

# 数字电路与逻辑设计B

## 第十五讲

南京邮电大学

电子与光学工程学院

臧裕斌

## 5. 3 计数器

### 二、MSI同步计数器

1. 74 LS161

2. 74 LS163

3. 74 LS160

4. MSI同步计数器应用

(1) 级联

(2) 设计模长  $M < 16$  的任意进制计数器

## 二、MSI同步计数器

### 1. 74 LS161

#### (1) 功能介绍

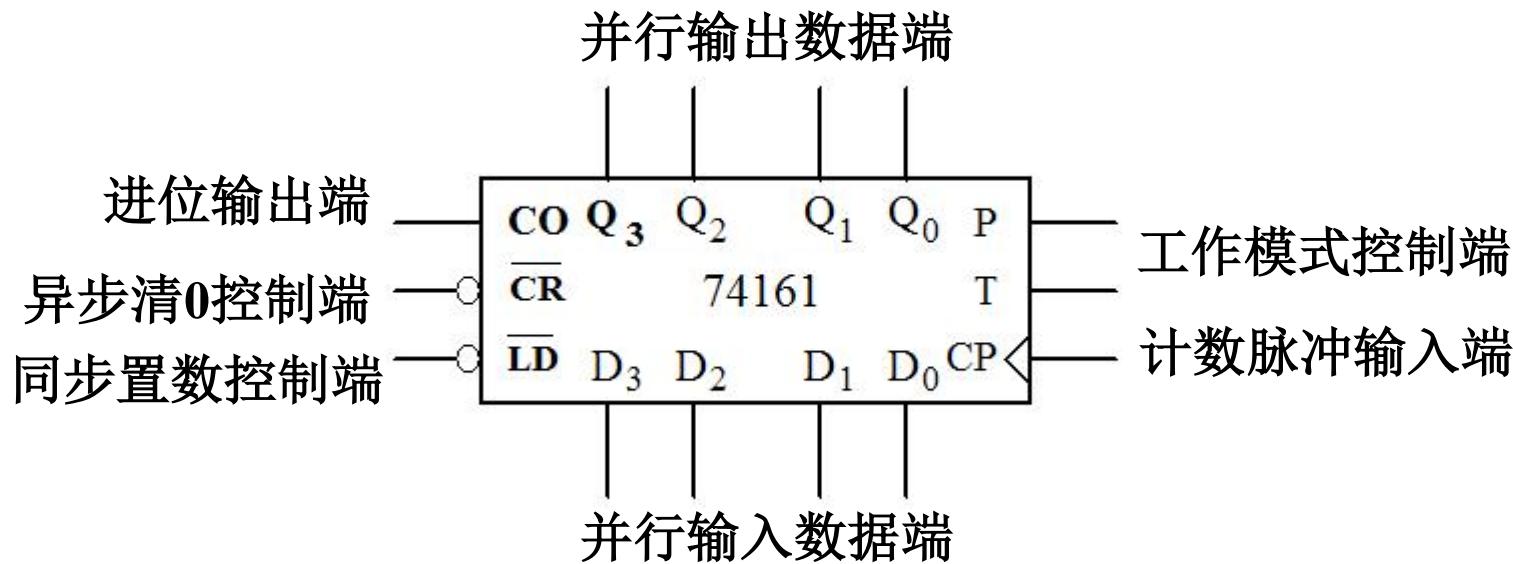


图5.3.15 74161 逻辑符号

## (2) 功能表

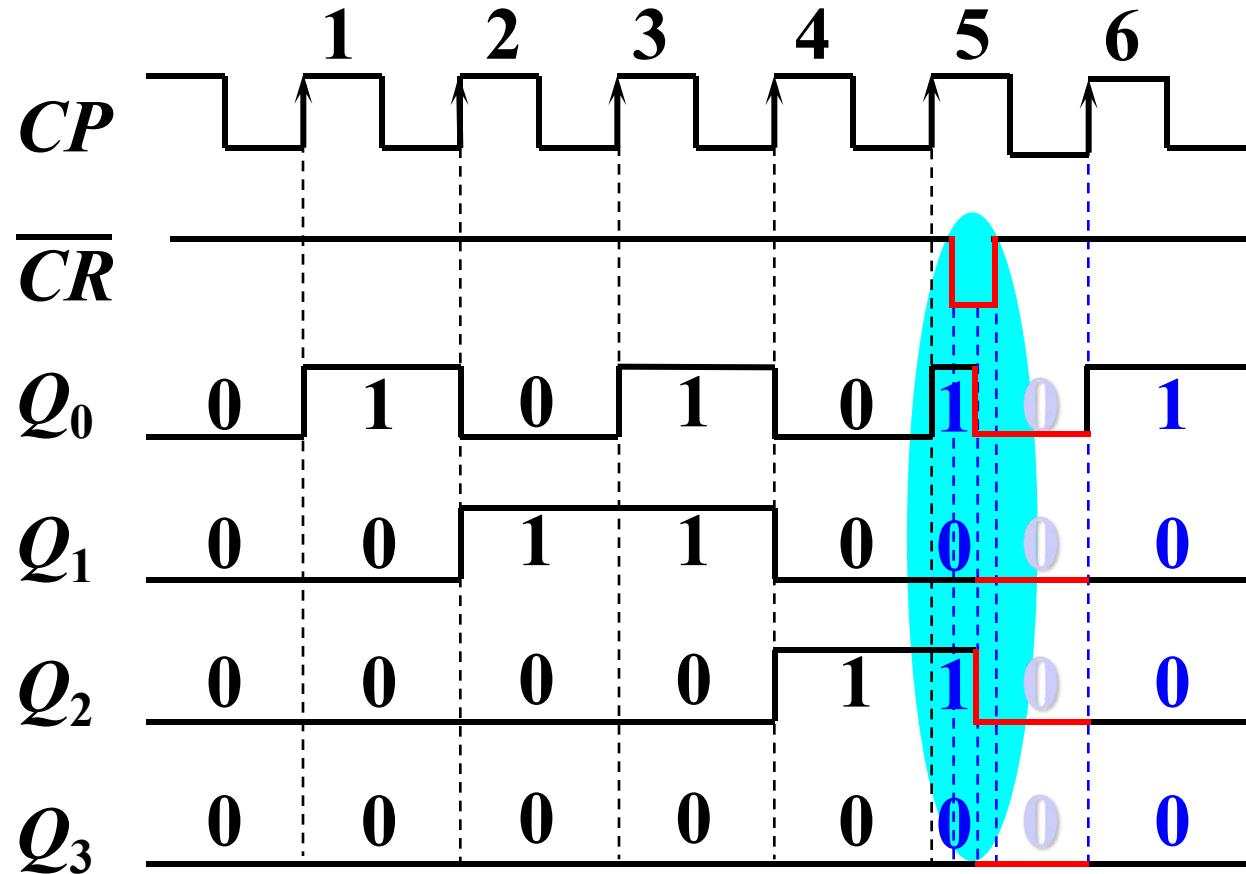
表5.3.7 74161 的功能表

$\overline{CR}$	$\overline{LD}$	$P(S_1)$	$T(S_2)$	CP	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$	$Q_3^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	$Q_0^{n+1}$	功能
0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	0	0	0	0	异步清除
1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\uparrow$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	同步并入
1	1	1	1	$\uparrow$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	0000 ~ 1111				计数
1	1	0	1		$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_0^n$	保持
1	1	$\emptyset$	0		$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$CO^n$				
1	1	$\emptyset$	0		$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_0^n$	$CO = 0$

$$CO = Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 T$$

74161

异步清零



74161异步清零示例：当出现清零信号 $\overline{CR}$ 时，  
计数状态立刻改变， $0101 \rightarrow 0000$ ， $0101$ 是暂态。

