



§ 6.5 可编程中断控制器8259A

主要内容

- ◆ 一. 8259A的功能与结构
- ◆ 二. 8259A的工作方式
- ◆ 三. 8259A的初始化命令字和初始化流程
- ◆ 四. 8259A的操作命令字
- ◆ 五. 8259A的中断举例



一. 8259A的功能与结构

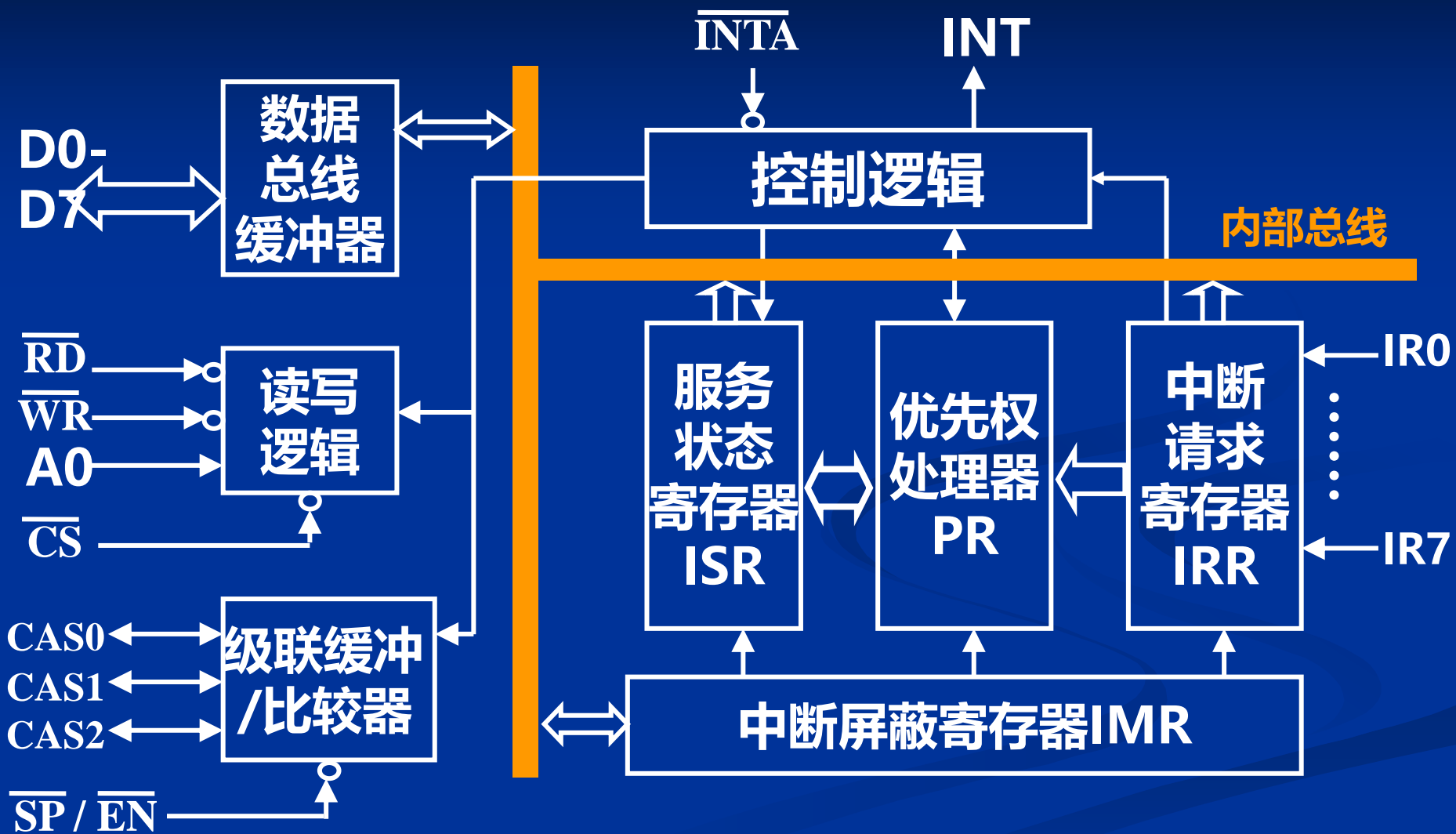
1. 8259A的主要功能和内部结构

(1) 8259A的主要功能

- ◆ 记录8个中断源的中断请求。
- ◆ 从有请求的中断源中找出高优先级的中断源，并向CPU发出中断请求。
- ◆ CPU响应中断时向CPU发送中断类型号。



(2) 8259A的内部结构



8259A内部逻辑框图



◆ 数据总线缓冲器

- 三态双向8位缓冲器，接数据总线低8位D7~D0
- 也可通过总线驱动器与总线连接。

◆ 读写控制逻辑

- 实现对8259A的读写和端口译码
- 输入信号： \overline{RD} 、 \overline{WR} 、 \overline{CS} 、A0
- 例如，在IBM-PC/XT中只有一个8259A，地址为20H-21H；
- 又如，在386/486等机器中有两个8259A，地址为20H-21H和0A0H-0A1H。

地址线如何接？

◆ 级联缓冲/比较器

- 若中断源多于8个，可用几个8259A级联。
- 主片的CAS2~CAS0输出，从片的CAS2~CS0输入，从片的INT接主片的IRi。

❖ 中断请求寄存器IRR

- 8位寄存器，对应IR7 ~ IR0，如某个外设有中断请求，则相应位置1，并通知控制逻辑
- 如该中断被响应后，相应的请求位清0
- 允许多位同时被置1

❖ 中断屏蔽寄存器IMR

- 8位寄存器，可由软件设定某位或某几位为'1'，即相应的中断被屏蔽，即使该位的IRR已置位，也不会进入中断优先级判别器PR

❖ 优先级判别器PR (Priority Resolver)

- 对IRR中置'1'的中断请求，根据IMR中的情况判别其优先级，对于优先级最高的，8259A发出INT₀信号，在CPU发出第一个 \overline{INTA} 后置相应的ISR为'1'并清相应的IRR为'0'

❖ 中断服务寄存器ISR

- 8位寄存器，如某中断被执行，则相应的位置'1'，直至该中断服务结束，即执行**EOI**操作后将被清'0'
- 在中断嵌套时**ISR**中有多位被置'1'

