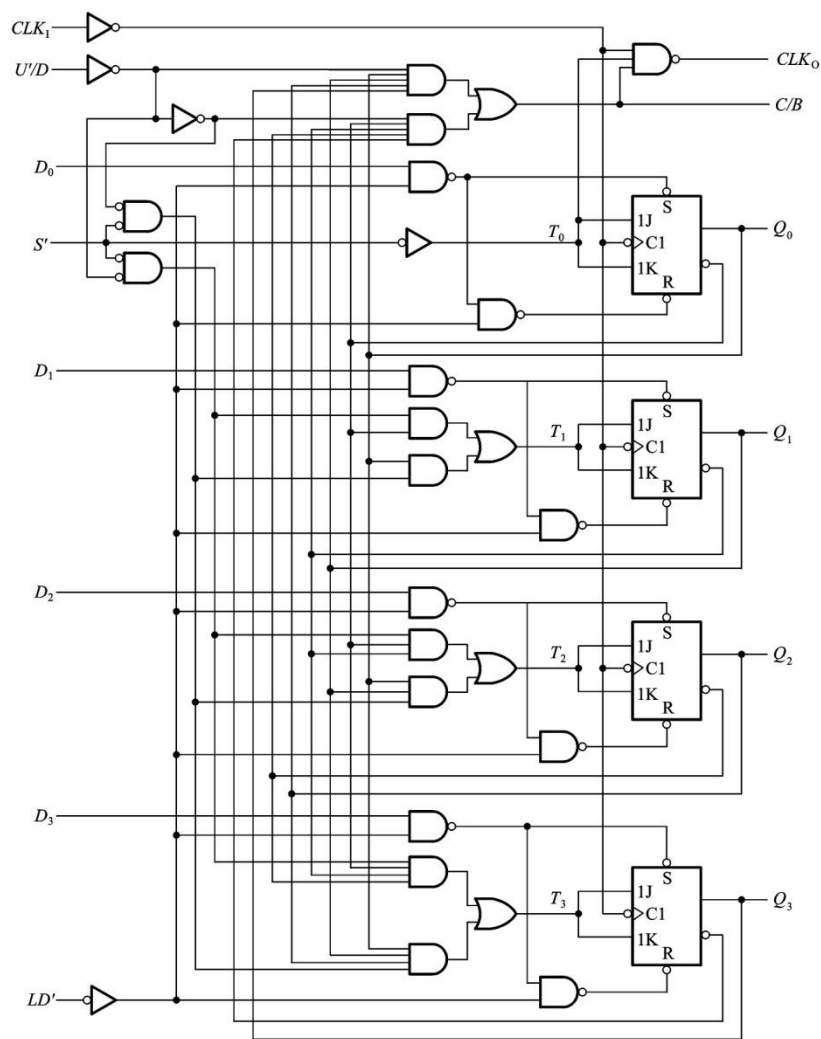


第六章 时序逻辑电路

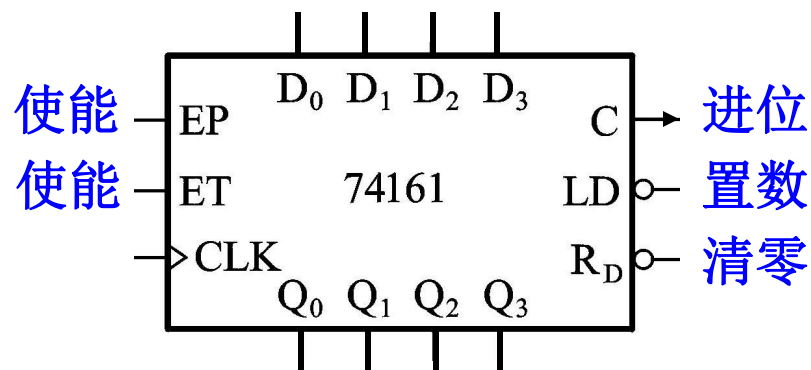
主要要求：

- 熟练掌握时序逻辑电路的描述方法；
- 掌握时序逻辑电路的分析、设计；
- 掌握寄存器计数器等典型时序逻辑部件的功能和应用。

器件实例： 74LS161 4位同步二进制计数器

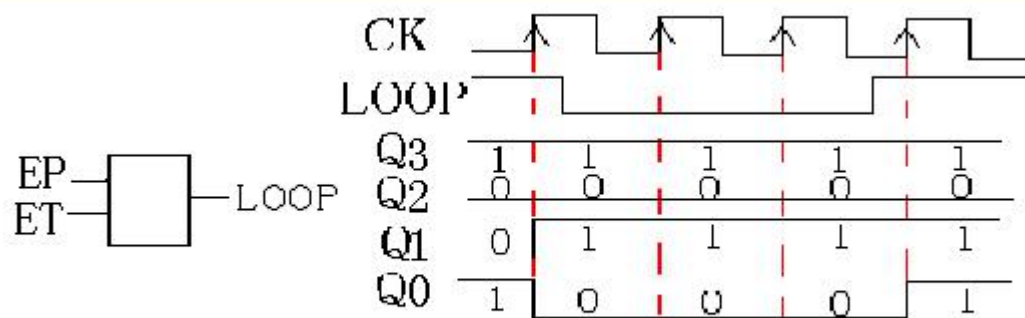
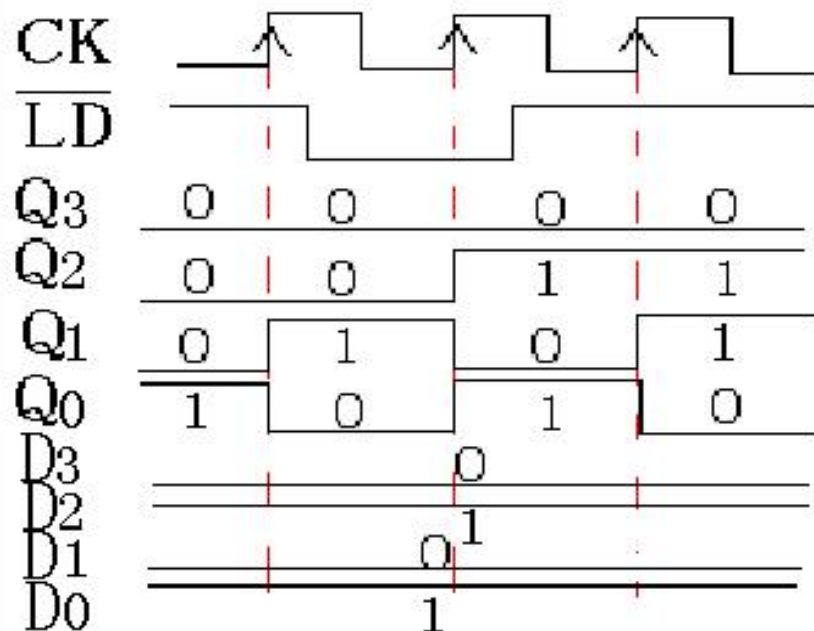
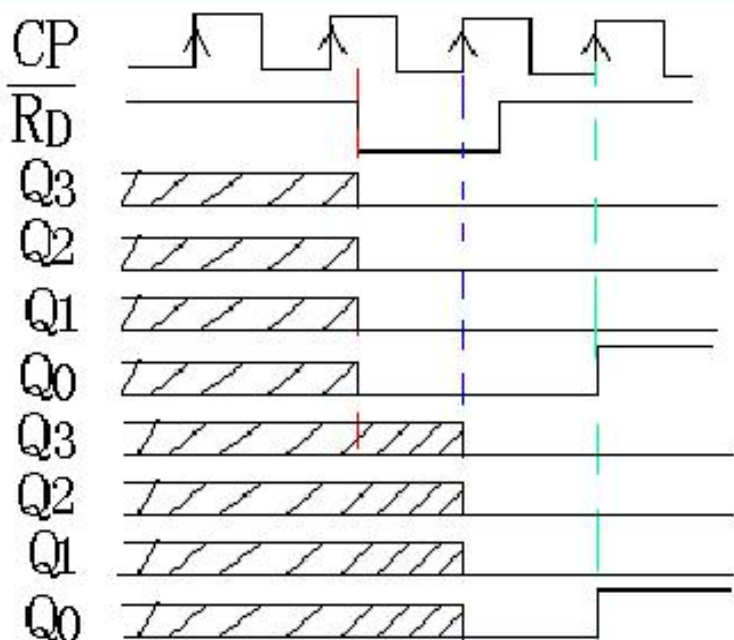


6-3-16



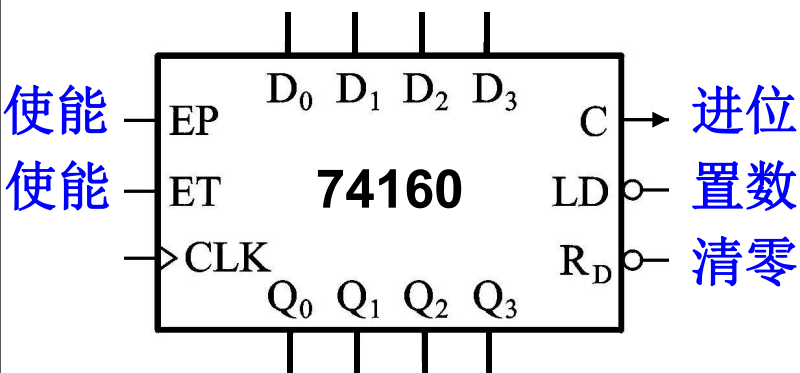
CLK	R'_D	LD'	EP	ET	工作状态
X	0	X	X	X	置 0 (异步)
\uparrow	1	0	X	X	预置数 (同步)
X	1	1	0	1	保持 (包括C)
X	1	1	X	0	保持 (C=0)
\uparrow	1	1	1	1	计数

