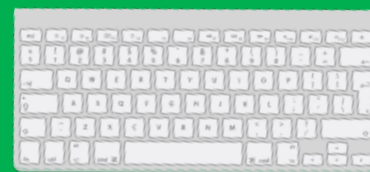


《数电及 EDA 》



第三章 触发器及其应用



主要内容:

- 触发器概述
- 触发器间相互转换
- 触发器的应用



Flip - Flop ， 简称为 FF ， 又称双稳态触发器。

基本特性

- (1) 有两个稳定状态（简称稳态），正好用来表示逻辑 0 和 1。
- (2) 在输入信号作用下，触发器的两个稳定状态可相互转换（称为状态的翻转）。输入信号消失后，新状态可长期保持下来，因此具有记忆功能，可存储二进制信息。

一个触发器可存储 1 位二进制数码

1、触发器的基本要素是能够写 0/1 ，且在下次写入前保持 0/1 。 ()

☒ A 对

☐ B 错

提交



2、一个触发器可以存储（ ）位二进制数码。

- ☐ A 4
- ☐ B 3
- ☐ C 2
- ☒ D 1

提交





触发器的作用

触发器和门电路是构成数字电路的基本单元。

触发器有记忆功能，由它构成的电路在某时刻的输出不仅取决于该时刻的输入，还与电路原来状态有关。而门电路无记忆功能，由它构成的电路在某时刻的输出完全取决于该时刻的输入，与电路原来状态无关；

