



中国海洋大学  
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

# 数字逻辑 09 时序线路分析

触发器和时序线路分析方法

杨永全

计算机科学与技术学院

# 目录

---

1. 课程目标
2. 课程内容
3. 课堂练习
4. 课堂讨论
5. 课堂总结
6. 作业

# 1.课程目标

# 1. 目标

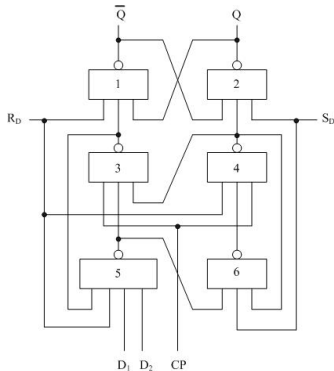
---

1. 掌握触发器的特征表达式
2. 掌握触发器的激励表
3. 掌握触发器的状态表
4. 掌握时序线路分析方法

## 2.课程内容

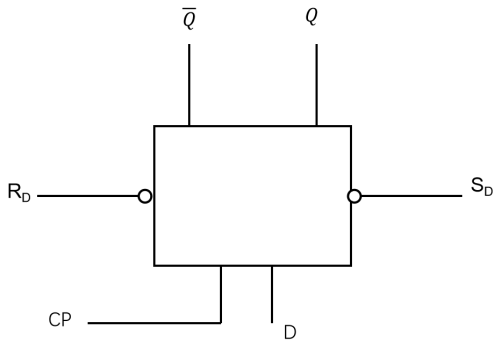
## 1. 触发器 1.D 触发器

当  $CP=1$  时,  $D$  的变化将不会影响输出结果



# 1. 触发器 1.D 触发器

## D 触发器的逻辑符号

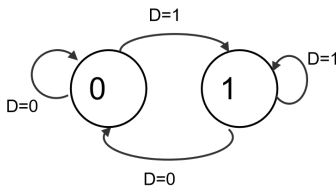


# 1. 触发器 1.D 触发器

## 特征表达式、状态图与激励表

$$Q^{n+1} = D \quad (R_D = S_D = 1 \quad CP = 1)$$

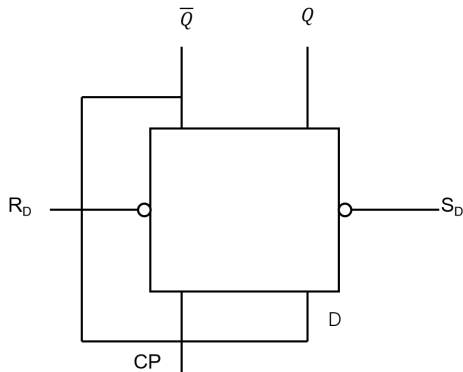
Q	$Q^{n+1}$	$D=D_1D_2$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1



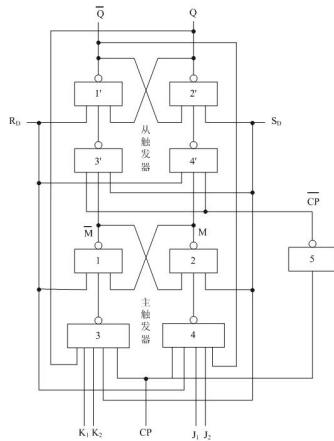


# 1. 触发器 1.D 触发器

## D 触发器的计数功能



# 1. 触发器 2.JK 触发器



### JK 触发器的特征表达式

特征表达式:  $K = K_1 K_2, J = J_1 J_2$

根据逻辑图相当于:  $R = KQ, S = J\bar{Q}$

且 RS 不可能同时为 1, 所以:

$$Q_m^{n+1} = S + \bar{R}Q = J\bar{Q} + \bar{K}QQ = J\bar{Q} + \bar{K}Q$$

$$Q^{n+1} = Q_m^{n+1} = J\bar{Q} + \bar{K}Q$$

# 1. 触发器 2.JK 触发器

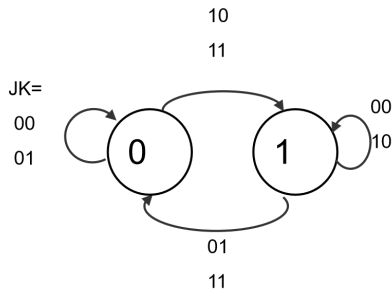
JK 触发器特征函数表

J	K	$Q^{n+1}$
0	0	$Q$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}$

$R_D = S_D$       CP=0时

# 1. 触发器 2.JK 触发器

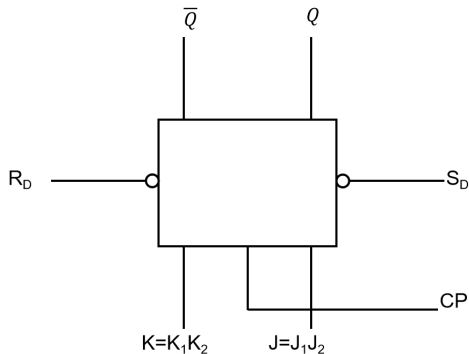
## JK 触发器状态图和激励表



Q	Q <sup>n+1</sup>	J	K
0	0	0	Φ
0	1	1	Φ
1	0	Φ	1
1	1	Φ	0

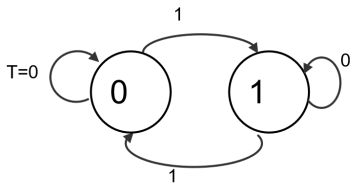
# 1. 触发器 2.JK 触发器

## JK 触发器逻辑符号



# 1. 触发器 3.T 触发器

T	$Q^{n+1}$
0	$Q$
1	$\overline{Q}$



Q	$Q^{n+1}$	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

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

## 1. 触发器 4. 常见触发器的特征函数

$$\begin{aligned} Q^{n+1} &= R_D \overline{S_D} + \overline{R_D} \overline{S_D} + R_D S_D Q \\ &= \overline{S_D} + R_D Q \quad (\overline{S_D} \overline{R_D} = 0) \end{aligned}$$

$$Q^{n+1} = \overline{R} \overline{S} Q + \overline{R} S + R S = S + \overline{R} Q \quad (R S = 0)$$

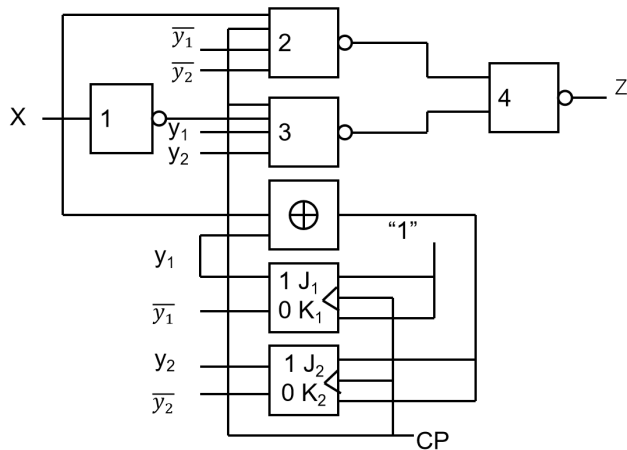
$$Q^{n+1} = D$$

$$Q^{n+1} = Q_m^{n+1} = J \overline{Q} + \overline{K} Q$$

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



## 2. 同步时序线路的分析方法



## 2. 同步时序线路的分析方法

### 1、列输出函数及控制函数的表达式

$$Z = \overline{\overline{X\overline{y_2} \overline{y_1}} \overline{x y_2 y_1}} = X\overline{y_2} \overline{y_1} + \overline{X} y_2 y_1$$

$$J_1 = K_1 = 1$$

$$J_2 = K_2 = X \oplus y_1$$

## 2. 同步时序线路的分析方法

### 2、建立次态表达式及状态转移表

$$Q^{n+1} = J\bar{Q} + \bar{K}Q$$

$$y_1^{n+1} = J_1\bar{y}_1 + \bar{K}_1y_1 = \bar{y}_1$$

$$\begin{aligned} y_2^{n+1} &= J_2\bar{y}_2 + \bar{K}_2y_2 \\ &= (X \oplus y_1)\bar{y}_2 + \overline{X \oplus y_1}y_2 = X \oplus y_1 \oplus y_2 \end{aligned}$$

## 2. 同步时序线路的分析方法

### 状态转移表、状态表

X	$y_2$	$y_1$	$y_2^{n+1}$	$y_1^{n+1}$	Z
0	0	0	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0
1	1	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0

