

数字电路与逻辑设计B

第十四讲

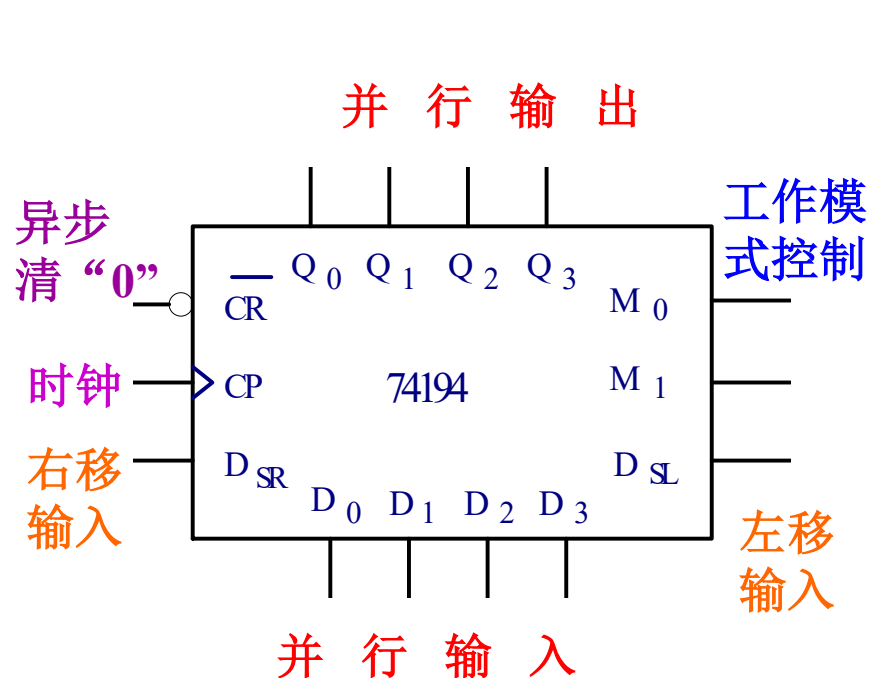
南京邮电大学

电子与光学工程学院

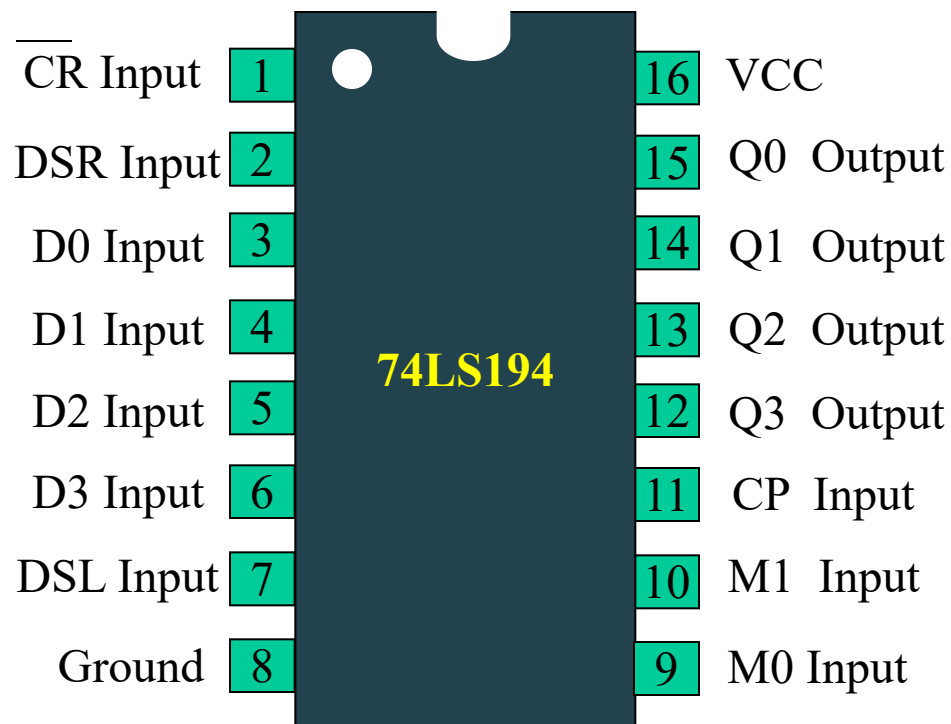
臧裕斌

4. MSI移位寄存器74194（双向）

1) 逻辑图

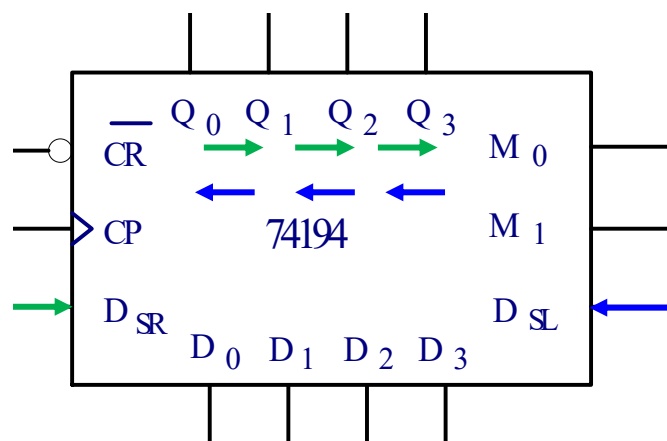


74194 简化符号



74194引脚图

