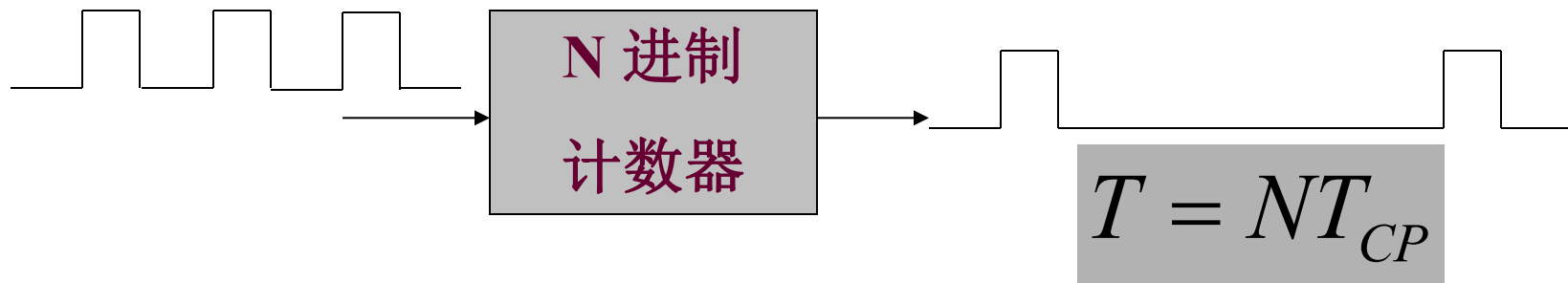




## 5.4.2 计数器

计数器是用来记录脉冲数目的数字电路，它是构成数字设备的基本的逻辑部件，可用于定时、延时、分频等逻辑功能

### 一、计数器的作用



### 二、计数器的分类：

按工作方式分：异步计数器，同步计数器

按编码方式分：二进制计数器，二-十进制计数器，任意进制计数器

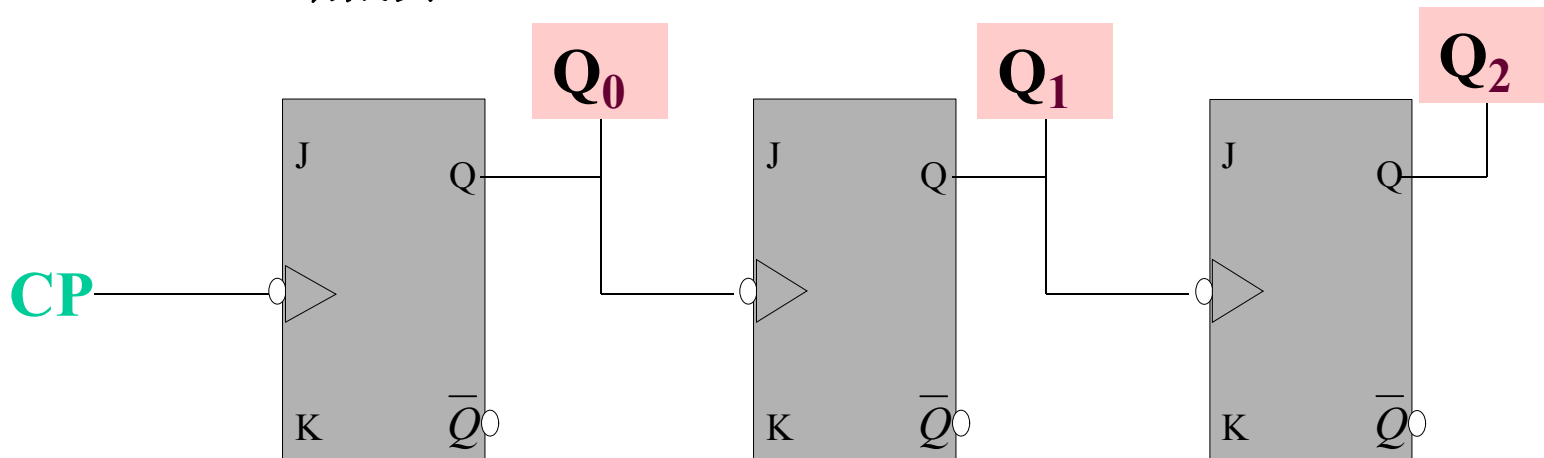
按工作特点分：加法计数器，减法计数器，可逆计数器



### 三、异步计数器

#### 1. 二进制计数器

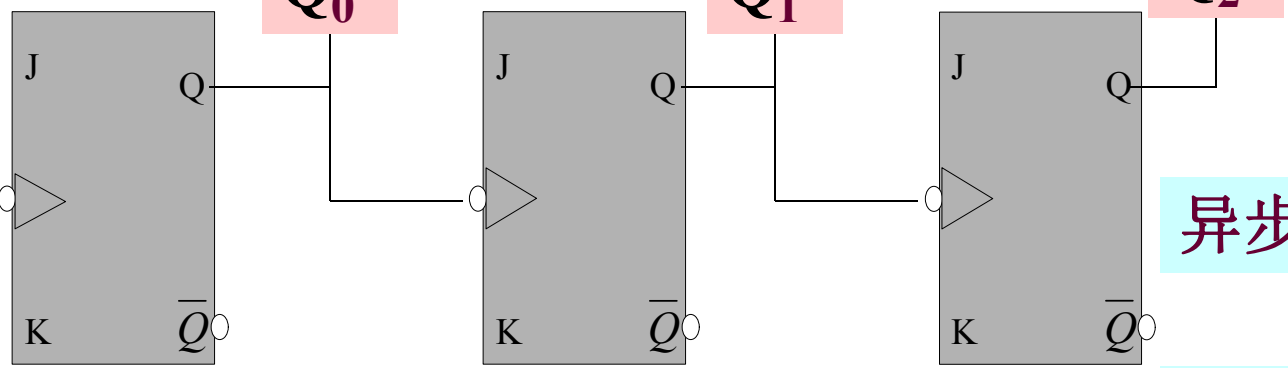
##### 1) 加法



- $CP_0 = CP$ ,  $CP_1 = Q_0$ ,  $CP_2 = Q_1$
- $J = K = 1$ , 所有触发器均接成T'F

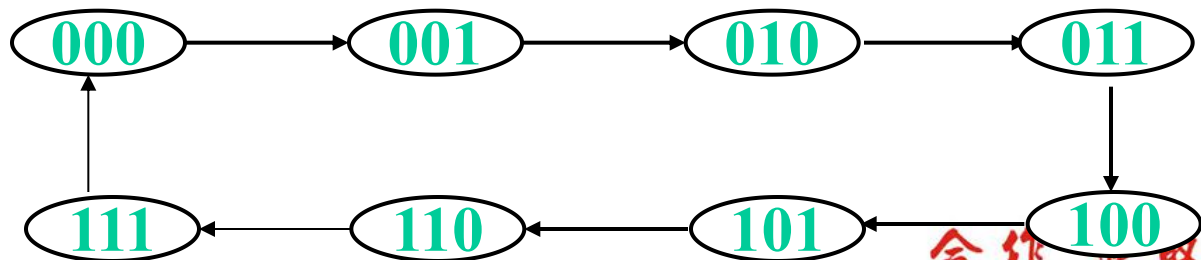
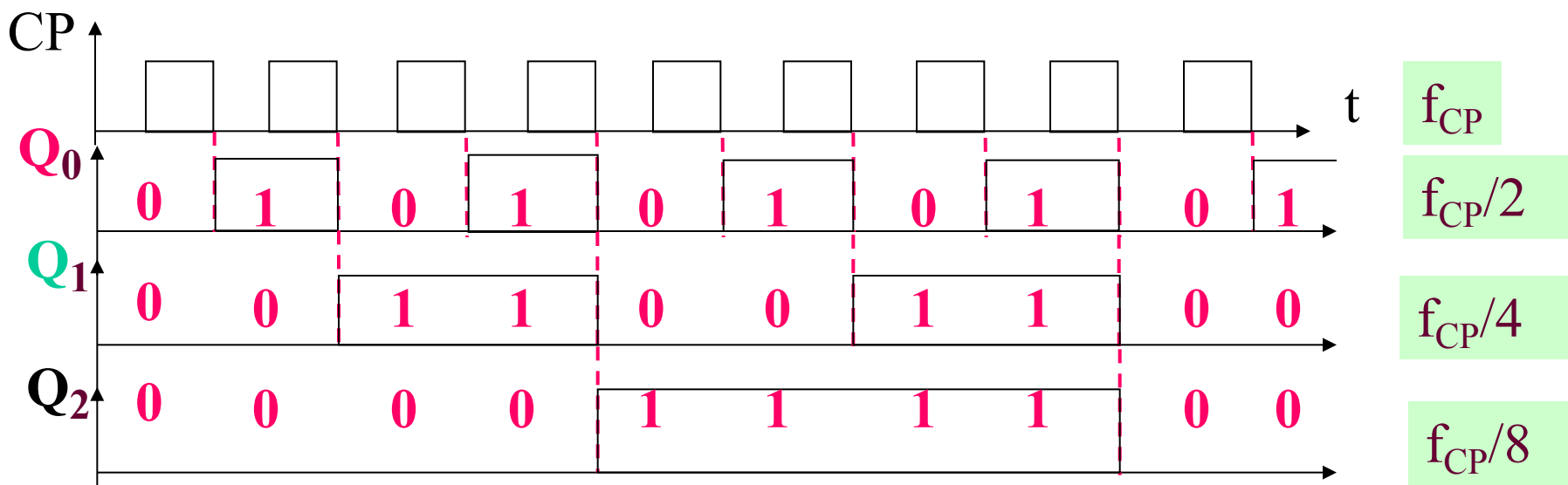


