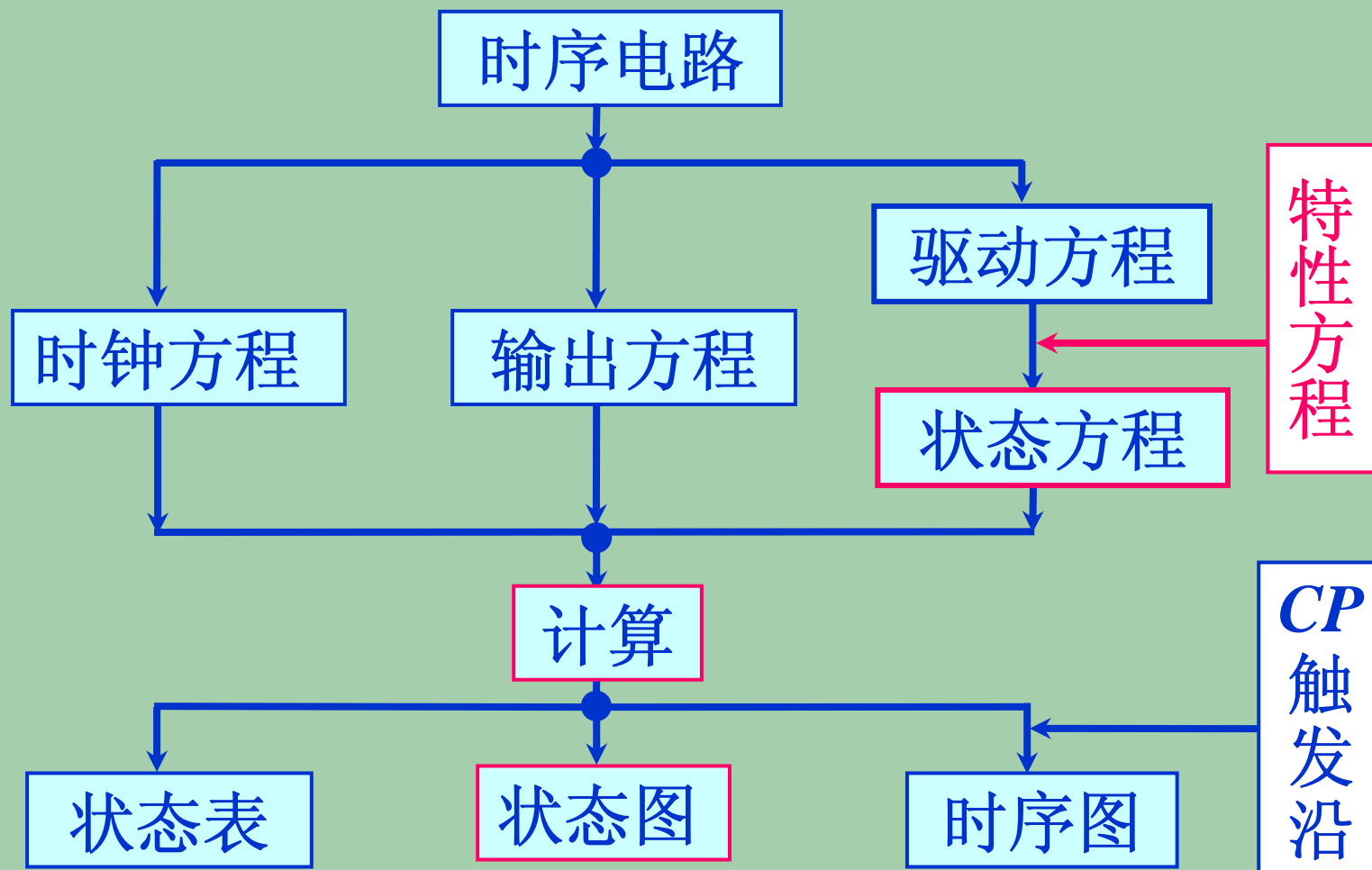




5.1 时序电路的基本分析和设计方法

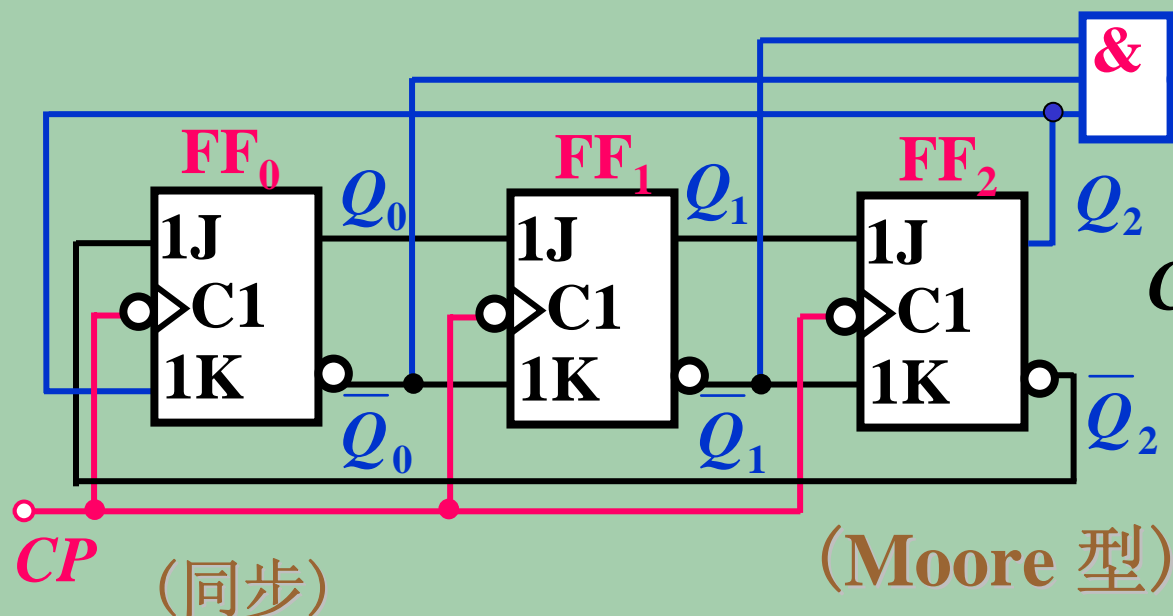
5.1.1 时序电路的基本分析方法

一、分析的一般步骤





二、分析举例 [例 5.1.1]



方法1

[解] 写方程式

时钟方程

$$CP_0 = CP_1 = CP_2 = CP$$

输出方程

$$Y = \overline{Q_2^n} \overline{Q_1^n} \overline{Q_0^n}$$

驱动方程

特性方程

状态方程

$$\begin{cases} J_0 = \overline{Q_2^n}, K_0 = \overline{Q_2^n} \\ J_1 = \overline{Q_0^n}, K_1 = \overline{Q_0^n} \\ J_2 = \overline{Q_1^n}, K_2 = \overline{Q_1^n} \end{cases}$$

$$\begin{cases} Q_0^{n+1} = \overline{Q_2^n} \overline{Q_0^n} + \overline{Q_2^n} Q_0^n = \overline{Q_2^n} \\ Q_1^{n+1} = \overline{Q_0^n} \overline{Q_1^n} + \overline{Q_0^n} Q_1^n = \overline{Q_0^n} \\ Q_2^{n+1} = \overline{Q_1^n} \overline{Q_2^n} + \overline{Q_1^n} Q_2^n = \overline{Q_1^n} \end{cases}$$

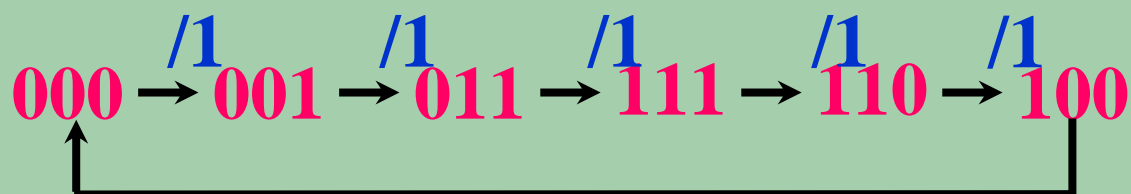


$$Q_2^{n+1} = Q_1^n \quad Q_1^{n+1} = Q_0^n \quad Q_0^{n+1} = \overline{Q_2^n} \quad Y = \overline{Q_2^n Q_1^n Q_0^n}$$

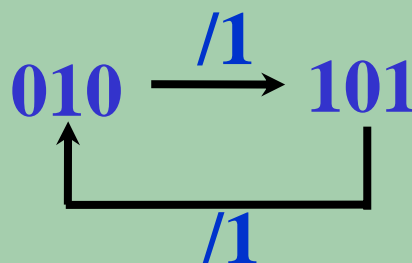
计算，列状态转换表

画状态转换图

CP	$Q_2 Q_1 Q_0$	Y
0	0 0 0	1
1	0 0 1	1
2	0 1 1	1
3	1 1 1	1
4	1 1 0	1
5	1 0 0	0
0	0 1 0	1
1	1 0 1	1
2	0 1 0	1



/0 有效状态和有效循环



无效状态和无效循环

能否自启动?

