



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14

**脉冲触发器
边沿触发器
T触发器**



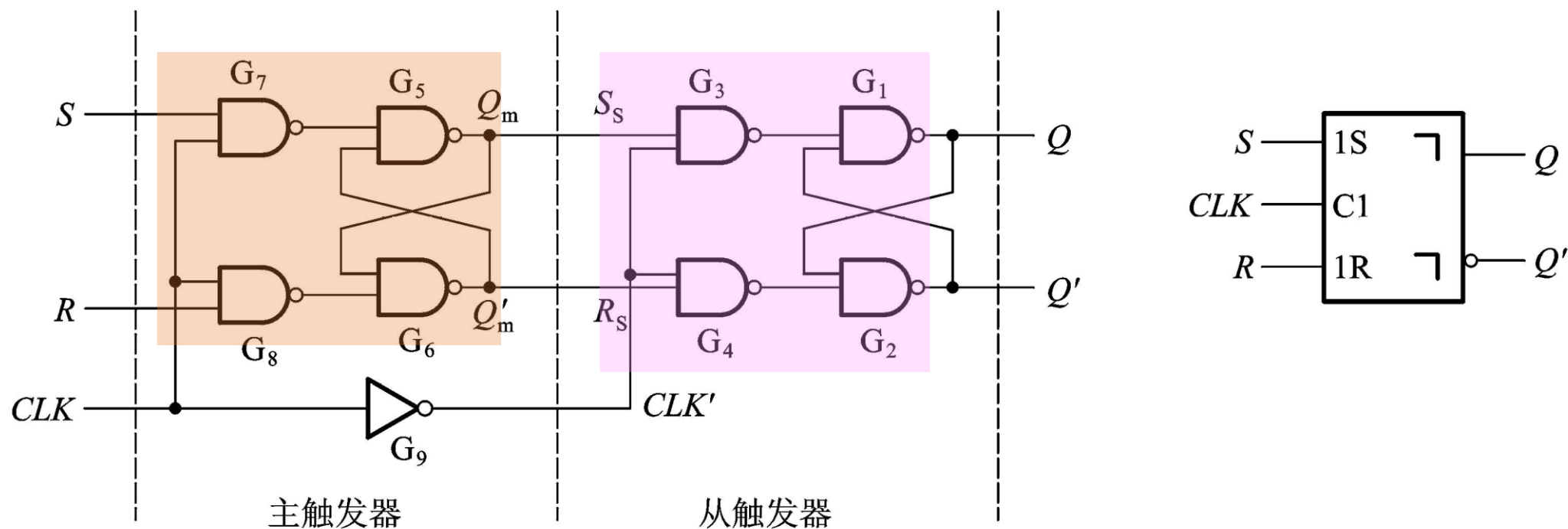
沈 阳 工 业 大 学

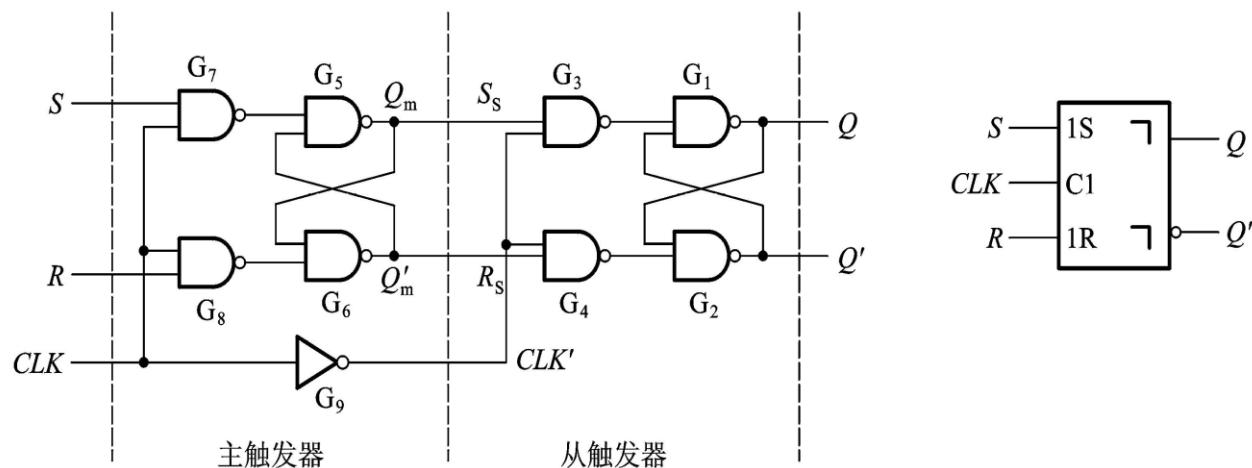
SHENYANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY









