

数字世界精彩无限

# Unit 12

## ——Design Sequential Circuits with Flip Flops

张彦航

School of Computer Science  
Zhangyanhang@hit.edu.cn

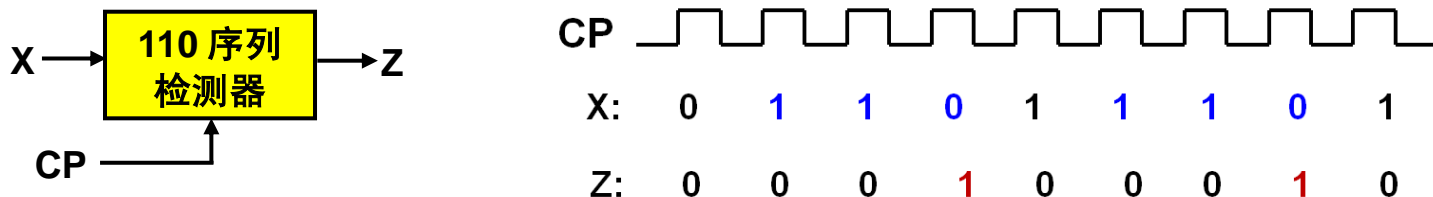
# 利用触发器设计时序逻辑\_状态编码

## 利用触发器设计时序逻辑的方法

- (1) 根据需求  $\rightarrow$  获得原始状态图、状态表
- (2) 最小化状态图、状态表
- (3) **状态编码（分配）**  $\rightarrow$  获得状态转移表
- (4) 状态转移表  
触发器特征 }  $\rightarrow$  触发器激励表
- (5) 卡诺图化简  $\rightarrow$   $\left\{ \begin{array}{l} \text{激励（输入）函数表达式} \\ \text{输出函数表达式} \end{array} \right.$
- (6) 电路实现      (7) 检查无关状态

# 利用触发器设计时序逻辑\_状态编码

例：利用JK触发器设计110序列检测器



## 1. 获得原始状态图和原始状态表

### (1) 状态设定

$S_0$ ——初始状态，表示收到1位数据：“0”

$S_1$ ——表示收到1位数据：“1”

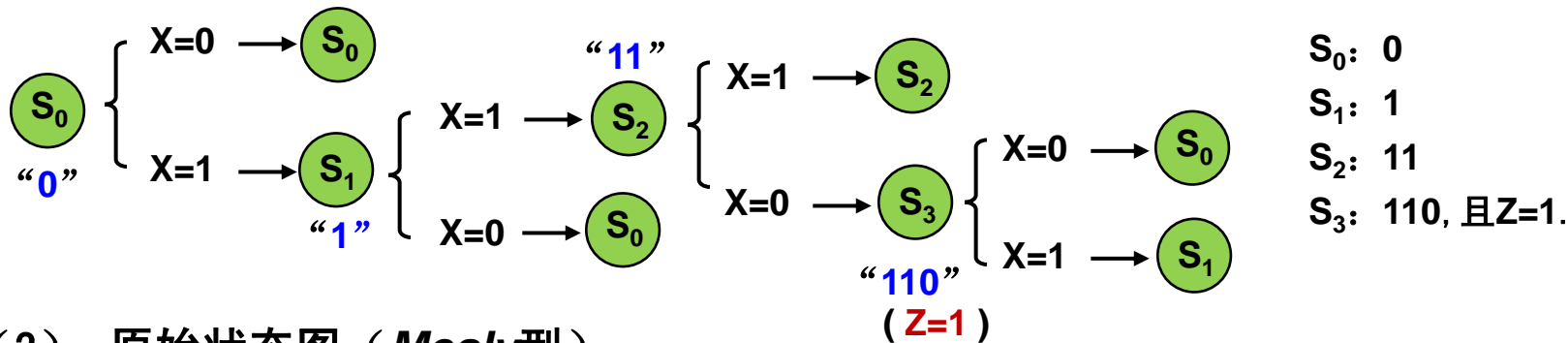
$S_2$ ——表示收到2位数据：“11”

$S_3$ ——表示收到3位数据：“110”，此时输出标志  $Z=1$ .

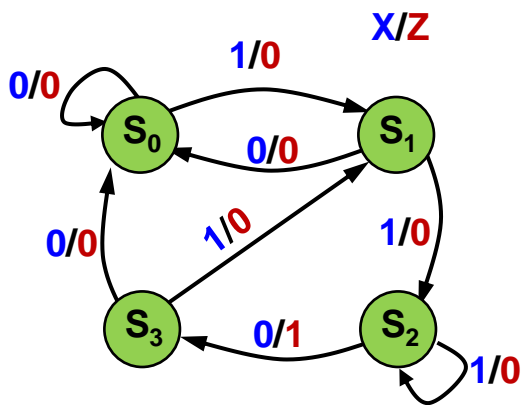
只标记感兴趣的子串

# 利用触发器设计时序逻辑\_状态编码

## (2) 分析状态转换情况



## (3) 原始状态图 (Mealy型)



## (4) 原始状态表

现态 $Q^n$	$Q^{n+1} / Z$	
	$X=0$	$X=1$
$S_0$	$S_0 / 0$	$S_1 / 0$
$S_1$	$S_0 / 0$	$S_2 / 0$
$S_2$	$S_3 / 1$	$S_2 / 0$
$S_3$	$S_0 / 0$	$S_1 / 0$