能自启动: 存在无效状态, 但没有形成循环。

不能自启动: 无效状态形成循环。



方法2 利用卡诺图求状态图

$$Q_2^{n+1} = Q_1^n$$

$$Q_1^{n+1} = Q_0^n$$

$$Q_0^{n+1} = \overline{Q_2^n}$$

Q_2^{n+1} $Q_1^n Q_0^n$

Q_2^n	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	0	0	1	1

Q_1^{n+1} $Q_1^n Q_0^n$

Q_2^n	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

Q_0^{n+1} $Q_1^n Q_0^n$

Q_2^n	00	01	11	00
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0

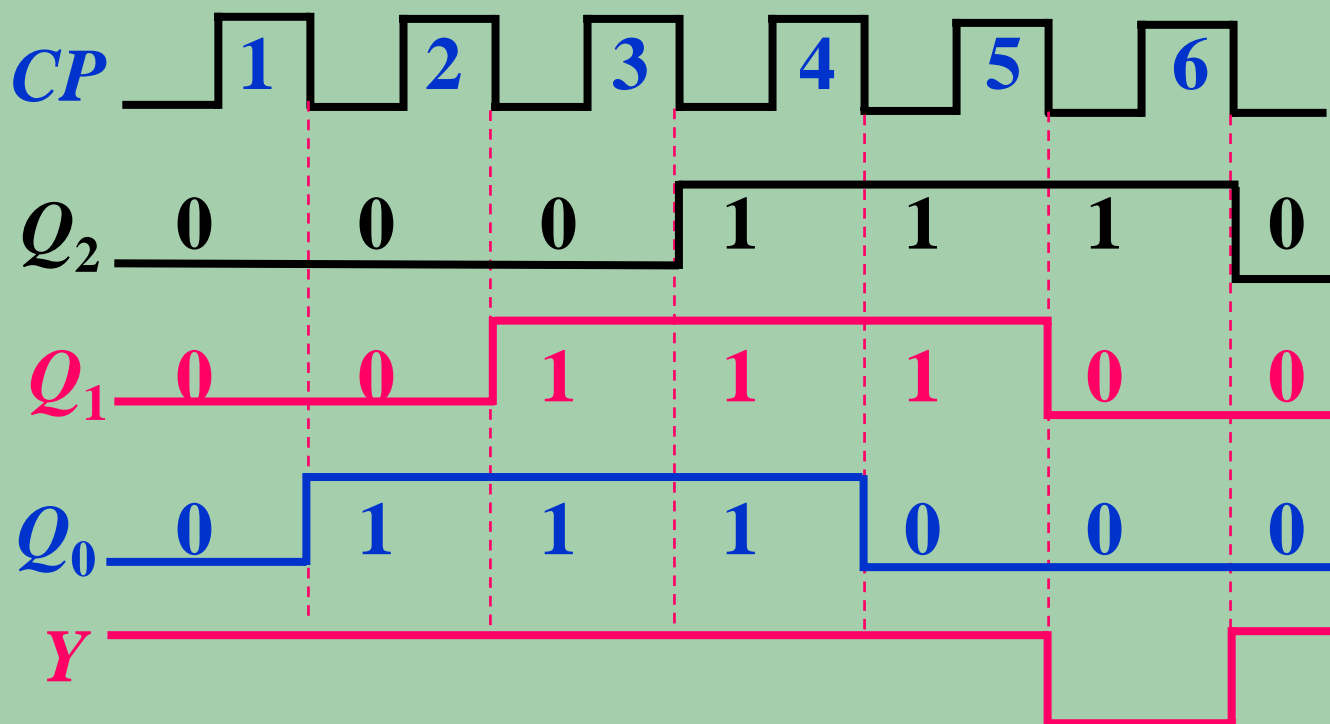
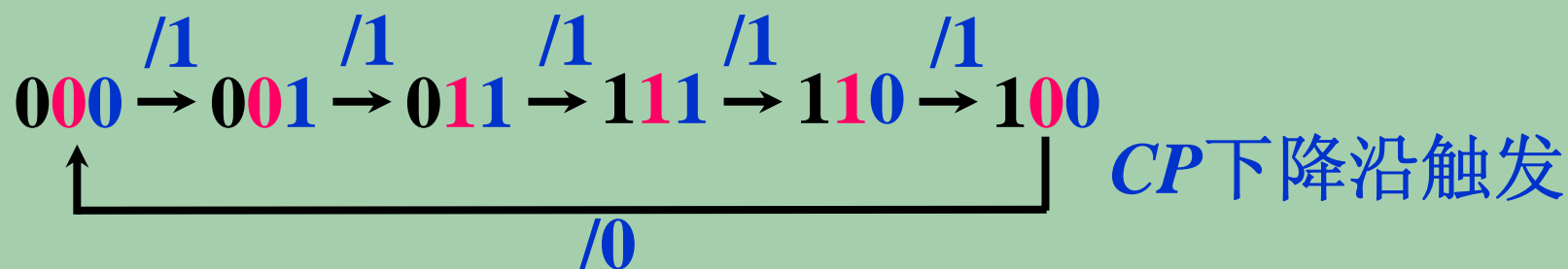
$Q_2^{n+1} Q_1^{n+1} Q_0^{n+1}$