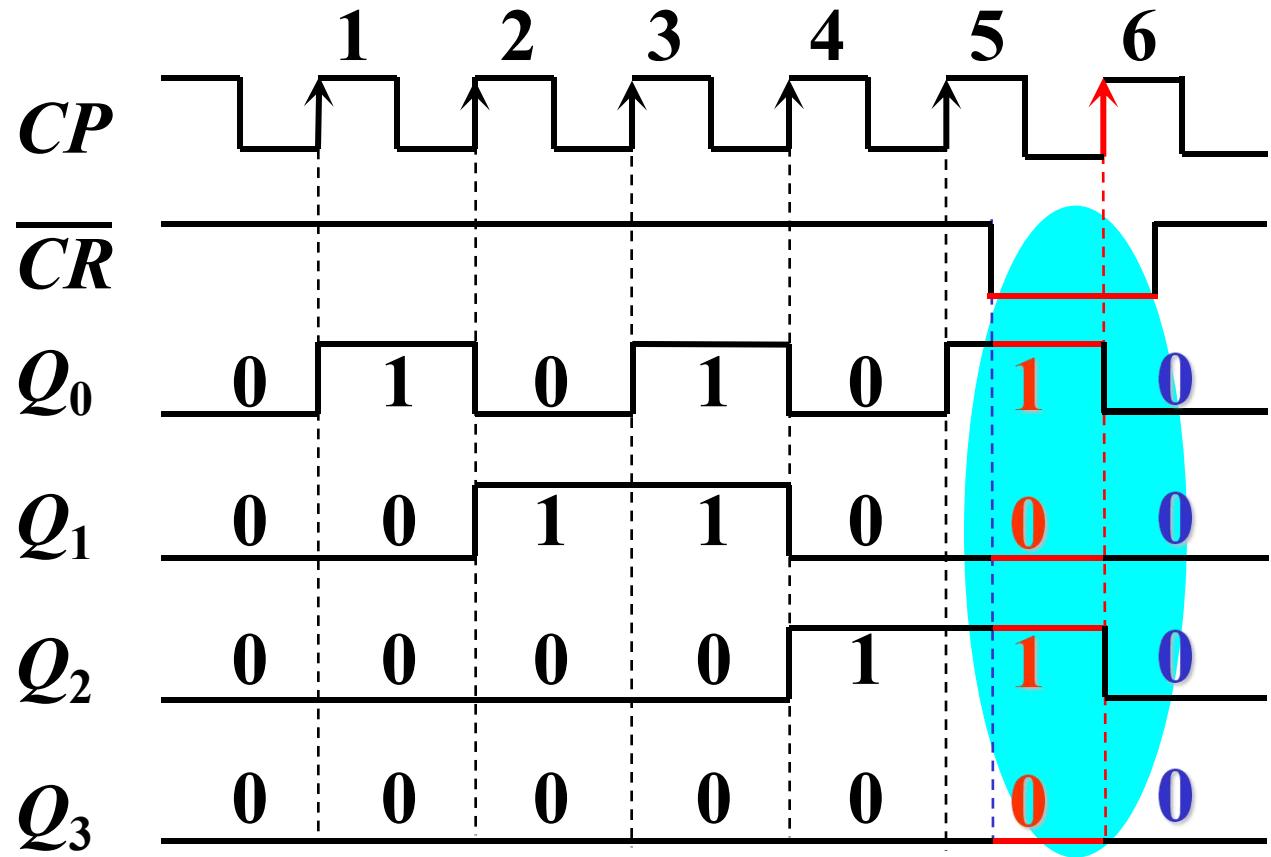
## 2. 74 LS163

表5.3.7 74163 的功能表

$\overline{CR}$	$\overline{LD}$	$P(S_1) T(S_2)$	CP	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$	$Q_3^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	$Q_0^{n+1}$	功能
0	$\emptyset$	$\emptyset \emptyset$	↑	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	0	0	0	0	同步清除
1	0	$\emptyset \emptyset$	↑	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	同步并入
1	1	1 1	↑	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	0000 ~ 1111				计数
1	1	0 1		$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_0^n$	保持
1	1	$\emptyset \emptyset$		$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_0^n$	

$$CO = Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 T$$

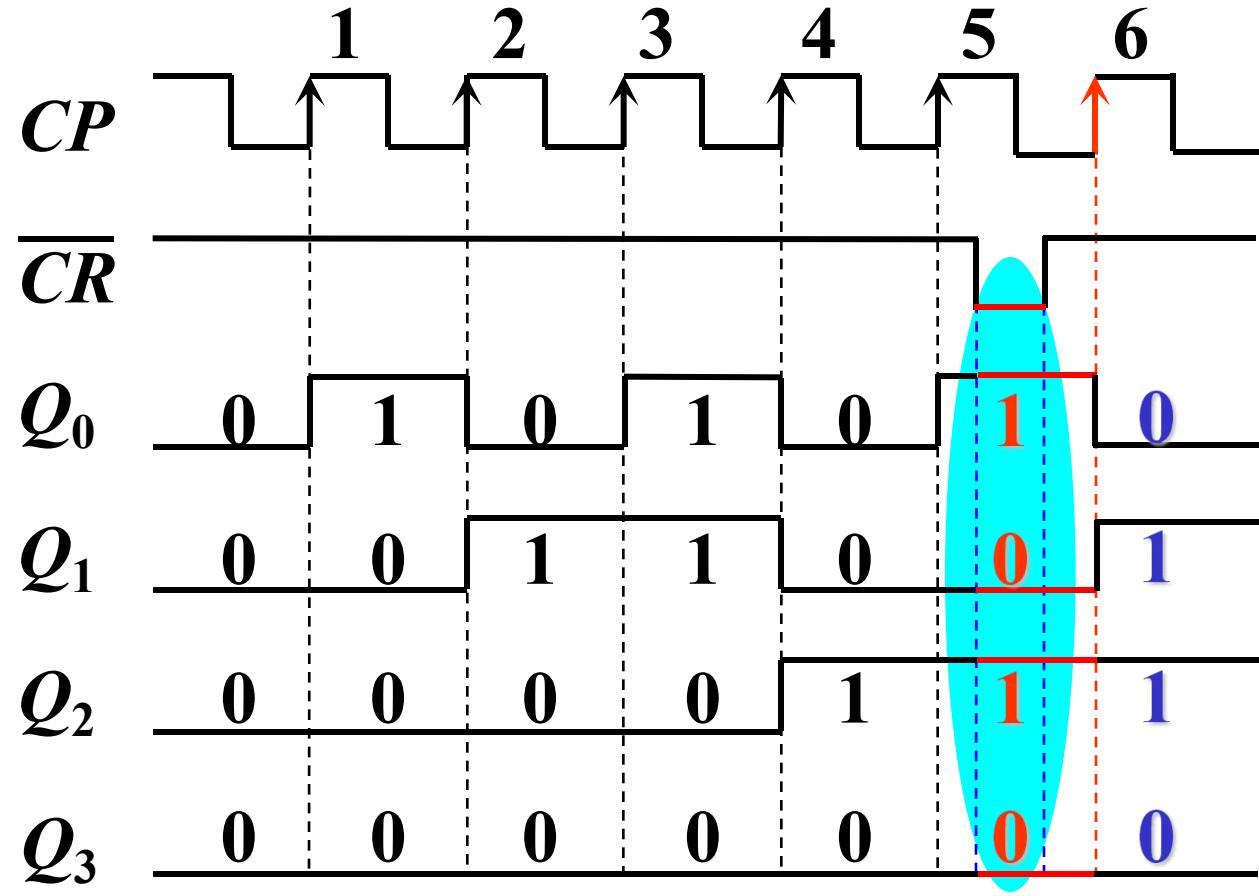
若清零信号持续时间小于一个CP周期，是否能够清零？



**74163同步清零示例:**当出现清零信号 $\overline{CR}$ 时,计数器并不立刻清0,而是要等到下一个 $CP\uparrow$ 到来,计数器的状态才清0,即  $0101 \rightarrow 0000$ ,  $0101$ 是**稳态**。

74163

不能清0



74163同步清零示例： $\overline{CR}$ 出现,  $CP\uparrow$ 未到, 无法清0

### 3. 74LS160

表5.3.11 74160的功能表

$\overline{CR}$	$\overline{LD}$	P	T	CP	$Q_3^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	$Q_0^{n+1}$	功 能
0	1	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	0	0	0	0	异步清0
1	0	$\emptyset$	$\emptyset$	$\uparrow$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	同步并入
1	1	1	1	$\uparrow$	0 0 0 0	~	1 0 0 1		8421BCD计数
1	1	0	1	$\emptyset$	$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_0^n$	保持 $CO^n$
1	1	$\emptyset$	0	$\emptyset$	$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_0^n$	保持 $CO = 0$