四位二进制同步计数器



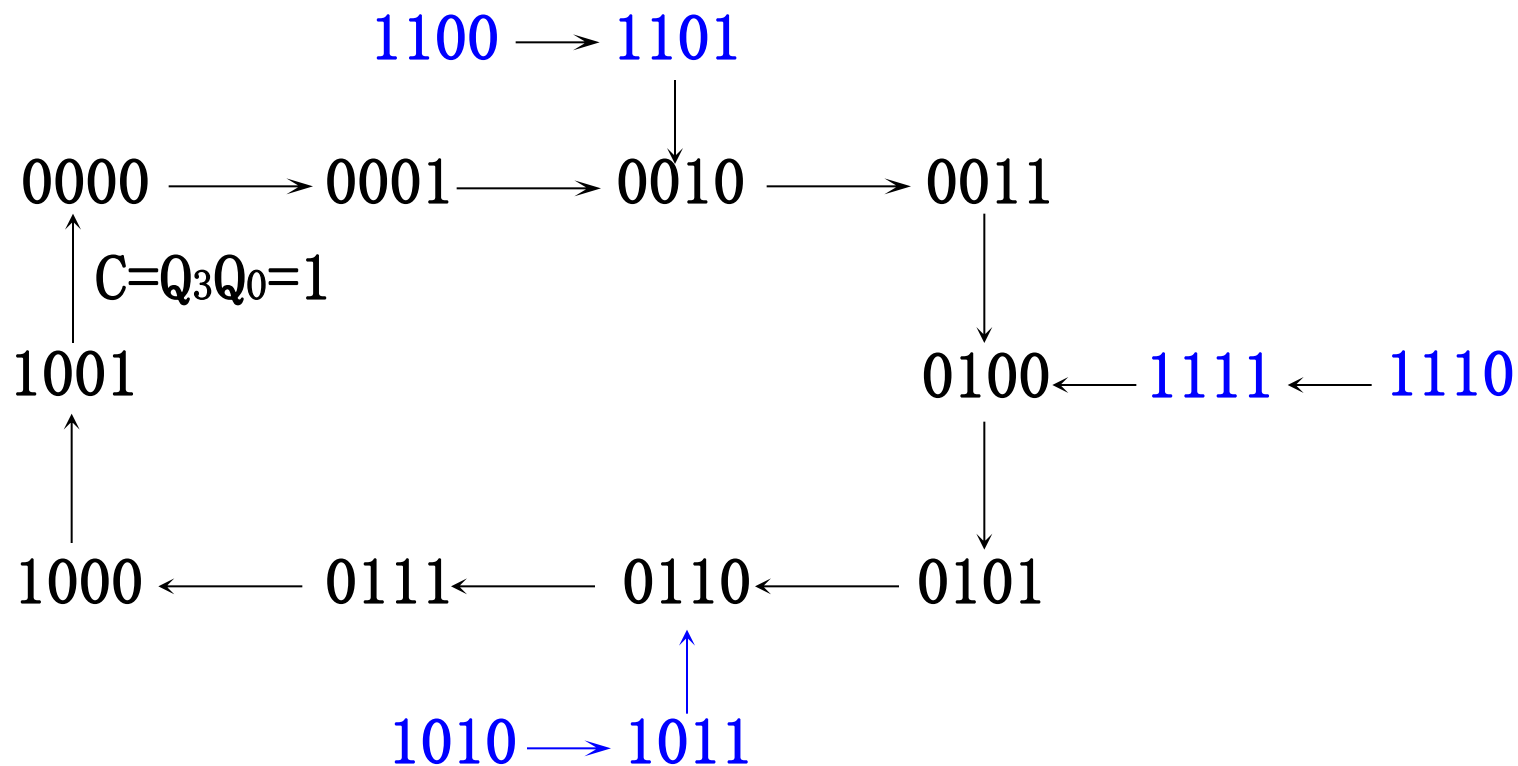
器件实例： 74LS160 4位同步十进制计数器

- 集成同步十进制加法计数器74LS160。电路框图、功能表和74LS161相同，但输出只有0000—1001十个稳定状态。



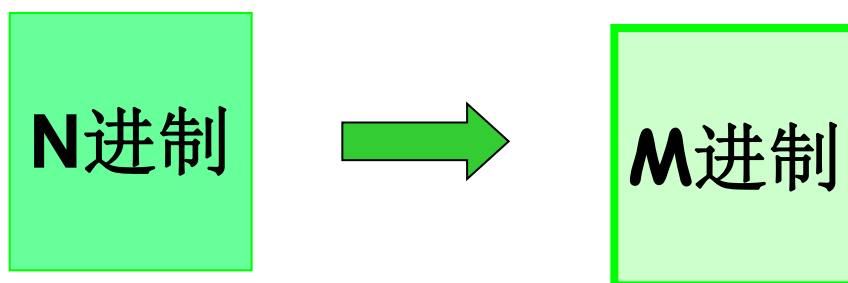
CLK	R'_D	LD'	EP	ET	工作状态
X	0	X	X	X	置 0（异步）
	1	0	X	X	预置数（同步）
X	1	1	0	1	保持（包括C）
X	1	1	X	0	保持（C=0）
	1	1	1	1	计数

74LS160的状态转换图 ($Q_3Q_2Q_1Q_0$)



三、任意进制计数器的构成方法

将已有的N进制芯片，组成M进制计数器，是常用的方法。



有两种情况：
$$\begin{cases} N > M \\ N < M \end{cases}$$

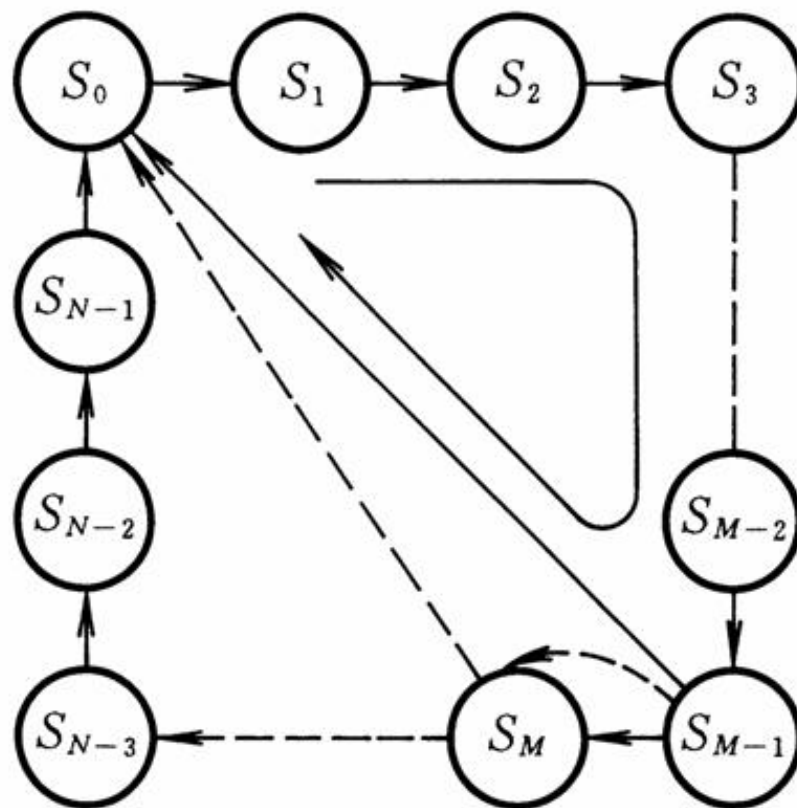
1、 $N > M$

原理：计数循环过程中设法跳过 $N-M$ 个状态。

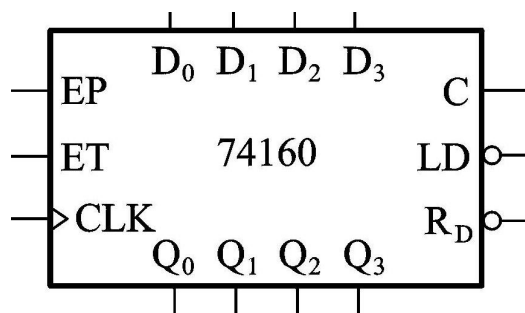
具体方法：置零法和置数法两种。


(1) 置零法

{ 异步置零法
{ 同步置零法



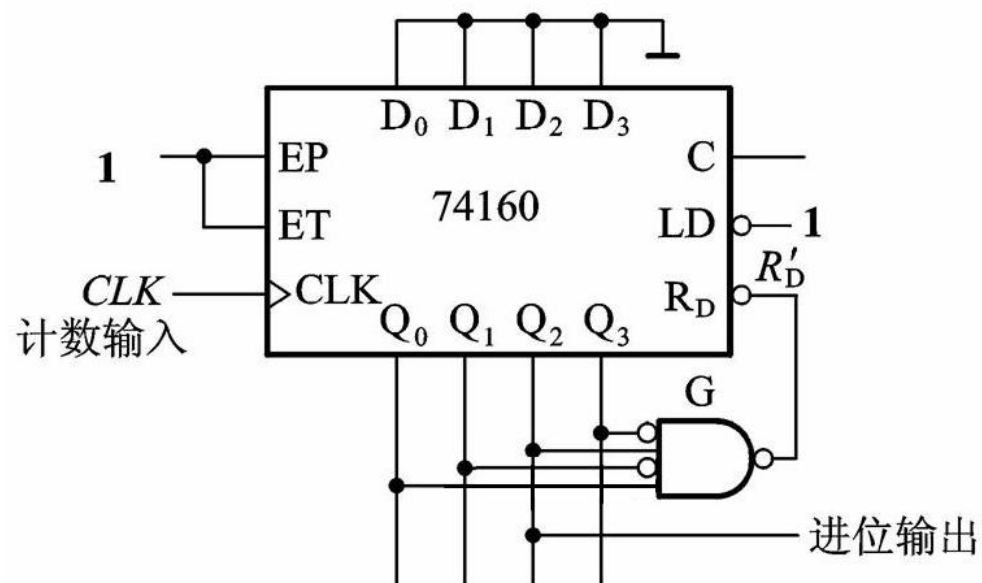
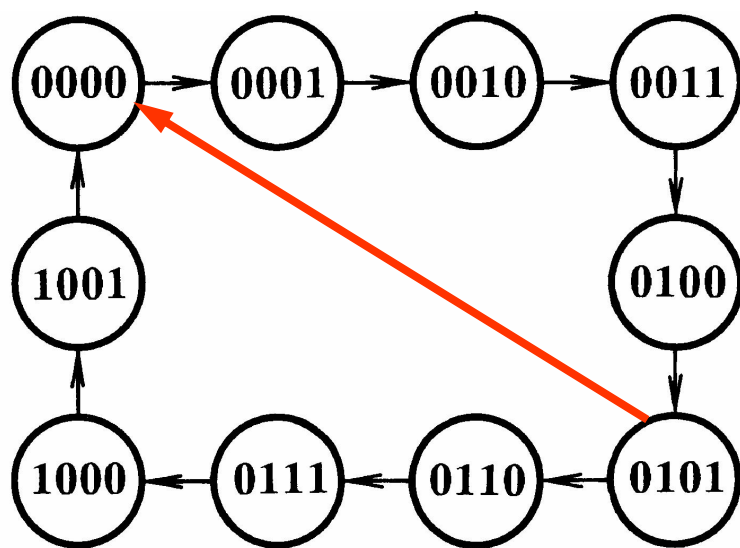
例：将十进制的74160接成六进制计数器



CLK	R'_D	LD'	EP	ET	工作状态
X	0	X	X	X	置 0（异步）
	1	0	X	X	预置数（同步）
X	1	1	0	1	保持（包括C）
X	1	1	X	0	保持（C=0）
	1	1	1	1	计数

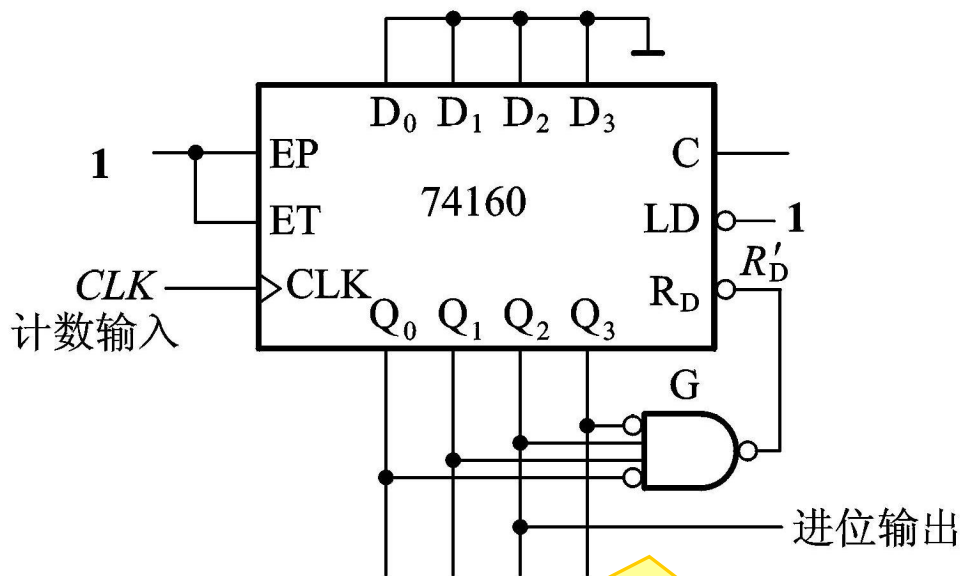
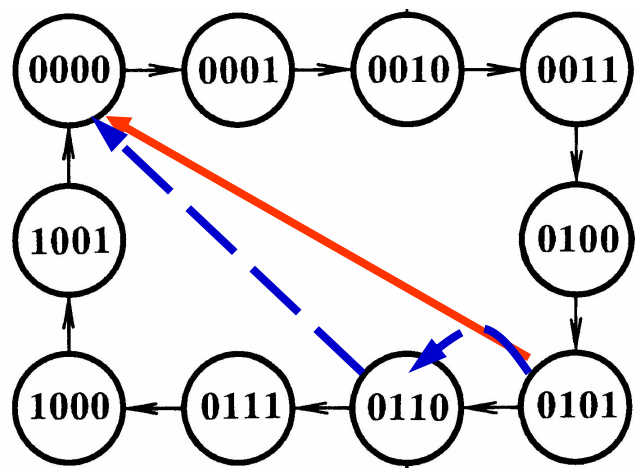
例：将十进制的74160接成六进制计数器

