

5.2 触发器的功能

触发器具有不同的功能，通常用**功能表**、**特性方程**和**状态转换图**表示

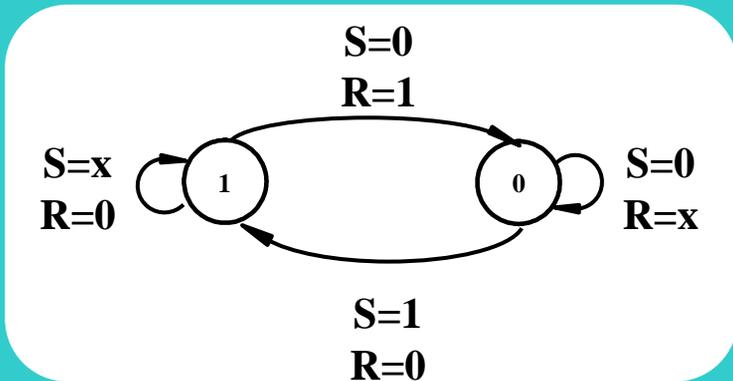
5.2.1 RS触发器

1、功能分析

1) 特性方程

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

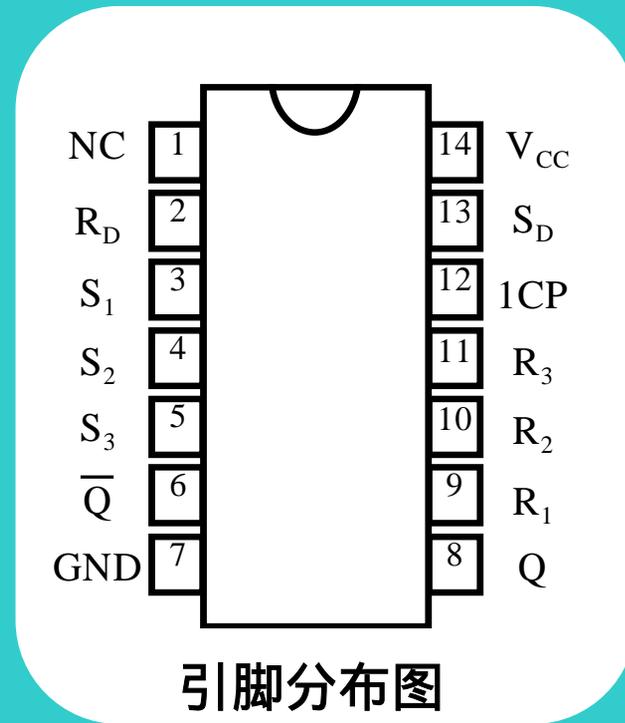
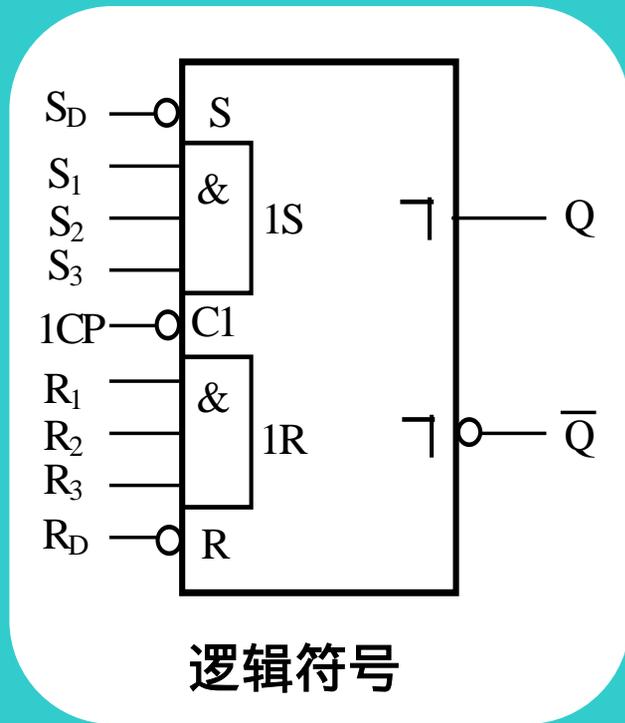
3) 状态转换图



2) 逻辑功能表

S	R	Q^n	Q^{n+1}	说明
0	0	0	0	状态不变
0	0	1	1	
0	1	0	0	状态同S
0	1	1	0	
1	0	0	1	状态同S
1	0	1	1	
1	1	0	-	状态不定
1	1	1	-	

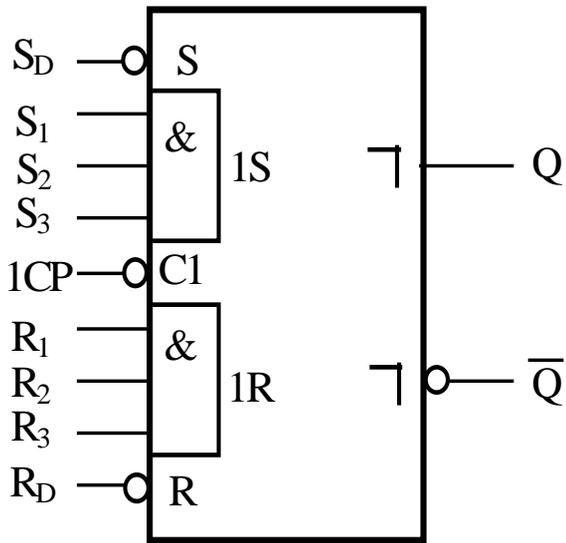
2、集成RS触发器74LS71



该触发器有三个S端和三个R端，它们是与逻辑关系，
即 $1R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3$ ， $1S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3$ 。

