



# 沈阳工业大学

SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

# 数字电子技术

沈阳工业大学  
电子技术教研室

**01**  
PART ONE

**知识点15 同步时序电路  
的分析**



沈 阳 工 业 大 学

SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

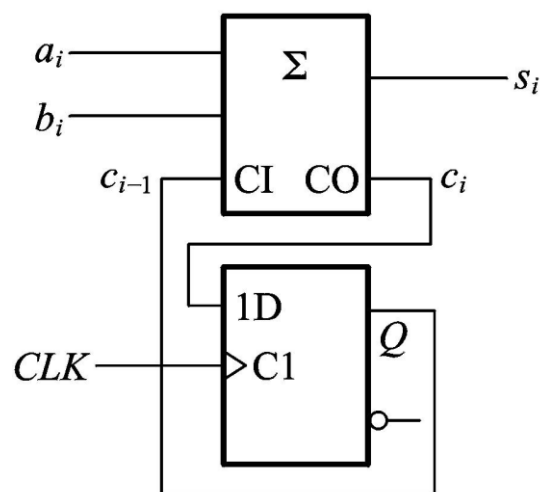


## 1.1 概述

### 1.1.1 时序逻辑电路的特点

一、功能上：任一时刻的输出不仅取决于该时刻的输入，还与电路原来的状态有关。

例：串行加法器，两个多位数从低位到高位逐位相加

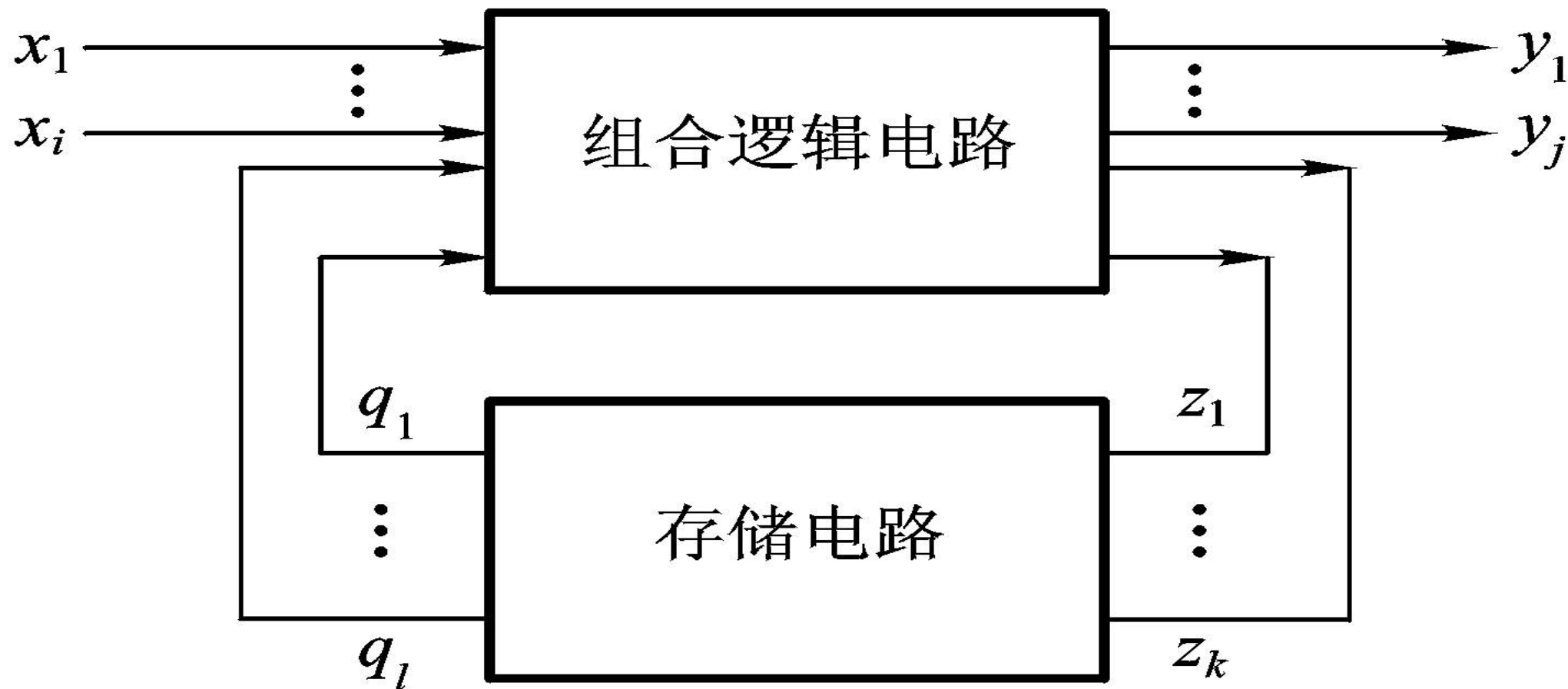


二、电路结构上

- ①包含存储电路和组合电路
- ②存储器状态和输入变量共同决定输出



## 1.1.2 时序电路的一般结构形式与功能描述方法





可以用三个方程组来描述：

$$\begin{cases} y_1 = f_1(x_1, x_2, \dots, x_i, q_1, q_2, \dots, q_l) \\ \vdots \\ y_j = f_j(x_1, x_2, \dots, x_i, q_1, q_2, \dots, q_l) \end{cases} \Rightarrow \text{输出方程 } Y = F(X, Q)$$