❖ 控制电路

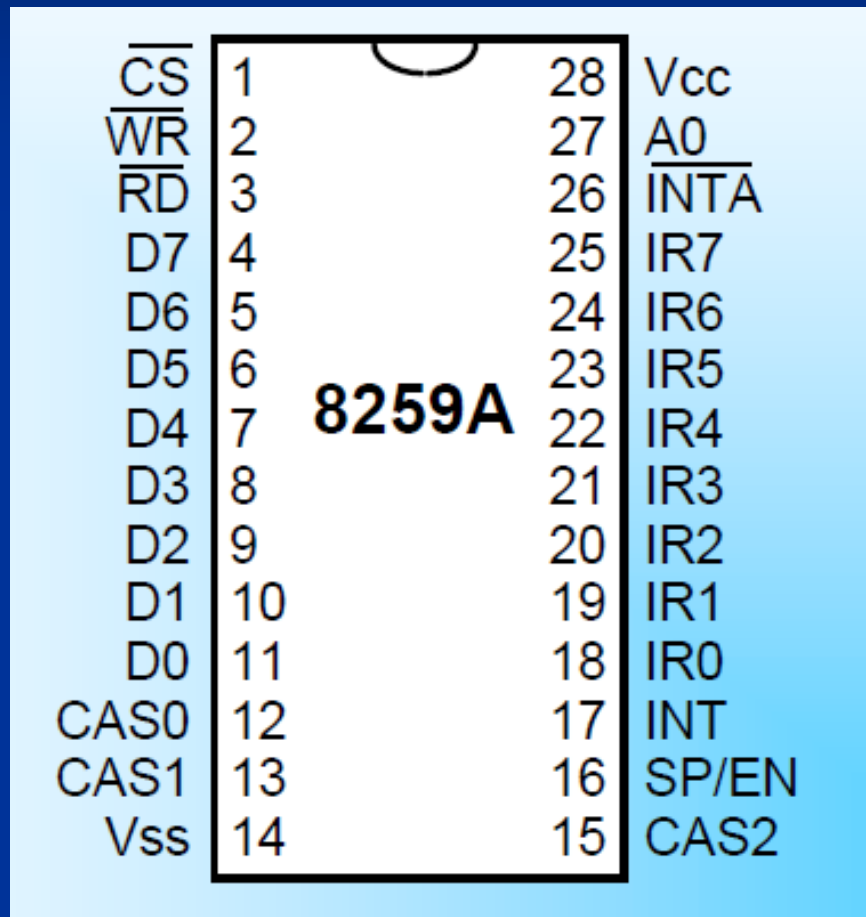
- 根据**IRR**、**IMR**及**PR**判定的优先级向**CPU**发**INT**信号
- 接收到**CPU**第一 $\overline{\text{INTA}}$ 信号后，清**IRR**中相应位并置**ISR**中的相应位
- 接收到**CPU**第二个 $\overline{\text{INTA}}$ 信号后，送出中断类型号

2. 8259A的工作原理

- ◆ 当IR0~IR7中的一条或多条请求线变高时，将相应的IRR位置1。
- ◆ 根据中断服务寄存器（ISR）和中断屏蔽寄存器（IMR）的内容，找出未被屏蔽的最高优先权的中断请求，向CPU发中断请求信号INT。
- ◆ CPU响应中断时，送回应答信号（发两个 $\overline{\text{INTA}}$ 脉冲）。
- ◆ 8259A接到CPU发的第一个 $\overline{\text{INTA}}$ 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。
- ◆ 在8259A接到第二个 $\overline{\text{INTA}}$ 脉冲时向CPU发送中断类型码，并且：
 - 若是AEIOI（自动结束中断）方式，在这个脉冲结束时复位ISR的相应位。
 - 若是其他中断结束方式，要在中断服务程序结束时通过发EOI命令来复位ISR相应位。

◆ 3. 8259A的外部特性

(1) 8259A与CPU的接口引脚





❖ 电源线（**2**条）

❖ 数据总线（**8**条）

➤ **D7 ~ D0**：双向数据线，接数据总线的低**8**位

❖ 中断线（**10**条）

➤ **IR7 ~ IR0**：外设中断请求输入端，可编程为脉冲或电平触发

➤ **INT**：向**CPU**发出的中断请求信号

➤ **$\overline{\text{INTA}}$** ：**CPU**向**8259A**发的中断响应信号

❖ 读写控制线（4条）

- $\overline{\text{CS}}$: 片选信号，低电平有效
- $\overline{\text{RD}}$: 读信号，低电平有效
- $\overline{\text{WR}}$: 写信号，低电平有效
- **A0**: **8259A**内部寄存器选择信号（0: 偶地址，1: 奇地址）

❖ 级联线（4条）

- **CAS2 ~ CAS0**: 级联信号线，需与**SP/EN**配合
- $\overline{\text{SP/EN}}$: 作输入时为**SP**（0: 从片，1: 主片）
作输出时为**EN**（控制总线驱动方向）

(SP: Slave Program / EN: Enable Buffer)



二. 8259A的工作方式

1. 优先级管理方式

1) 中断嵌套方式—用初始化命令字设置

(1) 普通全嵌套方式

- ◆ 这是最常用最基本的工作方式，8259A初始化后为该方式。
- ◆ 当一个中断正被处理时，只有比它优先级更高的中断请求才会被响应。

(2) 特殊全嵌套方式

- ◆ 它与普通全嵌套方式的区别：允许同级中断进行嵌套
- ◆ 只允许主片8259A使用特殊全嵌套方式，以实现从片中的高低优先级之间的嵌套。

这两种嵌套方式中各中断源的优先级顺序是固定的，加电时优先级从高到低顺序为：**IR0、IR1、IR2、IR3、IR4、IR5、IR6、IR7**。可以用命令字设定为优先级循环方式。



2) 优先级变化方式

(1) 优先级固定方式

- ◆ 各中断请求的优先级固定不变，8259A加电后IR₀最高，IR₇最低。

(2) 优先级循环方式—需使用操作命令字改变

- ◆ 优先顺序是变化的，一个中断源得到中断服务后，它的优先级自动降为最低。
- ◆ 按照加电时的初始优先级顺序进行优先级循环称为**优先级自动循环方式**。改变初始优先级顺序后的循环，称为**优先级特殊循环方式**。
- ◆ 优先级循环方式适合于系统中各个中断源级别相当，能够得到均衡的服务。



2. 中断源的屏蔽方式——用操作命令字设置

(1) 常规屏蔽方式

8259A的每个中断请求输入端都可通过对应的**IMR**位的设置被屏蔽。**IMR**某位为“1”表示屏蔽对应的中断请求。

(2) 特殊屏蔽方式

- ◆ 使正在处理的中断所对应的**IMR**位置1，并使对应的**ISR**位清零，这样任何优先级的中断都可得到响应。
- ◆ 主要用在中断服务程序中需要动态地改变系统的优先级结构的情况。

例如，在执行中断服务程序的某一部分时，需要禁止比本中断优先级低的其他中断请求，而在执行另一部分时，又希望开放这些中断请求。

3. 中断结束（EOI）的处理方式——用初始化命令字或操作命令字设置

（1）自动中断结束方式

- ◆ 系统进入中断过程，在第二个INTA脉冲的后沿，8259A将当前处理的中断所对应的ISR位清零。
- ◆ 它是最简单的中断结束方式。当系统正在为某外设进行中断服务，但在8259A的ISR中却没有对应位指示，故该方式只能用于非嵌套方式处理。
- ◆ 在初始化时由初始化命令字ICW₄的AEOI位置1来设置这种方式。

