

制作 600W 的正弦波逆变器，

该机具有以下特点：

1.SPWM 的驱动核心采用了单片机 SPWM 芯片，TDS2285，所以，SPWM 驱动部分相对纯硬件来讲，比较简单，制作完成后要调试的东西很少，所以，比较容易成功。

2.所有的 PCB 全部采用了单面板，便于大家制作，因为，很多爱好者都会自己做单面的 PCB，有的用感光法，有点用热转印法，等等，这样，就不用麻烦 PCB 厂家了，自己在家就可以做出来，当然，主要的目的是省钱，现在的 PCB 厂家太牛了，有点若不起（我是万不得已才去找 PCB 厂家的）。

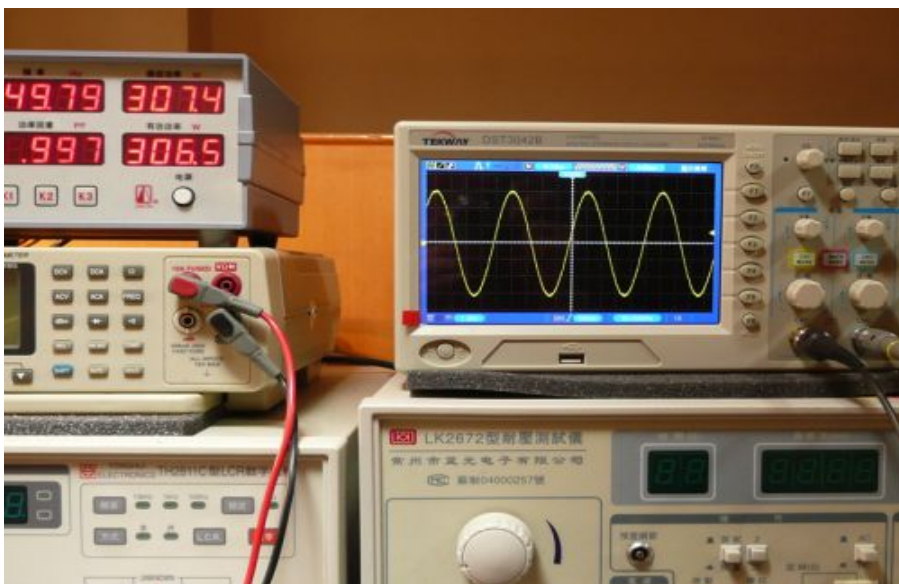
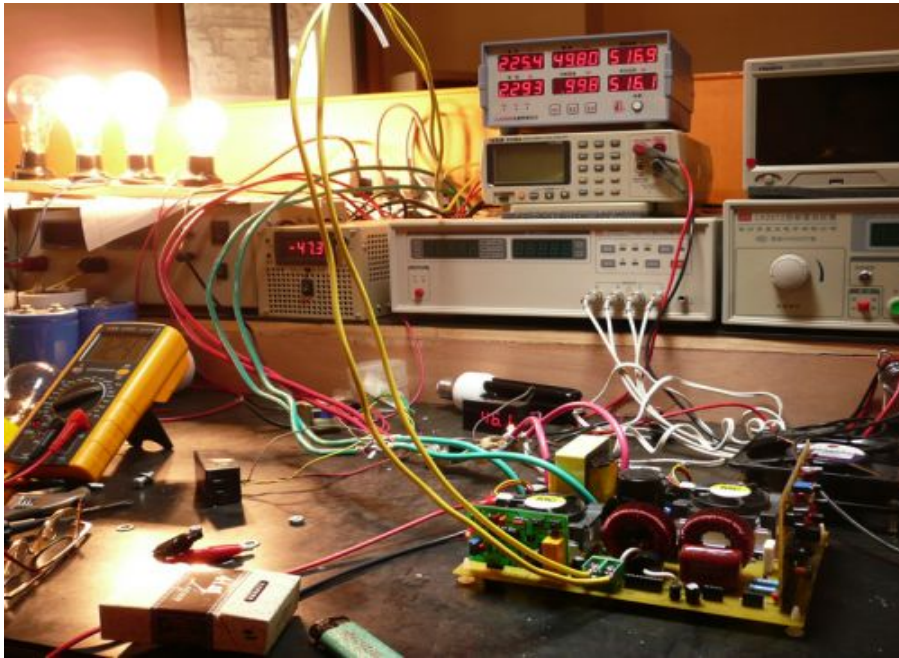
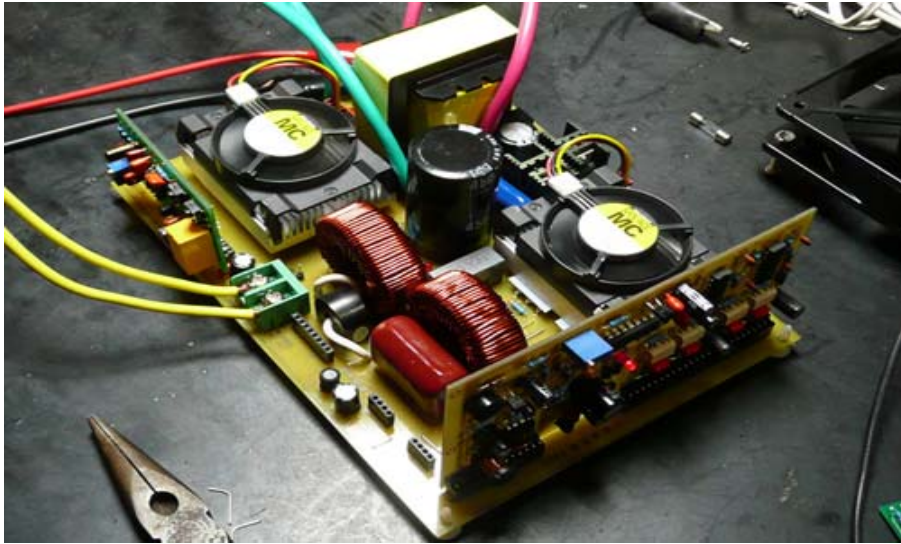
3.该机所有的元件及材料都可以在淘宝网上买到，有了网购真的很方便，快递送到家，你要什么有什么。

