

# 《数字逻辑》 Digital Logic

## 脉冲波形的产生 与整形

北京工业大学软件学院  
王晓懿

# 概述

矩形脉冲信号的获取方法有两种：

产生:不用信号源，加上电源自激振荡，直接产生波形。

整形:输入信号源进行整形。

脉冲产生电路:多谐振荡器

脉冲整形（变换）电路:施密特触发器、

单稳态触发器

上升时间  $t_r$

下降时间

$t_f$

占空比:

$$q = t_w / T$$

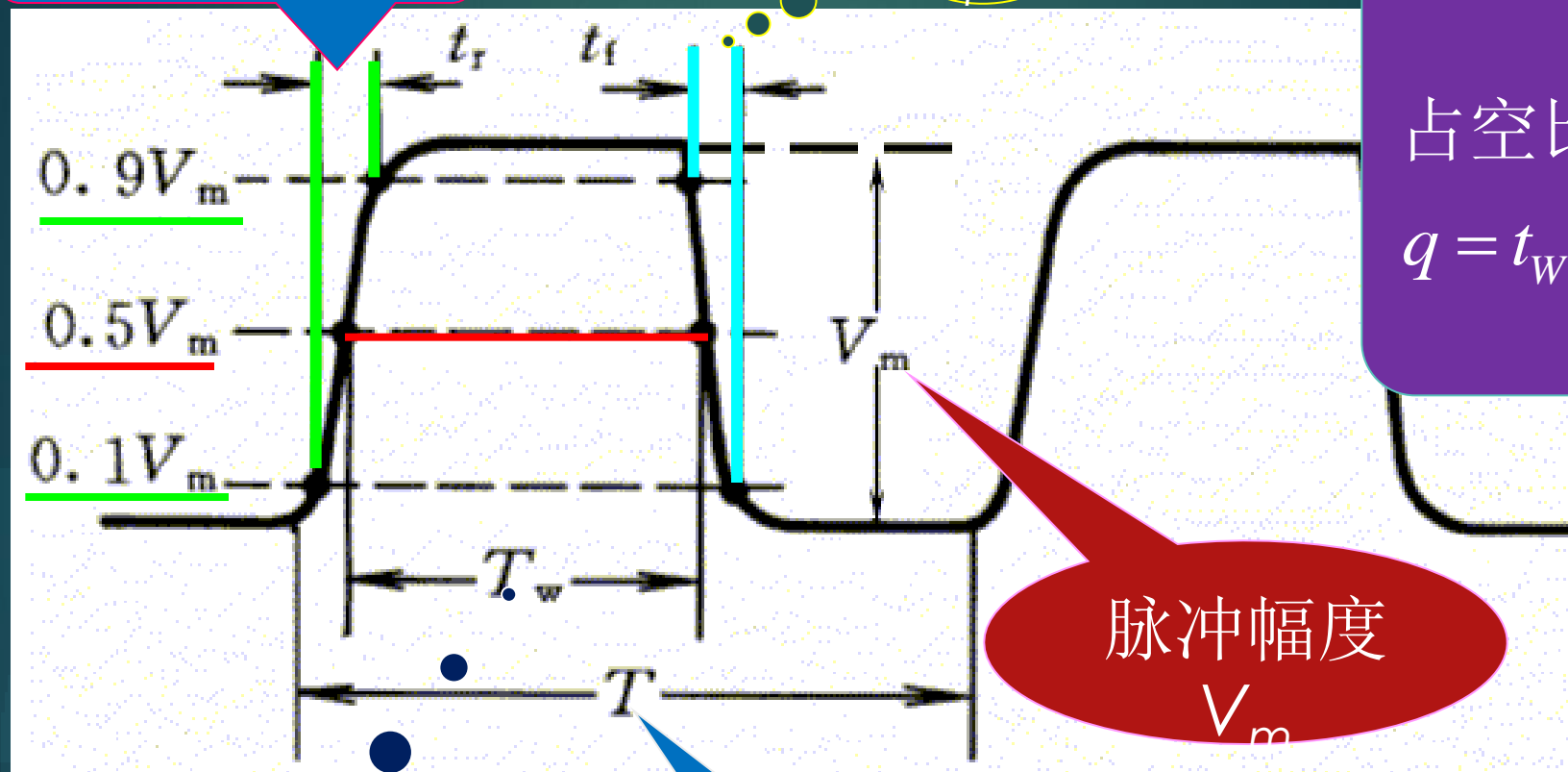
脉冲幅度

$V_m$

脉冲宽度

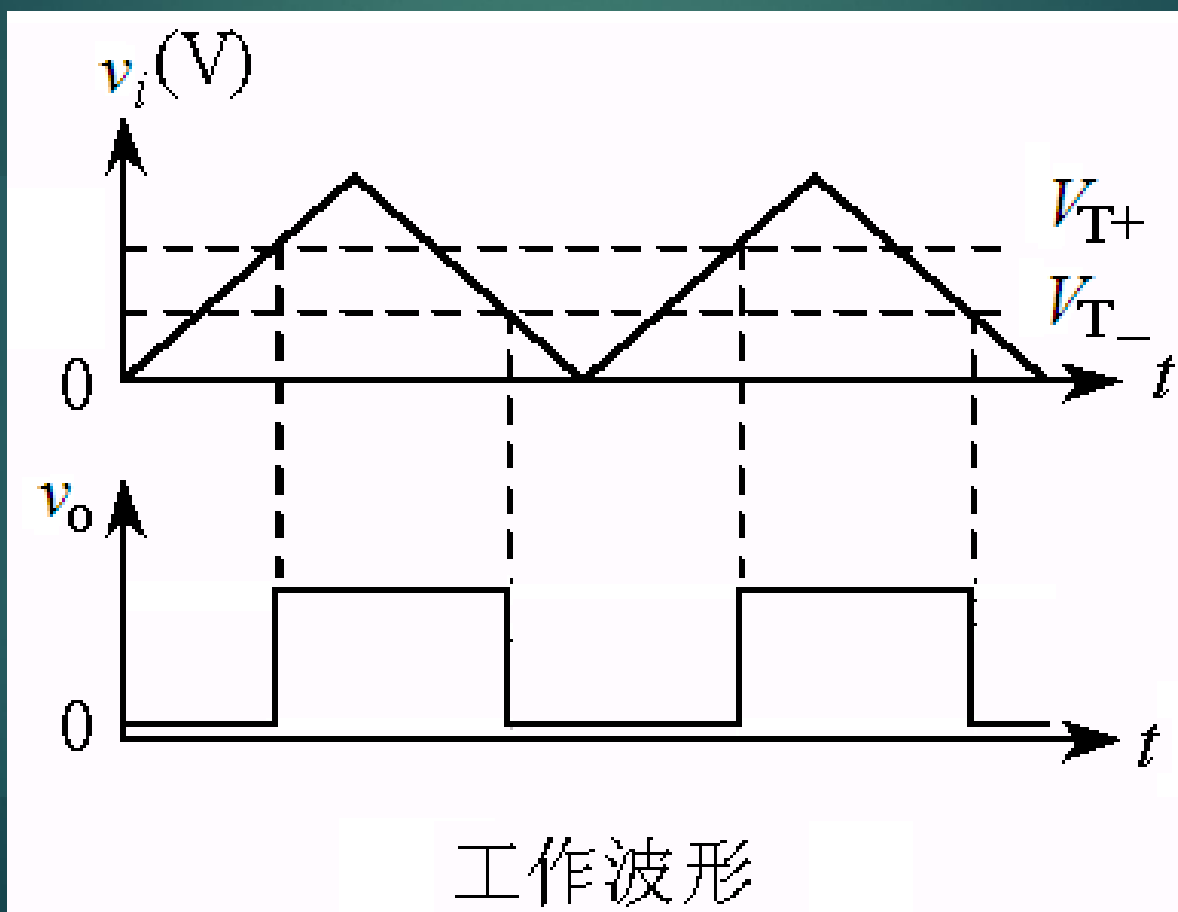
$t_w$

脉冲周期  $T$

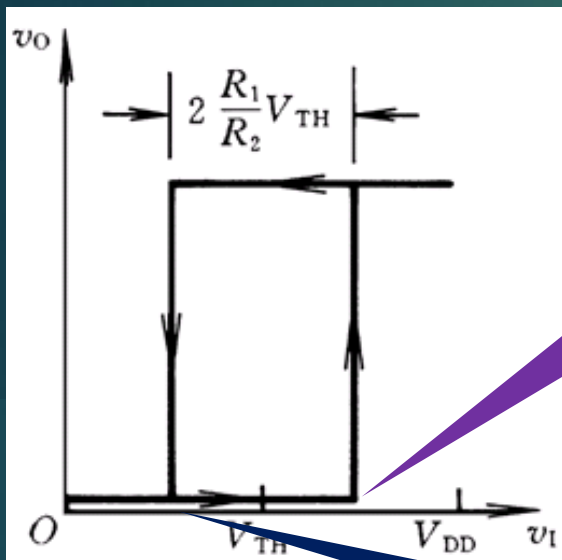


# 施密特触发器

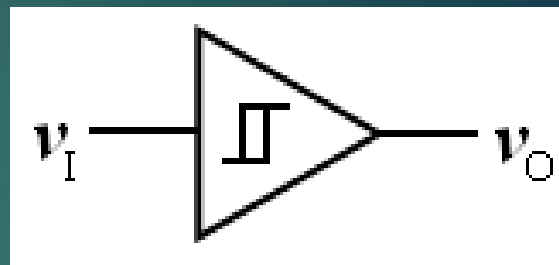
施密特触发器是一种能够把输入波形整形成为适合于数字电路需要的矩形脉冲的电路。



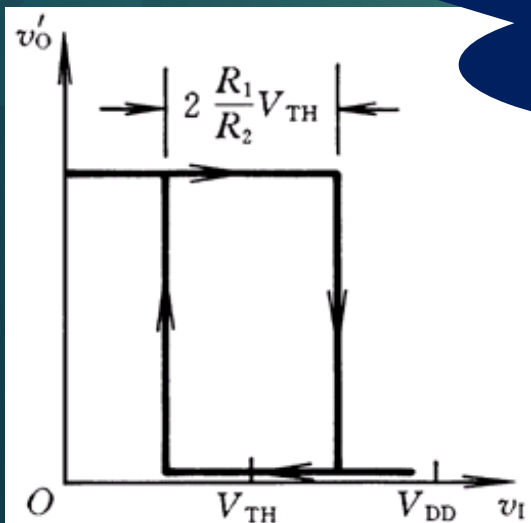
滞回电压传输特性，即输入电压的上升过程和下降过程的阈值电平不同。这是施密特触发器固有的特性。



