

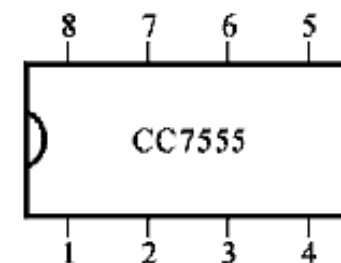
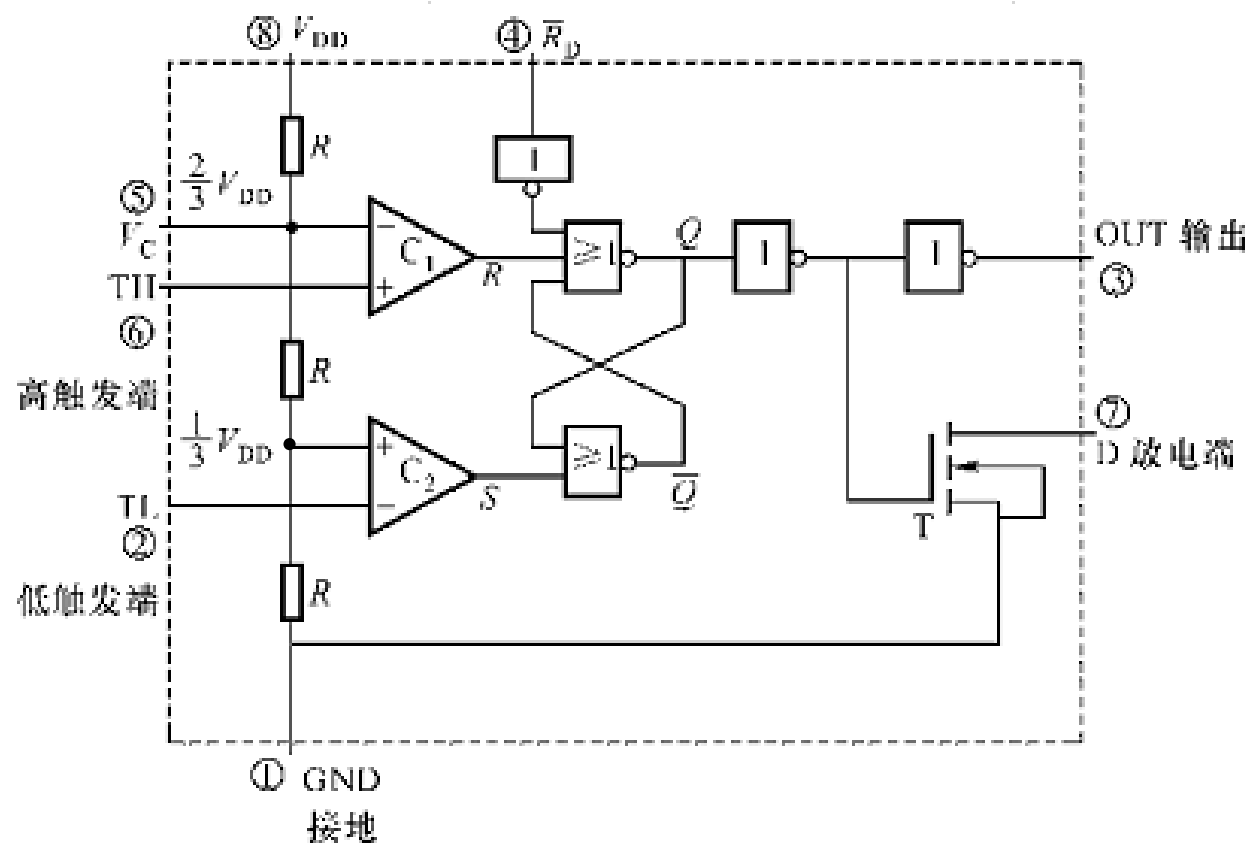
# 第5章 数字信号的产生

- 5.1 由CMOS门组成的晶体振荡器
- 5.2 555集成定时器电路分析
- 5.3 数字式正弦波发生器

## ◆ 555集成定时器及其应用

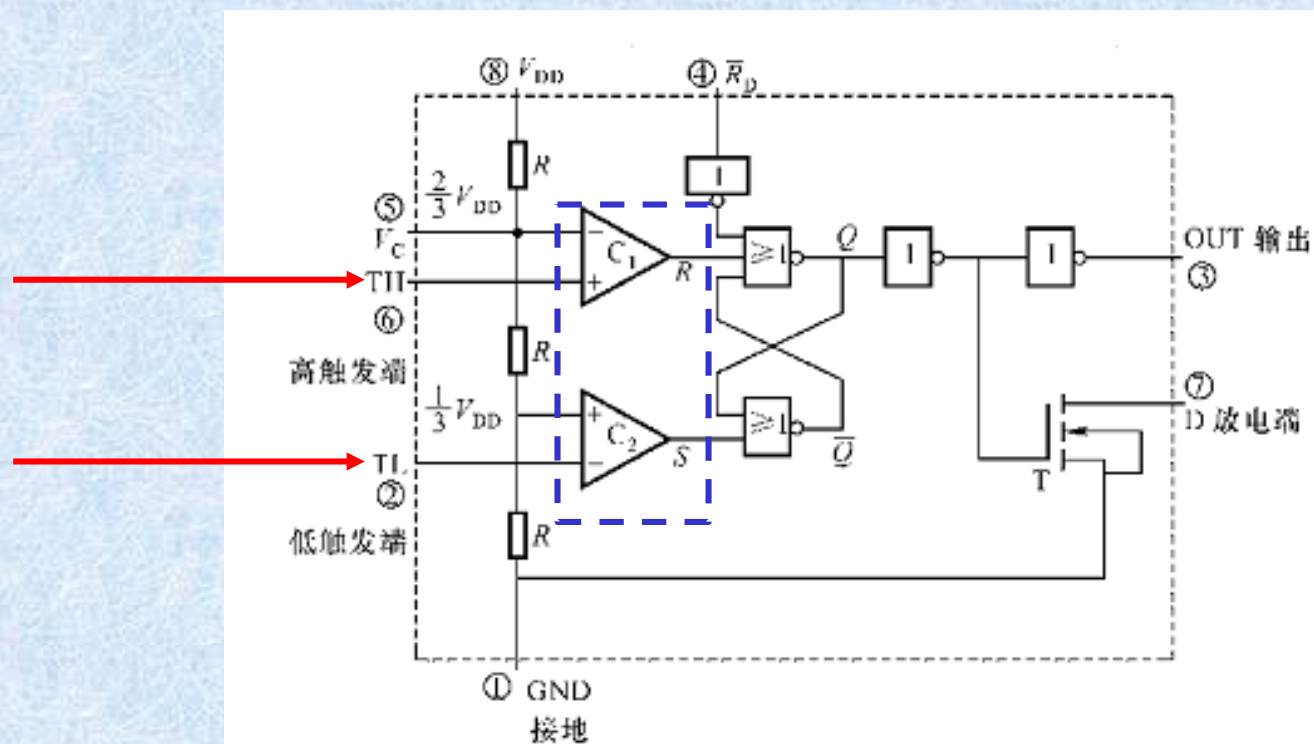
555是由模拟和数字电路巧妙结合在一起后形成的单片集成电路。由于设计思路的独特，该集成电路广泛地用在脉冲的产生、整形、定时和延时等方面。

# 1. 集成定时器的电路结构与工作特性 (CC7555为例)

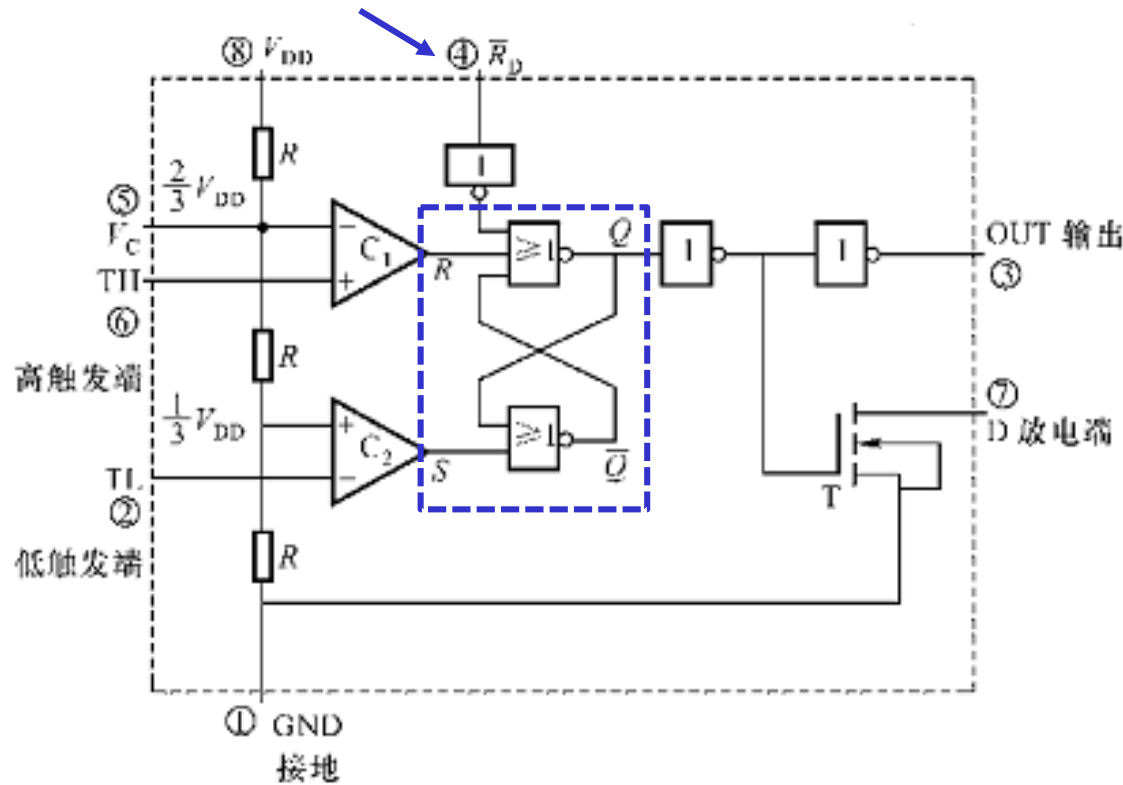


电路由三只电阻产生的两个基准电压，作为比较器的参考基准。两个比较器的输出，作为或非门组成的锁存器的触发信号，**两只非门为扩大输出电流用**，场效应管T用作开关管。

电路用8只引脚封装，控制信号主要由高触发端 $V_{TH}$ 和低触发端 $V_{TL}$ 加入。



或非门组成的RS锁  
存器功能如下：



R	S	Q
0	0	保持
0	1	1
1	0	0
1	1	禁用

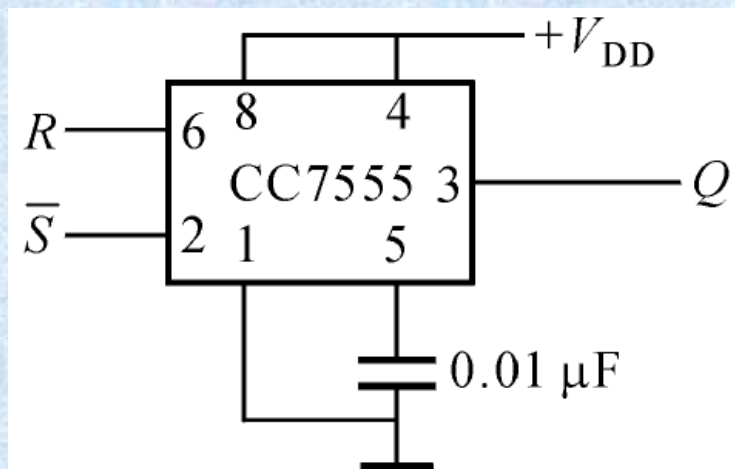
$$V_{TL} > \frac{1}{3}V_{DD} \text{ 时, } S=0 \quad V_{TL} < \frac{1}{3}V_{DD} \text{ 时, } S=1$$

$$V_{TH} > \frac{2}{3}V_{DD} \text{ 时, } R=1 \quad V_{TH} < \frac{2}{3}V_{DD} \text{ 时, } R=0$$

