

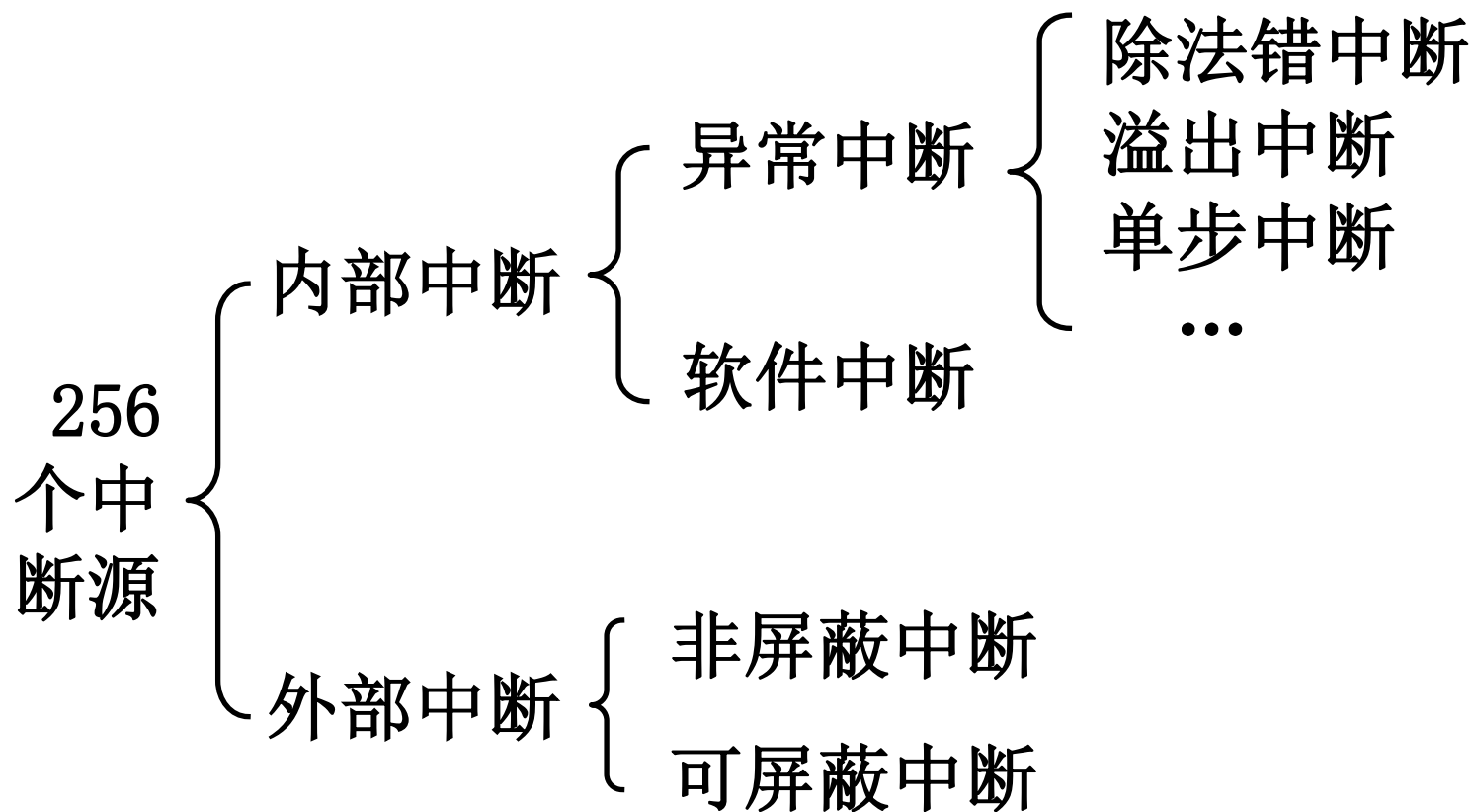


第三部分 微机原理与接口

15章 8086中断程序设计



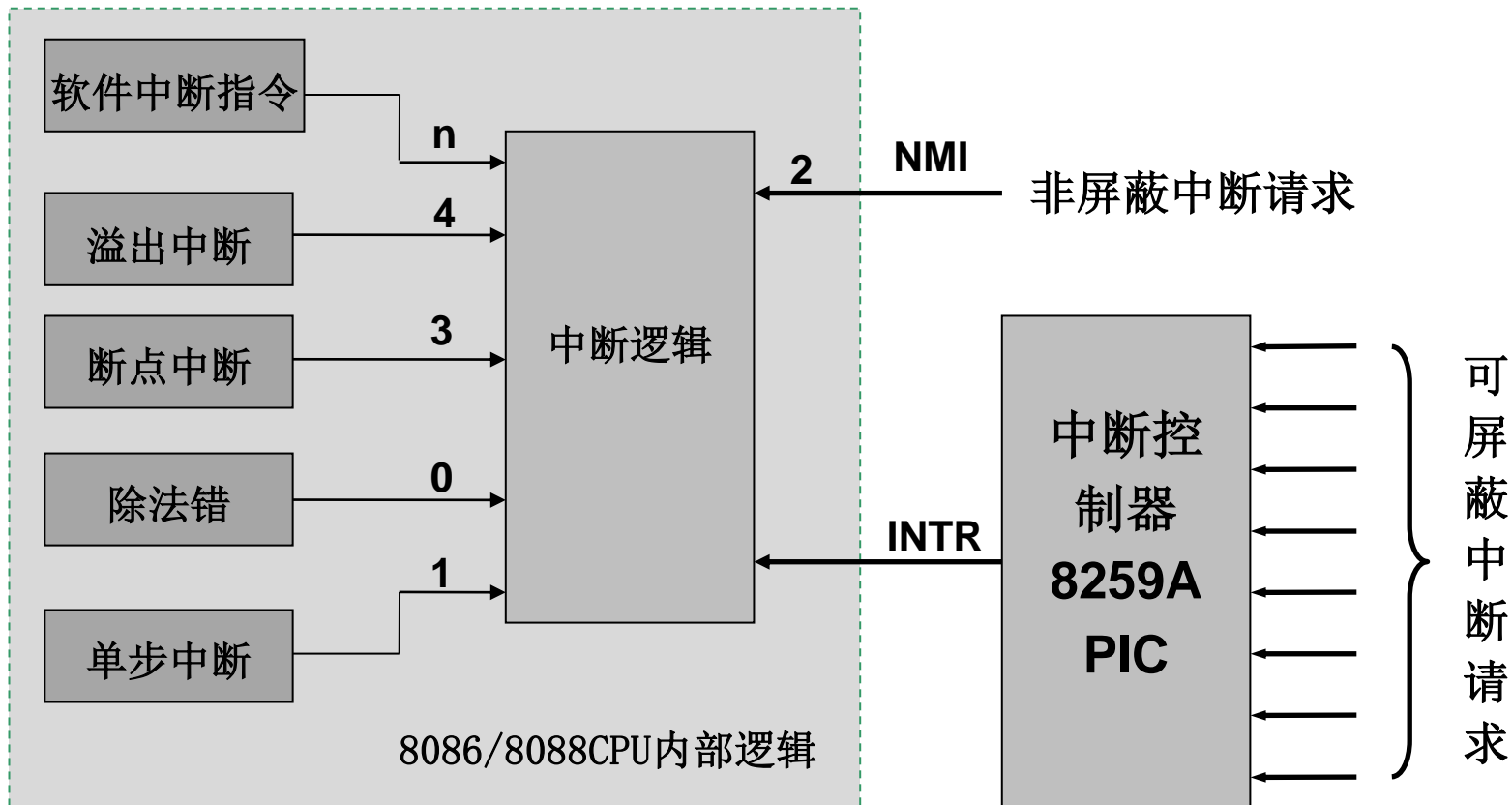
15.1 8086/8088中断系统





1

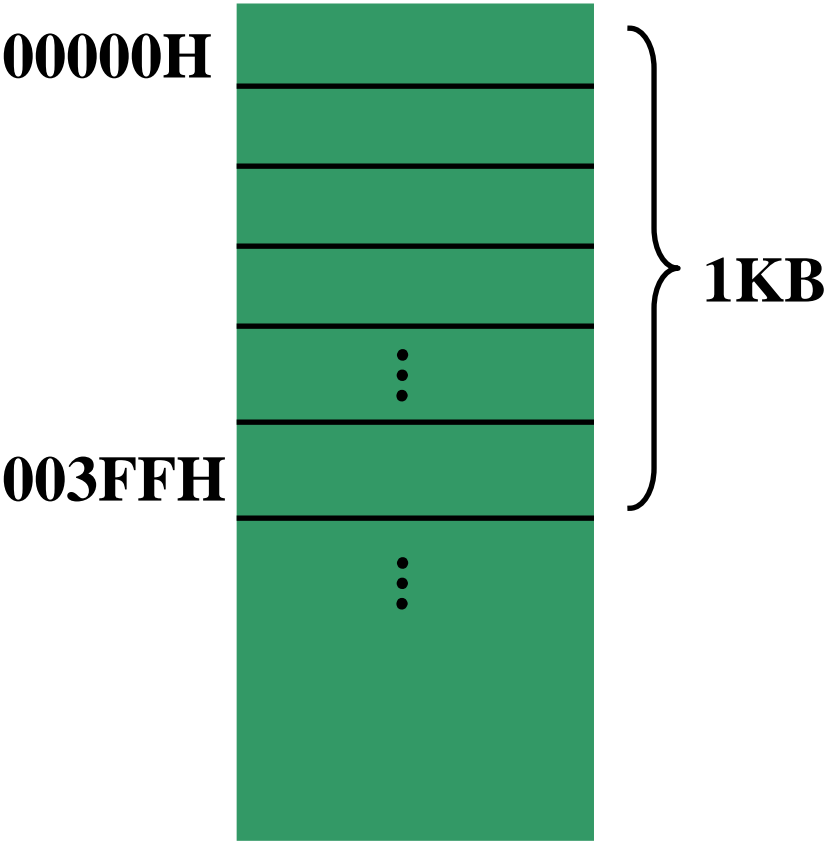
8086/8088中断源类型





2

中断向量表



内存空间		
00000H	IP偏移地址	0型中断向量
	CS段基地址	
00004H	IP偏移地址	1型中断向量
	CS段基地址	
00008H	IP偏移地址	2型中断向量
	CS段基地址	
0000CH	IP偏移地址	3型中断向量
	CS段基地址	
00010H	IP偏移地址	4型中断向量
	CS段基地址	
00014H	⋮	⋮
00080H	IP偏移地址	类型码为32 的中断向量
	CS段基地址	
	⋮	⋮
003FFH	IP偏移地址	类型码为255 的中断向量
	CS段基地址	



中断向量表

- 用于存放各类中断服务程序的入口地址；
- 每个入口地址占用4 Bytes，低字为段内偏移，高字为段地址；
- 向量表的物理地址位于内存的00000H~003FFH，大小为1KB，共256个入口；
- 向量表所在的段地址=0；
- 向量地址的偏移地址= $n \times 4$ ， n 为中断类型码。



将用户自定义的中断服务程序入口地址放入向量表的方法。

例，将类型码为48H的中断服务子程序TIMER的中断向量放入向量表。

```
MOV AX, 0000H
```

```
MOV DS, AX
```

```
MOV SI, 48H*4
```

```
MOV BX, OFFSET TIMER
```

```
MOV [SI], BX
```

```
MOV BX, SEG TIMER
```

```
MOV [SI+2], BX
```