（2）正常中断结束方式

- ◆ 它用在两种全嵌套方式下，当CPU向8259A发出中断结束命令时，8259A将ISR中优先级最高的位复位（即当前正在进行的 interrupt service routine 结束）。
- ◆ 这种结束方式的操作很简单，通过向8259A的偶地址端输入



(3)特殊中断结束方式

- 用这种方式结束中断时，在程序中要发一条特殊中断结束命令，指出当前中断服务寄存器**ISR**中的哪一位将被清除。
 - 它通过向**8259A**的偶地址端口输出一个操作命令字**OCW2**，其中的**L2、L1、L0**这三位指出了对**ISR**中的哪一位进行清除。
 - 该方式用于中断优先级顺序会改变的特殊全嵌套方式（两种优先级循环方式），无法判断**ISR**的哪一位是当前处理的中断。
-
- 对于多片**8259A**级联情况，如果不是自动中断结束方式，在中断服务程序的最后需要发两次**EOI**命令，分别清除从片中的**ISR**位和主片中的**ISR**位。
 - 对于采用特殊嵌套方式的多片级联，从片中可能嵌套有多个中断源，应先向从片发**EOI**命令，然后读**ISR**，检查还有无**为1**的位，如无才能向主片发**EOI**命令。



4. 连接系统总线的方式

● 缓冲方式

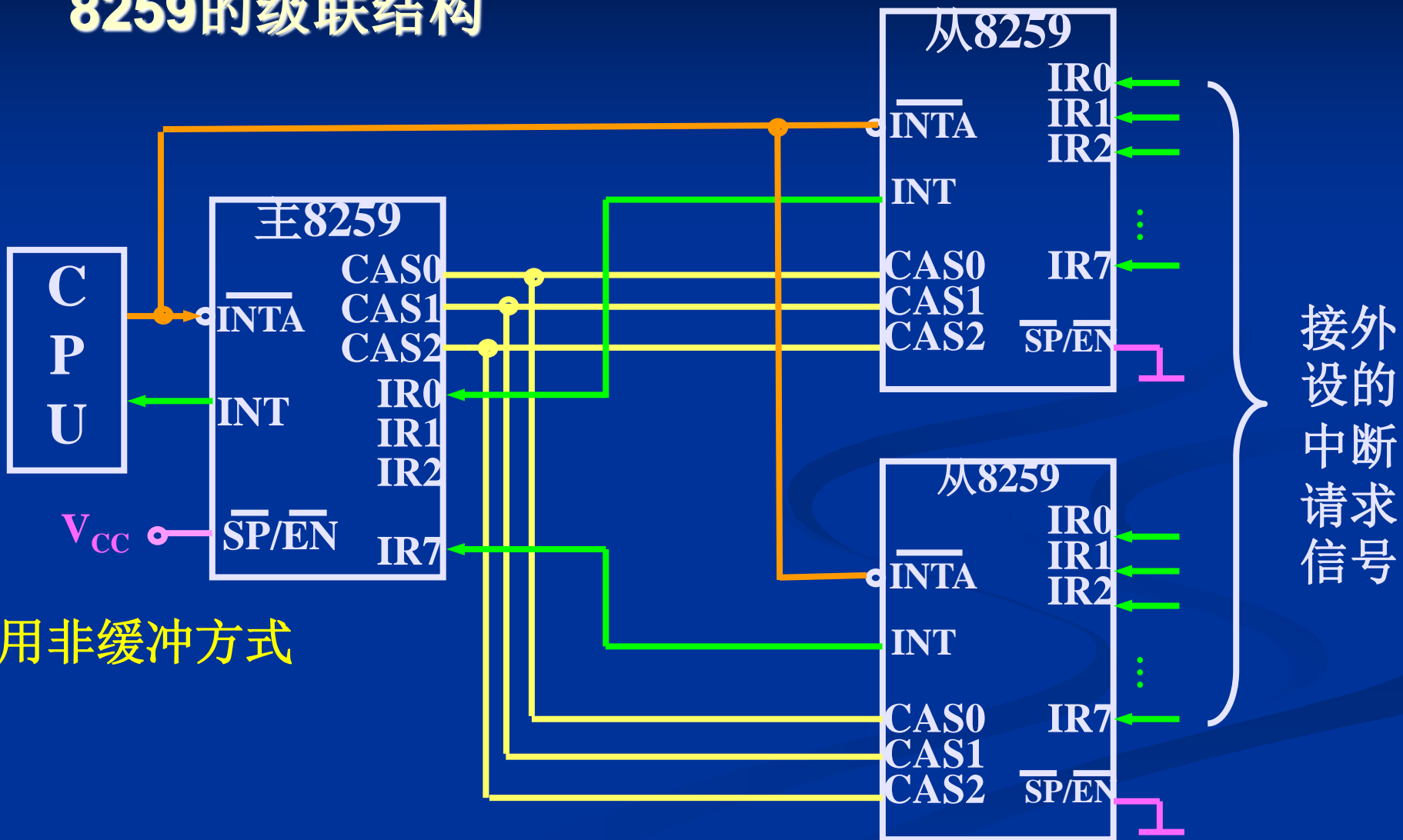
- 在很多片**8259A**级联的大系统中，**8259A**需要通过总线驱动器和数据总线相连，这就是缓冲方式。
- 在缓冲方式下，**8259A**的**SP/EN**端和总线驱动器的允许端相连，**SP/EN**端输出的低电平可作为总线驱动器的控制信号。

● 非缓冲方式

- 当系统中只有单片**8259A**或有少量几片**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。



8259的级联结构



采用非缓冲方式



5. 中断触发方式

- 电平触发方式

把中断请求输入端的高电平作为中断请求信号。这时高电平信号不能持续太久，否则一次中断请求可能会被多次响应。

- 边沿触发方式

8259A将中断请求输入端 IR_i 出现的上升沿作为中断请求信号。该中断请求得到触发后可以一直保持高电平。



◆ 三、 8259A的控制字和初始化编程

❖ 初始化命令字 **ICW**

- **ICW1** (芯片控制初始化命令字)
- **ICW2** (设置中断类型号初始化命令字)
- **ICW3** (主从片标志初始化命令字)
- **ICW4** (方式控制初始化命令字)

❖ 操作命令字 **OCW**

- **OCW1** (中断屏蔽操作命令字)
- **OCW2** (优先级轮换和中断结束方式操作命令字)
- **OCW3** (特殊屏蔽和查询方式操作命令字)