如果 PCB 没有做错，如果元器件没有问题，如果你对逆变器有一定的基础，我保证你制作成功，当然，里面有很多东西要自己动手做的，可以尽享自己动手的乐趣。

4.功率只有 600W，一般说来，功率小点容易成功，既可以做实验也有一定的实用性。

下面是样机的照片和工作波形：





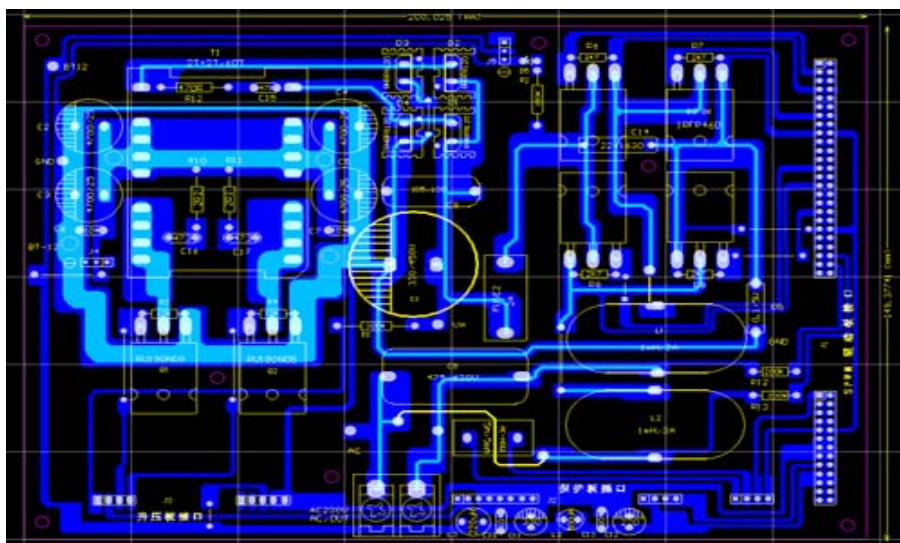
一、电路原理：

该逆变器分为四大部分，每一部分做一块 PCB 板。分别是“功率主板”；“SPWM 驱动板”；“DC-DC 驱动板”；“保护板”。

1.功率主板：

功率主板包括了 DC-DC 推挽升压和 H 桥逆变两大部分。该机的 BT 电压为 12V，满功率时，前级工作电流可以达到 55A 以上，DC-DC 升压部分用了一对 190N08，这种 247 封装的牛管，只要散热做到位，一对就可以输出 600W，也可以用 IRFP2907Z，输出能力差不多，价格也差不多。主变压器用了 EE55 的磁芯，其实，就 600W 而言，用 EE42 也足够了，我是为了绕制方便，加上 EE55 是现存有的，就用了 EE55。关于主变压器的绕制，下面再详细介绍。前级推挽部分的供电采用对称平衡方式，这样做有二个好处，一是可以保证大电流时的二个功率管工作状态的对称性，保证不会出现单边发热现象；二是可以减少 PCB 反面堆锡层的电流密度，当然，也可以大大减小因为电流不平衡引起的干扰。高压整流快速二极管，用的是 TO220 封装的 RHRP8120，这种管子可靠性很好，我用的是二手管，才 1 元钱一个。高压滤波电容是 470uf/450V 的，在可能的情况下，尽可能用的容量大一些，对改善高压部分的负载特性和减少干扰都有好处。H 桥部分用的是 4 个 IRFP460，耐压 500V，最大电流 20A，也可以用性能差不多的管子代替，用内阻小的管子可以提高整机的逆变效率。H 桥部分的电路采用的常规电路。

