

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

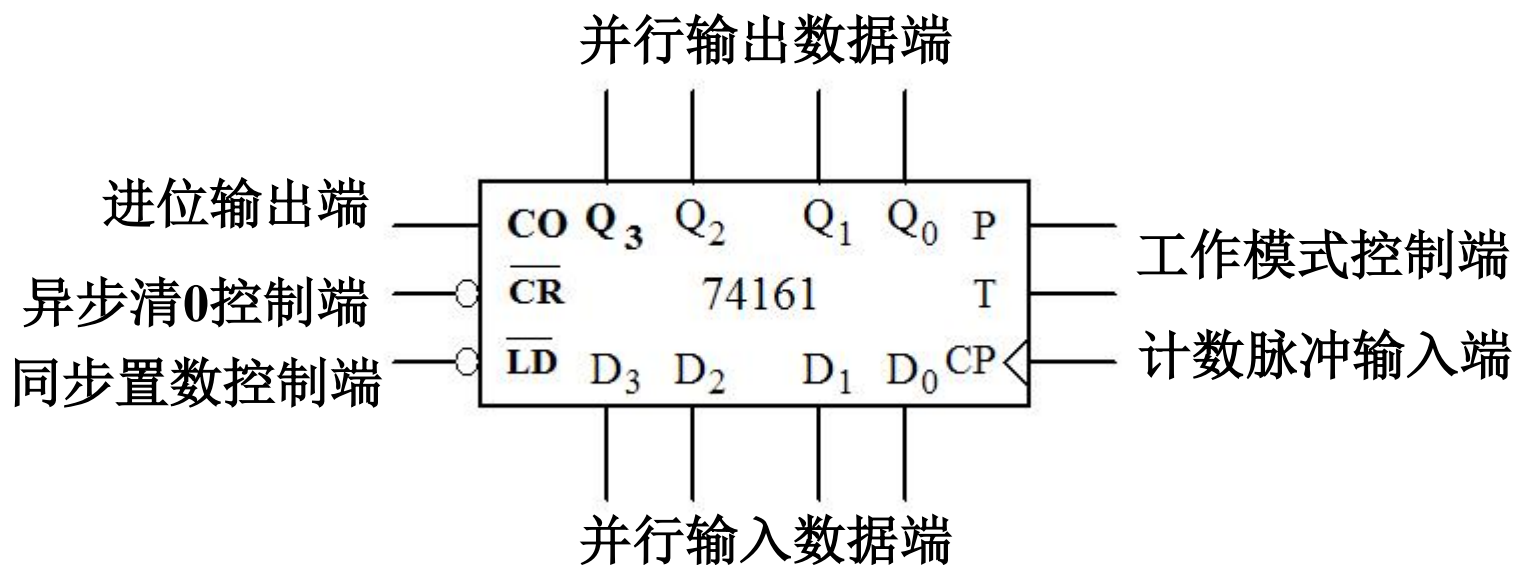


图5.3.15 74161 逻辑符号

(2) 功能表

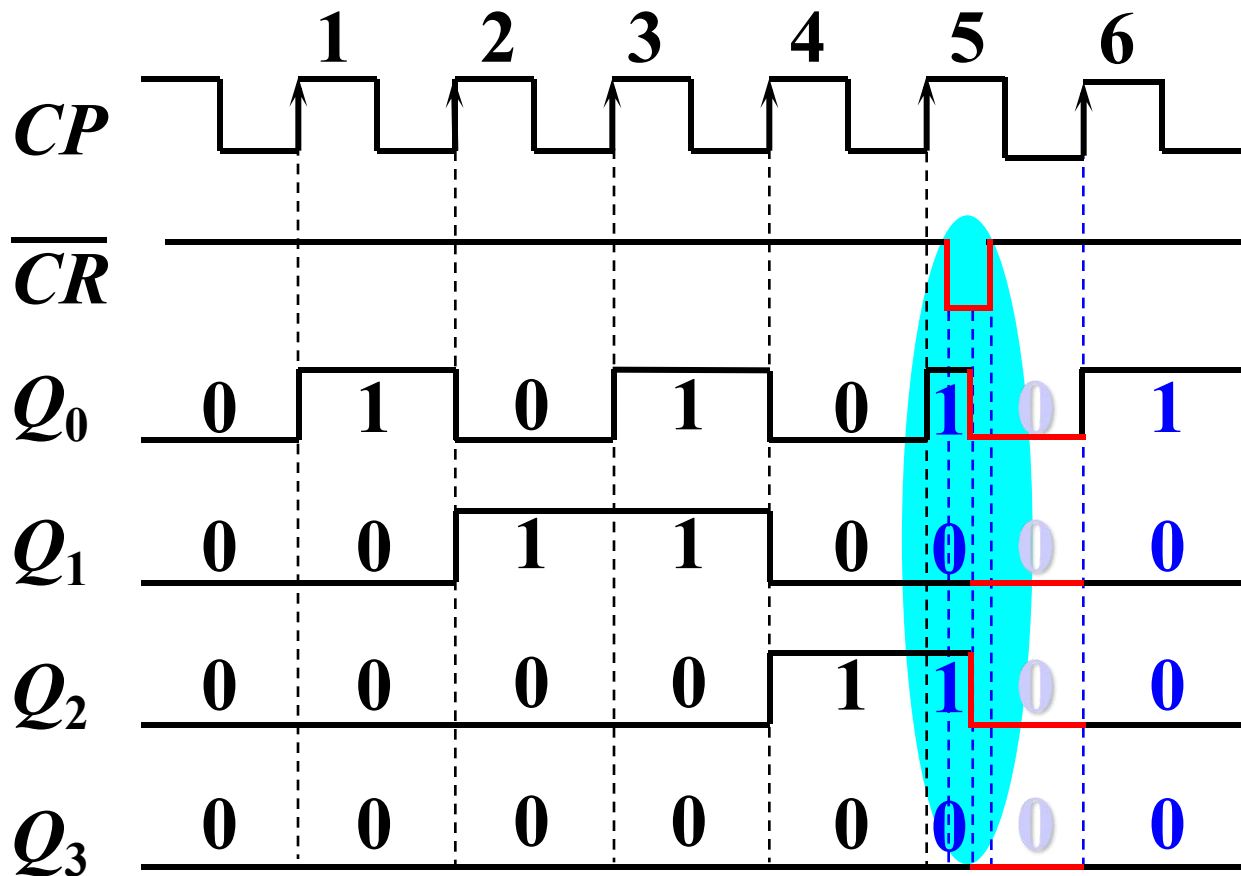
表5.3.7 74161 的功能表

\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	∅	∅	∅	∅	∅ ∅ ∅ ∅	0 0 0 0	异步清除
1	0	∅	∅	↑	d ₃ d ₂ d ₁ d ₀	d ₃ d ₂ d ₁ d ₀	同步并入
1	1	1	1	↑	∅ ∅ ∅ ∅	0000 ~ 1111	计数
1	1	0	1	∅	∅ ∅ ∅ ∅	Q ₃ ⁿ Q ₂ ⁿ Q ₁ ⁿ Q ₀ ⁿ CO ⁿ	保持
1	1	∅	0	∅	∅ ∅ ∅ ∅	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**→0000，0101是**暂态**。