1.1 脉冲触发的触发器

1.1.1 电路结构与工作原理

提高可靠性，要求每个CLK
周期输出状态只能改变1次





CLK	S	R	Q	Q^*
\times	\times	\times	\times	Q^n
	0	0	0	0
	0	0	1	1
	1	0	0	1
	1	0	1	1
	0	1	0	0
	0	1	1	0
	1	1	0	1*
	1	1	1	1*

1. 主从SR触发器

(1) CLK=1时, “主” 按S, R翻转, “从” 保持

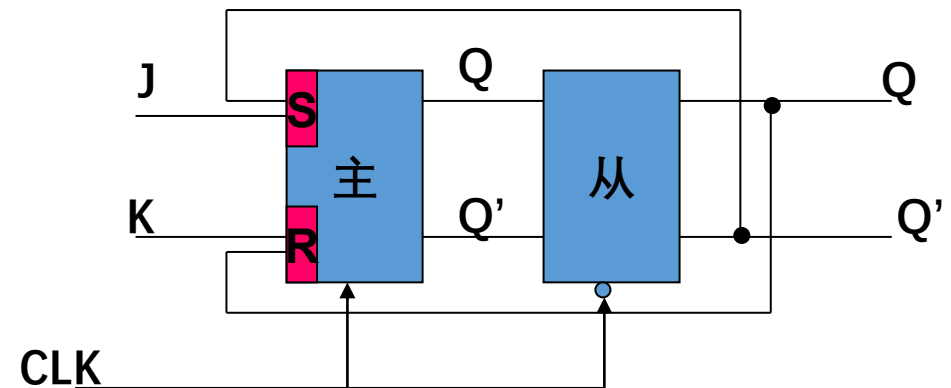
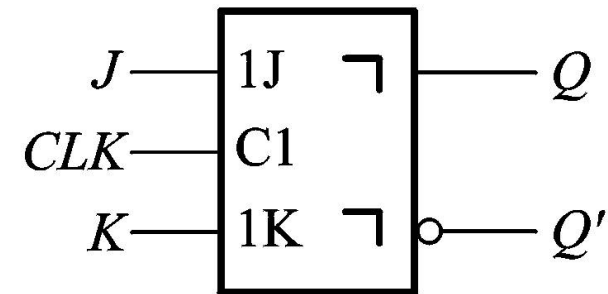
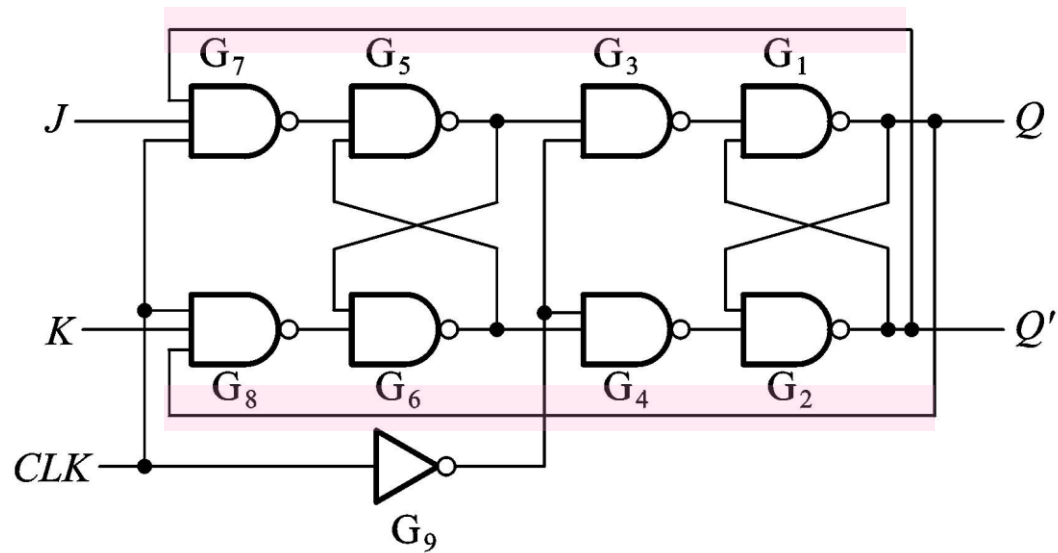
(2) CLK下降沿到达时, “主” 保持, “从” 根据 “主” 的状态翻转