3、触发器的任务是要解决组合电路中没有存储器件的问题（ ）

☒ A 对

☐ B 错

提交





触发器的分

类

根据逻辑功能不同分为

RS 触发器

D 触发器

JK 触发器

T 触发器

T' 触发器

根据触发方式不同分为

电平触发器

边沿触发器

主从触发器

根据电路结构不同分为

基本 RS 触发

同步触发器

主从触发器

边沿触发器

触发器的描述方

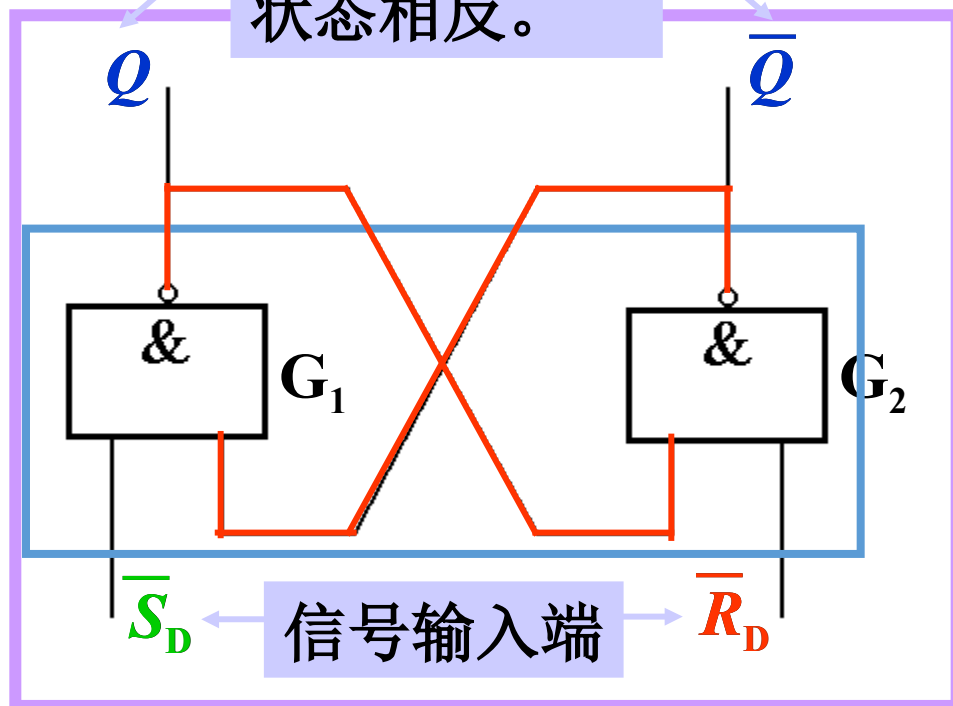
法

主要有特性表、特性方程、状态转换图和波形图（又称时序图）等。

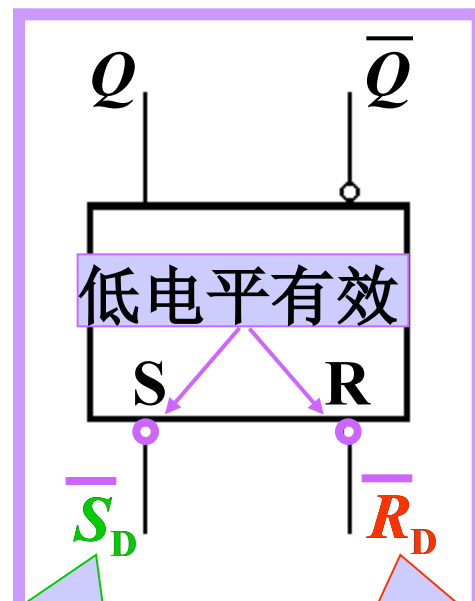
(一) 由与非门组成的基本 RS 触发器

1. 电路组成

互补输出端，
正常工作时，
它们的输出
状态相反。



Basic Flip - Flop



置 1 端，也
称置位端。

置 0 端，也
称复位端。

$Q = 1, \bar{Q} = 0$ 时，称为触发器的 1 状态，记为 Q^1 或 Set ；
 $Q = 0, \bar{Q} = 1$ 时，称为触发器的 0 状态，记为 Q^0 或 $Reset$ 。

