

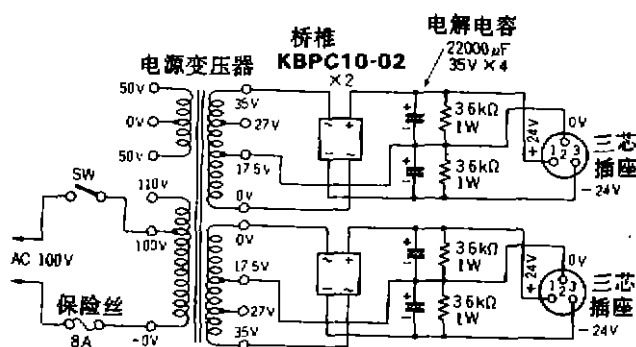
UHC MOS-FET 甲乙类 20W 功放

• 从余

本文介绍的功率放大器是制作者在制作多款放大器的基础上进一步改进后的产物。该机具有下述特点:①全部由场效应管组成;②末级除电路图中使用的 UHC MOS-FET 之外,还可以使用多种 MOS-

FET 功率放大器件,读者可根据自己手头的器件选择电路参数;③为了使放大电路趋于完美,左、右声道的电源相互独立;④电路设计同时兼顾了制作容易和可靠两个方面。

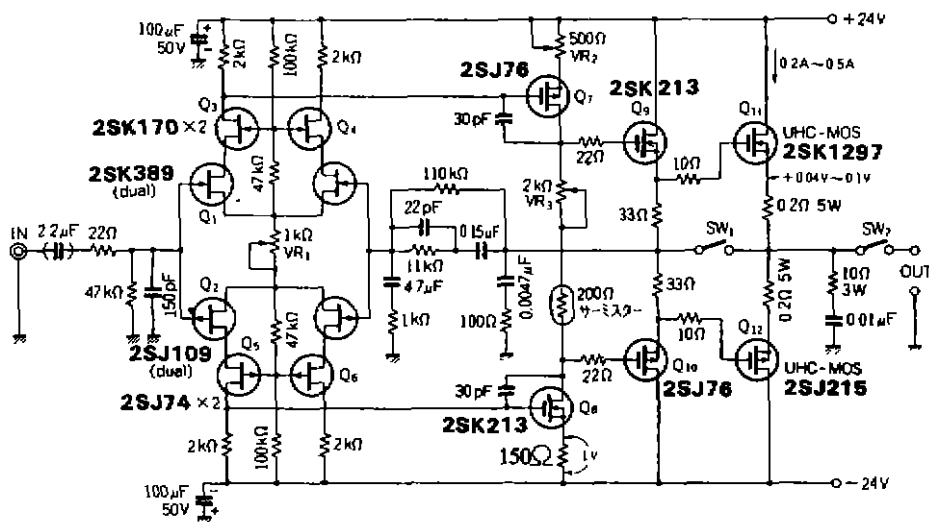
一、电源



该机的电源电路如图 1 所示。电源变压器有两组带中心抽头的次级绕组,其 35V 输出电压分别为左右声道供电。此电压经整流滤波后获得 $\pm 24\text{V}$ 的直流电压,连续输出电流在 2A 以上。为了提高电源电路使用的灵活性,将电源电路独立安装在一个机箱内,可供任何一种 20W/8 Ω 的功率放大器使用。电源电路的输出端采用两个三芯插座,实现左右声道单独供电。

二、放大电路

图2是该功率放大器的电路图。整个放大电路全部采用上下对称的推挽电路,所有放大器件均使用场效应管。作者通过对过去自己发表的放大器的温度补偿电路进行考查和多次实验,在该放大器中改



用一个热敏电阻进行温度补偿。

这里需要说一句,该放大器输入级电路的使用权归原作者所有,放大器生产厂家不得使用该电路制作产品,也不得以套件方式推

销产品。

该机输入级 $Q_3 \sim Q_6$ 在过去的电路中使用的是晶体三极管,该机使用的是场效应管。两者相比,使用晶体三极管时的放大器开环增

益要更大一些。当闭环增益相同时,可使负反馈量增加,非线性失真减小。第二级放大级也是一样, Q_7, Q_8 使用晶体三极管可增大开环增益、减小闭环后的失真。

表1 主要的 MOS-FET 与温度补偿电阻、静态电流

功率放大器件	热敏电阻	静态电流
2SK1297/2SJ215	200 Ω	0.2A~0.5A
2SK1666/2SJ218	200 Ω	0.5A 左右
2SK1530/2SJ201	150 Ω	0.2A~0.5
2SK1056/2SJ160	不要	0.2A 左右
2SK399/2SJ113	300 Ω	0.5A 左右
2SK722/2SJ131	100 Ω	0.3A 左右
2SK400/2SJ114	100 Ω	0.5A 左右
2SK1529/2SJ200	100 Ω	0.3A 左右
一般功率晶体管使用	STV-3、STV-4 等二极管进行补偿	