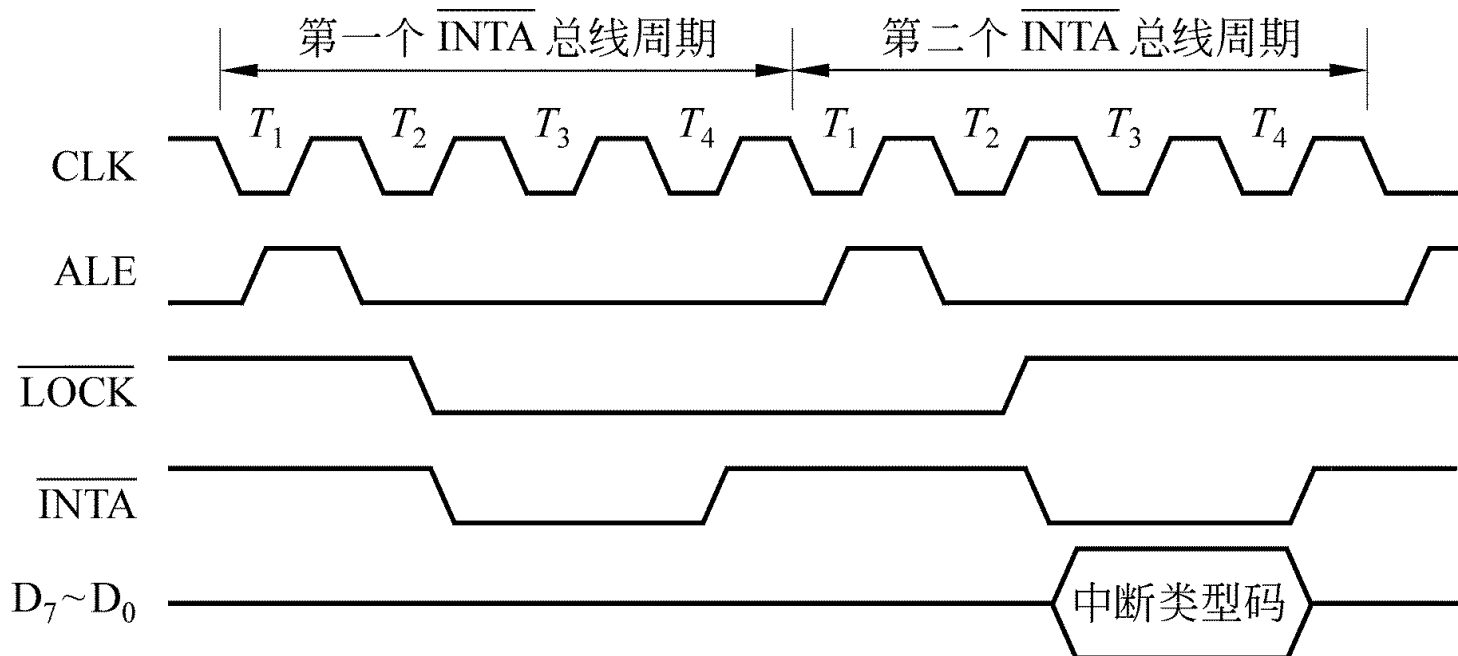


3 CPU中断类型码的获取方法

(1) 内部中断和NMI中断

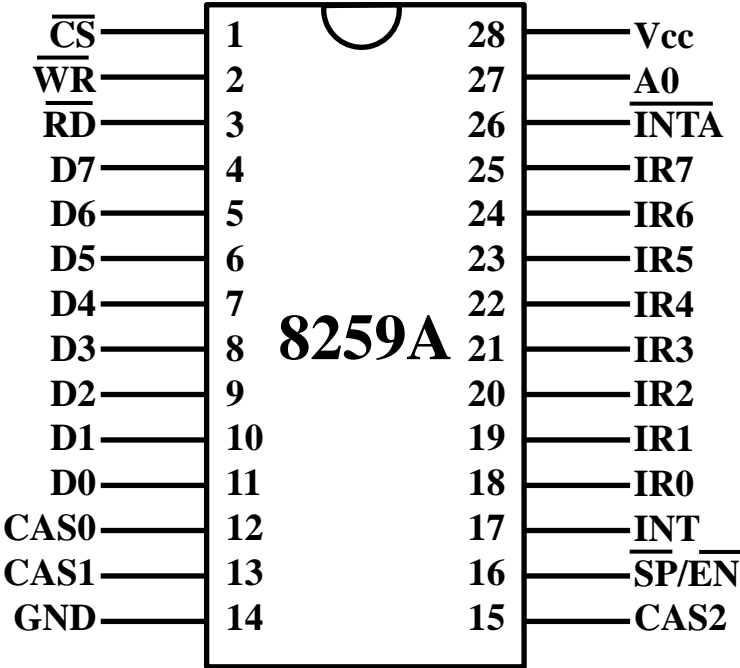
此类中断无INTA总线周期，中断类型码固定或由指令给出。

(2) 可屏蔽中断





15.2 可编程中断控制器8259A





15.2.1 8259A的引线及内部结构

1 外部引线

(1) $D_7 \sim D_0$ 为双向数据总线，与系统的数据总线相连，CPU写入控制字、命令字，读取中断类型码。

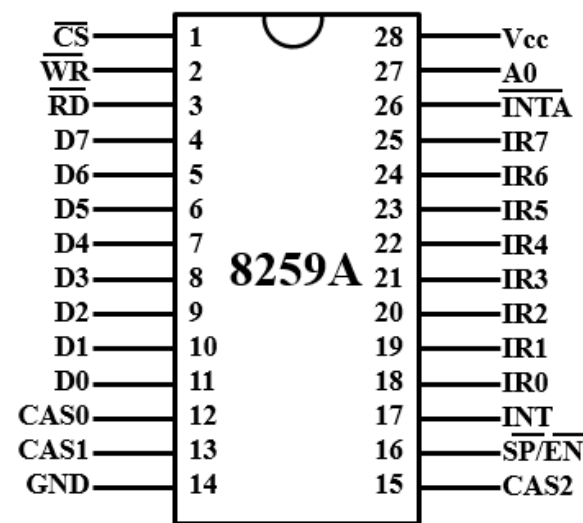
(2) \overline{RD} 、 \overline{WR} 为读写控制信号。

(3) \overline{CS} 为片选信号，低电平有效。

(4) A_0 为内部寄存器的选择信号。

(5) INT 为中断请求输出信号。

(6) \overline{INTA} 为中断响应输入信号。





(7) $CAS_2 \sim CAS_0$ 为级联控制线，对于主片 $CAS_2 \sim CAS_0$ 为输出，从片 $CAS_2 \sim CAS_0$ 为输入。

