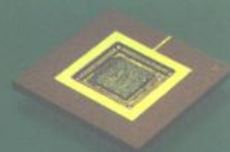


教育部规划教材

中等职业学校电子电器专业

(含岗位培训 行业中级技术工人等级考核)



收录机原理与故障分析

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

王军伟 主编



高等教育出版社

教育部规划教材
中等职业学校电子电器专业
(含岗位培训、行业中级技术工人等级考核)

收录机原理与故障分析

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编
王军伟 主编

高等教育出版社

内容简介

本书是教育部规划教材,是中等职业学校电子电器、电子应用专业系列教材之一。全书主要内容有:无线电波发送与接收,调幅收音机、调频立体声收音机、录放机、立体声收录机的原理与典型故障分析。全书以行业部门最新颁发的家用电子产品、家用电器维修行业家用音响设备中级维修工技术等级标准为依据;注重职业教育特点,以职业能力为主线;讲解上避免理论推导,突出应用;电路介绍中,注意典型性与先进性,特别介绍了一些新型集成音响电路的应用实例。本书侧重收录机基本原理及从电路角度讲解的典型故障分析,是《收录机调测与维修技术》的姐妹篇。本书还可作音响设备维修人员及军地两用人才培养教材。

图书在版编目(CIP)数据

收录机原理与故障分析/王军伟主编. - 北京:高等教育出版社,2000.7

ISBN 7-04-008150-4

I. 收… II. 王… III. ①收音机-原理②收音机-故障-诊断③录音机-原理④录音机-故障-诊断 IV. TN912.22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 64432 号

收录机原理与故障分析

全国中等职业学校电子电器专业教材编写组编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

电 话 010-64054588

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 15

字 数 360 000

版 次 2000 年 7 月第 1 版

印 次 2000 年 7 月第 1 次印刷

定 价 17.60 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

本书是教育部规划教材,是中等职业学校电子电器专业(电子应用、家用电器维修)系列教材之一。本书在《收录机原理及电路分析》的基础上重新编写。

为了适应我国中等职业技术教育的特点与电子行业发展的需要,我们在编写本书的过程中,特别注意了以下几个方面:

1. 本书是根据教育部颁发的中等职业学校(三年制)电子电器专业教学计划及音响设备原理、音响设备维修技术教学大纲的内容要求而编写的。本课程的主要教学目标是让学生掌握收音机、录放机及收录机的基本原理与典型故障分析方法。本书编写中,以职业岗位能力分析为切入点,依据了行业部门最新颁布的电子行业家用电子产品中级维修工与家用电器维修行业家用音响设备中级维修工必备的知识与技能等级标准。全书主要讲解了调幅收音机、调频收音机、单声道录放机、立体声收录机的基本原理与典型故障分析方法,还适当介绍了能从事组合音响、激光音响等维修工作的高级维修工应具备的基本知识,以供各类读者选用。

2. 为了突出职业教育技能训练的特点,本课程将收音机、录放机、收录机原理与其组装、调测及维修的内容分为两书,以便于各校采用双轨制教学方法,即理论与技能训练分别设课,同步进行。本书以收音机、录放机及收录机基本原理为主要内容,也包括了可从电路角度讲解的典型故障分析,这部分内容宜以演示、讲解为主要教学形式;本书是《收录机调测与维修技术》的姐妹篇,《收录机调测与维修技术》以收音机、录放机及收录机的组装、调测与维修技能为主线,宜在实验与实习中进行,以提高学生的技能操作为主要教学目的。

3. 本书重点对收音机、录放机及收录机的基本电路作分析。在对这些电路的选取中,注意了典型性与先进性,突出介绍了国内流行的典型机型,注重了常用音响集成电路的应用。根据职业教育的特点,在讲解电路原理时,着重定性分析,对集成电路只讲解功能、信号流程与外围元件的作用,略去了内特性分析。在编排顺序上,本书采用收音机—录放机—立体声收录机的次序,有利于教学由易至难,循序渐进。各校也可根据电子线路的教学进度采用录放机—收音机—立体声收录机的次序。

4. 根据教育部颁发的中等职业学校电子电器专业教学器材配备目录,本教材编写中注意了教学内容与有关教具器材的配套,选用了一些实用性强、便于普及,并通过了有关教育部门鉴定的实验箱及教具。本书选用了浙江亚龙教学仪器设备有限公司提供的实验与演示仪器设备。