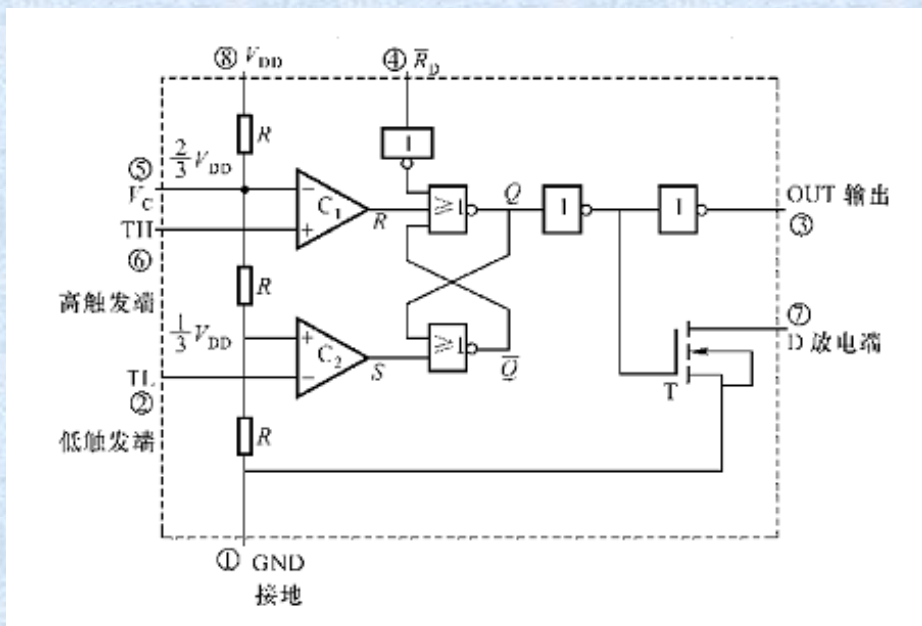


## 2. 集成定时器的应用

### ① 构成基本RS锁存器



6脚高触发端作R输入，2脚低触发端作 $\bar{S}$ 输入构成，而其它引脚不用，引脚5连接的电容器作高频旁路用，以保证参考电压稳定。

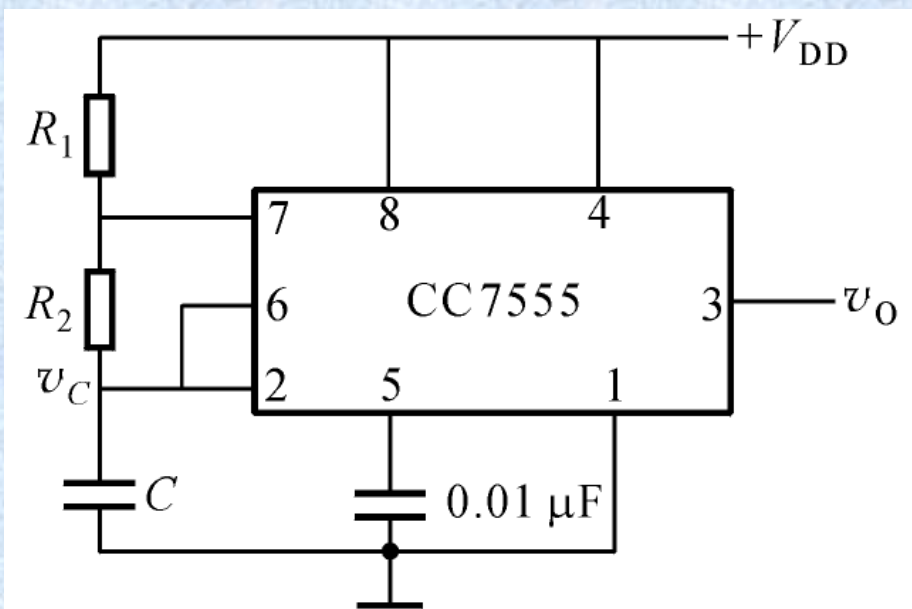


外触发信号		内部RS		输出
R	$\bar{S}$	R	S	Q
0	0	0	1	1
0	1	0	0	保持
1	0	1	1	禁用
1	1	1	0	0

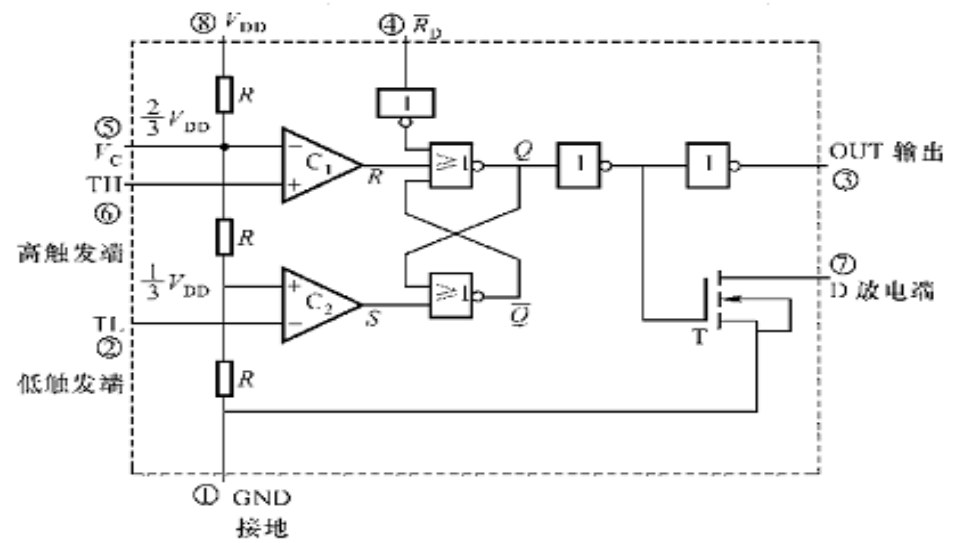
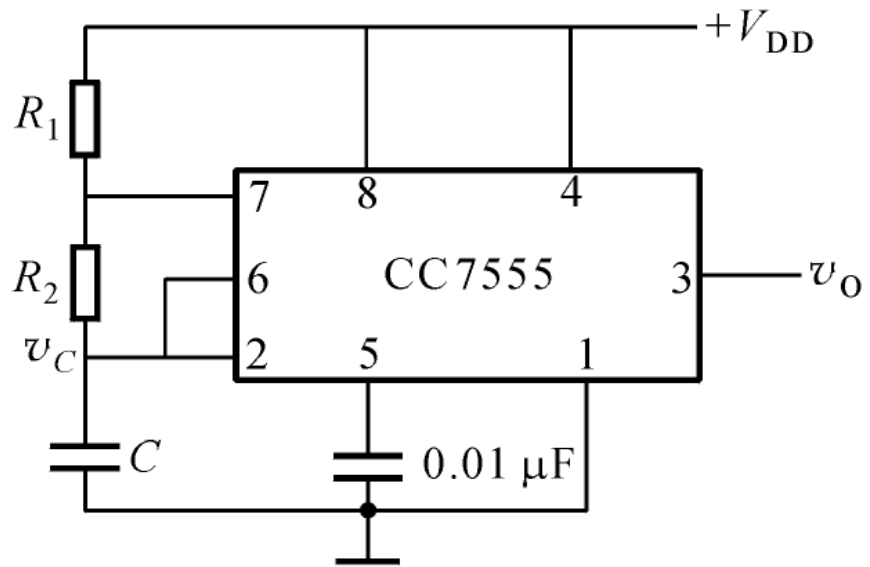
## ② 构成多谐振荡器

多谐振荡器的工作特点:只要一合上电源,不需要外加触发信号,电路的输出就能在输出高电平和输出低电平两个状态间进行自动的转换,产生前后沿都很陡的矩形脉冲波。

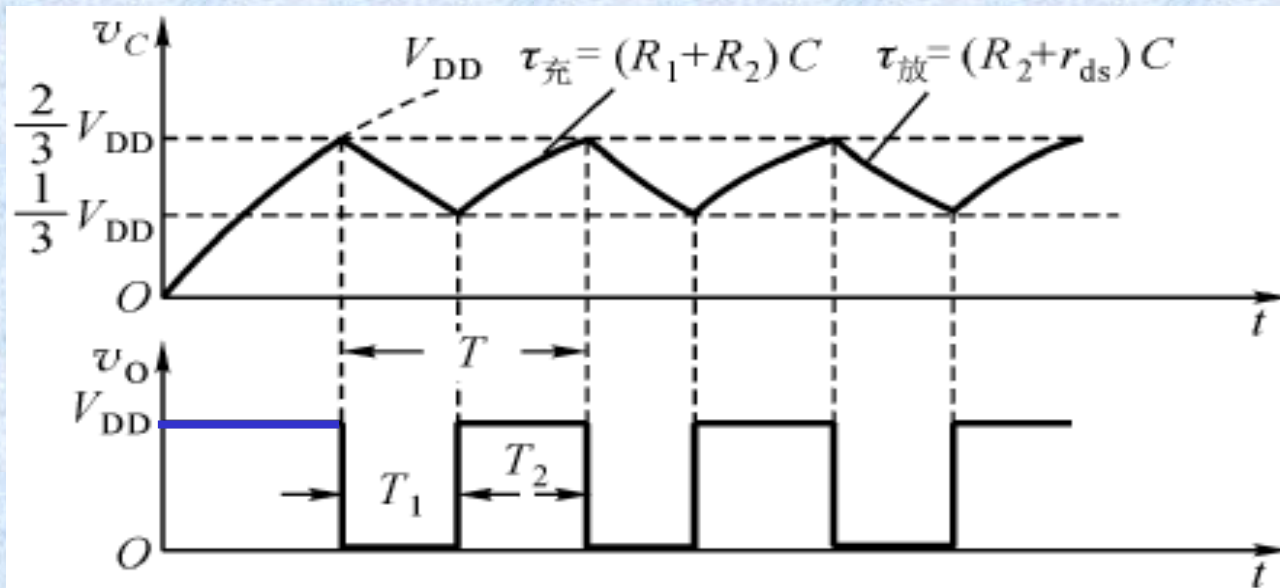
由于矩形波中含有丰富的高次谐波分量,习惯上把矩形波振荡器称为多谐振荡器



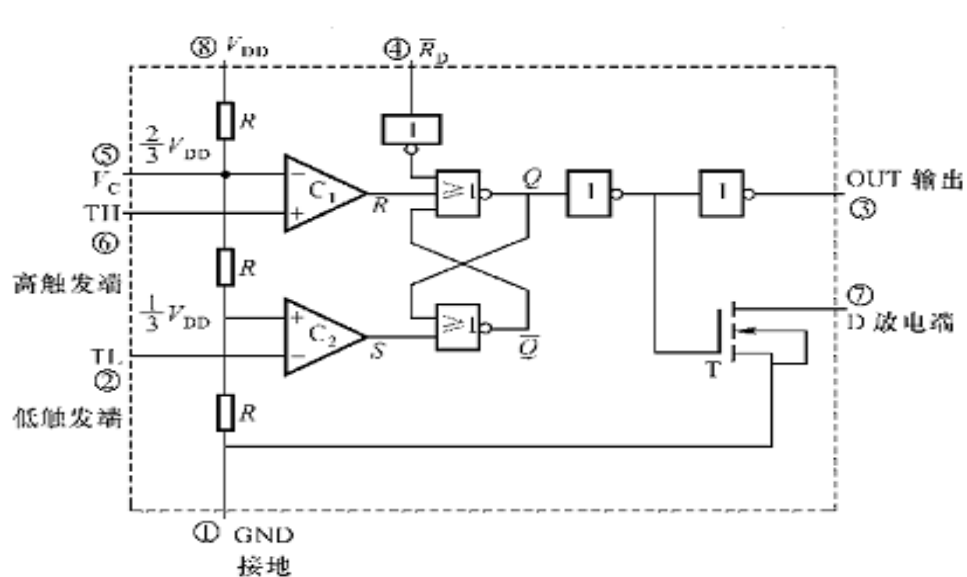
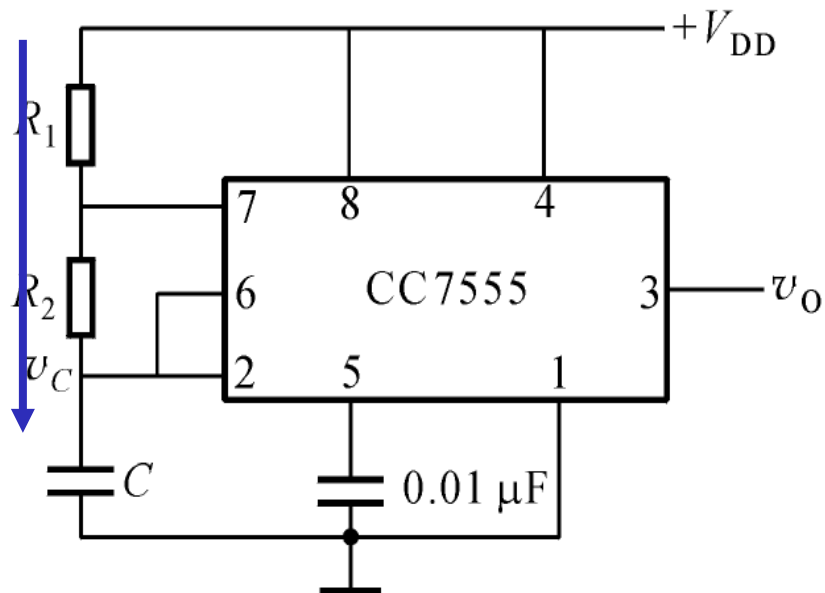
$R_1$ ,  $R_2$ ,  $C$ 是电路中的定时元件。



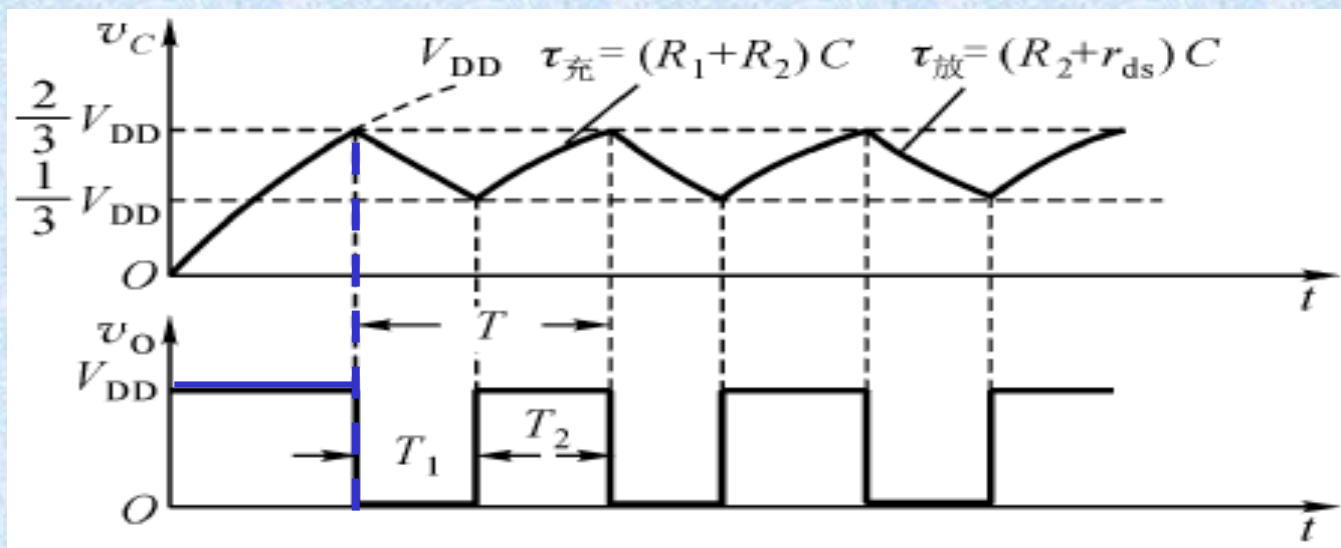
➤ 合上电源瞬间，C上的电压不能突变，引脚2、6都为0，输出为高电平，内部场效应管截止

