



# 中国海洋大学

OCEAN UNIVERSITY OF CHINA

通信电子电路课程项目汇报论文

## 插卡迷你音响的仿真与制作

作者：傅丽琴 程露 刘可欣

指导老师：郑海永

班级：2012 级电子信息科学与技术

项目时间：2014 年 11 月 12 日至 2015 年 1 月 26 日

## 目录

摘要 .....	3
1 引言 .....	4
2 研究内容 .....	4
2.1 总体框图 .....	4
2.2 电路的分析与仿真 .....	5
2.2.1 高频小信号调谐放大电路 .....	5
2.2.2 混频电路 .....	9
2.2.3 前面部分电路连接 .....	12
2.2.4 检波电路 .....	14
2.2.5 功放电路 .....	17
2.2.6 后面部分电路连接 .....	19
2.3 实物制作 .....	20
2.3.1 实物制作思路 .....	20
2.3.2 实物制作过程 .....	24
2.3.3 实物调过程试 .....	26
3 项目心得 .....	27
4 作者贡献 .....	28
致谢 .....	29
参考文献 .....	29
附录 .....	30

# 插卡迷你音响的制作与仿真

作者信息：

傅丽琴

程 露

刘可欣

中国海洋大学

中国海洋大学

中国海洋大学

[flq1211@outlook.com](mailto:flq1211@outlook.com)

[870595590@qq.com](mailto:870595590@qq.com)

[nicolenike@126.com](mailto:nicolenike@126.com)

## 摘要

随着科技的发展,插卡迷你音响整合了普通音响和收音机的功能。在本次项目中,以插卡迷你音响的收音机功能为主体,借以超外差式接收系统来对音响的该功能的实现原理进行了解与仿真。

超外差式接收系统主要由五部分组成,先通过高频小信号调谐放大电路选择初始信号,再由混频电路将高频载波转换成中频载波。为提高电路性能,通过中频放大电路放大增益后,由检波电路将信号转换为初始的源信息。最后经过功率放大器推动扬声器输出信号。这五个部分的组合作用实现了对信号的接收、检波、放大和输出的过程。

关键字：插卡音响，超外差，混频

## 1 引言

现实中的音响若想追求品质，例如家庭影院，需要庞大的设备，并且只能在特定的空间地点享受，不可以随身携带。而可以随身携带的耳机，在长时间使用时则会使耳朵产生疼痛和伤害，甚至影响听力，因此小型音箱顺应趋势，有一定的市场竞争力。目前市场上已有的小型音响结构相对简单，其主要工作原理是连接 TF 卡，读取 TF 卡里的音频文件，通过小型喇叭外放音频文件。同时，还能接收广播电台的信号，集收音机的功能于一体。

基于以上插卡迷你音响的功能，本项目使用美国国家仪器（NI）有限公司推出的以 Windows 为基础的仿真工具 Multisim 对其功能实现进行仿真，同时，设计制作插卡迷你音响，锻炼综合应用能力。

