

十六、同步时序逻辑电路的设计方法

• 1、逻辑抽象

确定输入、输出变量
和电路状态数

- 引起事件的原因定义输入变量
- 事件的结果定义为输出变量

定义逻辑状态及电路
状态的含义

- 对输入、输出变量编码
- 对电路状态顺序编号

列出状态转换图/表

- 列出状态转换表
- 画出状态转换图

• 2、状态化简

等价状态合并

- 若两个状态在相同的输入下有相同的输出，并转换到同一个次态，则称为等价状态；等价状态可以合并。

• 3、状态分配

确定触发器数目

- n 个触发器共 2^n 个组合；若需要 M 个状态，则要求： $2^{n-1} < M \leq 2^n$

状态编码

- 给每个电路状态规定对应的触发器状态组合
- 将状态转换图/表写成编码形式

- 4、选定触发器的类型

选定触发器的类型

- 不同触发器逻辑功能、触发方式不同，设计出的电路也不同

写出电路的三大方程

- 写出电路的状态方程、驱动方程和输出方程

- 5、画出逻辑图

- 6、检查电路能否自启动

- 所有没有用到的电路状态，是否能够自动回到正常工作状态。

逻辑抽象

①

定变量

②

明含义

③

列图表

状态化简
及分配

④

做合并

⑤

定数目

⑥

编代码

选定
触发器类型

⑦

选器件

⑧

写方程

画电路

⑨

画电路

⑩

查自启

- 例8：设计一个串行数据检测器，要求在连续输入3个或3个以上“1”时输出为1，其余情况下输出为0。

① 定变量

- 输入数据为输入变量： X
- 检测结果为输出变量： Y
- 电路有连续输入0、1、2、3个及3个以上，共4种情况，需要电路状态变量： S_0 、 S_1 、 S_2 、 S_3

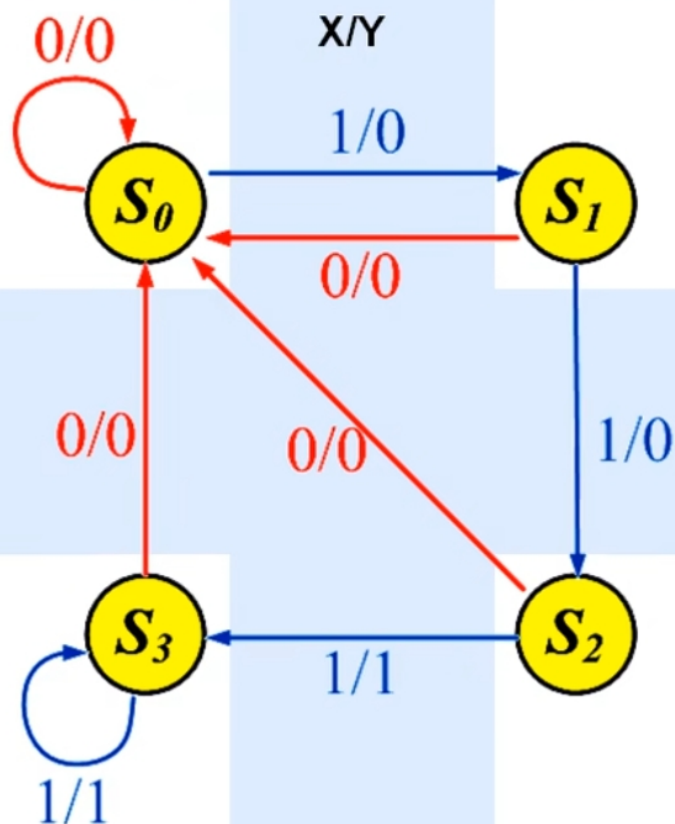
② 明含义

- 输入变量 X ：0代表输入为0，1代表输入为1
- 输出变量 Y ：1代表有连续3个及3个以上的1输入
- 电路状态：
 - S_0 代表输入0个1； S_1 代表有1个1输入；
 - S_2 代表有连续2个1输入； S_3 代表有3个及3个以上的1输入

