

电路常识性概念

(2) 电容

所谓电容，就是容纳和释放电荷的电子元器件。

电容的基本工作原理就是充电放电，当然还有整流、振荡以及其它的作用。

另外电容的结构非常简单，主要由两块正负电极和夹在中间的绝缘介质组成。

作为无源元件之一的电容，其作用不外乎以下几种：

1、应用于电源电路，实现旁路、去藕、滤波和储能的作用

1) 旁路

旁路电容是为本地器件提供能量的储能器件，它能使稳压器的输出均匀化，降低负载需求。就像小型可充电电池一样，旁路电容能够被充电，并向器件进行放电。为尽量减少阻抗，旁路电容要尽量靠近负载器件的供电电源管脚和地管脚。这能够很好地防止输入值过大而导致的地电位抬高和噪声。地弹是地连接处在通过大电流毛刺时的电压降。

2) 去藕

去藕，又称解藕。从电路来说，总是可以区分为驱动的源和被驱动的负载。如果负载电容比较大，驱动电路要把电容充电、放电，才能完成信号的跳变，在上升沿比较陡峭的时候，电流比较大，这样驱动的电流就会吸收很大的电源电流，由于电路中的电感，电阻（特别是芯片管脚上的电感，会产生反弹），这种电流相对于正常情况来说实际上就是一种噪声，会影响前级的正常工作。这就是耦合。去藕电容就是起到一个电池的作用，满足驱动电路电流的变化，避免相互间的耦合干扰。将旁路电容和去藕电容结合起来将更容易理解。旁路电容实际也是去耦合的，只是旁路电容一般是指高频旁路，也就是给高频的开关噪声提供一条低阻抗泄放途径。高频旁路电容一般比较小，根据谐振频率一般是 0.1u，0.01u 等，而去耦合电容一般比较大，是 10uF 或者更大，依据电路中分布参数，以及驱动电流的变化大小来确定。

总的来说旁路是把输入信号中的干扰作为滤除对象，而去藕是把输出信号的干扰作为滤除对象，防止干扰信号返回电源。这应该是他们的本质区别。

3) 滤波

从理论上（即假设电容为纯电容）说，电容越大，阻抗越小，通过的频率也越高。但实际上超过 1uF 的电容大多为电解电容，有很大的电感成份，所以频率高后反而阻抗会增大。有时会看到有一个电容量较大电解电容并联了一个小电容，这时大电容通低频，小电容通高频。电容的作用就

是通高频阻低频。电容越大低频越容易通过，电容越小高频越容易通过。具体用在滤波中，大电容(1000uF)滤低频，小电容(20pF)滤高频。由于电容的两端电压不会突变，由此可知，信号频率越高则衰减越大，可很形象的说电容像个水塘，不会因几滴水的加入或蒸发而引起水量的变化。它把电压的变动转化为电流的变化，频率越高，峰值电流就越大，从而缓冲了电压。滤波就是充电，放电的过程。

在电源电路中，整流电路将交流变成脉动的直流，而在整流电路之后接入一个较大容量的电解电容，利用其充放电特性，使整流后的脉动直流电压变成相对比较稳定的直流电压。在实际中，为了防止电路各部分供电电压因负载变化而产生变化，所以在电源的输出端及负载的电源输入端一般接有数十至数百微法的电解电容。由于大容量的电解电容具有一定的电感，对高频及脉冲干扰信号不能有效地滤除，故在其两端并联了一只容量为 0.001—0.1pF 的电容，以滤除高频及脉冲干扰。（这就是为什么采用一个电解电容+一个小电容的原因）。

4) 储能

储能型电容器通过整流器收集电荷，并将存储的能量通过变换器引线传送至电源的输出端。电压额定值为 40~450VDC、电容值在 220~150 000uF 之间的铝电解电容器（如 EPCOS 公司的 B43504 或 B43505）是较为常用的。根据不同的电源要求，器件有时会采用串联、并联或其组合的形式，对于功率级超过 10KW 的电源，通常采用体积较大的罐形螺旋端子电容器。

