

华中科技大学

电子线路实验报告

音响放大器的设计

院 系 电子信息与通信学院

专业班级 信卓 2201 班

姓 名 董浩

学 号 U202213781

指导教师 陈林

2023 年 11 月 28 日

目 录

1	实验名称	1
2	实验目的	1
3	实验元器件.....	1
4	实验任务	2
4.1	功能要求	2
4.2	已知条件	2
4.3	技术指标要求	2
4.4	测量内容	2
5	实验原理	3
5.1	实验电路	3
5.2	电路安装与调试技术.....	3
5.2.1	合理布局，分级装调	3
5.2.2	电路调试技术.....	4
6	实验过程	5
6.1	实际电路与功率、增益、效率.....	5
6.2	输入阻抗分析	6
6.3	幅频响应	7
7	实验总结	8

1 实验名称

音响放大器的设计

2 实验目的

1. 音响放大器的基本组成
2. 音调特性控制方法与实现原理
3. 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；
4. 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	1
	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	1
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

1. 集成功放 LM386。
2. 话筒 600Ω ，输出信号 5mV 。
3. 集成运放 NE5532。
4. $10\Omega/2\text{W}$ 负载电阻 1 只。
5. $8\Omega/4\text{W}$ 扬声器 1 只。
6. 音源（MP3 or PC）。
7. 电源电压 $\pm 9\text{V}$ (双电源)。

4.3 技术指标要求

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

4.4 测量内容

1. 测量音调控制特性，填入实验表格中，并绘制音调控制特性曲线
2. 测量频率为 1kHz 时的输出功率 P_o 及整机电压增益 A_v ，绘制 1kHz 时的整机输入输出波形
3. 输入阻抗 R_i
4. 输出效率 η

5 实验原理

5.1 实验电路

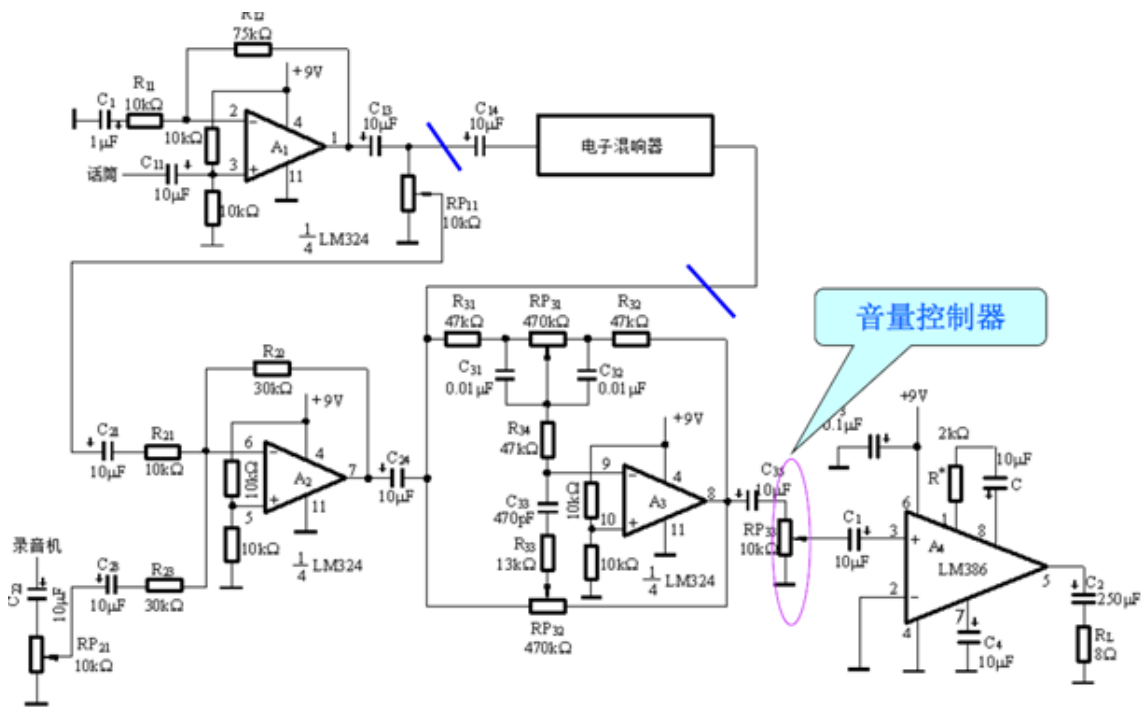


图 5-1 实验电路

5.2 电路安装与调试技术

5.2.1 合理布局，分级装调

1. 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。
2. 一般按照电路的顺序一级一级地布线。
3. 功放级应远离输入级。
4. 每一级的地线尽量接在一起。
5. 连线尽可能短，否则很容易产生自激。
6. 安装前应检查元器件的质量。
7. 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。
8. 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。
9. 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 $V_{CC}/2$ ，功放级的输出 (OTL 电路) 也为 $V_{CC}/2$ ，且输出电容 CC 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 5-2 所示。

