



标准 10W 真空管 6V6 推挽功放制作

陆全根

胆机的音色受到不少发烧友的偏爱,但因其售价不菲、令人却步,以致胆机市场始终难有起色。这与一些商家试图重现胆机王者风范而采用高价胆管、选配补品元件以造成成本居高不下有很大关系。其实,目前还在使用的各种胆管无一不是历经数十年时间考验留存下来的名管。因此只要选用价格比较低廉、功率适中的胆管并配用一般的 RC 元件,都可体现出胆机的音质特色、并可大大降低制作成本。

本文向有兴趣动手的读者介绍一款低成本 10W 6V6GT 推挽功放的制作。

一、关于胆机功率选择

不知道基于什么原因和心态,我国的一些发烧友对功放的(额定)输出功率的要求越来越高。不管实际使用要求、一味贪大,对 $2 \times 50W$ 功放已不屑一顾、非达百瓦不足以发烧。毫无疑问,整机成本与输出功率密切相关。特别是胆机功放,大功率胆机灯丝消耗功率已不小,虽说工作于甲乙类推挽工作状态,但工作点也与甲类工作状态相差不多,整机效率很低,因此合理选定输出功率的大小对于降低制作成本十分重要。在介绍实际电路和制作之前,有必要简单地谈一谈确定输出功率时应该考虑的一些基本方面。

不难理解,我们希望听到的响度越大、所用音箱的灵敏度越低、听音房间越大(或聆听距离越远)及房间吸音越强,那么对功放的输出功率要求越大。此外,还要考虑节目源中信号峰值的大小和出现的机率,这是确定输出功率要求的重要因素,不同的考虑将导致输出功率的很大差异。

确定功放输出功率要求的一种

方法是先根据音箱和房间条件确定一个平均听音功率,然后再考虑不失真地重放节目源峰值信号的某种要求,来决定功放的最大输出功率要求。

我们平常用音量电位器调节的是平均听音电平。在十多平方米、吸音条件一般的住房中使用一对典型书架式音箱,当馈入 $0.25 \sim 0.5W$ 电功率时,在 $2m$ 处聆听点已能获得正常的听音电平。如果住房环境噪声较大或者听音者年龄偏高,为了听清低电平信号细节,馈入音箱的电功率可能要提高到 $0.5 \sim 1W$ 。另外,实际的节目源中还有幅度大小不同的峰值信号。对于大多数节目源、视节目性质(歌唱、古典音乐和流行音乐等)不同,峰值信号电平与上述平均信号电平之比在 $3 \sim 10$ 范围内。因此如果平均听音电平馈入音箱电功率以 $1W$ 计,那么功放的最大输出功率(额定功率或失真输出功率)应为 $3 \sim 10W$,否则峰值信号的重放就会出现失真或削波,影响放音质量。当然,上述 $3 \sim 10$ 的系数只是对大多数节目源的动态而言,如果要确保对一切峰值信号均不产生削波,那么这个系数必然还要大些,往往超过 $20 \sim 30$ 。由于家庭重放的平均听音电平不会太高,因此功放的额定输出功率取 $3 \sim 10W$ 已能获得比较满意的效果,要求更高些的取 $20 \sim 30W$ 已完全足够了。本文向读者推荐这个“标准” $10W$ 功放也正是出于这种考虑,不仅能明显降低制作成本,而且由于输出功率较低,输出变压器功率容量也小,铁芯体积得以减少,绕制时的频响等特性更容易得到保证。

可能对于用惯了 $50W$ 、 $100W$ 功放的发烧友来说,看到这个 $10W$ 功放感觉上总有些难以接受,但也许能从

以下说明中得以解脱。

1. 在 1950~1960 年电子管时代,我国收音机按其性能分为特级、1~4 级共 5 个档次,其中特级和 1 级收音机属高级收音机。作为最高级别的特级收音机,通常采用两只 6P1(相当于本文的 6V6)作推挽输出,其额定功率仅定为 $4W$ 。至于家家户户使用的均为 3 级收音机,其额定功率只有 $0.5W$ 、收听一般音乐节目并没有感到功率上有什么不足。