2、应用于信号电路，主要完成耦合、振荡/同步及时间常数的作用：

1) 去耦

举个例子来讲，晶体管放大器发射极有一个自给偏压电阻，它同时又使信号产生压降反馈到输入端形成了输入输出信号耦合，这个电阻就是产生了耦合的元件，如果在这个电阻两端并联一个电容，由于适当容量的电容器对交流信号较小的阻抗，这样就减小了电阻产生的耦合效应，故称此电容为去耦电容。

2) 振荡/同步

包括 RC、LC 振荡器及晶体的负载电容都属于这一范畴。

3) 时间常数

这就是常见的 R、C 串联构成的积分电路。当输入信号电压加在输入端时，电容（C）上的电压逐渐上升。而其充电电流则随着电压的上升而减小。电流通过电阻（R）、电容（C）的特性通过下面的公式描述： $i = (V/R)e^{-(t/CR)}$

最后说下电解电容的使用注意事项：

1、电解电容由于有正负极性，因此在电路中使用不能颠倒联接。在电源电路中，输出正电压时电解电容的正极接电源输出端，负极接地，输出负电压时则负极接输出端，正极接地。当电源电路中的滤波电容极性接反时，因电容的滤波作用大大降低，一方面引起电源输出电压波动，另一方面又因反向通电使此时相当于一个电阻的电解电容发热。当反向电压超过某值时，电容的反向漏电阻将变得很小，这样通电工作不久，即可使电容因过热而炸裂损坏。

2、加在电解电容两端的电压不能超过其允许工作电压，在设计实际电路时应根据具体情况留有一定的余量，在设计稳压电源的滤波电容时，如果交流电源电压为 220V 时变压器次级的整流电压可达 22V，此时选择耐压为 25V 的电解电容一般可以满足要求。但是，假如交流电源电压波动很大且有可能上升到 250V 以上时，最好选择耐压 30V 以上的电解电容（经验）。

3、电解电容在电路中不应靠近大功率发热元件，以防因受热而使电解液加速干涸。

4、对于有正负极性的信号的滤波，可采取两个电解电容同极性串联的方法，当作一个无极性的电容。

-----分-----First PCB-----割-----

关于滤波电容、去耦电容、旁路电容作用

滤波电容用在电源整流电路中，用来滤除交流成分。使输出的直流更平滑。

去耦电容用在放大电路中不需要交流的地方，用来消除自激，使放大器稳定工作。

旁路电容用在有电阻连接时，接在电阻两端使交流信号顺利通过。

1. 关于去耦电容蓄能作用的理解

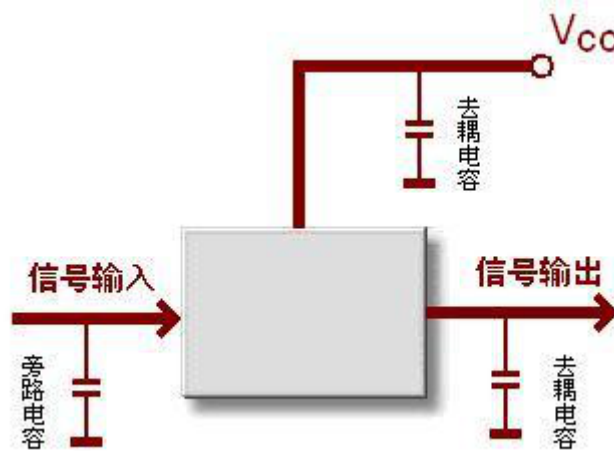
1) 去耦电容主要是去除高频如 RF 信号的干扰，干扰的进入方式是通过电磁辐射。

