



超外差式晶体管收音机安装实训

本项目介绍晶体管收音机的基本原理,收音机的电路图识读,收音机的装配工艺,收音机常见故障的分析与排除方法,收音机的静态调试及动态调试。

通过收音机的装配与调试,可以使学生掌握整机电路图的识读,常见元器件的判别,收音机常见故障的分析与排除;掌握高频信号发生器、示波器、毫伏表等仪器的使用方法;培养学生独立分析问题、解决问题的能力,使学生的实践能力、理论知识的理解能力及动手能力有进一步的提高。

任务 3.1 认识收音机



任务目标

1. 了解收音机的分类。
2. 了解无线电波的发射和接收原理。



任务过程

1. 收音机的分类

收音机是一种普及率很高的典型电子整机设备,其任务是将电台以电磁波形式发射的广播信号接收下来,经过放大和处理后还原声音。随着电子技术和声音广播技术的发展,作为接收无线电广播的收音机不断更新换代。收音机的分类方法如表 3-1 所示。

表 3-1 收音机的分类

分类方式	类 型
按结构和使用器件的不同	电子管收音机、晶体管收音机、集成电路收音机和晶体管、集成电路混合式收音机
按接收原理和放大方式不同	直接放大式收音机、超外差式收音机
按接收的广播制式不同	调幅收音机(AM)、调频收音机(FM)、调频/调幅(FM/AM)收音机

续表

分类方式	类型
按接收的波段不同	短波收音机、中波收音机、中短波收音机、中波超短波收音机、长中短波收音机、全波段收音
按外形和体积不同	微型收音机、袖珍式收音机、便携式收音机、台式(或落地式)收音机
按使用电源不同	交流收音机、直流收音机、交直流两用收音机
按规格和档次不同	特级、一级、二级、三级、四级收音机
按用途和功能不同	普通收音机、收扩两用机、收录两用机、汽车收音机
按声源不同	单声道收音机、立体声收音机

2. 无线电波的调制、发射和接收

无线电技术中使用的电磁波叫做无线电波。无线电波用于通信一般有调制、发射和接收三个过程。

(1) 调制

发射无线电波的目的是传递某种信号,使无线电波随着各种信号而改变,这个过程称为调制。由于声音信号的频率很低,一般在 20Hz~20kHz 之间,俗称音频。用这一频率直接发射,则发射距离很短,无线电信号覆盖面积很小。

采用如图 3-1 所示的调制电路将音频加载到高频电磁波上进行发射,其发射距离大幅度增加,覆盖面积也有很大提高。

调制就是将低频信号加载到高频信号上的过程。按加载的方式不同,分为两种调制方式:调幅和调频。

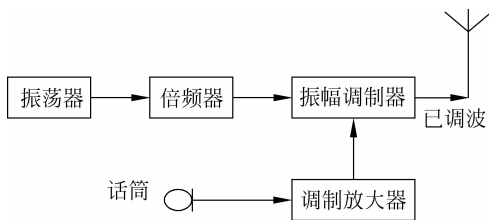


图 3-1 调制电路方框图

- ① 调幅：使高频振荡电流的振幅(幅度)随着信号而改变,一般适用于中短波广播电台,其波形如图 3-2 所示。
- ② 调频：使高频振荡电流的频率随着调制信号而改变。电视的伴音和专门的调频广播电台使用调频波,其抗干扰能力较调幅波好,波形如图 3-3 所示。

