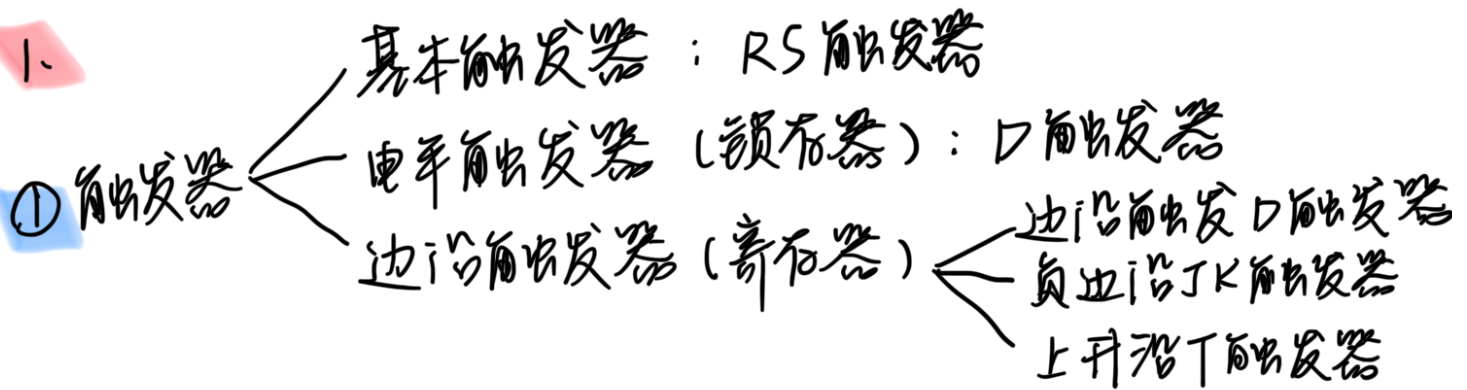


### 3-1 时序逻辑

1.



②

1) 状态方程

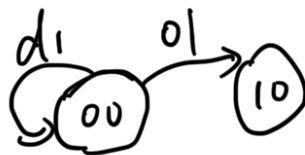
2) 状态转移真值表

输入	状态	次态	输出 (不一定有)
S R	$Q^n$	$Q^{n+1}$	Y

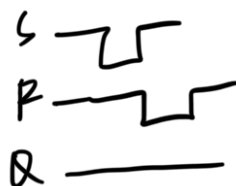
3) 激励表

状态	输入
$Q^n$ $Q^{n+1}$	R S

4) 状态图



5) 工作时序图



### 2. RS 触发器

① 输入: R 清零, S 置 1

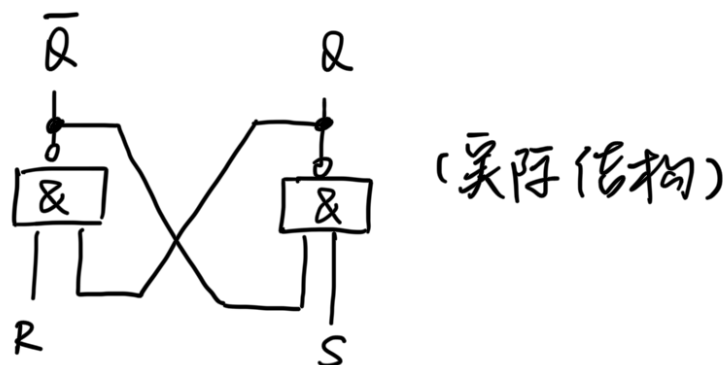
输出:  $Q, \bar{Q}$

② RS 低有效

$$\begin{cases} \underline{Q^{n+1}} = \bar{S} + RQ^n \\ S + R = 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} RS = 00: \text{不定 (同时有效)} \\ RS = 01: \text{清零 (1个有效)} \\ RS = 10: \text{置1 (1个有效)} \end{cases}$$

与非门

$RS=11$  保持 (同时无效)



RS 高有效 或非门  $\begin{cases} Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n \\ SR = 0 \end{cases}$  (实际结构: 换成或非门)

- ③ 缺点: 1) 约束关系  
2) 不能定时

### 3. D 触发器

① 电平触发 (D 锁存器)

= 高/低电平 (同步) D 触发器 = 数据暂存器

1) 输入:  $E_n$  门控信号  
D 数据

输出:  $Q, \bar{Q}$

2)  $Q^{n+1} = D$

3) 缺点: 空翻 (1 个门控信号翻转多于 1 次)

4) 4D 同步触发器: 74LS375.

