

# 数字电路与逻辑设计B

## 第十四讲

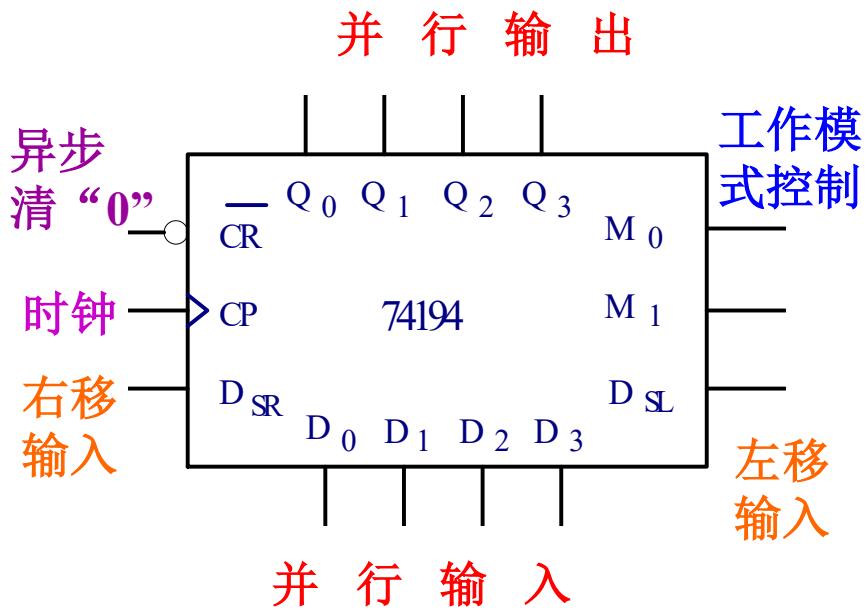
南京邮电大学

电子与光学工程学院

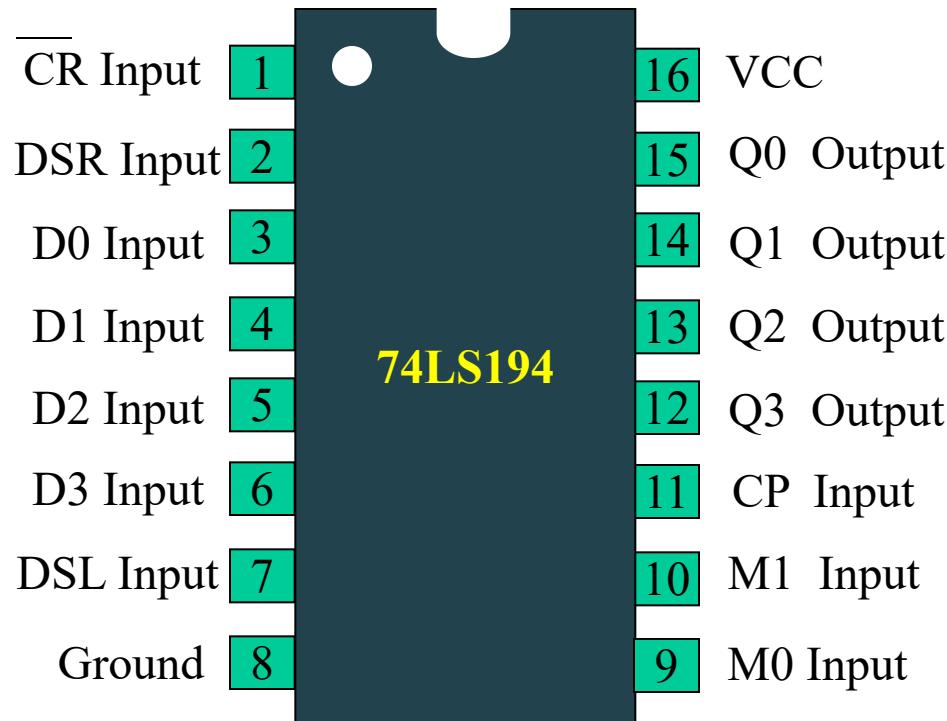
臧裕斌

# 4. MSI移位寄存器74194（双向）

## 1) 逻辑图

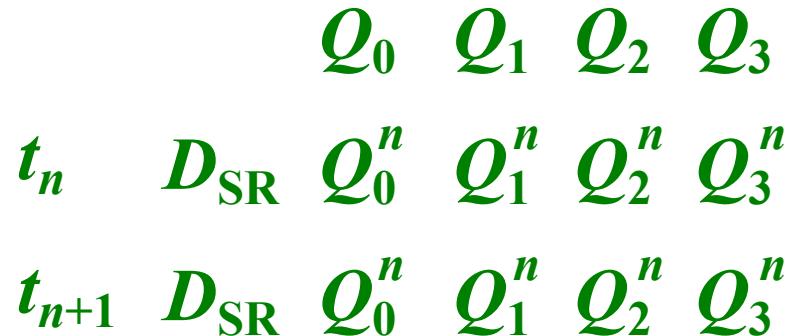
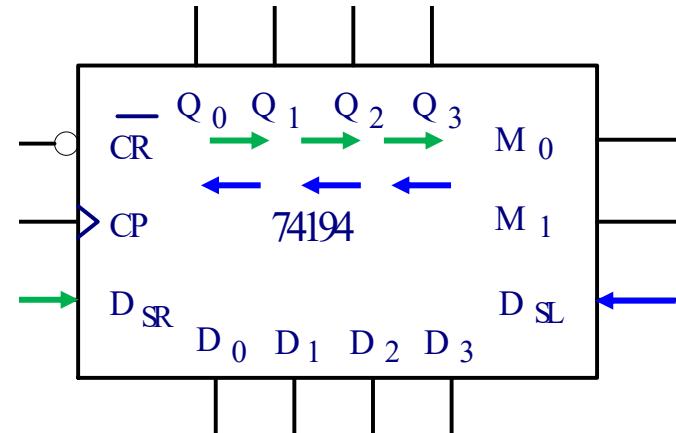


