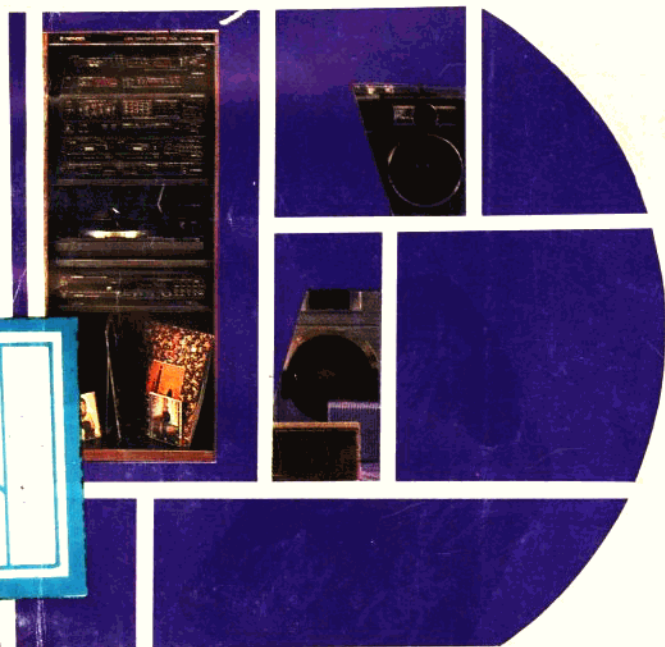


新式家用电器 新式家用电器 新式家用电器 新式家用电器 新式

# 收录机

晶体管调幅·调频立体声收音机·盒式录音机

陈积栋 编



华南理工大学出版社

新式家用电器 新式家用电器 新式家用电器 新式家用电器 新式

# 前 言

近年来,家用电器工业高速度发展,家用电器在千家万户普遍使用。为更好地向广大用户和生产、维修工作者介绍各类家用电器的原理、性能、使用和维修知识,我们在教学和科研之余,编写了一套《新式家用电器》丛书,按产品分册如下: 1. 电风扇; 2. 美容与保健电器; 3. 电热炊具; 4. 吸尘器; 5. 电冰箱; 6. 洗衣机; 7. 照明电器; 8. 收录机; 9. 电视机; 10. 电子玩具。

本丛书的特点是:既简明而系统地叙述了上述家用电器的基本原理、各种结构、工作特点、故障现象,又详细介绍维修方法及选购、使用、保养之要点及各类家用电器中的最新产品和发展趋势。具有一定的科学性、先进性和实用性。

在编写本丛书过程中,我们力求做到深入浅出,通俗易懂,能使广大读者看得懂,学得着,用得上。

我们希望通过本丛书使用户有信心选购适意的家电产品并能正确使用;使从事生产和维修的人员提高技术水平,保证生产和维修的质量,提高效益。此丛书既有理论性和系统性也有较强的针对性,采用此丛书作为家电维修和生产人员的教材,可达到掌握各类家电维修和生产技能之教学要求。

参加本丛书编写的有:徐文宪(主编)、张渭贤(副主编)、黄烈洲、张志锐、钟连方、何志伟、陈积栋等。

本丛书编写和出版过程中得到有关厂家的大力支持,借此表示衷心感谢。

编著者

1990年元旦

# 目 录

|                           |        |
|---------------------------|--------|
| 第一章 调幅收音机                 | ( 1 )  |
| 第一节 概述                    | ( 1 )  |
| 第二节 调幅收音机的组成              | ( 3 )  |
| 第三节 输入电路                  | ( 5 )  |
| 第四节 变频电路                  | ( 7 )  |
| 第五节 中频放大电路                | ( 11 ) |
| 第六节 检波器和自动增益控制 ( AGC ) 电路 | ( 14 ) |
| 第七节 前置低频放大器               | ( 17 ) |
| 第八节 低频功率放大器               | ( 18 ) |
| 第九节 多波段收音机                | ( 22 ) |
| 第十节 超外差式收音机整机电路分析         | ( 24 ) |
| 第二章 调频收音机                 | ( 28 ) |
| 第一节 调频调幅 ( FM/AM ) 收音机的组成 | ( 28 ) |
| 第二节 高频放大电路                | ( 30 ) |
| 第三节 变频电路                  | ( 32 ) |
| 第四节 自动频率控制 ( AFC ) 电路     | ( 36 ) |
| 第五节 具有 AFC 的高频头实例分析       | ( 38 ) |
| 第六节 中频放大电路                | ( 40 ) |
| 第七节 鉴频器                   | ( 43 ) |
| 第八节 调频收音机典型电路分析           | ( 49 ) |
| 第九节 调频立体声收音机              | ( 57 ) |
| 第三章 超外差式收音机故障检修           | ( 73 ) |
| 第一节 几种常用的故障检查方法           | ( 73 ) |