异步置零法



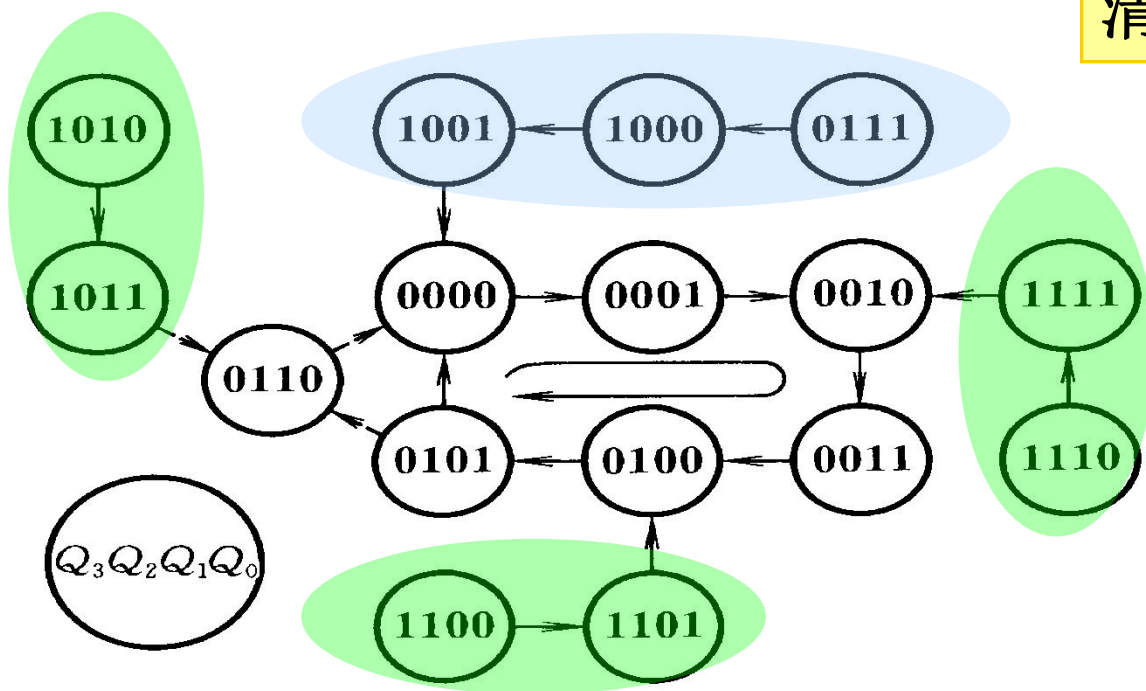
这样连接对吗？

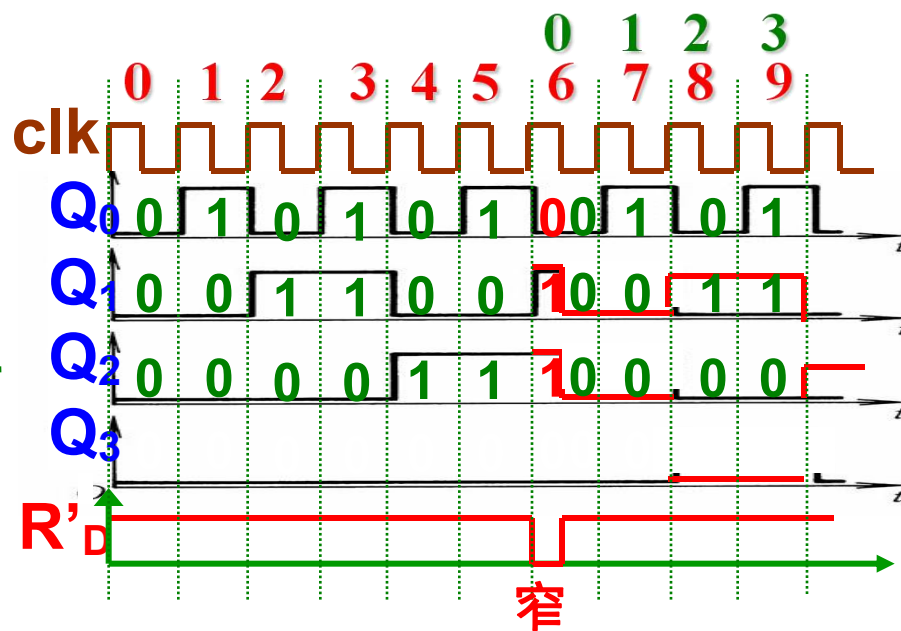
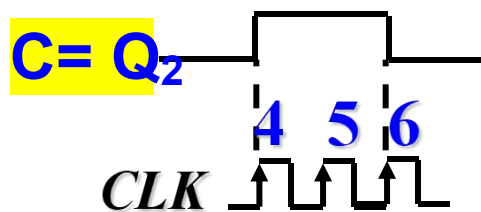
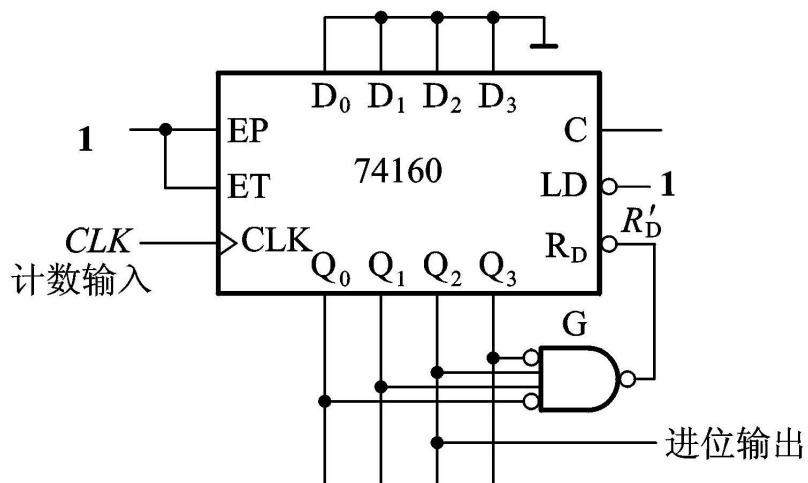
异步置零法



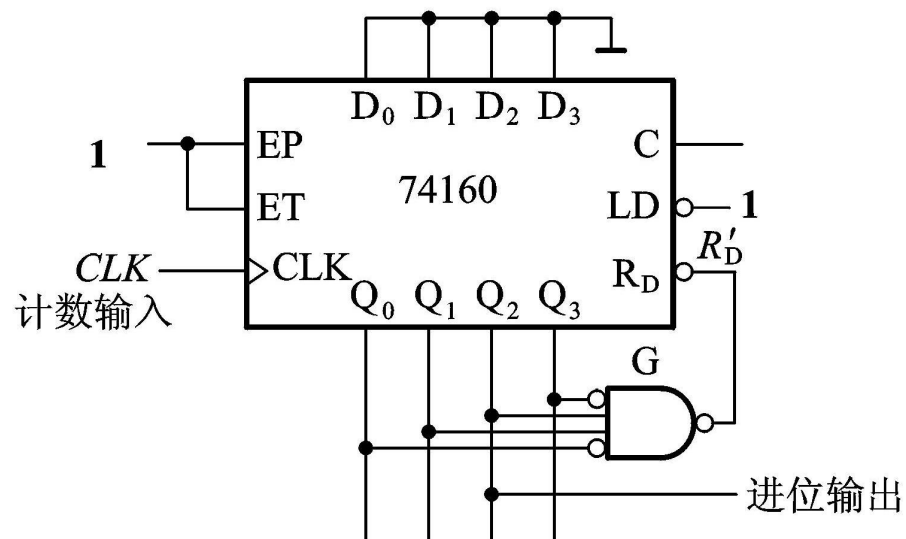
清零信号取0110

状态转换图

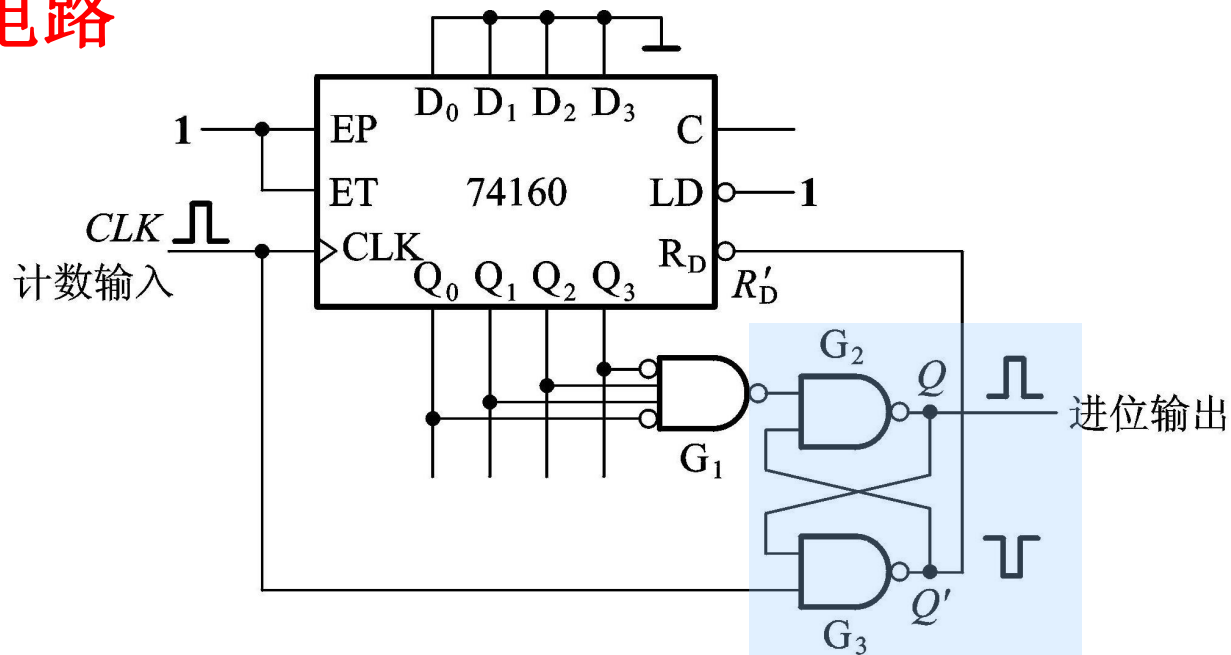


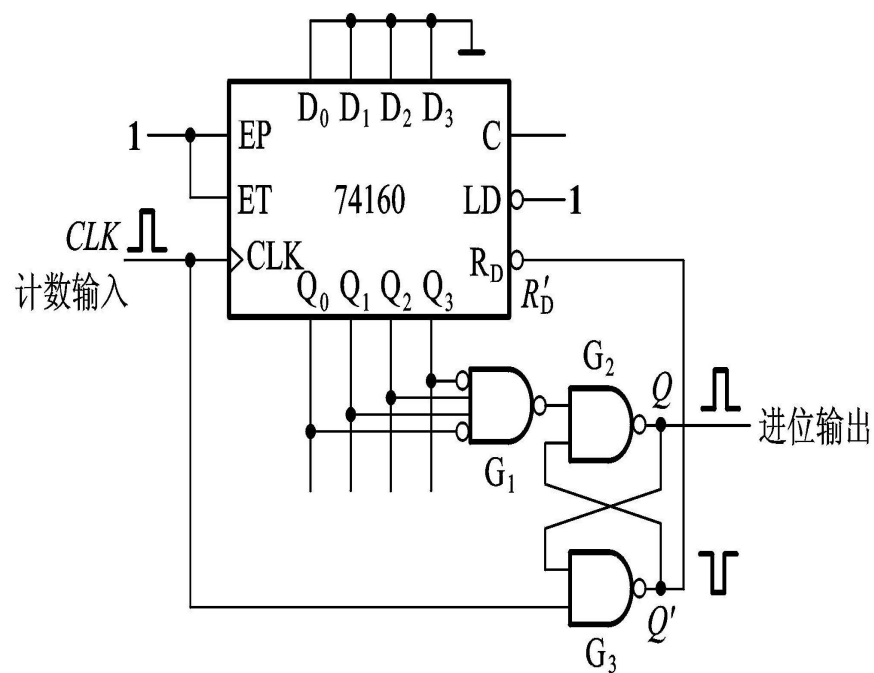
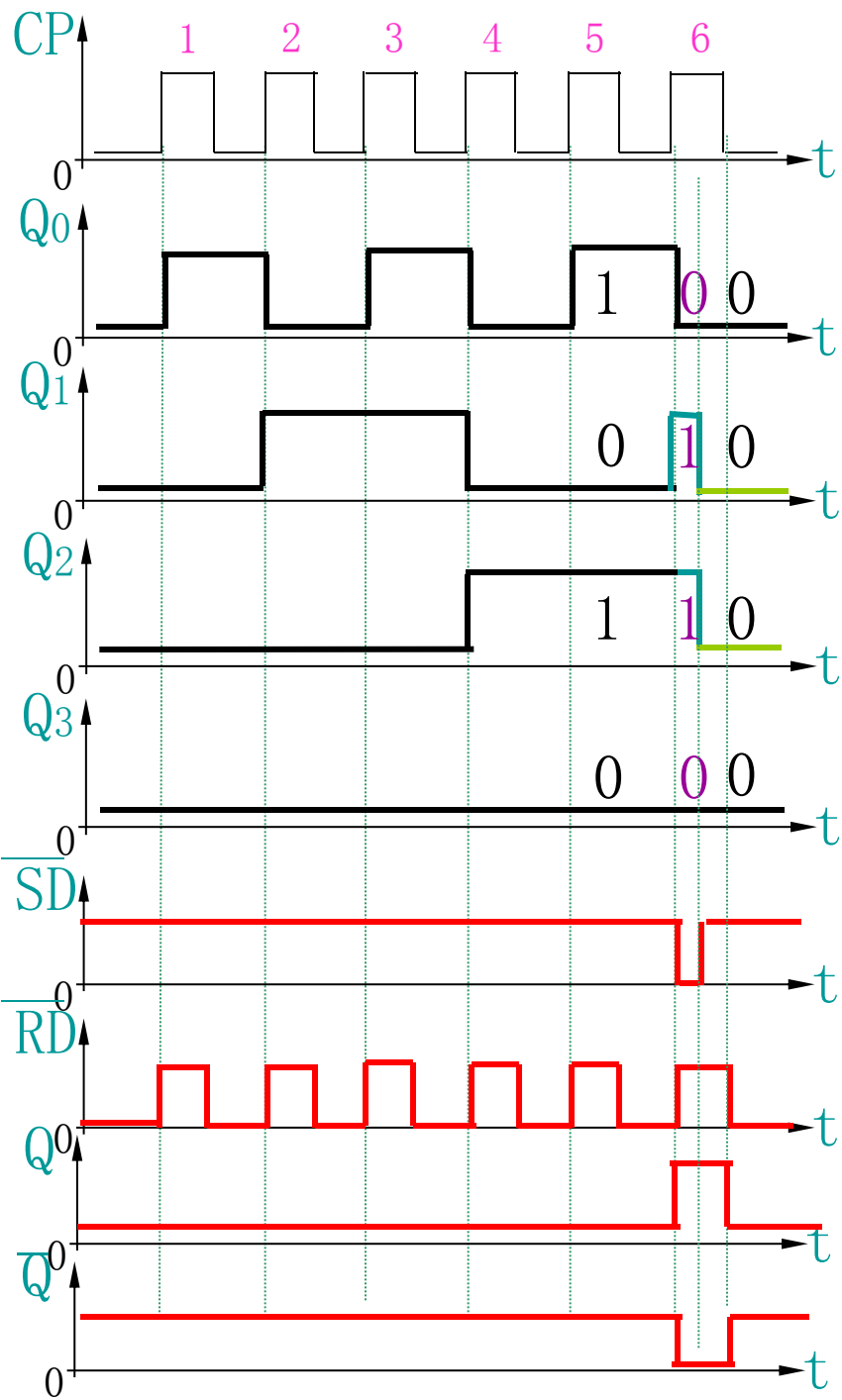


