

## 滤波电容的选择

滤波电容的选择滤波电容的选择

经过整流桥以后的是脉动直流，波动范围很大。后面一般用大小两个电容  
大电容用来稳定输出，众所周知电容两端电压不能突变，因此可以使输出平滑  
小电容是用来滤除高频干扰的，使输出电压纯净

电容越小，谐振频率越高，可滤除的干扰频率越高

容量选择：

(1) 大电容, 负载越重, 吸收电流的能力越强, 这个大电容的容量就要越大

(2) 小电容, 凭经验, 一般 104 即可

2. 别人的经验 (来自互联网)

1、电容对地滤波, 需要一个较小的电容并联对地, 对高频信号提供了一个对地通路。

2、电源滤波中电容对地脚要尽可能靠近地。

3、理论上说电源滤波用电容越大越好, 一般大电容滤低频波, 小电容滤高频波。

4、可靠的做法是将一大一小两个电容并联, 一般要求相差两个数量级以上, 以获得更大的滤波频段。

具体案例: AC220-9V 再经过全桥整流后, 需加的滤波电容是多大的? 再经 78LM05 后需加的电容又是多大?

前者电容耐压应大于 15V, 电容容量应大于 2000 微发以上。后者电容耐压应大于 9V, 容量应大于 220 微发以上。

2. 有一电容滤波的单相桥式整流电路, 输出电压为 24V, 电流为 500mA, 要求:

(1) 选择整流二极管;

(2) 选择滤波电容;

(3) 另: 电容滤波是降压还是增压?

(1) 因为桥式是全波, 所以每个二极管电流只要达到负载电流的一半就行了, 所以二极管最大电流要大于 250mA; 电容滤波式桥式整流的输出电压等于输入交流电压有效值的 1.2 倍, 所以你的电路输入的交流电压有效值应是 20V, 而二极管承受的最大反压是这个电压的根号 2 倍, 所以, 二极管耐压应大于 28.2V。

(2) 选取滤波电容: 1、电压大于 28.2V; 2、求 C 的大小: 公式  $RC \geq (3-5) \times 0.1$  秒, 本题中  $R=24V/0.5A=48$  欧

所以可得出  $C \geq (0.00625-0.0104) F$ , 即 C 的值应大于 6250  $\mu F$ 。

(3) 电容滤波是升高电压。

滤波电容的选用原则

在电源设计中, 滤波电容的选取原则是:  $C \geq 2.5T/R$

其中: C 为滤波电容, 单位为  $\mu F$ ; T 为频率, 单位为 Hz, R 为负载电阻, 单位为  $\Omega$

当然, 这只是一般的选用原则, 在实际的应用中, 如条件(空间和成本)允许, 都选取  $C \geq 5T/R$ 。

3.

滤波电容的大小的选取

PCB 制版电容选择

印制板中有接触器、继电器、按钮等元件时。操作它们时均会产生较大火花放电, 必须采

用 RC 吸收电路来吸收放电电流。一般 R 取  $1 \sim 2k\Omega$ ，C 取  $2.2 \sim 4.7\mu F$

一般的 10PF 左右的电容用来滤除高频的干扰信号, 0.1UF 左右的用来滤除低频的纹波干扰, 还可以起到稳压的作用

滤波电容具体选择什么容值要取决于你 PCB 上主要的工作频率和可能对系统造成影响的谐波频率, 可以查一下相关厂商的电容资料或者参考厂商提供的资料库软件, 根据具体的需要选择。至于个数就不一定了, 看你的具体需要了, 多加一两个也挺好的, 暂时没用的可以先不贴, 根据实际的调试情况再选择容值。如果你 PCB 上主要工作频率比较低的话, 加两个电容就可以了, 一个虑除纹波, 一个虑除高频信号。如果会出现比较大的瞬时电流, 建议再加一个比较大的钽电容。

其实滤波应该也包含两个方面, 也就是各位所说的大容值和小容值的, 就是去耦和旁路。原理我就不说了, 实用点的, 一般数字电路去耦 0.1uF 即可, 用于 10M 以下; 20M 以上用 1 到 10 个 uF, 去除高频噪声好些, 大概按  $C=1/f$ 。旁路一般就比较的小了, 一般根据谐振频率一般为 0.1 或 0.01uF

说到电容, 各种各样的叫法就会让人头晕目眩, 旁路电容, 去耦电容, 滤波电容等等, 其实无论如何称呼, 它的原理都是一样的, 即利用对交流信号呈现低阻抗的特性, 这一点可以通过电容的等效阻抗公式看出来:  $X_{cap}=1/2\pi fC$ , 工作频率越高, 电容值越大则电容的阻抗越小.。在电路中, 如果电容起的主要作用是给交流信号提供低阻抗的通路, 就称为旁路电容; 如果主要是为了增加电源和地的交流耦合, 减少交流信号对电源的影响, 就可以称为去耦电容; 如果用于滤波电路中, 那么又可以称为滤波电容; 除此以外, 对于直流电压, 电容器还可作为电路储能, 利用冲放电起到电池的作用。而实际情况中, 往往电容的作用是多方面的, 我们大可不必花太多的心思考虑如何定义。本文里, 我们统一把这些应用于高速 PCB 设计中的电容都称为旁路电容。

