

# 时序逻辑电路的分析

时序逻辑电路的分析，即是通过给出的电路图，分析它的状态和状态之间的转换。事实上，在上一部分[时序逻辑基础](#)中的计数器部分，我们已经提到了对时序逻辑电路的分析方法。

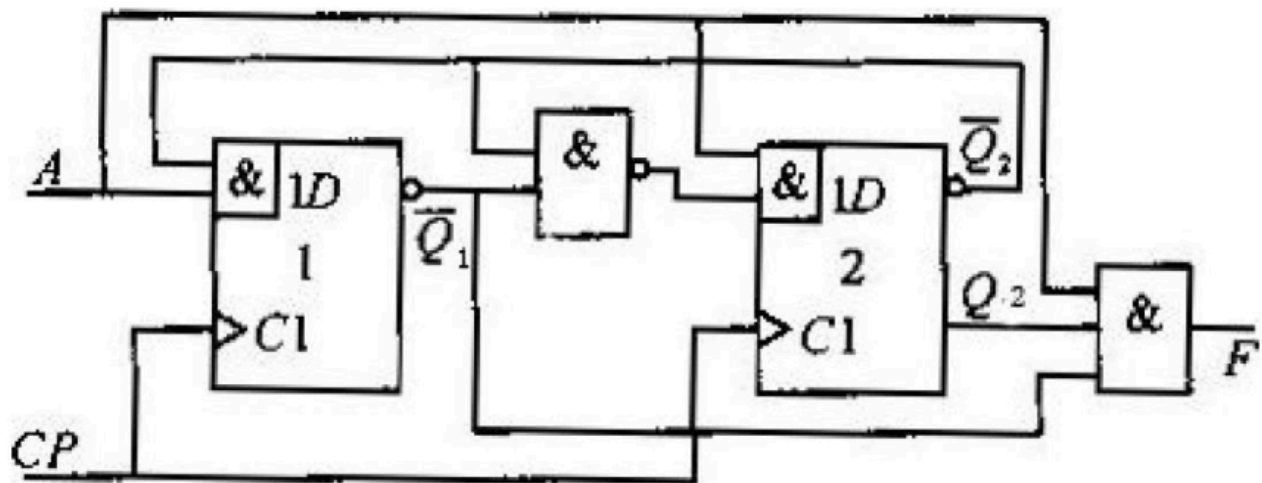
时序电路的分析包含下面 5 个部分：

- 输入方程：指的是电路中所有触发器的**输入端**（比如，D 端、T 端和 J 与 K 端）连接的电路的方程。
- 输出方程：指的是电路中的所有**输出端和触发器**之间的接法。对于 Moore 型计数器，它的输出就是总体输出，因此不需要考虑这个问题。
- 状态转移方程：指的是电路中各个**触发器的状态转移方程**（即次态输出和现态输出、输入之间的关系）。
- 状态转换表：指的是电路的**现态和次态**之间的转换，以及对应的触发条件。
- 状态图：指的是电路各状态之间的循环关系。

下面是一些例子。

## 同步时序逻辑电路的分析

### D 触发器



输入方程：

$$\begin{cases} D_1 = A Q_2' \\ D_2 = A (Q_1' Q_2')' = A (Q_1 + Q_2) \end{cases}$$

状态方程：

$$\begin{cases} Q_1^{n+1} = D_1 = A Q_2' \\ Q_2^{n+1} = D_2 = A (Q_1 + Q_2) \end{cases}$$