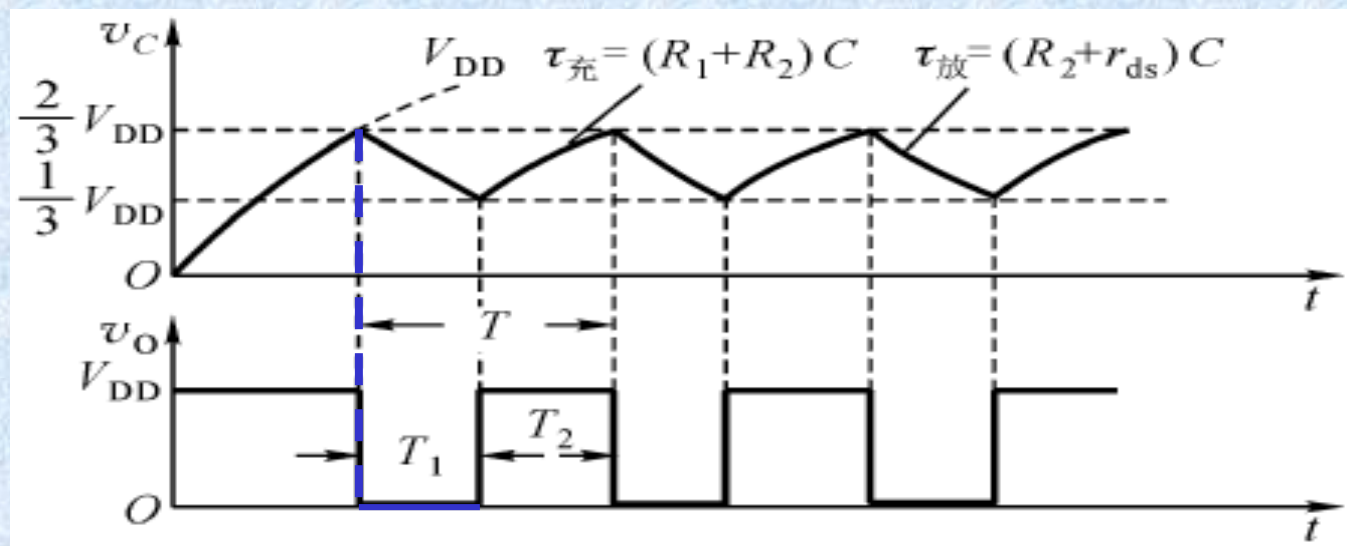
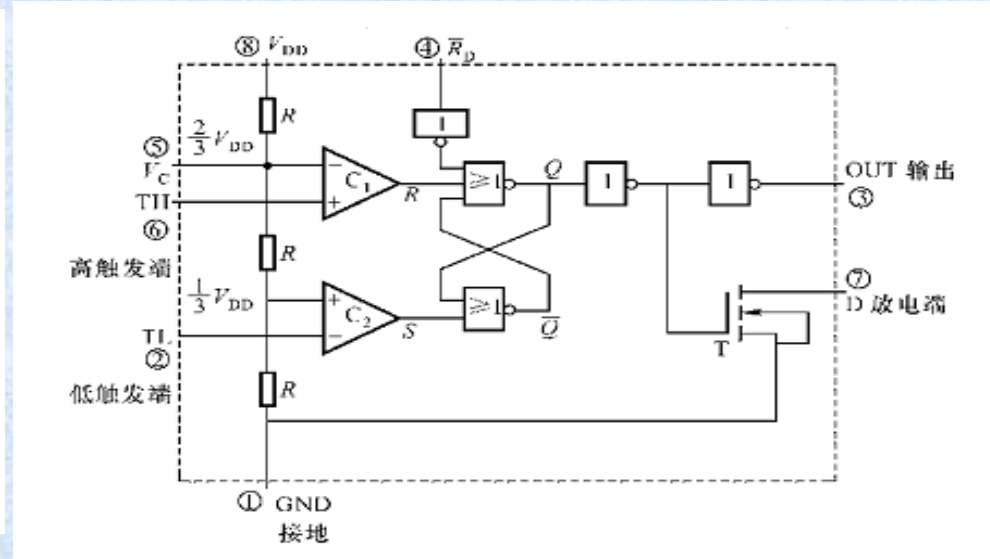
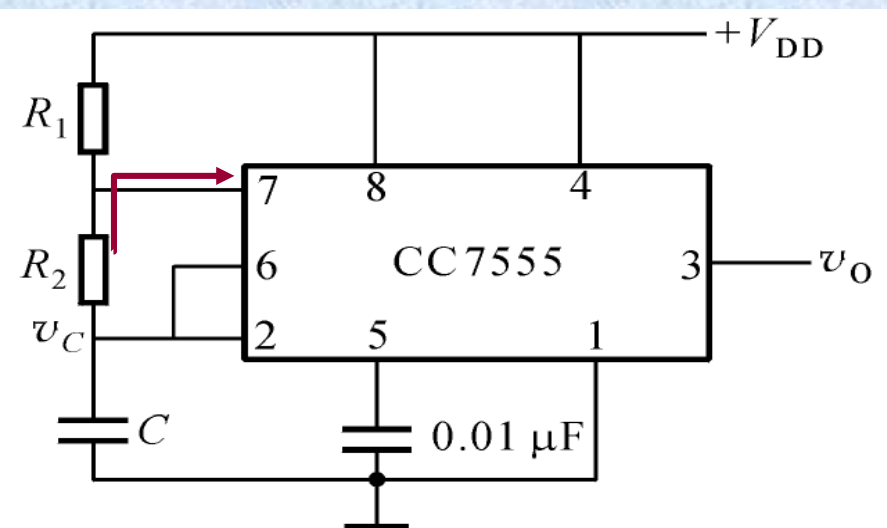




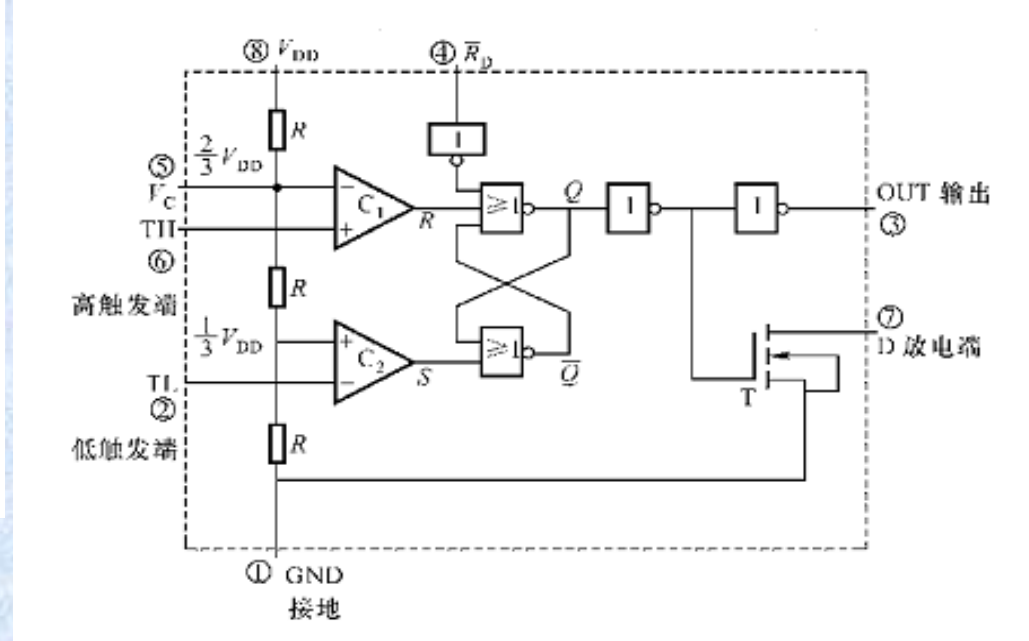
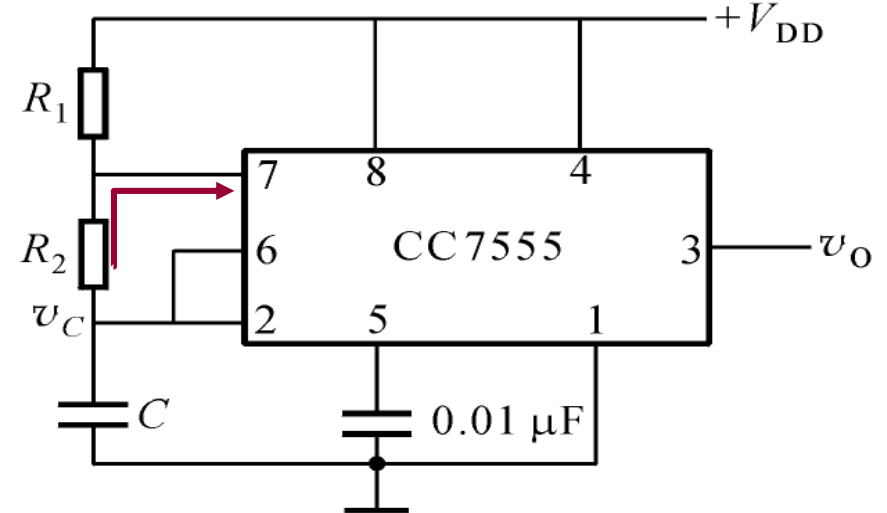


- 电容 $C$ 充电，引脚2、6电压一起升高，当升至  $(1/3)V_{DD}$  时，输出状态仍继续保持，当电容上电压升到  $(2/3)V_{DD}$  后，电路输出变为低电平，内部场效应管导通

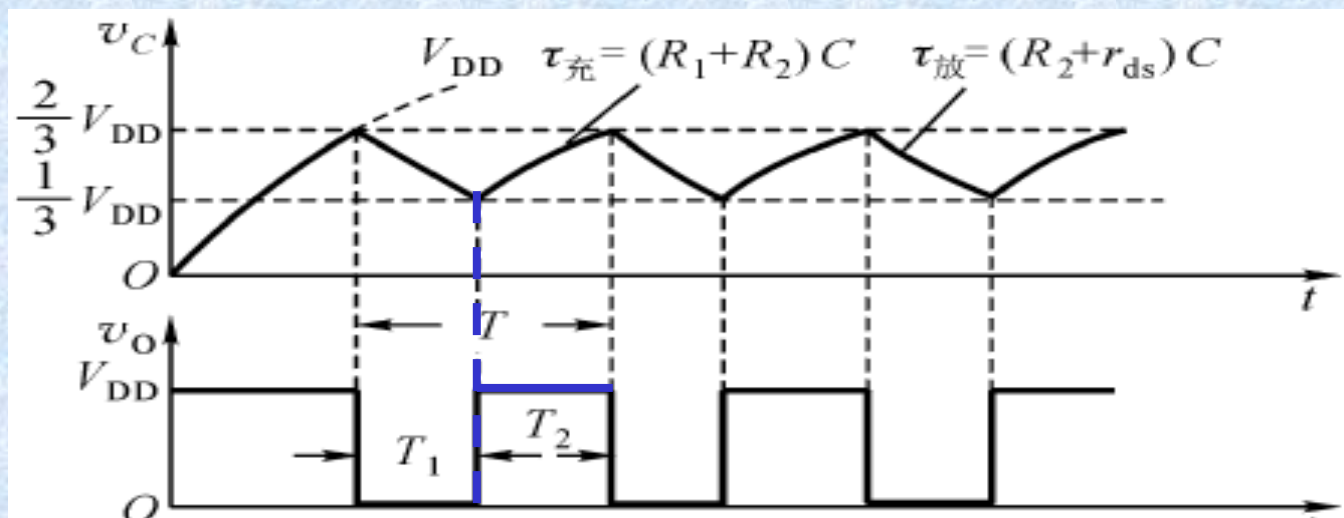




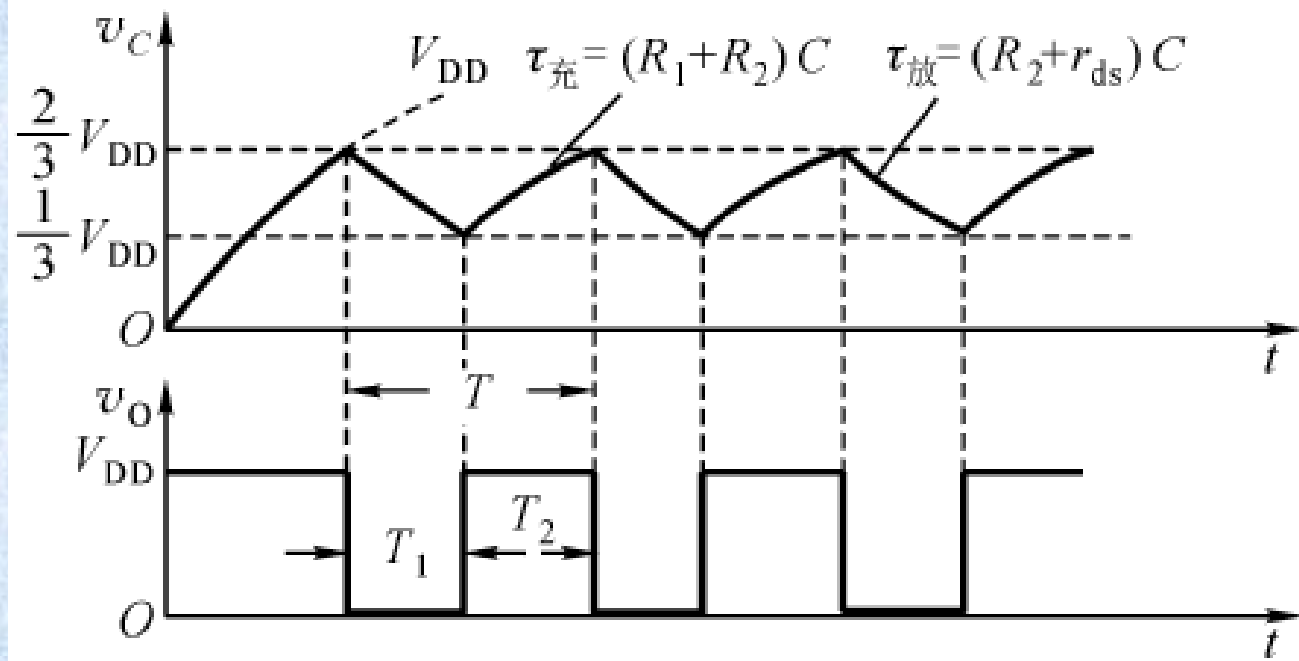
➤ C上电压通过 $R_2$ →场效应管而放电。只要一开  
始放电，电路的状态又保持，放电继续



