

# 6. 时序逻辑电路

---

6.1 时序逻辑电路的基本概念

6.2 同步时序逻辑电路的分析

6.3 同步时序逻辑电路的设计

6.4 异步时序逻辑电路的分析

6.5 若干典型的时序逻辑电路

6.6 简单的时序可编程逻辑器件GAL

6.7 用Verilog描述时序逻辑电路

# 教学基本要求

---

- 1、熟练掌握时序逻辑电路的**描述方式**及其**相互转换**。
- 2、熟练掌握时序逻辑电路的**分析方法**
- 3、熟练掌握时序逻辑电路的**设计方法**
- 4、熟练掌握典型时序逻辑电路**计数器、寄存器、移位寄存器**的逻辑功能及其应用。
- 5、正确理解时序可编程器件的原理及其应用。
- 6、学会用Verilog HDL设计时序电路及时序可编程逻辑器件的方法。

## 6.1 时序逻辑电路的基本概念

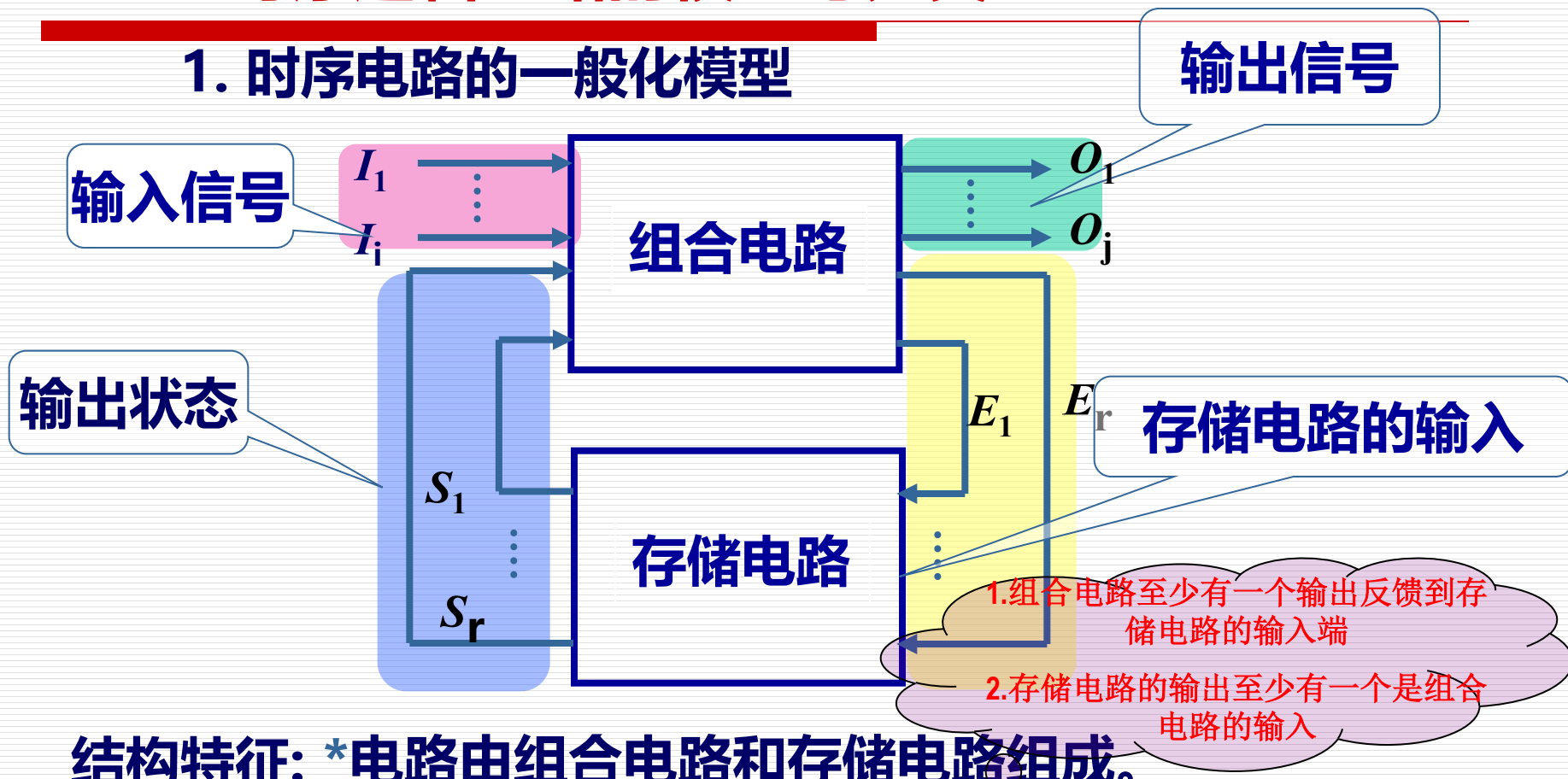
---

### 6.1.1 时序逻辑电路的模型与分类

### 6.1.2 时序电路逻辑功能的表达

# 6.1.1 时序逻辑电路的模型与分类

## 1. 时序电路的一般化模型



结构特征: \*电路由组合电路和存储电路组成。

