

耳机放大器 电子管放大器

音响天地

26-28

## 耳机放大器 HEV 90 “Orpheus”

电子工业部第三研究所 钟厚球

TN643

TN722

耳机放大器组合“俄耳甫斯 (Orpheus)” HE 90/HEV 90 是德国森海泽尔 (Sennheiser) 公司为音响“发烧友”们研制的, 这种组合能在不进行压缩的情况下真实地再现源信号的声音。测试结果证明, 该组合所用的静电耳机是世界上最好的耳机。该组合由于采用了精心研制的电子管放大器, 因而具有难以匹敌的声音效果。

这里介绍的德国森海泽尔 (Sennheiser) 公司研制的 HEV 90 “俄耳甫斯”放大器除包含模拟放大器结构组以外, 还包含了一个带解码器的数字输入部分。该输入部分可以与取样频率在 30~50kHz 之间的所有标准数字信号同步。数字信号不仅能以同轴电缆传送, 而且也能以光纤方式传送, 并用飞利浦公司的高质量比特流转换器作 D/A 转换器。

放大器完全用电子管技术制作。这似乎是思维上的怀旧, 技术上的复古。然而, 这正是近几年音响“发烧”高档产品中电子管放大器复兴的结果。

根据静电耳机的结构, 它所需的驱动信号电压可高达 2500V (峰—峰值)。最常采用的方法就是应用高压变压器, 通过一个低频功率放大器的低阻抗扬声器输出端馈电给该变压器。在高档放大器 HEV 90 “俄耳甫斯”的设计方案中, 没有使用输出变压器。原因

是对放大器的非线性失真因数频响和相位特性曲线的要求特别高, 如果采用输出变压器的话, 这些指标可能是无法实现的。

除使用高电压输出变压器外, 超过 1kV 的电压采用现代的 MOSFET 可能比较容易处理, 而这种大功率半导体大都用于开关工作状态, 因此在其特性曲线内只有极窄的线性控制范围。为此, 在高压线性放大器中应用这种大功率半导体时, 要求采取强有力的负反馈措施, 以减少产生非线性失真。

强大的负反馈放大器有增大交调失真的趋势, 因此得不到高要求音乐爱好者的青睐。对高电压信号输出来说, 专为音频范围研制的 VMOS 晶体管也难当其任, 因为迄今为止, 其源漏耐压强度最高尚未超过 200 伏。然而被人们普遍认为是电子管供电电压较高的缺陷成了高压放大器的理想的先决条件。晶体管与电子管之间的实际区别就在于控

应用电声技术 1995/1 Vol. 6

制。晶体管总是由基极电流来控制，该基极电流作用于相应的集极电流。反之，在电子管中栅极电压的变化将引起阳极电流的变化。因此可以实现真正的电压控制。电子管实际上有无穷大的输入电阻。控制栅极和阳极之间的高频耦合对此有一定的影响，但无负反馈电子管放大器的失真还是比相应的晶体管低。当然，只有在控制栅极相对于阴极为负电压，且用低频小信号驱动的条件下，上述情况才适用。电子管与晶体管之间其它实质性的差别必须从传输特性曲线方面来认识。如果观察一下图 1 中示出的晶体管的传输特性曲线，那很明显，在控制范围（调制范围）内，晶体管的输出信号被严重限幅了。这些也是广为人知的晶体管放大器的先天性缺憾，它将引起极大的宽频谱奇次谐波失真。图 2 中示出的电子管传输特性却表明，在过激励限度内实际存在柔和的过渡。输出信号可以从常态较为顺畅地过渡到过激状态。由于过激励时电子管的“软”限幅，形成了许多偶次谐波失真。这种失真听起来实际上让人感到比晶体管的失真愉快些。

静电耳机 HE 90 是一种纯容性负载，其 110pF 的总电容由引线电容和本身的声换能器电容构成。一个 HEV 90 型放大器在全调制时可驱动两个 HE 90 型耳机。由于信号电压为 1400 伏（峰—峰值），在电容量为 220pF (2×HE90) 时产生的电荷为：

$$Q = CU = 220\text{pAs/v} \cdot 1400\text{v} = 308\text{nAs}$$

因为在频率为 20000Hz 时每 25μs 进行一次电容电荷极性的变换，因此要求电流为

$$I = Q/t = 308\text{nAs}/25\mu\text{s} = 12.32\text{mA}$$

当然，HEV90 还有明显的电流余量，末级静态电流为 18mA。因为放大器以典型的 A 工作方式工作，因而产生下述恒定的损耗功率

$$\begin{aligned} P_v &= 1400 \text{ 伏} \cdot 18\text{mA} \cdot 2 \text{ 声道} \\ &= 25.2\text{W} \cdot 2 \text{ 声道} \\ &= 54.4\text{W} \end{aligned}$$