74LS160 模10,  $CO = Q_3 Q_0 T$

74LS161 模16,  $CO = Q_3 Q_2 Q_1 Q_0 T$

1.下列说法正确的是\_\_\_\_\_。

- A 74161是异步清0 的模16计数器
- B 74163 是同步清0的模16计数器
- C 74160是异步清0 的模10计数器
- D 74160是同步清0 的模10计数器

提交

## MSI 同步计数器小结

- 74161 模16 (同步计数、异步清0)

- 74163 模16 (同步计数、同步清0)

进位  $CO = Q_3Q_2Q_1Q_0 \cdot T$  (1111时产生进位)

- 74160 模10 (同步计数、异步清0)

进位  $CO = Q_3Q_0 \cdot T$  (1001时产生进位)

2. 关于同步清零，说法正确的是\_\_\_\_\_。

A

清零信号有效，立即清零

B

清零信号有效，且时钟有效沿到，才清零

C

时钟有效沿到，立即清零

D

清零信号有效电平持续时间过短，则可能不清零

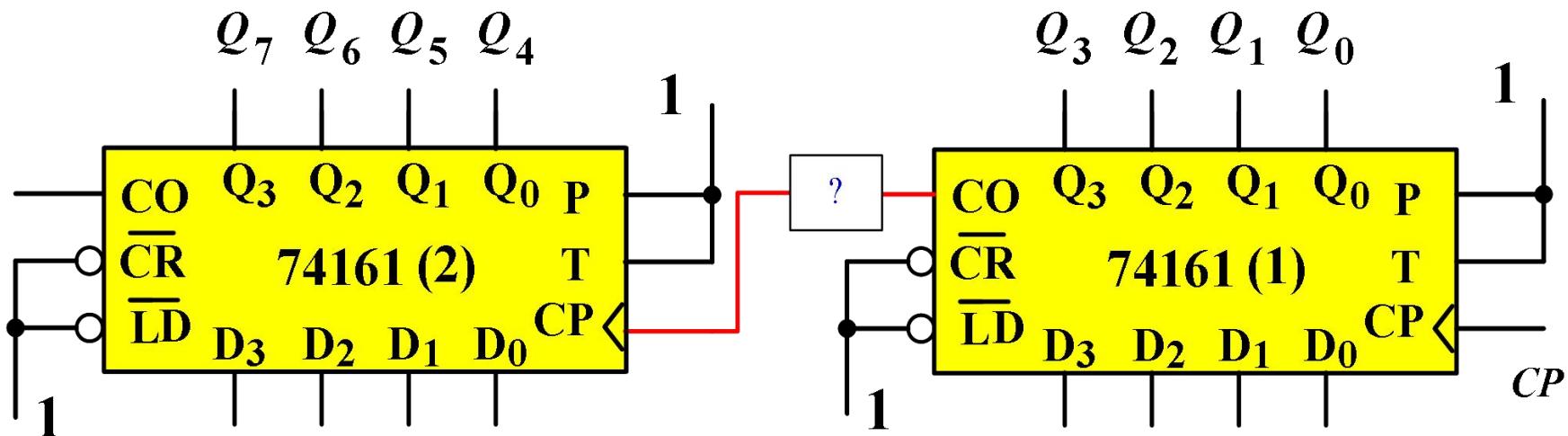
提交

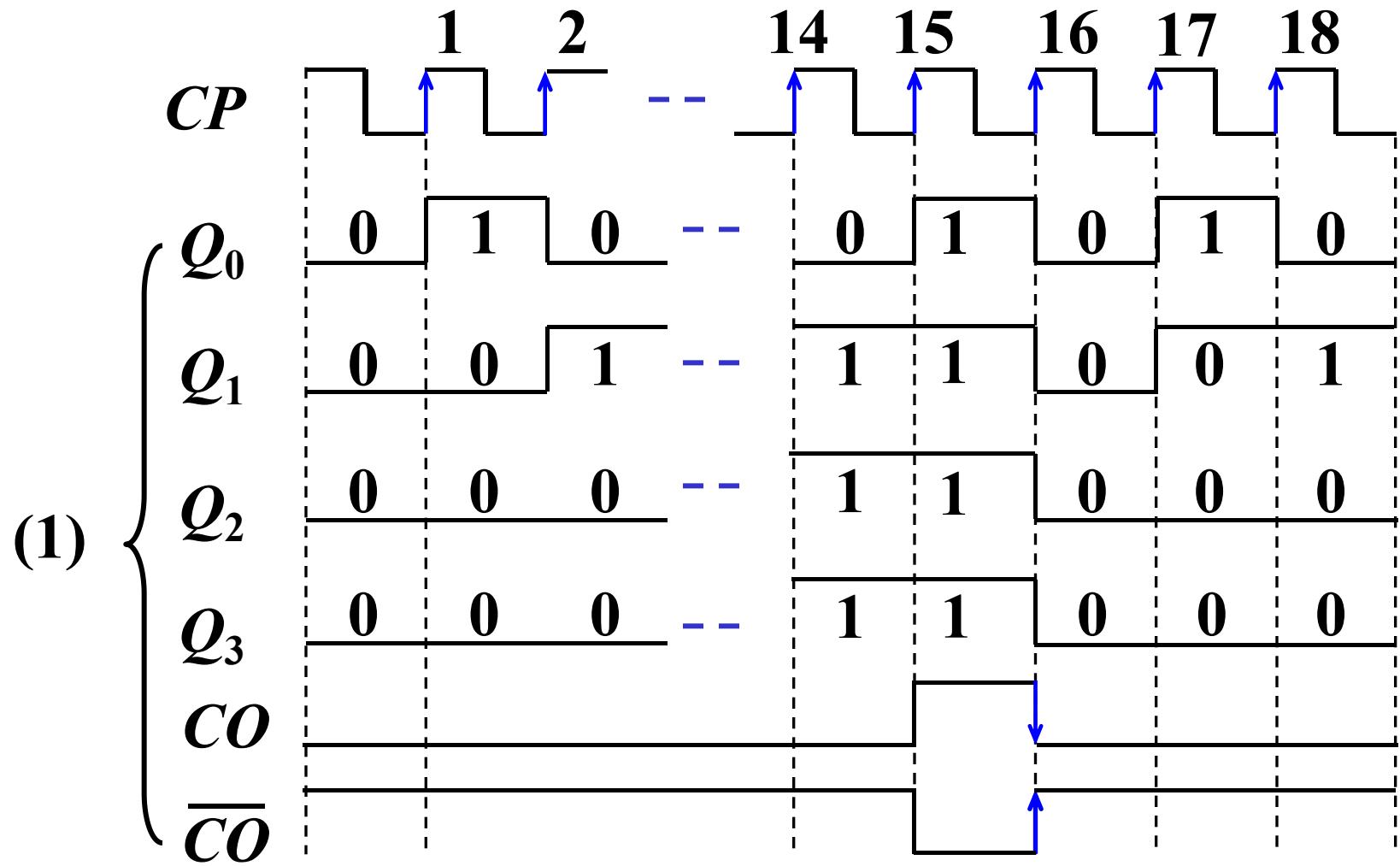
## 4. MSI同步计数器应用

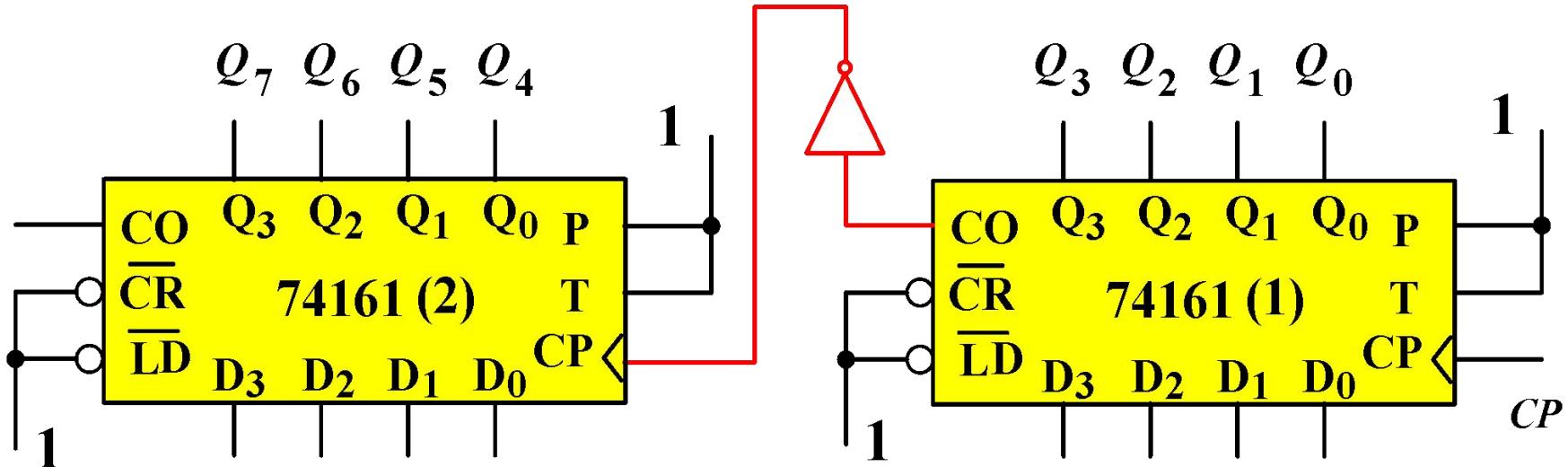
### (1) 级联

#### a. 异步级联

以低位片的进位信号**CO**作为高位片的时钟信号**CP**







0	0	0	0	}
0	0	0	0	
⋮				
0	0	0	0	

0	0	0	1	}
⋮				
1	1	1	1	
0	0	0	0	

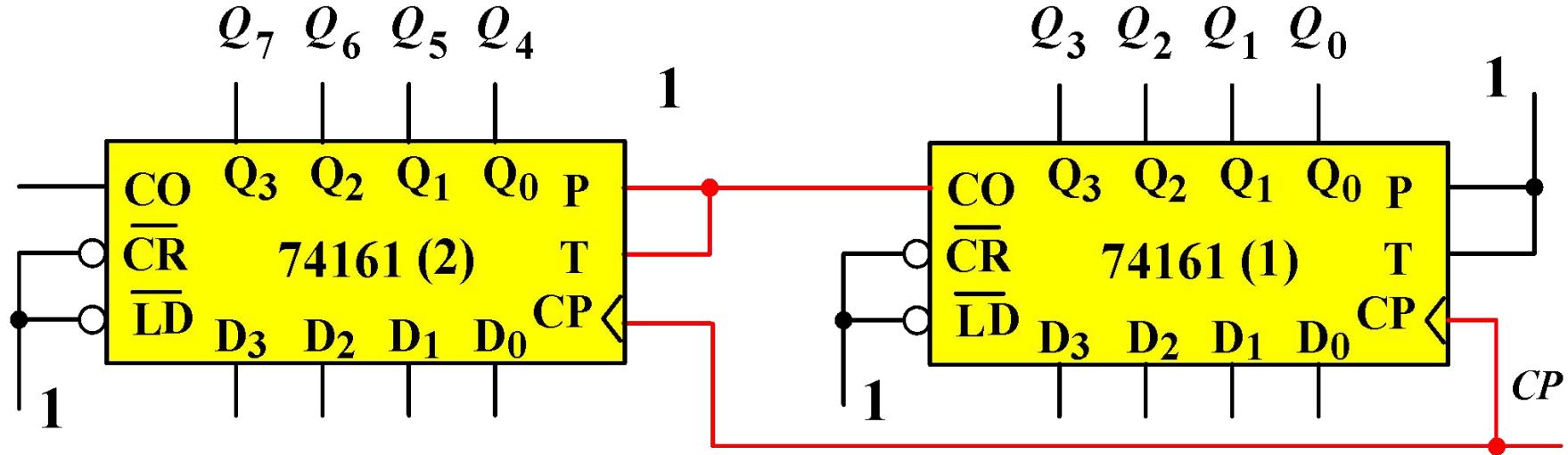
0	0	0	0	}
0	0	0	1	
⋮				
1	1	1	1	

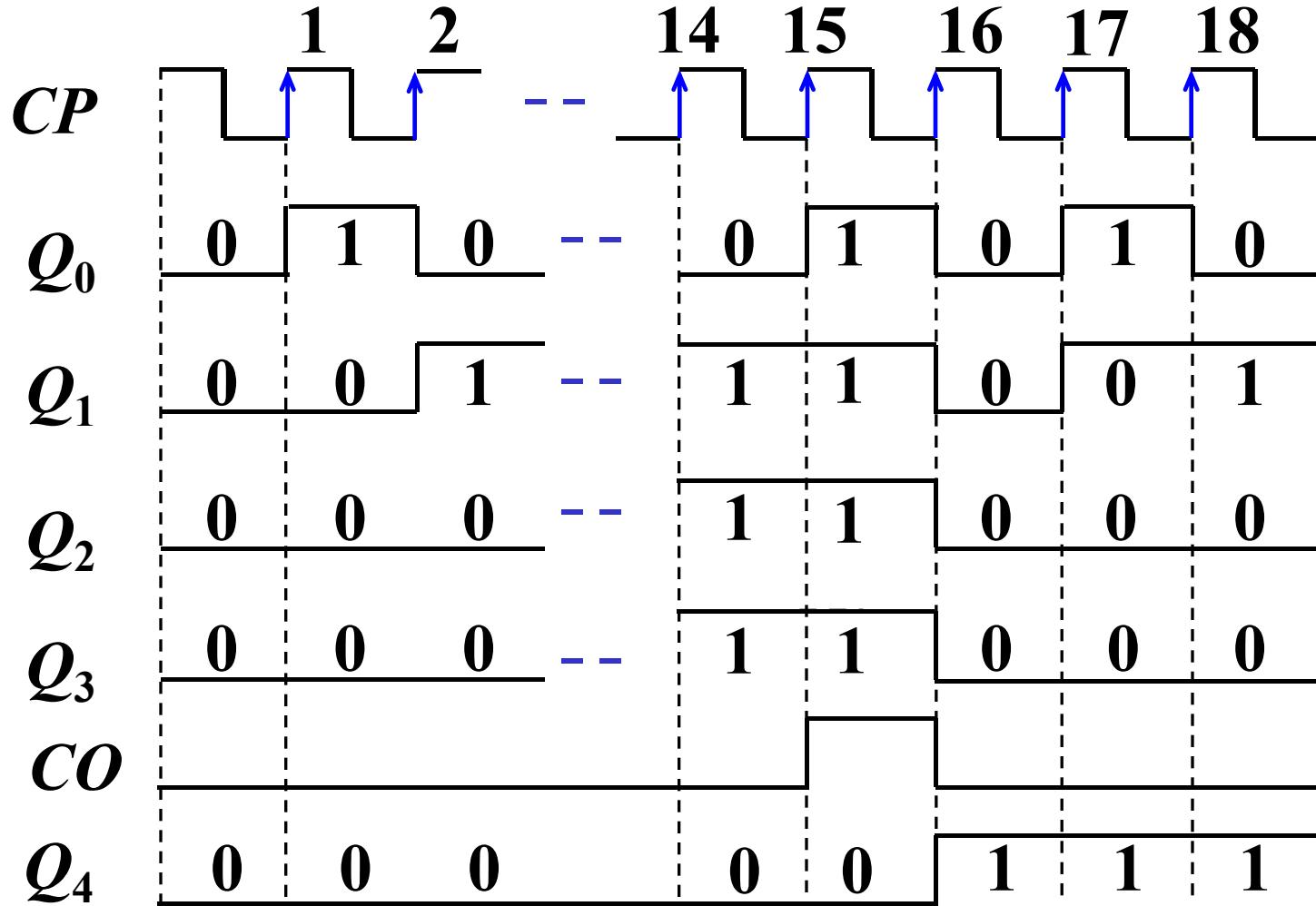
  

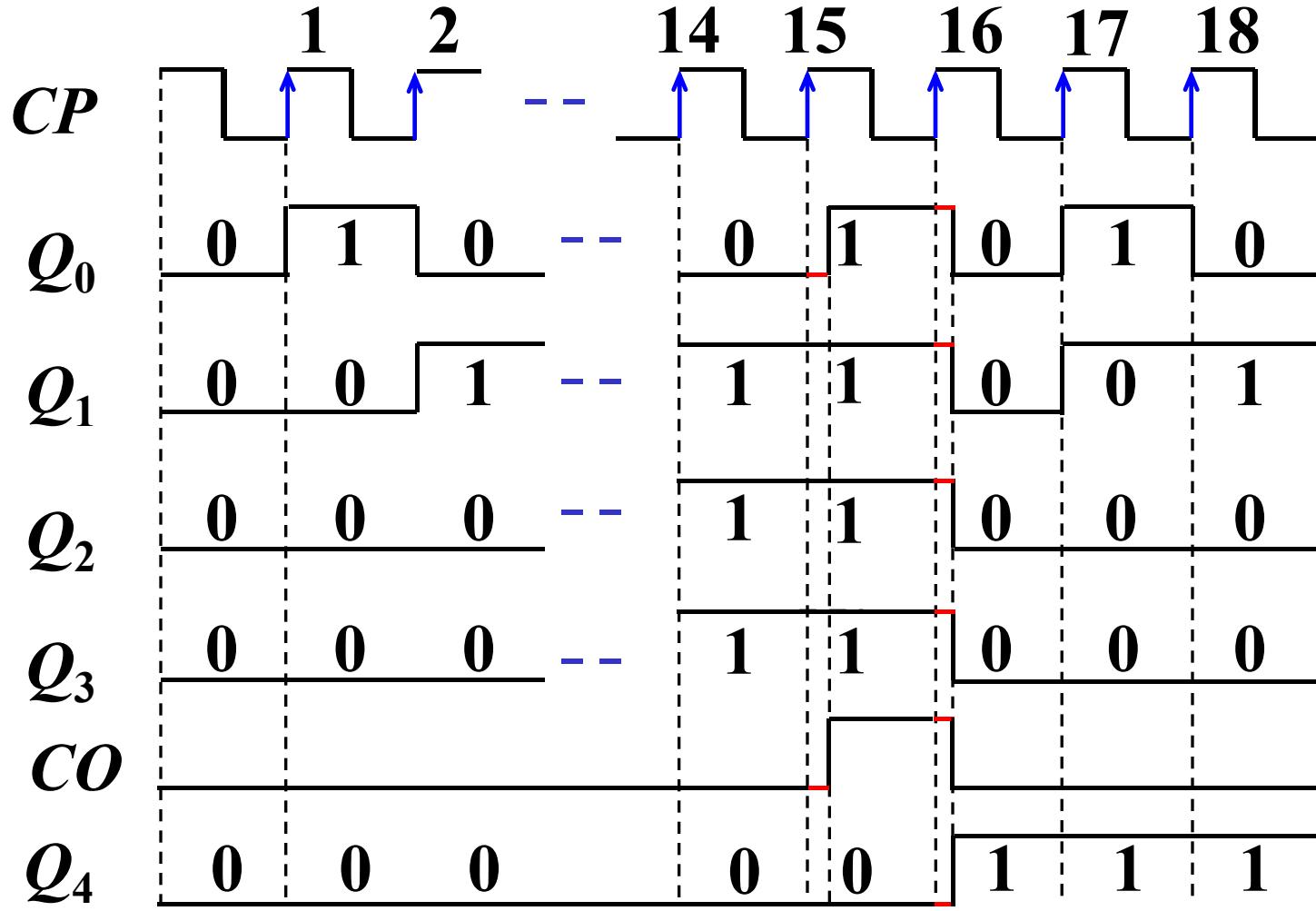
