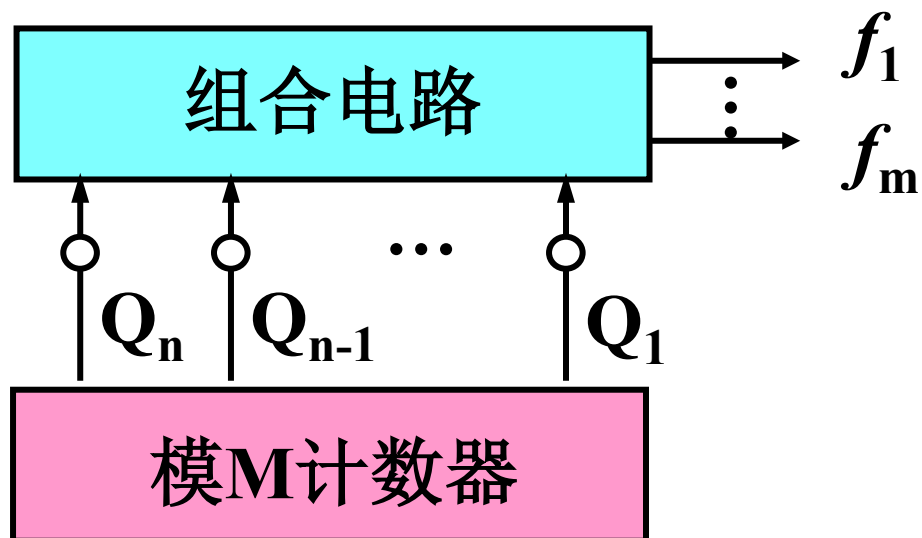


5.4 序列信号发生器

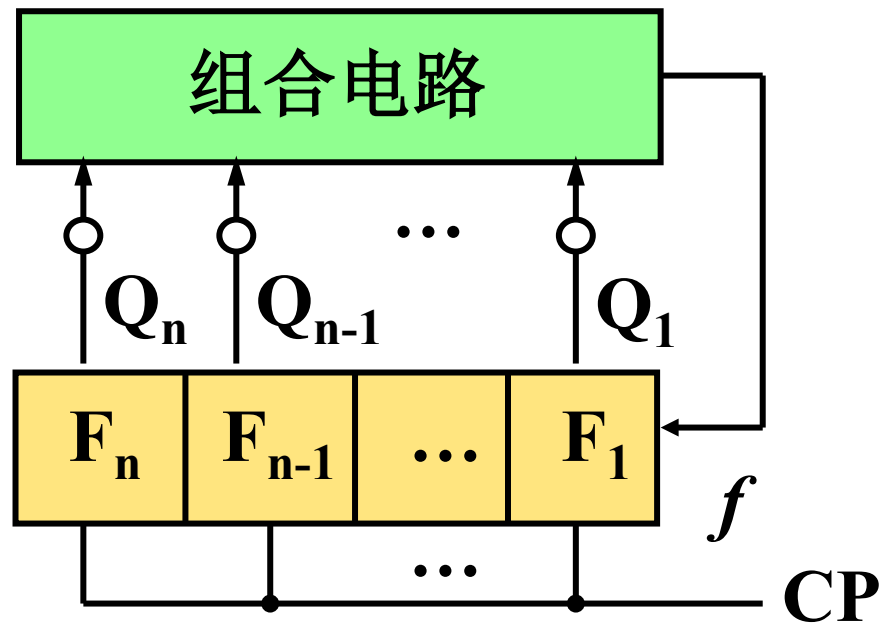
- 序列信号：1和0数码按一定规律排列的串行周期性信号。
- 循环长度：一个周期内，所有数码的个数称为序列长度。
- 结构类型：
 - { 计数型序列信号发生器
 - { 移存型序列信号发生器

计数型序列信号发生器



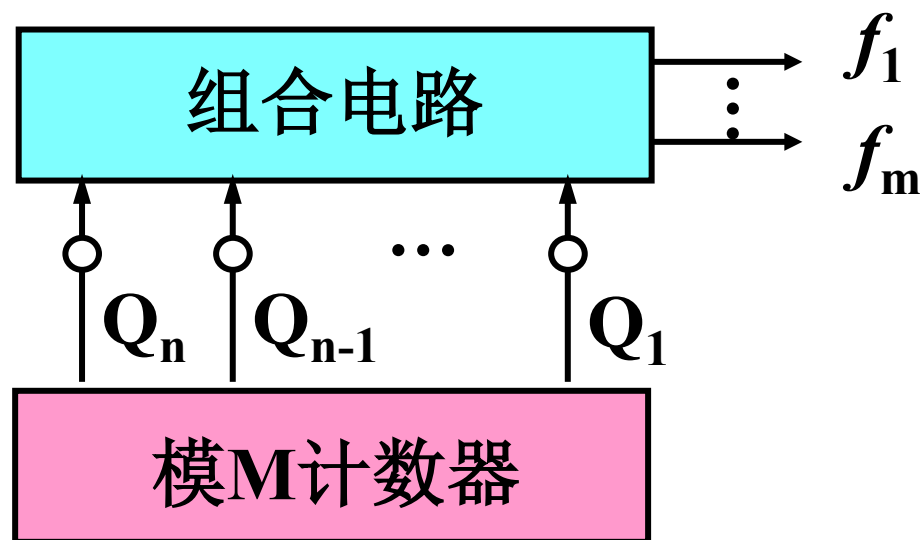
结构图

移存型序列信号发生器



结构图

计数型序列信号发生器的设计



设计步骤:

