

38-40

功率放大器

电源放大电路

放大器

高品质 50W × 2 甲类对地推挽 功率放大器 (下)

覃方标

TM 722.75

第二级电路取消了常见的对电源放大电路,选用了由 Q11、Q12、Q13、Q14 组成的改进型渥尔曼电路,这是一种用电流自举的方法抵消晶体管集电极的结电容 C_{cb} 产生失真的电路,电路中巧妙地把电流自举式用于其中但又下改变其电路形式(整个渥尔曼的组态未改变)。通过这样的电路组成形式,可使失真率在原来的基础上减少 40dB 以上,这时,你将惊喜地发现电压放大部分的失真率竟达 120dB(万分之 0.01),这正是许多发烧友梦寐以求的。为保证电流放大部分有足够的推动电流, Q15、Q16 组成电压驱动电路。为扩大驱动级的线性区,电压放大部分的电源独立供电,并且比电流放大部分高出 $\pm 10V$ 的电源电压;并采用了 VMOS-FET 管,利用 VMOS-FET 管的负温度特性与晶体管的正温度特性相互抵消的原理,使本级的电路性能极为稳定。电流放大部分由 Q18、Q19、Q20、Q21 组成并联互补推挽输出电路,保证了有效功率的线性区,提高了电路的驱动能力。

谁都希望一台优良的功率放大器能永远安全可靠地工作。为了保护输出功率管,由 Q22 组成过电流检测电路,一旦功率管的漏极损耗和漏极电流超过安全工作电流,过流检测电路便动作,并断开输出电路,保证了大功率管不被损坏。

电路的负反馈部分:一如既往地采用了无大环路负反馈技术,本电路采用的是准直流无源伺服电路,电路由 R28、R27、R26 和 C2 组成,本电路采用了准直流无源伺服电路,从而保证了更为朴实纯正的音质。

电路信号输入端的 R2 和 C1 是低通滤波器,防止不必要的超高频部分进入放大器, P1 是用来调整初级电路电流的, P2 用来调整整个功率放大器中点电位, P3 调整功率输出级的工作电流。 Q17 是温度

补偿调压电路 电流放大部分的 FET 输出功率管栅极串接的电阻是用来防止高频自激振荡和保护栅极用的,可在 100~470 Ω 之间进行选择,阻值大一些好些,但不能过大,如果过大会构成积分电路,导致高频特性的恶化。放大器的输入阻抗由 R1 决定。

电源部分电路见图的下部。 $\pm 50V$ 的电源为电流放大级专用。滤波电容上并联的小电容进一步改善了电源的高频特性。 $\pm 60V$ 为电压放大部分的专用电源,本电路采用了“洼田式”稳压电源,电路源自日本,是公认的高速、高稳压、低内阻、低噪声的电路,本电路未采用恒流二极管,而是使用电阻分压,这主要因为是恒流二极管的耐压有限,一般都在 50V 以下,稳压电源的电压也只能在 50V 以下。本放大器为了改善推动级的线性,需要一个 $\pm 60V$ 的稳压电源,经改动后本电路的输出电压提高到 $\pm 80V$ 也没问题,这个电路对“洼田式”稳压电源的特性无明显影响,本电路仍能做到残留噪声 $\leq 0.19mV$,不稳定性 $\leq 0.6\%$ 。交流输入部分接入了交流进线滤波器,利用电容和电感的相互作用抑制和消除公用电源的噪声干扰,特别是高频部分的干扰。

中点延时保护电路由 Q29~Q33 组成,当中点电位输出直流成分时,保护电路便开始动作,由继电器断开负载扬声器,从而保护扬声器系统不被烧毁。开机时 R56 向 C37 充电延时接通,保证了开、关电源时扬声器系统不被电源冲击。

三、元器件的选择

由电路的基本原理可知,由于省略了第二级的电压放大,改成了对地推挽的渥尔曼电路,所以整机的电压增益在初级电压放大部分,所以初级的差分输入对管应选用 C_{cb} 小、 g_m 大的场效应管,初级差分选用了日本东芝公司最新生产的 25K389/2SJ109。

这对管子是 2SK146 2SJ73 的改进型孪生对管,也可选用 2SK170 2SJ74、2SK147/2SJ72 直接代换。 g_m 的取值应大于 10ms 以上