2) 功能表

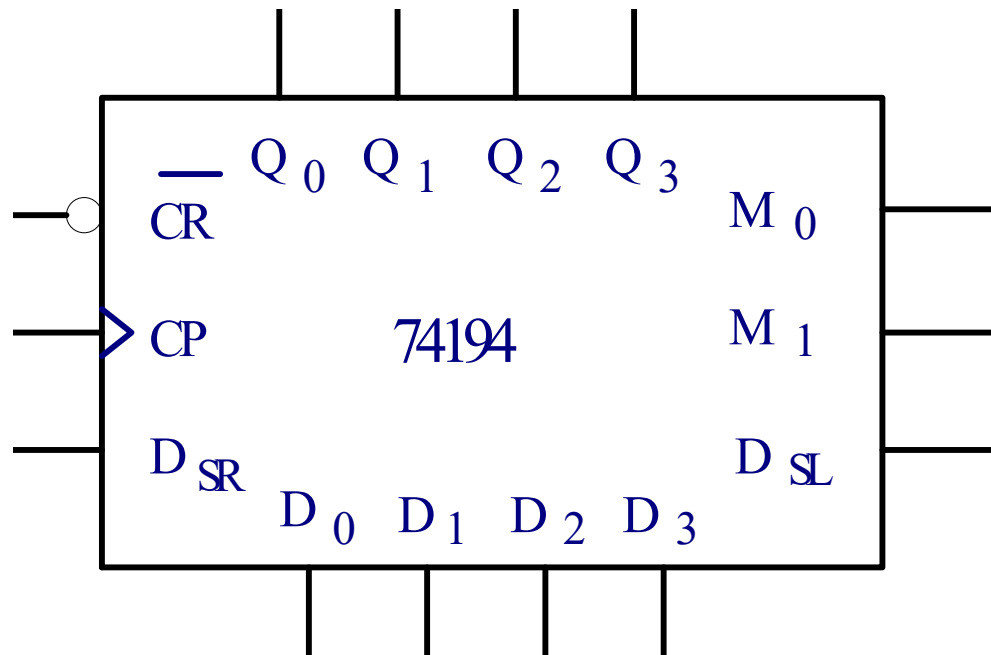


$$\begin{array}{cccccc} & & Q_0 & Q_1 & Q_2 & Q_3 \\ t_n & D_{SR} & Q_0^n & Q_1^n & Q_2^n & Q_3^n \\ t_{n+1} & D_{SR} & Q_0^n & Q_1^n & Q_2^n & Q_3^n \end{array}$$

