

低屏压电子管前级放大器的制作

● 戴洪志

电子管是电压控制元件,电子管放大器是在高电压、小电流状态下工作的器材。焊制晶体管土炮的朋友刚接触电子管机时,对几百伏的电压不免有点胆怯,同时对元件的耐压要求也较高,一般要 400 ~ 500V 左右才行。但也并不是所有的电子管都是在高屏压时才有好的表现,6N3、6922 等电压放大双三极管就可以在几十伏的屏压下使用并且失真很低。这就给焊机者在选用元件方面提供了不少方便,可以在耐压不高的元件中寻找性能优异的品种焊机。自上个世纪 80 年代以来,半导体技术发展很快,为晶体管机开发了很多优质元件,因此可以用一些优质的晶体管机元器件焊电子管机。这样,不论在投资、元件选择范围以及焊机者的心态、安全可靠等方面都有一定的优越性。另外,业余焊土炮不比商品机、商品机因要批量制造,受货源、成本及用家口味的影响,有些发烧级的元件使用受到限制。而业余焊机有很大的灵活性,有一两只好元件都可以焊上去,容易焊出合乎口味的土炮。本文就谈谈在选料和制

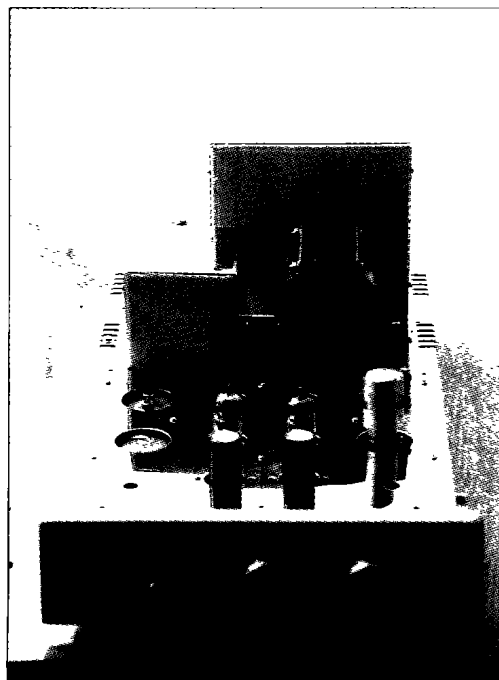
作方面的情况。

线路

前级放大器所采用的线路见图 1,主放大部分是两级 A 类放大加大环路负反馈的线路,输入端设有平衡控制电位器,第一级电压放大管 V_1 的阴极电阻不设旁路电容,使 V_1 具有本级电流负反馈和大环路负反馈的双重负反馈。电源部分投料较重,目的是要有充足、纯净和稳定的电源。电源变压器 T_1 的次级高压 (37V) 经倍压整流后再经电子管整流,以增加整机的胆味。滤波电路是采用扼流圈的 CLC 电路,以得到平滑的 B₊ 电压。放大管灯丝供电有两种方式,一种是采用直流供电,电源变压器 T_1 次级 17V 绕组经整流、稳压后得到 12.6V 的直流电压,给串联的放大管灯丝供电。另一种方式是设一只灯丝电源变压器 T_2 ,上有两组灯丝绕组,一组是 5V2.5A 供整流管 V_3 灯丝,另一组则是 12.6V 供放大管的灯丝。两种供电方式随便采用(因为交、直流供电,放大器的音色表现有点差异),想更换时随时可用。如果不设 T_2 , T_1 上没有 2A 的低压绕组,只好舍去电子管再整流,晶体二极管倍压整流后直接滤波提供 B₊ 电压,则整机的胆味会减淡,听感变差。