0	0	0	0	}
⋮				
1	1	1	1	
0	0	0	0	

## b. 同步级联

以低位片的进位信号  $CO$  作为高位片的控制信号  $P$ 、 $T$



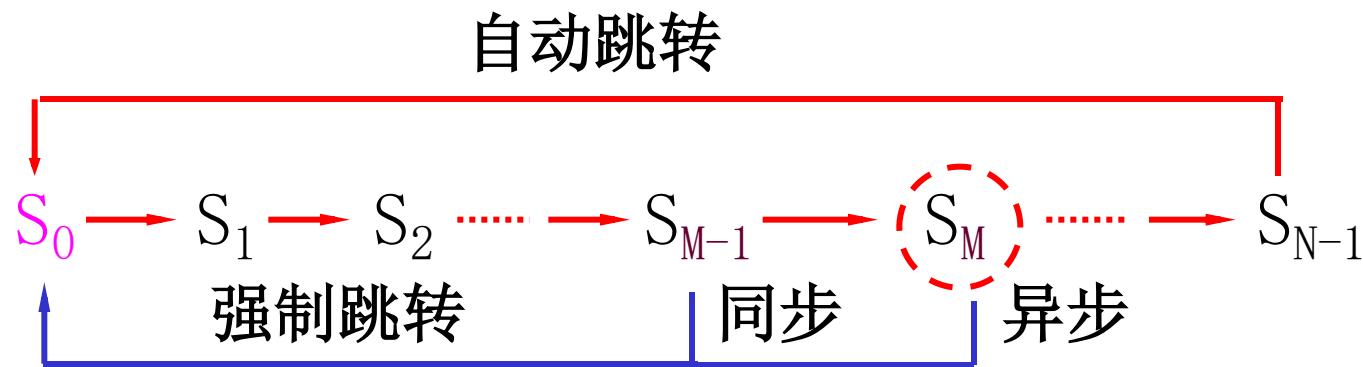




## (2) 设计模长 $M < 16$ 的任意进制计数器

指导思想：顺序计数的过程中跳跃  $N-M$  个状态

### a. 清零法（利用复位端）



涉及清零、计数工作模式

例1 试用74161用清零法设计 $M = 6$ 的计数器。

解：74161为异步清零方式，反馈状态为 $S_6$ ，即  $(0110)_2$

表5.3.8 图5.3.18的状态转移表

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	状态转移路线
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1/0	1/0	0	起跳状态 反馈状态

