

# 逆变电源设计概要续-逆变电源 中功率器件的选型

后羿半导体—钟任生

# 主要内容

## 一.高频逆变器功率管的选型

1.高频逆变器前级功率管的选型

2.高频逆变器高压整流管的选型

3.高频逆变器后级功率管的选型

## 二.工频方波逆变器功率管的选型

## 三.工频正弦波逆变器功率管的选

型

## 一.高频逆变器功率管的选型

下面以**12V1000W**高频正弦波逆变器为例讲述高频逆变器功率管的选型

### 1.高频逆变器前级功率管的选型

因为输入电压只有**12V**,输入电流比较大所以前级我们一般选用推挽拓扑,功率管选用**MOS管**,

#### 1) 前级**MOS管**的耐压选型:

根据理论,推挽拓扑中**MOS管**的耐压要求最少为为输入电压的**2倍**。在**12V**输入的逆变器中一般要求适应输入电压的变动范围为**10.5-15V**.意味着**MOS管**的耐压最低要求为**30V**,考虑到电路和器件(特别是变压器)杂散电感产生的尖峰,在**12V**输入的逆变器中实际上一般采用耐压**40/55/60V**这三种耐压的**MOS管**。

#### 2) 前级**MOS管**的电流选型:

## 前级MOS管承受电流的黑框法计算

首先我们要明确的是，在开环电路中逆变器在输入最低电压10.5V时的输入电流最大，由于是正弦波逆变器，输入电流的波形为馒头波，馒头波波峰电流约为额定电流的1.4倍。还要考虑到逆变器的峰值功率要达到额定功率的2倍，假设效率为90%，我们可以计算出MOS管的最大峰值电流为：

$$1000W*2*1.4/(90%*10.5V)=296.3A$$

从上面的计算可以看出如此大的电流我们无法用单颗的MOS管完成，当然也可以选择模块，但是除了价格昂贵，还会因为电流集中布线困难。考虑到单颗TO-220封装的MOS管电流不能超过75A,所以可以选用4颗并联达到这个电流，推挽两边共用8颗,所需电流为 $296.3/4=74A$ ，为了达到在100度还能达到74A的电流，MOS管一般选用ID为110A或120A的MOS管。最后一点就是还要验证在推挽电路中单个脉冲的峰值电流是平均电流的1.4倍，MOS管还必须承受 $74*1.4=103.6A$ 的峰值电流。

## MOS管其他参数的选择:

我们确定了MOS管的电压电流之后，还要考虑其他的参数，比如我们要根据工作频率的高低考量MOS管的开关参数，还要根据散热考量MOS管的热阻参数，根据所需要的效率考量MOS管的内阻和开关参数，根据电路的驱动能力考虑MOS管的结电容和栅极充电，根据结构选择封装等等。

## 2.高频逆变器高压整流管的选型

整流管的耐压选择:

当输入电压最高时，整流二极管截止时承受的反向电压也最高，假设12V高频正弦波逆变器变压器设计的变比为30，则整流二极管截止时承受的反向电压为 $30*15V=450V$ ，加上电路杂散电感产生反峰电压，我们一般会选择600V这个等级的快恢复二极管。是不是电压越高越好呢？当然不是，因为二极管的电压越高，正向压降就越大，反向恢复时间就越长。会使效率下降。所以电压够用留有一定余量就可以了。

## 高压整流二极管电流的选择

刚才讲的**1000W**逆变器中，当输入电压最低时，整流二极管流过的电流最大，具体估算为：

$2*1000W*/(0.9*10.5*30)=7A$ 。说明一点的就是二极管的电流就是按照正弦波电流定义的，所以这里无需按馒头波的波峰的电流计算，在**50%**占空比下，按照有效值电流计算就可以了。这里我们选用**600V8A**的管子就可以了。对于工作频率**32-100K**的逆变器，一般反向恢复时间选用**30-100NS**的管子就可以了。并不是反向恢复时间越短的管子就越好，因为反向恢复时间越短，管子的**IFSM**就越小，正向压降也越大。