CP



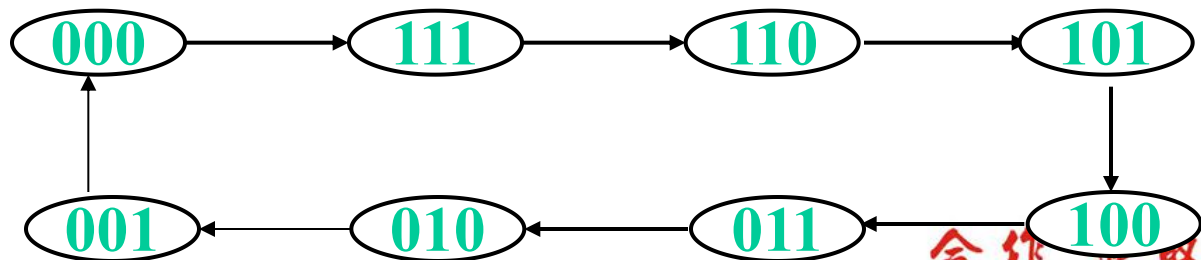
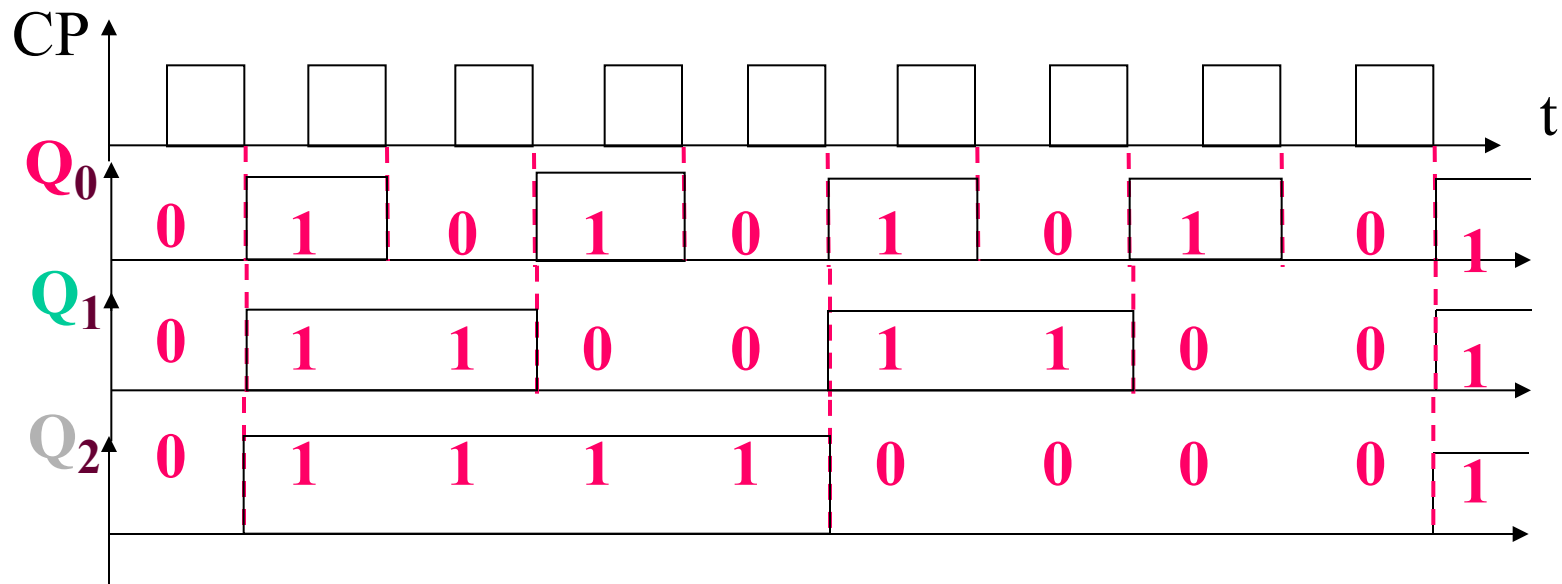
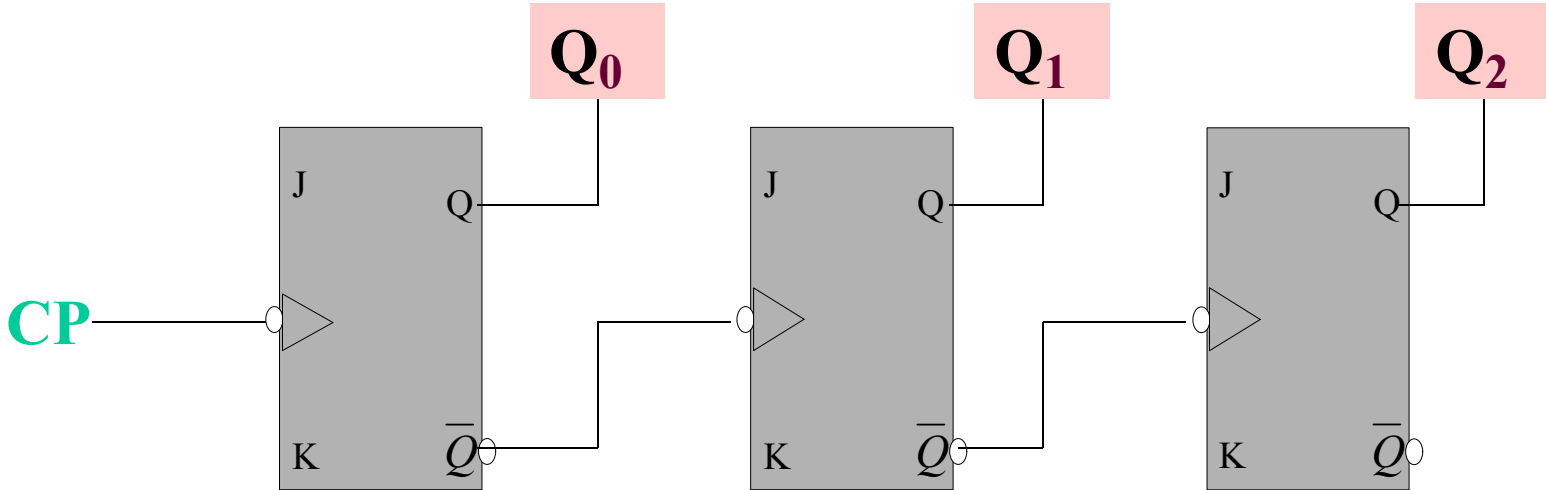
异步

分频





合作 進取 求實 創新





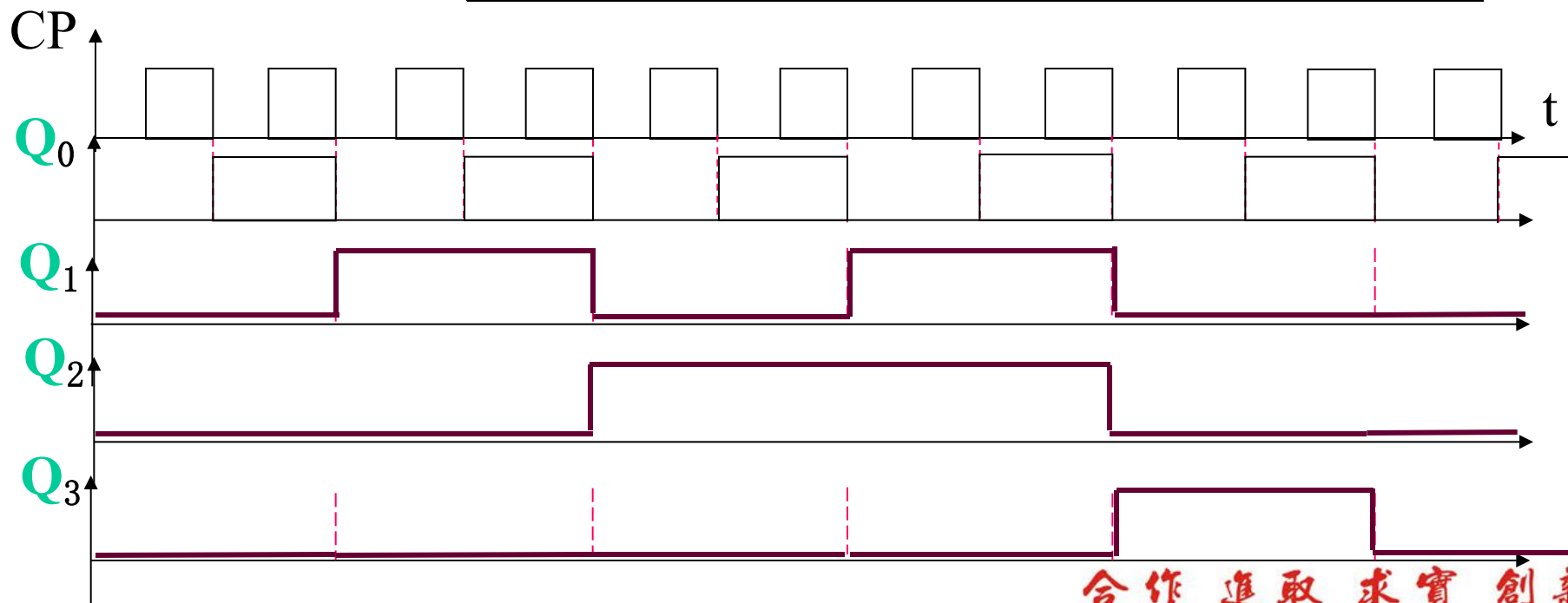
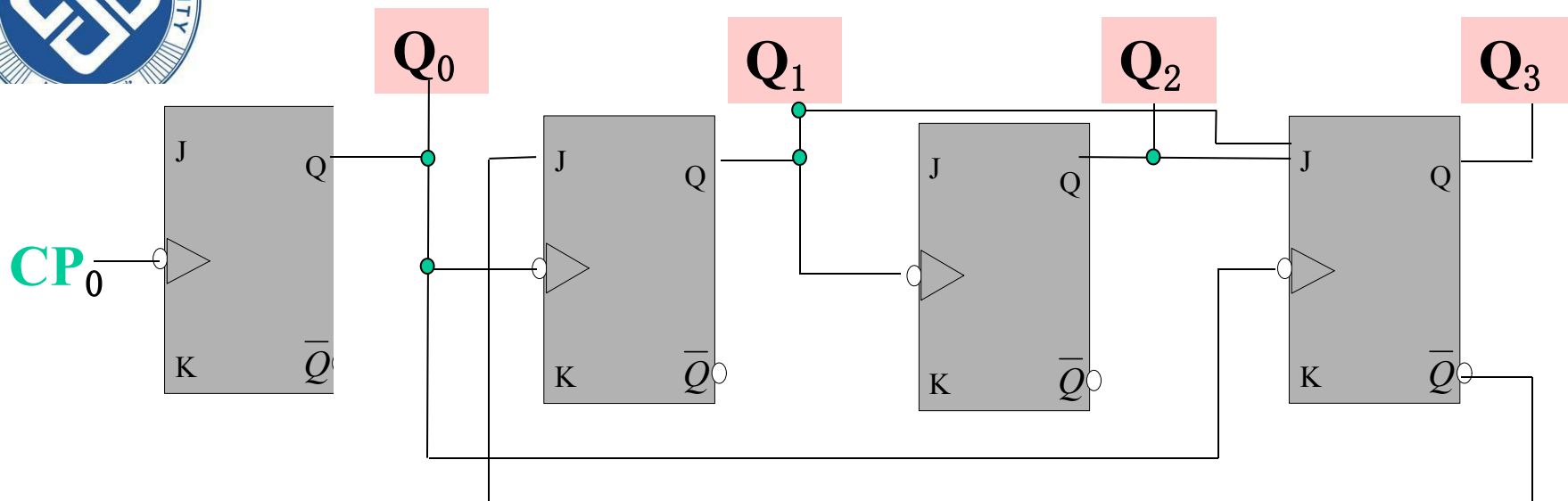
## 归纳：异步二进制计数器的构造方法

- 二进制的位数与触发器的个数相同
- 触发器均接成T' F
- $CP_0=CP$

$CP_i$	加法	减法
下降沿	$Q_{i-1}$	$\overline{Q_{i-1}}$
上升沿	$\overline{Q_{i-1}}$	$Q_{i-1}$

