

邵阳职业技术学院

毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目： 音频放大电路的设计

学生姓名： 何杰

学 号： 201810300795

系 部： 电梯工程学院

专 业： 机电一体化技术

班 级： 机电 1181

指导老师： 邓果

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、设计任务及要求.....	4
二、设计方案.....	4
三、设计原理与电路.....	5
(一) 总体设计思路及框架.....	5
(二) 前级放大级设计.....	5
四、电路的组装与调试.....	6
(一) 电子装置重心要平衡.....	6
(二) 电子装置电路板的布置.....	7
五、设计方向.....	8
(一) 整流二极管的选择.....	8
(二) 滤波电容的选择.....	9
(三) 功放电路的设计.....	9
(四) 前置放大电路.....	9
(五) 功率放大电路.....	9
六、集成放大器电路.....	10
参考文献.....	12
致谢.....	11

音频放大电路的设计

[摘要]

音频功率放大器是一个技术已经相当成熟的领域，几十年来，人们为之付出了不懈的努力，无论从线路技术还是元器件方面乃至思想认识上都取得了长足的进步。本设计主要描述了音频功率放大器的设计思路，硬件电路的调试过程及测试结果。本设计主要由前级电路和功率放大电路两部分组成，前级电路用于音频信号的一级放大，功率放大电路用于音频信号的二级放大，保证信号有足够的功率可以从扬声器输出。

[关键词] 音频功率放大器 设计思路 硬件电路 调试过程

一、设计任务及要求

能够对音频信号进行前级放大和功率放大~额定功率 P_o 小于等于 1W~输入阻抗 R_i 大于等于 20k 欧姆~输出阻抗 $R_L=8$ 欧姆~响应频率 10HZ-40kHz~同时音调特性在 1kHz 处增益为 0dB, 100HZ 和 10kHz 处的增益具有 ± 12 dB 的调节范围。

扩音设备的作用是把从话筒、录放卡座、CD 机送出的微弱信号放大成能推动扬声器发声的大功率信号~主要采用运算放大器和集成音频功率放大电路来构成扩音机电路。

二、设计方案

本设计中采用三级结构:前级放大级、音调控制级、功率放大级。

前级放大主要完成小信号的放大~一般要求输入阻抗高~输出阻抗低~频带宽~噪声要小~音调控制主要是实现对输入信号高、低音的提升和衰减,功率放大级决定了整机的输出功率、非线性失真系数等指标~要求效率高、失真尽可能小、输出功率大。设计时首先根据技术指标的要求和各级的功能~确定各级增益的分配~然后对各级电路进行具体的设计。