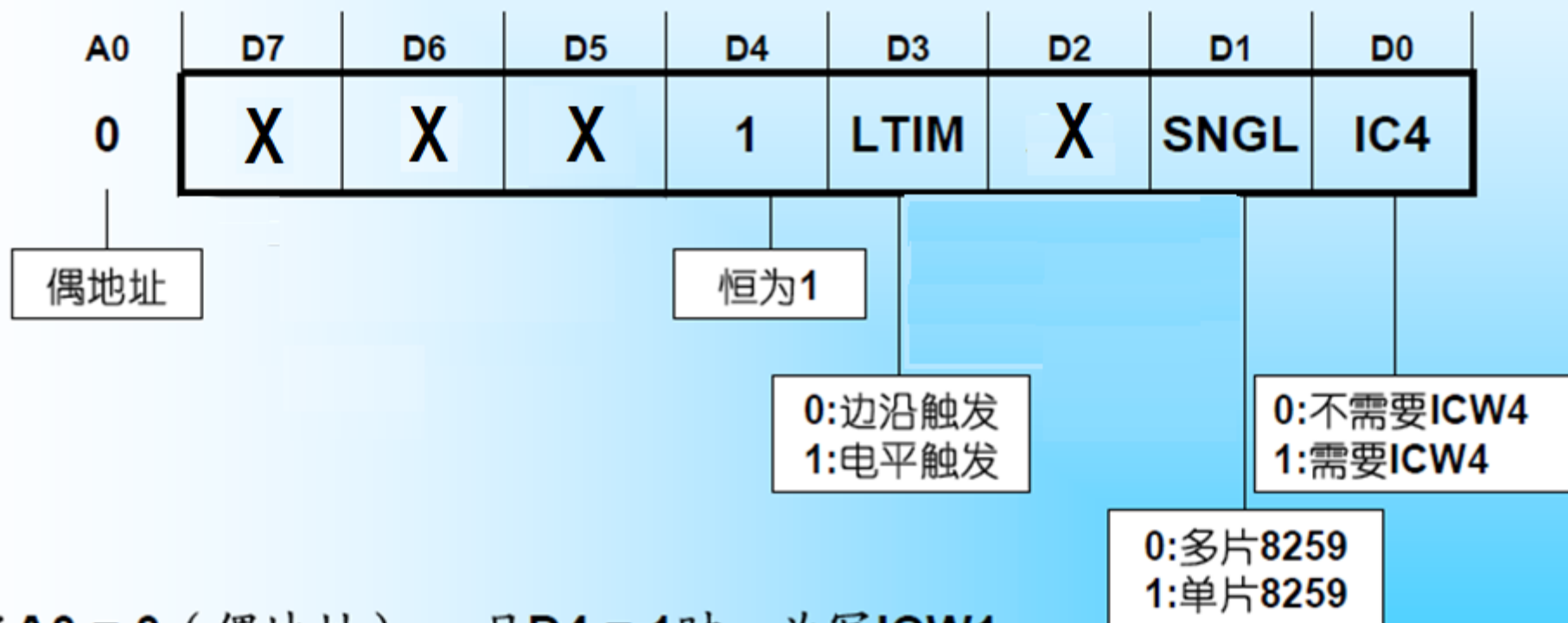


8259A的读写功能的实现

$\overline{\text{CS}}$	$\overline{\text{RD}}$	$\overline{\text{WR}}$	A0	D4	D3	读写操作	指令
0	1	0	0	1	x	CPU \rightarrow ICW1	OUT
0	1	0	1	X	X	CPU \rightarrow ICW2,3,4/OCW1	
0	1	0	0	0	0	CPU \rightarrow OCW2	
0	1	0	0	0	1	CPU \rightarrow OCW3	
0	0	1	0			CPU \leftarrow IRR/ISR	IN
0	0	1	1			CPU \leftarrow IMR	
1	X	X	X			高阻	/
x	1	1	x			高阻	/

初始化命令字ICW1

❖ 芯片控制初始化命令字



当 $A0 = 0$ （偶地址），且 $D4 = 1$ 时，为写 ICW1

其中：LTIM: Level Triggered Interrupt Mode



初始化命令字ICW2

❖ 设置中断类型号初始化命令字



当 $A0 = 1$ (奇地址), 为写ICW2

如 $T7 \sim T3$ 为 00001 时, 对应 8259A 的 $IR7 \sim IR0$ 的中断类型号为: 0FH ~ 08H

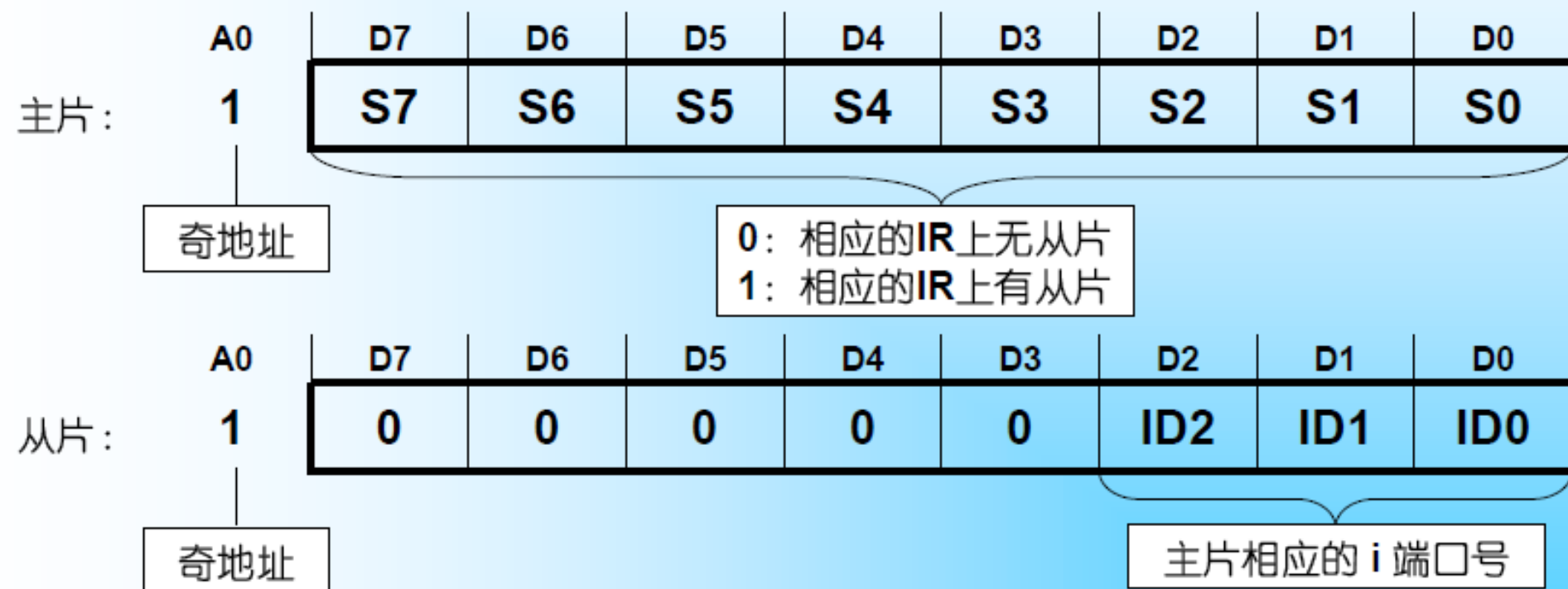
当 CPU 发出第二个 \overline{INTA} 时, 8259A 将把 $IR7 \sim IR0$ 中提出中断请求的序号 (7 ~ 0) 作为 $T2 \sim T0$ 组成一个完整的中断类型号送入数据总线 (D7 ~ D0)