下面是功率主板的 PCB 截图，长宽为 200X150MM，因为，这部分的电路比较简单，所以，我没有画原理图，是直接画了 PCB 图的。该板布板时，曾得到好友的提示帮助，特在此表示感谢。



2. SPWM 驱动板

和我的 1KW 机器一样，SPWM 的核心部分采用了张工的 TDS2285 单片机芯片。关于该芯片的详细介绍，这里不详说了。U3,U4 组成时序和死区电路，末级输出用了 4 个 250 光藕，H 桥的两个上管用了自举式供电方式，这样做的目的是简化电路，可以不用隔离电源。

因为 BT 电压会在 10-15V 之间变化，为了可靠驱动 H 桥，光藕 250 的图腾输出级工作电压一定要在 12-15 之间，不能低于 12V，否则可能使 H 桥功率管触发失败。所以，这里用了一个 MC34063 (U9)，把 BT 电压升至 15V (该升压电路由钟工提供)，实验证明，这方式十分有效。

整个 SPWM 驱动板，通过 J1,J2 插口和功率板接通，各插针说明如下：

J2:

2P-4P; 7P-9P; 13P-15P; 18P-20P 分别为 H 桥 4 个功率管的驱动引脚

23P-24P 为交流稳压取样电压的输入端。

J1:

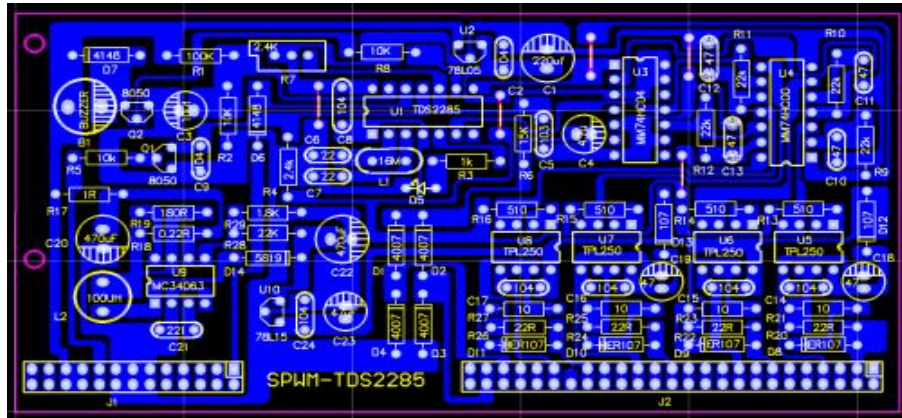
1P 为 2285 输出至前级 3525 第 10P 的保护信号连接端，一旦保护电路启动，2285 的 12P 输出高电平，通过该接口插针到前级 3525 的 10P，关闭前级输出。

6P-7P-8P 为地 GND。

9P 接保护电路的输出端，用于关闭后级 SPWM 输出。

10P-11P 接 BT 电源。

下面是 SPWM 驱动板的电原理图和 PCB 截图：

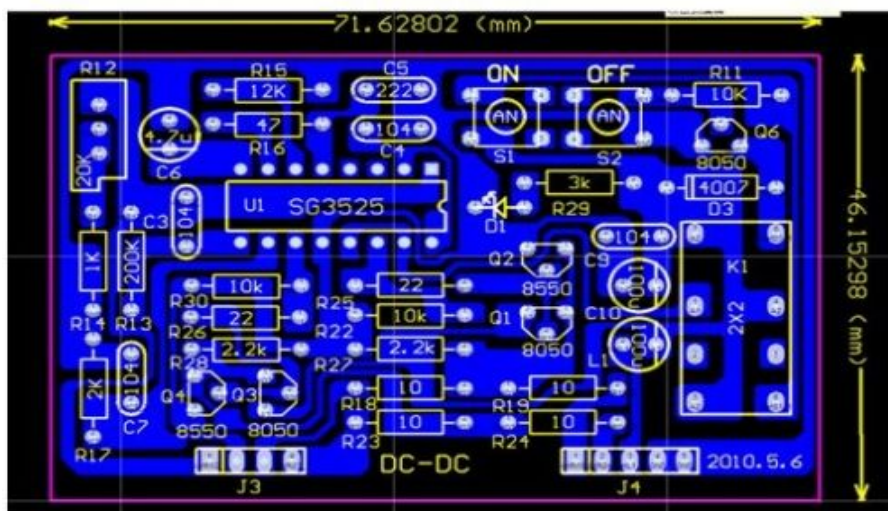


3.DC-DC 驱动板

DC-DC 升压驱动板，采用的是很常见的线路，用一片 SG3525 实现 PWM 的输出，后级用二组图腾输出，经实验，如果用一对 190N08，图腾部分可以省略，直接用 3525 驱动就够了。因为这 DC-DC 驱动板，和我的 1000W 机上的接口是通用的，所以有双组输出，该机上只用了一组。板上有二个按钮开关，S1,S2，S1 是开机的，S2 是关机的，可以控制逆变器的启动和停机。