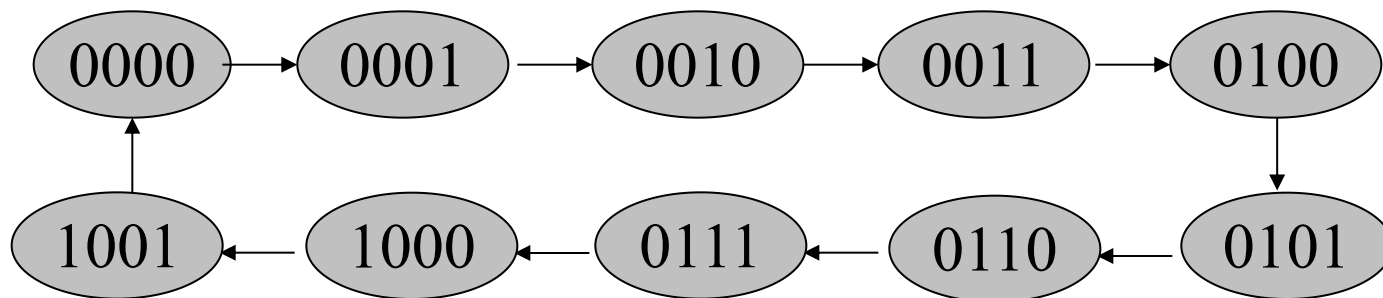
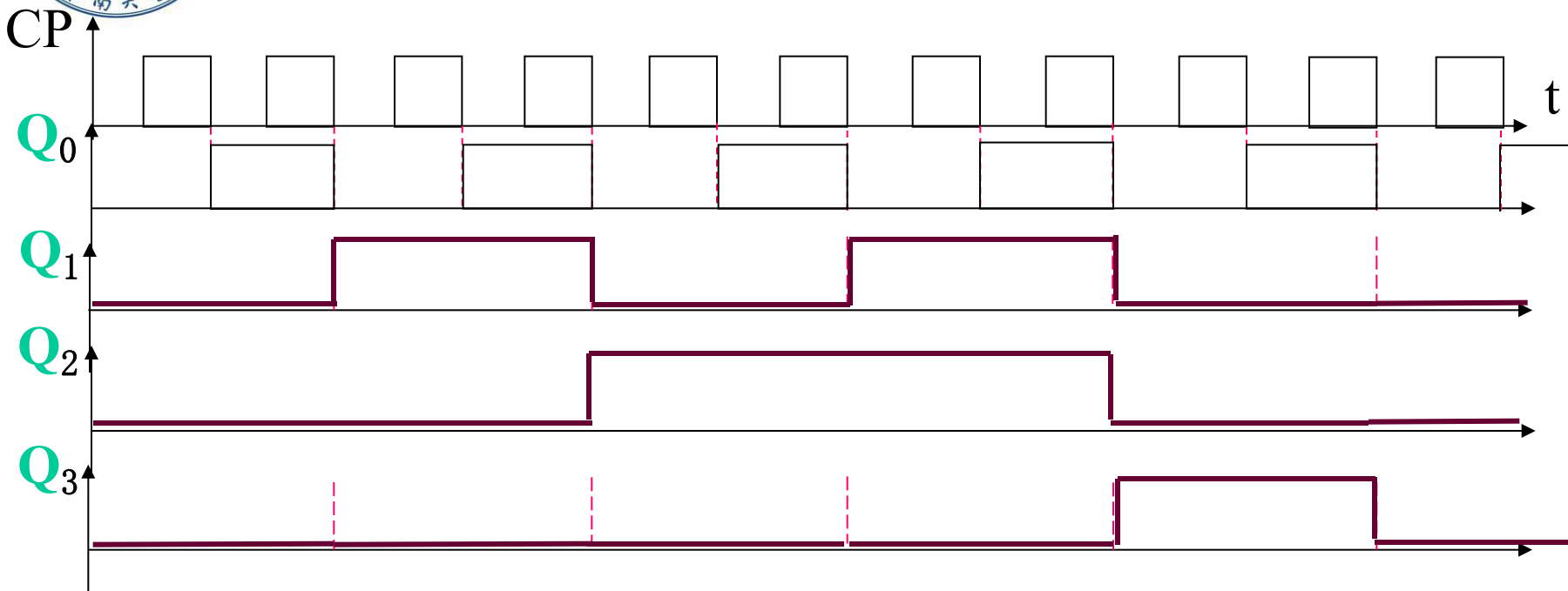


