



简单制作 乐趣无穷

——“我爱耳放”制作活动

本刊编辑部

学习、工作之余听听音乐是日常生活中一种不错的调节方式,有益于放松身心,远离城市的喧嚣。用耳机来听音乐已经为当代发烧友所认可,也深受学生一族的喜爱,并成为他们步入音响发烧殿堂的引路者。当然,我们自己无法制作耳机,只能购买市场上的成品,价格从几百元到几千元,甚至上万元都有,品牌也有很多,但要驱动好它们,必须使用优秀的耳机功率放大器(俗称耳放)。这个耳放就足够DIY发烧友大显身手了。在业余制作中,如何处理好线路和外观的协调问题令大家颇为头痛。许多DIY高手将内部线路和设计安排到最佳状态,但无奈外观却不怎么样,很难做到“好马配金鞍”,这也影响到了听音时的心情,毕竟美丽的外观终究会使听音感觉更舒服一些。

如果由一家知名整机厂提供精致的机箱来解决漂亮外观的问题,同时还能配齐整套元器件和印板,让发烧友享受自己动手焊接、安装内部线路的乐趣,实在不失为一条发烧捷径。本刊推出的庆祝《无线电与电视》杂志创刊50周年系列活动之“我爱耳放”制作活动便为大家提供了这样一款理想的套件。此次本刊携手国内知名音响发烧厂家深圳山灵数码科技发展有限公司共同为发烧友圆自己的“耳放梦”。

当这款耳放的样机第一次在编辑部亮相时,绝对可以用“惊艳”来形容大家对其外观的感受,精密细致的工艺和小巧玲珑的造型与进口高级耳放相比有过之而无不及,放在掌心感觉充满灵气,令人爱不释手。其内部是标准的运放推动中功率管的简单电路,音质虽称不上顶级,但也很完美,更有大量摩机余地,非常适合动手派发烧友制作并慢慢把玩。

值得一提的是,由于这款耳放套件是专门为本刊50周年刊庆而推出的,因此在耳放的前面板上特地打上了《无线电与电视》杂志的标记和“创刊50周年纪念”的字样,非常适合发烧友和《无线电与电视》杂志的忠实读者收藏。另外,为了配合此次刊庆活动以及培养青少年对音响发烧的兴趣,山灵公司给予了极大的支持,使得这款耳放套件的价格仅需100多元。现在市面上任何一款中档耳放的价格都在500元以上,对于学生和工薪族来说显得有些昂贵,相信本刊这次的“我爱耳放”制作活动一定可以让更多的爱好者享受到音响发烧的乐趣。下面我们就详细介绍一下这款耳放的制作和调试过程,供大家参考。

一、电路设计

这款耳放的电路如图1所示,包括了左右声道的全部电路,不

算复杂。输入端子有两组,一组是CD,一组是Direct。CD输入端串联了一个耦合电容C3(右声道为C9,下面的分析大家可自己对照)至音量电位器,可以隔离音源中可能存在的直流信号,或者通过更换这个电容来调校音质。而Direct输入端没有任何电容,是直接输入到电位器,即频响的低端可到直流侧。因此,如果听音时采用大型的耳机(如频响在5Hz以下),推荐用这个输入端将音频信号放大。

音量电位器取值为50kΩ,这是为了将输入阻抗保持在47kΩ以上,这样就可以与CD唱机、SACD唱机之类的音源连接,而不产生任何传输损失。现在的音源推动负载的能力都很强,对于后面的放大器输入阻抗要求不高,只要在10kΩ以上即可。运放输入端的C5与R8、WR1共同构成低通滤波器,其衰减的最低频率为19kHz,如果音量不开足的话,其衰减频率一般在40kHz以上。对于高端频率要求较高的话,可将C5减小一半,取47pF的容量,比较适合使用SACD唱机之类的宽频带音源。

本机采用双运放组成的同相放大器作电压放大级,选用了普通运放中性价比最高的NE5532,音质相当不错。这一级的放大倍数是23倍($A=1+R_{11}/R_9$),增益是27.2dB。

