

放大器和扬声器的接口问题

朱国春

(上海飞乐电声总厂)

本文简要地探讨了放大器和扬声器的接口失真问题。同时文中提出了接口失真的测量方法及各种不同类型放大器组态所产生接口失真的不同情况。

一、问题的提出

1. 关于扬声器

由于扬声器本身振动状态极为复杂,而且就扬声器的音圈而言,不仅是接受放大器馈入的电,能,驱使扬声器锥体发生振动,同时,它又是一个电流发生器,即产生一反应电流又送回放大器中。所以,扬声器的锥体实质上是一个贮能器,它先把放大器送入的电,能贮存在锥体的质量和顺性之中,并不会因锥体的振动而消失,也不会被周围的空气辐射所消耗。其中能量的70—85%是通过音圈又释放出来,馈入到放大器的输出端。

2. 关于放大器

图1为具有反馈的放大器,若有一输入讯号送至放大器,经放大后的讯号再送至扬声器,使锥体产生振动;而运动过程中锥体的大部分能量又由音圈反馈给放大器。这时,实际上放大器不是有一个输入讯号,而是有二个讯号输入,所以该放大器是一个非线性放大器。不言而喻,

在一个非线性放大器内同时有二个输入讯号,当然会产生互调制。而这个互调制讯号又从放大器输出馈入扬声器,并和其他讯号一起由扬声器放送出来,这便是所谓放大器-扬声器接口互调失真(简称为 IIM-Interface Intermodulation Distorsion)的原因。

3. 放大器-扬声器组合

等效电路如图2所示。图中忽略了扬声器的音圈电感 L_v ,同时对放大器来讲,输入阻抗是无穷大,输出阻抗是很低的。对接口互调失真影响最大的,是放大器的开环输出阻抗值 Z_{OL} 和扬声器在其谐振频率处的品质因素的大小。放大器的开环输出阻抗愈低则失真愈小,扬声器的品质因素愈高则影响愈小。但对高质量扬声器来说,其品质因素应低,这对放大器提出的要求更高,这样才能限制接口互调失真的增大。品质因素高的扬声器,相反会降低放大器的功率。一般 $Q=10$ 以上时,其放大器的功率下降为原来的65%,这是由于高 Q 值扬声器容易使放大器造成削波现象所致。

- [4] 尾上守夫:“画像处理计算机诊断”, 超音波医学, Vol. 6, No. 3, 1979, P 189~192.
- [5] Desilets, C. S., Fraser, J. P., and Kino, G. S., “The Design of Efficient Broadband Piezoelectric transducers”, IEEE Trans Sonics Ultrasonic, Vol.

- SU-25, pp. 115-125, May 1978.
- [6] Patrick N. K., “Signal Processing in Acoustic Imaging”, IEEE Vol. 67, No. 4, p496~510, 1979
- [7] Greguss, Pal., “Ultrasonic Imaging”, 1980.

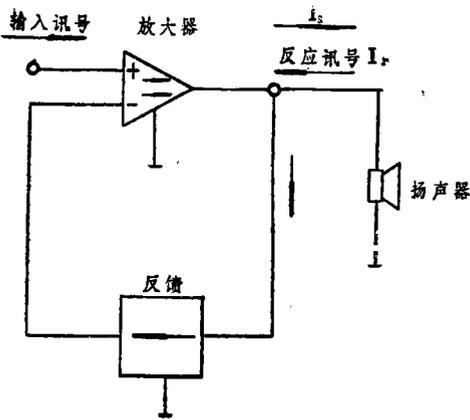


图 1 放大器的讯号反馈

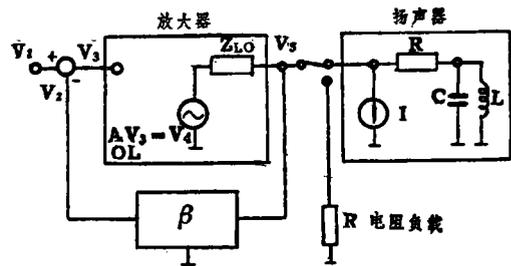


图 2 放大器与扬声器的等效回路

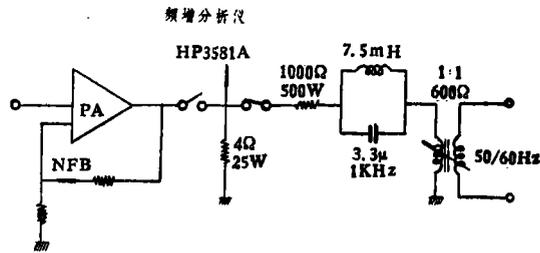
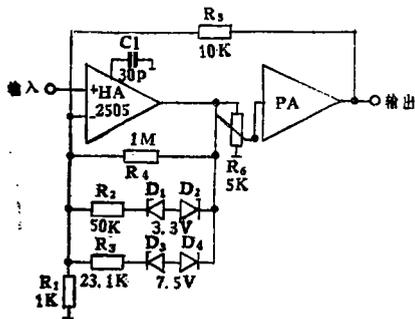