➤ 当放至  $(1/3)V_{DD}$  时，电路的输出又变为高电平，  
C 又充电



# 振荡周期计算

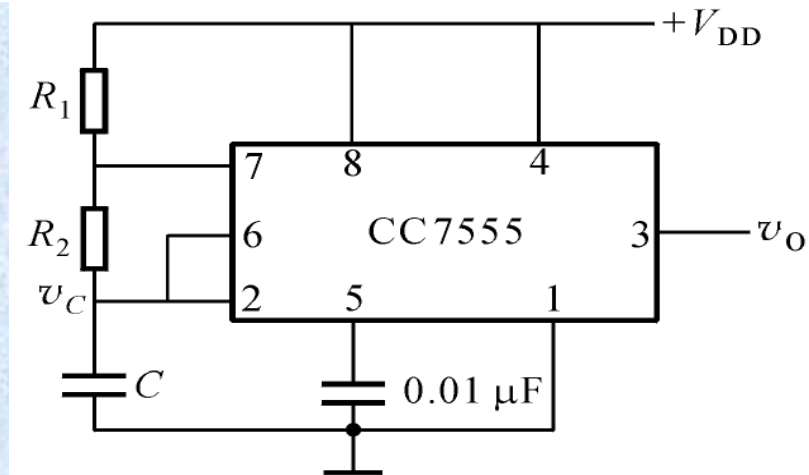


$$T = T_1 + T_2$$

$$= R_2 C \ln \frac{0 - \frac{2}{3}V_{DD}}{0 - \frac{1}{3}V_{DD}} + (R_1 + R_2)C \ln \frac{V_{DD} - \frac{1}{3}V_{DD}}{V_{DD} - \frac{2}{3}V_{DD}}$$

$$= (R_1 + 2R_2)C \ln 2$$

占空比  $D = \frac{T_2}{T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}$



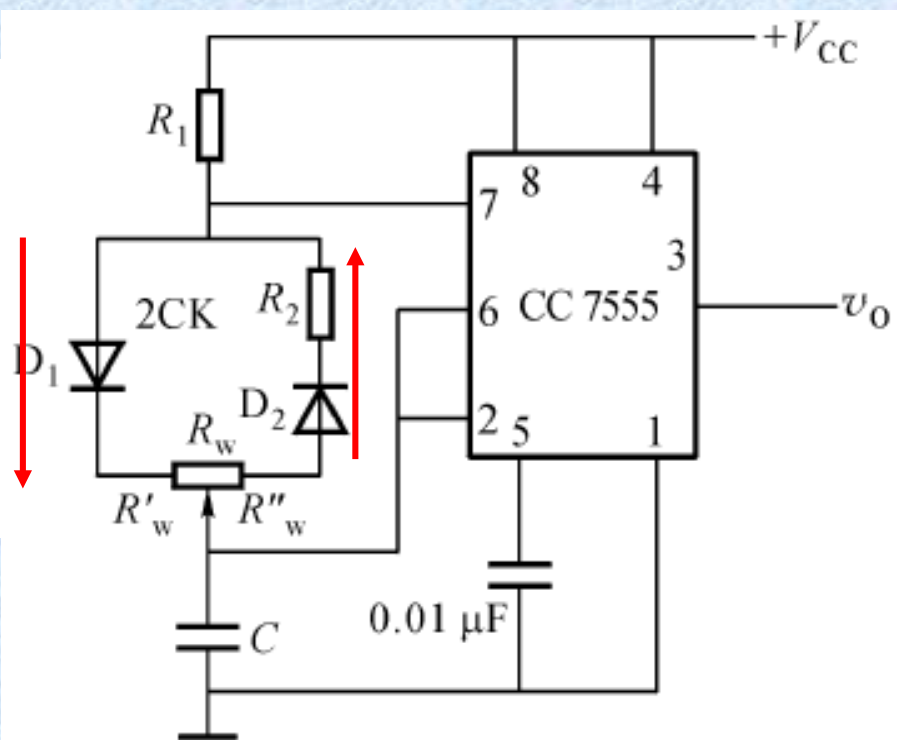


## ➤ 几种改进电路:

### (a) 占空比可调的多谐振荡器

实现占空比可调的基本思路是：设法使充放电回路分开。

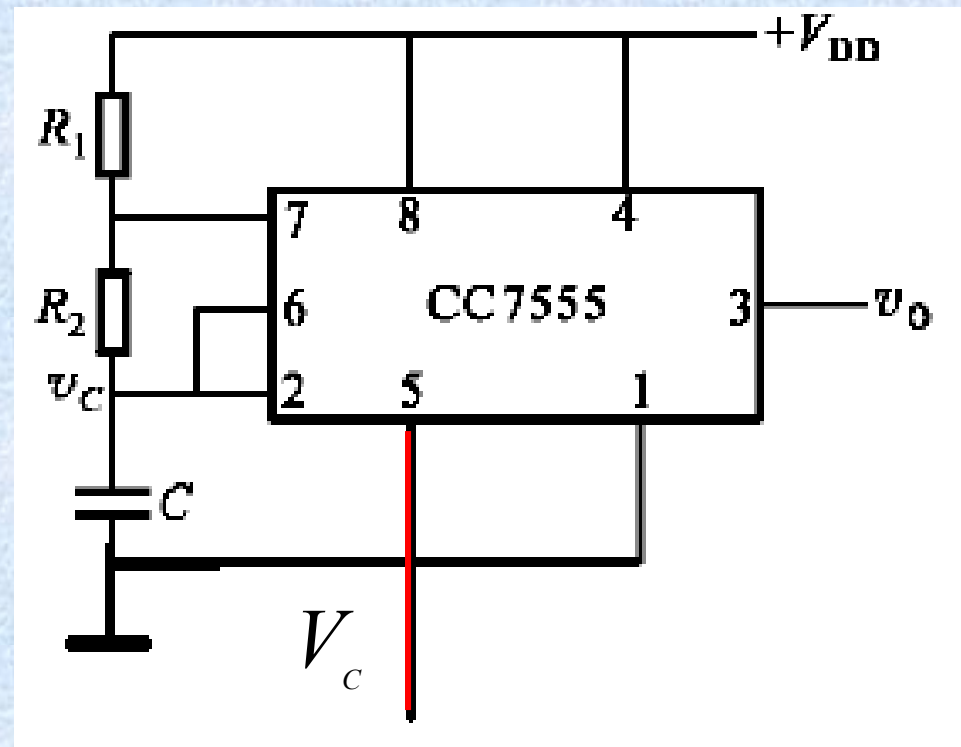
合电源瞬间，引脚2、6电压为0V，输出高电平，内部场效应管截止，C充电，充电回路为：电源  $\rightarrow R_1 \rightarrow D_1 \rightarrow R_w' \rightarrow C \rightarrow$  地  
放电回路为：  $C \rightarrow R_w'' \rightarrow D_2 \rightarrow R_2 \rightarrow$  地

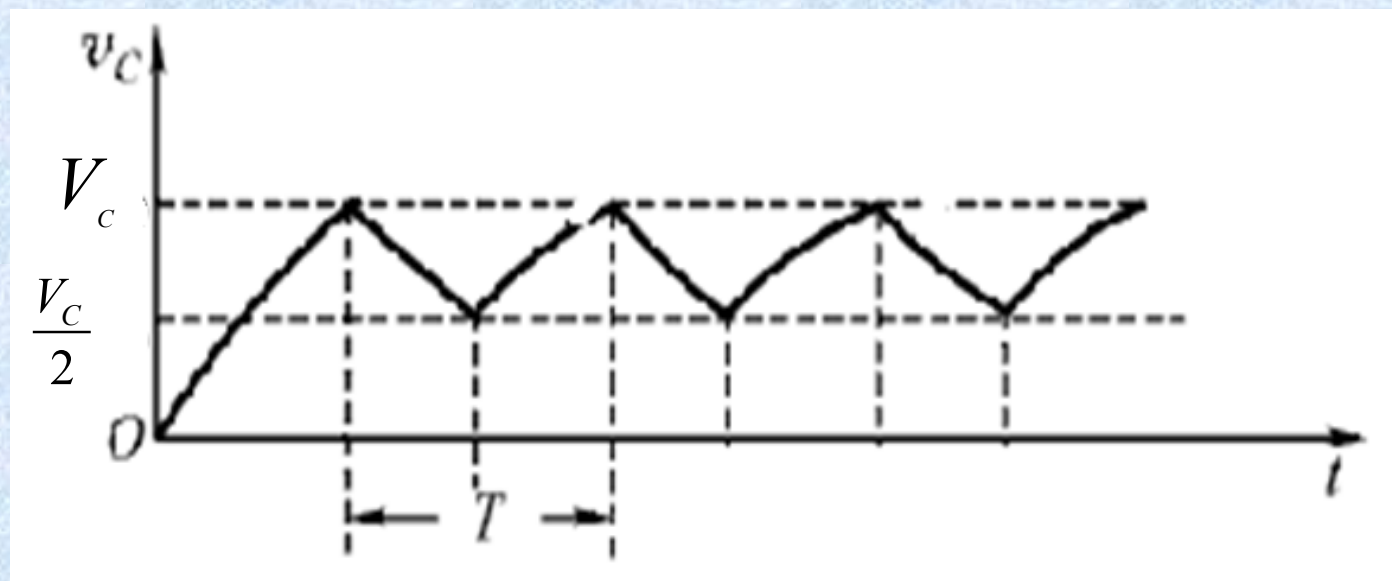
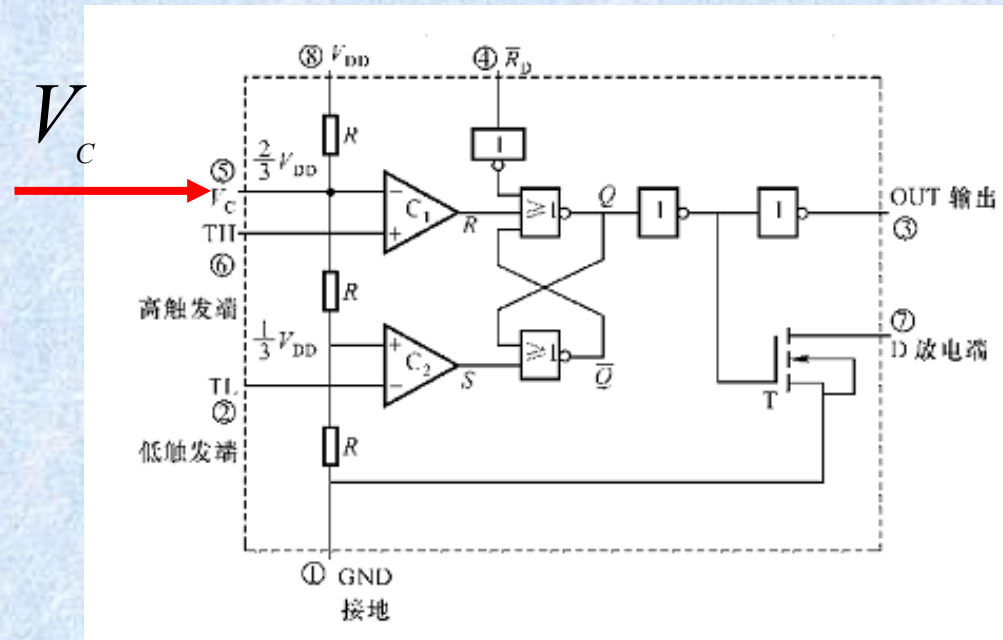
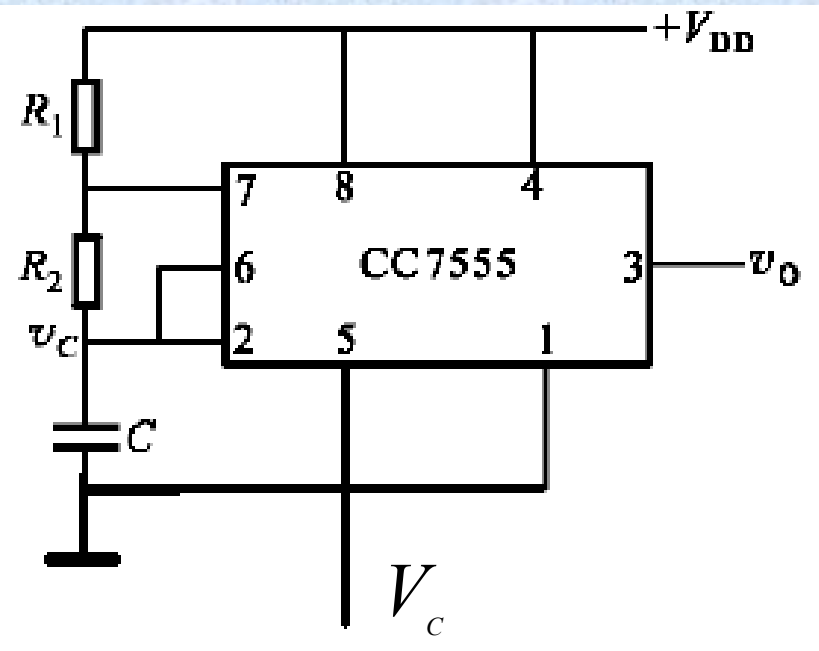