5. 音响设备中的组合音响、激光音响等高保真扩音设备的具体原理与维修内容(高级维修工),将在《音响技术》一书中讲解。

本教材的必学教学时数为 120 学时,其中各章学时分配如下表所列,供教师参考。书中打“*”为选学内容,可由学校根据实际情况进行安排。

为了便于实际检修中和厂家产品图对照,本书对所选编的产品整机电路图,未进行统一规范,特此说明。

学时分配表

章次	学时数	章次	学时数
第一章	4	第五章	20
第二章	16	第六章	32
第三章	20	第七章	20
第四章	8		

本书由王军伟主编,钟光明、李郁文审稿。参加本书编写工作的还有刘志平、许建馨、蒋思泽、姜有根、郭宪民、苏永昌、陈继权、李林兴、王伦、韩宝权、顾星海、郝孝、杜德昌、宋书芳、陈延军、祝道发等,他们为本书的大纲编写、绘图及实验数据的验证等做了不少工作。本书编写过程中,还得到北京市职业技术教育中心、北京西城职教中心、北京 179 中学、广州电子职业高级中学及一些省市教育部门的大力支持。浙江亚龙教学仪器设备有限公司(邮编 325105)为本书提供了配套实验箱(见彩插,亚龙牌 YL-C1、2 型家用电器实验室成套设备)及其有关资料,在此表示感谢。

编 者

1999 年 3 月

目 录

第一章 无线电波的发射与接收	(1)
第一节 无线电波及其传播方式	(1)
第二节 无线电波的发射	(4)
第三节 无线电波接收机的基本组成与性能指标	(5)
习题	(7)
第二章 调幅收音机原理及典型故障分析	(8)
第一节 超外差式收音机的基本工作原理与特点	(8)
第二节 输入回路	(10)
第三节 变频电路	(15)
第四节 中频放大电路	(21)
第五节 检波与自动增益控制电路	(26)
第六节 低频放大电路	(30)
第七节 调幅收音机整机电路及典型故障分析	(36)
习题	(41)
第三章 调频收音机原理及典型故障分析	(42)
第一节 调频广播与单声道调频收音机的基本组成	(42)
第二节 调频头电路	(45)
第三节 限幅电路	(53)
第四节 鉴频电路与去加重	(56)
第五节 调频/调幅(FM/AM)整机电路及典型故障分析	(59)
第六节 立体声广播与调频立体声收音机的组成	(63)
第七节 立体声解码电路	(67)
第八节 调频/调幅立体声收音机整机电路及典型故障分析	(74)
习题	(85)
第四章 盒式磁带录放机的基本原理与组成	(88)
第一节 电磁记录的基本原理	(88)
第二节 偏磁录音原理	(91)
第三节 抹音原理	(93)
第四节 录、放音中的损耗及频率补偿	(94)
第五节 盒式磁带录放机的基本组成	(100)
习题	(103)
第五章 盒式磁带录放机的机芯工作原理	(105)
第一节 盒式磁带与磁头	(105)
第二节 盒式录放机驱动机构的功能、组成、种类及主要性能指标	(112)
第三节 恒速走带机构和快速进带、倒带机构	(116)
第四节 制动机构	(123)

第五节 功能操作机构与磁头机构	(124)
第六节 辅助功能机构	(127)
第七节 电动机及其稳速	(132)
* 第八节 新型盒式录放机机芯	(137)
习题	(140)
第六章 盒式磁带录放机电路原理及典型故障分析	(142)
第一节 电源电路	(142)
第二节 音频功率放大电路	(144)
第三节 放音均衡放大电路	(154)
第四节 录音输入与均衡放大电路	(158)
第五节 自动电平控制电路(ALC 电路)	(164)
第六节 偏磁与抹音电路	(168)
第七节 集成录、放音前置放大与 ALC 电路	(173)
* 第八节 录放机的一些辅助电路	(181)
第九节 录放整机电路原理及典型故障分析	(199)
习题	(209)
第七章 收录机整机电路原理及典型故障分析	(212)
第一节 单声道收录机	(212)
第二节 立体声收录机	(222)
习题	(230)

第一章 无线电波的发射与接收

第一节 无线电波及其传播方式

一、声波

无线电广播传递的是语言或音乐信息,它们均以声波形式传入人耳。声波是发声体机械振动的结果,并且这种振动以每秒约 340 m 的速度在空气中传播。例如,人们讲话的时候,声带颤动迫使周围空气产生压缩和稀疏的振动,当这种振动传入人耳后,再由听觉神经送到大脑,便听到了声音。

由直观感觉可以得知,每个人讲话音调的高低是有所区别的,那么音调又由什么决定呢?可以证明,音调高低是由声源振动频率决定的。频率是指在 1 s 内完成振动的次数,它的单位为赫,用 Hz 表示。当声源振动频率较高时,音调也高,反之音调则低些。

声波的频率范围为 20~20 000 Hz 左右,而超出这个频率范围的波不属于声波,人耳是听不见的。

尽管声波能被人耳直接听到,但没有任何一个无线电广播电台是由声波直接传递信息的,这是因为,首先声波难以远距离传送,另外由于声波能被人耳听到,如果几个电台同时利用声波播音时,就会发生“串台”干扰。

