

目录

1	实验名称	2
2	实验目的	2
3	实验元器件	3
4	实验任务	3
4.1	功能要求	3
4.2	已知条件	3
4.3	技术指标要求	4
4.4	测量内容	4
5	实验原理及参考电路	4
5.1	实验电路	4
5.2	电路安装与调试技术	5
5.2.1	合理布局，分级装调	5
5.2.2	电路调试技术	5
6	实验过程	6
6.1	放大倍数及额定功率	6
6.2	输入阻抗	7
6.3	输入灵敏度	7
6.4	噪声电压	7
6.5	整机效率	7
6.6	频率响应	8
7	实验小结	8

1 实验名称

音响放大器的设计

2 实验目的

- 音响放大器的基本组成
- 音调特性控制方法与实现原理
- 了解集成功率放大器内部电路工作原理，掌握其外围电路的设计与主要性能参数的测试方法
- 掌握音响放大器的设计方法与电子线路系统的装调技术—综合运用所学知识，进行小型多级电子线路系统的设计与装调

3 实验元器件

名称	型号/参数	数量
集成功放	LM386	3
	NE5532	3
电阻	10k Ω	5
	13k Ω	1
	30k Ω	2
	47k Ω	3
	75k Ω	1
	10 Ω 2W	1
电容	0.01 μ F	2
	0.22 μ F	1
	0.1 μ F	1
	1 μ F	1
	10 μ F	8
	220 μ F	2
	470 μ F	12
电位器	10k Ω	3
	470k Ω	2
话筒	输出 5mV	1
音乐播放器	/	1

4 实验任务

设计一个音响

4.1 功能要求

具有话音放大、音调控制、音量控制、卡拉 OK 伴唱等功能（不含电子混响）。

4.2 已知条件

- 集成功放 LM386。

- 话筒 600Ω ，输出信号 5mV 。
- 集成运放 NE5532。
- $10\Omega/2\text{W}$ 负载电阻 1 只。
- $8\Omega/4\text{W}$ 扬声器 1 只。
- 音源 (MP3 or PC)。
- 电源电压 $\pm 9\text{V}$ (双电源)。

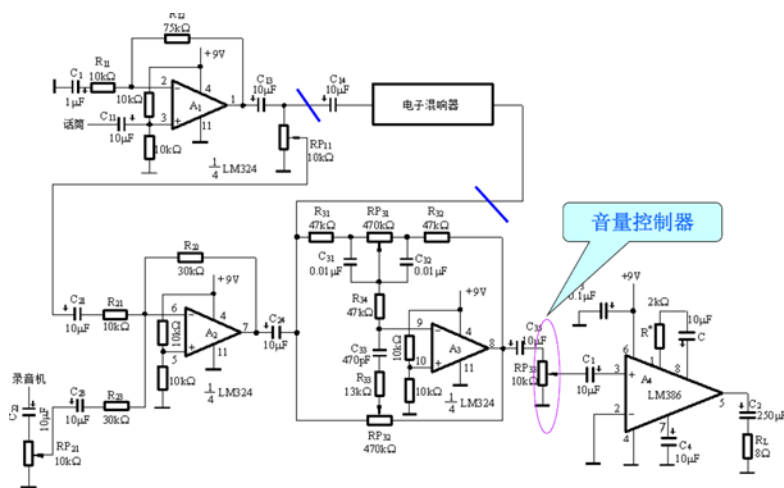
4.3 技术指标要求

- 额定功率: $P_o \geq 0.3\text{W} (\gamma < 3\%)$
- 负载阻抗: $R_L = 10\Omega (2\text{W})$
- 频率响应: $f_L = 50\text{Hz}$, $f_H = 20\text{kHz}$
- 输入阻抗: $R_i \gg 20\text{k}\Omega$
- 音调控制特性: 1kHz 处增益为 0dB 、 125Hz 和 8kHz 处有 12dB 的调节范围, $A_{VL} = A_{VH} 20\text{dB}$ (选做)

