

# ⑦ TN/22/5 功率放大器, 甲类, 蓄电

## MOS-FET 末级无负反馈蓄电供电甲类 6 瓦功率放大器

21-23, 17

· 从余 无反馈

汽车蓄电池的内阻很低,用它作音频功率放大器的电源,可以获得很好的音响效果,整个音域内能量均衡、音象解晰力强。

### 一、电路

图 1 是汽车蓄电池作电源的甲类 6 瓦功率放大器的电路图。整个电路均采用上下对称的电路形式。

由于电源电压较低,只有  $\pm 12V$ ,所以输入级没有采用以前常见的共源-共栅电路。如果这里采用共源-共栅电路,那么加在漏极上的电压就会很小。输入级选用 2SK389 和 2SJ109,漏极电流取为 1mA。此处漏极电流选得较小的原因仍然是电源电压较低。加大漏极电流,漏极负载上的压降也会随着增大,使最大输出幅度减小。这两种型号的 FET 应使用 GR 档或 BL 档的。

第二级没有使用 FET 而是使用晶体三极管。其原因是与晶体三极管相比,FET 的增益要小一些,整机失真要稍大一些。为了获得较大的增益、减小整机失真,决定采用晶体三极管。当然,如果对 FET 的不足之处不介意的话,也可以使用 FET。使用 FET 可选用 2SK246 和 2SJ103。该处所使用晶体三极管的型号为 2SC2855 和 2SA1190。

第三级为驱动级、采用经常使用的中功率 MOS-FET 2SK213 和 2SJ76。该级的静态电流略小于 30mA。

输出级选用东芝公司生产的 2SK1529 和 2SJ200。这两种型号的 MOS-FET 均为小型音频用 MOS-FET。为了便于设计电路,对 2SK1529 的传输特性进行了实测,由实测特性可知 gm 约为 2.5。工作

点选为 0.6A 时甲类工作状态在 8 $\Omega$  负载上可输出 6W。

该功率放大器的输入端使用了过去曾介绍过的 20k $\Omega$  恒定阻抗型网络,其输入阻抗约为 20k $\Omega$ 。

该功率放大器耗电不多,一对充满电的汽车蓄电池,如果每天使用两个小时可用数月。并且该功率放大器当电源电压不中  $\pm 12V$  时仍能正常工作。

本来在该功率放大器中可以不使用一个电解电容。但是完全不使用时,由于电源接通时加到电路上去的 12V 电压的前沿非常陡峭,电压的变化是一个阶跃,而正电源、负电源两侧的电源开关(双刀单掷开关)在接通时刻上总会有点先后,于是扬声器中会发出轻微的开机噪声。为了抑制开机噪声,在正、负电源端分别接一个 47 $\mu F$  的高通电容

用。

现在国内很多生产厂家在电源选择上多停留在用机械开关切换,用普通电子开关(如 CD4066)或继电器作音源切换,它们都存在不同层次的缺点。该机音源选择上率先使用 JRC 公司的 NJU7313 音频、视频专用电子开关,其失真仅为 0.002%,足以满足音响运用上的指标要求。另外该机的音量控制器采用了松下公司的指数式电动电位器,以减少噪声干扰。实验证明,此指数式电位器比直线式电位器优越得多,它更符合人的听觉特性。控制板主要由一块 40 脚大规模 IC——“XIANQU-M810”和相关数字电路构成,实现整机音源切换、声场处理等众多功能的控制。估计该 IC 是一块专用单片机,由先驱公司开发后,

打印上自己的商标,重新包装而成。通常是否采用单片机技术是衡量音响器材厂家生产水平的重要因素之一。为此,我对该公司能大力推广使用单片机,感到欣慰。

主声道功放,采用了分立元件组成,四对东芝 2SC3280、2SA1301 大功率管, $\pm 60V$  供电,保证了整机有较大的动态响应。采用了巨型专业梳状散热器,使散热更流畅。主声道不失真功率 400W + 400W,额定输出功率 110W + 110W,频响 10Hz - 30KHz,谐波失真 0.01%,信噪比 95dB,如此高的指标,对家用 AV 功放来说已很不错了。用了 3 只功率运放作中置和左右环绕声功率放大,相对来说,功率稍小,但足已满足一般家庭使用。该机的保护电路十分完善,延时、过流、短路保护