为了让声音传的更远,人们早先发明了有线广播,它很近似今天的电话,先借助话筒完成声电转换,也就是通过话筒把传输的声音变成与其相同频率的音频电信号,然后再通过导线把该电信号送到目的地,在那里由耳机完成电声转换,把音频电信号还原成声音。这种方式虽然可以把声音传输到较远的地方,但由于音频电信号只能在导线中传输,致使它仍不能向很远的距离传送声音。于是人们设想,有没有一种能脱离导线,可以在空间自由漫游的电信号呢?随着科学的发展,人们终于得到了回答,它就是电磁波。

二、电磁波

电磁波和声波有着本质上的不同,前者是靠电磁振荡,而后者则是机械振动的结果。

在物理实验中曾讲过这样两个简单的实例:一个是通电导线会在周围产生磁场;另一个是当变化磁场中放置闭合电路时,会在其上产生感生电流。这就是电磁波产生的本质。实践中人们发现,当导线中有电流通过时,它周围空间就出现磁场。如果导线中通过的是大小、方向不变的直流电,那周围磁场也恒定不变;如果导线中通过的是大小、方向变化的交流电,那随着导体电流的变化,它周围磁场就相应产生周期性的变化;而且磁场的变化,又激起附近空间电场的变化。也就是当空间某处产生了振荡电场时,在周围空间就要产生振荡磁场,这个振荡磁场又要在较远的空间产生新的振荡电场。因此,只要导线中有交流电通过时,在空间就会激起一串交替变化的

电场和磁场。它们由近及远地向外传播,这种传播的电磁场就叫电磁波。通俗地讲,电磁波就是电生磁、磁生电、电又生磁……这样循环往复在空间不断扩展的过程,如图 1-1 所示。由此可见,电磁波的传播不需要任何导线,并且人们测得,它的传播速度和光速一样,每秒近似 30 万 km。

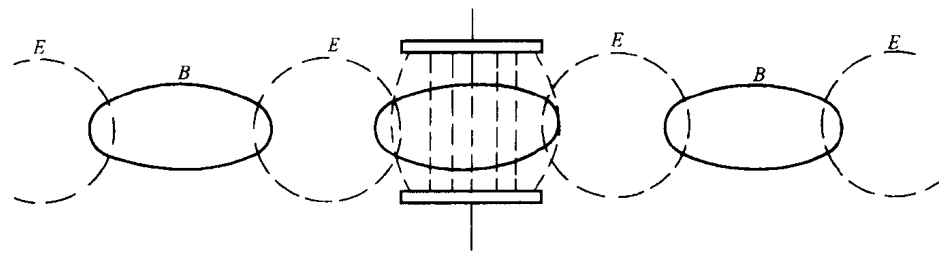


图 1-1 电磁波的形成

或许有人会想,在有线传播中,当声波经话筒转变为电信号后,也可由导线向外产生电磁波,那如果再让这种电磁波进行空间传播,不就实现无线电传播了吗?实际上这是行不通的。虽然声音通过话筒变为音频电信号,这是无线电广播中不可缺少的一步,但音频电信号产生的电磁波是不会辐射很远的。因为电磁波辐射能量大小和电磁振荡的频率有直接的关系。电磁振荡频率越高,向外辐射能量的本领就越大。音频电信号一方面频率较低(几十到两万 Hz 左右),由它产生的电磁波难以辐射很远,另一方面它的频率范围和声波是一样的,仍然存在几个电台同时播音时会发生“串台”的问题。所以,无线电技术中所用的电磁波频率都很高。

三、无线电波

无线电技术中所使用的电磁波叫无线电波。

电磁波的频率范围很宽,根据频率范围的不同,它分为无线电波、红外线、可见光、紫外线和 X 射线等。无线电波的频率范围一般从几十千 Hz 到几十万 MHz($1\text{MHz}=10^6\text{Hz}$)。电磁波的频率与波长有如下关系:

$$\lambda = c/f$$

式中, c 为波速, f 为频率, λ 为波长。 c 的单位是 m/s,在真空中其值约为 $3.0\times 10^8\text{ m/s}$, f 的单位是 Hz, λ 的单位是 m。例如,中央人民广播电台第一套节目的频率为 639 kHz,其波长约为 469 m。

无线电波按频率或波长范围的不同可划分成几个频段或波段,如表 1-1 所示。

表 1-1 无线电波波段的划分

波段名称	频段名称	波长范围	频率范围	用 途
超长波	甚低频 VLF	$10^4\sim 10^5\text{ m}$	30~3 kHz	海上远距离通信
长 波	低频 LF	$10^3\sim 10^4\text{ m}$	300~30 kHz	超远程无线电通讯和导航
中 波	中频 MF	$2\times 10^2\sim 10^3\text{ m}$	1 500~300 kHz	无线电广播
中短波	中高频 IF	$50\sim 2\times 10^2\text{ m}$	6~1.5 MHz	电报通讯

