

18-19

● 单 级

单级

纯甲类功放

最令发烧友们欣喜的莫过于觅得一款优秀的电路,通过自己精心制作而达到靓声。众所周知,纯甲类功放具有温暖、甜美、细腻、的音色和较低的奇次谐波失真以及良好的扬声器驱动能力,在发烧界有口皆碑。虽然效率低,制作成本高,但发烧友们仍然乐此不疲。笔者经过多款电路的制作、对比之后,现将最优秀的一款推荐给发烧友们。

一、放大电路模式的选择及其优点

一款功放所采用的电路形式对功放素质起着决定性的作用。随着数码音源的普及,人们对它的认识也逐渐加深。早在几年以前,一些音响爱好者就发现,数码音源通过电源线馈入放大器的高频噪声不容忽视。它的频率虽然在人耳听觉范围之外,但它窜入放大器后对音色的污染将使音乐的纯度与透明度遭到破坏,容易产生“数码声”。

普通的放大器电压放大部分常采用图1(a)的方式,采用两级电压放大。其中VT1、VT2差分管采用对地放大,其发射极通过恒流源与电源相连不易引入电源噪声,而VT3采用对电源放大,其发射极与电源相连,极易引入电源噪声干扰,并经VT3进一步放大。另外,采用图示两级电压放大后的非线性失真是两级非线性失真的乘积,势必导致放大器失真增大及开环频响劣化,进而诱发TIM失真。

笔者按图1(b)方式制作的纯甲类功放获得了十分优异的性能。该电路输入级VT1、VT2采用场效应管,VT3、VT4构成共射共基放大电路,并通过由VT5、VT6构成的电流镜电路进行1:1电流转换后推挽输出。

该电路的优点是显而易见的:

1) VT1、VT2漏极上的负载采用恒流源,对交流呈现极高的阻抗。此举一方面提高了电路的开环增益,更重要的是阻断了由电源窜入的高频干扰,大大提高了放大器的电源抑制比。

2) 采用场效应管输入的优势是普通双极性三极管所无法比拟的,场效应管输

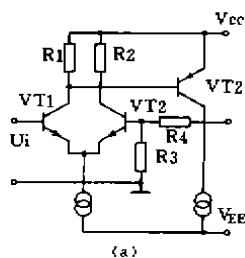
入阻抗很高,输入信号在其上的电流损失极小,更利于微弱信号的重视。另外场效应管噪音低且不随工作电流增大而增加,动态范围宽,这就为整机性能奠定了良好的基础。更值得一提的是场效应管的输入输出特性为2次幂函数; $U_o = F(U_i^2)$ (F为线性函数)其失真成分为偶次谐波,听感上表现为和谐而富有音乐感。而双极性三级管传输特性呈指数特性,失真多为奇次谐波,音色偏于刺耳、生硬。

3) 由于放大器件非线性客观存在,因此电压放大级数增多,必然导致信号传输中产生的染色与失真的加大。所以国外音响界极力推崇“Simple is the best”即“简洁即上”的设计原则。采用单级电压放大无疑更利于音乐信号的传输。再者它所产生的相位失真小,对音乐的定位与结像力十分有利。而且不易产生静态或动态的自激,更易于制作成功,并获得纯正的音质。

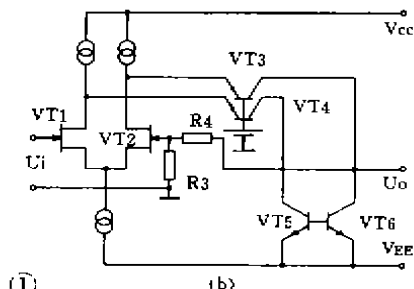
二、放大器的设计与制作

1) 设计与计算,图2为主放大电路图,图3为电源供给图。图2中由VT1、VT2构成差分输入级,VT3、VT4接成共射一共基(cascode),展宽了高频响应、降低了非线性失真,并使VT1、VT2稳定地工作于4.5V左右。VT11的接入保证了VT9、VT10处于相同的静态工作点上,反馈方式采用无大环路负反馈,防止了扬声器反电动势及音箱连线上感应的射频干扰对电压放大部分的影响,从而保证了音质更为纯正。制作时应注意电路的布线与接地的处理,这对音质起着举足轻重的影响,采用单点接地较为理想。