74LS71 功能表

表5.2.1



逻辑符号

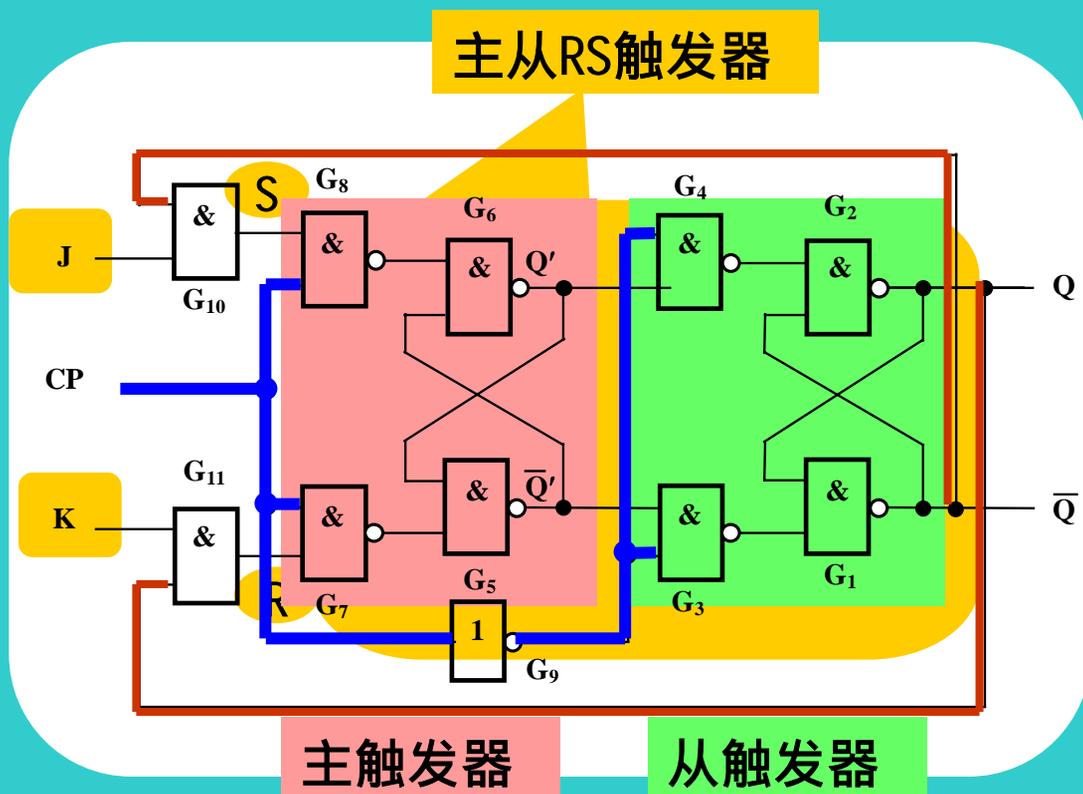
输入					输出	
预置 SD	清零 RD	时钟 CP	1S	1R	Q	\bar{Q}
L	H	x	x	x	H	L
H	L	x	x	x	L	H
H	H		L	L	Q^n	\bar{Q}^n
H	H		H	L	H	L
H	H		L	H	L	H
H	H		H	H	不定	不定

在具有直接置0作用置“1”根据R低有效状态翻转级最高效)