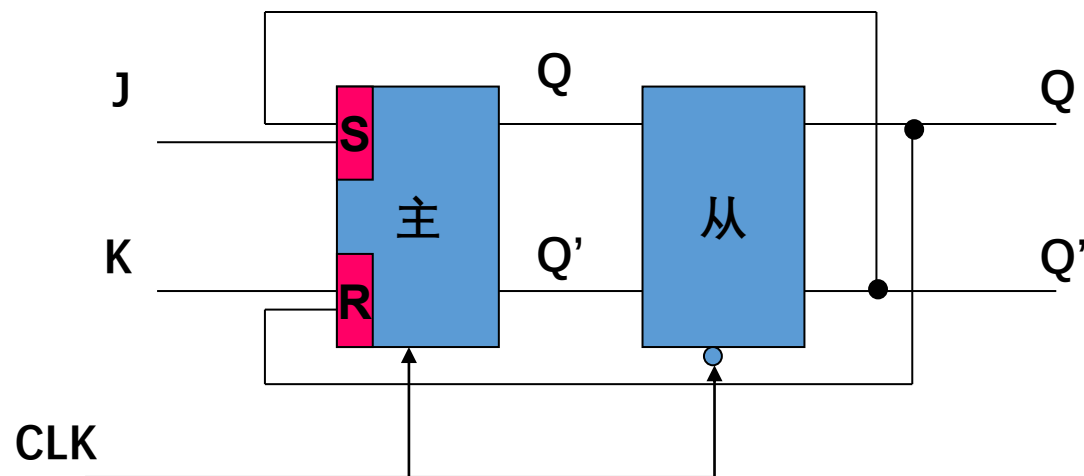
所以每个CLK周期, 输出状态只可能改变一次

2. 主从JK触发器

为解除约束

即使出现 $S = R = 1$ 的情况下， Q^* 也是确定的





(1) 若 $J = 1, K = 0$ 则 $clk = 1$ 时,

$$\begin{cases} Q^* = 1, \text{“主”保持} \\ Q^* = 0, \text{“主”} = 1 \end{cases} \Rightarrow clk \downarrow \text{后, “从”} = 1$$

(2) 若 $J = 0, K = 1$ 则 $clk = 1$ 时,

$$\begin{cases} Q^* = 1, \text{“主”} = 0 \\ Q^* = 0, \text{“主”保持} \end{cases} \Rightarrow clk \downarrow \text{后, “从”} = 0$$

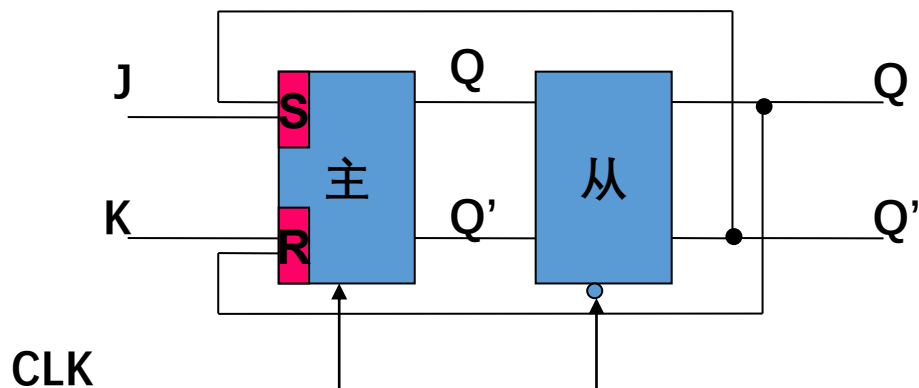
(3) 若 $J = K = 0$ 则 $clk = 1$ 时,









$$\begin{cases} Q^* = 1 \\ Q^* = 0 \end{cases} \text{“主”保持} \Rightarrow clk \downarrow \text{后, “从”保持}$$