续表

波段名称	频段名称	波长范围	频率范围	用途
短波	高频 HF	10~50 m	30~6 MHz	无线电广播、电报通讯
米波	甚高频 VHF	1~10 m	300~30 MHz	无线电、电视广播、导航
分米波	特高频 UHF	10^{-1} ~1 m	3 000~300 MHz	电视、雷达、无线电导航
厘米波	超高频 SHF	10^{-2} ~ 10^{-1} m	3×10^4 ~ 3×10^3 MHz	雷达、卫星通讯、接力通讯
毫米波	极高频 EHF	10^{-3} ~ 10^{-2} m	3×10^5 ~ 3×10^4 MHz	电视、雷达、无线电导航
亚毫米波	超极高频	10^{-3} m 以下	3×10^5 MHz 以上	无线电接力通讯

四、无线电波的传播方式

实践证明,无线电波的传播方式与其波长有很大的关系。无线电波的传播方式主要有地波、天波、空间波三种。

(一) 地波

沿地球表面空间向外传播的无线电波叫地波,如图 1-2(a)所示。波具有衍射的特性,当无线电波的波长大于或相当于山坡、建筑物等障碍物的尺寸时,它可以绕过障碍物继续向前传播。地球是导体,地波沿着地面传播时,地球表面因电磁感应而产生感应电流,因此要消耗能量,并且能量损耗随频率的升高而增大。考虑到这一点,只有中、长波才利用地波方式传播。由于地波传播稳定可靠,所以中、长波在超远程无线电通讯和导航等方面常被采用。

(二) 天波

依靠电离层的反射来传播的无线电波叫天波,如图 1-2(b)所示。电离层传播无线电波过程中有两个特点:一方面反射无线电波本领随频率增高而减小,另一方面吸收无线电波本领随频率减小而增大。因此,对超短波来说能穿透电离层,而对长波基本上被电离层吸收。这样说来,短波最适宜以天波形式传播。天波传播距离很远,可利用电离层和地面来回反射,传到几千 km 以外。它的缺点是受太阳黑子等影响较大,因此收听短波广播时,声音有时忽大忽小很不稳定。

(三) 空间波

沿直线传播的无线电波叫空间波,如图 1-2(c)所示。超短波及微波等只能利用空间波传

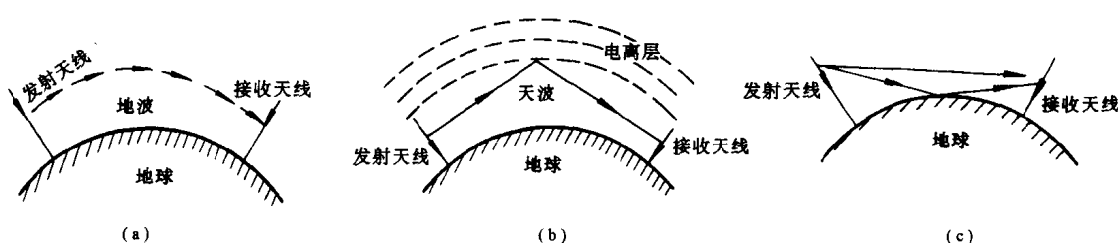


图 1-2 无线电波的传播方式

播方式。由于地球是一个球体,所以在地面接收的情况下可利用的距离只不过 50~60 km。微波中继通信要每隔 50~60 km 设一个中继站。微波中继、市内移动通信、调度通信、电视广播、卫星通信、雷达等都用这种传播方式。

第二节 无线电波的发射

一、调制

人耳只能听到声波,属于高频段的无线电波人耳是听不到的。于是,出现这样的矛盾:由声波直接转换来的音频信号,因为频率较低,难以辐射到远外空间;而能够远距离传送的高频无线电波,却不能直接转换成声波,为人耳收听到。为解决让音频信号远距离传送这一问题,人们从高频无线电波辐射特性中得到启发,即能否将音频信号载到高频无线电波上去,这就是下面要讲的调制。

要把传递的电信号加到高频等幅振荡信号上去的过程叫调制。具体讲,就是让高频等幅振荡信号的某个参数,按照所要传递的低频信号的规律变化。要传递的信号叫调制信号,而该高频等幅振荡信号称为载波,经过调制后的高频信号叫作已调波。

通俗地讲,调制就是让音频信号载到高频无线电波上的方法。这样既解决了直接辐射音频信号的困难,同时也达到了传播音频信号的目的。正如单靠人的两条腿是走不了多远的,但当人坐上了飞机,就可以由飞机带到很远的地方。无线电广播正是采用调制的办法,让声音长上了翅膀。