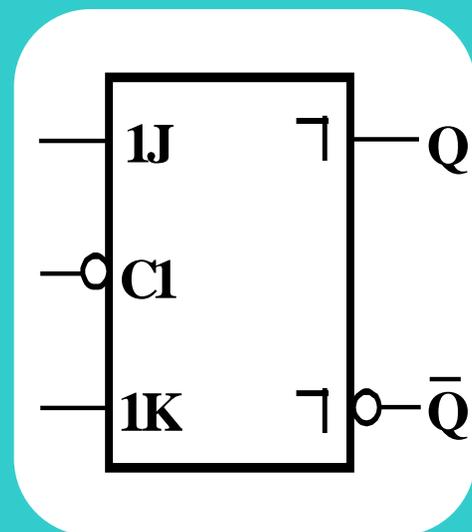
5.2.2 JK触发器

1 主从JK触发器的功能分析

(1) 电路结构和逻辑符号



电路结构



逻辑符号

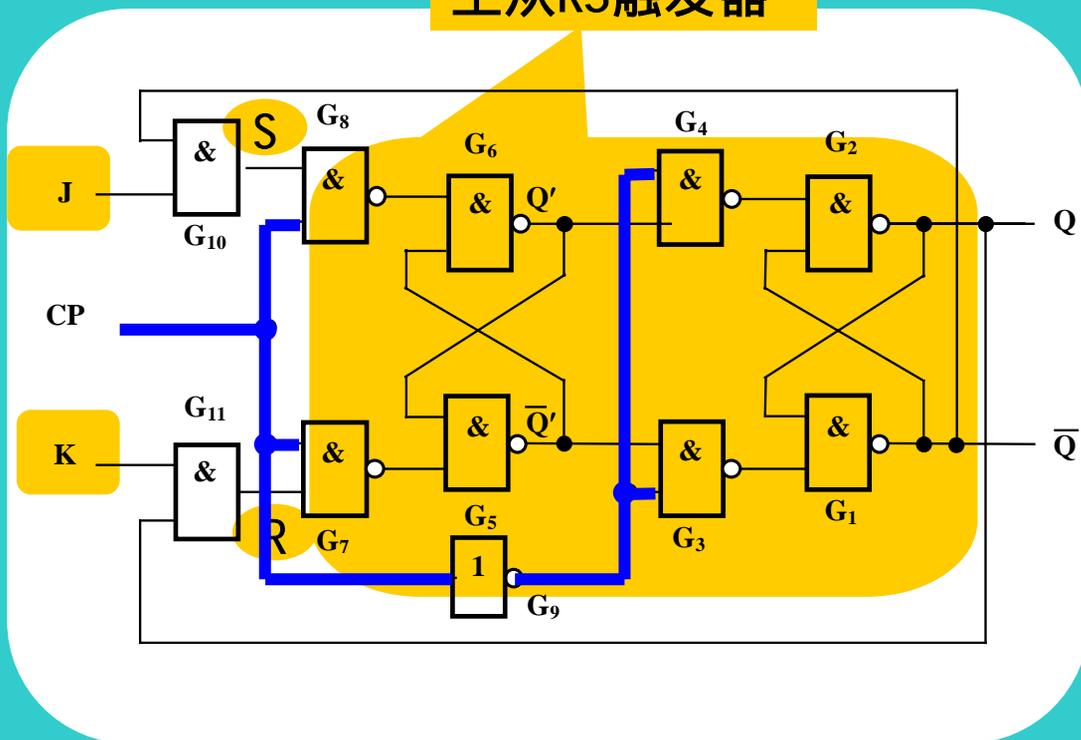
5.2.2 主从JK触发器

1 主从JK触发器的功能分析

(2) 特性方程：

$$\begin{cases} Q^{n+1} = S + \bar{R}Q^n \\ SR = 0 \end{cases}$$

主从RS触发器



电路结构

将 $S = J\bar{Q}$
 $R = KQ$

代入上式，得到JK
触发器的特性方程：

$$\begin{aligned} Q^{n+1} &= J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^nQ^n \\ &= J\bar{Q}^n + \bar{K}Q^n \end{aligned}$$

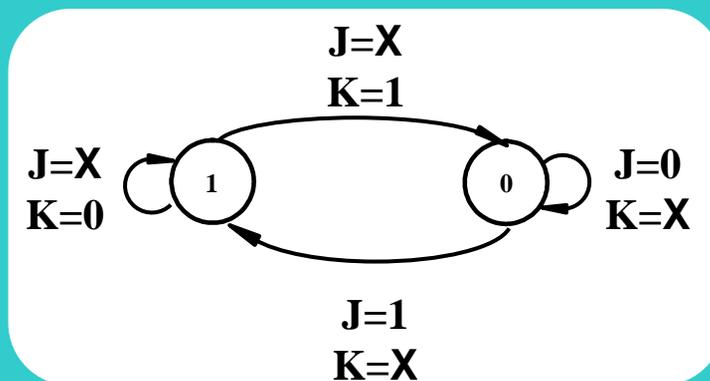
(3) JKFF的功能表

J	K	Q^n	Q^{n+1}	说明
0	0	0	0	状态不变
0	0	1	1	
0	1	0	0	同J端
0	1	1	0	
1	0	0	1	同J端
1	0	1	1	
1	1	0	1	翻转、计数
1	1	1	0	