$$\begin{cases} z_1 = g_1(x_1, x_2, \dots, x_i, q_1, q_2, \dots, q_l) \\ \vdots \\ z_k = g_k(x_1, x_2, \dots, x_i, q_1, q_2, \dots, q_l) \end{cases} \Rightarrow \text{驱动方程 } Y = F(X, Q)$$

$$\begin{cases} q_1^* = h_1(z_1, z_2, \dots, z_i, q_1, q_2, \dots, q_l) \\ \vdots \\ q_l = h_l(z_1, z_2, \dots, z_i, q_1, q_2, \dots, q_l) \end{cases} \Rightarrow \text{状态方程 } Q^* = H(Z, Q)$$





## 1.1.3 时序电路的分类

### 一、同步时序电路与异步时序电路

同步：存储电路中所有触发器的时钟使用统一的clk,状态变化发生在同一时刻

异步：没有统一的clk,触发器状态的变化有先有后

### 二、Mealy型和Moore型

Mealy型：  $Y = F(X, Q)$

与 $X$ 、 $Q$ 有关

Moore型：  $Y = F(Q)$

仅取决于电路状态



## 1.2 时序电路的分析方法

### 1.2.1 同步时序电路的分析方法

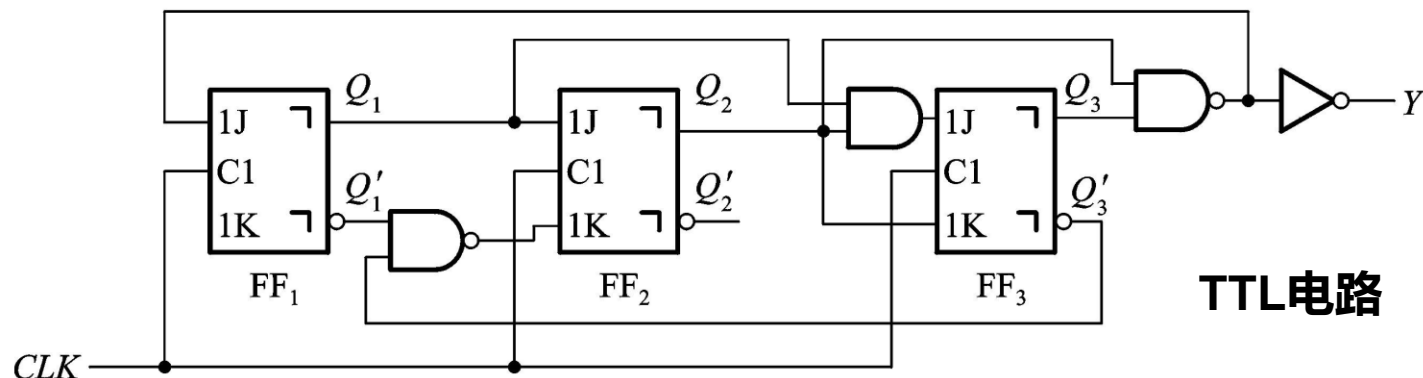
分析：找出给定时序电路的逻辑功能

即找出在输入和CLK作用下，电路的次态和输出。

一般步骤：

- ①从给定电路写出存储电路中每个触发器的驱动方程（输入的逻辑式），得到整个电路的驱动方程。
- ②将驱动方程代入触发器的特性方程，得到状态方程。
- ③从给定电路写出输出方程。