在电路中晶体管的集电结的结电容 C_{cb} 对整机

的音质有很大影响,晶体管应选用 h_{fe} 大、 C_{cb} 小的管子,对地推挽的渥尔曼管 Q12、Q14 选用东芝公司的 2SC2705/2SA1145。电流自举管选用饱和压降低的管子 2SC1815/2SA1015,密勒恒流管和共基电路的管

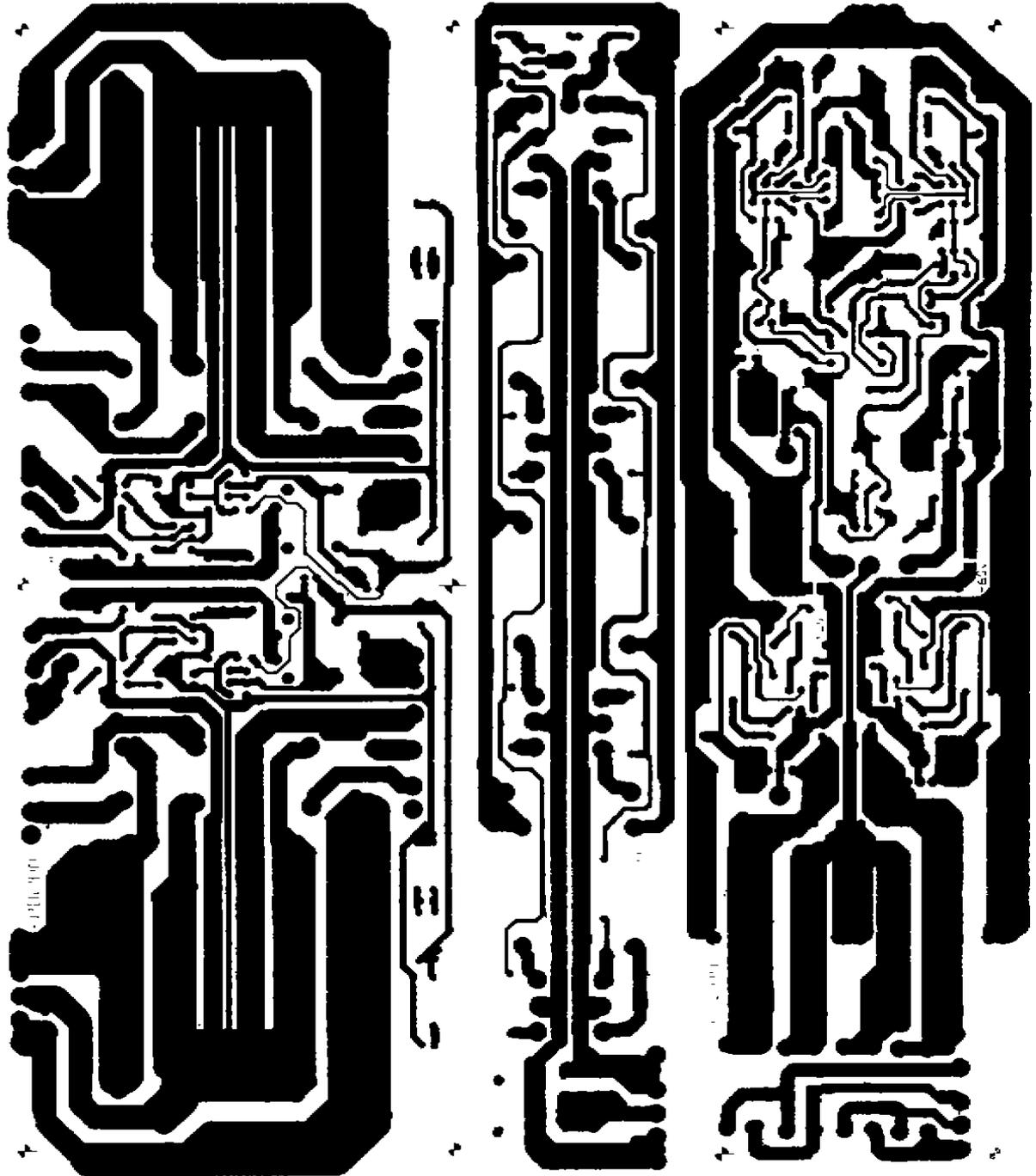


图 6

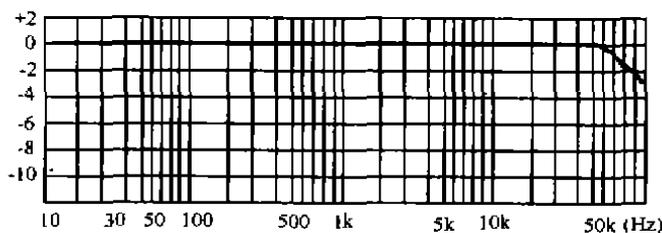
子选用了 2SC2240/2SA970 输入和输出部分在这里都选用了场效应管,其原因是不言而喻的,这是因为场效应管的失真因子为 $\cos^2 \omega t$,展开后的谐波是 2、和电子管的音色十分相似。功率管选用了东芝公司生产的性能优良的 2SK1529/2SJ200。推动管为日立公司的 2SK214/2SJ77,当然也可选用其他性能相近的管子代替。选用元件时应遵循选管配对的原则。由于本电路在选用元件时都选用了在时下来说颇具发烧的元件,价格当然不低,可能有些发烧友承受不了。可不可以降低价格,用普通元件代替?回答是可以的,但是在牺牲一定性能和音质上,比如差分管选用普通管子,输出级改用 2SC3280/2SA1301,其他元件不变,这样价格将大幅度下降,但对于节约的发烧友来说也可算得上性能不俗了,这样装制的电路也许会带给你意外的收获。

四、制作和调试

在设计印刷电路板时,把电路设计成三个部分的印制电路板:(1)电压放大部分和电压放大的整流稳压部分;(2)电流放大部分;(3)电源和保护电路部分。元器件位置图如图 5;印制板如图 6。由于版面限制,图 5、图 6 均缩了一些,在实际制作中应按 $21.7 \times 17.6(\text{cm})$ 制作。

在安装电路时,用来调整末级电流的温度补偿电压调整管 Q17,最好安装在大功率管的散热器上。所有调节电位器置于中间位置。电器元件安装完毕后便可以开始调试。整个调试过程为先电源部分,后电压部分,再功率放大部分,最后整体调节。

调试放大电路之前首先检查稳压部分的电压为 $\pm 60\text{V}$ 。然后再进行电压放大器的调整,调节 P1 使 R3 上的压降为 120mV(即静态电流 3mA 左右)。然