## 2. 异步十进制计数器





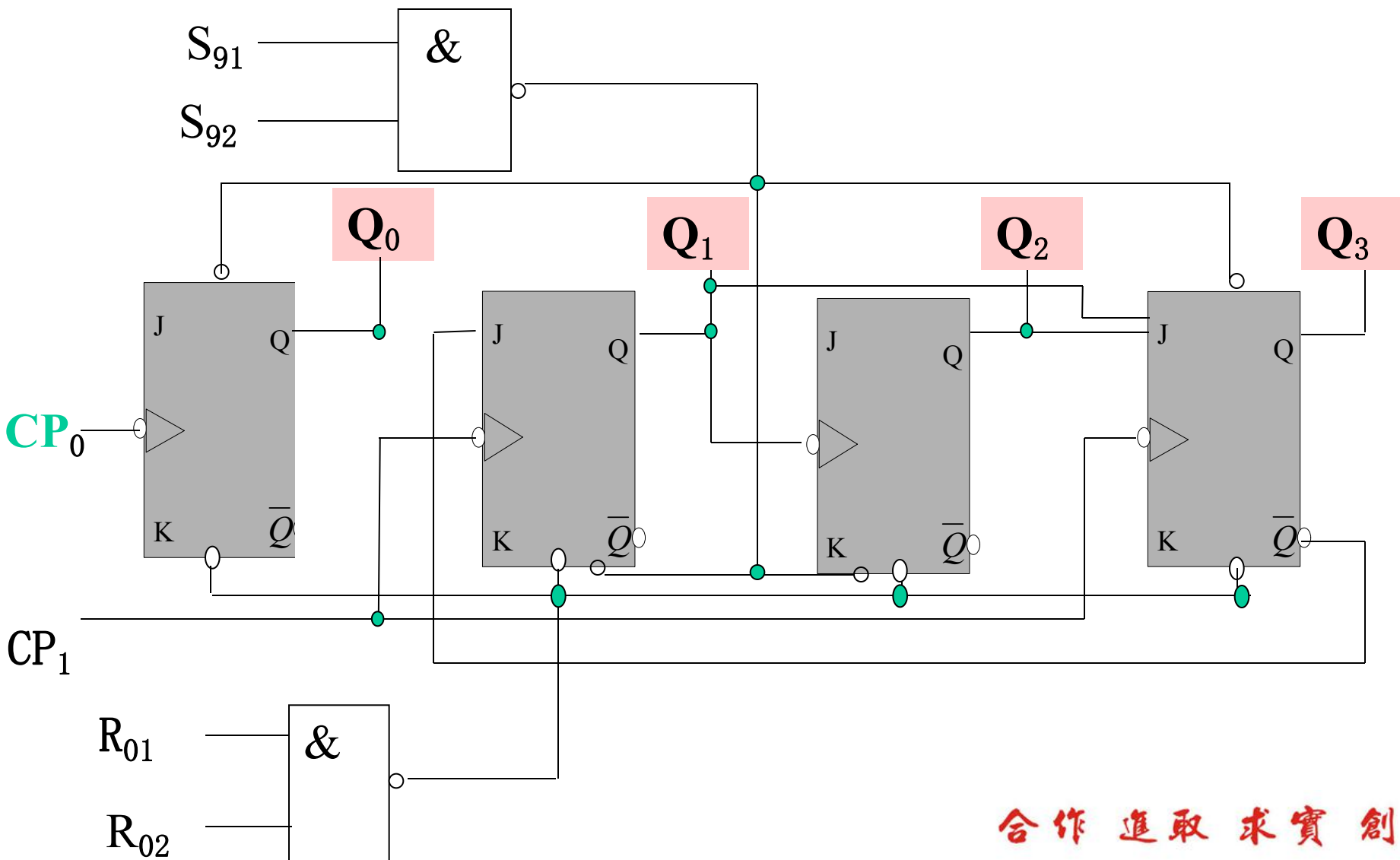
## (2) 十进制计数器的状态转换图





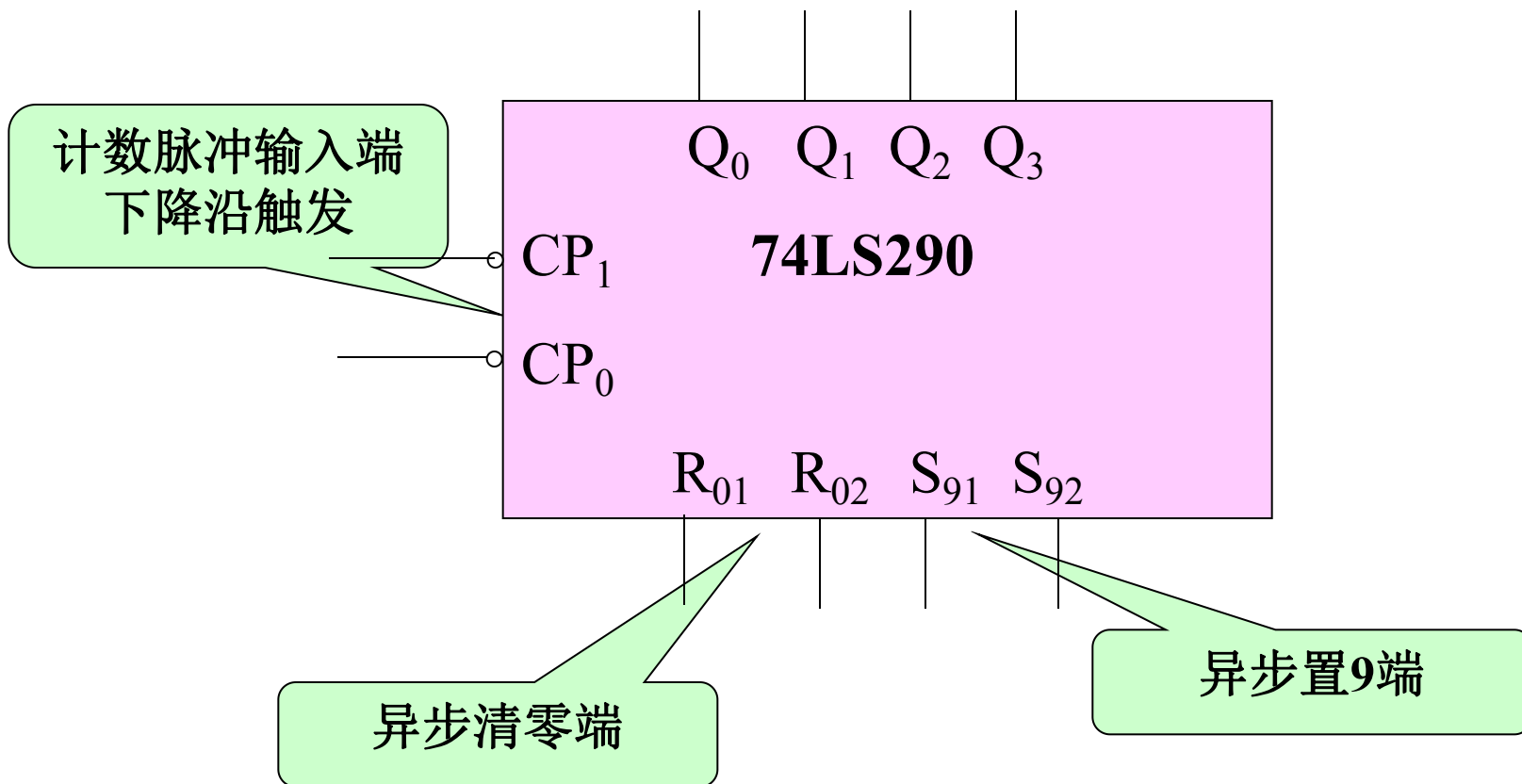


### (3) 中规模集成异步二-五-十进制计数器 (74LS290)





## \*逻辑图与管脚





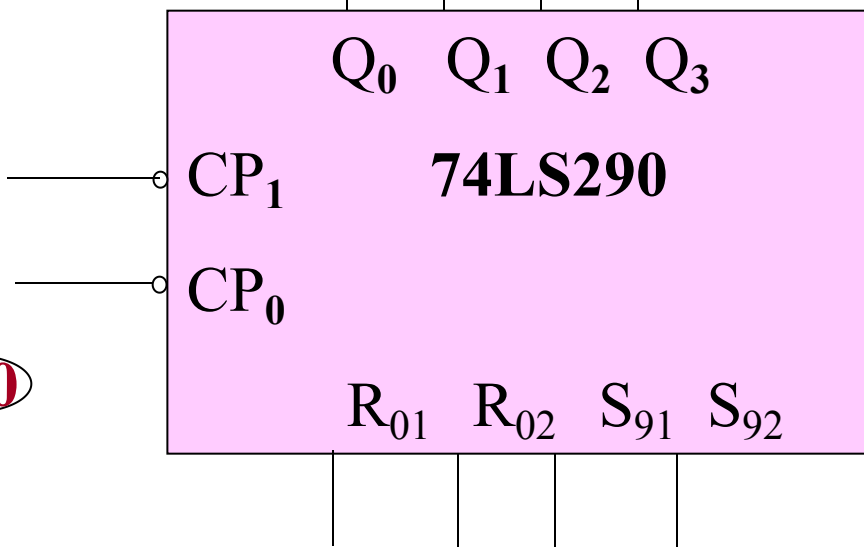
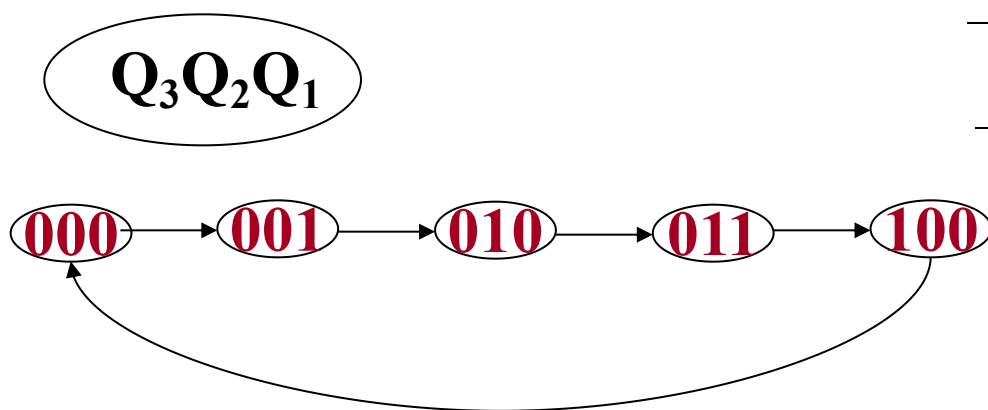
## \*功能说明

1)  $R_{01}=R_{02}=1$ 时, 异步清零 ( $Q_3Q_2Q_1Q_0=0000$ )

$S_{91}=S_{92}=1$ 时, 异步置9 ( $Q_3Q_2Q_1Q_0=1001$ )

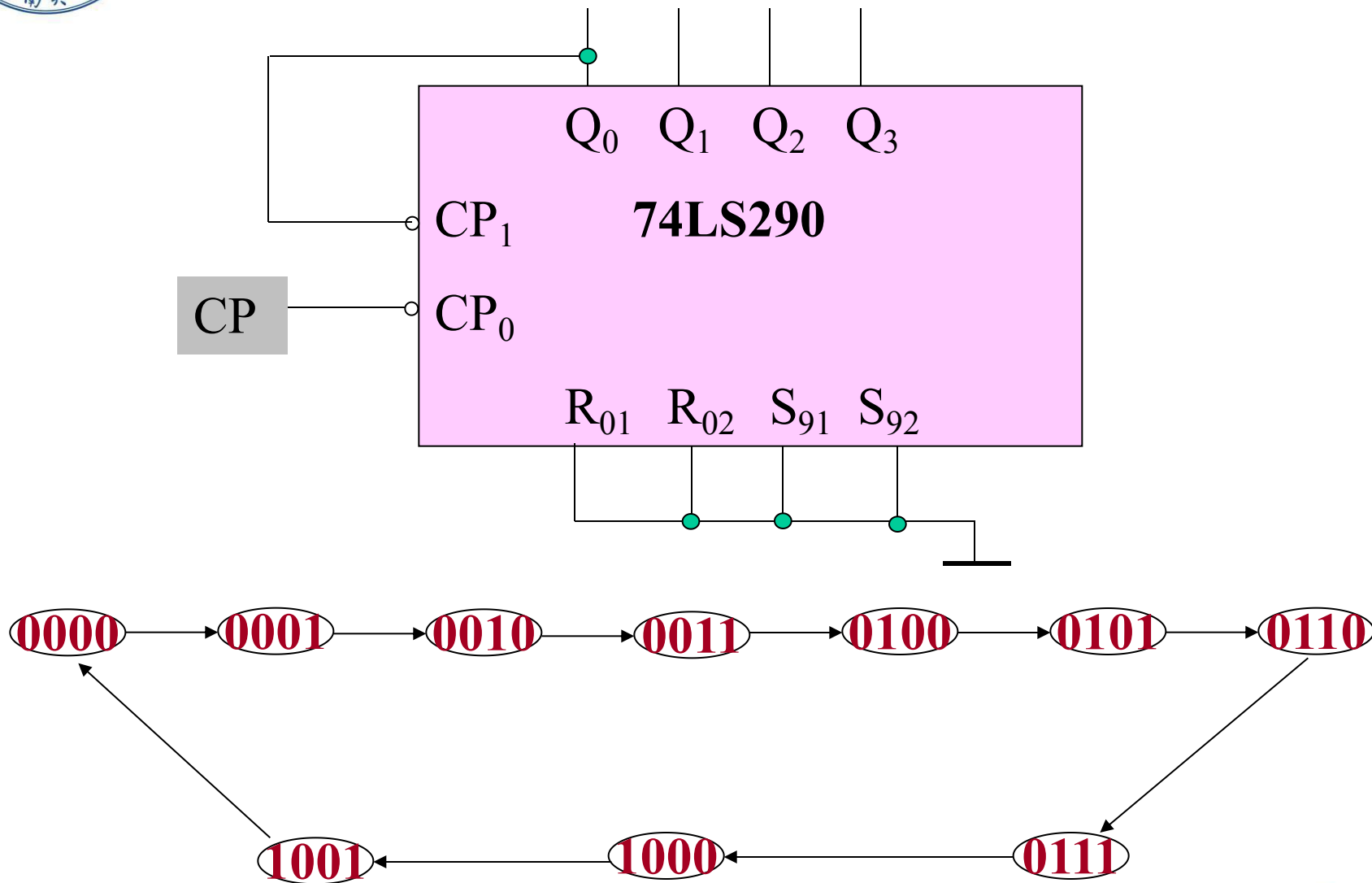
2)  $CP_0=CP$ ,  $CP_1$ 悬空,  $Q_0$ 是一位二进制计数器  
( $Q_3Q_2Q_1$ 保持不变)

3)  $CP_1=CP$ ,  $CP_0$ 悬空,  $Q_3Q_2Q_1$ 是五进制计数器  
( $Q_0$ 保持不变)





4)  $CP_0=CP$ ,  $CP_1=Q_0$ ,  $Q_3Q_2Q_1Q_0$  是一位十进制加法计数器





## 四、同步计数器

### 1. 二进制计数器

#### • 1) 加法

- 二进制的位数与触发器的个数相同

- $CP_i = CP$

- 触发器均接成TF

- $T_0 = 1$

$$C = Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$$

$$T_i = \prod_{K=0}^{i-1} Q_k$$

CP	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>	C
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0
3	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	0
6	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0
10	1	0	1	0	0
11	1	0	1	1	0
12	1	1	0	0	0
13	1	1	0	1	0
14	1	1	1	0	0
15	1	1	1	1	1
16	0	0	0	0	0