电容的本质是通交流, 隔直流, 理论上说电源滤波用电容越大越好。但由于引线和 PCB 布线原因, 实际上电容是电感和电容的并联电路, 还有电容本身的电阻, 有时也不可忽略)

这就引入了谐振频率的概念:  $\omega=1/(LC)^{1/2}$

在谐振频率以下电容呈容性, 谐振频率以上电容呈感性。

因而一般大电容滤低频波, 小电容滤高频波。

这也能解释为什么同样容值的 STM 封装的电容滤波频率比 DIP 封装更高。

至于到底用多大的电容, 这是一个参考

#### 电容谐振频率

电容值	DIP (MHz)	STM (MHz)
1.0 $\mu F$	2.5	5
0.1 $\mu F$	8	16
0.01 $\mu F$	25	50

1000pF	80	160
100 pF	250	500
10 pF	800	1.6 (GHz)

不过仅仅是参考而已，用老工程师的话说——主要靠经验。

更可靠的做法是将一大一小两个电容并联，一般要求相差两个数量级以上，以获得更大的滤波频段。

一般来讲，大电容滤除低频波，小电容滤除高频波。电容值和你要滤除频率的平方成反比。具体电容的选择可以用公式  $C = 4\pi^2 \cdot P_i / (R \cdot f \cdot f)$ ，电源滤波电容如何选取，掌握其精髓与方法，其实也不难。

1) 理论上理想的电容其阻抗随频率的增加而减少 ( $1/j\omega C$ )，但由于电容两端引脚的电感效应，这时电容应该看成是一个 LC 串联谐振电路，自谐振频率即器件的 FSR 参数，这表示频率大于 FSR 值时，电容变成了一个电感，如果电容对地滤波，当频率超出 FSR 后，对干扰的抑制就大打折扣，所以需要有一个较小的电容并联对地，可以想想为什么？

原因在于小电容，FSR 值大，对高频信号提供了一个对地通路，所以在电源滤波电路中我们常常这样理解：大电容虑低频，小电容虑高频，根本的原因在于 FSR (自谐振频率) 值不同，当然也可以想想为什么？如果从这个角度想，也就可以理解为什么电源滤波中电容对地脚为什么要尽可能靠近地了。

2) 那么在实际的设计中，我们常常会有疑问，我怎么知道电容的 FSR 是多少？就算我知道 FSR 值，我如何选取不同 FSR 值的电容值呢？是选取一个电容还是两个电容？

电容的 FSR 值和电容值有关，和电容的引脚电感有关，所以相同容值的 0402, 0603, 或直插式电容的 FSR 值也不会相同，当然获取 FSR 值的途径有两个，1) 器件 Data sheet, 如 22pF0402 电容的 FSR 值在 2G 左右，2) 通过网络分析仪直接量测其自谐振频率，想想如何量测？S21？

知道了电容的 FSR 值后，用软件仿真，如 RFSim99, 选一个或两个电路在于你所供电电路的工作频带是否有足够的噪声抑制比。仿真完后，那就是实际电路试验，如调试手机接收灵敏度时，LNA 的电源滤波是关键，好的电源滤波往往可以改善几个 dB。

一般来说，选择输出滤波电容主要是为了获得好的滤波效果，输出电压的纹波与芯片的工作方式 (升压或降压) 以及工作原理有关，单相和多相的计算方法是不同的。举例来说，假如使用 LTC3406B 芯片， $\Delta V_{out} \approx \Delta I_L (ESR + 1 / 8fC_{out})$ ，其中， $\Delta V_{out}$  是输出电压的纹波， $\Delta I_L$  是电感的纹波电流，ESR 是输出滤波电容的内阻，f 是 DC/DC 的开关频率， $C_{out}$  是输出滤波电容的容值。通过该公式，可以方便地计算出需要的电容参数。

滤波电容范围太广了，这里简单说说电源旁路 (去藕) 电容。

滤波电容的选择要看你是用在局部电源还是全局电源。对局部电源来说就是要起到瞬态供电的作用。为什么要加电容来供电呢？是因为器件对电流的需求随着驱动的需求快速变化 (比

如 DDR controller),而在高频的范围内讨论,电路的分布参数都要进行考虑。由于分布电感的存在,阻碍了电流的剧烈变化,使得在芯片电源脚上电压降低——也就是形成了噪声。而且,现在的反馈式电源都有一个反应时间——也就是要等到电压波动发生了一段时间(通常是 ms 或者 us 级)才会做出调整,对于 ns 级的电流需求变化来说,这种延迟,也形成了实际的噪声。所以,电容的作用就是要提供一个低感抗(阻抗)的路线,满足电流需求的快速变化。

基于以上的理论,计算电容量就要按照电容能提供电流变化的能量去计算。选择电容的种类,就需要按照它的寄生电感去考虑——也就是寄生电感要小于电源路径的分布电感。