## (b) 实现压控振荡 (VCO 或 V/F)

用外加电压控制电路的振荡频率

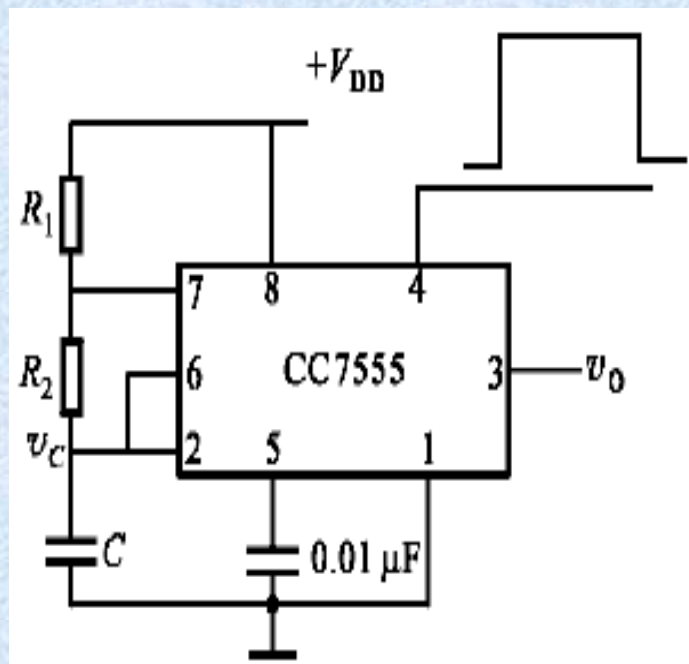
基本思路：是使两个参考电压实现可调，从而改变振荡频率。



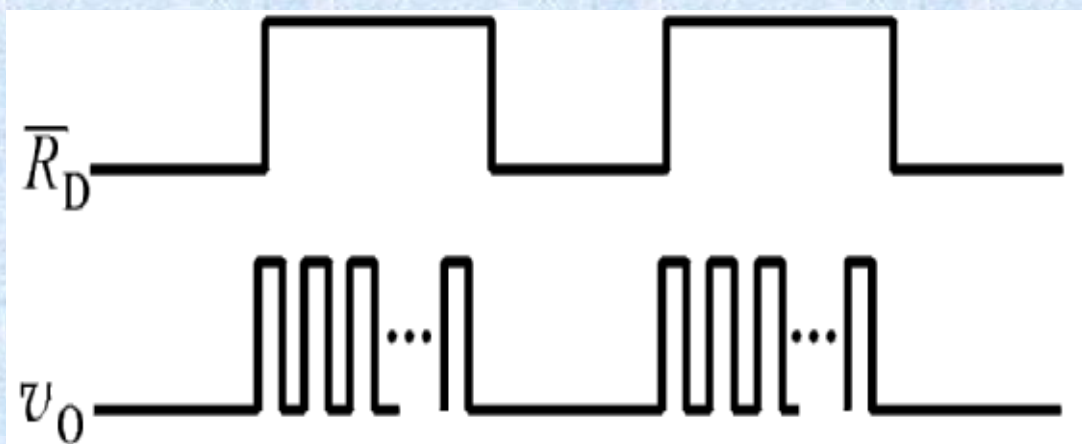


## (C) 实现脉冲调制波输出

在555的第4引脚（即复位端）加调制信号



当调制信号高电平时，电路产生高频振荡，调制信号低电平时，不振荡，输出低电平。



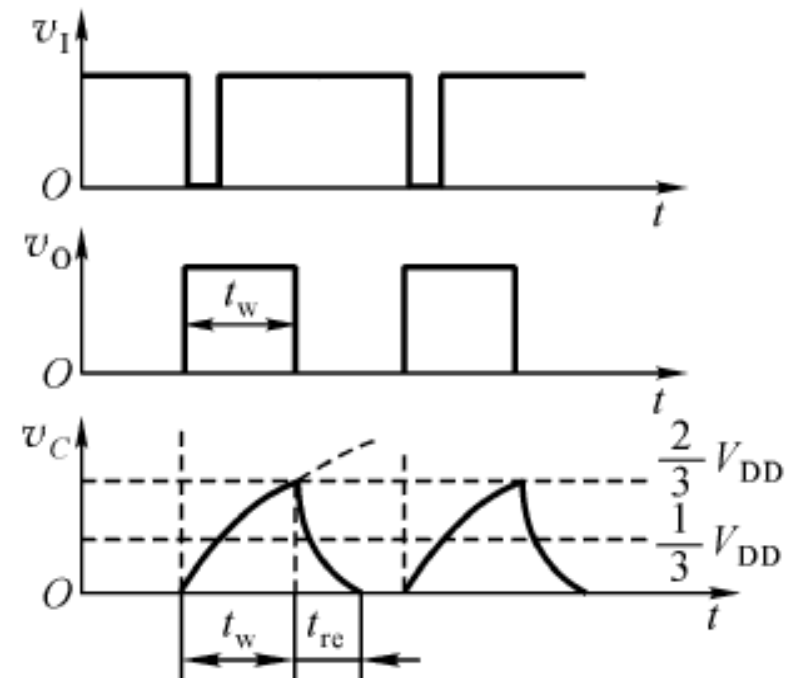


### ③ 构成单稳态触发器

单稳态触发器的工作特点：电路需要触发信号，无触发信号输入时，电路一直处在稳定状态（由电路结构决定），电路一旦受触发，输出状态立刻进入暂稳态，触发信号消失后，电路状态能在暂态维持一定时间后，自动返回到稳态，等待下一次触发。暂态的维持时间长短由电路中的定时元件决定。







$$t_W = RC \ln \frac{V_{DD} - 0}{V_{DD} - \frac{2}{3}V_{DD}} = RC \ln 3$$

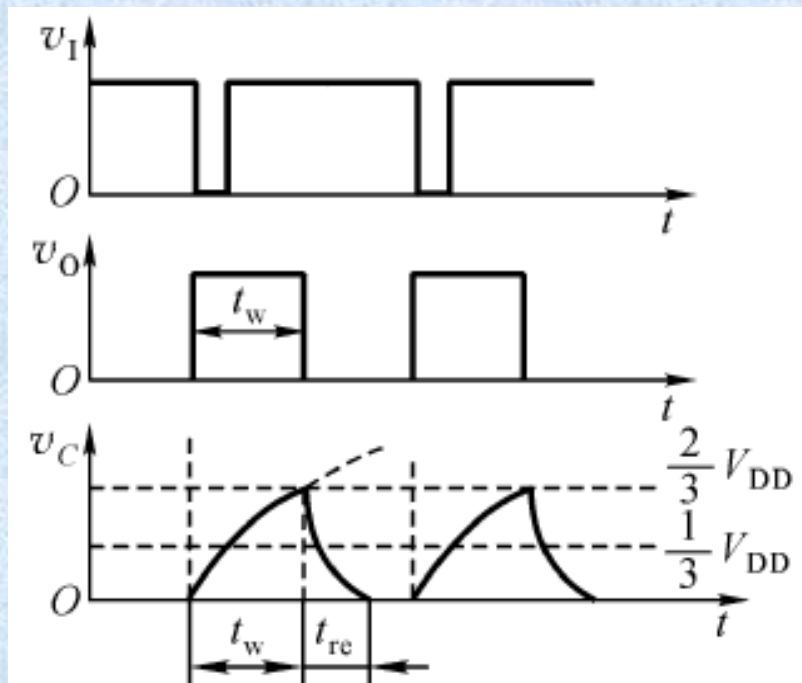
$$= 1.1RC$$

暂态结束，并使电容放光电所需时间称为电路的恢复时间

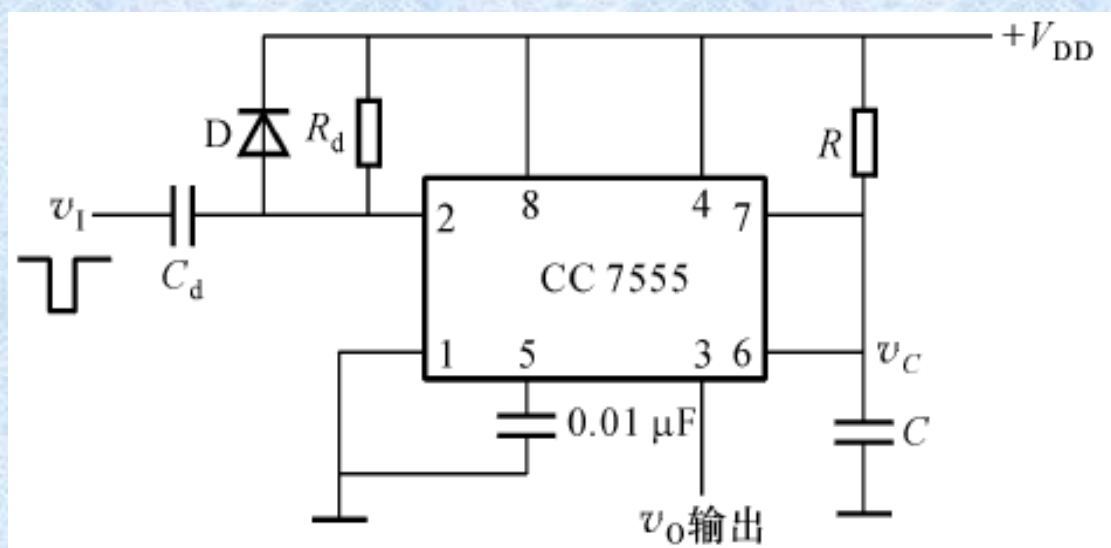
$$t_{re} = (3 \sim 5) \tau_{放} = (3 \sim 5) R_{DS} C$$

$R_{DS}$  是场效应管导通时的沟道电阻



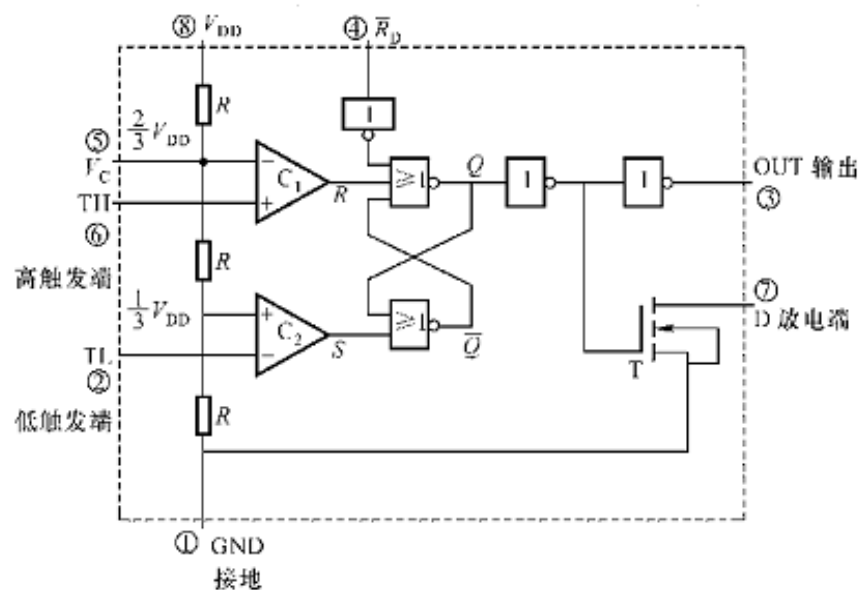
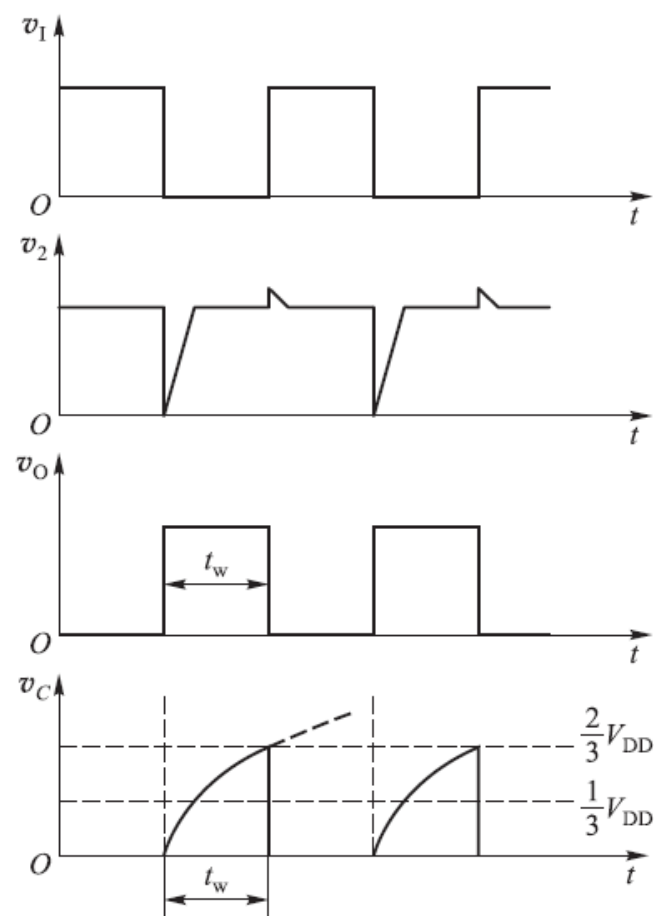
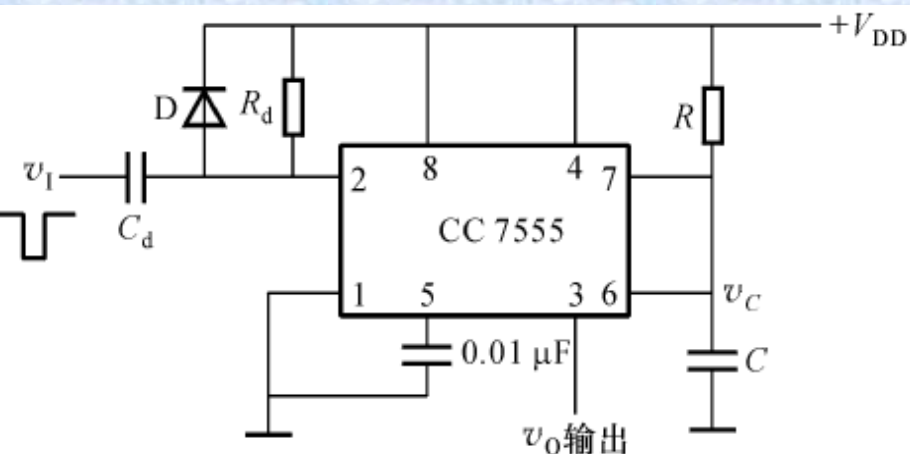