|            |                       |                |
|------------|-----------------------|----------------|
| 第二节        | 收音机常见故障的检修            | ( 82 )         |
| <b>第四章</b> | <b>盒式录音机电磁互换原理</b>    | <b>( 95 )</b>  |
| 第一节        | 盒式录音机的分类和结构           | ( 95 )         |
| 第二节        | 录音原理                  | ( 96 )         |
| 第三节        | 放音原理                  | ( 103 )        |
| 第四节        | 抹音原理                  | ( 104 )        |
| <b>第五章</b> | <b>盒式录音机电路</b>        | <b>( 106 )</b> |
| 第一节        | 盒式录音机电路的组成            | ( 106 )        |
| 第二节        | 录音机录音电路               | ( 107 )        |
| 第三节        | 录音机放音电路               | ( 123 )        |
| 第四节        | 频率补偿电路                | ( 125 )        |
| 第五节        | 音调控制电路                | ( 129 )        |
| 第六节        | 录音电平指示电路              | ( 133 )        |
| 第七节        | 录音监听电路和等响控制电路         | ( 137 )        |
| 第八节        | 马达稳速电路                | ( 140 )        |
| <b>第六章</b> | <b>磁头、磁带和机械传动</b>     | <b>( 143 )</b> |
| 第一节        | 磁头                    | ( 143 )        |
| 第二节        | 盒式磁带                  | ( 146 )        |
| 第三节        | 盒式机传动机构               | ( 152 )        |
| <b>第七章</b> | <b>盒式录音机的选购、使用和维修</b> | <b>( 157 )</b> |
| 第一节        | 盒式录音机的选购              | ( 157 )        |
| 第二节        | 盒式录音机的使用              | ( 160 )        |
| 第三节        | 常见故障的维修               | ( 167 )        |

# 第一章 调幅收音机

## 第一节 概 述

无线电广播是广播电台利用发射机产生具有强幅射能力并经过调制的高频电流，通过发射天线向周围空间发射无线电波。

无线电波就是由电场和磁场交替变化形成的电磁波。它具有光一样的速度，即以每秒钟30万公里的速度进行传播，因此可用它载着音频信号，将电台播音节目传送到很远的地方。

无线电波按其频率（或波长）可分为几个不同的波段（频段），即长波、中波、短波、超短波和微波。

无线电波的传播特点是：长波主要是以地波进行传播，地面对它吸收较弱，白天和晚上传播变化较小，比较稳定。中波以天波和地波进行传播，地面对中波的地波吸收较强。白天与夜晚对中波的影响也不一样，一般夜里收听效果比白天要好。短波主要靠天波电离层反射来传播，因此可以传播很远的距离。但受季节、日夜、气候的影响较大，电波衰落现象严重，声音往往时大时小。超短波一般只能直线传播，易受地形、地物的影响，所以它的传播距离较近。

一般调幅广播用中波、短波系波段，调频广播用超短波波段。

为了实现调幅或调频广播，通常是把音频信息加到高频电波上去，这种过程叫做“调制”。调制结果，使高频信号的幅度、频率或相位随音频信号的变化而变化。运载音频信号的高频电波称为“载波”。

所谓“调幅”（AM）是使高频载波的幅度随音频信号的变化而变化，载波的频率不变化。经过调幅后形成的高频电波称为调幅波。

“调频”（FM）则是用音频信号去调制高频载波的频率，使高频载波的频率随音频信号而有规律地变化，载波的幅度始终保持不变。这种已调制波称为调频波。

无线电广播的过程是这样的：首先利用话筒将声音变成音频电信号，经音频放大器放大后，送往调制器对高频载波进行调制。从调制器输出的调幅或调频信号再经过高频放大器放大后送到发射天线，将载有声音信息的无线电波发射出去。