## 2 研究内容

### 2.1 总体框图

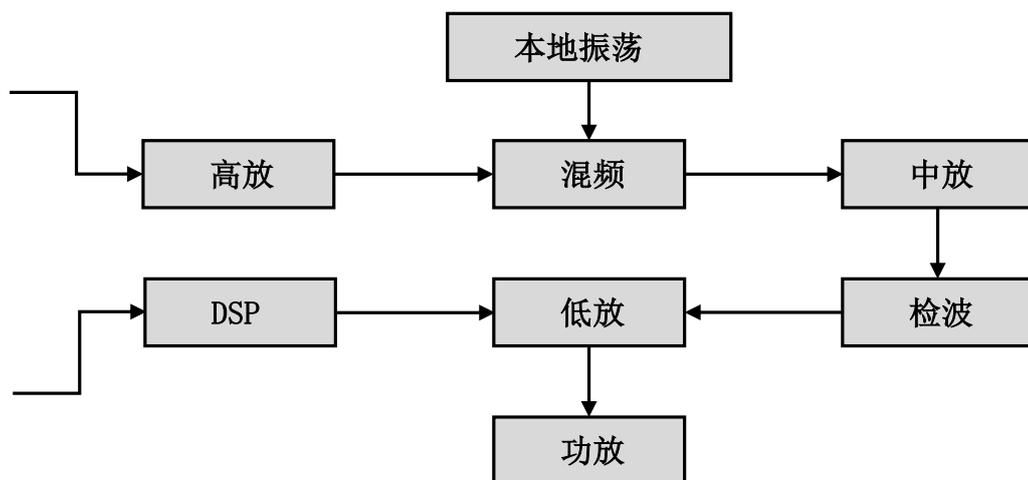


图 1 总体框图

## 2.2 电路的分析与仿真

### 2.2.1 高频小信号调谐放大电路

#### 1、基本要求

高频小信号调谐放大器的作用是放大微弱的有用信号并滤除无用的干扰和噪声信号。因此要求其：

- (1) 增益要高，即放大倍数要大。
- (2) 频率选择性要好，即选择所需信号和抑制无用信号的能力要强。

#### 2、仿真电路图

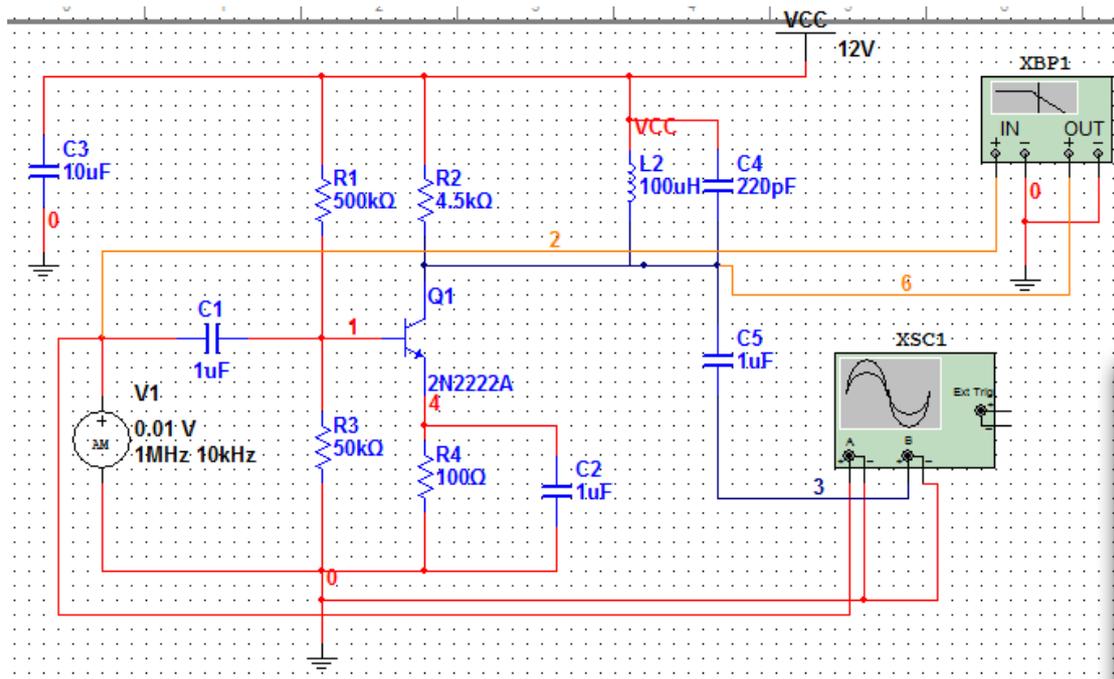


图 2 高频小信号调谐放大电路的仿真电路图

#### 3、仿真结果

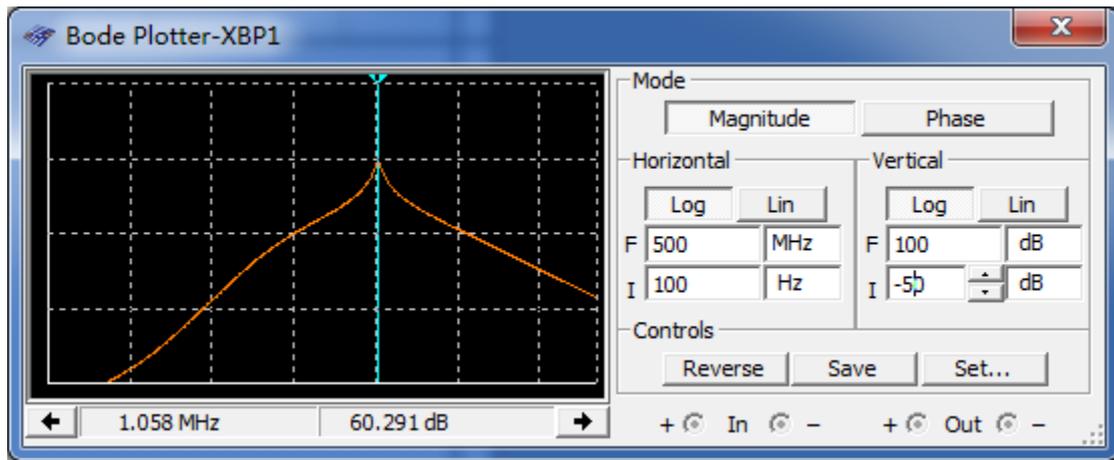


图 3 对数增益仿真结果



图 4 波形仿真结果

#### 4、问题分析与解决

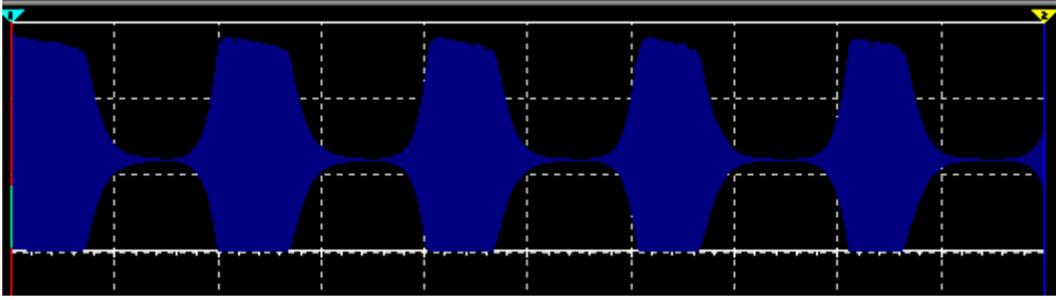


图 5 失真波形

在调节电路时由于参数设置以及输入信号幅值的设定，导致波形输出失真，在修改了元件参数后，得到理想波形。

为了试探集成放大电路对电路的放大作用，进行了如下仿真：

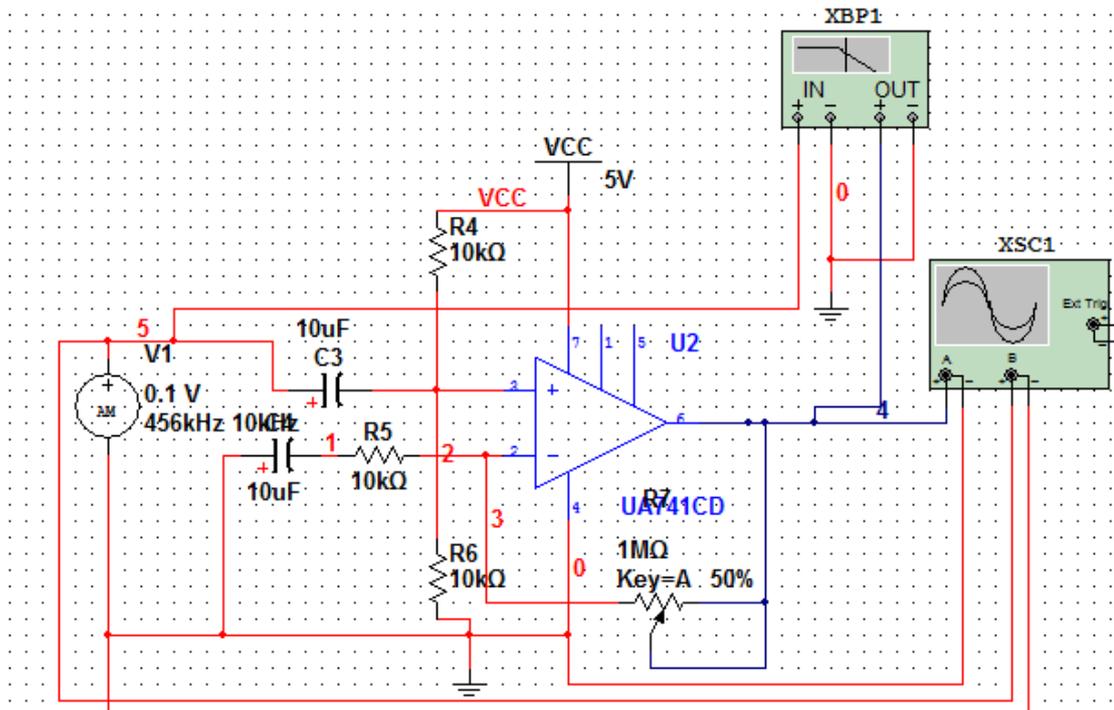


图 6 集成放大电路的仿真电路

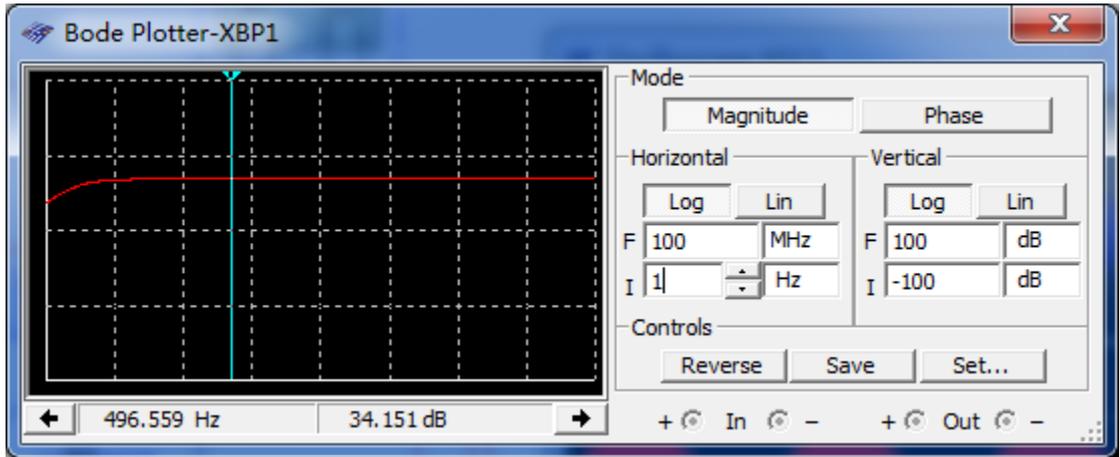


图 7 对数增益仿真结果

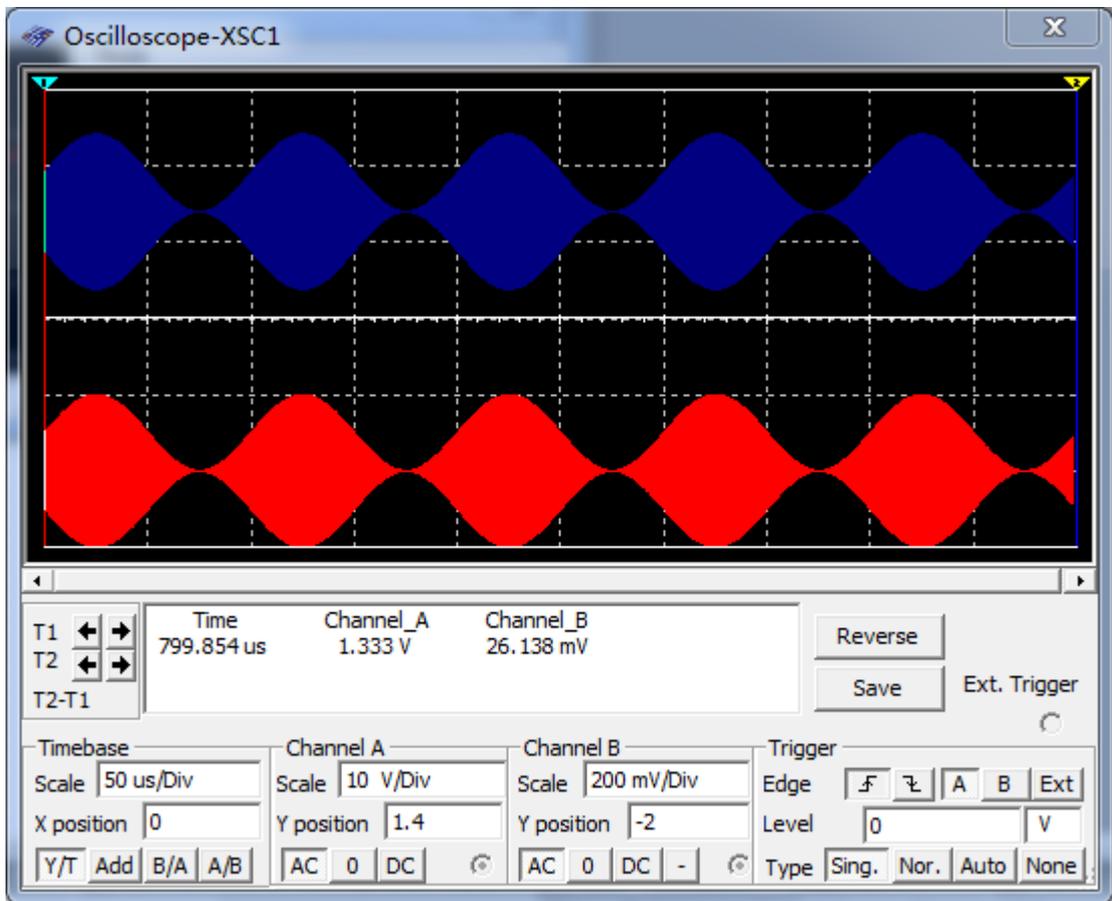


图 8 波形仿真结果

集成放大电路的波形失真少，但其增益小，并且只与管子参数有关，无法调整。

## 2.2.2 混频电路

### 1、原理分析

混频电路混频过程是将频谱线性搬移的过程,完成此功能关键是通过非线性元件或者乘法器获得两个信号的乘积,完成所需的线性搬移功能。混频电路的作用是将已调的高频信号变成固定的中频信号,使得在解调过程中,能够对中频进行较高增益的放大,使其在检波前可以得到足够的放大,从而提高接收机的灵敏度。

