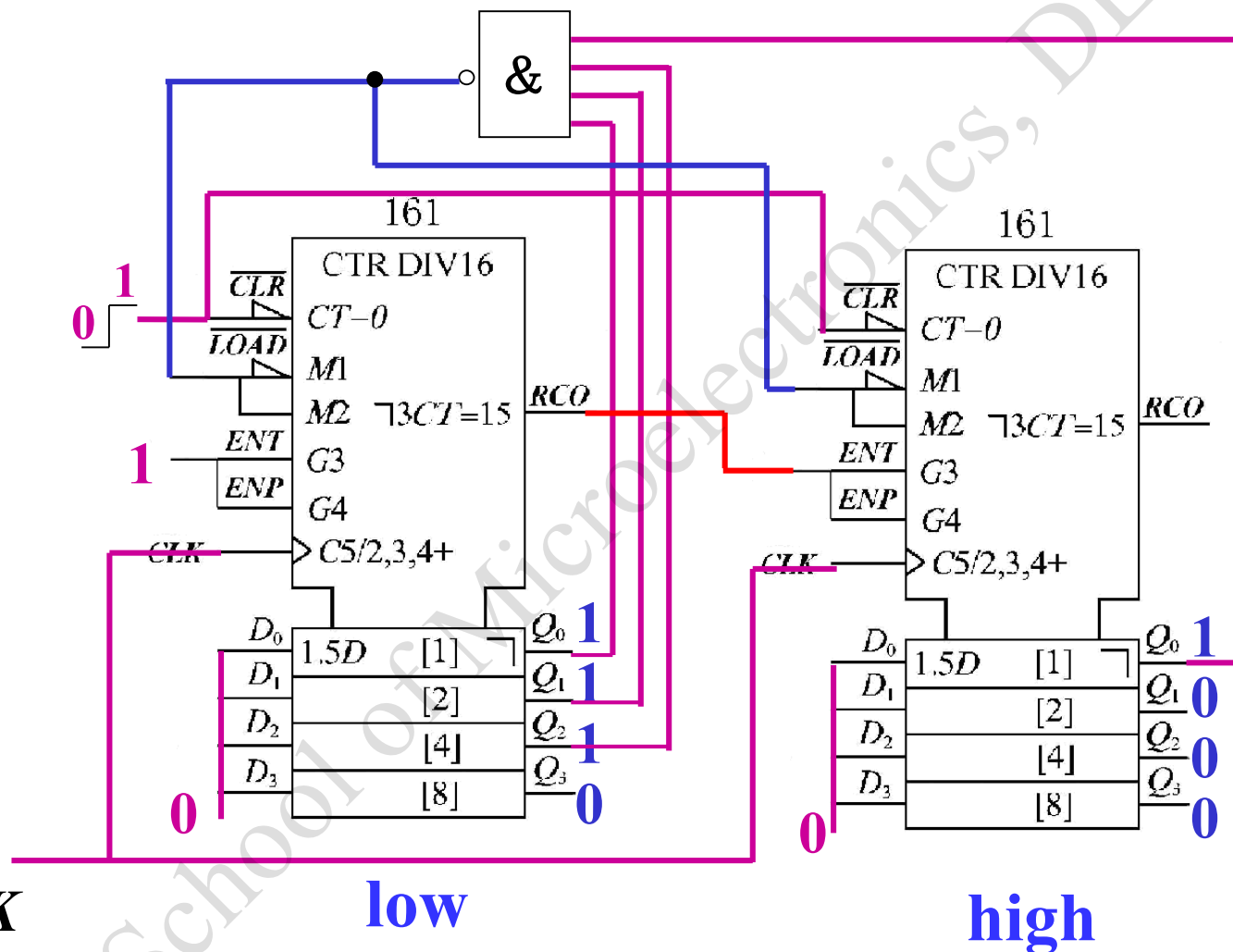


## 例 2: 用74161 设计模 24 计数器

两个 74161 最大状态: 23 (10111)

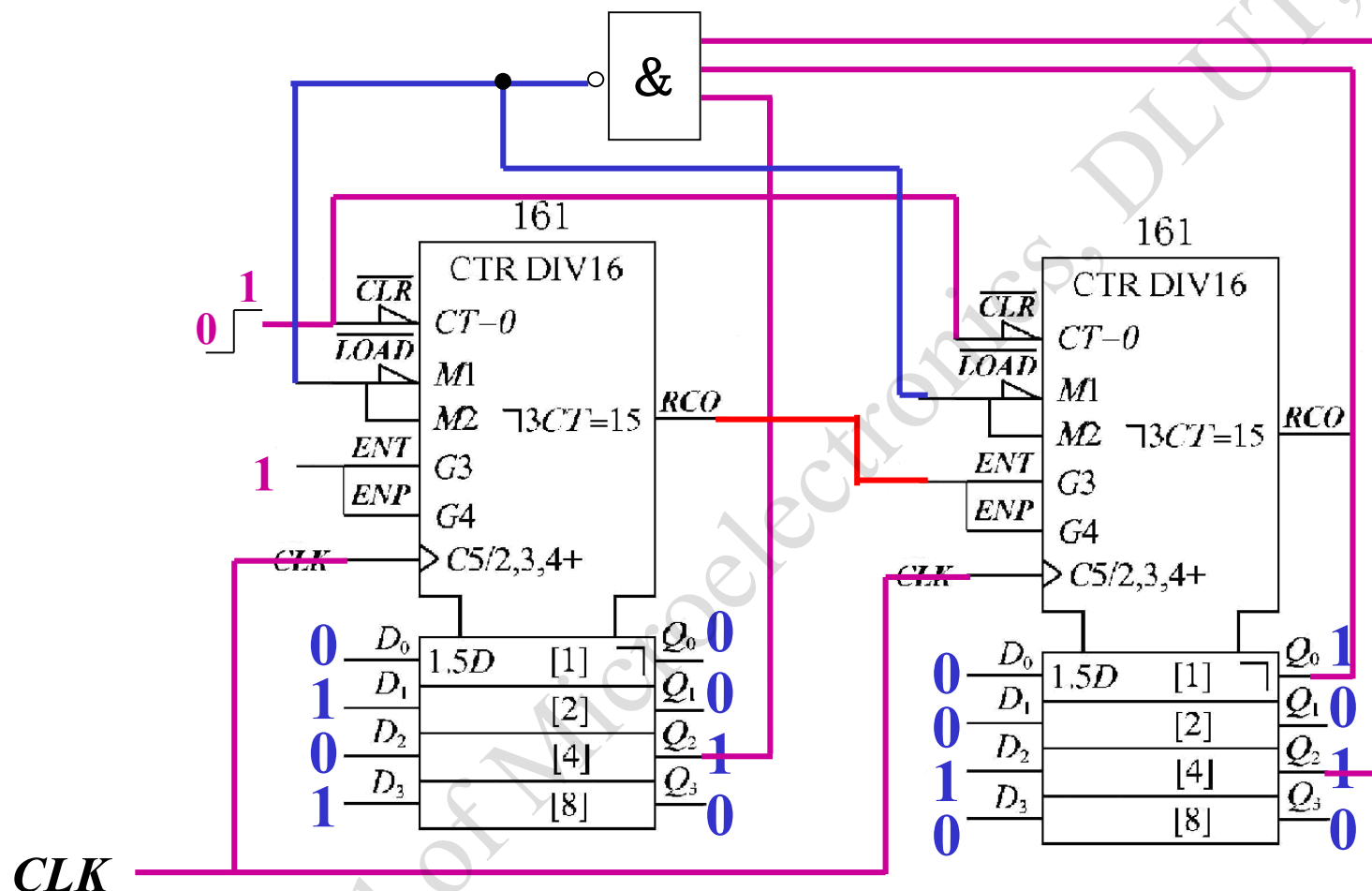


状态图



例 3: 求下图计数器电路的模值。

**M = ?**



终点: 01010100 = 84

补数: 01001010 = 74

$$M = 84 - 74 + 1 = 11$$

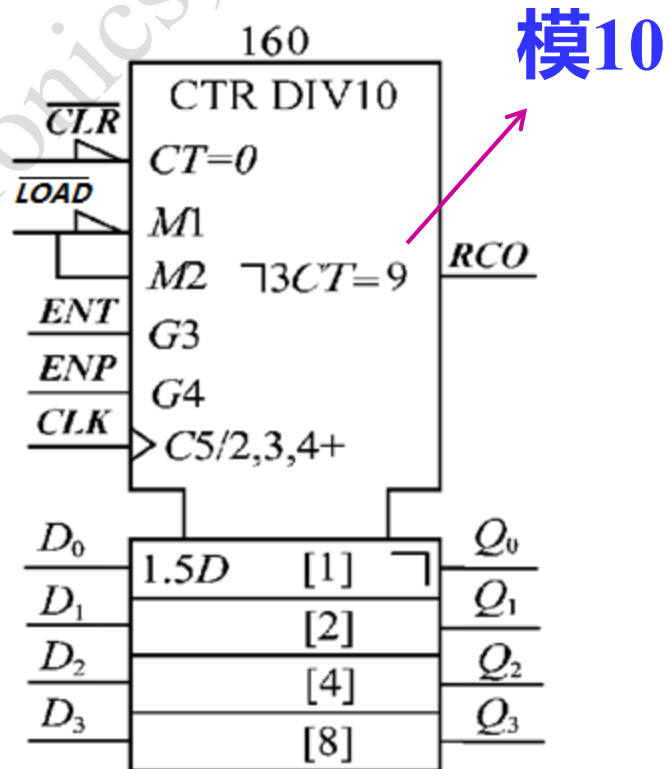
## § 6.4.2 IC 计数器 74160 (M-10)

