

• Hi-Fi 制作室 •

纯直流混血功放制作

吴兵

一、功放电路原理

电路如图 2 所示。电子管 Q4、Q5 构成阳阴相位分割电路,将输到 Q4 的信号变为平衡推挽信号驱动场效应管,完成胆、石之间的直流耦合。此电路的特点是动态范围大、稳定性好,但是此级无电压增益。

Q1 构成信号输入及电压放大级,也是本机唯一具有电压放大的一级,整机增益由它决定,输出信号从 Q1 屏极引出。

当采用图示电路电源电压以及图中电阻参数时,Q1 屏极输出 90V 左右的直流电位,显然信号不能由此直接耦合给电子管 Q4,必须将直流电平变为零伏才能直耦。因此采用 Q2、Q3、D1 为主要元件的直流电平移位电路。电子管 Q2 的阴极输出约 90V 左右的直流电位,在其阴极串联一只稳压值为 90V 左右的稳压管 D1,稳压管 D1 的负端直流电位便大约为零伏,信号由此点直接耦合给 Q4。因为稳压管有较低的动态电阻,在几百欧姆以内,因此稳压管只改变直流电位,对音频信号几乎无衰减。

由于电源电压的稳定性、元件参数的精确性、离散性以及温度等众多因素的影响,在不作特殊处理的情况下,输出端较难稳定在零伏,故加入了由晶体管 T5、电容 C3、C4、电阻 R3、电位器 RP1 为主的直流伺服电路,用以稳定输出端的直流电位。输出端的交流、直流信息也反映在电阻 R7、电位器 RP2 上,此信号经电阻 R3、电容 C4 的处理,用以控制 T5,改变 Q1 阴极等效电阻,改变 Q1 屏极电位,从而将输出端强行稳定在零伏上。

从图中看出,电路无大环路反馈,此种电路为了提高阻尼系数,降低失

制胆机不尽如人意,不太出色,原因是自制的胆机必须的输出变压器质量不佳,低频下潜不深,高频延伸不足,满足不了“宽频带”的现代人的耳朵。

人们另觅途径,寻找具有胆机音色、又不需胆机输出变压器的功放电路。“胆石混血”功放电路应运而生,这种电路采用电子管作电压放大,晶体管作电流输出,因而省却了输出变压器。

这种采用胆管、晶体管混合的电路,能否得到预期效果呢?结果令人欣喜,混合电路产生的音色柔美又具有力度,频响很宽,失真也较小,满足大部分现代人的口味。因此胆石混血功放在“焊机派”中互相炒作,风头较盛。

但是,纵观此类电路,大多采用如图 1 所示程式。特点是胆与胆之间,尤其是胆与石之间往往采用隔直电容耦合,即功放没有直流化。这样带来了一个缺点,即低频下限不够低,30Hz 以下的音频重放多为其泛音,而非基频,导致低音重放力度不足,速度不够,甚至低音发浑。这时喜欢频响向两头冲的发烧友来说是一种遗憾,尤其是家庭影院声象软件的普及更要求功放要有优良的低频重播能力。

提高功放的低频重播能力,降低功放低频下限是必要条件,将电路直流化是降低功放低频下限的有效手段。

本文介绍一款纯直流混血无环路反馈的功放电路及制作。

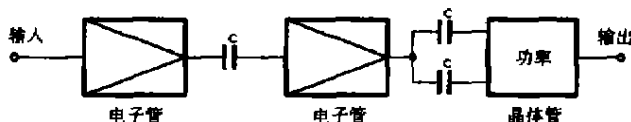


图 1

随着数码音源的日益普及,中低档 CD 机已成为众多音响爱好者必备的音源。初听数码音源,几乎所有人都被它极高的信噪比和动态所折服。但随着时间的推移,人们发现它并非那么悦耳和耐听,听久了更有吵耳之嫌。这就是目前数码音源固有的“数码声”,在低档器材中表现尤为明显。为了消除、减弱“数码声”,人们采取多种方法进行“摩机”,钱财、精力费了不少,效果有所改善,但限于器材档次及目前数码音源的固有缺陷,仍无法十分满意地减弱干硬的“数码声”。