### 2、仿真电路图

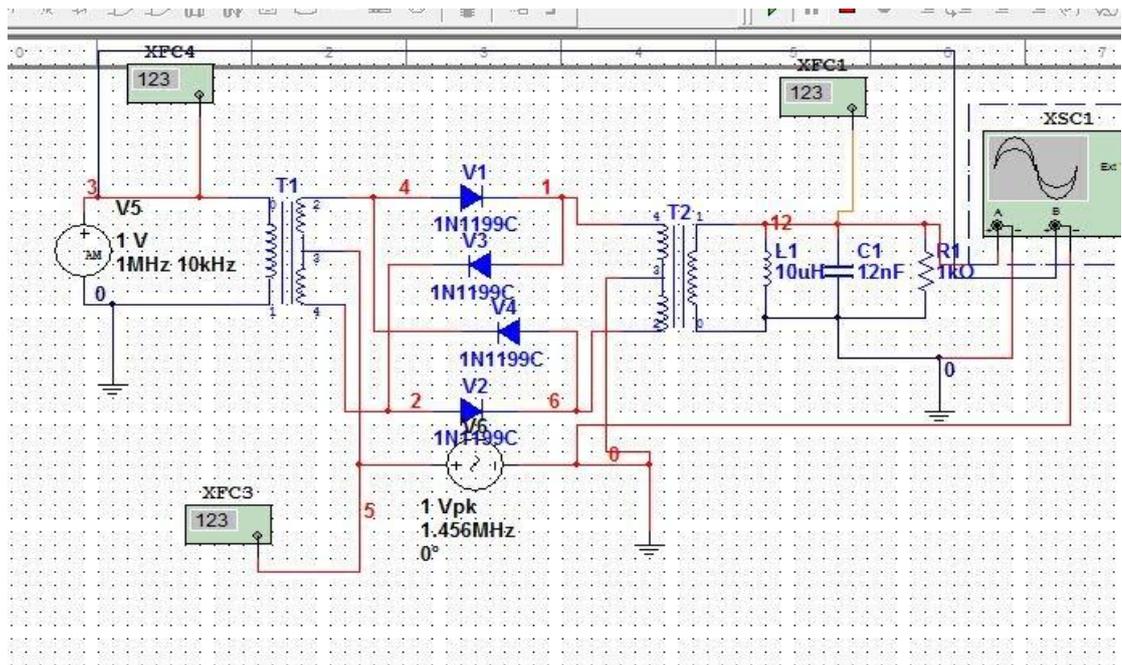


图 9 混频电路的仿真电路图

### 3、仿真结果

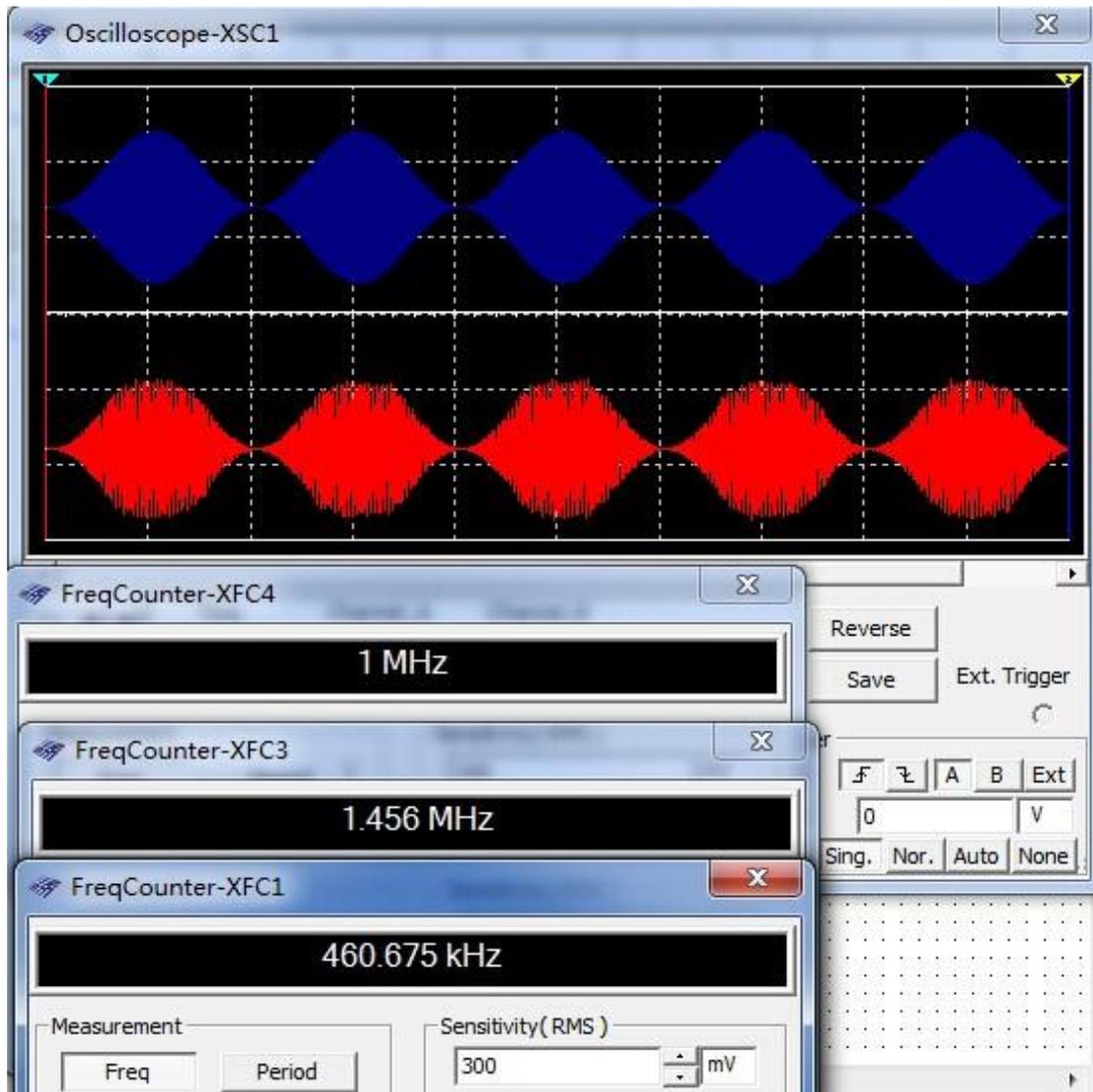


图 10 波形及频率仿真结果

#### 4、问题分析与解决

一开始选择三极管变频电路进行混频，仿真电路图如下：

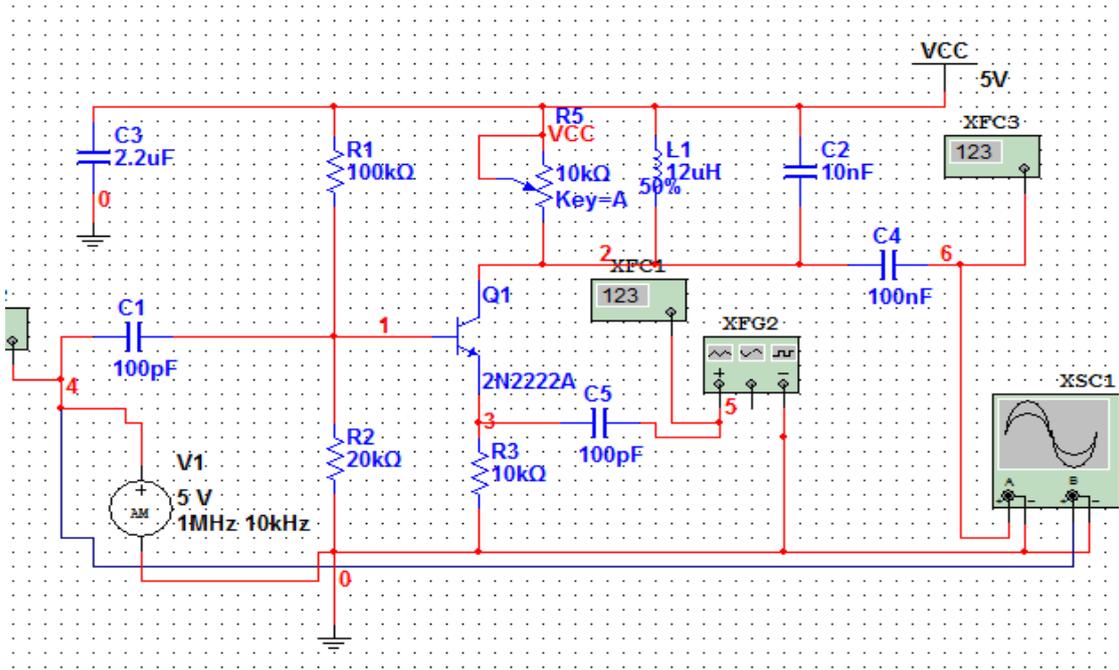


图 11 三极管变频电路的仿真电路图

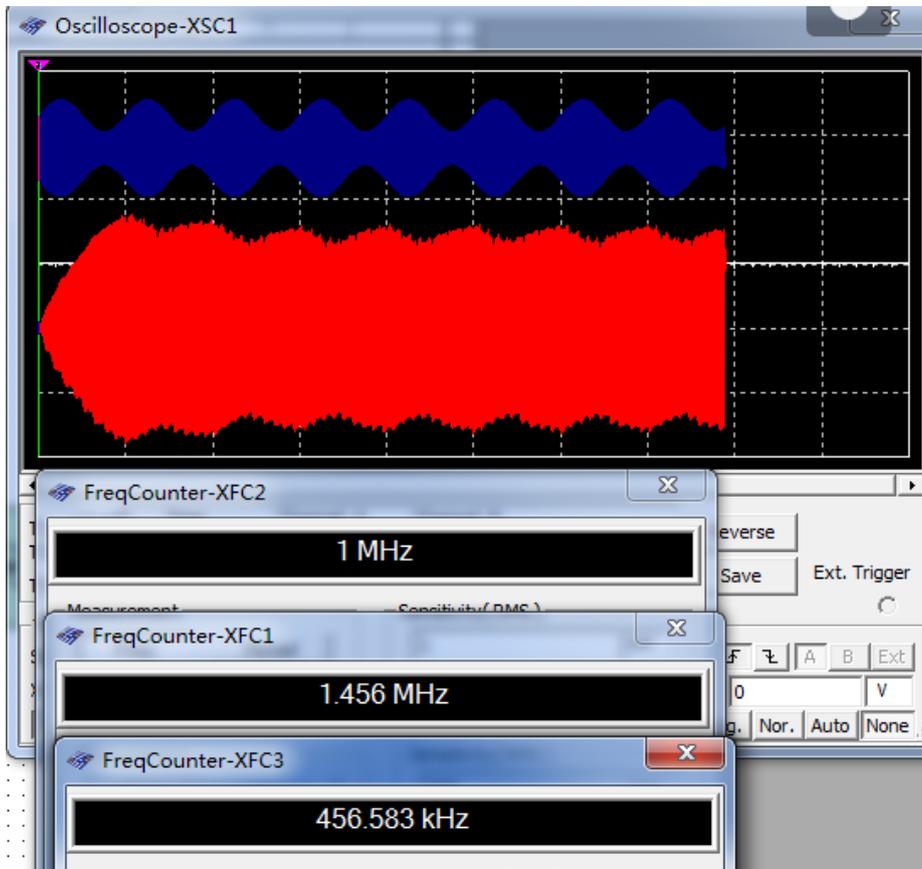


图 12 仿真结果

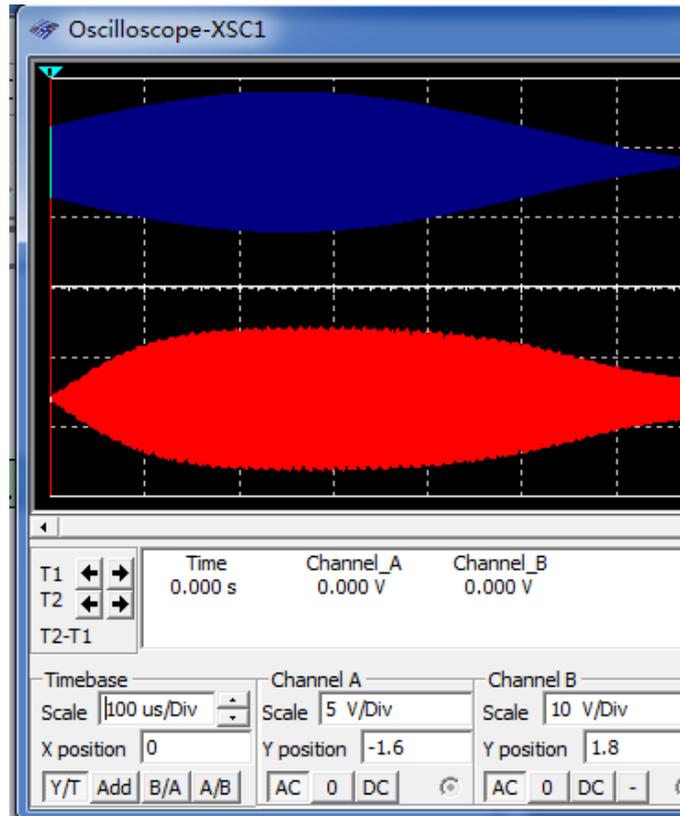


图 13 调整参数后的波形

调整参数后，波形仍旧失真，因此放弃三极管变频电路实现混频的想法，改为环形二极管混频电路，得到理想波形。

但在将前面部分电路进行连接时，出现了接入本振回路就出错的问题。在查阅资料以及咨询同学之后，仍旧无法将本振回路接入混频电路中，因此在整体电路调试时，采用交流电源代替本振回路来进行仿真。

