

电源设计小贴士 37: 折中选择输入电容纹波电流的线压范围

作者: Robert Kollman, 德州仪器 (TI)

您在为一个低功耗、离线电源选择输入滤波电容时, 会出现一种有趣的权衡过程。您要折中地选取电容的纹波电流额定值, 以适合电源工作所需的电压范围。通过增加输入电容, 您可以获得更多纹波电流的同时还可以通过降低输入电容的压降来缩小电源的工作输入电压范围。这样做会影响电源的变压器匝数比以及各种电压及电流应力。电容纹波电流额定值越大, 应力越小, 电源效率也就越高。

图 1 和 2 显示了离线电源中使用的两种整流器配置结构。图 1 为一个全波桥接, 其中, AC 输入电压经过简单整流以后便被送至电容。这种电路常见于宽范围 AC 和 230 伏 AC 应用中。电容充电至正弦波峰值, 然后在大部分半周期放电。电容纹波电流包括两个部分: 首先是充电周期, 其电流由电容值和所应用的 dV/dt 决定; 其次是电容放电。电源起到恒定电源负载的作用, 因此电容以非线性速率实施放电, 其计算方法为: $W = \frac{1}{2} * C * V^2 = P * dt$ 。

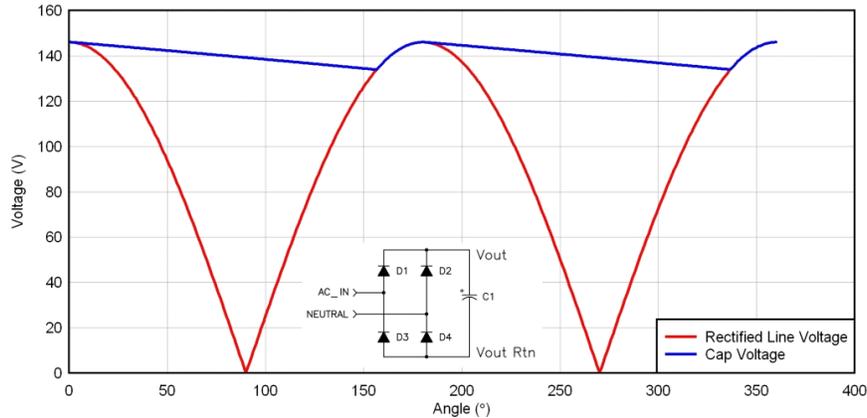


图 1 用于许多离线设计中的全波桥接

图 2 描述了一种倍压器整流配置结构, 许多 115/230 VAC 应用都使用了这种结构。如果您有一个 230 VAC 应用, 则您的输入级需要处理最大输入电压 (265 VAC) 乘以峰值因数这么大的电压, 其接近 400 伏。在与一个 115 VAC 输入一起使用时, 倍压器将经过整流的电压, 增压至接近 230 VAC 输入电平。我们可以专为 230 VAC 线压设计一个电源, 以此来减小电源工作的整流后电压范围。我们通常使用一个跳线或者开关, 来实现不同整流器配置之间的切换。这种方法的唯一缺点是偶尔出现人为倍增 230 VAC 输入的情况, 从而对电源造成严重破坏。图 2 显示了倍压器电路的一些波形。电容之间不带电。两个整流器交替对每个电容施加输入电压。一个周期中, 每个电容都被充电至峰值线压, 这样它们每个都有一个线频率纹波部分。由于电容为异相位充电, 因此其和的纹波频率为线频率的两倍。