无线电接收：广播电台发送出来的载有语言或音乐节目的无线电波，遇到接收机（即收音机）的接收天线时，由于电磁感应，在天线上产生了与电台发送的无线电波变化相同的高频电流。各种频率的高频信号经收音机的输入回路选择后，选出所需的电台信号，经晶体管电路放大，然后利用解调器将音频信号从高频载波中取出来，再经音频放大器放大送到扬声器，使其发出声音，重现原来的语言或音乐节目。由此可见，收音机的三大任务是：选择电台、解调音频和实现电-声转换。

由于广播电台的广播方式不同（调幅广播、调频广播和调频立体声广播等），收音机的结构形式也不同。有直接放大式收音机、超外差式调幅收音机、超外差式调频调幅

(FM/AM)收音机以及调频立体声收音机等。现代收音机都是采用超外差式结构。

调幅广播用的中波、短波系波段的频率范围是： $535\sim 1605\text{kHz}$ （中波段）； $4\sim 12\text{MHz}$ （短波段）。调幅波中频频率为 $465\text{kHz}$ ；调频广播用的超短波频率范围规定为 $88\sim 108\text{MHz}$ 。调频波中频为 $10.7\text{MHz}$ 。

超外差式收音机具有一系列优点，如选择性好、灵敏度高。但是事物总不是绝对的，经变频，也会带来一些新问题，即所谓的“假象频率干扰”（也叫“镜象频率干扰”）、“中频干扰”和“中频二次谐波干扰”。

我们知道，从混频器或变频器出来的信号中有和频与差频信号。如果有两个高频信号，甲台是 $640\text{kHz}$ ，乙台是 $1570\text{kHz}$ 。当欲接收 $640\text{kHz}$ 电台时，本机振荡回路调谐在 $640+465=1105\text{kHz}$ 上，此时甲台经变频后的差频是 $465\text{kHz}$ ，当然可以进入中放，但乙台经变频后也会出现 $1570-1105=465\text{kHz}$ 的差频，同样可以进入中放，结果会产生混台现象，这种干扰就是“假象频率干扰”。比本振频率高 $465\text{kHz}$ 或高于欲接收信号频率两倍中频的信号都可能成为“假象频率干扰”。

“中频干扰”是指外来 $465\text{kHz}$ 的信号引起的干扰，而“中频二次谐波干扰”是指 $465\text{kHz}$ 中频信号经检波级后产生二次谐波所造成的干扰。

## 第二节 调幅收音机的组成

### 一、超外差式调幅收音机的方框图

超外差式收音机一般由输入电路、本机振荡器、混频

器、中频放大器、检波器、前置低频放大器和功率放大器等组成，如图1-1所示。

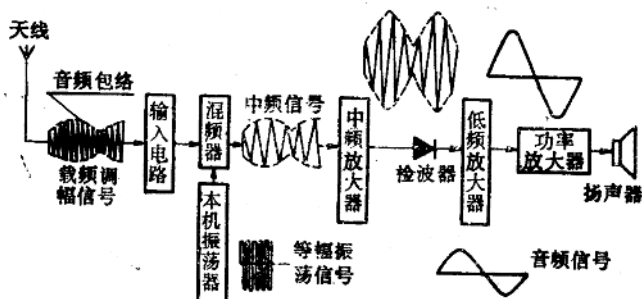


图 1 - 1

## 二、各单元电路的作用及收音过程

### 1. 各单元电路的作用

输入电路的作用是选出所需的电台，滤除其他电台或干扰信号。

混频器是将已调高频载波变成中频载波，有利于稳定地放大。

本机振荡器用来产生高频等幅波，然后在混频器中与高频载波差额，产生中频信号。

中频放大器是将差额出来的中频信号进行放大。调幅收音机一般采用二级中放电路。

检波器的作用是将中频载波中的音频调制信号（包络线）检取出来，而将中频载波去掉。

前置低频放大器用来放大检波器输出的音频信号，以便获得足够电压推动功率放大器。

功率放大器是将音频信号不失真地放大到足够大的功

率，推动扬声器发出声音。

## 2. 收音过程

天线接收到的不同频率的高频调幅信号，经输入电路选出所需的电台信号后，和本机振荡信号一起送到混频器的输入回路，利用混频管的非线性进行混频。混频后产生出一系列新的频率成分。其中差频（即中频）由混频器的选频电路选出后，被送到中频放大器进行放大。放大后的中频信号由检波器检出音频信号，经前置放大器放大再去激励功率放大器，使其输出足够功率，推动扬声器发出声音。

