

# (原创) 对推挽逆变器中变压器漏感尖峰有源嵌位的研究

## 一 推挽逆变器的原理分析

主电路如图 1 所示：

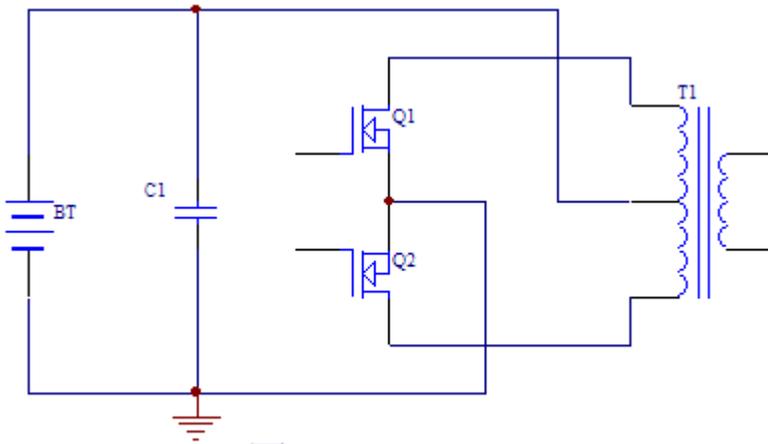


图1

Q1, Q2 理想的栅极 (UG1,UG2) 漏极(UD1,UD2)波形如图 2 所示：

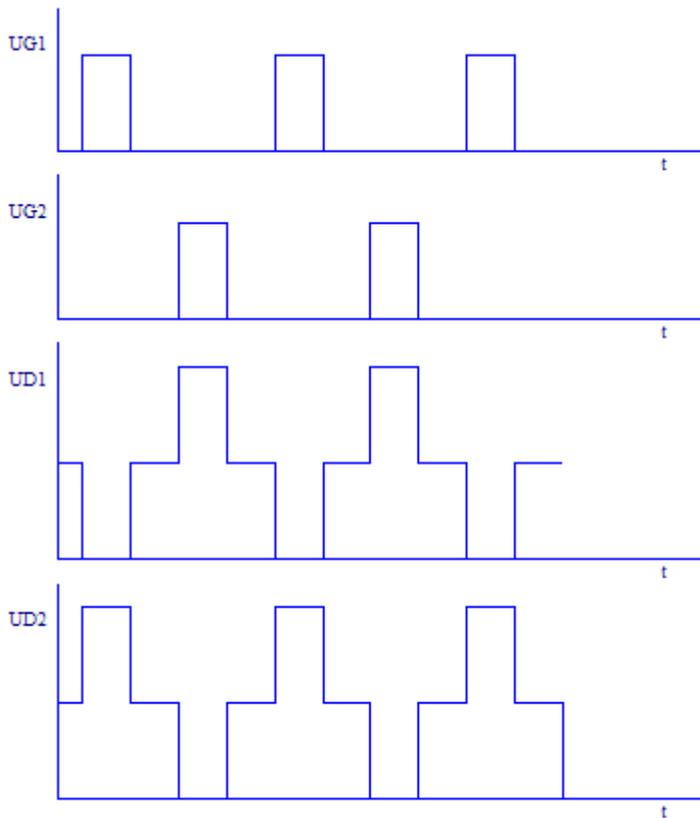


图2

实际输出的漏极波形：



图 3

从实际波形中可以看出，漏极波形和理想波形存在不同：在 Q1,Q2 两管同时截止的死区处都长了一个长长的尖峰，这个尖峰对逆变器/UPS 性能的影响和开关管 Q1,Q2 的威胁是不言而喻的，这里就不多说了。

## 二 Q1,Q2 两管漏极产生尖峰的成因分析

从图 1 中可以看出，主电路功率元件是开关管 Q1,Q2 和变压器 T1。Q1,Q2 的漏极引脚到 T1 初级两边走线存在分布电感，T1 初级存在漏感，当然 T1 存在漏感是主要的。考虑到漏感这个因素我们画出推挽电路主电路等效的原理图如图 4 所示：