普通晶体管功放与普通电子管功放相比,晶体管功放具有频响宽、力度大、速度快等优点,但音色偏硬,播放数码音源,声音更显干燥无味。而电子管功放,虽不及晶体管机的力度与速度,但是具有柔和悦耳的音色。人们设想,既然电子管功放音色柔和,如果让它重播数码音源,能否改善数码音源干硬的音色呢?结果是肯定的。数码音源与电子管功放联姻,相得益彰,数码声大幅减少,声音变得柔和,甜美悦耳。

于是,近年来胆机东山再起,成为发烧圈中豪华高贵的象征,发烧友梦寐以求的奢侈品。因此,一部分富有的烧友“遗弃”晶体管功放,购置胆机。而另一部分发烧友,一方面限于财力不忍购买,另一方面窥探到胆机简洁的电路,不愿购买,总想自制胆机。于是加入到“焊机派”中来。这些人中,有少部分成功者,但大多数人都感到自

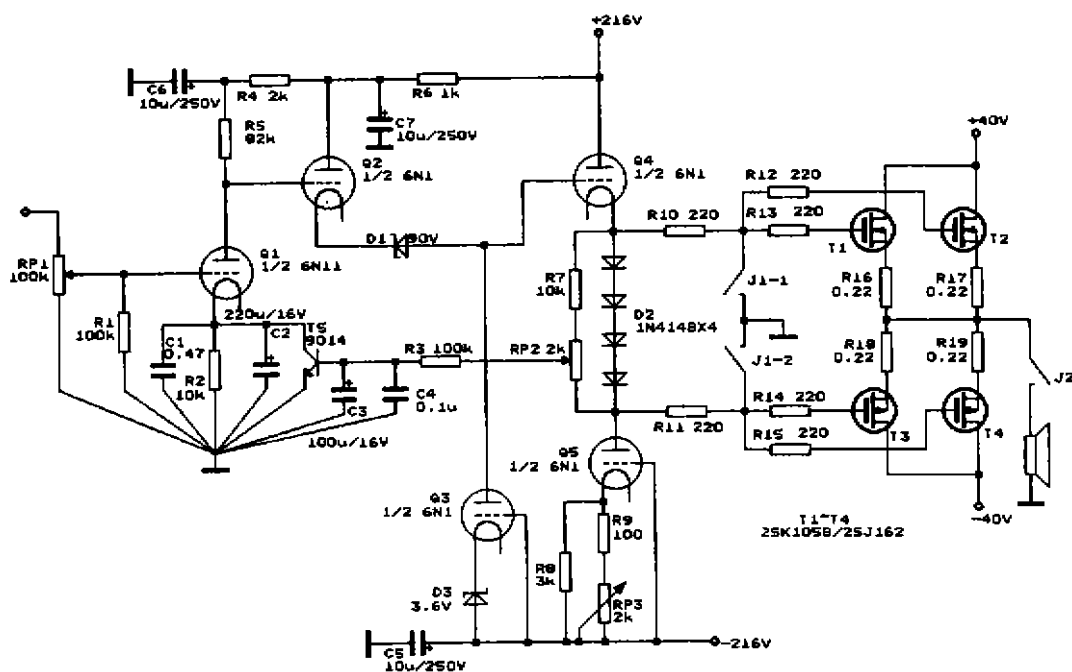


图 2

真,往往采用并联末级功率管的方法,本机就采用两只并联。由于 MOS-FET 功率管的栅极电容较大,并联功率管将使栅极等效电容成倍增加,高频特性变差,尤其是用电子管高输阻抗情况下更是如此,因此不宜过多并联。

末级功率管的静态电流较大,每管取 0.3A,两管共达 0.6A,使电路工作在甲乙类,改善音质。

二、电 源

本机所用电源电路较复杂,电子管用电源两组,±210V;灯丝电源一组,6.3V;末级功率管电源两组,±40V;扬声器、功放保护用电源一组,12V,如图 3 所示。尽管电源复杂,但不能马虎,本机电路简洁,要想出好声,必须依赖高质量的电源。

