单级 PFC 高频变压器设计

作者：陈小平

随着 LED 照明的应用越来越普及，对 LED 电源的需求也越来越大，由于 LED 照明电源要求：民用照明 PF 值必需大于 0.7，商业照明必需大于 0.9。对于 10~70W 的 LED 驱动电源，一般采用单级 PFC 来设计。即节省空间又节约成本。接下来我们来探讨一下单级 PFC 高频变压器设计。

以一个 60W 的实例来进行讲解：

输入条件：

电压范围：176~265Vac　　50/60Hz

PF>0.95

THD<25%

效率 ef〉0.87

输出条件：

输出电压：48V

输出电流：1.28A

第一步：选择 ic 和磁芯：

Ic 用士兰的 SA7527，输出带准谐振，效率做到 0.87 应该没有问题。

按功率来选择磁芯，根据以下公式：

$$Po=100*Fs*Ve$$

Po：输出功率；100：常数；Fs：开关频率；Ve：磁芯体积。

在这里，Po=Vo*Io=48*1.28=61.44；工作频率选择：50000Hz；则：

Ve=Po/（100*50000）

=61.4/（100*50000）=12280 mmm

PQ3230 的 Ve 值为：11970.00mmm，这里由于是调频方式工作。完全可以满足需求。可以代入公式去看看实际需要的工作频率为：51295Hz。

第二步：计算初级电感量。

最小直流输入电压：VDmin=176*1.414=249V。

最大直流输入电压：VDmax=265*1.414=375V。

最大输入功率：Pinmax=Po/ef=61.4/0.9=68.3W（设计变压器时稍微取得比总效率高一点）。

最大占空比的选择: 宽电压一般选择小于 0.5，窄电压一般选择在 0.3 左右。考虑到 MOS 管的耐压，一般不要选择大于 0.5 ，220V 供电时选择 0.3 比较合适。在这里选择：Dmax=0.327。

最大输入电流: Iinmax=Pin/Vinmin=68.3/176=0.39 A

最大输入峰值电流：Iinmaxp=Iin*1.414=0.39*1.414=0.55A

MOS 管最大峰值电流：Imosmax=2*Iinmaxp/Dmax=2*0.55/0.327=3.36A

初级电感量：Lp= Dmax^2*Vin_min/(2*Iin_max*fs_min)*10^3

=0.327*0.327*176/（2*0.39*50000）*1000

=482.55 uH

取 500uH。

第三步：计算初级匝数 NP：

查磁芯资料，PQ3230 的 AL 值为：5140nH/N^2,在设计反激变压器时，要留一定的气隙。选择 0.6 倍的 AL 值比较合适。在这里 AL 我们取：

AL=2600nH/N^2

则： NP =(500/0.26)^0.5=44

第四步：次级匝数 NS：

VOR=VDmin*Dmax

=249*0.327=81.4

匝比 n=VOR/Vo=81.4/48=1.696

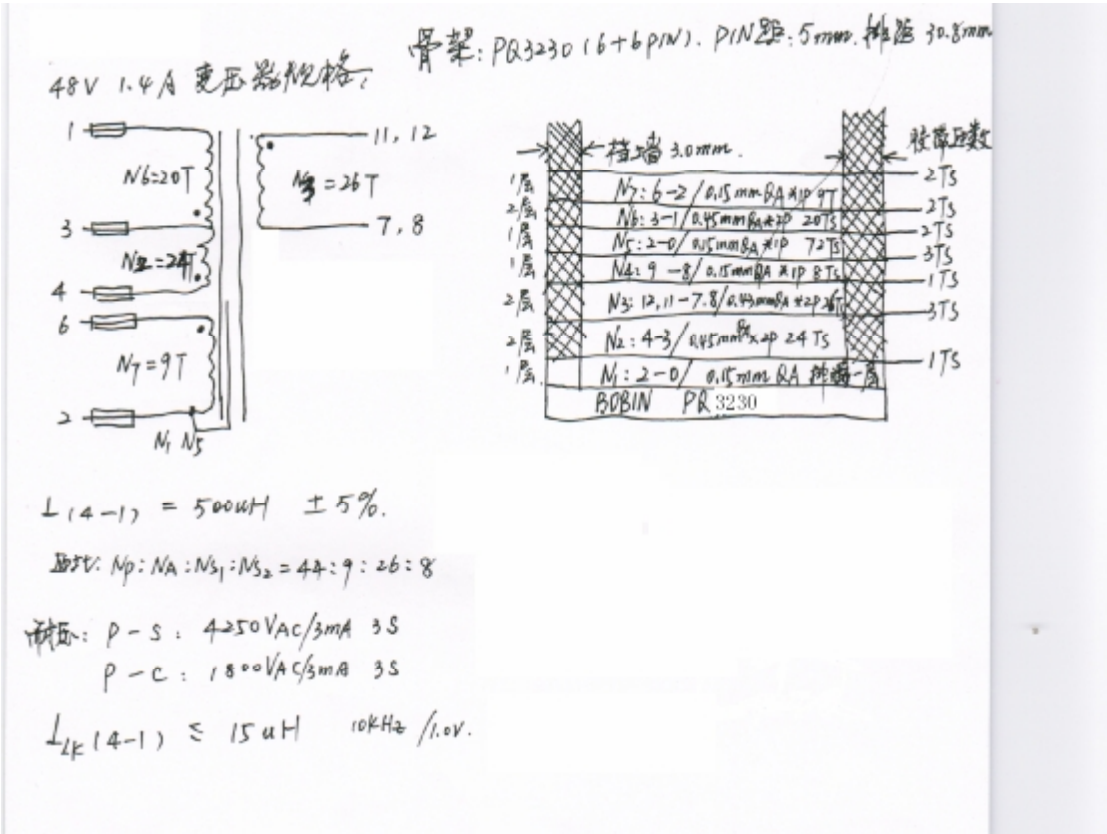
NS=NP/n=44/1.686=26

第五步：计算辅助绕组 NA

查看 IC 的 datasheet，知道 VCC 为 11.5~30V。在这选 16V。

NA=NS/（Vo*VCC）=26/（48/16）=8.67 取 9。

绕法：



总结

通过样品的测试，实验结果为：整机效率 0.88，PF 值：176V 时 0.989；220V 时 0.984；265V 时 0.975；THD=18.2%；变压器温升 25K。在整个变压器设计过程中。简化了一些东西。比如二极管的压降。对比一下，与一般反激式的

变压器有点一致。只是由于整流桥后没有接大容量的电解电容。实际的直流最低电压没有 1.414 倍。不足之处还请各位读者指正。