(4) 若 $J = K = 1$ 则 $clk = 1$ 时,









$$\begin{cases} \text{若 } Q^* = 1, \text{则 “主” 置} 0 \\ \text{若 } Q^* = 0, \text{则 “主” 置} 1 \end{cases} \quad clk \downarrow \text{后, “从”} = (Q^*)'$$

(5) 列出真值表



CLK	S	R	Q	Q^*
X	X	X	X	Q^*
	0	0	0	0
	0	0	1	1
	1	0	0	1
	1	0	1	1
	0	1	0	0
	0	1	1	0
	1	1	0	1*
	1	1	1	1*



CLK	J	K	Q	Q^*
X	X	X	X	Q^*
	0	0	0	0
	0	0	1	1
	1	0	0	1
	1	0	1	1
	0	1	0	0
	0	1	1	0
	1	1	0	1
	1	1	1	0



1.1.2 脉冲触发方式的动作特点

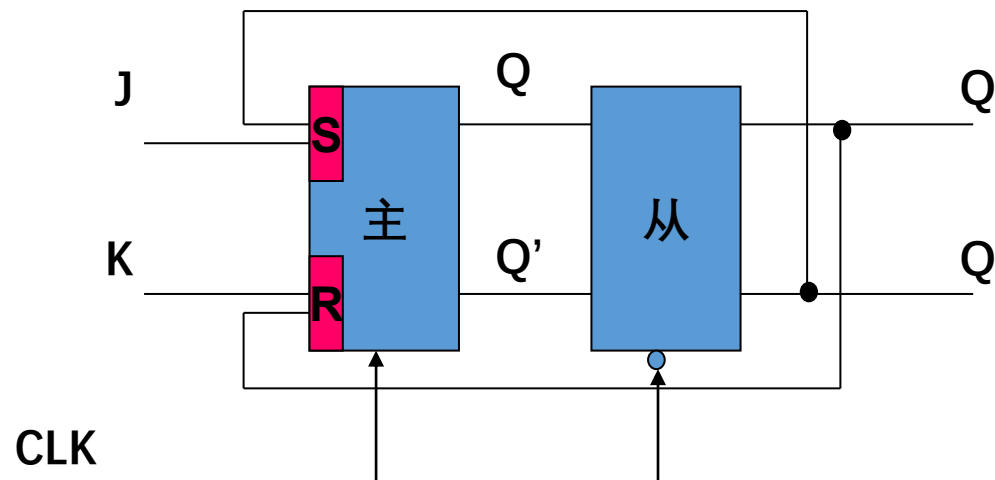
1. 分两步动作：

第一步 $clk = 1$ 时，“主”接收信号，“从”保持
第二步 $clk \downarrow$ 到达后，“从”按“主”状态翻转
 \therefore 输出状态只能改变一次