缺点：置0信号作用时间短



改进电路



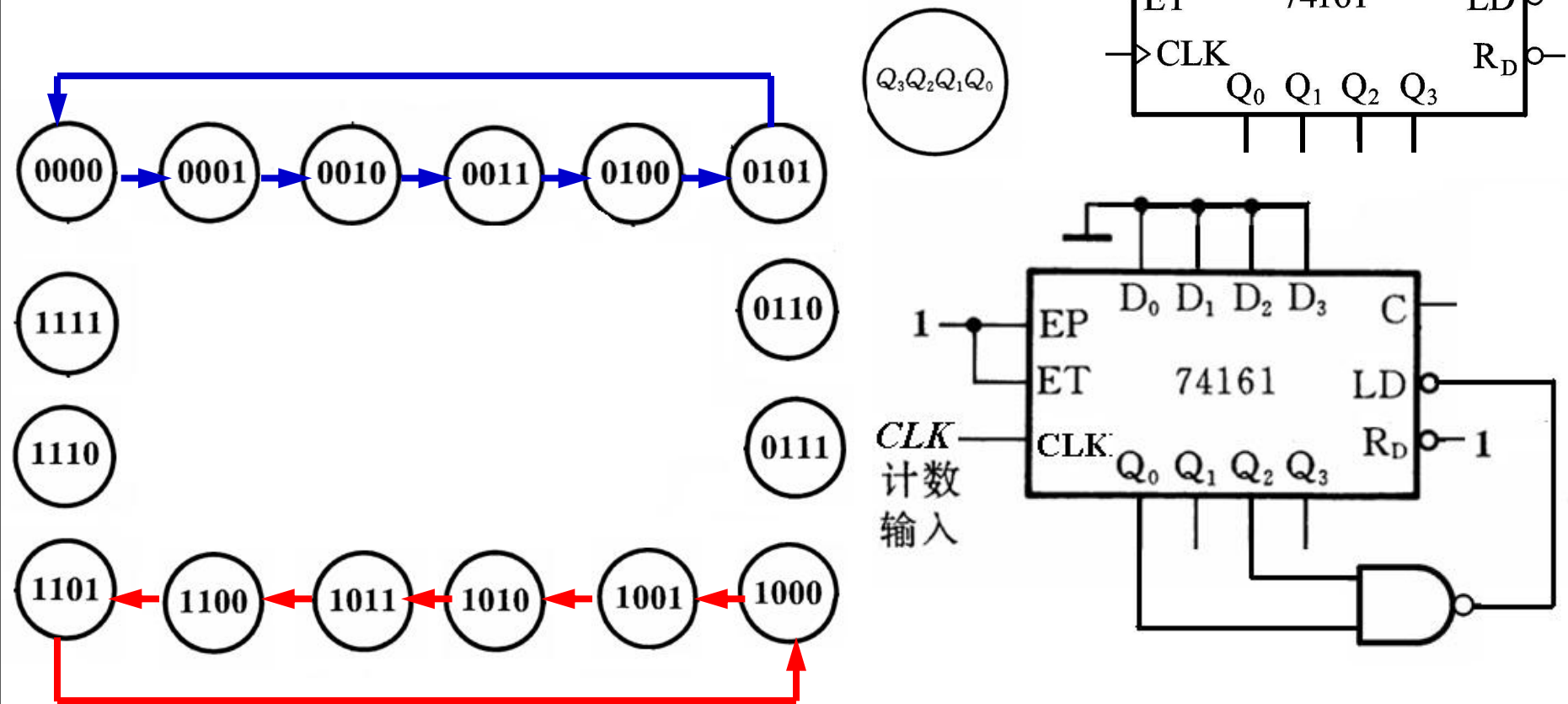


(2) 置数法

(a) 任意置补法
(b) 进位置数法

例：将十进制的74161接成六进制计数器

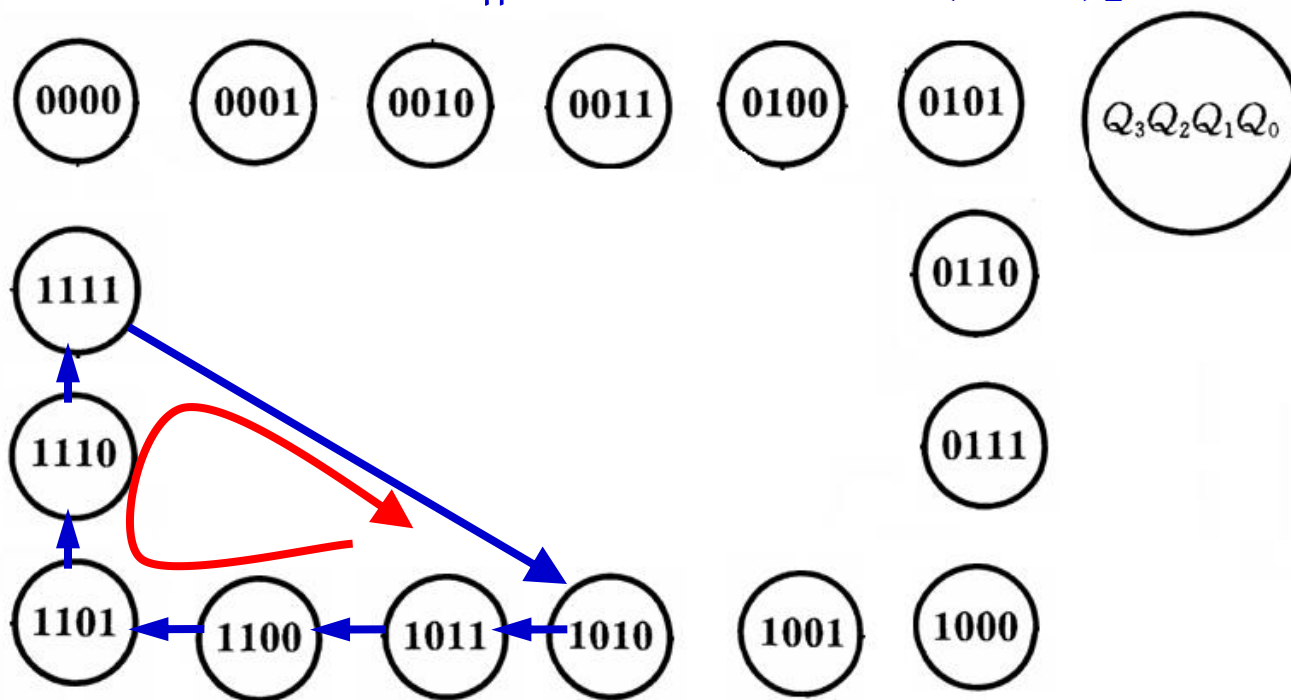
(a) 任意置数法



例：将74161接成六进制计数器

(b) 进位置补法

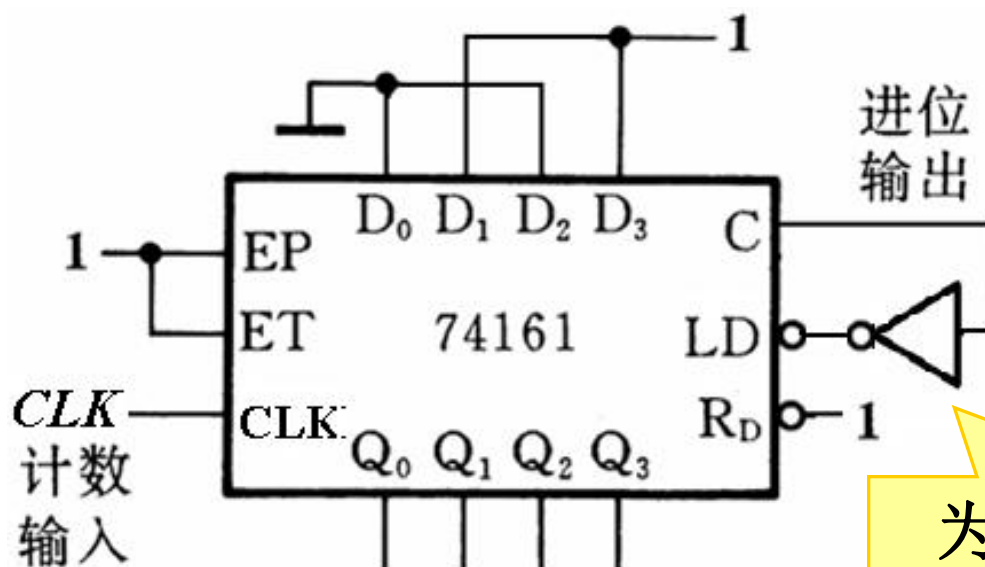
1010~1111, $(6)_{\text{补}} = 16 - 6 = 10 = (1010)_2$