J	K	Q^{n+1}
0	0	不变
0	1	同J端
1	0	同J端
1	1	翻转

(4) 状态转换图



无不定态

(5) 工作波形

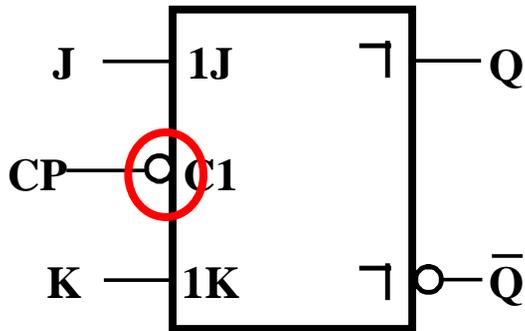
已知CP、J、K的波形，试画出输出端Q的波形。设初态为0。

JK触发器真值表

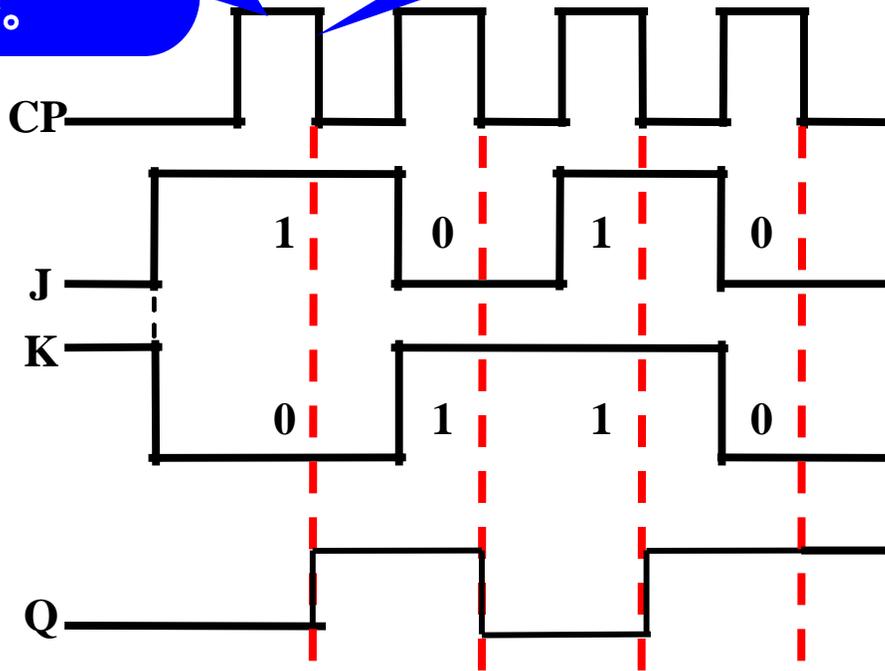
J	K	Q^{n+1}
0	0	Q^n
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}^n