- 先设计模值为序列长度的计数器
- 再设计一组合电路，其输入为计数器各触发器的输出 Q_i ，输出为序列信号 F 。

例：设计产生序列信号 **$F=11110101$**
 $11110101\dots$ 的计数型序列信号发生器

解：方法一：用小规模器件实现

（1）设计 **$M=8$** 的计数器，方法同前面的同步（异步）计数器的设计。

本解取 **$n=3$** 的异步二进制加法计数器

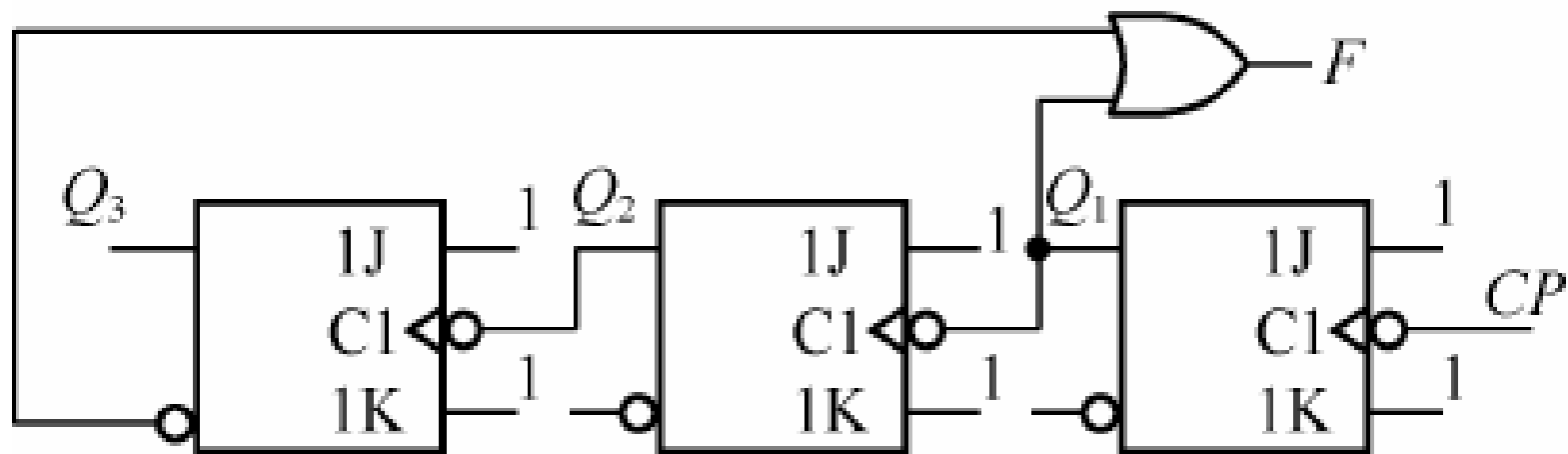
（2）设计组合电路

组合电路真值表为：

Q_3	Q_2	Q_1	F
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

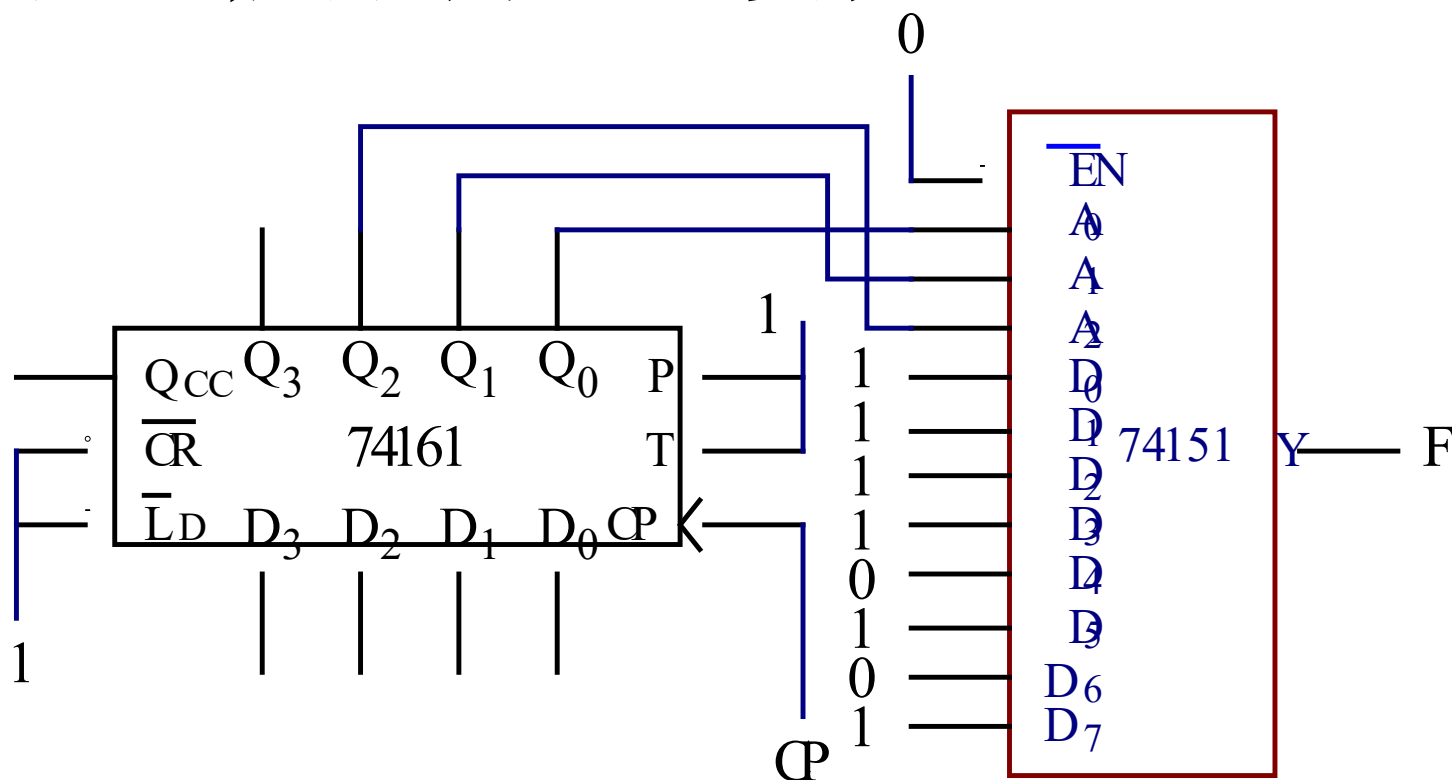
用卡诺图化简得到： $F = \bar{Q}_3 + Q_1$

逻辑图为：



方法二、用中规模器件MSI实现。

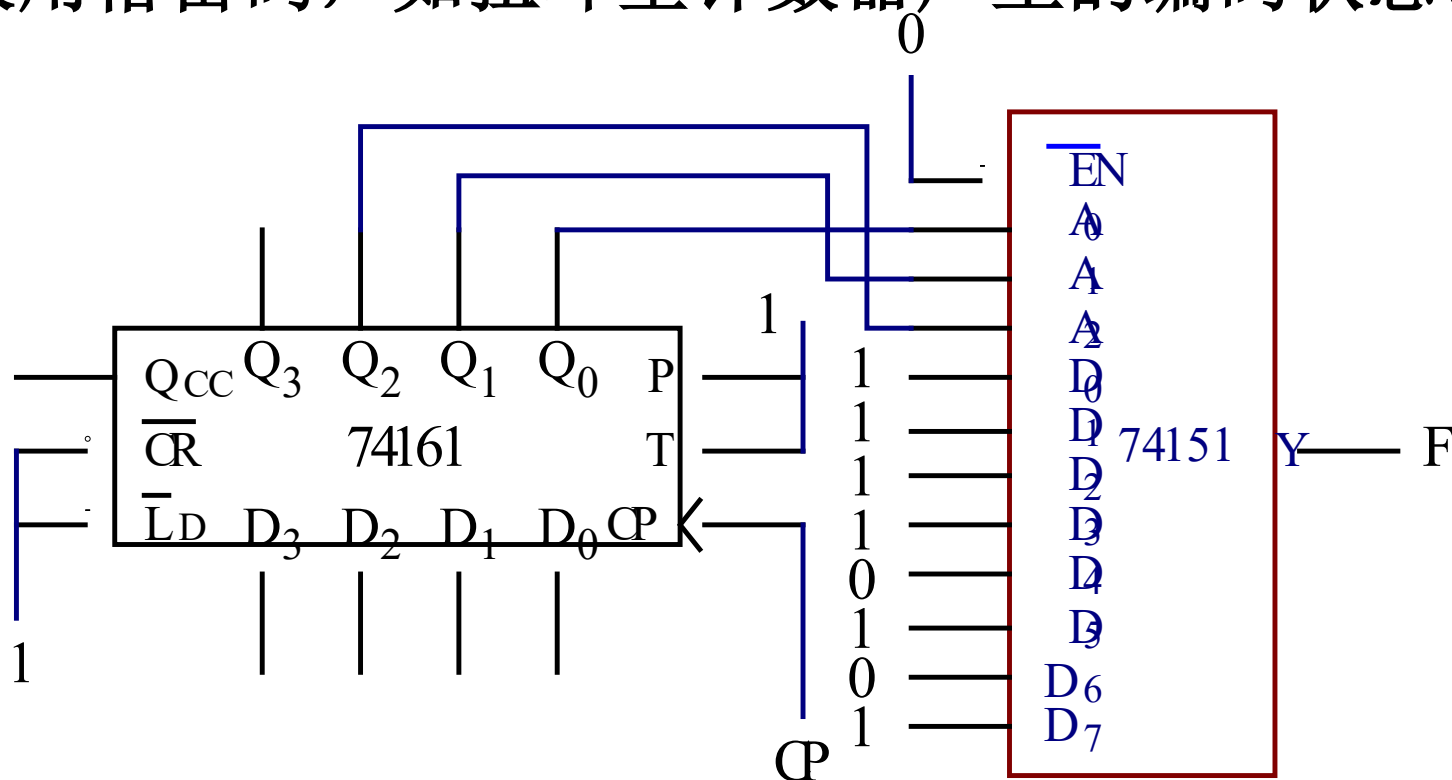
- 计数器可以用74161实现M=8的计数器
- 组合电路可以用74151实现。



功能冒险： 组合电路的输入端发生多个变量改变时，可能存在功能冒险。

克服方法:

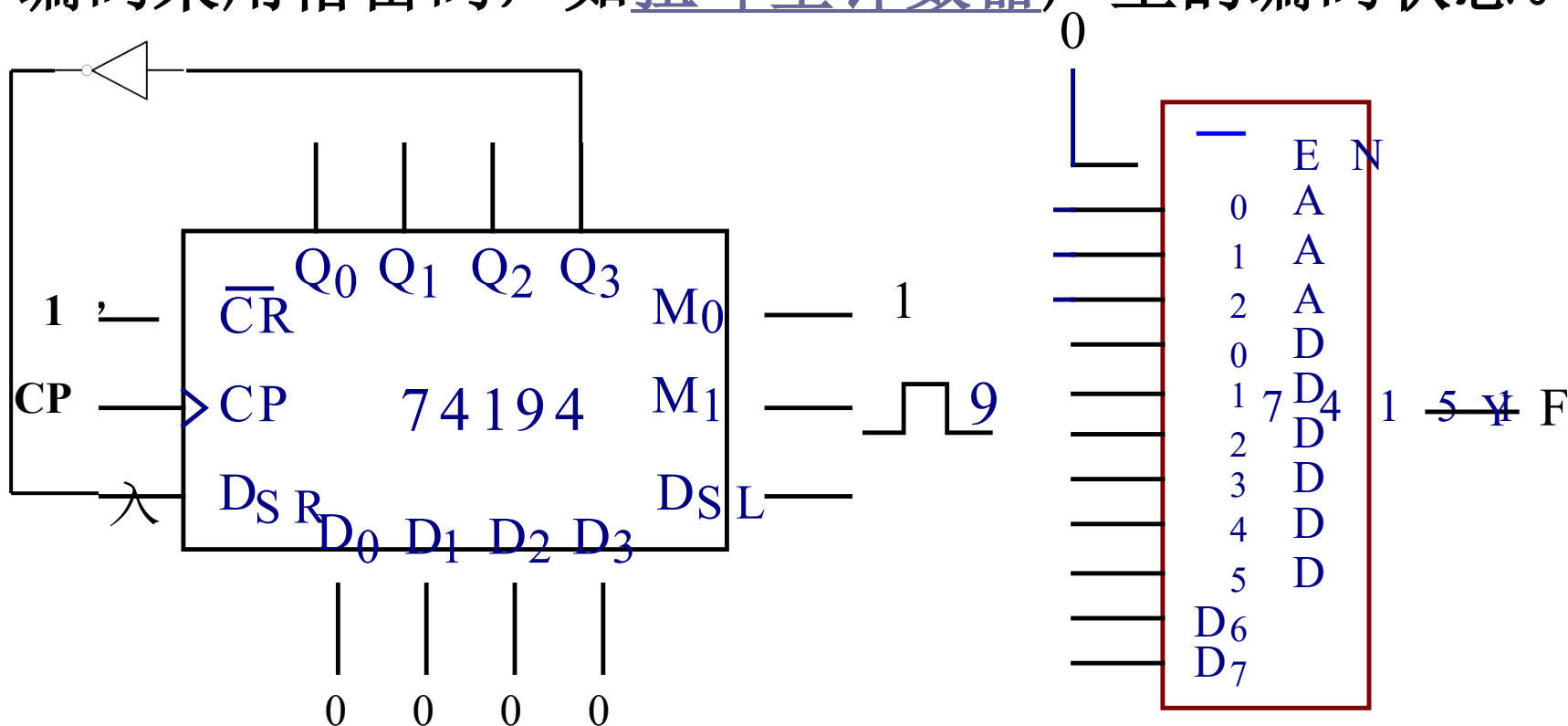
(1) 当计数状态发生改变时, 只有一个码发生改变, 即编码采用格雷码, 如扭环型计数器产生的编码状态。



功能冒险: 组合电路的输入端发生多个变量改变时, 可能存在功能冒险。

克服方法:

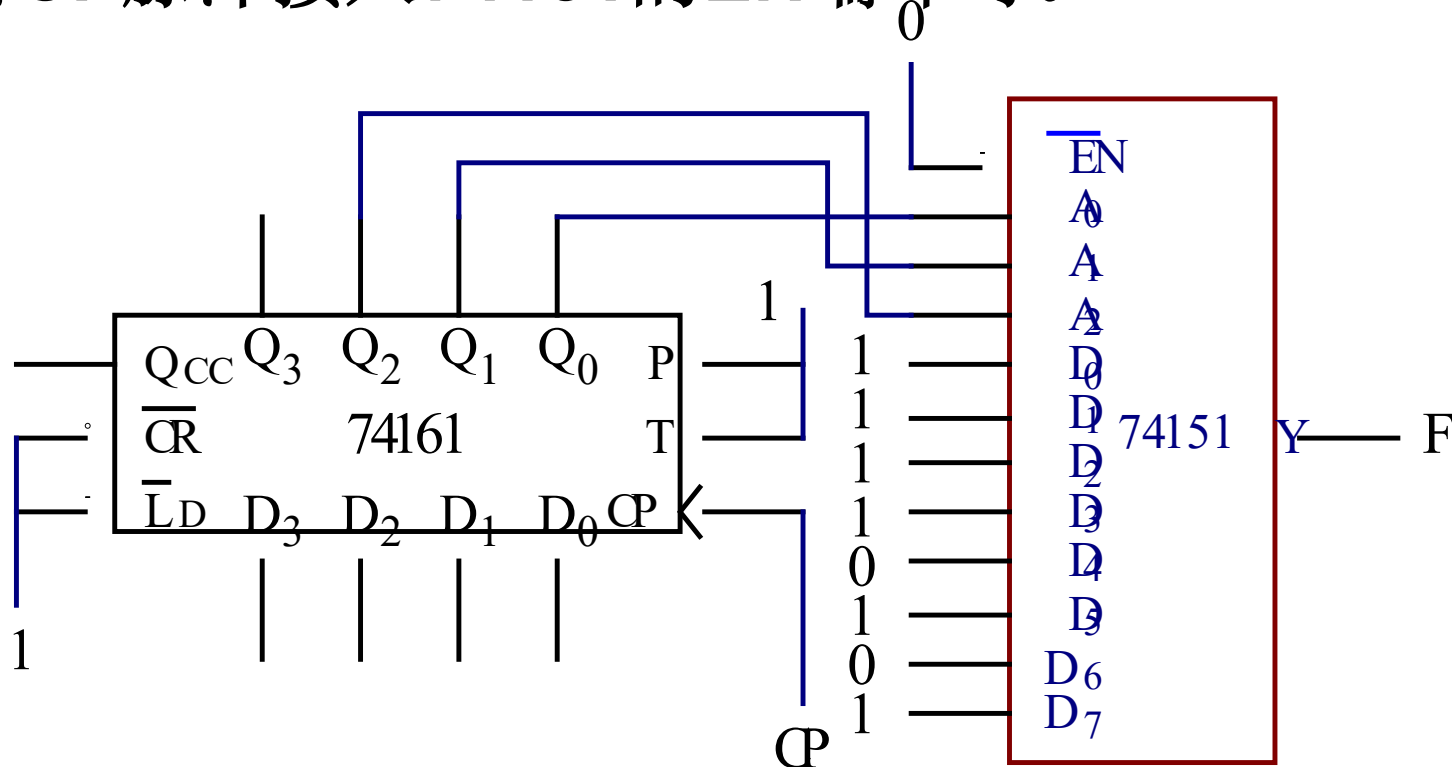
(1) 当计数状态发生改变时, 只有一个码发生改变, 即编码采用格雷码, 如扭环型计数器产生的编码状态。



功能冒险: 组合电路的输入端发生多个变量改变时, 可能存在功能冒险。

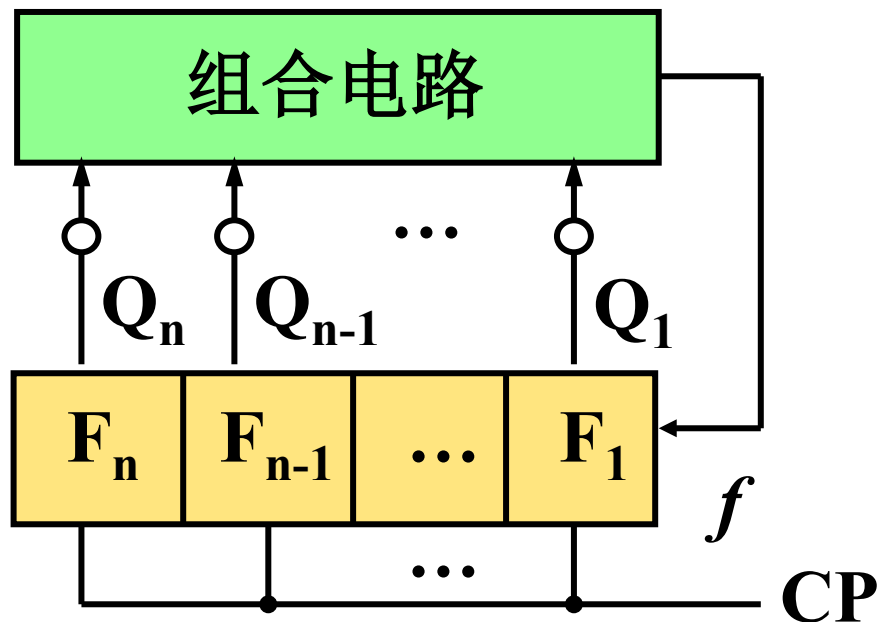
克服方法:

(2) 加取样脉冲: 对于上述**MSI**构成的序列码发生器, 只要将**CP**脉冲接入**74151**的 **\overline{EN}** 端即可。



功能冒险: 组合电路的输入端发生多个变量改变时, 可能存在功能冒险。

移存型序列信号发生器的设计



设计方法类似移存型计数器的设计。模长为序列信号的循环长度，状态编码符合序列信号的变化规律。

1. 已知序列信号
2. 已知序列长度

5.5 顺序脉冲发生器（自学）

- **作用：**在数字系统中，需要一种分配器产生节拍信号，这种节拍控制信号就是一种顺序脉冲：按时间顺序**依次出现的一组高电平（低电平）**的顺序信号。
- 能够产生这种顺序脉冲的电路是称为顺序脉冲发生器。