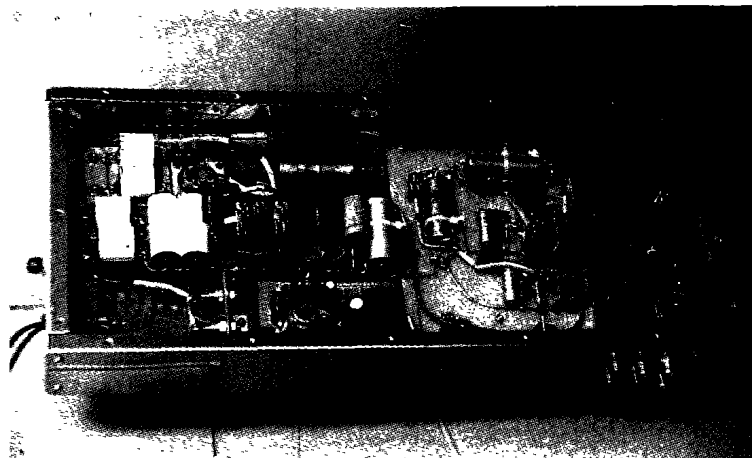
元件的选用

电源变压器是整机的供电来源,功率要适当大些,质量要好。本机 T_1 选用的是一只旧的双层屏蔽的 E 形铁芯变压器,有 200W 以上,非常漂亮,外壳上印有生产厂家的货号,见图 2,店主称是从一台美国进口的晶体管功放机上拆下来的。这种变压器的各线圈线端均固定在外边的接线端子上,使用、改制起来很方便,绕组电压见图 3。焊机时,利用①、②或者③、④的 37V 一组经倍压整流后得到 85 ~ 90V 的直流高压,17V 的绕组线径较细,需适当改造一下,即:将⑧、⑨的焊点挑开,将同名端⑦、⑨、⑧、⑩并联,则得到电流较大的 17V 绕组,供灯丝用。10V 的绕组空着不用。初级两个 110V 绕组串联即可。如果要想得到一 100V 以上的直流高压,可利用 37V + 37V 为 74V 电压,再经倍压整流可得到 180 ~ 190V 的 B₊ 电压,或者再串上 10V 的绕组,整流后得到 200V 直流高压。这种电源变压器虽然没有初、次级之间静电隔离的接地端子,但由于有双层屏蔽的特殊结构,装在放大器上与其他元件相互干扰也很小,前级放大器的信噪比很高。由于全机只有两只 6922,负荷很轻,开机几个小时也只有微热。由于放大线路供电充足,音效表现不错,声底厚实,乐声很有活力。灯丝变压器 T_2 是用 E 形铁芯的五灯机电源变压器改制的。低频扼流圈是 20H0.25A 的成品。



整流电子管用南京牌 60 年代制造的 5Z2P, 从此管的咖啡底座便可以看出它的非凡, 八脚电子管 50 年代是金属箍底座, 60 年代进入咖啡底座期, 后来是黑座期, 最后才是现在常见的金属底座。电子管越是早期制造的越好声, 虽然是整流管, 对整机的表现也有较大的影响。这只 M 级的 5Z2P 笔者已收藏多年, 其输出电流 125mA, 供给由两只 6922 组成的放大线路, 游刃有余, 并且音色温暖、韵味好, 低音力度强劲, 虽然是直热式整流管, 噪音并不高。

说到电子管的级别(电子管一般分 M、J、T、Q 四级), 一般认为制作胆机要尽量选用 J 级或 T 级品, 音效好、噪音低, 其实电子管在开发设计时, 是根据不同用途设计了不同的特性, 如电视机, 电子计算机、仪器、医疗器械、音频放大器、工业自动化装置、军事等方面, 对电子管有不同的要求。民用(M 级)电子管主要是用于音频放大器上, 据资深的业内人士介绍, M 级电子管是为音频放大线路而设计的, 设计制造时, 主要是考虑适合音频放大线路的特性, 因此, 制作电子管放大器选用 M 级管, 音色也靓, 所以早年的国产收音机不论是八脚管还是花生管的, 都是采用 M 级管, 是有原因的。



南京牌电子管好声是公认的, 早期产品的包装也非常讲究, 笔者有一只稳压管 WY3P, 盒内附有一张说明书和产品质量合格证, 见图 4。这些资料都是以后其它厂商的产品所没有的。说明书上有参数、管脚排列, 并有告诉用户使用注意事项的附注, 内容是: 使用电子管时, 用到极限值的参数不得多于一个, 超过极限值参数, 即使是非常短的时间也是不允许的。说明厂方对产品、对用户一丝不苟的精神。