在CP脉冲的高电平期间将输入信号存储于主触发器。

在CP脉冲的下降沿到来时翻转。



下降沿触发翻转

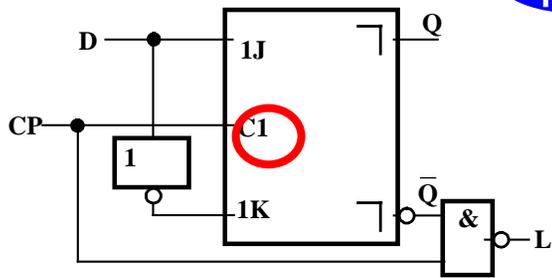


例1 主从JK触发器组成的电路及其输入信号CP、D的波形分别如图所示，设触发器的初态为1，试画出输出端L的波形。

解：J、K互补=D，

在CP脉冲的低电平期间将输入信号存储于主触发器。

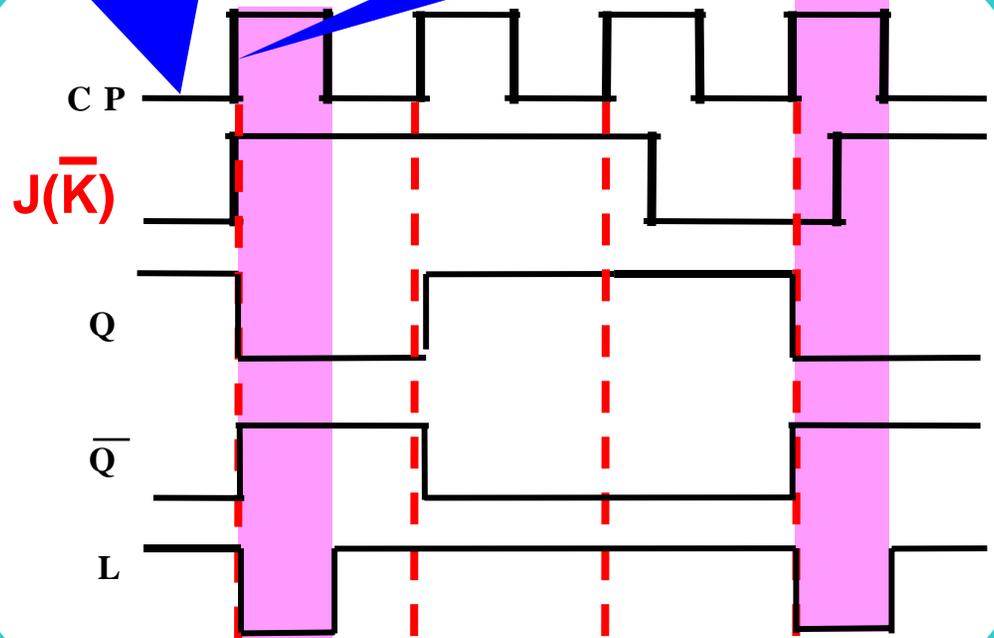
在CP脉冲上升沿到来时翻转。



上升沿触发

JK触发器真值表

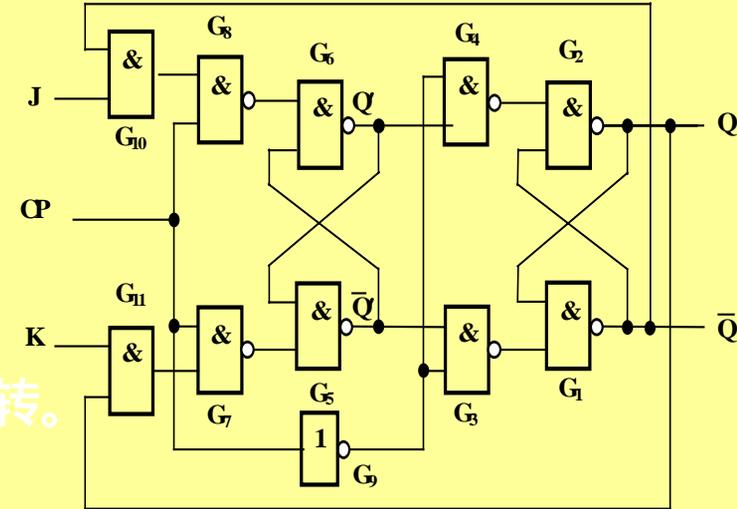
J	K	Q^{n+1}
0	0	Q^n
0	1	同J
1	0	同J
1	1	$\overline{Q^n}$



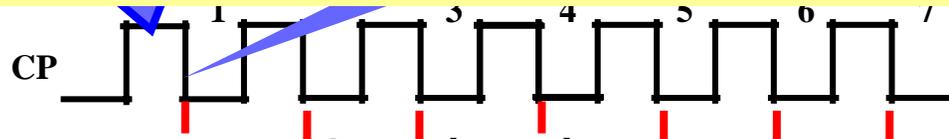
$$L = CP \cdot \overline{Q}$$

主从JK触发器存在的问题是：有“一次变化”现象。它只在以下两种情况下产生：

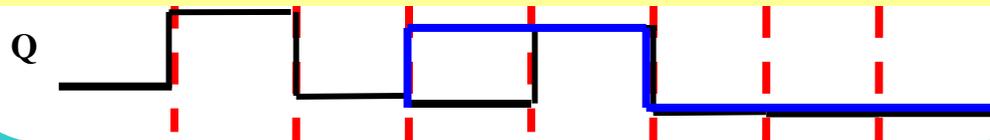
- 1、当 $Q=0$ ($CP=1$)时, J 端有正向干扰
- 2、当 $Q=1$ ($CP=1$)时, K 端有正向干扰



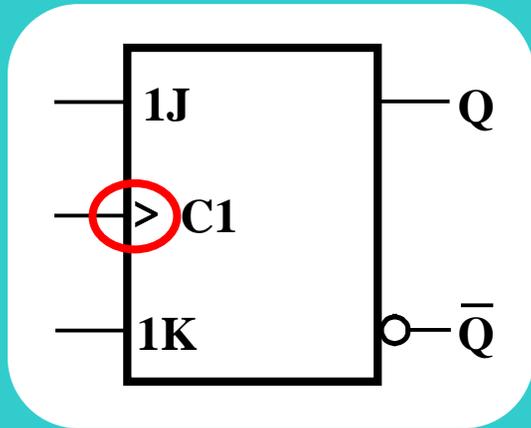
沿到来时翻转。



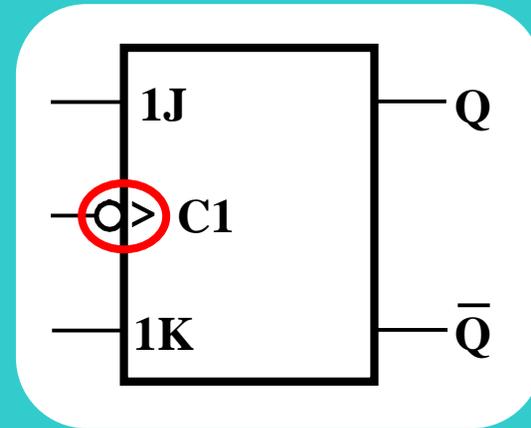
边沿触发器可以解决这个问题。边沿触发器是在CP沿到来前接受信息；在CP沿到来时触发翻转；在CP沿到来后，立即封锁输入。