无线电广播中,常用的调制的方法有两种,即“调幅”和“调频”。如图 1-3 所示,其中,a 图所示为载波,b 图所示为调制信号(即所要传播的音频电信号),c 图所示为调幅波,d 图所示为调频波。

调幅就是使高频载波的幅度被音频调制信号所控制。如图 1-3(c)所示,高频载波信号经音频信号调幅后,其幅度随音频信号相应变化(振幅变化的包络线形状与音频信号波形一致),结果使调幅后的高频信号载有音频信号,称之为调幅波。

调频就是让高频载波的幅度保持不变,而其频率随调制信号变化规律改变。如图 1-3(d)所示,高频载波信号经音频信号调频后,其振幅保持不变,而其频率按照音频信号的规律变化了,即音频信号幅度越高,调频波的频率越高,音频信号幅度越低,调频波频率越低。

不同的广播电台,采用不同频率的载波,彼此互不干扰。例如,北京人民广播电台第一套节目载波频率是 828 kHz,第二套节目载波频率是 927 kHz,由于载波频率不同,同时广播,互不干扰。同时,由于载波频率较高,可以通过电台天线,传播到很远的地方。

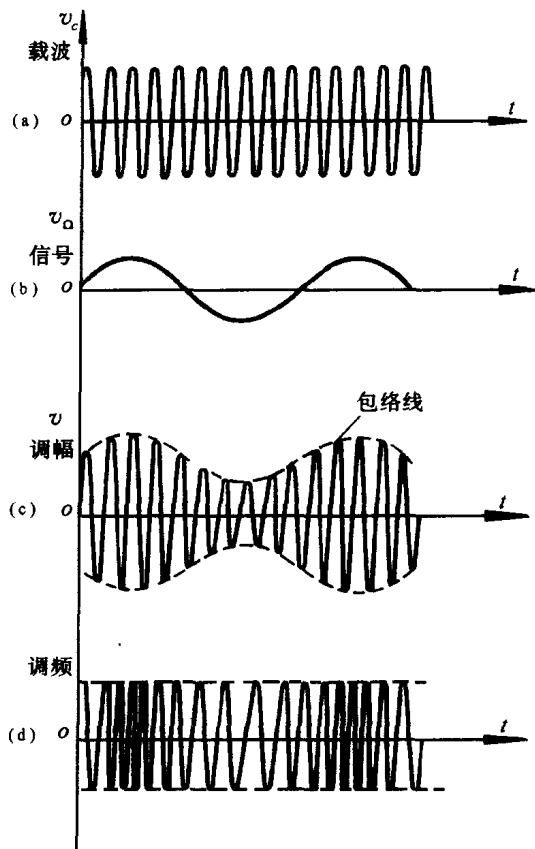


图 1-3 调幅与调频波形示意图

二、无线电广播的发送过程

图 1-4 为无线电广播的发送示意图。它由话筒、高频振荡器、调制器、放大器及天线组成。

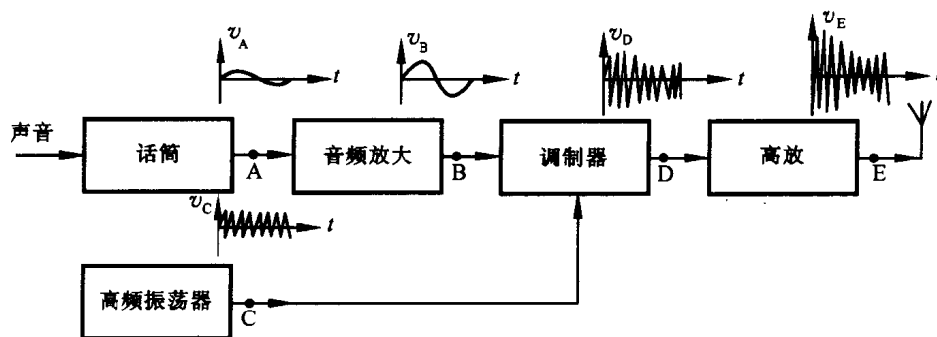


图 1-4 无线电广播发射系统方框图和各部分波形图

当语言或音乐节目所发出的声波通过话筒时,首先被转化为同频率的音频电信号,这音频电信号经音频放大后送往调制器;同时由高频振荡器产生的等幅高频载波也送往调制器。在调制器中,音频信号与高频载波经过调制作用,产生调幅或调频信号,再由高频放大器放大后送往天线,最后由天线发射载有音频信号的无线电波。

