

实验报告

音响放大器的设计

电子信息与通信学院

提高 2301 班

张禹阳 U202314270

2025 年 5 月 28 日



目录

1 实验名称	3
2 实验目的	3
3 实验元器件	4
4 实验任务	4
4.1 功能要求	4
4.2 已知条件	4
4.3 技术指标要求	5
4.4 测量内容	5

5	实验原理及参考电路	5
5.1	实验电路	5
5.2	电路安装与调试技术	6
5.2.1	合理布局，分级装调	6
5.2.2	电路调试技术	6
6	实验过程	7
6.1	放大倍数、额定功率及整机效率	7
6.2	输入阻抗	8
6.3	频率响应	8
6.4	音调控制特性	8
7	实验小结	9

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)。

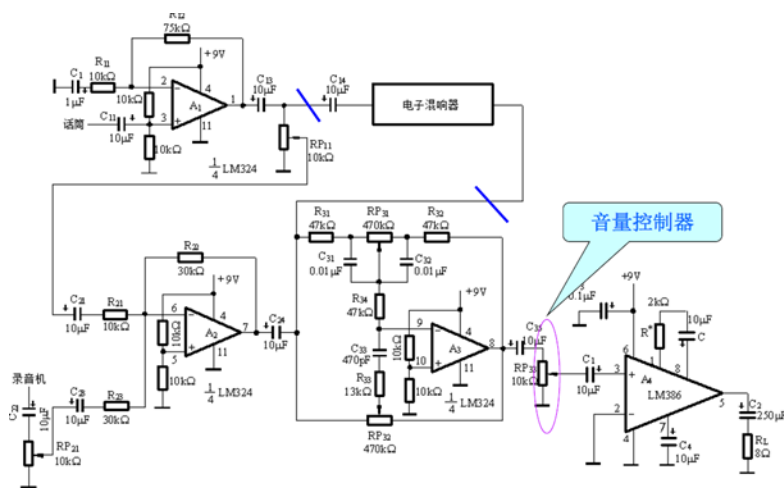
4.3 技术指标要求

- 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。

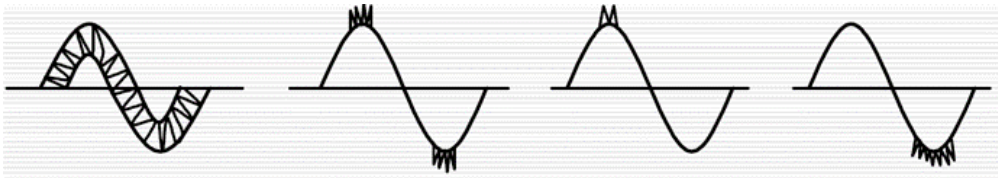
静态调试时，将输入端对地短路，用万用表测该级输出端对地的直流电压。话放、混放、音调电路均由运放组成，若运放是单电源供电，其静态输出直流电压均为 $V_{CC}/2$ ，功放级输出 (OTL 电路) 也为 $V_{CC}/2$ ，且输出电容 C_C 两端充电电压也应为

$V_{CC}/2$ 。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，

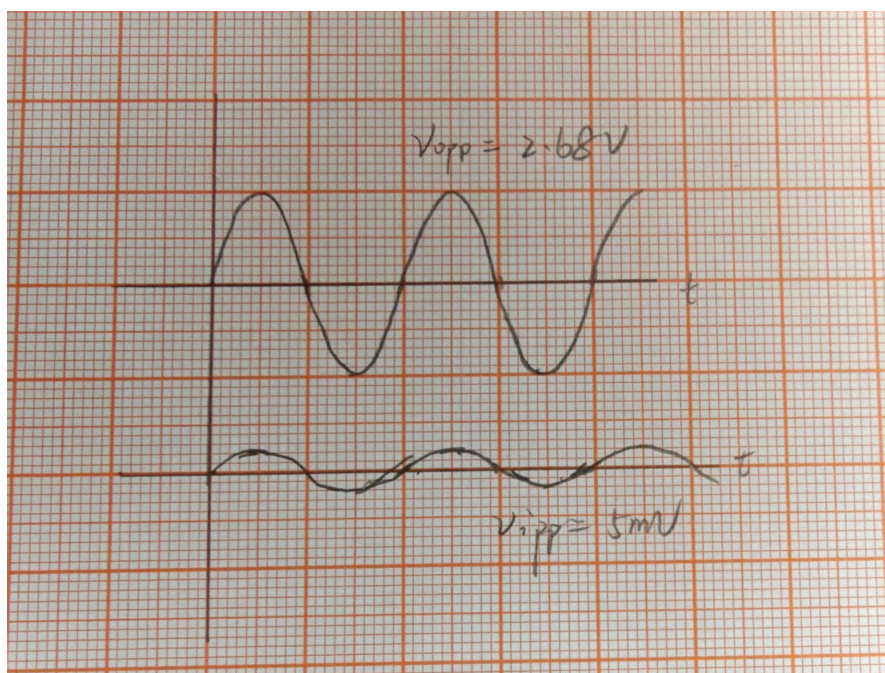
C 一般用几百微法大电容与 0.1F 小电容相并联。由于功放输出信号较大，易对前级产生影响，引起自激。集成块内部电路多极点引起的正反馈易产生高频自激，常见高频自激现象如图所示。