(8) $\overline{SP}/\overline{EN}$ 为双功能线。

①当8259A工作在缓冲模式时为输出信号，用以控制数据总线缓冲器的传送方向。8259A输出数据时为低电平，接收数据时为高电平。

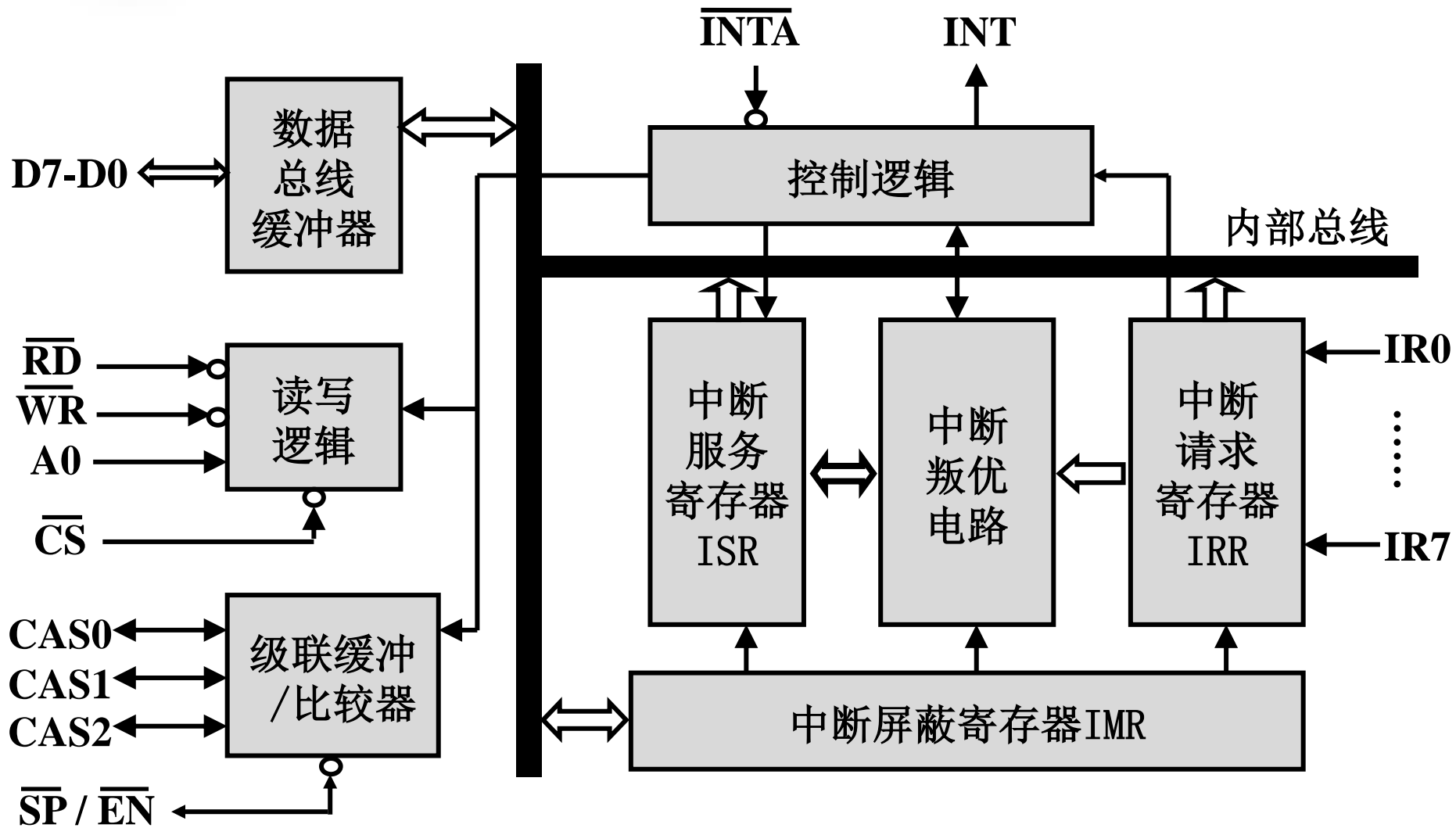
②当8259A工作在非缓冲模式时为输入信号，高电平为主片，低电平为从片。

(9) $IR_0 \sim IR_7$ 为外设中断请求输入信号。



2

内部结构





(1) 中断请求寄存器IRR

- 保存 $IR_0 \sim IR_7$ 来的中断请求信号，某一位为1表示相应引脚上有中断请求；
- 中断响应后，外设应撤销对应引脚上的请求信号。

(2) 中断服务寄存器ISR

- $IS_0 \sim IS_7$ 与 $IR_0 \sim IR_7$ 相对应，保存所有正在服务的中断源；
- 当收到中断结束EOI命令时，ISR相应位清零。



(3) 中断屏蔽寄存器IMR

- **IMR**的每一位与 $\text{IR}_0 \sim \text{IR}_7$ 相对应，用于保存中断屏蔽字。
- 其中为1的位所对应的外设中断请求被屏蔽，为0的位允许外设中断请求信号输入。

(4) 中断叛优及控制电路

- 中断叛优电路监测**IRR**、**ISR**和**IMR**的状态，并确定是否向**CPU**发中断请求信号。
- 在中断响应时，将**ISR**对应位置置1，并向**CPU**送出中断类型码。



3 与系统总线的连接方式

(1) 缓冲方式

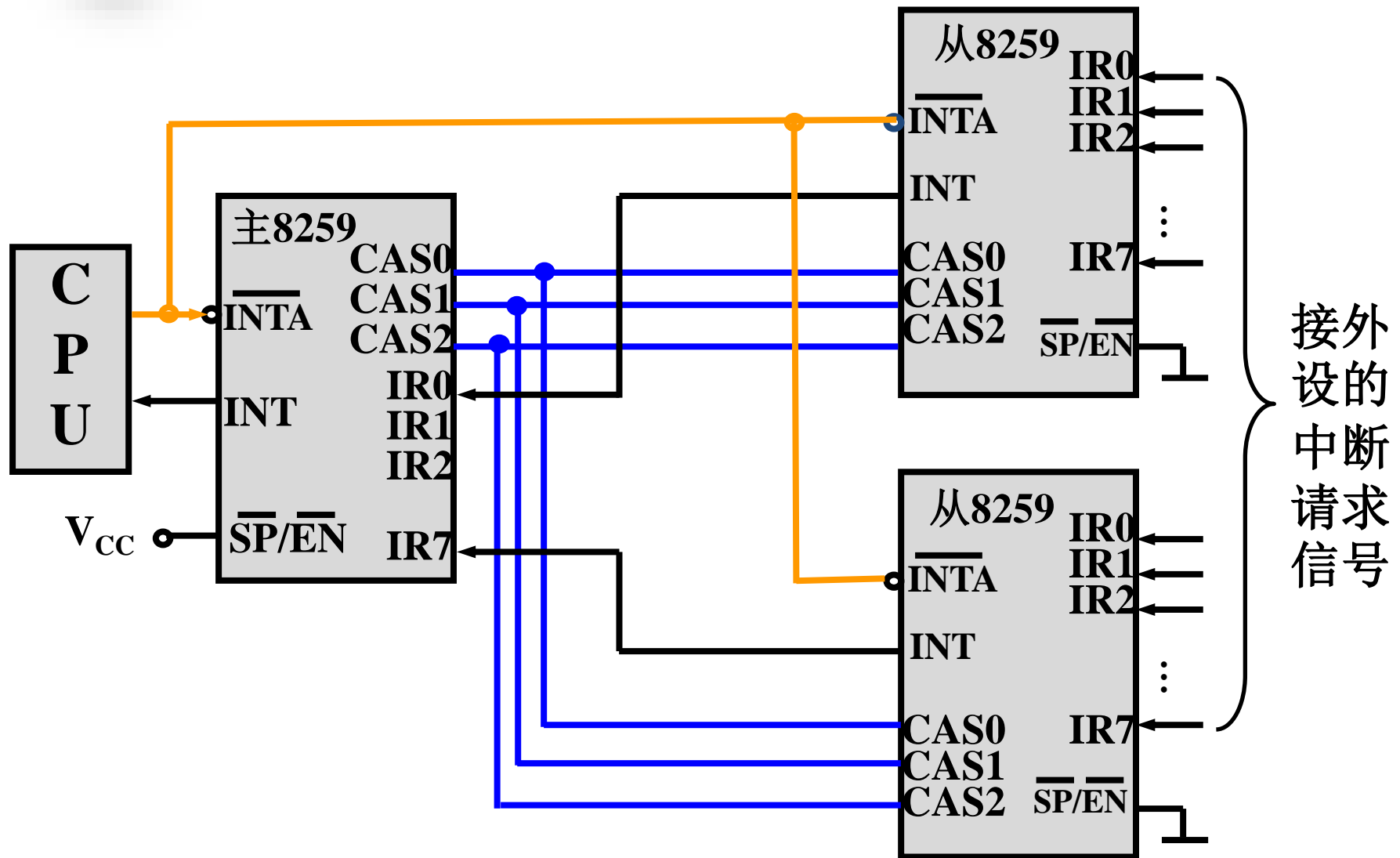
- 在多片8259A级联的大系统中，8259A通过**总线驱动器**和数据总线相连，这就是缓冲方式。
- 在缓冲方式下，当数据从CPU送往8259A时，SP/EN为高电平；当数据从8259A送往CPU时，SP/EN为低电平。