\*电路存在反馈。

\*时序电路在任一时刻的输出不仅仅取决于当前输入信号,还与电路以前的状态有关 (时序电路是**状态依赖的**)

## 6.1.1 时序逻辑电路的模型与分类

输出方程:  $O = f_1(I, S)$

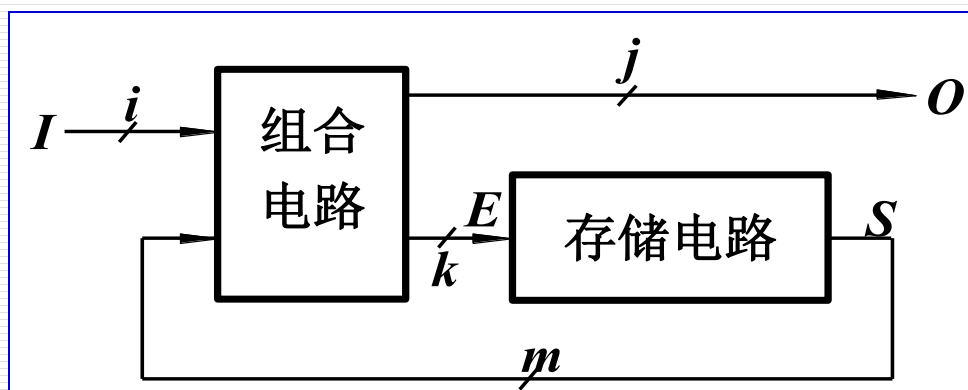
表达输出信号与输入信号、状态变量的关系式

激励方程:  $E = f_2(I, S)$

表达了激励信号与输入信号、状态变量的关系式

状态方程:  $S^{n+1} = f_3(E, S^n)$

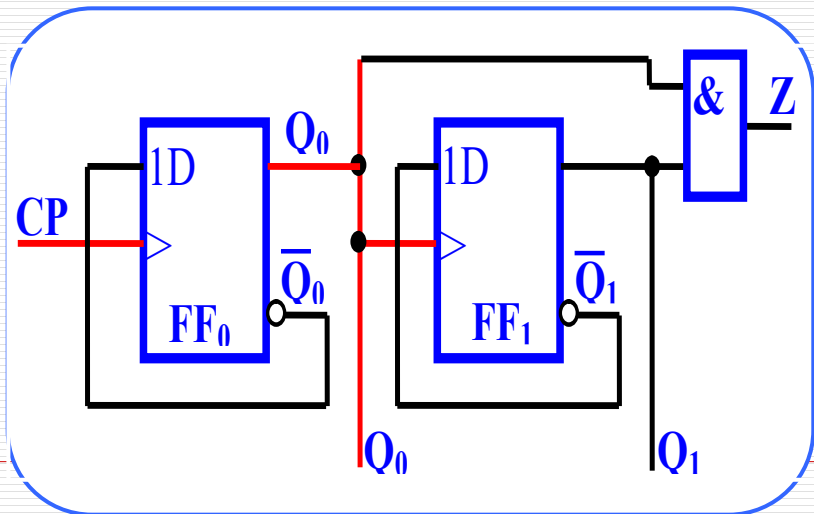
表达存储电路从现态到次态的转换关系式



\_\_\_\_\_

**同步：**有一个**统一**的时钟同步脉冲,存储电路状态的转换是在**同一时钟脉冲源**的**同一边沿**作用下**同步**动作。【注意：时钟脉冲的**间隔**要保证电路响应周期得以完成】

## 异步：没有统一的时钟脉冲



### 3.米利型和穆尔型时序电路

从输出信号的特点分类:

