

## 第八讲 2.3 正弦交流电作用下的 RC 电路

来源：本站原创 作者：佚名 日期：2009年07月09日 访问次数：

**课 题：**正弦交流电作用下的 RC 电路

**课堂类型：**讲授

**教学目的：**1. 讲解交流电作用下电容的参数计算。

2. 讲解 RC 低通滤波器、高通滤波器、退耦电路、耦合电路的工作原理。

3. 讲解 RC 移相电路并熟知 RC 选频网络的特点。

**教学要求：**1. 掌握交流电作用下电容的参数计算。

2. 理解 RC 低通滤波器、高通滤波器、退耦电路、耦合电路的工作原理。

3. 理解 RC 移相电路并熟知 RC 选频网络的特点。

**教学重点：**1、交流电作用下电容的参数计算。

2、RC 选频网络的特点。

**教学难点：**交流电作用下电容的参数计算。

**教学方法：**理论与实践融合教学。

**教学过程：**

### 一、案例导入

电容器具有隔直通交的性能，在交流电的场合，电容器的阻抗、电流等参数具有什么特点；在 RC 或 LC 振荡器中，电容器还具有选频特性，选频的频率与容值有什么关系？

### 二、教学内容

#### 2.3 正弦交流电作用下的 RC 电路

隔直通的实质是指：直流电源加到电容器上，电容器完成充电过程后，电容器两端存在一定值的电压，只要电路的状态不发生改变，电容器两端电压就维持不变，电容器相当于断路，直流电源的电压无法传送到负载上。通交流的实质是指：电容器在交流电源作用下，不断地充电和放电，维持电路中电流的存在，并不是真的有电流通过了电容器的电介质。

##### 2.3.1 电容电压与电流的关系

纯电阻性交流电路中电流与所加电压同相，而电容性交流电路中电流与所加的电压不再同相。当电流与电压取关联参考方向时，电容性交流电路中流过电容的电流与电容两端所加电压的波形图如图 1 所示。

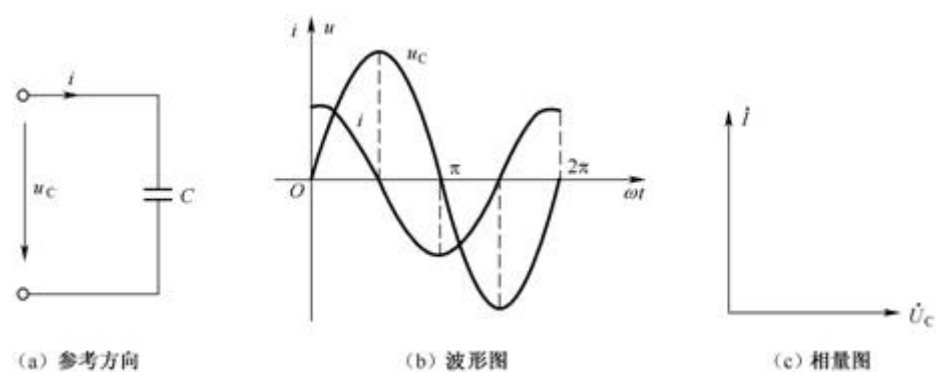


图 1 电容电压与电流的关系

### 1. 电容的容抗

(1) 概念：电容器充电后，两个极板之间的电压总是反抗（阻碍）电源电压的变化，反抗作用的大小用容抗来衡量。

(2) 符号及单位：电容的容抗用符号  $X_C$  表示，单位为欧 ( $\Omega$ )

(3) 计算公式：
$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

由公式可以知道：容量相同时，频率越高，容抗越小；频率一定时，容量越大，容抗越小。

[讲解教材上的例 2.3 和例 2.4]

### 2. 电压与电流的大小关系

当电容对交流电的阻碍作用用容抗表示、交流电压和电流用有效值表示时，电容两端电压与电容电流的大小关系具有欧姆定律的形式，即

$$I = \frac{U_C}{X_C}$$

### 3. 电压与电流的相位关系：电容电流超前电容两端电压 $90^\circ$

[讲解教材上的例 2.5]