2. 主从 SR ，“主”为同步 SR ， $clk = 1$ 的全部时间里输入信号对“主”都起控制作用

* 但主从 JK 在 clk 高电平期间，“主”只可能翻转一次

\therefore 在 $clk = 1$ 期间里输入发生变化时，要找出 $clk \downarrow$ 前 Q' 最后的状态，决定 Q^* 。

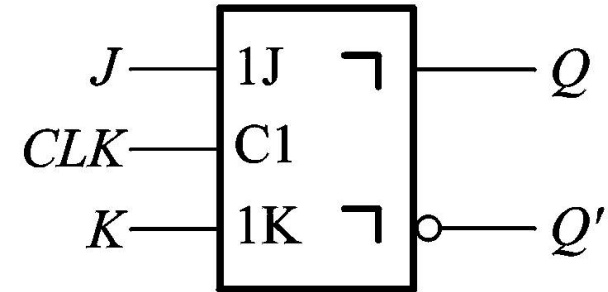
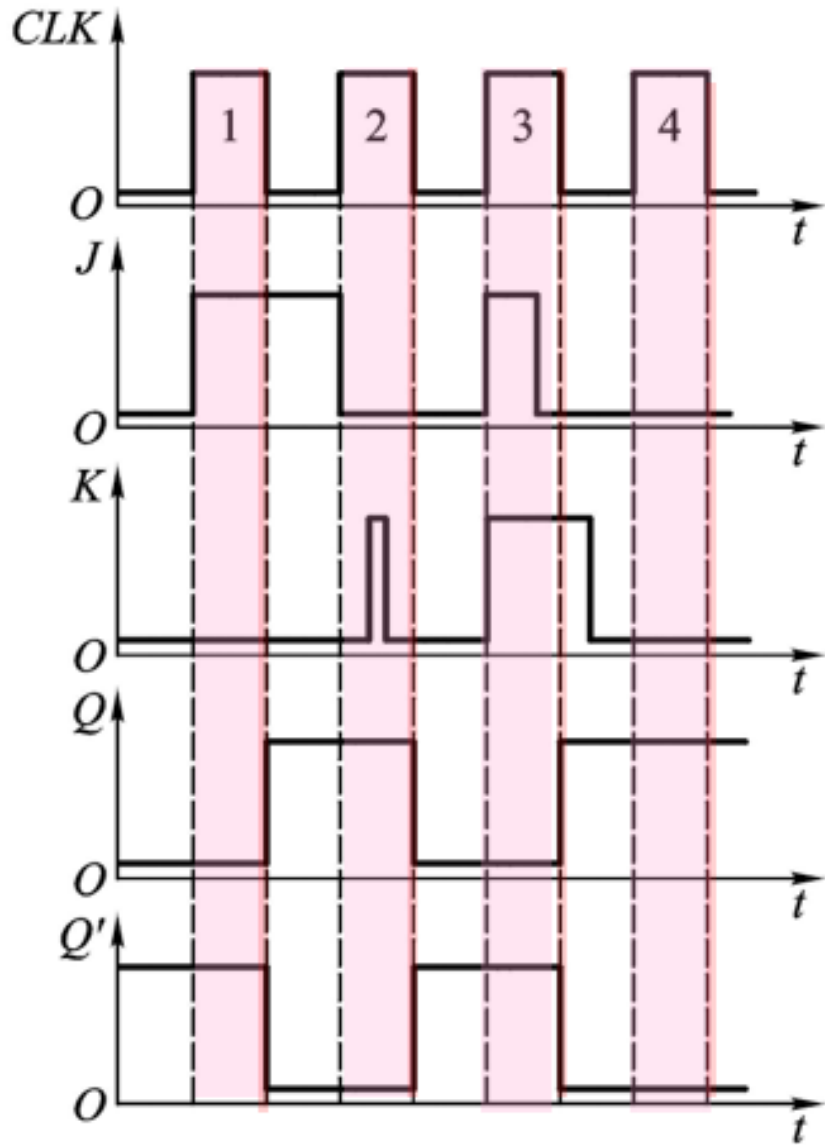