本机的放大管是用低内阻、高屏流、中 μ 的高频双三极管 6922, 典型的参数: 屏极工作电压 90V, 最高可达 220V, 屏极电流 12mA, 灯丝电压、电流 6.3V/0.3A。本机选用的是蓝字的 philips JAN 6922, 此管的素质很有口碑, 两个三极管单元的一致性较其他牌号的要好。

整流二极管用 philips 10A/1000V 的品种。

电容方面, 倍压整流电容用的是美国 EC 电容 50 μ /50V、20 μ /100V 的两种。此种电容耐压较低, 一般电子管机不能使用。此次焊低屏压前级正好适用。

滤波电容和输出耦合电容用 Solen 电容和新德克聚丙烯 MKP 电容 400V 的品种, 容量有 10~18 μ F、1 μ F、0.33 μ F 的几种。这些电容均是无感电容, 用于整流滤波电路上, 可以将电网中受污染的交流电源中的 RF 杂波等滤掉, 降低放大器的噪音。现在常用于滤波电路的电解电容存在电感, 并且电容量越大, 电感也越大, 由于电感的作用, 电源中的高频杂波不能被滤掉, 因而使胆机的信噪比较低。使用优质薄膜电容对提高信噪比非常有利, 并且音乐味也不错, 分析力高、速度快。滤波输出电容和退耦电容用的是 70 年代国产的天和电解电容。这种电容很有口碑。这次用的有 CD15 型 33 μ F/450V、CD-1 型 10 μ F/450V 等两种。滤波电容上还并有小电容, 其中有一种也是 60 年代国产的纸介质电容, 型号为 CZ-

