

汽车音响

电路与维修手册

杨崇志 主编



辽宁科学技术出版社

汽车音响电路与维修手册

主 编 杨崇志
副主编 杨彤宇 吴淑杰

辽宁科学技术出版社

· 沈阳 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车音响电路与维修手册/杨崇志主编. - 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2000.1

ISBN 7-5381-2810-7

I. 汽… II. 杨… III. ①汽车-电子音响 ②汽车-电路设备-维修 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1997)第 27294 号

辽宁科学技术出版社出版

(沈阳市和平区北一马路 108 号 邮政编码 110001)

沈阳市北陵印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 毫米 1/16 字数: 489 千字 印张: 21 $\frac{1}{4}$ 插页: 13

印数: 1-4000

2000 年 1 月第 1 版

2000 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘绍山

版式设计: 于 浪

封面设计: 邹君文

责任校对: 李 雪

定价: 56.00 元

邮购咨询电话: (024)23263845

前 言

汽车音响已成为现代汽车不可缺少的一部分。不论是高、低档轿车,还是载重汽车,都安装了收、放机,有的收放机中还带有卡拉 OK 系统,甚至 CD 唱机等。为了帮助广大汽车电子爱好者,特别是从事汽车电子维修或音响维修人员对各种汽车音响原理有所了解,并能掌握汽车音响故障的分析和检修方法,作者编著了本书。

该书在简介了各种音响设备(如放音系统、AM、FM、立体声及数字式收音等)工作原理的基础上,举出 26 个电路实例加以分析,并对其中十数个典型电路的故障检修方法加以介绍。最后简介了激光唱机(CD 唱机)的有关内容。

汽车音响所涉内容之多,发展之迅速,绝非一本书所能容纳的,加之作者水平有限,尽管作了极大努力,也不可能完全满足读者的要求。不当之处,恳请广大读者批评指正。

本书主编为杨崇志,副主编为杨彤宇、吴淑杰,参编者为周树国、杨民福等。在本书编写过程中得到了许多朋友的支持,这里谨表感谢。

作者

1999 年 6 月

目 录

第一章 汽车音响原理及新技术	(1)
第一节 汽车音响概述	(1)
第二节 放音原理	(2)
第三节 调幅外差收音机原理	(4)
第四节 调频及立体声接收机原理	(8)
第五节 数字调谐收音原理	(11)
第六节 汽车音响新技术	(15)
第二章 汽车收放机电路分析	(21)
第一节 CQS-5FB/QSF-5C 型汽车收放机	(21)
第二节 QY-401 型汽车收放机	(26)
第三节 参花牌 828F-D 型汽车收放机	(29)
第四节 天宝牌 TB-624 型汽车收放机	(34)
第五节 参花牌 828F-N 型汽车收放机	(36)
第六节 凯歌牌 4B20 型汽车收放机	(41)
第七节 TB-720 型汽车收放机	(48)
第八节 珍宝牌 JB-881 型汽车收放机	(50)
第九节 QY500 型汽车收放机	(55)
第十节 4B25 型汽车收放机	(58)
第十一节 NEC202、NEC303、NEC700 型汽车收放机	(60)
第十二节 南海牌 120-1 型汽车收放机	(64)
第十三节 长飞牌 QSF-5A 型汽车收放机	(66)
第十四节 FERRARI SOUND SM1008 型汽车收放机	(71)
第十五节 OWNER'S AMNUAL 型汽车收放机	(74)
第十六节 群星 SF-101 型立体声收放机	(78)
第十七节 中渝牌 S5000 型汽车收放机	(84)
第十八节 伽玛 JM-1168 型汽车收放机	(89)
第十九节 德赛 DS-658 型汽车收放机	(98)
第二十节 天宝牌 TB-860 型汽车收放机	(104)
第二十一节 长飞牌 QSF-8 型汽车收放机	(109)
第二十二节 群星牌 SF-918 型数字显示收放机	(118)
第三章 汽车收放机电路故障检修	(133)
第一节 汽车收放机电路检修概述	(133)
第二节 参花牌 828F-N 型汽车收放机电路故障检修	(135)