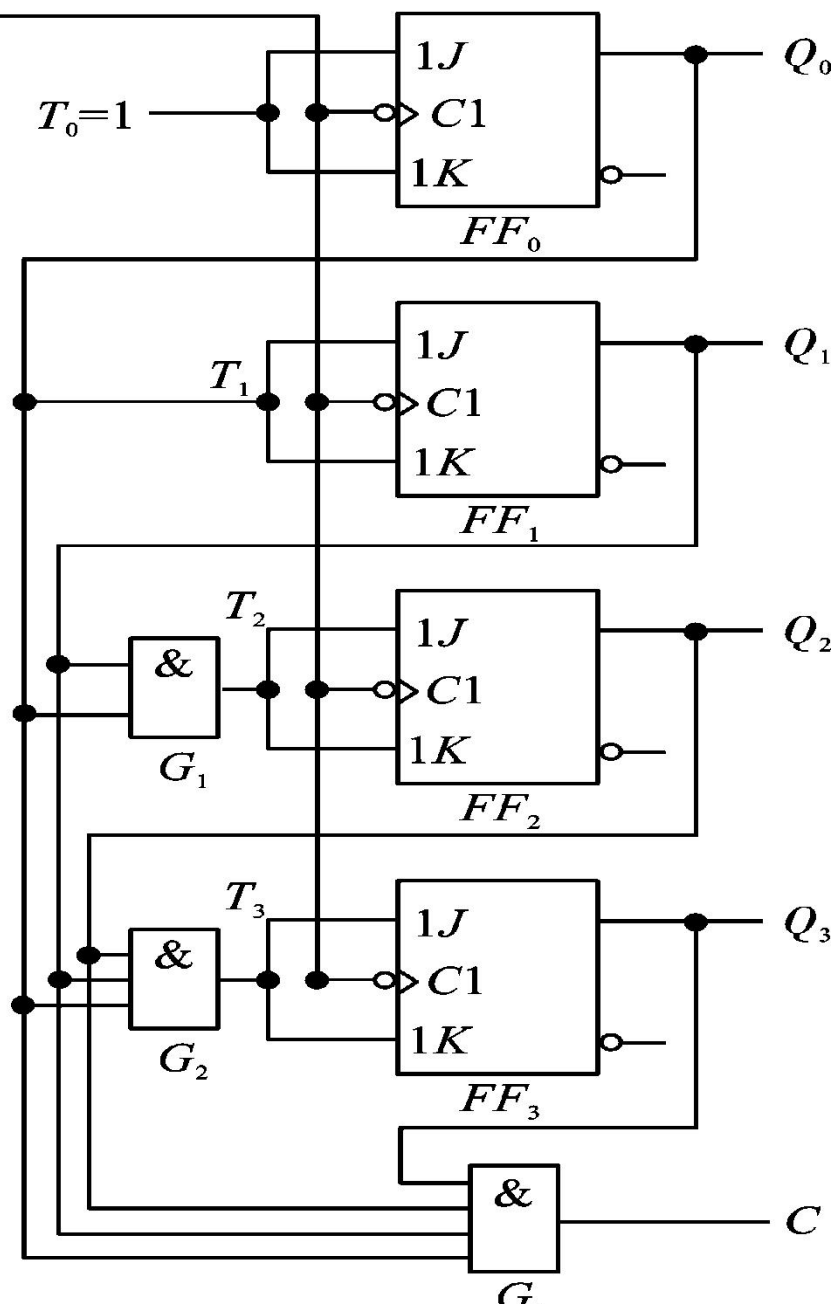
## 2. 同步二进制

### 加法计数器

### 的构成电路

计数脉冲

$CP$





## 2) 减法

- 二进制的位数与触发器的个数相同

- $CP_i = CP$

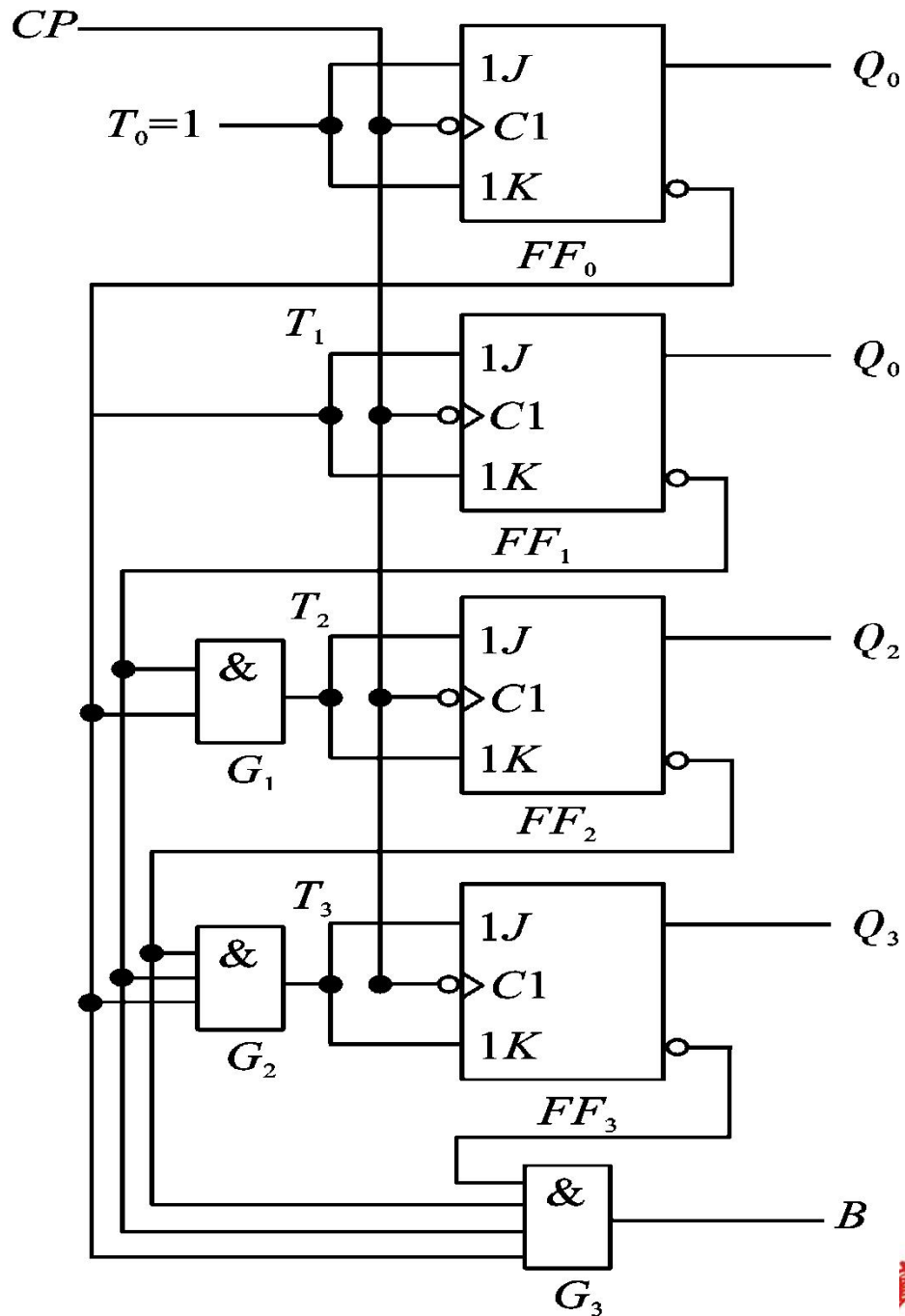
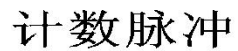
- 触发器均接成TF

- $T_0 = 1$

$$Ti = \prod_{K=0}^{i-1} \overline{Q_k}$$

$$C = \overline{Q_3 Q_2 Q_1 Q_0}$$

CP	Q <sub>3</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>	C
0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	0
2	1	1	1	0	0
3	1	1	0	1	0
4	1	1	0	0	0
5	1	0	1	1	0
6	1	0	1	0	0
7	1	0	0	1	0
8	1	0	0	0	0
9	0	1	1	1	0
10	0	1	1	0	0
11	0	1	0	1	0
12	0	1	0	0	0
13	0	0	1	1	0
14	0	0	1	0	0
15	0	0	0	1	0
16	0	0	0	0	1