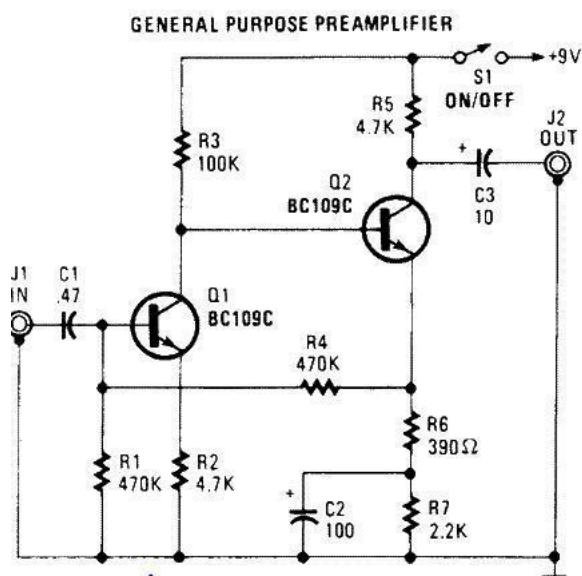


图 2-1 设计电路图

三、设计原理与电路

（一）总体设计思路及框架

前级放大主要完成小信号的放大~一般要求输入阻抗高~输出阻抗低~频带宽~噪声要小~音调控制主要是实现对输入信号高、低音的提升和衰减,功率放大级决定了整机的输出功率、非线性失真系数等指标~要求效率高、失真尽可能小、输出功率大。设计时首先根据技术指标的要求和各级的功能~确定各级增益的分配~然后对各级电路进行具体的设计~计算各级电路的参数。因为 $P_{omax}=1W$, 负载阻抗为 8Ω ~输出电压 $U_o=2.83V$ ~要使输入为 $5mV$ 的信号放大到输出的 $2.83V$ ~所需的总放大倍数约为 566。考虑到实际电路的损耗~选择放大倍数为 600。扩音机中各级增益的分配为:前级级的电压放大倍数为 30, 音调控制中频放大倍数为 1, 功率放大级电压放大倍数为 20。

（二）前级放大级设计

由于话筒提供的信号非常弱~一般在音调控制器前面加一个前级放大器。考虑到设计电路对频率响应及零输入时的噪声、电流、电压的要求~前级放大器选用集成运算放大器。NE5532 是高性能低噪声双运算放大器, 双运放, 集成电路。与很多标准运放相似~但它具有更好的噪声性能~优良的输出驱动能力及相当高的小信号带宽~电源电压范围大等特点

四、电路的组装与调试

电子电路的安装与调试在电子工程技术中占有重要地位。它是把理论付诸于实践的过程，是把人们的主观思想转变成电路和电子设备的过程，是把设计转变成产品的过程，脑主板也是在这样的假象经过实践应运而生的。电子电路要达到设计时的设计要求，不仅取决于电路原理图的正确设计，而且还与电路安装的合理性密切相关。安装技术的优劣，不仅影响外观质量，而且影响电子产品的性能，影响到调试与维修。对电路的安装技术必须掌握。而电子电路安装首先要考虑到电路安装布局的问题。电子电路安装布局分电子装置整体结构和电路板上元器件安装布局两种。