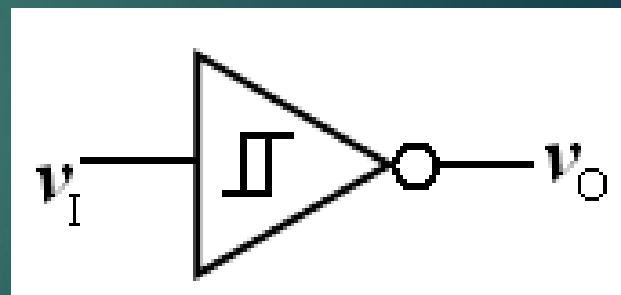
正向阈值电压



同相输出的施密特触发器



负向阈值电压



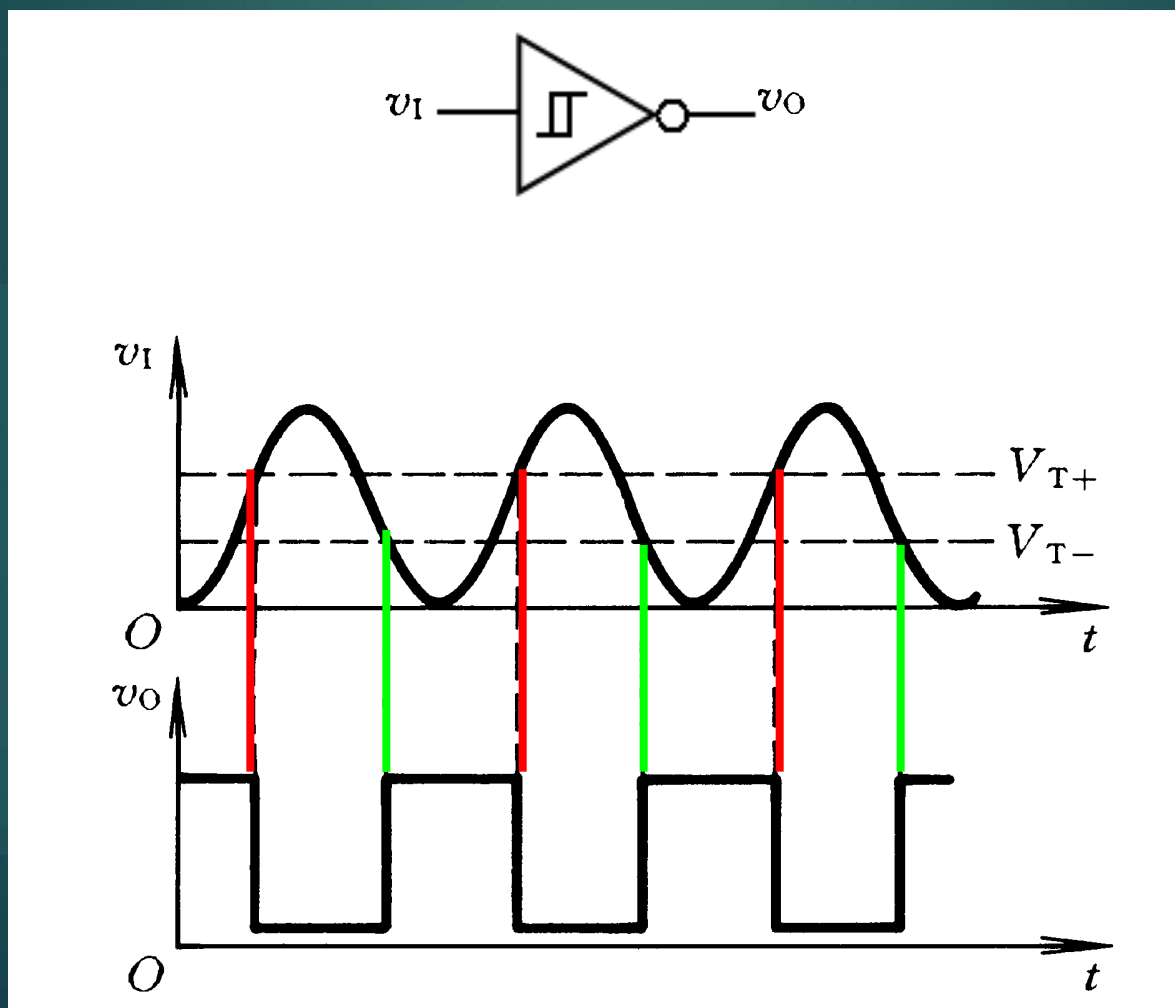
反相输出的施密特触发器

回差电压： $\Delta V_T = V_{T+} - V_{T-}$

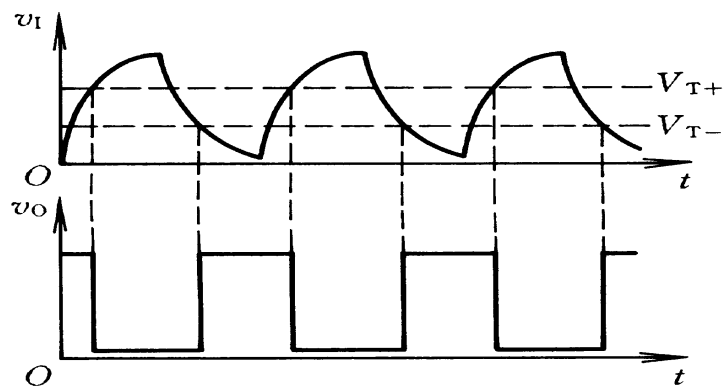
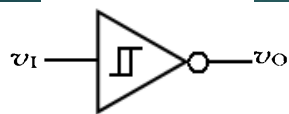


# 施密特触发器的应用

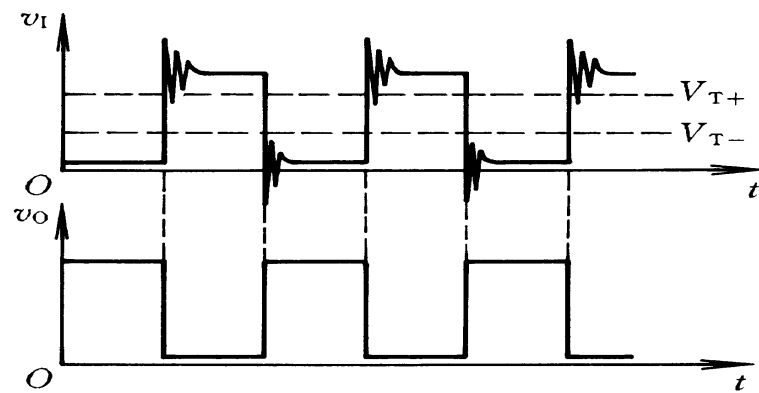
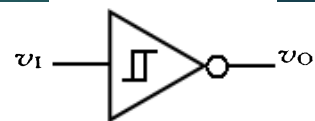
## 1. 用于波形变换:



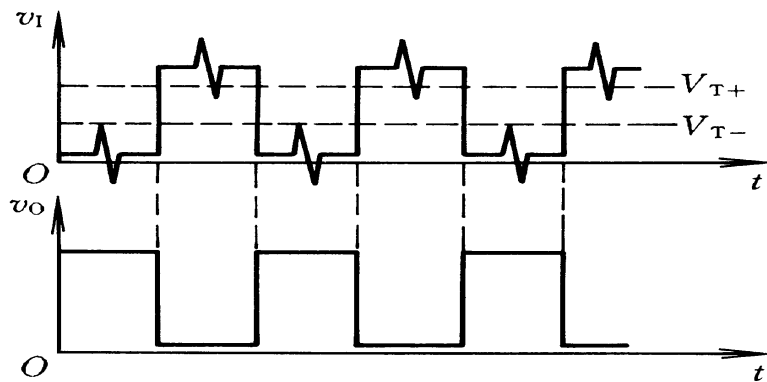
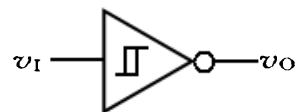
## 2. 用于脉冲整形:



(a)

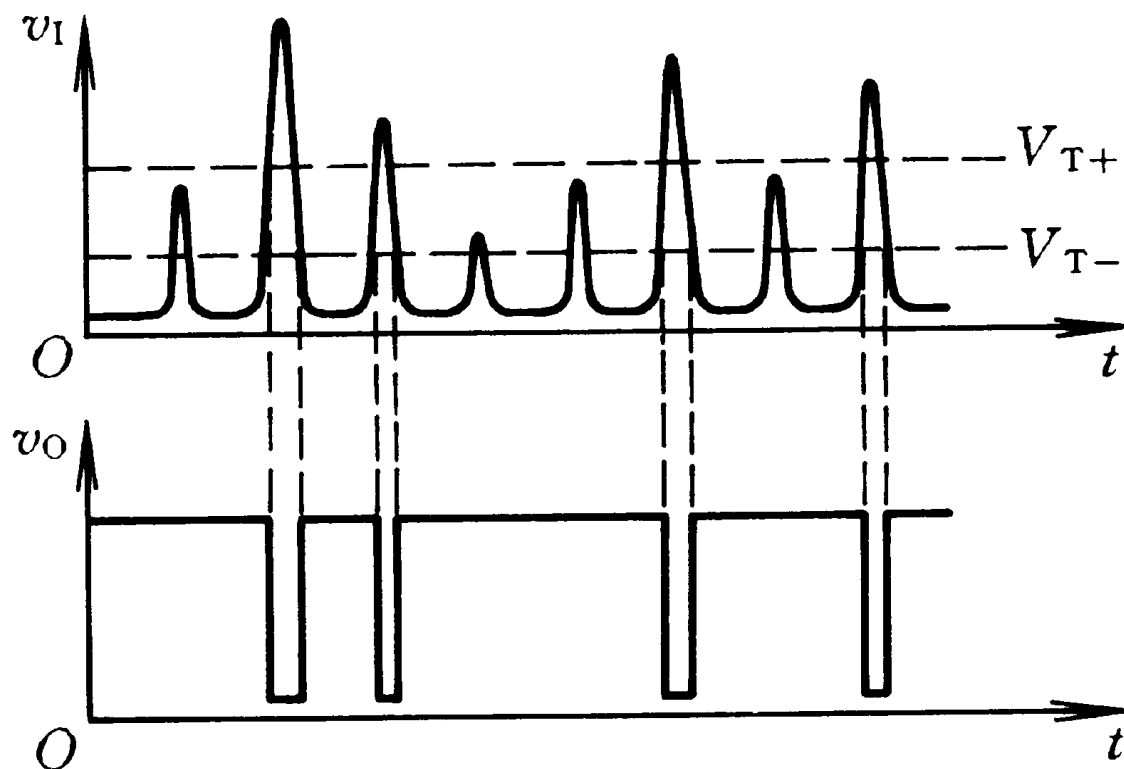
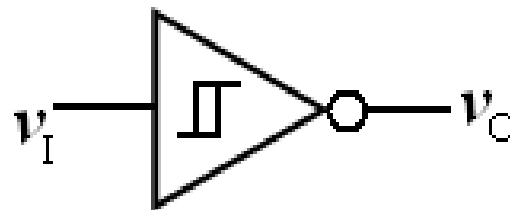


(b)



(c)

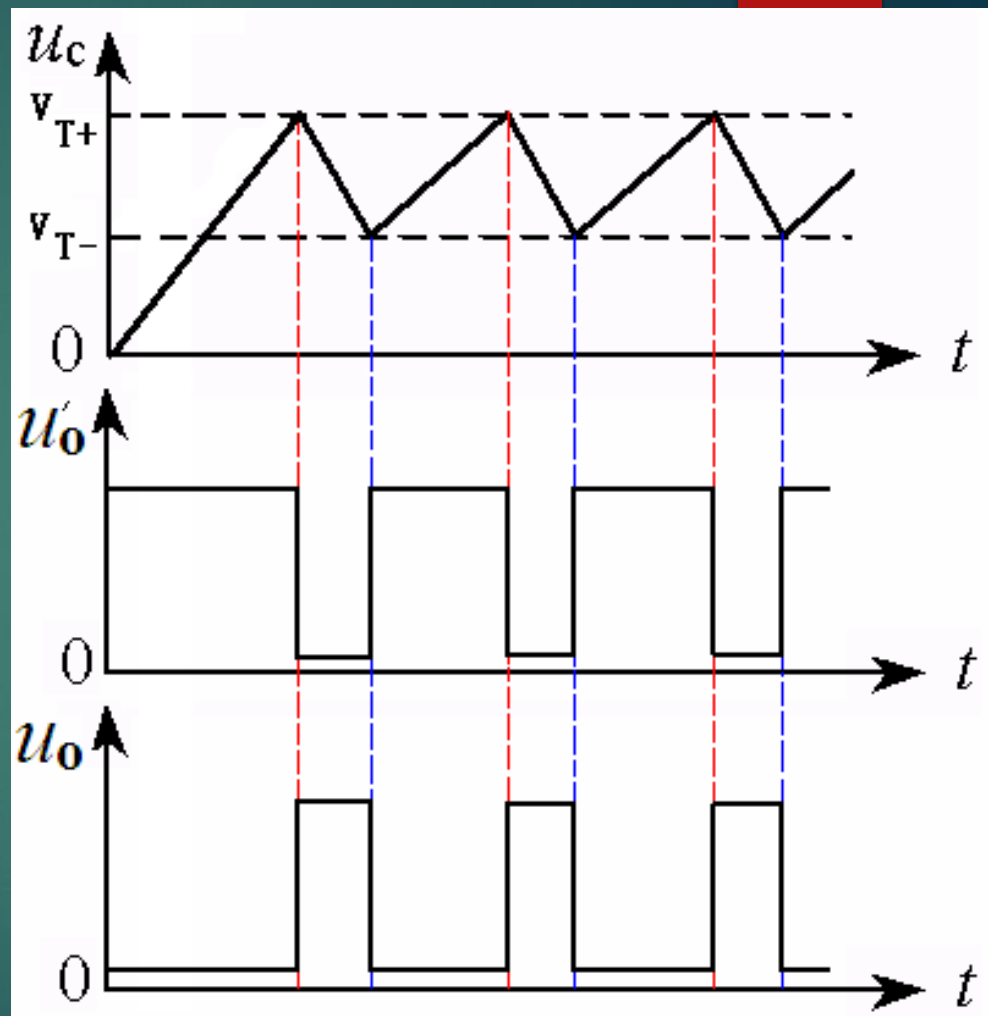
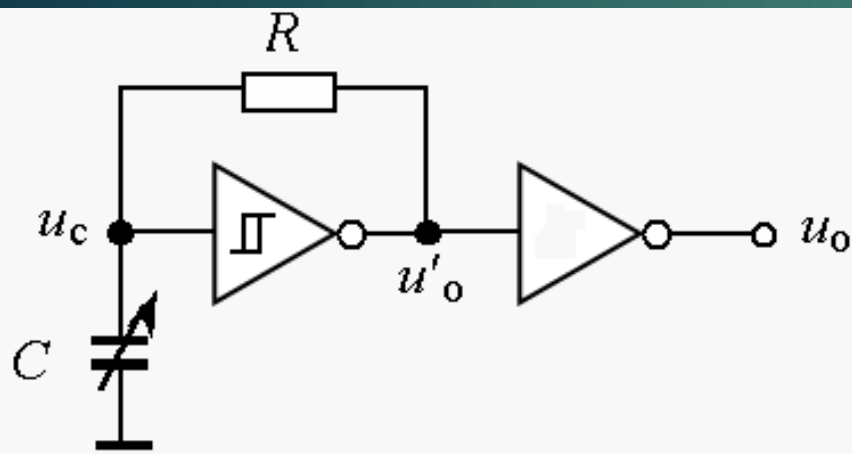
### 3. 用于脉冲鉴幅:



施密特触发器能将幅度大于 $V_{T+}$ 的脉冲选出。



#### 4.用于构成多谐振荡器:



## 本节小结

施密特触发器具有两个稳定的状态，是一种能够把输入波形整形成为适合于数字电路需要的矩形脉冲的电路。而且由于具有滞回特性，所以抗干扰能力也很强。

施密特触发器可以由分立元件构成，也可以由门电路及555定时器构成。

施密特触发器在脉冲的产生和整形电路中应用很广。

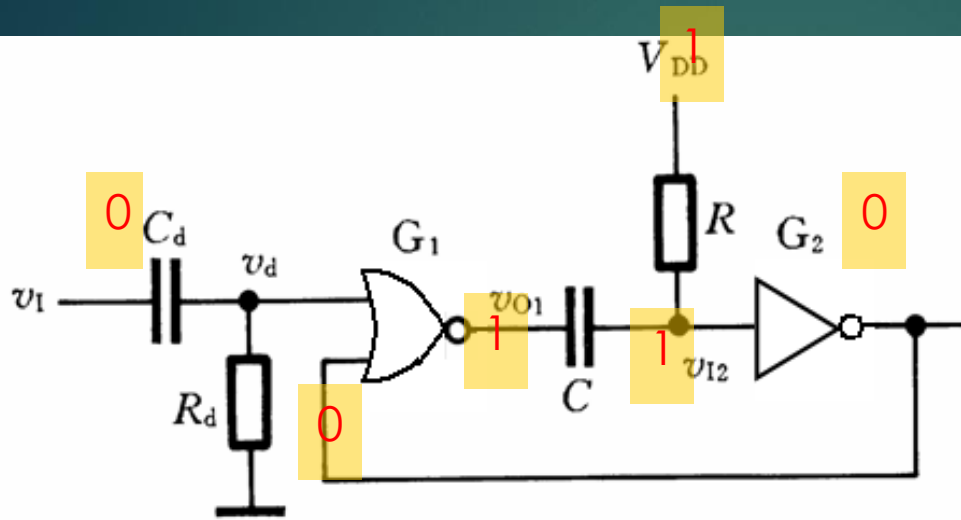
# 单稳态触发器

## 工作特点:

- 1、电路中有一个稳态和一个暂稳态两个工作状态；
- 2、在外界触发脉冲作用下，电路能从稳态翻转至暂稳态，在暂稳态维持一段时间后，再自动翻转至稳态；
- 3、暂稳态维持时间的长短取决于电路本身的参数，与触发脉冲无关。

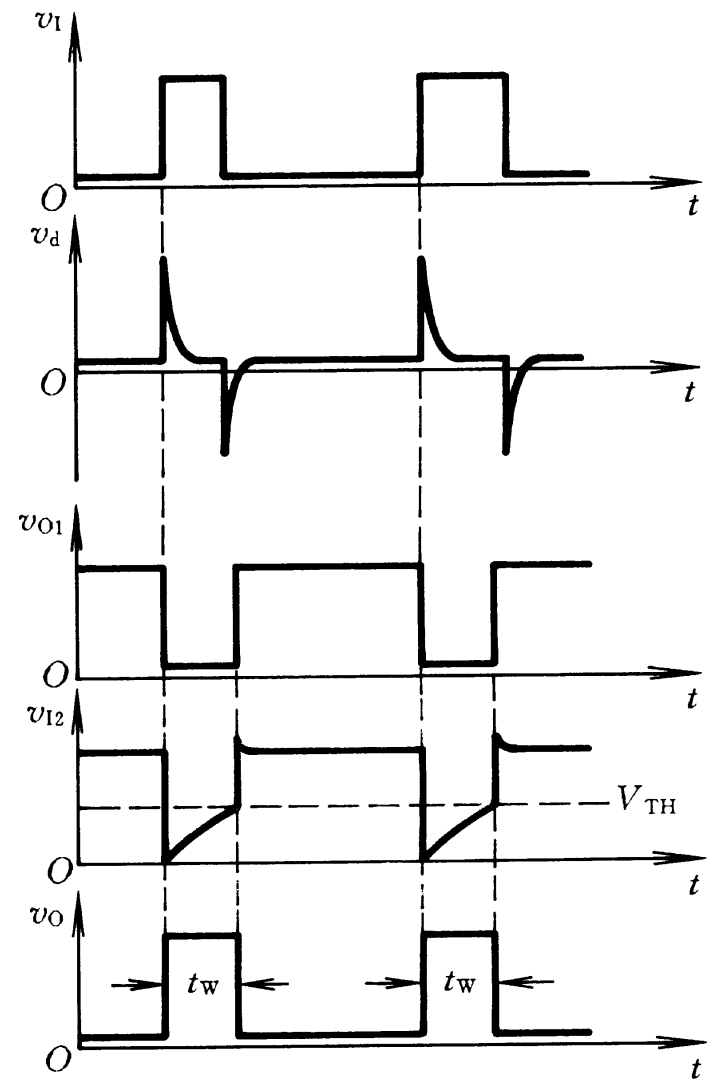
# 用门电路组成的单稳态触发器

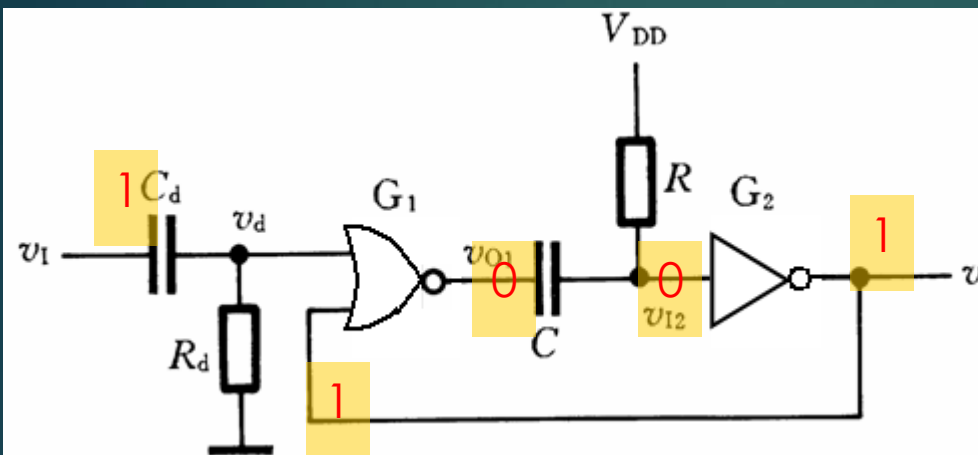
单稳态触发器因为电路具有一个稳定状态而得名。它由两个门电路、一个RC电路组成。它的暂稳态通常都是靠RC电路的充、放电过程来维持的，根据RC电路的不同接法，分为微分型和积分型。



## 稳态

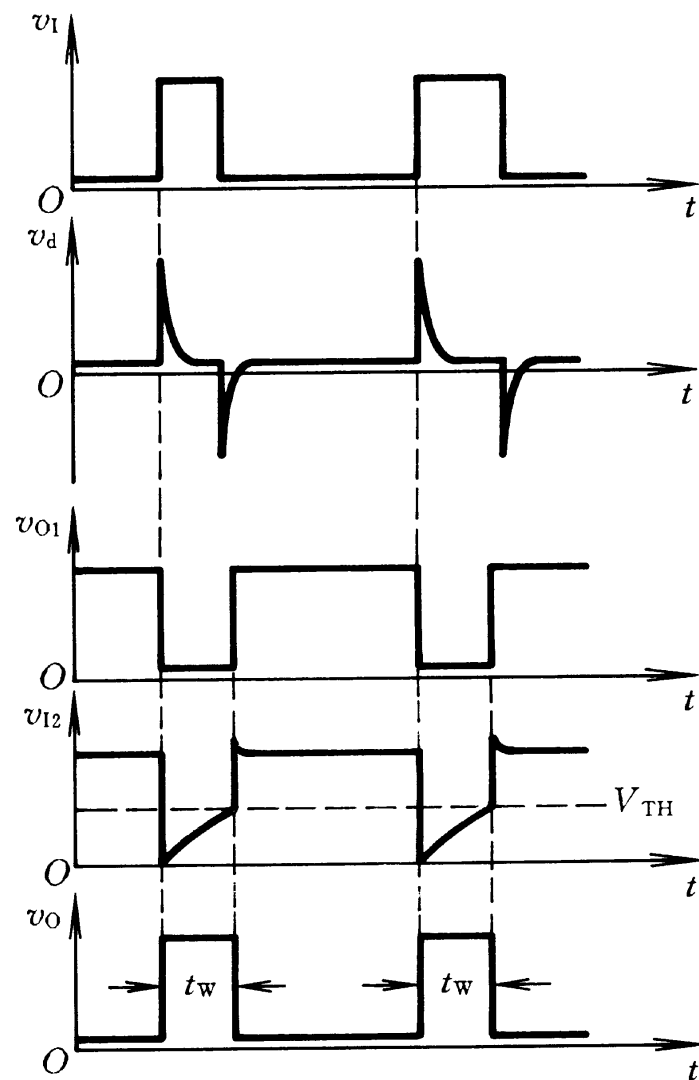
没有触发器电平时， $v_i$ 为低电平， $v_o$ 为低电平， $v_{O1}$ 为高电平。



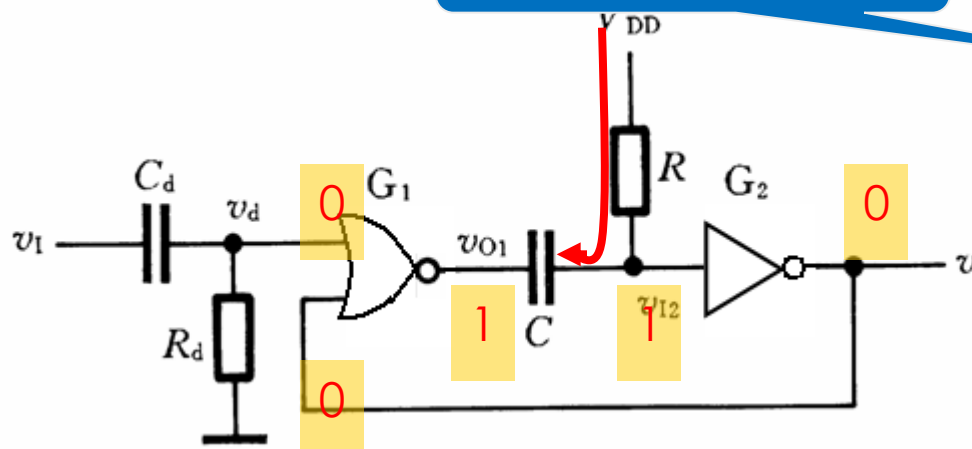


## 稳态至暂稳态

当 $v_i$ 正跳变时， $v_{O1}$ 由高到低， $v_{i2}$ 为低电平。于是 $v_O$ 为高电平。即使 $v_i$ 触发器信号撤除，由于 $v_O$ 的作用， $v_{O1}$ 仍可为低电平。

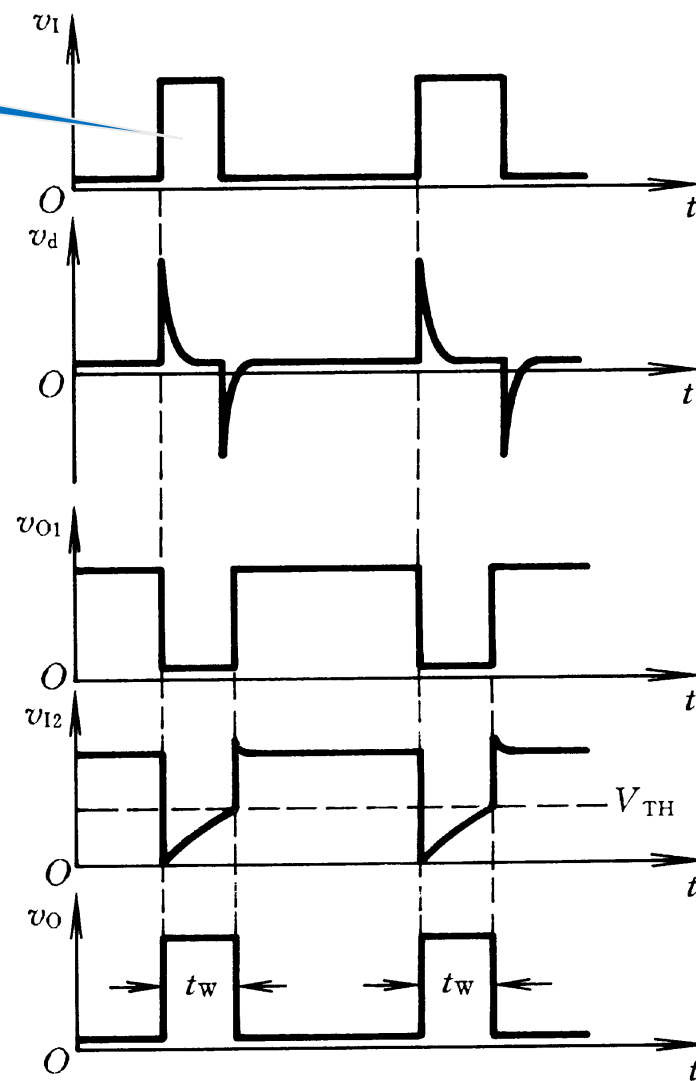


脉冲宽度要窄



## 暂稳态至稳态

暂稳态期间，电源经电阻 $R$ 和门 $G_1$ 对电容 $C$ 充电， $v_{I2}$ 升高，当 $v_{I2}=V_{TH}$ 时， $v_o$ 下降， $v_{O1}$ 上升，但使 $v_{I2}$ 再次升高，最终 $v_{O1}=1$ ， $v_o=0$ 。