## (8421BCD码同步加法计数器)

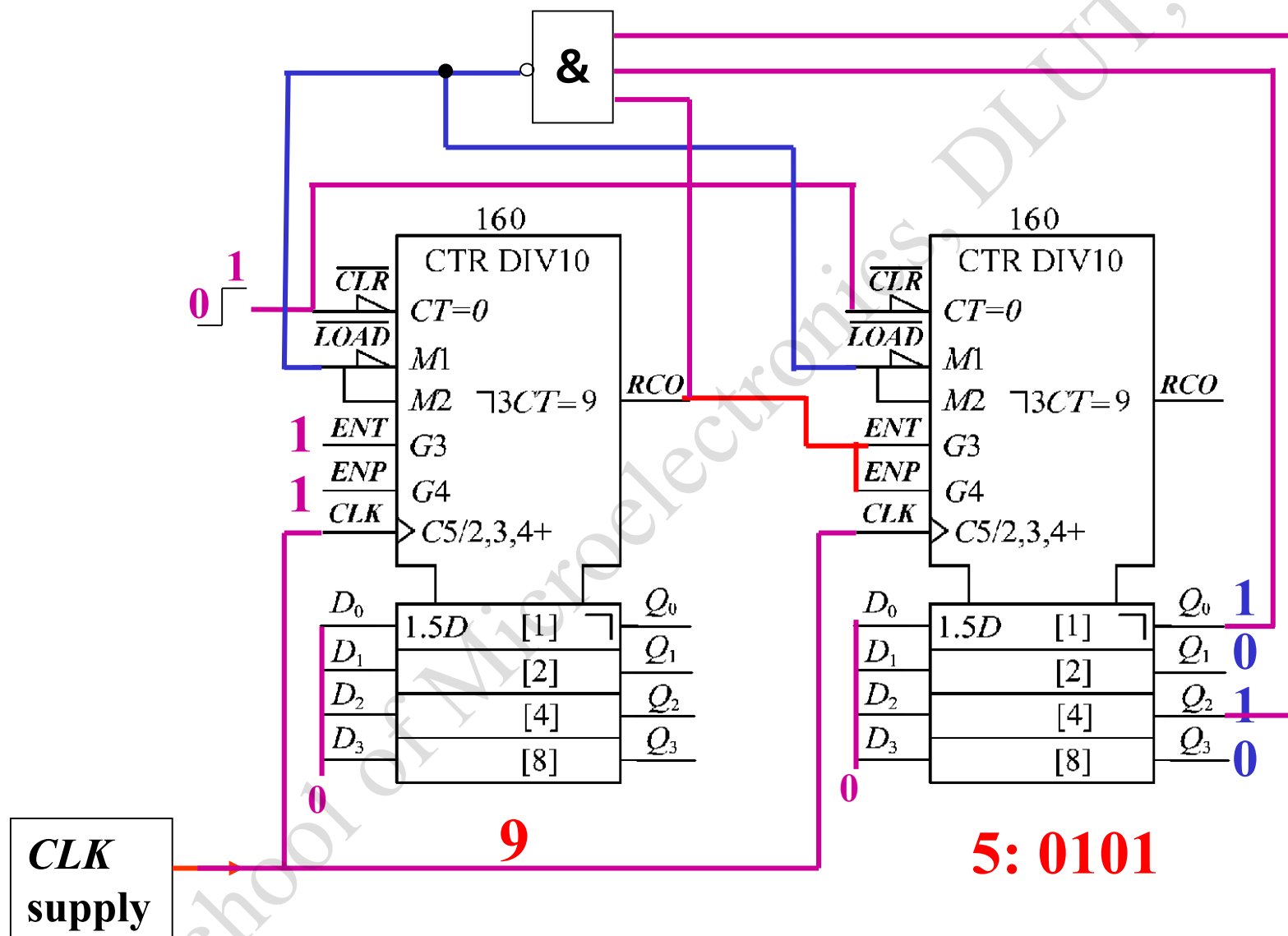
**模10， 其他与74161相同（同步计数， 异步清0）**

$$RCO = ENT \cdot Q_3 \cdot Q_0$$

**当  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 1001$ ,**

$$RCO = 1$$


# 例: 用74160 设计一个 60 s 定时器 ( $T_{clk}=1s$ ) 59



## § 6.4.3 IC 计数器 74163 (M-16)

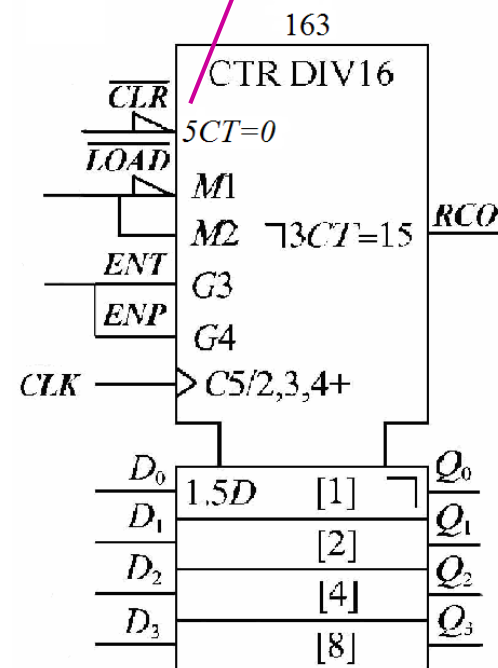
同步清0，其他与 74161相同（模16）

图中：5CT=0 在 5 端有效时清0

74163 功能表

$\overline{CLR}$	$\overline{LD}$	ENT	ENP	CLK	$D_0 D_1 D_2 D_3$	功能
0	X	X	X	↑	X X X X	Direct set 0
1	0	X	X	↑	$D_0 D_1 D_2 D_3$	Load 预置
1	1	0	X	X	X X X X	保持 $RCO=0$
1	1	X	0	X	X X X X	保持
1	1	1	1	↑	X X X X	M-16 计数

CLK有效边沿

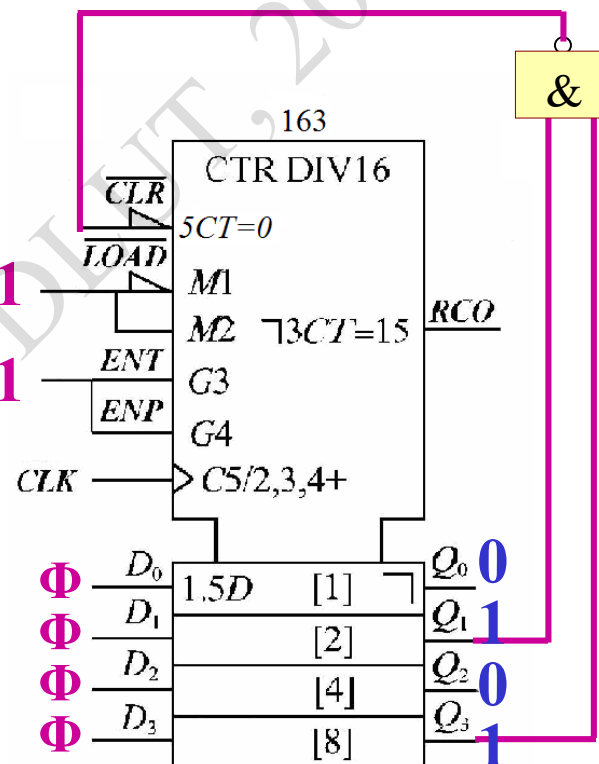
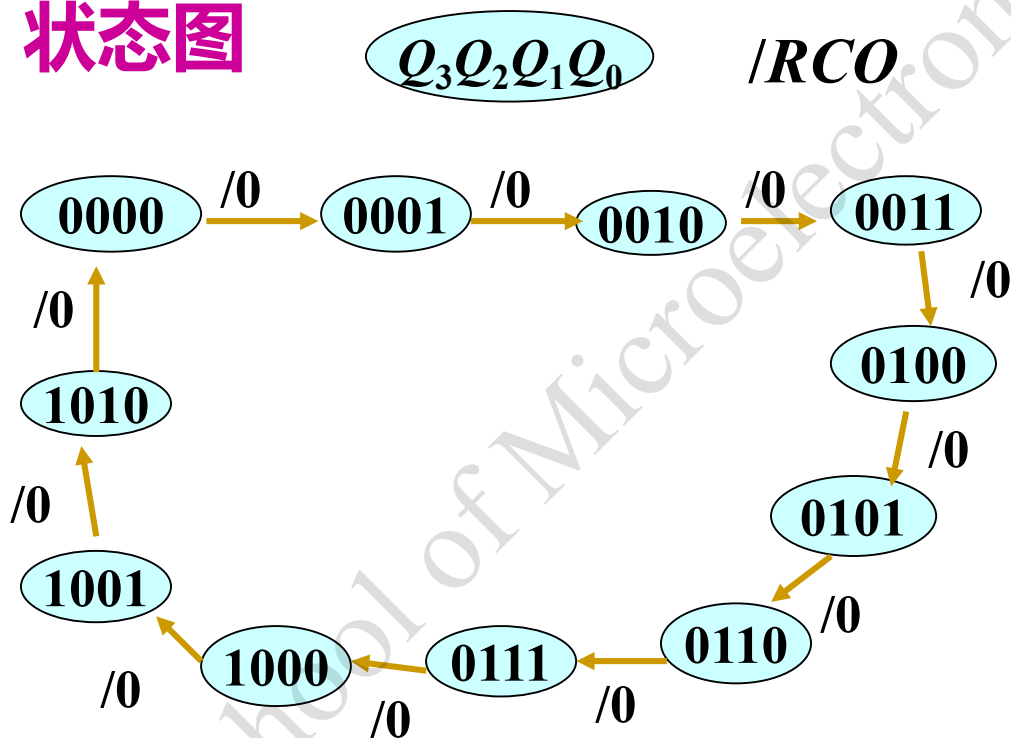


同步清零0: 当 $\overline{CLR} = 0$  时，下一个  $CLK$  到达，  
 $Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 = 0000$