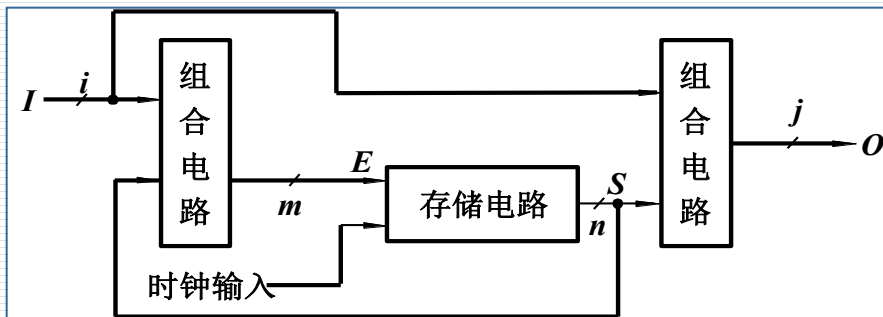
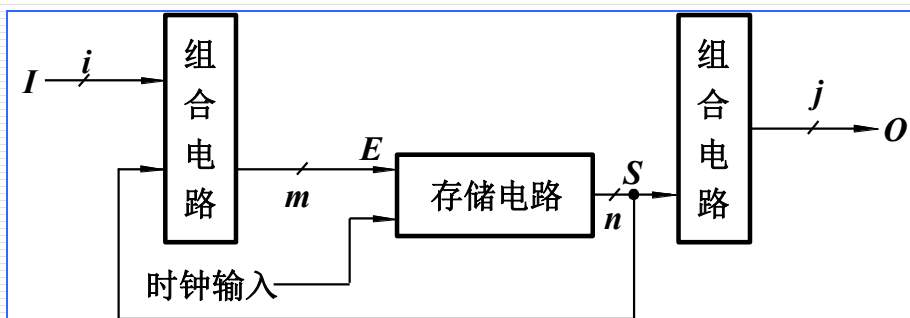
时序电路