例：将十六进制的**74161**接成六进制计数器

(b) 进位置补法

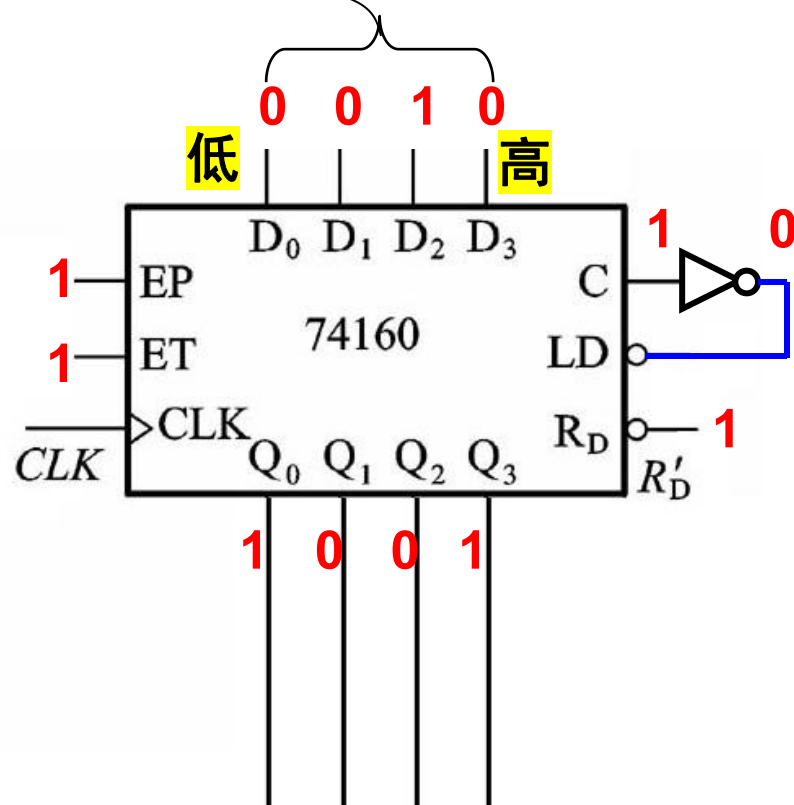
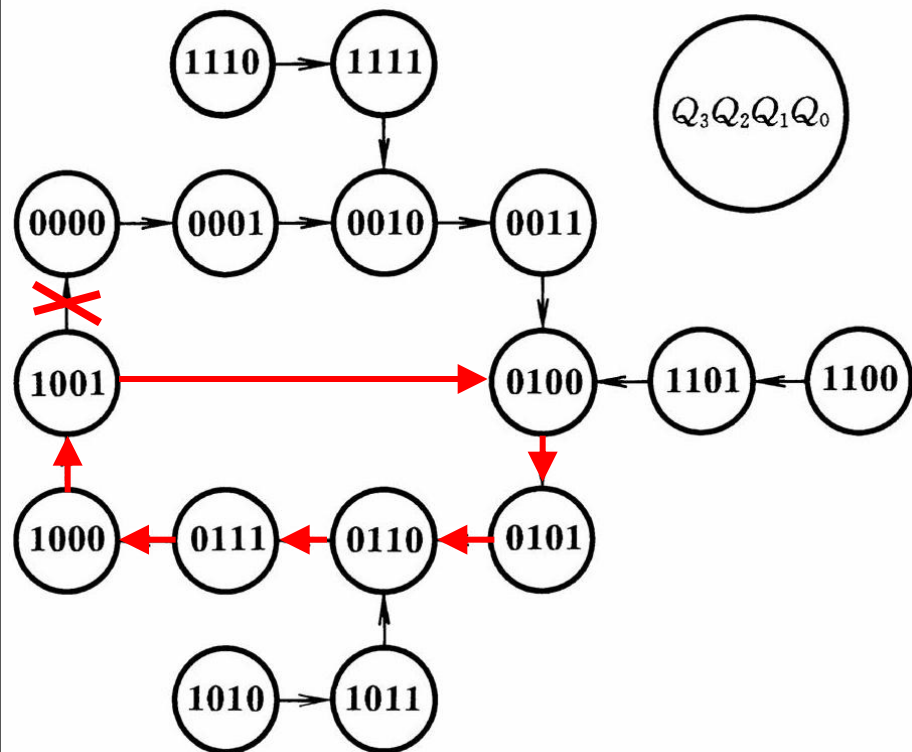
$1010 \sim 1111$ $(6)_{\text{补}} = 16 - 6 = 10 = (1010)_2$



为什么要加非门？

例：用同步十进制计数器74160设计六进制计数器

置补法 (10-6=4)



2. $N < M$

$$M = N_1 \times N_2$$

先用前面的方法分别接成 N_1 和 N_2 两个计数器。

N_1 和 N_2 间的连接有两种方式：

- a. 并行进位方式：用同一个 clk ，低位片的进位输出作为高位片的计数控制信号（如74160的EP和ET）。
- b. 串行进位方式：低位片的进位输出作为高位片的 clk ，两片始终同时处于计数状态。

例：用74160接成100进制

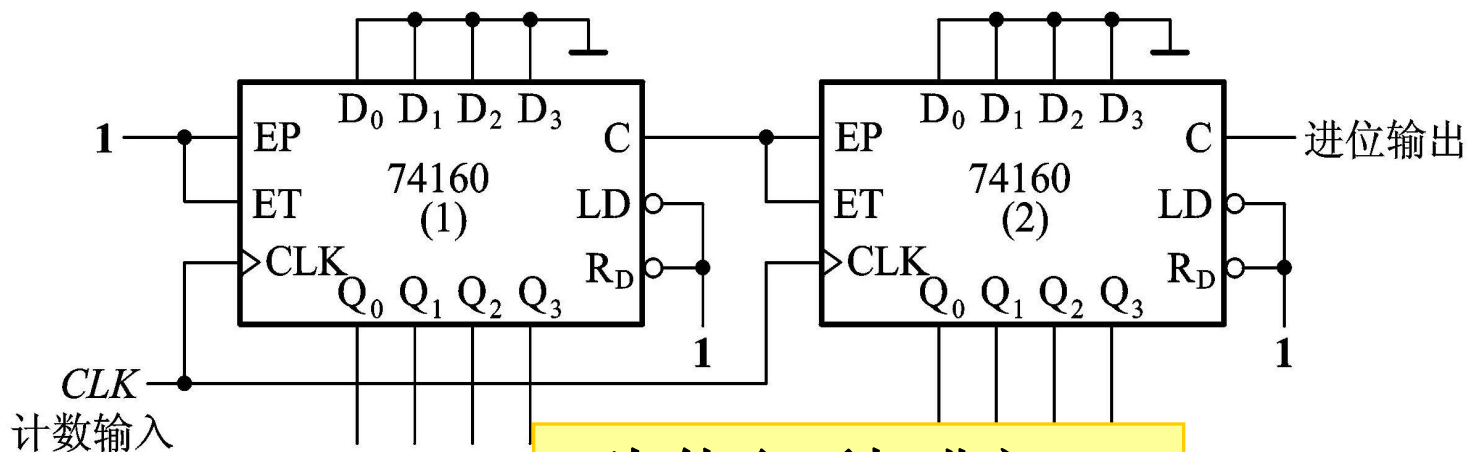
4位同步二进制计数器74160功能表

CLK	R'_D	LD'	EP	ET	工作状态
X	0	X	X	X	置0（异步）
	1	0	X	X	预置数（同步）
X	1	1	0	1	保持（包括C）
X	1	1	X	0	保持（C=0）
	1	1	1	1	计数