边沿JK触发器



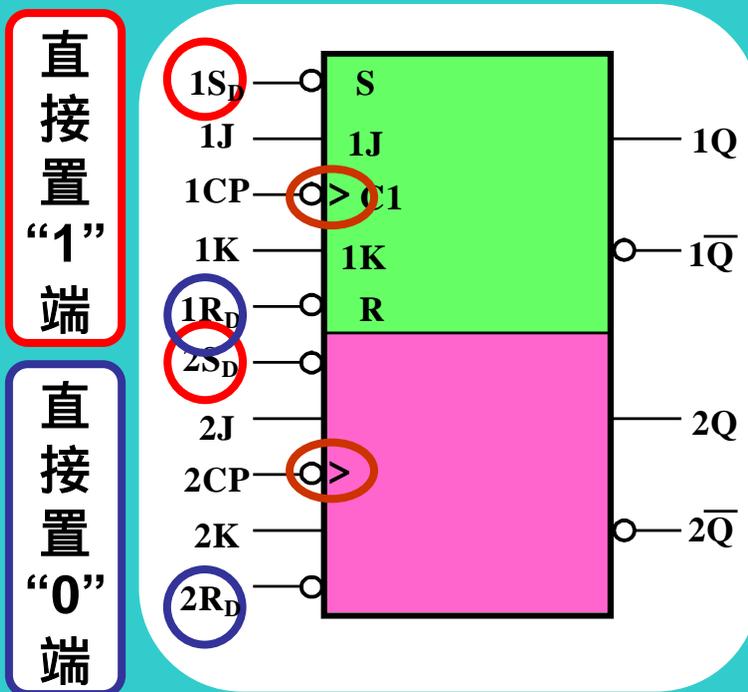
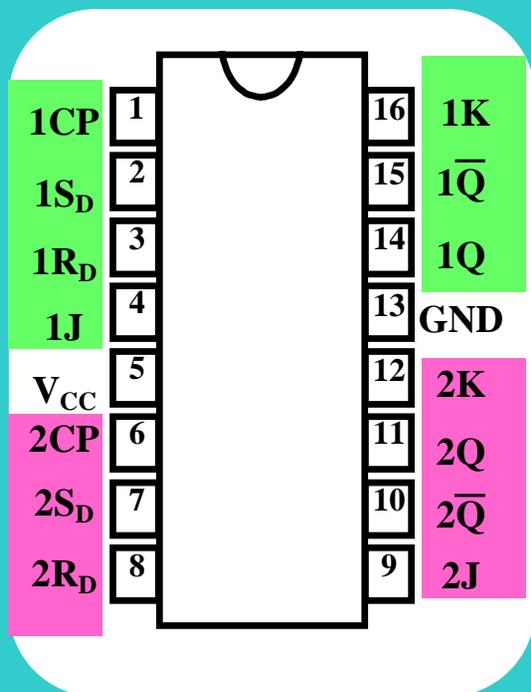
上升沿触发的JK触发器



下降沿触发的JK触发器

2、 集成边沿JK触发器---HC76

1、 逻辑符号和引脚图



高速CMOS双JK触发器

属于负跳沿触发的边沿触发器

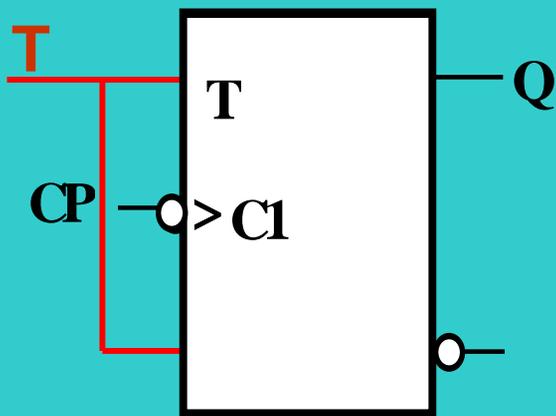
主从TTL的7476、74H76、边沿TTL74LS76等，功能都一样。

2、JK触发器HC76的逻辑功能表

输 入					输 出	
S_D	R_D	CP	J	K	Q	\bar{Q}
L	H	×	×	×	H	L
H	L	×	×	×	L	H
H	H	\downarrow	L	L	Q^n	\bar{Q}^n
H	H	\downarrow	H	L	H	L
H	H	\downarrow	L	H	L	H
H	H	\downarrow	H	H	\bar{Q}^n	Q^n

5.2.3 T触发器

1、逻辑符号



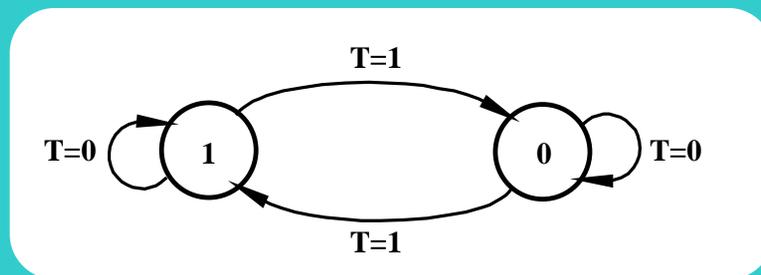
3、功能表

T	Q^n	Q^{n+1}	
0	0	0	不变
0	1	1	
1	0	1	翻转
1	1	0	

2、特性方程

$$Q^{n+1} = \begin{cases} \overline{Q^n} & (T = 1) \\ Q^n & (T = 0) \end{cases}$$