Q_2^n	00	01	11	10
0	001	011	111	101
1	000	010	110	100

$000 \rightarrow 001 \rightarrow 011$
 $\uparrow \qquad \qquad \downarrow$
 $100 \leftarrow 110 \leftarrow 111$
 $010 \begin{matrix} \rightarrow \\ \leftarrow \end{matrix} 101$



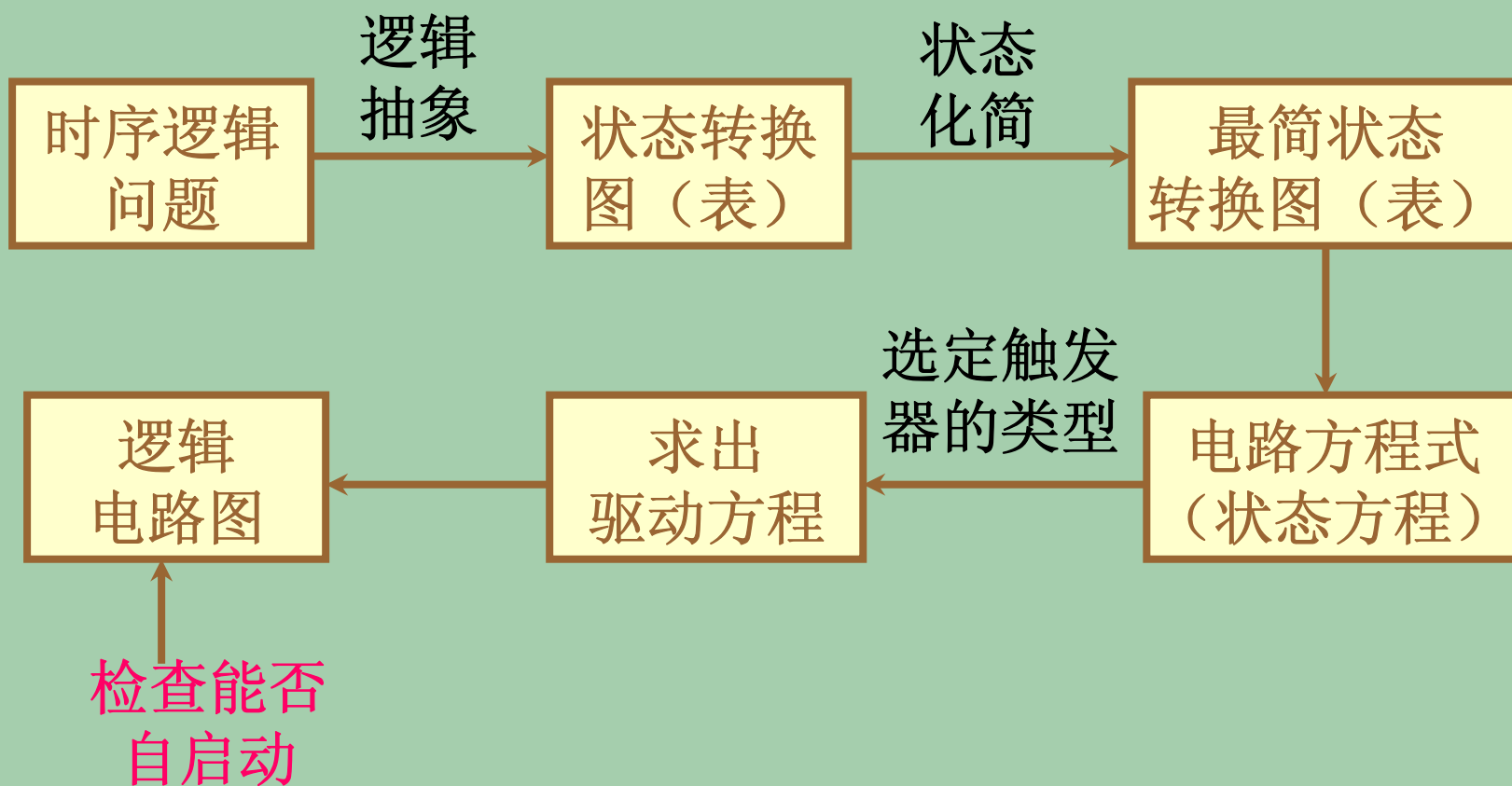
画时序图





5.1.2 时序电路的基本设计方法

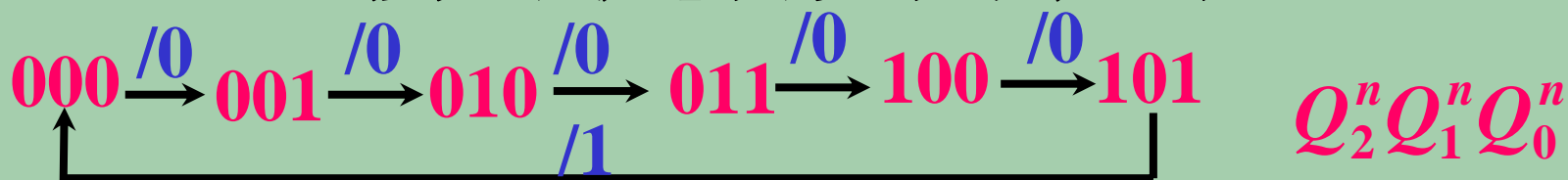
1. 设计的一般步骤





2. 设计举例

[例 5.1.2] 按如下状态图设计时序电路。



[解] 已给出最简状态图，若用同步方式：

输出方程

真值表 (输出 Y):

Q_2^n	Q_1^n	Q_0^n	Y	
0	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	0	1	×	×

$$Y = Q_2 Q_0$$

为方便，略去
右上角标 n 。

状态方程

真值表 (状态方程):

Q_2^n	Q_1^n	Q_0^n	Q_2^{n+1}	Q_1^{n+1}	Q_0^{n+1}
0	00	01	11	10	
0	0	0	1	0	
1	1	0	×	×	