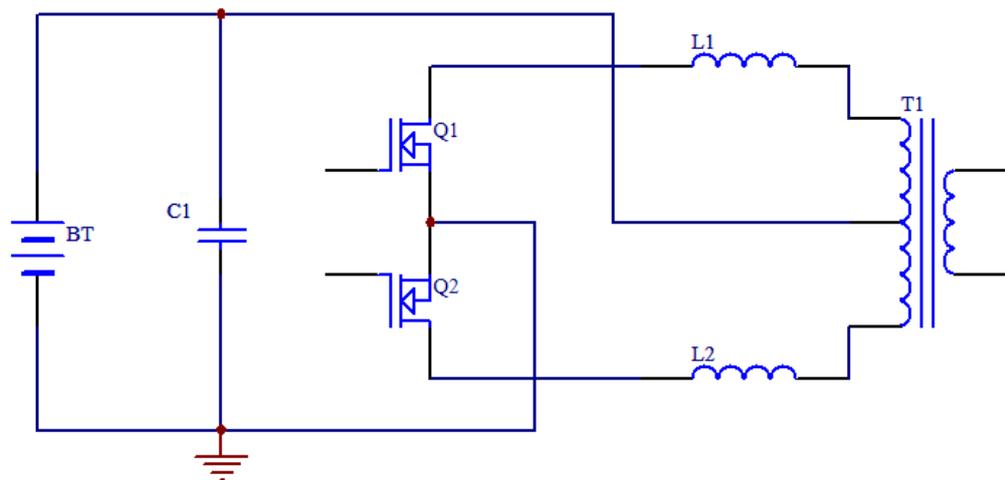


图4

从图4中可以看出L1,L2就等效于变压器初级两边的漏感,我们分析一下Q1导通时的情形:当Q1的栅极加上足够的驱动电压后饱和导通,电池电压加到漏感L1和变压器T1初级上半部分,当然绝大部分是加到T1初级上半部分,因为L1比T1初级上半部分电感小得多。此时Q2是截止的,主电路电流方向为从电池正极到T1初级上半部分到L1到Q1的DS再回到电池的负极;L1上电压的极性为左负右正,T1初级上半部分电压的极性为上负下正,如图5所示:

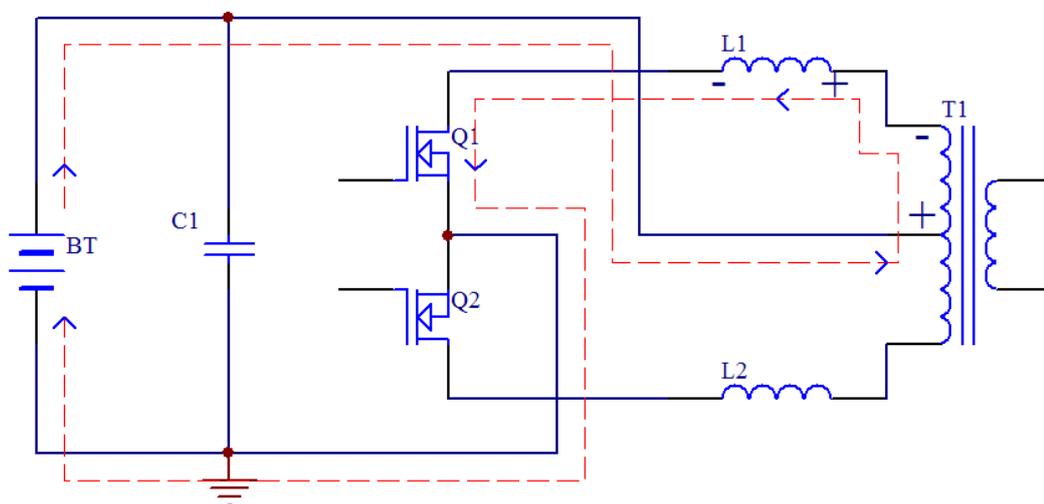


图5

当Q1栅极信号由高电平变为低电平时,此时Q2也还截止,即死区处Q1,Q2都不导通,T1初级上半部分由于和次级耦合的原因,能量仅在Q1导通时向次级传递能量,到Q1截止时T1初级上半部分上端的电位已恢复到电池电压,而L1可以看做是一个独立的电感,它储存的能量耦合不到变压器T1的次级。但是,随着Q1由导通转向截止,L1上的电流迅速减小,大家知道电感两端的电流是不能突变的,根据自感的原理L1必然要产生很高的反向感生电动势来阻碍它电流的减小,所以此时电感电压的极性和图5相反,T1初级上半部