# 利用触发器设计时序逻辑\_状态编码

## 2. 状态化简

现态 $Q^n$	$Q^{n+1}/Z$	
	$X=0$	$X=1$
$S_0$	$S_0/0$	$S_1/0$
$S_1$	$S_0/0$	$S_2/0$
$S_2$	$S_3/1$	$S_2/0$
$S_3$	$S_0/0$	$S_1/0$



现态 $Q^n$	$Q^{n+1}/Z$	
	$X=0$	$X=1$
$S_0$	$S_0/0$	$S_1/0$
$S_1$	$S_0/0$	$S_2/0$
$S_2$	$S_0/1$	$S_2/0$

## 3. 状态分配

使用2个JK触发器

$y_2y_1$

$S_0$  — 00

$S_1$  — 10

$S_2$  — 11

JK触发器驱动表

$Q_n \rightarrow Q_{n+1}$	J	K
0 → 0	0	X
0 → 1	1	X
1 → 0	X	1
1 → 1	X	0

## 4. 状态转换真值表

$J_2 K_2$ : 看  $Q_2^n \rightarrow Q_2^{n+1}$   
 $J_1 K_1$ : 看  $Q_1^n \rightarrow Q_1^{n+1}$

输入	现态		次态		触发器				输出
X	$Y_2^n$	$Y_1^n$	$Y_2^{n+1}$	$Y_1^{n+1}$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$k_1$	Z
0	0	0	0	0	0	X	0	X	0
0	1	0	0	0	X	1	0	X	0
0	1	1	0	0	X	1	X	1	1
1	0	0	1	0	1	X	0	X	0
1	1	0	1	1	X	0	1	X	0
1	1	1	1	1	X	0	X	0	0
0	0	1	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	X	X	X	X	X	X	X

规则

1. 同一输入下，相同的次态所对应的**现态**应该给予相邻编码
2. 同一现态在不同输入下所对应的**次态**应给予相邻编码
3. 给定输入下，输出完全相同，**现态**编码应相邻

# 利用触发器设计时序逻辑\_状态编码

## 4. 状态转换真值表

输入	现态		次态		触发器				输出
X	$Y_2^n$	$Y_1^n$	$Y_2^{n+1}$	$Y_1^{n+1}$	$J_2$	$K_2$	$J_1$	$k_1$	Z
0	0	0	0	0	0	X	0	X	0
0	1	0	0	0	X	1	0	X	0
0	1	1	0	0	X	1	X	1	1
1	0	0	1	0	1	X	0	X	0
1	1	0	1	1	X	0	1	X	0
1	1	1	1	1	X	0	X	0	0
0	0	1	X	X	X	X	X	X	X
1	0	1	X	X	X	X	X	X	X

## 5. 卡诺图化简

$Y_2^n Y_1^n$	00	01	11	10
0	0	X	X	X
1	1	X	X	X

$$J_2 = X$$

$Y_2^n Y_1^n$	00	01	11	10
0	X	X	1	1
1	X	X	0	0

$$K_2 = \bar{X}$$

$Y_2^n Y_1^n$	00	01	11	10
0	0	X	X	0
1	0	X	X	1

$$J_1 = XY_2^n$$

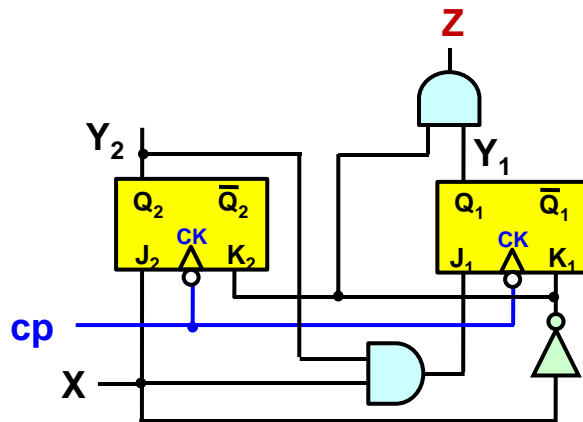
$Y_2^n Y_1^n$	00	01	11	10
0	X	X	1	X
1	X	X	0	X

$$K_1 = \bar{X}$$

$Y_2^n Y_1^n$	00	01	11	10
0	0	X	1	0
1	0	X	0	0

$$Z = \bar{X}Y_1^n$$

## 6. 电路实现

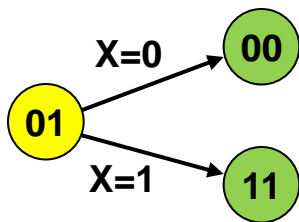




# 利用触发器设计时序逻辑\_状态编码

## 7. 检查无关项

$$\left\{ \begin{array}{l} J_1 = XY_2^n \\ K_1 = \bar{X} \\ J_2 = X \\ K_2 = \bar{X} \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Y_1^{n+1} = XY_2^n \bar{Y}_1^n + XY_1^n \\ \quad = X(Y_1^n + Y_2^n) \\ Y_2^{n+1} = X\bar{Y}_2^n + XY_2^n \\ \quad = X \end{array} \right.$$



电路可以自启动