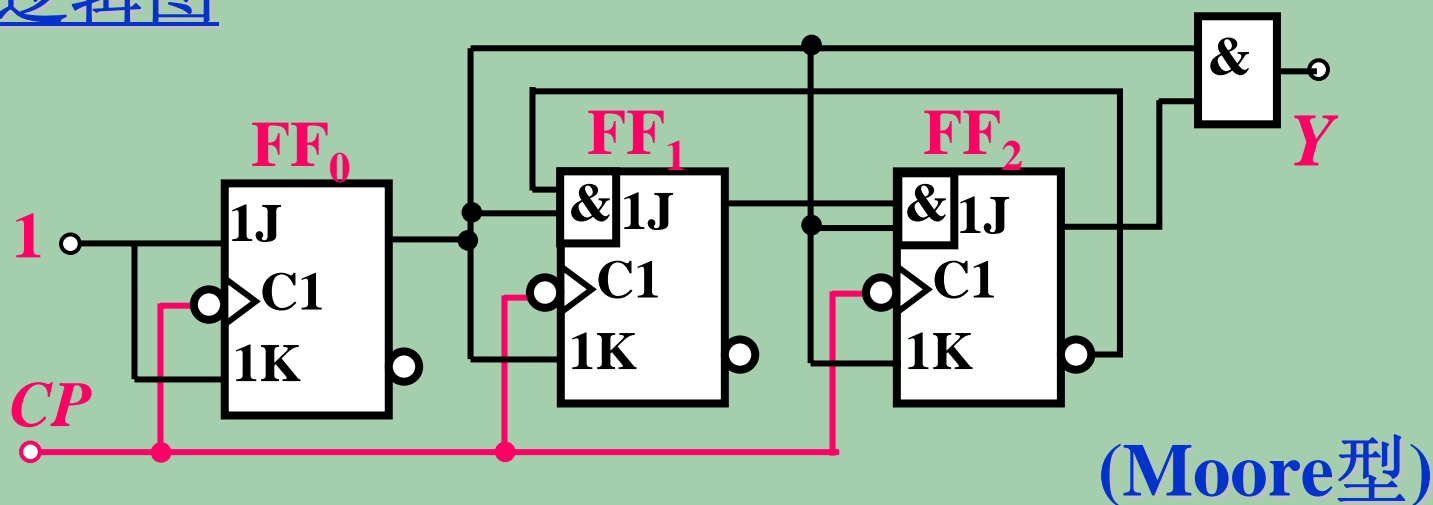
$$\begin{aligned}
 Q_0^{n+1} &= \overline{Q_0} \\
 Q_1^{n+1} &= \overline{Q_2} \overline{Q_1} Q_0 + \underline{Q_1} \overline{Q_0} \\
 Q_2^{n+1} &= Q_1 Q_0 + Q_2 \overline{Q_0}
 \end{aligned}$$



检查能否自启动:

$\xrightarrow{/0}$ $\xrightarrow{/1}$
 $110 \rightarrow 111 \rightarrow 000$
 能自启动

逻辑图



选用 JK 触发器

驱动方程

$$J_0 = \underline{K}_0 = 1$$

$$J_1 = Q_2 Q_0, K_1 = Q_0$$

$$J_2 = Q_1 Q_0, K_2 = Q_0$$



[例 5.1.3] 设计一个串行数据检测电路，要求输入 3 或 3 个以上数据 1 时输出为 1，否则为 0。

[解] 逻辑抽象，建立原始状态图

S_0 — 原始状态(0)