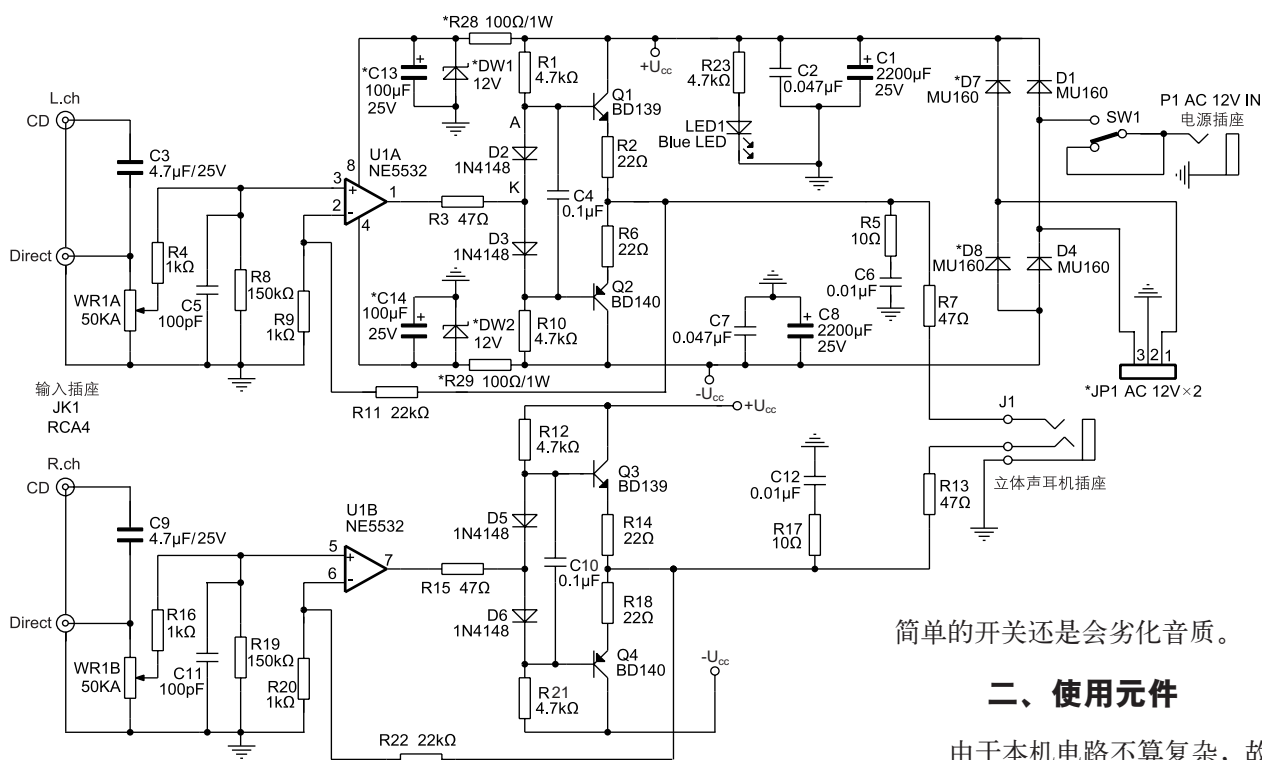


图 1 耳放的电路图

末级电流放大级是普通的射极跟随器,采用普通的中功率管进行电流放大,其偏置是由两个二极管组成的简单回路。最后的输出级还有一个R5、C6组成的茹贝尔网络,防止整机高频自激震荡,接到耳机输出端时还串联一个47Ω电阻(R7),防止短路。这个输出电阻R7的阻值越小对音质越有利(特别是使用低阻抗耳机时),低于1Ω最理想,但因为本机输出无保护,可能会对耳机有一些冲击,所以折衷取值为47~100Ω,既安全又靓音。末级的射极电阻R2、R6小一些有助于提高输出电流,这样可以增加该级的反馈量,降低失真,提高整机的稳定性。