### 3) 可逆计数器

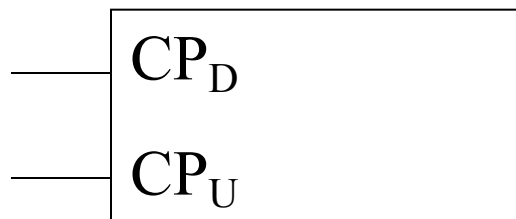
#### A、单时钟



$\overline{U} / D = 0$ , 加法

$\overline{U} / D = 1$ , 減法

#### B、双时钟



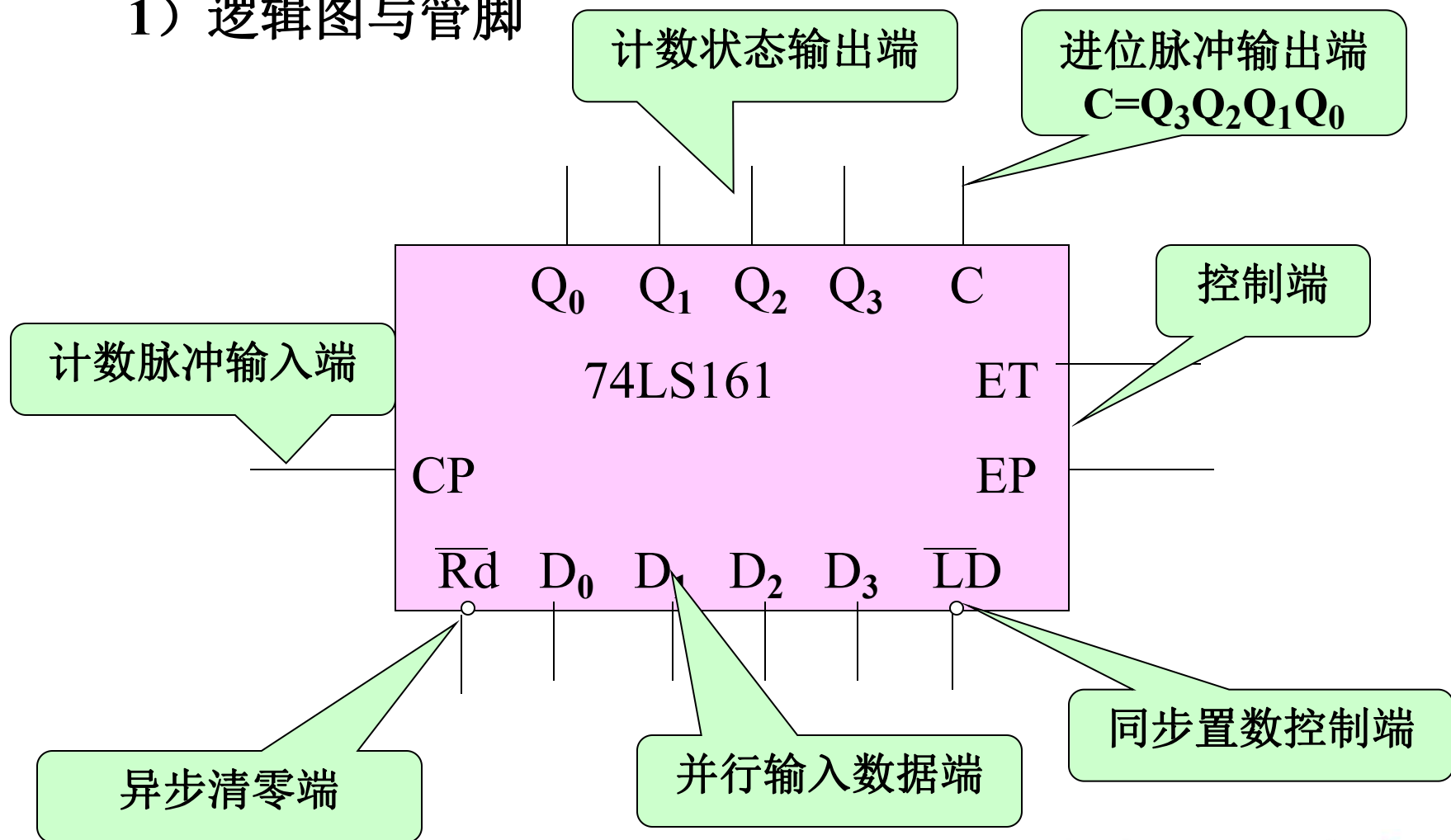
$CP_U$ , 加法

$CP_D$ , 減法



## 2. 中规模集成同步四位二进制加法计数器

### 1) 逻辑图与管脚



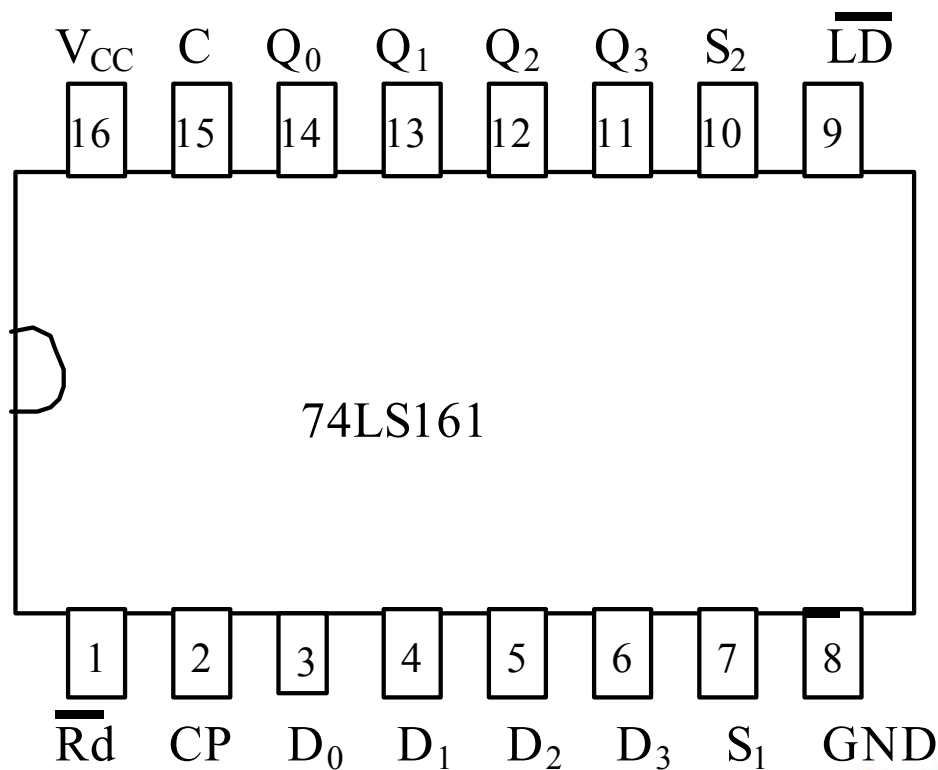
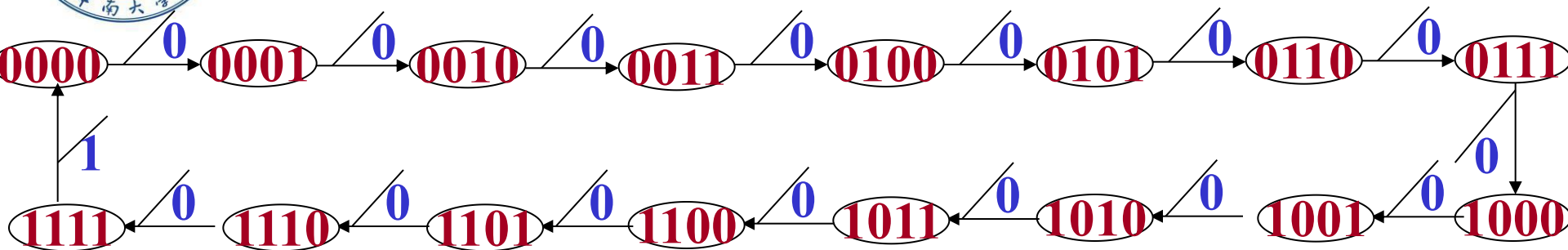


## 2) 74LS161的功能表及说明

$\overline{Rd}$	CP	$\overline{LD}$	ET	EP	功 能	说 明
0	×	×	×	×	异步清零	$Q_i=0, C=0$
1	↑	0	×	×	同步预置数	$Q_i^{n+1} = D_i$
1	↑	1	1	1	计数	二进制加法
1	×	1	1	0	保持	$Q_i^{n+1} = Q_i^n, C^{n+1} = C^n$
1	×	1	0	×	保持	$Q_i^{n+1} = Q_i^n, C=0$



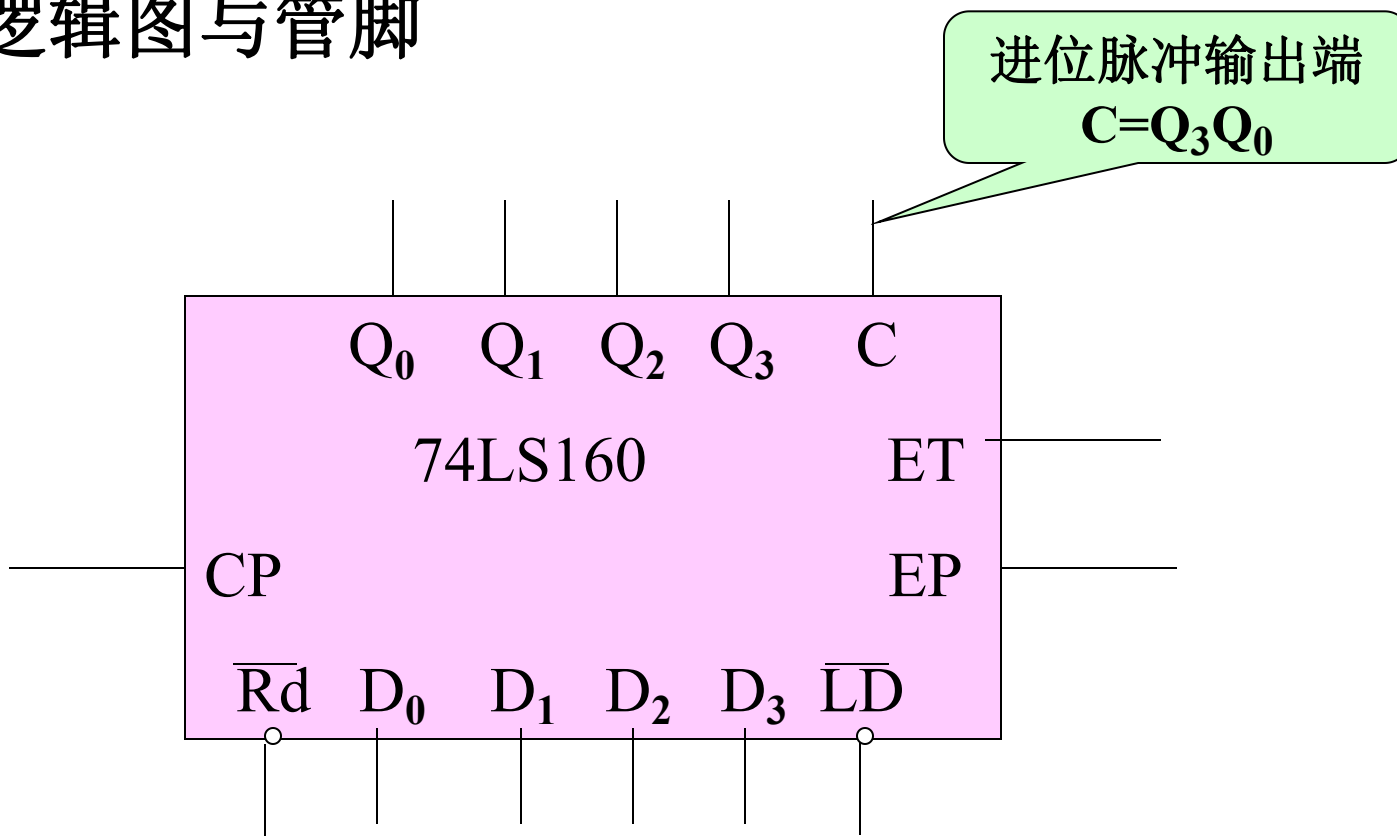
### 3) 四位二进制计数器状态转换图





### 3. 同步十进制加法计数器（74LS160）

#### 1) 逻辑图与管脚



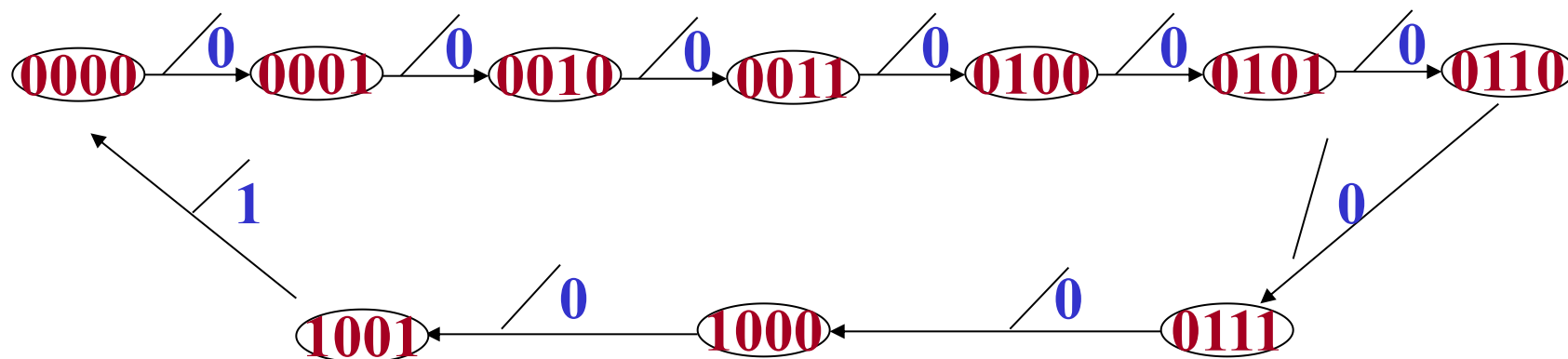


## 2) 74LS160功能表及说明

$\overline{Rd}$	CP	$\overline{LD}$	ET	EP	功 能	说 明
0	×	×	×	×	异步清零	$Q_i=0, C=0$
1	↑	0	×	×	同步预置数	$Q_i^{n+1} = D_i$
1	↑	1	1	1	计数	十进制加法
1	×	1	1	0	保持	$Q_i^{n+1} = Q_i^n, C^{n+1} = C^n$
1	×	1	0	×	保持	$Q_i^{n+1} = Q_i^n, C=0$