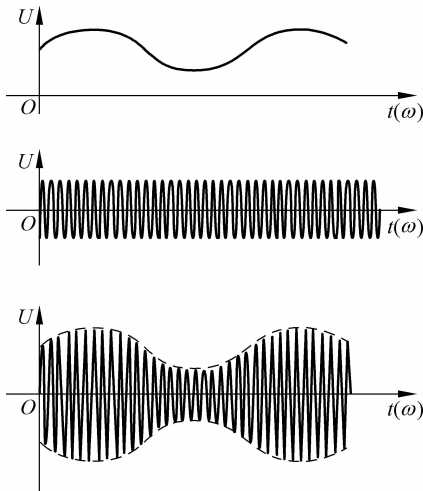


图 3-2 调幅波形

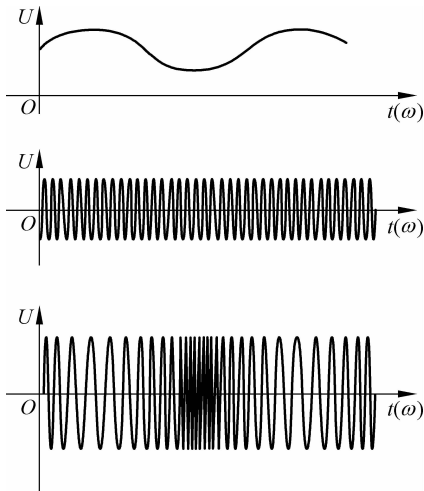


图 3-3 调频波形

(2) 发射

要有效地向外发射电磁波,振荡电路必须具有以下两个特点。

① 要有足够高的振荡频率。理论研究表明,振荡电路向外辐射能量的本领,即单位时间内辐射出去的能量,与频率的 4 次方成正比,频率越高,发射电磁波的本领越大。

② 振荡电路的电场和磁场必须分散到尽可能大的空间,才能有效地把电磁场的能量传播出去。无线电波是由开放电路发射出去的,如图 3-4 所示。

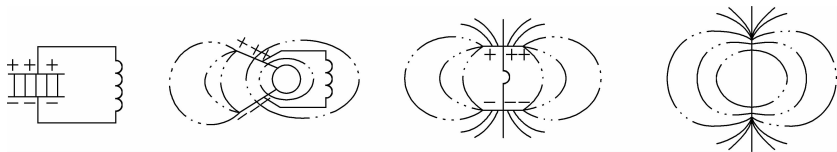


图 3-4 开放电路发射

在实际应用中,常把开放电路的下端跟地连接。跟地连接的导线叫做地线。线圈上部接到比较高的导线上,这条导线叫做天线。天线和地线形成了一个敞开的电容器,电磁波就是由这样的开放电路发射出去的。电视发射塔建得很高,是为了使电磁波发射得较远。

(3) 接收

处在电磁波传播空间中的导体会产生感应电流。导体中感应电流的频率与激起它的电磁波频率相同,因此,利用放在电磁波传播空间中的导体可以接收到电磁波。在无线电技术中,用天线和地线组成的接收电路来接收电磁波。

① 电谐振。世界上有许许多多的无线电台、电视台以及各种无线电通信设备,它们不断地向空中发射不同频率的电磁波,这些电磁波强弱不等地弥漫在我们周围。如果不加选择地把它们都接收下来,必然是信号一片混乱,分辨不清,达不到传递信息的目的。所以,接收电磁波时,首先要从诸多电磁波中把需要的选出来,通常叫做选台。这就要设法使需要的电磁波在接收天线中激起的感应电流最强。在无线电技术里,利用电谐振达到这个目的。当接收电路的固有频率跟接收到的电磁波的频率相同时,接收电路中产生的振荡电流最强。这种现象叫做电谐振。

② 调谐。接收电路产生电谐振的过程叫做调谐,能够调谐的接收电路叫做调谐电路。图 3-5 所示是收音机的调谐电路。调节可变电容器的电容来改变调谐电路的频率,使它跟要接收的电台发出的电磁波的频率相同,这个频率的电磁波在调谐电路里激起较强的感应电流,这样就选出了所需的电台。

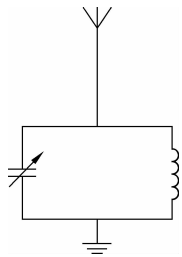


图 3-5 调谐电路

任务检测

按表 3-2 所示完成检测任务。

表 3-2 认识收音机检测表

课题	认识收音机						
班级		姓名		学号		日期	
检测内容	1. 收音机可以分为哪些不同的类型? 2. 简述电磁波调制、发射、接收三个过程的原理。						
收获与体会							
实训评价	评定人	评 语				等级	签名
	自评						
	互评						
	师评						
	综合评定等级						