分的电压为 0，两端点的电压都等于电池电压，此时 Q1 漏极的电压就等于 L1 两端的电压和电池电压之和，这就是 Q1,Q2 两管漏极产生尖峰的原因，如图 6 所示。

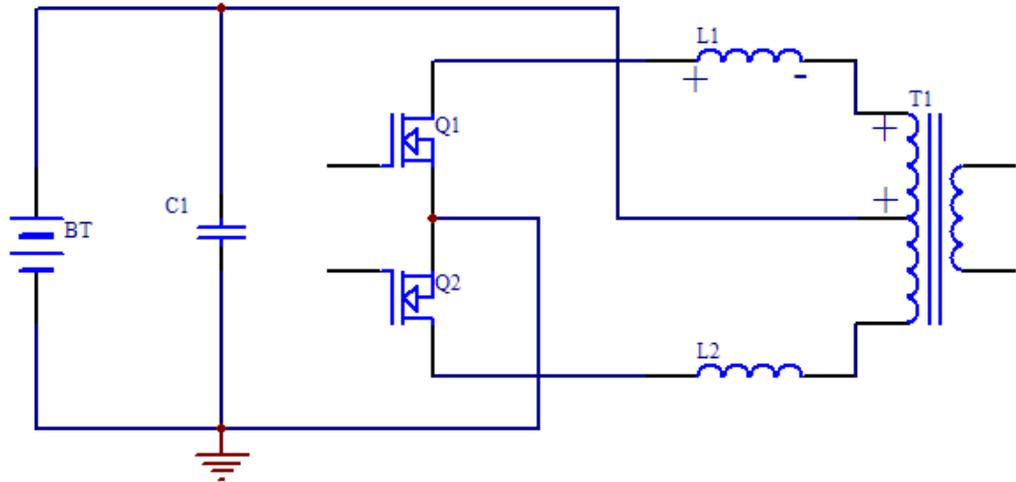


图6

### 三 Q1,Q2 两管漏极产生尖峰的消除

上面我们已经分析了 Q1,Q2 两管漏极产生尖峰的原因，下面我们就来想办法消除这个尖峰了。我想到的办法就是 Q1,Q2 的漏极到电池的正极加一个开关，当然这个开关也由 MOS 管来充当，当然其它功率管也行。这个开关只在 Q1,Q2 都截止时才导通，用电路实现如图 7 所示：

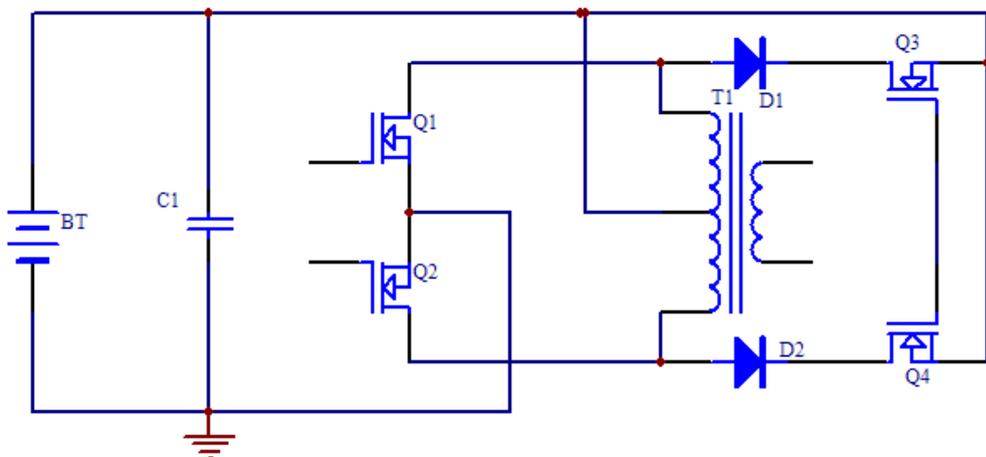


图7

由图 7 可以看出，加入 D1,D2 可以防止 Q3,Q4 寄生二极管的导通，这样，Q1,Q2 漏极的尖峰就可以限制在 D1,D2 和 Q3,Q4 的压降之和了，而这个压降是很小的，漏感的尖峰的能量