### 3) 计数器状态转换图 (十进制加法)



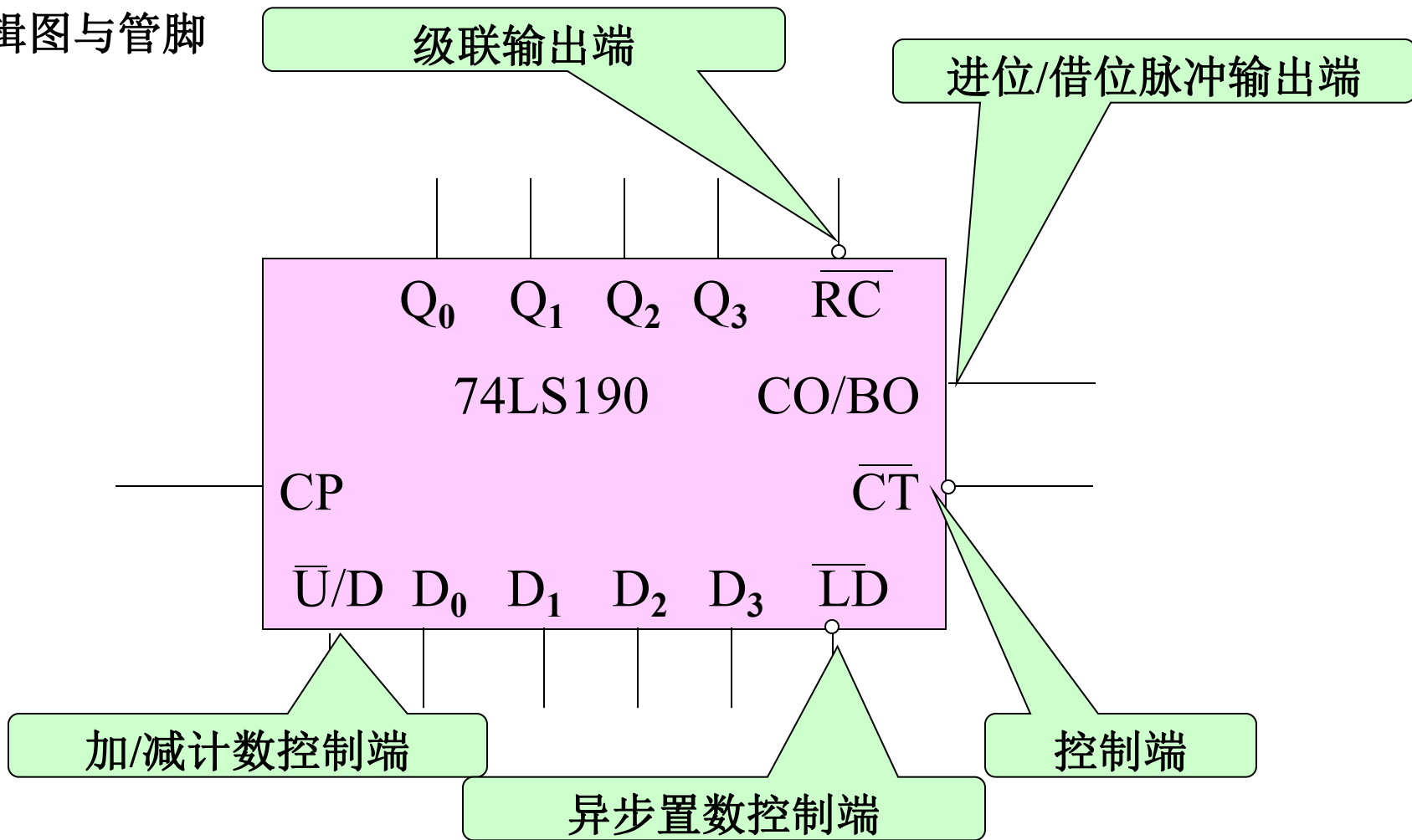


## 4. 同步十进制可逆计数器（74LS190）

$$\overline{RC} = \overline{CP} \cdot CO / BO \cdot \overline{CT}$$

当  $\overline{CT} = 0$   $CO/BO = 1$  时  $\overline{RC} = CP$

### 1) 逻辑图与管脚





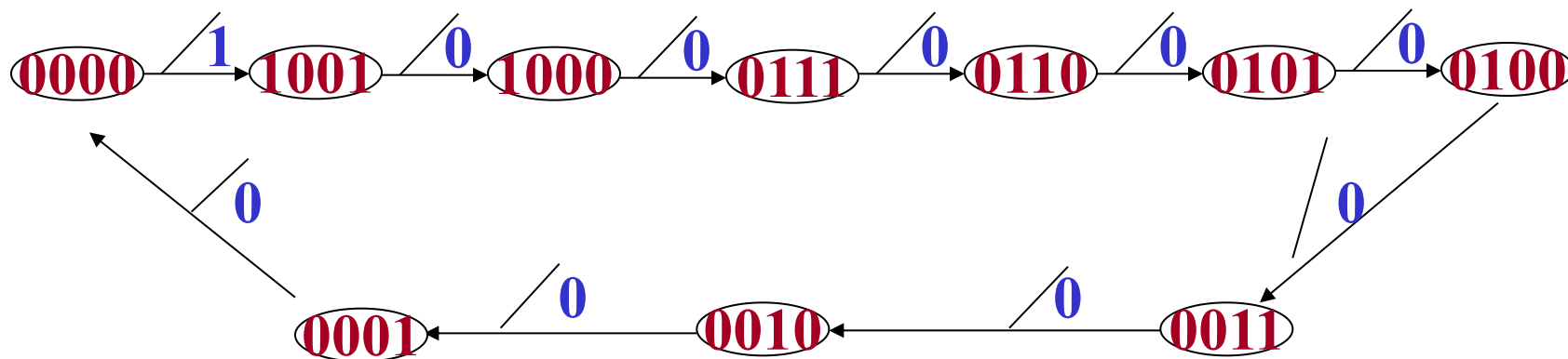


## 2) 74LS190的功能表及说明

$\overline{\text{LD}}$	CP	$\overline{\text{CT}}$	$\overline{\text{U/D}}$	功 能	说 明
0	×	×	×	异步预置数	$Q_i = D_i$
1	↑	0	0	同步十进制加法	$C = Q_3 Q_0$
1	↑	0	1	同步十进制减法	$CQBO = \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{Q_0}$
1	×	1	×	保持	$Q_i^{n+1} = Q_i^n, C^{n+1} = C^n$



### 3) 计数器状态转换图 (十进制减法)

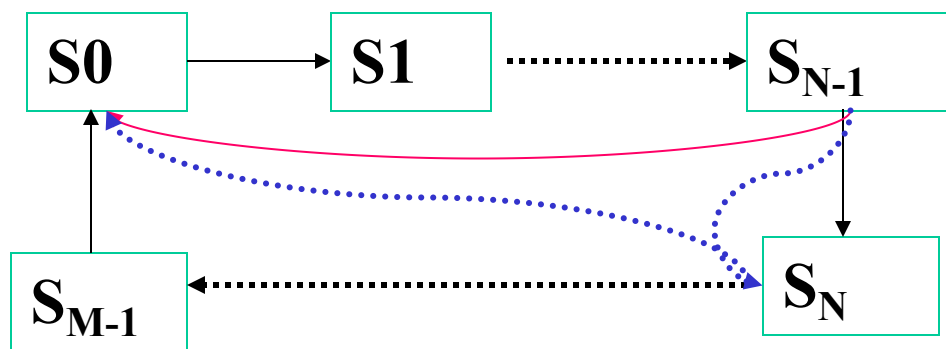


$$\overline{LD} = 1, \overline{CT} = 0, \overline{U} / D = 1$$



## 五、用MSI构成N进制计数器的方法

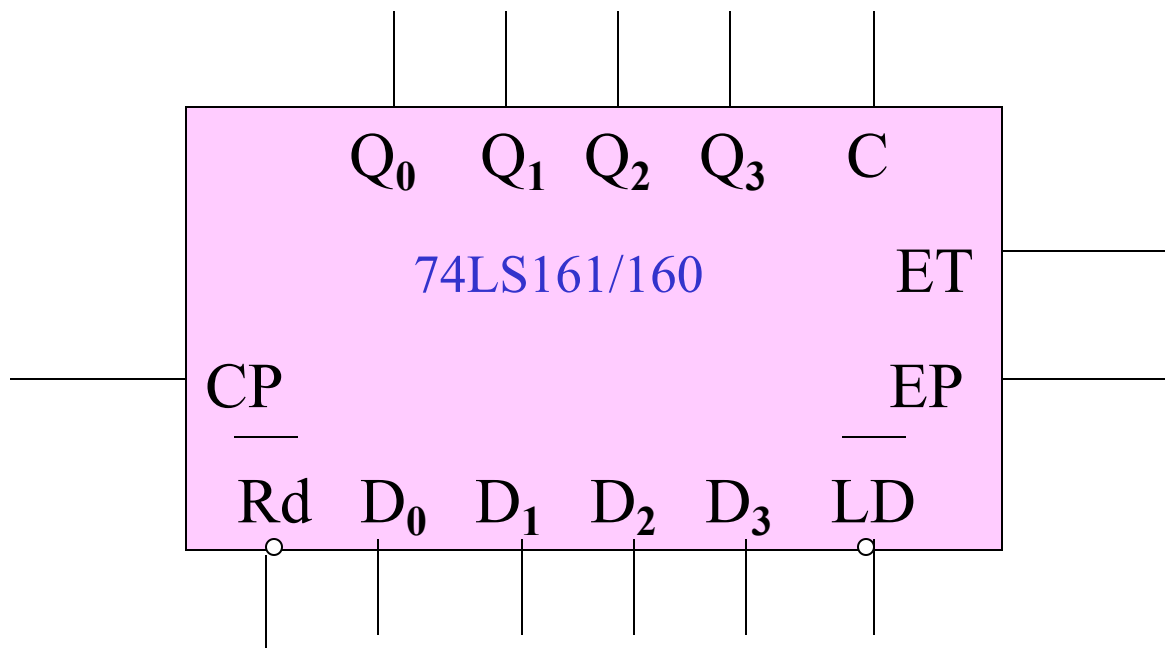
1. 基本原理：假设已有一M进制计数器，要得到一N进制计数器，只要 $N < M$ ，即可令M进制计数器在顺序计数过程中跳跃M-N个状态可得到N进制计数器