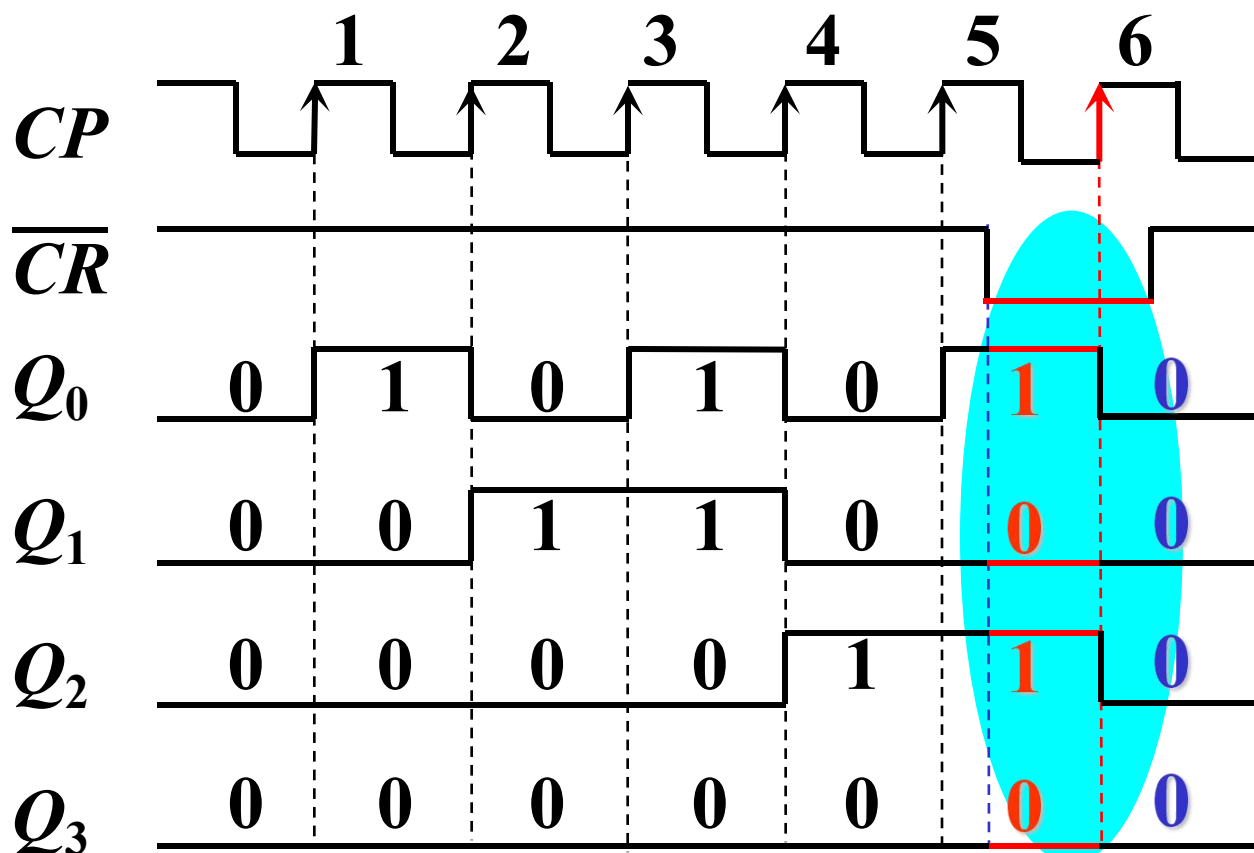
2. 74 LS163

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	∅	∅	∅	↑	∅ ∅ ∅ ∅	0 0 0 0	同步清除
1	0	∅	∅	↑	d ₃ d ₂ d ₁ d ₀	d ₃ d ₂ d ₁ d ₀	同步并入
1	1	1	1	↑	∅ ∅ ∅ ∅	0000 ~ 1111	计数
1 1		0	1	∅	∅ ∅ ∅ ∅	Q_3^n Q_2^n Q_1^n Q_0^n CO ⁿ	保持
1 1		∅	0	∅	∅ ∅ ∅ ∅	Q_3^n Q_2^n Q_1^n Q_0^n CO = 0	

$$CO = Q_3Q_2Q_1Q_0T$$

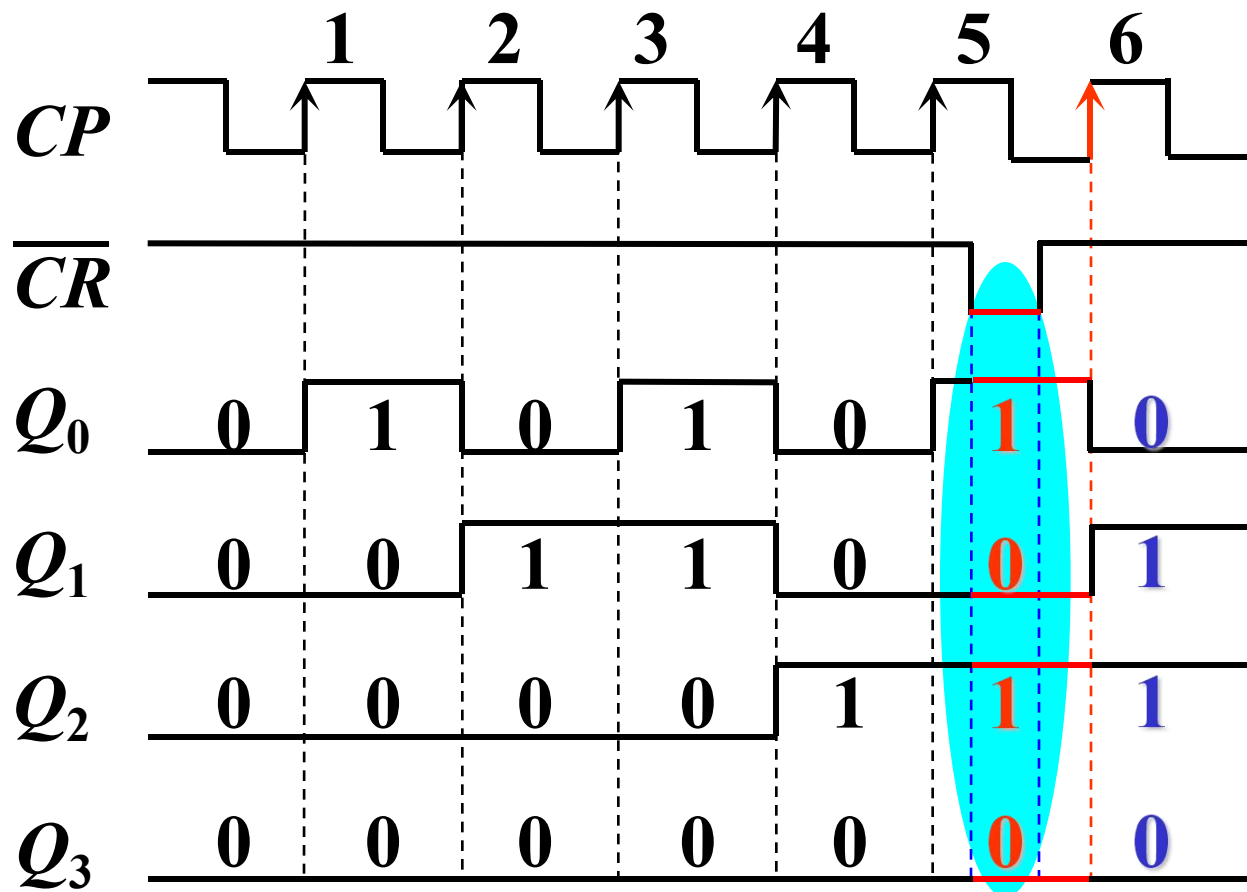
若清零信号持续时间小于一个CP周期，是否能够清零？



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**→0000，0101是**稳态**。

74163

不能清0



74163同步清零示例： \overline{CR} 出现, CP ↑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 \sim 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