EP、ET同为1时，计数。

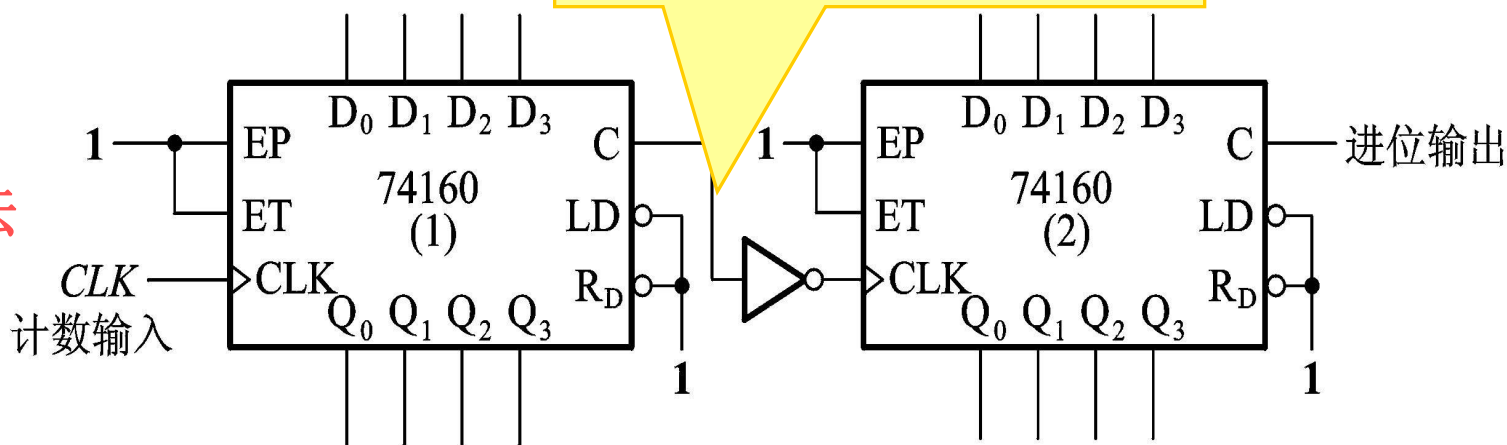
例：用两片160接成100进制计数器

并行进位法



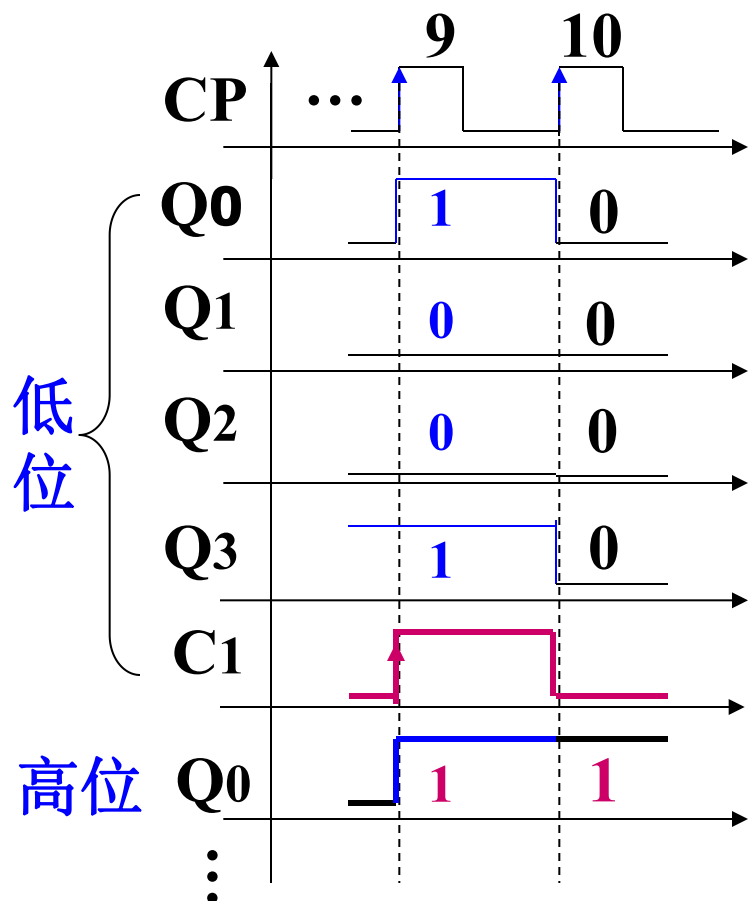
为什么要加非门？

串行进位法

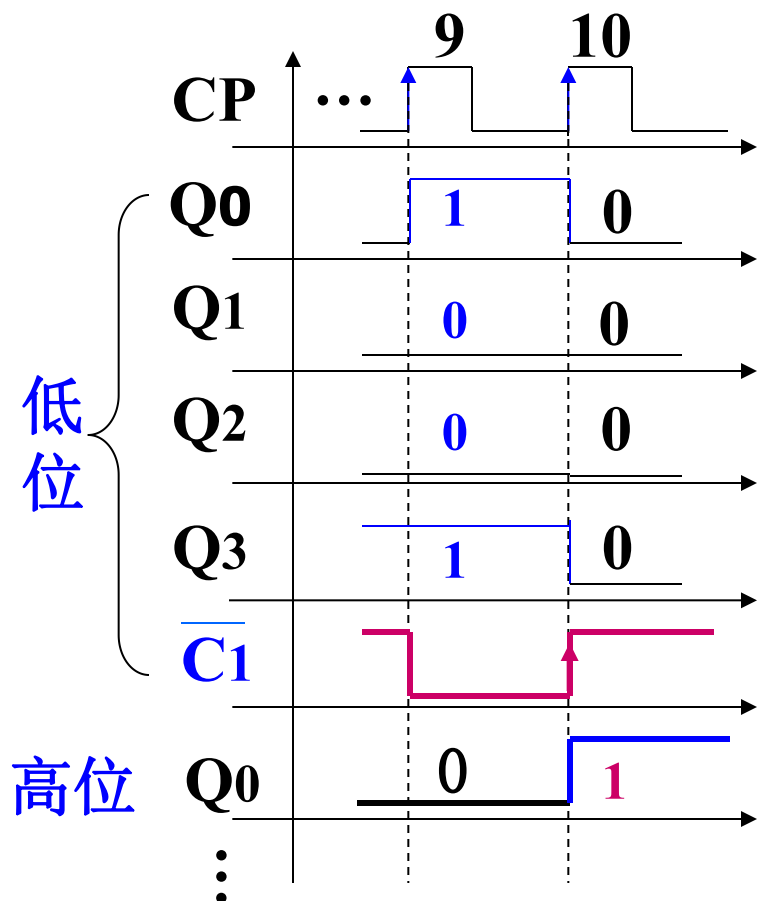


例2 两片之间用非门连接的原理

74LS160是CP \uparrow 作用的计数器，若片间连接不用非门，则：



第9个CP过后，电路输出
(1, 1001)，出错。



若用非门连接，则正常输出。

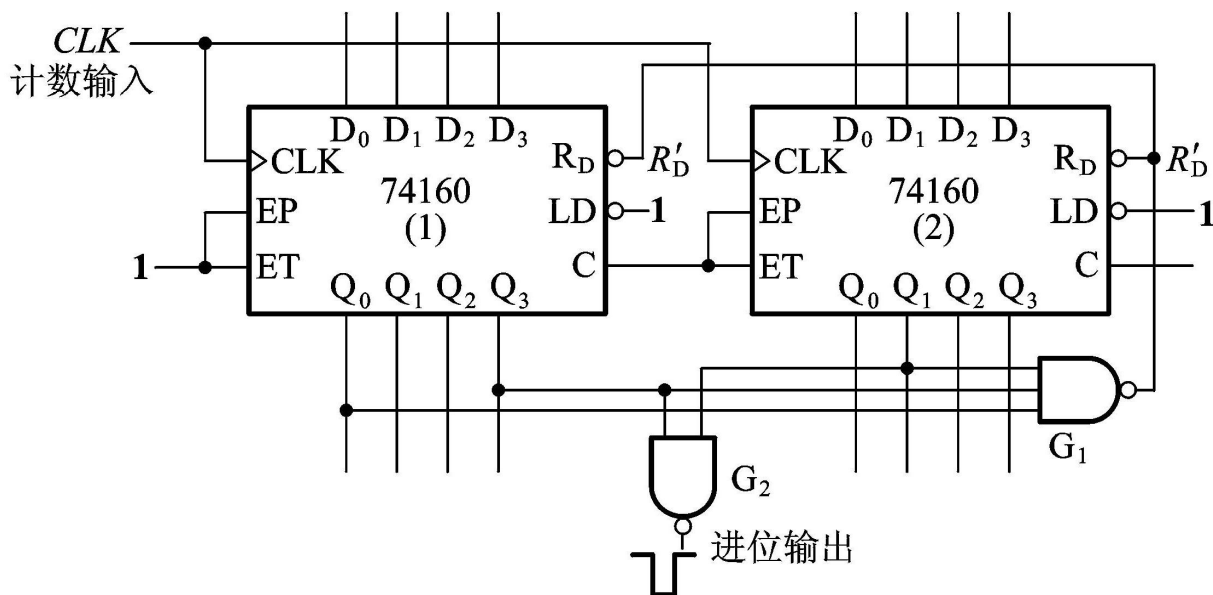
② **M**不可分解

采用整体置零和整体置数法：

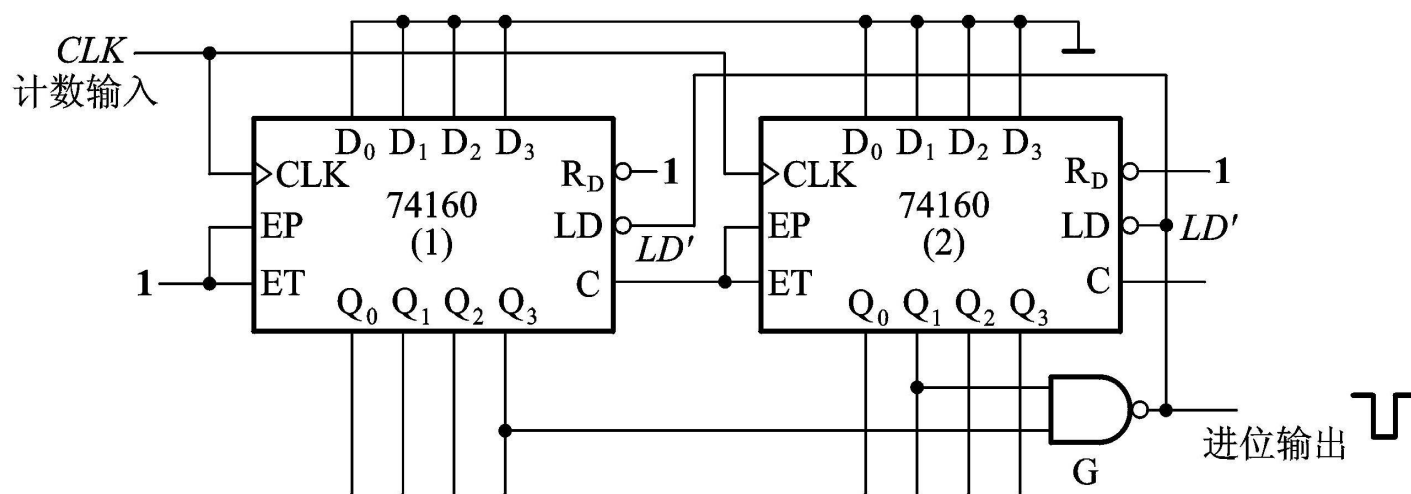
先用两片接成 $M' > M$ 的计数器

然后再采用置零或置数的方法

整体置零 (异步)

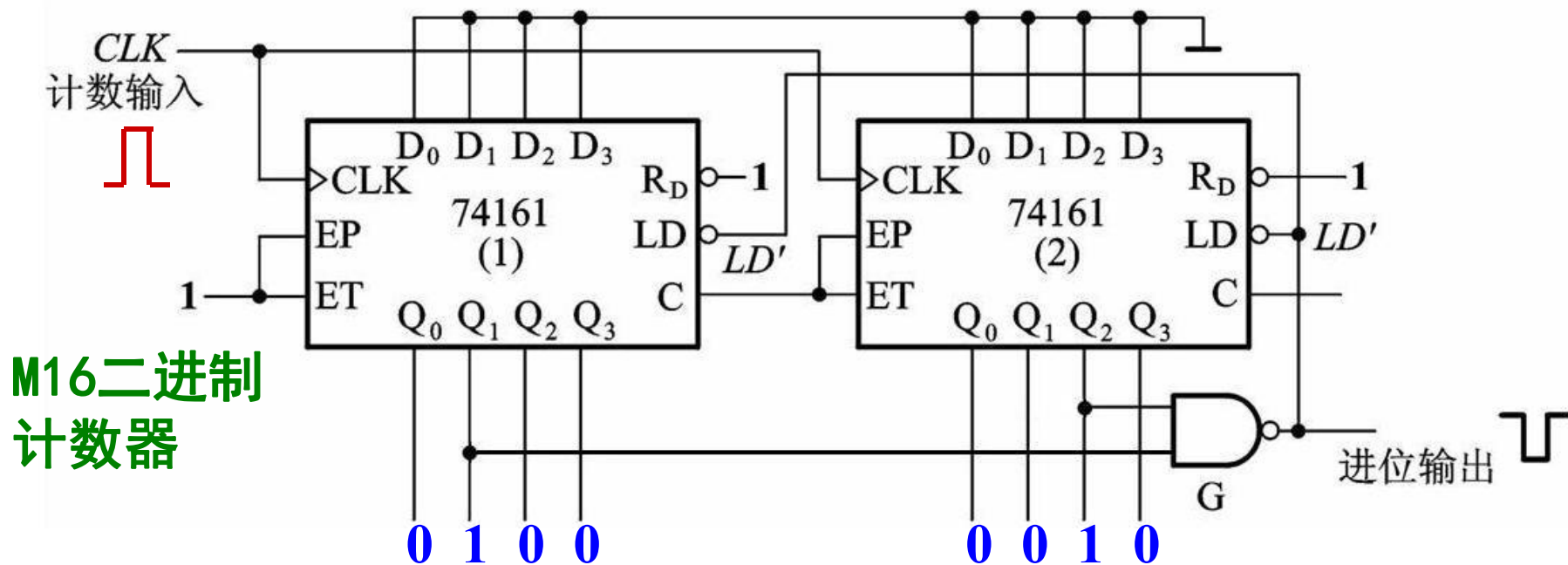


整体置数 (同步)