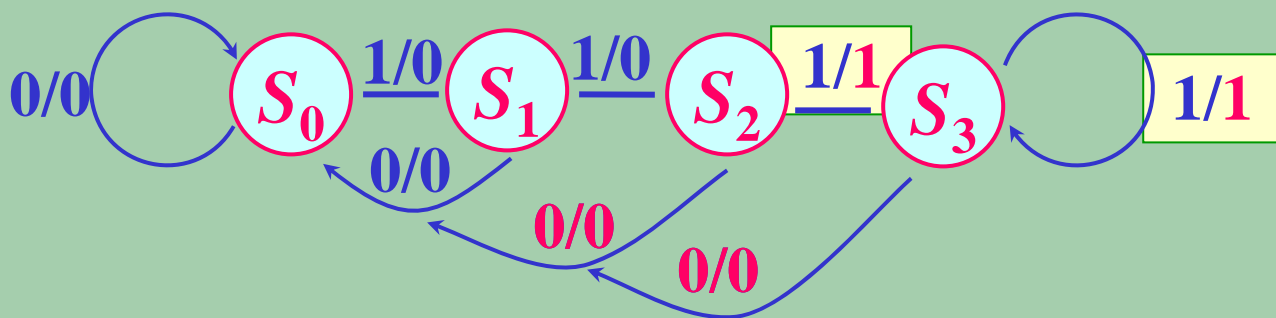
S_2 — 连续输入 2 个 1

S_1 — 输入 1 个 1

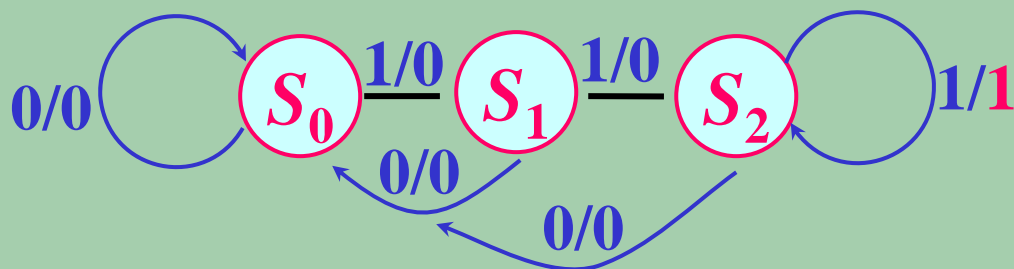
S_3 — 连续输入 3 或 3 个以上 1

X — 输入数据

Y — 输出数据



状态化简





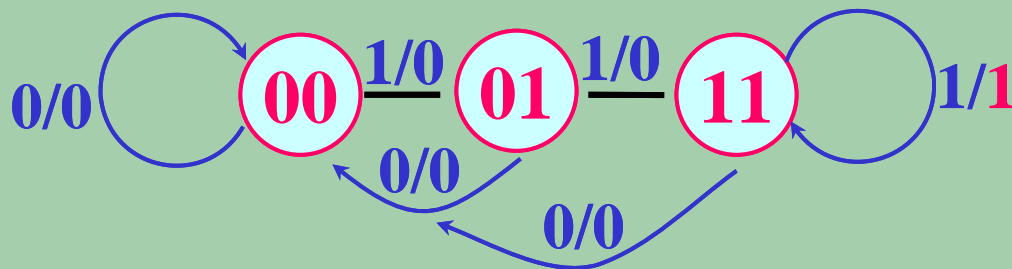
状态分配、状态编码、状态图

$M = 3$, 取 $n = 2$

$S_0 = 00$

$S_0 = 01$

$S_0 = 11$



选触发器、写方程式

选 $JK(\uparrow)$ 触发器, 同步方式

输出方程 $Y = XQ_1^n$

状态方程

$Q_2^n Q_1^n Q_0^n$

X	00	01	11	10
0	0	0	0	×
1	1	1	1	×

$$Q_1^{n+1} = XQ_0^n$$

$$Q_0^{n+1} = X$$



驱动方程