使用户有了极大的安全感。

作为 AV 产品之方便之处,M-810 还配有一个 50 键多功能遥控器,可同时操作先驱的 CD 机、电子均衡器,还可控制音源的选择、音量大小、话筒音量、混响时间、变调调整及静音开关等。值得一提的是:可用遥控器选择环绕声四种声场模式。这对玩 AV 的朋友来说是极具吸引力的。

虽然该机与进口 AV 产品比较还有一定差距,无杜比解码功能,但对大多数工薪阶层来说,只能在国内器材价位上搭配一台 AV 系统,先驱 M-810 是值得考虑的,因为听音乐、影碟、玩卡拉 OK 此机都胜任。

器，接入电解电容后可减缓电压的跃变。经实验，电解电容器的容量过大或过小都会有开机噪声出现，47 $\mu$ F 则正好合适。

当然，如果能够容忍开机噪声的话，不接此电解电容，改接一个 1 $\mu$ F 左右的滤波电容，就可以欣赏到完全无电解电容的音乐。

### 二、FET 的选择

该功率放大器中所使用的 FET 都经严格挑选配对后才使用的。通常市场上出售的配对管，仍有较大误差，需自行测试配对，测试漏极电流为 0.6A 时的偏置电压。该电路选用的东芝 2SK1529/2SJ200 是众多 MOS-FET 中误差最小的。

日立的 2SK213 和 2SJ76 同样要作测试，选用漏极电流 30mA 时

偏置电压为 1V 的管子。

输入级的 FET 应选用  $I_{DSS}$  为 5mA 左右的管子，其工作电流为 1mA。可在 GR 档和 BL 档中挑选。

晶体三极管是买的配对管，两管的偏差不大，电流放大倍数在 300 以上。

### 三、制作

图 2 是该放大器的印刷电路板图。该印刷电路板是上下对称型放大器的标准电路板。输入级是按共源-共栅电路设计的，在这里将没有使用的元器件部分用短接线连接。另外，功率放大器为末级无负反馈电路，在印刷电路板上应将 A、B 两点用短接线短接。

表 1 列出了该功率放大器所使用的半导体器件的主要参数和管脚连接图。2SK389 和 2SJ109 中央的空脚在焊接前用剪线钳剪去。

在安装完毕后，应将半固定电阻全部旋至中央位置，再将 +12V、-12V、地线分别与电路板的 ③、⑥、⑦点连接。输入端既可以开路也可以短路。开路时应注意不要用手和其他物品在调试时触及输入端。

在接通电源后，将万用表接在电路板的 ⑤-⑧点间，调动 VR2 (1k $\Omega$ ) 使两点间直流电压为零伏。若无法将两点间电压调至零伏，则说明焊接有误。

接着调动 VR1(500 $\Omega$ ) 改变第二级放大级的电流，使 2SC2855 发射极 560 $\Omega$  电阻两端的电压降为 0.9V。

上述调整顺利的话，说明放大电路工作正常。为了慎重起见，还可旋动 VR3(5k $\Omega$ ) 看电路板 ④-⑦间的电压是否发生变化。为了安全起见，最好向左旋即电压减小的方向。若电压发生变化就说明电路正常。