- ◆ **ICW₂**是用来设置中断类型码，编程时用**ICW2**设置中断类型码高5位**T₇~T₃**（即**D₇~D₃**），而**D₂~D₀**的值可任意，一般设为零。
- ◆ 中断类型码的高5位就是**ICW₂**的高5位，而低3位是由引起中断请求的引脚**IR₀~IR₇**决定。
- ◆ 例如：**ICW₂**为**20H**，则**8259A**的**IR₀~IR₇**对应的8个中断类型码为**20H、21H、22H、23H、24H、25H、26H、27H**。

初始化命令字ICW3

❖ 主从片标志初始化命令字



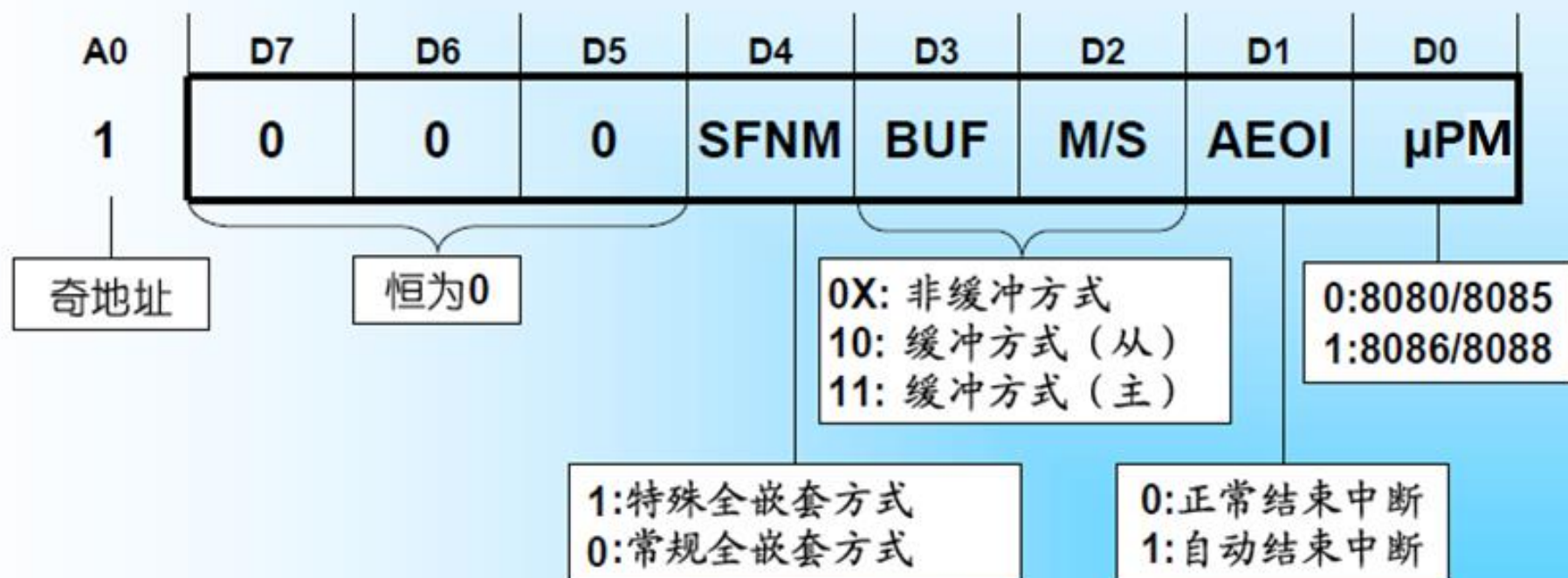
当 **A0 = 1** (奇地址), 为写ICW3

如主片上IR2上接有从片, 则: 主片的ICW3为04H; 从片的ICW3为02H

ICW3仅在级联方式时, 即当ICW1中SNGL(D1) = 0时才需要设置

初始化命令字ICW4

❖ 方式控制初始化命令字



当 $A0 = 1$ (奇地址) , 为写ICW4

ICW4仅在需要设置时, 即在ICW1中的IC4 (D0) = 1时, 才设置





初始化命令字ICW4说明

AEOI	规定中断结束方式
AEOI=1	自动EOI方式，当CPU发出第二个 $\overline{\text{INTA}}$ 后，8259A将自动把ISR中相应位清0，该方式不能用于嵌套
AEOI=0	非自动EOI方式，必须在中断服务子程序中安排一条EOI操作，把相应的ISR位清0，此后，才允许同级或低级的中断进入
SFNM	设定嵌套方式
SFNM=1	特殊全嵌套方式，允许同级中断进入，但禁止低级中断进入。在级联方式下，从片上不同的中断请求，对于主片来说是同级的，所以，该方式适用于级联方式
SFNM=0	常规全嵌套方式，即禁止同级及低级中断进入，单片8259A时通常用此方式