③ 列图表

0个1输入

1个1输入

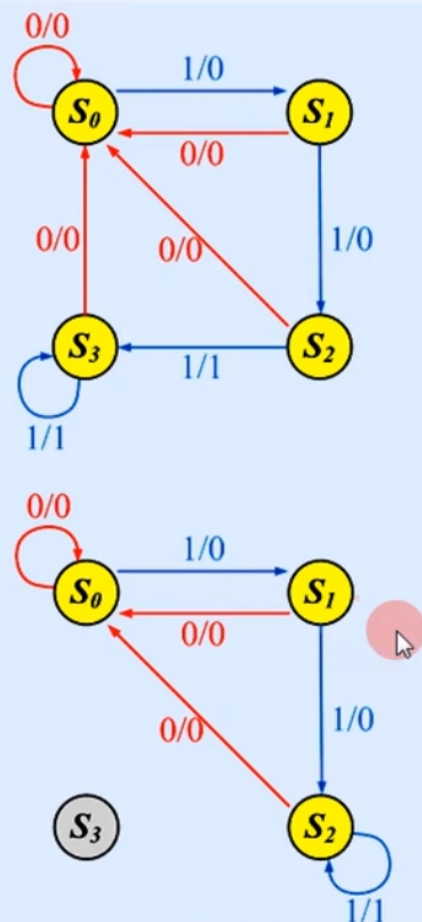
连续3个
及3个以
上1输入连续2个1
输入

④ 做合并

初态	输入 $X=0$		输入 $X=1$	
	次态	输出	次态	输出
S_0	S_0	0	S_1	0
S_1	S_0	0	S_2	0
S_2	S_0	0	S_3	1
S_3	S_0	0	S_3	1

S_2 、 S_3 在相同的输入条件下，输出与次态完全相同，可以合并

初态	输入 $X=0$		输入 $X=1$	
	次态	输出	次态	输出
S_0	S_0	0	S_1	0
S_1	S_0	0	S_2	0
S_2	S_0	0	S_2	1



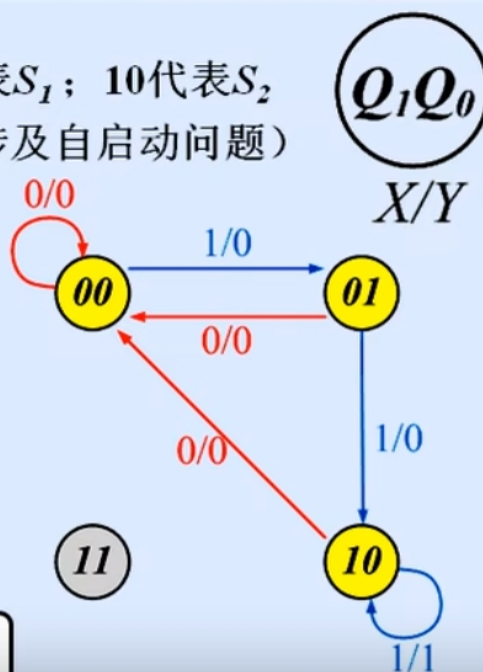
⑤ 定数目

- 电路状态：3个 (S_0 、 S_1 、 S_2)
- 需要触发器：2个 ($2^2=4>3$)，以 Q_1Q_0 表示触发器状态

⑥ 编代码

- 触发器状态编码：00代表 S_0 ；01代表 S_1 ；10代表 S_2
- 剩余触发器状态：11（无效状态，涉及自启动问题）

初态	输入 $X=0$		输入 $X=1$	
	次态	输出	次态	输出
00	00	0	01	0
01	00	0	10	0
10	00	0	10	1
11	××	×	××	×



补充无效状态转换表，便于卡诺图化简

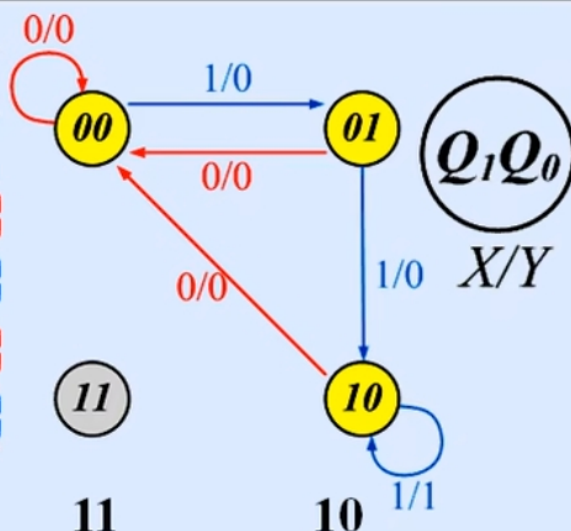
⑦ 选器件

- 触发器类型: JK触发器

⑧ 写方程

初态	输入 $X=0$		输入 $X=1$	
	次态	输出	次态	输出
00	00	0	01	0
01	00	0	10	0
10	00	0	10	1
11	××	×	××	×