穆尔(moor)型:  $Z = F_1 [Q^n]$

电路的输出仅与电路状态有关

米利(mealy)型:  $Z = F_1 [X, Q^n]$

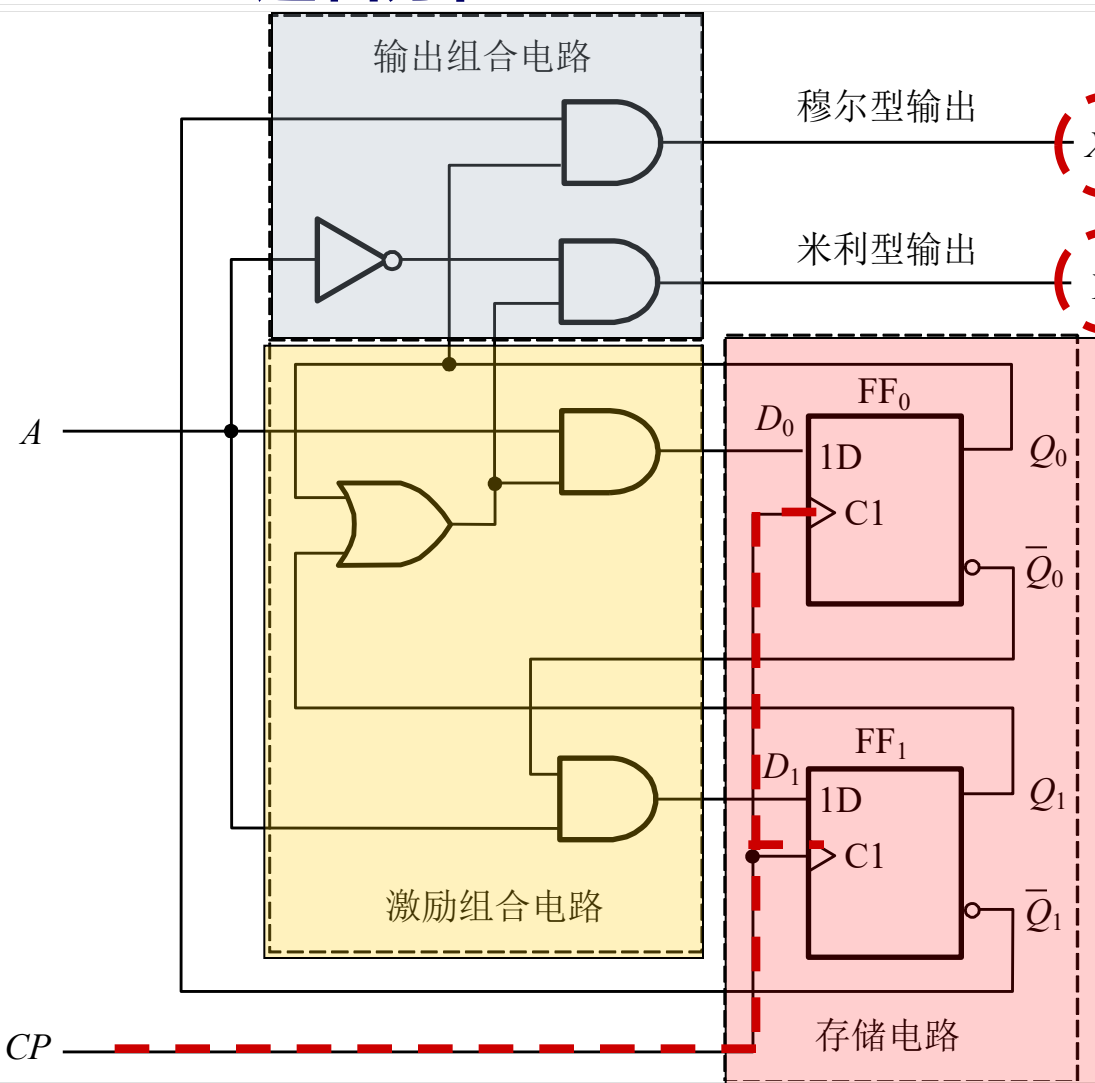
电路的输出与外输入有关



米利型时序逻辑电路中, 可能存在一个或多个穆尔型输出。

## 6.1.2 时序电路功能的表达方法

### 1. 逻辑方程组



### 输出方程

$$X = \bar{Q}_1 Q_0$$
$$Y = (Q_0 + Q_1) A$$

组合电路特性

### 激励方程组

$$D_0 = (Q_0 + Q_1) A$$

$$D_1 = \bar{Q}_0 A$$

### 状态方程组

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

$$Q_0^{n+1} = (Q_0^n + Q_1^n) A$$

$$Q_1^{n+1} = \bar{Q}_0^n A$$

状态转换特性



## 2. 根据方程组列出状态转换真值表

### 输出方程

$$X = \overline{Q_1} Q_0$$

$$Y = (Q_0 + Q_1) \overline{A}$$

### 状态方程组

$$Q_1^{n+1} = \overline{Q_0} A$$

$$Q_0^{n+1} = (Q_0^n + Q_1^n) A$$

状态转换真值表

$Q_1^n$	$Q_0^n$	$A$	$Q_1^{n+1}$	$Q_0^{n+1}$	$X$	$Y$
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	0

### 3. 将状态转换真值表转换为状态表

状态转换真值表

$Q_1^n$	$Q_0^n$	$A$	$Q_1^{n+1}$	$Q_0^{n+1}$	$X$	$Y$
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	0

转换表

$Q_1^n Q_0^n$	$Q_1^{n+1} Q_0^{n+1} / Y$		$X$
	$A=0$	$A=1$	
00	00 / 0	10 / 0	0
01	00 / 1	01 / 0	1
10	00 / 1	11 / 0	0
11	00 / 1	01 / 0	0

二者完全等效

## 4.根据转换表得状态表

令4个状态为00=a, 01=b, 10=c, 11=d, 得:

转换表

现态与输入的  
函数

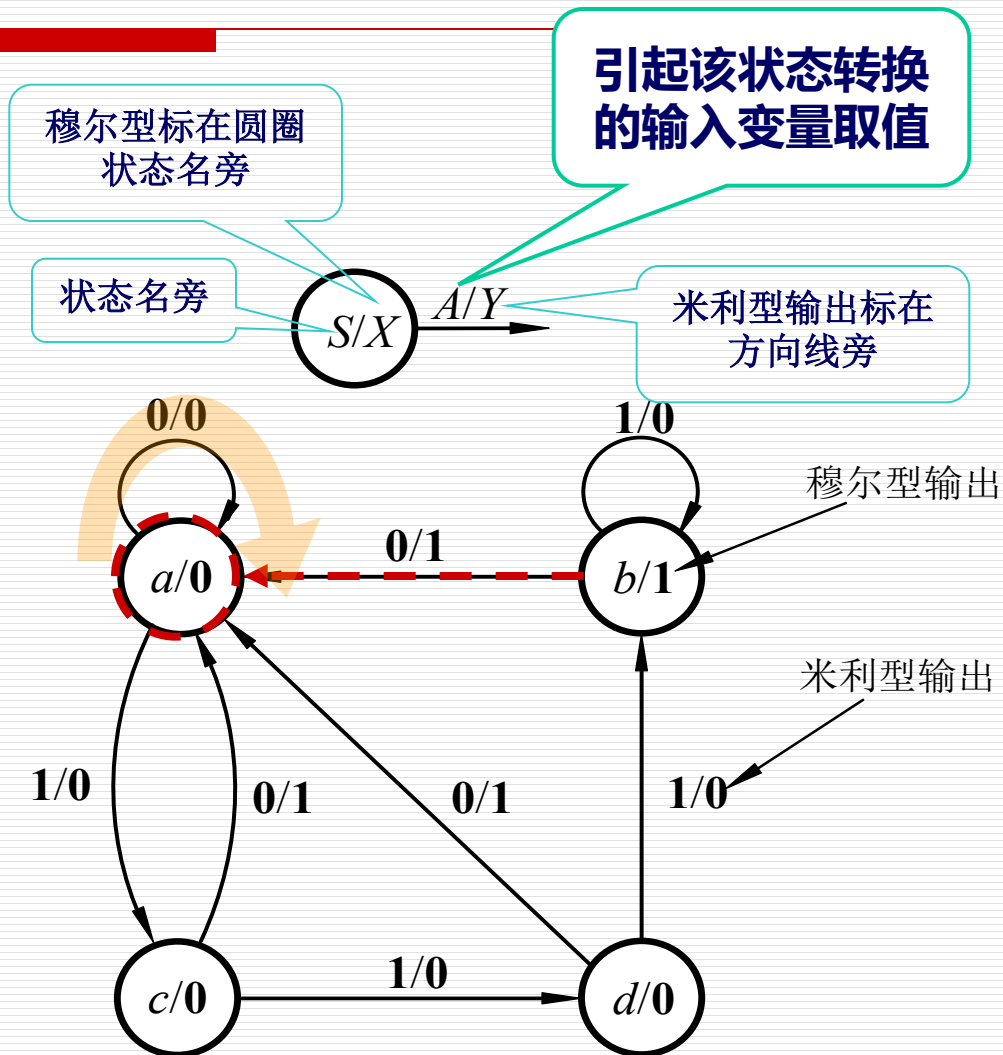
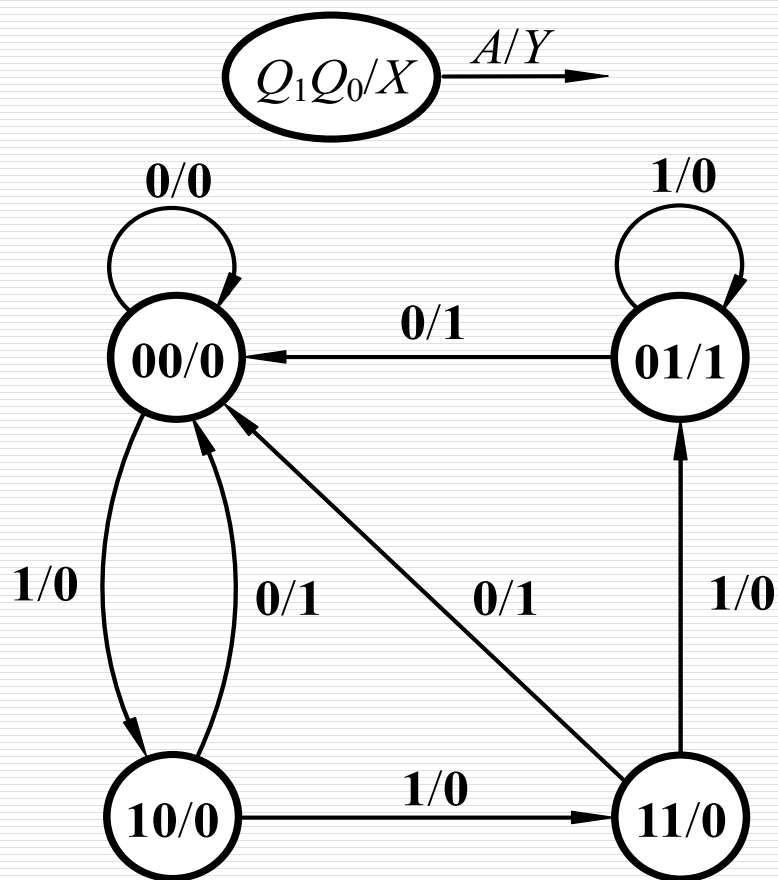
$Q_1^n Q_0^n$	$Q_1^{n+1} Q_0^{n+1} / Y$		$X$
	$A=0$	$A=1$	
00	00 / 0	10 / 0	0
01	00 / 1	01 / 0	1
10	00 / 1	11 / 0	0
11	00 / 1	01 / 0	0