### 4. 电容的功率

电容的功率定义为电容两端电压与电容电流的乘积。

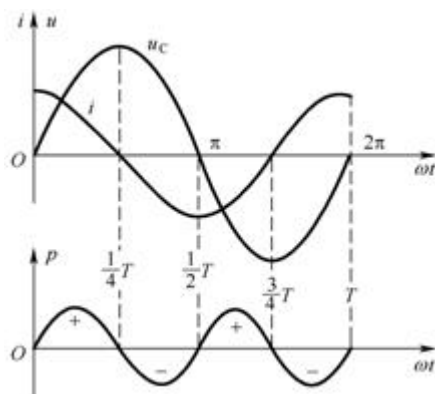


图 2 电容的功率

由图可知：在交流电的一个周期内，电容的功率重复两次，并且平均功率为 0。这说明交流电路中电容不消耗电能，电源提供给电容的电能只是在电容与电源之间进行交换。实际应用中，通常用无功功率来衡量电容与电源之间电能交换的规模。无功功率定义为：电容两端电压有效值与电容电流有效值的乘积，用  $Q_C$  表示，单位是乏 (Var) 或千乏 (kVar)。计算公式如下：

$$Q_C = U_C I = I^2 X_C = \frac{U_C^2}{X_C}$$

### 2.3.2 电容性电路的应用

#### 1. RC 滤波电路

滤波电路是一种能鉴别频率、衰减某些频率分量的幅值而让其他频率分量通过的电路，通常称为滤波器。

##### (1) 低通滤波器

低通滤波器允许低频信号几乎不受阻碍地通过，而同时衰减高频信号。

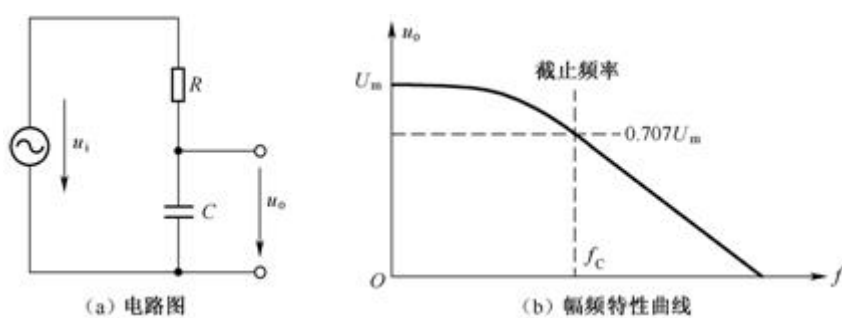


图 3 RC 低通滤波器

当输入为低频信号时，电容的容抗比电阻的阻值高，输入信号的大部分电压都降在电容上，这样输入信号的大部分电压就输出了，也就是低频信号被取出。随着输入信号频率的增高，电容的容抗逐渐减小，输入信号大部分电压降在电阻上，电容上电压减小，也就是高频信号输出减小，相当于高频信号没有顺利通过电路，被滤波了。

