

# 第一章 (2) 触发器

## 触发器概述

定义 —— 能够存储1位二值 (0或1) 信号的基本单元电路

特点 —— 1、具有两个能自行保持的稳态 (1态或0态)  
2、外加触发信号时, 电路的输出状态可以改变  
3、触发信号消失后, 能将获得的新态保存下来

区别 —— 门电路 —— 输出与当时的输入有关, 与原来的状态无关  
触发器 —— 输出与当时的输入和原来的状态均有关

集成电路 —— 门电路和触发器均用小规模集成电路实现  
均有TTL和CMOS两种类型

## 基本触发器 (SR)

SR的含义 —— 置位S、复位D

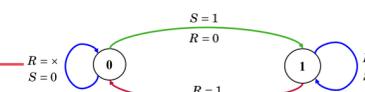
或非门实现



或非门基本SR触发器

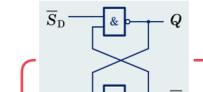
$S_D$	$R_D$	$Q^{n+1}$	说明
1	1	×	非法
1	0	1	置1
0	1	0	置0
0	0	Q	保持

特征方程:  $Q^{n+1} = S + \bar{R}Q$   
约束条件:  $SR = 0$  (卡诺图化简)

状态转换图: 

特点: 高电平有效  
S端有效 (=1), Q直接置位1  
R端有效 (=1), Q直接复位0  
输入有约束 —— S和R不能同时有效 (均为1), 否则输出不互反

与非门实现



与非门基本SR触发器

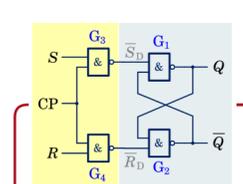
$\bar{S}_D$	$\bar{R}_D$	$Q^{n+1}$	说明
0	0	×	非法
0	1	1	置1
1	0	0	置0
1	1	Q	保持

特点: 低电平有效  
S端有效 (=0), Q直接置位1  
R端有效 (=0), Q直接复位0  
输入有约束 —— S和R不能同时有效 (均为0), 否则输出不互反

优缺点: 优点 —— 足够简单  
缺点 —— 不受时钟控制

## 同步触发器 (SR、D)

同步SR

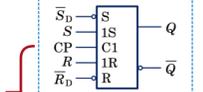


同步SR触发器特性表

CP	S	R	$Q^{n+1}$	说明
0	×	×	Q	保持
1	0	0	Q	保持
1	0	1	0	置0
1	1	0	1	置1
1	1	1	×	非法

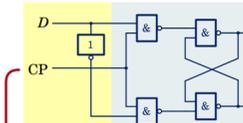
当CP=1时同基本SR

含异步置位/复位



特点:  $\bar{S}_D$  为异步置位端,  $\bar{R}_D$  为异步复位端 (置位/复位应在CP=0时进行)  
触发器在CP控制下正常工作时, 应使  $\bar{S}_D$ 、 $\bar{R}_D$  处于高电平

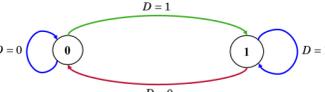
同步D



同步D触发器特性表

CP	D	$Q^{n+1}$	说明
0	×	Q	保持
1	0	0	置0
1	1	1	置1

特征方程:  $Q^{n+1} = D$

状态转换图: 

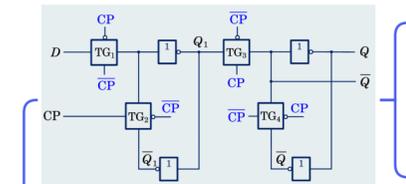
优点: 克服对输入的限制

## 边沿触发器 (D、JK、T)

边沿的含义

- CP的作用沿: 0 → 1 —— 上升沿, 1 → 0 —— 下降沿
- 边沿触发器: 触发器的状态仅在CP的作用沿改变
- 优点: 克服空翻现象, 抗干扰能力强

边沿D

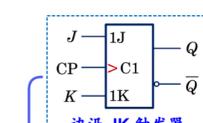


边沿D触发器特性表

CP	D	$Q^{n+1}$	说明
0	×	Q	保持
1	0	0	置0
1	1	1	置1

工作原理: 1、CP=0, TG1和TG4导通, TG2和TG3截止  
2、CP=1, TG1和TG4截止, TG2和TG3导通  
3、状态Q仅在CP从0变1的瞬间 (上升沿) 改变  
4、两段式: D → Q1 → Q

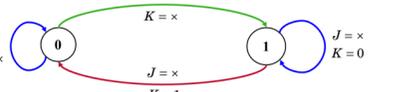
边沿JK



边沿JK触发器特性表

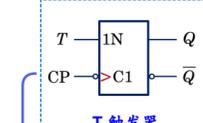
CP	J	K	$Q^{n+1}$	说明
0	×	×	Q	保持
1	0	0	0	保持
1	0	1	0	置0
1	1	0	1	置1
1	1	1	$\bar{Q}$	取反

特征方程:  $Q^{n+1} = JQ + \bar{K}Q$

状态转换图: 

优点: 输入无限制, 无空翻, 电路分析简单

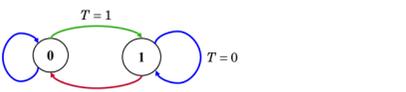
边沿T



T触发器特性表

CP	T	$Q^{n+1}$	说明
0	×	Q	保持
1	0	Q	保持
1	1	$\bar{Q}$	取反

特征方程:  $Q^{n+1} = T\bar{Q} + \bar{T}Q = T \oplus Q$

状态转换图: 

## 触发器产品

输入端无限制, 时钟控制触发器产品只有两大类 —— JK触发器, D触发器

逻辑功能转换

JK-SR	JK-T	JK-D
J=S, K=R	J=K=T	J=D, K= $\bar{D}$

集成触发器

- 74LS112: TTL门电路构成, 下降沿触发, 边沿双JK触发器
- 74LS74: TTL门电路构成, 上升沿触发, 边沿双D触发器
- CC4013: CMOS门电路构成, 上升沿触发, 双D触发器
- CC4027: CMOS门电路构成, 上升沿触发, 双JK触发器