# 第三节 输入电路

## 一、基本知识

### 1. LC串联谐振电路

LC串联谐振电路如图1-2a)所示。b)为谐振特性曲线。回路固有频率：

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

上式表明，如果LC给定，那么 $f_0$ 就被固定下来。所以

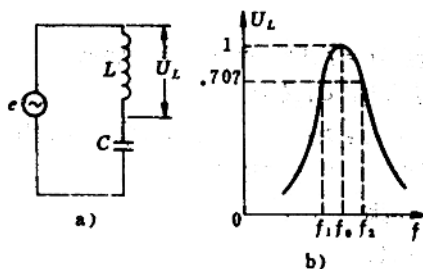


图1-2

通常称 $f_0$ 为回路的固有频率。

当信号频率 $f=f_0$ 时, 电路发生串联谐振。此时在 $L$ 两端感应的电压 $U_L$ 最大。

当信号频率 $f_1 < f_0$ 或 $f_2 > f_0$ 时,  $U_L$ 都被衰减, 如图1-2b)所示。由此可见,  $LC$ 串联电路具有选频特性。

## 2. $LC$ 并联谐振电路

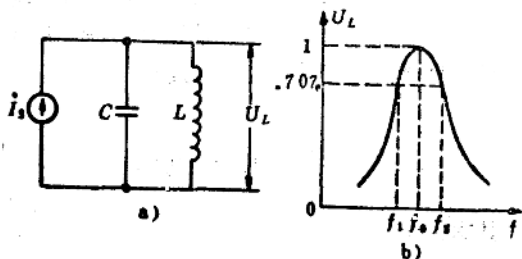


图 1-3

图1-3a)是 $LC$ 并联谐振电路, b)为谐振特性曲线。

$$LC \text{ 并联电路的固有频率 } f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

上式表明, 固有频率近似由回路电感 $L$ 和电容 $C$ 来确定。

当信号频率 $f=f_0$ 时, 电路发生并联谐振, 此时 $L$ (或 $C$ )两端感应的电压 $U_L$ 最大。

当 $f_1 < f_0$ 或 $f_2 > f_0$ 时,  $U_L$ 都被衰减, 如图b)所示。可见,  $LC$ 并联电路同样具有选频特性。

## 二、输入电路

### 1. 电路结构

图1-4为输入电路。

$L_1C_1$ 为输入回路，用来选出所需电台。 $C_0$ 为外接天线耦合电容，用来提高高频端的接收效果。 $L_1L_2$ 组成高频变压器，将选出的高频信号送到变频管的输入端。

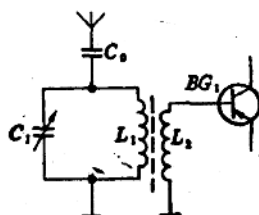


图 1-4

## 2. 工作原理

天线接收到的无线电波，在输入回路中感应出各种不同频率的电台电动势 $e_1, e_2 \dots e_n$ ，它们和输入回路构成LC串联谐振电路，如图1-5所示。当回路固有频率和某一电台频率相同时，电路发生串联谐振，在 $L_1$ 两端将感应出该电台信号的最大电压。其他电台和干扰信号都被滤除。

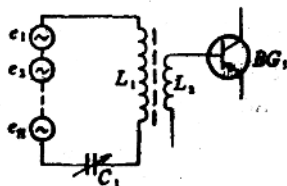


图 1-5

改变 $C_1$ ，便可改变回路固有频率，使它和所需电台发生串联谐振。于是输入回路能选出所需电台，然后通过 $L_1L_2$ 的互耦作用，将高频电台信号送到变频级电路。

# 第四节 变频电路

## 一、本机振荡器

### 1. 电路结构

图1-6为常用的本机振荡电路。 $BG$ 为振荡管， $R_1, R_2, R_3$ 为 $BG$ 的直流偏置电阻。 $L_2, C_2$ 为振荡回路， $L_1$ 为反馈电感，与 $L_2$ 构成反馈变压器。 $C_1$ 是基极旁路电容，使基极交流地电位。 $C_3$ 为隔直耦合电容，将振荡电压送入 $BG$ 的发