RC 低通滤波器的截止频率取决于电阻器的电阻值和电容器的电容量，计算公式如下：

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

故：RC 低通滤波器的通频带为  $0 \sim \left( \frac{1}{2\pi RC} \right)$ 。

##### (2) 高通滤波器

高通滤波器允许高频信号几乎不受阻碍地通过，而同时衰减低频信号。

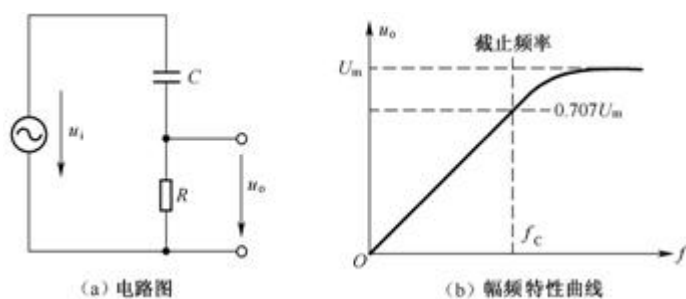


图 4 高通滤波器

当输入为高频信号时，电容的容抗比电阻的阻值低，输入信号的大部分电压都降在电阻上，这样输入信号的大部分电压就输出了，也就是高频信号被取出。随着输入信号频率的降低，电容的容抗逐渐增大，输入信号大部分电压降在电容上，电阻上电压减小，也就是低频信号输出减小，相当于低频信号没有顺利通过电路，被滤波了。

## 2. RC 耦合电路

### (1) RC 退耦电路:

#### a) 电路图:

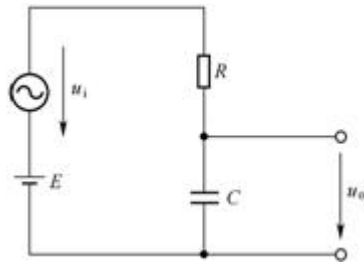


图 5 RC 退耦电路

b) 工作原理: 实现滤除交流信号而保留直流信号的电路通常称退耦电路, 它本质上仍是一个低通滤波器, 只是输入信号中的交流信号部分可能是噪声、瞬时尖脉冲、自激振荡或纹波干扰等。通过调整截止频率, 大多数这类交流信号都能滤除掉, 只剩下直流信号从电容上输出。

### (2) 耦合电路:

#### a) 电路图:

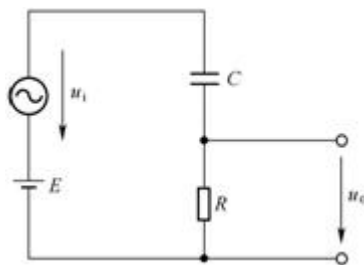


图 6 RC 耦合电路

b) 工作原理: 实现隔离直流信号而只让交流信号通过的电路通常称耦合电路, 它实际上也是一个高通滤波器, 只是输入信号中的交流信号往往是待放大的信号, 而直流信号则是直流电源提供的。电路工作时, 一开始电容器被充电到直流电压的电位, 一旦电容被充电, 电路中就不再有直流电流。此时, 交流信号引起电容以交流信号的频率充电和放电, 使电阻上有交流电流流过, 也即产生交流输出。通过合理地选择元件的参数, 可以保证交流信号以最小的衰减通过电容, 输出到下一级负载。

## 3. RC 移相电路

### (1) 超前移相电路

#### a) 电路图:

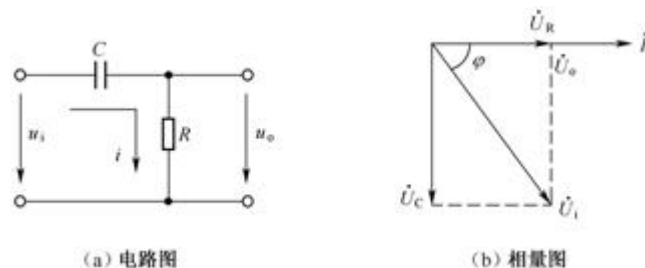


图 7 超前移相电路

b) 移相角: 由图 7 (b) 所示的相量图可知, 输出电压超前于输入电压的角度, 即输出信号与输入信号相比超前相移的角度  $\varphi$  的计算公式为:

$$\varphi = \arctan \frac{U_C}{U_R} = \arctan \frac{IX_C}{IR} = \arctan \frac{X_C}{R}$$

(2) 滞后移相电路

a) 电路图:

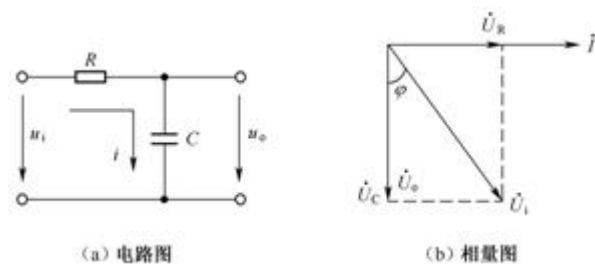


图 8 滞后移相电路

b) 移相角: 由图 8 (b) 所示的相量图可知, 输出信号与输入信号相比, 滞后相移的角度  $\varphi$  的计算公式为:

$$\varphi = \arctan \frac{U_R}{U_C} = \arctan \frac{IR}{IX_C} = \arctan \frac{R}{X_C}$$

三、小结:

1. 交流电作用下电容的参数计算。
2. RC 低通滤波器、高通滤波器、退耦电路、耦合电路的工作原理。
3. RC 移相电路并熟知 RC 选频网络的特点。

四、布置作业

思考题与习题: 第二章第 22、23 题。

课后独立完成第二章一、二大题

精品课程: 电路与模拟电子技术

[网站首页](#) | [设为首页](#) | [加入收藏](#) | [学院首页](#)

第七讲 2.2 矩形脉冲作用下的 RC 电路

来源: 本站原创 作者: 佚名 日期: 2009 年 07 月 09 日 访问次数:

课 题: 矩形脉冲作用下的 RC 电路

课堂类型: 讲授

教学目的: 1、讲解电容的充、放电的过程。

2、讲解微分电路和积分电路的工作过程。

3、讲解电容的串联和并联计算公式。

教学要求: 1. 掌握电容的充、放电过程。

2. 理解时间常数的概念。

3. 掌握微分电路和积分电路的工作过程，并理解电路的工作条件。

4. 掌握电容器的串、并联的计算公式。

**教学重点：**1、电容的充、放电过程。

2、微分电路和积分电路的工作过程。

**教学难点：**微分电路和积分电路的工作过程。

**教学方法：**理论与实践融合教学。

**教学过程：**

## 一、案例导入

在某些场合需进行波形变换，如将矩形波变换成三角波或尖脉冲，这通常需要利用电容的充、放电特性来完成，这需要我们首先对电容的充、放电过程具特点有所掌握。

## 二、教学内容

### 2.2 矩形脉冲作用下的 RC 电路

#### 2.2.1 电容器的充电和放电

##### 1. 电容器的充电

(1) 充电过程：

电路中有电流流过；充电结束时，电路中电流为 0。电容器充电时，电路中的电流并没有通过电容器两极板之间的电介质（绝缘材料），电流是由电容器两个极板分别积累正、负电荷形成的。充电开始时，由于电容器极板上没有电荷、电容器两端没有电压，电路中充电电流较大，电容器极板上电荷积累较快。随着电容器极板上电荷的积累，电容器两端电压逐渐增大，电路中充电电流逐渐减小，电容器极板上电荷积累变慢。当电容器两端电压等于电源电压时，电路中充电电流为 0，充电结束。充电过程中，电容器两端电压和电路中电流的变化如图 2 (b) 所示，其中电压按指数规律上升，电流按指数规律下降

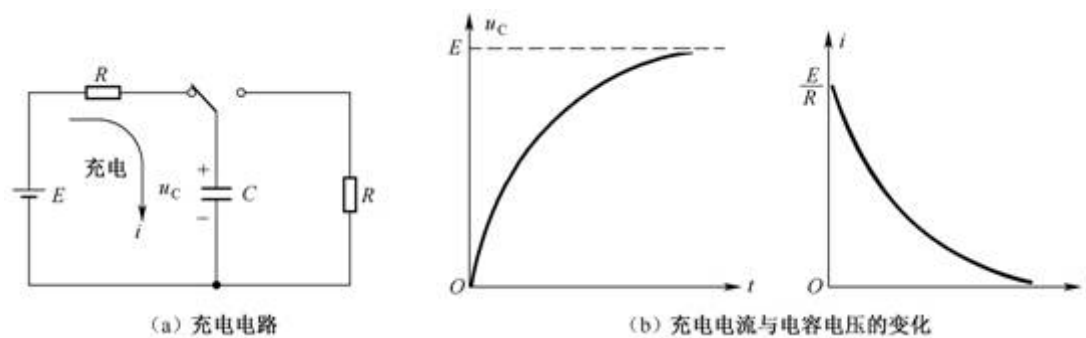


图2 电容的充电过程

(2) 注意：

电容充电结束后，移开电源，电容器仍能保持其两端的电压，电容器中有能量存储，决不能用双手接触电容器的两极，否则会遭电击，特别是电容量大且充电电压高时，电击可能致命。