### 3.高频逆变器后级功率管的选型

高频变压器后级功率管一般用MOS管和IGBT两种，在此基础上还可以衍生出MOS管模块，IGBT模块，智能功率模块（IPM）等。一般来说3kW以下逆变器我们会建议用MOS管，3k-10kW我们会建议用IGBT单管，10kW以上我们会建议用IGBT模块。MOS管的特性是开关速度快，但其导通压降基本随电流的增大而线性增大，因而比较适合工作频率高的小功率逆变器上使用，因为功率大了电流也大其正向压降也大，损耗也大。而IGBT的特性为开关速度稍低于MOS管，但其压降跟随电流的增大而增加不大，而且其对驱动电流的要求低于MOS管，因此比较适合大功率并联比较多的场合。

还是以刚才提到的**1000W**高频正弦波逆变器为例我们来看下  
后级MOS管的选型，先从耐压来说，一般逆变器后级的滤波  
电容为**450V**,母线电压也不会超过**450V**,所以我们可以选用  
**500-600V**的MOS管，现在估算下后级MOS管承受的最大电流：  
假设后级的效率为**0.95**，MOS管在**2倍**输出电流下承受的最  
大电流为：

$$2*1000*1.4 / (220*0.95) = 13.4A$$

为了在**100度**时MOS管的电流还有**13.4A**,我们一般选用  
**ID>20A**的MOS管。

同时还要验证MOS管的最大峰值电流为**13.4\*1.4=18.76A**。

说明：这个最大峰值电流没有评估启动时对高压滤波电容充  
电。

在高频正弦波逆变器中后级功率器件非常重要的参数：高频对于正弦波逆变器中后级中工作在高频高压状态的功率器件而言其栅极分布电容和栅极充电都是非常重要的参数，在同等驱动能力下QDG和QGXI小，QGS/QGD大的MOS管栅极的米勒振荡会小的多，效率也高的多，共通的危险小，安全系数高。还有一个就是VTH,VTH高的管子也同样能起到减小共通的作用，VTH在3-5V的管子就比2-4V的好用。

## 二.工频方波逆变器功率管的选型

工频方波逆变器现在做的比较少了，但是在后备式UPS上还用的比较多，因此在这里讲一下。工频方波逆变器只有一级结构，先把电池电压逆变成方波交流电然后再通过工频变压器升压。在12V后备式UPS中现在一般都采用全桥结构了，因为现在MOS管便宜了，铜线贵了，把原来的推挽结构改成全桥结构之后变压器铁芯小了1-2号，少了一边的初级绕组，增加了一倍的MOS管，而且全桥结构的波形要比推挽结构好的多，所以现在大家都喜欢用全桥工频结构了。现在以最常用的12V300VA后备式UPS为例讲解其功率MOS管的选型。

全桥结构MOS管的耐压理论上不低于输入电压就可以了，在12V输入的后备式UPS电路中，输入最高电压一般为15V,所以这里我们一般选用30V的MOS管。因为全桥变换采用闭环的方式没有续流电感直接输出交流，这一点和闭环输出直流有本质的不同，所以在输入电压最高15V时MOS管的峰值电流最大。对于300VA的UPS,我们一般按照功率因素0.8计算，实际功率为240W,短时间工作的UPS效率一般设计在80%左右。假设变压器的变比为25，在输入电压15V时MOS管流过最大电流，因此我们采用黑框法来估算MOS管的最大电流：

先计算输出方波220V占空比为50%时负载阻抗为：

$$220*220/(240/0.8)=161.3\Omega$$

效率的损耗可以折算成输入电压的损耗，在输入最高电压15V时，输出最大功率时，折算损耗后的实际输入电压为

$$15*0.8=12V$$

次级的峰值电压为

$$12*25=300V$$

可以算出在输入电压15V满载电流为

$300/161.3=1.9A$ ，折算到初级，MOS管的在输入15V时的最大电流为

$$1.9*25=47.5A$$

此时输出交流的占空比 $D=0.5*240/(300*1.9)=21.1\%$ 。

验算输入功率= $2*15*47.5*21.1\%=300W$ 。

说明一点的是，这里是几十HZ的频率，单个脉冲已经达到MS级别了，所以电流不能以MOS管定义的峰值电流来计算了。因此我们选用ID=100A左右的MOS管就能保证100度时还能过47.5A的电流,同时还具有一定的过载能力。

### 三.工频正弦波逆变器功率管的选型

工频正弦波逆变器也是采用全桥结构，其功率管的选型也和  
高频正弦波逆变器后级类似。

今天就分享到这里，谢谢大家，再见！