表2 所有场效应管的外形、连接及参数

Q_1, Q_2: 2SK389 Q_3, Q_4: 2SJ109 $V_{GS} = -50V$ $P_D = 200mW$ $g_m = 20mS$ $C_{gs} = 25pF$ 	Q_5, Q_6: 2SK213 Q_7, Q_8: 2SJ76 $V_{GS} = 140V$ $I_D = 500mA$ $P_D = 1.75W$ $g_m = 40mS$ $C_{gs} = 90pF$ 
Q_9, Q_{10}: 2SK170 Q_{11}, Q_{12}: 2SJ74 $V_{GS} = -40V$ $I_D = 50mA$ $P_D = 400mW$ $C_{gs} = 16pF$ 	Q_{11}, Q_{12}: 2SK1279 Q_{13}, Q_{14}: 2SJ215 $V_{GS} = 60V$ $C_{gs} = 40A$ 

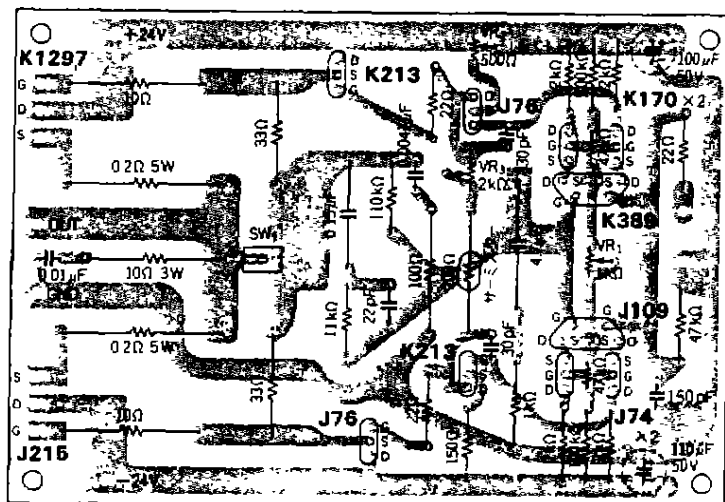


图3 放大器的印板图

该放大器是应读者的要求而设计成全场效应管功率放大器的。与过去发表过的晶体三极管与场效应管混合的功率放大器相比,由于开环增益有所减小,所以失真率特性有所恶化,约增大了10倍。但放大器的音质充满了全FET放大器的魅力。与真空管功率放大器相比,该功率放大器的失真率仍要小很多。

Q_7, Q_8 使用何种型号的管子是实现全场效应管功率放大器的焦点。这两只管子必须满足耐压高、相互互补的先决条件。经多方实验最后确定为2SK213/2SJ76。这是一对功率互补 MOS-FET。

末级功率放大管使用的是超大电流 MOS-FET 2SK1297/2SJ215,但也可以使用其他型号的 MOS-FET(或晶体三极管),表1列出可使用的功率放大管的型号及其对应的电路参数值。

三、静态工作电流

输入级的静态工作电流设计为1mA,场效应管应选用 GR 档或者 BL 档的管子。由于放大电路为上下对称的推挽电路,工作电流即使设定得不很精确,放大级的失真仍可做得很小。

第二级是一般的电压放大级电路,不需要流过较大的静态工作电流,这一级同样是采用上下对称的推挽电路,故失真率很小。由于在该级电路中串接有温度补偿用热敏电阻,而热敏电阻的功率容量一般较小,略大于30mW。因此,考虑到偏置电路在长期使用中的可靠性,静态电流设计为7mA以下。

Q_9, Q_{10} 是激励级,为了在高频段内也能对末级功率放大管充分激

励,将激励级的工作电流取得较大,约为60mA。如此大的静态工作电流,即使末级功率放大管使用双极型晶体三极管,也可对末级实现甲类激励。

末级功率放大级如前所述可以使用多种型号的MOS-FET,甚至晶体三极管。表1中的数据全部是通过实验得到的。由于实验时开机时间不长,该表所列参数不一定是最佳值,读者在制作时,可多购几种阻值的热敏电阻,通过实验选择最佳值。