4、用门电路实现存储的根本是在电路中引入了反馈结构。（ ）

☒ A 对

☐ B 错

提交



5、触发器是一个由半导体构成的全新器件，与逻辑门电路没有关系。（ ）

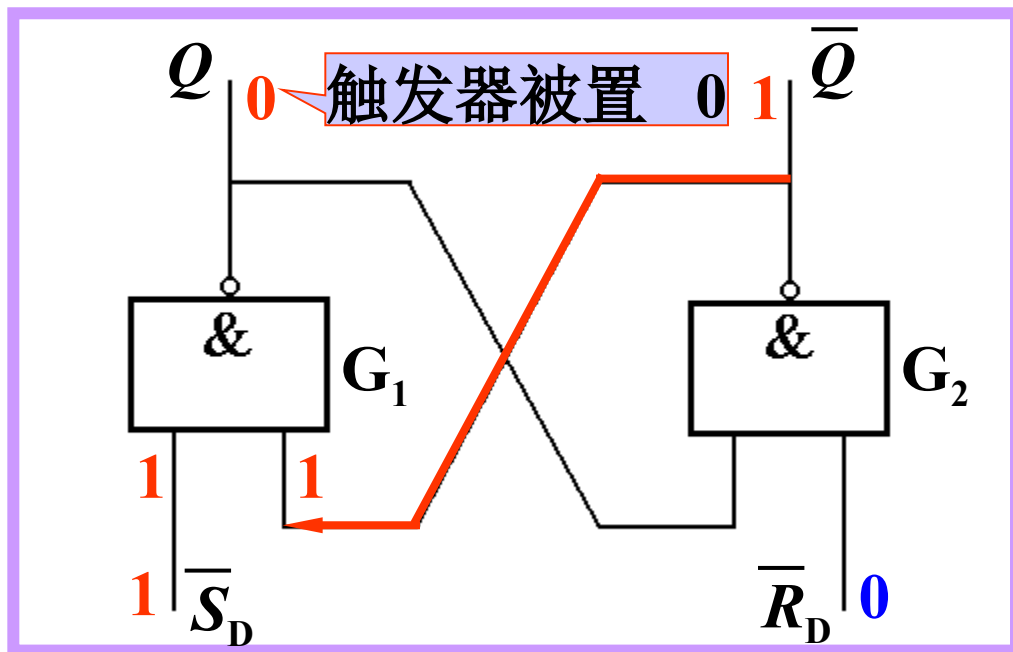
☐ A 对

☐ B 错

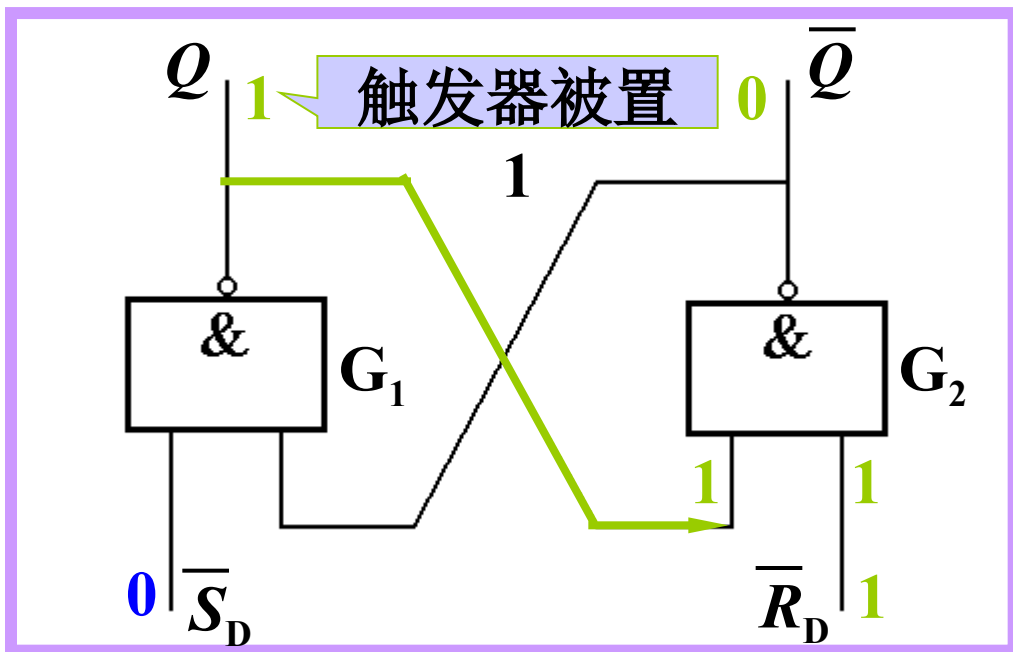
提交



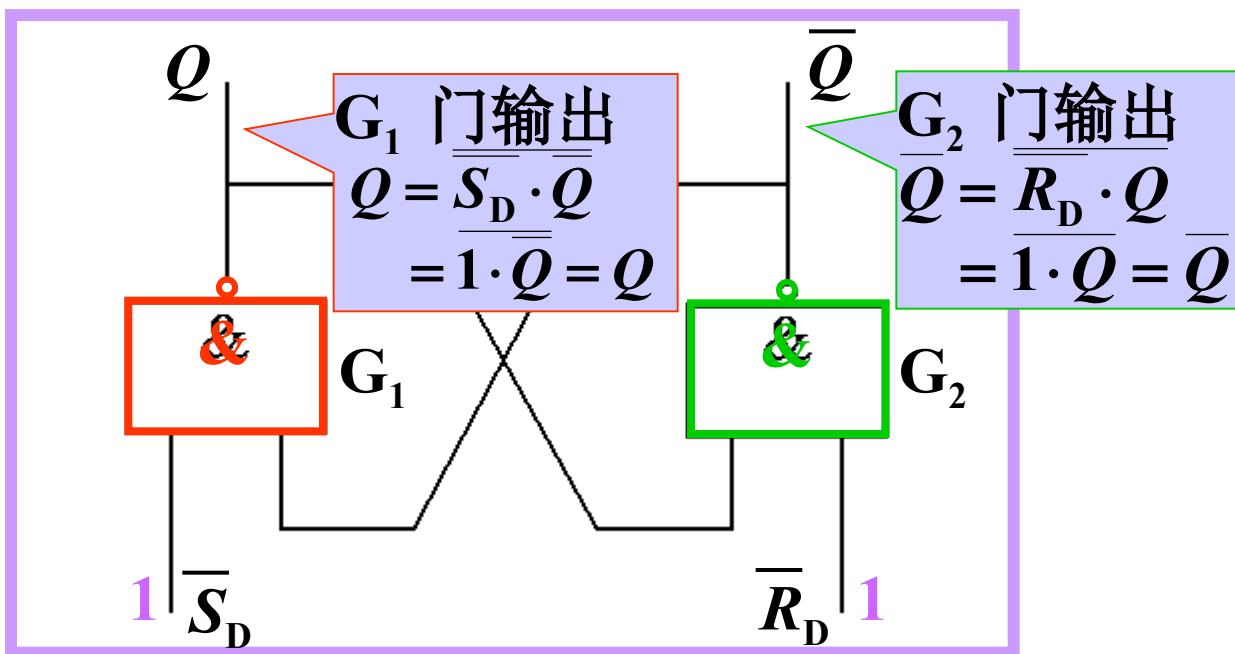
2. 工作原理及逻辑功能