练习

电路如下图，试分析电路为几进制计数器。



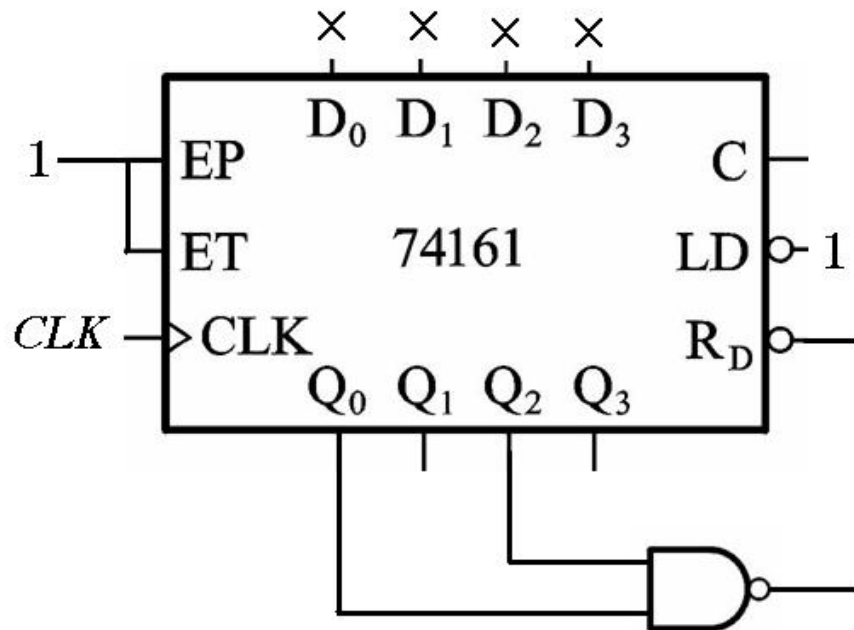
(1)片的进位信号控制(2)片的使能端，

(2)片仅在 $ET=EP=C_1=1$ 的时间内计数。

当两片计数到0100、0010状态时，电路总体置入0。

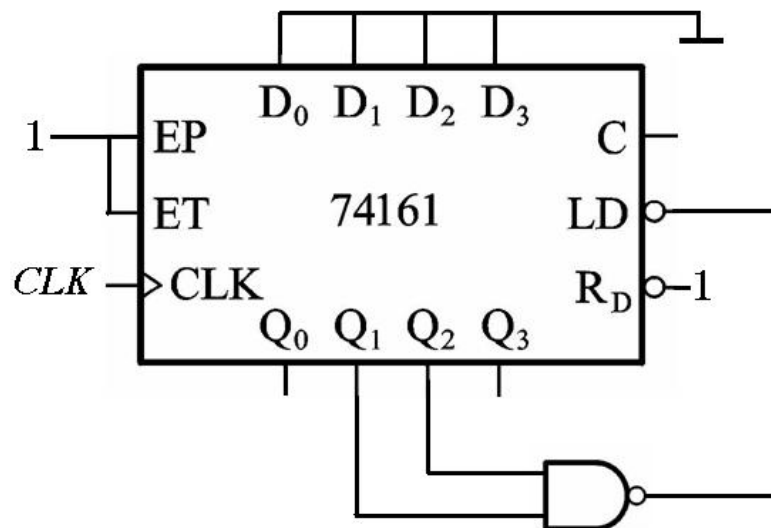
进制 M : $M = 16 \times 4 + 2 + 1 = 67$

讨论：分析图示电路，说明它是几进制计数器。

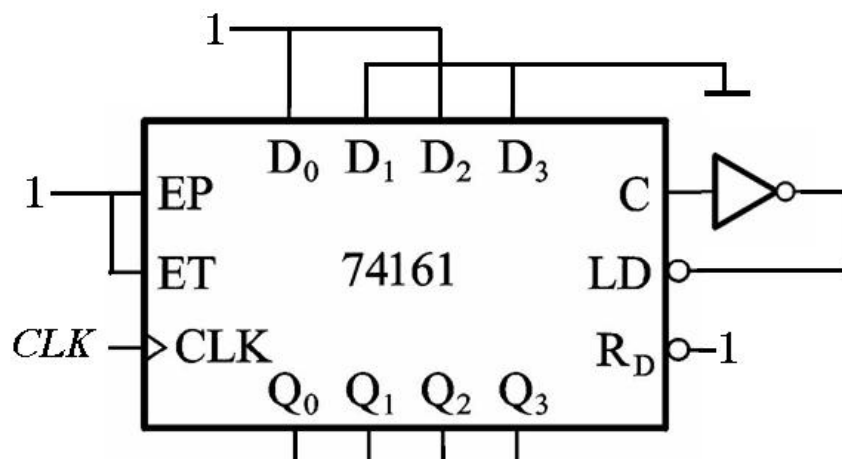


五进制计数器

讨论:分析图示电路,说明它是几进制计数器。

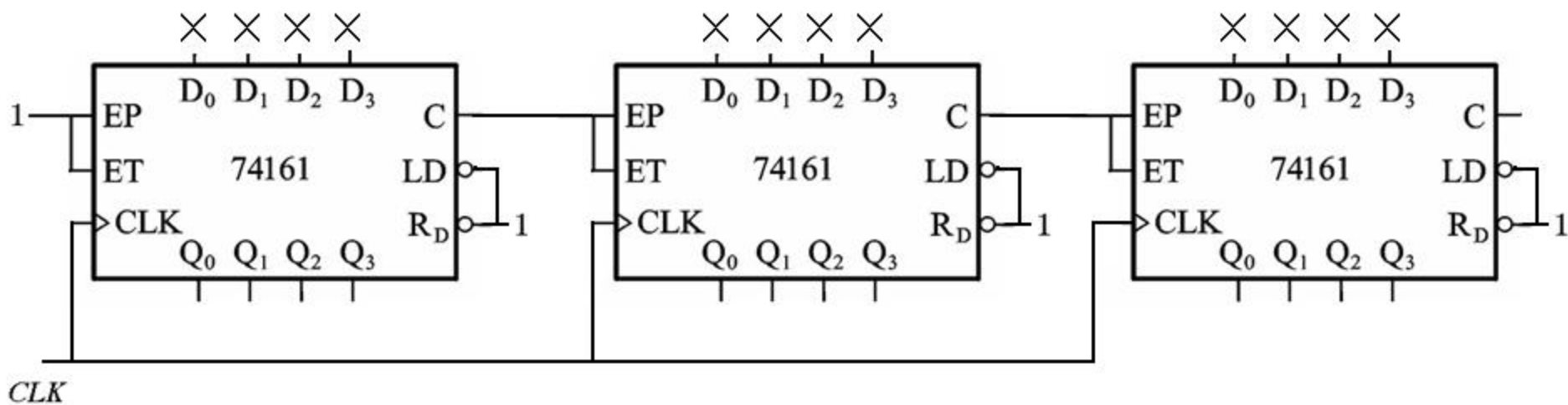


七进制计数器



十一进制计数器

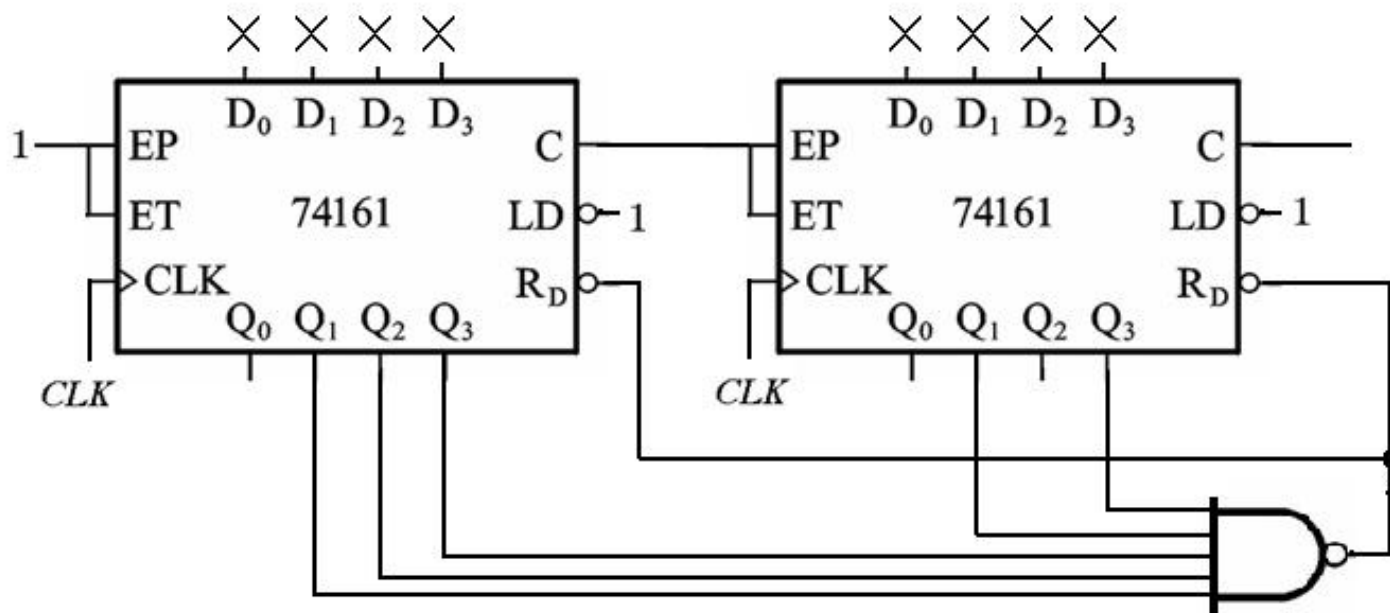
讨论：分析图示电路，说明它是几进制计数器。



4096进制计数器

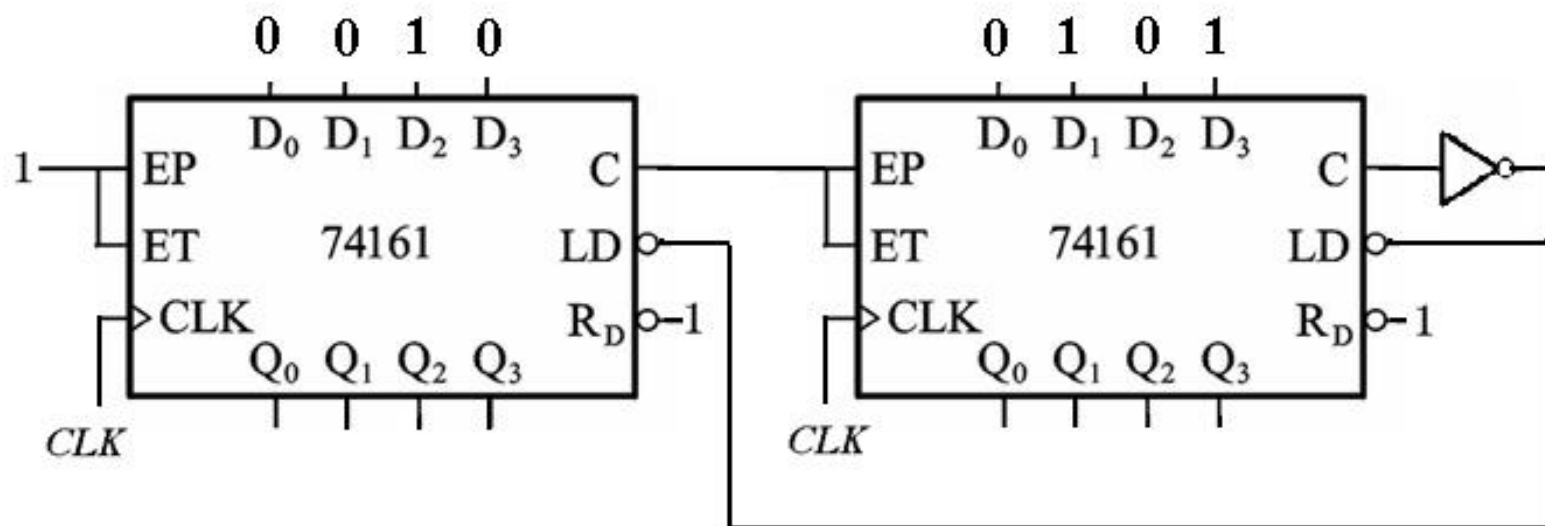
如果改为**74160**呢？

讨论：分析图示电路，说明它是几进制计数器。



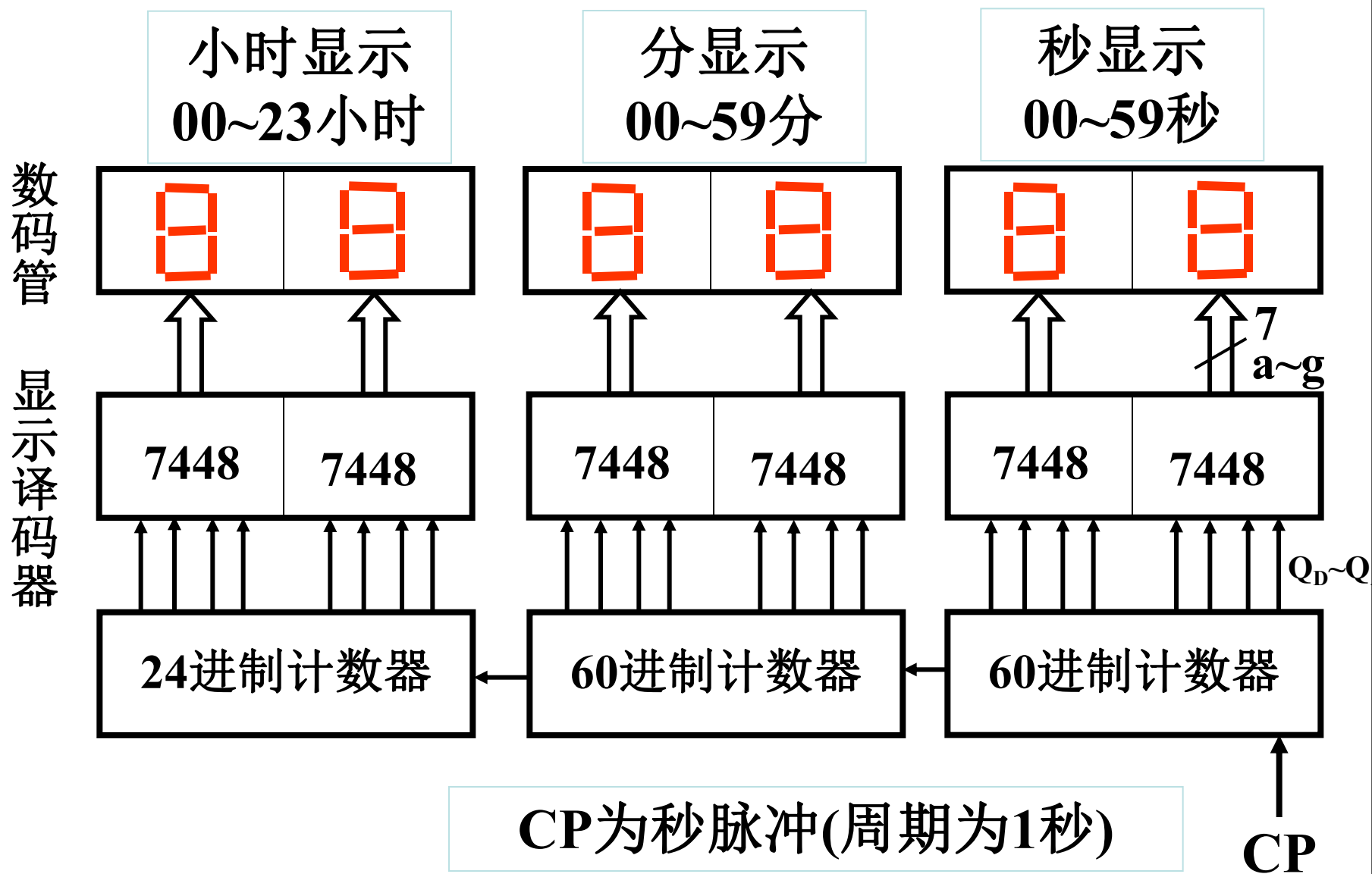
174进制计数器

讨论：分析图示电路，说明它是几进制计数器。



92进制计数器

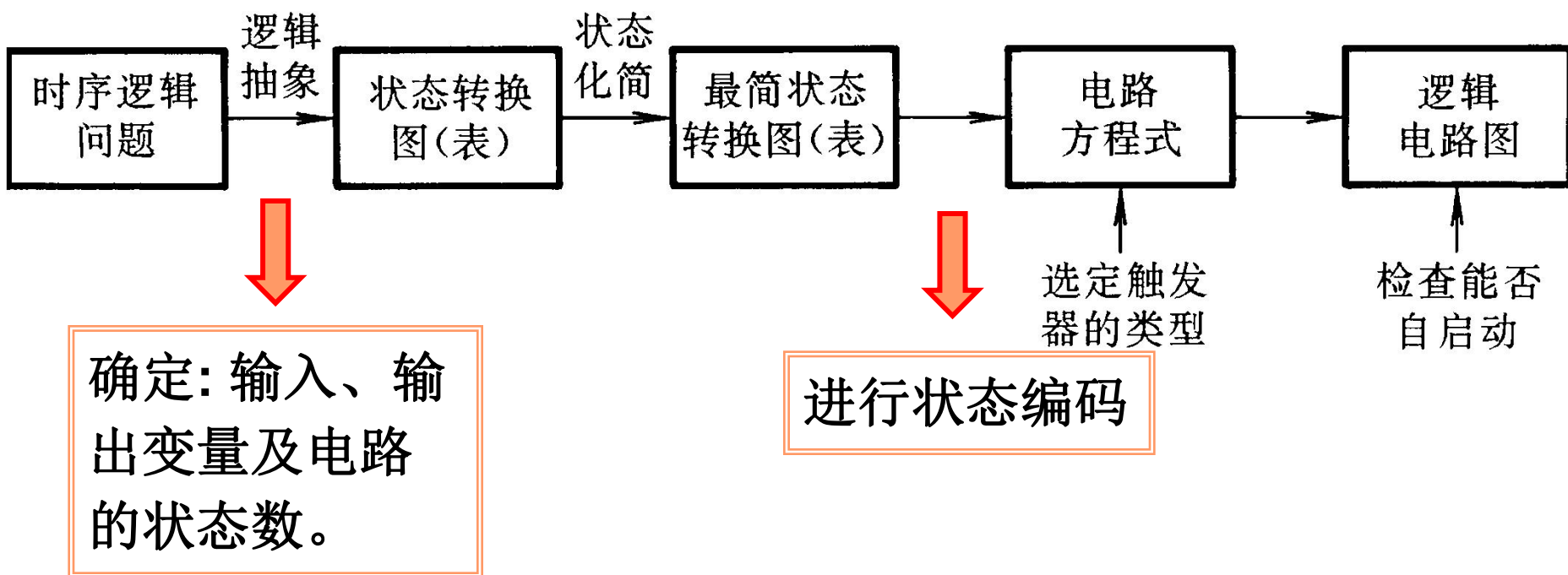
计数器应用举例——电子表电路



6.4 时序逻辑电路的设计方法

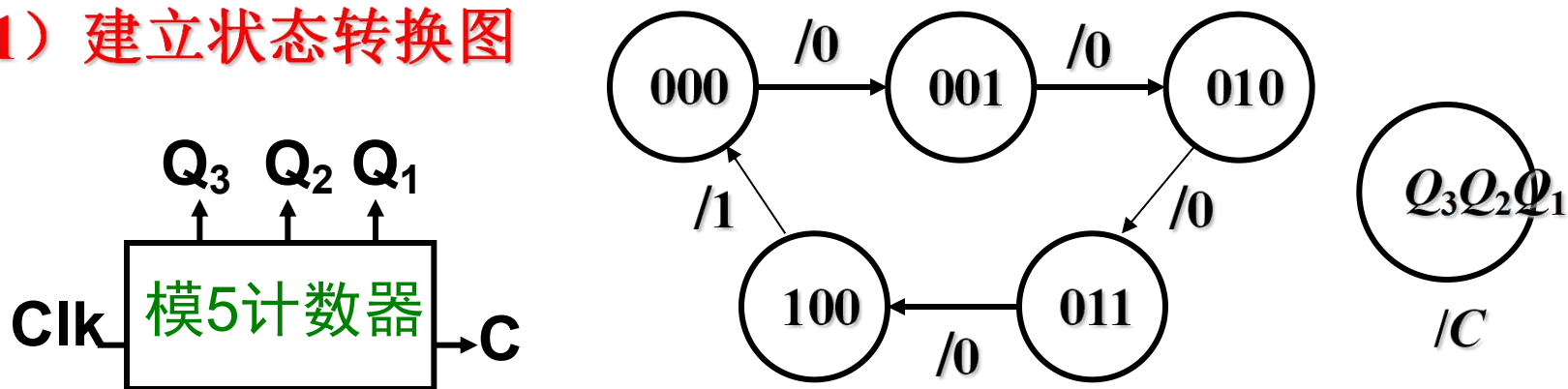
6.4.1 同步时序逻辑电路的设计方法

设计步骤：



例1：用 JK 触发器设计一个模5计数器。

(1) 建立状态转换图



(2) K图 (用K图描述状态转换图, 然后求触发器输入)

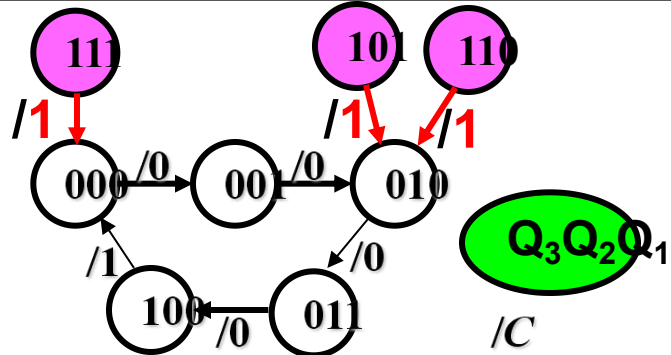
$Q_3 \backslash Q_2Q_1$	00	01	11	10
0				
1				

$(Q_3Q_2Q_1)^*$

$Q_3 \backslash Q_2Q_1$	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	x	x	x

C

$C = Q_3$



		Q_2Q_1			
Q_3	0	00	01	11	10
	1	0	0	1	0
		0	x	x	x

$$Q_3^* = Q_2Q_1Q_3'$$

$$Q_3^* = J_3Q_3' + K_3'Q_3$$

$$J_3 = Q_2Q_1 \quad K_3 = 1$$

		Q_2Q_1			
Q_3	0	001	010	100	011
	1	000	x	x	x

$$(Q_3Q_2Q_1)^*$$

		Q_2Q_1			
Q_3	0	0	1	0	1
	1	0	x	x	x

$$Q_2^* = Q_1Q_2' + Q_1'Q_2$$

$$Q_2^* = J_2Q_2' + K_2'Q_2$$

$$J_2 = Q_1, \quad K_2 = Q_1$$

(3) 检查自启动

		Q_2Q_1			
Q_3	0	001	010	100	011
	1	000	010	000	010

$$(Q_3Q_2Q_1)^*$$

		Q_2Q_1			
Q_3	0	1	0	0	1
	1	0	x	x	x