射极。

## 2. 振荡原理

接通电源瞬间，由于电冲击， $E_c$ 经 $R_1$ 、 $R_2$ 使BG管产生基极电流 $I_b$ 和集电极电流 $I_c$ ， $I_c$ 电流中含有丰富的各次谐波。 $I_c$ 流经 $L_1$ 时，在 $L_1$ 两端将感应出各谐波电压。经反馈

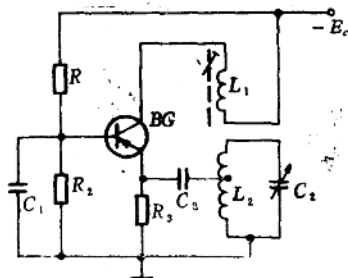


图 1-6

变压器 $L_1$ 、 $L_2$ 的互耦以及振荡回路的选频作用，在 $L_2$ 两端便获得频率为本振频率的反馈电压。然后反馈信号经 $C_3$ 回送到BG管的输入端进行再放大。只要合理地设置 $L_1$ 、 $L_2$ 的绕向和圈数比， $I_b$ 和 $I_c$ 便会进一步增加， $L_1$ 感应的电压也会增强， $L_2$ 获得的反馈电压也将进一步增加，于是形成强烈的正反馈。最后利用BG管的非线性使本振信号的幅度稳定下来，形成等幅的正弦波高频振荡。改变 $C_2$ 容量，便可改变本机振荡频率。

## 二、变频器

只用一只晶体管完成本机振荡和混频作用的电路，通常叫变频器。图1-7是变频器电路，它由输入电路、本机振荡和混频三部分组成。工作原理如下：

不同频率的电台信号经由 $L_1$ 、 $C_{10}$ 、 $C_2$ 构成的输入回路选出所需的电台后，通过 $L_1$ 、 $L_2$ 之间的互感耦合，加到变频管 $BG_1$ 的基极。由 $L_3$ 、 $C_{10}$ 、 $C_5$ 、 $C_6$ 、 $L_4$ 和 $BG_1$ 组成的本振电路产生的本振信号，经 $C_4$ 耦合到 $BG_1$ 的发射极。电台信号和本振信号一同作用到 $BG_1$ 的发射结上，利用 $BG_1$ 的非线性进行混频。混频后产生一系列新的频率成分，其中差频

( $f_{\text{振}} - f_{\text{信}}$ )，即中频信号由集电极的中频变压器选出，然后送到中频放大级进行放大。交流等效电路如图b)所示。

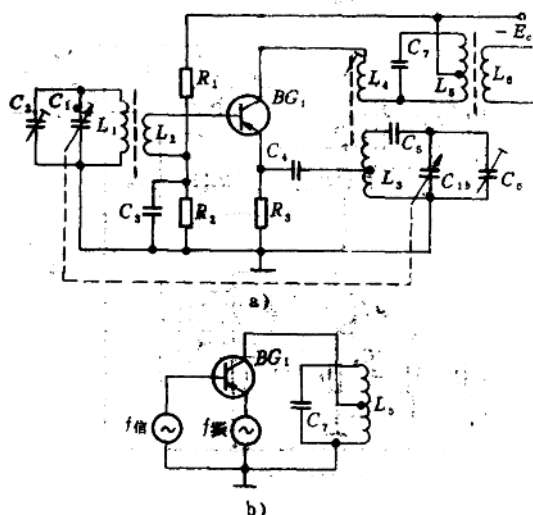


图 1-7

$L_4$ 对中频信号感抗很小，可视为短路。因此，中频信号能够顺畅地通过 $L_4$ 加到中频变压器上。 $C_{1\text{b}}$ 和 $C_{1\text{c}}$ 是同轴可变电容器，改变 $C_{1\text{b}}$ 和 $C_{1\text{c}}$ 的容量，就可以同时改变输入回路和振荡回路的频率，使 $f_{\text{振}}$ 始终比 $f_{\text{信}}$ 高出一个中频。这就是超外差的由来。