$$t_w = 0.69RC$$

## 本节小结

单稳态触发器具有一个稳态和一个暂稳态。

在单稳态触发器中,由稳态到暂稳态需要输入触发脉冲,暂稳态的持续时间即脉冲宽度是由电路的阻容元件RC决定的,与输入信号无关。

单稳态触发器可以由门电路构成,也可以由555定时器构成。

单稳态触发器可以用于产生固定宽度的脉冲信号,用途很广。



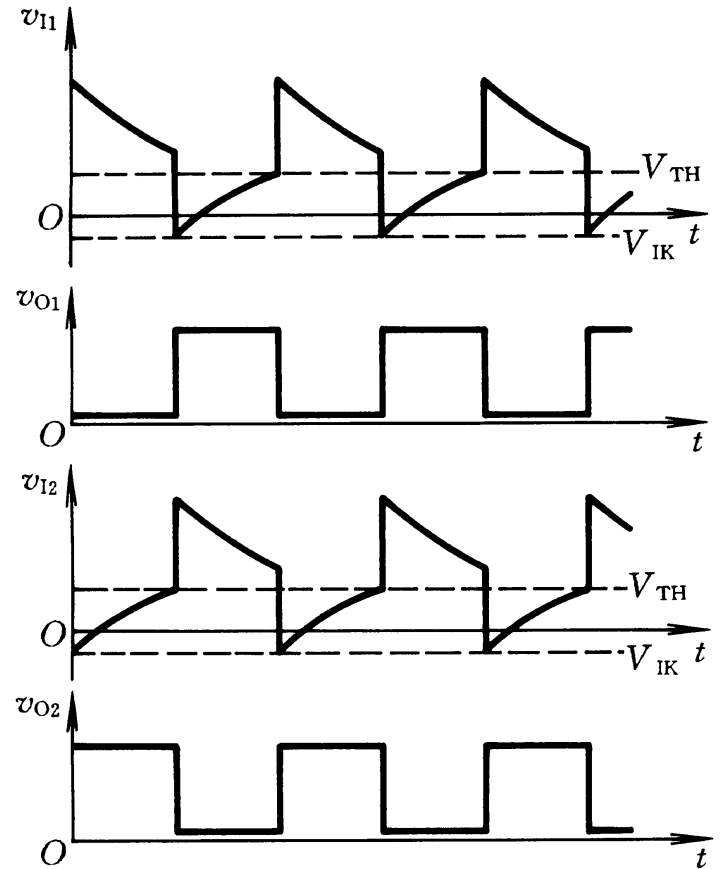
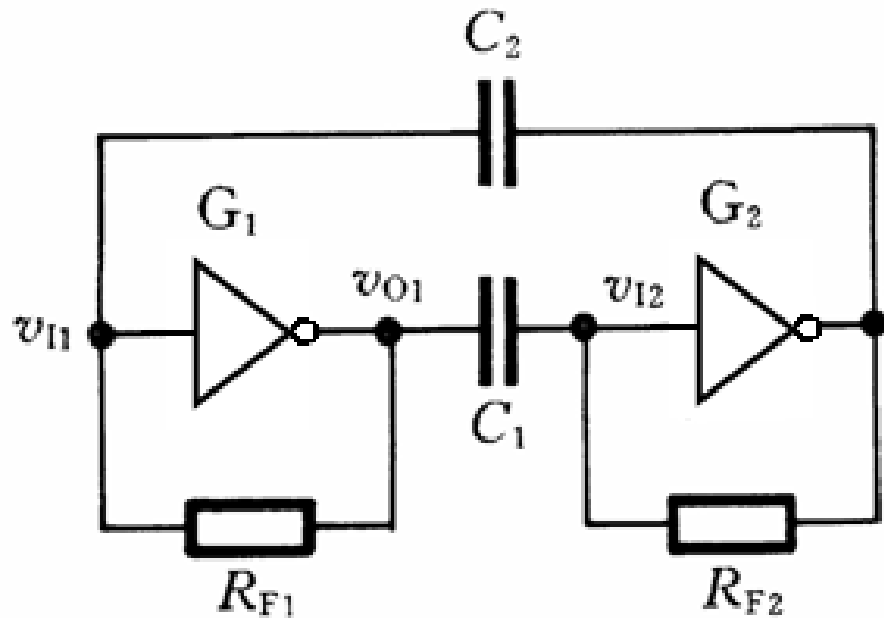
# 多谐振荡器

多谐振荡器又称无稳电路，主要用于产生各种**方波或时间脉冲信号**。它是一种自激振荡器，在接通电源之后，不需要外加触发信号，便能自动地产生矩形脉冲波。由于矩形脉冲波中含有丰富的高次谐波分量，所以习惯上又把矩形波振荡器称为多谐振荡器。

性能特点：

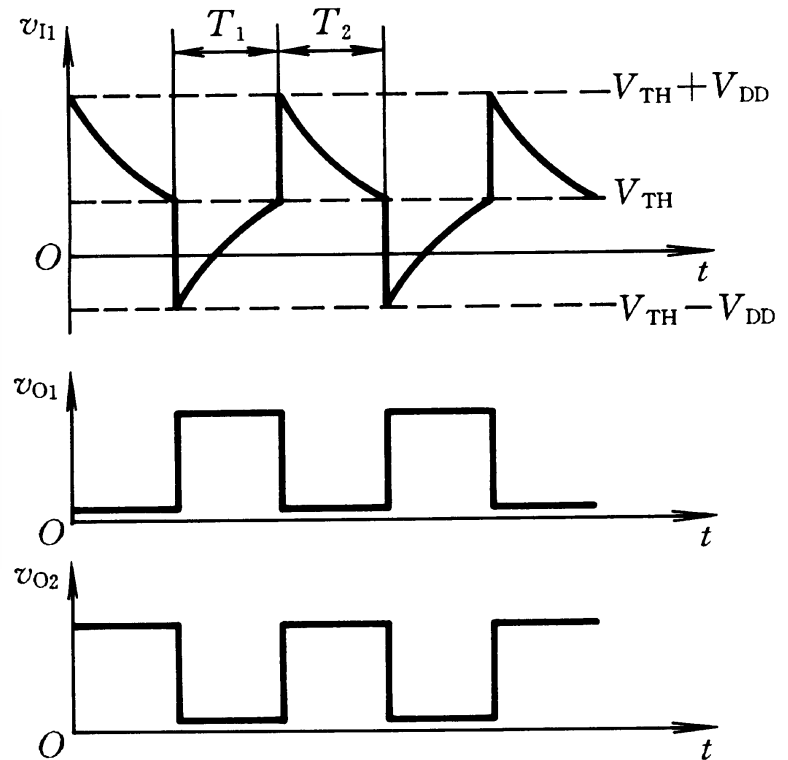
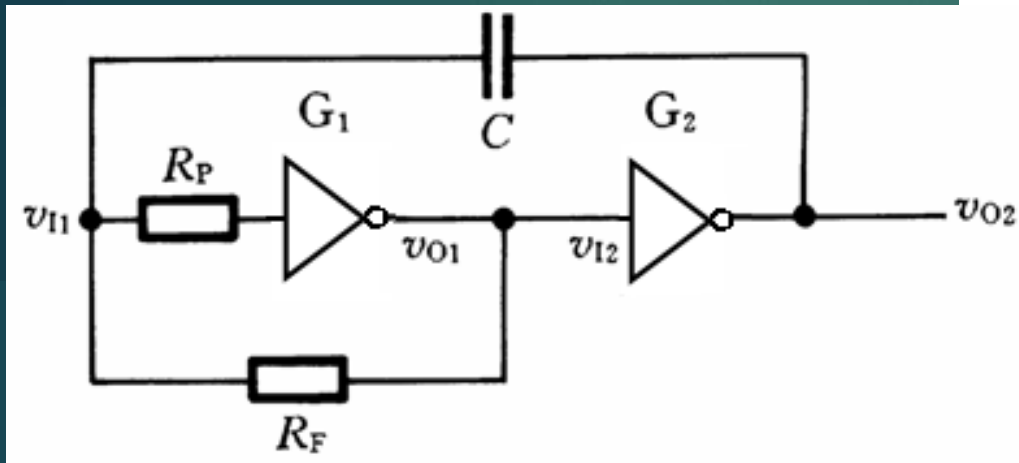
- ①没有稳态，有两个**暂稳态**。
- ②工作**不需要外加信号源**，只需要电源。