# 例：用74163的同步清零功能 ( $\overline{CLR}$ )设计一个模11计数器

最大状态 1010

状态图



没有毛刺

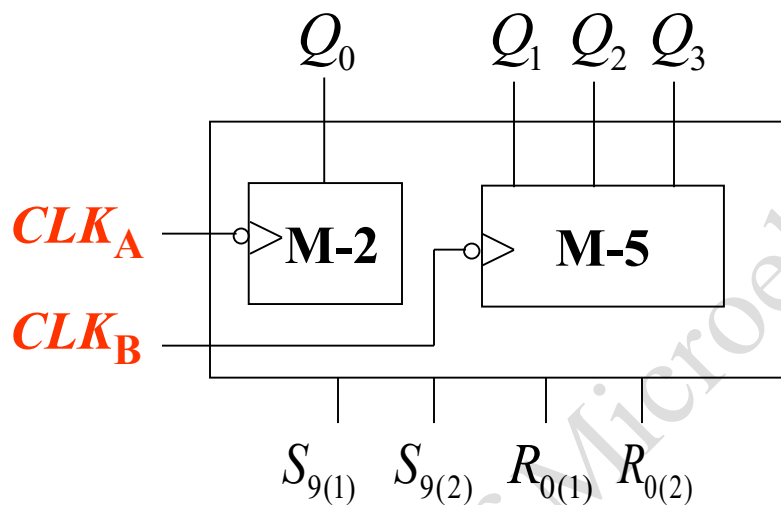
用  $\overline{LD}$  端，与74161相同，初始为0000

## § 6.4.4 IC 计数器 74290

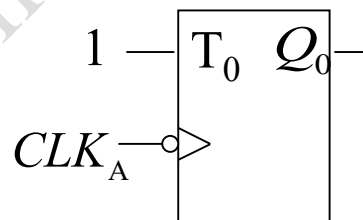
### 1. 74290 功能

### 模 2-5-10 异步计数器

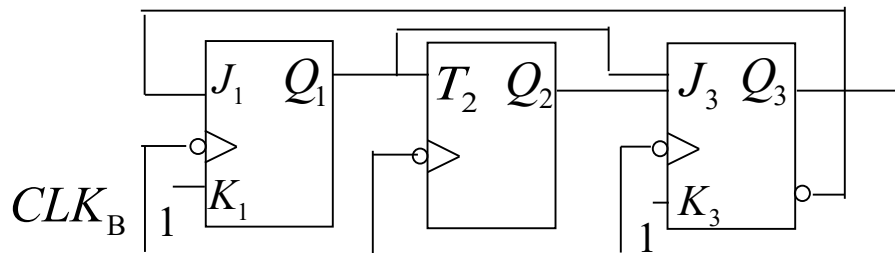
#### 框图



#### M-2 计数器, 输出 $Q_0$

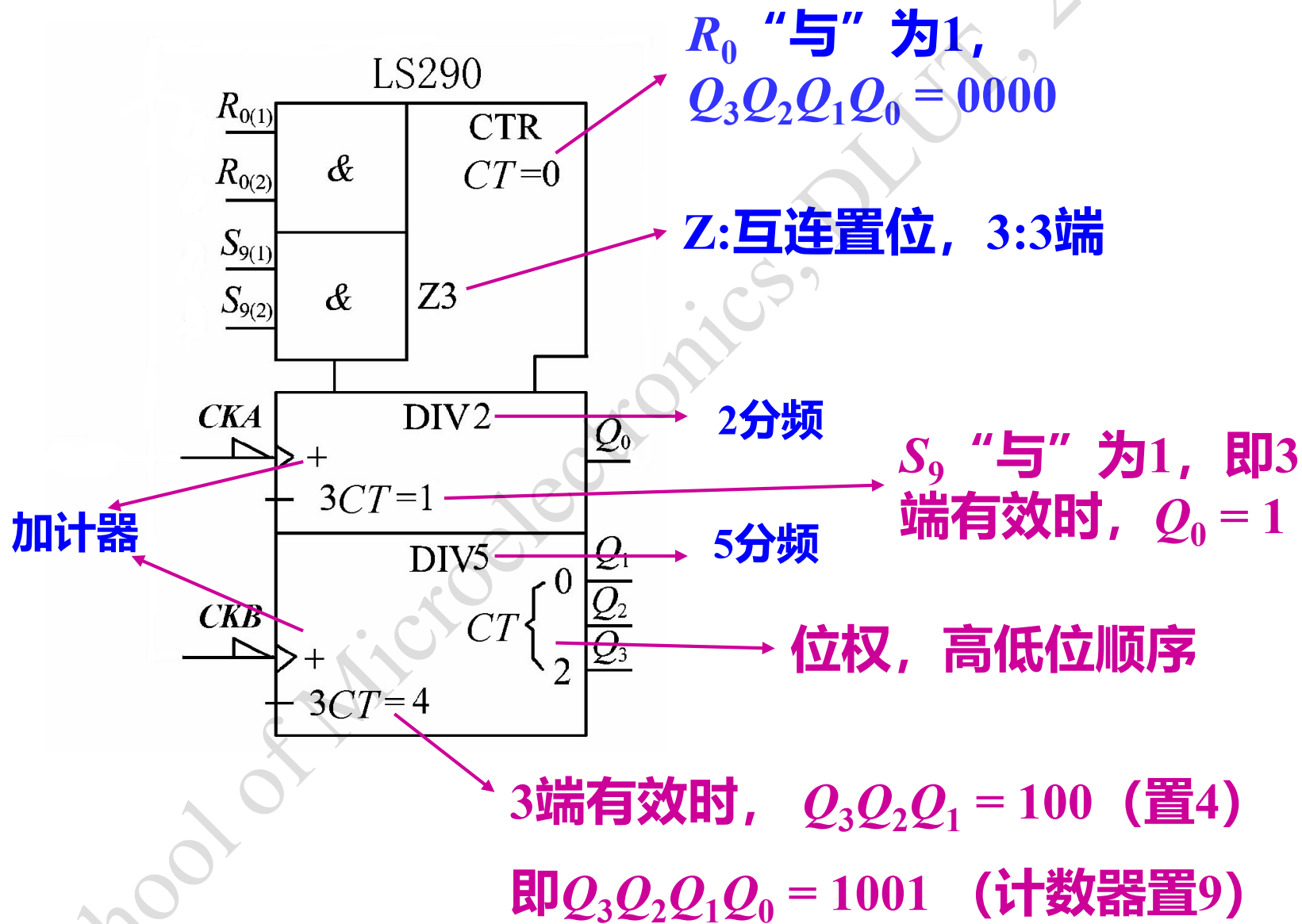


#### M-5 计数器, 输出 $Q_3 Q_2 Q_1$



#### 两个独立的下降沿计数器

# 符号





## (1) 异步清0

### 功能

$$\text{当} \begin{cases} S_{9(1)} \cdot S_{9(2)} = 0 \text{ (low)} \\ R_{0(1)} = R_{0(2)} = 1 \text{ (high)} \end{cases}$$

$$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 = 0000$$

## (2) 异步置9

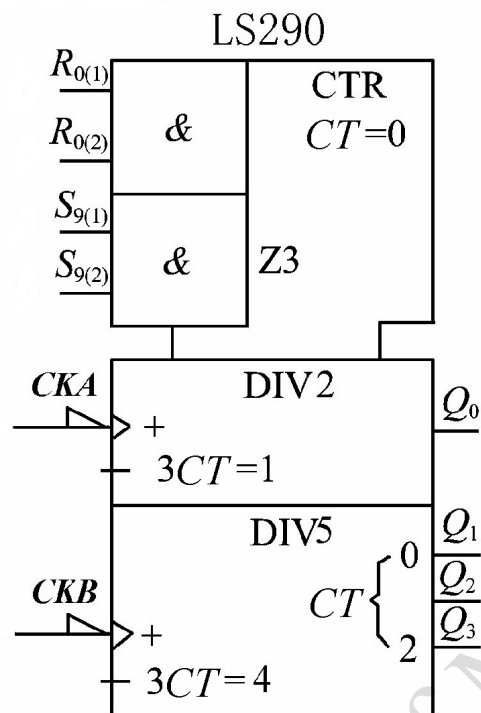
$$\text{当} S_{9(1)} = S_{9(2)} = 1$$

$$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 = 1001$$

## (3) 计数

$$\text{当} \begin{cases} S_{9(1)} \cdot S_{9(2)} = 0 \\ R_{0(1)} \cdot R_{0(2)} = 0 \end{cases}$$

同时满足，CLK下降沿实现计数



## 2. 74290应用

### (1) 模 2 计数器

$$\begin{cases} S_{9(1)} \cdot S_{9(2)} = 0 \\ R_{0(1)} \cdot R_{0(2)} = 0 \end{cases}$$

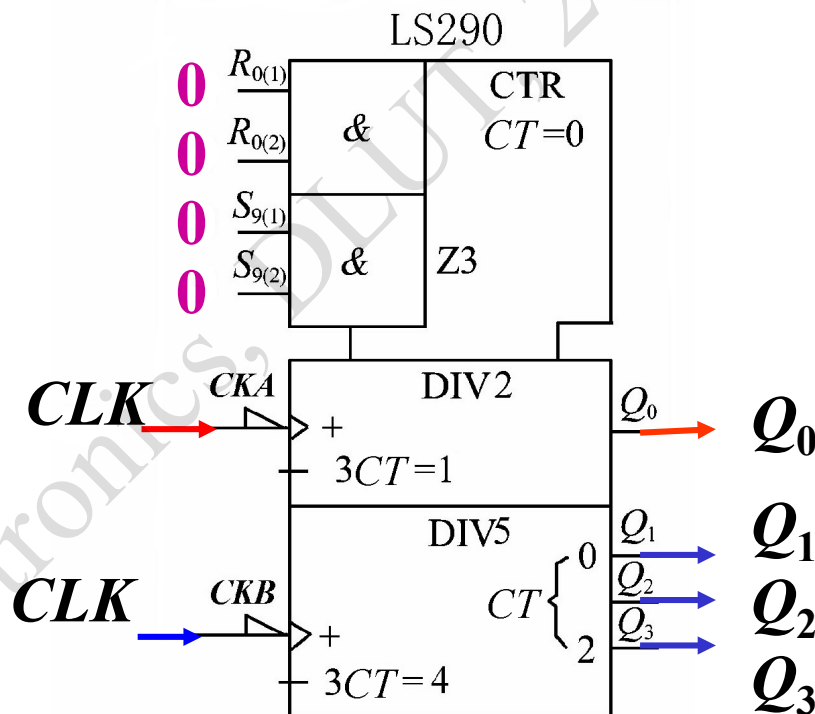
$CLK$  从  $CLK_A$  接入,  $Q_0$  输出, 实现 模 2 加计数

### (2) 模 5 计数器

$$\begin{cases} S_{9(1)} \cdot S_{9(2)} = 0 \\ R_{0(1)} \cdot R_{0(2)} = 0 \end{cases}$$