2个D共用1个电平信号.

## ② 边沿触发(D寄存器) 解决“亚稳态”

1) 输入: CP ↑ 时钟脉冲信号  
D 数据

输出:  $Q, \bar{Q}$

2)  $\underline{Q^{n+1} = D}$

3) 双D触发器: 74LS74

有异步位  $\bar{R}, \bar{S}$ . 优先级  $\bar{R}, \bar{S} > CP > D$

## 4. 负边沿JK触发器

1) 输入: J, K 激励信号  
CP ↓ 时钟脉冲信号

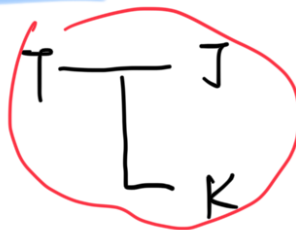
输出:  $Q, \bar{Q}$

2)  $\underline{Q^{n+1} = J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n} \Rightarrow \begin{cases} JK=00 \text{ 保持} \\ JK=11 \text{ 翻转} \\ JK=01/10, Q^{n+1} = \bar{Q} \end{cases}$

3) 双J-K触发器: 74LS112

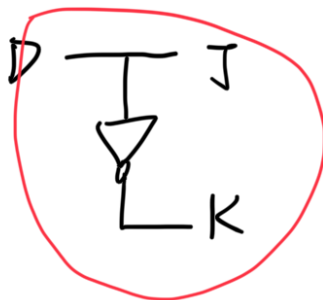
有异步位  $\bar{R}, \bar{S}$ . 优先级  $\bar{R}, \bar{S} > J, K$

#### 4) 改造JK触发器

$$JK \rightarrow T :$$


$$Q^{n+1} = T \overline{Q^n} + \overline{T} Q^n$$

$$= T \oplus Q^n$$

$$J_K \rightarrow D:$$


$$Q^{n+1} = D \overline{Q^n} + D Q^n \\ = D$$

## 5. 上升沿T触发器

1) 输入: T 液位信号

CP↑ 时钟脉冲信号

输出:  $Q \bar{Q}$

$$2) \mathbb{Q}^{n+1} = T\overline{\mathbb{Q}^n} + \overline{T}\mathbb{Q}^n = T \oplus \mathbb{Q}^n$$

可类比 JK:  $T = J = K$

$T=0 \Rightarrow JK=00$ , 保持  
 $T=1 \Rightarrow JK=11$ , 翻转

### 3-2 时序电路分析

1-

莫子型:  $Y$  与  $X$  无关

12. 庄田 85

时序电路 — 米勒型:  $Y$  与  $X$  有关

2. 
$$\begin{cases} Y = F_1(X, Q^n) & \text{输出方程} \\ W = F_3(X, Q^n) & \text{激励方程} \\ Q^{n+1} = F_2(W, Q^n) & \text{状态方程} \end{cases}$$

$W: D, J, K, T$

分析时序电路:

① 方程

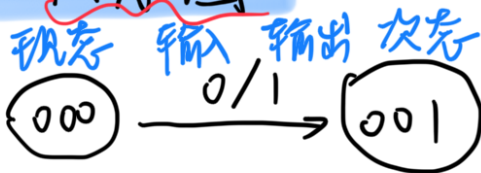
② 真值表

(输入 & 现态)			(次态)		(输出)	
$X$	$Q_2^n$	$Q_1^n$	$Q_2^{n+1}$	$Q_1^{n+1}$	$Y_2$	$Y_1$
<hr/>						

下标大的在前

ps: 填次态 & 输出时, 纵向填表

③ 状态图



(1 表示无输入, 输出为 1)

ps: 按真值表横向填入

④ 分析功能

1)  $m$  进制计数器

X 的可能功能: 控制是否计数

/ 容量 (n 进制)

/ 正逆 (+/-)

## 2) 检测序列

可重叠: 首尾有可重复子序列 & 检测完后回

到该子序列初状态开始检测

序列长度 = 有效状态个数

3-3 锁存器、寄存器

1. 锁存器 74LS373

① 输入:  $D_7 \sim D_0$  } 电平触发器  
输入使能:  $\overline{LE}$

↳  $\overline{CE}$  控制信号 = 锁存信号 = 触发信号

输出:  $Q_7 \sim Q_0$  } 三态门  
输出使能:  $\overline{OE}$

② 真值表

优先级:  $\overline{OE} > \overline{LE}$

$\overline{OE}$     $\overline{LE}$     $D$    |    $Q$



VE	VL	.	
1	X	X	高阻态
0	0	X	输出保持
0	1	$D_7 \sim D_0$	$D_7 \sim D_0$ (锁存)

数据稳定滞后于锁存信号.