本机的电源使用一个外置的变压器,经1m连接线和插头连接到耳放,就像使用一个普通的小

电源一样,如图2所示。其连接到耳放中由D1、D4、D7和D8半波整流成±15.6V的电源对本机的电流输出级供电,同时经R28、R29、DW1、DW2、C13和C14组成的并联稳压电源降压成±12V对运放的电压放大级供电。



图 2 外接电源

整机的电路设计十分简单,由于电压较低,因此没有使用保护电路,输出直接连接到负载。这也间接地提高了音质,因为看似

简单的开关还是会劣化音质。

二、使用元件

由于本机电路不算复杂,故对元器件的要求也不高,只要质量合格即可。这对于业余制作来说实在是非常方便。

电阻使用的是蓝色的五环金属膜电阻,精度较高。实际上,这个耳放中使用的电阻采用普通的四环电阻即可,但五环电阻的价格也贵不了多少,何乐而不为呢?不过电路中有几个电阻的取值对耳放性能有很大影响,更改时一定要注意。

小电容使用了普通的涤纶和瓷片电容,有条件的话可将输入端的100pF电容改成独石或涤纶电容,这对音质肯定有帮助,如果将它取消也不错。几个电解电容都是国产合资厂的正品,如换成日本的Rubycon或Nichicon电解电容则音质会更佳。将输入端耦合用的4.7μF无极性电解电容换成Wima的1μF以上普通电容后,如果用好一点的耳机可以听得出其中的差别。

双运放使用普通的 NE5532, 根据测试结果, 它在这个价位的同级运放中鲜有对手, 堪称性价比之王。我们也用过 BB 公司的 OPA2134、OPA2604、国半公司的 LM4562, 虽然性能更好, 但价格似乎贵了一点, 不过在摩机中可以进行更换, 以提高音质。

输出的三极管使用意法半导体 (原 SGS-Thomson) 公司的 BD139/BD140 对管, 其耐压为 80V、电流为 1.5A。如果前面的运放用好一点的高速宽带运放, 那么中功率管最好使用 f_T 较高的对管。这些都在本刊 2008 年第 1 期和第 2 期《现代放大器之推动篇——功放中功率对管的选用》一文中有过详细的介绍。我们曾用安森美的 MJE182/MJE172 与 LM4562 运放搭配, 其高频响应极佳、电压上升速率极快。大家可通过对比测试来决定自己要用的中功率管, 由于工作电压较低, 一般不容易烧毁放大器, 可放心尝试, 但通常低压器件的线性更好。不过, 我们发现这款耳放中有源器件的搭配是性价比最高的, 没有必要进行很多改动。

音量电位器采用了合资厂的 50K A 电位器, 带定位棘轮 (共有 40 格位置), 阻尼适中, 手感很好, 没有旋转噪声。本机的旋钮使用半圆柄的电位器, 如要换成 ALPS 的 16 型电位器, 必须注意这一点。

电源开关使用的是钮子开关, 扳动时的手感极佳, 而且不用按键, 看上去非常时尚。电源显示采用 $\phi 3\text{mm}$ 的蓝色 LED, 在纯铝的机壳上显得非常协调。

三、制作要点

拿到套件后不要急着焊接和

安装, 否则到时拆了重装就麻烦了。先把整套散件分成机壳、外接电源和印板 (包括电子元器件) 三大部分。机壳包括前面板、后面板、机身、旋钮和螺丝 (包括 8 个镀铬内六角螺丝、1 个镀铬十字螺丝和 4 个黑色十字螺丝), 如图 3 所示。剩下的散件去掉图 2 的外接电源就是印板和元器件了。



图 3 机壳部分的材料

将所有元器件分类整理好后按电阻、电容、电解电容、有源器件和开关插座等归类后放在摊平的白纸上, 并在其旁边标注数值。这主要是为了查看套件中的元器件是否齐全, 以及某些元器件的数值是否正确。一定要核对清楚后才能开始焊接印板。当然, 所有的元器件最好用数字万用表测量一下, 左右声道配对一下则更佳。