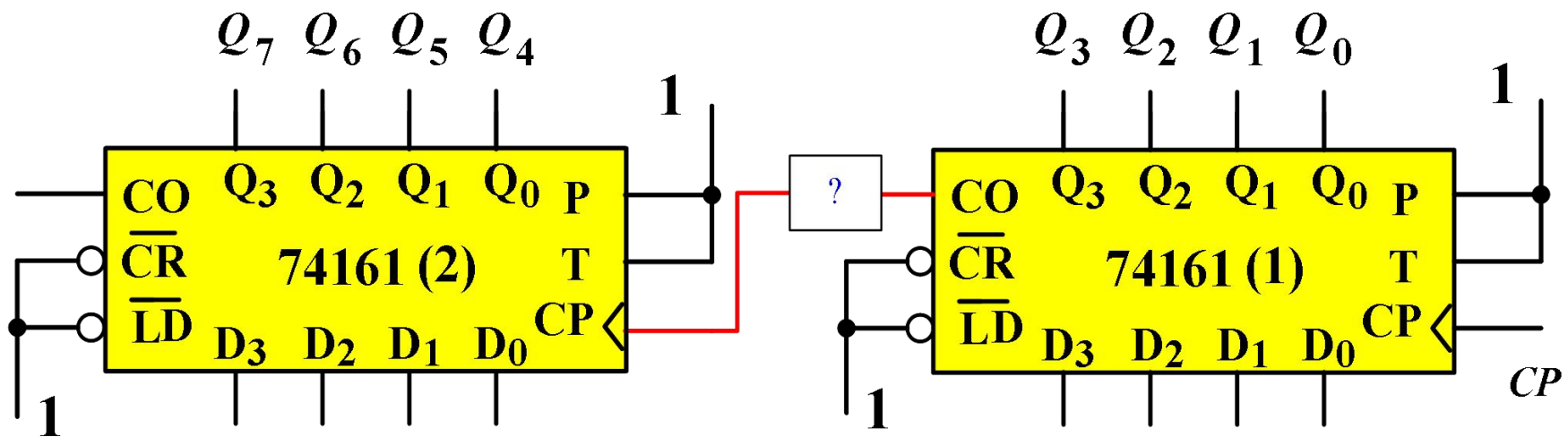
提交

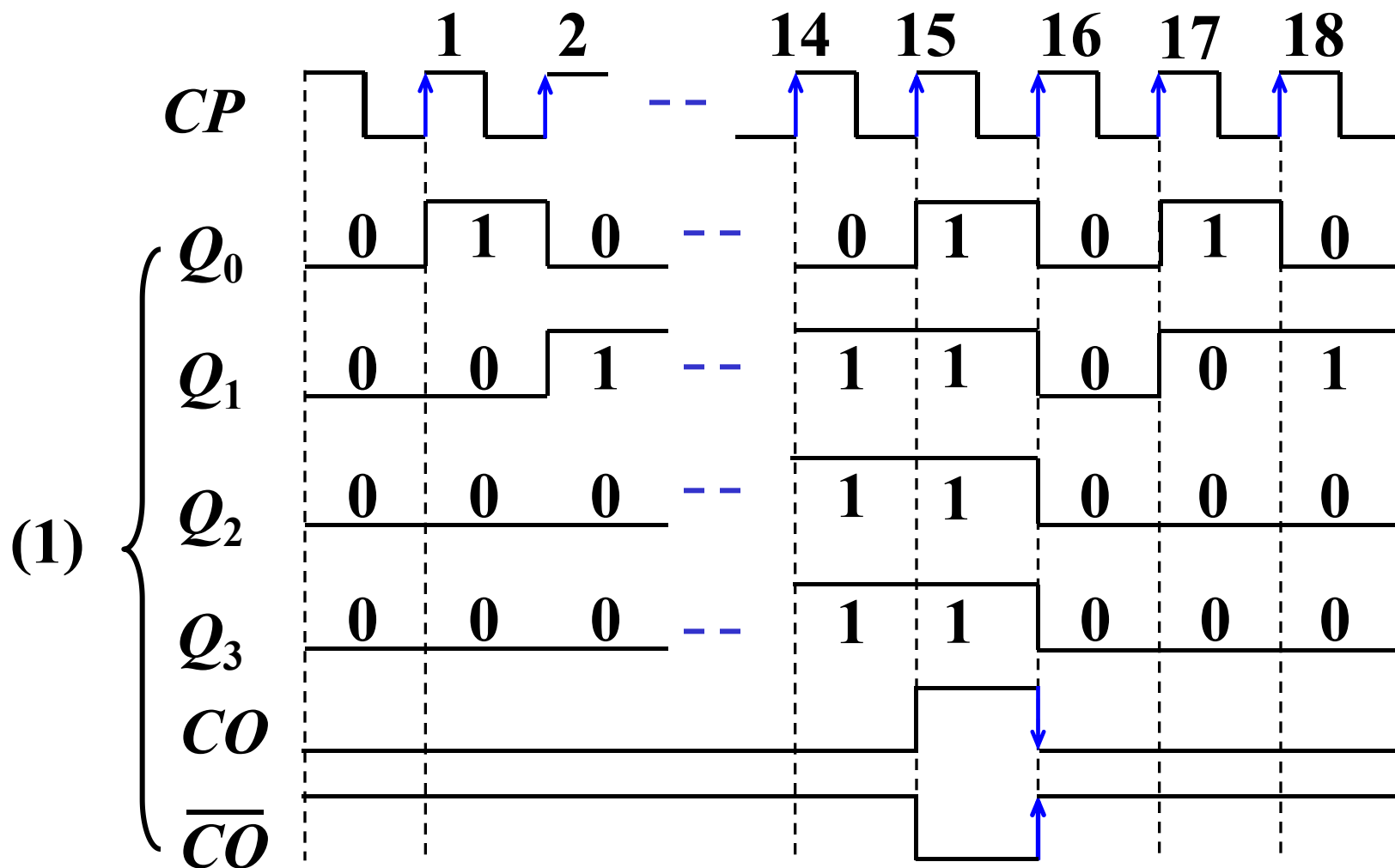
4. MSI同步计数器应用

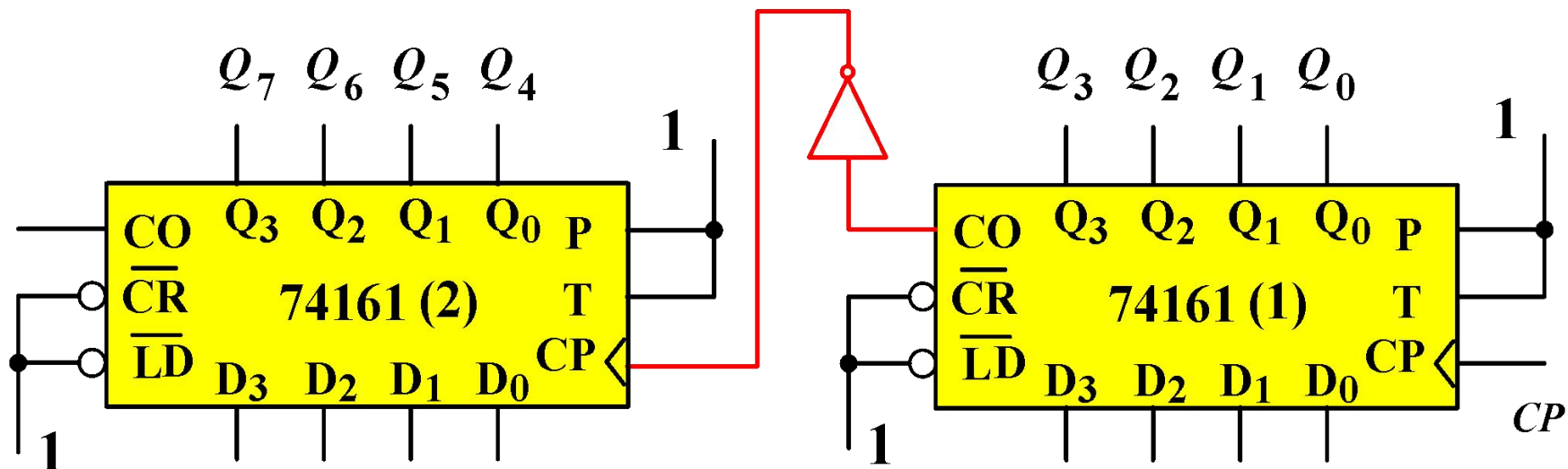
(1) 级联

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