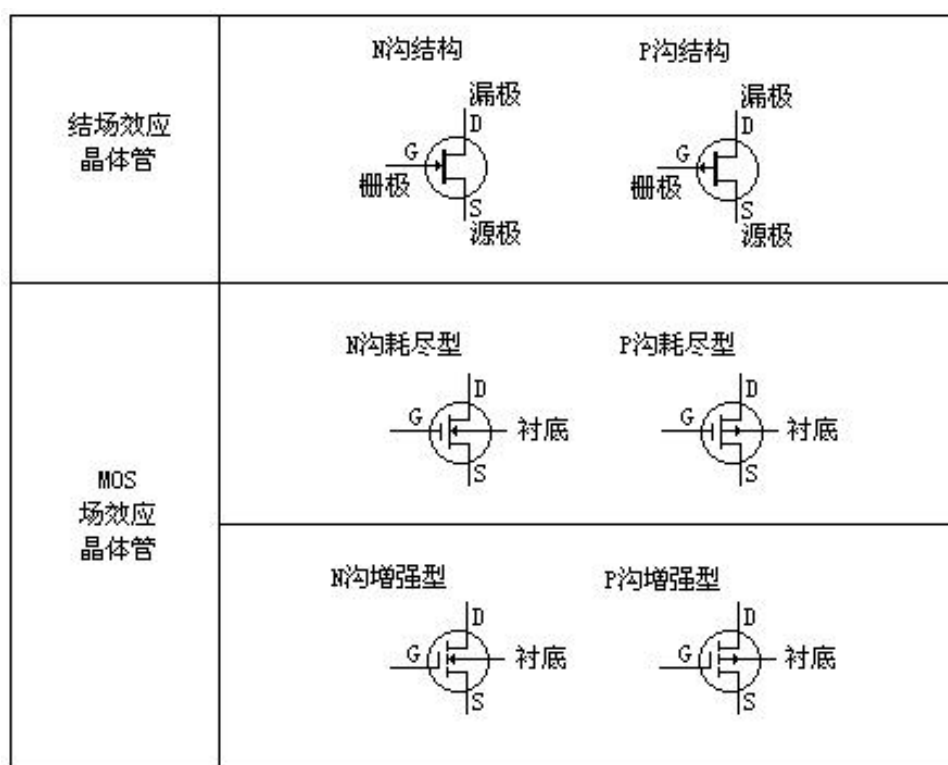


图 4-1 元器件安装布局

整体布局大致需要考虑以下几个问题：

（一）电子装置重心要平衡

比较重的器件如变压器应安装到底部，以降低装置的重心。装置前后、左右重量的平衡。

（二）电子装置电路板的布置

1、单板还是多板。单板结构简单、可靠性高、使用方便。如果电路规模不大或电路规模虽大但安装空间没有限制，则尽可能采用单板，否则采用多板结构。

2、分板原则。

①将能独立完成某种功能的电路放在同一板子上，特别是要求一点接地的电路部分尽量置于同一板内。

②高低电平相差较大，相互容易干扰的电路宜分板布置。

③电路分板部位应选在相互之间连线较少的部位以及频率、阻抗较低的部位。这样有利于抗干扰，同时又便于调试。同时要注意连线的相互影响，强电流线与弱点连线分开走，输入级的输入线与输出级的输出线分开走。

3、区域划分。将系统电路按数字、模拟、功率分类，按电路类型进行位置划分。模拟电路与数字电路分开，以降低数字噪声对敏感的模拟电路的耦合；功率驱动部分为大功率电路部分，噪声能量大，应与模拟和数字分开。

4、利于散热、远离热源。电源变压器、功率器件、大功率电阻等发热源器件要注意通风散热，发热元件可安装散热片，置于装置边缘容易散热的部位。

本次大的问题遇到一个~即是在做好前路放大级无法与后级级联~这个问题总共困扰了我许久~一段时间内课程设计内容毫无进展~中间经过多日的排查:前级与后级电流不一致。但是在改进过程中并没有真正解决问题~原因可能并不在此。在一次仿真中~我将前级的同相比例运算电路改接为反相比例运算电路~竟然与后级级联成功~得到现有的实验电路。

纸上得来终觉浅~绝知此事要躬行。本次课程设计终于让我们认识到课本知识与实际应用的差别。我的设计内容主要涉及到模拟电子技术的内容~包括滤波器~匹配~频率响应等内容。这些平时都在课本上~试卷上~很难走到我们实际生活当中。当实际应用起来的时候我们会发现本来熟悉的知识会那么的陌生~简简单单的同相比例运算电路也会接错~由此可见我们平时掌握的知识是多么的肤浅。作为一个初学者~在设计电路的时候竟然忽略了阻抗匹配~最大输入电流~电源电压等基本参数的要求~简单的将各级放大电路级联~造成了很多错误。等等这些都是课本知识与实际应用的差别。再者~我也发现了自己知识迁移能力较差~在信号与系统、模拟电子技术课程中我们学习了滤波器~可是当实际应用是却不会使用~例如音调控制级电路的实质就是滤波器~这简单的知识是在翻

阅大量资料后才知道~浪费了大量时间:

反映问题的同时我也学到了很多课本上学习不到的内容~几种常用运算放大器的使用,能够使用他们做出简单电路的仿真,最后阶段我简的了解了 protel 制板软件的应用。因为时间有限~未作出相应结果。

五、设计方向

由于该设计的目的是为提供一个音频功率放大电路的设计,从整体上掌握功放电路的设计方法,所以一切从简单易懂入手,最简单的思路是依据模拟电子书上的 OCL 功率放大电路。OCL 是双电源供电,可用两个三端集成稳压块输出正负双电源。在信号输入之前,可以对信号进行一个前置放大,用最经典的 A741 同比例运算放大器即可。进行音调控制,最简单的方法是用一个电位器就可以控制。