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

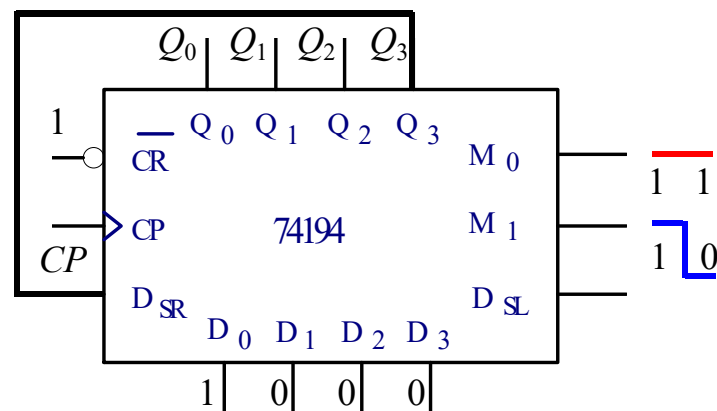
3)应用举例

可以实现
串入串出
串入并出
并入并出
并入串出

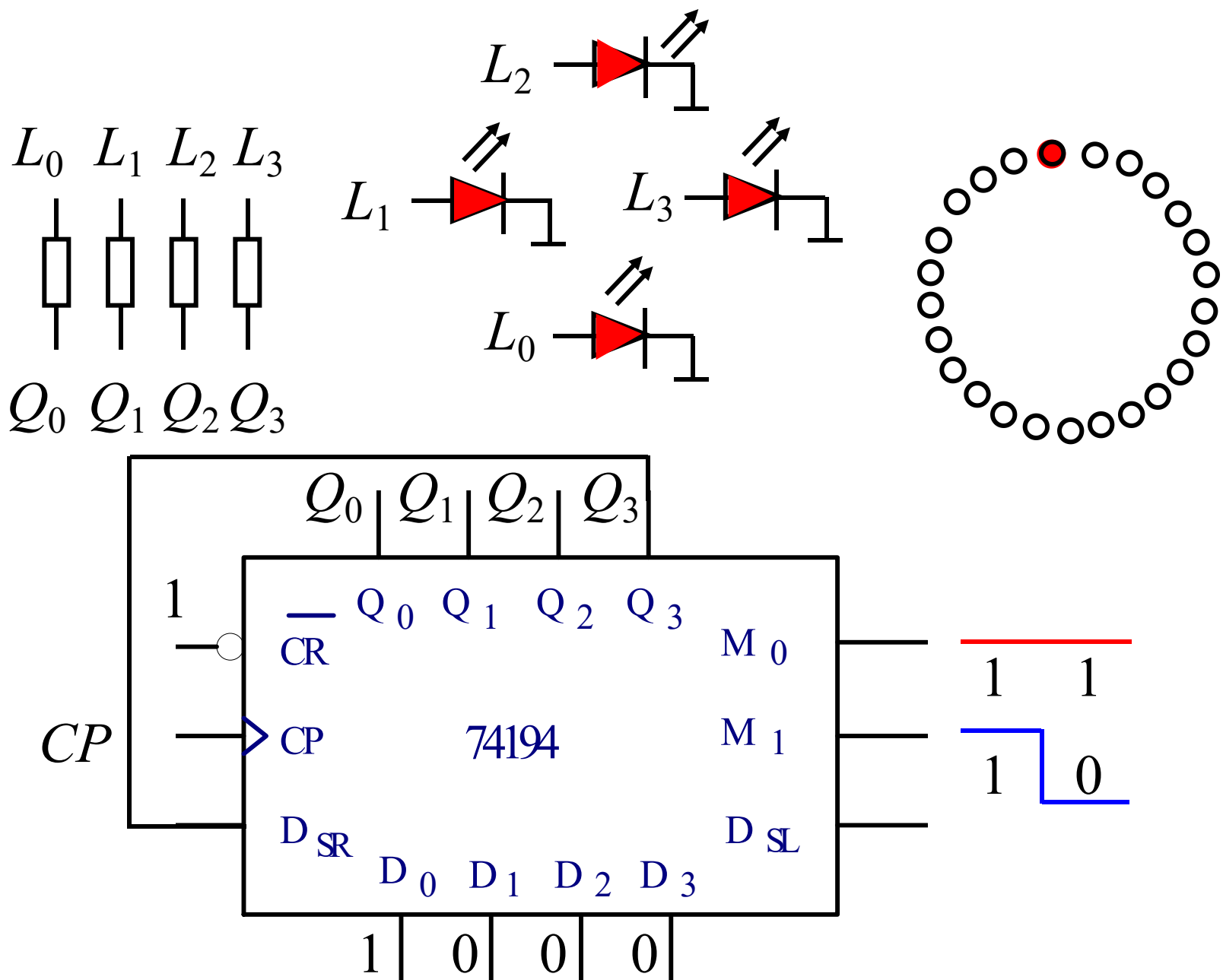


2. 下图所示电路的状态转移关系为 $Q_0Q_1Q_2Q_3 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

- ☒ A 1000 → 0100 → 0010 → 0001
- ☐ B 1000 → 0001 → 0010 → 0100
- ☐ C 1000 → 1100 → 1110 → 1111
- ☐ D 1000 → 0001 → 0011 → 0111