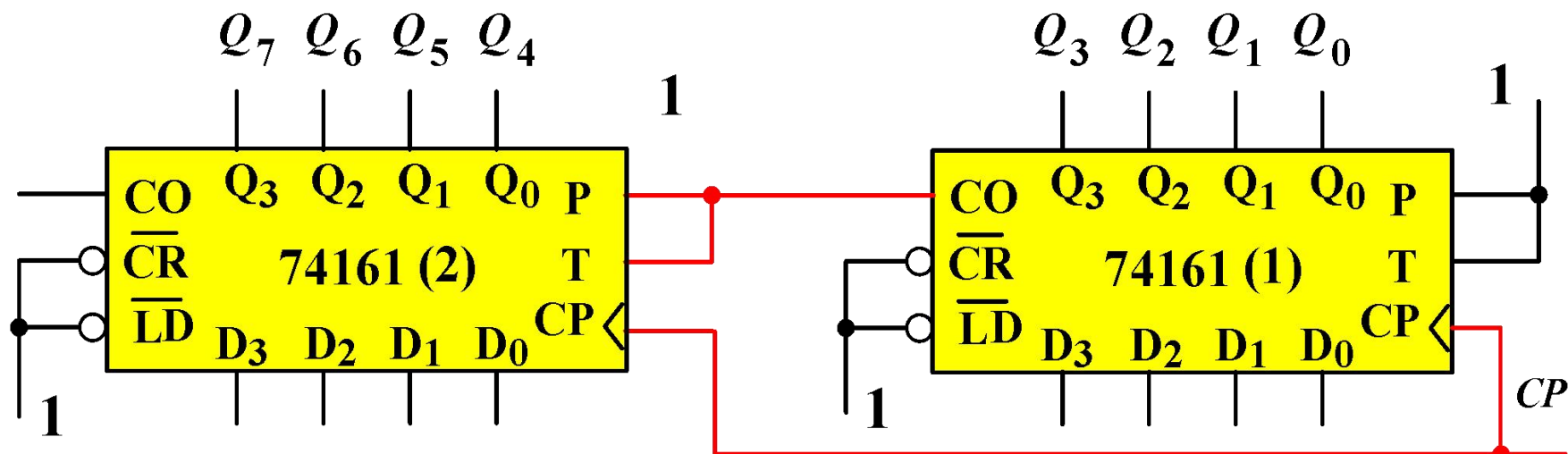


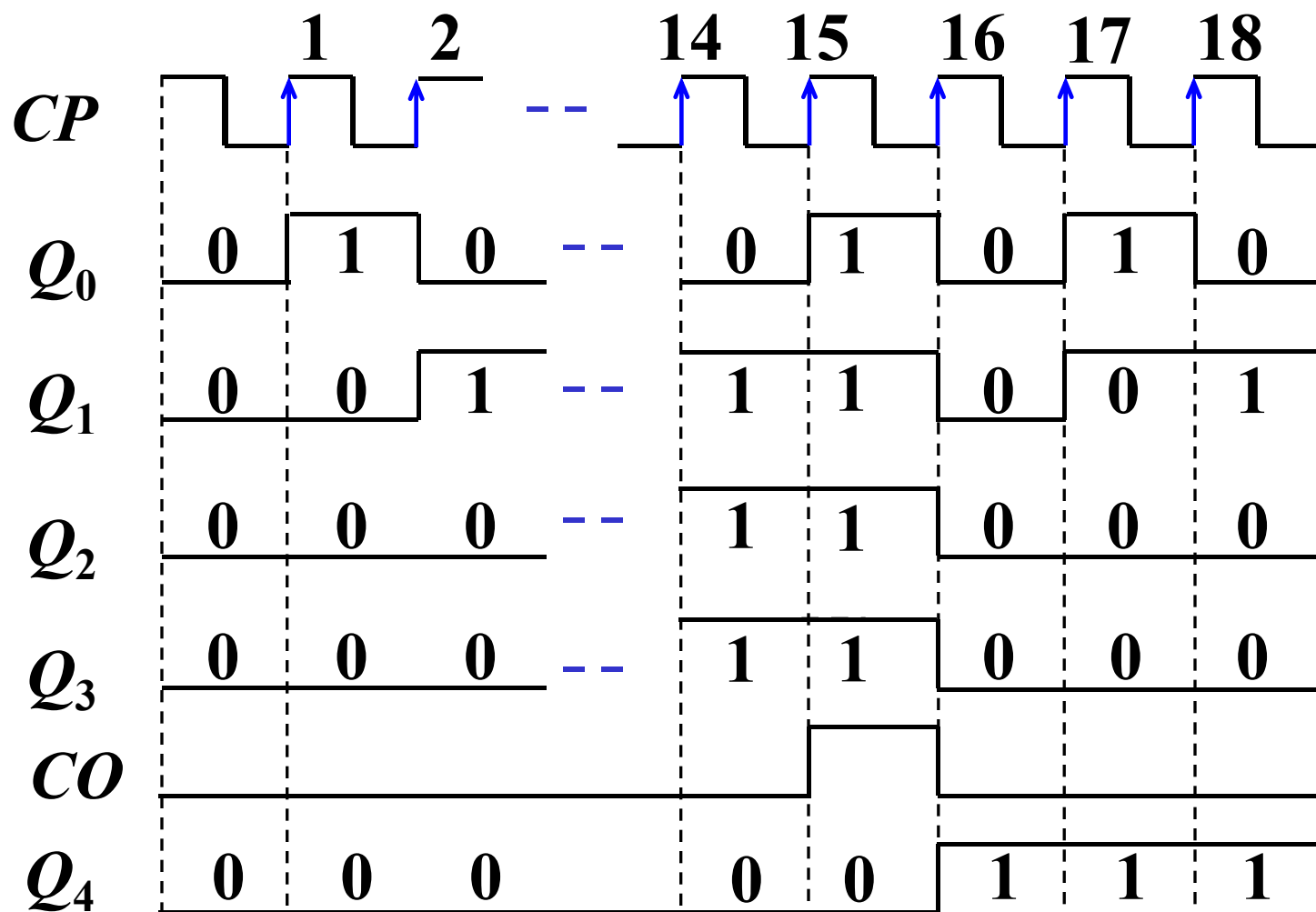
0	0	0	0	}	16个
0	0	0	0		
⋮					
0	0	0	0	}	16个
0	0	0	1		
⋮					
1	1	1	1	}	16个
0	0	0	0		