第三节	凯歌牌 4B20 型汽车收放机电路故障检修	(139)
第四节	NEC202、NEC303、NEC700 型汽车收放机电路故障检修	(148)
第五节	群星牌 SF - 101 型汽车收放机电路故障检修	(155)
第六节	中渝牌 S5000 型汽车收放机电路故障检修	(157)
第七节	伽玛 JM - 1168 型汽车收放机电路故障检修	(159)
第八节	德赛 DS - 658 型汽车收放机电路故障检修	(163)
第九节	天宝牌 TB - 860 型汽车收放机电路故障检修	(166)
第十节	群星牌 SF - 918 型汽车收放机电路故障检修	(167)
第四章	汽车收放机机芯结构及其检修	(175)
第一节	汽车收音机机芯结构及工作原理	(175)
第二节	汽车收、放机机芯故障与排除	(180)
第五章	数字调谐收放机维修资料	(184)
第一节	爱华(alwa)CT - R505M 收放机	(184)
第二节	索尼 XR - C100 收放机	(202)
第三节	EXR - 105/XR - 3740 汽车收放机	(229)
第四节	EXR - 300/XR - 3500MK2 收放机	(255)
第五节	SS - 40 型数字调谐收放机故障检修	(282)
第六章	CDX - 3100 型汽车收放机维修资料	(295)
第一节	概述	(295)
第二节	机体的分解	(302)
第三节	维护与调整	(310)
第四节	电路分析	(314)
第七章	汽车 CD 唱机及应用简介	(329)
第一节	汽车 CD 唱机的类型及选择	(329)
第二节	单碟型汽车 CD 唱机	(330)
第三节	通联型多碟汽车 CD 唱机	(334)
第四节	RF 型汽车多碟 CD 唱机	(336)
第五节	各种汽车 CD 唱机性能对照	(339)

第一章 汽车音响原理及新技术

第一节 汽车音响概述

一、汽车音响的特点

汽车音响作为音响领域中不可缺少的一部分,已经从最早的单 AM 收音机,发展至具有 AM/FM 收音、磁带收音及 CD 收音、兼容 DCC、DAT 数码音响,形成多功能、数字化、高技术、高性能、大功率输出的 Hi-Fi 立体声音响系统。汽车音响与家用音响既有共同点,又有很多特殊点,主要有以下几方面:

(1)外形体积受到限制。其体积按 DIN 标准,规定在:183mm(长) $\times$ 50mm(高) $\times$ 153mm(深),在这有限的安装空间里,汽车音响一般使用高密度贴装元件,多层立体装配结构方式,相比之下家用音响体积不受限制,体积大者似乎还挺有气派。

(2)使用的环境条件恶劣。汽车在不同等级的路面上行驶,汽车音响受到振动及冲击,同时安装部位又紧靠发动机,温度很高可达 60℃,要求元件焊接装配绝对牢固,很多元件引脚均折弯焊接,个别元件则用强力胶固定之。

(3)低压 12V(或 24V)电瓶供电。除了大型载重车,一般均为负极接地方式 12V 供电,若要达到输出功率大,只有降低扬声器阻抗和采用 BTL 方式。一般扬声器多为 4 Ω ,用 BTL 方式,可获得 2 $\times$ 20W RMS 功率,少数机器选用扬声器阻抗为 2 Ω 乃至 1.6 Ω 特制规格,以获得更大功率,因而要求功放具有大电流线性良好、饱和压降小、效率高的性能,并且具有过热、短路保护措施,这与家用音响区别很大。

(4)抗干扰。汽车发动机点火装置及各种汽车用电器都共用一个汽车电瓶,通过电源会对汽车音响 AM/FM 接收带来很大的干扰,因而汽车音响都装有 CHOCK(扼流圈),对电源进行滤波,而空间干扰则采用全密封的冷轧铁皮进行隔离,怪不得汽车音响总是沉甸甸的铁机壳。个别高级机还装有专用的抗干扰 IC,以降低外来噪声干扰。

(5)AM/FM 接收灵敏度高。接收 AM 灵敏度要求 <50 μ V,FM <3 μ V。AM 的 AGC 范围要求 > 40dB,能承受 1000mV 大信号输入不产生阻塞失真,否则在飞速行驶中,根本就无法保证正常收听。FM 的 ST 捕捉要稳定可靠,更要求 FM 灵敏度、S/N 比高性能。

(6)具有夜间灯光照明。为方便夜间操作,汽车音响都设有透光照明按键,以照亮(内照明)各按键的操作字符、旋钮位置。若有 LCD 数字显示功能的,其 LCD 的内照明还要求从各角度观看无反射光,高档机还有灯光照明亮度选择。外壳要求亚光,无极光。