提交

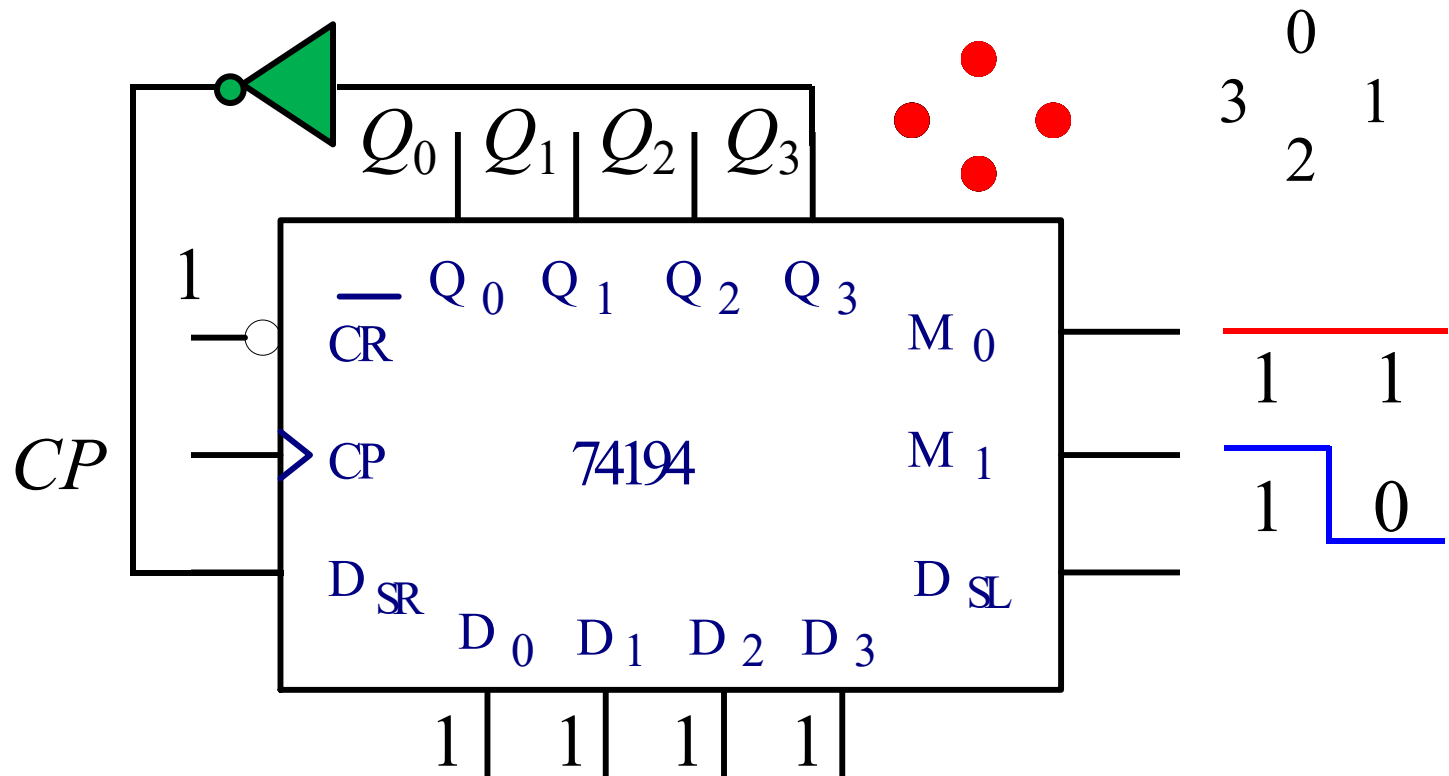


1111 → 0111 → 0011 → 0001

↑

↓

1110 ← 1100 ← 1000 ← 0000



0

15



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

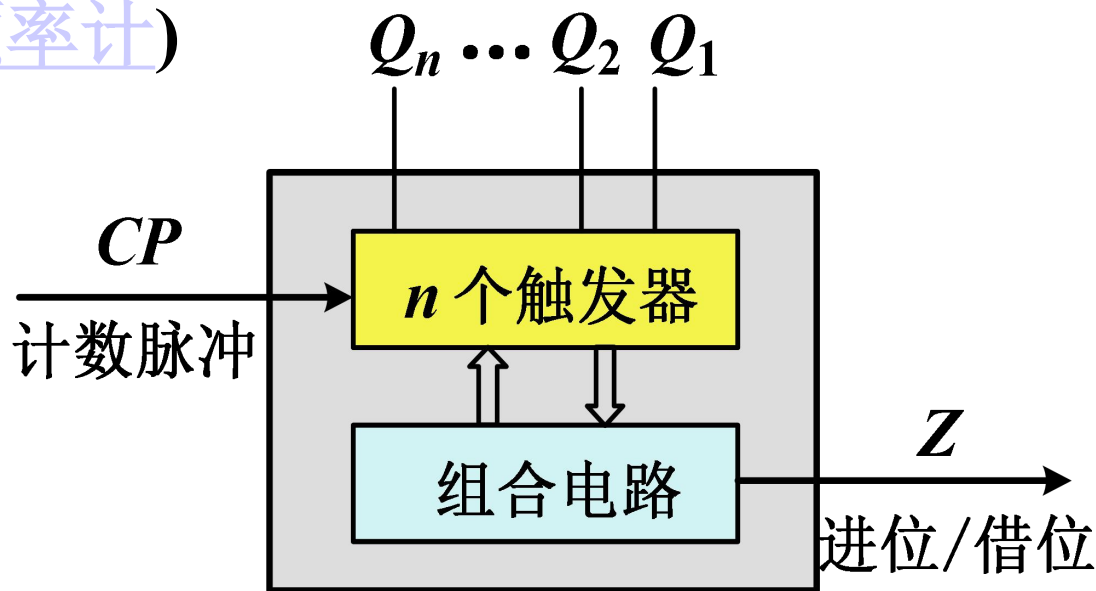


图5.3.1 计数器基本结构框图

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：

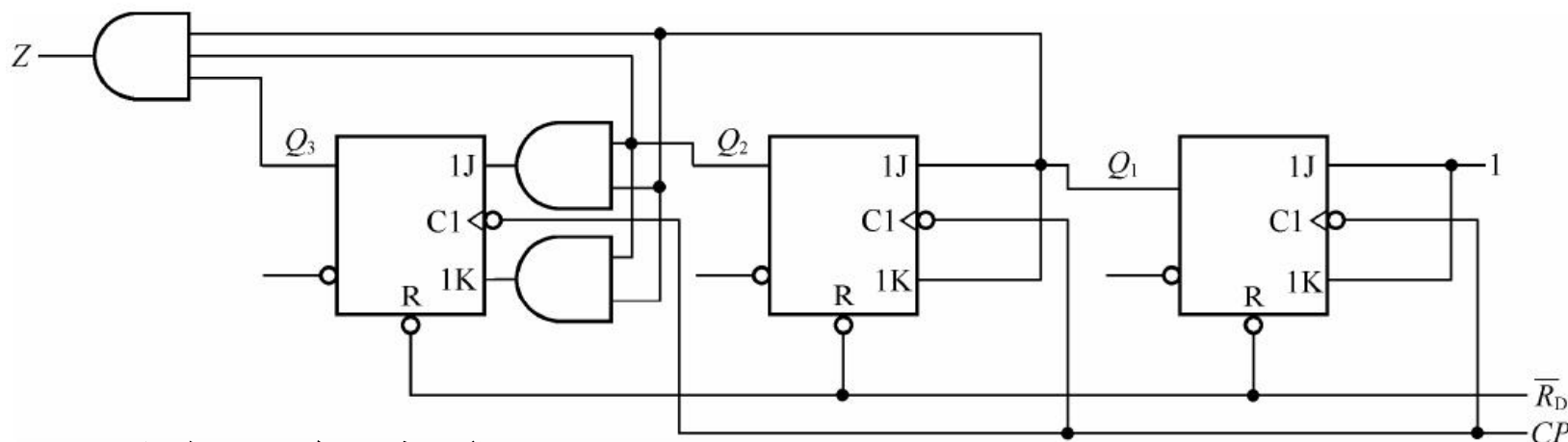
①根据电路图写出三组方程

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

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

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

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

关于 $Q_1^n Q_2^n Q_3^n$ 的函数

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

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

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

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

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

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

Q_3^n	Q_2^n	Q_1^n	Q_3^{n+1}	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Z	$CP\downarrow$	$Q_3Q_2Q_1$	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