$C_5$ 用来垫高接收波段内低频端的频率，称为垫整电容。 $C_3$ 和 $C_6$ 分别为输入回路和振荡回路的补偿电容，用来补偿高频端电容容量的不足。从而实现整个接收波段内的同步跟踪。

### 三、混频器

用二只晶体管分别担任本振和混频的电路叫混频器。图 1-8 为常用的混频器电路。

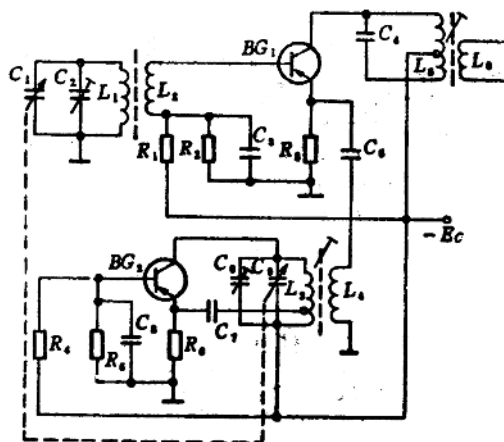


图 1-8

$BG_1$  为混频管,  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$  为  $BG_1$  的直流偏置电路。 $C_3$  为旁路电容,  $C_4$ 、 $L_5$  构成中频谐振回路, 作为  $BG_1$  的集电极负载。 $BG_2$  为振荡管, 它与  $L_3$ 、 $C_6$ 、 $C_7$  等组成电感三点式振荡电路。 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$  为  $BG_2$  的直流偏置电阻,  $C_5$  为基极旁路电容,  $C_7$ 、 $C_6$  为发射极耦合电容,  $L_3$ 、 $C_6$ 、 $C_7$  组成本振回路。并与  $L_4$  构成振荡高频变压器, 送出本振信号。混频工作过程如下:

接通电源瞬间, 由于电冲击, 电源通过偏置电阻使  $BG_2$  产生基极和集电极电流, 利用  $L_3$ 、 $C_6$ 、 $C_7$  并联回路的选频作用, 将集电极电流中和本机振荡频率相同的成分选取出来, 并通过  $L_3$  的自耦作用, 在  $L_3$  的抽头到地之间取得反馈电压, 经

电容 $C_7$ 耦合到 $BG_2$ 的发射极进行再放大，使基极和集电极电流进一步增大，再经选频网络的选频、反馈耦合再放大，形成强烈的正反馈，于是产生本机振荡。振荡信号由 $L_3$ 耦合到 $L_4$ ，并通过耦合电容 $C_5$ 注入混频管 $BG_1$ 的发射极。

与此同时，由 $L_1$ 、 $C_1$ 、 $C_2$ 组成的输入回路，选出所需的电台信号，通过高频变压器 $L_1$ 、 $L_2$ 的耦合作用，送入混频管 $BG_1$ 的基极。本振信号和电台信号利用晶体管的非线性特性，在 $BG_1$ 的输入回路进行混频。混频后产生的差频465kHz（即中频）信号，由集电极回路的中频变压器选出，然后送到中频放大器进行再放大。

## 第五节 中频放大电路

常见的中频放大器有单调谐和双调谐两种。所谓单调谐是指只有一个调谐回路，而双调谐是指有两个调谐回路。单调谐中频放大器电路简单，调整方便，但通频带较窄。双调谐中频放大器，通频带较宽，但不易调整。调幅超外差式收音机的中频放大电路，一般由二级中放构成。

### 一、单调谐中频放大器

#### 1. 电路结构

图1-9是单调谐中频放大器电路。 $BG_1$ 、 $BG_2$ 为中放管， $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 为中频变压器（即中周）。它们和 $BG_1$ 、 $BG_2$ 一起构成二级单调谐中频放大器电路。 $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_6$ 为 $BG_1$ 的直流偏置，而 $BG_2$ 的直流偏置却由 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 来确定。 $C_3$ 、 $C_4$ 、 $C_5$ 为旁路电容。 $C_3$ 、 $C_6$ 分别和 $B_2$ 、 $B_3$ 的初级电感组成LC并联谐振回路，作为 $BG_1$ 、 $BG_2$ 的集电极负载。 $C_N$ 为中和电容，用来消除可能出现的中频自激。 $D$ 为检波