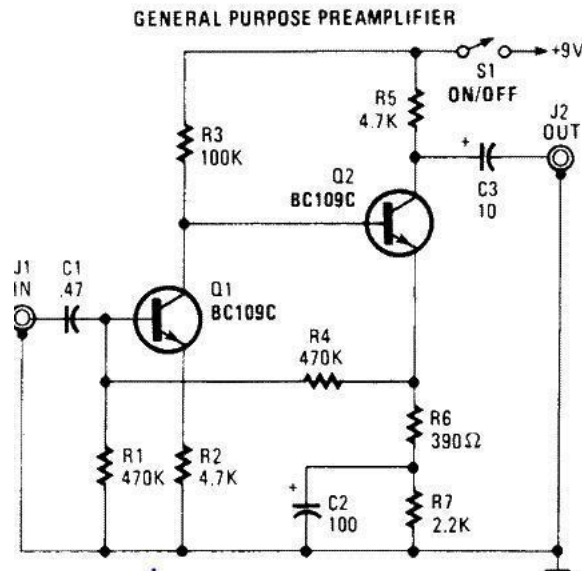


图 5-1 OCL 是双电源供电

在该电路中,要求 $R_L=8\Omega$, $U_i=200\text{mV}$, $P_{om}=4\text{W}$, 频带范围为 $50\sim 6\text{KHz}$, $R_i \geq 20\text{k}\Omega$. 下面分别介绍各部分电路的设计过程

(一) 整流二极管的选择

该电路流过整流二极管的平均电流 I_p 为 $I_p = \frac{P_{om}}{U_i} = 1.125\text{A}$

但考虑到电容滤波电路的冲击电流的影响,二极管的最大正向整流电流

$$I_p = (2 \sim 3) I_p = 3.375\text{A}$$

二极管的最高反向工作电压为

$$U_{RM} = 2U_{pu} = \sqrt{2}U_i \approx 21.21\text{V}$$

在这里我们使用整流桥堆即可满足条件。

（二）滤波电容的选择

因为在这里我们使用双电源供电，采用了 LM7812 和 LM7912 两块三端集成稳压块，电路的两个输入电容 C1 和 C2 都取 10004F 左右，其余三端集成稳压器的外围元件可通过查手册得到，这里不再叙述，在上图中已经标出。5.1.4 保护电路二极管 VD1 和 VD2 为电路的保护二极管 LM7912 的输入端出断开，再无 VD6 的情况下，+U_o 通过负载直接加至 LM7912 的输出端，时输出端对地承受的反向电压而损坏。加入 VD6 后，VD6 导通使输出端电位钳制在 0.7V，起到了保护作用。VD5, VD6 的最大整流电流 I_p 应该选择集成稳压器的最大输出电流，I_p=10I_{omx} =1.5A （一般集成稳压器的最大输出电流在 1.5A 左右）。

（三）功放电路的设计

该功放电路分为三个部分，依次为音量控制、前置放大、功率放大。下面进行一一介绍：音量控制电路为简便起见，这里的音量控制电路仅用一个 10K 的电位器即可控制音量的大小，但是需要注意的是，这个电位器最好放在前置放大器之前（即输入信号未被放大的时候），因为信号在未放大前，只要信号有一个很小的变化，输出端的音量输出就会变化很大，若放在前置放大电路之后，即使调节范围很大，输出也不会有太明显的变化。

（四）前置放大电路

这里的前置放大电路用我们书上常讲的 A741 组成同相输入组态放大电路。静态时，功放电路输出端 0 点电位 U_o=0，0 点为“交流零点”。上图中的电阻 R₁ 接地有两个作用：一是决定了同相输入放大电路的激励级的输入电阻；二是使静态时，U₊ =U₃ =0，反向输入端经 R_{p1}、R_z 接交流零点。故静态时，运放输出端 U_o =0V。在电路中，输出端将信号经反馈回路 R_{p1}、R₁₂、R₃、C₂ 反馈到输入端，组成了一个交流电压串联负反馈，可以提高电路的输入电阻，降低输出电阻，稳定输出电压，提高电路的稳定性。

（五）功率放大电路

(1) 工作原理分析功率放大电路采用通用型的分立元件 OCL 实用电路，OCL 实用电路为双电源互补对称功放电路。输出级的功率管分别为 NPN 管和 PNP 管，而且要求两管参数相等。在要求输出功率较大的情况下，要选用一对互补的且参数相等的大功率管比较困难，一般采用图中所画的复合管作为大功率管。