第三节 无线电波接收机的基本组成与性能指标

一、无线电波接收机的基本组成与功能

无线电波的接收就是接收机接收已调波信号并还原成调制信号的过程。无线电广播接收机也称收音机,其功能就是把广播天线发射的已调制信号,还原成声音。最简单的收音机由输入调谐回路、解调器、音频放大器及扬声器组成,其方框图与各部分波形如图 1-5 所示。

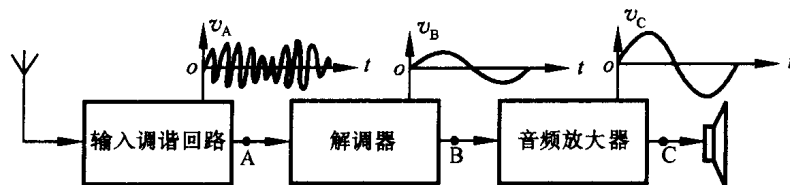


图 1-5 最简单接收机方框图与各部分波形图

(一) 输入调谐回路

输入调谐回路的作用是选择所要收听的电台信号。接收机的天线接收到许多不同频率的已调波,由于电磁感应的作用,将其转变成为相应频率的感应电动势。输入回路是个谐振电路,利用改变电容器的电容量(或改变电感线圈的电感量)来改变输入回路的固有频率,使其同所要接收的某一个电台信号频率相同,即与某个电台信号发生谐振,并将不需要的信号抑制掉。这样,输入回路就起到了选择电台信号的作用。

（二）解调器

解调器的作用是从已调波信号中还原出音频信号。输入回路选择出来的高频已调波信号,不能直接由耳机或扬声器还原成声音。必须先将这一高频已调波送入解调器,将其所载的音频信号还原出来,才能由耳机或扬声器还原成声音。这种从已调波中检出音频信号的过程叫解调或检波。

（三）音频放大器

音频放大器的作用是放大检波出来的音频信号。解调器解调出的音频信号只能由耳机还原成微弱的声音,效果不好,并且收听不到信号较弱的电台的节目。因此,需音频放大器将音频信号放大后,再由耳机或扬声器还原成声音。

（四）扬声器

扬声器的作用是将按音频信号变化的电流或电压变为相应的机械振动,转化为声音。

为提高接收机的质量,实际接收机比以上所讲述的最简单接收机要复杂得多,但基本原理并无差别。

二、收音机的主要性能指标

从直观检查,一台性能良好的收音机应具有声音宏亮、好听、没有杂声,并且能收到的电台较多这样几个质量标准。那么,收音机的哪些电气性能决定这些质量标准呢?

（一）接收频率范围

也称波段,是指收音机所能收听的频率范围。显然,收音机波段越多,接收频率范围越宽,收听到的电台越多。例如,牡丹 941 型机接收频率范围:中波 535~1 605 kHz,短波 I 段 3.9~10.8 MHz,短波 II 段 10.8~22 MHz。

（二）灵敏度

表示收音机接收微弱无线电波的能力。显然,灵敏度高的收音机能够收到远地电台或微弱信号,而灵敏度低的收音机就做不到。通常,以磁性天线所处的电磁波电场强度表示灵敏度,单位是 $\frac{\text{毫伏(mV)}}{\text{米(m)}}$ 。例如,牡丹 941 型机灵敏度:中波约 1 mV/m,短波约 10 $\mu\text{V/m}$ 。这里的短波由于是靠拉杆天线接收信号的,则灵敏度以输入信号大小来表示,单位为微伏(μV)。

（三）选择性

一般指收音机挑选电台的能力,也就是指收音机分隔邻近电台的能力。选择性好的收音机表现为接收信号时只收到所选台的发音,而无其它电台杂音。选择性大小是这样规定的:以输入信号失谐 $\pm 10\text{ kHz}$ 时灵敏度衰减程度来衡量。例如,牡丹 941 机选择性为 40 dB,表示在偏离接收信号 $\pm 10\text{ kHz}$ 处的信号灵敏度衰减大于 40 dB。显然分贝数越大,选择性越好。

（四）不失真输出功率

指收音机在一定失真以内的输出功率。显然,在失真度相等条件下,额定功率越大越好。

（五）电源消耗

表示电源接通后输出的电流大小。它包括:

1. 无信号时消耗

指没有接收信号时电源输出的直流电流。

2. 额定功率时消耗

指接收信号时不失真功率的直流消耗。

3. 最大输出时消耗

在不考虑失真时最大输出功率的直流消耗。

例如,本书将介绍的实验箱收音部分的主要性能指标如下:

- (1) 频率范围:525~1 605 kHz。
- (2) 中频频率:465 kHz。
- (3) 灵敏度:不劣于 2 mV/m。
- (4) 选择性:>14 dB。
- (5) 不失真功率:>100 mW(最大输出功率不低于 200 mW)。
- (6) 电源电压:4.5 V(1 号电池三节)。
- (7) 电源消耗:无信号时<20 mA,额定输出时约 50 mA。