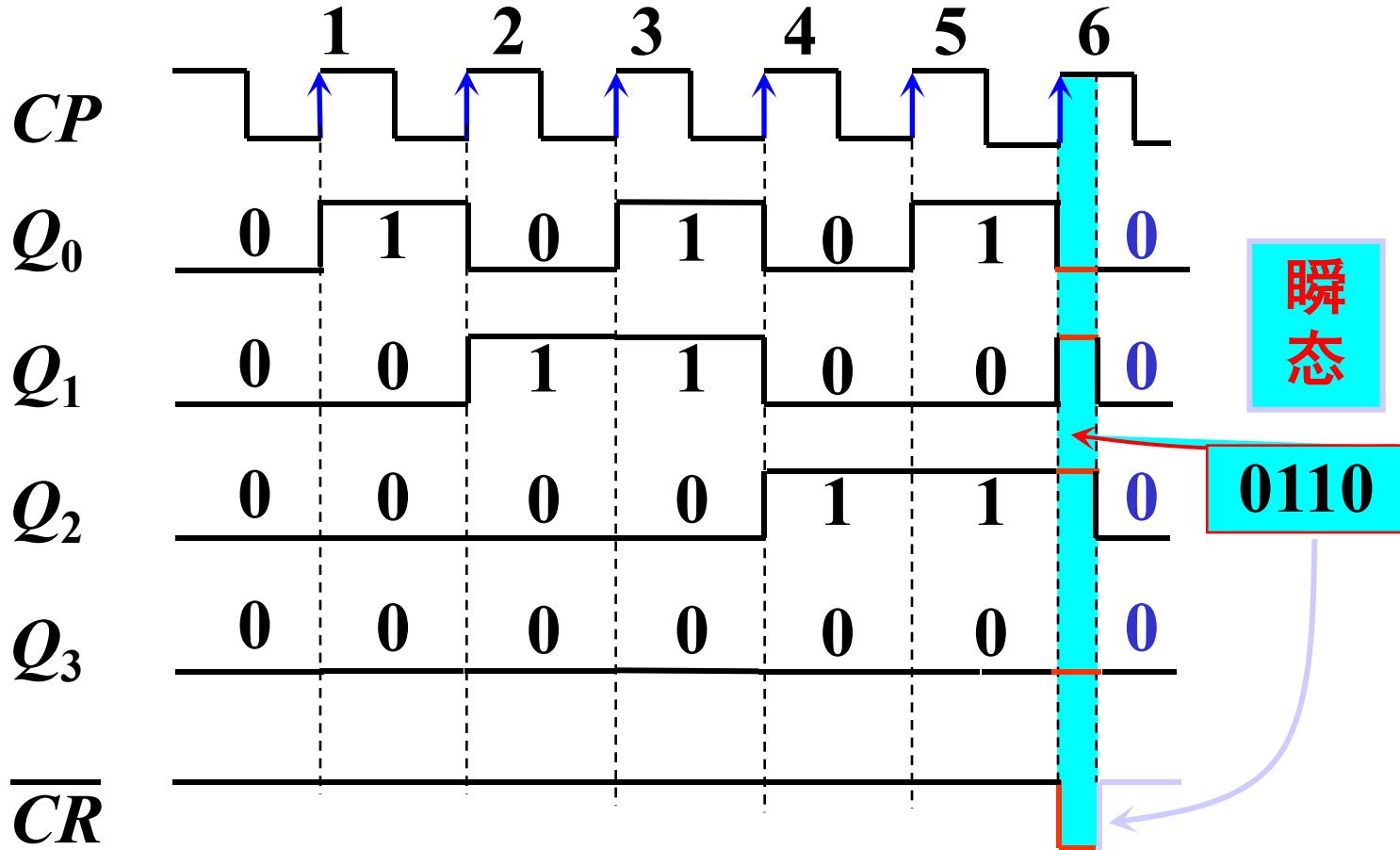


图5.3.19 异步清零工作波形图

# 根据反馈状态设计**反馈引导门**

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$\overline{CR}$	$\overline{\overline{CR}}$
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	$\phi$	$\phi$
...		...		...	
1	1	1	1	$\phi$	$\phi$

# 根据反馈状态设计**反馈引导门**

A Karnaugh map for four variables ( $Q_3, Q_2, Q_1, Q_0$ ) with four rows and four columns. The columns are labeled 00, 01, 11, and 10. The rows are labeled 00, 01, 11, and 10. The map contains the following values:

	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	$\Phi$	1
11	$\Phi$	$\Phi$	$\Phi$	$\Phi$
10	$\Phi$	$\Phi$	$\Phi$	$\Phi$

The cell at row 01, column 11 (containing  $\Phi$ ) is highlighted with a red rounded rectangle.

$$\overline{\overline{CR}} = Q_2 Q_1 \quad \overline{CR} = \overline{Q_2 Q_1}$$

电路图如下所示。

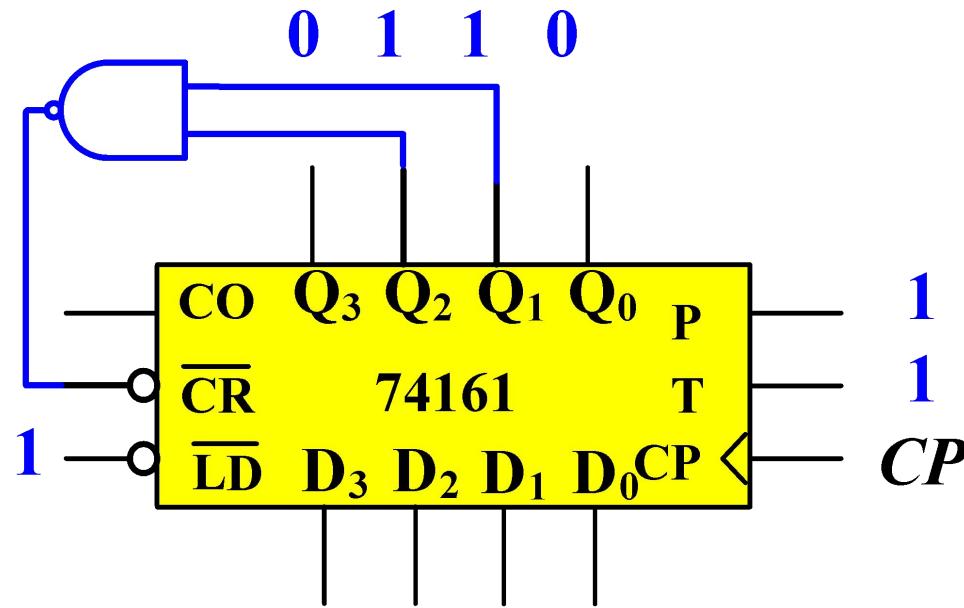
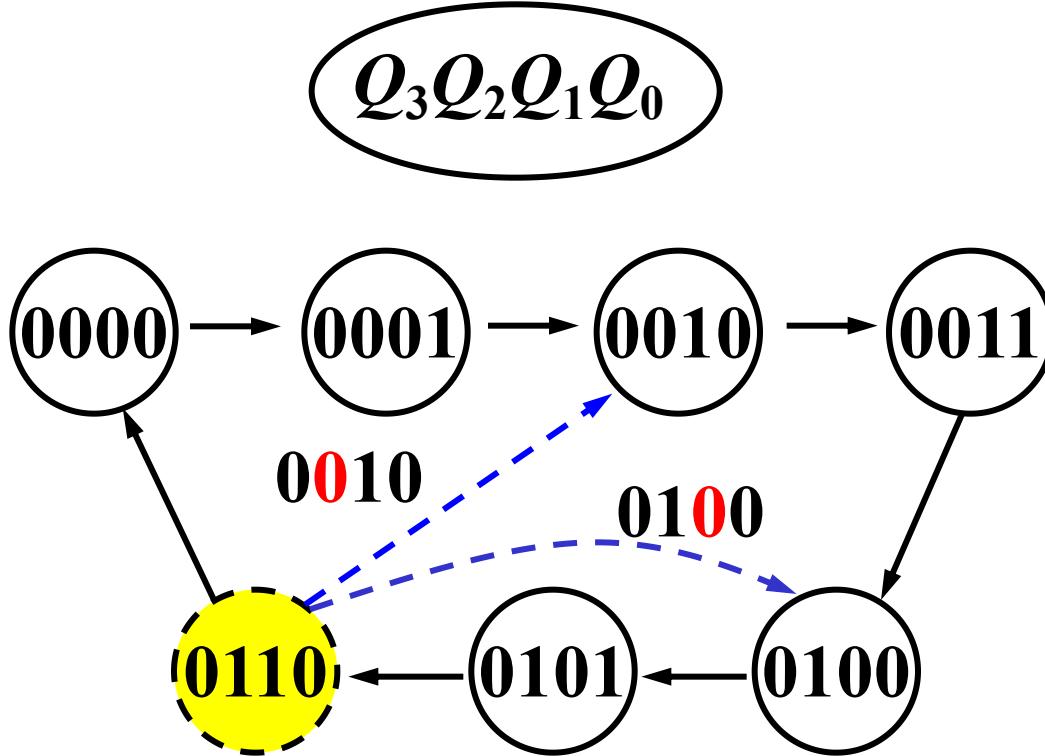


