

位的两倍(电阻分压)即 $+2.4V_2 - 2.4V_2$ 。

2. 确定各支路电流

首先,根据最大功率和电流放大系数,推导可知 T112、T115 的最大基极电流为 4~6mA。取 6mA 的一半 3mA,作为 R127、R130 的静态电流(与原电路设计值基本相同),则 R127、R130 的阻值为 $(2.4 - 1.2)/3 = 400\Omega$, R128、R129 也取相同的阻值,均为 390 Ω 。

其次,根据失真伺服电路最大可能的输出电流 3mA(电流最大,但其输出电位相对于其中点电位的电位差却很小,此电流是因为 T112、T115 基极电流在 R127、R130 中产生的电压降造成的,即不是运放的主动输出,原电路也有完全相同的现象),确定 R'121、R'122 支路的电流为 1.5mA,考虑一定余量取 2mA,则 R'121、R'122 阻值为 $2.4/2 = 1.2k\Omega$,加 R'121、R'122 支路是为了消除运放有输出电流时对 D 点电位的影响。以正半周信号为例,运放输出电流的流向是:运放输出端 d → R129 → Y 点 → R130 → K 点 → T110 → 主电源 → T109 → J 点 → R'121 → D 点 → 浮动电源 → A 点 → 运放输出端 d,显然流出 T109 的电流最终流入 T110,所以保证工作在 A 类。

R121、R122 支路电流取 1mA(也可更小),则其阻值为 2.4k Ω 。

所以 T109、T110 的静态电流为 3mA + 2mA + 1mA = 6mA,静态功耗为 $(64 - 2.4)V \cdot 6mA = 369.6mW$ 。而最大功耗不会超过 600mW,可不换管子。

总结

本电路在设计时,首先考虑的是使前级电路工作在纯 A 类,一切可能导致偏离的方案均不在选择之列。Hi-End 领域已形成一个共识:开环指标高才能出靓声。因此对末级的偏置有必要重新设计,使其工作在 AB 类状态,30W 以下工作在 A 类,大于 30W 为 AB 类,将使听感有很大提高;前级电路也应仔细实验计算,进一步改善性能。

• Hi-Fi 笔谈会 •

甲类胆石混合功放

谭柏明

电子管、双极型晶体管、场效应晶体管的音色,各有所长,亦各有所短。近年音响杂志刊物,时有介绍“胆石混合功放”。胆石混合的电路基本结构,一类是电子管直接驱动场效应管作功率输出,另一类是电子管做前级、双极型晶体管或场效应管做后级的合并式功放。这两种类型的胆石混合功放,市场上亦有国产成品出售,生产厂家和牌号众多。

笔者的一班发烧朋友认为,电子管加场效应管,中、高音间色圆润甜美,但力度、速度欠佳,尤其低频大动态时,明显暴露出“软脚蟹”的弱点。

如果将三种管子混合使用,发挥三种管子各自的长处,是否能克服“软脚蟹”的弱点呢?效果又会如何呢?抱着试一试、玩一玩的心态,参阅分析和综合手头现有的资料,焊了一台三种管子混合功放,效果确有改善。