$$\begin{aligned} \overset{0}{Q_1^{n+1}} &= XQ_0^n = \overset{0}{X}Q_0^nQ_1^n + \overset{0}{X}Q_0^n\overline{Q_1^n} + XQ_1^n\overline{Q_0^n} \\ &= \overset{0}{X}Q_1^n + \overset{0}{X}Q_0^n\overline{Q_1^n} \end{aligned}$$

约束项

$$\overset{0}{Q_0^{n+1}} = \overset{1}{X} = \overset{1}{X}Q_0^n + \overset{1}{X}\overline{Q_0^n}$$

$$J_1 = XQ_0^n$$

$$K_1 = \overline{X}$$

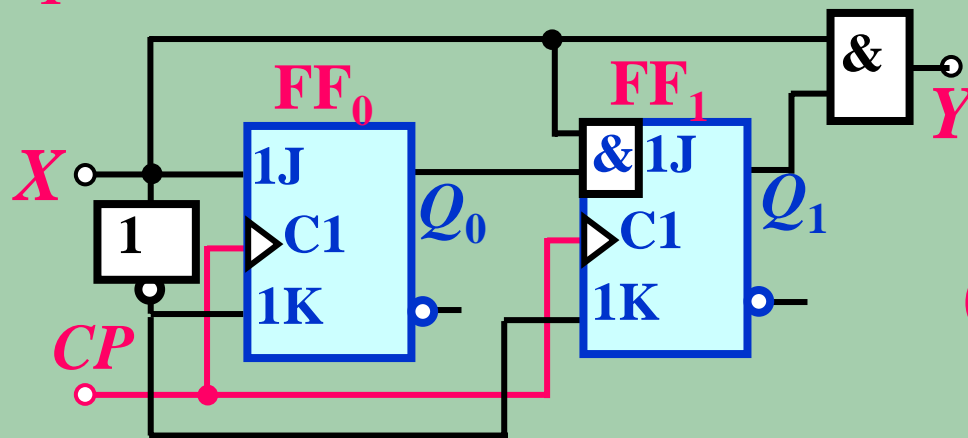
$$J_0 = X$$

$$K_0 = \overline{X}$$

$$Y = XQ_1^n$$

无效状态 10

逻辑图



$$\begin{array}{ccc} 0/0 & 1/1 \\ 00 & \leftarrow 10 \rightarrow & 11 \end{array}$$

能自启动

(Mealy 型)