$CLK$  从  $CLK_B$  接入,  $Q_3Q_2Q_1$  输出, 实现 模 5 加计数

两种用法完全独立。构成更大模数时, 需外接线连接

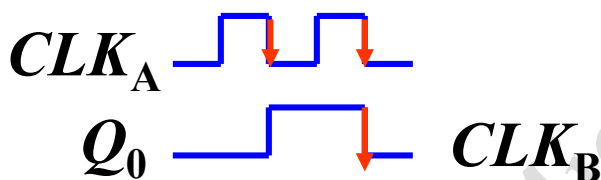


### (3) 8421BCD 码模10 计数器

$$S_{9(1)} \cdot S_{9(2)} = 0, \quad R_{0(1)} \cdot R_{0(2)} = 0$$

$CLK$  接  $CLK_A$ ,  $Q_0 \longrightarrow CLK_B$

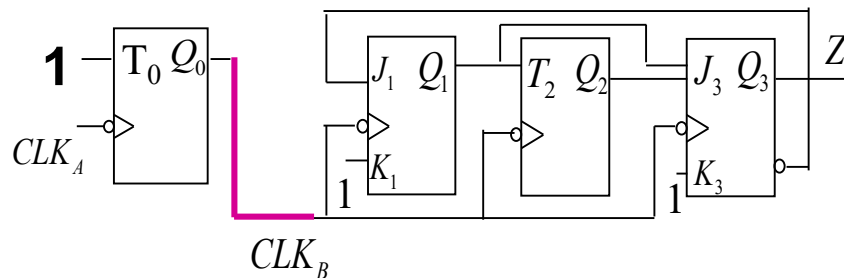
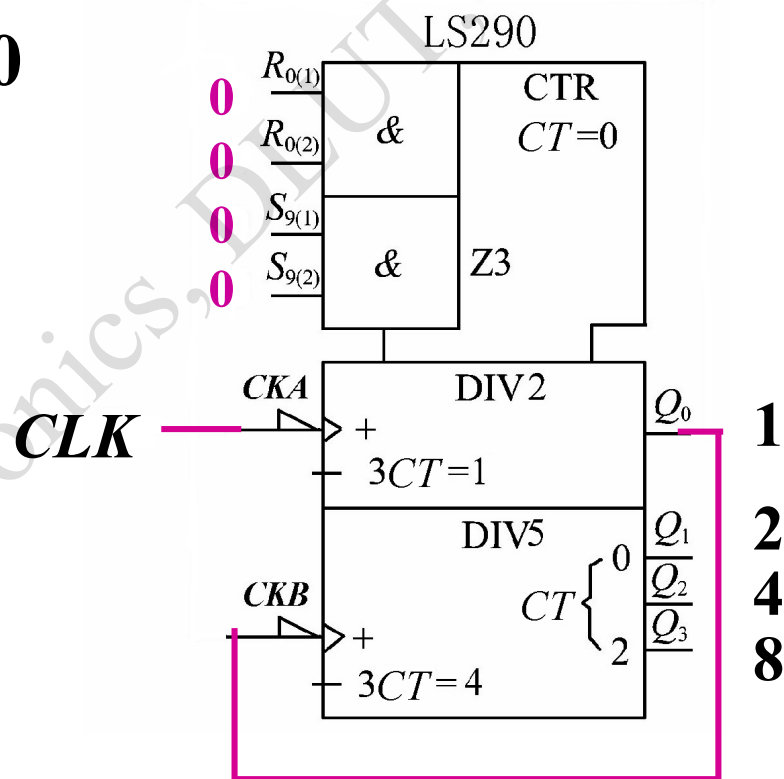
在  $Q_0$  下降沿( $CLK_B$   
 $1 \rightarrow 0$ ), M-5 计数



触发 M-5 计数

输出位权

$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 : 8 \ 4 \ 2 \ 1$



## (4) 8421 BCD码任意进制计数器

“直接置 0  $R_0$ ” 高电平清 0

例：M-7 计数器

①  $CLK \rightarrow CLK_A$

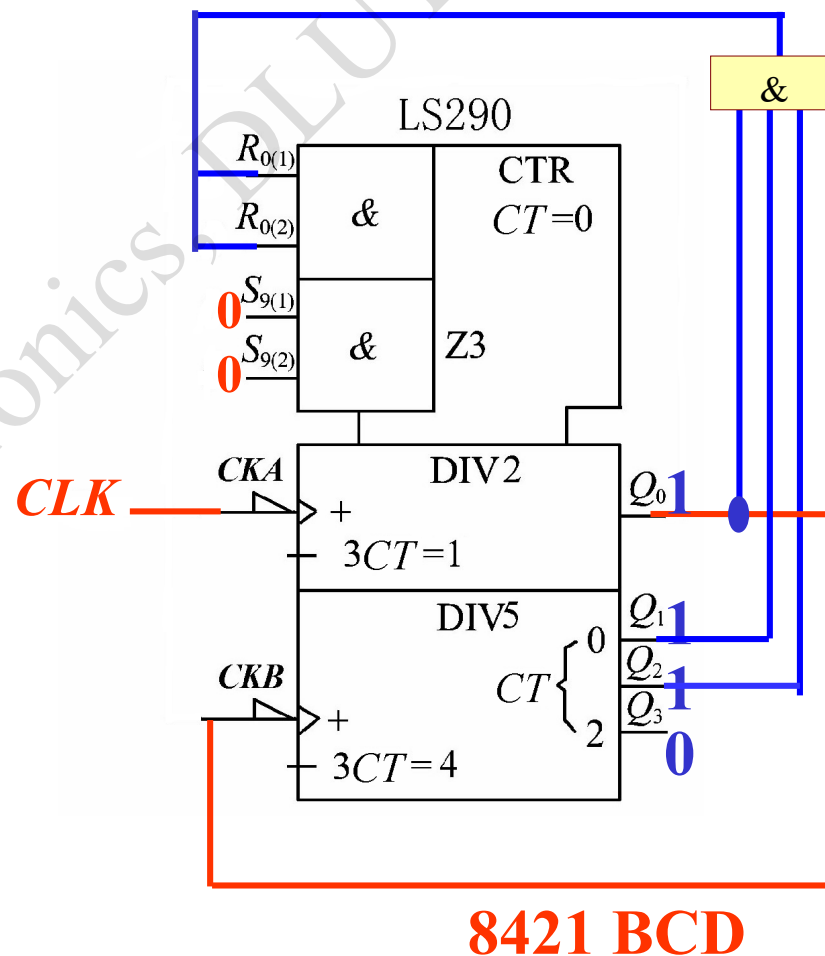
② 接：8421 BCD 模10

$Q_0 \rightarrow CLK_B$

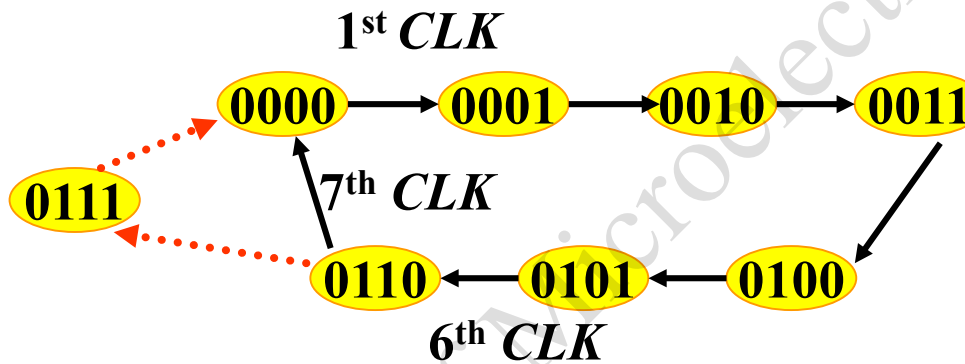
③  $S_{9(1)} = S_{9(2)} = 0$

④ 输出  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0111$   
→ 与门

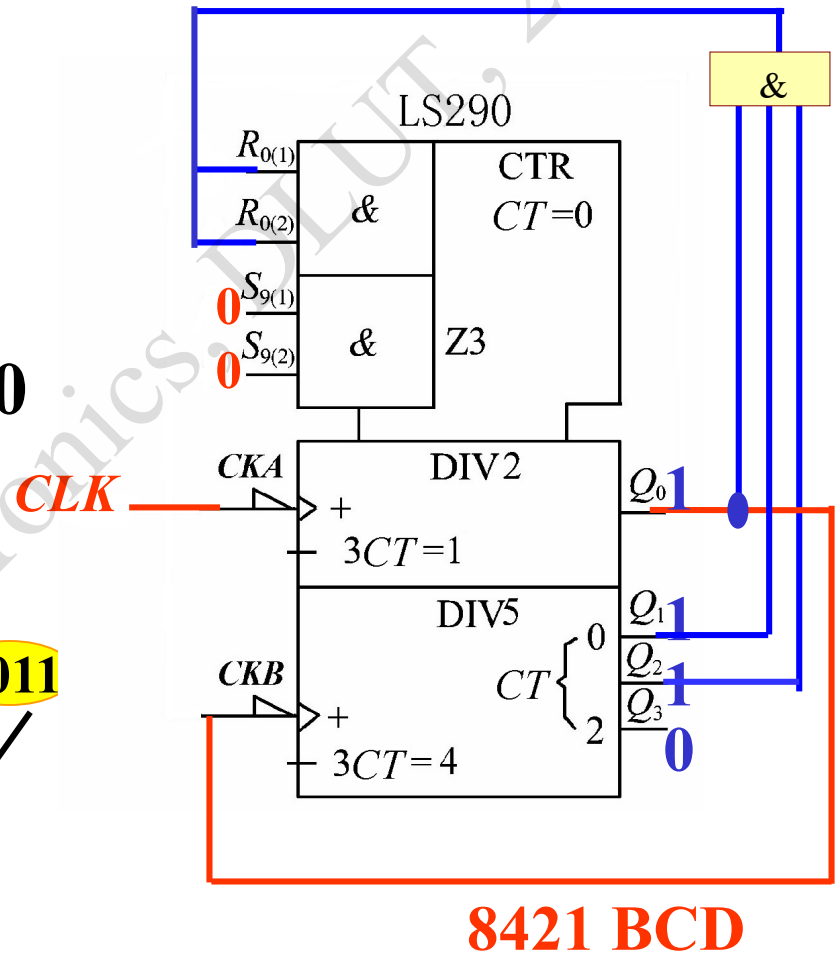
⑤ 与门 →  $R_0$  (直接清0)