这驱动板，是用 J3,J4 接口和功率板相连的，其中 J3 的第 1P 为限压反馈输入端。

下面是 DC-DC 升压驱动电路图和 PCB 截图：



4.保护板

我这次没有做保护板，有如下原因：首先是没有保护板该机也可以工作，加上这段时间比较忙，所以，保护板就拉下了；其次是：我这次公布的功率主板，是后来经修正过的，保护板上的接口

也做了改动，而我的样机用的是没有修正过的 PCB 板，即便是做了保护板，也插不上去。我倒是希望有朋友如果用我的 PCB 文档去厂家打样，不要忘记，多给我打一套，寄给我，我就可以根据新的功率主板来画保护板了。下面是保护部分的电路图，是我学习了钟工公布的 3000W 上用的保护电路变化而来的。

二、主要部件的制作和采购

1.SPWM 主芯片



2.主变压器

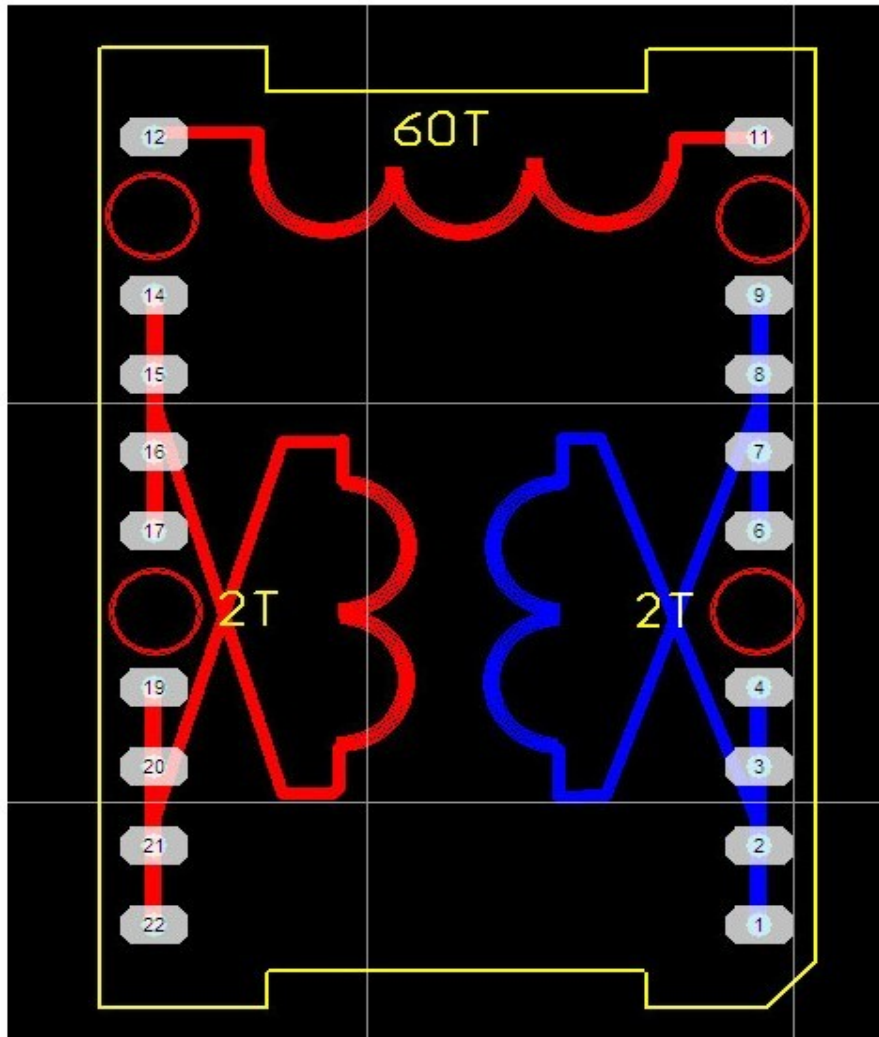
主变压器是制作逆变器成功与否的关键，本机主变用的磁芯为 EE55，材质 PC40，我在杭州电子市场买到了一种质量很好的骨架，立式的，脚位 11 加 11，脚粗 1.2MM。绕制数据：初级 2T 加 2T，用 10 根 0.93 的线。初级导线总面积为 6.8 平方 MM，次级为 0.93 线一根，绕 60T。





绕前准备:

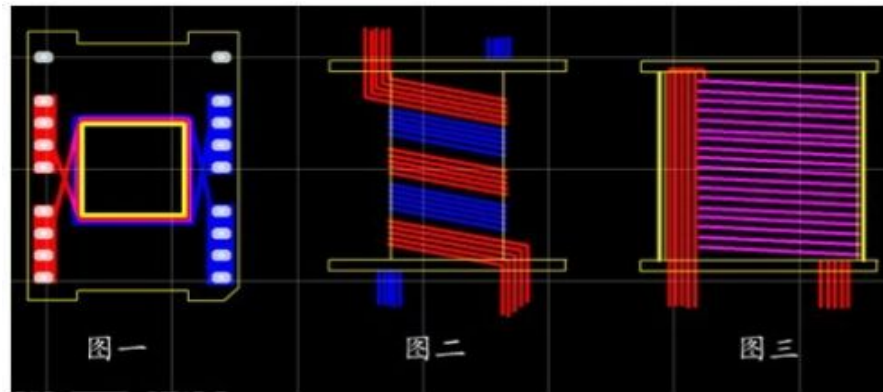
先准备骨架，把骨架上 22 个引脚，剪去 4 个，下面红圈处就是表示已经剪去的脚。上面二个独立的脚是高压绕组用的，远离下面的脚有利于绝缘，中间及下面的脚是低压绕组用的，左边是一个绕组 2 圈，右边是另一个绕组 2 圈。



绕制步骤:

A),先绕二分之一的高压绕组（次级），先在骨架上用高温胶带粘一层，这样做是为了防止导线打滑，用一根 0.93 线绕一层，约 30 圈（注意的是，高压绕组的线头要做好绝缘，我是套进一小段热缩套管，用打火机烤一下，就紧紧包在线头上了），再用胶带固定住线头，不要让它散出来，并在高压绕组的外面用高温胶带包三层。

B), 下面就可以绕低压绕组了（初级），低压绕组分成二层绕，也就是每一层是 2 加 2，用 5 根线并绕，我画了一个图（见下面图），不知大伙能不能看清楚结构情况。



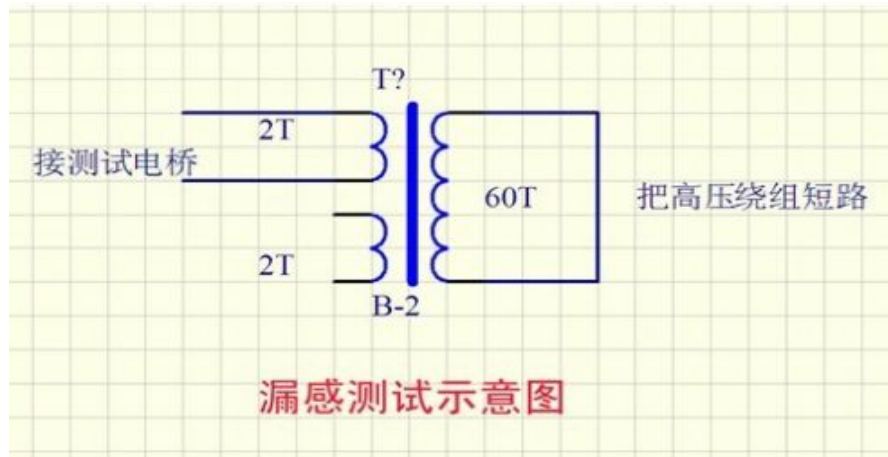
先用 5 根 0.93 线绕 2 圈（见图二中红线），中间留空隙，再在空隙处用另外 5 根线绕 2 圈（见图二中蓝线），每根线长约 37CM。用同样的方法绕二层，层间包二层胶带，这样就相当于用了 10 根线并绕。绕完低压绕组，在绕组外用高温胶带包三层。绕低压绕组要注意的问题是：线头留在下面，即骨架引脚处，线尾留长一点，暂时留在骨架的上面（等绕完高压绕组后要向下折下来）。从（图一）可以看出，实际上，低压绕组的头和尾是有一段是重叠的，也就是不是 2 圈，而是约 2.2 圈，这样做可以大大减少漏感。

C)，再继续绕高压绕组，绕完另外的 30 圈，要注意的是，这 30 圈要和里面的 30 圈绕向相同，这点很关键。如果一层绕不下，就把剩下几圈再绕一层。D)，绕完高压绕组后，在外面用高温胶带包三层，就把低压绕组原先留在上面的线头折下来（见图三），准备焊在骨架的脚上。去漆可以用脱漆剂，用棉签沾一点脱漆剂，抹在线头上，过一会儿，漆就掉下来了，就可以焊了。

E)，再后在整个绕组的外面包几层高温胶带，绕好的线包外观要饱满平整。

F)，现在可以插磁芯了，插磁芯之前要对磁芯的对接面做清洁处理，我是用胶带粘几下，把磁芯对接面的粉末全清理干净，插入磁芯，用胶带扎紧，有条件的话对磁芯对接处用胶水做固定。