$Q = 0$ 时，只允许 $J = 1$ 的信号进入主触发器

$Q = 1$ 时，只允许 $K = 1$ 的信号进入主触发器



脉冲触发器、边沿触发器、T触发器





1.2 边沿触发的触发器

为了提高可靠性，增强抗干扰能力，
希望触发器的次态仅取决于CLK的下降沿（或上升沿）到来时的输入信号状态，与在此前、后输入的状态没有关系。

用CMOS传输门的边沿触发器

维持阻塞触发器

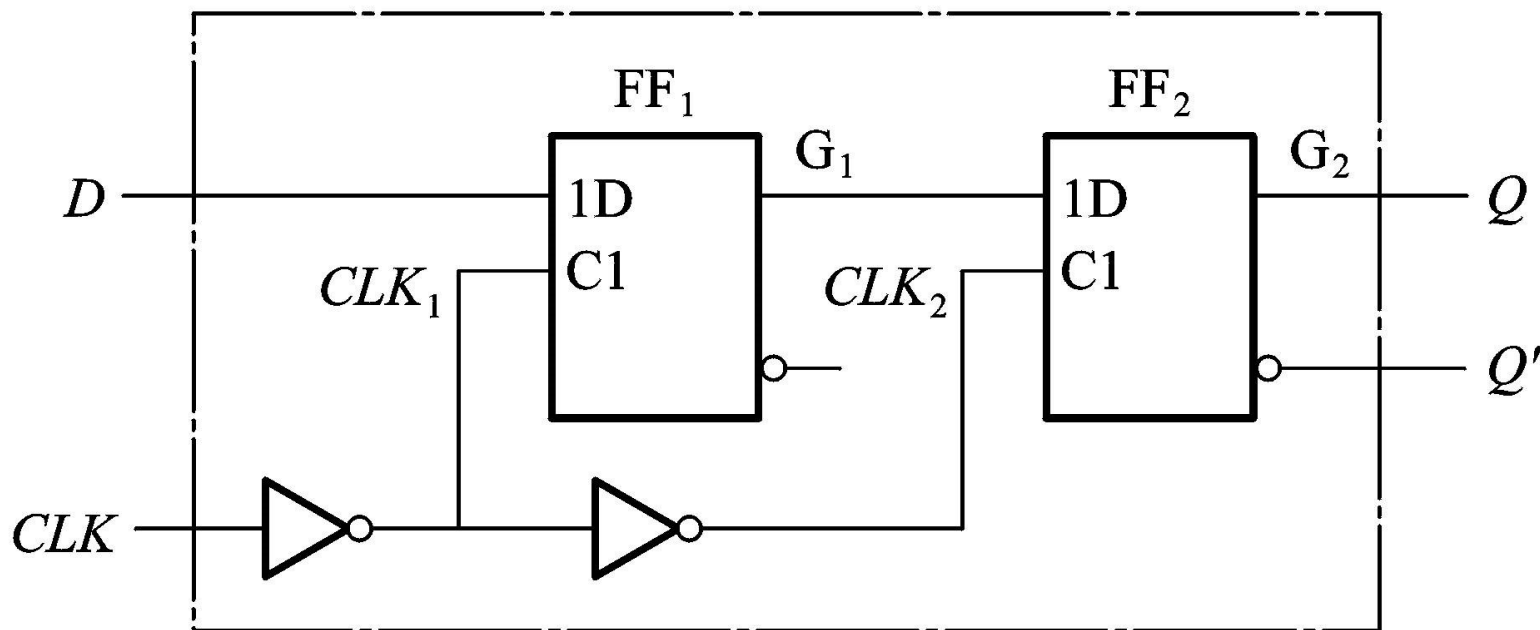
用门电路tpd的边沿触发器

...



1.2.1 电路结构和工作原理

1、用两个电平触发D触发器组成的边沿触发器



(a)

2、利用CMOS传输门的边沿触发器

(1) $clk = 0$ 时, $\begin{cases} TG_1 \text{通}, TG_2 \text{断} \rightarrow Q' = D, Q' \text{随着} D \text{而变化} \\ TG_3 \text{断}, TG_4 \text{通} \rightarrow Q \text{保持, 反馈通路接通, 自锁} \end{cases}$