笔者常用 CD 和调谐器做音源,这台机直接接驳音源,不设前级,也不设音调控制线路。整机线路,参见图1和图2。

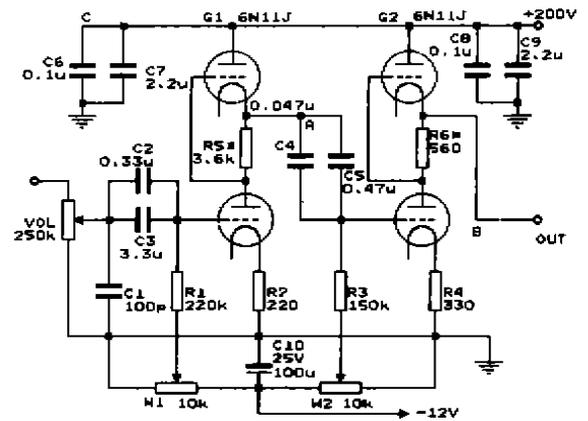


图1

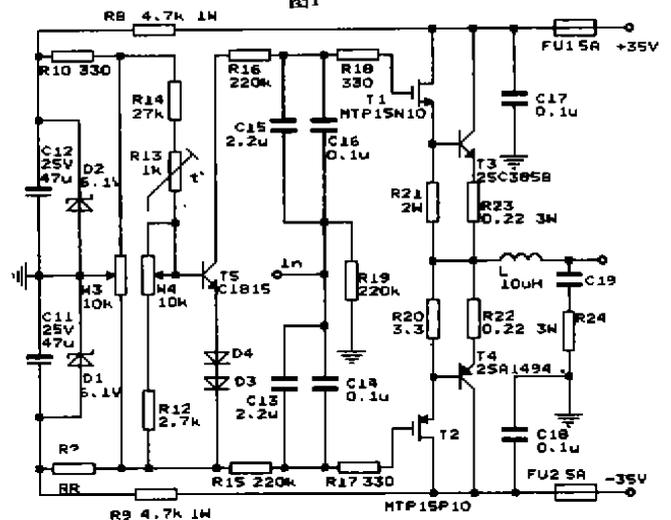


图2

电路基本结构和改进措施

1. 电子管做前级,场效应管做推动,双极型晶体管做甲类功率输出。
2. 取消电子管阴极电容,相信有利改善频响,可望展宽低频响应。
3. 设置电子管栅压独立偏置电路,弥补三极管负

13
35-37

胆石混合功放,功率放大器,音响 TN 912.27
TN 722.75

栅压离散性偏差,便于单独调整各三极管的工作点。

4. 用双极型晶体管做功放输出级,期望改善“软脚蟹”的弱点。

前置放大级选用6N11,做成SRPP电路。这个电路《无线电与电视》杂志1992年第6期(第32页)有过专题介绍。本机取消了阴极电容,利用阴极电阻,起到局部负反馈作用。

激励级也选用6N11,这样的用法,《无线电》杂志1994年第9期(第14~15页)作过介绍。比用6N8P阴极输入效果要好。

推动级选用了一对场效应管,发挥其输入阻抗高的特点。笔者对本级的输出中点电位调零电路作了修改。近期资料介绍的同类型电路,输出级中点电位调零多数是用微调电阻,单边调整推动级场效应管栅压。实践证明,这种单边调零电路,冷态和热态时的输出中点电位会发生比较明显的漂移。由于甲类功放的冷、热态之温差比较大,固定电阻和微调电阻的阻值温度特性有差异,是造成中点电位漂移的原因之一。

输出级为常规甲类电路,静态电流700~800mA。要求管子的耗散功率大,耐压足,特征频率宽,散热器的有效散热面积也要足够大。

元器件的选择

元器件除应符合Hi-Fi电路的基本要求外,补充说明如下:

1. 电源要求。电源的配置示意参见图3。实测静态功耗约150W。主变压器选用环形电源变压器,容量要求为400W,至少也要大于250W。辅助变压器(电子管屏极供电)容量不少于10W,最好选用输出输入都是220V的隔离变压器;也可以用220V/12V变压器,将12V绕组接主变压器12V,把220V绕组作输出用。