我发现用这种方法绕制的变压器漏感比较小。以前用铜带绕制，漏感一般在 0.8uH 以上，现在可以做到 0.4uH 以下。我想原因是：因为铜带要焊引出线头，这样就留下了一个锡堆，再绕高压绕组时，中间就有一个空隙，导致耦合不紧。下图为测试漏感示意图。

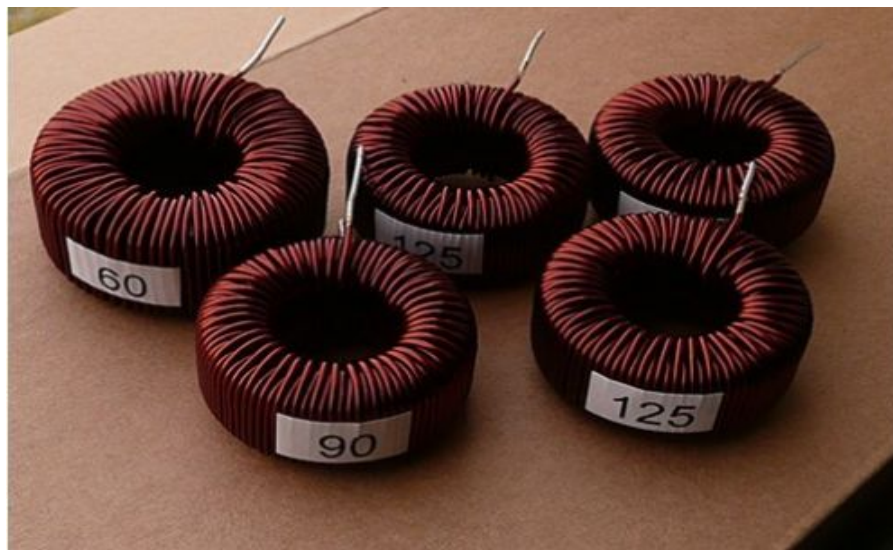
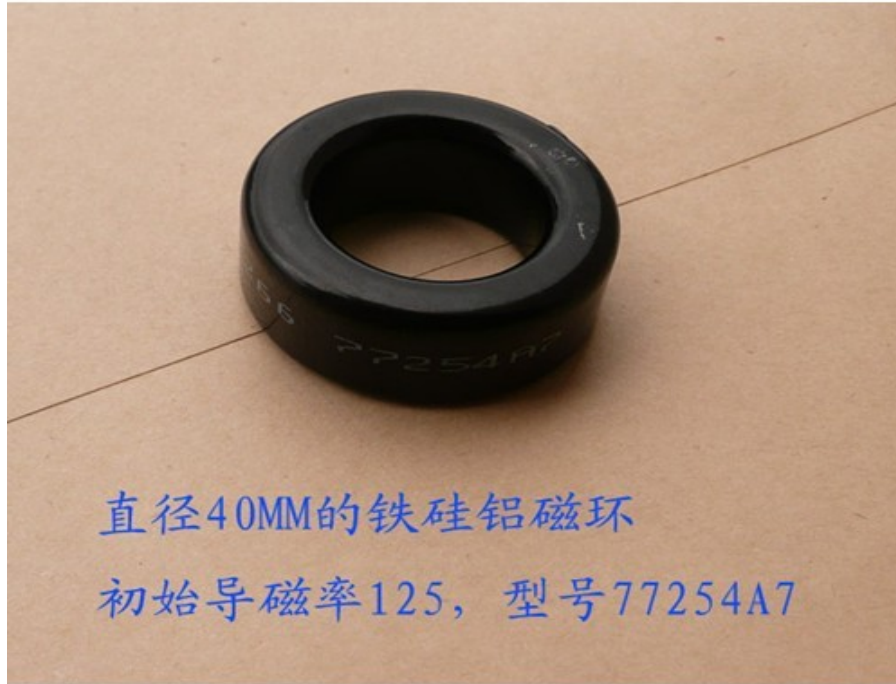


如果有条件，一定要做一个耐压测试，任一个低压绕组对高压绕组的绝缘要在 1500V 以上，这样才能可以放心使用。

3. AC 输出滤波磁环

对于象我这样纯手工打造的爱好者来讲，这个磁环的绕制也是十分头痛的事。

磁环是采用直径 40MM 的铁硅铝磁环，用 1.18 的线，在上面穿绕 90 圈，线长约 4.5 米，如果用导磁率为 125 的磁环，电感量大约在 1.5mH，用导磁度为 90 的磁环，电感量大约在 1mH 左右。我做过试验，用二个这样的磁环，每个电感量在 0.7mH 以上就可以正常工作了。绕制时分二层，第一层，45 圈，因为磁环外圈和内圈的周长不同，所以第一层绕时，内圈的线要紧密排列，而外圈的线是每圈之间留有一个空隙的。绕第二层时，内圈是叠在第一层线上，外圈是嵌在第一层线的空隙中，这样绕出来的线圈才好看。当然，好象是否好看，也不影响使用。下面是我在淘宝上买过磁环的网店（无意为商家做广告，只是方便朋友们采购）。注意，绕这个磁环时，一定要戴手套，否则，导线会让你勒出血泡的。