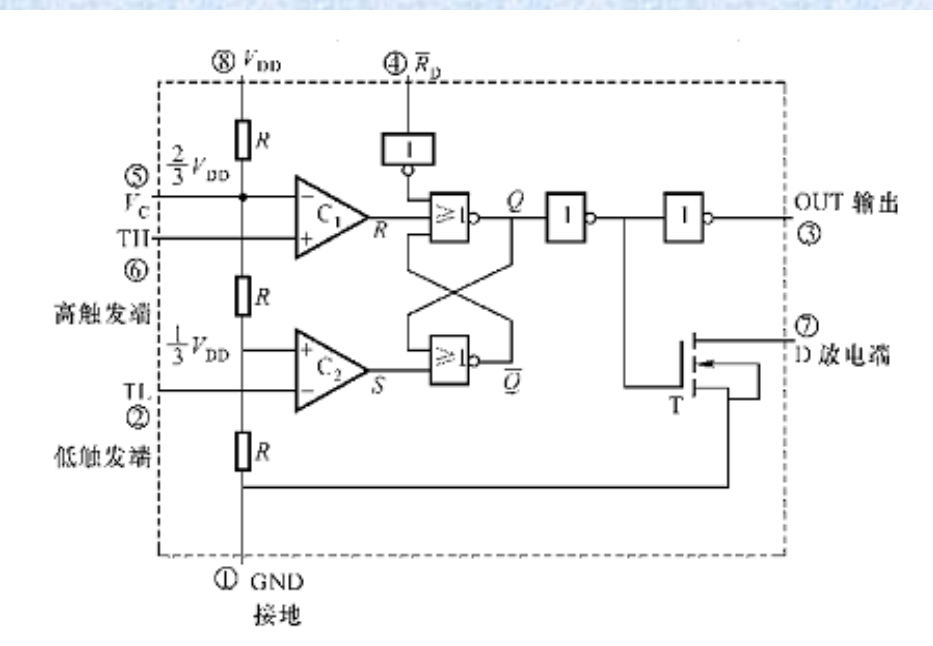
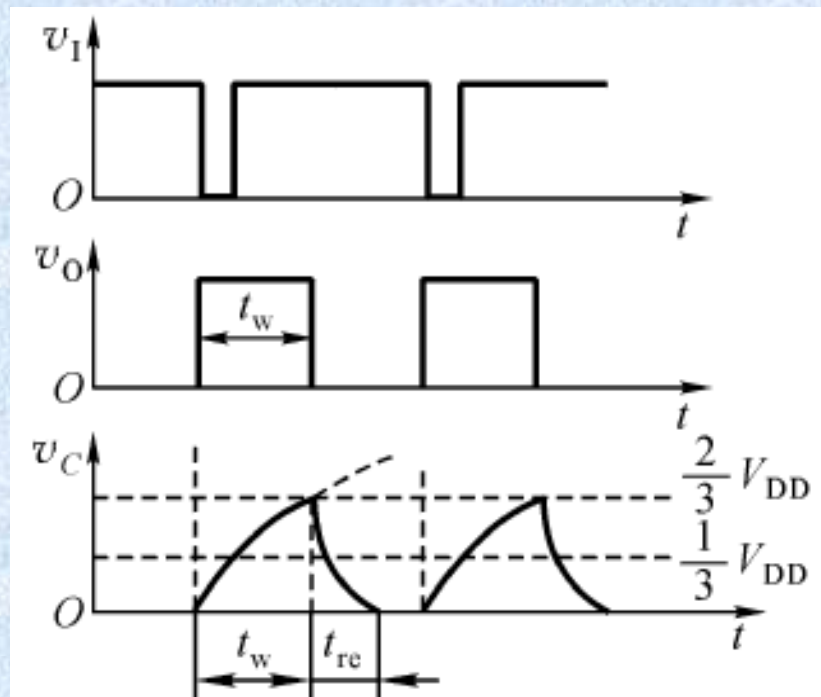
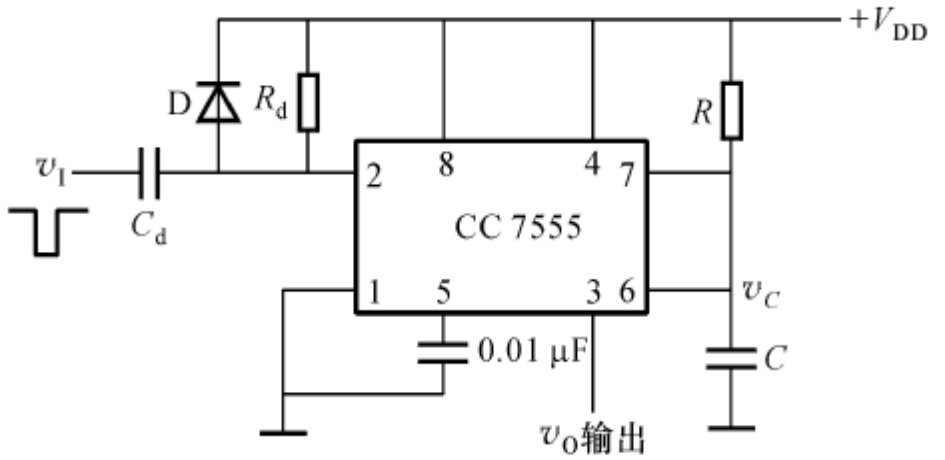
当输入脉冲的宽度大于输出脉冲宽度 $t_w$ 时，在输入端必须串接**微分电路**，将宽脉冲转换为窄脉冲。



如何得到管脚2波形？

# 加上微分电路后：

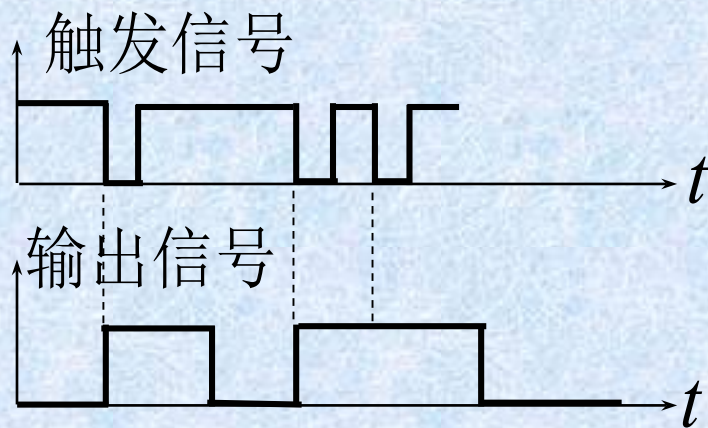




电路被触发进入暂态后，必须等待暂态结束后，并让电路状态完全回到稳态时，才能加入第二次触发信号，否则电路工作将会混乱。

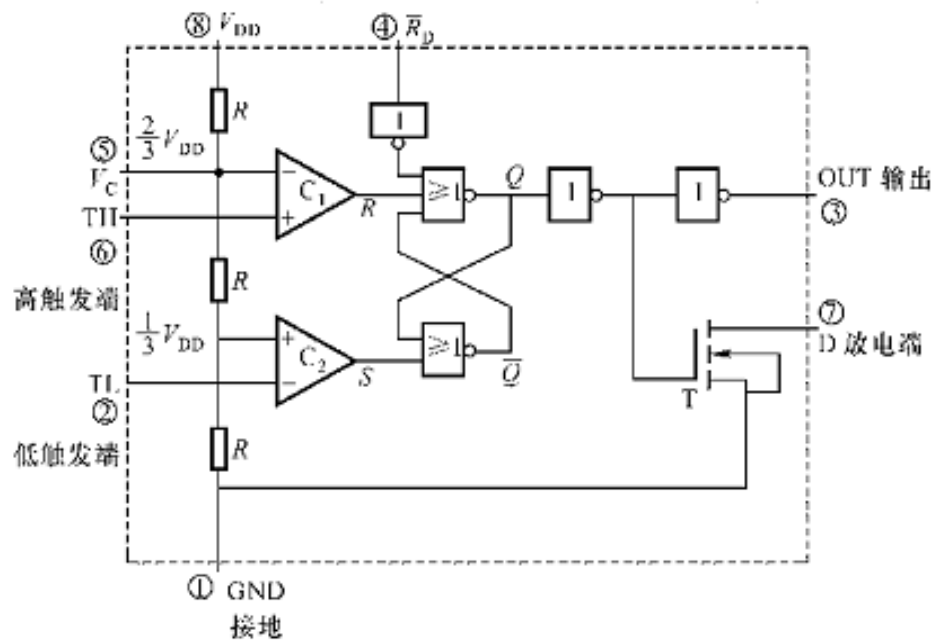
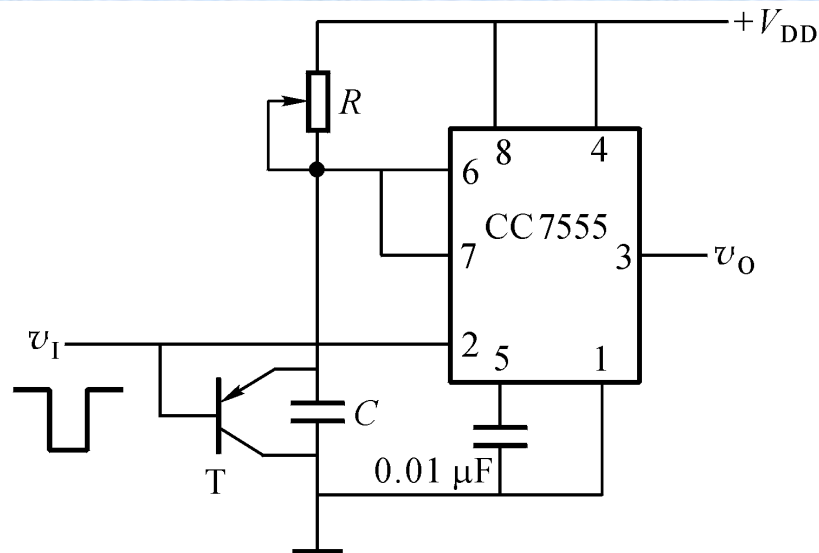
## ◆ 可重触发的单稳态触发器

可重触发是指：单稳电路在第一次受触发进入暂态定时后，可以连续加入触发脉冲，每加入一次触发信号，电路的延迟时间将从原延时继续，使暂态时间不断地延续下去，以得到长时间的延迟时间。

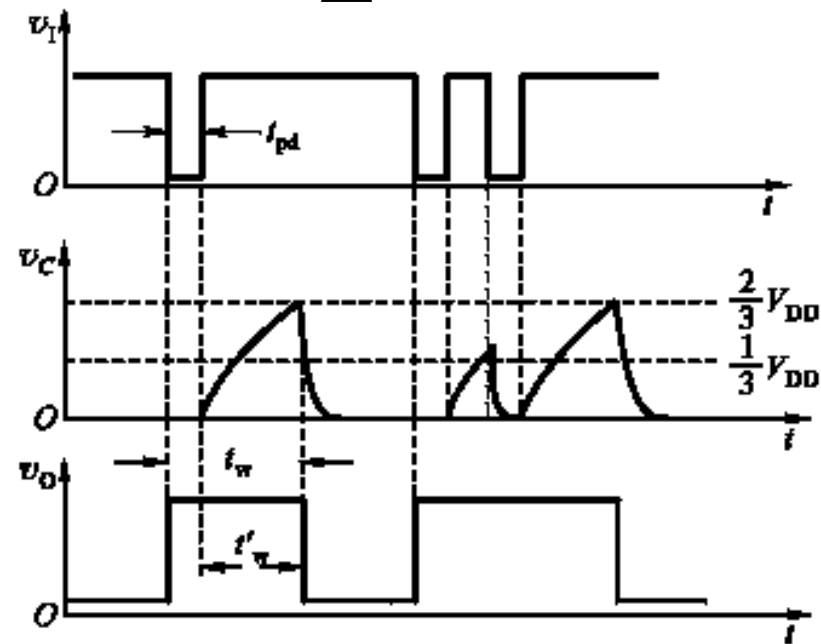


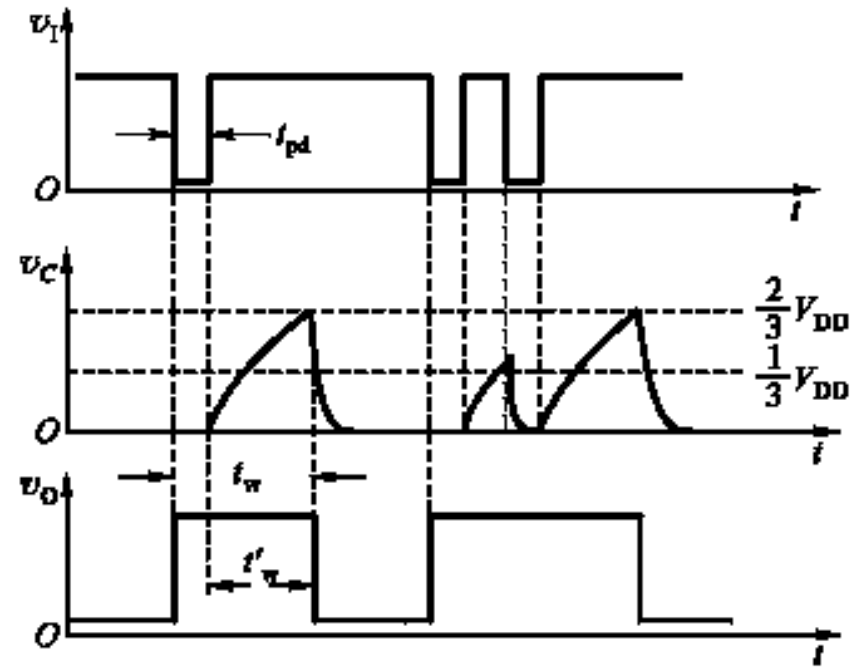
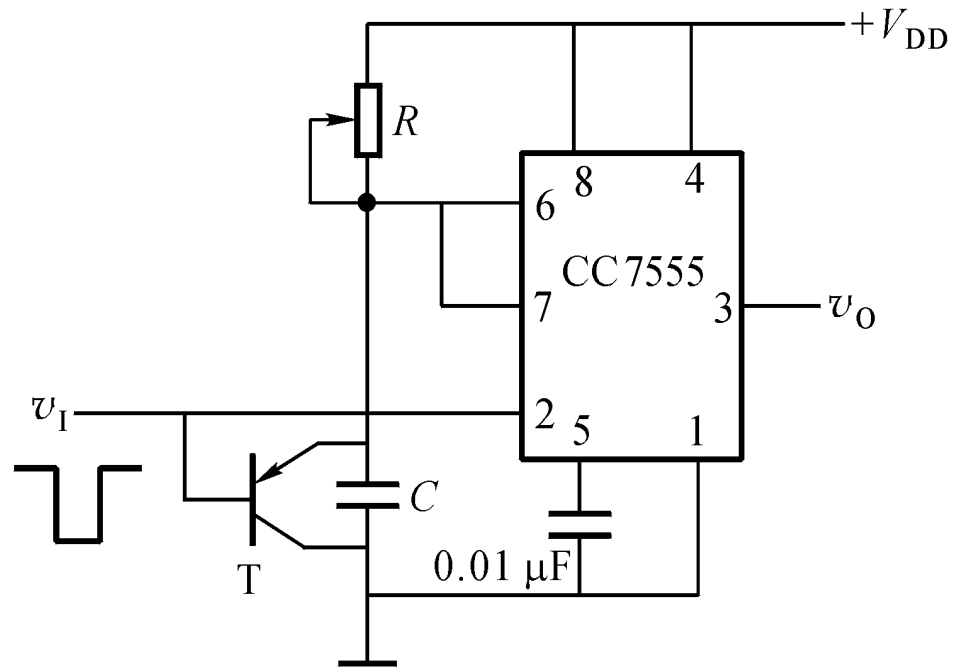