### 2.2.3 前面部分电路连接

#### 1、仿真电路图

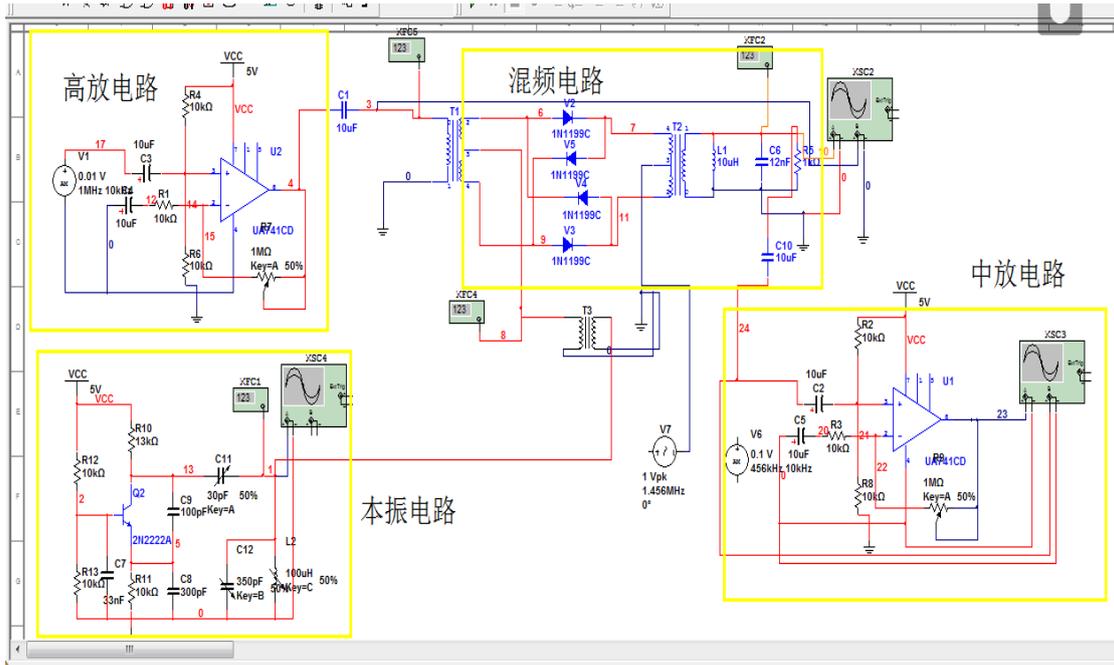


图 14 前面部分连接电路

## 2、仿真结果

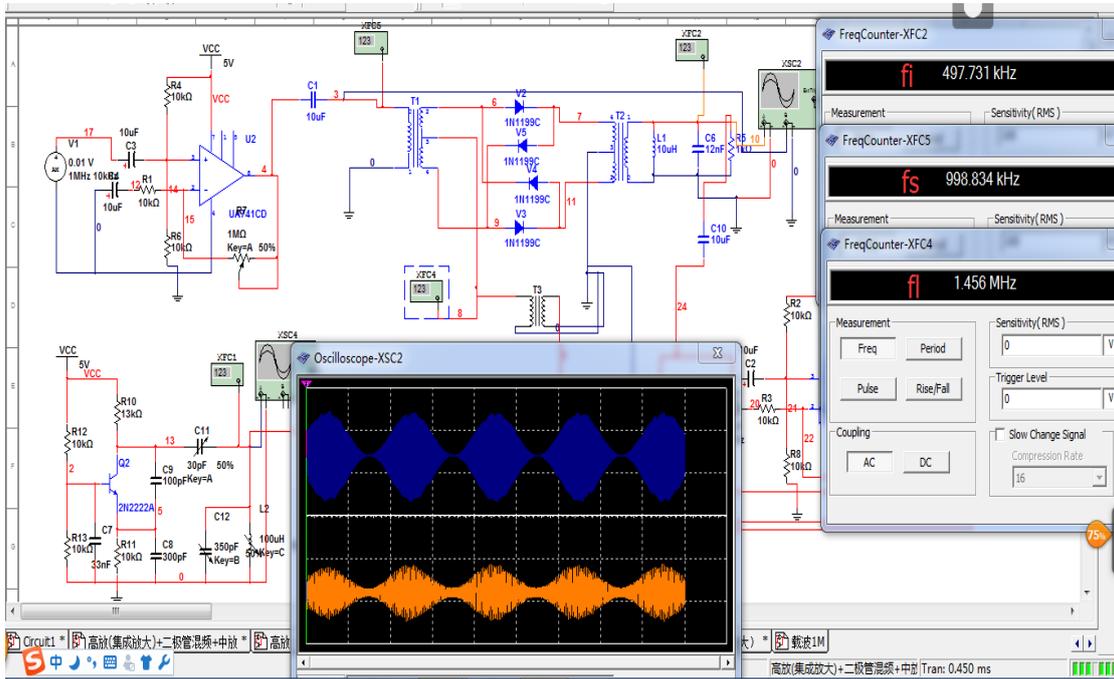


图 15 仿真结果

## 2.2.4 检波电路

### 1、原理分析

检波电路的作用是对中频载波信号进行检波,检波后的残余中频及高次谐波再通过滤波电路滤除干扰信号,得到调制信号。

### 2、仿真电路图

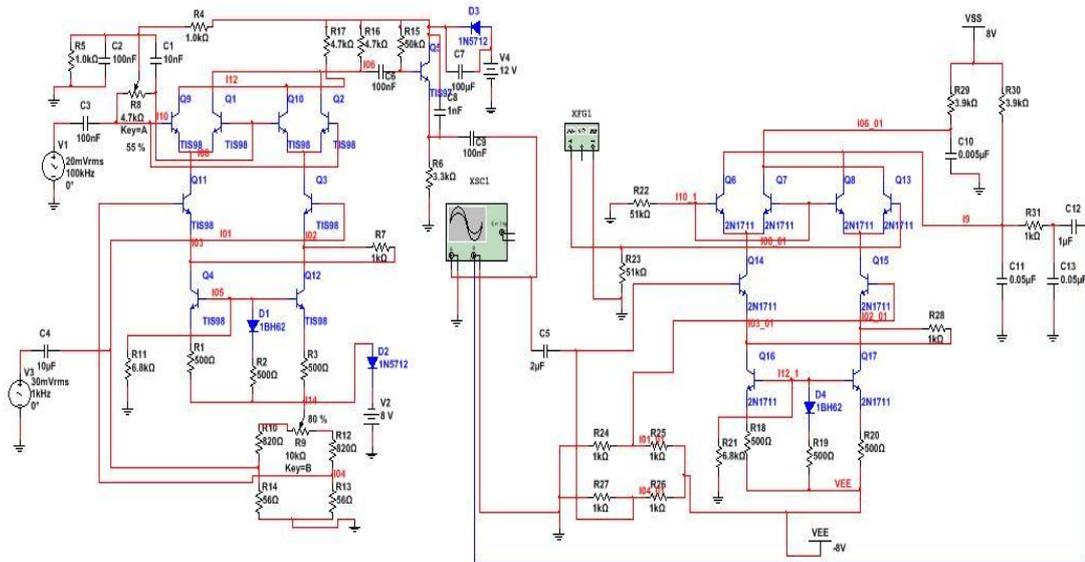