(2) 非缓冲方式

- 当系统只有单片8259A或有几片8259A级联时，一般将8259A**直接**与数据总线相连，这种方式就称为非缓冲方式。
- 8259A的SP/EN端作为输入端，在单片8259A系统中，SP/EN端接高电平；在多片系统，主片的SP/EN端接高电平，从片的SP/EN端接低电平。



4 级联连接方式



注意：图中**SP/EN**的连接只针对非缓冲方式



5 中断触发方式

(1) 边沿触发方式

◆ 当8259A的 IR_i 出现上升沿时表示有中断请求。

(2) 电平触发方式

◆ 当8259A的 IR_i 出现高电平时表示有中断请求。



15.2.2 8259A的工作过程

- 当IR0~IR7中的一条或多条请求线变高时，将相应的IRR位置1。
- 综合现中断服务寄存器（ISR）和中断屏蔽寄存器（IMR）的状态，找出最高优先权的中断请求，并判断是否能发中断请求，如是则向CPU发信号INT，请求中断服务。
- CPU响应中断时，送出应答信号INTA脉冲。



- 单级时8259A接到CPU的第一个INTA脉冲时，把ISR中与最高优先级请求信号对应的位置1，并把IRR中的相应位复位。收到第二个INTA脉冲时，8259A向数据总线发送中断类型码。
- 多级级联时主片收到第一个INTA后，在CAS2～CAS0上发出从片编码。所有从片均收到该编码，并和自身的编码比较，若相等，在收到第二个INTA后，该从片发出中断类型码。



- 在8259A发送中断类型码的最后一个脉冲期间，如果是在AEIOI（自动结束中断）方式下，在这个脉冲结束时复位ISR的相应位。在其他方式下，要在中断服务程序结束时发出EOI命令来复位ISR相应位。



15.2.3 8259A的工作方式

1 中断优先级控制方式

(1) 固定优先级方式

在这种方式下，8259A为每个中断请求输入信号分配固定的优先级别，若优先级从高到低的序号为0~7，即0级最高，7级最低。

8259A加电后默认固定优先级为，

请求信号	IR7	IR6	IR5	IR4	IR3	IR2	IR1	IR0
优先级别	7	6	5	4	3	2	1	0



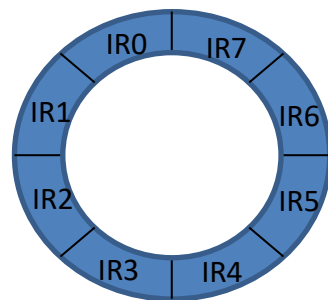
(2) 自动循环优先级方式

- 在这种方式下，优先级顺序是变化的。一个中断请求 IR_i 服务结束后，其优先级自动变为最低，原来比它低一级的变为最高，依次排列。
- 若初始优先级为 $IR_0 \sim IR_7$ （低），假设 IR_4 在中断结束处理后，则 IR_5 变为最高（逆时针方向）。

请求信号	IR_7	IR_6	IR_5	IR_4	IR_3	IR_2	IR_1	IR_0
优先级别	2	1	0	7	6	5	4	3

(3) 特殊循环优先级方式

用控制命令指定最低优先级的中断源。





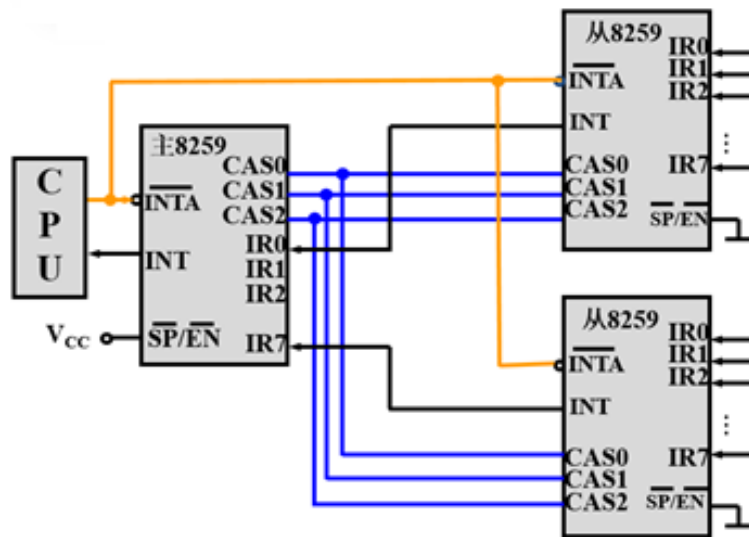
2 中断嵌套方式

(1) 普通全嵌套（全嵌套）方式

- 在中断服务程序执行过程中，根据**ISR**寄存器的状态，禁止同级和更低级别的中断请求，允许更高级别的中断，主要用于非级联模式或从片。

(2) 特殊全嵌套方式

- 在中断服务程序执行过程中，根据**ISR**寄存器的状态，禁止更低级别的中断请求，允许同级和更高级别的中断。
- 这种方式主要用于8259A级联时的主片。



在特殊全嵌套方式中，在中断结束时，CPU先向从片发结束中断命令，然后读取ISR的内容，若为0则表示从片只有一个中断服务，这时CPU再向主片发一个中断结束命令。否则说明从片有多个中断，待该从片中断服务全部结束后再向主片发中断结束命令。



3 中断结束处理方式

(1) 自动中断结束处理方式 (AEOI)

- ◆ 在第二个INTA脉冲信号的后沿，8259A自动将**ISR**中的对应位清零。

(2) 正常中断结束处理方式

- ◆ 当中断结束时，CPU用输出指令向8259A发中断结束EOI命令，8259A将当前中断处理程序对应的**ISR**中的状态位复位。
- ◆ 被复位的永远是ISR中所有被置1的优先级最高位(最右边的1)，所以中断结束时无须指明。



(3) 特殊中断结束处理方式 (SEOI)

- ◆ 当中断结束时，CPU用输出指令向8259A发中断结束EOI命令，并且在命令中指明要清除**ISR**中的某一位。
- ◆ 主要用于特殊循环方式及特殊屏蔽方式下的中断结束，即当前执行的中断程序所对应的**ISR**中需要复位的位不一定是所有置1的优先级最高位。