例：



1. 写驱动方程：

$$\begin{cases} J_1 = (Q_2 Q_3)', & K_1 = 1 \\ J_2 = Q_1, & K_2 = (Q_1' Q_3)' \\ J_3 = Q_1 Q_2, & K_3 = Q_2 \end{cases}$$

2. 代入  $JK$  触发器的特性方程 ( $Q^* = JQ' + K'Q$ ), 得状态方程：

$$\begin{cases} Q_1^* = (Q_2 Q_3)' \cdot Q_1' \\ Q_2^* = Q_1 Q_2' + Q_1' Q_3' Q_2 \\ Q_3^* = Q_1 Q_2 Q_3' + Q_2' Q_3 \end{cases}$$

3. 输出方程

$$Y = Q_2 Q_3$$

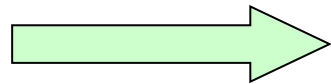




## 1.2.2 时序电路的状态转换表、状态转换图、状态机流程图和时序图

### 一、状态转换表

$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_3^*$	$Q_2^*$	$Q_1^*$	$Y$
0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	1	0	0
0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1

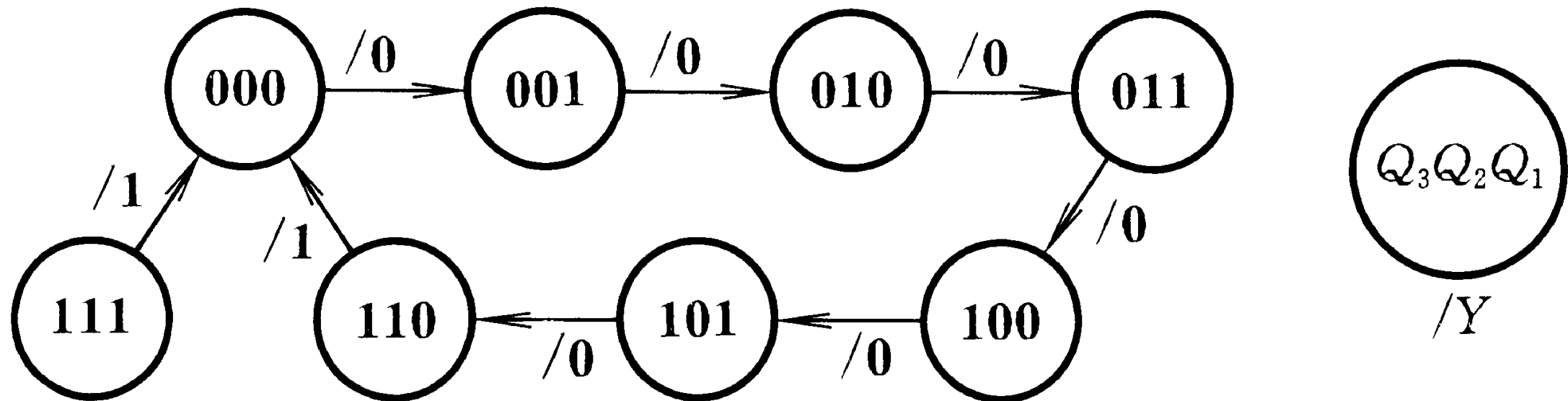


$CLK$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Y$
0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	0
3	0	1	1	0
4	1	0	0	0
5	1	0	1	0
6	1	1	0	1
7	0	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0

$$\begin{cases} Q_1^* = (Q_2 Q_3)' \cdot Q_1' \\ Q_2^* = Q_1 Q_2' + Q_1' Q_3' Q_2 \\ Q_3^* = Q_1 Q_2 Q_3' + Q_2' Q_3 \end{cases} \quad Y = Q_2 Q_3$$