74194 简化符号



74194引脚图

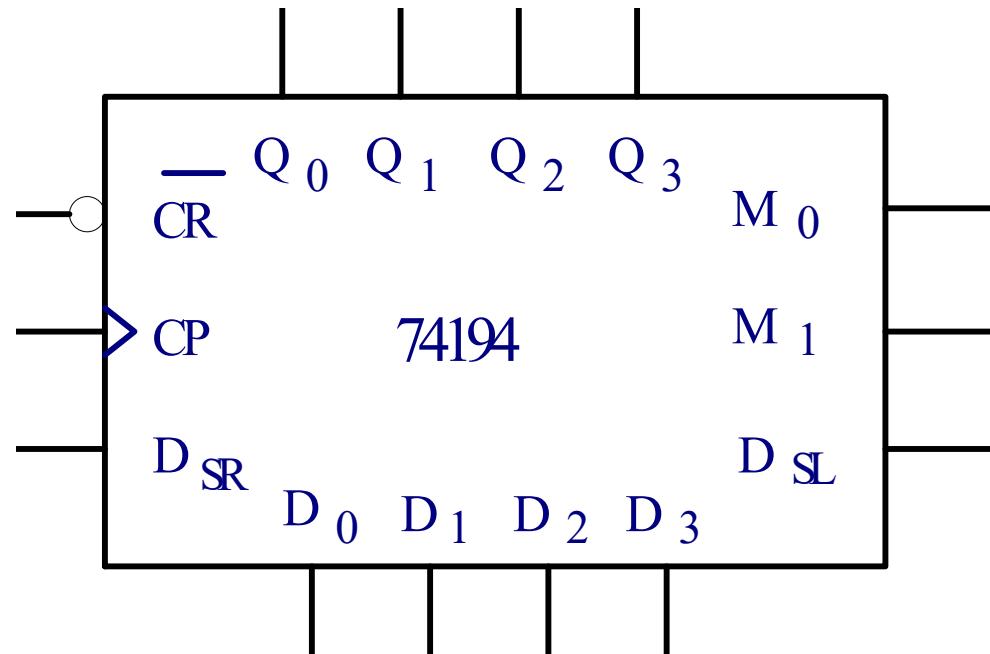
## 2) 功能表



功能	$\overline{CR}$	$M_0$	$M_1$	$CP$	$D_{SR}$	$D_{SL}$	$D_0$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$Q_0^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_3^{n+1}$
清除	0	×	×	×	×	×	×	×	×	×	0	0	0	0
并入	1	1	1	↑	×	×	$d_0$	$d_1$	$d_2$	$d_3$	$d_0$	$d_1$	$d_2$	$d_3$
保持	1	×	×	0	×	×	×	×	×	×	$Q_0^n$	$Q_1^n$	$Q_2^n$	$Q_3^n$
	1	0	0	×	×	×	×	×	×	×				
右移	1	1	0	↑	1	×	×	×	×	×	1	$Q_0^n$	$Q_1^n$	$Q_2^n$
	1	1	0	↑	0	×	×	×	×	×	0	$Q_0^n$	$Q_1^n$	$Q_2^n$
左移	1	0	1	↑	×	1	×	×	×	×	$Q_1^n$	$Q_2^n$	$Q_3^n$	1
	1	0	1	↑	×	0	×	×	×	×	$Q_1^n$	$Q_2^n$	$Q_3^n$	0

### 3) 应用举例

可以实现  
串入串出  
串入并出  
并入并出  
并入串出



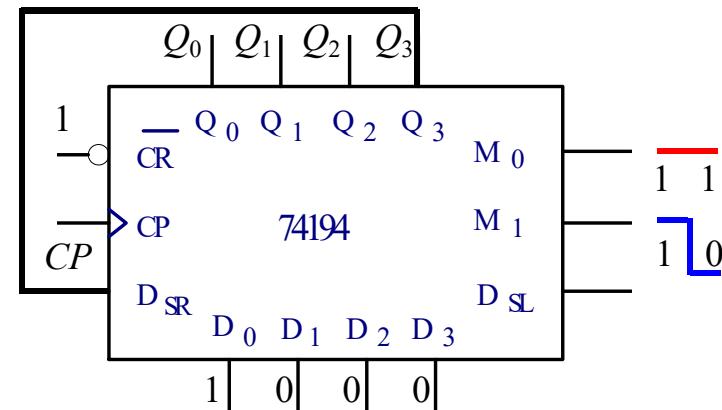
2. 下图所示电路的状态转移关系为  $Q_0 Q_1 Q_2 Q_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