电源变压器共用两只,其中一只供电子管使用,供应电子管高压电源及灯丝电源,采用 100W 环形变压器,二次侧电压为 200~220V×2,0.2A,10V,4A,此环变可订制。末级功率管用低压大电流电源及保护用电源,使用一只 500W 环变,二次侧 30V×2,6.5A,12V×2,1A,可购成品。

电子管供电的稳定性将影响中点

电位的稳定,因此±210V 电源采取稳压措施。灯丝电源要纯净,否则引入交流声,采用 LM317 低纹波稳压扩流的方式供用。

末级电源采用大水塘滤波并且并联数只小容量电容的方法降低全频带内阻,采用双桥整流。

三、元件选择

1. 功放电路

电子管 Q1 选用 6N11J 军品电子管,该管噪声较低,适合做输入级,其他采用 6N1 军品电子管。

电阻一律使用金属膜,图注无功率要求的一律采用 1/2W,有条件的采用进口电阻。

电容 C1、C2 为音频旁路电容,要求较高,C1 采用音响专用聚丙烯无感电容,如国产新德克、法国大 S 等。C2 采用音品补品电容,要求频响均衡,可采用松下金字补品电容。

稳压管 D1 选用进口优质稳压管。末级场效应管要求配对,可选 2SK1058/2SJ162 或 2SK1529/2SJ200。本文选用日立名管 2SK1058/2SJ162,若选后者,偏置稳压管 D2 要重新选值(增加 1N4148 个数)。

直流伺服管采用高 β 管,以提高

伺服性能。所用电位器或可变电阻器必须选高可靠产品。

2. 电源部分

正负对称电源均采用双桥整流,高压稳压电源,采用稳压管稳压,因此对 8 只稳压管要求较高。选用进口稳压管,且上机之前要逐只挑选,性能差的不能上机。

功率管电源采用优质电解电容滤波,选用进口件如 ELNA, BLACK-GATE 等。无极性电容采用音响专用聚丙烯无感电容,如新德克、WIMA 等,整流桥采用 2 只 20A 大容量整流桥。

