为0时，定时器0中断为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，定时器0中断为最高优先级（优先级1）。

### ■ PX0:

外部中断0中断优先级控制位。当该位为0时，外部中断0为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，外部中断0为最高优先级（优先级1）。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级寄存器IP2

**该寄存器用于设置部分中断源的优先级**

- 该寄存器位于SFR地址为0xB5的位置。当复位时，该寄存器的内容设置为xxx00000。

比特	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
名字	--	--	--	PX4	PPWMFD	PPWM	PSPI	PS2

- PX4：外部中断4中断优先级控制位。当该位为0时，外部中断4为最低优先级（优先级0）；当该位为1时，外部中断4为最高优先级（优先级1）。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断优先级寄存器IP2

- **PPWMFD**: PWM异常检测中断优先级控制位。当该位为0时, PWM异常检测中断为最低优先级 (优先级0) ; 当该位为1时, PWM异常检测中断为最高优先级 (优先级1) 。
- **PPWM**: PWM中断优先级控制位。当该位为0时, PWM中断为最低优先级 (优先级0) ; 当该位为1时, PWM中断为最高优先级 (优先级1) 。
- **PSPI**: SPI中断优先级控制位。当该位为0时, SPI中断为最低优先级 (优先级0) ; 当该位为1时, SPI中断为最高优先级 (优先级1) 。
- **PS2**: 串口2中断优先级控制位。当该位为0时, 串口2中断为最低优先级 (优先级0) ; 当该位为1时, 串口2中断为最高优先级 (优先级1) 。

# STC单片机中断系统原理及功能

## --中断向量表

在计算机中，把一个用于保存处理不同类型事件的程序代码起始地址的存储空间称为中断向量表。

- 实际上，中断向量表就是程序存储器中的一块特定的存储空间而已，只不过这个存储空间的位置已经实现规定好了，用户不可以修改中断向量表所在地址空间的位置。
- 用户可以做的工作是可以修改中断向量表中每个中断向量的内容，也就是为处理每个不同类型事件的程序代码指定起始地址，这就是所说的中断映射，如下图所示。

# STC单片机中断系统原理及功能

程序Flash存储器空间

地址0x0000				
地址0x0003	LJMP指令	}	外部中断0的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理外部中断0产生的中断事件）	
	地址高8位			
	地址低8位			
	.....			
地址0x000B	LJMP指令	}	定时器0的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理定时器0产生的中断事件）	
	地址高8位			
	地址低8位			
	.....			
地址0x0013	LJMP指令	}	外部中断1的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理外部中断1产生的中断事件）	
	地址高8位			
	地址低8位			
	.....			
地址0x001B	LJMP指令	}	定时器1的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理定时器1产生的中断事件）	
	地址高8位			
	地址低8位			
	.....			

# STC单片机中断系统原理及功能

地址0x0023	LJMP指令 地址高8位 地址低8位 .....	串口1的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理串口1产生的中断事件）
地址0x002B	LJMP指令 地址高8位 地址低8位 .....	ADC的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理ADC产生的中断事件）
地址0x0033	LJMP指令 地址高8位 地址低8位 .....	LVD的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理低电压检测产生的中断事件）
地址0x003B	LJMP指令 地址高8位 地址低8位 .....	PCA的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理可编程计数阵列产生的中断事件）
地址0x0043	LJMP指令 地址高8位 地址低8位 .....	串口2的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理串口2产生的中断事件）
地址0x004B	LJMP指令 地址高8位 地址低8位 .....	SPI的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理SPI产生的中断事件）

# STC单片机中断系统原理及功能

地址0x0053

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

外部中断2的中断向量。其内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理外部中断2产生的中断事件）

地址0x005B

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

外部中断3的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理外部中断3产生的中断事件）

地址0x0063

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

定时器2的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理定时器2产生的中断事件）

地址0x0083

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

外部中断4的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理外部中断4产生的中断事件）

地址0x008B

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

串口3的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理串口3产生的中断事件）



# STC单片机中断系统原理及功能

地址0x0093

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

串口4的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理串口4产生的中断事件）

地址0x009B

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

定时器3的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理定时器3产生的中断事件）

地址0x00A3

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

定时器4的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理定时器4产生的中断事件）

地址0x00AB

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

比较器的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理比较器产生的中断事件）

地址0x00B3

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

PWM的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于处理PWM产生的中断事件）

地址0x00BB

LJMP指令
地址高8位
地址低8位
.....

PWM异常的中断向量。内容为指向中断服务程序入口地址的跳转指令（该ISR用于PWM异常产生的中断事件）