# 对称式多谐振荡器



$$T \approx 1.3 R_F C$$

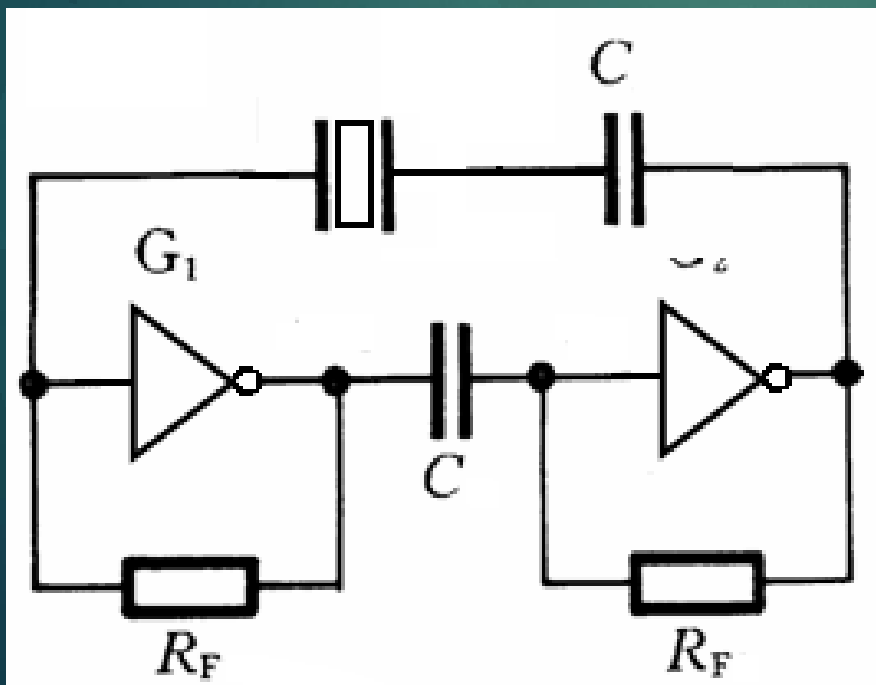
# 非对称式多谐振荡器



$$T \approx 2.2 R_F C$$

# 石英晶体多谐振荡器

在许多应用场合下都对多谐振荡器的振荡频率稳定性有严格的要求。前面几种电路频率稳定性不是很高。在对频率稳定性有较高要求时，应采用石英晶体多谐振荡器。



电路的振荡频率取决于石英晶体的固有振荡频率。

## 本节小结

多谐振荡器没有稳定状态，只有两个暂稳态。工作不需要外加信号源，只需要电源。

要想得到频率稳定性高的多谐振荡器时，应采用石英晶体多谐振荡器。

# 555定时器及其应用

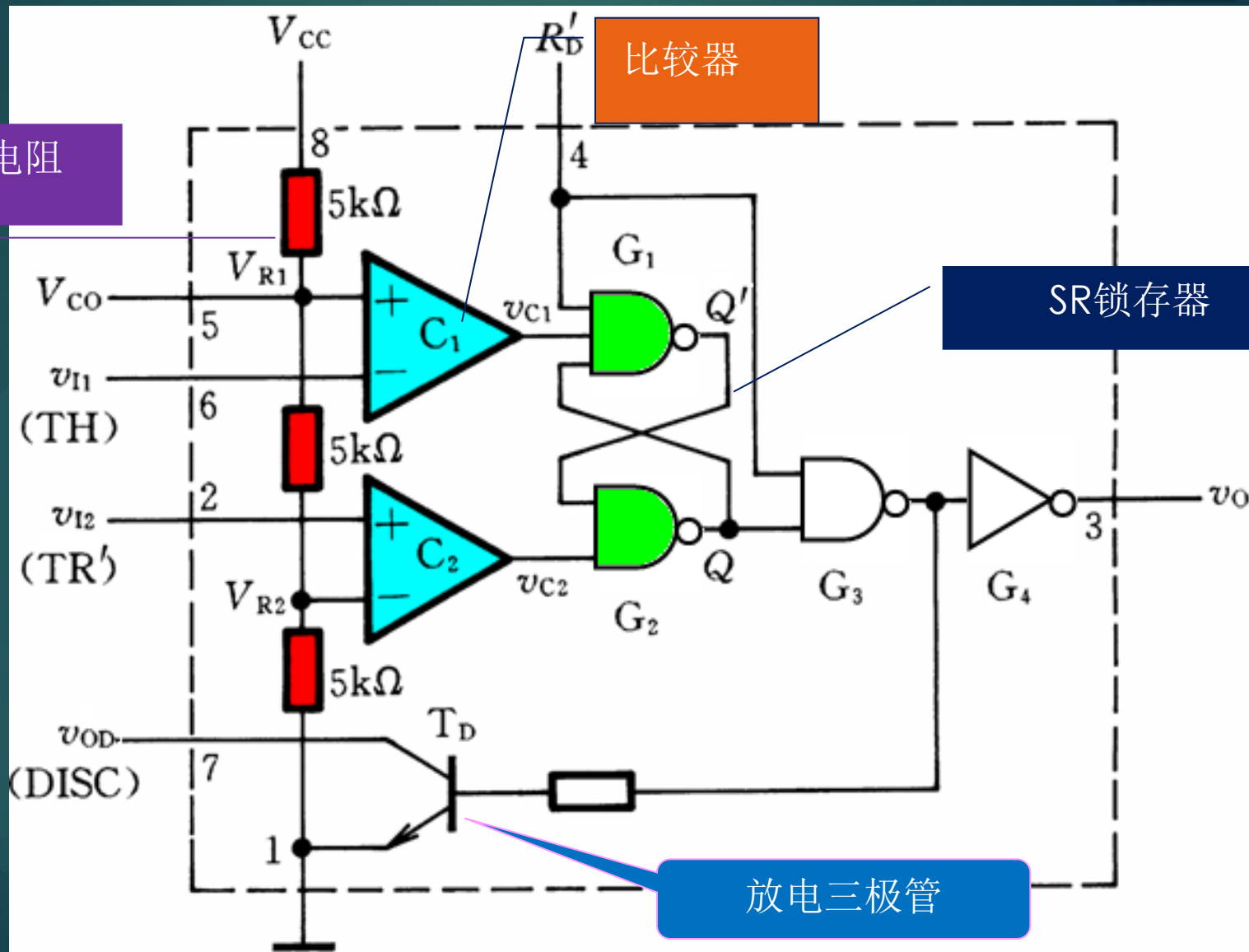
555定时器是一种多用途的数字—模拟混合集成电路。该电路功能灵活、适用范围广，只要外围电路稍作配置，即可构成单稳态触发器、多谐振荡器或施密特触发器，因而可应用于定时、检测、控制、报警等方面。

集成555定时器因为其内部有3个精密的 $5\text{K}\Omega$ 电阻而得名。后来国内外许多公司和厂家都相继生产出双极型和CMOS型555集成电路。虽然CMOS型3个分压电阻不再是 $5\text{K}\Omega$ ,但仍然沿用555名称。

目前一些厂家在同一基片上集成2个555单元,型号后加556,同一基片上集成4个555单元,型号后加558。

# 555定时器的电路结构与功能

精密电阻





电源5~16V

复位端

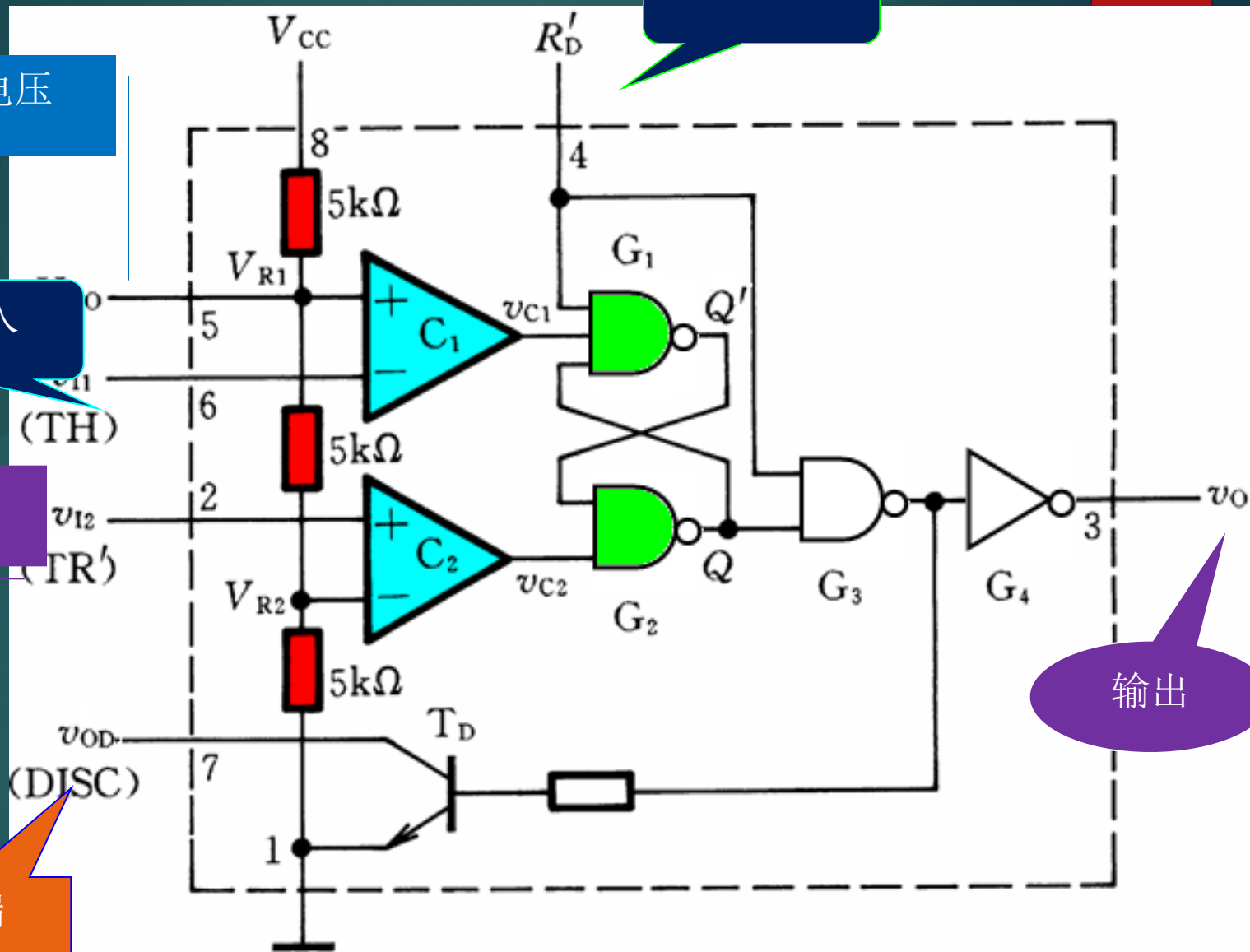
控制电压

阈值输入

触发输入

输出

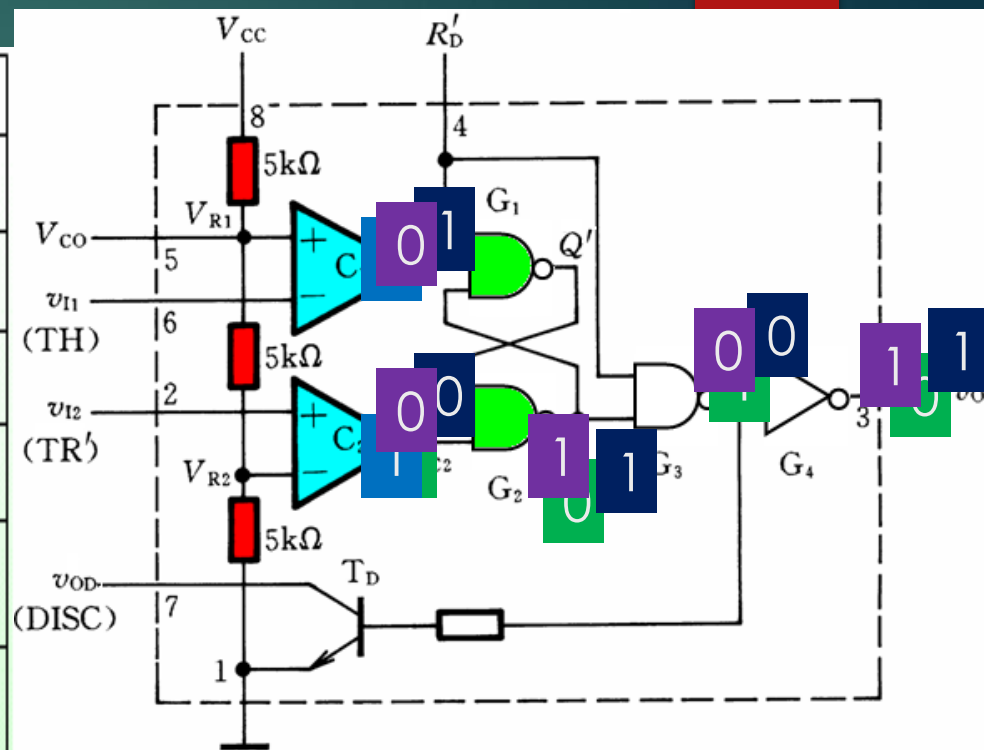
放电端



当 $V_{CO}$ 悬空时,  $V_{R1}=2/3V_{CC}$ ,  $V_{R2}=1/3V_{CC}$



输入			输出	
$R'_D$	$v_{I1}(TH)$	$v_{I2}(TR')$	$v_o$	$T_D$ 状态
0	X	X	低	导通
1	$> 2/3V_{CC}$	$> 1/3V_{CC}$	低	导通
1	$< 2/3V_{CC}$	$1/3V_{CC}$	不变	不变
1	$< 2/3V_{CC}$	$1/3V_{CC}$	高	截止
1	$> 2/3V_{CC}$	$1/3V_{CC}$	高	截止



比较

$V_{C1}$   
时 $V_{C2}$

比较器 $C_1$ 输出 $V_{C1}=0$ ,比较器 $C_2$ 输出

$V_{C2}=0$ , SR锁存器置1,  
时 $V_O$ 为高电平。

比较器 $C_1$ 输出 $V_{C1}=0$ ,比较器 $C_2$ 输出  
 $V_{C2}=0$ , SR锁存器违反约束条件,  
输出为1,  $T_D$ 截止。