{ 节拍分配器：电位信号
脉冲分配器：脉冲信号



作业

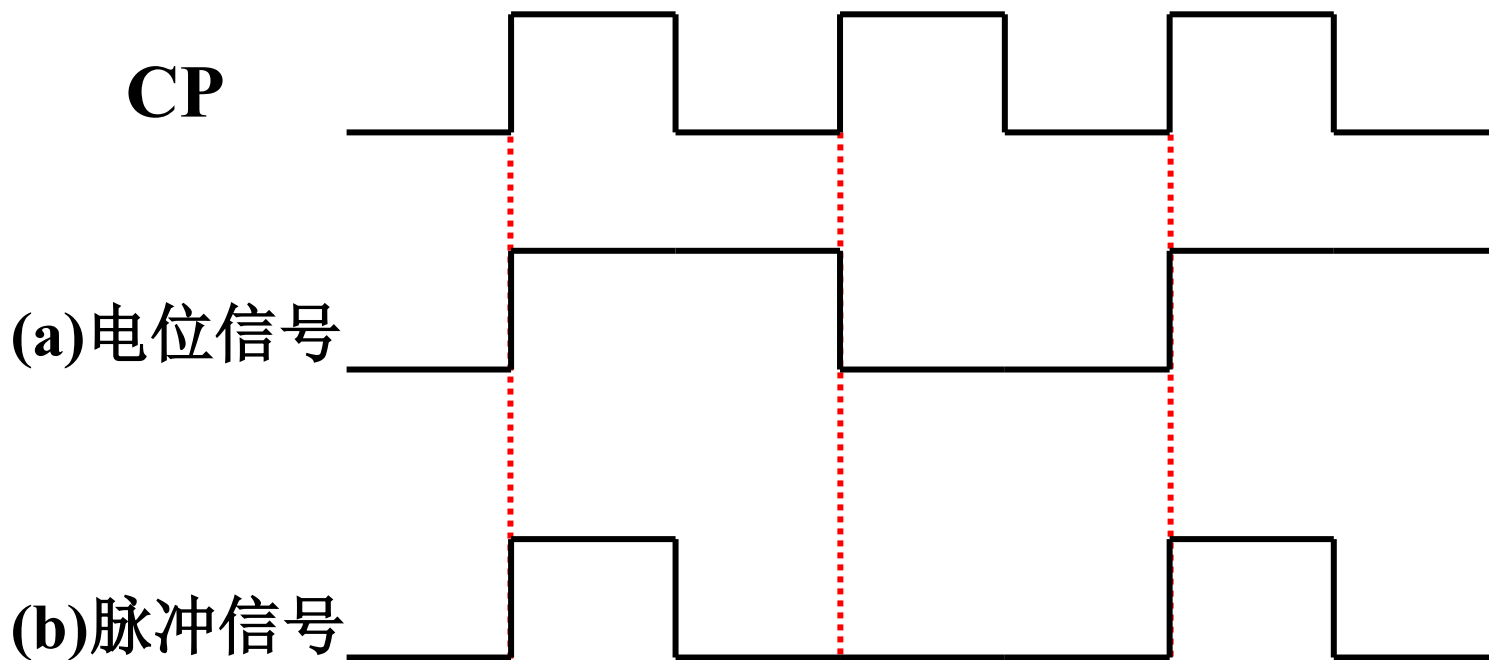


图6.7.1 电位信号和脉冲信号

顺序脉冲发生器的设计

- ①输出端较多时： 采用计数器和译码器。
- ②输出端较少时： 采用环形计数器。

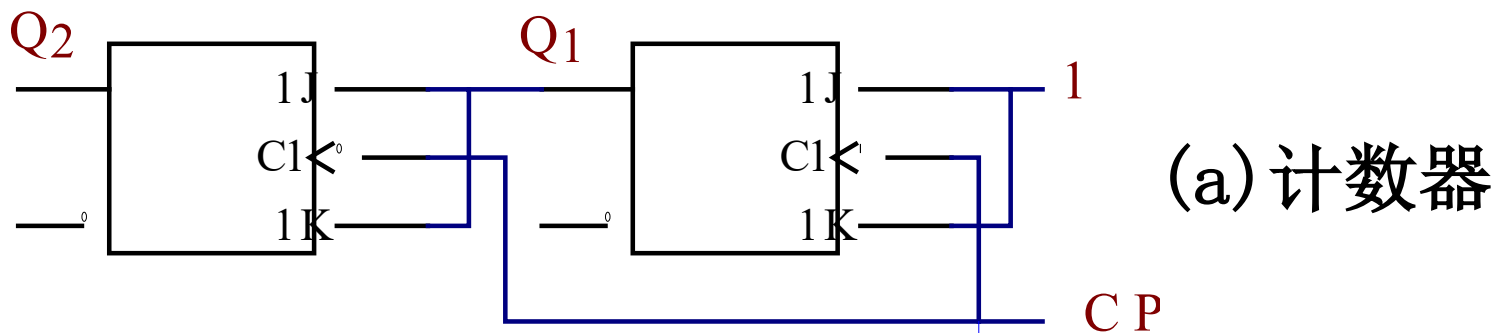
举例

例 试设计四输出节拍分配器。

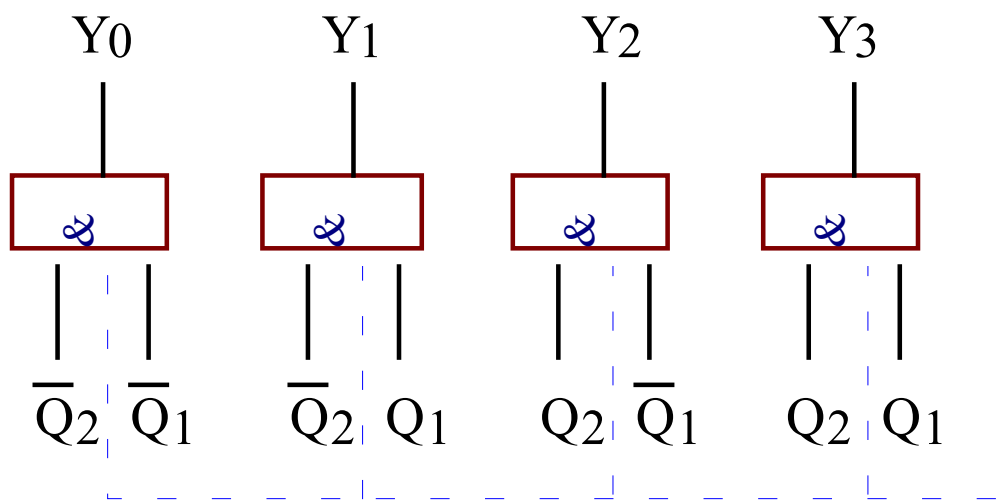
解 (1) 设计 $M=4$ 的计数器

表 2-4线译码器的真值表

Q_2	Q_1	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0
1	1	0	0	0	1

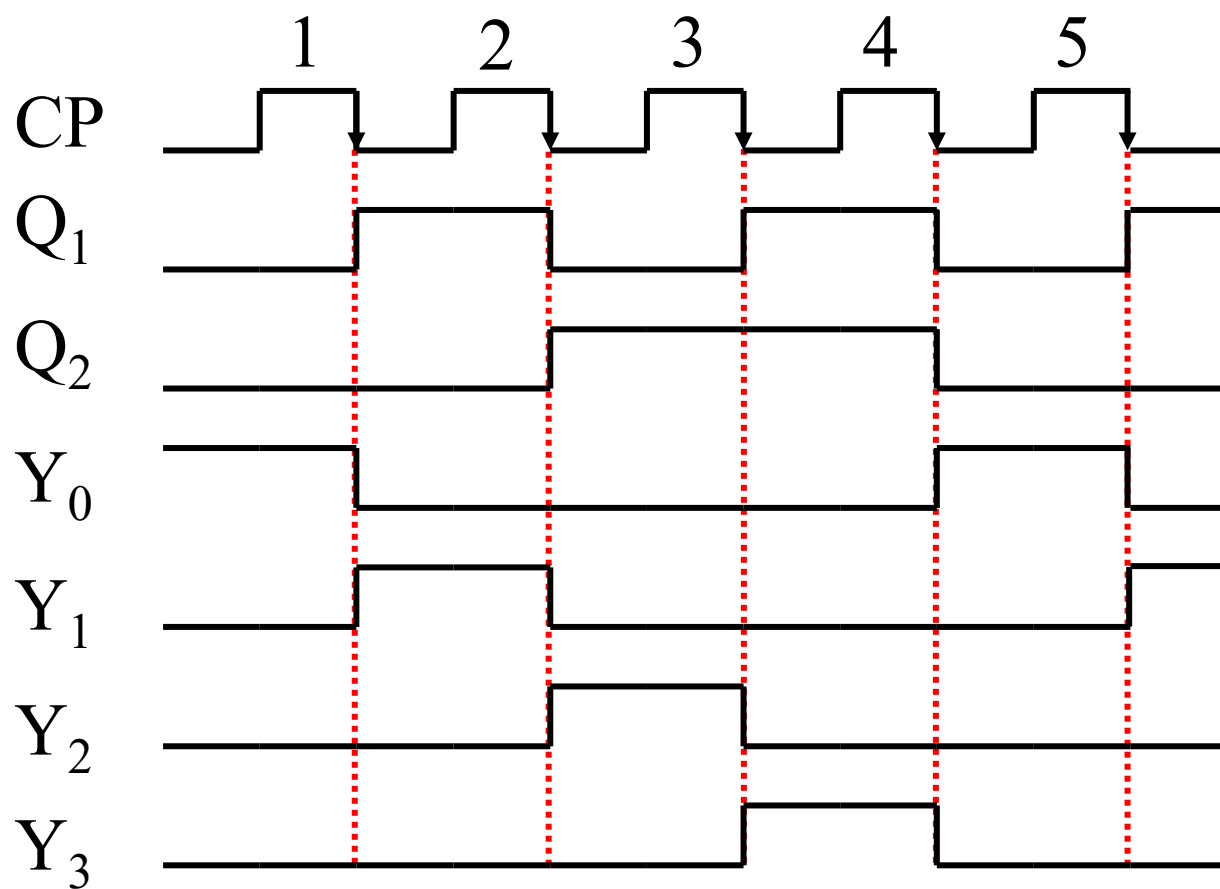


(a) 计数器



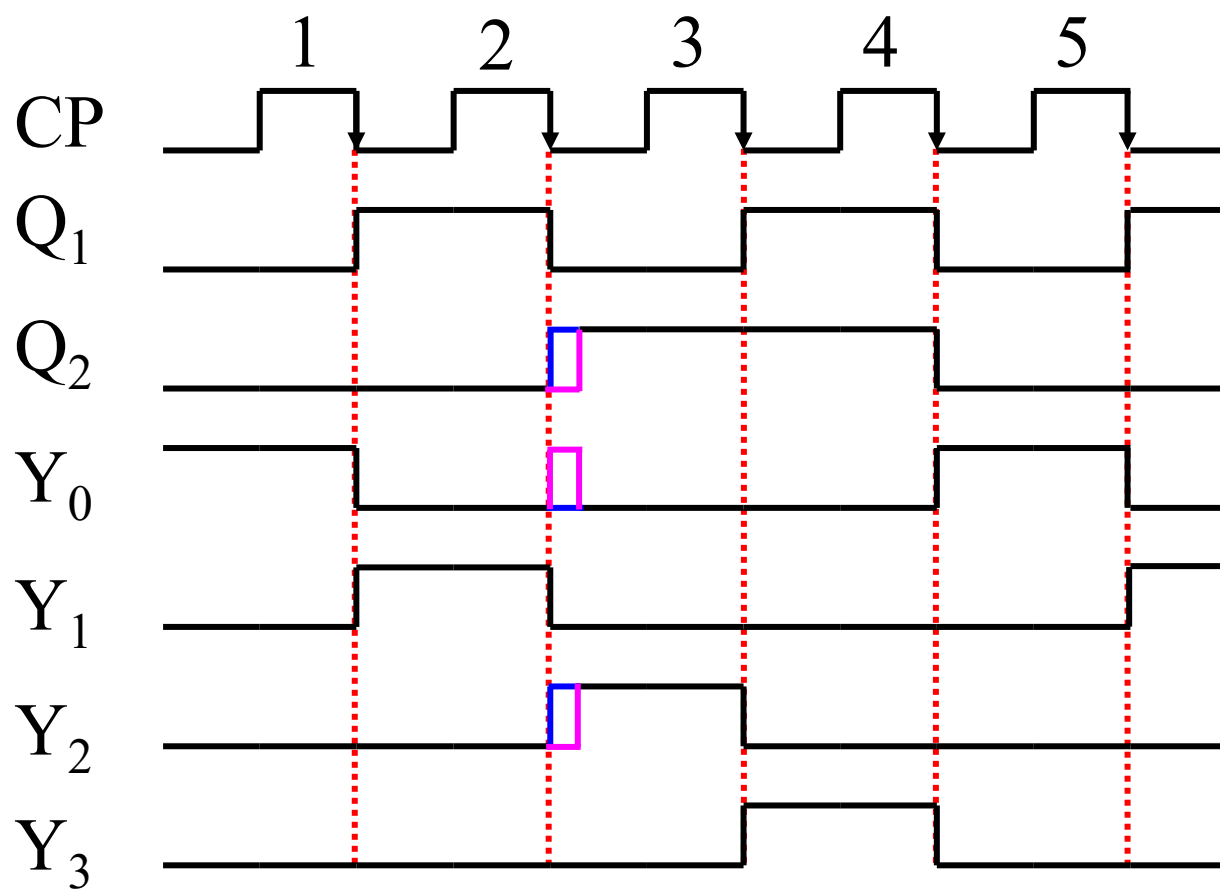
(b) 译码器

四输出分配器



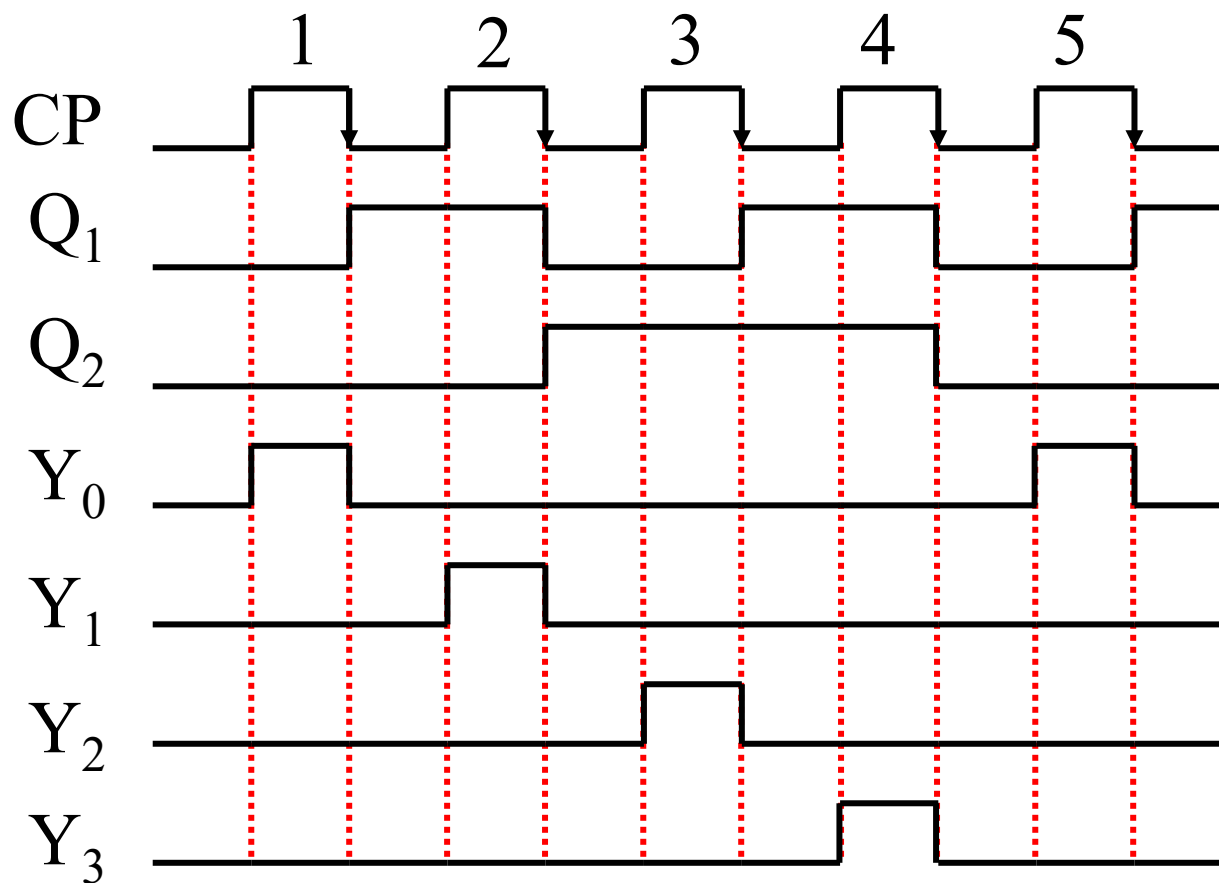
(a) 节拍分配器波形

图 四输出分配器工作波形



(a) 节拍分配器波形