4.散热风扇

本机前级功率管和H桥的功率管都用风扇散热（安装方法下面再详述），这是一种小型仪表风扇，比电脑上的CPU风扇还要小一点，实验证明，在600W输出的情况下，H桥的4个功率管散热不成问题，但前级的二个功率管好象散热不够一点，如果有可能，最好用大一点的风扇。

这风扇也是在淘宝网上买的，但现在这家店中好象没有了，只能用其它差不多的风扇代替了



三、安装与调试:

本机的安装调试并不复杂，但安装前必须做到二点:

- 1.所有元器件必须是好的，器件的耐压和工作电流一定要够，尽可能用新器件，有条件的话装前对元器件作一番测试。
- 2.PCB 质量一定要好，装前最好仔细地检查一下，有没有铜箔毛刺引起的短路等。

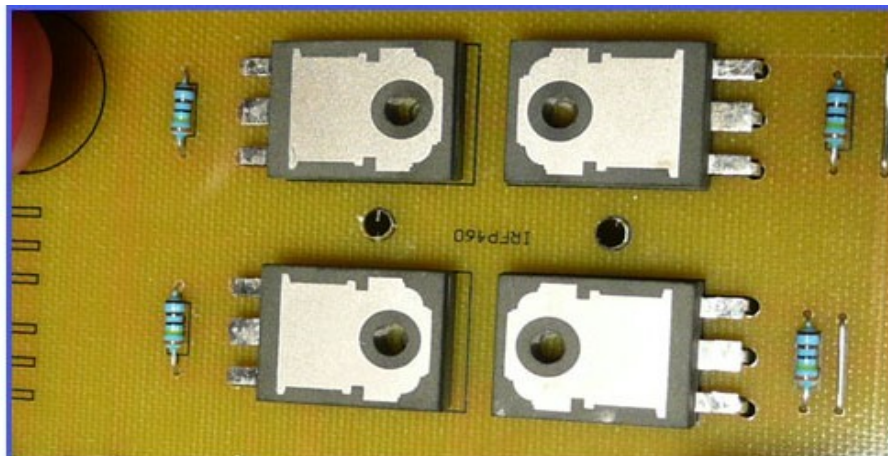
下面我讲一讲各板子的安装过程要注意的事项:

1.功率主板:

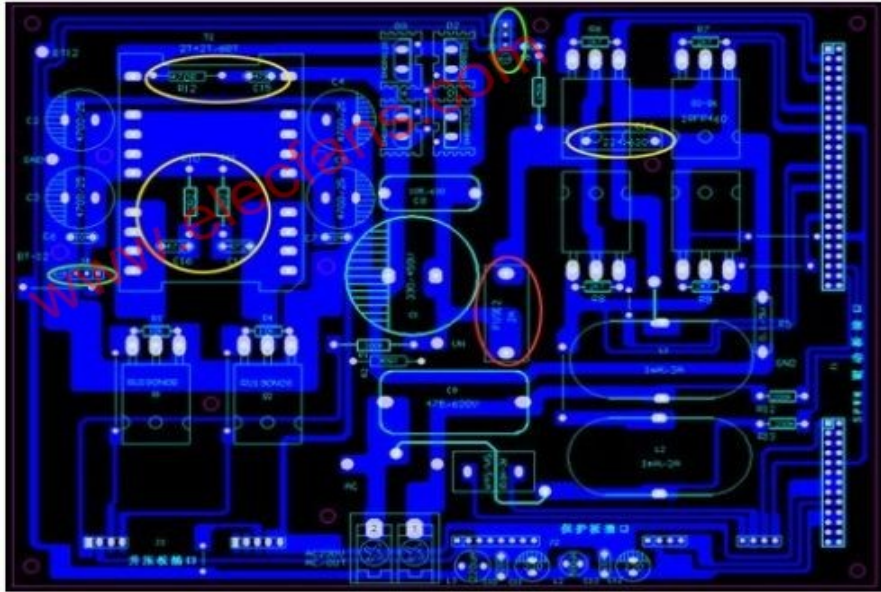
功率主板的安装，因为都是一些大器件，所以安装是比较方便的。

大功率管的安装：先把大功率管的脚弯成如下图所示的样子，然后把管子金属面朝上，将管脚插入焊接孔，在功率管的金属面上涂一点导热硅脂，再覆盖一层矽胶片做绝缘。再把散热器盖上，