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、额定功率及整机效率



$$A_v = 536$$

$$R_L = 9.812\Omega \quad V_o = 2.68V$$

$$P_o = V_o^2 / R_L = 0.72W$$

$$\text{整机效率 } \eta = \frac{P_o}{P_c} \times 100\% = 45.98\%$$

6.2 输入阻抗

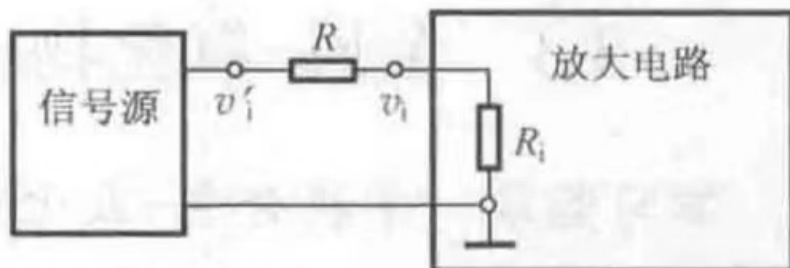


图 1: 输入阻抗实验电路图

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 $R_i = V_{o2} * R / V_{o1} - V_{o2} = 68.3k\Omega$ 满足输入阻抗要求

6.3 频率响应

音响放大器的输入端接 v_i ， RP_1 和 RP_2 置于中间位置，调整信号发生器的频率，测出负载上对应的输出电压测量数据如下：

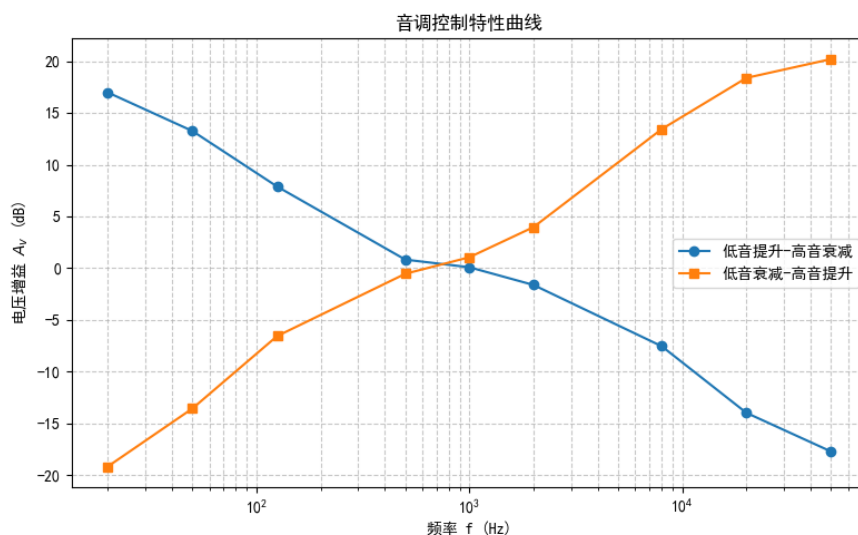
f/Hz	20	40	50	500	100	200	500	600	800
V_o /mV	4.120	4.880	5.040	5.200	5.280	5.280	5.360	5.280	5.360
f/Hz	1K	5k	10k	20k	30k	40k	45k	50k	100k
V_o /V	3.201	5.280	5.160	5.160	5.040	5.120	5.120	5.080	4.960

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

6.4 音调控制特性

输入信号 v_i (100mV) 从音调控制级输入端的耦合电容加入，输出信号 v_o 从输出端的耦合电容引出。分别测量低音频提升-高音频衰减和低音频衰减-高音频提升这两条曲

f/Hz	20	50	125	500	1k	2k	8k	20k	50k
v_o /mV	707	460	248	110	101	83	42	20	13
A_v /dB	16.99	13.26	7.89	0.83	0.09	-1.62	-7.54	-13.98	-17.72
v_o /mV	11	21	47	94	113	158	470	832	1025
A_v /dB	-19.17	-13.56	-6.56	-0.54	1.06	3.97	13.44	18.39	20.21



线测量方法如下：将 RP_1 的滑臂置于最左端， RP_2 的滑臂置于最右端，当频率从 20Hz 至 50kHz 变化时记下对应的电压增益

再将 RP_1 的滑臂置于最右端， RP_2 的滑臂置于最左端，当频率从 20Hz 至 50kHz 变化时记下对应的电压增益

测量数据如下：

绘制得到的音调控制特性曲线如下：

7 实验小结

本次实验规模较大，虽然搭建较快，但是调试耗费了非常多的时间。总体来说整个过程非常艰辛，但尝试多次后还是得到了最终结果。本次实验中我更加深入理解了运算放大电路的级联，各级之间保持怎么样的输出输出，分别实现怎么样的功效等。