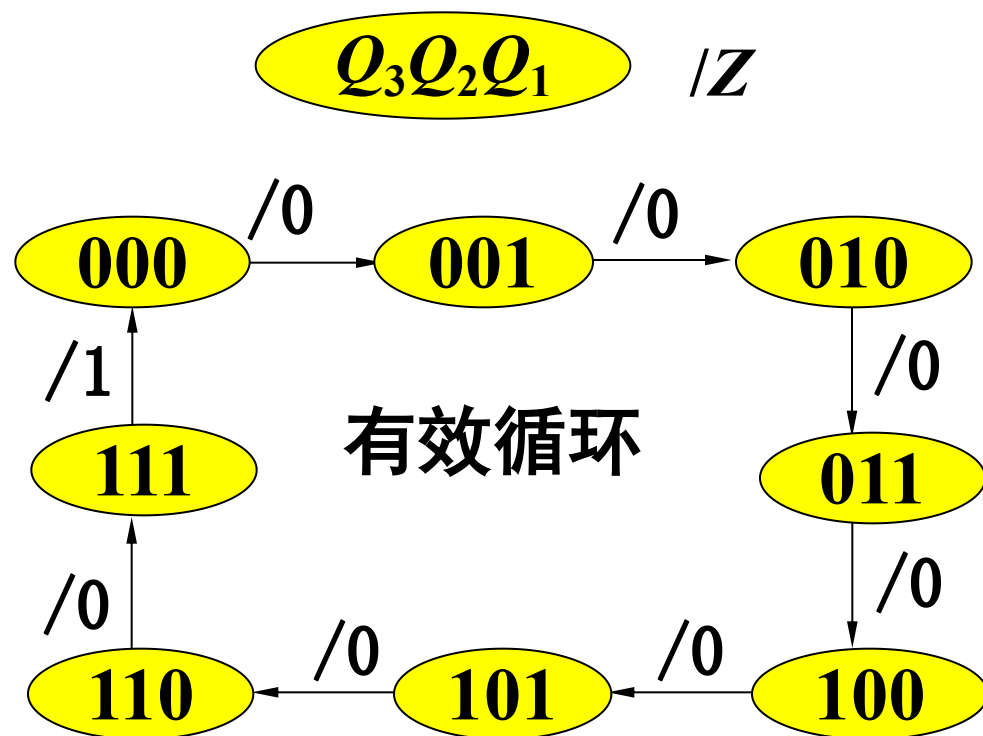


图5.3.3 例5.3.1的状态转移图

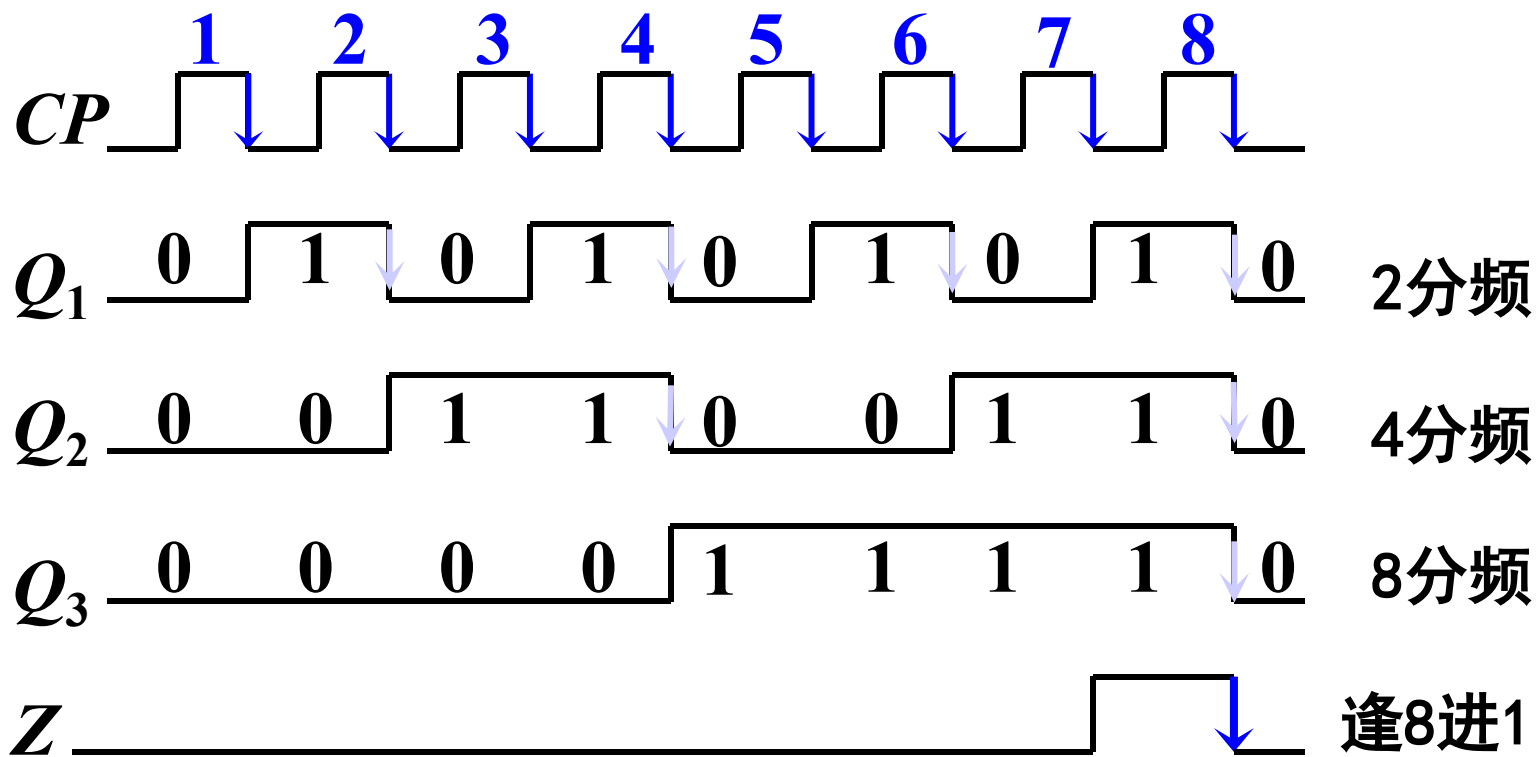
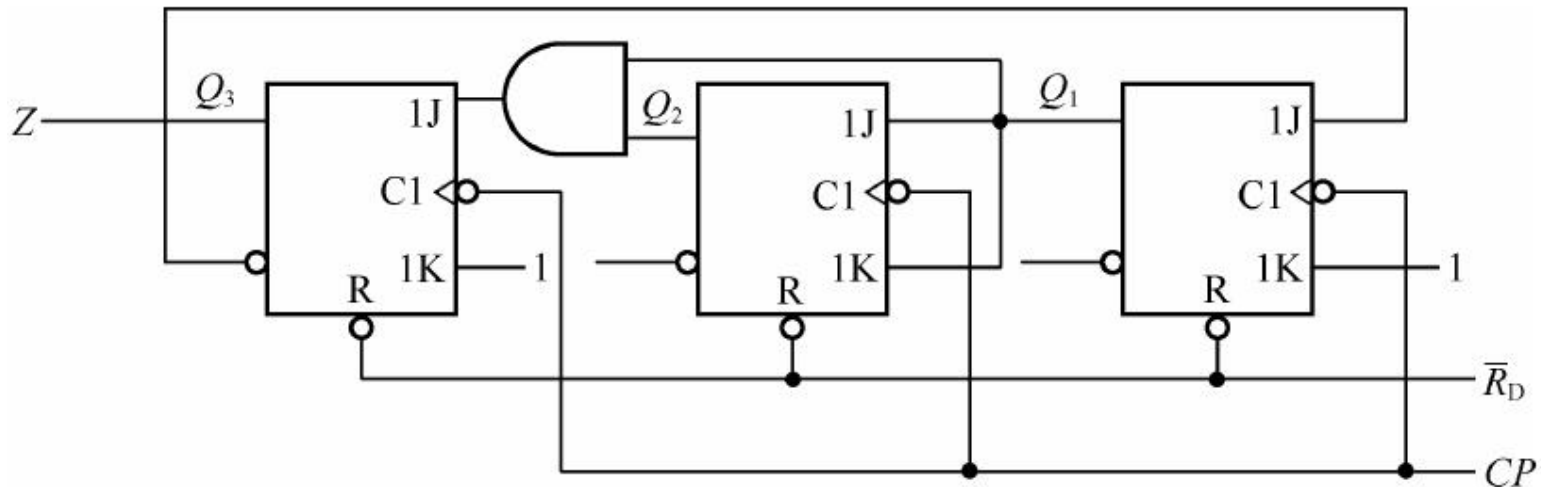


图5.3.4 例5.3.1的工作波形图

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

$$\mathbf{J}_3 = \mathbf{Q}_2^n \mathbf{Q}_1^n \quad \mathbf{K}_3 = \mathbf{1} \quad \mathbf{J}_2 = \mathbf{Q}_1^n \quad \mathbf{K}_2 = \mathbf{Q}_1^n \quad \mathbf{J}_1 = \bar{\mathbf{Q}}_3^n \quad \mathbf{K}_1 = \mathbf{1}$$

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

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

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

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

		$Q_2^n \ Q_1^n$			
		00	01	11	10
Q_3^n	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