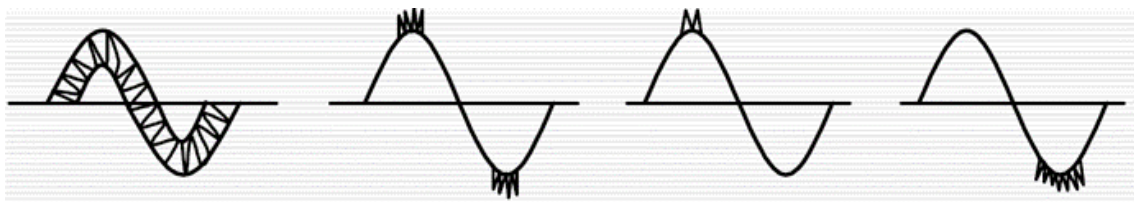


图 5-2 高频自激

6 实验过程

6.1 实际电路与功率、增益、效率

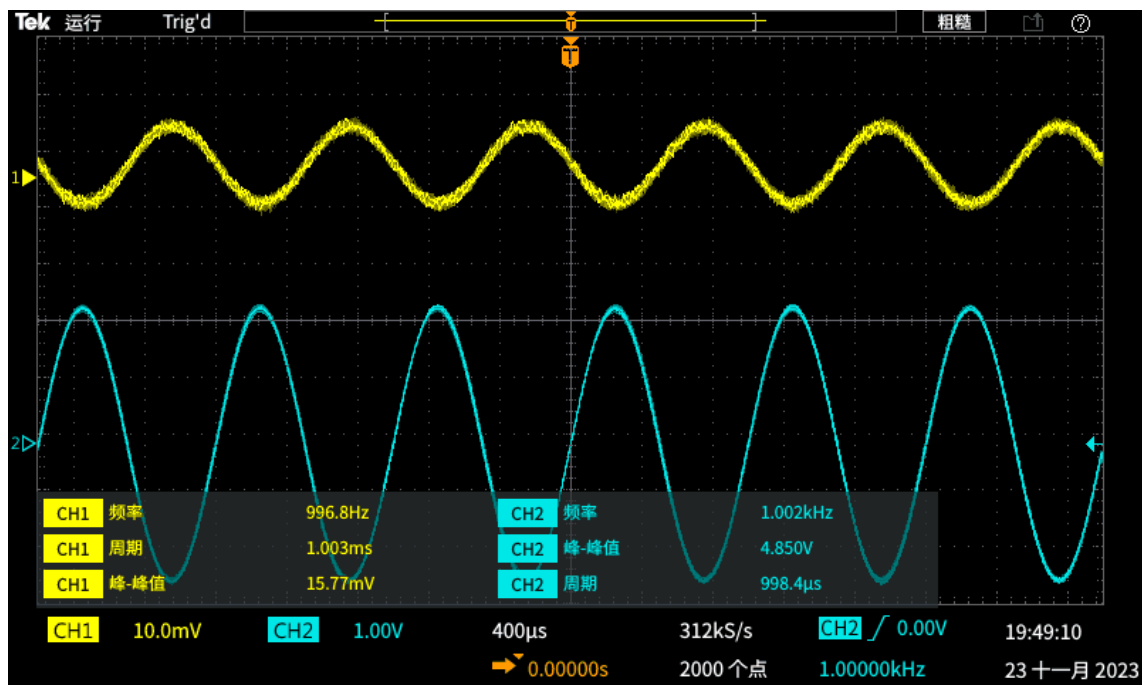


图 6-1 1KHz 工作点

增益:

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{4.850V}{15.77mV} = 307.546 \quad (6-1)$$

输出功率:

$$P_o = \frac{U^2}{R} = \frac{(4.85/2)^2}{2 \times 10} = 0.294W \quad (6-2)$$

电源功率:

$$P = UI = 8.994V \times 0.081A = 0.729W \quad (6-3)$$

电源效率:

$$\eta = \frac{P_o}{P} = 40.384\% \quad (6-4)$$

6.2 输入阻抗分析

在输入端串联 $500\text{k}\Omega$ 电位器，输出无明显变化，可以认为 $R_i \gg 500\text{k}\Omega$ ，进行仿真分析得到输入阻抗和频率的关系如图 6-2所示：