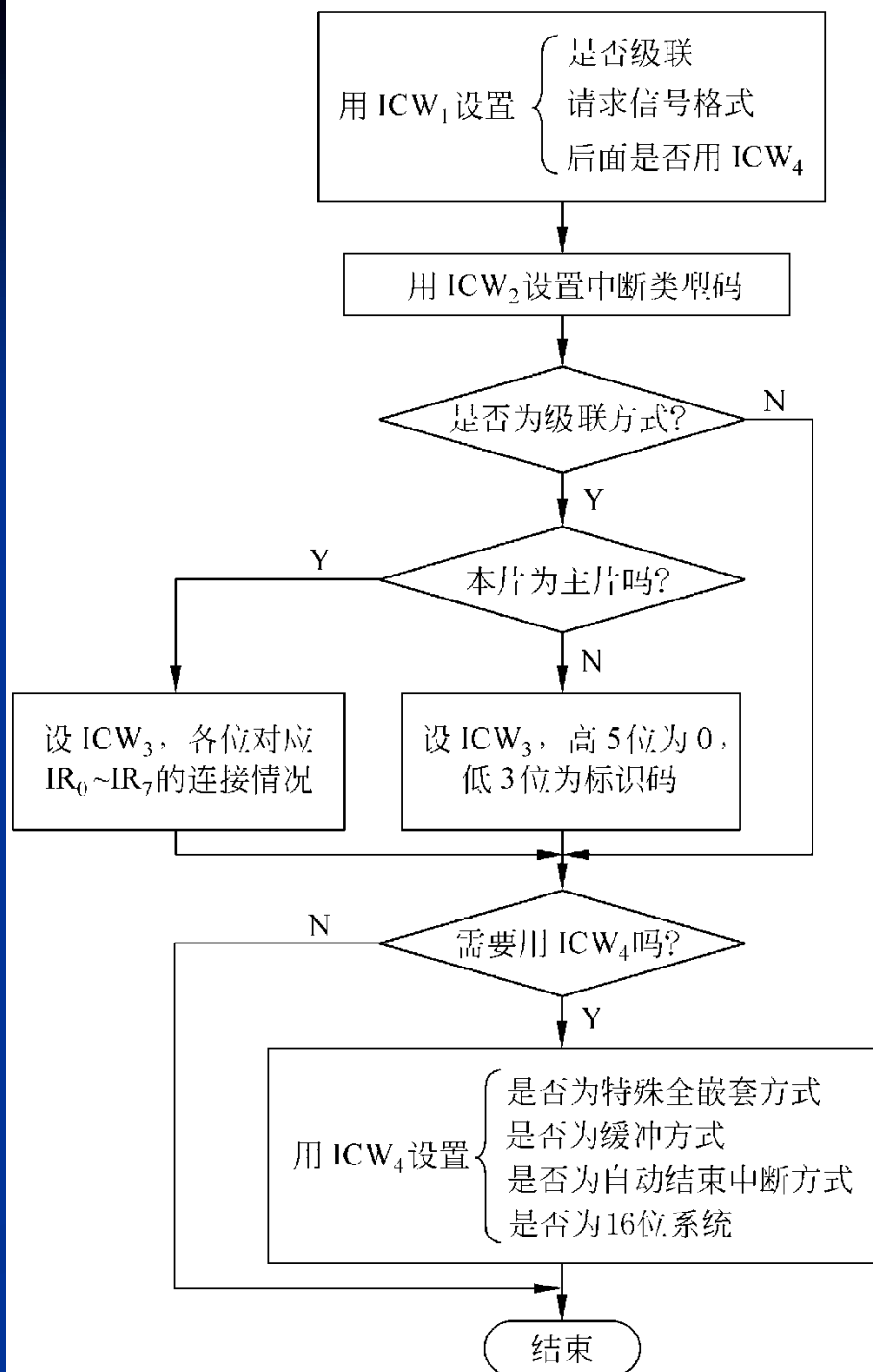
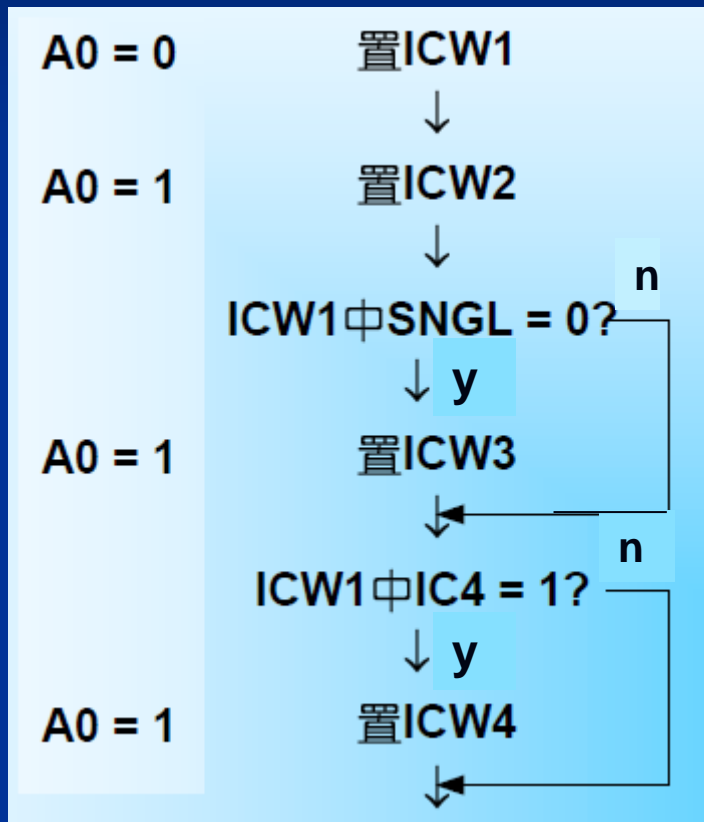


初始化命令字ICW4说明

BUF	设定缓冲方式
BUF=1	缓冲方式，此时 SP/EN 引脚作 EN 用 EN=1 收发器（如 245 ）允许输出， EN=0 则允许输入 M/S=1 该 8259A 为主片， M/S=0 则为从片
BUF=0	非缓冲方式，此时 SP/EN 引脚作 SP 用 SP=1 该 8259A 为主片， SP=0 则为从片
μPM	设定配合使用的CPU
μPM =0	与 8085 配合使用
μPM =1	与 8088/80x86 配合使用