# 实现可重触发的电路



可重触发部分：电路在无触发脉冲之前，555的引脚2高电平，集成定时器输出低电平。触发脉冲低电平后，T饱和导电，引脚2、6都是低电平，定时器输出高电平





当触发信号高电平后，定时高电平输出维持，电容器C开始充电，如果之后没有触发信号，则工作过程和单次触发相同。

如果之后又有一个触发脉冲，则电容电压又被放掉，触发负脉冲过后电容又充电，进行第二次定时。

该电路可用作失落脉冲检测，或用于对电机转速或人体心率进行监视。

## ■ 集成单稳态触发器

### ◆ TTL集成单稳态触发器

不可重复触发单稳态触发器如：

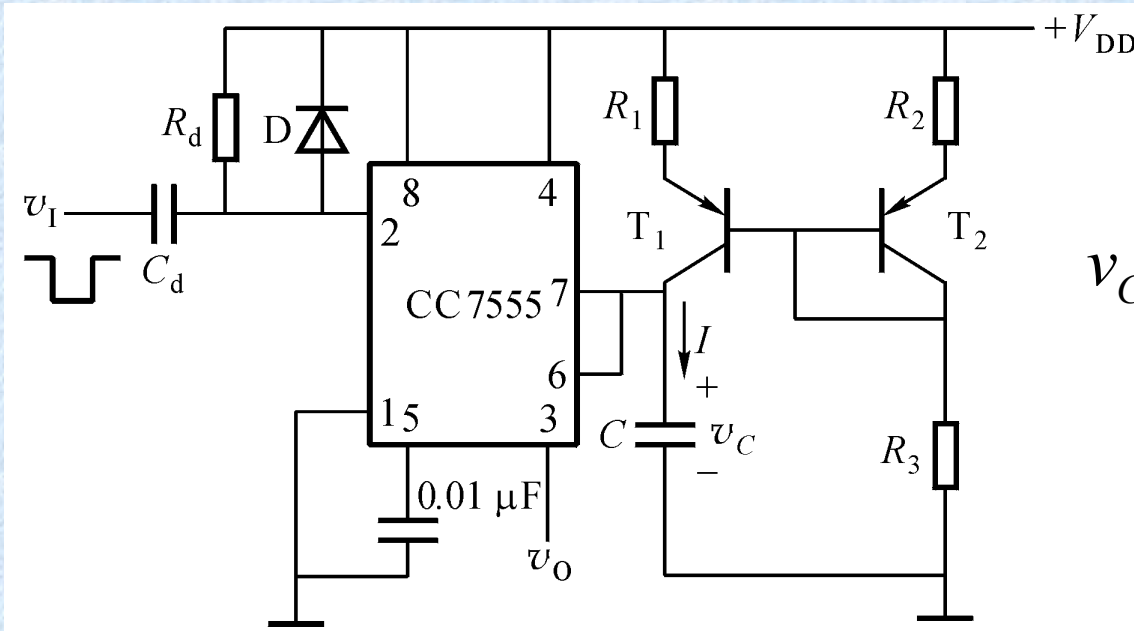
74121、74221、74LS221

可重复触发单稳态触发器如：

74122、74LS122、74123、74LS123

### ◆ CMOS集成单稳态触发器如：CC14528

\*线性优良的锯齿波发生器：采用恒流充放电措施，该电路采用镜像电流源的技术实现。



$$v_C = \frac{1}{C} \int_0^{t_w} I dt = \frac{I}{C} t_w = \frac{2}{3} V_{DD}$$

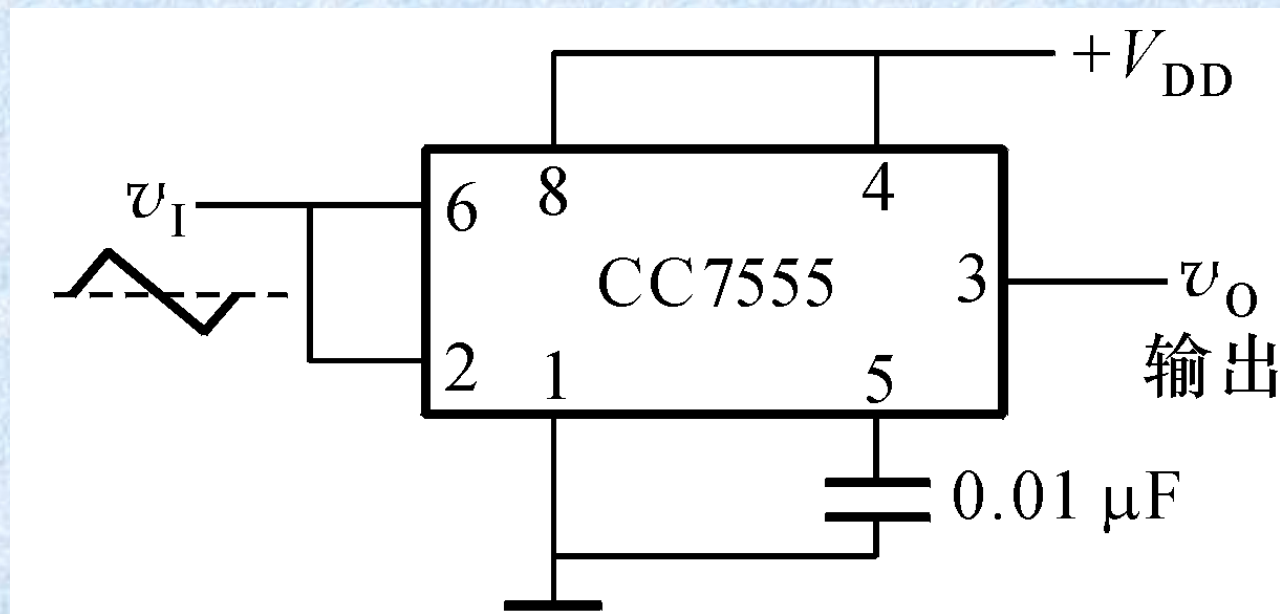
$$t_w = \frac{2}{3} \frac{V_{DD} C}{I}$$

其中由

$$V_{DD} = R_1 I_E + V_{EB} + \left( 2 \frac{I_C}{\beta} + I_C \right) R_3 \quad \text{可求出 } I \text{ 电流}$$

#### ④ 构成斯密特触发器 (Schmitt Trigger)

电路的工作特点：电路有两个稳定状态，在输入触发信号的作用下，电路的输出状态能从一个状态转换到另一个状态。







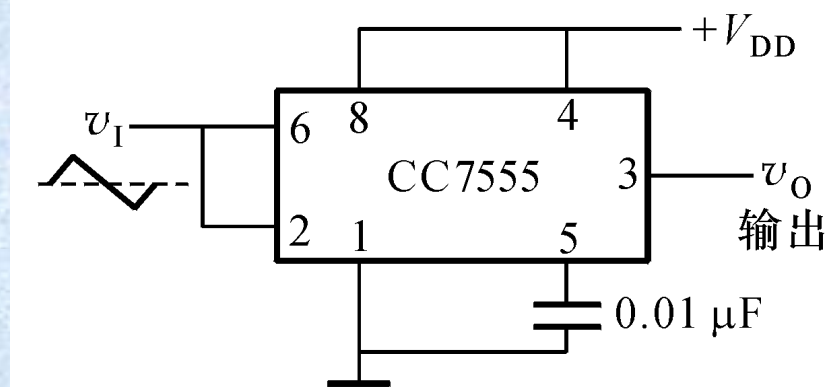
$v_I \leq \frac{1}{3}V_{DD}$  定时器内部的  $R=0, S=1$ , 输出为高电平。

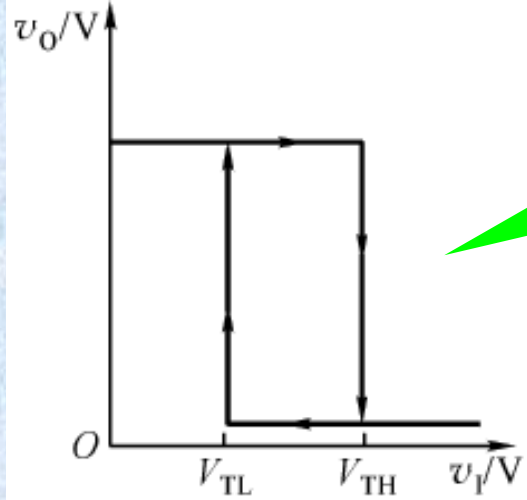
$\frac{1}{3}V_{DD} \leq v_I \leq \frac{2}{3}V_{DD}$  定时器内部  $R=S=0$ , 定时器输出状态保持。

$v_I \geq \frac{2}{3}V_{DD}$   $R=1, S=0$ , 定时器输出变为低电平

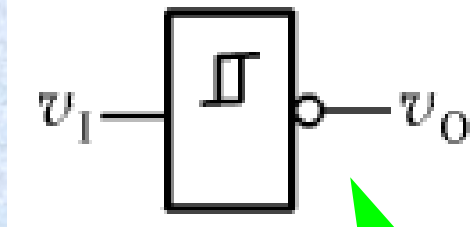
触发信号从大到小变化时:

只要  $v_I \geq \frac{1}{3}V_{DD}$ , 输出状态保持不变, 只有当  $v_I < \frac{1}{3}V_{DD}$ , 输出重新跳变为高电平。



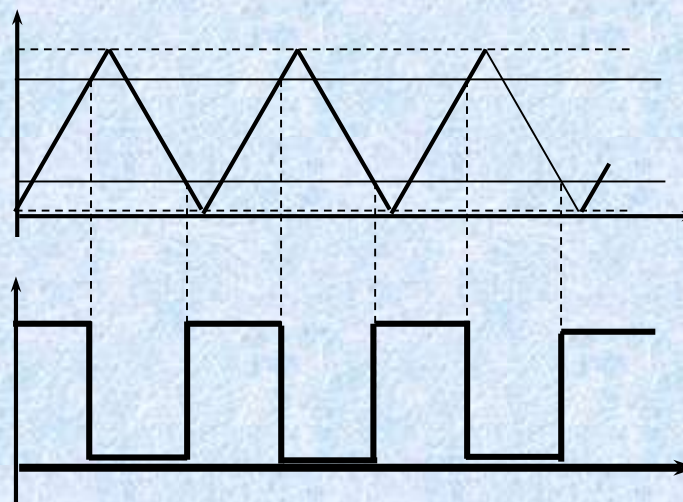


斯密特触发器电压传输特性



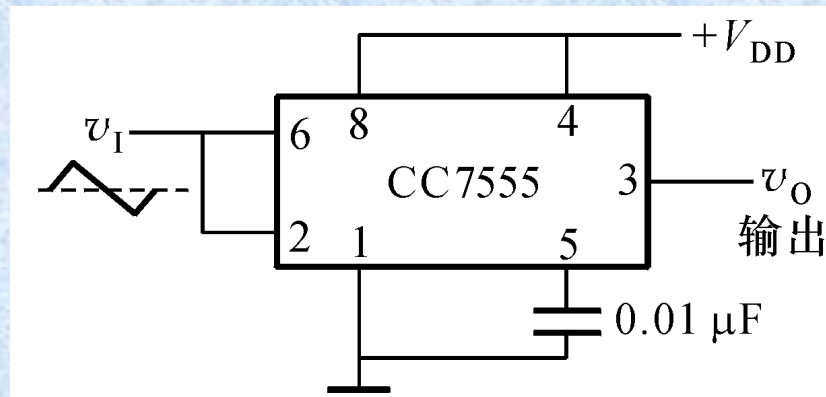
斯密特触发器电路符号

假定输入是一个三角波，则输出方波：

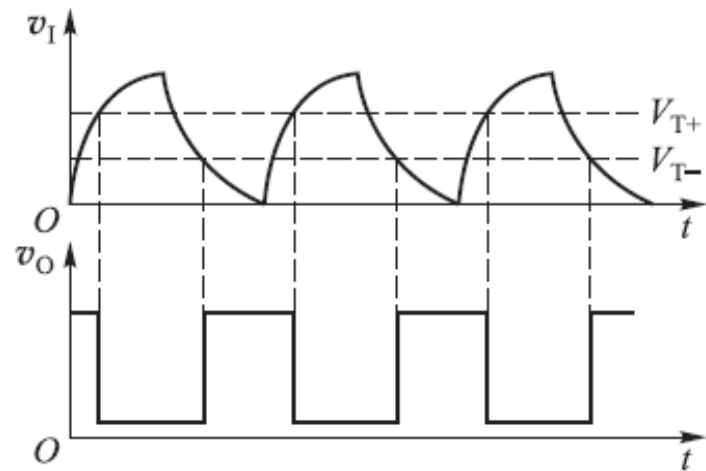
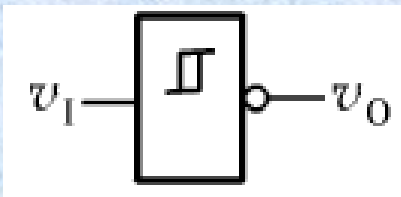