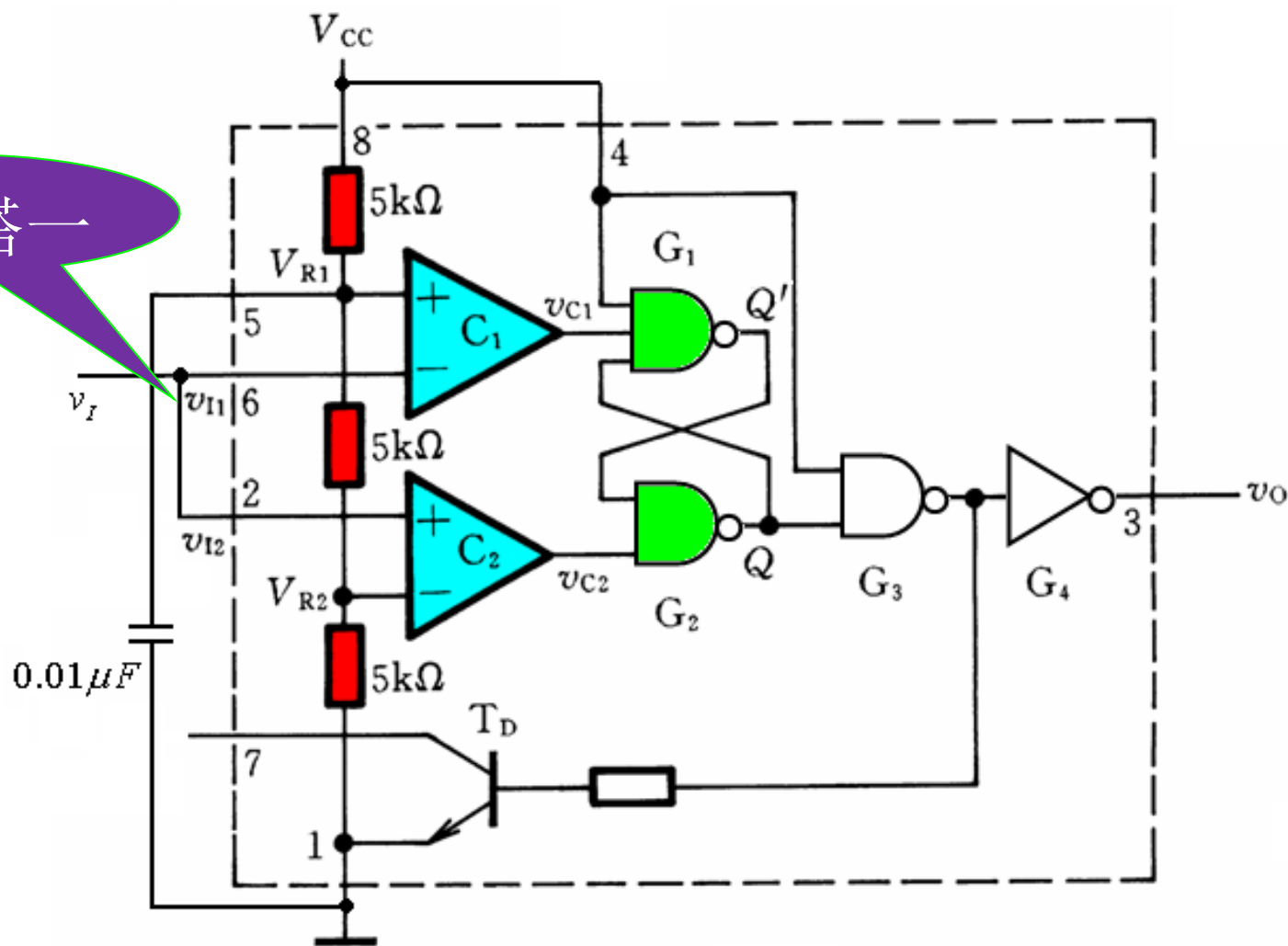
通过一个  
旁路高频干

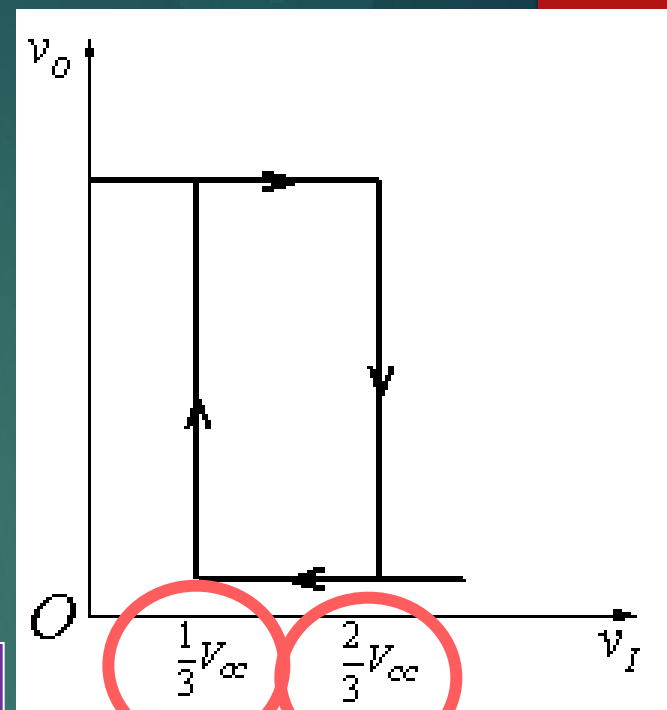
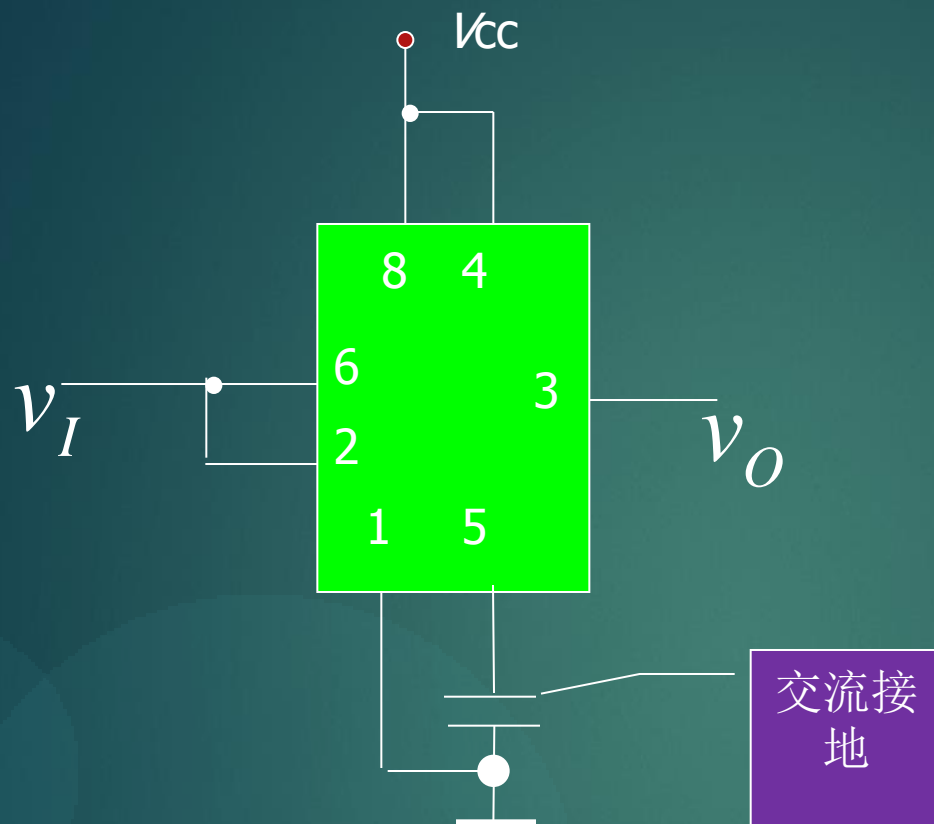
由电路框图和功能表可以得出如下结论:

1. 555定时器有两个阈值电压, 分别是  $\frac{2}{3}V_{CC}$  和  $\frac{1}{3}V_{CC}$ 。
2. 输出端3脚和放电端7脚的状态一致, 输出低电平对应放电管饱和, 在7脚外接有上拉电阻时, 7脚为低电平。输出高电平对应放电管截止, 在有上拉电阻时, 7脚为高电平。
3. 输出端状态的改变有滞回现象, 回差电压为  $\frac{1}{3}V_{CC}$ 。

# 555定时器接成施密特触发器

二六搭一

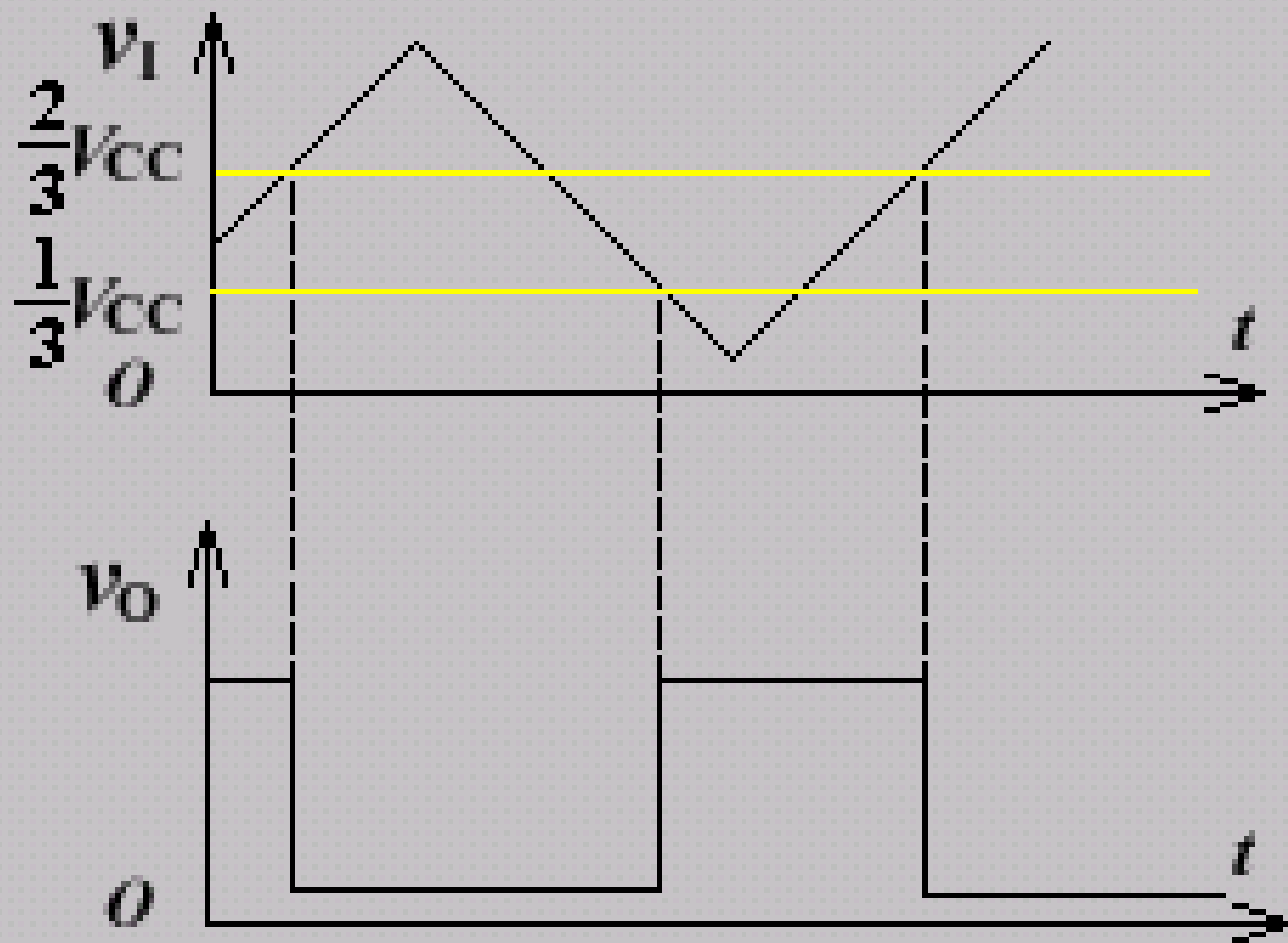


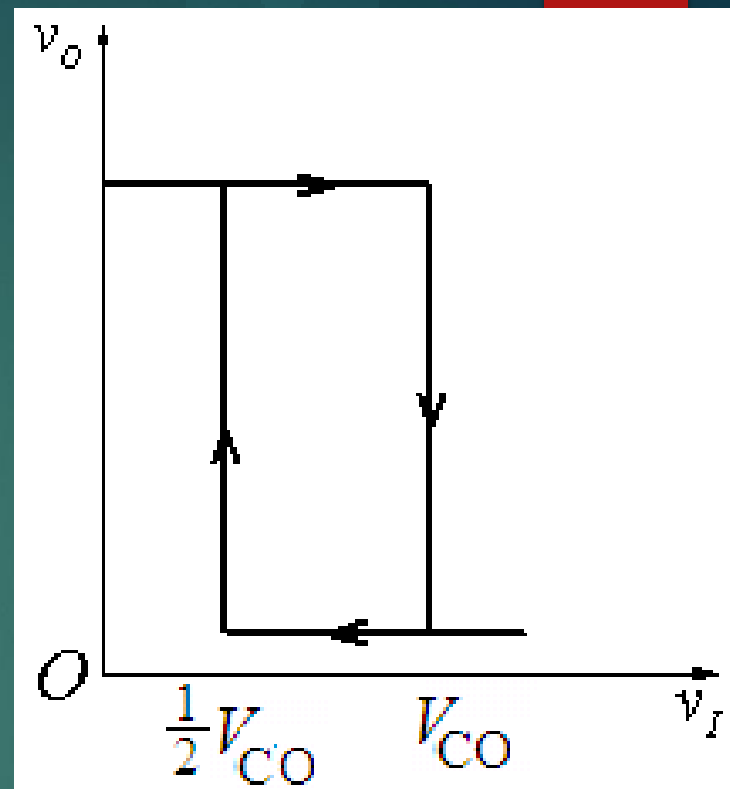
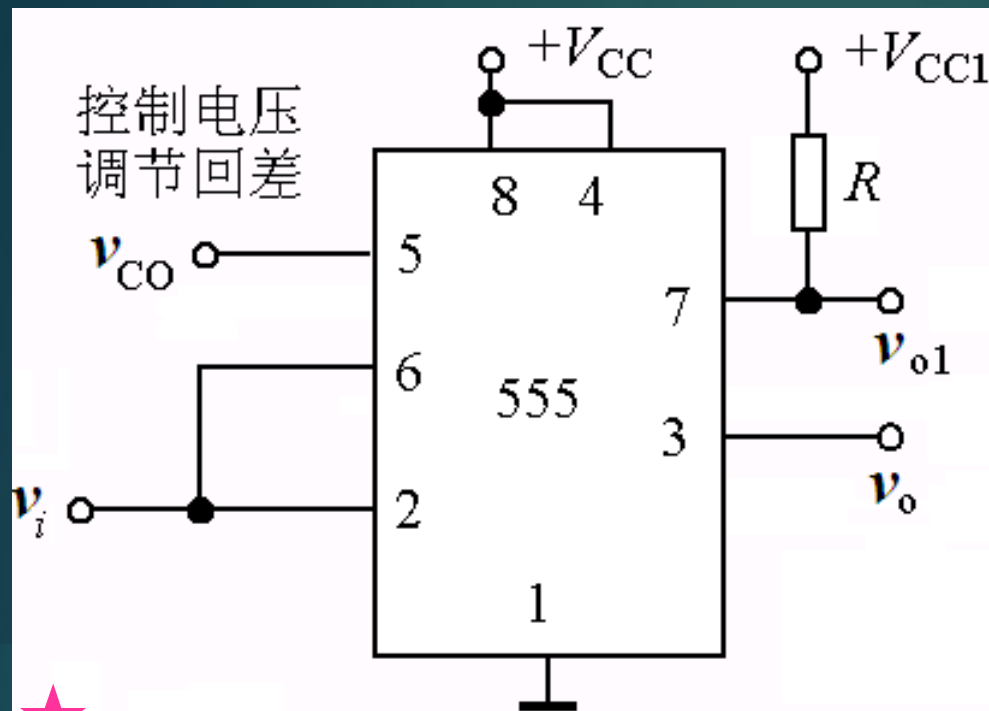