4.4 测量内容

5 实验原理及参考电路

5.1 实验电路



5.2 电路安装与调试技术

5.2.1 合理布局，分级装调

- 音响放大器是一个小型电路系统，安装前要对整机线路进行合理布局
- 一般按照电路的顺序一级一级地布线
- 功放级应远离输入级
- 每一级的地线尽量接在一起
- 连线尽可能短，否则很容易产生自激
- 安装前应检查元器件的质量
- 安装时特别要注意功放块、运算放大器、电解电容等主要器件的引脚和极性，不能接错
- 从输入级开始向后级安装，也可以从功放级开始向前逐级安装
- 安装一级调试一级，安装两级要进行级联调试，直到整机安装与调试完成

5.2.2 电路调试技术

1. 电路的调试过程一般是先分级调试，再级联调试，最后进行整机调试与性能指标测试。
2. 分级调试又分为静态调试与动态调试。

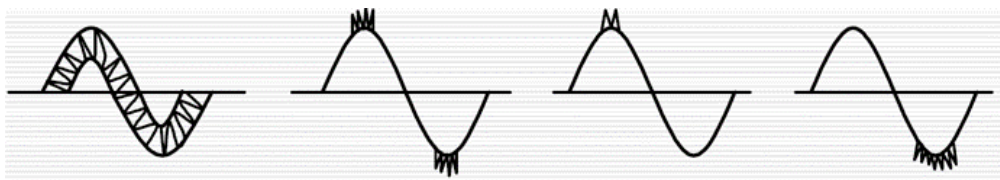
静态调试时，将输入端对地短路，用万用表测该级输出端对地的直流电压。话放、混放、音调电路均由运放组成，若运放是单电源供电，其静态输出直流电压均为 $V_{CC}/2$ ，功放级输出 (OTL 电路) 也为 $V_{CC}/2$ ，且输出电容 C_C 两端充电电压也应为

$V_{CC}/2$ 。若是双电源供电，直流电压均为 0。动态调试是指输入端接入规定的信号，用示波器观测该级输出波形，并测量各项性能指标是否满足题目要求，如果相差很大，应检查电路是否接错，元器件数值是否合乎要求，否则是会出现很大偏差的。

3. 级联调试

单级电路调试时的技术指标较容易达到，但级联后级间相互影响，可能使单级的技术指标发生很大变化，甚至两级不能进行级联。产生的主要原因：一是布线不太合理，形成级间交叉耦合，应考虑重新布线；二是级联后各级电流都要流经电源内阻，内阻压降对某一级可能形成正反馈，应接 RC 去耦滤波电路。R 一般取几十欧姆，

C 一般用几百微法大电容与 0.1F 小电容相并联。由于功放输出信号较大，易对前级产生影响，引起自激。集成块内部电路多极点引起的正反馈易产生高频自激，常见高频自激现象如图所示。