图 16 检波电路的仿真电路图

### 3、仿真结果

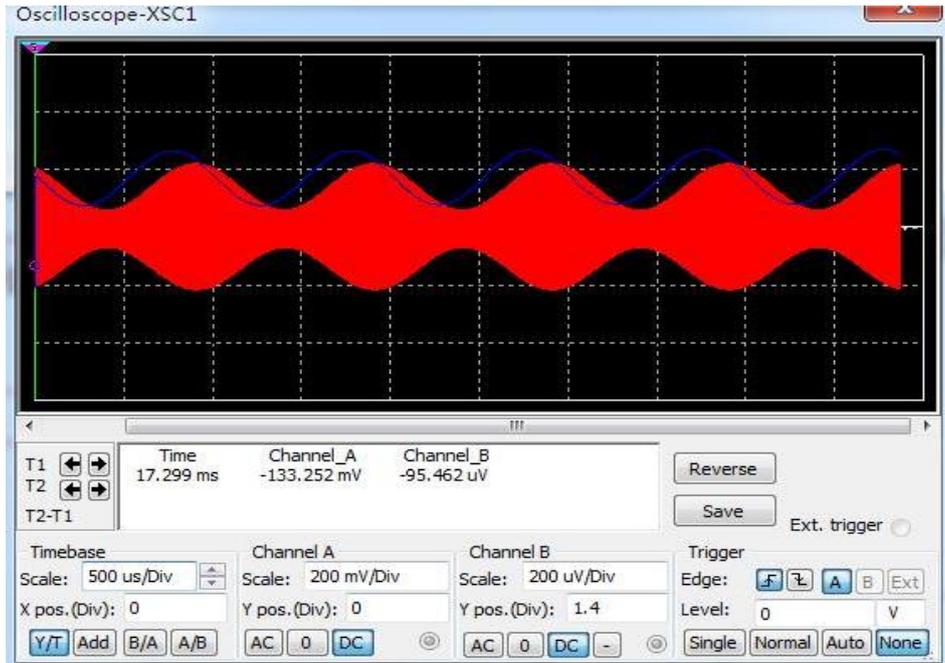


图 17 波形仿真结果

#### 4、问题分析与解决

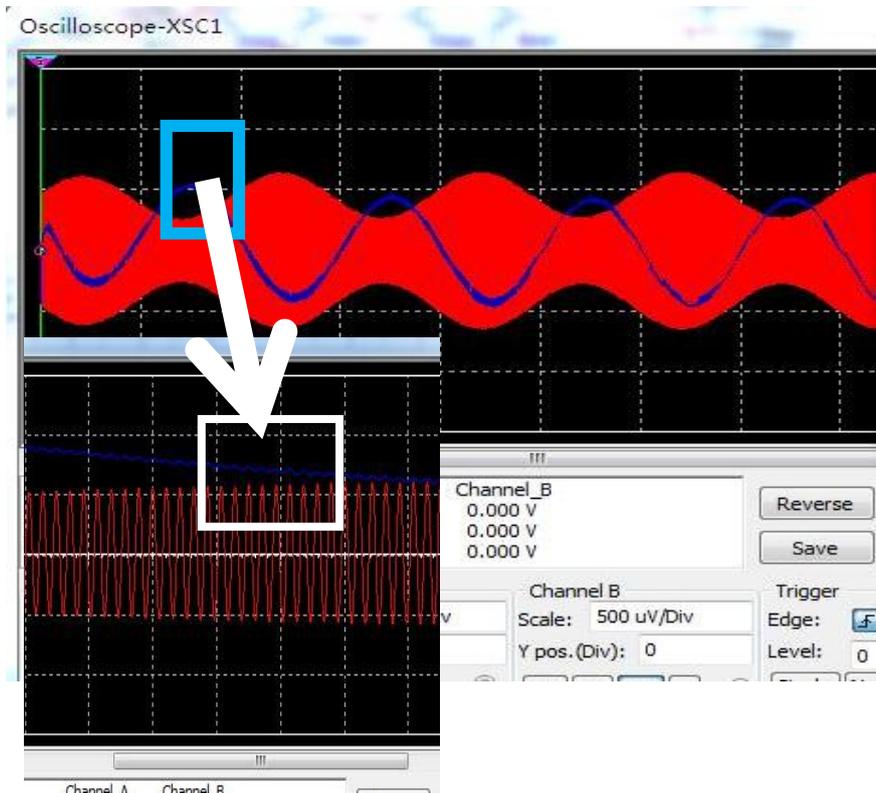
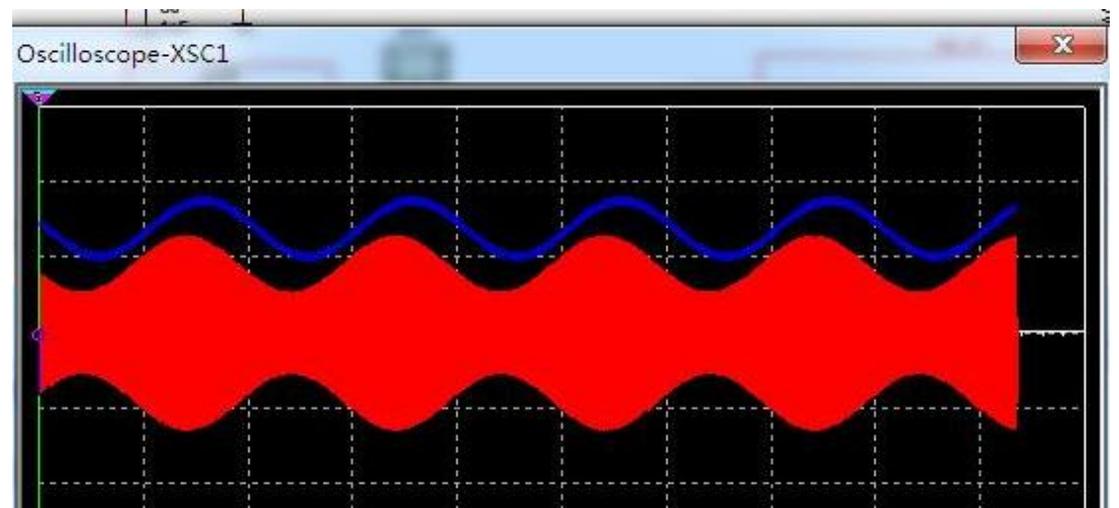
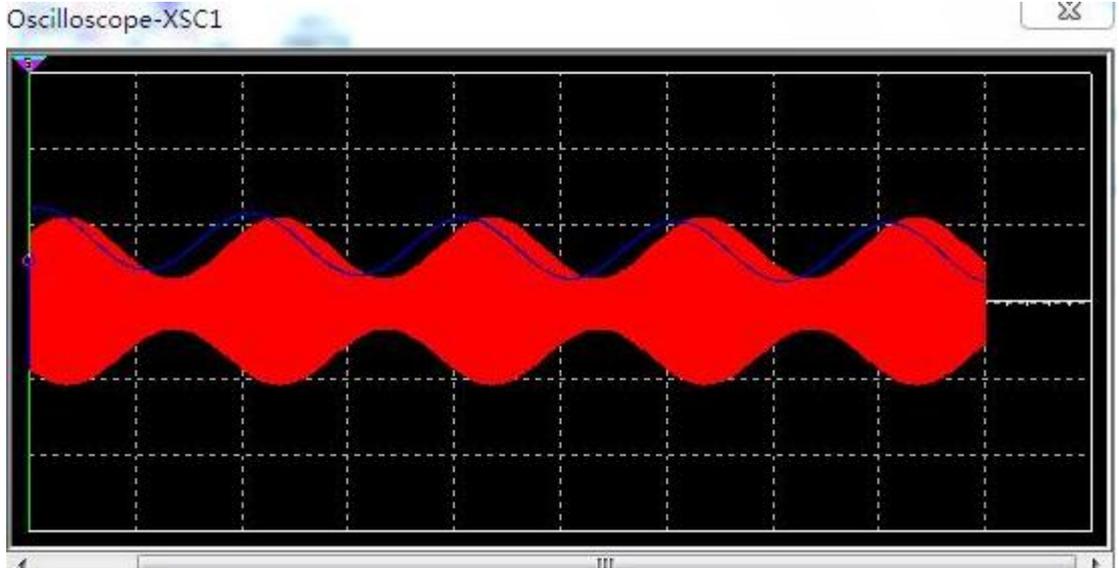
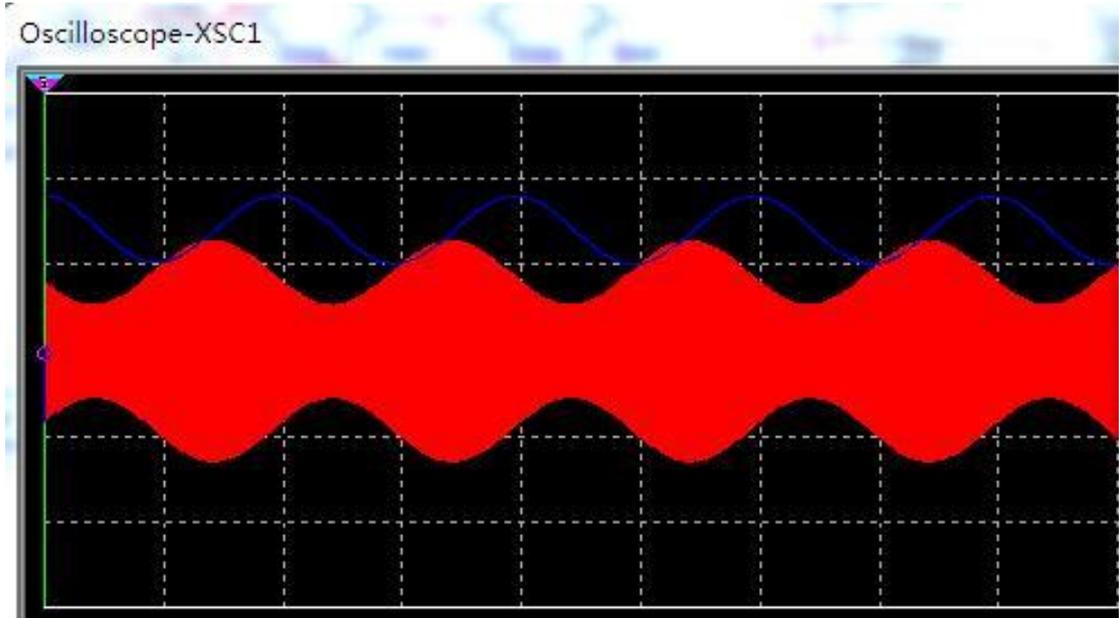