四、安装与调试

本机全部采用印刷板安装。印刷板共用 5 块,两块用于功放电路,两块用于电源电路,一块用于保护电路,他们在机箱中布局如图 5 所示。

电子管采用电子管座安装,可选用印刷板焊接专用电子管座,也可将普通电子管管脚修剪成图 4 形状,焊接在印刷板上,然后插上电子管,如图 4 所示。

首先焊接调试电源部分。调节可变电阻 RP5、RP4,使得±210V 电压符合要求,然后调整 RP6,使得灯丝电

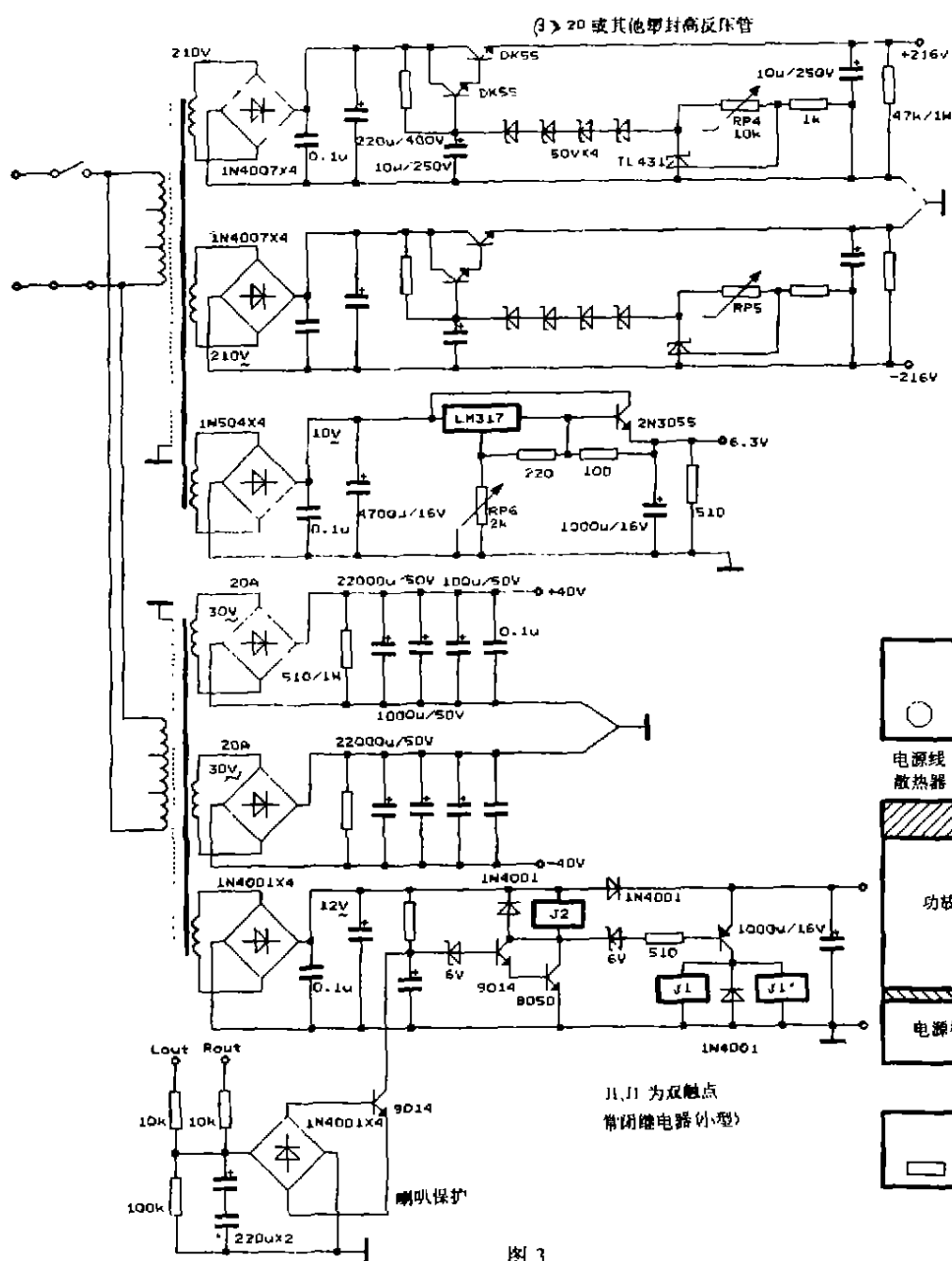


图 3

压为 6.3V，调好以后，测出 RP4、RP5、RP6 值，用接近的定值电阻换入，提高可靠性。

焊接功放板，先不接入场效应管，调整 RP2 使得 Q4 阴极、Q5 阳极对地电位绝对值相等约 2.2V。若相差过大，说明何限电路不能将中点校正到零伏，可改变 R7、RP2 值试一试，否则要改变 D1 的稳压值，原则是若 Q4 阴极对地电位远大于 2.2V，则增大 D1 的稳压值，反之，减小 D1 的稳压值。符

合要求后，接入场效应管。

在 $\pm 40V$ 电源回路中各串入一支 4.7 Ω /5W 大功率电阻，经过两只电阻分别将 $\pm 40V$ 电源接入到场效应管漏极，电阻不应冒烟，否则漏极电流过大，需检查原因。

调整 RP3，将使 D2 总压降有所改变，从而改变场效应管的漏极静态电流。减小 RP3，使 Q5、Q4 静流增加，提高驱动能力，但 Q5、Q4 屏耗也增加，两者要兼顾。