任务 3.2 超外差式收音机的组成及工作原理



任务目标

1. 了解收音机的组成。
2. 了解超外差式收音机的工作原理。



任务过程

1. 超外差式收音机的组成

超外差式收音机将接收到的不同频率的高频信号全部变成一个固定的中频信号进行放大,因而电路对各种电台信号的放大量基本是相同的,使中放电路具有优良的频率特性。虽然超外差式收音机的电路比直放式收音机复杂,但其选择性好,灵敏度高。

我国调幅广播频率范围为:中波 525~1605kHz,短波 1.6~26MHz。接收调幅广播的

超外差式收音机主要由输入电路、变频电路、中频放大电路、检波电路、音频放大电路及电源电路等部分组成,如图 3-6 所示。

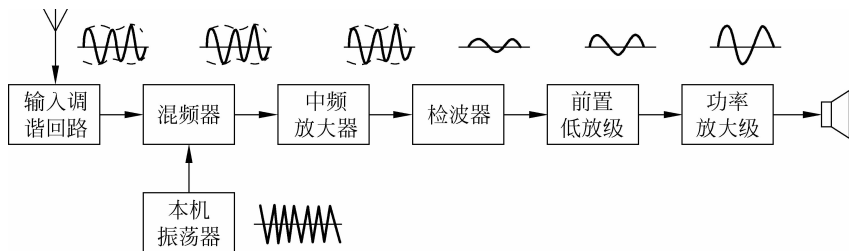


图 3-6 超外差式收音机工作框图

2. 工作原理

(1) 信号流程

① 当调幅信号感应到天线调谐回路(输入)时,选出所需的电信号 f_1 进入输入级三极管基极。

② 本振信号调谐在高出 f_1 频率一个中频的 $f_2 (f_1 + 465\text{kHz})$ 。例如, $f_1 = 700\text{kHz}$, 则 $f_2 = 700 + 465 = 1165(\text{kHz})$, 进入输入级发射极。

③ 由输入级三极管进行变频(混频),放大后的信号输出由特定的电路选出 465kHz 中频信号。

④ 再经过多级中频放大。中频放大后的信号进入检波管,检出音频信号。

⑤ 音频信号经低频放大器和功率放大器进行功率放大,推动扬声器发声。

(2) 各级电路

① 输入电路。又称输入调谐回路或选择电路,其作用是从天线上接收到的各种高频信号中选择出所需要的电台信号并送到变频级。输入电路是收音机的大门,它的灵敏度和选择性对整机的灵敏度和选择性都有重要影响。

② 变频电路。又称变频器,由本机振荡器和混频器组成,其作用是将输入电路选出的信号(载波频率为 f_s 的高频信号)与本机振荡器产生的振荡信号(频率为 f_r)在混频器中混频,得到一个固定频率(465kHz)的中频信号。这个过程称为“变频”,它只是将信号的载波频率降低了,信号的调制特性并没有改变,仍属于调幅波。由于混频管的非线性作用, f_s 与 f_r 在混频过程中产生的信号除原信号频率外,还有二次谐波及两个频率的和频和差频分量。其中,差频分量($f_r - f_s$)就是我们需要的中频信号,可以用谐振回路选择出来,而将其他不需要的信号滤除掉。因为 465kHz 中频信号的频率是固定的,所以本机振荡信号的频率始终比接收到的外来信号频率高出 465kHz ,这也是“超外差”得名的原因。

③ 中频放大电路。又叫中频放大器,其作用是将变频级送来的中频信号进行放大,一般采用变压器耦合的多级放大器。中频放大器是超外差式收音机的重要组成部分,直接影响着收音机的主要性能指标。质量好的中频放大器应有较高的增益,足够的通频带和阻带(使通频带以外的频率全部衰减),以保证整机良好的灵敏度、选择性和频率响应特性。

④ 检波。收音机接收经过调制的高频振荡电流,这种电流通过收音机的耳机或扬声器并不能使它们振动而发声,要听到声音,必须从高频振荡电流中“检”出声音信号,使扬声器

(或耳机)中的动片随声音信号振动。从接收到的高频振荡电流中“检”出所携带的调制信号的过程叫做检波。检波是调制的逆过程,因此也叫解调。由于调制的方法不同,检波的方法也不同。检波之后的信号再经过放大、重现,人们就可以听到或看到了。