状态表

$S^n$	$S^{n+1} / Y$		$X$
	$A=0$	$A=1$	
$a$	$a / 0$	$c / 0$	0
$b$	$a / 1$	$b / 0$	1
$c$	$a / 1$	$d / 0$	0
$d$	$a / 1$	$b / 0$	0

1. 由于使用了与实际意义相关的名称来命名各种状态，因此状态表更容易理解时序电路的行为和结果；但是转换表更容易与逻辑方程组和电路相对应。
2. 在时序电路设计过程中，也要先给状态命名，然后进行状态分配

## 5.画状态图



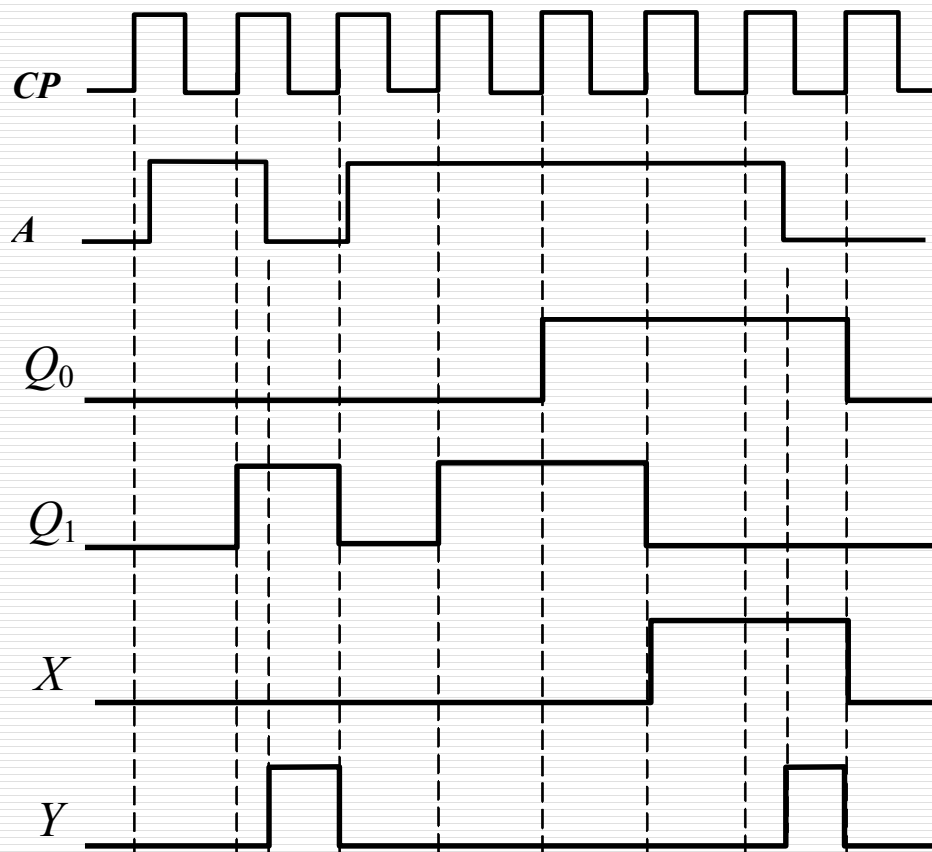
状态图可以更直观形象地表示出时序电路运行中的全部状态、各状态间相互转换的关系以及转换的条件和结果

## 6. 时序图——根据转换表画出波形图

时序图——时序电路的状态、输出对输入信号（包括时钟信号）相应的波形图。时序图反映了时序电路中个信号在方向上的对应关系

转换表

$Q_1^n Q_0^n$	$Q_1^{n+1} Q_0^{n+1} / Y$		$X$
	$A=0$	$A=1$	
00	00 / 0	10 / 0	0
01	00 / 1	01 / 0	1
10	00 / 1	11 / 0	0
11	00 / 1	01 / 0	0



时序逻辑电路的五种描述方式是可以相互转换的