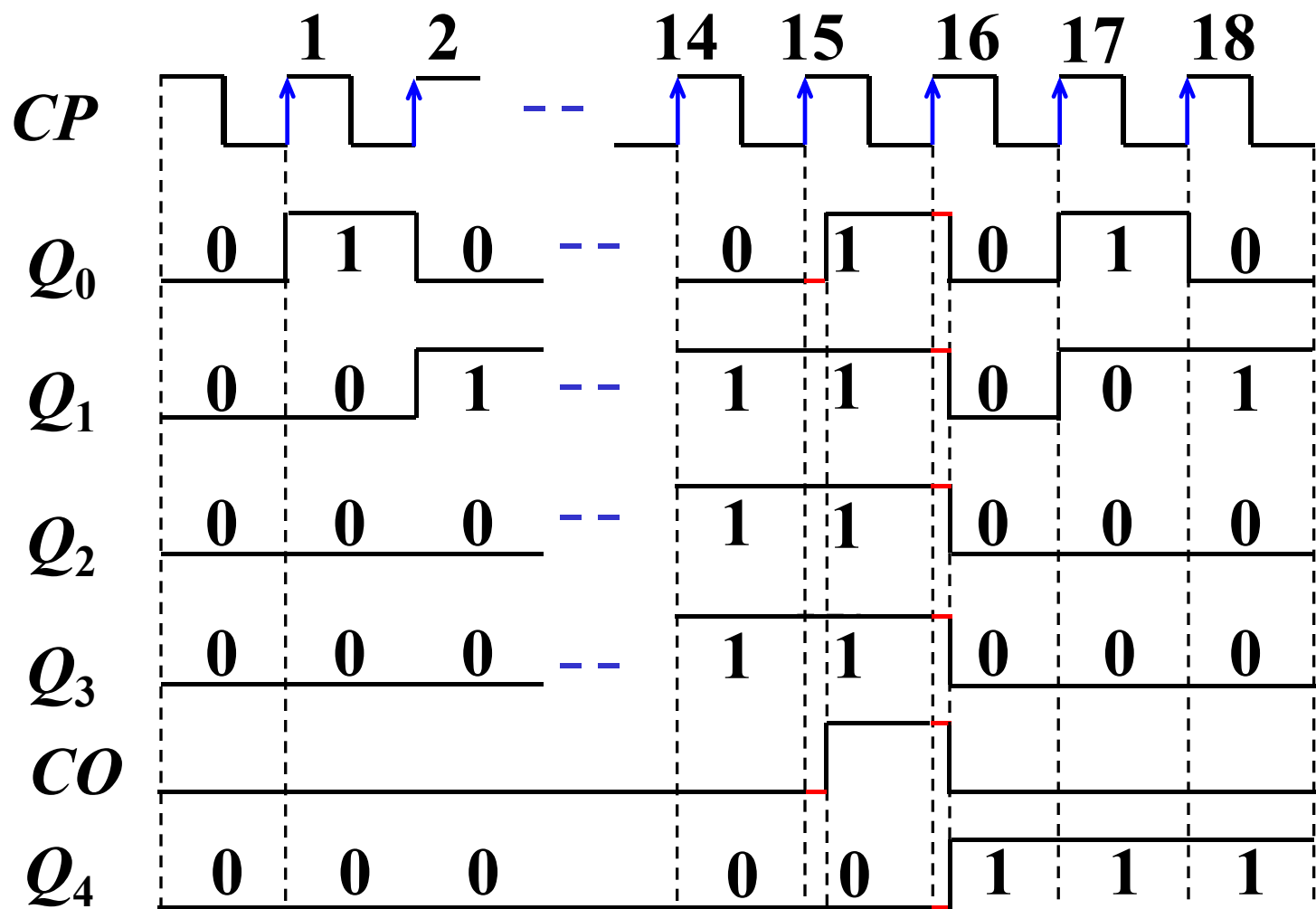
0	0	0	0
0	0	0	1
⋮			
1	1	1	1
0	0	0	0
⋮			
1	1	1	1
0	0	0	0