$V_{T-}$

$V_{T+}$

回差电压:  $\Delta V_T = V_{T+} - V_{T-} = \frac{1}{3}V_{CC}$



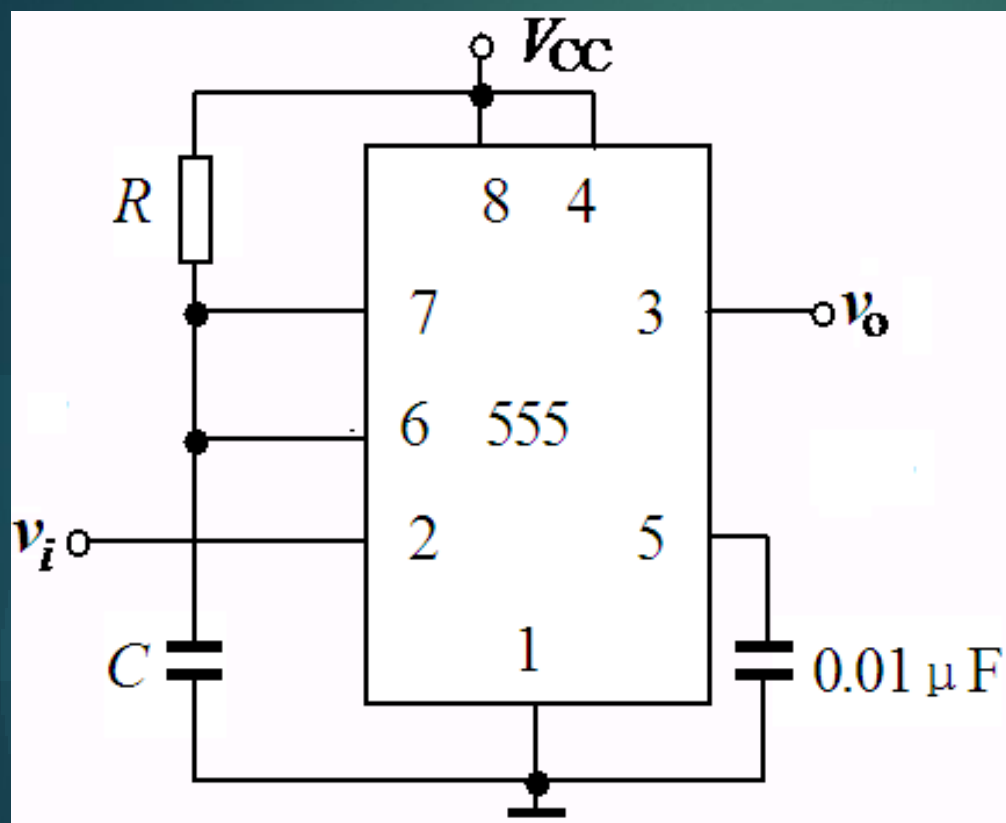


$$V_{T+} = V_{CO}$$

$$V_{T-} = \frac{1}{2}V_{CO}$$

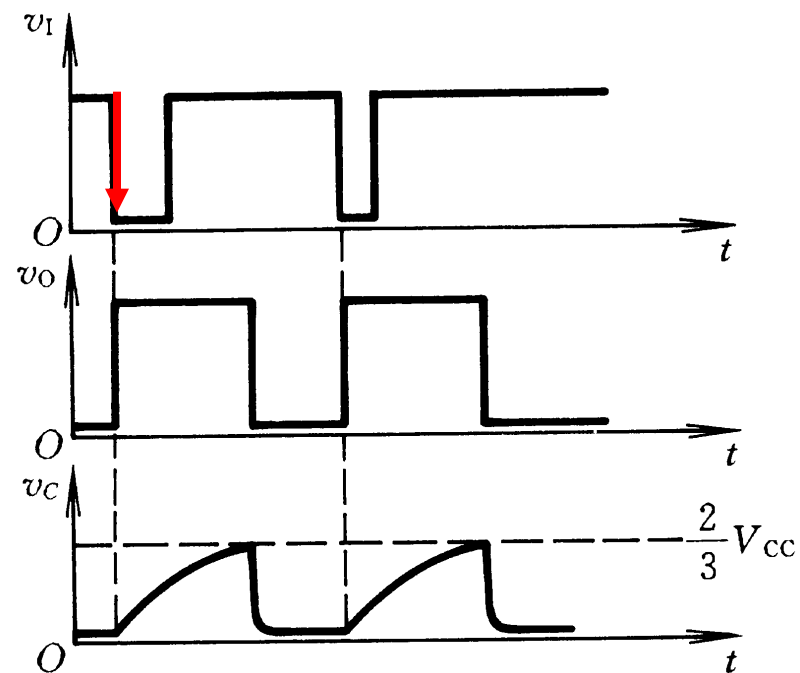
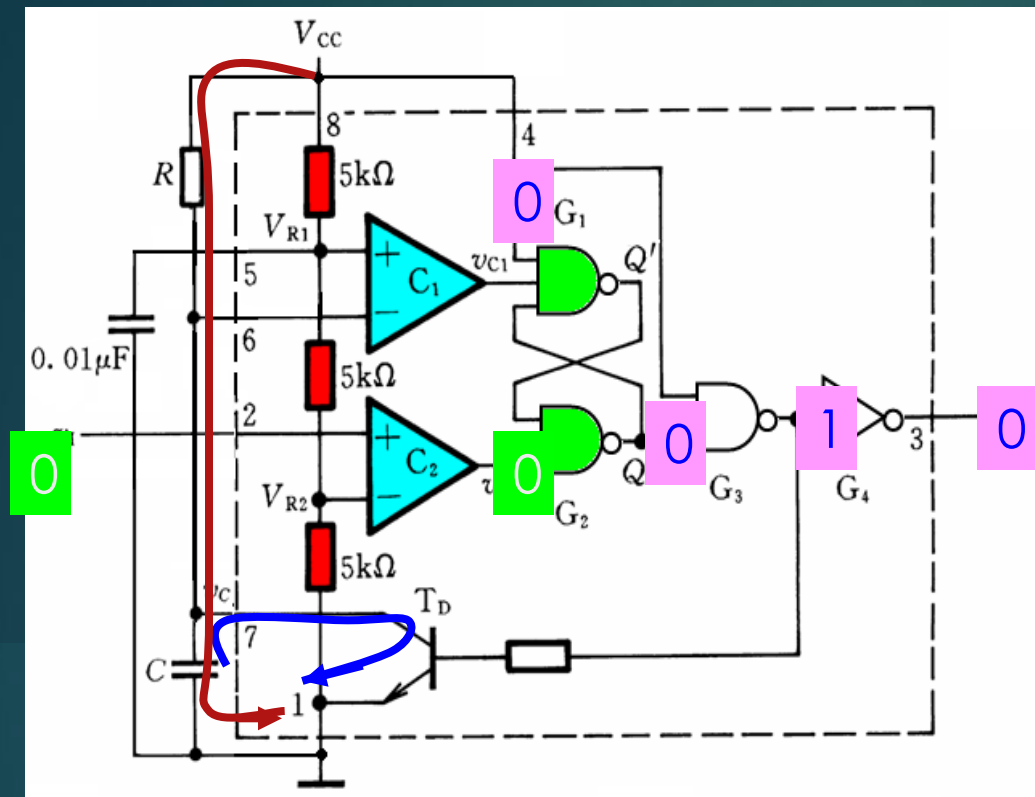
$$\text{回差电压: } \Delta V_T = V_{T+} - V_{T-} = \frac{1}{2}V_{CO}$$

# 555定时器接成单稳态触发器



七六搭一，上R下C



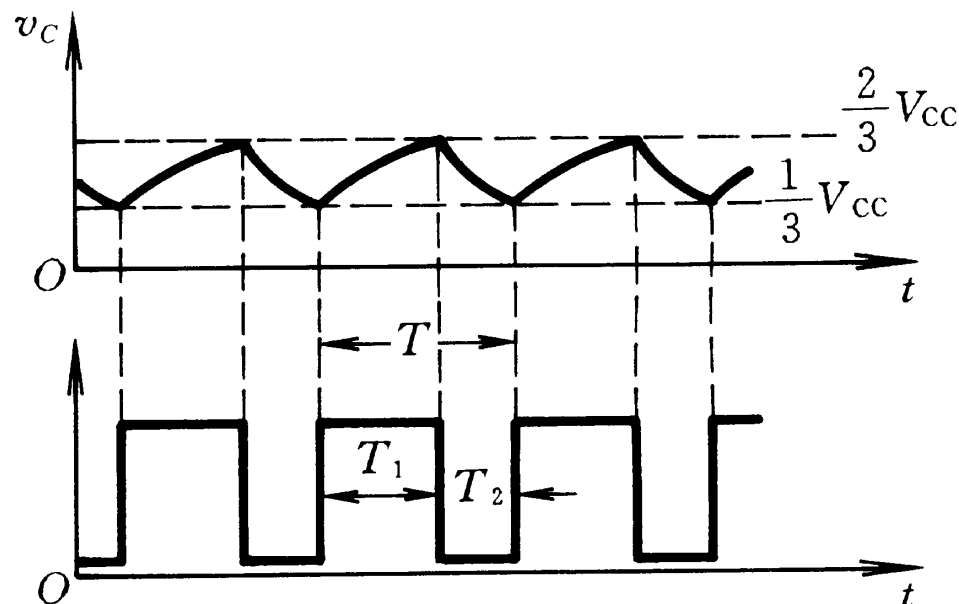
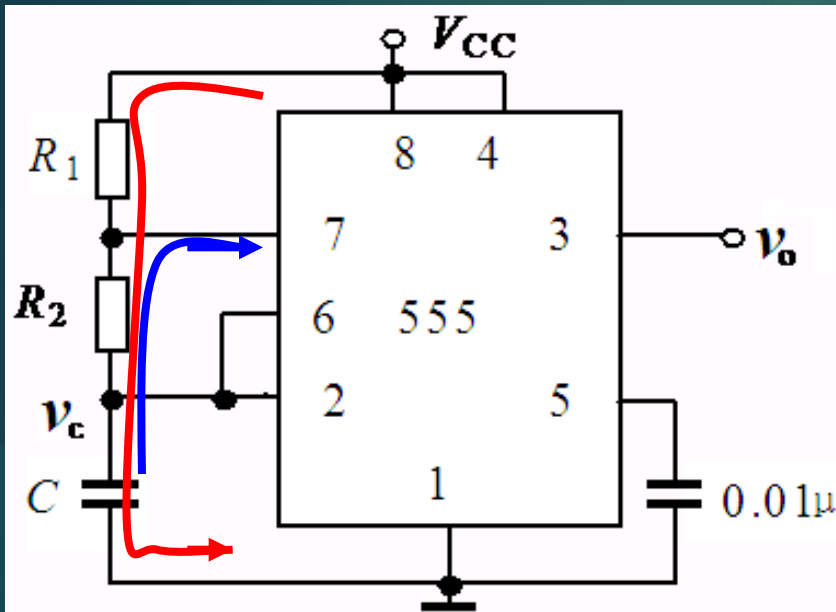


$V_I$ 下降沿到达,  $V_O$ 输出高电平,  $T_D$ 截止,  $V_{CC}$ 经 $R$ 向 $C$ 充电, 当 $V_C = 2/3 V_{CC}$ 时, 触发器翻转,  $V_O$ 输出低电平,  $T_D$ 导通, 电容 $C$ 经 $T_D$ 迅速放电。  $V_I$ 下一个下降沿到达, 重复上述过程。

## ◆ 特性:

- 这个单稳态触发器是负脉冲触发的。
- 稳态时，这个单稳态触发器输出低电平。
- 暂稳态时，这个触发器输出高电平。
- 该电路输出脉冲宽度为  $t_w = 1.1RC$  。