也释放回电池和 C1 了。

Q1,Q2,Q3,Q4 的驱动时序如图 8 所示：

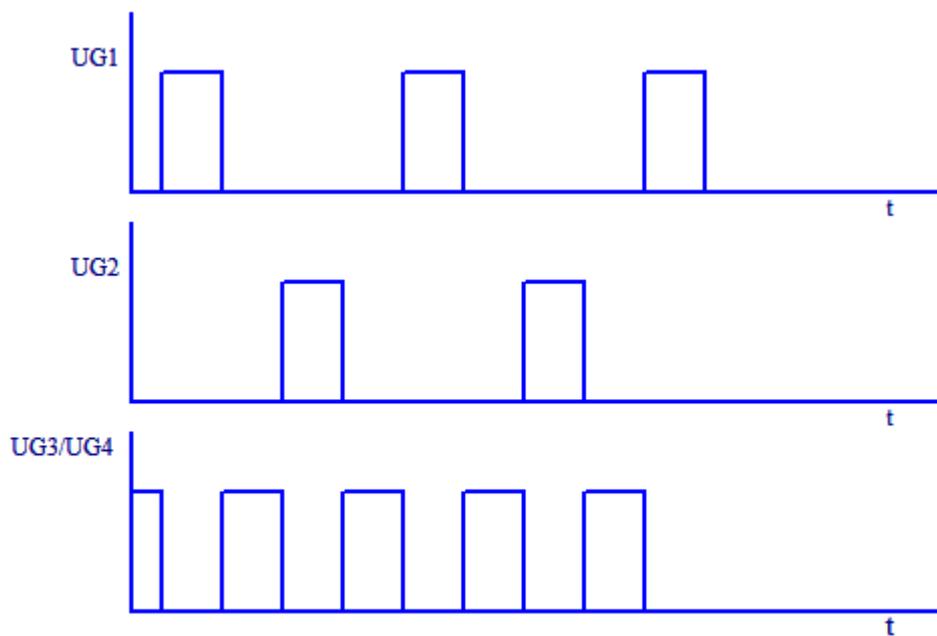


图 8

加入了有源嵌位后实际输出的波形如图 9 所示：

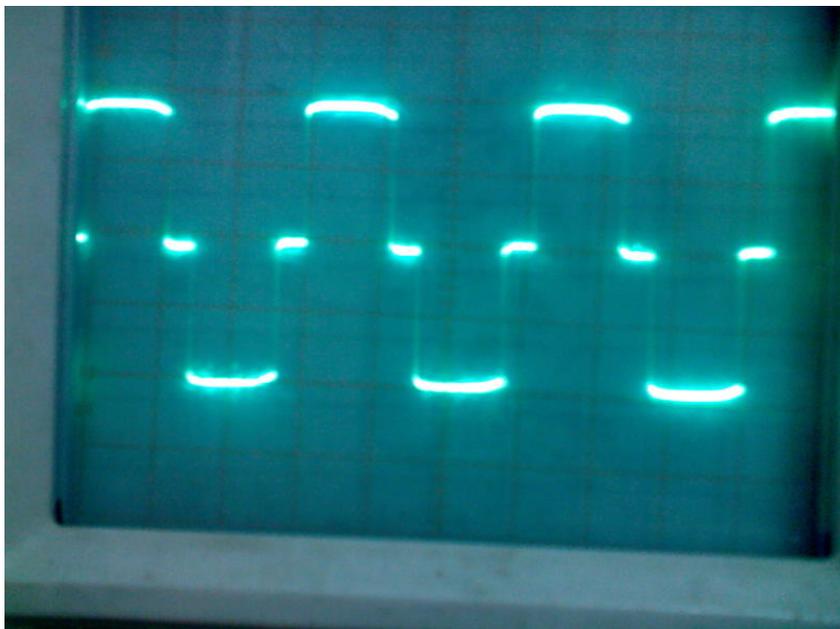


图 9

四 这个电路和全桥逆变电路的比较：

看到这里，大家也许会说，这个电路和全桥电路不是一样吗？你的电路还多了两个二

极管。不错，这个电路和那种两桥臂上下管都互补的全桥电路来说还是有些相似，最大的不同就是我这个电路主电路还是推挽，它的导通压降还是一个 MOS 管的导通压降，而全桥电路是两个 MOS 管的导通压降！对于采用低电压大电流电池供电的应用场合，这个电路的损耗更小，效率更高，因为漏感的储能比较小，Q3,Q4 选型时可以比 Q1,Q2 电流小得多，因而节约了成本。