$$Q_1^* = Q_3'Q_1'$$

$$Q_1^* = J_1Q_1' + K_1'Q_1$$

$$J_1 = Q_3', \quad K_1 = 1$$

		Q_2Q_1			
Q_3	0	0	0	0	0
	1	1	x	x	x

$$Q_1^*$$

$$C = Q_3$$

C

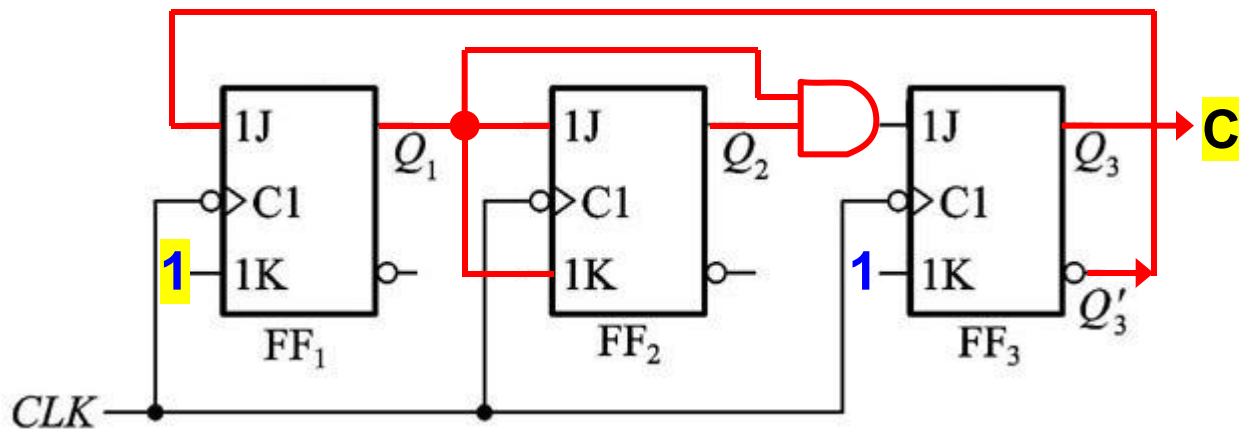
(3) 检查自启动

$Q_3 Q_2 Q_1$	$Q'_3 Q'_2 Q'_1$	C
1 0 1	0 1 0	1
1 1 0	0 1 0	1
1 1 1	0 0 0	1

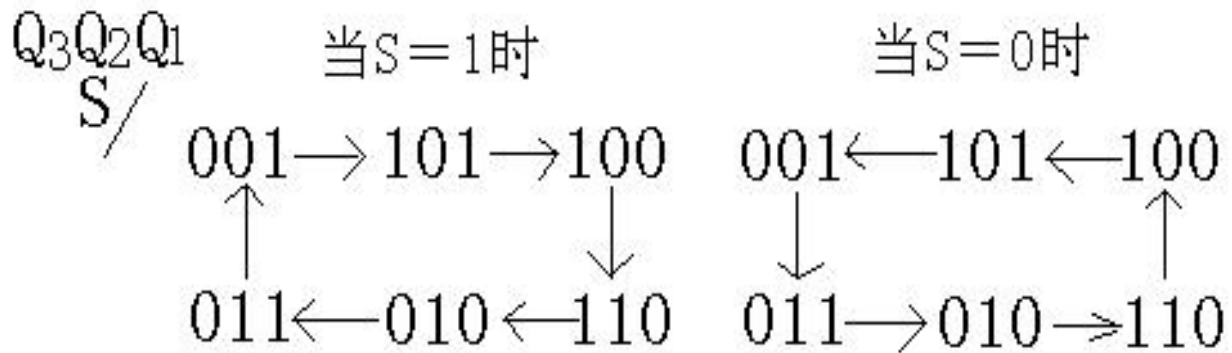
$$\left\{ \begin{array}{l} Q_3^* = Q_2 Q_1 Q'_3 \\ Q_2^* = Q_1 Q'_2 + Q'_1 Q_2 \\ Q_1^* = Q'_3 Q'_1 \end{array} \right.$$

(4) 逻辑电路图

$$\left\{ \begin{array}{ll} J_3 = Q_2 Q_1 & K_3 = 1 \\ J_2 = Q_1 & K_2 = Q_1 \\ J_1 = Q'_3 & K_1 = 1 \\ C = Q_3 \end{array} \right.$$



例：用D触发器设计一个如下所示的可控模6计数器。



(1) 次态K图

$Q_2 Q_1$					
$S Q_3$		00	01	11	10
	00	xxx	011	010	110
	01	101	001	xxx	100
	11	110	100	xxx	010
	10	xxx	101	001	011

$(Q_3 Q_2 Q_1)^*$

(1) 次态K图

Q_2Q_1		SQ_3			
		00	01	11	10
SQ_3	00	xxx	011	010	110
	01	101	001	xxx	100
	11	110	100	xxx	010
	10	xxx	101	001	011

Q_2Q_1		SQ_3			
		00	01	11	10
SQ_3	00	x	0	0	1
	01	1	0	x	1
	11	1	1	x	0
	10	x	1	0	0

$$Q_1^* = S'Q_2 + SQ_3 = D_1$$

$$Q_3^* = S'Q_1 + SQ_2 = D_3$$

Q_2Q_1		$(Q_3Q_2Q_1)^*$			
		00	01	11	10
SQ_3	00	x	1	1	1
	01	0	0	x	0
	11	1	0	x	1
	10	x	0	0	1

Q_2Q_1		SQ_3			
		00	01	11	10
SQ_3	00	x	1	0	0
	01	1	1	x	0
	11	0	0	x	0
	10	x	1	1	1

Q_2^*

$$Q_2^* = S'Q_3 + SQ_1 = D_2$$

Q_1^*

(2) 检查自启动

$S=1$ 时, $Q_3Q_2Q_1$ $000 \rightarrow 111 \rightarrow 000$

$S=0$ 时, $Q_3Q_2Q_1$ $000 \rightarrow 111 \rightarrow 000$

此电路不能自启动

(3) 修改K图

Q_2Q_1					
SQ_3		00	01	11	10
00		x	0	0	1
01		1	0	x	1
11		1	1	x	0
10		x	1	0	0

Q_3^*

$$Q_3^* = S'Q_1' + SQ_2' + Q_3Q_2Q_1$$