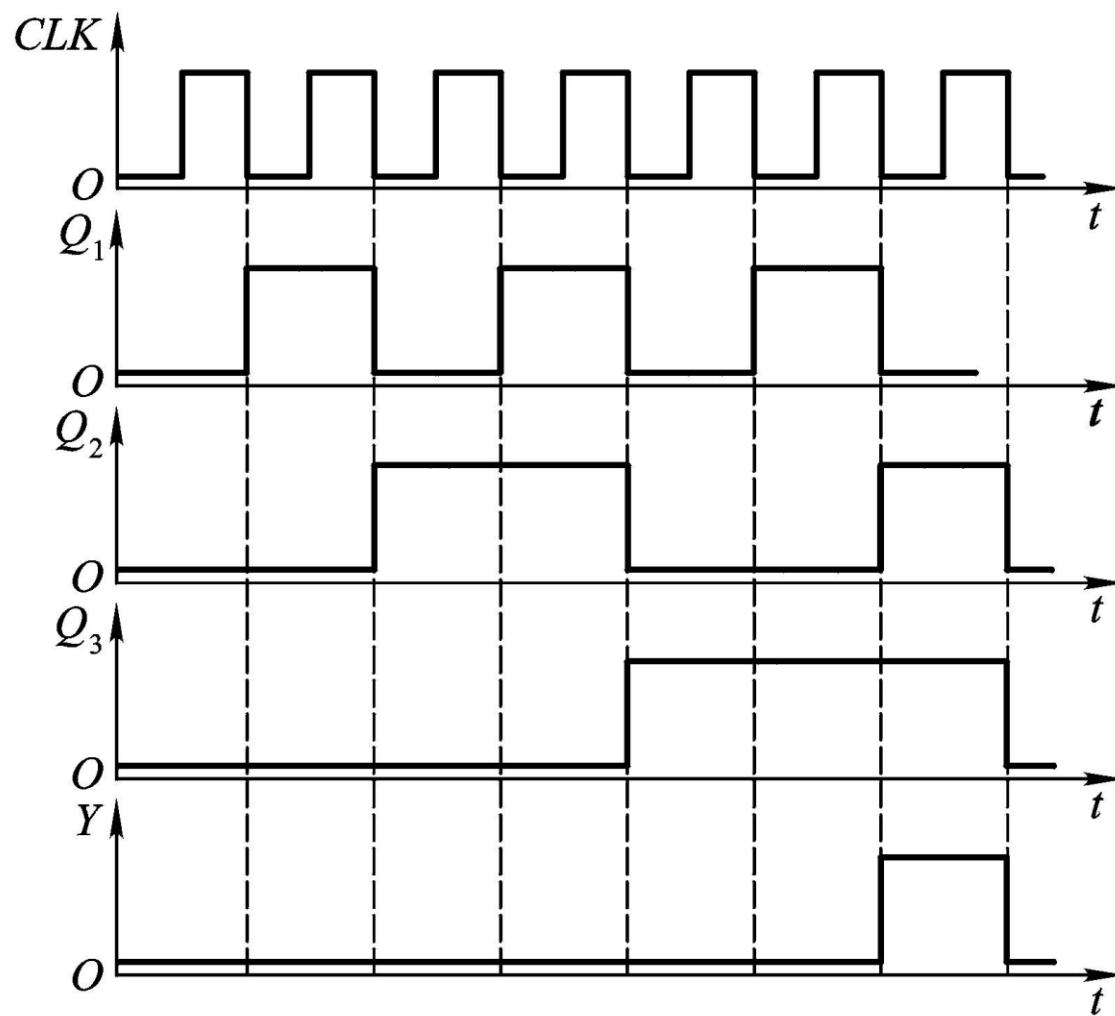


## 二、状态转换图



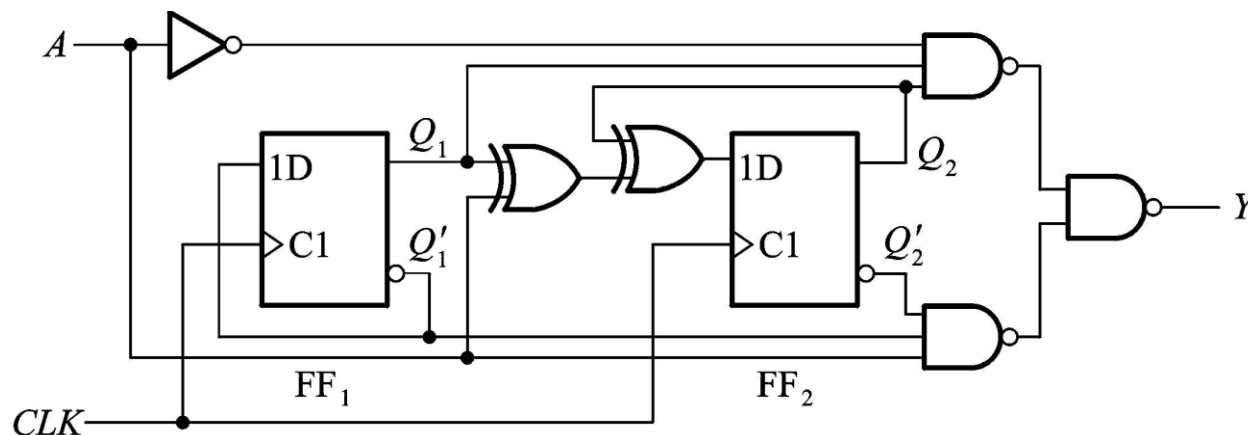


## 三、时序图





例:



(1) 驱动方程: 
$$\begin{cases} D_1 = Q_1' \\ D_2 = A \oplus Q_1 \oplus Q_2 \end{cases}$$

(2) 状态方程: 
$$\begin{cases} Q_1^* = D_1 \\ Q_2^* = A \oplus Q_1 \oplus Q_2 \end{cases}$$