4 中断源屏蔽方式

(1) 普通屏蔽方式

将**IMR**寄存器中某位置1，则它对应的**IR_i**就被屏蔽。

(2) 特殊屏蔽方式

- 在普通屏蔽方式中，由于**ISR**寄存器的存在，使得高级别中断即使被屏蔽，只要这些高级别对应**IS_i**位没有被复位，低级别中断仍然不能响应。
- 当设置成特殊屏蔽方式（**SMM**）后，若对**IR_i**进行屏蔽，则会自动对**IS_i**复位。



15.2.4 8259A的控制命令

控制命令 { 初始化命令字 (ICW)
操作命令字 (OCW)



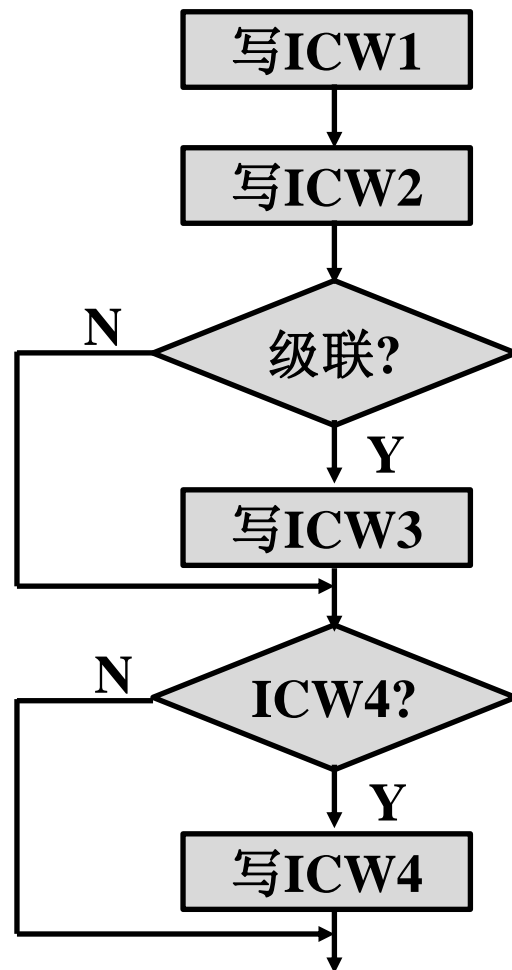
1 8259A内部寄存器的寻址方法

$\overline{\text{CS}}$	$\overline{\text{RD}}$	$\overline{\text{WR}}$	A0	D4	D3	读写操作
0	1	0	0	1	×	写入ICW1
			1	×	×	顺序写入 ICW2/ICW3/ICW4/OCW1
			0	0	0	写入OCW2
			0	0	1	写入OCW3
0	0	1	0	—	—	读出IRR/ISR
			1	—	—	读出IMR



2

8259A初始化顺序





3 8259A的初始化命令字ICW

(1) ICW1:初始化字（确定写入字节数2~4）

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
×	×	×	1	LTIM	×	SNGL	IC4

条件: $A_0=0$, $D_4=1$ ←

IR_i 高电平触发=1

IR_i 上升沿触发=0

单片8259A=1

多片级联=0

写ICW4=1

不写ICW4（默认全为0）=0

LTIM: Level Triggered Interrupt Mode



(2) ICW2: 中断类型码

写入条件: $A_0=1$

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
T7	T6	T5	T4	T3	×	×	×

初始化时只设定中
断类型码的高5位

8259A在中断响应时根据
中断源的序号自动填入

例, 若IBM PC中ICW2被初始化为08H。

则, IR0的中断类型码为08H,

IR7的中断类型码为0FH。



(3) ICW3: 级联命令字

写入条件: $A_0=1$, 多片8259A级联SNGL=0

主片:

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	S0

1=对应 IR_i 上连接了从片, $S_i \rightarrow IR_i$

0=对应 IR_i 上没有连接从片, $S_i \rightarrow IR_i$

从片:

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
0	0	0	0	0	ID2	ID1	ID0

从片标识码
 $INT \rightarrow$ 主片 IR_i

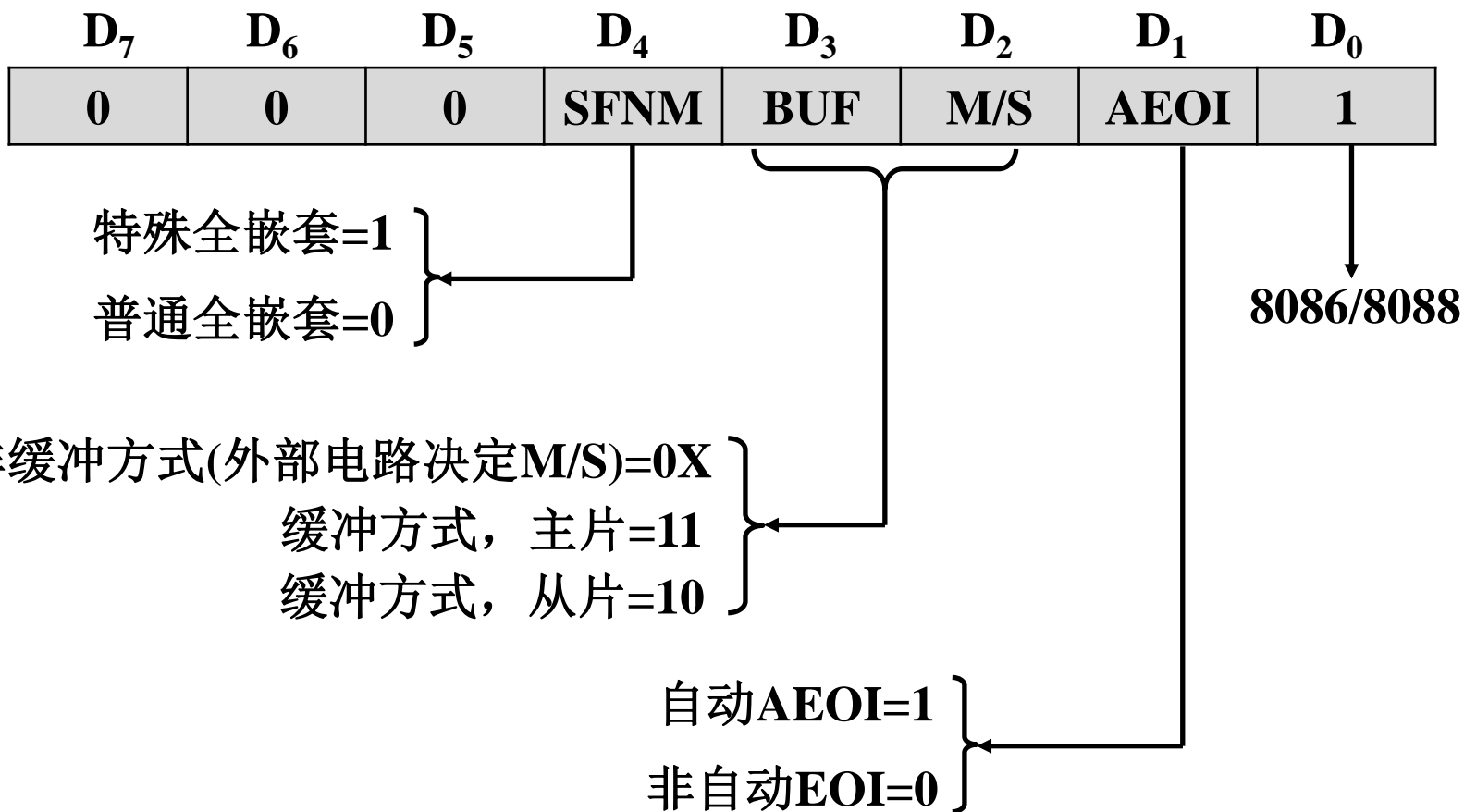
例, 某一8259A从片的中断请求输出INT与主片的 IR_3 相连。

则, 主片ICW3的 $S_3=1$, 从片ICW3=03H。



(4) ICW4: 方式命令字 (主要完成主从设定)

写入条件: $A_0=1$, ICW1 D0=1



SFNM: Specific Full Nested Mode



4

8259A初始化编程

【例】以微型计算机中使用的单片8259A为例，试对其进行初始化设置。在微型计算机中，8259A的ICW1和ICW4的端口地址分别为20H、21H。初始化设置的程序段如下：

```
MOV    AL, 13H ;设置ICW1（中断请求信号采用边沿触发方式；单片；  
           8259A，后面使用ICW4）  
OUT     20H, AL  
MOV     AL, 18H ;设置ICW2（将中断类型码高5位指定为00011）  
OUT     21H, AL  
MOV     AL, 0DH ;设置ICW4（不用特殊全嵌套方式；不用中断自动结束；  
           方式为用缓冲方式，工作于8088/8086系统）  
OUT     21H, AL
```

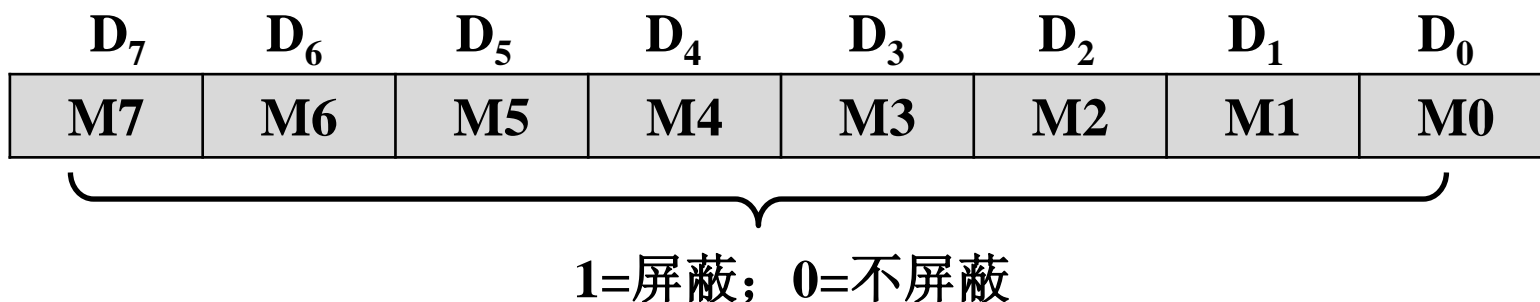


- 操作命令字可用来改变8259A的中断控制方式、屏蔽中断源以及读出8259A的工作状态信息。
- 操作命令字在初始化完成后任意时刻均可写入，没有顺序要求。
- OCW1必须写入奇地址端口，OCW2和OCW3必须写入偶地址端口。



(1) OCW1: 中断屏蔽字

写入条件: $A_0=1$



OCW1用于决定对中断请求输入源 IR_i 屏蔽与否。

OCW1初始化后缺省全为0。



(2) OCW2: 中断结束和优先级方式控制字

写入条件: $A_0=0$; $D_4D_3=00$

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
R	SL	EOI	0	0	L2	L1	L0

- **R**: 优先级方式控制位。1: 循环优先级, 0: 为固定优先级。
- **SL**: 指示OCW2中L2~L0位是否有效。1: 有效; 0: 无效。
- **EOI**: 在非自动中断结束方式下的中断结束命令位。
 - 1: 发中断结束命令, 它使现行中断的ISR位复位;
 - 0: 不发出中断结束命令。
- **L2~L0**: 它有两个作用。
 - (1) 设定哪个IRi优先级最低, 用于改变优先级顺序。
 - (2) 在特殊中断结束命令中指明ISR的哪位被复位。