A 1000→0100→0010→0001

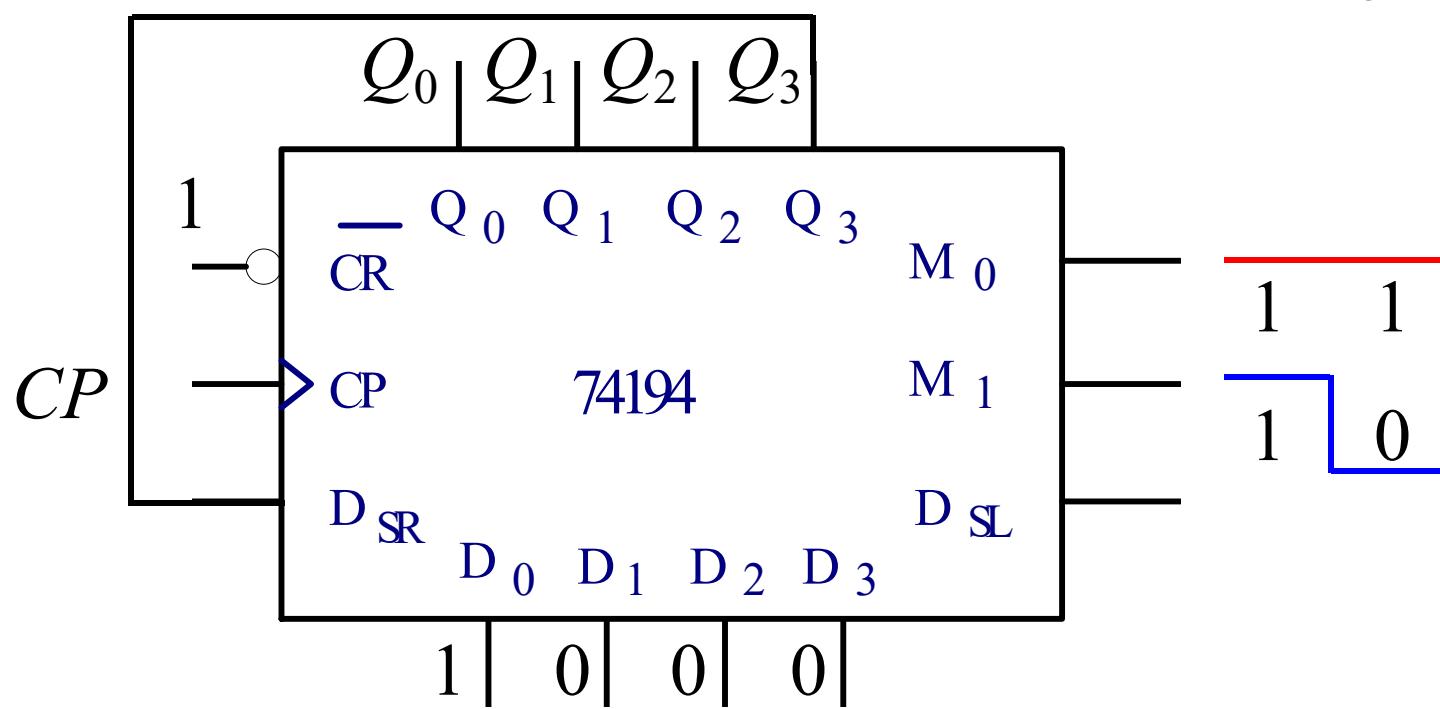
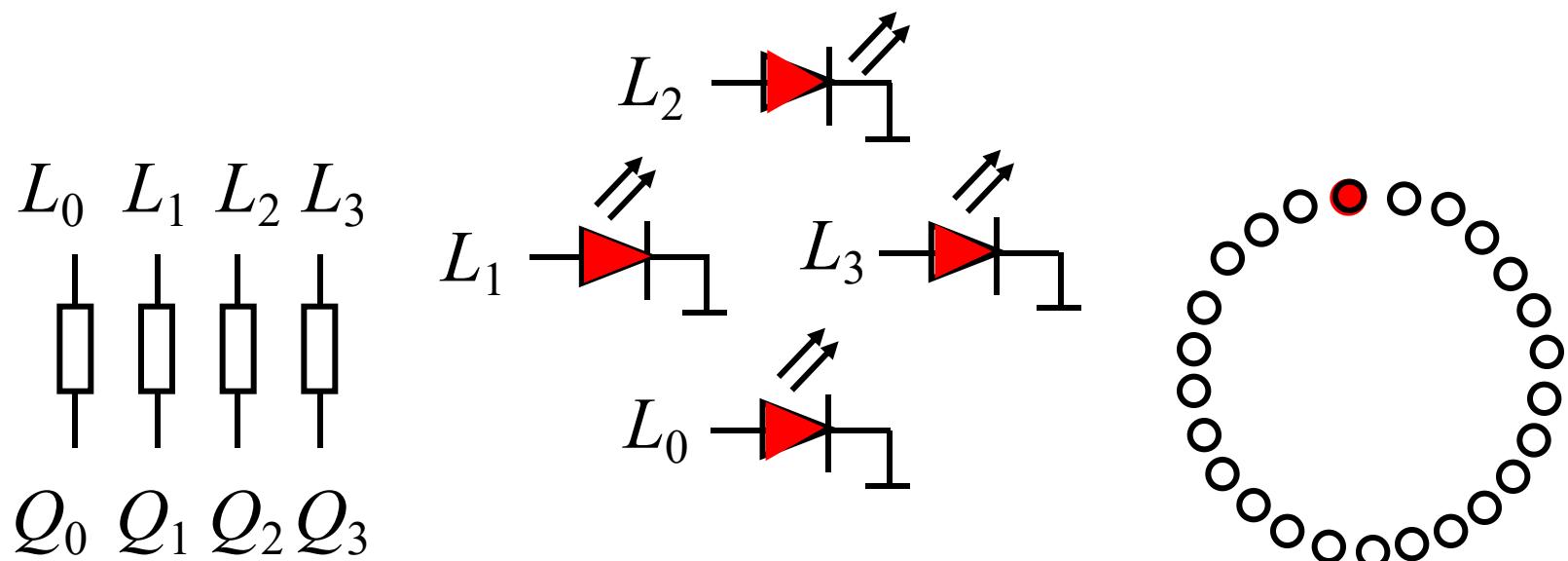
B 1000→0001→0010→0100