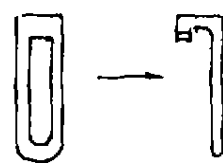
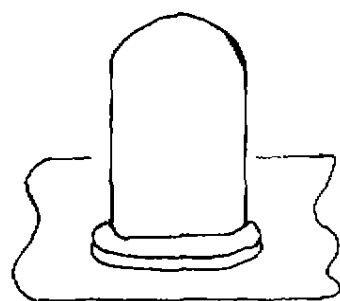


图 4

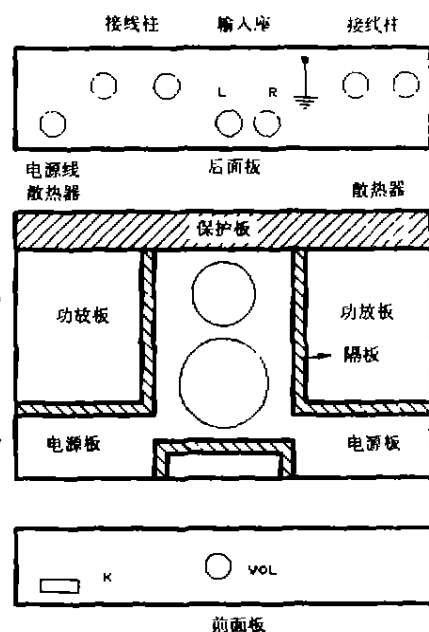


图 5

若尽量减小 RP3，场效应管两管静态电流不足 0.6A，则可增加 D2 中 1N4148 一只，再调整 RP3，使之达到 0.6A。若尽量增大 RP3，末级静流仍超过 0.6A，则可减少 D2 中 1N4148 一只，调整 RP3，使之达 0.6A。之后去掉 4.7 Ω 电阻，直接接入 $\pm 40V$ 电源。

调整 RP3 会改变中点电位，因此配合调整 RP2，使之回零。

本机末级功率管功耗较大，发热较大，必须安装尽量大的散热器，尽管



如此,温度仍较高。较高的温度会影响中点电位,因此通电 1~2 小时后,再微调 RP2 一次。

调好以后接通保护电路,使其工作。本机保护电路较为特殊,即多设置

J₁、J₁' 两个超小型双触点常闭继电器,用以保护场效应管。扬声器保护电路较简单,如图 3 所示。

通电煲机一段时间,连接。笔者使用 PS8/A 音箱和先驱 MD-911 唱机、

普通信号线、音箱线。试听结果令人满意,不用多余的语言描述,总之达到了预期效果,声音柔和甜美,低音更是气势磅礴,力度十足。

· Hi-Fi 特稿 ·

24Bit 录音与超合金 CD

易有伍

录音科技发展迅速,一般消费者的常识往往追不上,面对一堆堆新的名词也无所适从。即如近日在 CD 产品市场上出现的 24Bit 录音和超合金 CD,究竟与原来的 16Bit 录音、铝膜 CD、24K 纯金膜 CD 又有何不同,便往往令消费者大感困惑。

要做一位聪明消费者,便请大家花点时间,容笔者将来龙去脉慢慢道来。

1. 大厂家左右新科技发挥

CD 面世十几年时间,虽因使用、保存、生产方便改变了软体情况,但也为越来越多耳朵尖的录音师、音乐音响发烧友们所诟病:音色硬、毛燥、冷酷……,这些感觉其实暴露了 CD 制式上决策性的错误(取样频率订为 44.1kHz/16Bit,实则是开发商 Philips 和 Sony 的专家们为了能配合选用他们的数码录音/录影机系统 PCM 的妥协频率)及硬件(模拟至数码 A-D,数码至模拟 D-A)解码器研究不够透彻。

自从 CD 机面世后,每年都有新技术的 CD 机和 D-A 解码器面世,64 倍取样、束位流技术、低激励线路、新的解码器 IC、真空管线路等等层出不穷,但多围绕在数码至模拟部分(都在抢消费者市场),虽有改善,但万变不离其宗:CD 源本身。是故,近年有以 18Bit、20Bit、24Bit 技术把过往经典录音重新翻制 CD,但真正用 24Bit 技术来从事新录音的很少,雨果是其中一个走在科技前端的录音公司。高科技不被快速采纳的原因有三:(1) CD 制式短期内无法改变,前端用 24Bit 录音也得转成 16Bit 才制成 CD,现有 CD 生产线和销售系统面临大革命;(2) 24Bit 的电脑剪辑、母带处理储存系统