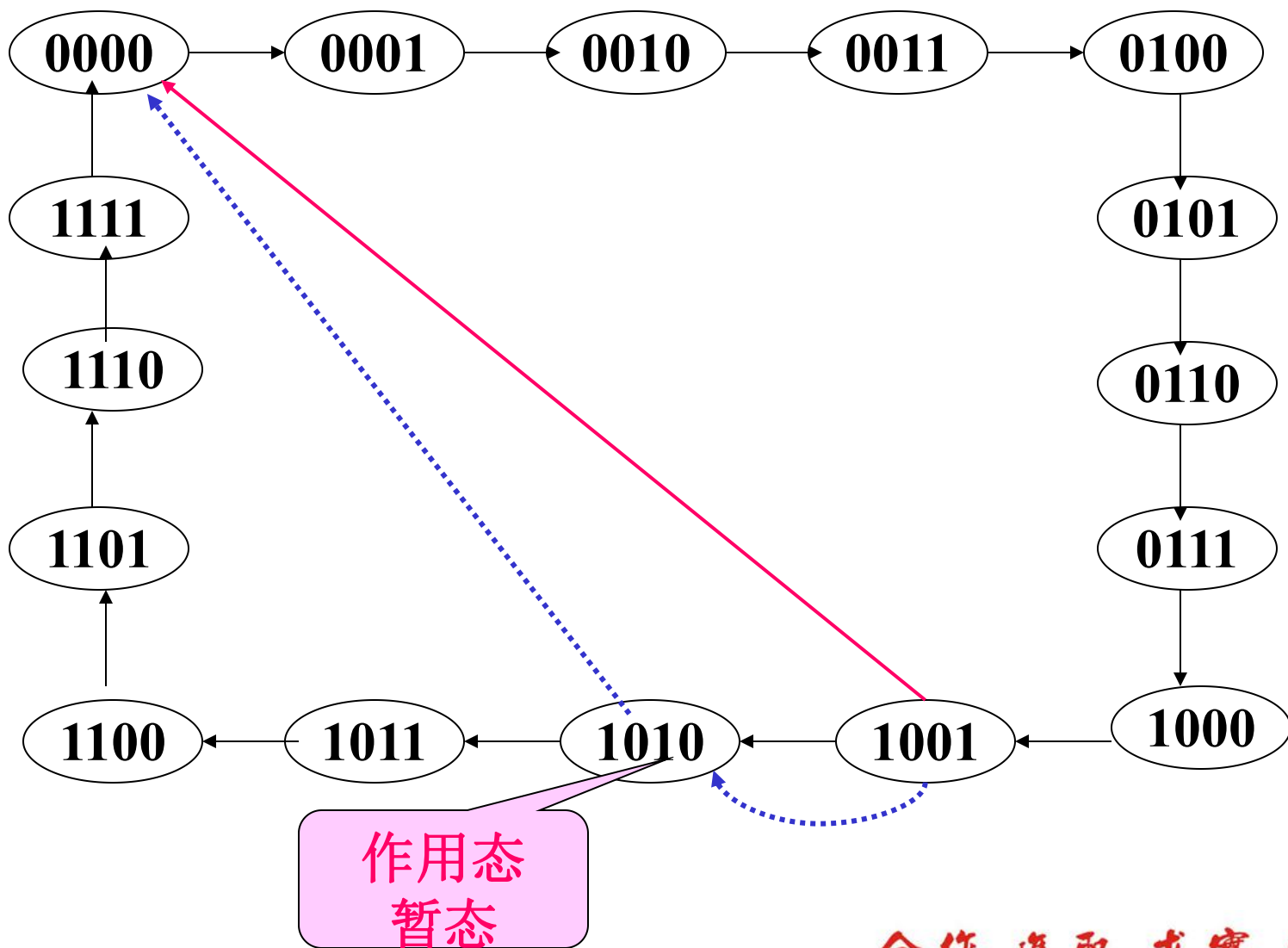
## 2. 基本方法

- 1) 异步清零法（异步置数法）
- 2) 同步置数法（任意值、最大值、最小值）



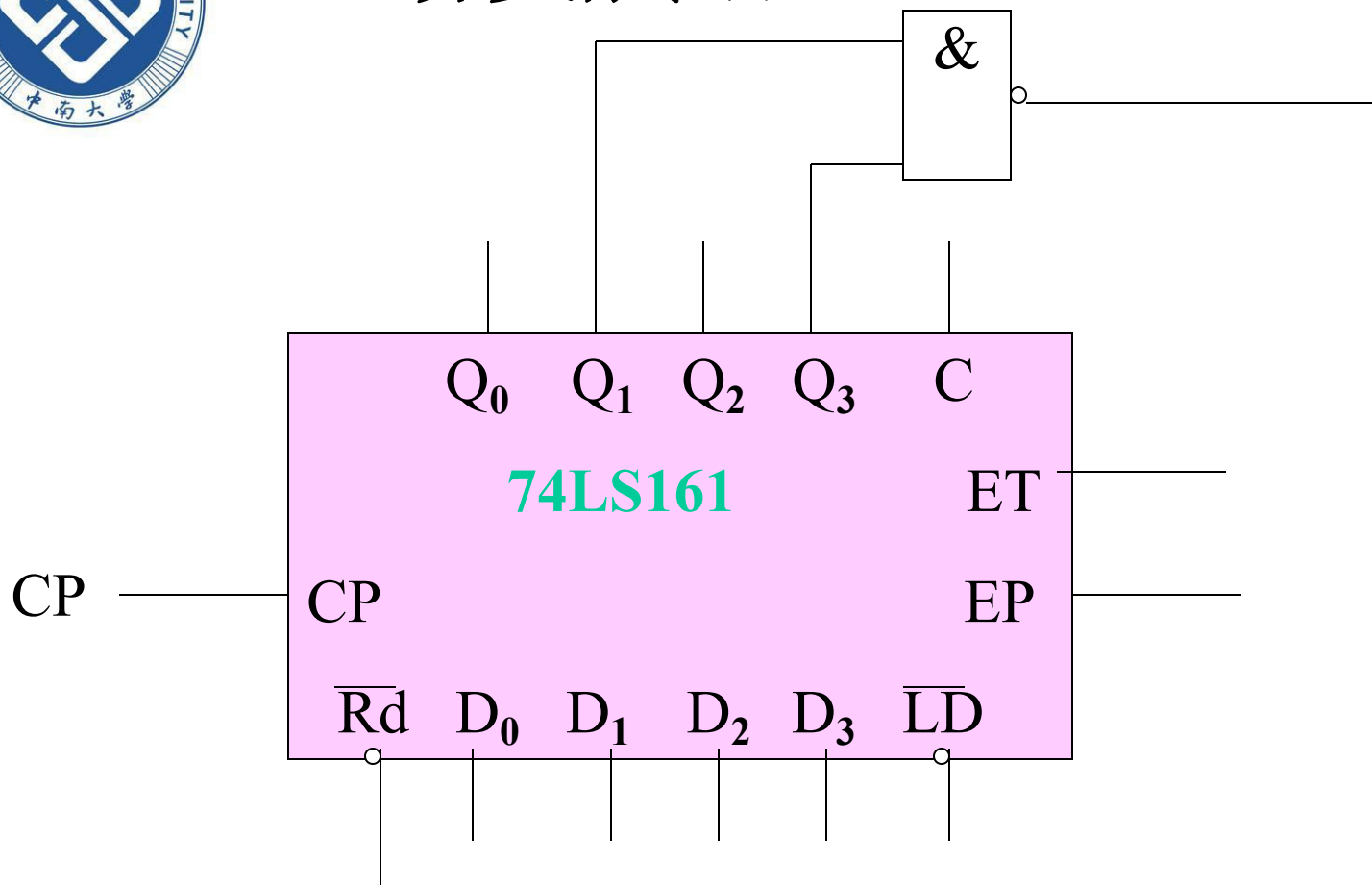


例：试用74LS161设计一个十进制计数器。





# 1) 异步清零法

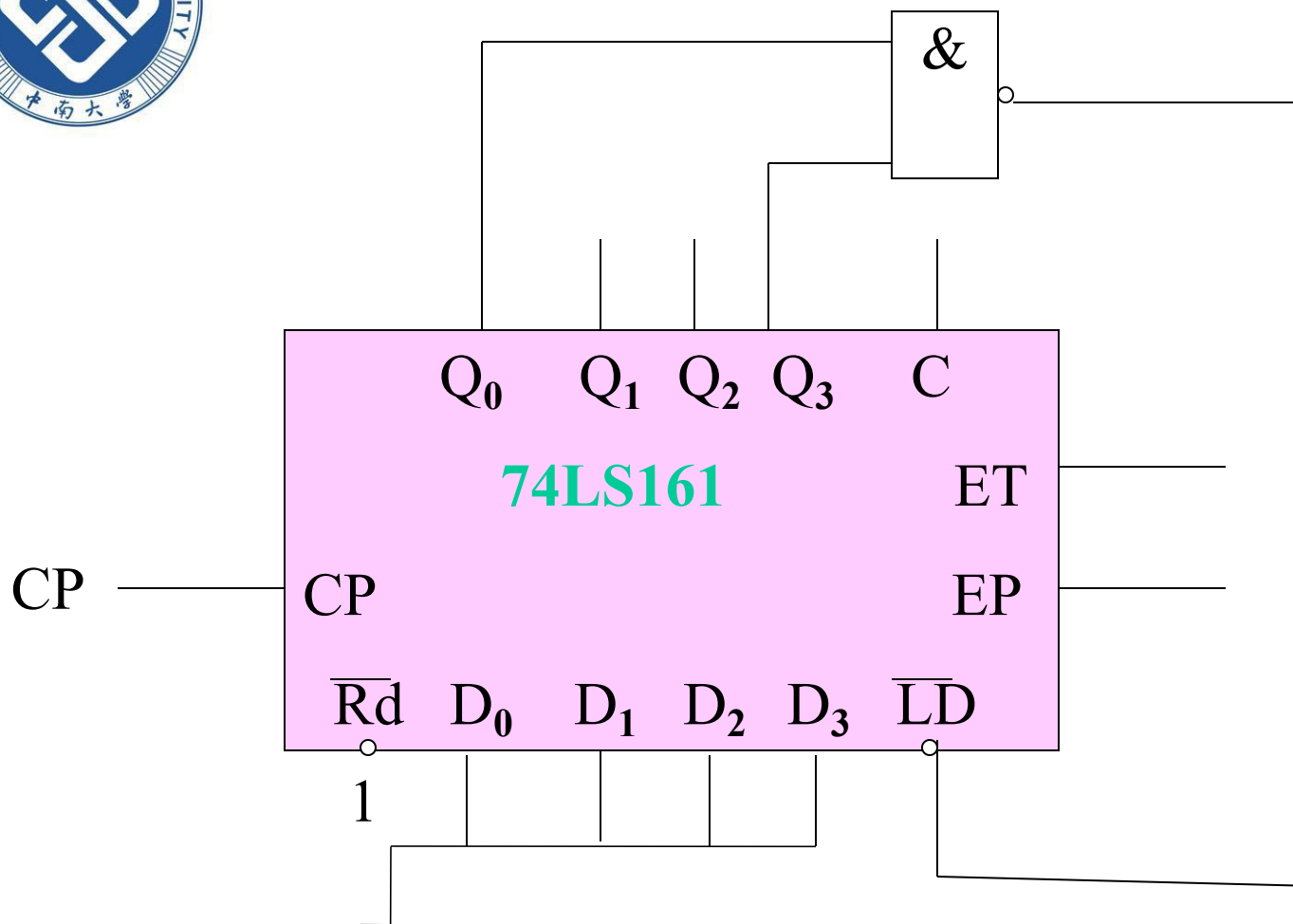


作用态:  
**1010**  
暂态

$$\overline{R_d} = \overline{Q_3 Q_1}$$



## 2) 同步置数法



$$\overline{LD} = \overline{Q_3 Q_0}$$

作用态:  
**1001**  
计数末态

Di状态:  
**0000**  
计数初态