电路板工作正常之后即可装入机箱并与末级电路连接。整个放大

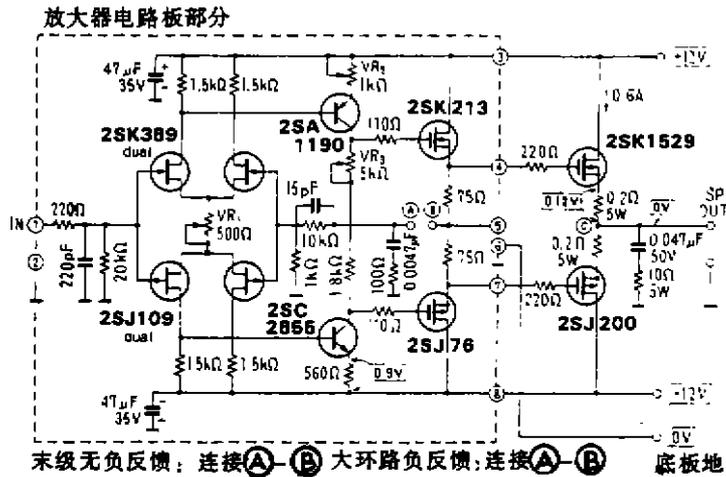


图 1 甲类 6 瓦功率放大器的电路图

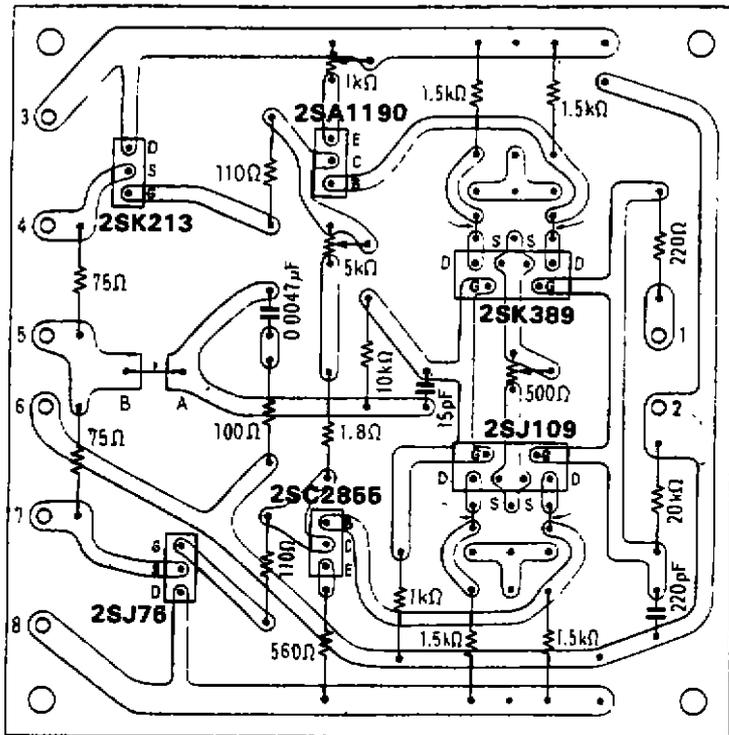


图 2 印刷电路板图及元器件配置(铜轴面,尺寸 1:1)

器地线连接的方法如图3所示，电源地、扬声器的地线、放大电路板的地线接于底板的同一点。

电路板与功率 MOS-FET 连接时，栅极与电路板间可直接串入 220Ω，但源极 0.2Ω 的电阻应通过接线架用支撑，焊点不能悬空。

整机安装完成后即可进行调试。调试时应一个声道一个声道的调。旋动 VR1 使 560Ω 电阻两端的电压降为 0.9V，旋动 VR2 使扬声器的输出端为 0V，旋动 VR3 使 0.