C 1000→1100→1110→1111

D 1000→0001→0011→0111



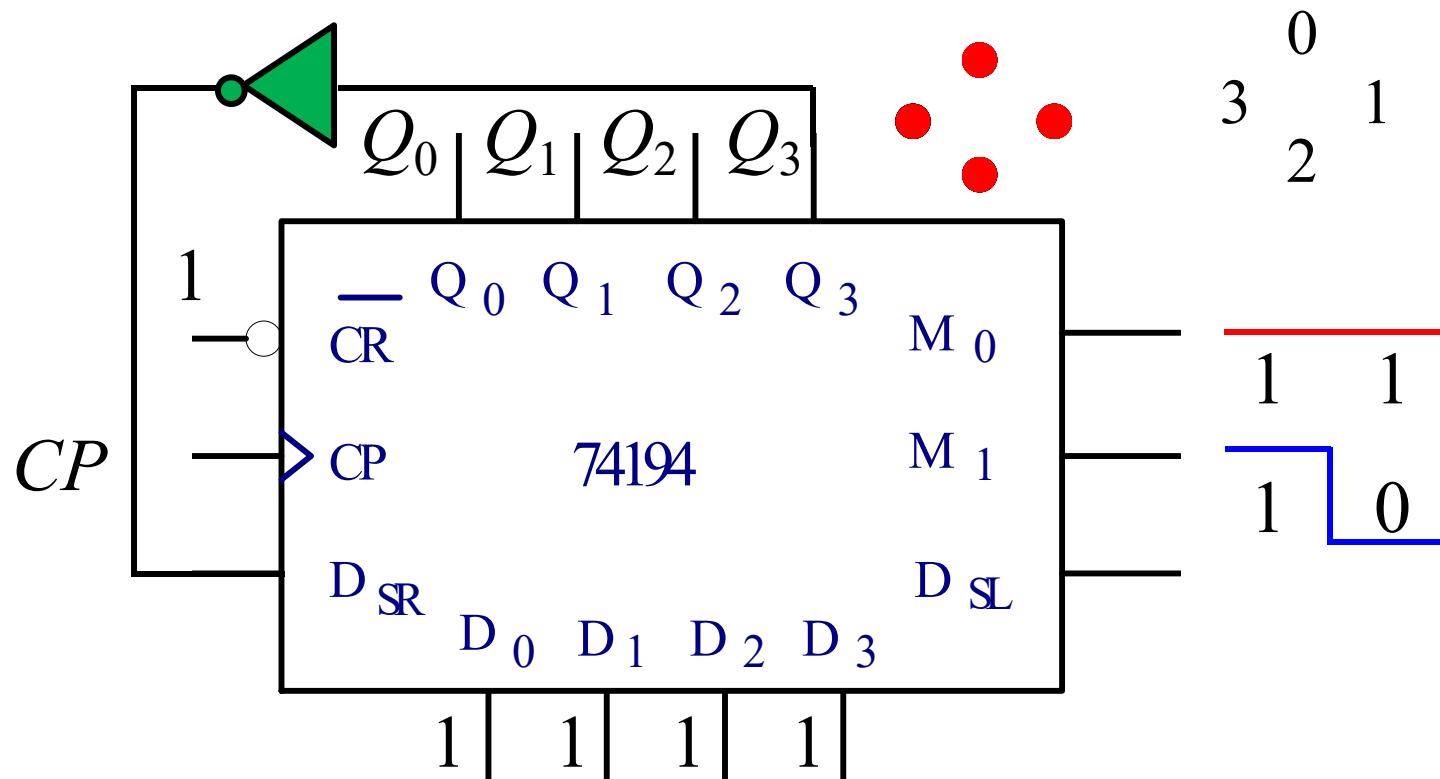
提交

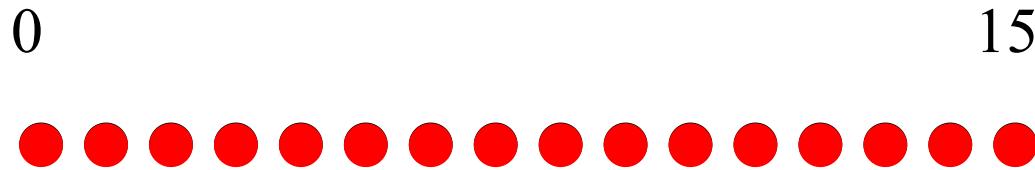


$1111 \rightarrow 0111 \rightarrow 0011 \rightarrow 0001$



$1110 \leftarrow 1100 \leftarrow 1000 \leftarrow 0000$





## 5. 3 计数器

1. 计数器的概念

2. 应用

3. 基本结构

4. 分类

一、同步计数器的分析

# 5.3 计数器

## 1. 计数器的概念

能够记录输入脉冲跳变沿个数的电路称为计数器

## 2. 应用(如频率计)

## 3. 基本结构

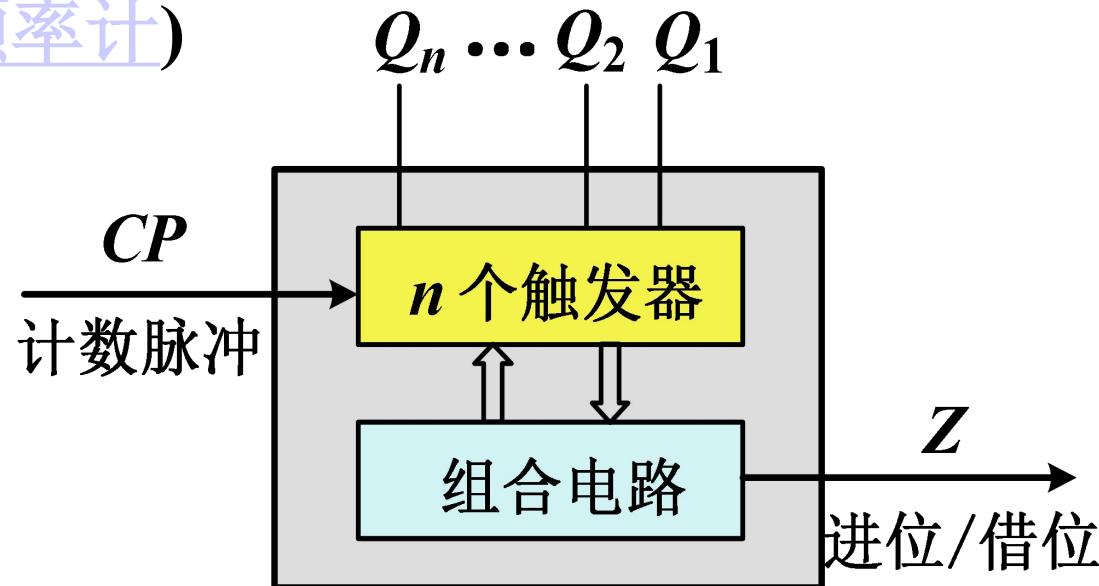


图5.3.1 计数器基本结构框图

## 4. 分类

(1) 按模值 {

- 二进制计数器
- 十进制计数器
- 任意进制计数器

(2) 按存储器的状态变化是否同时 {

- 同步计数器
- 异步计数器

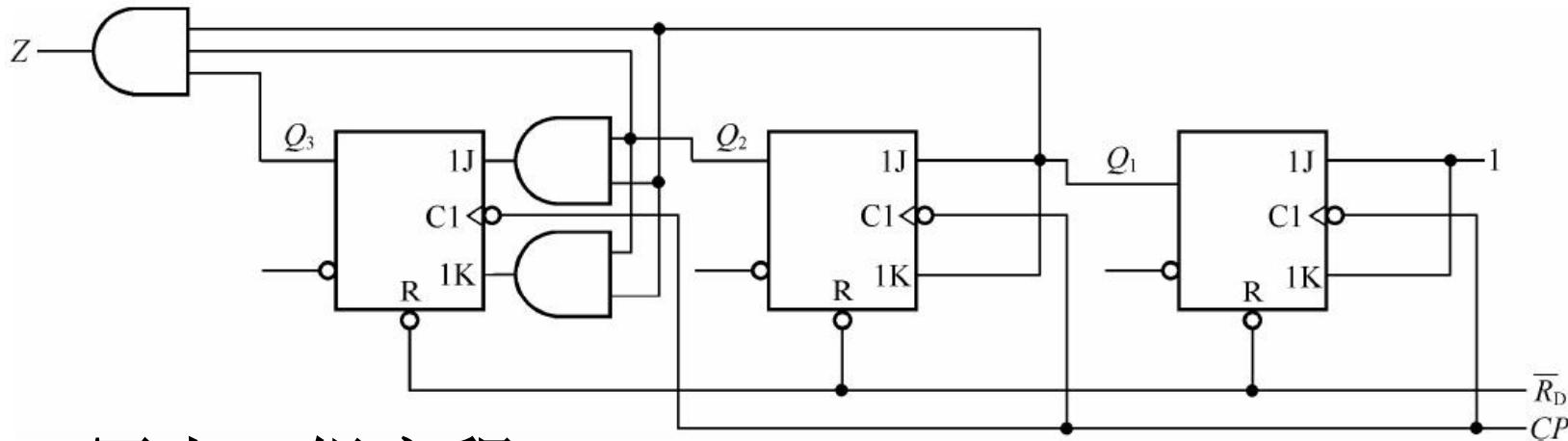
(3) 按逻辑功能 {

- 加法计数器
- 减法计数器
- 可逆计数器

# 一、同步计数器的分析

- 同步计数器的特点：在同步计数器内部，各个触发器都受同一时钟脉冲——输入计数脉冲的控制，因此，它们状态的更新几乎是同时的，故被称为“同步计数器”。
- 分析步骤：
  - ① 根据电路图写出三组方程
    - a. 激励方程
    - b. 次态方程
    - c. 输出方程
  - ② 作状态转移表或状态转移图或波形图
  - ③ 电路的逻辑功能描述

# 例1 分析图示同步二进制计数器电路。



1)写出三组方程

$$J_3 = K_3 = Q_1^n Q_2^n \quad J_2 = K_2 = Q_1^n \quad J_1 = K_1 = 1$$

$$Q_3^{n+1} = [Q_1^n Q_2^n \bar{Q}_3^n + \bar{Q}_1^n \bar{Q}_2^n Q_3^n] \cdot CP \downarrow$$