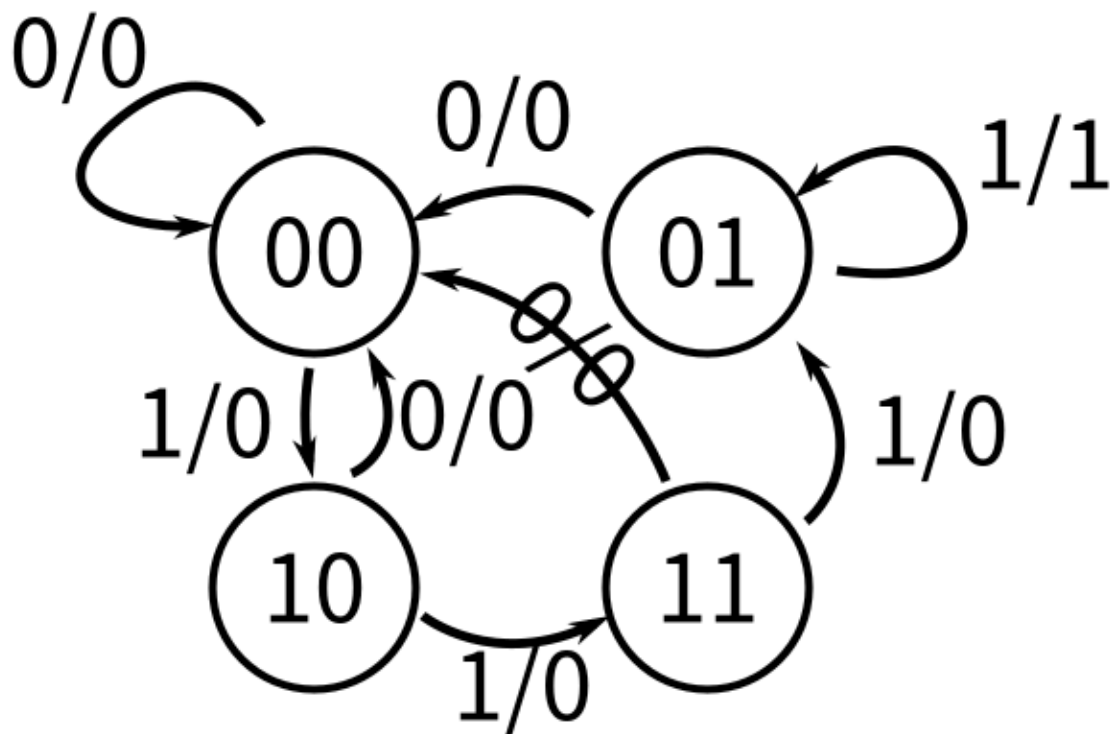
输出方程：

$$F = A Q_1' Q_2$$

状态表：

输入 A	现态 Q1	现态 Q2	次态 Q1	次态 Q2	输出 F
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	0

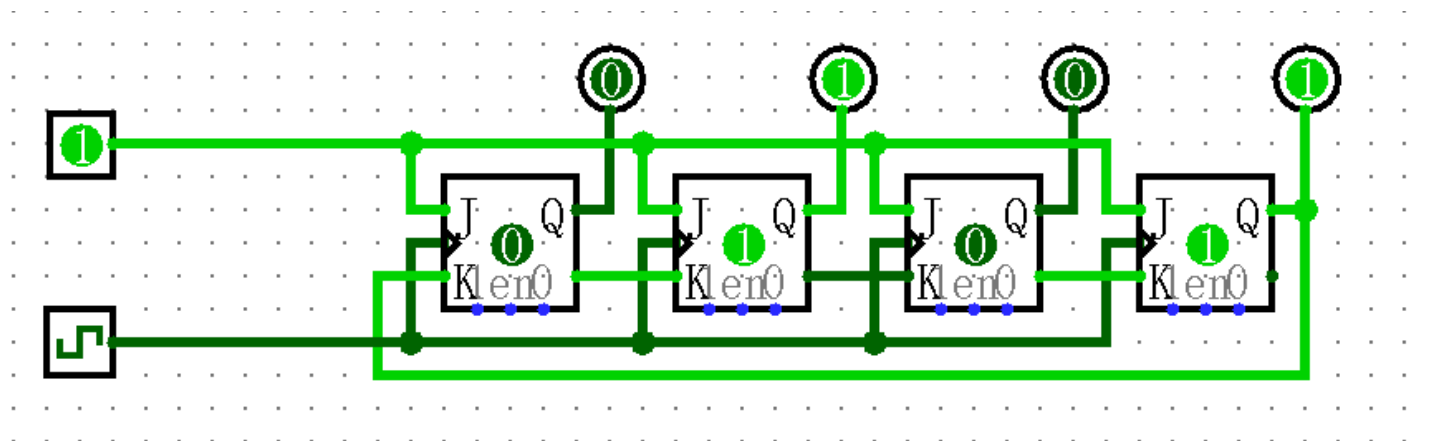
画出状态图如下：



由于状态图包含了所有状态，因此可以自启动。

## JK 触发器

从左往右的四个触发器编号为 3、2、1、0。



输入方程：

$$\begin{cases} J_3 = 1, K_3 = Q_0 \\ J_2 = 1, K_2 = \overline{Q_3} \\ J_1 = 1, K_1 = \overline{Q_2} \\ J_0 = 1, K_0 = \overline{Q_1} \end{cases}$$

状态方程： $Q^{n+1} = J\overline{Q}^n + \overline{K}Q^n$ ，得到

$$\begin{cases} Q_3^{n+1} = \overline{Q_3}^n + \overline{Q_0}^n Q_3^n \\ Q_2^{n+1} = \overline{Q_2}^n + Q_3^n Q_2^n \\ Q_1^{n+1} = \overline{Q_1}^n + Q_2^n Q_1^n \\ Q_0^{n+1} = \overline{Q_0}^n + Q_1^n Q_0^n \end{cases}$$