4、状态转换图

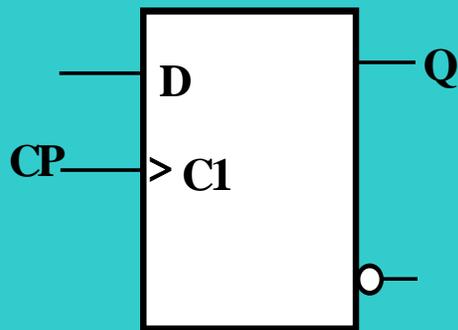


5.2.4 D 触发器

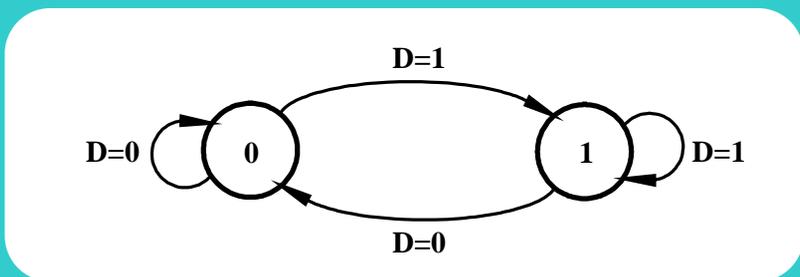
一、功能分析：

特性方程： $Q^{n+1}=D$

逻辑符号：



状态转换图：



功能表

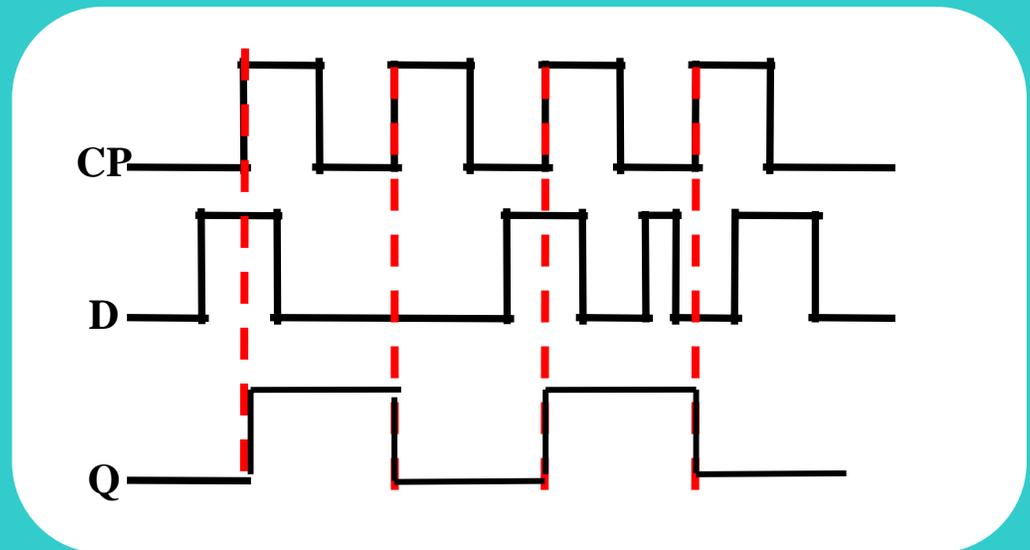
D	Q^n	Q^{n+1}
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

同
D
端

5.2.4 D 触发器

例：设上升沿触发的DFF，初态为0，给定CP和D的波形，画出Q端波形。

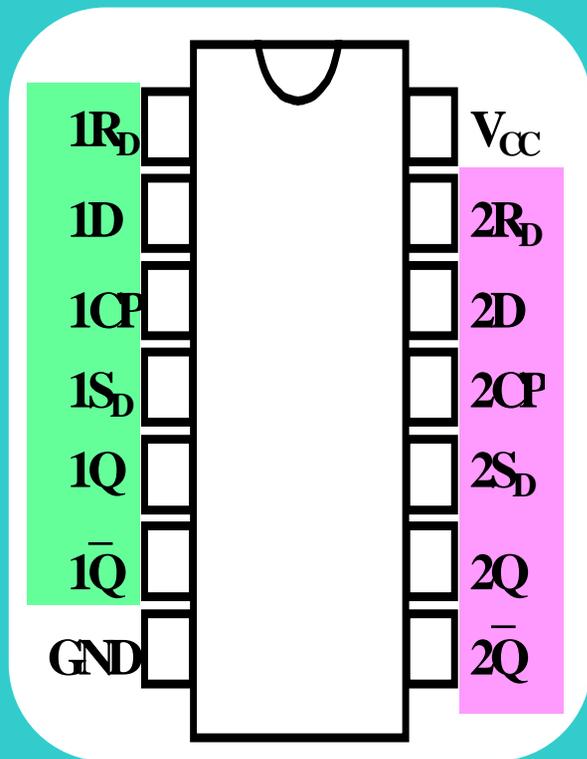
D	Q^n	Q^{n+1}
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1