尚未普及,目前只有美国的 Sonic Solutions 系统供应,雨果有两台;(3) 改变制式成败是未知数;HDCD(高密度 CD)虽已有两三年光景,但唱不成戏,优秀科技往往给大厂家钳制而无法发挥。像 DVD 的 24Bit/96kHz 制式如用在音响软硬件将会彻底改变情况,但大家都在观望,看谁先迈出或谁先淘汰。

2. 24Bit 录音 16Bit CD

要弄清楚 16Bit 和 24Bit 的差别,必须先要明白数码录音的原理。

数码录音的原理可比喻把一个波形分切成若干小片,Bit 数越多,切的小片越薄,这样叠起来还原的波形就更圆滑,更逼真。切片越细,原来的细微部分遗失越少。以目前情况,24Bit 的模拟至数码已近乎完美。16Bit 的动态范围是 96 分贝,而 24Bit 的动态范围是 144 分贝。开盘模拟带的功能只有 70 分贝。许多音响器材播放模拟录音时很理想,但播放数码录音则欠佳,其中一个主要原因是这些器材没办法应付 96 分贝动态范围的宽裕量——特别是喇叭!起伏一大,一大堆失真就出现,故会有毛燥感。仔细听雨果的 24Bit 录音《天幻箫音》、《薛伟名琴名曲》、《飘雪》就会听出弱音、细节处多了更多音乐内容和感染力,空间、定位感更鲜明。

如有读者问及“24Bit 录音亦得转成 16Bit 来制成我们手上的 CD,哪有用?”实际上在录音最前端已用 24Bit 录音再转成 16Bit,已经比直接用 16Bit 录音有非常明显的改善(也得看用什么机器及会否使用。雨果用英国 dCS 系统),这无疑是在 CD 未转成真正 24Bit DVD 制式前的大革新。

3. 超合金 CD 非纯金 CD

至于超合金 CD 的疑问,则要明白 CD 膜的性质与声音重播质素的关系。

普通 CD 的那块金属反射面是用铝制造。铝的物理特性如用放大镜看并非平滑如镜而是凹凸不平,镭射光束经过塑料膜上小孔(数码信号)经铝膜反射回到光束拾取头上,不少成分已散射、漫射掉,拾取的信号不会,CD 机里的数码纠正线路就启动“纠正补偿”一番,这方面就造成一种难以言喻的数码失真(特别在中音区,音量稍大很刺耳)。

雨果曾推出 24K 纯金膜 CD,在海外也深受欢迎,造成一股 24K 金 CD 旋风。可惜造价是普通 CD 的四倍,无法普及。新开发的超合金是一种铜合金,虽不及 24K 金 CD 平滑,但比铝膜 CD 则提高一大截。生产成本较为合算,也直接使消费者得益。它平滑的反射面使数码误差、失真减少,音色悦耳传真。

必须一提有些不良厂家把超合金 CD 当成 24K 金 CD 来出售,还贴上“24K 金 CD”标志,滥竽充数,欺骗消费者。要辨别其实也不难,24K 金的金色是金黄色,很明亮,超合金颜色稍淡些。

“一分钱一分货”很多时都是十分正确的事,24K 纯金 CD 和 24Bit 录音对重播音质有着明显的改善(要以相同母带 CD 模翻制之 CD 来比较才有意义),这已是不争的事实。由于成本增高,售价自然亦提高,这亦是无可避免的事。耳朵尖、要求高的消费者,对此会较少考虑。聪明的消费者明白其中原理,亦会作出适当选择,最低限度不会再将超合金 CD 当作 24K 纯金 CD 来购买了。

(部分资料节录自 K. M. Leung 《漫谈 24Bit 录音》,音响技术 96 年 11 月)