$Q_1 Q_0$		00		01	11	10
X						
0		00/0	00/0	× × / ×	00/0	
1		01/0	10/0	× × / ×	10/1	



⑧ 写方程

$X \backslash Q_1 Q_0$	00	01	11	10
0	0	0	×	0
1	0	1	×	1

$$Q_1^* = XQ_1 + XQ_0$$

$X \backslash Q_1 Q_0$	00	01	11	10
0	0	0	×	0
1	1	0	×	0

$$Q_0^* = XQ_1'Q_0'$$

$X \backslash Q_1 Q_0$	00	01	11	10
0	0	0	×	0
1	0	0	×	1

$$Y = XQ_1$$

状态方程

$$\begin{cases} Q_1^* = XQ_1 + XQ_0 \\ Q_0^* = XQ_1'Q_0' \end{cases}$$

输出方程

$$Y = XQ_1$$

⑧ 写方程

$$\text{状态方程} \begin{cases} Q_1^* = XQ_1 + XQ_0 \\ Q_0^* = XQ_1'Q_0' \end{cases}$$

$$\text{输出方程} \quad Y = XQ_1$$

通过JK触发器特性方程，反推驱动方程。 $Q^* = JQ' + K'Q$

$$Q_1^* = XQ_1 + XQ_0$$

利用 $Q + Q' = 1$,
补出 Q 和 Q'

$$= XQ_1 + XQ_0(Q_1 + Q_1')$$

$$= \underbrace{(XQ_0)}_{J_1} Q_1' + \underbrace{(X')}'_{K_1} Q_1$$

$$\text{驱动方程} \begin{cases} J_1 = XQ_0 \\ K_1 = X' \end{cases}$$

$$Q_0^* = XQ_1'Q_0'$$

$$= \underbrace{(XQ_1')}_{J_0} Q_0' + \underbrace{(1)'}_{K_0} Q_0$$

$$\text{驱动方程} \begin{cases} J_0 = XQ_1' \\ K_0 = 1 \end{cases}$$

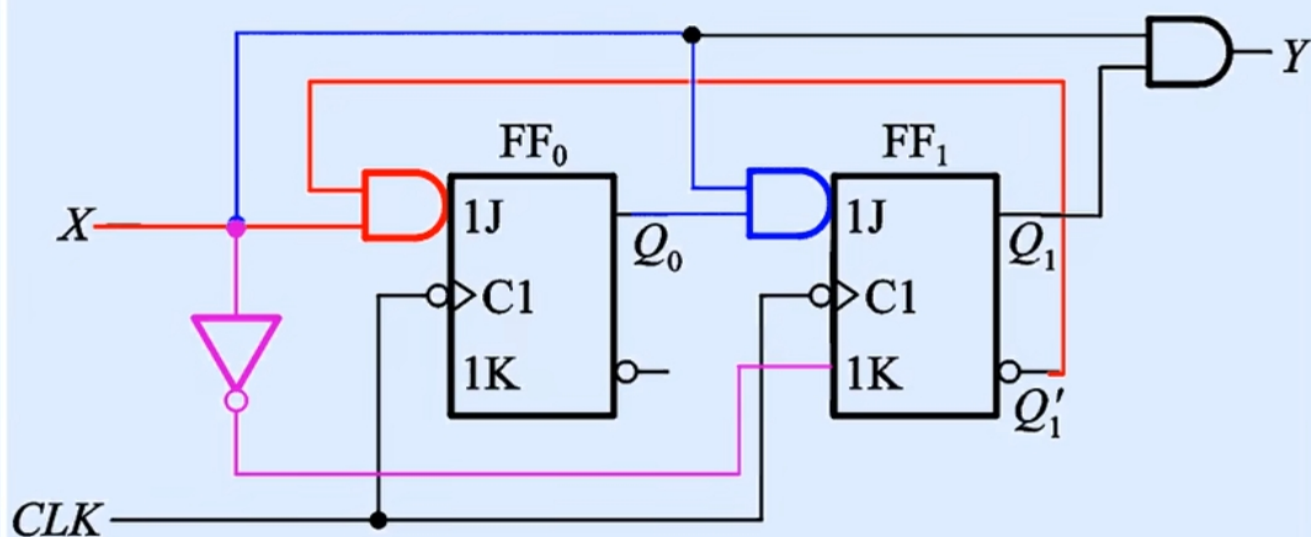
⑨ 画电路

驱动
方程

$$\begin{cases} J_0 = XQ_1' \\ K_0 = 1 \end{cases} \quad \begin{cases} J_1 = XQ_0 \\ K_1 = X' \end{cases}$$

输出
方程

$$Y = XQ_1$$



⑩ 查自启

状态方程

$$\begin{cases} Q_1^* = XQ_1 + XQ_0 \\ Q_0^* = XQ_1'Q_0' \end{cases}$$

输出方程

$$Y = XQ_1$$

将**11**代入状态方程、输出方程

$X=0$

- 次态: 00
- 输出: 0

$X=1$

- 次态: 10
- 输出: 1

该电路能够自启动。