图 18 失真波形



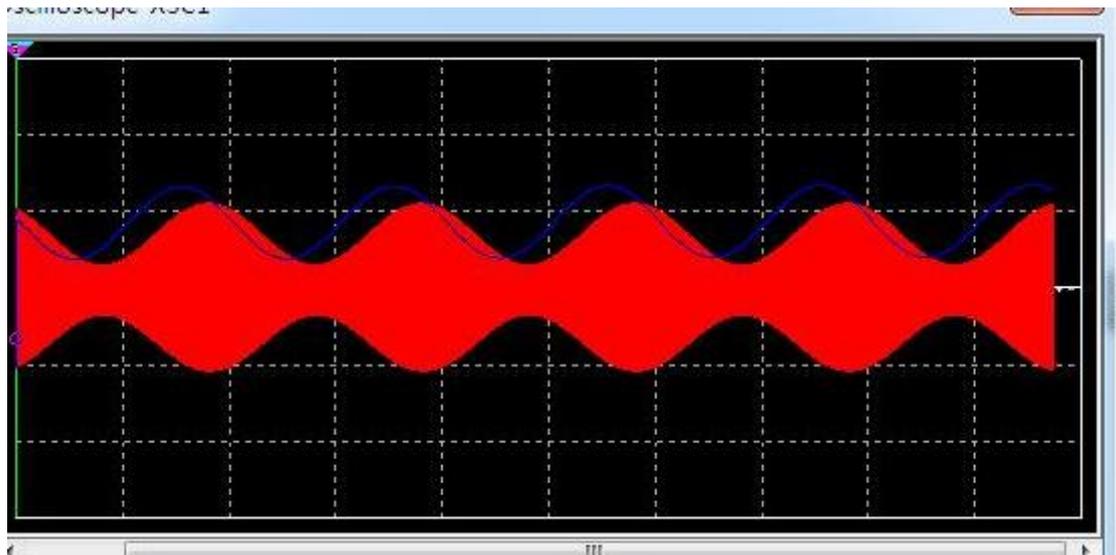


图 19 调参后波形

最初仿真时发现，输出解调后的波形不是标准的正弦波，之后调整了输入信号和部分阻容参数，得到较为理想的输出波形。

## 2.2.5 功放电路

### 1、基本要求

功放电路的作用是放大解调信号，输出至扬声器。因此要求其：

- (1) 具有足够大的输出功率。
- (2) 效率要高。
- (3) 非线性失真要小。

### 2、仿真电路图

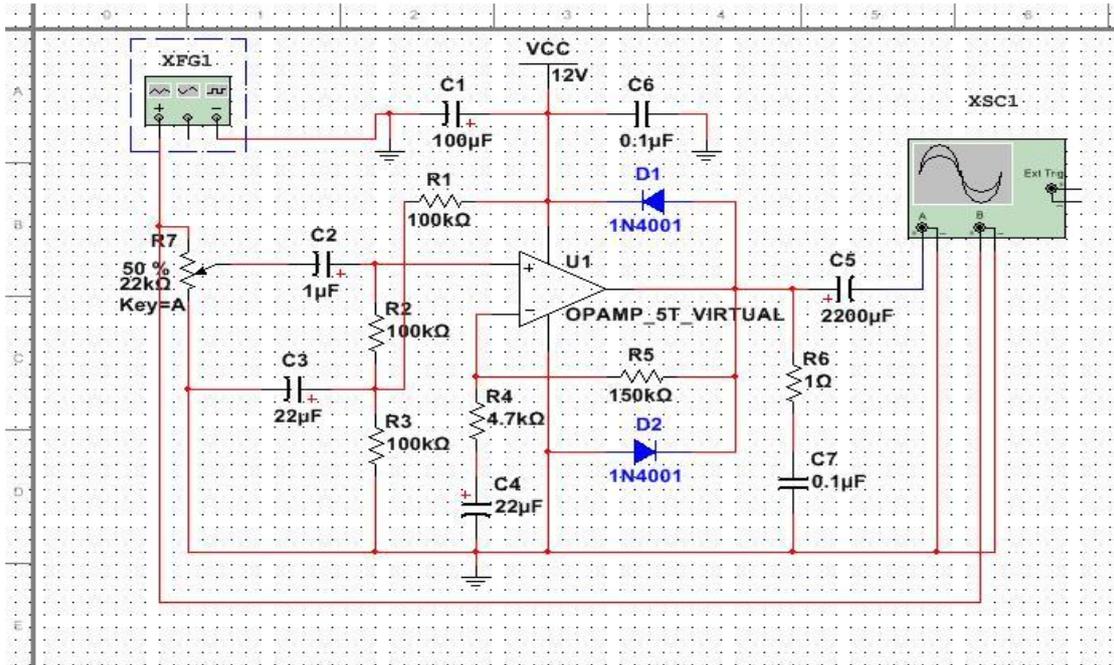


图 20 功放电路的仿真电路图

### 3、仿真结果

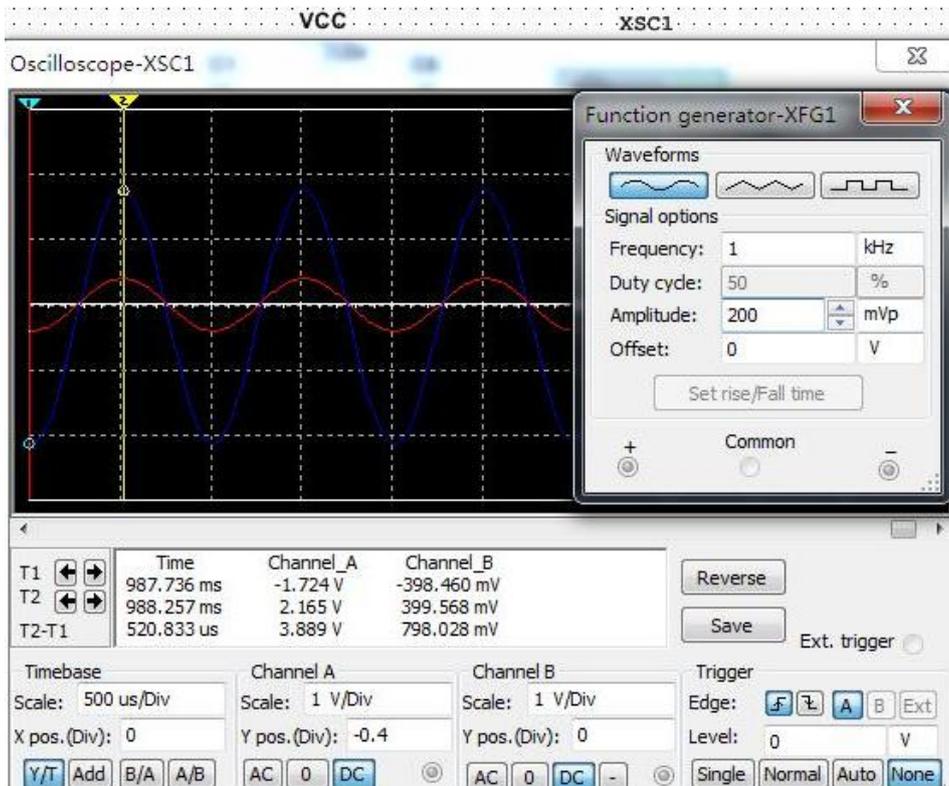


图 21 波形仿真结果

## 2.2.6 后面部分电路连接

### 1、仿真电路图

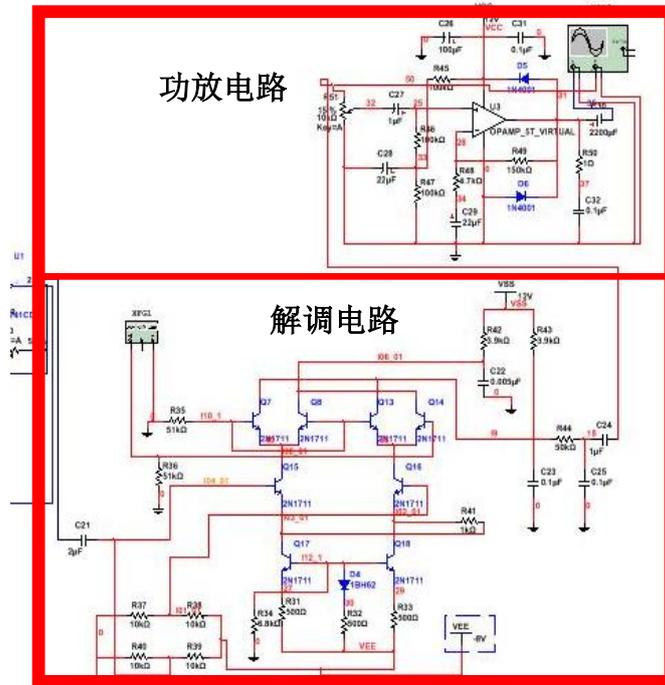


图 22 后面部分电路的仿真电路图

### 2、仿真结果



图 23 波形仿真结果

## 2.3 实物制作

### 2.3.1 实物制作思路

将电路原理图与 PCB 版图相对应，并由 PCB 版图输出插卡音响核心器件贴片图。

#### 1、电路原理图

如下图 22 所示为整个插卡音响的电路原理图，分为开、关机电路，背光电路，FM 电路，DSP 电路，功放电路，TF 卡槽连接电路，液晶显示 LCD 电路。其中与仿真相对应的核心电路部分有功放电路（如图 23）和 FM 电路（如图 24）。