## 主循环7个状态：0000 ~ 0110



## 不稳定状态用虚线连接



## 74290没有进位输出

## (5) 8421 BCD 级联计数器

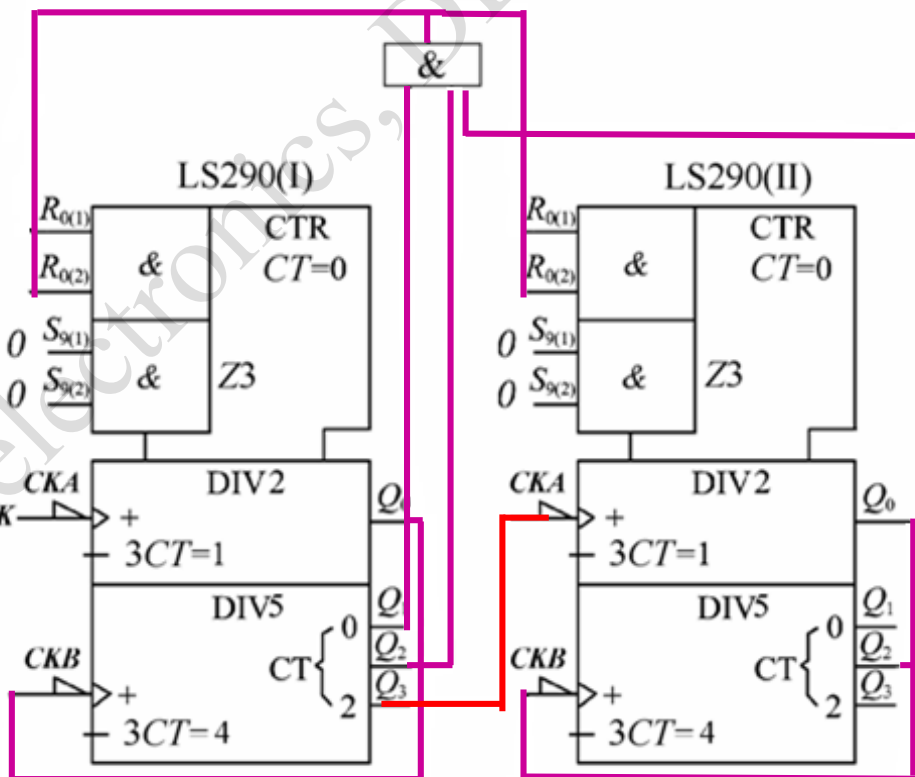
当计数模值 $>10$

74290 级联

例: 用74290 设计  
一个 8421BCD  
码模 46 计数器

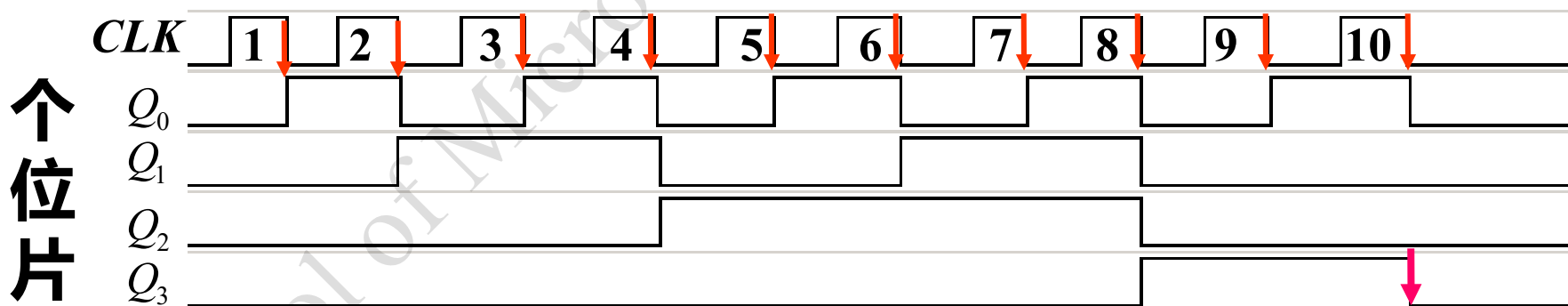
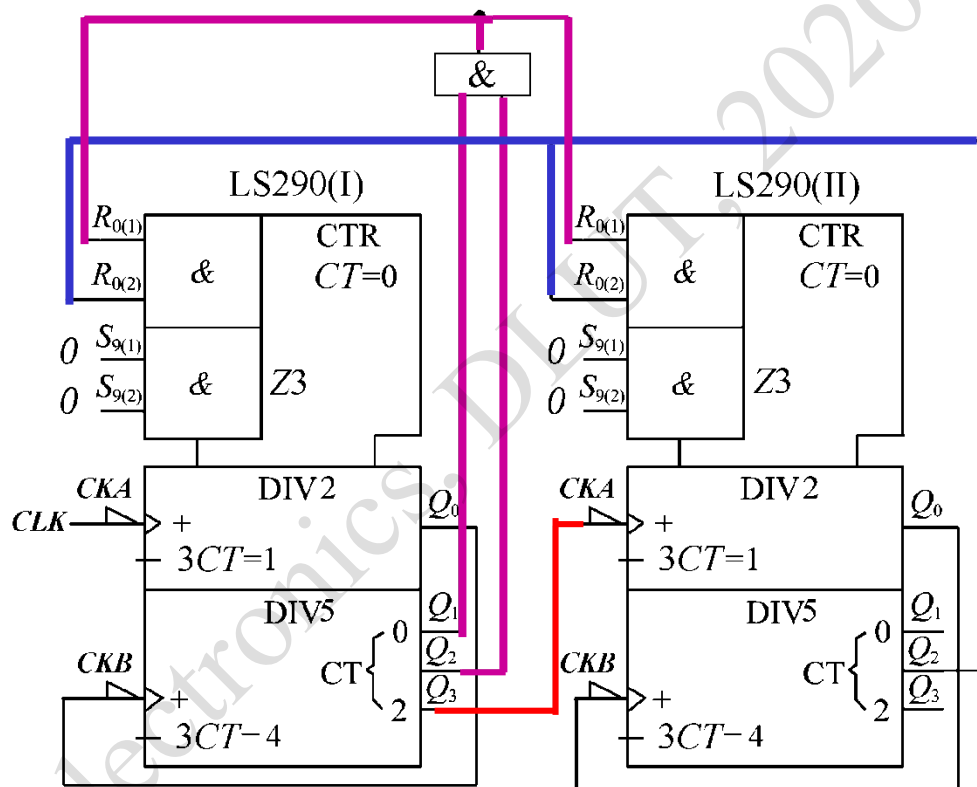
8421 十进制

进位



个位: 6 (0110)    十位: 4 (0100)

## 波形:



**利用 $Q_3$ 第10个 $CLK$ 下降沿触发十位片的 $CLK_A$  (不用连 $Q_0Q_3$ )**

## §6.5 寄存器 Registers

- 什么是寄存器

寄存器是用于寄存一组二进制代码的逻辑部件。

一个触发器能够存储 1 位二进制代码，所以用  $n$  个触发器组成的寄存器可以存储一组  $n$  位二进制信息。

- 寄存器的构成

寄存器一般由D触发器构成。

- 寄存器的分类

寄存器主要分并行寄存器和移位寄存器两种。

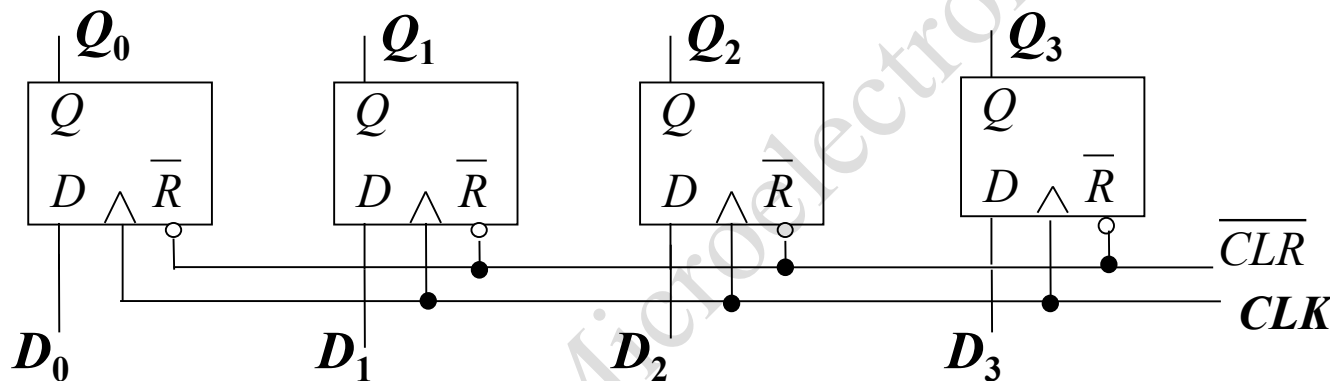


## § 6.5.1 寄存器分类

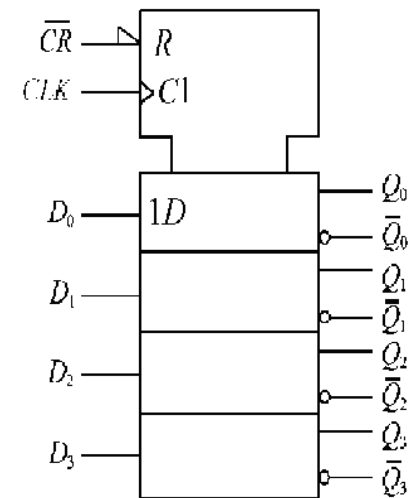
### Classifications of Registers

#### 1. 并入/并出型寄存器 Parallel In/Out

例如, 4个 **D-FFs** 构成寄存器



74LS175



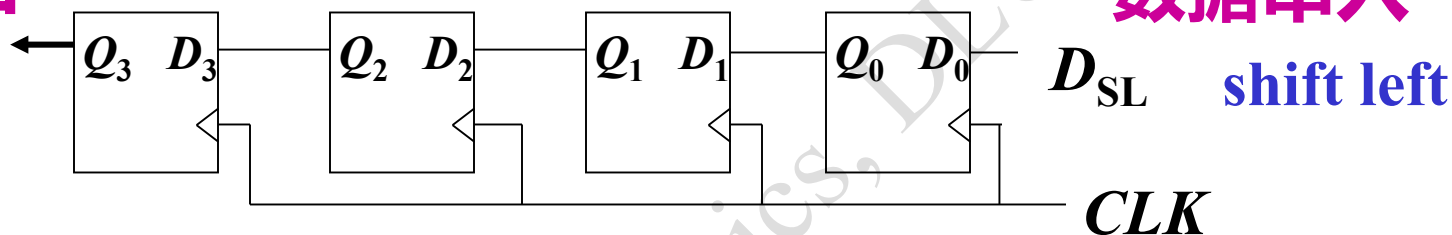
在  $CLK$  正边沿, 4 个数据并行输入, 状态  $Q_0Q_1Q_2Q_3 = D_0D_1D_2D_3$  并行输出

## 2. 左移串入/串出型寄存器

Serial In/Serial Out Shift Left Registers

数据串出

数据串入



一个CLK 到来, 左移一位

例:

初始  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 1001$

串入: 1011 ( $D_{SL}$ )