从 PCB 下面升上来一个 M3 的螺丝，拧在散热器，并拧紧，这样，散热器就紧紧压在大功率管上了，再在反面把管脚焊好。这种装法，主要是更换功率管比较方便。



板子装完后，接入 12V 直流电，见上图，按一下 S1 开关，驱动板就开始工作了，测一下工作电流，一般应该在 40MA 左右，将示波器探头接到图中 PWM 输出处，应该看到二路互为相反的 PWM 波输出，频率在 28K 左右，幅度为 12V。因为这块板子，当初我画的时候，是和我的 1000 W 机通用的，所以，插针处有二对输出，但在 600W 机中只用了左边的一对。



3. SPWM 驱动板

SPWM 驱动板，因为元器件较多，所以，安装时一定要细心，元器件不能有问题，也不能装错。特别是板上的高速隔离光藕 TLP250，买时一定要注意质量，现在淘宝上的价格很乱，我曾经买到很便宜的，全新的才 2.8 元一个，结果发现是打磨后重新印字的假货。一般我认为，全新东芝原装的，价格应该在 5-6 元的才是真的。

装好板子后，按下图接上 12V 电源，总电流应该在 120-130MA 左右。

测 C22 二端应该在 19V 左右，C23 二端为 15V，说明升压电路部分基本正常。这时，就可以用示波器在 SPWM 输出端测到 SPWM 波形，见上图右边的引出脚。（注意：因为二个上管是自举供电的，所以在没有接 H 桥的情况下，只能测到二个下管的 SPWM 波形，二个上管的波形暂时测不到的，这是正常的）。

4. 整机调试：

为了安全起见，一般是前后级分开来调试，等把前后级都调好了，再联起来调试，就方便了。

A) .前级的调试：

先在电瓶的引线上接一个 15A 的保险丝，功率主板上的高压保险丝不要装，这样，前后级就分开了。插上前级 DC-DC 驱动板，把万用表直流电压 700V 档接在高压电解二端，开机（按一下

DC-DC 驱动板上的 ON 启动开关), 前级就启动了, 功率主板上的高压指示 LED 就亮了, 这时, 看直流高压为几 V。调试 DC-DC 驱动板上的 R12 多圈电位器, 使高压输出在 370-380V 之间。此时, 12V 的电流应该在 200MA 之内, 说明前级正常。这里如果看 D 极波形, 应该是杂乱的波形, 因为是空载限压的状态下, 这样的波形是对的。

这里, 可以稍稍为前级加点负载, 可以用二个 100W220V 的灯泡串联起来, 接到高压解的二端, 这时电瓶电流可达到 12A 左右, 让它工作一段时间, 看看前级功率管有没有温升, 如果温升不明显, 可以把电瓶保险丝换大点, 继续加大负载, 一般在功率管散热正常的情况下, 前级可以加到 600W 左右。在加载的情况下, 再看 D 极波形, 应该是正常的方波, 稍有点尖峰是没有关系的, 如果尖峰过大, 说明变压器制作不过关, 要重新绕制。

B) .后级调试:

调好前级后, 再把前级的 DC-DC 驱动板拔下, 在功率主板的高压保险丝座上, 装上一个 1A 左右的保险丝, 在高压电解二端接上一个 60V 左右的电压, 作为母线电压, 我是用一台双组的 30V 电源串起来当成 60V 用。插上 SPWM 驱动板, 如果电路没有问题, 这时, 在 AC 输出端就可以测到正弦波了, 电压大约在 40V 左右, 可以接一个 36V60W 的灯泡做负载。

C) .联机

在前后级都正常的情况下, 可以把前后级联起来, 完成整机调试

把前级的 DC-DC 驱动板重新插上, 后级 AC 输出端的负载去掉, 接上示波器(示波器最好用 1:100 的高压探头)和万用表(AC700V 档), 把高压保险丝换成一个 0.5A 的。下面要做的事是: 开机! 即按一下 DC-DC 驱动板的启动开关, 成败在此一举, 如果后级元件耐压没有问题, 此时, 应该在示波器上看到正弦波了, 波形应该很漂亮。这里, 调整 SPWM 驱动板的多圈电位器 R7, 就可以看到输出电压在变化, 把它调在 225V 左右停下。

让机器空载工作一段时间, 如果没有出现意外, 可以把高压保险丝换成 2A 的, 慢慢加大负载, 一般是 100W, 200W, 400W, 一步一步地加, 每加一点让机器老化一段时间, 同时要密切注意前级功率管的温升, 如果温度过高, 要查出原因。在装这台样机时, 曾遇到过 300W 以下一切正常, 加到 300W 以上, H 桥管子就有一个烧掉, 后来是加强了高压直流和 SPWM 板电源的滤波就一切正常了...