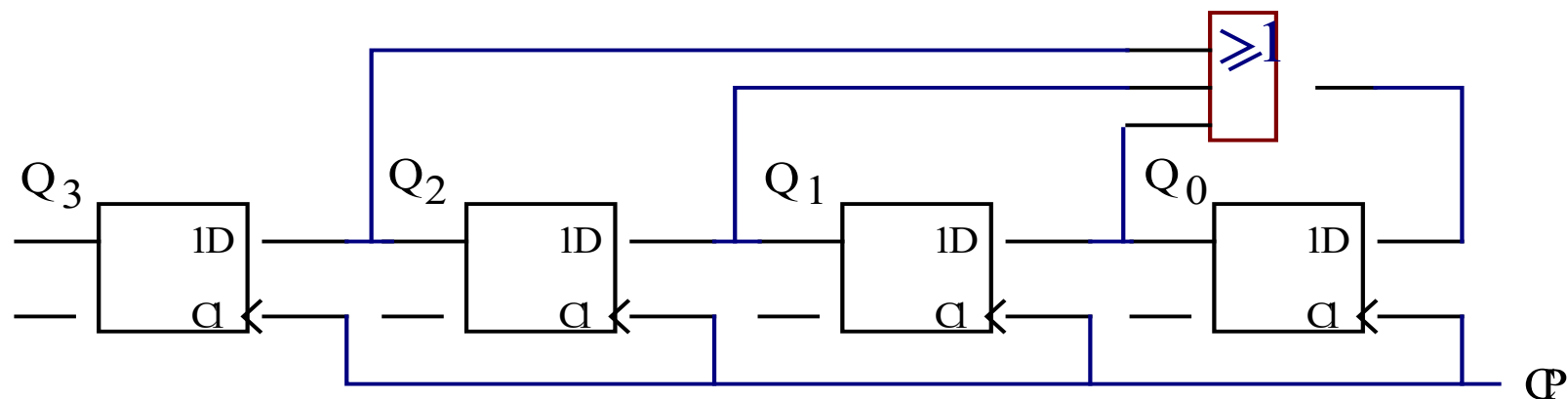
图 四输出分配器工作波形



(b) 脉冲分配器波形

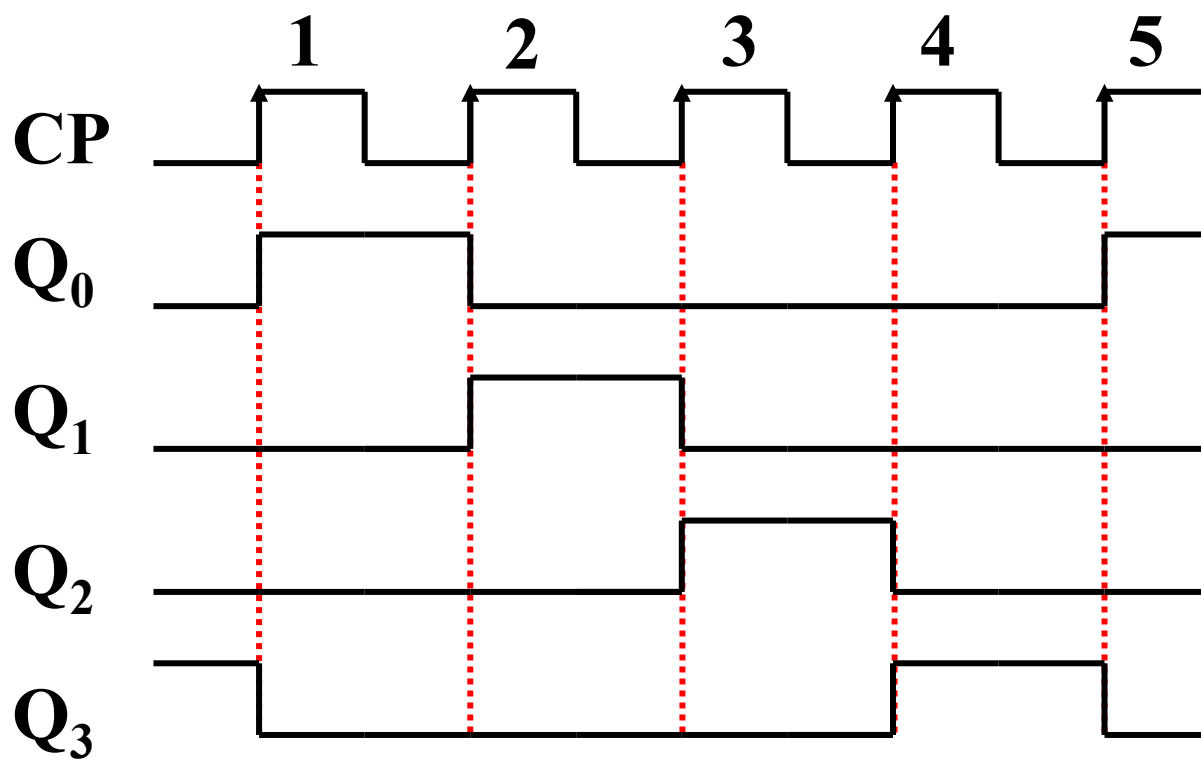
图 四输出分配器工作波形

例 由M=4环形计数器实现四输出节拍分配器。



(a) 电路

图 环形计数器作为节拍分配器



(b) 工作波形

图 环形计数器作为节拍分配器

例：设计产生序列码**101000**，**101000**，.....的反馈移存型序列码发生器。

解：（1）**M=6**，至少需要**3**个触发器来实现。

（2）列状态转移表：

Q_3	Q_2	Q_1	状态转移路线	模数
1	0	1		M=4 ×
0	1	0		
1	0	0		
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		

需增加一个触发器！

取 $n=4$ ，重新列状态转移表

Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	状态转移路线	模数
1	0	1	0		$M=6$ $\sqrt{\quad}$
0	1	0	0		
1	0	0	0		
0	0	0	1		
0	0	1	0		
0	1	0	1		
1	0	1	0		