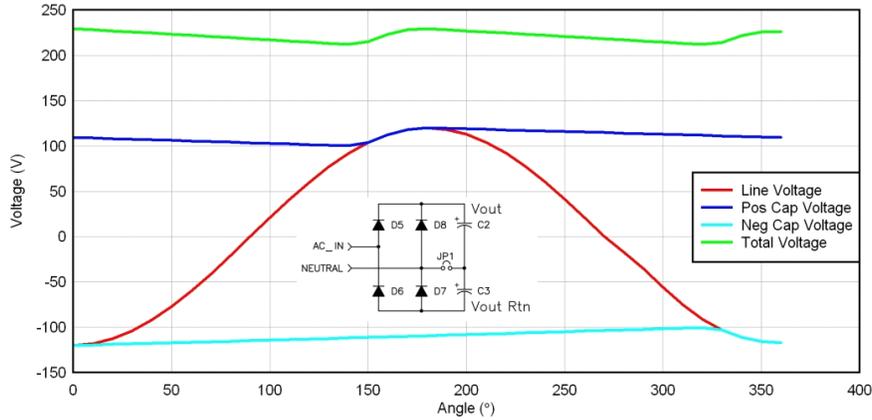


图 2 倍压器减小电源线压范围

图 3 显示了四种整流器/输入电压方法的 $\mu\text{F}/\text{W}$ 标准化压降。共有三种全波桥接方法，适用于低线压美国（108 VAC/60 Hz）、低线压日本（85 VAC/50 Hz）和低线压欧洲（216 VAC/50 Hz）。另外，还有一个低线压日本的倍压器。就全波桥而言，标准化过程只需将电容除以功率。在倍压器中，标准化方法是将两个串联电容之一的电容除以功率。要想使用该曲线图，请首先确定您的整流器配置结构，并选择一个可以接受的压降。之后，您只需读取输入电容的 $\mu\text{F}/\text{W}$ 便可。最后，通过乘以您的功率，便可去标准化。

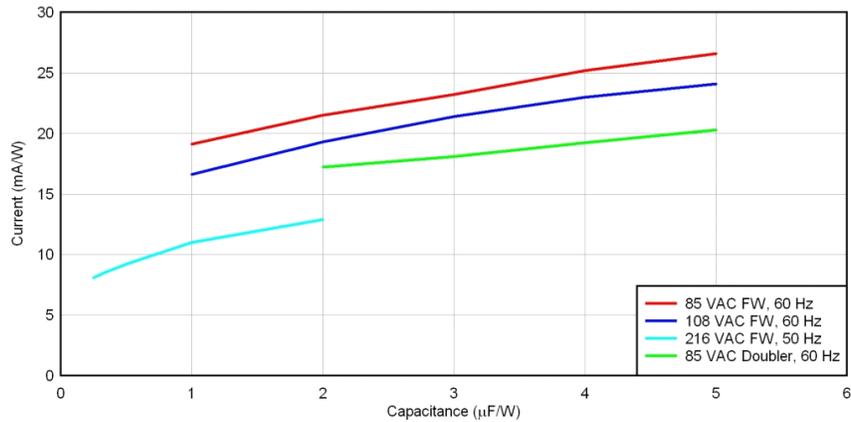


图 3 大电容可减小输入线压范围并提高效率

之后，您便可以利用图 4 来计算电容的纹波电流额定值。图 4 显示了标准化纹波电流与标准化输入电容的对比关系。有趣的是，纹波电流并非与电容密切相关。这是因为在放电期间，电流由一个来自负载的接近于恒定的电流所决定。只有在充电周期，电流才会极为不同。电容 ($\mu\text{F}/\text{W}$) 减小时，渐进纹波电流增加，这时便出现上述情况。更大电容、更小传导角时，峰值电流更高。请注意，该曲线图仅包括线频率纹波电流，并未包括高频电源纹波电流效应。

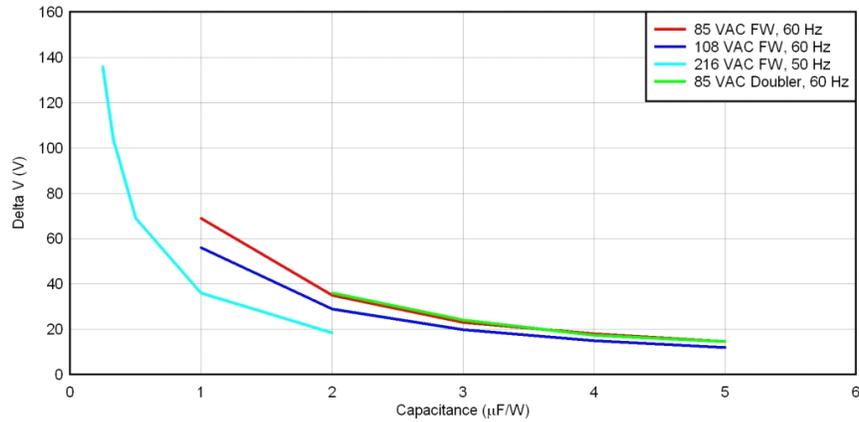


图 4 增加 $\mu F/W$ 不会明显增加输入电容纹波电流

总之，设计人员在选择输入电容和整流器配置结构时进行一些折中处理非常重要。如果选择宽范围应用的全波桥接，则电源可能需要在 4: 1 输入范围工作运行。如果设计人员选择在设计中使用一个倍压器来减小这一范围，则存在用户误操作导致出现过电压的隐患。根据本文提供的曲线图来选择正确的输入电容，可以在一定程度上限制工作电压范围。下次，我们将讨论一种价格低廉的电源保护锁闭电路，敬请期待。

如欲了解本文及其他电源解决方案的更多详情，敬请访问：www.ti.com.cn/power