$$Q_2^{n+1} = [Q_1^n \bar{Q}_2^n + \bar{Q}_1^n Q_2^n] \cdot CP \downarrow$$

$$Q_1^{n+1} = [\bar{Q}_1^n] \cdot CP \downarrow \quad Z = Q_1^n Q_2^n Q_3^n$$

## 2)作状态转移表或状态转移图或波形图

$$Q_3^{n+1} = [Q_1^n Q_2^n \bar{Q}_3^n + \bar{Q}_1^n \bar{Q}_2^n Q_3^n] \cdot CP\downarrow$$

$$Q_2^{n+1} = [Q_1^n \bar{Q}_2^n + \bar{Q}_1^n Q_2^n] \cdot CP\downarrow$$

$$Q_1^{n+1} = [\bar{Q}_1^n] \cdot CP\downarrow \quad Z = Q_1^n Q_2^n Q_3^n$$

关于  $Q_1^n Q_2^n Q_3^n$  的函数

$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_3^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	Z

$$Q_3^{n+1} = [ Q_1^n Q_2^n \bar{Q}_3^n + \bar{Q}_1^n Q_2^n Q_3^n ] \cdot CP\downarrow$$

$$Q_2^{n+1} = [ Q_1^n \bar{Q}_2^n + \bar{Q}_1^n Q_2^n ] \cdot CP\downarrow$$

$$Q_1^{n+1} = [ \bar{Q}_1^n ] \cdot CP\downarrow \quad Z = Q_1^n Q_2^n Q_3^n$$

		$Q_2^n Q_1^n$	00	01	11	10
		0	001/0	010/0	100/0	011/0
		1	101/0	110/0	000/1	111/0
$Q_3^n$						
0	1					
			$Q_3^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}/Z$	