加入滤波网络的实测频率曲线

图 7

后调节 P2,使 R29、R30 的中点处为零伏。调节 P3,看 R29、R30 两端的电压是否在 3~8 伏的范围内变化,调节 P1、R30、R29 上的压降也有变化,应该是先调 P1,后调 P3。电压放大部分暂把 R30、R29 两端的压降调至最小。

以上调整完成后,便可以接入功率放大级的电源进行电流放大部分的调节,使源极的电阻 R34、R36(0.25 Ω)的压降为 97mV,随着温度的升高,电流会有所下降,需仔细调整几次,调整结束后还要看一下中点电压是不是在 0 伏位置。

整机的连线非常重要,弄不好要功亏一篑,本机在印板设计时已尽可能一点接地,扬声器的接地点也应在电解电容的中点位置上,印板中各条地线走线分清,为一点接地方法,在没有其他特殊情况下,不可将地线的走线随意短接。所有小信号线要良好地屏蔽。

五、性能测试

安装调试好后便可以进行测试,实测结果是比较喜人的,无论输入开路或短路状态,样机的残留噪声均不超 0.4mV, -3dB 为 4MHz,阻尼系数 150,用 20kHz 的方波作任意的输出负载阻抗测试,都没有出现过渡效应上冲和出现自激现象。加入滤波网络后,整机的功率带宽为 5~500kHz(见图 7);失真率为 0.001%,转换速率 $> 300\text{V}/\mu\text{s}$ 。甲类功率 $2 \times 50\text{W}$ 。从试听的结果看,该机因为采用了场效应管为输入和输出,声音和电子管的音色十分相似。至于该机的音色是不是你梦中所求、心中所爱呢,那就由发烧友们的金耳朵去品味了。 □

* * * *

广西北流市石窝威龙电子厂长期供: HE328 成品板(调试好,二声道,含整流滤波)850 元/套,邮费 20 元/套。机壳总成(430 × 345 × 100mm³,2 侧为专业散热器)350 元/套,邮费 50 元/套,全套计(包括所有元器件及机壳等)1850 元/套,邮费 100 元/套。

款寄:广西北流市石窝威龙电子厂
邮购组收

邮编:537424 电话:(0775)6765369