上述过程可以用如图 3-7 所示的波形变化来表示。

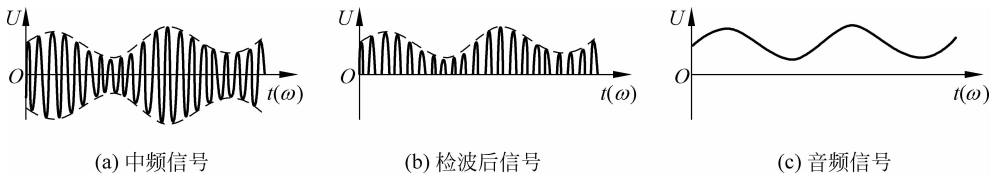


图 3-7 工作过程波形变化

⑤ 音频放大电路。又叫音频放大器,它包括低频电压放大器和功率放大器。一般收音机中有一或两级低频电压放大。两级中的第一级称为前置低频放大器,第二级称为末级低频放大器。低频电压放大级应有足够的增益和频带宽度,同时要求其非线性失真和噪声都要小。功率放大器用来对音频信号进行功率放大,用以推动扬声器还原声音,要求它的输出功率大,频率响应宽,效率高,而且非线性失真小。

任务检测

按表 3-3 所示完成检测任务。

表 3-3 超外差式收音机的组成及工作原理检测表

课题	超外差式收音机的组成及工作原理					
班级		姓名		学号		日期
检测内容	1. 画出收音机工作方框图。 2. 简述超外差式收音机的工作原理。					
收获与体会						
实训评价	评定人	评 语			等级	签名
	自评					
	互评					
	师评					
	综合评定等级					

任务 3.3 附件安装



任务目标

1. 会正确安装收音机附件。
2. 能对安装的质量进行初步测试。



任务过程

1. 附件装配

该机的整机结构比较简单,主要零部件有机芯(印制电路板)、调谐盘、扬声器、电池正负极引片、前后机壳及装饰板等。将扬声器、电源引片、调谐盘按指定位置装好后,再将机芯用螺钉安装在机壳上,最后按照接线图连接相关导线。

① 前框准备。焊好连接点及黑色、红色引线。将负极弹簧和正极片安装在塑壳上,如图 3-8 所示。

② 将周率板反面的双面胶保护纸去掉,然后贴于前框。注意要贴装到位,并撕去周率板正面的保护膜,如图 3-9 所示。

③ 将喇叭安装于前框,用“一”字小螺丝刀靠带钩固定脚左侧,利用突出的喇叭定位圆弧的内侧为支点,将其导入带钩压脚,再用烙铁热铆三只固定脚,如图 3-10 所示。

④ 将拎带套在前框内,如图 3-11 所示。

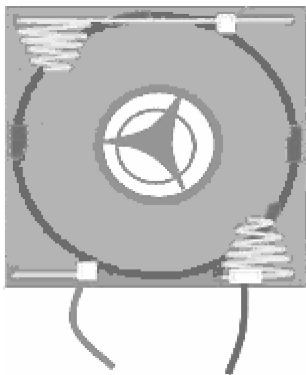


图 3-8 电池夹的安装



图 3-9 粘贴周率板



图 3-10 安装喇叭

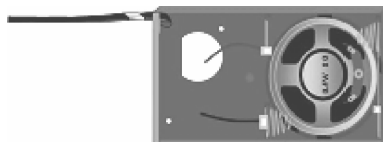


图 3-11 安装拎带

⑤ 装入两节 5 号干电池,如图 3-12 所示。

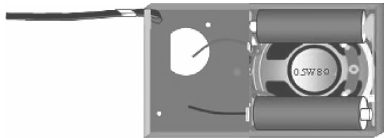


图 3-12 安装干电池

2. 检测

① 将红、黑电源线的另一头绝缘层剥离,并按导线处理工艺进行加工、上锡处理。

② 拆下电池,用万用表电阻挡检测导线与电池座之间的电阻,检测导线连接质量。

③ 装上电池,用万用表直流电流挡(选取 500mA 挡)检测电池电量。检测时,用黑表棒接电池负极,红表棒点触电池的正极,观察万用表指针偏转情况。如偏转速度快且偏转角度大,说明电池电量充足;反之,如偏转速度慢且偏转角度小,说明电池电量不足。