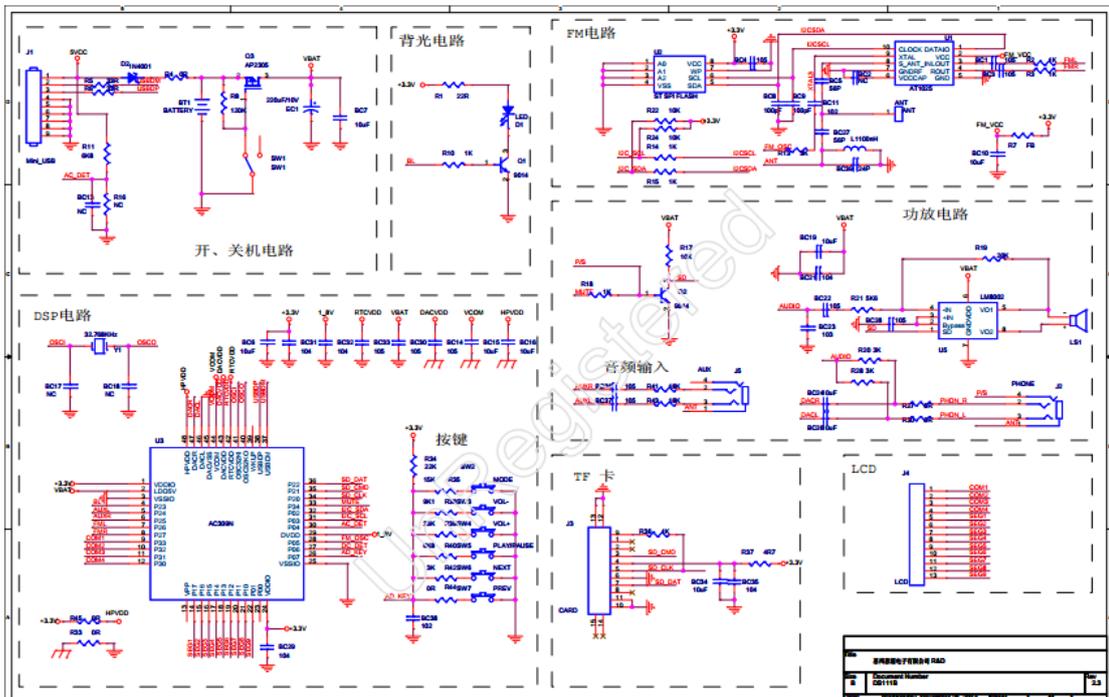


图 22 电路原理图

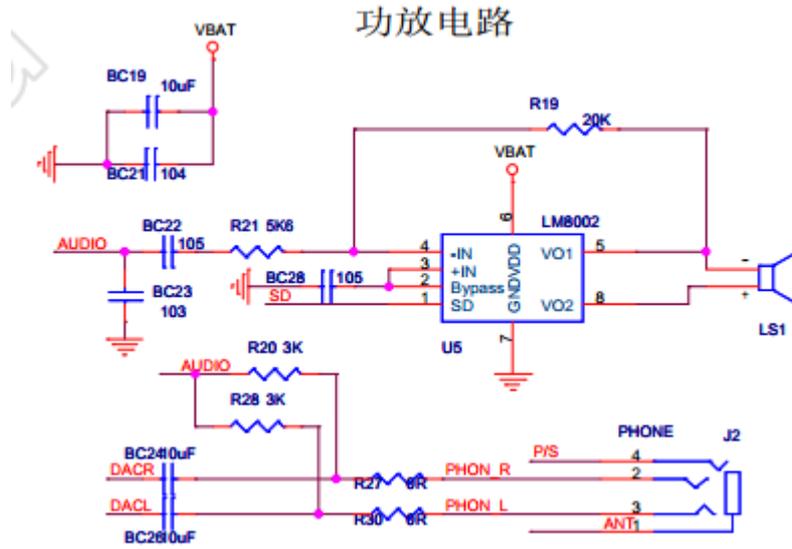


图 23 功放电路

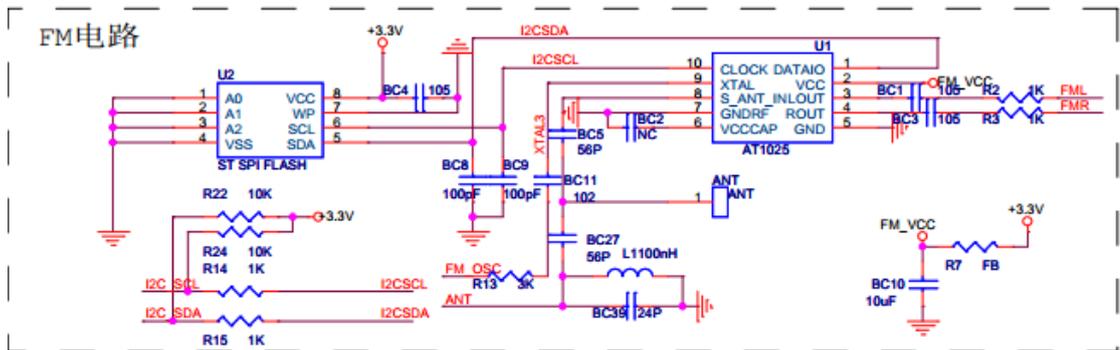


图 24 FM 电路

## 2、PCB 版图

插卡音响开发包里含有一个 PCB 文件，为整个插卡音响的开发原理。经查阅资料，PCB 文件可由 Cam350、Protel、Pads Layout 等软件打开。经各种难度系数和项目所牵涉的输出功能考虑，最后选择了 Pads Layout 打开。图 25 为 Pads 打开的插卡音响 PCB 开发包。

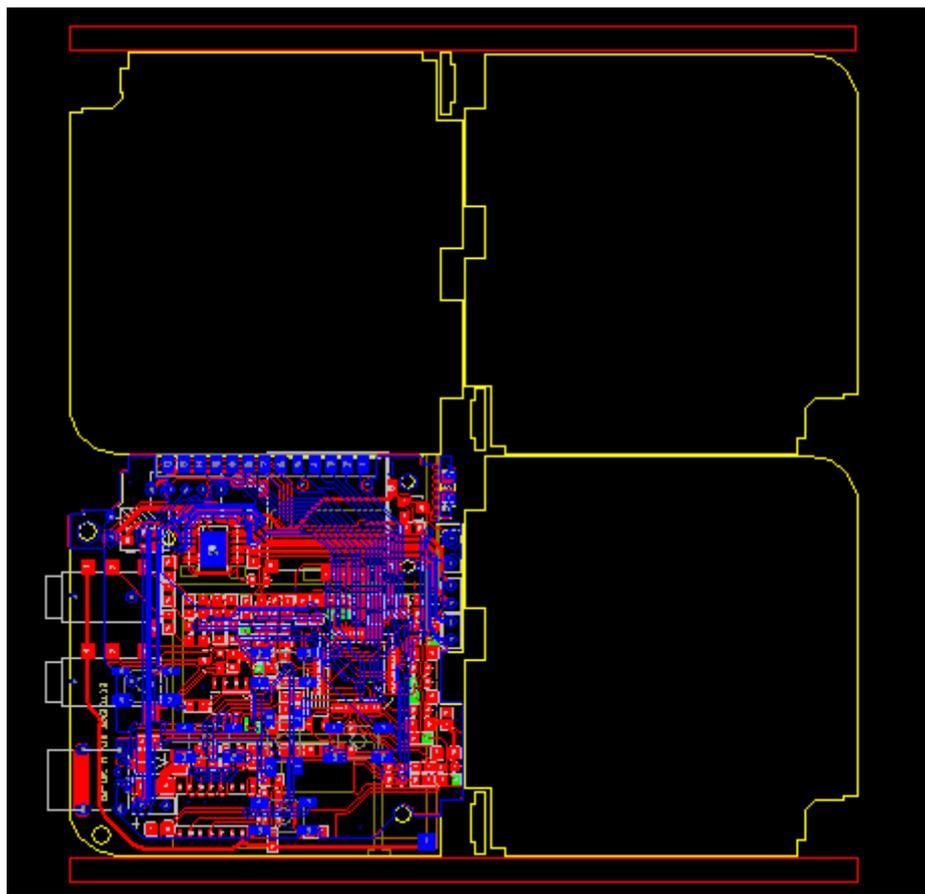


图 25 插卡音响开发原理

PCB 文件由不同器件层组成，各层之间相互连接组成完整电路，与电路原理图相对应。

### 3、元件贴片图

输出 PCB 文件中的丝印层，得出插卡音响核心器件 PCB 板的贴片图（见图 26A 和图 26B）。可根据贴片图与 PCB 板相对应，焊接相应器件。

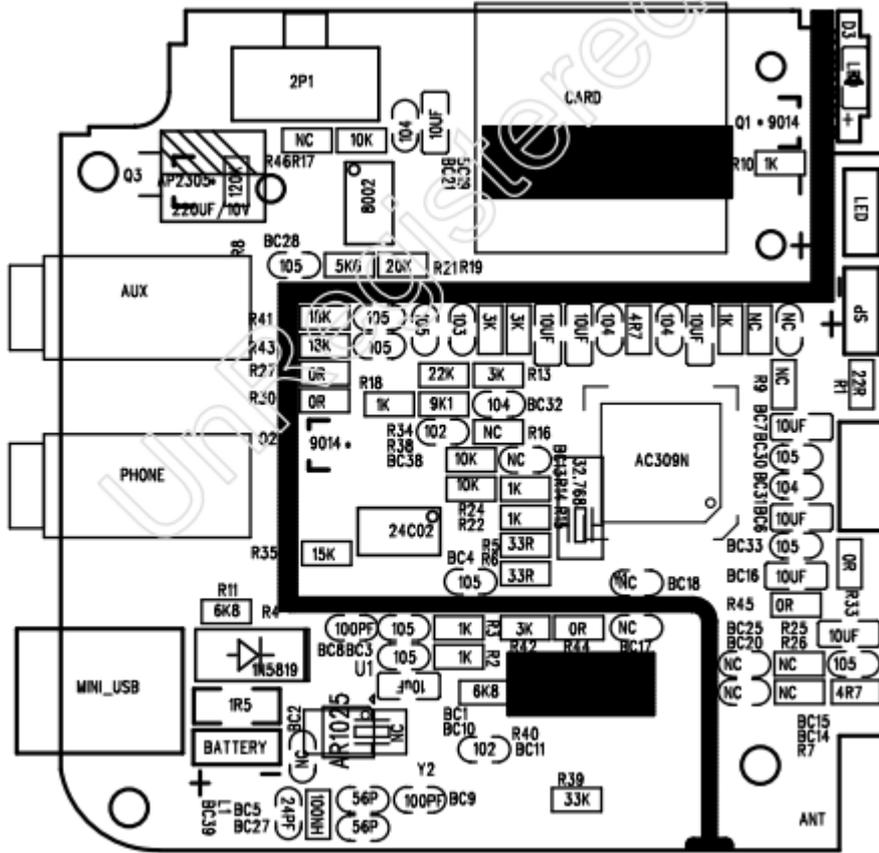


图 26A 元件贴片图

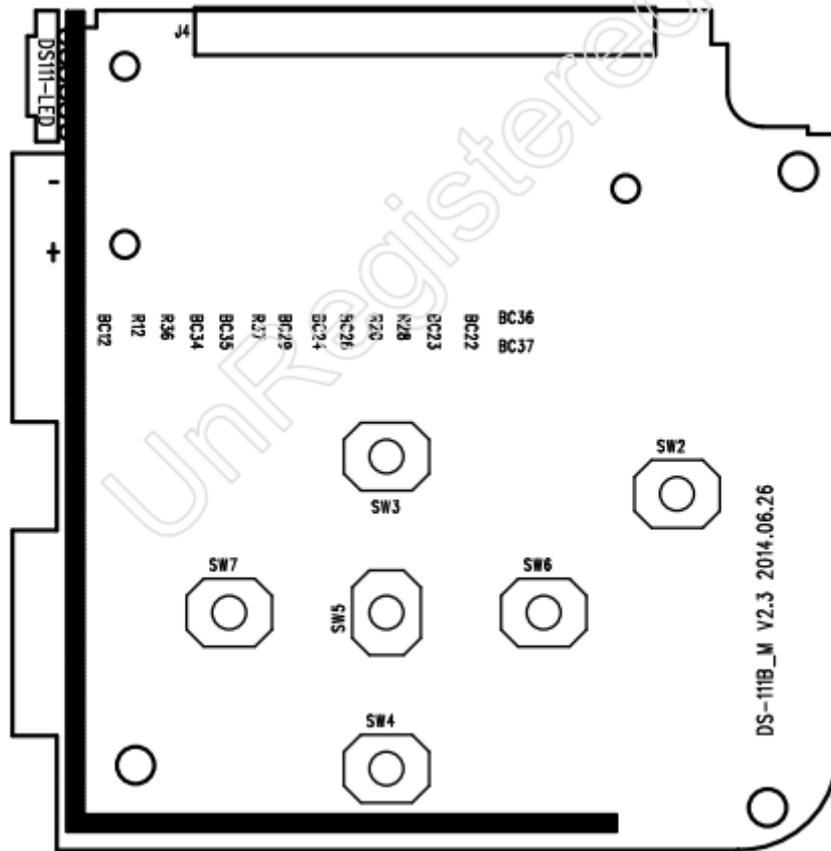


图 26B 元件贴片图 B

### 2.3.2 实物制作过程

1、图 27 为元件贴片图对应的 PCB 板，制作第一步是先根据元件贴片图先焊接好 PCB 板上对应器件。

主要遇到的困难是 AC309N 等小管脚器件的焊接，因为之前并没有接触过相应的精细器件焊接训练，所以焊接过程是一个技术的空白的尝试。就 AC309N 就在 3 块 PCB 板上尝试过才最终焊接成功。如图 28。