$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_3^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	Z	$CP \downarrow$	$Q_3 Q_2 Q_1$	Z
0	0	0	0	0	1	0	0	0 0 0	0
0	0	1	0	1	0	0	1	0 0 1	0
0	1	0	0	1	1	0	2	0 1 0	0
0	1	1	1	0	0	0	3	0 1 1	0
1	0	0	1	0	1	0	4	1 0 0	0
1	0	1	1	1	0	0	5	1 0 1	0
1	1	0	1	1	1	0	6	1 1 0	0
1	1	1	0	0	0	1	7	1 1 1	1

按**状态转移**的顺序整理状态转移表

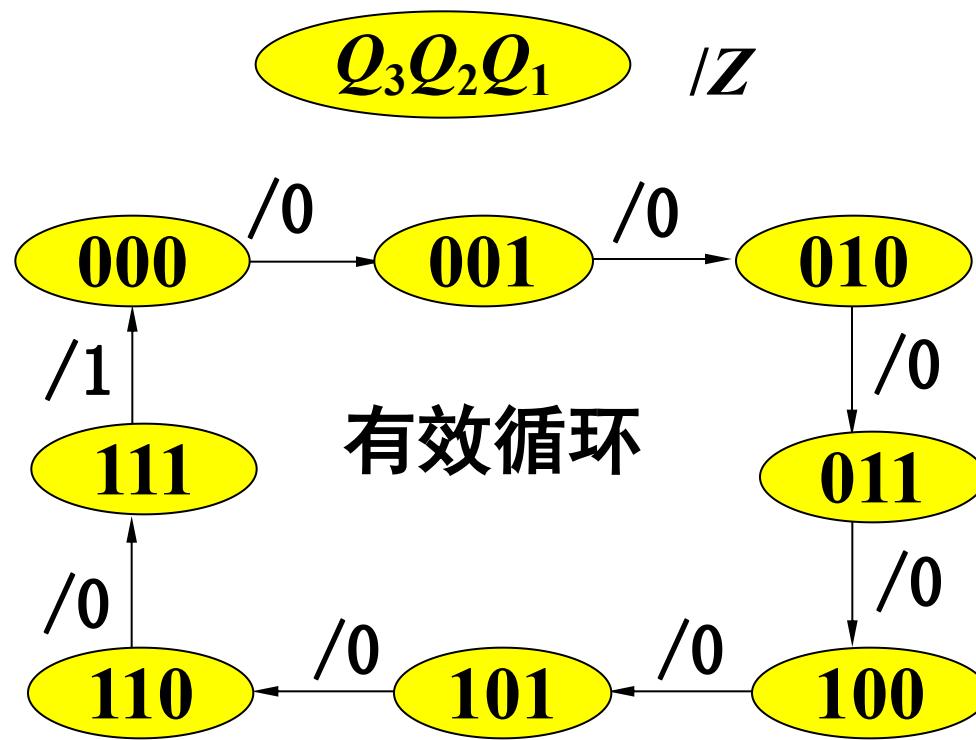


图5.3.3 例5.3.1的状态转移图

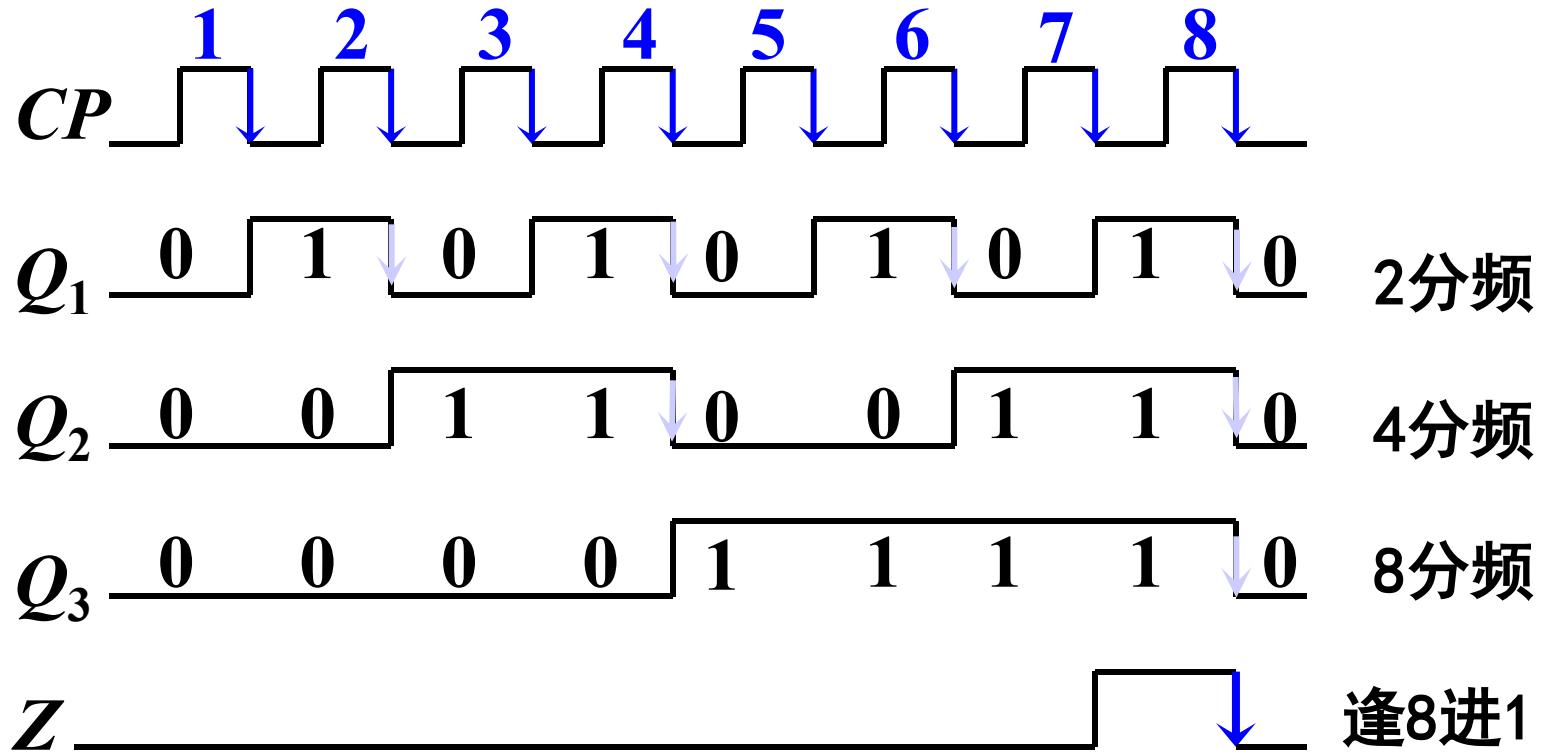
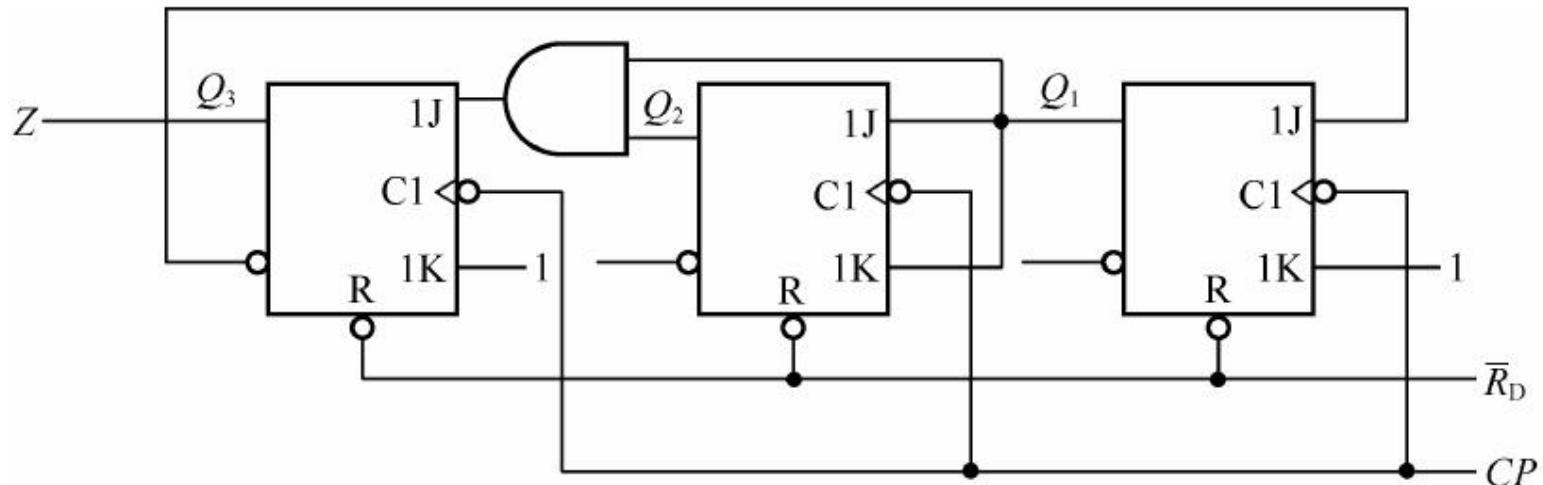


图5.3.4 例5.3.1的工作波形图

3) 电路的逻辑功能描述

同步模8加法计数器（或3位二进制同步加法计数器）

## 例2 图示为同步任意进制计数器, 分析其逻辑功能。



解： 1) 写出三组方程

$$J_3 = Q_2^n Q_1^n \quad K_3 = 1 \quad J_2 = Q_1^n \quad K_2 = Q_1^n \quad J_1 = \bar{Q}_3^n \quad K_1 = 1$$

$$Q_3^{n+1} = [\bar{Q}_3^n Q_2^n Q_1^n] \cdot CP \downarrow \quad Q_2^{n+1} = [Q_2^n \bar{Q}_1^n + \bar{Q}_2^n Q_1^n] \cdot CP \downarrow$$

$$Q_1^{n+1} = [\bar{Q}_3^n \bar{Q}_1^n] \cdot CP \downarrow \quad Z = Q_3^n$$

$$Q_3^{n+1} = \left[ \bar{Q}_3^n Q_2^n Q_1^n \right] \cdot CP \downarrow \quad Q_2^{n+1} = \left[ Q_2^n \bar{Q}_1^n + \bar{Q}_2^n Q_1^n \right] \cdot CP \downarrow$$

$$Q_1^{n+1} = \left[ \bar{Q}_3^n \bar{Q}_1^n \right] \cdot CP \downarrow \quad Z = Q_3^n$$

		$Q_2^n$	$Q_1^n$	00	01	11	10
		$Q_3^n$		00	01	11	10
		0	001/0	010/0	100/0	011/0	
0	0	001/0	010/0	100/0	011/0		
	1	000/1	010/1	000/1	010/1		