OCW2写入条件: $A_0=0$; $D_4D_3=00$

D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
R	SL	EOI	0	0	L2	L1	L0

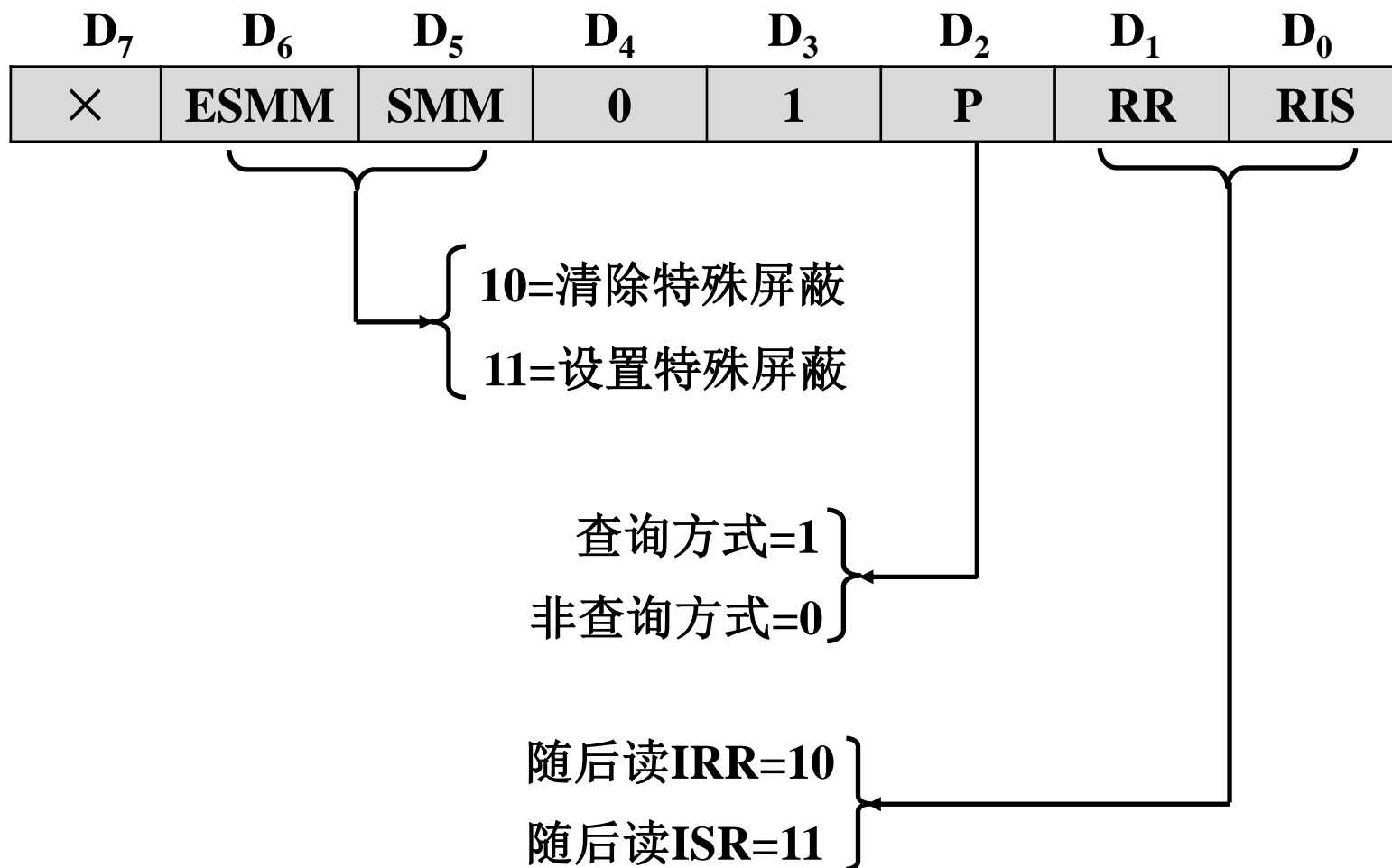
初始最低级别 IR_i
ISR的复位位号

- 001: 正常EOI, 固定优先级
- 011: 特殊EOI, 指定ISR复位位
- 101: 正常EOI, 优先级自动循环
- 100: 设置优先级自动循环
- 000: 取消优先级自动循环
- 111: 正常EOI, 优先级特殊循环
- 110: 设置优先级特殊循环
- 010: 无效



(3) OCW3: 屏蔽方式和状态读出控制字

写入条件: $A_0=0$; $D_4D_3=01$





(1) 中断状态查询 (CPU禁止中断时)

CPU先写一个P=1的OCW3控制字到8259A，然后再对同一地址读取，则可得到8259A的中断状态字节。

I	×	×	×	×	R2	R1	R0
---	---	---	---	---	----	----	----

若I=1，表示本片8259A有中断请求，同时R2~R0指示对应的最高优先级中断源。

若I=0，表示本片8259A无中断请求。



(2) 读取8259A的状态

①CPU先写一个RR RIS=10的OCW3控制字到8259A，再对同一地址读，即可得到IRR的内容。

②CPU先写一个RR RIS=11的OCW3控制字到8259A，再对同一地址读，即可得到ISR的内容。

③当 $A_0=1$ 时读取8259A，就可以得到IMR的内容，此时不需要写OCW3控制字。



5 8259A编程

例，两片8259A级联，提供15级向量中断，CAS2~CAS0作为互连线，从片8259A的INT直接连到主片8259A的IR2上。

- 端口地址，主片在020H~03FH范围内，实际使用020H和021H两个端口；从片在0A0H~0BFH范围，实际使用0A0H和0A1H两个端口。
- 主、从片的中断请求信号均采用边沿触发方式。
- 采用普通全嵌套方式，优先级的排列次序为0级最高（主片的IR₀），主片的IR₁、主片的IR₂（从片的IR₀~IR₇），主片的IR₃~IR₇。
- 采用非缓冲方式，主片的SP/EN端接+5V，从片的SP/EN端接地。
- 按IR₀~IR₇的次序，设定主片的中断号为08H~0FH，从片的中断号为70H~77H。



;对主片8259A的初始化

INTM00 EQU 020H ;主8259A端口0

1NTM01 EQU 021H ;主8259A端口1

.....

MOV AL, 00010001B

;ICW1; 边沿触发, 写ICW4; 级联方式, 要ICW3

OUT INTM00, AL

JMP SHORT \$+2 ;I/O端口延时

MOV AL, 00001000B

;ICW2: 设置主片的中断号, 起始的中断号为08H

OUT INTM01, AL

JMP SHORT \$+2

MOV AL, 00000100B

;ICW3: 表示从8259A的INT输出是连接到主片的IR2



```
OUT    INTM01, AL
JMP     SHORT $+2
MOV     AL, 00010001B
```

;ICW4: 非总线缓冲, 特殊全嵌套, 正常EOI

```
OUT    INTM01, AL
JMP     SHORT $+2
```

;对从片8259A的初始化

```
INTS00 EQU    0A0H    ;从8259A端口0
1INTS01 EQU    0A1H    ;从8259A端口1
MOV     AL, 00010001B
```

;ICW1: 边沿触发, 写ICW4; 级联方式, 要ICW3

```
OUT     INTS00, A1
```



```
JMP     SHORT $+2  
MOV     AL, 01110000B  
  
                ;ICW2: 设置从片的中断号,  
                ; 起始的中断号为70H  
  
OUT     INTS01, AL  
JMP     SHORT $+2  
MOV     AL, 00000010B  
  
                ;ICW3, 设置从片的识别标志,  
                ; 指定对应主片的IR2  
  
OUT     INTS01, AL  
JMP     SHORT $+2  
MOV     AL, 00000001B  
  
                ;ICW4: 非总线缓冲, 全嵌套,  
                ; 正常的中断结束  
  
OUT     INTS01, AL  
JMP     SHORT $+2
```



15.3 中断程序设计概述

(1) 中断服务程序主体

```
MY_INT PROC FAR
```

```
    PUSH AX
```

```
    PUSH BX
```

```
    ....
```

```
    STI
```

```
    <中断服务程序主体>
```

```
    CLI
```

```
    MOV AL, 20H ; EOI 命令 , 00100000B
```

```
    OUT 20H, AL ; 写入OCW2
```

```
    POP BX
```

```
    POP AX
```

```
    STI
```

```
    IRET
```

```
MY_INT ENDP
```



(2) 主程序设置中断向量

CLI

PUSH DS

XOR AX, AX

MOV DS, AX

MOV BX, $n*4$; 中断类型号

MOV AX, OFFSET MY_INT

MOV [BX], AX

MOV AX, SEG MY_INT

MOV [BX+2], AX

POP DS

STI