习题

1. 无线电波的波长和频率有什么关系?若无线电波的波长为 300 m,其频率是多少?若无线电波的频率为 300 kHz,其波长又是多少?
2. 无线电波中的哪些波段是用作无线电广播的?
3. 无线电波有哪几种传播形式,其特点是什么?各适用于哪些波段的无线电波的传播?
4. 什么叫载波?在无线电广播中它起什么作用?
5. 什么叫调制?它有几种方式?
6. 画出最简单接收机的方框图,并说明各部分的作用。
7. 举例说明收音机有哪些性能指标?主要含意是什么?

第二章 调幅收音机原理及典型故障分析

调幅收音机有直接放大式和超外差式之分,现代的收音机几乎都采用超外差式接收。本章将讲述调幅超外差式收音机的组成、电路特点、典型故障及整机电路分析。

第一节 超外差式收音机的基本工作原理与特点

一、直放式收音机

讲述超外差式收音机前,有必要介绍一下直放式收音机的基本工作原理与特点,由此引出超外差式收音机的基本设计思想。

(一) 基本组成与工作过程

直接放大式收音机方框图与各部分的波形图如图 2-1 所示。

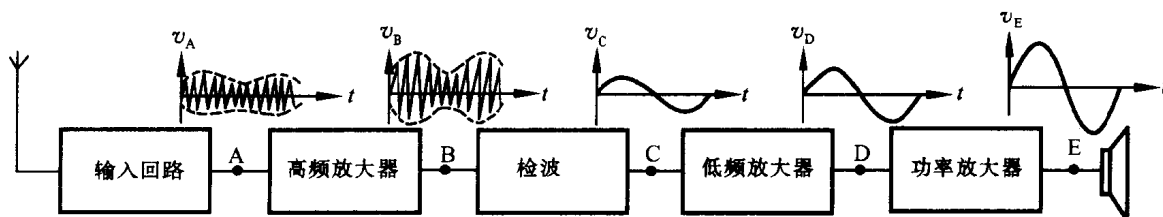


图 2-1 直接放大式收音机方框图与各部分波形图

天线将接收到的各种无线电波送至调谐回路,经调谐回路选台作用后,将选出的高频调幅信号先进行放大,然后通过检波电路,由高频调幅波中检出音频信号,再经低频放大后送入扬声器,激励扬声器发出声音。

(二) 直放式收音机存在的问题

直放式收音机还有其它形式,但它们都存在共有的缺点,主要是灵敏度低,选择性差,对不同电台信号增益不同。造成直放式收音机这些缺点的主要原因有:

1. 高频放大器增益较低

晶体管放大器增益与信号频率有关,频率越高增益越低。直放式收音机直接放大所接收的高频信号,其高放增益不可能很高,致使灵敏度不易提高。

2. 对不同的频率信号难以实现多级放大

(1) 由于高频信号辐射能力强,容易造成放大器工作不稳定甚至自激,所以高频放大一般不超过两级。

(2) 由于直放机接收信号频率随不同台而改变,若多级放大,则每级间的调谐回路必须实现同步调谐,这在工艺上很难做到。

要想提高灵敏度,必须增加检波前对高频信号的放大能力;要想提高选择性,就需要增加调

谐回路。上述两条都需要通过增加高频放大级数来实现,因此直放式收音机灵敏度、选择性较低,这是由于它电路性质所决定的。

3. 对高低端频率信号增益不均匀

晶体管放大器对不同频率信号放大性能不同,导致高放级对不同电台信号增益不同。

综合上述原因可以看到,直放式收音机遇到的主要问题是:由于这种收音机在检波以前的高频信号频率是随着所接收电台不同而经常改变,也就是同一放大器很难适应各种不同频率的高频信号。

于是人们设想,如果能让高频放大器工作在一个频率较低并且固定不变的信号下,那么既能实现多级放大,也可增加调谐回路,使得直放式收音机的缺点得以克服,这就是超外差式收音机的由来。