六、集成放大器电路

路与集成运放相似。但是，由于其安全、高效、大功率和低失真的要求，使得它与集成运放又有很大的不同。电路内部多施加深度负反馈。集成功率放大器广泛应用于收录机、电视机、开关功率电路、伺服放大电路中，输出功率由几百毫瓦到几十瓦。除单片集成功放电路外，还有集成功率驱动器，它与外配的大功率管及少量阻容元件构成大功率放大电路，有的集成电路本身就包含两个功率放大器，称为双声道功放。下面介绍一种比较常用的集成功率放大器 LM386;LM386 是一种低电压通用型音频集成功率放大器，广泛应用于收音机，对讲机和信号发生器中。LM386 有两个信号输入端，2 脚为反向输入端，3 脚为同相输入端;每个输入端的输入阻抗均为 50KS2，而且输入端对地的直流电位接近于零，即使对地短路，输出端直流电平也不会产生大的偏离。第七章、设计总结该设计从最简单的分立元件功放电路入手，详细的介绍了功放电路的整个设计过程以及电路各部分的工作原理和参数的计算，为初学者能够迅速的掌握功放电路的设计方法提供了依据，而后又介绍了具有超重低音多路功放的设计思路，毕业设计结尾提出了功放电路的发展趋势，以及集成功率放大器的优点，它将逐渐代替分立元件功放电路。

参考文献

- [1]张俊谟. 单片机中级教程：原理与应用. 北京：北京航空航天大学出版社，2016. 10(4) :25-47
- [2]赵玉刚，邱东传. 传感器基础[M]. 北京：北京大学出版社，2016:11-23
- [3]潘佑华, 林盛鑫. 基于 51 单片机的多功能垃圾桶设计研究[A]. 2012.
- [4]周向红. MCS-51 系列单片机应用于实践教程[M]. 北京航空航天大学出版社，2015:18-35.
- [5]艾运阶, 黎建华. MCS-51 单片机项目教程[M]. 北京理工大学出版社, 2012, (6) :20-42.
- [6]马全利. 单片机原理及接口技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2014. 1. 22-34.
- [7]吴国经等. 单片机应用技术[M]. 北京:中国电力出版社, 2014. 1. 55-57.
- [8]史敬灼, 步进电动机伺服控制技术[M] . 2017 年 3 月第 2 版: 23-35.
- [9]徐维样, 刘旭敏. 单片微型机原理及应用[M]. 大连理工大学出版社, 2017:32-37.
- [10]朱清慧, 张凤蕊. Proteus 教程——电子线路设计制版与仿真. 清华大学出版社，2018:11-23.
- [11]陈淑芳. 基于 51 单片机的教学实验系统的设计与开发[D]. 中国海洋大学, 2011:12-34.
- [12]韩广兴. 电子元器件与实用电路基础[M]. 北京:电子工业出版社, 2015:21-41
- [13]刘国永, 陈杰平. 单片机控制步进电机系统设计. 安徽:安徽技术师范学院学报, 2018:1-3.

致谢

在毕业设计过程中，老师从选题，构思到最后定稿的各个环节给予细心指引与教导，使我得以最终完成毕业设计。在学习中，老师严谨的治学态度、丰富渊博的知识、敏锐的学术思维、精益求精的工作态度以及诲人不倦的师者风范是我终生学习的楷模，导师们的高深精湛的造诣与严谨求实的治学精神，将永远激励着我。这三年中还得到众多老师和同学的关心支持和帮助。在此，谨向老师们致以衷心的感谢和崇高的敬意！最后，我要向百忙之中抽时间对本文进行审阅、评议的老师表示感谢。还要感谢和我同一设计小组的几位同学，是你们在我平时设计中和我一起探讨问题，并指出我设计上的误区，使我能及时发现问题把设计顺利的进行下去，没有你们的帮助我不可能这样顺利地结稿，在此表示深深的谢意。