画出状态表：

现态 Q3	Q2	Q1	Q0	次态 Q3	Q2	Q1	Q0
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	0
0	0	1	0	1	1	0	1
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	1	0	1	0	1	1
0	1	1	1	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	1	0	1	1	0
1	0	1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	1	1	0
1	1	1	0	1	1	1	1

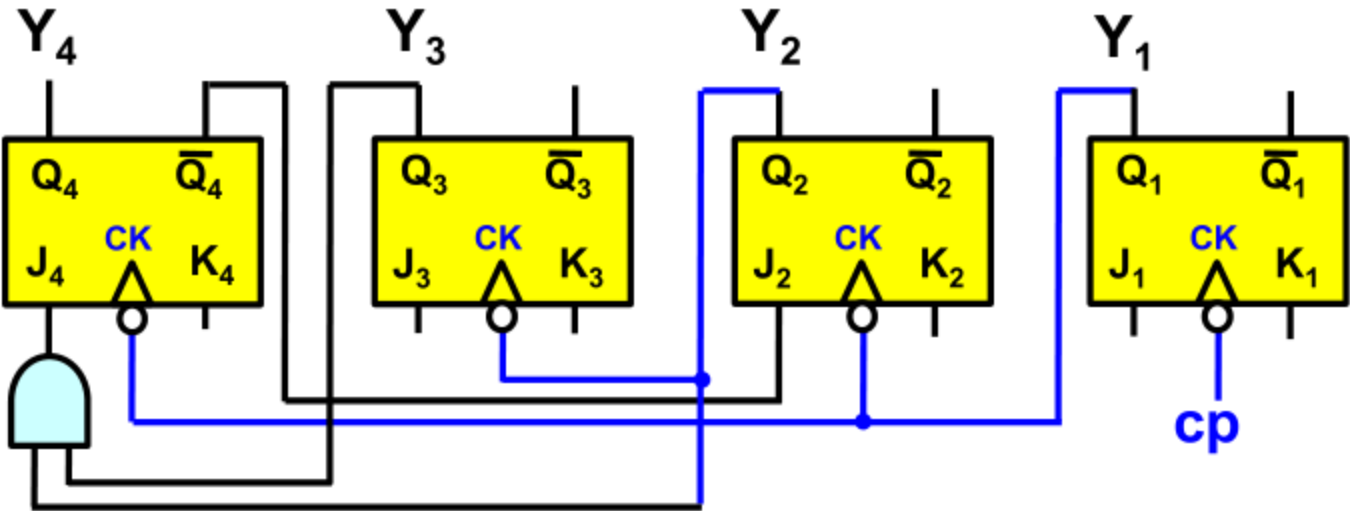
现态 Q3	Q2	Q1	Q0	次态 Q3	Q2	Q1	Q0
1	1	1	1	0	1	1	1

状态图：不画了

由于包含了所有状态，因此这个电路可以自启动。

## 异步时序逻辑电路的分析

由于异步时序电路稳定性差，容易产生毛刺，因此实际应用中很少见。



输入方程 ( $K_i = 1$ )

$$\begin{cases} J_4 = Y_3Y_2 \\ J_3 = 1 \\ J_2 = Y_4' \\ J_1 = 1 \end{cases}$$

状态方程：

$$\begin{cases} Y_4^{n+1} = Y_3Y_2Y_4', \text{触发条件: } Y_1 \downarrow \\ Y_3^{n+1} = Y_3', \text{触发条件: } Y_2 \downarrow \\ Y_2^{n+1} = Y_4'Y_2', \text{触发条件: } Y_1 \downarrow \\ Y_1^{n+1} = Y_1' \end{cases}$$

状态转换表：

现态 Y4	Y3	Y2	Y1	次态 Y4	Y3	Y2	Y1
0	0	0	0	0	0	0	1 ↑
0	0	0	1	0	0	1 ↑	0 ↓
0	0	1	0	0	0	1	1 ↑
0	0	1	1	0	1 ↑	0 ↓	0 ↓
0	1	0	0	0	1	0	1 ↑
0	1	0	1	0	1	1 ↑	0 ↓
0	1	1	0	0	1	1	1 ↑
0	1	1	1	1 ↑	0 ↓	0 ↓	0 ↓
1	0	0	0	1	0	0	1 ↑
1	0	0	1	0 ↓	0	0	0 ↓
1	0	1	0	1	0	1	1 ↑
1	0	1	1	0 ↓	1 ↑	0 ↓	0 ↓
1	1	0	0	1	1	0	1 ↑
1	1	0	1	0	1	0	0 ↓
1	1	1	0	1	1	1	1 ↑
1	1	1	1	0 ↓	0 ↓	0 ↓	0 ↓

状态图：不画了，看着上表画就行了。