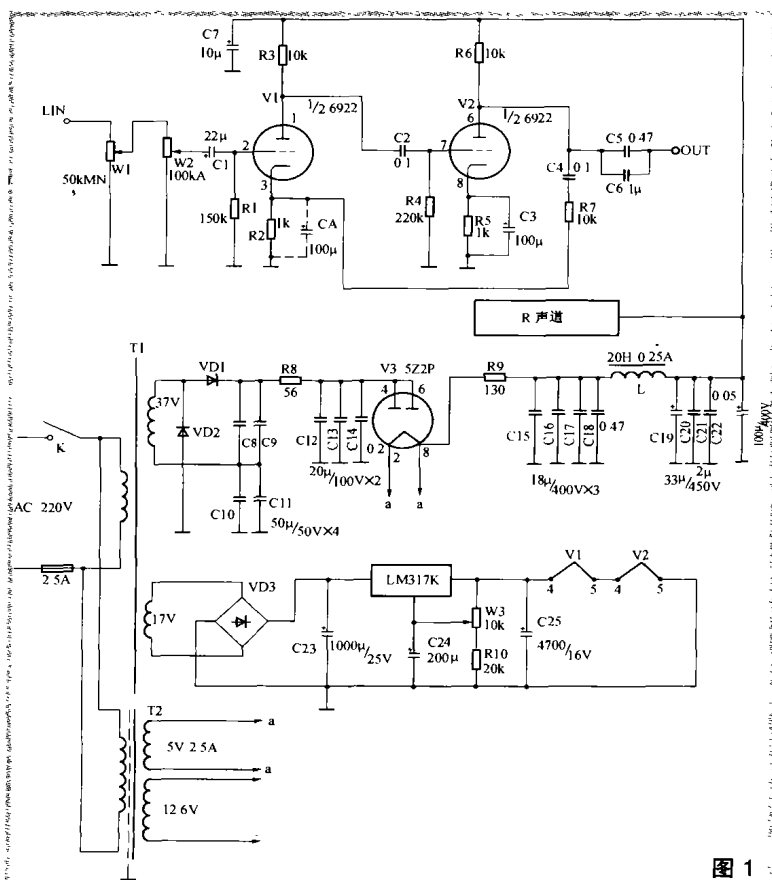


图 1

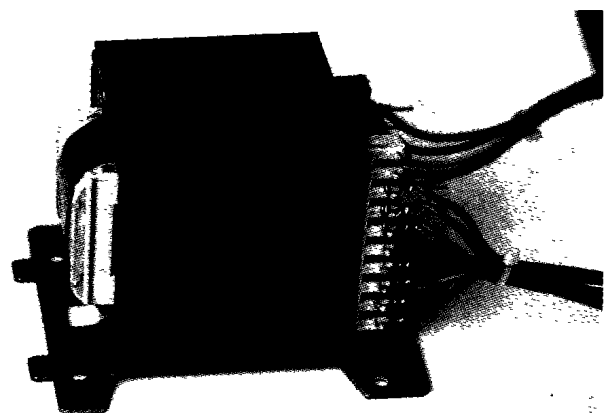


图 2

TO.05 μ F/400V,这种米黄色外面浸蜡的电容也很有口碑,60~70年代的国产扩音机、收时机上均用此种电容,音色很美,有经验的焊机手都喜欢用,不过现在已很难找到。输入耦合电容用 ELNA SILMIC 22 μ F/50V 的音频耦合专用电容,音色温暖、厚润、甜美,主要是利用它的音染来增加本机的胆味。放大管的阴极旁路电容也是用天和铝壳电解电容,这种低压大容量的电容型号为 CDX-1 100 μ F/50V,也具有天和高压电容的特性。除了上述电容以外,还用了部分 WIMA 电容、油浸电容以及罐装油浸电容等。

电阻方面,使用的有 AB 碳阻、DALE 电阻,还有一种是 60~70 年代国产的碳膜电阻,这种标有 RT 型的绿色碳膜电阻,在电气性能上虽不如金属膜电阻,但音色温暖、音乐味好,值得使用,噪音并不大。

音量电位器用的是发烧级的 Nelbe 100k $\times$ 2 黑壳电位器,两联的电阻值误差较小,同步性较好,操作手感好,音乐味也不错。平衡控制电位器是 Alps 的蓝壳 50kMN 专用电位器。

机内电源线用了一段有屏蔽的品种。此机底盘较长,电源开关在前面板上,电源线从机后进入到前面板有较长的一段,尽管是沿底盘边上走线,也避免不了对主放大线路产生干扰,因此用此线,对交流磁场有屏蔽作用,减少漏磁的干扰,以提高信噪比。此种线的芯线是由多根黄铜丝组成,软硬适度,焊接性能不错。

底盘:焊土炮机困难较大的是底盘,本机所用的元件较大、较重、整机有十几公斤重,一般用铝板或铝合金型材自制的底盘承受不住,焊接、调试,翻来翻去容易脚软变形,本机用的是从广西玉林买的专业制作的镜面不锈钢底盘,尺寸为 480 $\times$ 250 $\times$ 70mm,宽敞、坚实,能容下很多大型元件,前端镶有硬木,即美观又能防止谐振,可以使本机外形和音色相配,声貌并重,令堂室生辉。

组装

本机底盘上元件的布置也与一般常规方式有所不同,电源部分在底盘的后半部分,主放大部分布置在前

半部分,输入 RCA 插座在前面右侧,离平衡控制钮最近,输出 RCA 插座在放大板的左后方的底盘上面,输出耦合电容直接焊在 RCA 插座上,而不是一般置于底盘后面板上。这种布置连接线最短,离电源变压器最远,减去电源部分元件的干扰,对提高信噪比有利,并且传输损失也小。

本机仍用搭棚焊接的方式,但与一般的组装方法不同,是采用几块组件,电容等较大的元件固定在上面,分别单独焊好,然后再组装起来。主要的组件有:前面板、主放大板、电源电容阵板和灯丝直流稳压板等,这样的方法焊接比较方便,有利于焊接质量的保证,也便于随时钻孔以固定元件。