如果末级的功率放大管选用2SK1056/2SJ160,则无需进行温度补偿,只需在热敏电阻处接一只50Ω左右的固定电阻即可。

该放大器既可以接成末级无负反馈功率放大器,也可以接成大环路负反馈功率放大器。为了使该放大器无论接成何种放大电路都具有极好的稳定性,所以在负反馈电路靠近电压放大级一侧接有抑制振荡用的相位补偿积分电路(0.0047μF和100Ω的串联电路),在放大器输

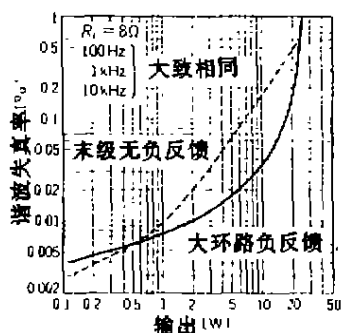


图6 谐波失真率特性

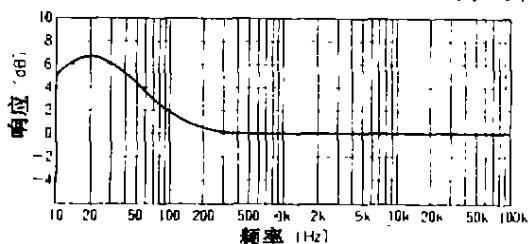


图5 频率特性

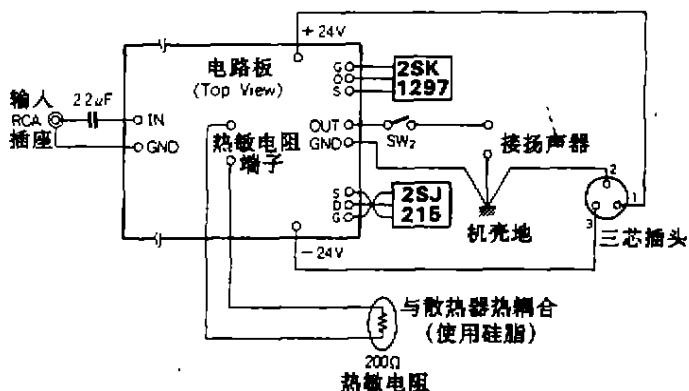


图4 整机连线图

出端接扬声器一侧接有0.01μF和10Ω串联的积分电路。

SW1是转换功率放大器类型的开关。通过控制它的通断,可在末级无负反馈放大器和大环路负反馈放大器之间进行选择。SW2是替代静音电路的手动静音开关。其实该功率放大器在开机时几乎不产生开机噪声。但考虑到有时会使用号角型扬声器,为了保险起见特意增加SW2。

在图2的负反馈电路中采用了低音提升电路。如果不希望提升低音,可将负反馈电路中的4.7μF和0.15μF两个电容短路,即可构成直流放大器。

表2给出了该机所有场效应管的外形,电极连接和电气参数。其中Q1、Q2、2SK389/2SJ109的正中引脚为空脚,焊接前将它剪掉。2SK389/2SJ109、2SK170/2SJ74为结型效应管,漏极和源极具有互换性,在焊接时漏极、源极可以混用。MOS-FET则不具有这种互换性。

四、制作与调整

该机
的总体连
线图如图
4所示。
放大器印
板及元器
件配置图

如图3所示。

全部装好之后,先将半固定电位器VR1、VR2调至中央位置,VR3调至0Ω(若VR3阻值调得过大,则在开机时会因电流过大而导致末级FET损坏。)

开关SW1可掷于任何位置,SW2掷于闭合状态。

在检查电源电路的输出电压准确无误之后即可接通电源,首先调整VR2使接扬声器的放大器输出端的直流电位为0V。然后再调整VR1使第二极150Ω电阻两端的电压降为1V。最后调整VR3,使末级0.2Ω电阻上的电压降为40mV(静态工作电流为200mA)至100mV(静态工作电流为500mV)。

五、特性

该功率放大器的残留噪声与输入端短路或开路无关,约为90μV。增益约为11倍/1kHz。

图5是该功率放大器的频率特性。在低频部分有所提升,100Hz至400Hz呈平缓下降趋势。

图6是该机的谐波失真率特性。它是典型的软失真型曲线。从理论上讲在4Ω负载时输出功率应增加一倍。因此4Ω负载时的失真特性曲线只需将图的横轴输出功率值扩大一倍即可。

参考文献:日刊“无线与实验”97年第4期P136~145