## 2. 寄存器 74LS374

① 输入:  $D_7 \sim D_0$  } 边沿D触发器  
时钟信号: CP

输出:  $Q_7 \sim Q_0$  } 三态门  
输出使能:  $\overline{OC}$

### ② 真值表

优先级:  $\overline{OC} > CP$

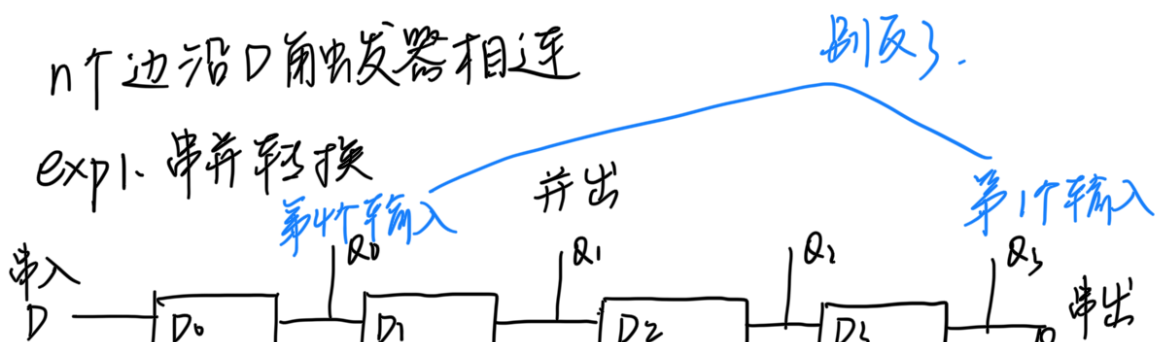
$\overline{OC}$	CP	D	Q
1	X	X	高阻态
0	X	X	输出保持
0	↑	$D_7 \sim D_0$	$D_7 \sim D_0$

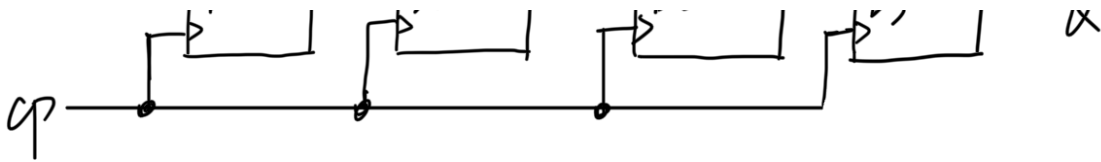
数据稳定先于时钟信号

## 3. 移位寄存器 → 单向移位寄存器

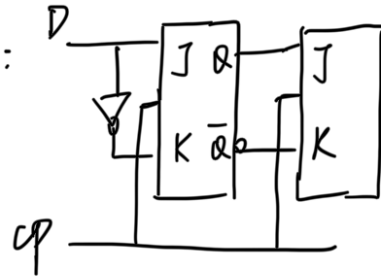
n个边沿D触发器相连

① ex1. 串并转换



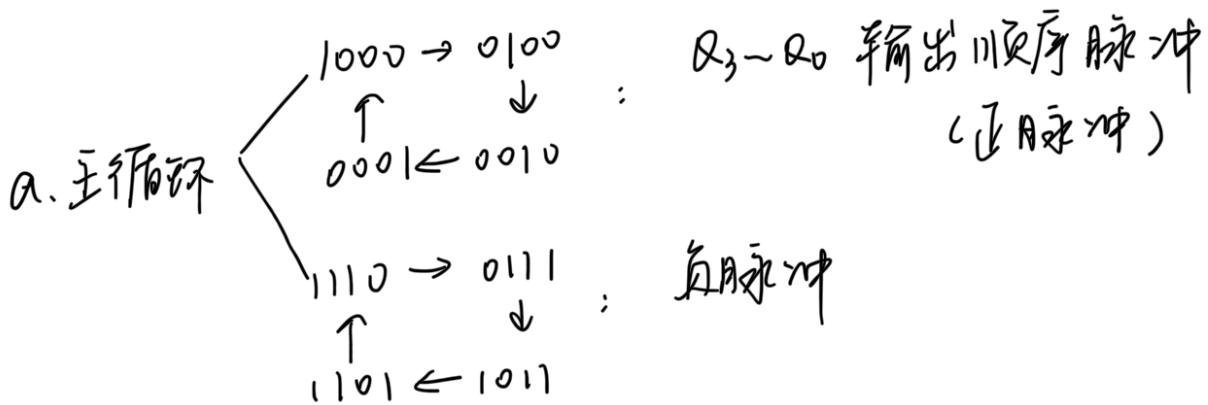


△可用JK触发器实现:



② 计数器 { 环型计数器  
扭环型计数器

1) 环型:  $D_0 = Q_3^n$



b.  $n$  个触发器  $\rightarrow$   $n$  位移寄存器  $\rightarrow$  模  $n$  计数器

c. 缺点 { 无自启动能力  
模  $M=n$ , 电路利用率低 (max:  $2^n$  进制)  
需预置  $Q_0 \sim Q_3$  为 1000 才进入主循环.

优点: 无需译码器, 输出顺序脉冲

2) 扭环型:  $D_0 = \overline{Q_3^n}$

a. 主循环: 格雷码

```

    0000 → 1000 → 1100 → 1110
      ↑                ↓
    
```




$$0001 \xleftarrow{1} 0011 \xleftarrow{2} 0111 \xleftarrow{3} 1111$$

b. 缺点 { 无自启动能力  
需异步清零 0000 才进入主循环

优点 { 模  $M = 2^n$ 、电路利用率高  
无竞争冒险现象 (格雷码)

③ 中规模8位双向移位寄存器 74LS299

17 异步清零:  $\overline{R_D}$   $\rightarrow$  有效时 CP 为  $\times$ : 异步; CP 为  $\downarrow$ : 同步

方式控制:  $S_1, S_0$  

输出使能:  $\overline{G_1}, \overline{G_2}$  (全为0时数据端输出)

时钟: CP  $\uparrow$

左、右移串行输入:  $S_L, S_R$

左、右移串行输出:  $Q_L, Q_R$

输入/输出双向(并行)数据端:  $A/Q_A \sim H/Q_H$

优先级:  $\overline{RD} > S_1 \cdot S_0 > \overline{G_1} \cdot \overline{G_0} > CP$

2) 应用

- \* 7位并-串转换和8位串-并转换  
(置数→右移·启动信号)      (清零→右移→锁存)
- 乘除运算部件
- 环/链双移位寄存器    分频脉冲件

1. { 74LS161 异步清零 = 进制  
74LS163 同步清零 = 进制  
74LS160 异步清零 + 进制  
74LS162 同步清零 + 进制 } 同步置数
- { 74LS191 可逆 = 进制  
74LS190 可逆 + 进制 } 异步置数

M 进制计数器:

清零法: 复位/置数为0. (状态"1"相与逢取/CD)

$(0 \sim M-1)$  同步:  $M-1$ . 异步:  $M$

置数法: ① 进位  $C_0 \xrightarrow[\text{(后)}]{\text{前门}}$  连0.  $D_3 \sim D_0$  置  $2^k (10^k) - N$   
(后M/中间M)

② 范围:  $K \sim K+M$

$Q_3 \sim Q_0$  为  $k+m$  并连  $\overline{10}$ .  $D_3 \sim D_0$  为  $k$   
(中阿)

多次置数法: 输出时行变, 最高位为1

## 2. 二进制计数器

1) exp1. 74LS161 4位二进制加法器,  $M=16$ .

1) 异步清零:  $\overline{CR}$   
时钟:  $CP$

输入:  $D_3 \sim D_0$  (置数)

5 输出:  $Q_3 \sim Q_0$

同步置数:  $\overline{LD}$   
计数使能:  $EP, ET$

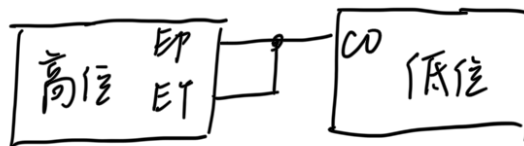
进位输出:  $CO$   
( $Q_3 \sim Q_0 = 1111$  且  $ET=1$  时)

( $ET$ : 进位使能)

$$\overline{CR} > CP > \overline{LD} > EP, ET$$

2) 容量扩展:  $EP, ET, CO$ .

$n$  片  $\rightarrow 4 \times n$  位 = 进制计数器.  $M = 16^n$ .  
128 64 32 16      8 4 2 1



$f = \frac{1}{16} f_{cp}$        $f = \frac{1}{16} f_{cp}$  (分频器)

3) 十进制集运: 相同方法.  $M = 10 \times 10$ .