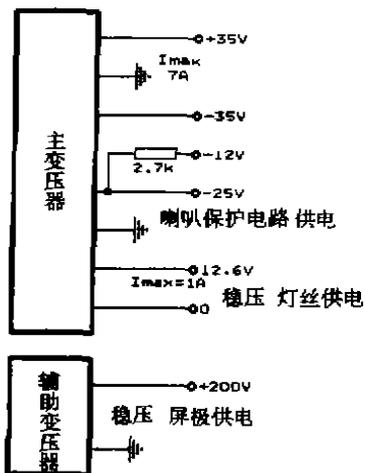


图3

2. 音频电容。C1选用聚苯电容;C2、C3、C17~C19选用聚丙烯电容,耐压100V;C4~C9、C13~C16选用聚丙烯电容耐压要求大于250V。

3. 电阻器件。选用金属膜固定电阻,除标注功率之外,其余选用1/2W,特别要求微调电阻品质一定要好,转动半径大些为宜。音量电位器选用优质步进式。因普通碳膜双联电位器,在转动范围内,两个滑臂分别对各自端点的阻值,两联之间会有较大误差,对等精度不够好。

4. 电子管。G1、G2是两只6N11J双三极管。

5. 晶体管。D1、D2为6~7V稳压管,稳压电流要少于4mA,稳压曲线要陡,两管稳压值相差不要超过0.1V。D3、D4用普通小电流整流二极管串接即可。T5使用普通的NPN小功率硅三极管。T1、T2要求耐压 V_{DSS} 大于100V、耗散功率 P_d 大于25W、漏极电流 I_D 大于2A即可。笔者选用了MTP15N10、MTP15P10。也可以选用符合要求的其他对管。T3、T4要求耐压大于100V,耗散功率大于50W、集电极电流大于7A、特征频率大于10MHz。指标要求不太高,许多公认的发烧功放对管,多数都能满足这些基本要求。笔者用的型号是2SA1494、2SC3858。本机线路简洁明了;对元器件要求不高;为了调整方便,各部分电路分别布置。图1用一块线路板,图2用一块线路板,T1~T4安装在散热器上,管脚直接与线路板连接。

分级安装和调整

整机分段安装,分段调整,调整过程和要点说明如下:

1. 电源电路。首先调好电源电路,各组电压要求符合标定电压。

2. 验证T1、T2栅压可调范围。T1、T2、T3、T4各管脚全部先不焊接。接通±35V电源,将W3滑臂置于中点位置附近。测量T5集电极对D3正极之间的电压,旋动W3,正常情况,最高电压不应超过11V,最低应在3V或以下。缓慢地反复旋动W3两三次,被测电压变动不出所述范围,且万用表指针无突跳现象,就可将此电压调定在4V左右。然后作下一步调整。

3. 验证中点电压可调范围。分别测量T5集电极对+35V、D3正极对-35V的电压。旋动W4,正常情况,可使两个被测电压值对等,也可使用两个被测电压之差达到2V左右。如此证实了中点电压可调。最后将W3置定在两个被测电压对等的位置上。断开±35V电源。

4. 推动级调整。将T1、T2管脚全部焊上,保险管FU1和FU2,暂用1A规格装上,接通±35V电源。测量R20(或R21)电压,测得的电压值为零,或接近零;测

量中点对地电压,电压数值应大致为零,或不超过0.5V。用表笔卡定R20两脚,反复缓慢地左右旋动W4,电压值应从0V~1V范围内变动,表明T1、T2电流从0~300mA范围可以变动。然后将此电压调定在0.6V,最后再旋动W3,将中点电压调零。

5. 调整输出级静态电流。将T3、T4的管脚全部焊上。保险管FU1和FU2暂用2A规格装上,接通±35V电源。测量R22电压,电压值应该近为零;测量中点对地电压,电压数值也应大致为零,或不超过0.2V。用表笔卡定R22两脚,反复缓慢地左右旋动W4,电压值应从0V~0.25V范围内变动,表明T3、T4的电流从0~1100mA范围内变动,将电压调定为20mV左右,即T3、T4静态电流约为100mA,而T1、T2的静态电流约180mA,总的静态电流已经达到280mA左右。最后,再次旋动W3,将中点电压调零,暂时容许偏差±30mV,总装后再精调。到此时,图2电路初步调整完毕。