印板的实际尺寸为 $140\text{mm} \times 100\text{mm}$, 容纳图 1 中所有的元器件显得非常宽松, 因此印板的排版相当合理, 一点接地的布线使耳放的噪声几乎没有。图 4 是本机的印板布线图 (元件面视图)。一般的印板只在元件面印上文字和符号, 而山灵制作的印板很地道, 在印板反面的焊接面也印有元件符号, 确保业余制作时万无一失。

印板的焊接比较简单, 只要遵循由低到高 (先装卧式的低的元器件, 再装高一点或立式的元器件)、从无到有 (先装无源元器件, 再装有源元器件)、先后后外

(先装印板中间的元器件, 再装外围的元器件) 的原则就能事半功倍。其中双运放 U1 使用镀金插座, 以方便调换运放, 用来听音比较。末级中功率管的引脚应留长一点, 可提高散热性能。另外, 由于 R23 会发热, 应该架空安装。电源开关旁边的指示 LED 应与前面板配合, 留有足够长的距离, 并在引脚部分套上套管。电位器的外壳可通过其旁边印板上的一个接地孔用元件的引脚连接, 做到可靠接地, 降低感应噪声。

四、调试安装

只要将印板焊接完毕即可进行调试。一般元器件选择无误, 接上电源就能正常工作。实际的调试步骤为: 先不插运放, 看电源电压是否为 $\pm 15.6\text{V}$ (中功率管的两个 c 极) 和 $\pm 12\text{V}$ (运放插座的第 8、第 4 脚), 如果正确便可插上 NE5532 (注意 IC 的缺口朝向), 测量耳放的输出端直流电压是否在 5mV 以内, 如果正常就能插上耳机试听了。