输入		输出		功 能 说 明
$\overline{R}_D$	$\overline{S}_D$	Q	$\overline{Q}$	
0	0			
0	1	0	1	触发器置 0
1	0			
1	1			

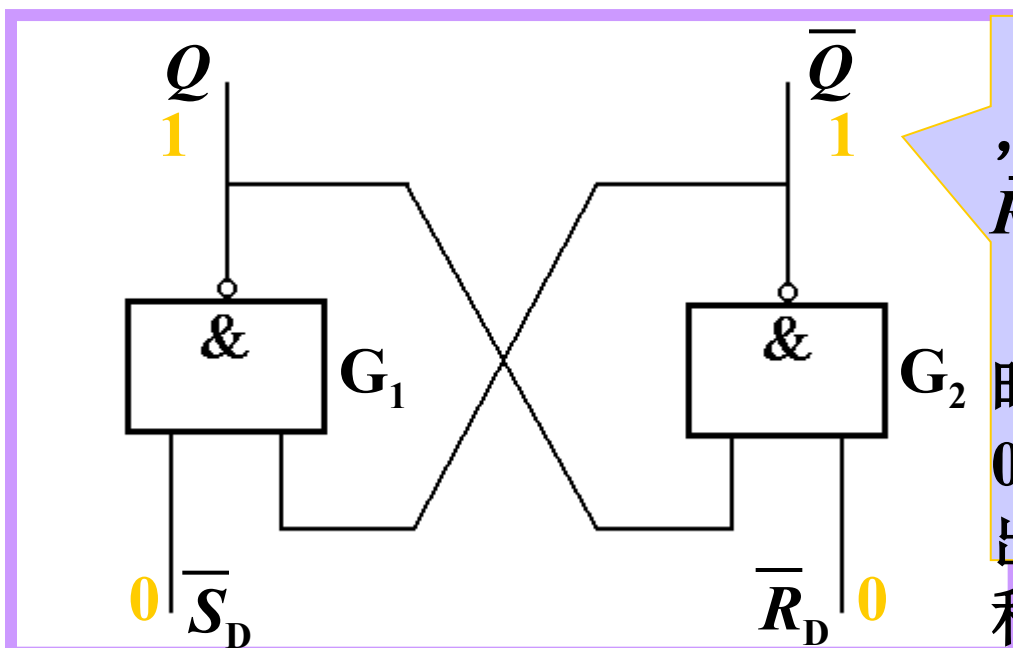


输入		输出		功能说明
$\overline{R}_D$	$\overline{S}_D$	Q	$\overline{Q}$	
0	0			
0	1	0	1	触发器置 0
1	0	1	0	触发器置 1
1	1			