(3) 输出方程:

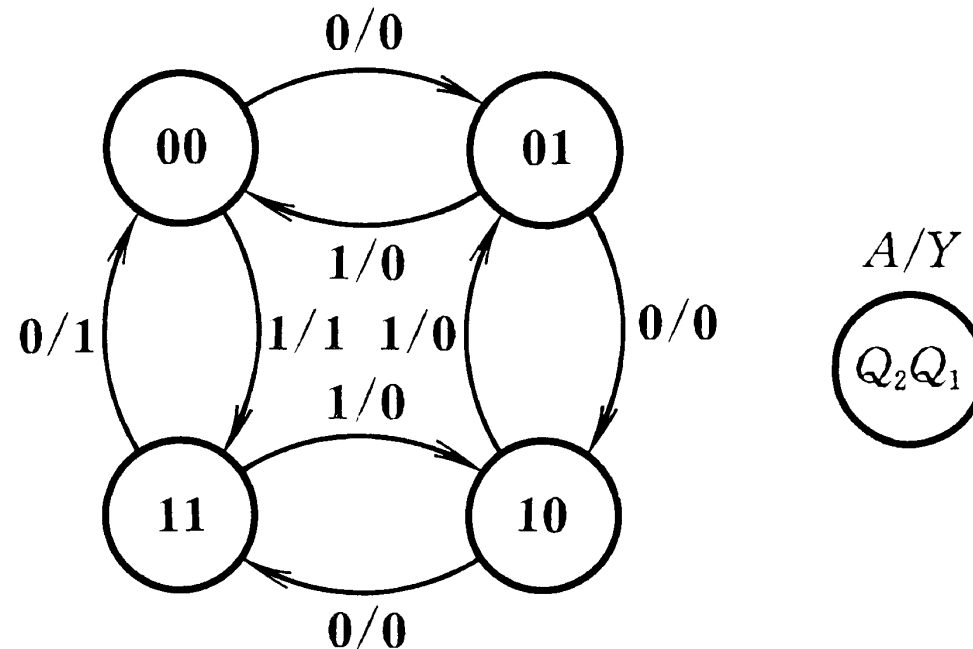
$$Y = [(A'Q_1Q_2)' \cdot (AQ_1'Q_2')']' = A'Q_1Q_2 + AQ_1'Q_2'$$



## (4) 列状态转换表:

$Q_2 * Q_1 * Y$ $A$	$Q_2 Q_1$	00	01	10	11
0		01/0	10/0	11/0	00/1
1		11/1	00/0	01/0	10/0

## (5) 状态转换图





知识要点：同步时序电路的分析步骤和方法

知识难点：同步时序电路的分析思路和递进关系