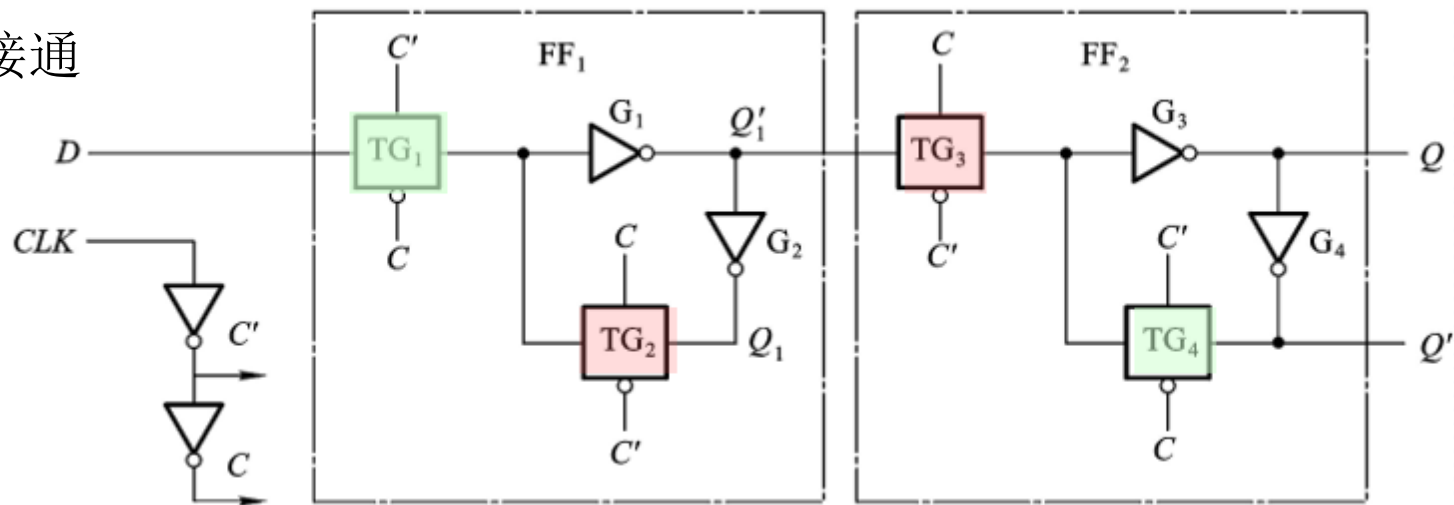
(2) $clk \uparrow$ 后, $\begin{cases} TG_1 \text{断}, TG_2 \text{通} \rightarrow \text{“主”保持此前的状态} D \\ TG_3 \text{通}, TG_4 \text{断} \rightarrow Q' = Q, \text{反馈不通} \end{cases}$

(3) $clk \downarrow$ $\begin{cases} TG_1 \text{通}, TG_2 \text{断} \rightarrow Q' = D, \text{接收新的输入} \\ TG_3 \text{断}, TG_4 \text{通} \rightarrow Q \text{保持, 反馈通路接通} \end{cases}$

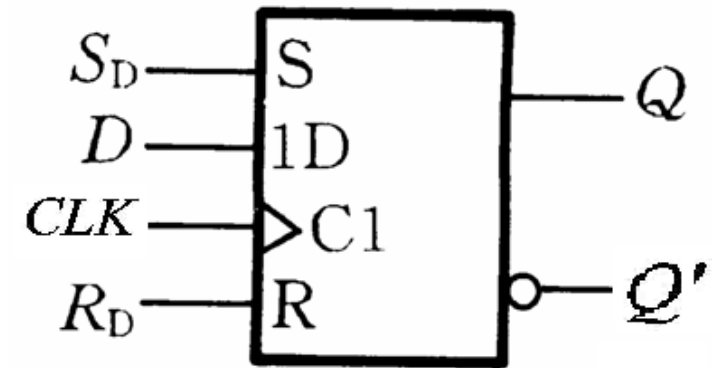
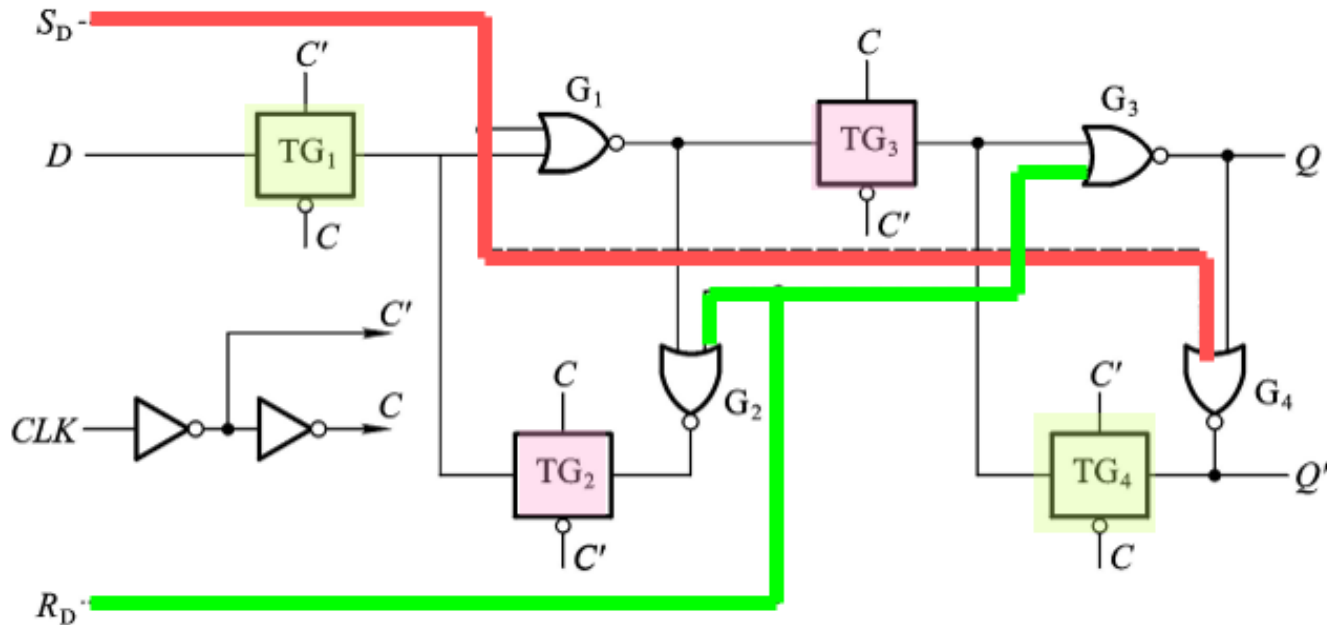
直到下个 $clk \uparrow$ 后, 输出才能变化。