完成的印板如图 5 所示, 可以考虑先装前面板以方便试听, 看看这个耳放的音质到底如何。接着开始耳放的总装, 具体过程如下。

(1) 取出耳放的机壳, 在底板上可以看到有 4 个攻丝的螺纹孔, 用 4 个黑色的十字螺丝将 4 个橡皮机脚紧固在机壳上, 如图 6 所示。

(2) 取出前面板, 套在印板的前侧, 用电位器的六角螺母将前面板固定牢靠, 套上音量旋钮, 并将电源指示 LED 用胶水粘结固定, 如图 7 所示。

(3) 将带前面板的印板沿着机壳的插槽塞入, 感觉就像关闭抽屉一样顺滑, 如图 8 所示。

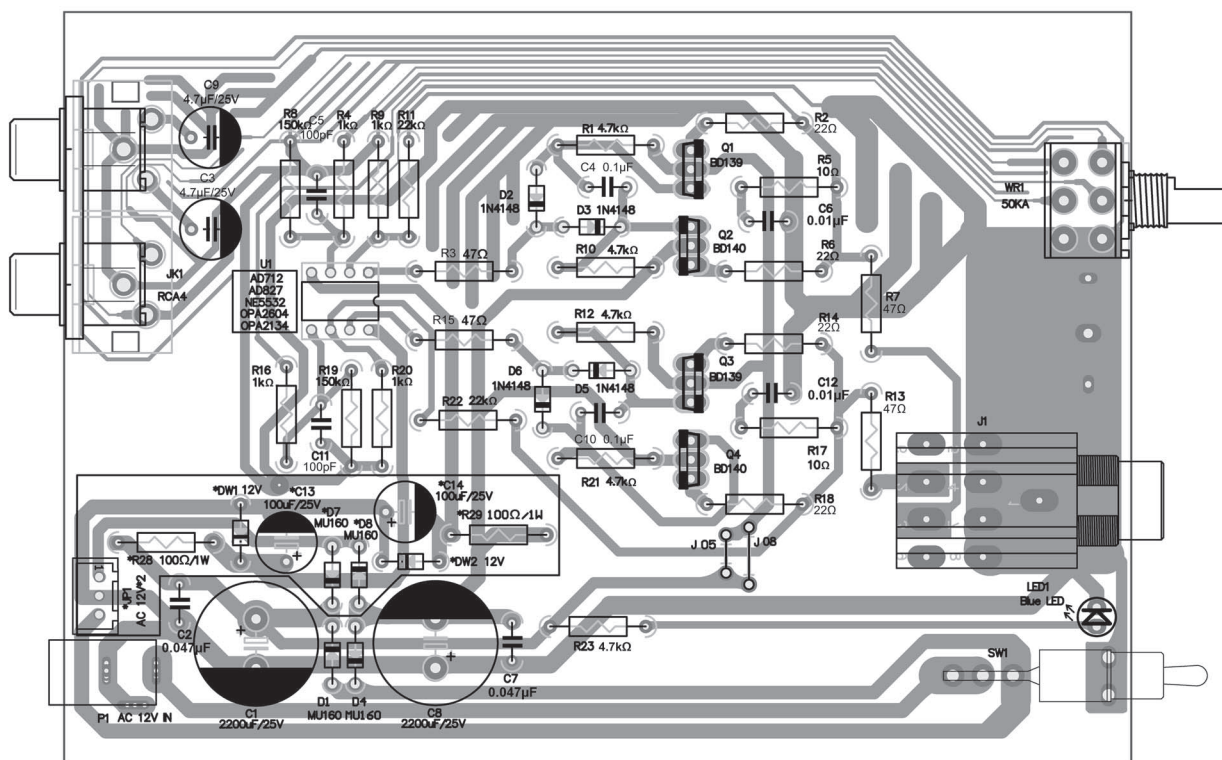


图 4 印板布线图

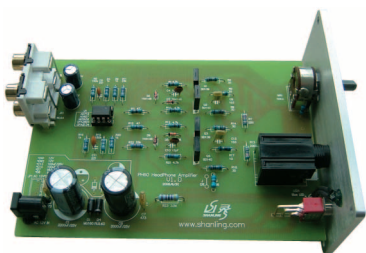


图 5 完成的印板



图 6 机脚的安裝



图 7 前面板的安裝



图 8 印板的安裝

(4)用4个内六角螺丝固定前面板，不用拧得很紧。

(5)取出后面板，先用1个十字螺丝将后面板固定在输入的

RCA 插座上，如图9所示；再用剩下的4个内六角螺丝固定住后面板，如图10所示。

(6)最后将前后面板的所有

螺丝再紧固一下。

这样，耳放的总装便完成了，如图11所示，是不是感觉很漂亮。



图 9 后面板的安裝



图 10 紧固完成的后面板

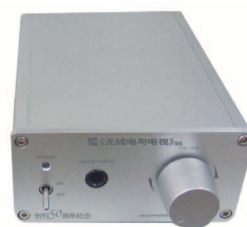


图 11 安装完成的耳放

五、特性测定

本机实测技术参数：频率响

应为1Hz~180kHz ($\pm 0.5\text{dB}$, 无输入高频滤波电容); 输出电压 $> \pm 10\text{V}$, 经输出电阻串联后大于 $\pm 5\text{V}$; 失真率 $< 0.05\%$; 信噪比 $> 100\text{dB}$; 分离度 $> 70\text{dB}$; 外形尺寸(宽 \times 高 \times 深)为106mm \times 59mm \times 175mm。

实测的1kHz正弦波、三角波和方波波形如图12所示, 10kHz的波形如图13所示。它们都是在32 Ω 负载上输出80%电压时的波形, 应该说其波形非常完美, 几乎与输入波形一模一样。有鉴于此, 我们还特别对其20kHz和50kHz的波形进行了测试, 如图14和图15所示。其20kHz时的波形也相当漂亮, 方波的电压上升速率稍慢, 而50kHz的方波略微过冲, 对于SACD的响应一点都不困难。因此, 这台耳放的总体性能令人相当满意。

六、试听结果

先接上森海塞尔HD650耳机试听, 尽管这款耳放是小型的设计, 但对于高阻耳机也具备相当大的推动能力。播放CD时, 给人的第一印象是鲜度感高且清澈透明, 舒畅的爽快感是本机特有的声音。其音质确实令人感受到Hi-Fi器材的精神和品质。