把 $y_2y_1$ 的所有状态用字母表示

a 00

b 01

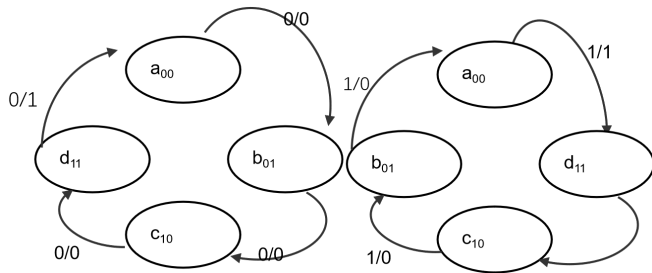
c 10

d 11

S \ X	0	1
a	b 0	d 1
b	c 0	a 0
c	d 0	b 0
d	a 1	c 0

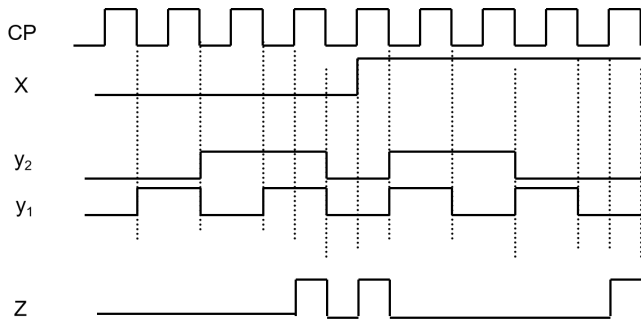
## 2. 同步时序线路的分析方法

### 3、状态图



## 2. 同步时序线路的分析方法

### 4、画波形图



## 2. 同步时序线路的分析方法

### 5、分析逻辑功能

该电路为能对 CP 脉冲计数的模 4 可逆计数器。

### 3. 时序线路的分析步骤

---

1. 列控制函数、输出函数表达式
2. 列次态表达式及画状态转移表
3. 画状态表及状态图
4. 画波形图
5. 分析逻辑功能



## 4. 时序逻辑电路分类

---

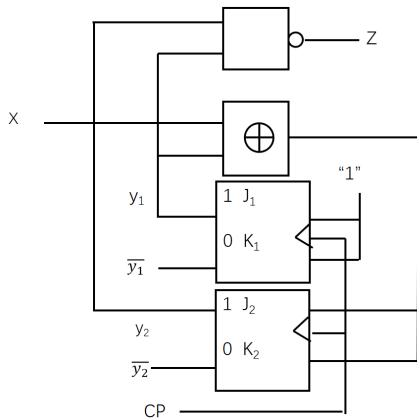
时序逻辑电路分为：

Mealy 型电路和 Moore 型电路

**Mealy 型电路：**输出与外部输入有关

**Moore 型电路：**输出与外部输入无关

## 5. Moore 型电路举例



## 5. Moore 型电路举例

### 1、列输出函数及控制函数的表达式

$$Z = \overline{y_2 y_1}$$

$$J_1 = K_1 = 1$$

$$J_2 = K_2 = X \oplus y_1$$

## 5. Moore 型电路举例

### 2、建立次态表达式及状态转移表

$$y_1^{n+1} = J_1 \overline{y_1} + \overline{K_1} y_1 = \overline{y_1}$$

$$y_2^{n+1} = J_2 \overline{y_2} + \overline{K_2} y_2 = X \oplus y_1 \oplus y_2$$

## 5. Moore 型电路举例

### 状态转移表、状态表

X	$y_2$	$y_1$	$y_2^{n+1}$	$y_1^{n+1}$	Z
0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	1	1
1	1	1	1	0	0

a 00  
b 01  
c 10  
d 11

S \ X	0	1
a	b 1	d 1
b	c 1	a 1
c	d 1	b 1
d	a 0	c 0

## 5. Moore 型电路举例

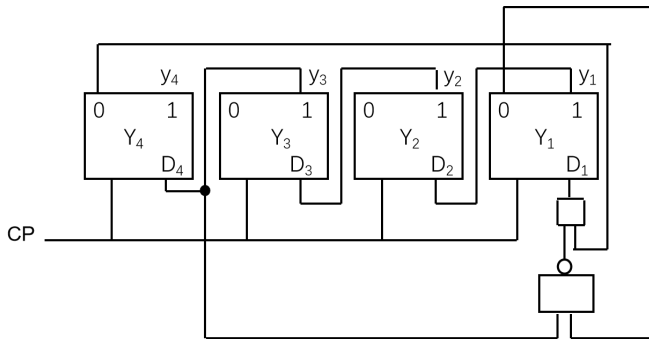
### 3、分析逻辑功能

无论  $x=0$  或  $x=1$ ，以  $d$  为初态都是四个脉冲回到初态，输出为 0。  
 $x=0$  时为进位， $x=1$  时为借位。  
为模四可逆计数器。