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



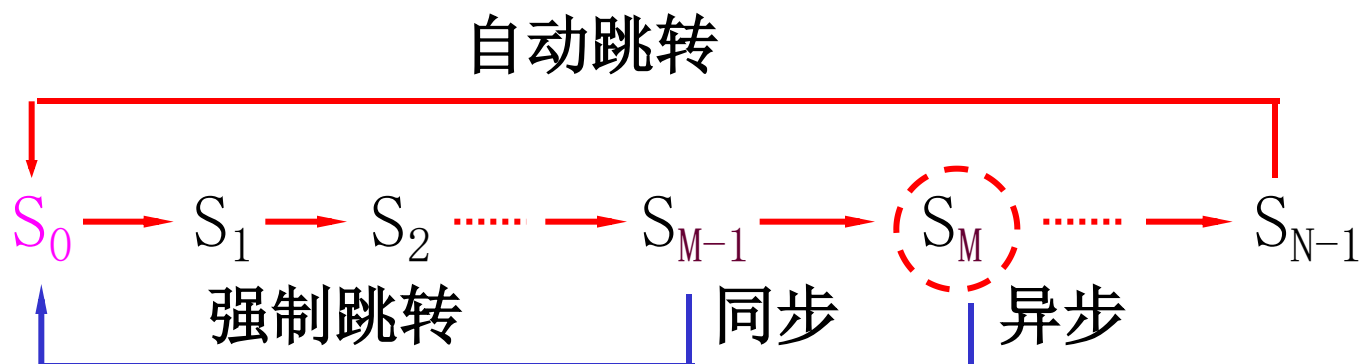




(2) 设计模长 $M < 16$ 的任意进制计数器

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 $(0\mathbf{11}0)_2$

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

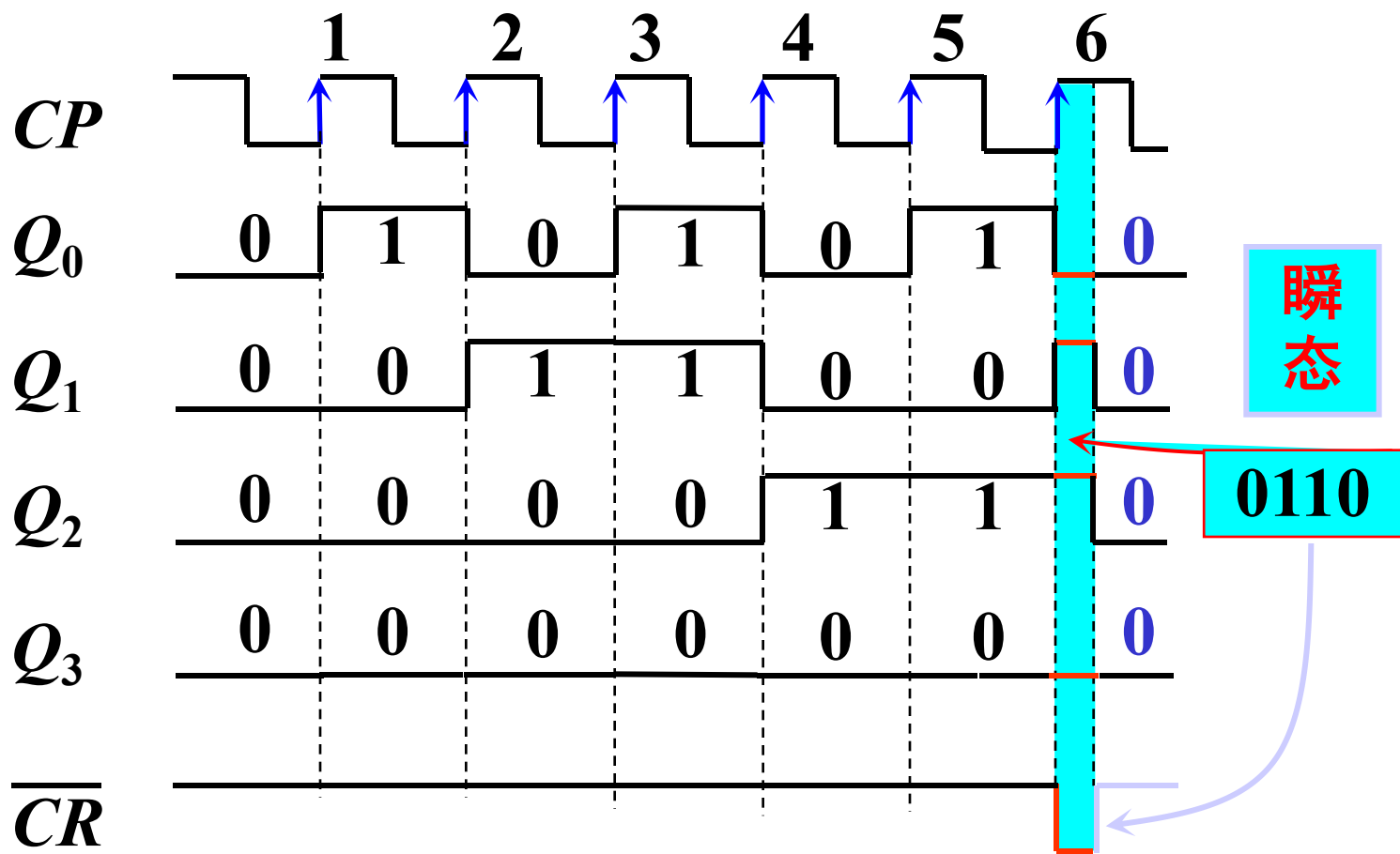


图5.3.19 异步清零工作波形图

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	ϕ	ϕ

1	1	1	1	ϕ	ϕ

根据反馈状态设计反馈引导门

$Q_1 Q_0$		00	01	11	10
$Q_3 Q_2$	00	0	0	0	0
	01	0	0	ϕ	1
	11	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ
	10	ϕ	ϕ	ϕ	ϕ

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

电路图如下所示。

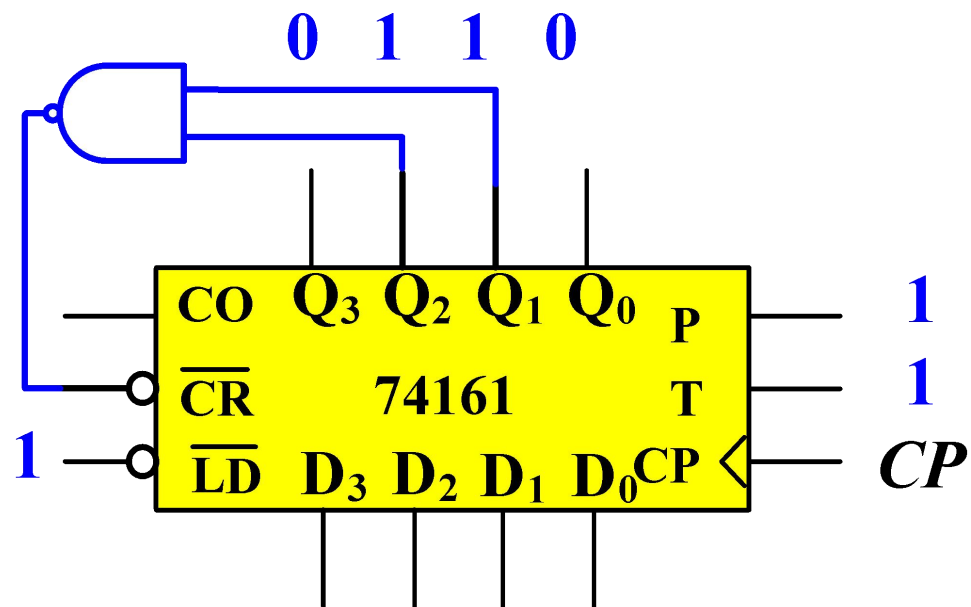
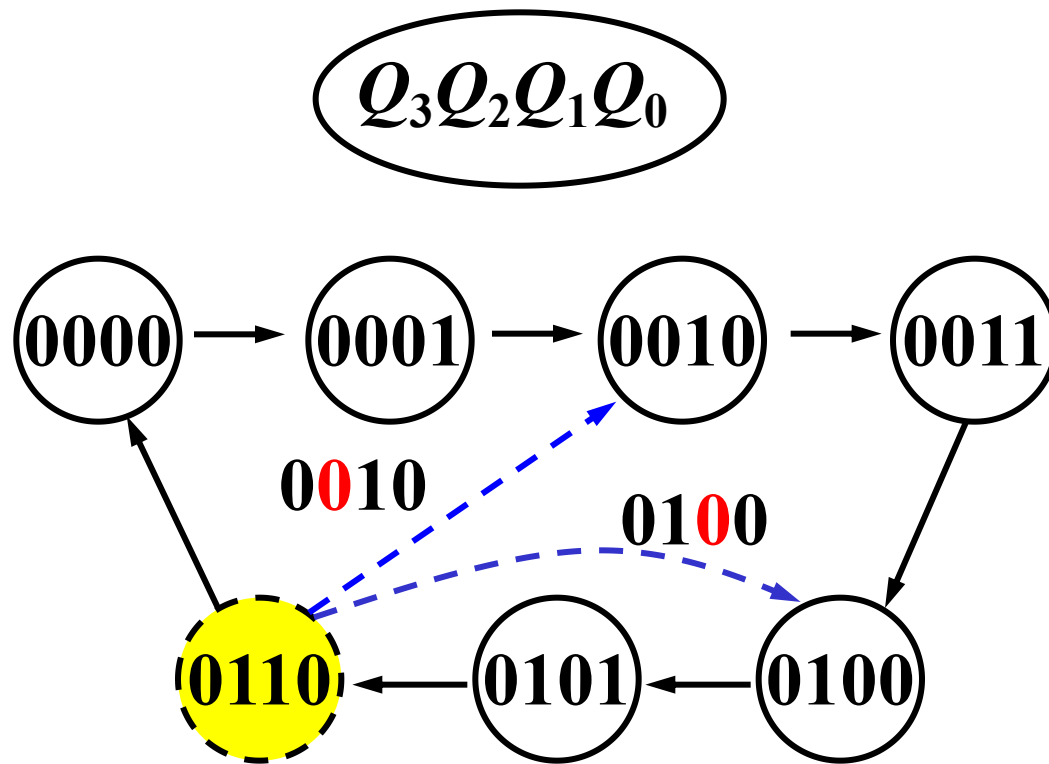