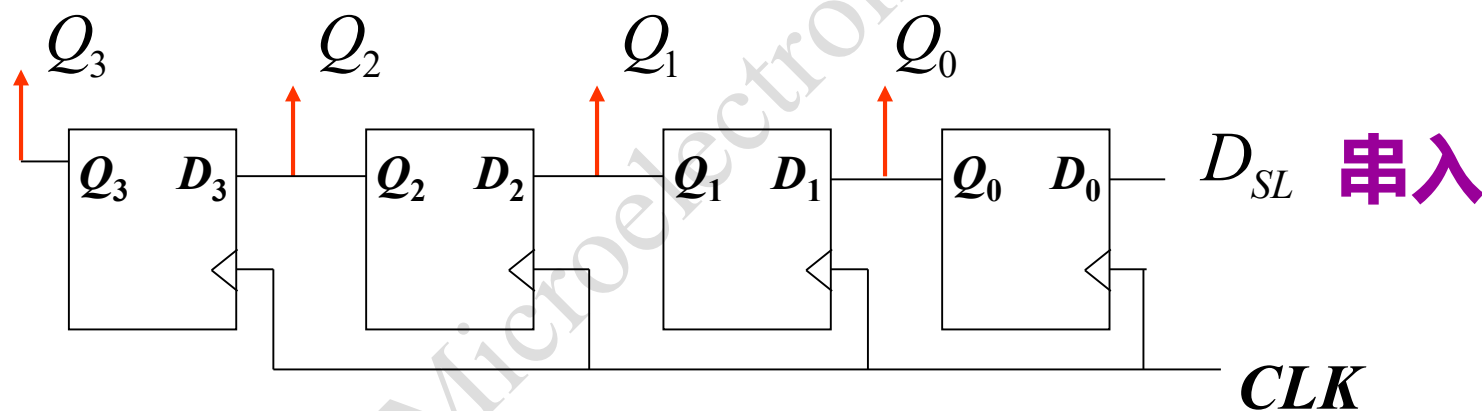
CLK	串出	$Q_3Q_2Q_1Q_0$	串入
	1	1 0 0 1	1 0 1 1
1	0	0 0 1 1	
2	0	0 1 1 0	
3	1	1 1 0 1	
4	1	1 0 1 1	

4 个CLK 后,  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 1011$

### 3. 左移串入/并出型寄存器

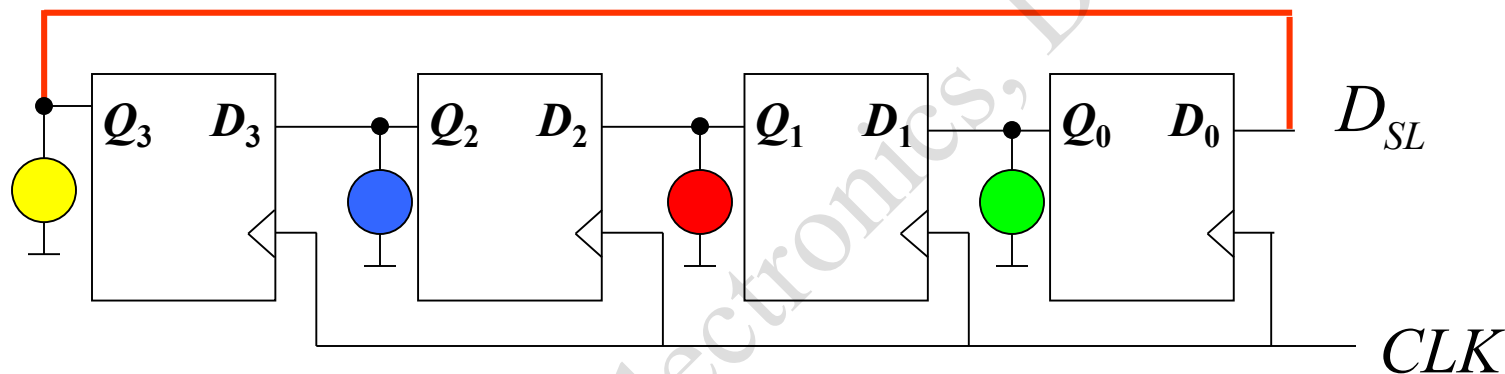
Serial In/Parallel Out Shift Left Registers

并行输出



## 4. 左移环型寄存器 Shift Left Ring Registers

串出端与串入端相连



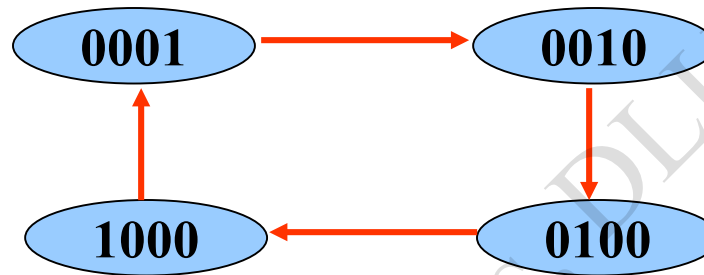
各FF 输出接彩灯

初始状态为 0001, 接高电平的灯亮

灯亮顺序: 绿 红 蓝 黄

# 取四位中只有一个1 的状态为主循环

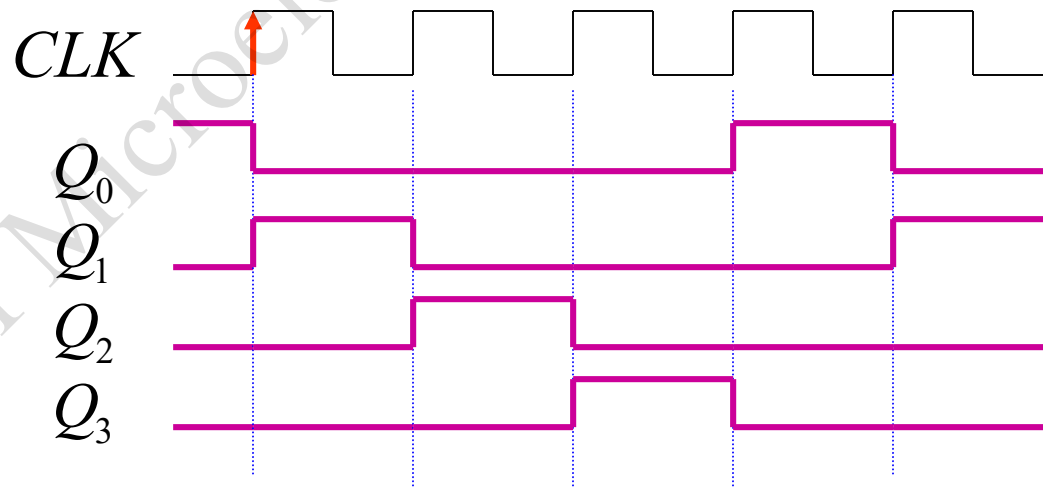
## 状态图



## 环形计数器

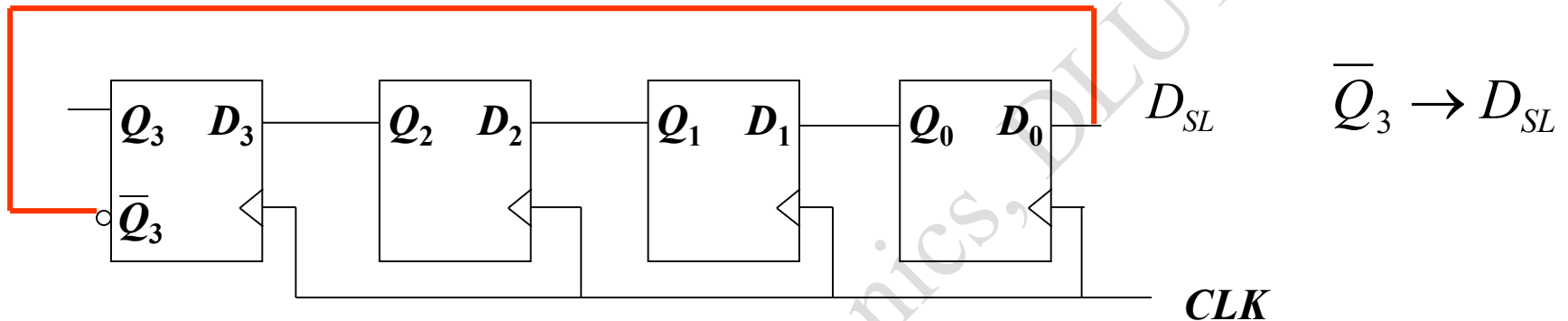
注意:  $n$  FFs  $\rightarrow n$  个状态  $\rightarrow$  模  $n$

## 波形图



## 节拍发生器

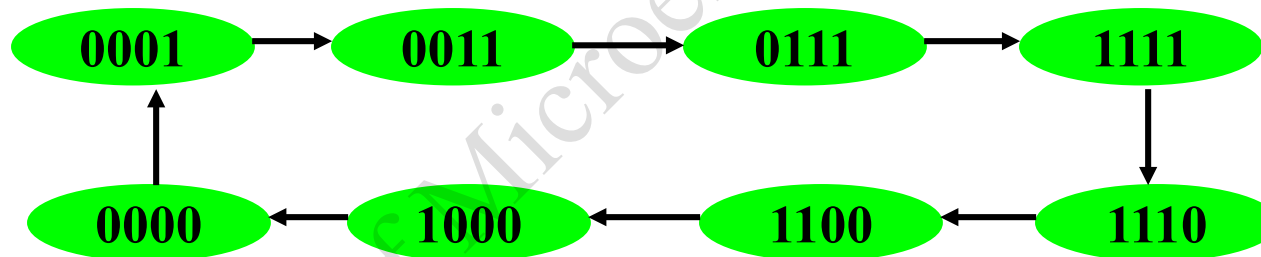
## 5. 左移扭环寄存器 Shift Left Twisted-Ring Registers



初始  $Q_3Q_2Q_1Q_0 = 0001$

状态图:

$Q_3Q_2Q_1Q_0$



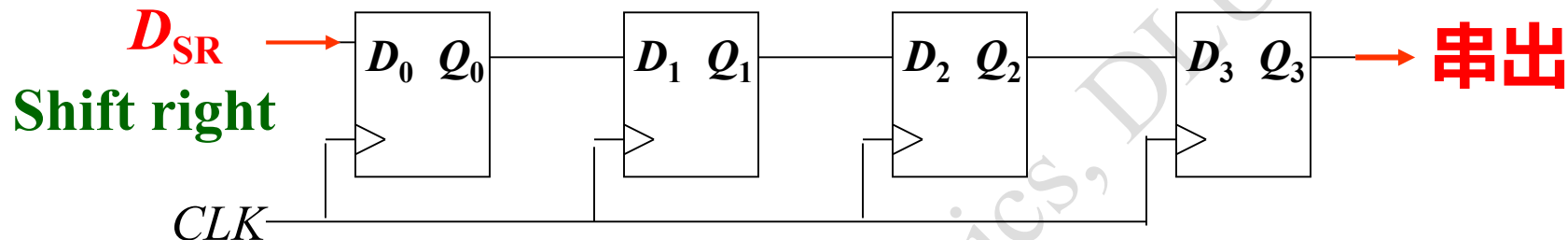
扭环计数器

$n$  FF  $\rightarrow$  模  $2n$

Johnson Counter

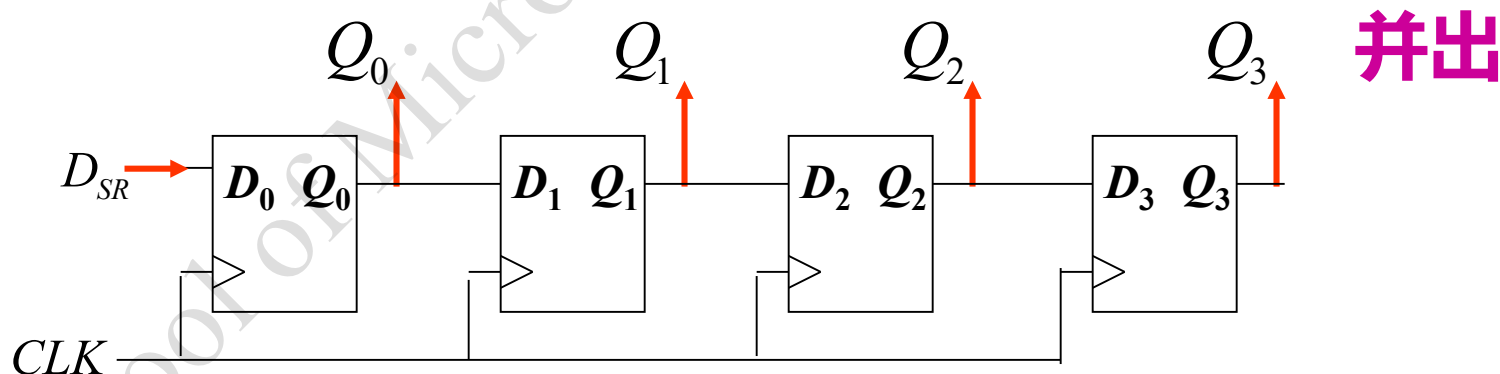
## 6. 右移串入/串出寄存器

Serial In/Serial Out Shift Right Registers

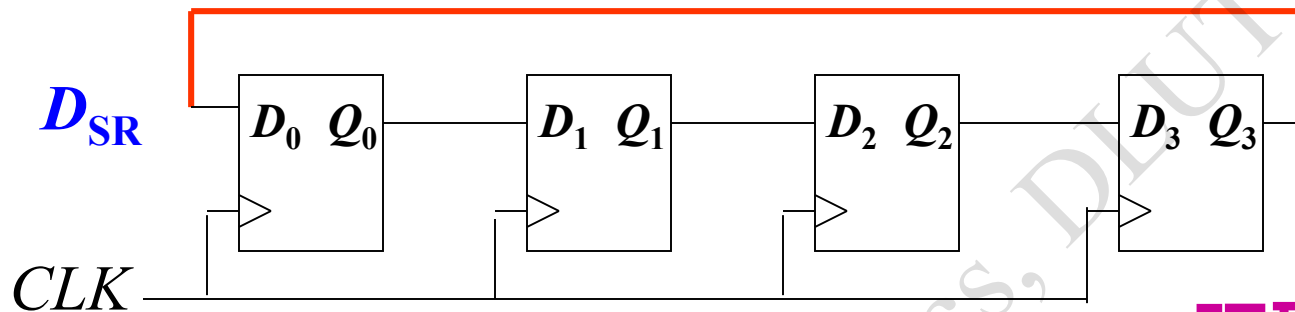


## 7. 右移串入 / 并出寄存器

Serial In/Parallel Out Shift Right Registers

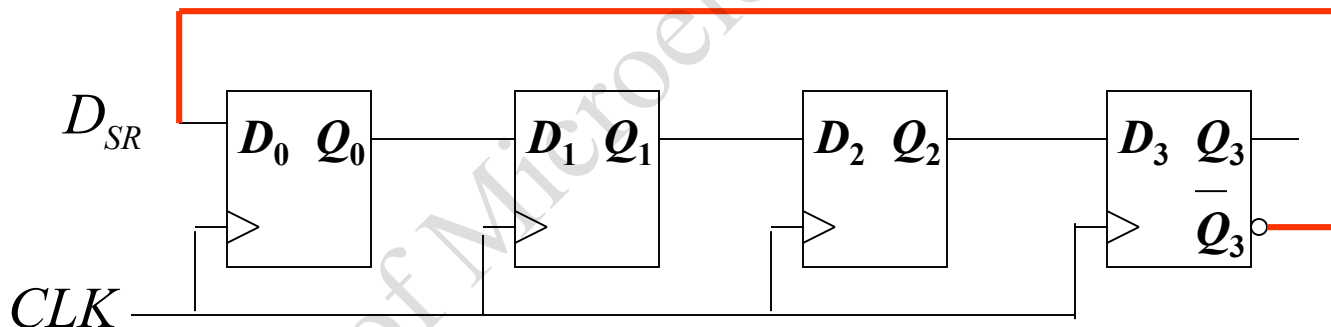


## 8. 右移环型寄存器 Shift Right Ring Registers



环型计数器

## 9. 右移扭环寄存器 Shift Right Twisted-Ring Registers

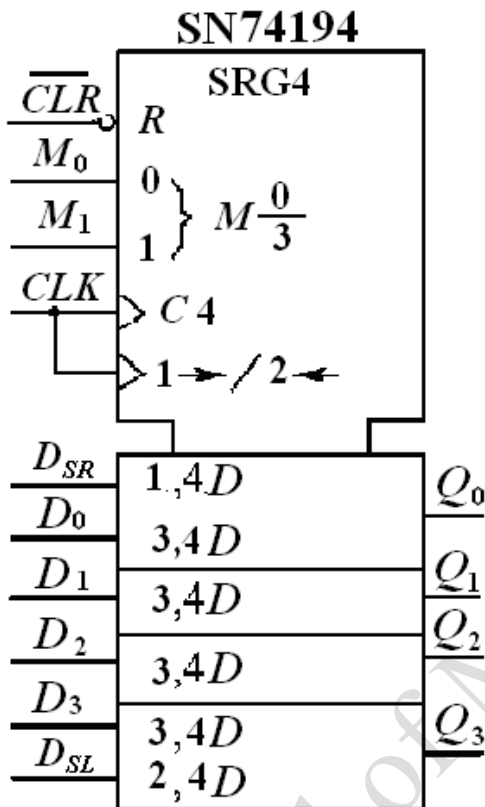


扭环计数器



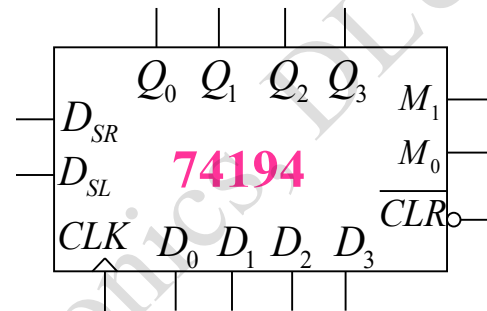
## § 6.5.3 集成寄存器 74194 IC Register 74194

### 多功能寄存器：四位并行存取双向移位寄存器



IEEE

符号



$D_{SR}$  在  $Q_0$  一侧,  $D_{SL}$  在  $Q_3$  一侧

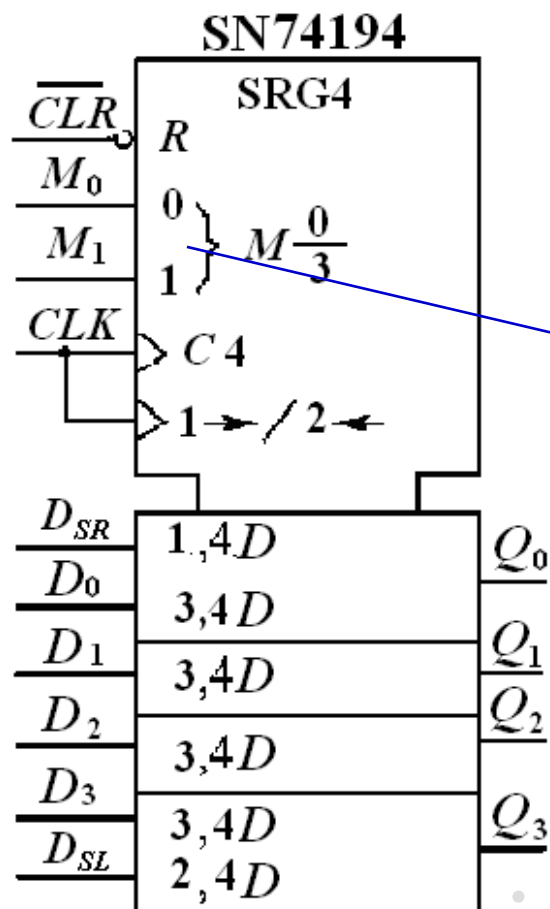
$Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$  数据输出

$D_3 D_2 D_1 D_0$  数据输入

$D_{SR}$   $D_{SL}$  串入

$\rightarrow$  shift right

$\leftarrow$  shift left



$\overline{CLR} = 0$ , 异步清0

$CLK$  正边沿触发

$M_1 M_0$  控制 (模式),  $M_1$  高位

$M_1 M_0$  组成4种模式

74194 功能

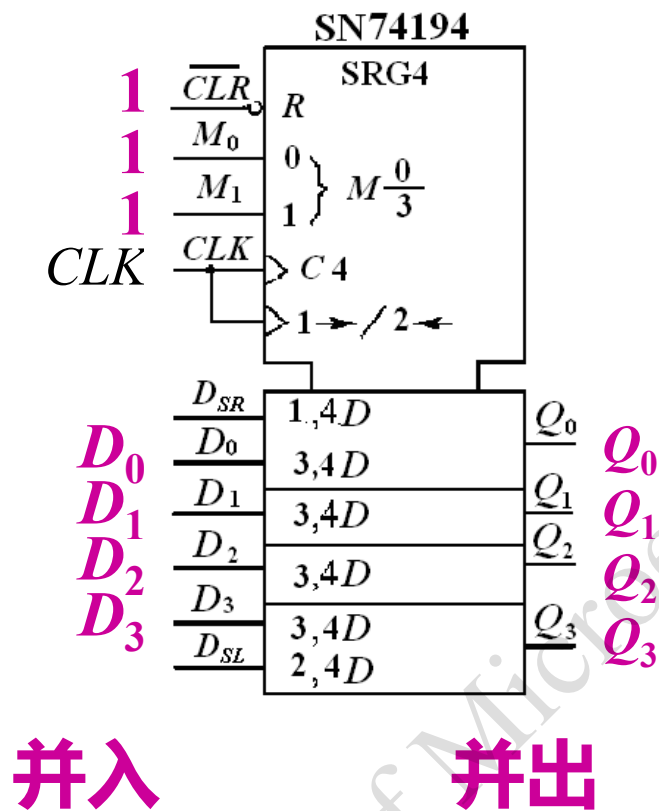
$M_1$	$M_0$	功 能
0	0	保持
0	1	右移
1	0	左移
1	1	并入