二极管,  $R_3$ 、 $C$ 构成AGC电路。

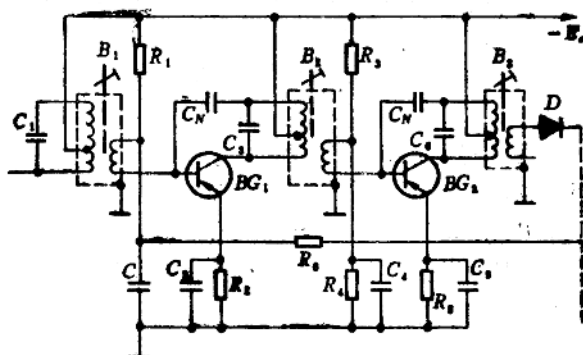


图 1-9

## 2. 工作过程

来自变频级的中频信号, 经中频变压器 $B_1$ 的耦合,  $C$ 和 $C_2$ 的旁路作用后, 加到 $BG_1$ 的基极和发射极上。经 $BG_1$ 放大后, 由集电极回路的中频变压器 $B_2$ 选出放大的中频信号。然后按照以上方式, 将中频信号送入第二级中放再放大。最后通过 $B_3$ 把中频信号加到检波电路进行幅度检波。

## 3. 中和电路

由于三极管存在结电容 $C_c$ ,  $BG_1$ 、 $BG_2$ 的输出将通过 $C_c$ 引入内部反馈。在某些频率下, 会使这种反馈变成正反馈, 出现所谓中频自激现象, 使中放电路不能正常工作。为了消除中频自激现象, 通常加中和电容 $C_N$ , 用来抵消 $C_c$ 对放大器的影响。

图1-10是中和原理电路。图中 $D$ 点经 $-E_c$ 交流接地; 而 $A$ 、 $C$ 两点对 $D$ 点的交流电位是反极性的。若 $A\oplus$ 、 $C\ominus$ , 则 $C$ 、 $D$ 间的中频电压经 $C_c$ 引起的反馈电流 $I_c$ 和 $A$ 、 $D$ 间的中频

电压经 $C_N$ 引入的中  
和电流 $I_N$ 方向正好  
相反。如调节 $C_N$ 使  
 $I_N$ 与 $I_c$ 大小相等，  
它们就可以互相抵  
消，达到中和的自  
的。产生 $I_c$ 和 $I_N$ 的  
回路如下：

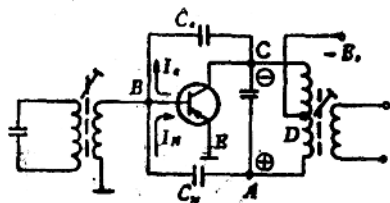


图1-10

$D \rightarrow \text{地} \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow C_c \rightarrow C \rightarrow D$

$A \rightarrow C_N \rightarrow B \rightarrow E \rightarrow \text{地} \rightarrow D \rightarrow A$

## 二、双调谐中频放大器

单调谐中频放大器虽然结构简单、调整方便、增益较高，但通频带较窄。为了兼顾频带和增益，一般第一中放采用双调谐回路，而第二中放采用单调谐回路。双调谐中频放大器分电感耦合和电容耦合两种形式，如图1-11a)、b)所示。

图a)是电感耦合式双调谐中放电路。 $BG_1$ 是变频管， $L_1$ 、 $C_1$ 构成第一调谐回路。 $L_2$ 、 $L_3$ 、 $L_4$ 串联后与 $C_2$ 构成第二调谐回路。它们均谐振于465kHz。 $BG_2$ 是第一中放管。

来自变频器的中频信号，经第一调谐回路 $L_1$ 、 $C_1$ 选出后，通过 $L_1$ 、 $L_2$ 电感耦合，由第一谐振回路送到第二谐振回路。然后以自耦变压器的形式，由 $L_4$ 将中频信号送入第一中放管 $BG_2$ 的基极进行放大。

图b)是电容耦合式双调谐中频放大器。 $L_1$ 、 $C_1$ 构成第一调谐回路， $L_2$ 、 $C_2$ 为第二调谐回路。两个回路都谐振于465kHz。 $C_3$ 为外接耦合电容。经 $L_1$ 、 $C_1$ 回路选出的中频信号，通过 $C_3$ 耦合到由 $L_2$ 、 $C_2$ 组成的第二回路。然后由 $L_2$