图5.3.18 异步清零法实现模6计数器

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

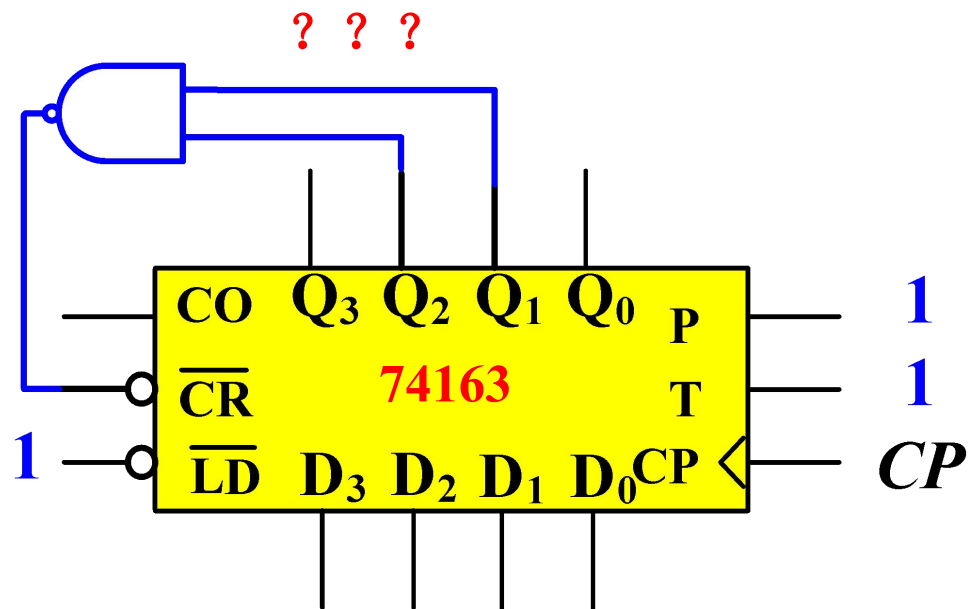
3.基于74161用复0法设计的模6计数器有自启动性。

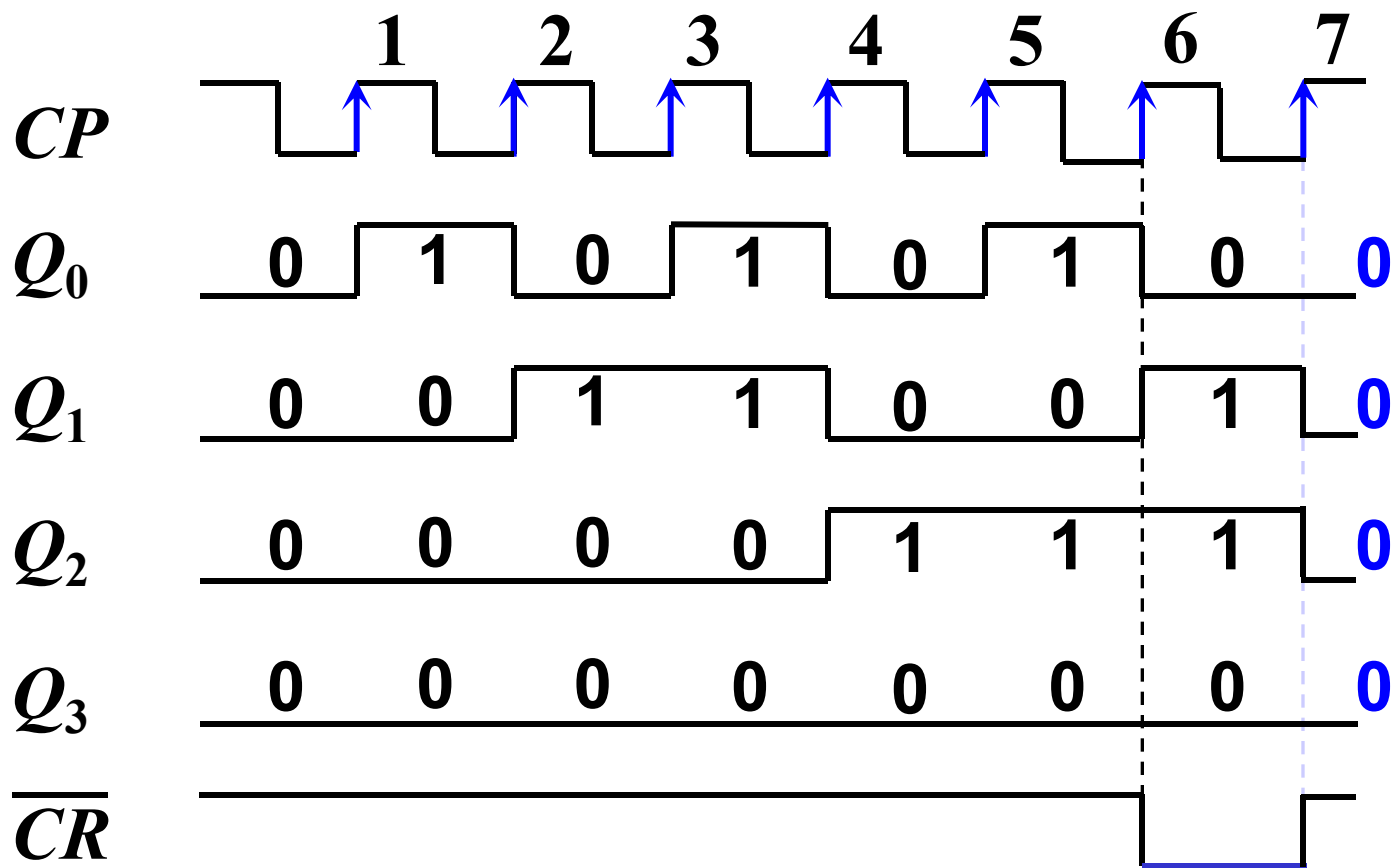
☒ A 正确

☐ B 错误

提交

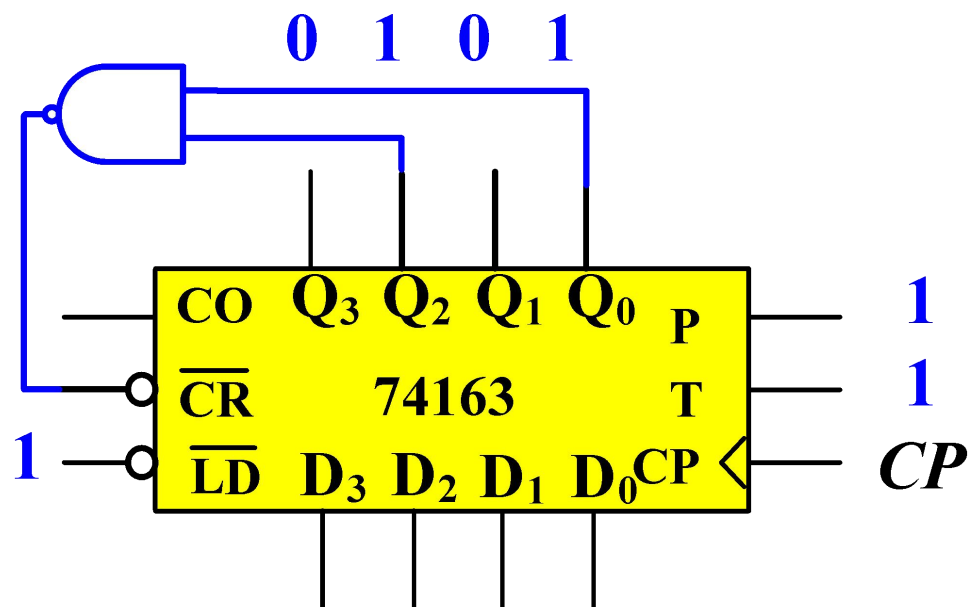
例2 试用74163用清零法设计 $M=6$ 的计数器。





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 $(0\mathbf{1}0\mathbf{1})_2$ 。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}