(3) 求激励函数

偏
离
态

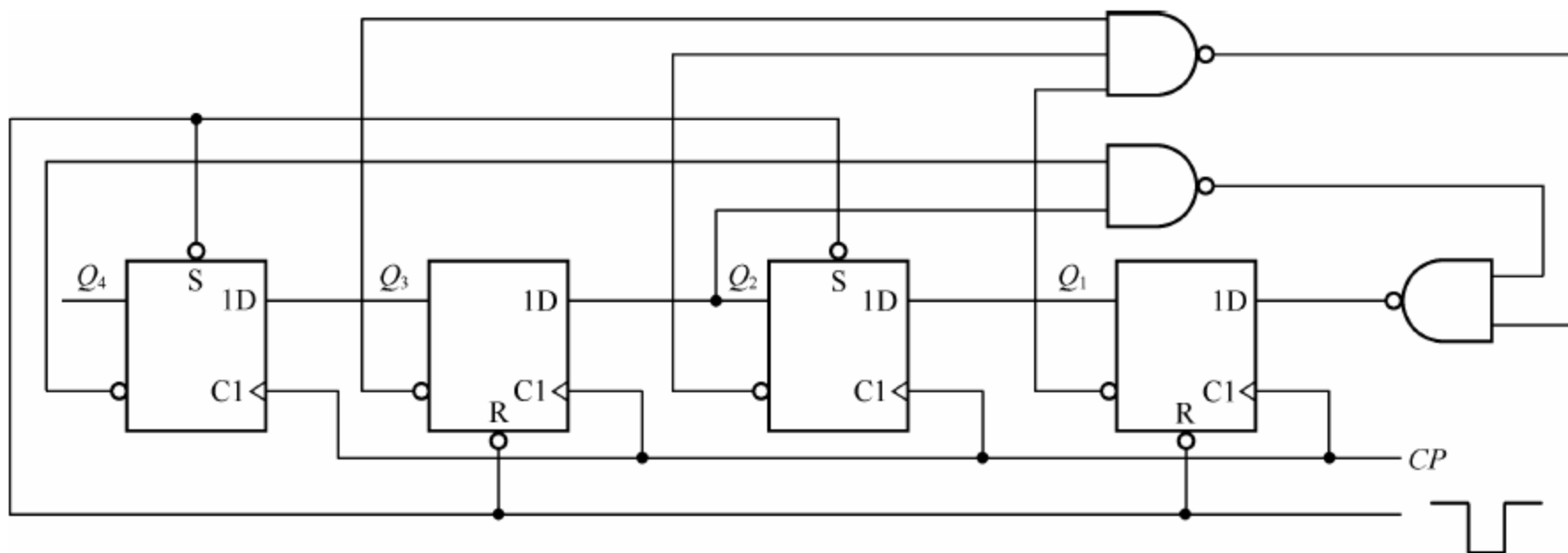
Q_4^n	Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	Q_4^{n+1}	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	D_1
0	0	0	0	0	0	0	\emptyset	\emptyset
0	0	1	1	0	1	1	\emptyset	\emptyset
0	1	1	0	1	1	0	\emptyset	\emptyset
0	1	1	1	1	1	1	\emptyset	\emptyset
1	0	0	1	0	0	1	\emptyset	\emptyset
1	0	1	1	0	1	1	\emptyset	\emptyset
1	1	0	0	1	0	0	\emptyset	\emptyset
1	1	0	1	1	0	1	\emptyset	\emptyset
1	1	1	0	1	1	0	\emptyset	\emptyset
1	1	1	1	1	1	1	\emptyset	\emptyset

$Q_2Q_1 \backslash Q_4Q_3$	00	01	11	10
00	\emptyset	0	\emptyset	1
01	0	0	\emptyset	\emptyset
11	\emptyset	\emptyset	\emptyset	\emptyset
10	1	\emptyset	\emptyset	0

D_1

$$D_1 = \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} + \overline{Q_4} Q_2 = \overline{\overline{\overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}}} \overline{\overline{\overline{Q_4} Q_2}}$$

(4) 作逻辑图



逻辑图

已知序列长度的情况下，有两种方法：

- (1) 自己构造序列码，然后按“已知序列码”设计
- (2) 利用最长线性序列码 (m序列码) 发生器进行设计

a. 线性序列码

$$\begin{array}{r} Q \\ \oplus Q' \\ \hline Q'' \end{array} \quad \begin{array}{l} Q' : Q \text{左移若干位} \\ Q'' : Q \text{或} Q \text{左移若干位} \end{array}$$

例1

$$\begin{array}{rcl} & 110 & \cdots \cdots \cdots Q \\ \oplus & 101 & \cdots \cdots \cdots Q \text{左移1位} \\ \hline & 011 & \cdots \cdots \cdots Q \text{左移2位} \end{array}$$

例2

$$\begin{array}{rcl} & 100 & \cdots \cdots \cdots Q \\ \oplus & 001 & \cdots \cdots \cdots Q \text{左移1位} \\ \hline & 101 & \cdots \cdots \cdots \times \end{array}$$

最长线性序列码（m序列）发生器的设计

- m序列是由n个触发器构成 $M=2^n-1$ 的序列——最长（max）
- m序列是一种伪随机序列
- m序列的产生电路：一种移存型的序列码发生器

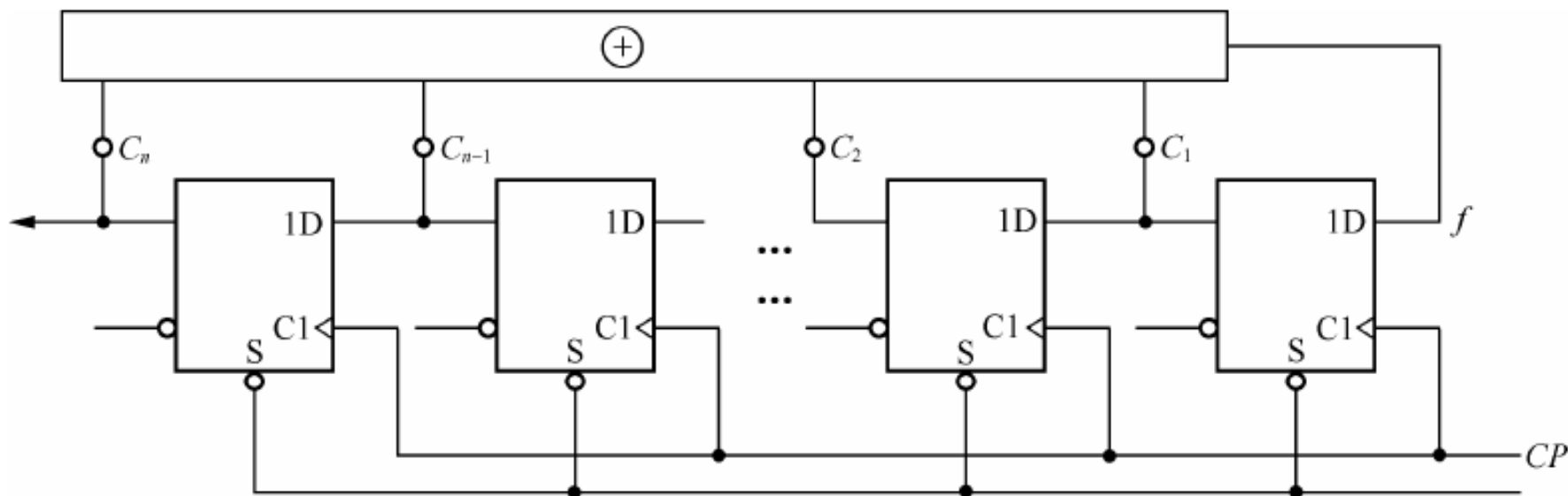


图5.4.6 m序列码发生器的一般结构



例 设计M=15的m序列码发生器。

解：① 求触发器的级数n

由 $2^n - 1 = 15$ ，得 $n = 4$ 。

② 确定反馈函数f(查表)。

$$f = Q_4 \oplus Q_3$$

③作逻辑电路

m序列码发生器的自启动性

$$D_1 = f + \overline{Q}_4 \overline{Q}_3 \overline{Q}_2 \overline{Q}_1$$

$$\text{一般情况: } D_1 = f + \overline{Q}_n \overline{Q}_{n-1} \dots \overline{Q}_1$$