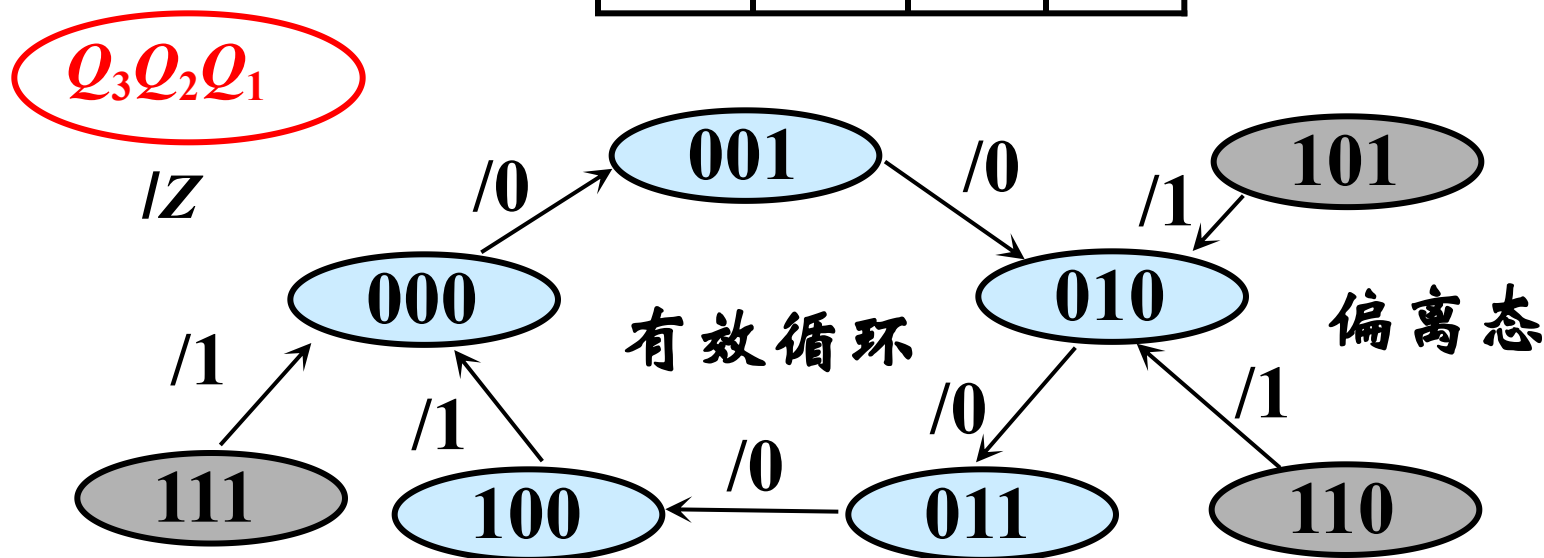
偏离态

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

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	0	1	0	1
1	1	0	0	1	0	1
1	1	1	0	0	0	1

状态转移图

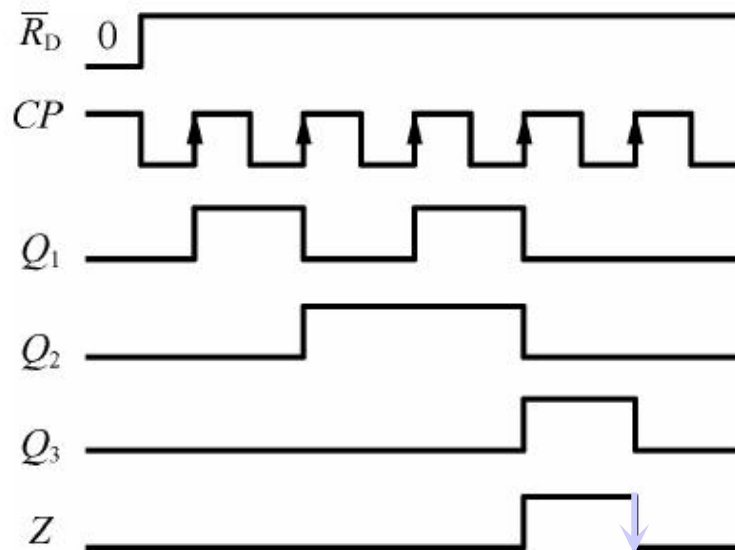
$Q_2^n Q_1^n$		00	01	11	10
Q_3^n	0	001/0	010/0	100/0	011/0
	1	000/1	010/1	000/1	010/1



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

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

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