8259A的初始化流程





8259A的初始化编程

【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；  
                ;后面要写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（用常规全嵌套方式；不用中断自动结束方式；  
                ;采用缓冲方式；工作于8088/8086系统）  
OUT     21H, AL
```

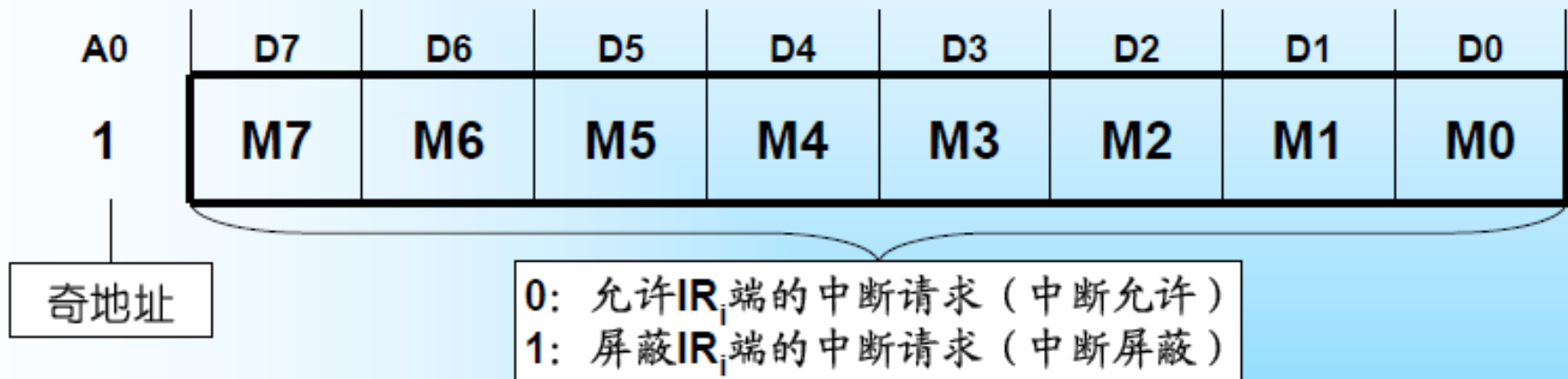


四、8259A的操作命令字

- ◆ 对**8259A**用初始化命令字初始化后，就进入工作状态了，准备接受**IR_i**输入的中断请求信号。
- ◆ 在**8259A**工作期间，可通过操作命令字（**OCW**）来使它按不同的方式操作。
- ◆ **8259A**有3个操作命令字**OCW1**~**OCW3**，没有写入顺序和时间要求，可独立使用。
- ◆ **OCW1**写入奇地址，**OCW2**和**OCW3**写入偶地址。

操作命令字OCW1

❖ 中断屏蔽操作命令字



当 **A0 = 1** (奇地址), 为写 **OCW1**

中断屏蔽操作命令字被保存在 **IMR** (中断屏蔽寄存器) 中

8259A初始化后缺省的状态是全部屏蔽位=0(允许中断)

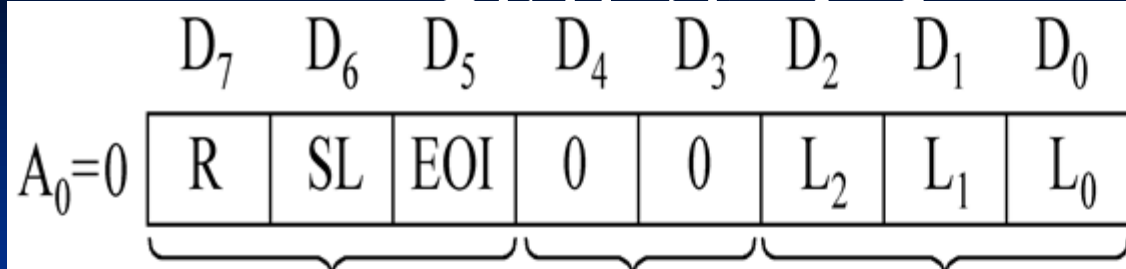


【例】若要屏蔽IR5、IR4和IR1引脚上的中断，而让其余的中断得到允许。试确定其中断屏蔽操作命令字。

OCW1为：00110010 32H。



操作命令字OCW2



特征位 中断优先级别: 0~7
或 ISR 的位号: 0~7

001 一般 EOI 命令

011 特殊 EOI 命令, 按 L₂~L₀ 编码复位 ISR

101 一般 EOI 命令, 并设优先级自动循环

111 一般 EOI 命令, 并设优先级特殊循环

100 设置优先级自动循环

110 设置优先级特殊循环 (L₂~L₀ 为最低优先级)

000 取消优先级循环

010 无意义

发 EOI
命令

设置优先
级循环





OCW2具有发EOI命令和设置优先级循环方式的两种功能，其中101和111两种情况是结束中断后的系统方式设置。

- 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**优先级特殊循环方式**时初始的最低优先级序号。
 - (2)在特殊中断结束命令中指明ISR的哪位被复位。



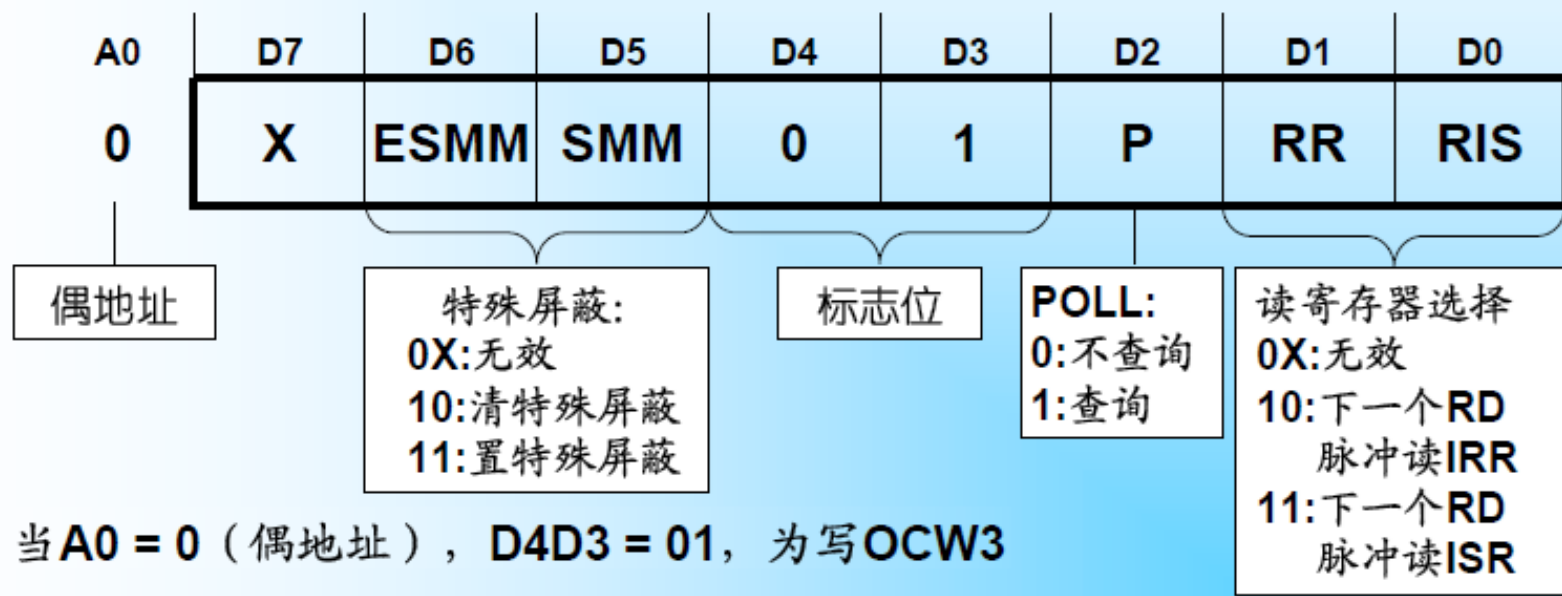
【例】若某8259A的OCW₂设置为11000011B，试分析此操作命令字所确定的操作方式。

该命令字确定8259A为优先级特殊循环，将IR3定为最低优先级。因此，系统中优先级从高到低为IR4、IR5、IR6、IR7、IR0、IR1、IR2、IR3。



操作命令字OCW3

❖ 特殊屏蔽和查询方式操作命令字



有三个功能:

- (1) 设置特殊中断屏蔽方式: D6D5=11为设置, 10为清除.
- (2) 查询中断请求: 使P=1写到8259A, 再对该地址读入, 得到中断状态字节.

中断状态字

I	X	X	X	X	R2	R1	R0
---	---	---	---	---	----	----	----

- **I=1**,表示IR0~IR7中有中断请求, R₂R₁R₀表示其中最高优先级的编号 (IR_i) ;
- **I=0**, 表示无中断请求产生。

(3)读8259A的状态

- 写RR和RIS=10的OCW3到8259A, 再读该地址, 得到IRR的内容;
- 写RR和RIS=11的OCW3到8259A, 再读该地址, 得到ISR的内容;

如果要读IMR, 只需要从奇地址端口(A0=1)读8259A即可, 与OCW3无关。

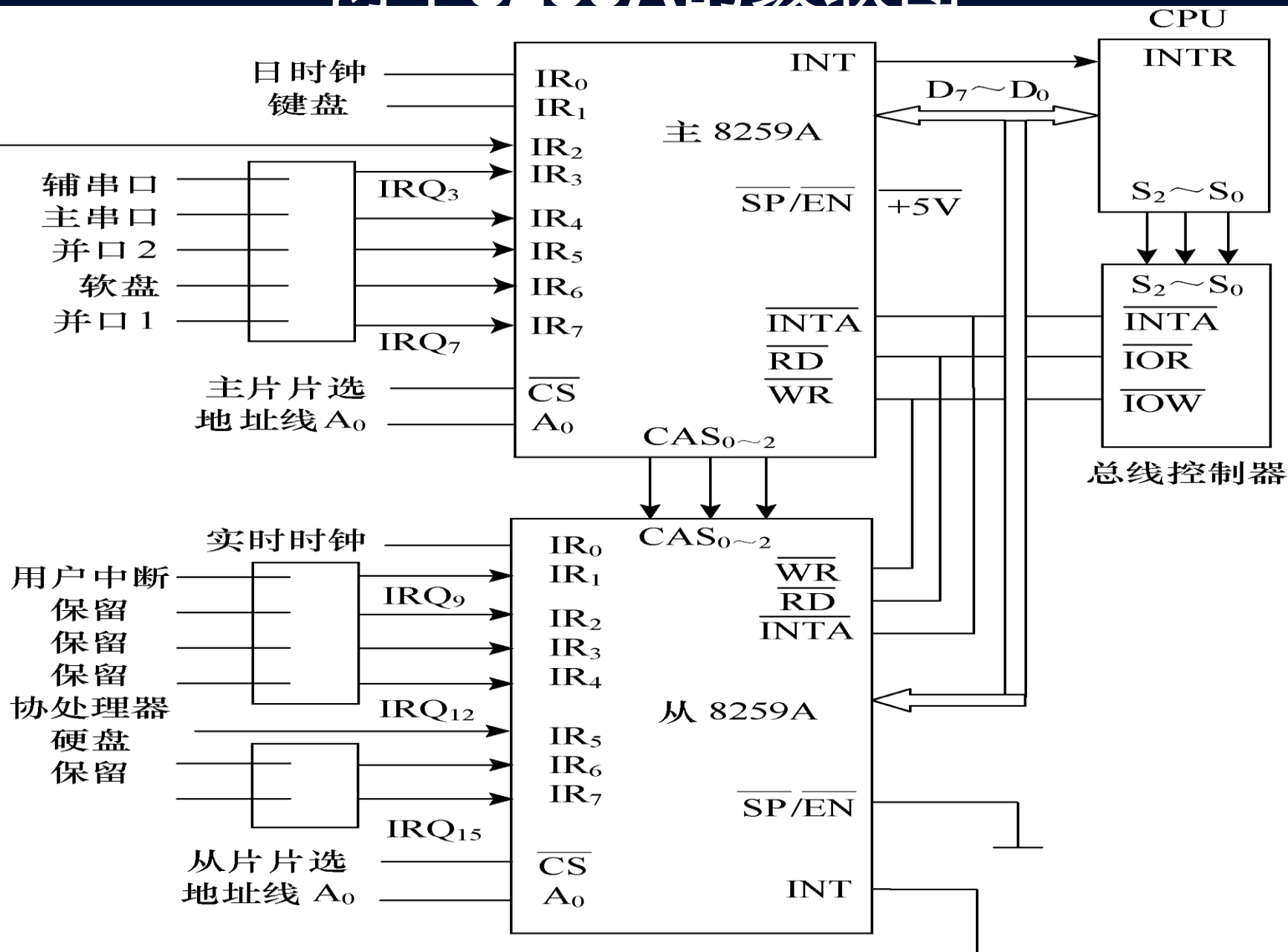
五、8259A的应用举例

设两片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。
- 主片与从片采用一般全嵌套方式，优先级的排列次序为0级最高（主片的IR₀），依次为1级（主片的IR₁）、2级（主片的IR₂，即从片的IR₀~IR₇），然后是3级~7级（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。
- 设定主片的中断号为08H~0FH，从片的中断号为70H~77H。



两个8259A的级联图





对两片8259A的初始化

;对主片8259A的初始化

INTM00 EQU 020H ;主8259A端口0

INTM01 EQU 021H ;主8259A端口1

.....

MOV AL, 00010001B;ICW1; 边沿触发, 要ICW4, 级联方式
; 要ICW3

OUT INTM00, AL

JMP SHORT \$+2 ;延迟=该指令的执行时间, \$+2是下条指令

MOV AL, 00001000B ;ICW2: 设置主片的中断向量, 起始
;的中断向量为08H

OUT INTM01, AL

JMP SHORT \$+2

MOV AL, 00000100B ;ICW3: 主片的IR2接从片8259A的INT



对两片8259A的初始化