说明:用万用表电压挡测试电池两端的电压是无法检测电池电量多少的。因为电池不论在什么情况下,其两端的电压均在 1.3~1.5V 之间。电池能否使用,关键在于内阻的高低,新电池内阻小,输出电流大;废电池内阻大,输出电流小。因此,检测电池电量实际上是检测电池的短路电流。

任务检测

按表 3-4 所示完成检测任务。

表 3-4 附件安装检测表

课题	附件 安 装					
班级		姓名		学号		日期
检测 内容	1. 按上述方法安装电池组及喇叭。 2. 检测电池连接线和电池电量。					
收获 与 体会						

续表

实训 评价	序号	项目	考核要求	配分	评分标准		扣分
	1	元件检测	正确检测元件	10	① 电阻等测试错误,每只扣 2 分 ② 三极管检测错误,每只扣 3 分		
	2	元件安装	正确安装元件,成形规范,排列合理	15	① 元件安装错误,每只扣 5 分 ② 元件成形、排列不符合要求,每只扣 2 分		
	3	元件焊接	焊点圆整、光滑,无虚焊、假焊、脱焊	20	① 元件焊点不圆整、不光滑,每处扣 2 分 ② 虚焊、假焊、脱焊,每个扣 5 分		
	4	通电调试	在规定时间内,利用仪器仪表调试后通电试验	55	① 通电调试一次不成功,扣 20 分;两次不成功,扣 30 分 ② 调试过程中损坏元件,每只扣 5 分 ③ 电压测量错误,每个扣 5 分		
安全文明操作			违反安全文明操作规程(视实际情况扣 10~20 分)				
额定时间			每超过 5min,扣 5 分				
开始时间			结束时间		实际时间		成绩
评价人					日期		

任务 3.4 功放电路安装



任务目标

1. 检测元器件的性能。
2. 能按图焊接元器件。



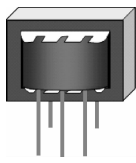
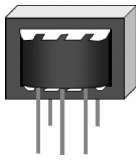
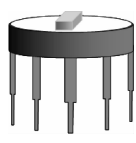
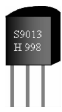
任务过程

收音机电路板的安装顺序与原理图顺序相反,从后级功放开始安装,依次为低放、检波、中放、变频和输入级。安装时,首先检测元器件的性能,然后焊接安装电路板,最后进行交、直流调试。

1. 元器件检测

功放电路元器件检测如表 3-5 所示。

表 3-5 功放电路元器件检测

元件编号	元件名称	元 件 图 例	检 测 要 点
Y	喇叭		万用表 $R \times 1\Omega$ 电阻挡,采用点触法测试,在喇叭中发出噪音
B ₆	输入变压器		万用表 $R \times 10\Omega$ 电阻挡,测量各引脚两两之间的阻值
B ₇	输出变压器		万用表 $R \times 1\Omega$ 电阻挡,测量输出端各引脚两两间的阻值, $R \times 10\Omega$ 电阻挡测量输出端各引脚间的阻值
W	电位器 (带开关)		① 万用表 $R \times 1k\Omega$ 电阻挡测量电位器 1、2、3 间的阻值,同时旋转电位器调节钮,观察万用表指针变化 ② 万用表 $R \times 1\Omega$ 电阻挡测量开关,旋转电位器调节钮,观察万用表指针变化,同时听开关声音是否清脆
C ₁₁ 、C ₁₂	片状电容器		万用表 $R \times 10k\Omega$ 电阻挡测量
C ₁₅	电解电容器		万用表 $R \times 1k\Omega$ 电阻挡测量
D ₃	二极管 1N4118		万用表 $R \times 1k\Omega$ 电阻挡测量正、反向阻值
R ₁₁	1kΩ 电阻		万用表 $R \times 100\Omega$ 电阻挡测量
T ₆ 、T ₇	三极管 9013		万用表 $R \times 1k\Omega$ 电阻挡测量各极正、反向阻值,测试三极管的三极分布

2. 元器件安装

按照印制电路板元件安装图,将功放电路元件安装到电路板,如图 3-13 所示。