前面板上装有电源开关、平衡控制电位器以及音量电位器等,由于电源开关与音量电位器、主放大板、输入部分元件较近,为不使音量电位器等受到交流磁场的干扰,电源开关有用镀锌铁板作的隔离罩,并且与电源线的屏蔽层焊在一起,然后再接在电源部分的地线上。音量电位器、平衡电位器也先装在镀锌铁板上,再与前面板固定,镀锌铁板也要接地,每声道引出一根地线接于本声道的接地母线上。

主放大板是用一块 245mm $\times$ 150mm $\times$ 3mm 的玻璃丝环氧板,放大线路所有元件装在此板上,此板上无铜膜,只起到固定元件的作用,元件连接仍用搭棚的焊接方法。此板与底盘面板有 5mm 的距离,使固定元件处不

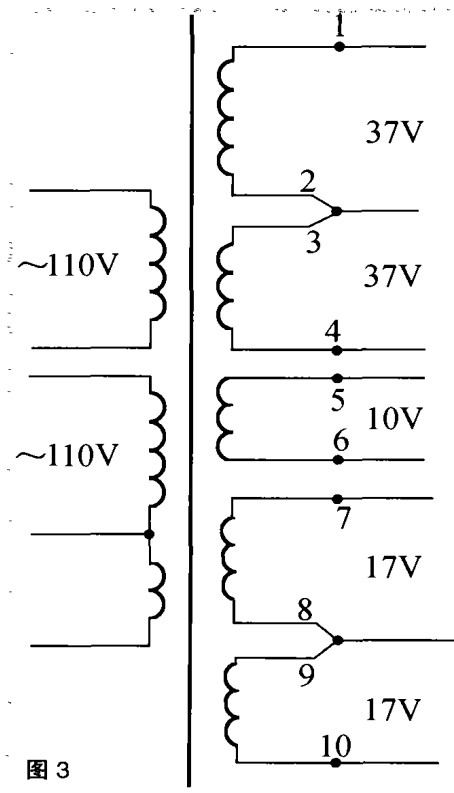


图 3

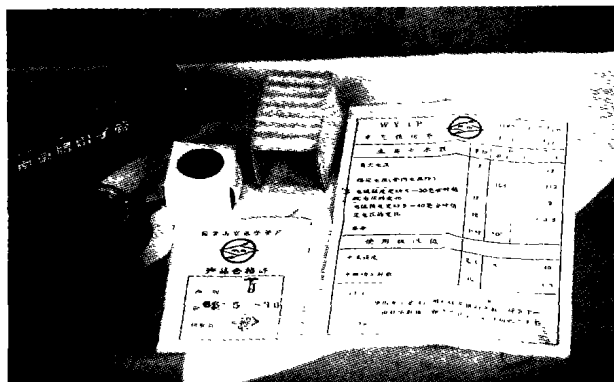


图 4

与底盘接触以免短路。绝缘板的四角和中央有八个螺丝与底盘固定,非常牢固,拔插电子管时此板纹丝不动。输入端两只耦合电容体积较大,再用一小块绝缘板固定在音量电位器与放大板之间的管孔上,使连接的信号线很短,排列紧凑。

电源部分的整流、滤波电容固定在一块 $60\text{mm} \times 250\text{mm} \times 3\text{mm}$ 的玻璃丝绝缘板上,再与底盘固定,绝缘板的一边设一条地线,电源部分所有接地元件均接在这条母线上,另一边是整流输出、滤波电路各元件的连接线,电源板最后引出两根线(B₊电源线和地线)至放大板。整流管 5Z2P 直接固定在底盘的后边,并靠近电源变压器。放大管灯丝稳压电源部分焊在一块 $105\text{mm} \times 75\text{mm}$ 的万用电路板上,最后引出 12.6V 的“+”、“-”两根线,“-”端再与电源的接地母线连接。

接地点的选择和地线的走向对整机的信噪比和音色的影响很大,要谨慎对待,放大部分每声道一条接地母线,其中每声道的平衡控制电位器、音量电位器、栅极电阻、阴极电阻等的接地线要汇集在一起与地线连接。接底盘点选在主放大板与电源板之间的位置,这里距各部分都较近。接地点是用有焊片的铜垫圈与底盘固定,固定前要用细砂布将垫圈和接地点擦去锈污,再用有弹簧垫圈的螺丝拧紧,然后将从电源板及放大板来的三根地线焊于此点。