考虑到大多数家庭听音环境并不十分宽敞,所以设计时以纯甲类20W(8Ω)为基准,并保留适当的甲乙类功率储备量,最大输出达 $P_{max} = 40W(8Ω)$ 、75W(4Ω)以适应交响乐等大动态节目的需要。末级电流 $I_o = \sqrt{P_o / 2RL} = \sqrt{20 / 2 \times 8} = 1.12A$,末级电压 $U = \sqrt{2P_{max} R_L} = \sqrt{2 \times 40 \times 8} = 25.3V$,综合考虑管耗及损失,取 $U = 28V$, $I_o = 1.1A$,此时静态管耗 $P_c = UI_o = 30W$ 。故VT17、VT18必须加足够大的散热器。并将VT14粘贴于功率管壳上进行温度补偿。VT14连线应尽量短或用屏蔽线连接。本机闭环增益为 $20lg[(R_{12} // R_{13} / R_8) + 1]$ 约为25dB。其它计算结果与



(a)



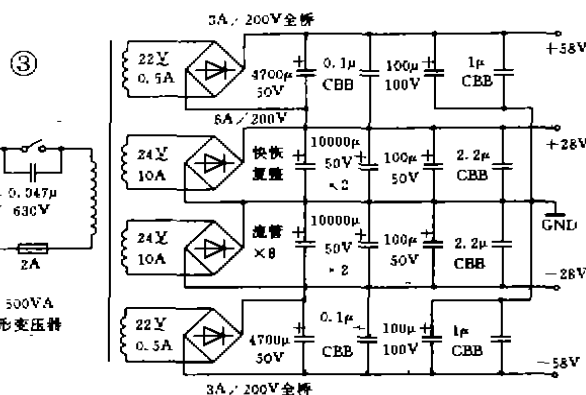
(b)

元件取值如图2所示。

2) 元件选择与调试: 一台放大器制作的成败很大程度上取决于元器件的选择及对管的配对。配对误差对整机稳定性及保真度的影响尤为严重。应在工作电压下对各对管进行配对与选用。输入级场效应管的选择更是关键, 本机采用 2SK246, 并选择 I_{DSS} 略大于 2 倍静态电流即 8mA 左右, $G_m \geq 10ms$ 的管子, 在 4.5V 下严格配对, 使 I_{DSS} 、 G_m 误差均小于 1%。末级电流放大部分要求选用高 f_t 管以提高解析度, 降低失真, 同时宜选 β 值高些以提高功放阻尼系数。本机功率管采用音色偏暖的东芝音响对管 2SC3281、2SA1302 ($f_t = 50MHz$, $\beta \geq 150$)。

笔者认为: 补品元件的采用虽不能从根本上改变功放性能, 却对音质的改善起了画龙点睛的作用。本机输入电容 C1 采用发烧级 CBB2.2 μF 电容, 以改善传输效果, C3、C7 采用日本化工高速电解 470 μF / 63V, 分别并上 C4、C8、CBB0.22 μF 作为稳压输出的退耦, 这对提高功放瞬变能力及低频能量感大有裨益。实际听音表明 C3、C7 容量过小 (<200 μF) 低频控制力将略为降低, 过大又易在充电时加重 VT19、VT21 的负荷。电阻除注明外采用五环精密金属膜 1/4W 电阻。本机内连线采用美国“特富龙”镀银线。输出电感用 $\phi 1.2mm$ 特富龙线在 $\phi 5mm$ 骨架上绕 8 圈胶固。

VT7 应选择 $I_{DSS} = 2mA$ 的管子, 误差太大将对其



它部分静态电流产生一定影响, 否则用一枚 5.1K Ω 电阻将它取代。

调试方法: 调节 RP1 可使输出直流零位漂移小于 15mV。调节 R18 阻值 (由大到小改变) 使功率管静态电流为 1.1A, 此时功率管温升较大, R20、R21 上压降约为 240mV, 煲机 20 分钟后重调一次, 直到稳定下来。将 R18 用固定电阻焊上。

三、实际的听音与评价

当您经过精心的制作与调试而获得成功之后, 将机子煲足, 坐在“皇帝位”挑上一张您耳熟能详的发烧 CD 唱片, 聆听着从音箱中传出那沁人心脾的美妙音符时, 相信您一定会感到您自己亲手焊制的这台纯甲类功放竟是如此的完美与感人!

笔者采用自摩 CEC—891 CD 机用荷兰 VDH 发烧信号线接入本功放, 再通过 Denko OFC 线接至自制惠威 6.5 英寸书架箱。该机经过煲机后, 音质晶莹通透, 能量感充足。播放民乐、轻音乐、弦乐和人声表现都十分出色, 乐器定位历历在目。其低频控制力极强, 收放自如, 中频丰满流畅而情感表达丰富, 高频清彻透明而又细腻圆润, 甲类功放那醇美的音色在此体现得淋漓尽致。