$Q_0 Q_1 Q_2 Q_3$   
↑ ↑ ↑ ↑  
 $D_0 D_1 D_2 D_3$

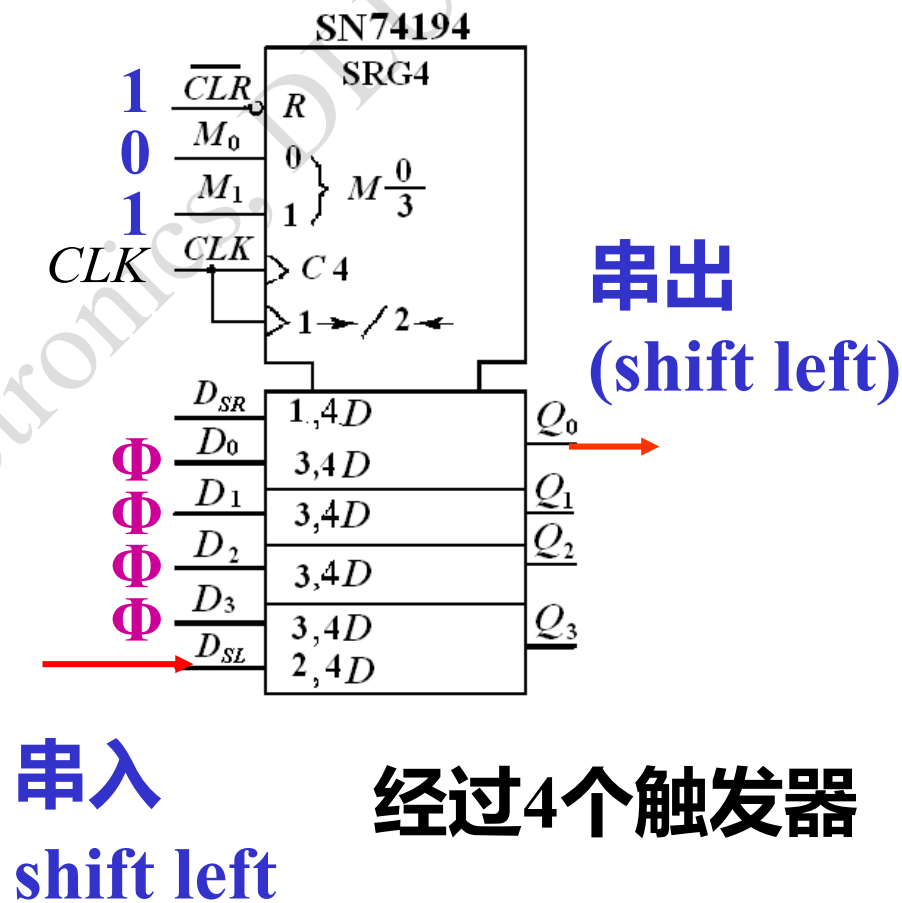
实现前面 9 种功能

注:  $Q_0 Q_1 Q_2 Q_3$  只有排列顺序, 没有高、低位。

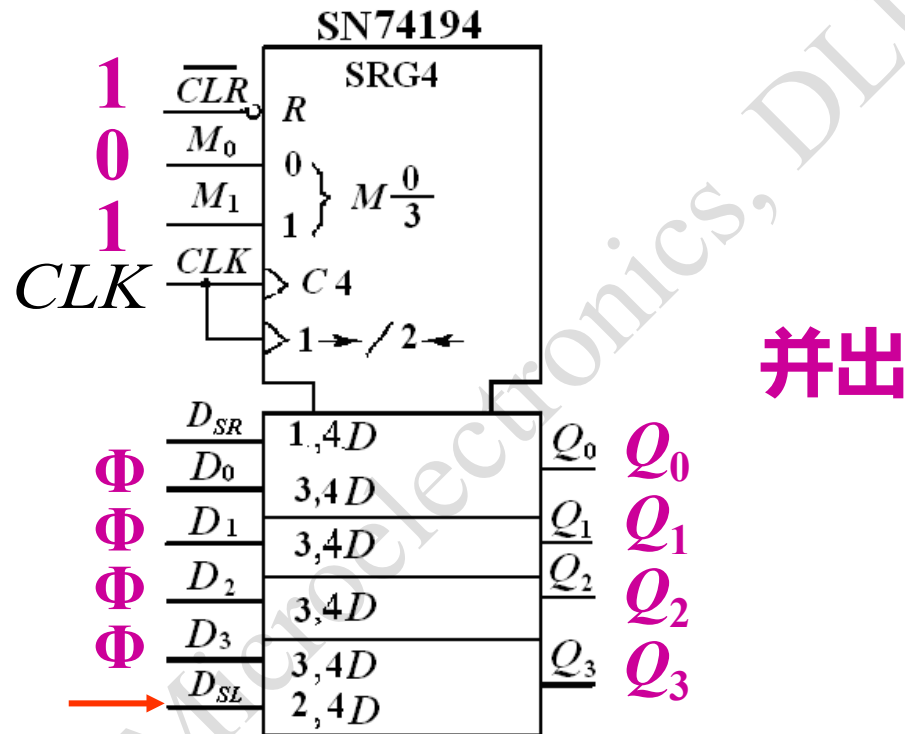
## (1) 并入/并出



## (2) 左移串入/串出



### (3) 左移串入 / 并出



串入  
shift left

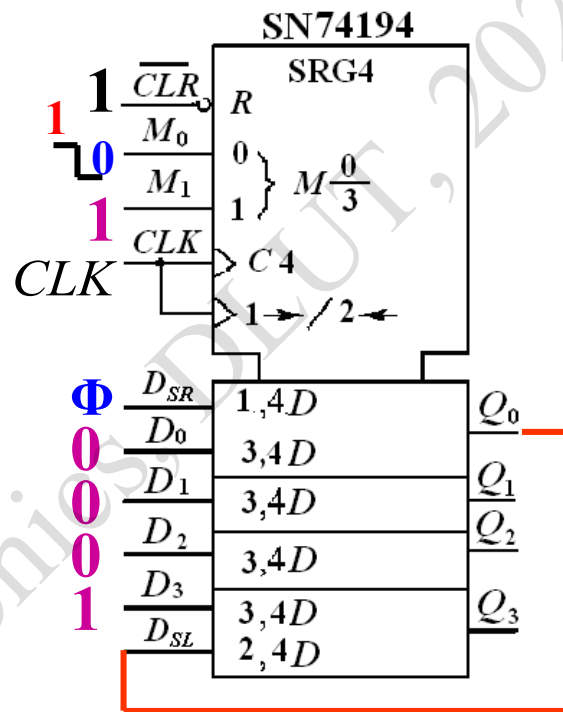
## (4) 左移环形

$$Q_0 \rightarrow D_{SL}$$

先置  $M_1=1, M_0=1$ ,  
在  $CLK$  上升沿并入,  
 $Q_0Q_1Q_2Q_3 =$   
 $D_0D_1D_2D_3 = 0001$

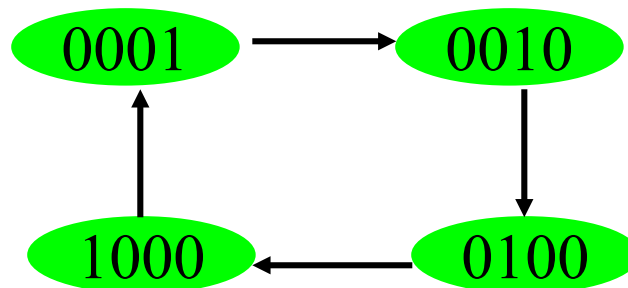
再置  $M_0=0$ ,  $CLK$  边  
沿到来  $\rightarrow$  左移  $\rightarrow$   
M-4 计数

接彩灯



一个1为主循环

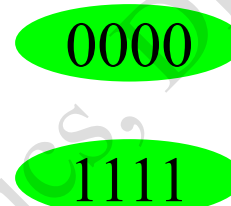
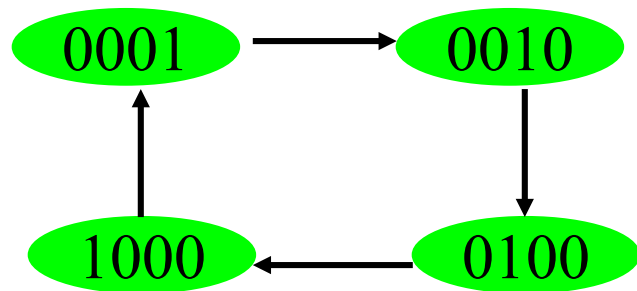
$Q_0Q_1Q_2Q_3$



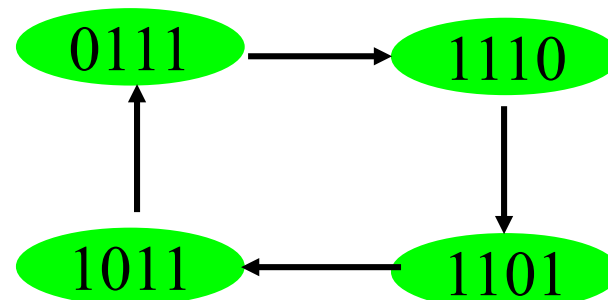
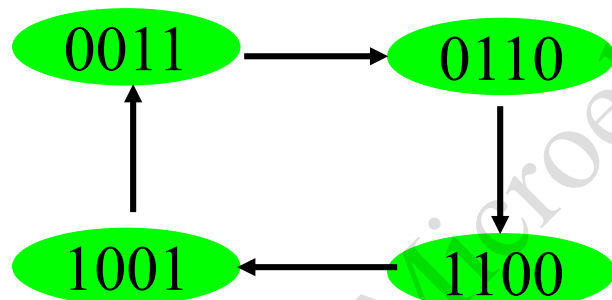
一个1为主循环

$Q_0Q_1Q_2Q_3$

左移环形的其他置数方式:



保持



M-4环形计数器

M-4环形计数器