输入		输出		功能说明
$\overline{R_D}$	$\overline{S_D}$	Q	$\overline{Q}$	
0	0			
0	1	0	1	触发器置 0
1	0	1	0	触发器置 1
1	1	不	变	触发器保持原状态不

变



输出既非 0 状态，也非 1 状态。当 $\overline{R}_D$ 和 $\overline{S}_D$ 同时由 0 变 1 时，输出状态可能为 0，也可能为 1，即输出状态不定。因此，这种情况禁用。

输入		输出		功能说明
$\overline{R}_D$	$\overline{S}_D$	Q	$\overline{Q}$	
0	0	不	定	输出状态不定（禁用）
0	1	0	1	触发器置 0
1	0	1	0	触发器置 1
1	1	不	变	触发器保持原状态不

变

6、由与非门构成的基本 RS 触发器的功能有 ()。

- ☒ A 置 0
- ☒ B 置 1
- ☒ C 保持

提交



7、由与非门构成的基本 RS 触发器的 R 的功能是（ ）。

- ☒ A 置 0
- ☐ B 置 1
- ☐ C 保持

提交



8、由与非门构成的基本 RS 触发器的 S 的功能是（ ）。

- ☐ A 置 0
- ☒ B 置 1
- ☐ C 保持

提交



9、只能用与非门构成基本 RS 触发器。（ ）

☐ A 对

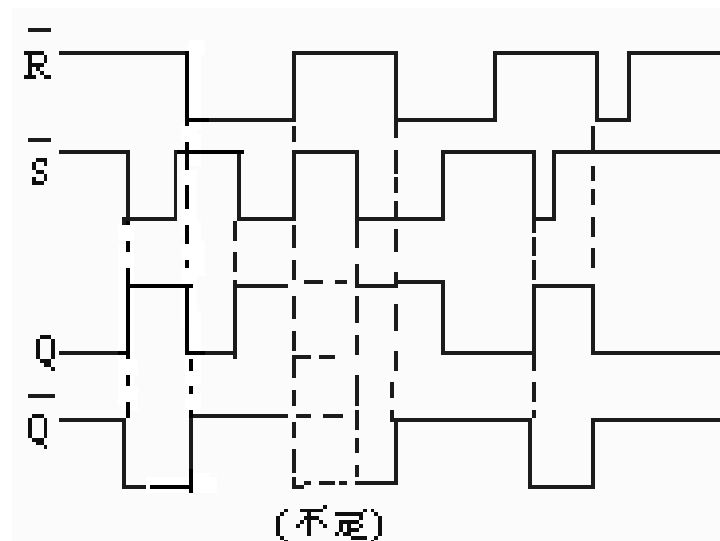
☒ B 错

提交



时序图（又称波形图）以输出状态随时间变化的波形图的方式来描述触发器的逻辑功能。

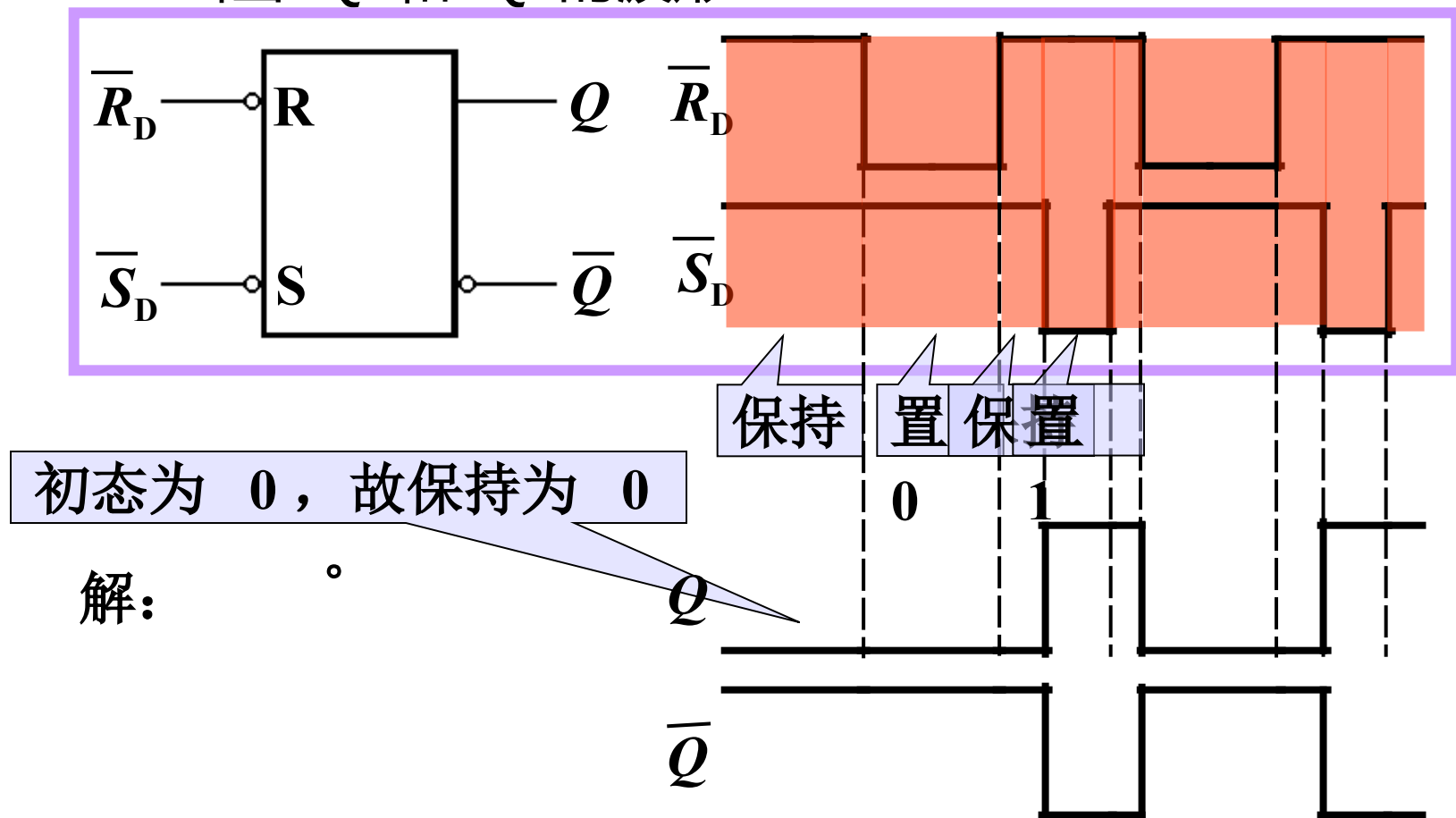
图中所示，假设触发器的初态为 $Q=0$ 、 $\bar{Q}=1$



时序波形图

★ [例] 设下图中触发器初始状态为 0，试对应输入波形

画出 Q 和 $\bar{Q}$ 的波形。



- (2) 对于图 3—36, 回差电压应如何调节?
- (3) 对于图 3—37, 暂稳态时间应如何调节?