应用电声技术 1995/1Vol. 6

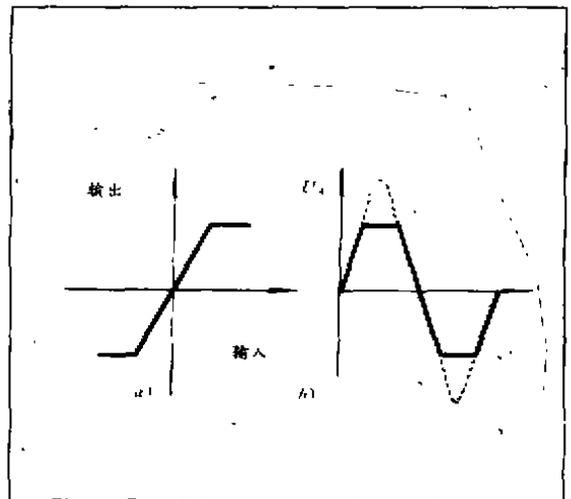


图 1 晶体管特性

a) 传输特性 b) 输出信号

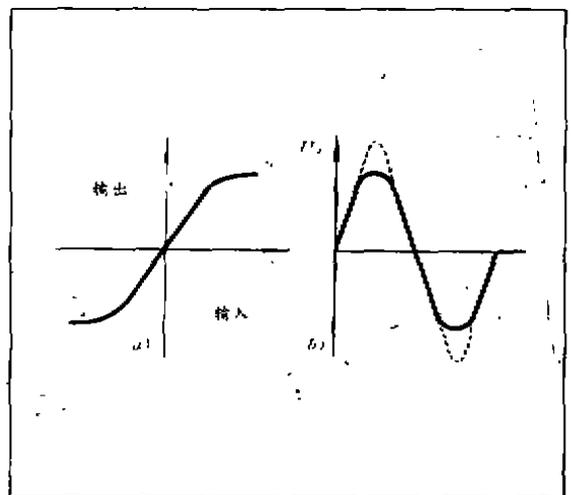


图 2 电子管特性

a) 传输特性 b) 输出信号

图 3 示出了 HEV90 型放大器的电路图，它由前置和末级放大级组成。为了对信号进行前置放大和倒相，在阴极接地电路和阴极电路中，采用了局部负反馈的、经过挑选的双三极管系统。前置放大器以有优良的大信号特性、无失真，且噪声极低而见长，驱动器和末级由成对选择的三极管和五极管双

管组成。驱动器极管和末级五极管以阴极接地方式工作，并与前置放大级一样，只有局部负反馈，没有环路负反馈。所有电子管都

用可调直流电压加热。为保护电子管，直流电压慢慢加大到额定值。

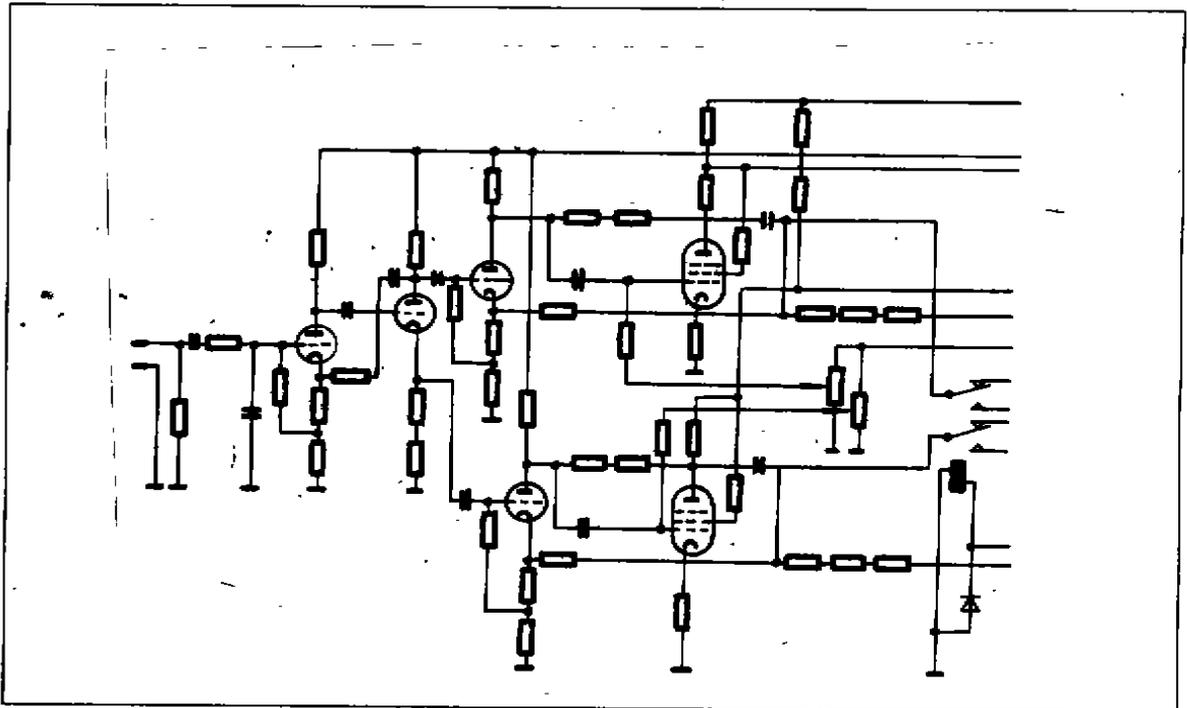


图3 电路图

几种技术参数

幅频响应	10...50000Hz
	(-0.25dB)
在全调制时, 1kHz 时的失真系数 (奇次谐波)	<0.01%
信噪比	>-80dB
参考全调制	
输出电压	>400v (eff)
输入灵敏度/阻抗	400mV (eff) /10kΩ

这些数据适用于静电耳机 HE90 "Orpheus" 工作。