80 40 20 10      8 4 2 1

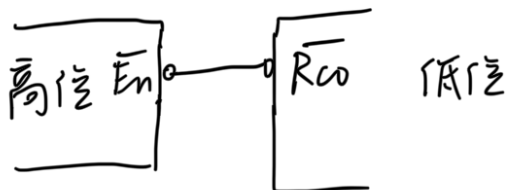
$f = \frac{1}{10} f_{cp}$        $f = \frac{1}{10} f_{cp}$

2) exp2. 74LS191 同步 = 进制可逆.

1) { 异步置数:  $\overline{LD}$   
时钟:  $CP$   
计数使能:  $\overline{En}$   
可逆控制:  $U/D$

{ 输入:  $D_3 \sim D_0$   
输出:  $Q_3 \sim Q_0$   
进/借位输出:  $\overline{RCO}$   
最大/小输出:  $Min/Max$

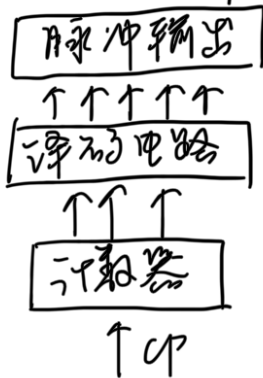
2) 级联:  $\overline{En}, RCO$



不接  $\overline{En}$

3-5 计数器应用

## ① 顺序脉冲发生器



$M$  个状态,  $M$  路脉冲

设计译码器:

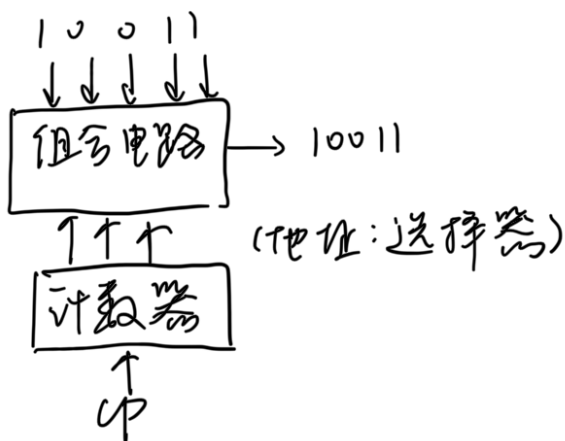


真值表:

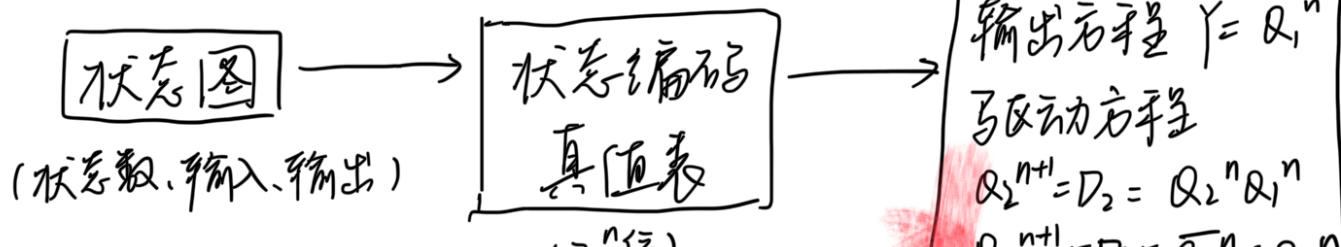
$Q_3, Q_2$	$Q_1, Q_0$	$Y_0$	$Y_1$	$Y_2$	$Y_3$	$Y_4$	$Y_5$	$Y_6$	$Y_7$
00	00	1	0	0	0	0	0	0	0
00	01	0	1	0	0	0	0	0	0
00	11	0	0	1	0	0	0	0	0
00	10	0	0	0	1	0	0	0	0
01	00	0	0	0	0	1	0	0	0
01	01	0	0	0	0	0	1	0	0
01	11	0	0	0	0	0	0	1	0
01	10	0	0	0	0	0	0	0	1
10	00	0	0	0	0	0	0	0	0
10	01	0	0	0	0	0	0	0	0
10	11	0	0	0	0	0	0	0	0
10	10	0	0	0	0	0	0	0	0

$Y_0 = \overline{Q_3} \overline{Q_2} \overline{Q_1} \overline{Q_0}$ ,  $Y_1 = \dots$

## ② 序列信号发生器



## 3-5 同步时序电路设计



(2) 121  
(X, Q<sup>n</sup>, Q<sup>n+1</sup>, Y)

$$Q_1 = V_1 = Q_0' + Q_2'$$
$$Q_0^{n+1} = \dots$$

(卡诺图)



逻辑电路图



检查自启动

(代入无效状态)