##### 2. 电容器的放电

(1) 放电过程:

放电过程中, 电路中有电流流过; 放电结束时, 电路中电流为 0。放电开始时, 电容器两端电压高, 电路中放电电流大, 放电速度较快。随着放电的延续, 电容器两端电压降低, 电路中放电电流减小, 放电速度减慢, 最终电容器两端电压为 0, 放电结束。放电过程中, 电容器两端电压和电路中电流的变化如图 3 (b) 所示, 其中电压按指数规律下降, 电流反方向按指数规律减小。

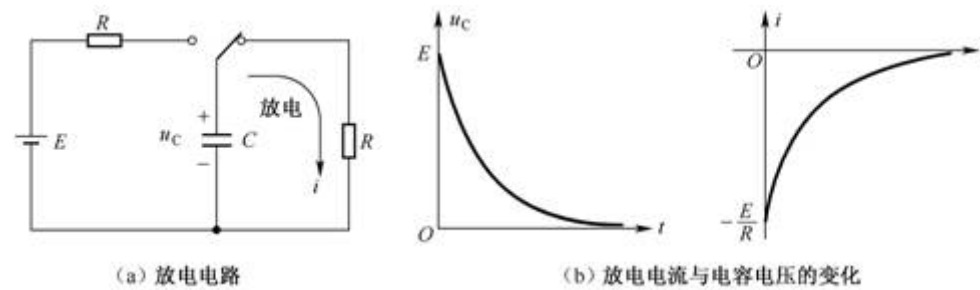


图3 电容的放电过程

(2) 通交隔直特性

在直流电路中, 电容器充电结束后, 由于电容器两个极板之间的电压不再变化, 含电容的回路不再有电流, 相当于电容器开路, 这就是电容器的“隔直流特性”。在交流电路中, 由于交流电压是不断变化的, 所以含电容器的交流电路始终有电流, 这就是电容器的“通交流特性”。

3. 时间常数

电容器充、放电的快慢用时间常数 ( $\tau$ ) 来衡量。

(1) 概念: 电容器充电时, 电容电压从 0 开始到所提供电源电压的 63.2% 所需要的时间; 或电容器放电时, 电容电压降到 36.8% 所需要的时间。

(2) 计算公式:

$$\tau = RC$$

式中,  $\tau$  —— 单位为秒 (s);

$R$  —— 电容器两端的 (等效) 电阻值, 单位为欧 ( $\Omega$ );

$C$  —— 电容器的电容量, 单位为法 (F)。

2.2.2 微分电路

1. 微分电路的组成

(1) 电路图:

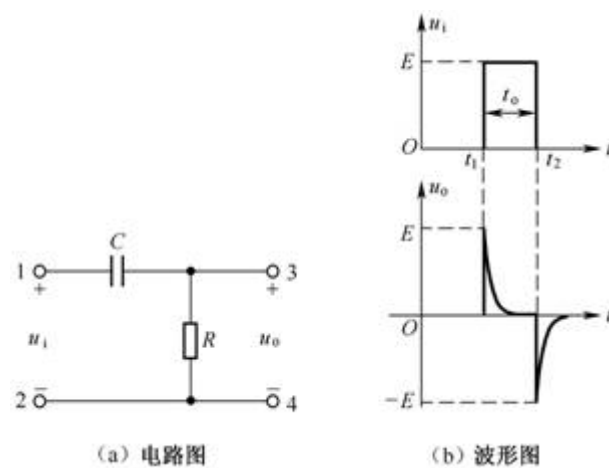


图4 微分电路

电路中1、2两个端点称输入端，3、4两个端点称输出端。矩形脉冲从1、2端输入，在3、4端就可输出如图4(b)所示的正、负尖脉冲

(2) 工作条件:

时间常数远小于输入矩形脉冲的宽度 ( $\tau \ll t_0$ )，通常选择  $\tau < \frac{1}{5} t_0$

## 2. 电路的工作过程

(1)  $t < t_1$  期间

输入端输入电压为0，输出端输出电压也为0。即： $u_i = 0$ ， $u_o = 0$ 。

(2)  $t = t_1$

当  $t = t_1$  时，输入电压  $u_i$  从0跳变到  $E$ ，电路开始对电容器  $C$  充电。由于电容器电荷的积累总是要有一个过程，在此瞬间电容器两端的电压为0，输入端的电压全部加到电阻  $R$  上，使  $R$  上的电压产生与输入电压同样大小的跳变。即： $u_i = E$ ， $u_C = 0$ ， $u_o = E$ 。

(3)  $t_1 < t < t_2$  期间

在  $t_1 < t < t_2$  期间，输入电压保持  $E$  不变，电容器两端电压按指数规律快速升高到  $E$ ，电阻上电压同样快速下降到0，形成正尖脉冲输出。即： $u_i = E$ ， $u_C = E$ ， $u_o = 0$ 。

(4)  $t = t_2$

当  $t = t_2$  时，输入电压  $u_i$  从  $E$  跳回到0，电容器开始放电。由于电容器积累的电荷释放也是要有一个过程，在此瞬间电容器两端电压保持  $E$  不变，并且通过输入端全部加到电阻  $R$  上，使  $R$  上产生同样大小的负电压。即： $u_i = 0$ ， $u_C = E$ ， $u_o = -E$ 。

(5)  $t > t_2$  期间

在  $t > t_2$  期间，输入电压为0，电容器两端电压按指数规律快速下降到0，电阻上电压也同样快从  $-E$  回到0，电路回到原先状态。若再有一个矩形脉冲输入，电路将重复上述过程。

注意：接通电路输入电压发生跳变的瞬间，电容器两端的电压保持原有的值不变，通常把这种特性称为电容电压不能突变。若电容器原来没有充电，则电路接通瞬间电容器相当于“短路”；若电容器已经充电，则电路接通瞬间电容器相当于一个“电压源”。这种特性可用换路定理来描述，即