实际上 Q3,Q4 可以只用一个的，如图 10 所示：

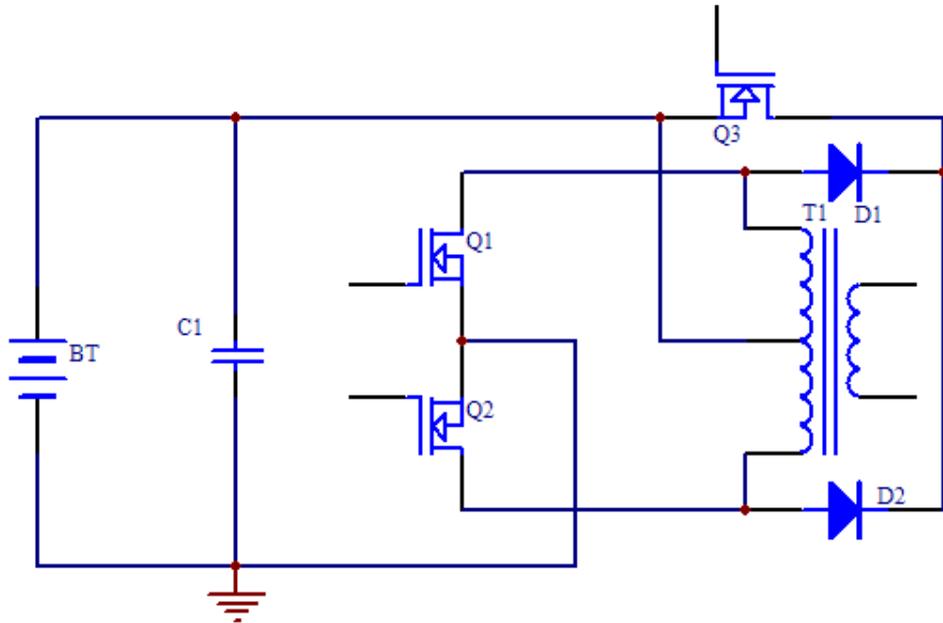


图 10

驱动逻辑改为，如图 11 所示：

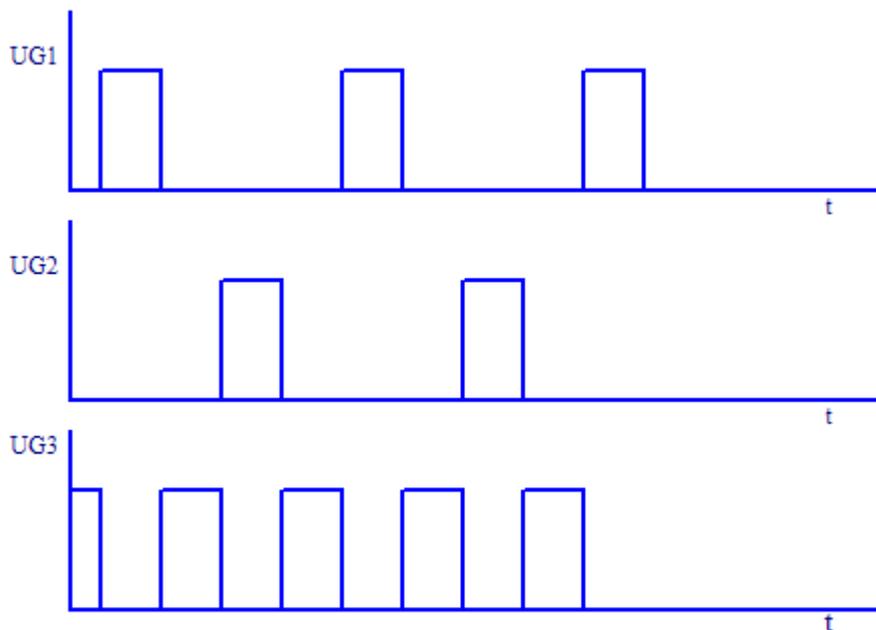


图 11

总结：本文从原理出发分析了在推挽逆变器中两开关管漏极产生尖峰的原因，提出了改进方法，并在实际应用中得到验证是可行的，相比于传统推挽逆变器，极大地提升了性能，提高了效率和稳定性。