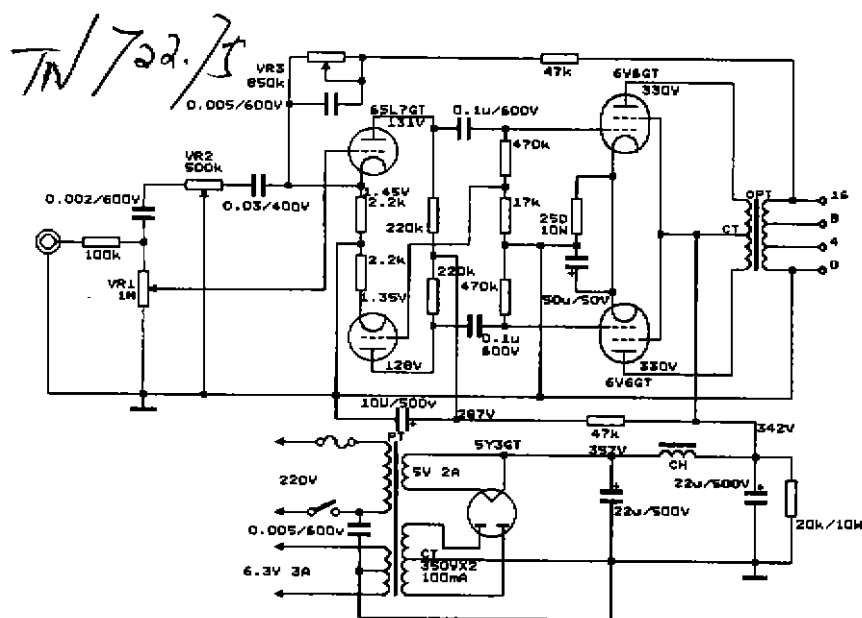
2. 我国 1980 年制订的“声频功率放大器(扩音机)基本参数和一般技术要求”(GB1982-80)中,把广播、扩音、电影、监听和家用功放分为四级,其中二级机技术参数相当于国际电工委员会(IEC)制定的“高保真家用声频放大器最低标准要求”(IEC581-6)中的规定。这两个标准中规定的最低额定功率均为 $\geq 10W$,由此可见 $10W$ 的额定功率能够满足高保真还音的基本要求。

3. 最近有记者采访了我国著名电声学家管善群教授,并重点介绍了管老师利用书房改造的听音室,对我国音响发烧友具有很大参考意义。管老师的书房面积约 $4.5m \times 3m$ 、高度为 $2.5m$,作了吸声计算和相应处理。使用一对 $8''$ 单元二分频音箱,灵敏度约 $90dB$,在最佳听音距离 $1.4m$ 处要求达到 $100dB$ 最高准峰值声压级,计算结果表明一个声道功放准峰值电功率约需 $9.8W$ 就够了。

以上资料充分说明, $10W$ (一个声道)功率对于大多数家庭进行高质量音乐欣赏,应该说是比较经济合理的选择, $2 \times 10W$ 双声道功放还能提供 $3dB$ 声压级裕量。

二、电路简介

图 1 为本功放(一个声道)的原



理图,它是以制造变压器而著名的美国 Acrosound 公司供自己内部使用而设计的音频放大器,整机十分简洁且有效果良好的高低音控制器。

输入端的 VR1 为音量控制, VR2 和 VR3 分别为高音和低音控制。VR2 动臂滑向左端时, 通过衰减输入信号中的高频成分使高音衰减达到最大, 滑向右端时则通过减小来自末级的高音负反馈而使高音提升最大。VR3 动臂滑向左端使低音略有衰减, 而动臂滑向右端时减小低音负反馈而使低音提升达到最大。当 VR2、VR3 动臂位于机械中心位置时, 音调控制响应呈平直。

图 2 为音调控制特性曲线,它与一般的音调控制曲线有所不同。其低音衰减量仅 3dB 左右,低音提升量也不大,约为 8dB 左右,但衰减和提升曲线均很平缓,因而控制效果仍较明

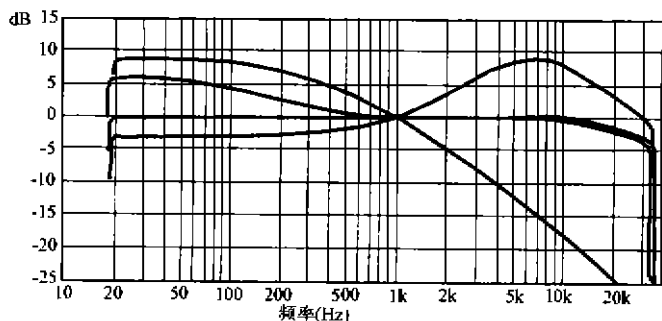


图 2

显,实际使用时这样的控制量并无不够的感觉。高音的提升形成峰状,峰值处于 5~10kHz 之间,提升量也控制在 8dB 左右。这样的控制特性效果明显且对高频噪声提升较小,有利于改善信噪比。高频衰减取每倍频为 6dB,也基本够用。这种音调控制曲线与现代高保真音调电路设计的思路是基本一致的。