```
OUT    INTM01, AL
```

```
JMP    SHORT $+2
```

```
MOV     AL, 00000001B
```

;ICW4: 非总线缓冲, 常规全嵌套,
;正常结束中断方式

```
OUT     INTM01, AL
```

```
JMP     SHORT $+2
```

;对从片8259A的初始化

```
INTS00  EQU          0A0H
```

;从片8259A端口0

```
INTS01  EQU          0A1H
```

;从片8259A端口1

```
MOV     AL, 00010001B
```

;ICW1: 边沿触发, 要ICW4;
;级联方式, 要ICW3

```
OUT     INTS00, A1
```

从片中各中断
之间不能嵌套



对两片8259A的初始化

```
JMP     SHORT    $+2
MOV     AL, 01110000B      ;ICW2: 设置从片的中断向量,
                             ; 起始的中断向量为70H
OUT     INTS01, AL
JMP     SHORT    $+2
MOV     AL, 00000010B      ;ICW3, 设置从片的识别标志,
                             ; 即指定连接主片的IR2
OUT     INTS01, AL
JMP     SHORT    $+2
MOV     AL, 00000001B      ;ICW4: 非总线缓冲, 常规全嵌套,
                             ; 正常结束中断方式
OUT     INTS01, AL
JMP     SHORT    $+2
```



中断服务程序设计

```
MY_INT PROC FAR
```

```
    PUSH AX
```

```
    PUSH BX
```

```
    ....
```

```
    STI
```

```
    <中断服务程序主体>
```

```
    CLI
```

```
    ....
```

```
    POP BX
```

```
    POP AX
```

```
    MOV AL, 20H ; 用OCW2写EOI 命令 , 00100000B
```

```
    OUT A0H, AL ;向从片发EOI命令
```

```
    MOV AL, 20H
```

```
    OUT 20H, AL ; 向主片发EOI命令
```

```
    IRET
```

```
MY_INT ENDP
```

要对用户的每个中断按照此方法编写中断服务程序。



主程序中设置中断向量-16位机

CLI

PUSH DS

XOR AX, AX

MOV DS, AX

MOV BX, n ; 中断类型号

MOV CL, 2

SHL BX, CL ; 向量表偏移地址 = $n \times 4$

MOV AX, OFFSET MY_INT

MOV [BX], AX

MOV AX, SEG MY_INT

MOV [BX+2], AX

POP DS

;按上述方法设置用户的各个中断向量

STI