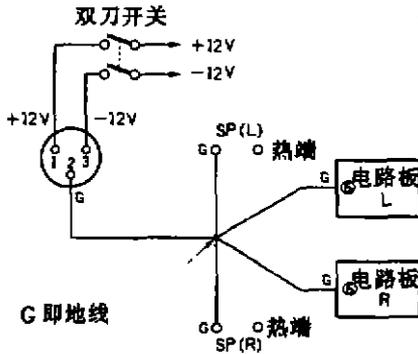


图3 地线的连接方法

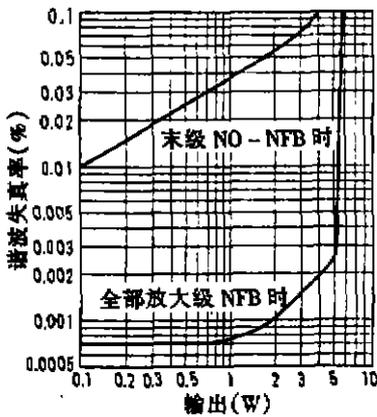


图4 失真率特性

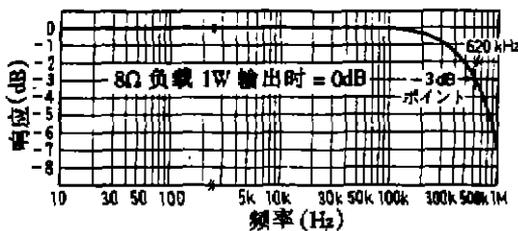


图5 频率特性

表1 使用的半导体器件的主要参数及管脚连接

<b>2SK389</b> <b>2SJ109</b> $V_{GS} = 50V$ $P_D = 200mW$ $g_m = 20mS$ $C_{is} = 25pF$		<b>2SK213</b> <b>2SJ76</b> $V_{GS} = 140V$ $I_D = 500mA$ $P_C = 1.75W$ $g_m = 40mS$ $C_{is} = 90pF$	
<b>2SA1190</b> <b>2SC2855</b> $V_{CE} = 90V$ $I_C = 100mA$ $P_C = 400mW$ $h_{FE} = 450$ $f_T = 130MHz$ $C_{ob} = 3.2pF$		<b>2SK1529</b> <b>2SJ200</b> $V_{DS} = 180V$ $I_D = 10A$ $P_D = 120W$ $g_m = 4S$ $C_{is} = 740pF$ $C_{is} = 150pF$	

2Ω 源极电阻上的电压降为 0.12V。

由于温度的上升，上述电压会出现变化，所以上述三项调整应反复调动几次。调试完成后即可接入扬声器，试试放音效果。

如前所述由于电源开关接通电源的时刻不可能一致，扬声器在开机时会有开机噪声发生。为此在电源线上增加了两个高通电容器，改变该电解电容器的容量可改变开机噪声的大小。如果开机噪声较大，可以试着改变电解电容器的容量，将 47μF 变成 100μF、220μF、10μF 等。

四、特性与音质

图4是该功率放大器的失真率特性。图5是频率特性。

该机的声音从重低音到超高频其能量感非常平坦，这是迄今为止从未听到过

的。扬声器的驱动方式给人以全新的感觉。音乐的还原、定位、立体感均非常出色。同一张音乐唱片，从中听到的乐器数量要比别的功率放大器多许多。由该放大器无个性、声音无色透明，未加任何渲染来看，特别适合用做监听放大器。

该机在接入大容量电解电容器后，声音中就会反映出电解电容器的影响，音色有所变化，即将电解电容器的声音呈现出来。因此可以通过改变电解电容器的容量来改变放大器的个性、改变音色。如果不接电解电容器，就可以欣赏到用无电解电容器功率放大器重放的音乐。

五、增大输出功率

由于所使用的电源电压较低仅为 ±12V，所以该功（下转第 17 页）

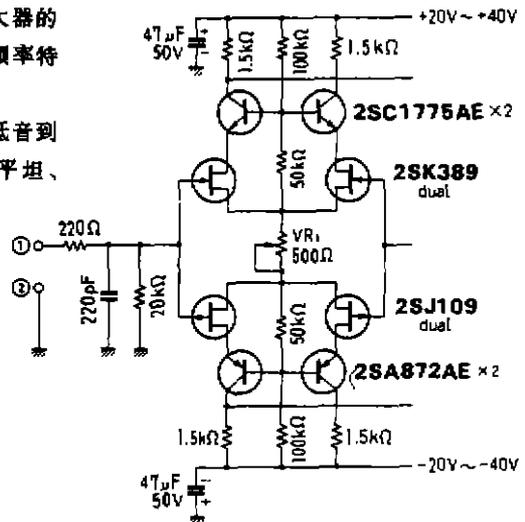


图6 增加输出功率时(电源电压 ±20V 以上)的输入级电路