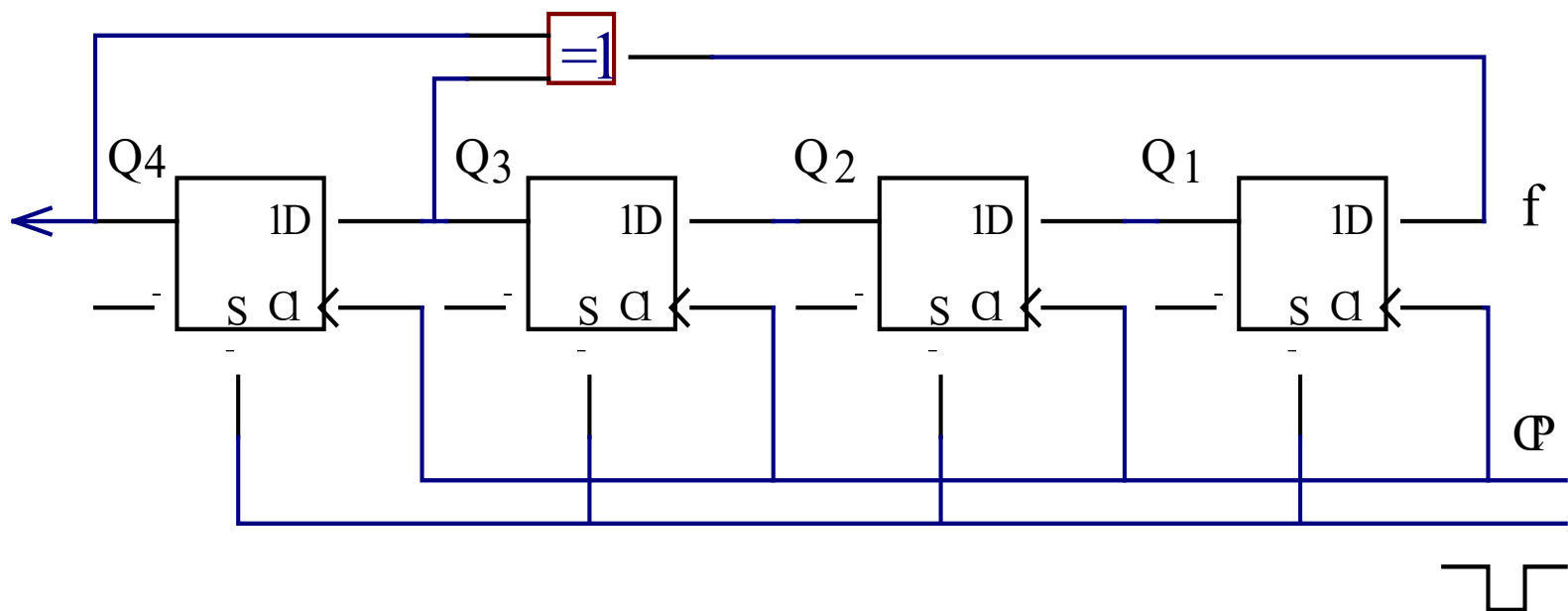


图6.6.6 $M=15$ 的m序列码发生器

根据电路写出序列码：**1111**00010011010，
111100010011010，

非m序列码发生器

- a. $M=2^n$ 的序列码发生器的设计
- b. $M<2^n-1$ 的序列码发生器的设计

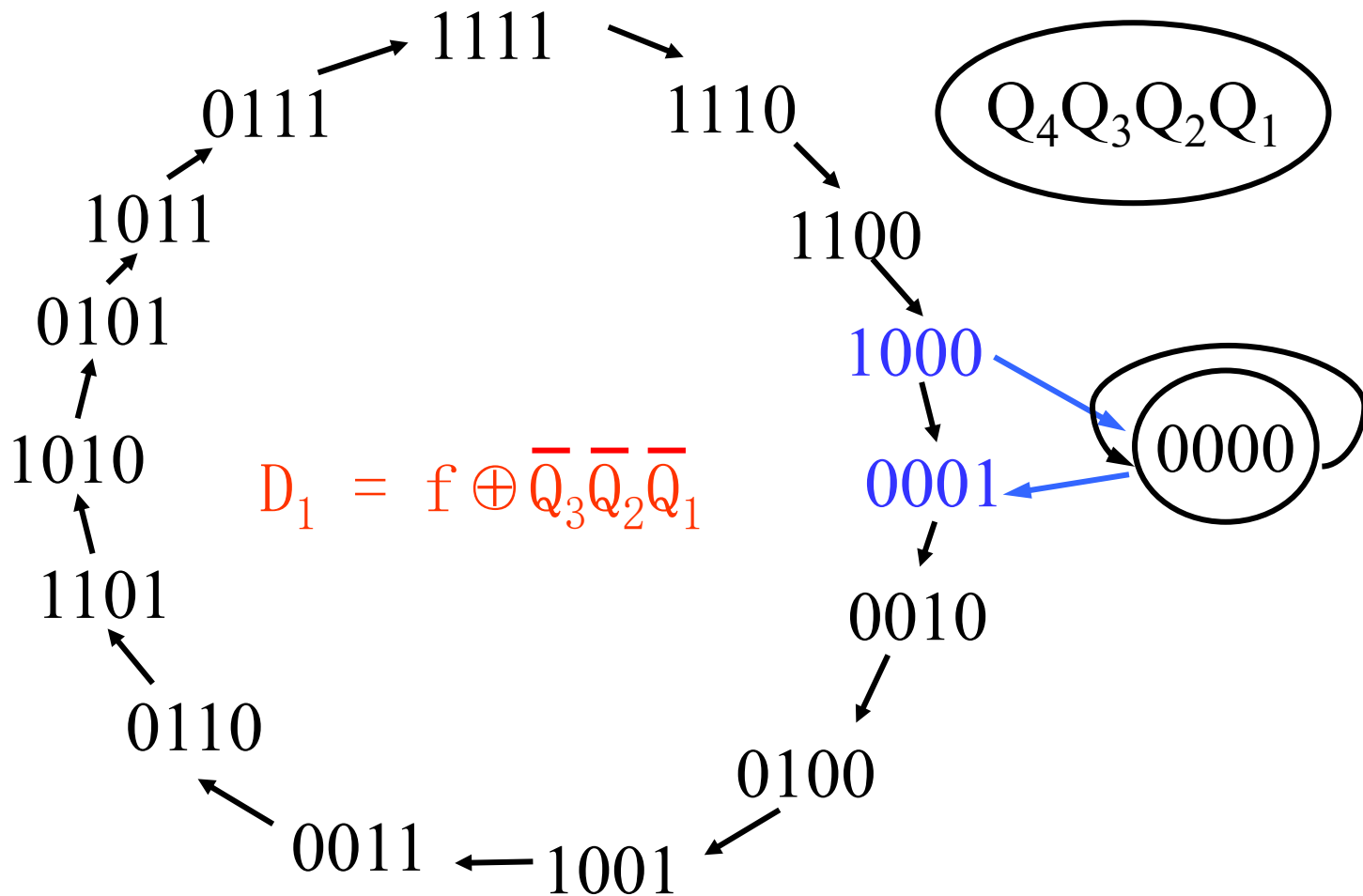
a. $M=2^n$ 的序列码发生器的设计

例 6.6.4 设计 $M=16$ 的序列码发生器。

解 ①设计触发器的级数 $n = 4$ 的 m 序列

②修改 D_1 的表达式, 把0000纳入 $M=15$ 的 m 序列码发生器的状态转移图中

$1000 \rightarrow 0000 \rightarrow 0001 \quad D_1 = ?$



1000 → 0001

1000 → 0000

0000 → 0001

$$D_1 = f = Q_4 \oplus Q_3$$

$$D_1 = f \oplus Q_4 \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}$$

$$D_1 = f \oplus \overline{Q_4} \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1}$$

③作逻辑电路

结论:

对于 $M=2^n$ 的序列码发生器 $D_1 = f \oplus \overline{Q}_{n-1} \overline{Q}_{n-2} \dots \overline{Q}_1$

b. $M < 2^n - 1$ 的序列码发生器的设计

关键：找起跳状态。

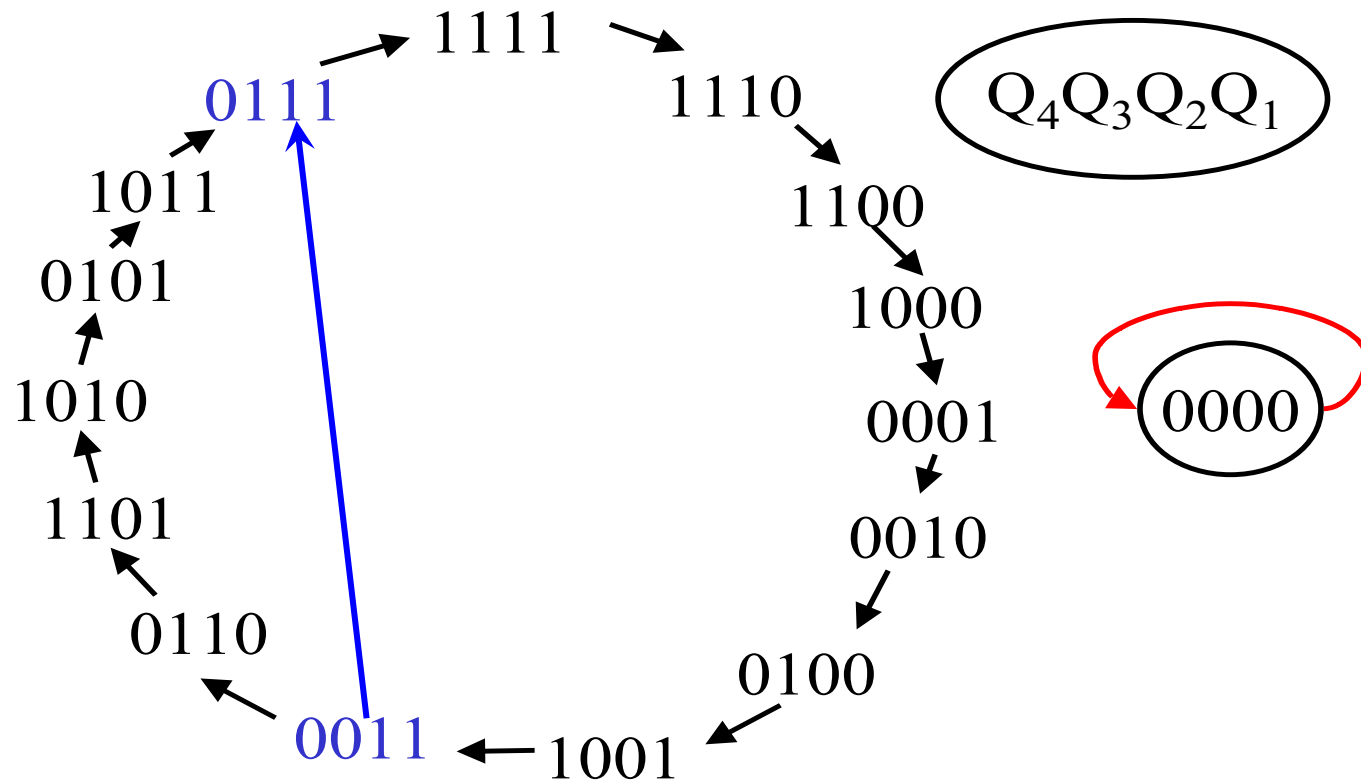
例：设计 $M=10$ 的序列码发生器。

解：在状态转移图中需跳过5个状态，寻找起跳状态：

$\begin{array}{cccccccc} \times \times & & & & \blacktriangle \blacktriangle \blacktriangle \blacktriangle & \times \times \times \times \\ 111100010011010 \end{array}$	序列 I
$\begin{array}{cccccccc} 001001101011110 \end{array}$	序列 II (I 左移5位)
<hr/>	
$\begin{array}{cccccccc} 110101111000100 \end{array}$	序列 III (I \oplus II)