而实际上，芯片附近的电容还有蓄能的作用，这是第二位的。

你可以把总电源看作密云水库，我们大楼内的家家户户都需要供水，这时候，水不是直接来自于水库，那样距离太远了，等水过来，我们已经渴的不行了。实际水是来自于大楼顶上的水塔，水塔其实是一个 buffer 的作用。如果微观来看，高频器件在工作的时候，其电流是不连续的，而且频率很高，而器件 VCC 到总电源有一段距离，即便距离不长，在频率很高的情况下，阻抗 $Z = i\omega L + R$ ，线路的电感影响也会非常大，会导致器件在需要电流的时候，不能被及时供给。

而去耦电容可以弥补此不足。这也是为什么很多电路板在高频器件 VCC 管脚处放置小电容的原因之一（在 vcc 引脚上通常并联一个去耦电容，这样交流分量就从这个电容接地。）

2) 有源器件在开关时产生的高频开关噪声将沿着电源线传播。去耦电容的主要功能就是提供一个局部的直流电源给有源器件，以减少开关噪声在板上的传播和将噪声引导到地



2. 旁路电容和去耦电容的区别

去耦：去除在器件切换时从高频器件进入到配电网中的 RF 能量。去耦电容还可以为器件提供局部化的 DC 电压源，它在减少跨板浪涌电流方面特别有用。

旁路：从元件或电缆中转移出不想要的共模 RF 能量。这主要是通过产生 AC 旁路消除无意的能量进入敏感的部分，另外还可以提供基带滤波功能（带宽受限）。

我们经常可以看到，在电源和地之间连接着去耦电容，它有三个方面的作用：一是作为本集成电路的蓄能电容；二是滤除该器件产生的高频噪声，切断其通过供电回路进行传播的通路；三是防止电源携带的噪声对电路构成干扰。

在电子电路中，去耦电容和旁路电容都是起到抗干扰的作用，电容所处的位置不同，称呼就不一样了。对于同一个电路来说，旁路（bypass）电容是把输入信号中的高频噪声作为滤除对象，把前级携带的高频杂波滤除，而去耦（decoupling）电容也称退耦电容，是把输出信号的干扰作为滤除对象。 **请仔细理解！**

-----分-----First PCB-----割-----

大电容并联小电容作用及应用原理

大电容由于容量大，所以体积一般也比较大，且通常使用多层卷绕的方式制作，这就导致了大电容的分布电感比较大（也叫等效串联电感，英文简称 ESL）。

电感对高频信号的阻抗是很大的，所以，大电容的高频性能不好。而一些小容量电容则刚刚相反，由于容量小，因此体积可以做得很小（缩短了引线，就减小了 ESL，因为一段导线也可以看成

是一个电感的)，而且常使用平板电容的结构，这样小容量电容就有很小 ESL 这样它就具有了很好的高频性能，但由于容量小的缘故，对低频信号的阻抗大。

所以，如果我们为了让低频、高频信号都可以很好的通过，就采用一个大电容再并上一个小电容的方式。

常使用的小电容为 0.1uF 的瓷片电容，当频率更高时，还可并联更小的电容，例如几 pF，几百 pF 的。而在数字电路中，一般要给每个芯片的电源引脚上并联一个 0.1uF 的电容到地（这个电容叫做退耦电容，当然也可以理解为电源滤波电容，越靠近芯片越好），因为在这些地方的信号主要是高频信号，使用较小的电容滤波就可以了。

下期知识：

电路常识性概念（3）-TTL 与 CMOS 集成电路

资料所有权：

深圳第一 PCB 设计工作室 保留所有权利

资料声明：

本文档由深圳第一 PCB 设计工作室整理，针对性很强，目的用于免费交流学习使用，无任何商业用途，文中涉及的知识为各大论坛，网络资料整理。未经深圳第一 PCB 设计工作室书面许可，任何单位和个人不得擅自拿本文档做任何商业用途包含的该文档任何图片、表格、数据及其他信息。

文档中的信息深圳第一 PCB 设计工作室随着技术知识的进步将不定期的更新，深圳第一 PCB 设计工作室不再通知此类信息的更新。

文档性质：

免费共享