图5.3.18 异步清零法实现模6计数器

对于**74161异步清零法**, 随着计数器被置0, 复位信号随之消失, 即**复位信号持续时间很短**, 电路可靠性不高。

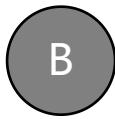


$M=6$ 计数器状态不能同时清零出现的现象

3. 基于74161用复0法设计的模6计数器有自启动性。



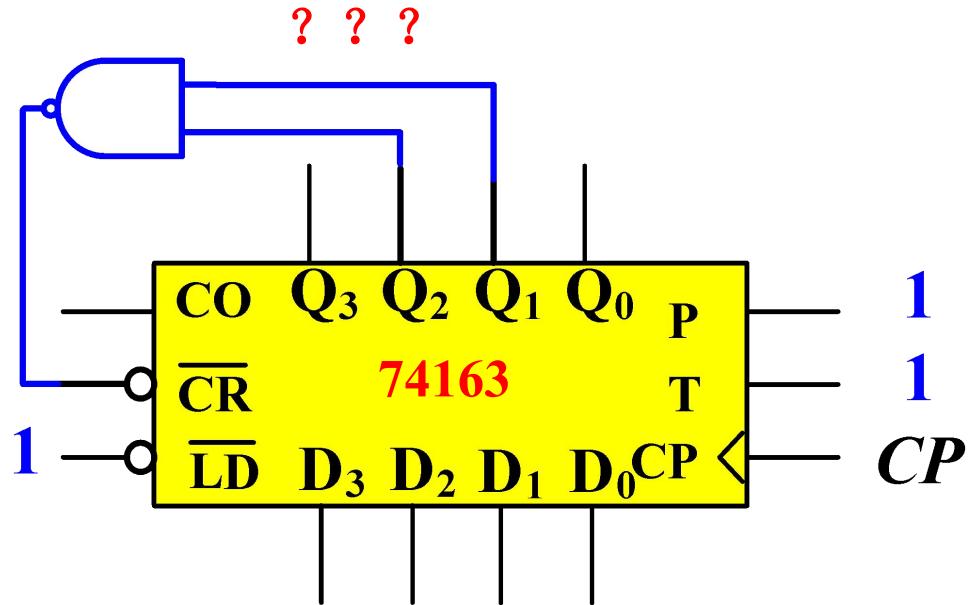
正确

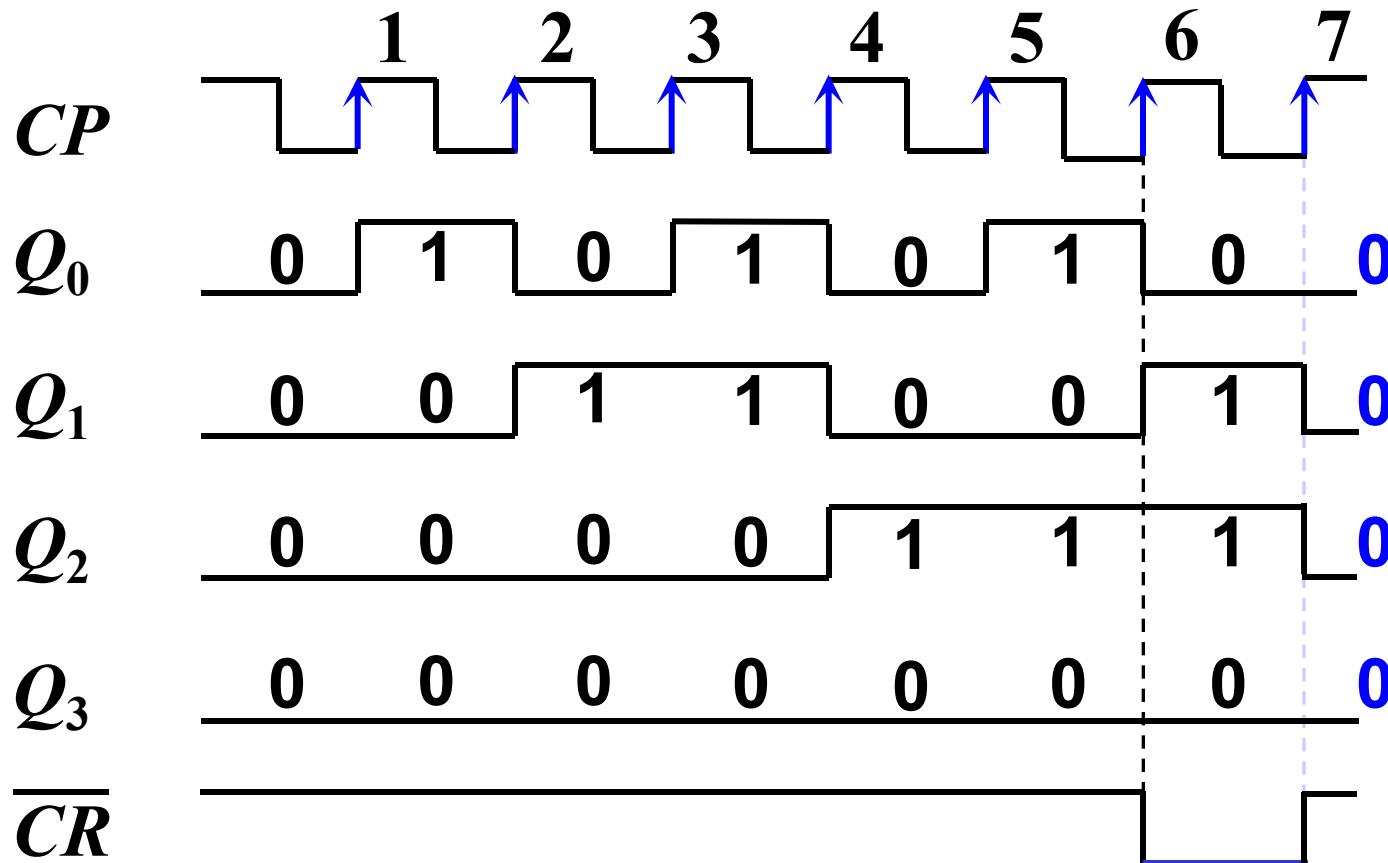


错误

提交

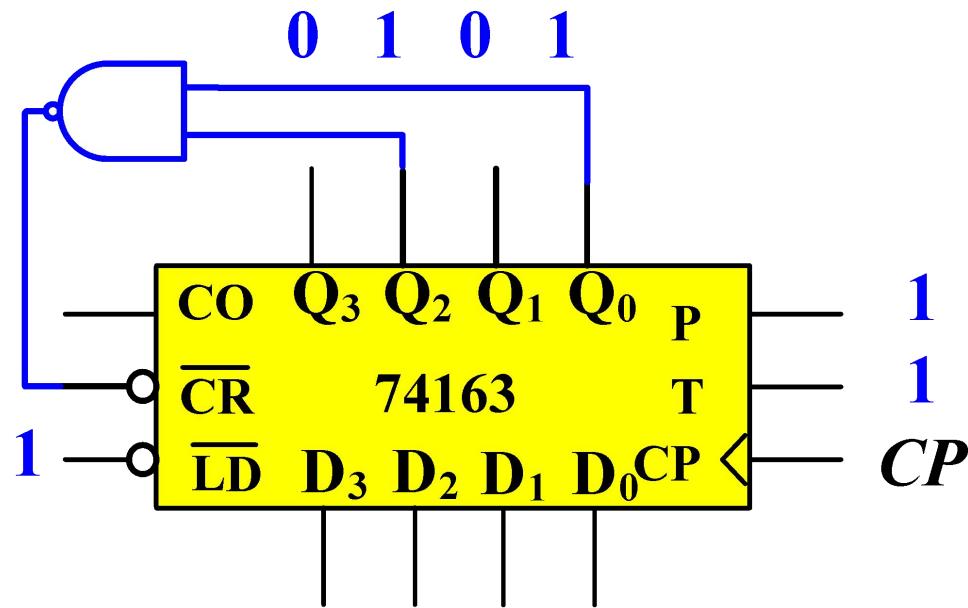
例2 试用74163用清零法设计 $M = 6$ 的计数器。





**注意：**74163同步清零，反馈状态不能用0110。

解：74163为同步清零方式，反馈状态为 $S_5$ ，  
即 $(0101)_2$ 。电路图如下所示：



4.用异步复0法设计模 $M$ 计数器，该计数器的反馈状态是\_\_\_\_\_。

- A  $S_0$
- B  $S_{M-1}$
- C  $S_M$
- D  $S_{M+1}$

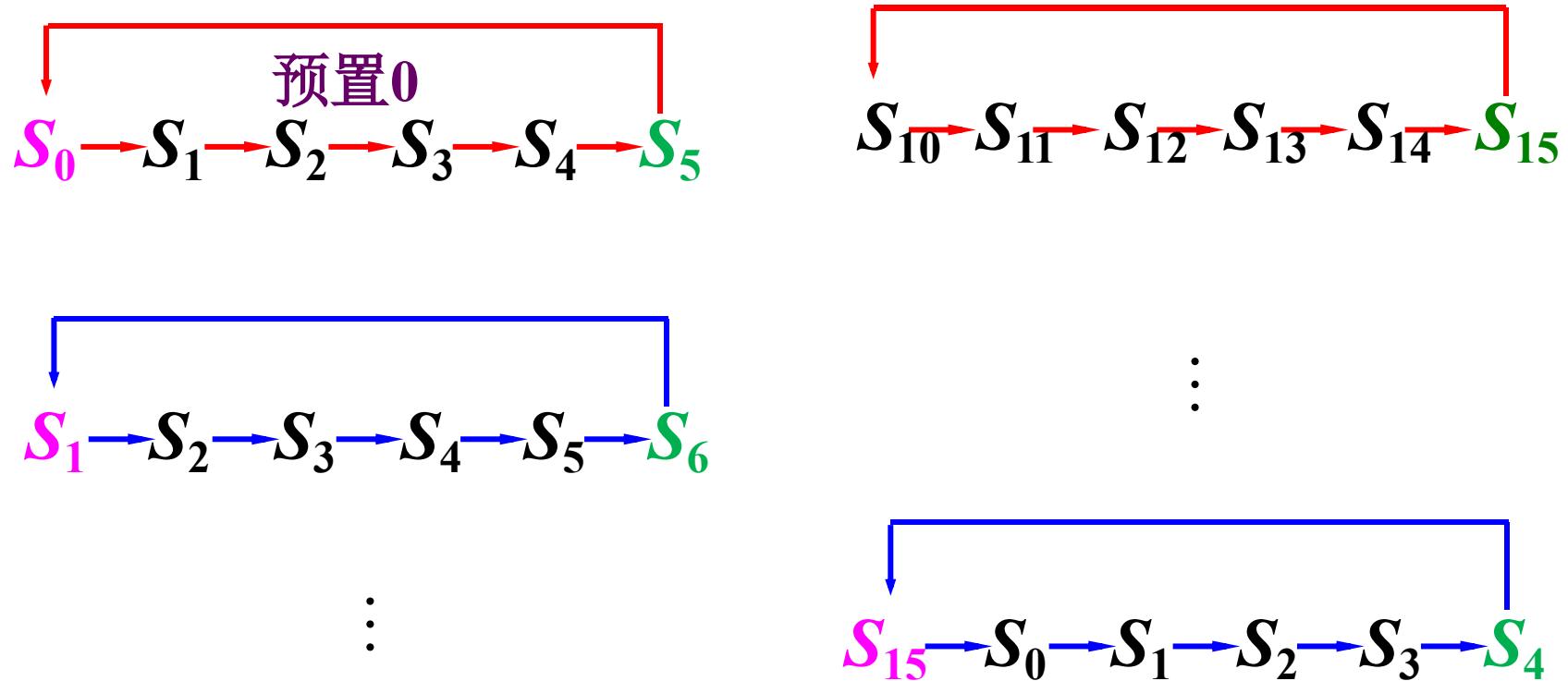
提交

5.用同步复0法设计模 $M$ 计数器，该计数器的反馈状态是\_\_\_\_\_。

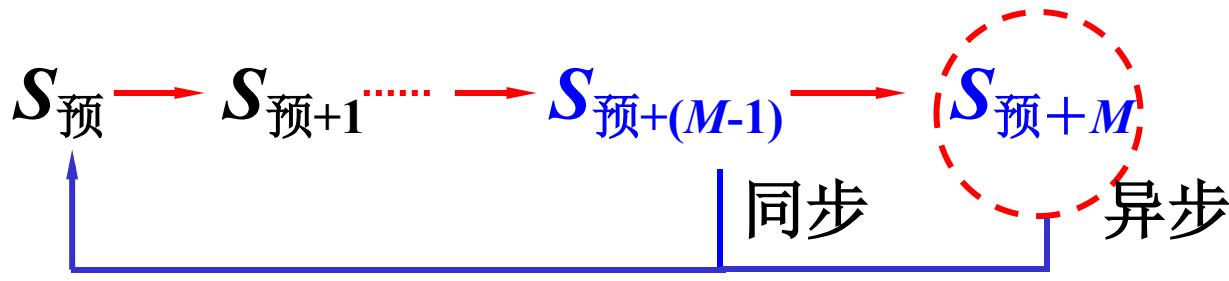
- A  $S_0$
- B  $S_{M-1}$
- C  $S_M$
- D  $S_{M+1}$

提交

## b. 置数法（利用置数控制端，并行输入端）



用74161用置数法实现 $M=6$ 计数器