随后我们将铁三角的AT-HA2002耳放作为参考机进行了对比。相比之下, 本机的厚重感与力道有些不足, 不过那台参考机可是要价4500元的耳放。本机对HD650耳机的驱动虽有点像小型音箱的重放, 但其音质自然而清新, 并且能将音场的开阔感和深度感展现出来。值得一提的是, 在听感上本机的信噪比极高, 甚至可以匹敌参考机。这些都是这部

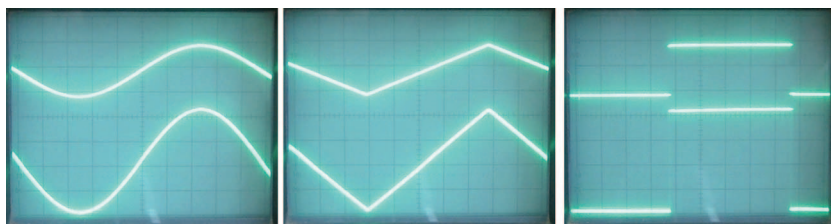


图12 实测的1kHz波形

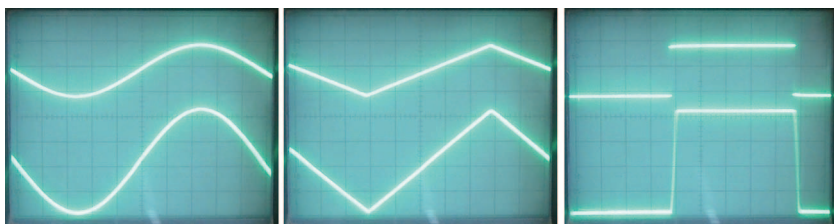


图13 实测的10kHz波形

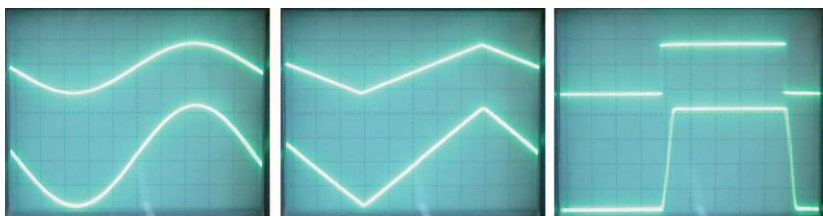


图14 实测的20kHz波形

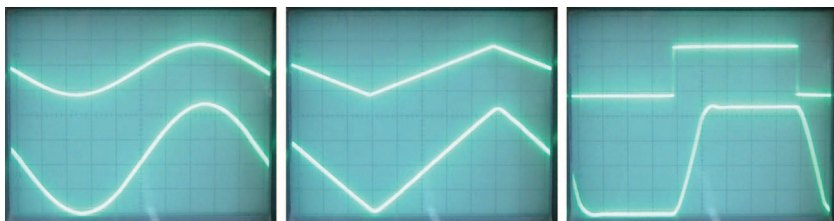


图15 实测的50kHz波形

耳放令人激动之处。

令人印象特别深刻的是流行音乐歌手的歌声不只是呈现出清楚的声底, 声音感觉也很湿润, 将歌唱者的情感生动地表达了出来。除了展现出温暖的特质外, 它还刻画出音色的微妙变化。此外, 声场背景的空气透明感的良好再现, 使整机的声音既清新又自然。

聆听SACD时让人感到这款耳放将频带展宽了, 听到了许多CD中没有的信息, 将音乐内部的

动、静表情奇妙地表现出来, 声音格局更为宏大。铜管乐器洋溢着适度的光辉, 合唱的和声泛出良好的温暖感和厚度, 爵士乐的低音稍有膨胀但抑扬顿挫感很明确。

如果自己的耳机总是出不来效果, 原因往往有很多, 但其中一点就是音源的输出可能太小, 不能充分推动耳机。在这样的情况下, 如果添加一部耳放就会有明显的提升效果。本机对此的改善效果可谓立竿见影, 大家不妨一试。