二、超外差式收音机

(一) 基本组成

超外差式收音机由输入回路、变频级、中频放大级、检波级、AGC 电路、低频放大级、功率放大级和扬声器组成,其方框图与各部分波形图如图 2-2 所示。

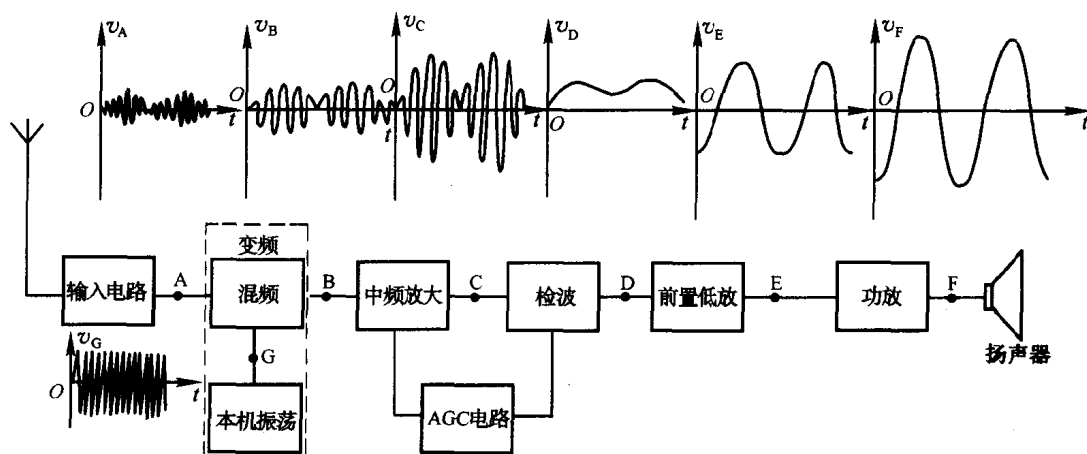


图 2-2 超外差式收音机方框图和波形图

(二) 工作过程

从天线接收下来的多种高频信号,经输入调谐回路选出欲接收的高频信号,进入变频级。变频级包括本机振荡器和混频器两部分,本机振荡器产生等幅正弦波,并且它总跟踪着欲接收的信号,即本振信号总比所接收电台信号频率高一个固定中频频率 465 kHz,本振信号也进入混频器。在混频器中,本振信号和所接收电台信号利用混频管非线性作用,产生一些新的频率信号,其中有本振信号与所接收电台信号的差频 465 kHz 等信号。这些信号经过混频管输出端 465 kHz 中频调谐选频回路,选出差频 465 kHz 信号。然后,对此固定中频信号进行多级调谐放大、检波及低频放大,构成该接收机的基本工作过程。

由上述工作过程可知,该机在检波前,把接收到的电台信号与本机振荡信号同时送入混频管进行混频,并始终保持本机振荡频率比外来信号频率高 465 kHz,通过选频电路,取两个信号的

“差频”,并进行中频放大。这种电路叫做超外差式电路,采用这种电路的收音机叫做超外差式收音机。

值得注意的是,超外差式收音机在对所接收的高频调幅波变频过程中,只变换了载波的频率,使其变换成一个固定中频 465 kHz 信号,而加在其上的音频信号包络并没有变。

(三) 工作特点

1. 灵敏度高、选择性好

一方面,由于变频后得到的中频信号频率比较低,所以,中频放大器的放大量可以较大,并且工作稳定,使得收音机灵敏度较高。另一方面,由于各电台信号经变频后都变换成一固定 465 kHz 中频。这样,中频放大器的调谐回路可以统一调谐,能够实现多级调谐放大,使其选择性与灵敏度得以提高。

2. 在接收波段范围内,对信号放大量均匀

由于所要接收电台信号都先变换成固定中频,则可解决不同频率的电台信号放大量不均匀的问题。

由以上分析可知,超外差式收音机,克服了直放式收音机所存在的问题。

(四) 像频与中频干扰

1. 像频干扰

指频率比接收频率高两倍中频(465×2 kHz)的信号干扰。例如,欲收台信号频率 $f_0 = 640$ kHz,这时本振信号 $f_1 = (640 + 465)$ kHz = 1 105 kHz,经变频后是 465 kHz 信号进入中放级。设有一干扰信号频率 $f_3 = (640 + 2 \times 465)$ kHz = 1 570 kHz,即比欲接收信号 f_0 高两倍中频,它若进入混频与本振差频($1\,570 - 1\,105$) kHz = 465 kHz,同样可通过选频网络而进入中放级,结果出现干扰声。

2. 中频干扰

指频率等于 465 kHz 的外来干扰信号。在超外差式收音机中,由于各中频调谐回路都无法阻止它通过,所以,若这种干扰信号通过输入调谐回路,则收音机将出现干扰声。

上述干扰为超外差机特有的干扰,主要靠输入调谐回路进行抑制。

本节演示

参照图 2-2 所示,选择一性能良好的超外差式收音机,利用示波器,观察不同频率节目下的各点波形,并要求学生叙述超外差式收音机的工作过程。

第二节 输入回路

一、组成、作用与性能要求

(一) 组成

输入回路是指收音机中从天线到第一级晶体管输入端间的电路。主要由接收天线和输入调谐回路组成。

(二) 作用

接收外来电台信号;选台,满足选择性要求,消除干扰信号;进行输入回路与前后级间阻抗匹配。