6. 图1电路调整,四个电子管的灯丝采用稳压直流供电。可以四组灯丝并联,灯丝容许电压为5.9~6.5V,最大电流约1.3A。也可以串联后再并联,也可以四组全部串联。视主变压器的交流输出电压,合理选取灯丝接法。通电20分钟后,转动音量电位器,令滑臂接地。旋动W1,把A点电位调到90V,旋动W2,把B点电位调到100V。

7. 调整G1静态电流。本级静态设定电流 $I_1=1\sim 1.3A$ 。测量R5电压,如时 $U_{RS}/R_5=I_1$,静态电流符合设定。由于电子管特性的离散性,有时会远超过电子管手册给定的指标,笔者手头的6N11J有一对栅压-2.2V,而另一对为-3.8V。此电路按-3.8V计算。如果 U_{RS} 值偏低或偏高,可按欧姆定律直接算出R5的阻值,即 $R_5=U_{RS}/I_1$ 。调换R5,使 I_1 符合要求。

8. 调整G2静态电流。本级静态设定电流 $I_2=6\sim 7mA$ 。测量R6电压,如果 U_{RS}/R_6 不等于 I_2 。调整和计算方法同上,调换R6阻值使 I_2 符合要求。

9. 扬声器保护电路。接通延迟时间要求3~5分钟。要有过压保护作用。

整机调整

整机装好后,微调W4,将R23电压调至100mV,即T3静态电流约450mA左右,连同T1静态电流,总静态电流约为630mA。整机热稳定后,尽量将总静态电流调大。限制条件是散热器(接近T3位置)表面温度不超过70℃,且能重新达成热稳定,即可保证长期连续稳定工作,无须担心过热烧机。

“煲”机1~2小时,确信整机稳升已经稳定时,微调W3,精确调整中点电位。一般中点电位略有漂移,但总漂移幅度不会超过±20mV。

本机中高音比较圆润,音频交连电容的容量相对用得比较大,低音可能偏肥。可以结合听音环境的声学条件、音源的频响、扬声器频响特点、主机的听觉和品味等因素,改变交连电容(C2~C5)的容量,低频表现可以改善,而对中、高频影响不大。

业余条件下,难以测量整机各项指标。8Ω负载的最大输出功率约为60W,当推动和输出级静态总电流为560mA时,甲类输出约10W。笔者使用5Ω负载,静态总电流调到750mA。

需要继续探讨的问题是:设想T1、T2电流参与输出,在保持T1、T3静态总电流不变的条件下,如何分配T1和T3之间的电流?音色会有怎样的变化?

电源电路不再介绍。有兴趣制作的读者,请参阅有关电源的资料。



请选用“户光”系列多制式附加板

您会步入色彩斑斓的大千世界

▲HG-9301EN板用于PAL制彩电加装,可使PAL制彩电增加处理N制3.58MHz、N制4.43MHz及伪PAL制信号功能,P/N自动转换。▲HG-9301EP板用于由国外带回的单N制彩电加装,加装后,在不影响原机N制功能的基础上,可增加处理P制、N制4.43MHz及伪PAL制信号功能,N/P自动转换。上述两板均设有场频识别电路,能自动控制场频场幅。加装简单,接口引线少,加装技术难度小,不改动机芯板任何部位,能适应任何彩电机型加装。▲HG-AV01视音频输入端子板,板中采用光耦器作外视音频信号隔离输入,且板中自带脉冲变压器作隔离电源,能适应所有

冷热底板机芯加装。上述各板邮售价分别为168元、180元、68元。各板资料及图纸,来函即寄,免费提供。资料中有较详细原理及加装说明,并附有包括M15L、索尼、飞利浦等几乎所有机芯机型具体加装部位一览表。为了方便各地用户购买,我部在全国各地诚招特约经销加装单位,有意者,我部将给予很优惠的条件,欢迎来函来电具体联系。

单位:西安市户光电子显示设备厂开发部
地址:户县南环路中段 邮编:710300
电话:(029)4815326 开户行:户县建行
帐号:26314076 联系人:张正仓