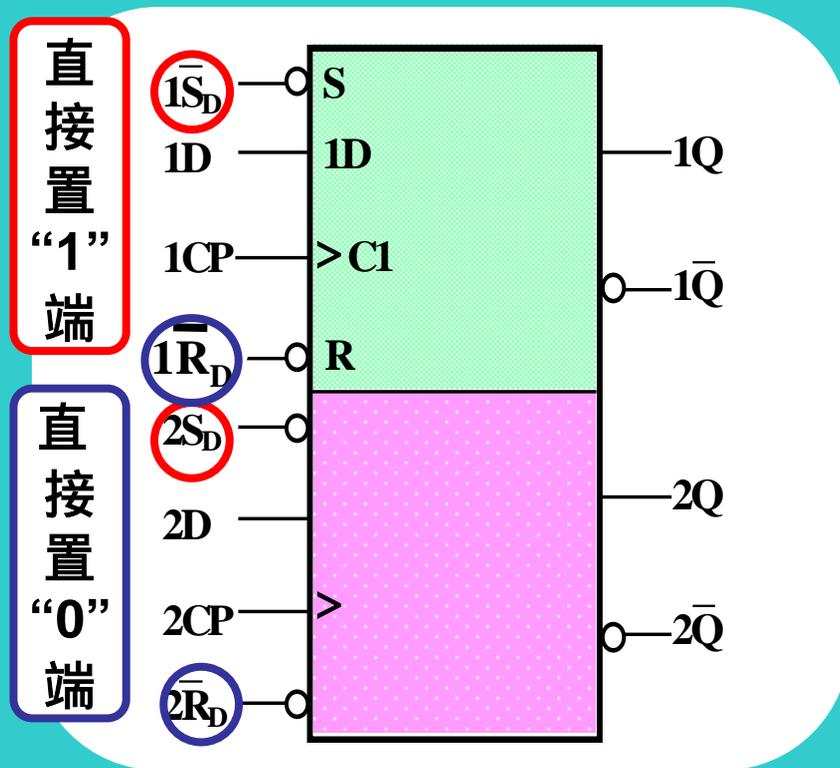
D触发器次态决定于该时刻前瞬间输入信号D的状态。

二、集成D触发器---74HC74

1、逻辑符号和引脚图



引脚图

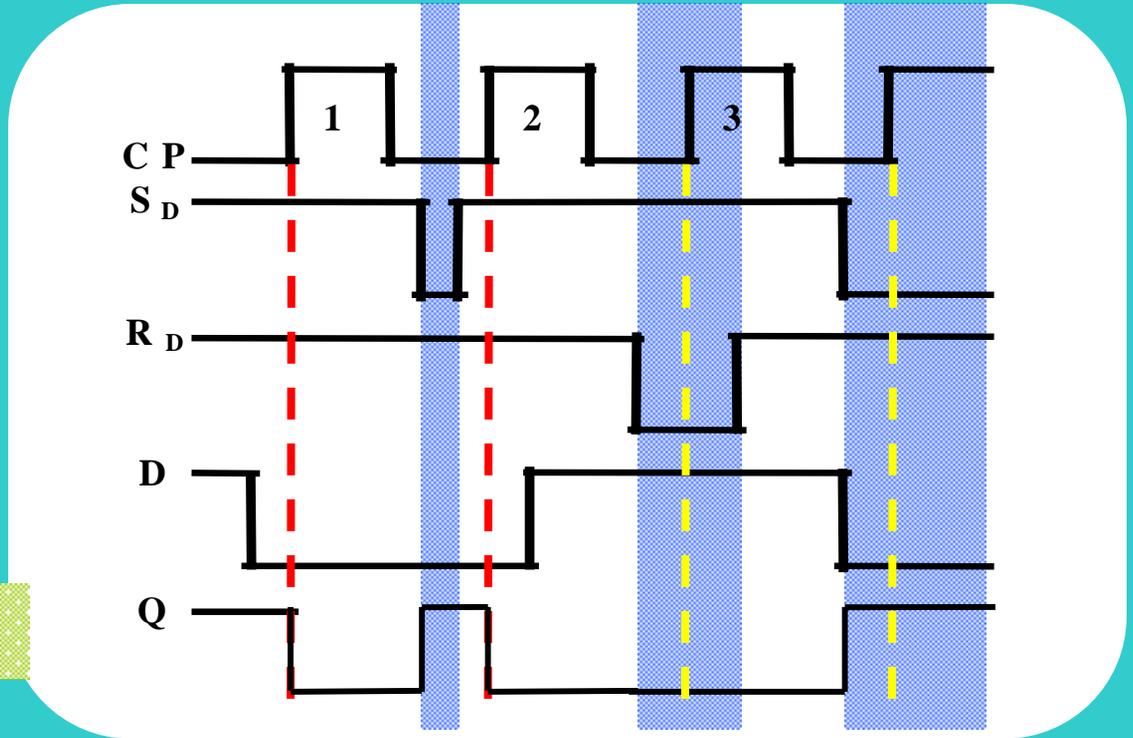
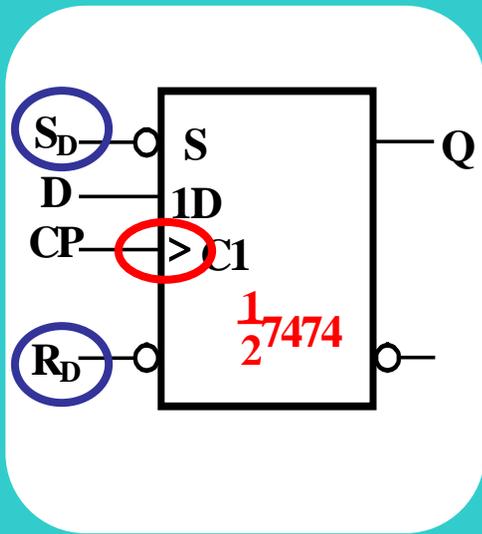


逻辑符号

2、逻辑功能表

CP	D	\overline{R}_D	\overline{S}_D	Q^{n+1}
↑	0	1	1	0
↑	1	1	1	1
↓	×	1	1	Q^n
×	×	0	1	0
×	×	1	0	1

例 $\frac{1}{2}$ 7474电路及输入CP、RD、SD和D信号波形分别如图所示，设触发器的初态为1，试对应画出输出端Q的波形。



直接置“0”、置“1”端

作业

P206 **5.2.1** (视为边沿 FF)

P207 **5.2.2** (视为边沿 FF)

P208 **5.2.10**