双三极管 6SL7GT 中的一个三极管作输入放大并直接驱动推挽末级上臂。此外,从末级栅漏电阻 $17\text{k}\Omega$ 上取出一小部分放大后的信号电压加到 6SL7GT 另一三极管的栅极作倒相和放大,放大后的信号则驱动推挽末级的下臂。

末级选用一对最常用且廉价的6V6GT按标准的五极管接法作甲乙1类推挽放大,输出变压器一次侧阻抗为10k Ω ,末级双管静态屏流约

86mA。输出变压器二次侧 16Ω 绕组到输入级阴极之间加有频率负反馈，反馈量不大，仅约 7dB 左右。

最后必

须指出,音调控制是本机重要特色之一。一些发烧友认为音调控制会劣化音质,这是没有什么根据的。相反,使用适量的音调控制,对于改进音质的作用是十分大的。有些发烧友觉得他们的系统中没有使用音调控制音质也很好,笔者认为如果使用音调控制,有可能获得更好的音质,只有通过实践才会知道是否需要使用音调控制。

三、制作要点

本机除指明功率的电阻外,均用1/2W金属膜电阻,电容要注意耐压要求,已注于图1中。

输出变压器 OPT 的功率容量为 10W, 一次侧阻抗为 $10k\Omega$, 频响为 $10Hz \sim 70kHz$, 一次侧直流电阻 (每边) $< 280\Omega$ 者均可。

扼流圈 CH 的电感量为 10H, 直流电阻 $< 180\Omega$, 允许电流 100mA。电源变压器 PT 的绕组容量要求见图 1。

VR1 采用指数型电位器, VR2 和 VR3 可采用线性电位器, 其中 VR3 的阻值为 850k Ω 非标准系列值, 可用 1M Ω 的代用。如果不想安装音调控制, 则可将与 VR2、VR3 的相关元件去掉, 从输出变压器经 470k Ω 电阻接到 6SL7GT 输入放大级的阴极, 并适当调整该阻值即可。

图3为本功放单声道安装实体简图。电源变压器PT和输出变压器安装在底板上面,滤波扼流圈CH安装在底板下面左侧板上。电源变压器一次侧和6V6GT灯丝配线未画出,以使主要元件配线更为清晰明了。有些连线用箭头指明,看图时务必注意。整机采用“一点接地”,输入屏蔽线裸露的屏蔽层勿与机壳接触,只与地线相连。

只要元器件数值正确和安装无误,本机一般无须调试即能正常工作。当6V6GT阴极偏压为21V左右,屏压在较大幅度范围内变化时也能正常工作。例如,当扼流圈输出端高压从320V变化到340V,6V6GT屏压从310V变化到330V,电路性能指标