习 题 3

1. 什么叫触发器? 按控制时钟状态可分成哪几类?
2. 触发器当前的输出状态与哪些因素有关? 它与门电路按一般逻辑要求组成的有何区别?
3. 在图 3—38 (a) 中, 已知 R 和 S 端输入波形如图 3—38 (b) 所示, 试画出 Q 波形。

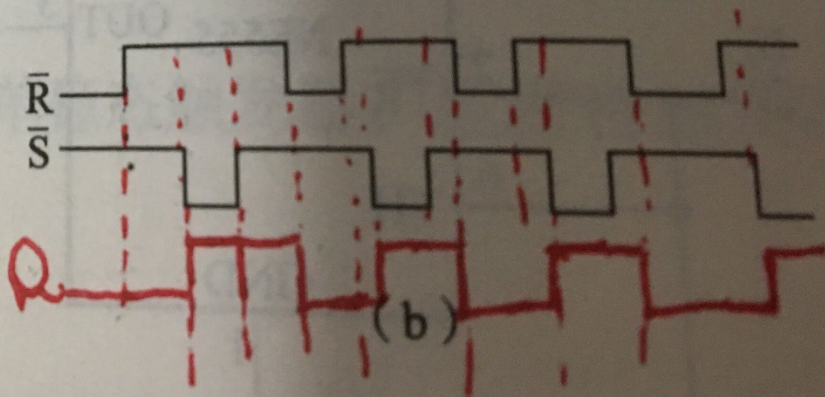
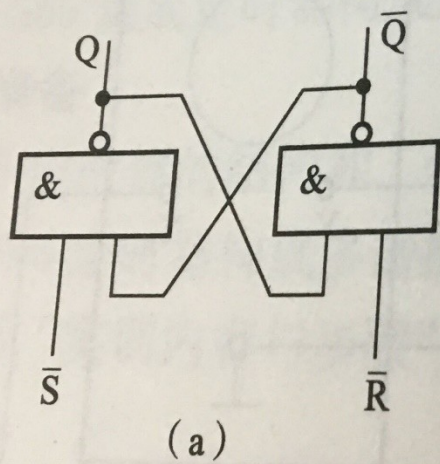
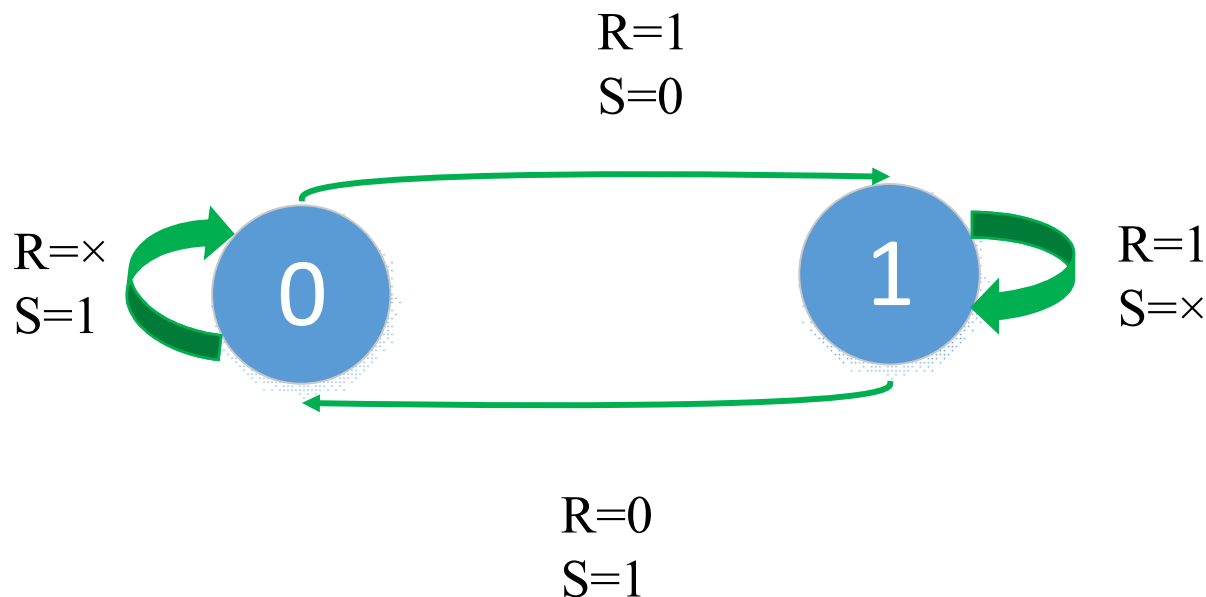