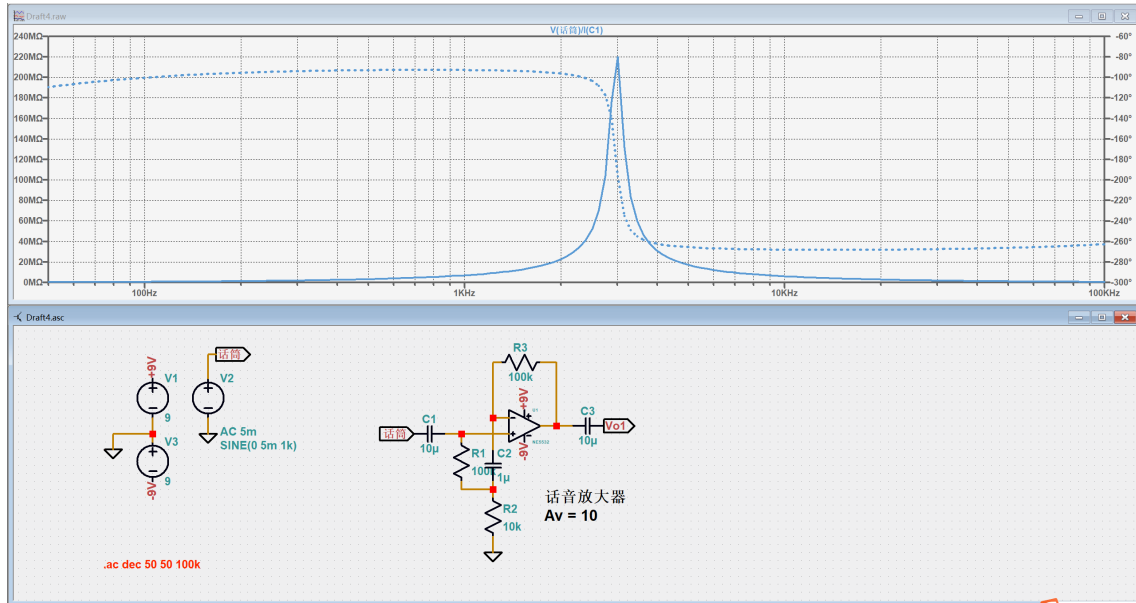


图 6-2 输入阻抗分析

由上图及实验结果可知，输入阻抗达到 $\text{M}\Omega$ 级别，满足设计要求。

6.3 幅频响应

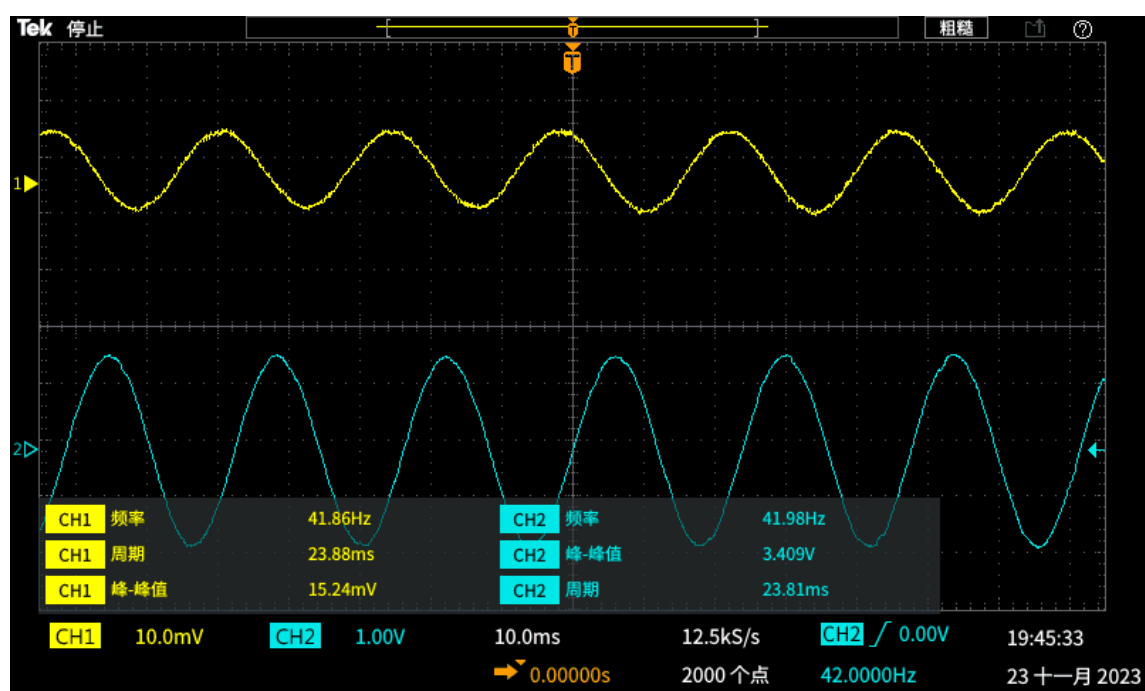


图 6-3 下限频率

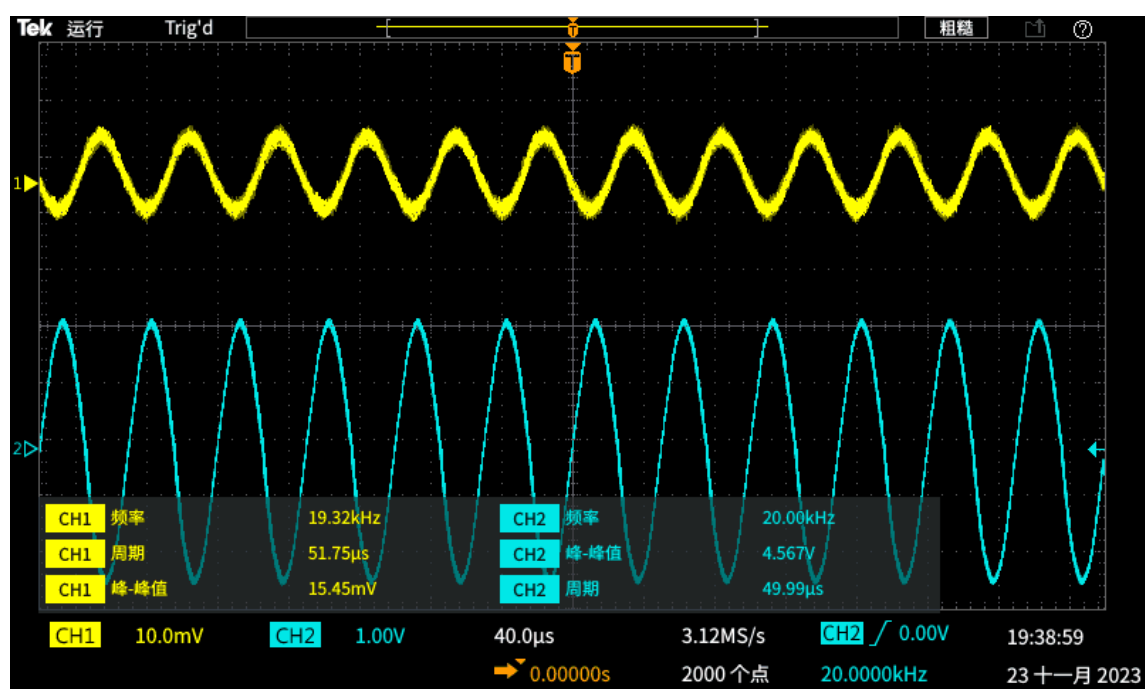


图 6-4 20KHz 工作点

频率	1KHz	50Hz	$f_L = 42Hz$	$f_H = 69KHz$
V_{Ipp}/mV	15.61	15.23	15.24	14.73
V_{Opp}/V	4.880	3.759	3.409	3.406
A_v	312.62	246.81	223.69	231.23

可知，下限频率 $f_l = 42Hz < 50Hz$ ，上限频率 $f_h = 69KHz > 20KHz$ ，满足设计要求。

7 实验总结

通过本实验，我通过自己的努力完成了一个比较复杂的音响放大电路，增强了对运算放大器的理解，对集成功率放大器内部电路工作原理和应用有了更强的把握。

电路搭好的时候，发现功放级不接负载波形正常，接了负载之后电流增大，电路开始不稳定，出现自激振荡。后来在功放的输入端接了一个到地的滤波电容，输出正常，但是上限频率达不到要求。最后将滤波电容改小后，上限频率增大，达到要求。本次实验真正的难点在调试上，通过本次实验，我学到了不少调试电路的技巧。