电源变压器、灯丝变压器、低频扼流圈固定在底盘上的后半部分,排列摆放要精心安排,尽量拉开距离并相互成 90° ,变压器有隔离罩。见图 5。

组装时,放大管灯丝先接交流供电,直流稳压灯丝电源原来已调好并用了一段时间,所以不用再调,想用改换接线即可。

调试与校声

组装完毕,先用万用表测量各段连接线均已接通,整流管输出端对地没有短路现象,便可插上管子单独通电试机了。通电后可看到各电子管灯丝慢慢点燃,几分钟后无异常现象发生便可以测量调试,B₊电压 85 - 90V,放大屏极电压 65 - 70V,阴极电压 2V 左右则

可视为正常。如果阴极电压较小,可调整阴极电阻,一般 R_k、R_e 在 $800\Omega - 1\text{k}\Omega$ 左右时,阴极电压基本可达到要求。放大管各极电压正常,可以为本机基本正常,此时将平衡电位器置于中间位置,音量电位器开大到三分之二以上,将故障寻迹器接到输出 RCA 处,手握小起子的金属部分碰触输入 RCA 插座的“+”端,故障寻迹器可听到清晰的“喀啦”声,则此机工作已基本正常。若听到的声音很微弱或没有声音,而电路、各元件均属正常时,则是放大线路增益低,这是此线路的特点,因为 B₊ 电压较低,放大管屏极负荷电阻用的阻值偏小,则电压增益低,若适当加大 R_k、R_e 的阻值,电压增益可提高,R_k、R_e 阻值增大,压降也会增大,因此应注意屏极电压不能太低,最低不低于 50V。

此前级接入收音系统后(功放是 300B 单端输出机),开机时有几秒钟的交流声,然后便消失,整个系统非常宁静,将前级和功放的音量电位器全开也听不到交流声或其它杂音,工作十分稳定,说明滤波电路的设计和接地点的选择、元件的排位是合理的。

调试正常后,通电煲机半小时以上便收音试听,播放曼陀凡尼乐队、蔡琴老歌等碟片、细节丰富、韵味十足。邓丽君唱的“夜来香”,目的是检验此机的收音速度感,笔者曾多次听此歌,当速度感好的前级重播时,此曲非常活跃,很有活力,很耐听。影响速度感的因素主要有整流滤波电路中电容的容量,电容量过大时,使乐声的速度减慢,严重时会产生瞬态失真,在交流声听不到的水平上,滤波电容尽量减小。本机初装时,滤波输入电容是 Solen 电容 $18\mu\text{F} \times 3$ 的,校声时将一只换用新德克 $10\mu\text{F}$ 的,新德克电容音染更小,性能更好。速度感不单与电容容量有关,还和滤波电容的质量有关,所以尽量用优质薄膜电容,可增加听感,还可调整大环路负反馈电阻 R_f 的阻值,得到适量的负反馈,使胆味和乐声的速度兼顾,此时失真也小,听感自然好。

再听鼓声,放《鼓魂》中的“秦王点兵”,鼓声干净利落,深沉有力。本机输出耦合电容原来 $0.47\mu\text{F} + 0.47\mu\text{F}$,后来加到 $0.47\mu\text{F} + 1\mu\text{F}$,低音更加有力,中、低频的厚度、分量都有改善。若低频的下潜不够,还可以在 V_i 的阴极电阻 R_k 上加旁路电容 CA,见图 1 中的虚线部分。

此线路边听边校声,已有几个月,仍未定型,仍有继续改进的空间,主要是在电源部分,还可使音色更甜润、韵味和音乐感更好。 □

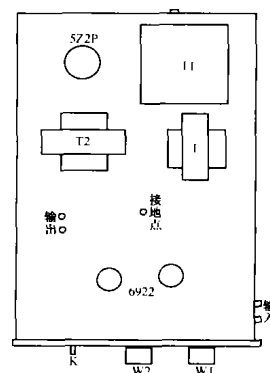


图 5