(4) 列出真值表

CLK	D	Q	Q^*
X	X	X	Q
\downarrow	0	X	0
\uparrow	1	X	1



(5)有异步置1, 置0端



1.2.2 动作特点

Q^* 变化发生在CLK的上升沿（或下降沿）

Q^* 仅取决于上升沿到达时输入的状态，而与此前、后的状态无关



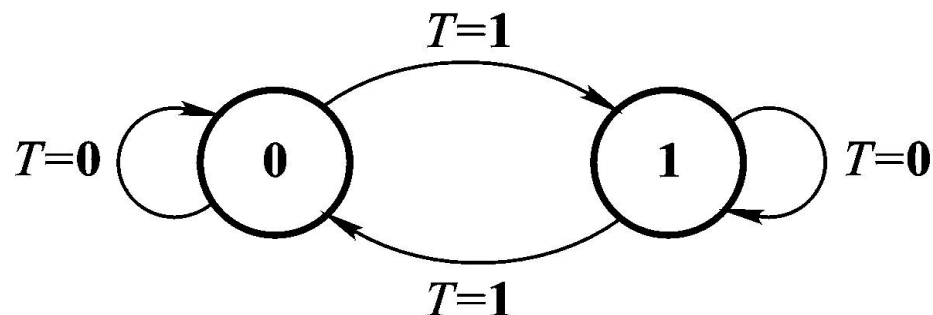
1.3 T触发器

1. 定义：凡在时钟信号作用下，具有如下功能的触发器

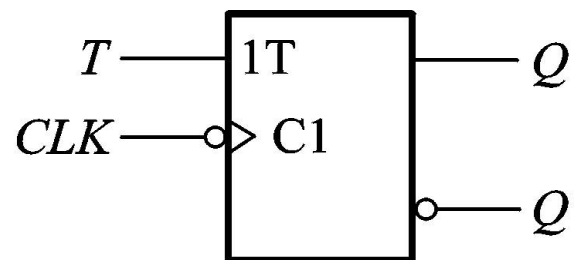
T	Q	Q^*
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	0

2. 特性方程： $Q^* = TQ' + T'Q$

3. 状态转换图



4. 符号





知识要点：各类触发器的工作原理和使用方法
知识难点：脉冲触发器的结构原理，
及其与其它类型触发器的关系