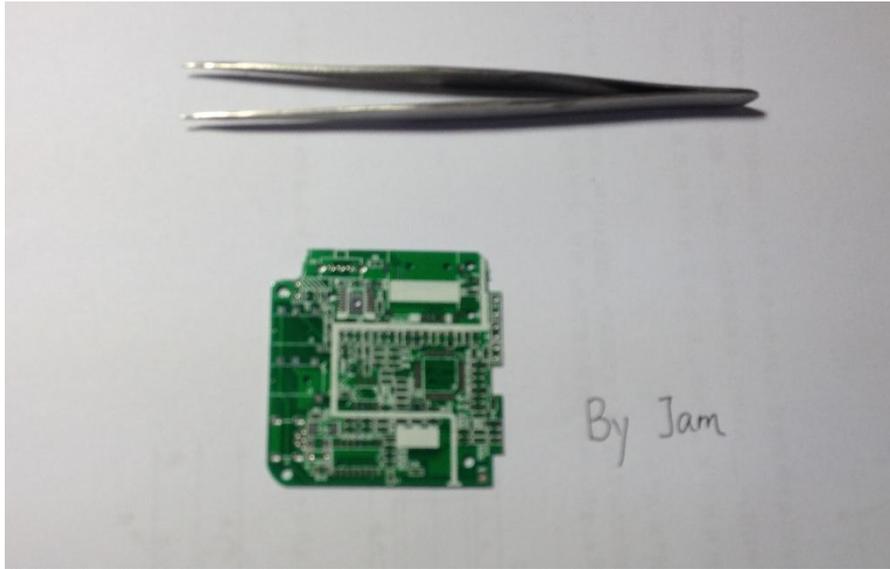


图 27 PCB 板

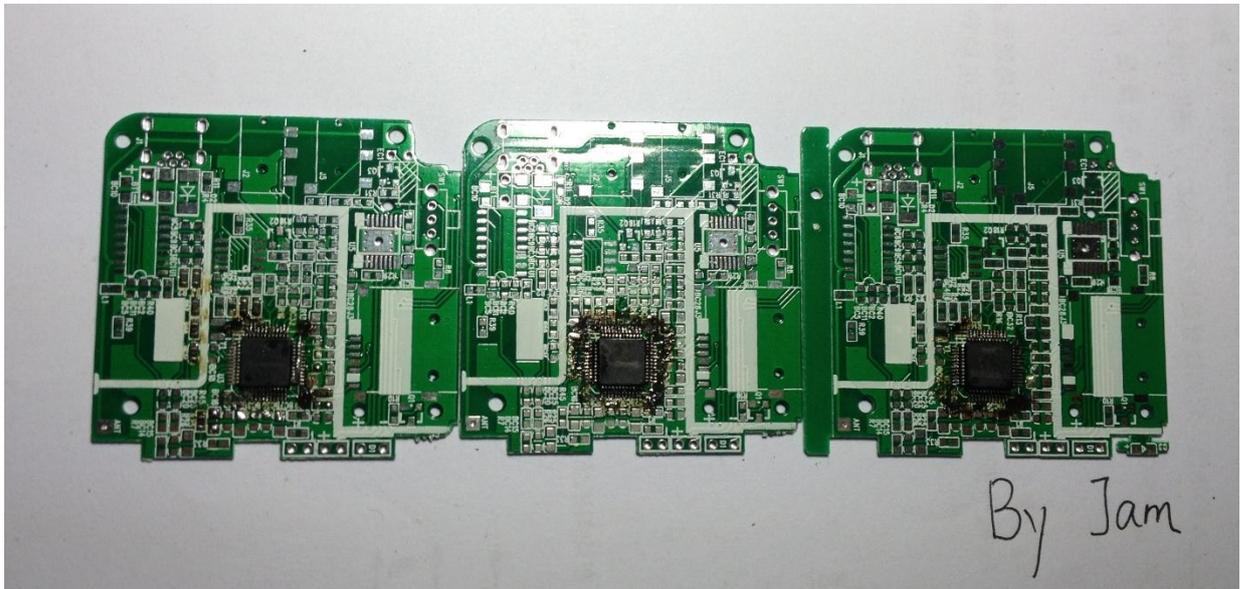


图 28 AC309N 贴片的失败制作

2、PCB 板贴片完成后便连接板子上的外围设备，如电源，音响，LCD 液晶显示屏，喇叭，天线等。如图 29 所示。



试解决方法就是先仔细观察电路板子,注意每个器件管脚查看是否有焊糊的问题,并根据电路液晶显示正常,先排除了电源模块电路的问题。接着用镊子,轻触各个应该导通的管脚,检查是否因为某个管脚不通而导致的无声问题。最后发现问题出现在 SC4863 芯片,这是一块音频功放 IC,用镊子连接它的 11 和 12 管脚即可正常发声。于是采用焊锡将两个管脚焊在一起,通过外部连接使之导通。

2、对于机子的收音功能,当我们将机子模式调整到 FM 收音模块,机子可以正常显示频率,但是按调节频率按键时,机子频率只有 80MHz、88MHz 和 90MHz 三个频率,且三个频率对应频道均发出噪声。

显然问题出现在 FM 电路模块,在仔细对照贴片图和 PCB 板子上器件空格,确保电路没有焊接错误之后。剩下的问题可能源头有以下几个方面,首先是 PCB 板内部铜线在焊接过程中可能由于反复操作的缘故,铜线已经遭到损坏,FM 电路没有真正导通;其次焊接过程中部分器件遭到损坏,例如晶振损坏,无法产生本地振荡等。

由于时间有限和 FM 电路模块组成过于繁杂,问题源头可能性过多,所以最终没能完成问题排查和实现收音的功能。

### 3 项目心得

(1) 通过对各个模块的仿真,熟悉了 Multisim 软件的应用,并对书本知识进行的实践,深入了解了在通信中电路的应用。

(2) 增强了思考能力,团队协作能力和解决问题的能力。电路仿真时,需要耐心和细心,不断分析电路,对元件参数进行修改。

(3) 遇到问题要善于利用资源。学会如何查找有效资料,而少做无用功。

(4) 对于硬件类的实物制作，在器件焊接和组装上需要通过不断的经验积累来加强；在测试机子上需对电路原理清晰。

(5) 理论分析，电路仿真和实物制作与调试三者结合，更有利于对知识的把握，同时，积累的经验。

#### 4 作者贡献

在前期准备中，本小组成员傅丽琴同学负责对电路模块进行分析，程露同学对电路仿真进行分工，刘可欣同学对实物的进行研究与资料查找。

在电路仿真中，傅丽琴同学完成了高频小信号放大电路、本振电路、混频电路的仿真与研究，并最终总结项目成果，完成项目报告。程露同学完成了检波电路、功率放大电路的仿真与研究。

在实物制作中，刘可欣同学完成了对实物电路图的研究以及实物焊接与制作，并进行调试。

作者贡献值：傅丽琴 1/3，程露 1/3，刘可欣 1/3。

## 致谢

首先,感谢郑海永老师给了这次机会,在有限的时间内,完成一个小项目,大大提高了本组成员的学习效率与效果,也帮助了解课本知识。其次,感谢 piazza 平台上同学们的解答。最后感谢惠浦电子厂对插卡音响开发资料的共享。

## 参考文献

- 【1】谢自美. 电子线路设计. 实验. 测试[M]. 西安: 华中科技大学出版社, 1996,56-60 .
- 【2】彭介华. 电子技术课程设计指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1997:22 .
- 【3】于洪珍. 通信电子电路[M]. 北京: 清华大学出版社.
- 【4】通信电路设计变容二极管调频电路设计, 南华大学.
- 【5】插卡音响完整开发包. <http://www.china-huipu.com/?c=0>. 惠浦电子厂研发部门.

附录

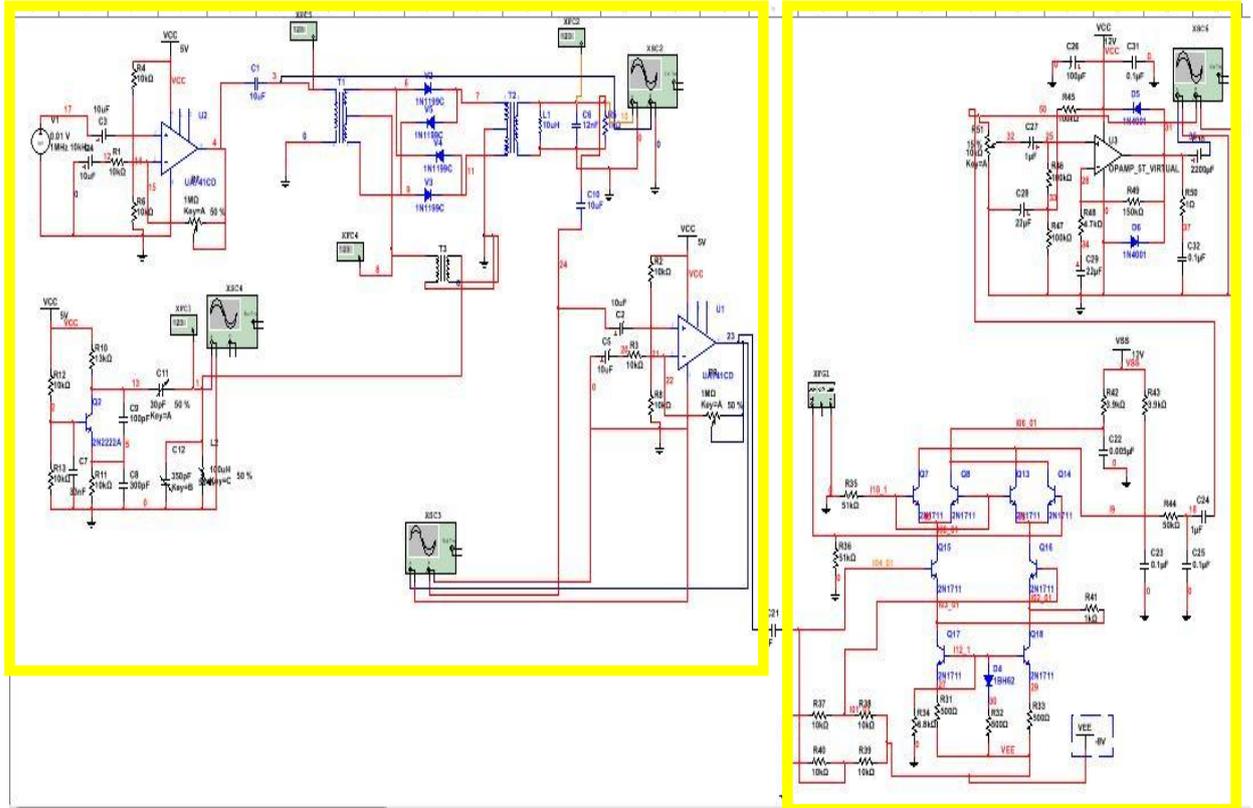


图 24 全模块整合电路