可以加强外部电路的负反馈予以抵消，如功放级 脚与 之间接入几百皮法的电容，形成电压并联负反馈，可消除叠加的高频毛刺。

6 实验过程

6.1 放大倍数及额定功率

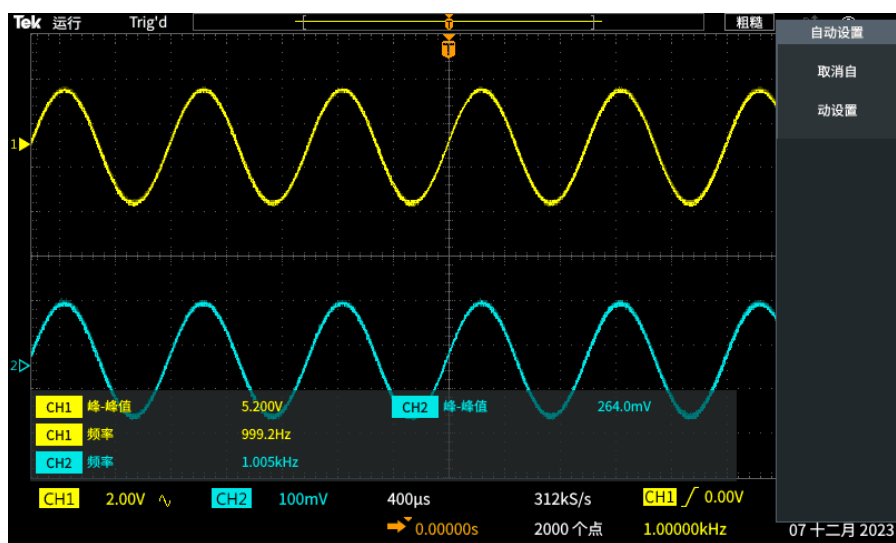


图 1: 三级级联放大测量 $A_v = 335.6$

$$R_L = 9.812\Omega \quad V_o = 5.130V$$

$$P_o = V_o^2 / R_L = 0.346W$$

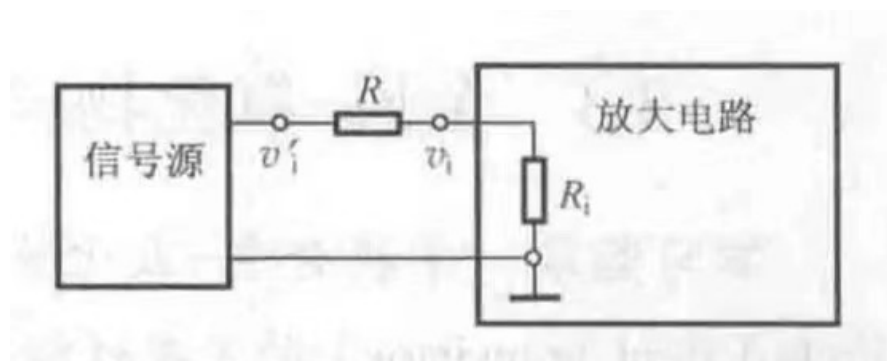


图 2: 输入阻抗实验电路图

6.2 输入阻抗

采用在输入回路串入已知电阻的方法测量输入电阻，其局部连接示意图如上图所示。 R 取值尽量与 R_i 接近（此处取 $R=100k\Omega$ ）。用示波器一通道始终监视输出 v_i 波形，用另一个通道先后测量 R 接入和不接入时的输出电压 V_{o1} (测量值为 $5.280V$) 和 V_{o2} (测量值为 $2.540V$) 则输入电阻为 $R_i = V_{o2} * R / V_{o1} - V_{o2} = 99.83k\Omega$ 满足输入阻抗要求

6.3 输入灵敏度

使音响放大器输出额定功率时所需的输入电压（有效值）称为输入灵敏度 V_s 。测量条件与额定功率的测量相同。测量方法是，先使 V_i 从零开始逐渐增大，直到电路输出达到额定功率值（对应于输出电压值 V_o ），此时对应的 V_i 值即为输入灵敏度。

测得输入灵敏度 $V_s=15mV$

6.4 噪声电压

音响放大器的输入为零时，输出负载 R_L 上的电压称为噪声电压 V_N 。测量条件同上。测量方法是，使输入端对地短路，音量电位器为最大值，用示波器观测负载 R_L 两端输出电压波形的有效值。

测得噪声电压 $V_N=1.025mV$

6.5 整机效率

其表达式为 $\eta = P_o / P_c \times 100\%$

式中， P_o 为输出的额定功率； P_c 为输出额定功率时所消耗的电源功率，可通过电源电压与电流的乘积获得。

测得 $P_c = 0.738W$

又由之前实验测得, $P_o = 0.346W$, 可算得整机效率 $\eta = \frac{0.3001}{0.635} \times 100\% = 46.88\%$

6.6 频率响应

f/Hz	20	40	50	500	100	200	500	600	800
V_o/mV	4.120	4.880	5.040	5.200	5.280	5.280	5.360	5.280	5.360
f/Hz	1K	5k	10k	20k	30k	40k	45k	50k	100k
V_o/V	3.201	5.280	5.160	5.160	5.040	5.120	5.120	5.080	4.960

由测量数据可知, $f_L \approx 40Hz$, $f_H > 100kHz$

7 实验小结

本次实验让我学会了电路的级联调试。虽然电路搭建很快, 但是调试电路却花费了两节课的时间。但是这个时间是值得的, 因为我掌握了我不熟悉的方法, 当最后完美试音的时候, 我觉得这一个月的时间是值得的