图 3 接口互调失真测量装置

二、接口互调失真的测量方法

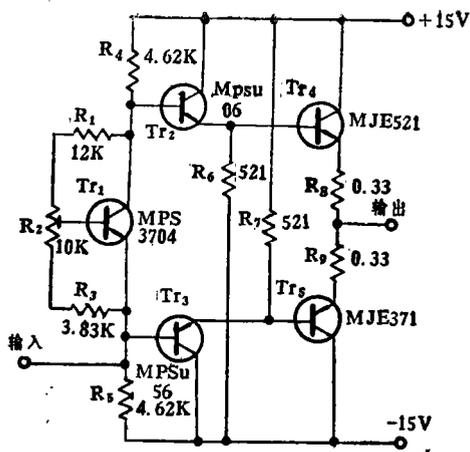
测量接口互调失真的设备如图 3 所示。图中 PA 为被试放大器, PA 前级采用 HA2505 运算放大器, 小讯号开环增益为 60 分贝, 用电位器 R_6 调整控制。闭环增益为 20 分贝, 由四个齐纳二极管控制讯号波形所产生的非线性失真在 0.03% 以内。4 欧姆电阻为负载, PA 被试放大器右面是 50 赫讯号源和 1000 赫低通滤波器, 而 100 欧姆的电阻使负载不受影响。测量步骤只需将 1 千赫的讯号输入, 合上 K_1 , 将 K_2 打开, 调整 1 千赫输入讯号大小, 使负载上的电压为放大器额定功率; 同样, K_1 打开, K_2 合上, 调整 50 赫的讯号大小使负载上达到同样大小的电压, 然后将 K_1 、 K_2 同时合上, 在负载处接入频谱分析仪, 即可测量出被试放大器的接口互调失真值的大小。

三、不同类型放大器组态的 IIM

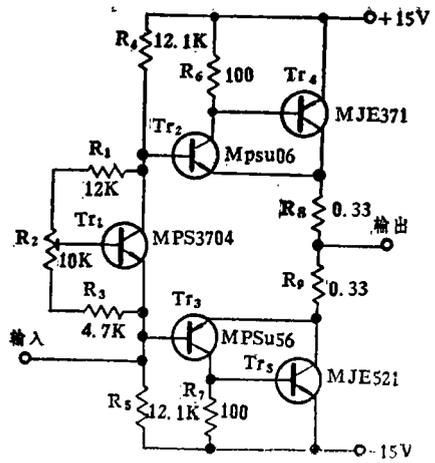
为了说明不同类型放大器组态具有不同的 IIM 值, 图 4 列举了四种类型的放大器。对上述四种不同组态的放大器, 闭环输出阻抗均为 0.2 欧姆, 闭环互调失真 (CCIF 标准) 为 0.2%。表 1 中列出了接口失真、阻抗、增益、反馈量等。同时以各种不同的输出电压值所测得的接口互调失真曲线如图 5 所示。从测量结果

表 1 四种不同类型放大器的互调失真情况

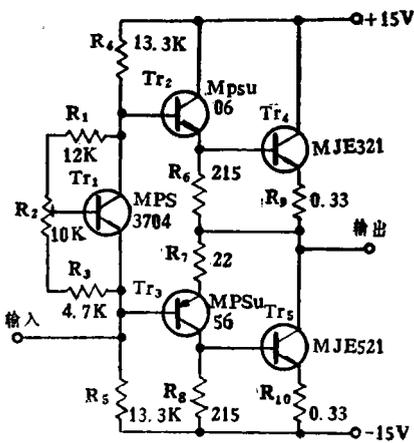
	A	B	C	D
	组合式	集电极接地	准互补	发射极接地
接口失真 3V (%)	0.005	0.01	0.1	0.2
开环输出阻抗 (Ω)	0.9	1.2	2.7	60
开环增益(dB)	33	36	43	70
反馈量(dB)	13	16	23	50
R_2 (KΩ)	1	1.5	3.2	1000
R_1 (KΩ)	42	36	32	13



← A—组合级联输出
功率放大器



B—全互补功率
放大器



← C—准互补功率
放大器

D—发射极接地—
功率放大器

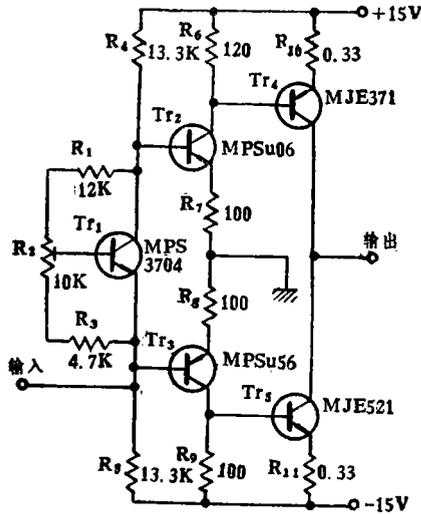


图 4 四种不同类型的放大器

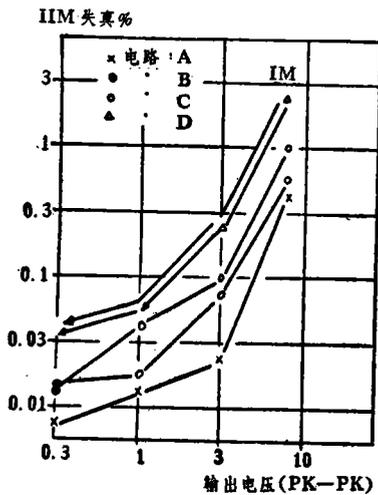


图 5 不同输出电压下的接口互调失真曲线

来看：D类发射极接地功率放大器的接口失真

和互调(IM)失真一样大。在这种情况下，扬声器的失真将增加一倍。以A类组合输出功率放大器的IIM为最小。

四、几点结论

1. IIM是聚集在低频较窄的区域内，对人耳的感觉是提升了低音部分并全面地破坏音质，IM使人耳感觉很粗。所以失真的大小不能以百分比来衡量，而应以失真类别和影响程度来确定，即使是0.3%的IIM，但有可能远比3%的谐波失真影响大。

2. 扬声器在很大程度上能改变放大器内部讯号，促使放大器产生失真。

3. 放大器对IIM的敏感程度是由放大器的开环阻抗大小来决定。