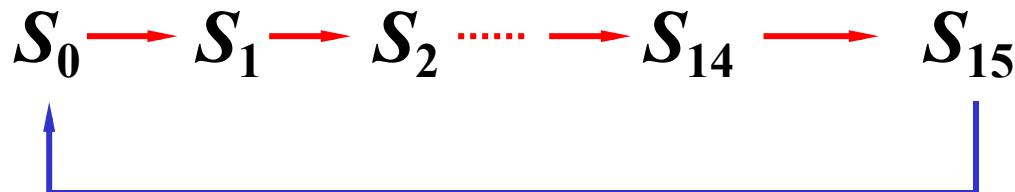


涉及置数、计数工作模式

**【概念】模N相加——“和” /N，取“余数”**

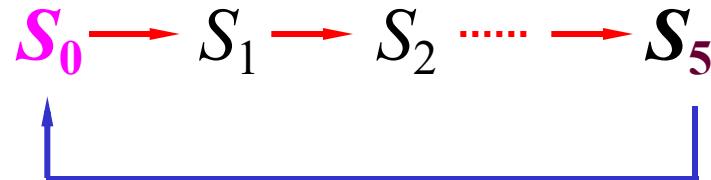
例如：模 $N=16$ ，求 $15+2$ 的模16结果。

则  $(15+2)\text{Mod } 16 = 1$



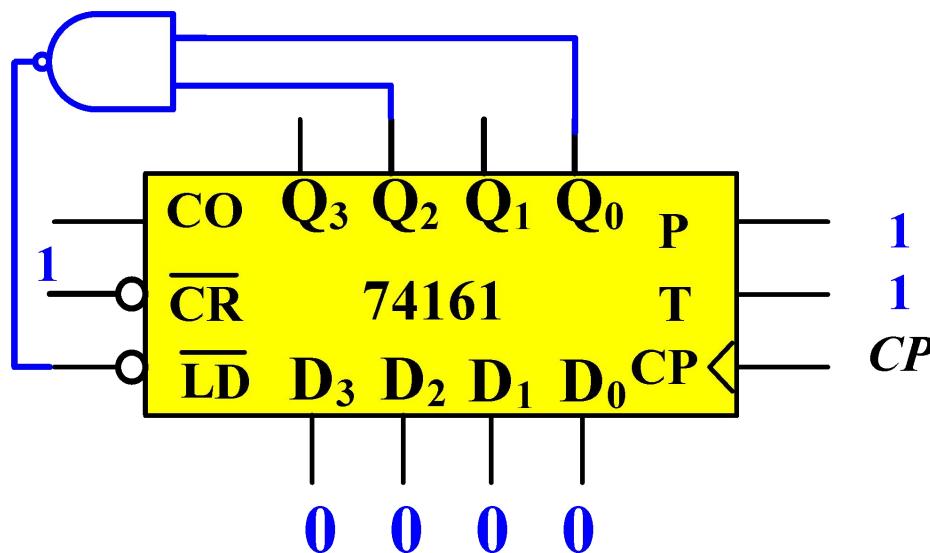
例5.3.4 试用74161用置零数法设计 $M = 6$ 的计数器。

解：用置零方式

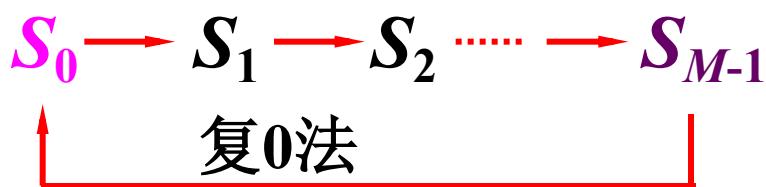


反馈状态为  $S_5$ , 即  $(0\textcolor{red}{1}0\textcolor{red}{1})_2$

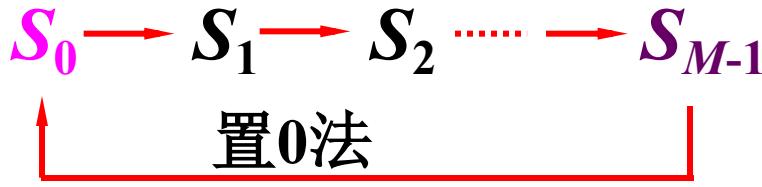
电路图如图5.3.21所示。



# 用MSI计数器构成任意进制计数器方法总结



(1)确定起始状态



(2)确定反馈状态

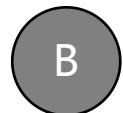
(3)设计反馈引导电路

- ①利用反馈状态中为1输出端  
或者
- ②利用反馈状态中全部输出端

6. 基于74161用预置数法设计模6计数器，预置数可为任意值。



正确



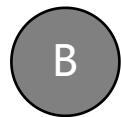
错误

提交

7. 基于74161用预置数法设计的模6计数器有自启动性。



正确



错误

提交

# 作业题

**5.3**

**5.14**