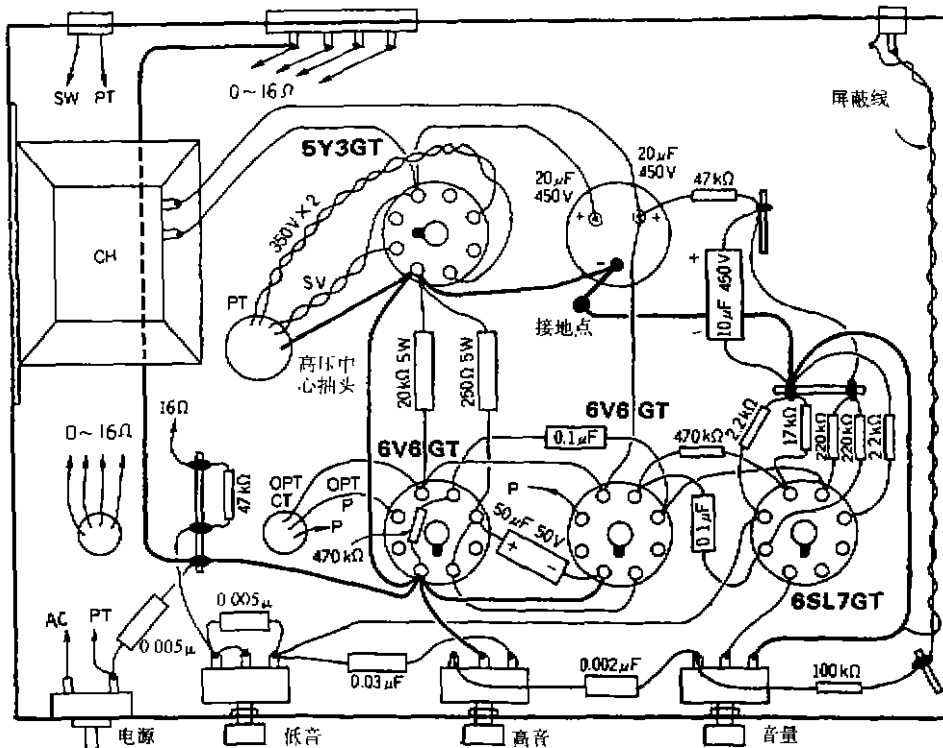


图 3

基本不变。因此本电路也为选用直流电阻不同的滤波扼流圈和输出变压器提供了方便,只要确保 6V6GT 的最大管耗(屏、阴极间电压 $\times$ 屏流)不超过手册规定的 12W,就能保证电路安全工作。也就是在通电后,要测一下 6V6GT 的阴极电压和屏、阴极间电压,即可如下计算出屏耗大小。

假定实测得阴极对地电压为 20V,屏极对阴极间电压为 285V,由于阴极电阻为 250Ω,所以流过两只 6V6GT 的屏流为:

$$20V/250\Omega = 0.080A$$

流过一只 6V6GT 的屏流为 0.040A,于是 6V6GT 的实际管耗为:

$$285V \times 0.040A = 11.4W$$

小于规定的 12W,可以安全工作。如果实测结果超过最大管耗,可适当降低屏压或屏流来解决。具体做法是在高压供电电路中串以适当功率的降压电阻,或者加大 6V6GT 阴极电阻。

四、性能和评价

本机主要实测性能如下:

输出功率 (1kHz, THD $\leq 2.5\%$) 为 10W; 灵敏度 (1kHz, 10W) 为 1.2V; 频率响应 (-1dB, 1W) 为 10Hz~20kHz; 阻尼系数 (10Hz~20kHz) 为 3。

总谐波失真特性如图 4 所示。在评价特性时,首先要注意整机的负反馈量大小。以上特性均是音调控制位于机械中点即负反馈量为 7dB 的条件下测得的,属于低反馈放大器,因

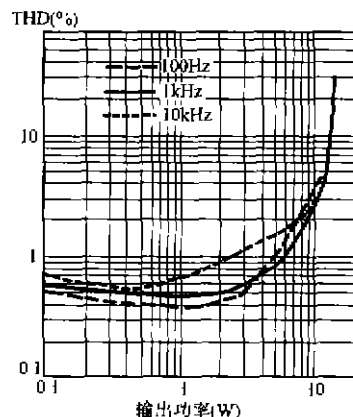


图 4

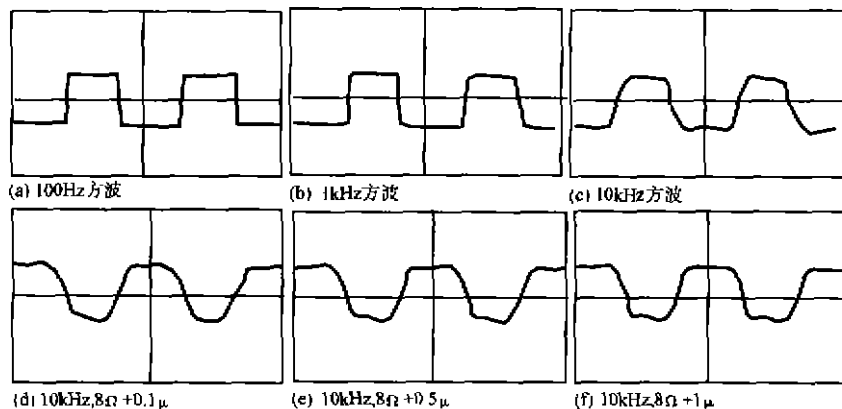


图 5

此上述性能已经相当不错了。图 5 为一组方波响应,充分说明了在不同容性负载条件下,工作是稳定的。

使用各类节目源并在音调平直位置上利用监听音箱对本机作了音质评价,结果表明中频饱满流畅,高频也没有延伸不足的感觉,整个音域能量充沛,并具有良好声场感。如以五“星”评分法加以评价,那么多数评价语在 3~4“星”级水平上。可以说,本机的设计能充分展现出 6V6GT 的潜在资质,是一台平易可人的优秀家用放大器。