# 555定时器接成多谐振荡器

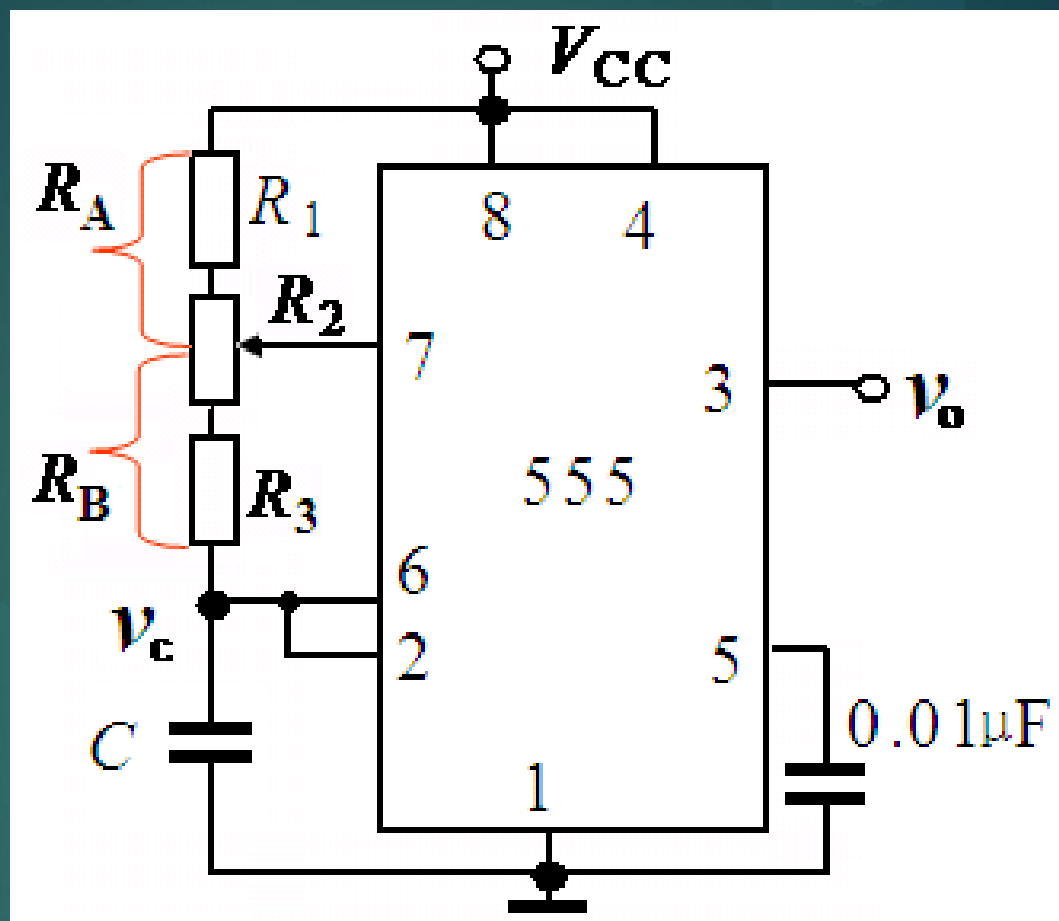


振荡周期:  $T = 0.69(R_1 + 2R_2)C$

输出脉冲占空比:  $q = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2}$

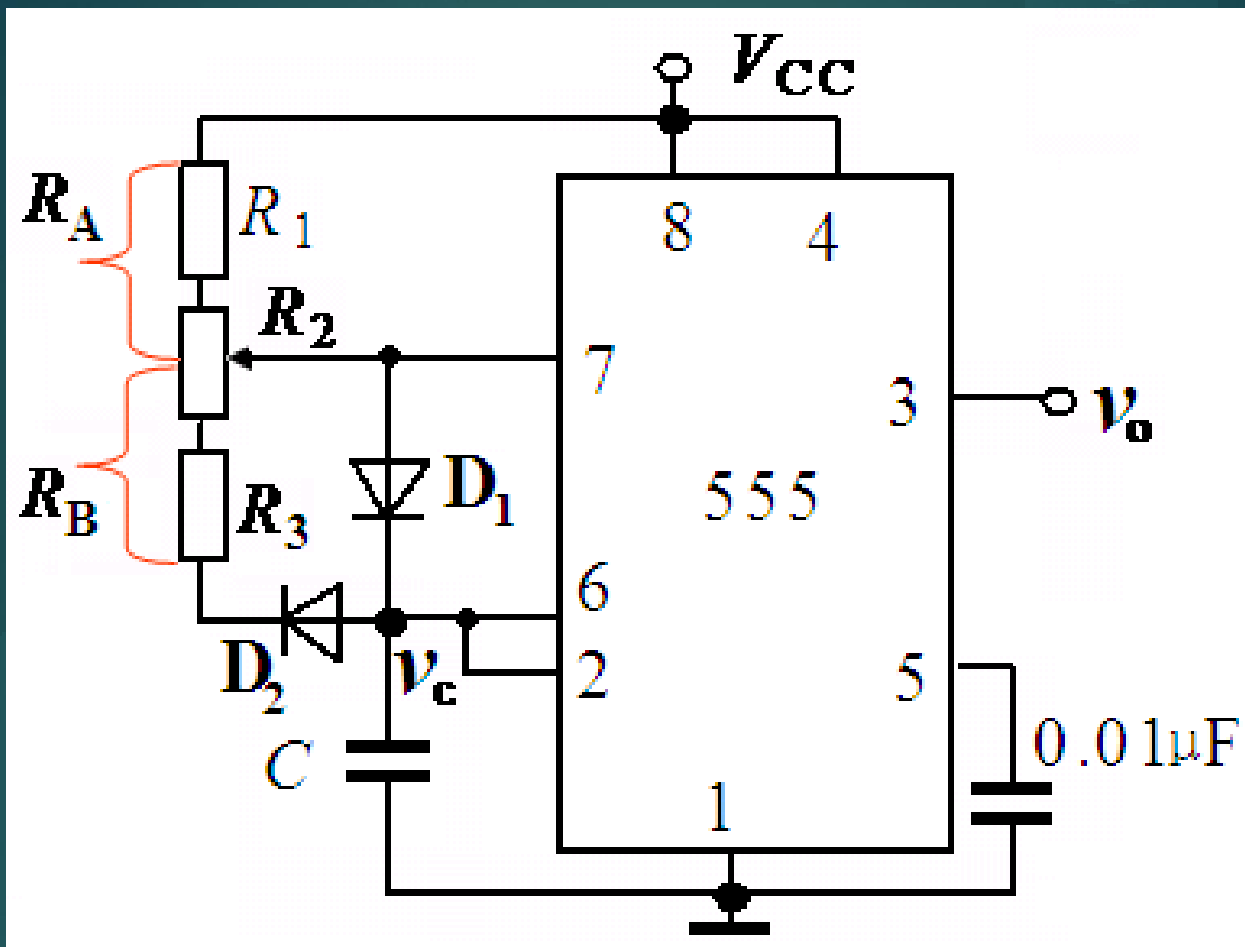
1. 555定时器有两个阈值电压，分别是  $\frac{2}{3}V_{CC}$  和  $\frac{1}{3}V_{CC}$ 。
2. 输出端3脚和放电端7脚的状态一致，输出低电平对应放电管饱和，在7脚外接有上拉电阻时，7脚为低电平。输出高电平对应放电管截止，在有上拉电阻时，7脚为高电平。
3. 输出端状态的改变有滞回现象，回差电压为  $\frac{1}{3}V_{CC}$ 。

# 占空比可调的多谐振荡器



输出脉冲占空比:

$$q = \frac{R_A + R_B}{R_A + 2R_B}$$

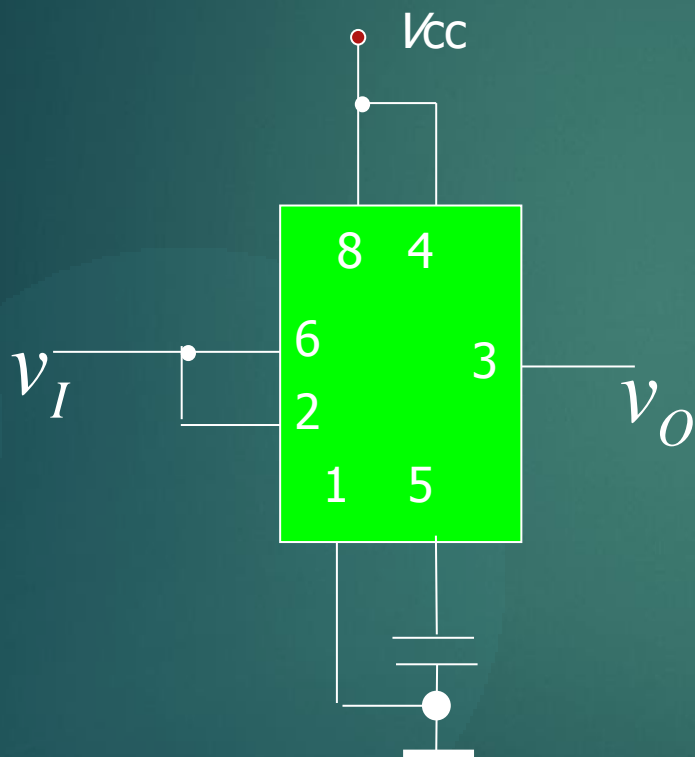


输出脉冲占空比:

$$q = \frac{R_A}{R_A + R_B}$$

# 本节小结

## 555定时器接成施密特触发器



$$V_{T+} = \frac{2}{3}V_{CC}$$

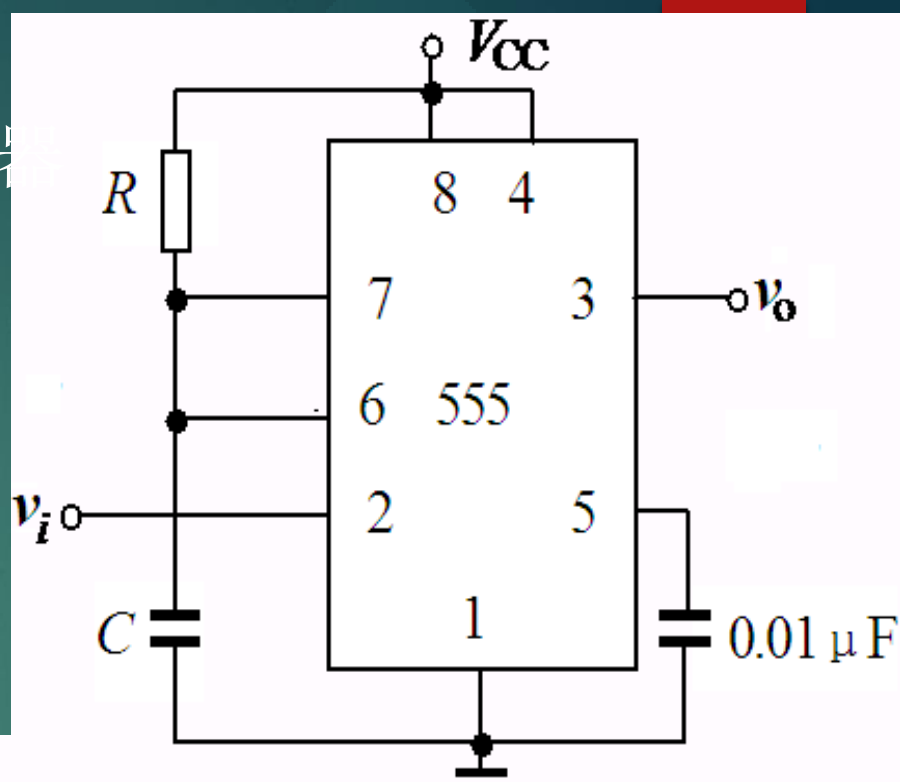
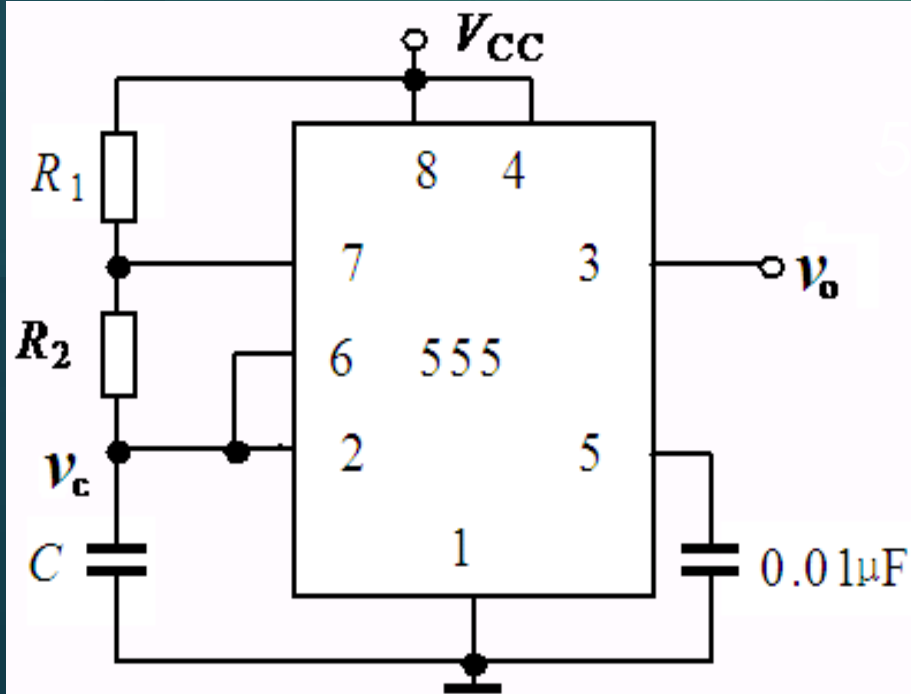
$$V_{T-} = \frac{1}{3}V_{CC}$$

回差电压:  $\Delta V_T = \frac{1}{3}V_{CC}$

555定时器接成单稳态触发器

负脉冲触发，脉冲宽度：

$$t_w = 1.1RC$$



555定时器接成多谐振荡器

振荡周期：

$$T = 0.69(R_1 + 2R_2)C$$