◆在电路状态转换时，内部的正反馈过程使输出电压波形的边沿很陡。即可将边沿变换缓慢的信号波形整形为边沿陡峭的矩形波

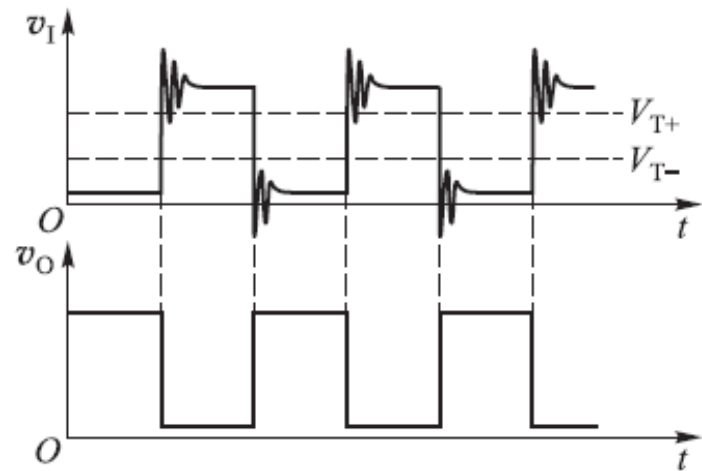
➤ 实现波形转换



## ➤ 用于脉冲整形

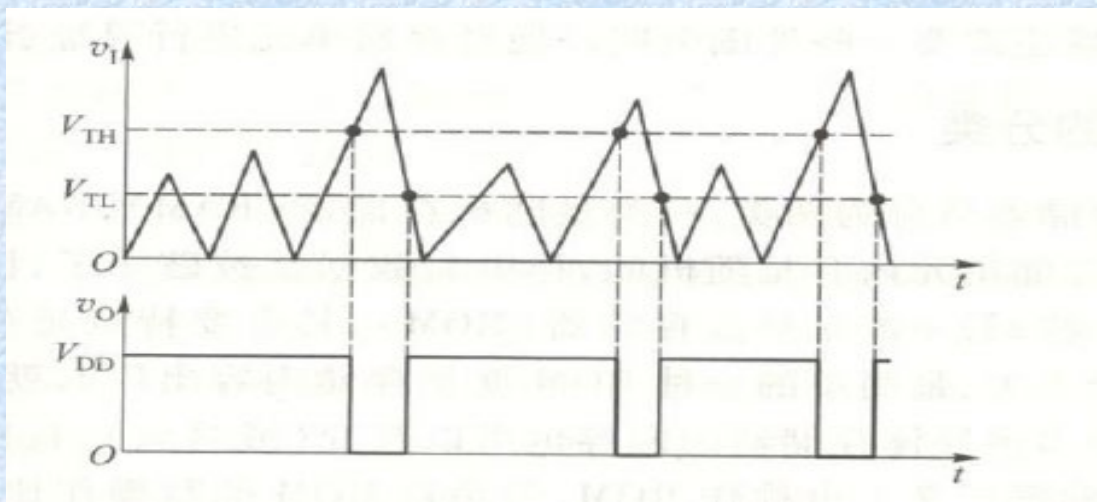


(a)



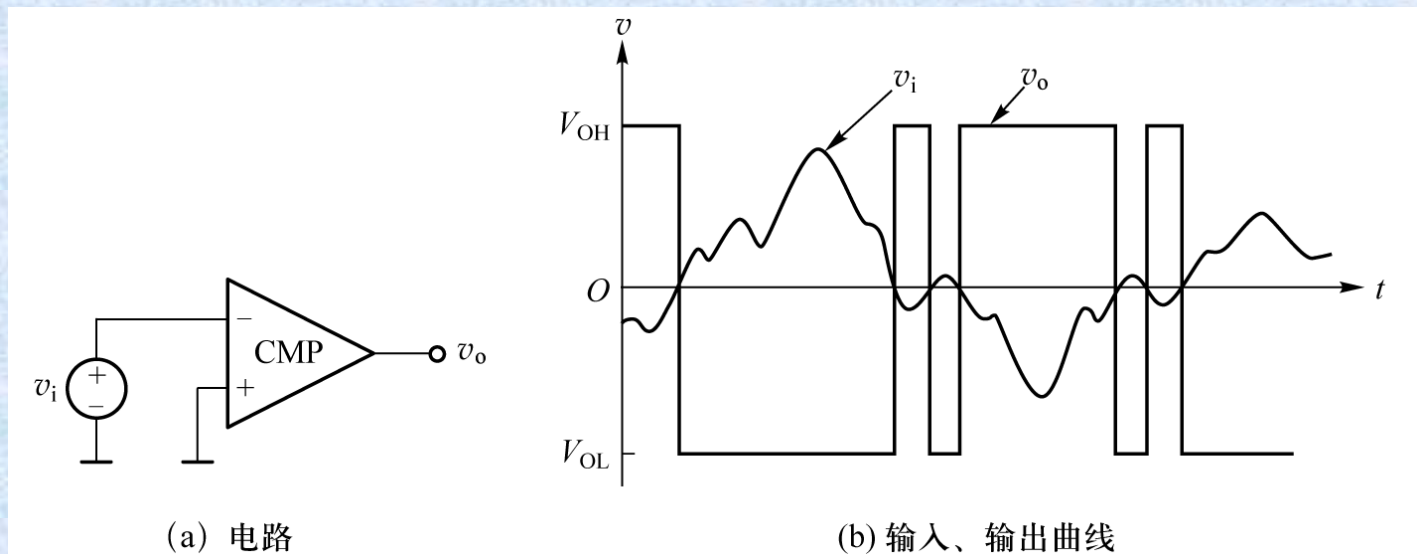
(b)

## ➤ 用于脉冲鉴幅度

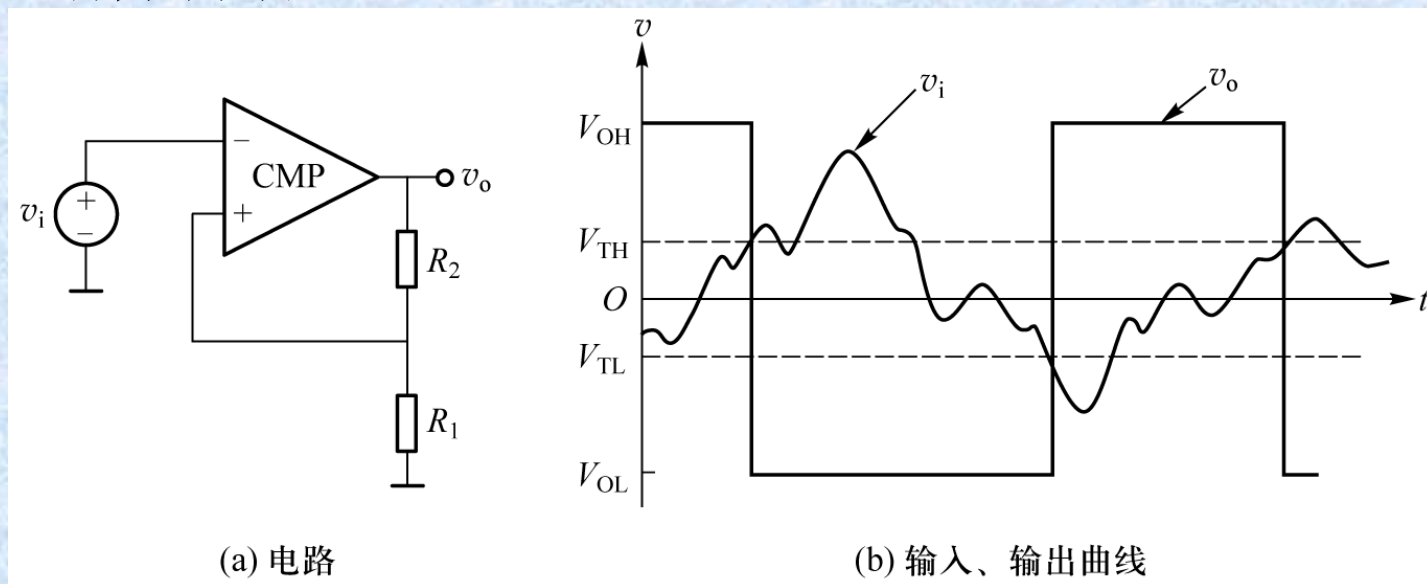


## ➤ 可用于消除抖动

比较器抖动:



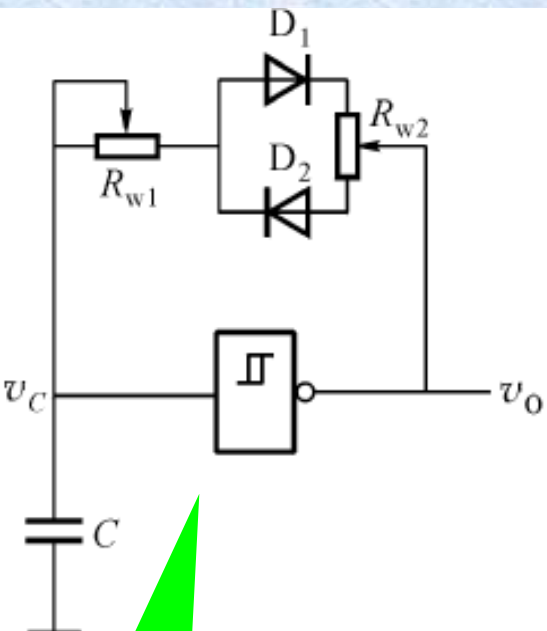
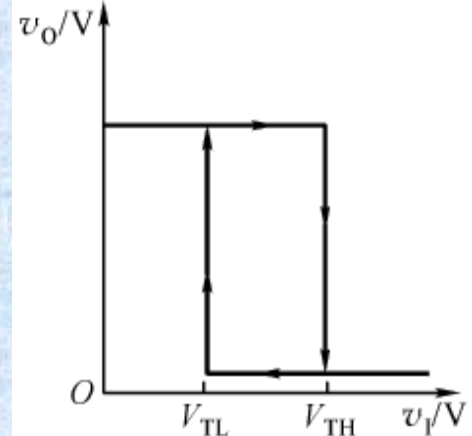
利用迟滞比较器消除抖动:



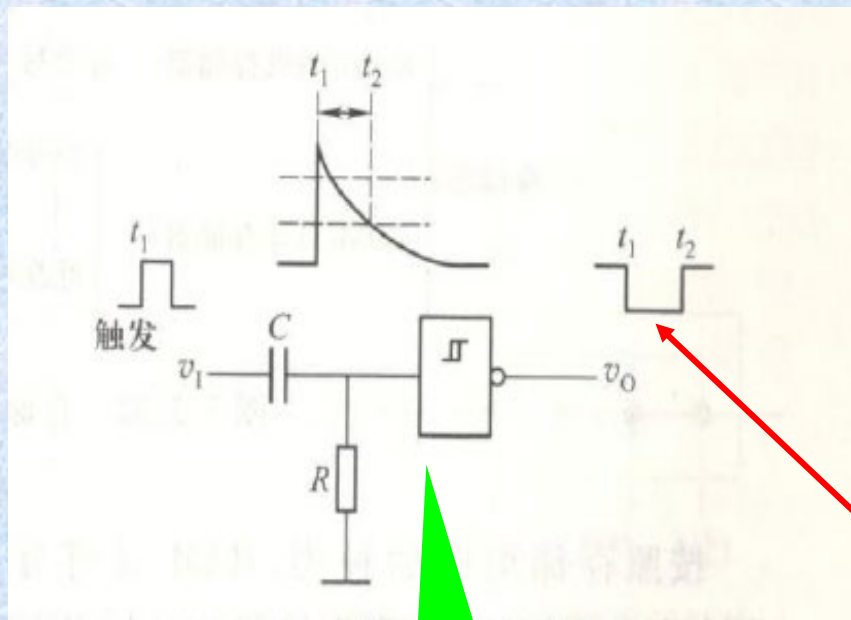


# ➤构成多谐振荡器、单稳态触发器等电路

CMOS 芯片  
CC40106



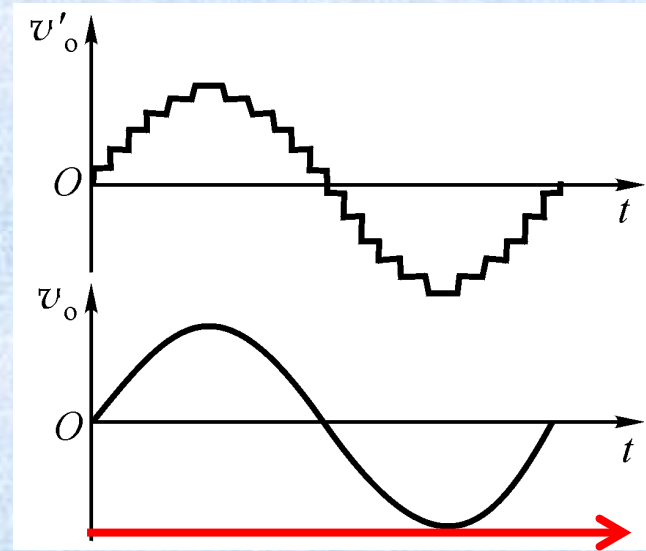
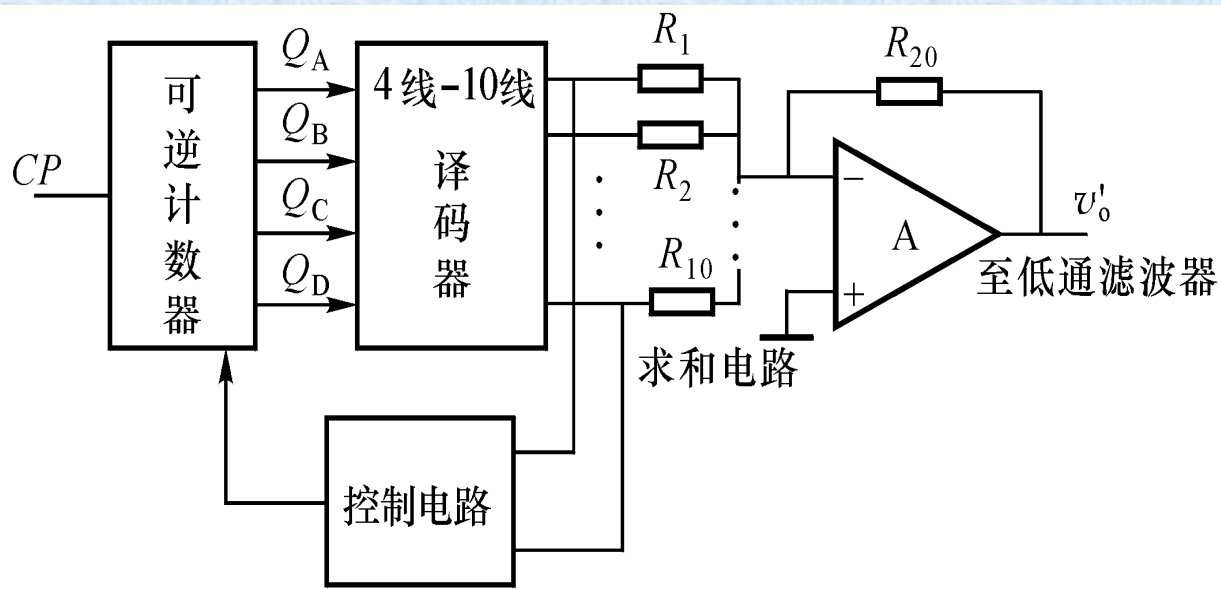
斯密特组成  
多谐振荡器



斯密特组  
成单稳态  
触发器

# 第5章 数字信号的产生

- 5.1 由CMOS门组成的晶体振荡器
- 5.2 555集成定时器电路分析
- \*5.3 数字式正弦波发生器



求和电路的阻值按正弦幅值取

转换后的波形是一个台阶式的连续波形，加滤波后便可得到平滑的正弦波。