$$u_C(0_+) = u_C(0_-)$$



式中， $0_-$ 表示电路状态发生转换前的一瞬间， $0_+$ 表示电路状态发生转换后的一瞬间。

### 2.2.3 积分电路

微分电路可以将矩形脉冲变换成正、负尖脉冲，积分电路则可以将矩形脉冲变换为三角波。

#### 1. 积分电路的组成

(1) 电路图：

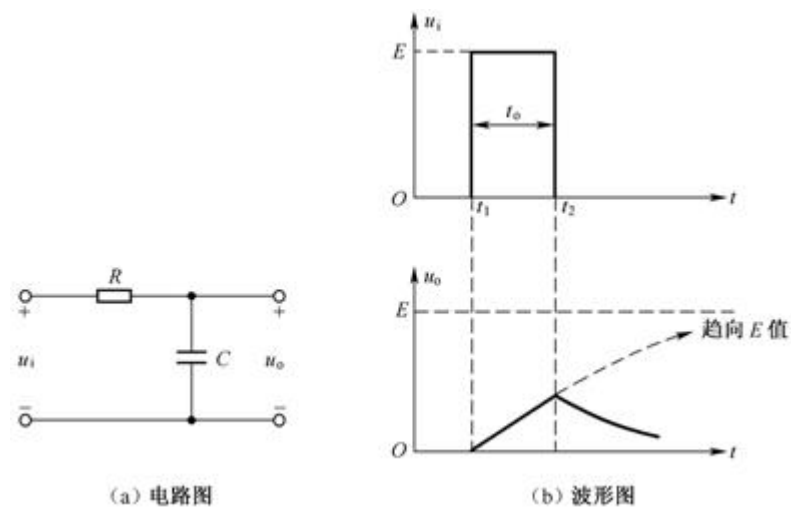


图5 积分电路

电路中1、2两个端点称输入端，3、4两个端点称输出端。矩形脉冲从1、2端输入，在3、4端就可输出如图5(b)所示的三角波。

(2) 工作条件：

时间常数远大于输入矩形脉冲的宽度 ( $\tau \gg t_0$ )，通常选择  $\tau > 5 t_0$

#### 2. 电路的工作过程

(1)  $t < t_1$  期间

输入端输入电压为0，输出端输出电压也为0。

(2)  $t = t_1$

当  $t = t_1$  时，输入电压从0跳变到  $E$ ，电路开始对电容器  $C$  充电。由于电容器两端电压不能突变，输出电压仍为0。

(3)  $t_1 < t < t_2$  期间

在  $t_1 < t < t_2$  期间，输入电压保持  $E$  不变，电容器两端电压缓慢升高，输出电压近似按线性上升。

(4)  $t = t_2$

当  $t = t_2$  时，输入电压从  $E$  跳回到0，电容器开始放电。由于电路的时间常数很大，放电开始时，电容器充电过程中充得的电压远没有达到最大值  $E$ ，放电从实际充得的电压开始。

(5)  $t > t_2$  期间

在  $t > t_2$  期间，输入电压为0，电容器两端电压缓慢下降，输出电压近似按线性下降到0，电路回到原先状态。若再有一个矩形脉冲输入，电路将重复上述过程。

## 2.2.4 电容器的串、并联

### 1. 电容器的串联

电容器串联主要特点如下：

- ① 每个电容器容量的倒数和等于总容量的倒数，与电阻并联类似。

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N}$$

- ② 每个电容器两端的电压之和等于电路的总电压，其中电容量最小的电容器承受的电压最大。

$$U_C = U_{C1} + U_{C2} + \dots + U_{CN}$$

当只有两只电容器时，有如下分压公式

$$U_{C1} = \frac{C_2}{C_1 + C_2} U_C$$

$$U_{C2} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} U_C$$

### 2. 电容器的并联

电容器并联主要特点如下：

- ① 每个电容器容量的和等于总容量，与电阻串联类似。

$$C = C_1 + C_2 + \dots + C_N$$

- ② 每个电容器两端的电压相等。

$$U_C = U_{C1} + U_{C2} + \dots + U_{CN}$$

## 三、小结：

1. 掌握电容的充、放电过程。
2. 理解时间常数的概念。
3. 掌握微分电路和积分电路的工作过程，并理解电路的工作条件。
4. 掌握电容器的串、并联的计算公式。

## 四、布置作业

思考题与习题：第二章第 16、17、18、19、20 题。

上一篇:第六讲 2.1 电容器

下一篇:第八讲 2.3 正弦交流电作用下的 RC 电路

地址：安徽省滁州市丰乐南路 64 号 邮编：239000 电话：3063678

友情链接：[六合彩内幕资料](#) [六合彩公司](#) [香港六合彩公司](#) [香港六合彩单双](#) [六合彩心水论坛](#) [六合彩开奖结果](#) [香港六合彩资料](#)

上一篇：[第七讲 2.2 矩形脉冲作用下的 RC 电路](#)

下一篇：[第九讲 3.1 电感器](#)

Copyright 2008 chuzhou All Rights Reserved

版权所有：滁州职业技术学院 皖 ICP 备 06012098 号

地址：安徽省滁州市丰乐南路 64 号 邮编：239000 电话：3063678

友情链接：[六合彩内幕资料](#) [六合彩公司](#) [香港六合彩公司](#) [香港六合彩单双](#) [六合彩心水论坛](#) [六合彩开奖结果](#) [香港六合彩资料](#)