$$Q_3^{n+1} Q_2^{n+1} Q_1^{n+1}/Z$$

## 2)列状态转移表

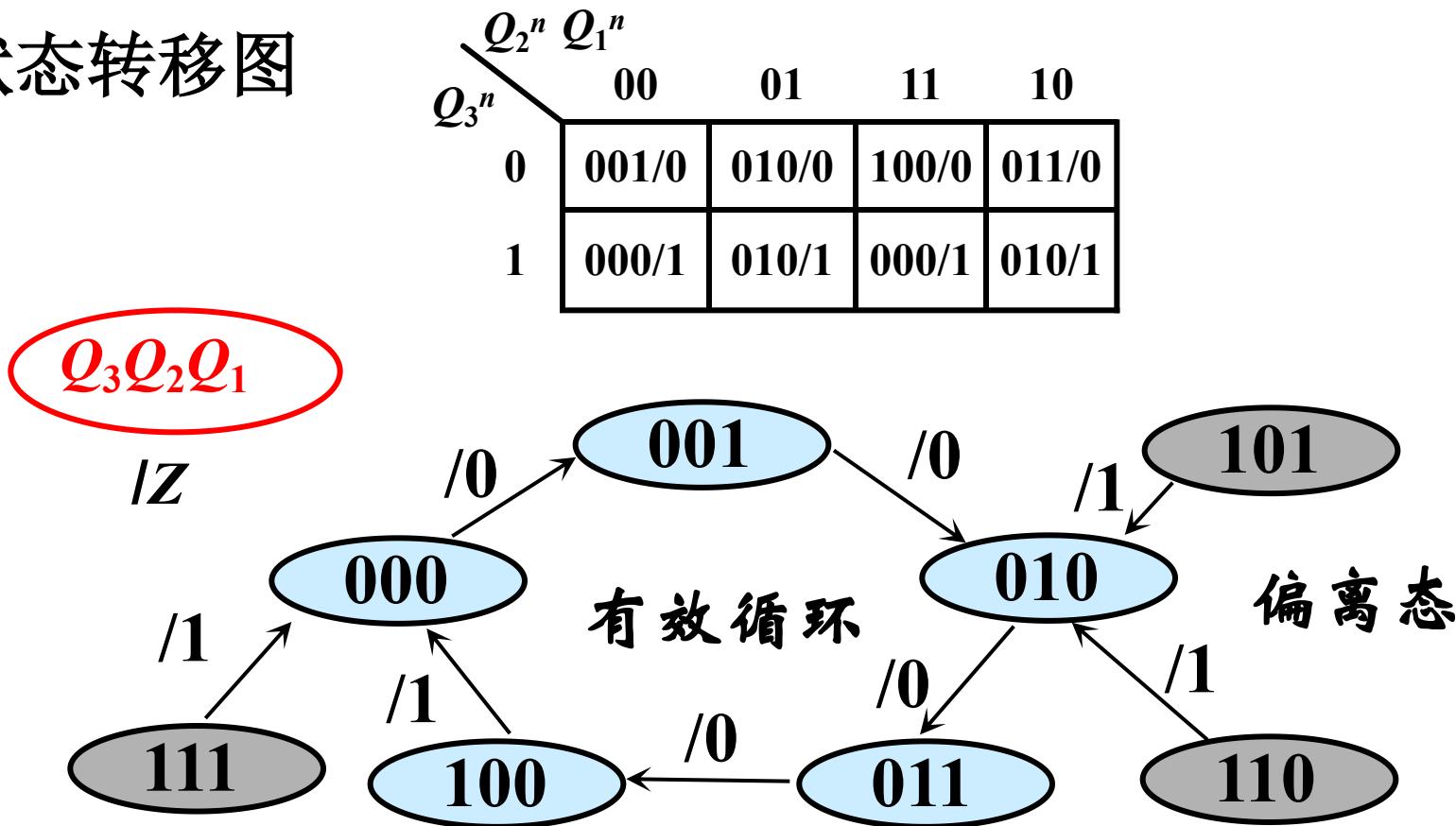
作状态转移表时, 可先列草表, 再从初态(预置状态或全零状态)按状态转移的顺序整理

$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	00	01	11	10
0	001/0	010/0	100/0	011/0		
1	000/1	010/1	000/1	010/1		

偏离态

$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_3^{n+1}$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	Z
0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
			1	0	1	1
			1	1	0	1
			1	1	1	1

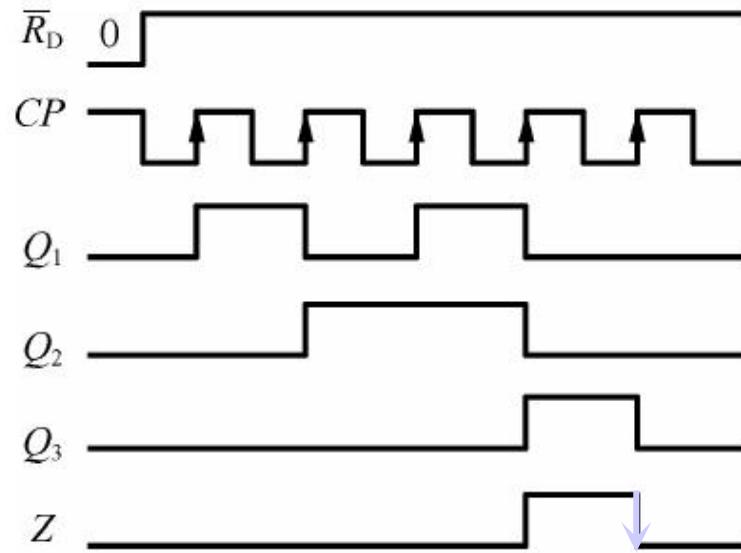
# 状态转移图



偏离状态都能自动（经过一个或一个以上的CP脉冲）进入到有效状态中的计数器，称它们具有自启动性。十进制和任意进制计数器都要检查自启动性。

# 波形图

$Q_3^n$	$Q_2^n$	$Q_1^n$		
0	00	01	11	
1	001/0	010/0	100/0	011/0
	000/1	010/1	000/1	010/1



## 3) 电路的逻辑功能描述

模长为5、具有自启动性的同步加法计数器。

计数对象是 **CP 的上升沿**，**Z** 作为进位信号，进位信息包含在 **Z** 的下降沿。

$$\begin{array}{r} 4 \\ + 1 \\ \hline 10 \end{array}$$