### 3.课堂练习

# 1. 问题

分析线路的逻辑功能：





# 1. 问题

控制函数:

$$D_4 = y_3$$

$$D_3 = y_2$$

$$D_2 = y_1$$

$$D_1 = \overline{y_3} \cdot \overline{y_1} \cdot \overline{y_4} = (\overline{y_3} + y_1) \cdot \overline{y_4} = y_1 \overline{y_4} + \overline{y_3} \overline{y_4}$$

# 1. 问题

列次态表达式，状态转移表：

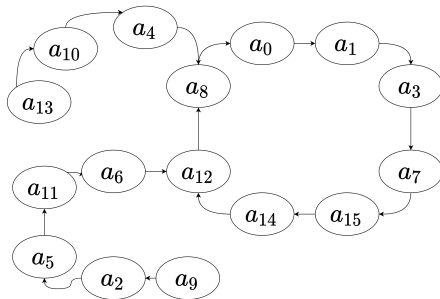
$$\begin{aligned}y_4^{n+1} &= D_4 = y_3 \\y_3^{n+1} &= D_3 = y_2 \\y_2^{n+1} &= D_2 = y_1 \\y_1^{n+1} &= D_1 \\&= \overline{y_3 \cdot y_1 \cdot y_4} \\&= (\overline{y_3} + \overline{y_1}) \cdot \overline{y_4} \\&= y_1 \overline{y_4} + \overline{y_3} \overline{y_4}\end{aligned}$$

请大家画出状态图。

$y_4$	$y_3$	$y_2$	$y_1$	$y_4^{n+1}$	$y_3^{n+1}$	$y_2^{n+1}$	$y_1^{n+1}$
0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	1
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0
1	1	0	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	0

# 1. 问题

状态图：



# 1. 问题

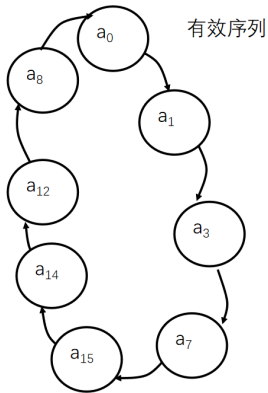
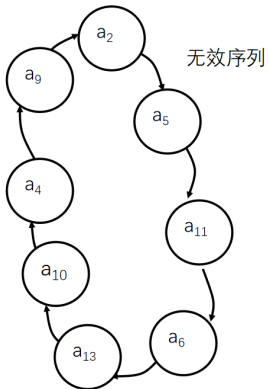
更改上述例子：

假设：

$$D_1 = \overline{y_4}$$

# 1. 问题

状态图：



## 4.课堂讨论

# 1. 问题

---

所有的触发器中，谁的功能最强大？

## 5.课堂总结



# 1. 课堂总结

---

## 笔记

现在可以总结自己的笔记，提炼大纲，回顾课程。

## 总结

还可以将课程的总结、心得记录在总结区。

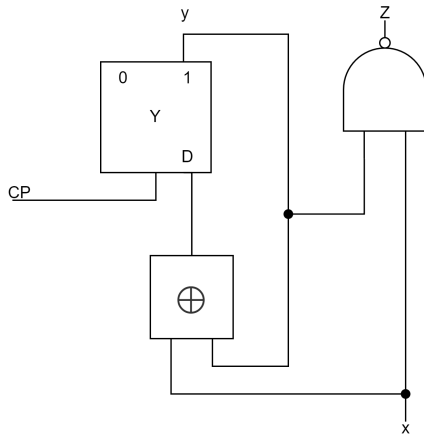
## 6.作业

# 1. 题目

试分析图所示的时序线路，要求：

- (1) 列出控制函数和输出函数表达式
- (2) 建立次态表达式及状态转移表
- (3) 建立状态表和状态图
- (4) 画出电位输入  $x$  为 101101 序列时，线路状态  $y$  及输出  $z$  的波形图
- (5) 说明这是一个什么类型的线路，及其完成的逻辑功能。

# 1. 题目





中国海洋大学  
OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

# 问答环节