图 3—38

状态转换图（简称状态图），图中圆圈表示状态的个数，箭头表示状态转换的方向，箭头线上标注的触发信号表示状态转换的条件。



与非门组成的基本 RS 触发器具有如下特点：

1) 它具有两个稳定状态不变，分别为 1 和 0，也称为双稳态触发器。如果没有外加触发信号作用，它将保持原来状态不变，具有记忆功能。

2) 当 R、S 端输入均为低电平时，输出状态不定，即 $R=S=0, Q=Q=1$ ，破坏了互反关系。当 RS 从 00 变为 11 时， $Q=1$ 还是 $Q=0$ ，状态不能确定

3. 逻辑功能的特性表描述

触发器次态与输入信号和电路原有状态之间关系的真值表。

次态 指触发器在输入信号变化后的状态，用 Q^{n+1} 表示。

现态 指触发器在输入信号变化前的状态，用 Q^n 表示。

与非门组成的基本 RS 触发器特性表

$\overline{R}_D$	$\overline{S}_D$	Q^n	Q^{n+1}	说 明
0	0	0	×	触发器状态不定
0	0	1	×	
0	1	0	0	触发器置 0
0	1	1	0	
1	0	0	1	触发器置 1
1	0	1	1	
1	1	0	0	触发器保持原状态不变
1	1	1	1	

基本 RS 触发器特

$\overline{R}_D$	$\overline{S}_D$	Q^{n+1}
0	0	不定
0	1	0
1	0	1
1	1	Q^n

注意

置 0 端 $\overline{R}_D$ 和置 1 端 $\overline{S}_D$ 低电平有效。
 禁用 $\overline{R}_D = \overline{S}_D = 0$

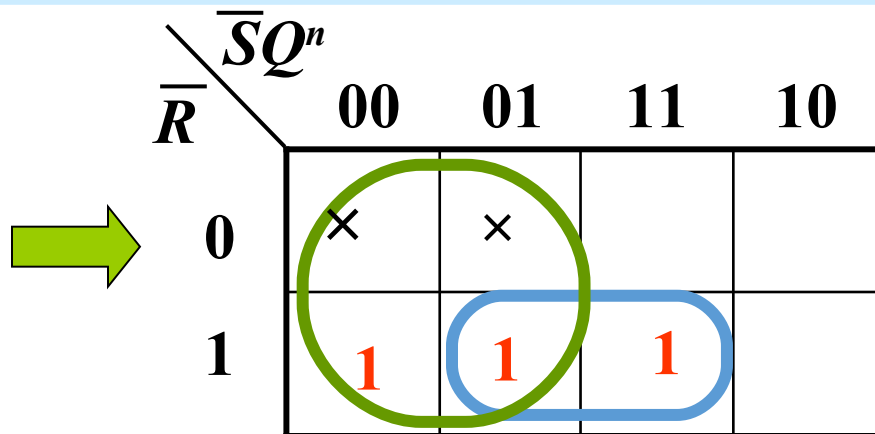
称约束条件

4. RS 触发器的特性方程

特性方程指触发器次态与输入信号和电路原有状态之间的逻辑关系式。

特性表

$\overline{R}_D$	$\overline{S}_D$	Q^n	Q^{n+1}
0	0	0	×
0	0	1	×
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1



图

特性方程

$$\begin{cases} Q^{n+1} = S + \overline{R}Q^n \\ \overline{RS} = 0 \text{ (约束条件)} \end{cases}$$

基本 RS 触发器的优缺点

优点

电路简单，是构成各种触发器的基础。

缺点

1. 输出受输入信号直接控制，不能定时控制。
2. 输入信号出现扰动，输出会发生变化
3. 有约束条件。

谢谢!



主讲教师：刘艳萍