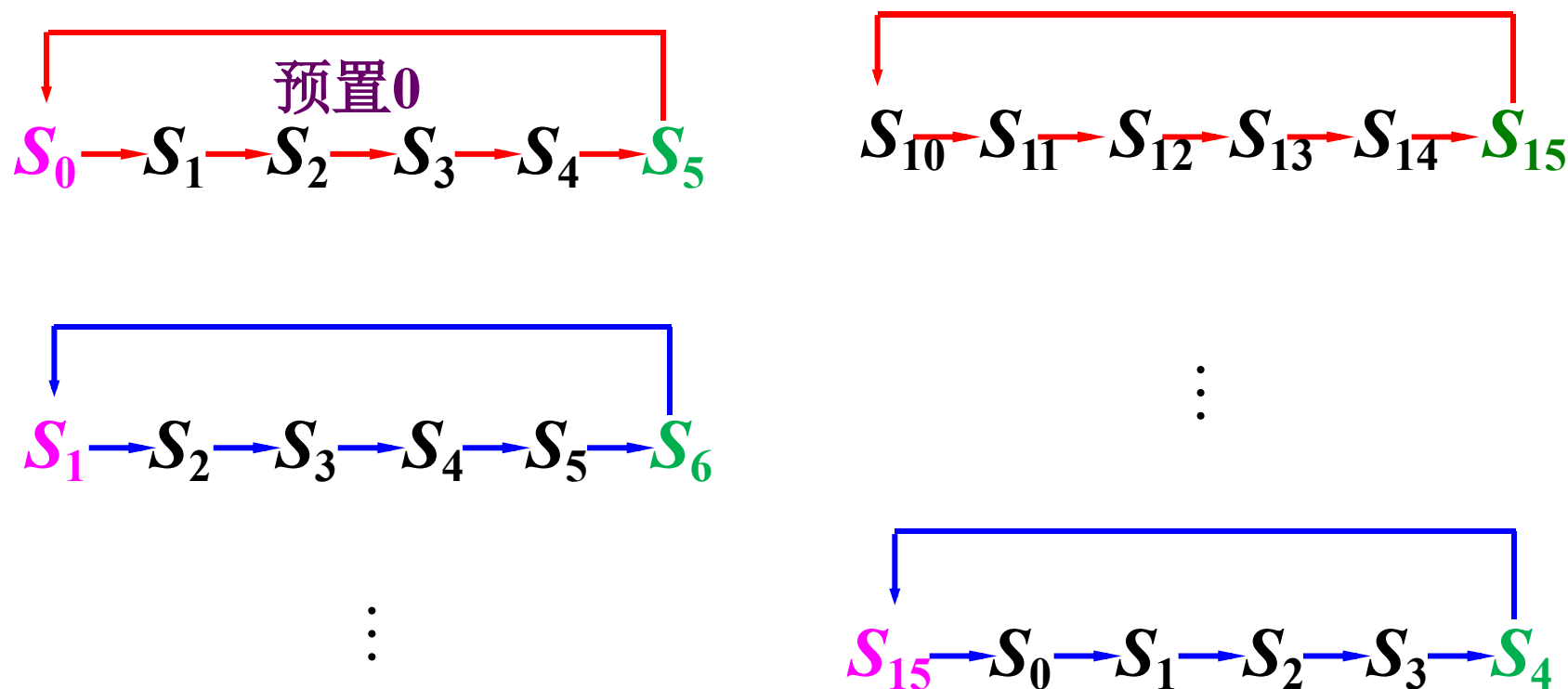
提交

5.用同步复0法设计模 M 计数器，该计数器的反馈状态是_____。

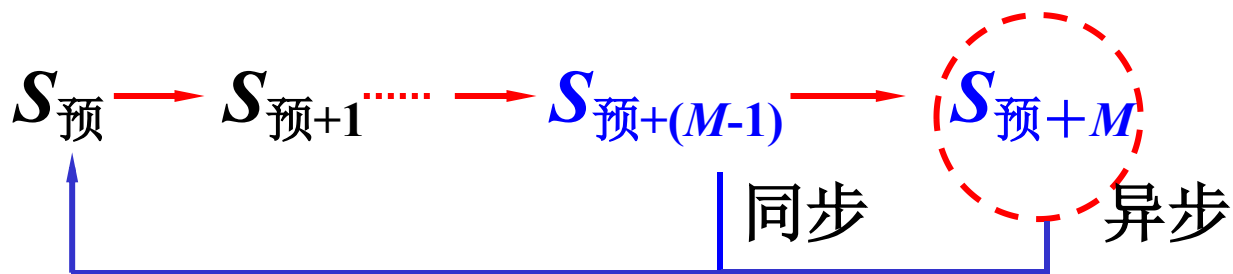
- ☐ A S_0
- ☒ B S_{M-1}
- ☐ C S_M
- ☐ D S_{M+1}

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

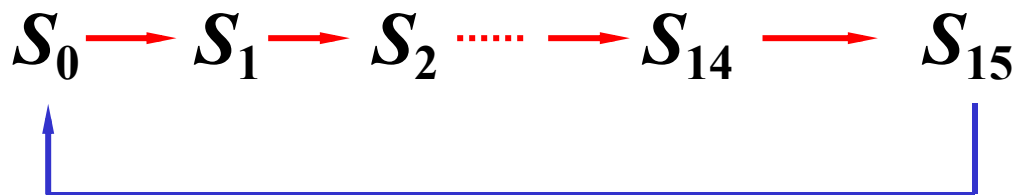


涉及置数、计数工作模式

【概念】模 N 相加——“和” $/N$ ，取“余数”

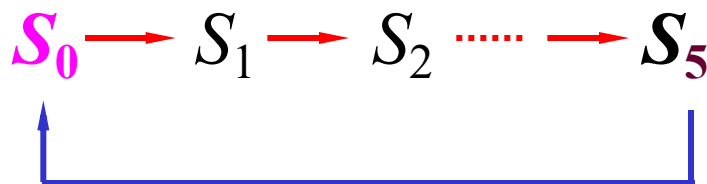
例如：模 $N=16$ ，求 $15+2$ 的模16结果。

则 $(15+2) \text{Mod } 16 = 1$



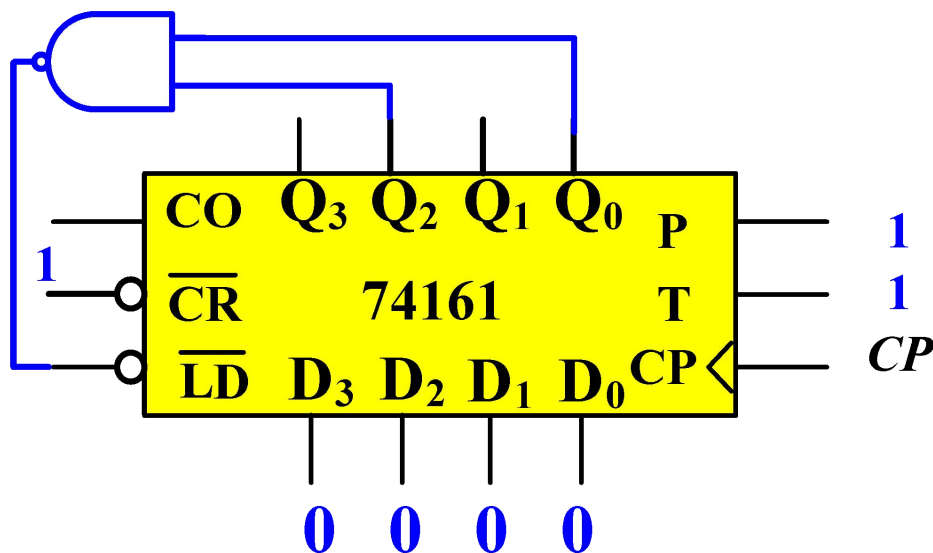
例5.3.4 试用74161用置零数法设计 $M=6$ 的计数器。

解：用置零方式

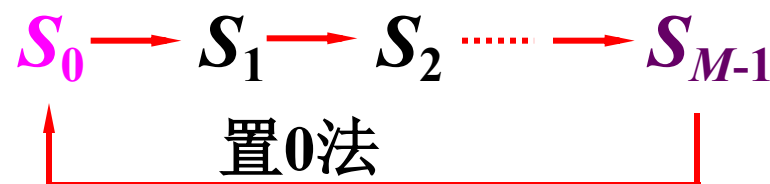
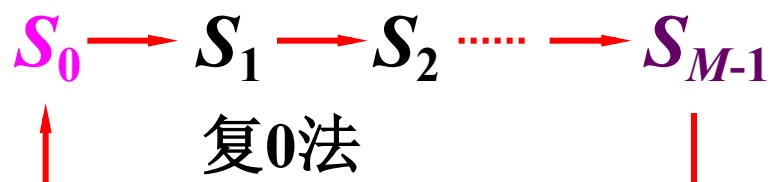


反馈状态为 S_5 ，即 $(0\mathbf{1}0\mathbf{1})_2$

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

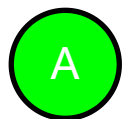
(2)确定反馈状态

(3)设计反馈引导电路

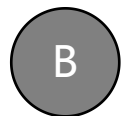
①利用反馈状态中为1输出端
或者

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。

☒ A 正确

☐ B 错误

提交

作业题

5.3

5.14