得到起跳状态为0011

修改后的状态转移图



修改反馈函数：在 D_1 的真值表中对应0011的输出取反。得到：

$$\begin{aligned} D_1 &= f \oplus \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 Q_2 Q_1 + \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \\ &= Q_4 \oplus Q_3 \oplus \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 Q_2 Q_1 + \bar{Q}_4 \bar{Q}_3 \bar{Q}_2 \bar{Q}_1 \end{aligned}$$

一般式为： $D_1 = f \oplus \text{起跳状态} + \bar{Q}_n \bar{Q}_{n-1} \bar{Q}_{n-2} \cdots \bar{Q}_1$

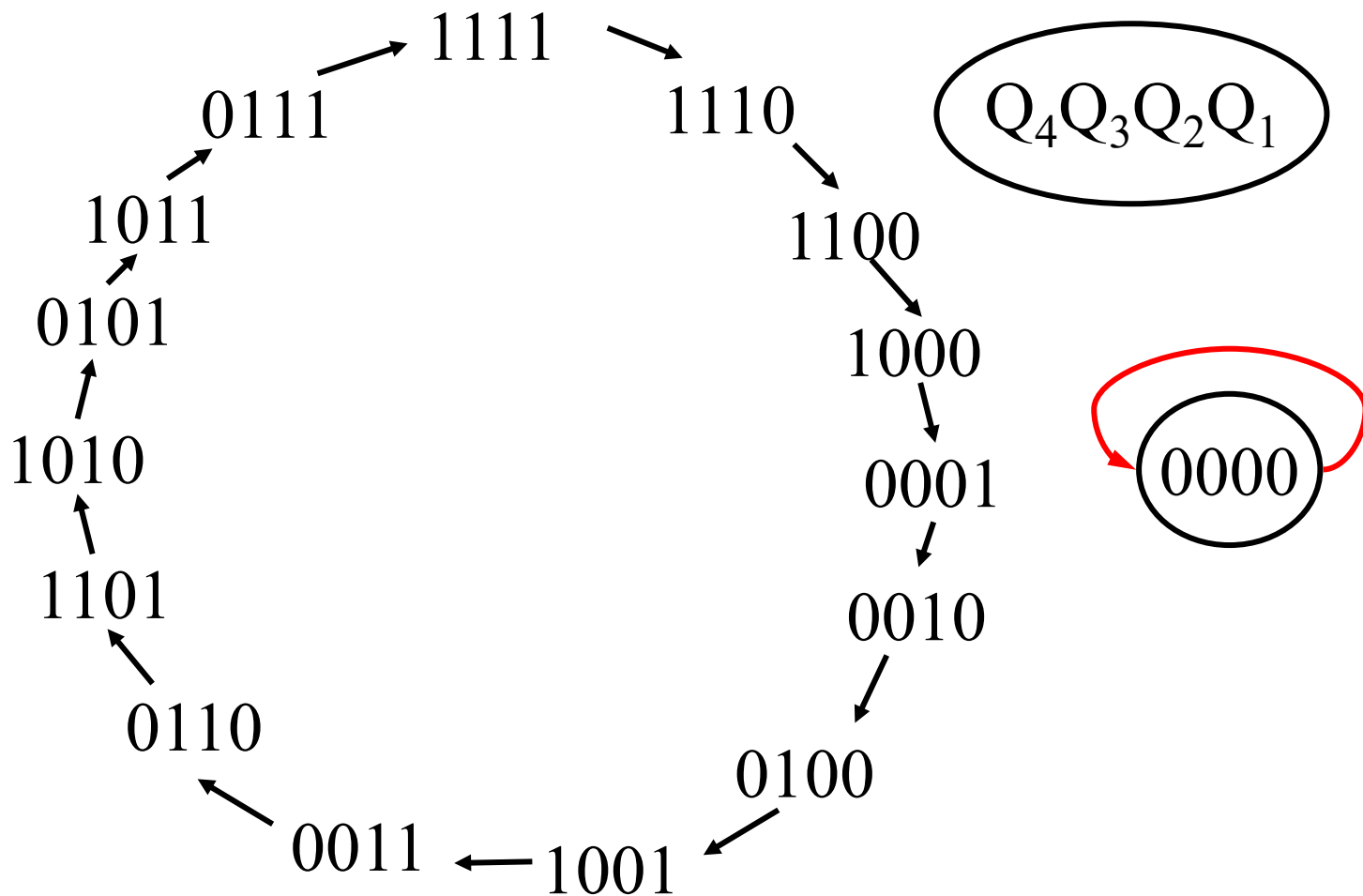


图6.6.7 M=15的m序列码发生器的状态转移图

自启动性讨论

从状态转移图看出，电路不具有自启动性，需要让偏离态的次态进入有效循环。

即**0000**的次态**0001**， D_1 的真值表对应**0000**的输出应为**1**。

修改反馈函数为：

$$D_1 = f + \bar{Q}_n \bar{Q}_{n-1} \bar{Q}_{n-2} \cdots \bar{Q}_1$$

起跳状态的确定方法

方法一：在状态转移图中，依次查询各状态，寻找满足要求的起跳状态。

方法二：

①作长度为 2^n-1 的线性序列I

②将I序列向**左移** 2^n-1-M 位，得线性序列II

③将I和II进行**异或**运算，得线性序列III

④在III中找到 $\overbrace{1000\dots 0}^{n-1\text{个}}$ 码组，序列I中对应位置的n位码就是**起跳状态**。

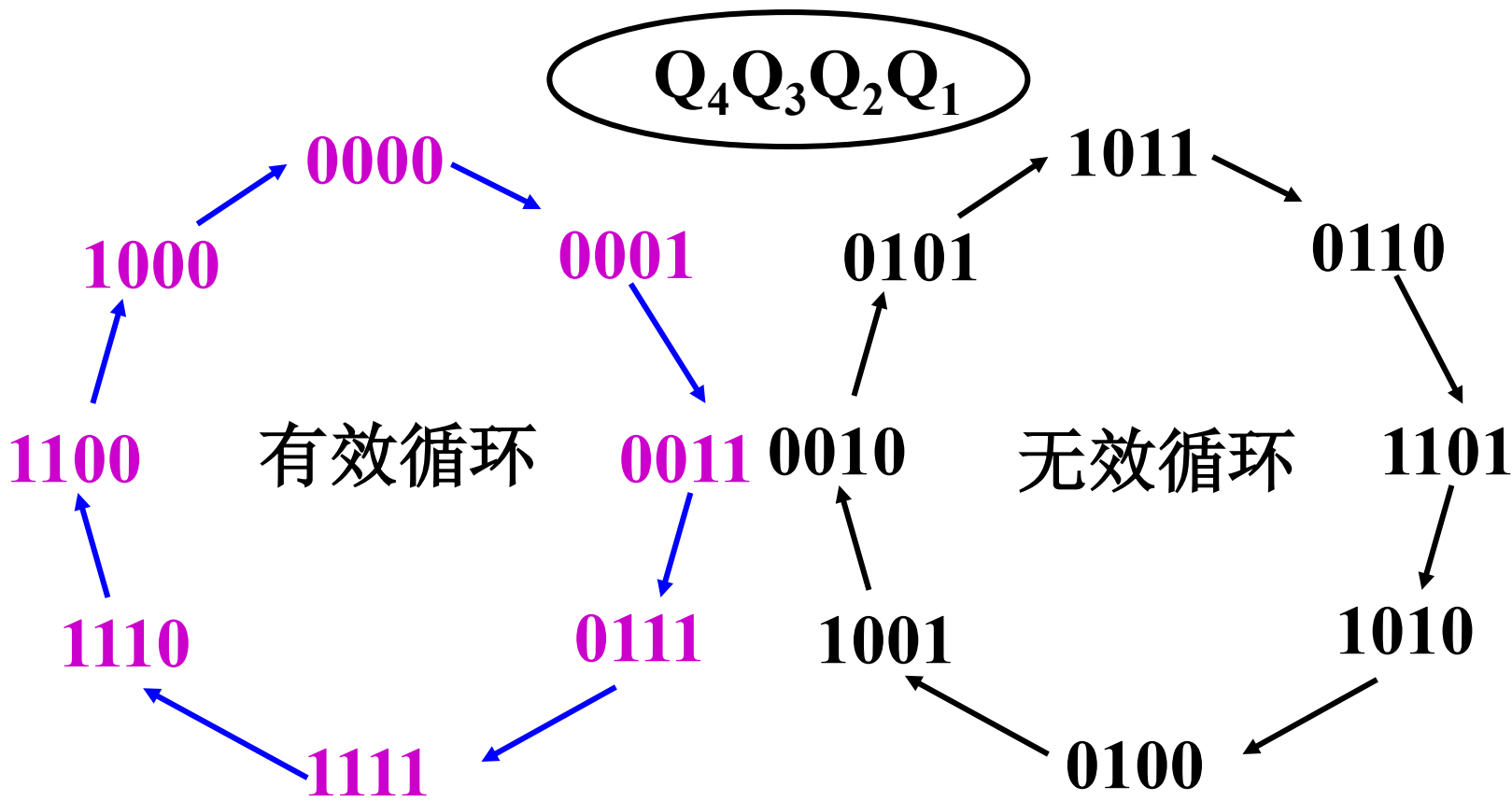


图5.3.40 扭环形计数器状态转移图