(7)大功率喇叭。与汽车音响相配套的喇叭多为 4 Ω ,口径在 11~17cm 之间,因其受安

装空间限制。结构方式分全频带、同轴二或三分频,功率在 30 ~ 100W 之间,喇叭线很粗,接线柱采用镀银(镍)铜排,以降低接触电阻,减少线间损耗。

(8)其他特殊要求。高档机型具有多功能大屏幕 LCD 显示;LINE OUT 端,可连接大功率专用汽车音响功放;有 CD IN 接续端子和 CD 控制功能(DCC、DAT 信号也从 CD IN 进入);有 FADER(前后扬声器音量)控制,遥控的电源端;有防盗功能,即在电源切断后 30s 内可抽出主机带走,见图 1—1。30s 后电磁铁锁扣释放,主机被牢牢锁住在汽车车身上,令偷盗者望而生畏。

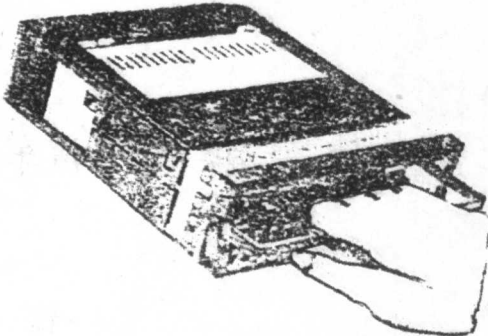


图 1—1

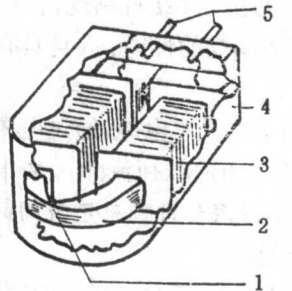
为了帮助大家掌握汽车音响的工作原理,以便更有效地进行维修,以下几章中首先讨论汽车音响原理及新技术,然后介绍汽车收音机电路结构、维修原则及注意事项,之后向大家提供十余种收音机电路分析及故障检修方法,以便于读者学习维修之用。最后介绍汽车 CD 唱机特点及使用方法。

第二节 放音原理

本节将讨论放音磁头结构及单、双声道放音原理。

一、磁头的结构

磁头的内部结构如图 1—2 所示。图中 3 为线圈、2 为环形铁芯、1 为铁芯缝隙(也叫工作缝隙)、4 为屏蔽罩、5 为引出电极。图 1—3 是其外形图,图 1—4 是其电路符号图。



1. 铁芯缝隙;2. 环形铁芯;3. 线圈;
4. 屏蔽罩;5. 引出电极

图 1—2



图 1—3

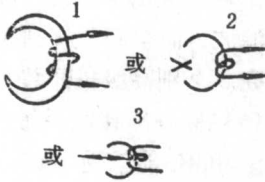


图 1—4

环形铁芯是由具有良好磁性能的软磁材料(去掉外磁场后,材料的磁性立即消失)制成的。这种铁芯的导磁率高,饱和磁感应强度大、矫顽力小,因而能在线圈电流磁场的磁化下产生很强的磁感应强度。铁芯材料可以是坡莫合金或铁氧体。

当磁带靠在磁头缝隙上移动时，磁带上记录的代表声音的磁信号，即磁带上各处不同剩磁的磁力线可通过放音磁头狭缝作用到磁头的铁芯上，根据电磁感应定律可知，在线圈上产生感应电信号，该电信号与磁带上记录的声音信号变化规律是一致的。

二、放音原理

(一)单声道放音原理

如果让磁带以录音时的速度通过放音磁头的工作缝隙，则根据变化磁场能产生感应电动势的原理，可以把磁带上的磁信号变成电信号，再经放大电路的均衡放大送给扬声器，就可实现放音。

实际的声音中是包含多种频率的，只有放音磁头对各种频率的信号转换能力相同时，才不会造成放音的失真，所以在放音放大器中应采取相应的措施，来弥补因放音磁头在磁电转换中出现的这种频率增高，感应电压增高的现象。

当频率很高时，由于高频损耗（如涡流、缝隙损耗等）的出现，会使感应电压下降。因而放音磁头线圈感应的电压幅度与信号频率的关系可用图 1—5 表示。图 1—6 是放大器应具有的频率特性。磁头线圈两端感应电压经这样的放大器放大后，电压幅度不再与频率 f 有关了。这种处理过程叫做放音均衡过程。

(二)立体声放音原理

当我们用单声道录放机放音时，即使录放机质量再好，对音乐或话剧节目也无法得到身临其境之感。这是什么原因呢？回答是缺乏“立体感”之故。单声道录放机只有一个声音通道，因此它只能播放声源的频率和强度的变化，而不能反映声源位置的情况。所以正常人收听单声道录放机放音其效果和聋了一只耳朵的人在剧场中欣赏音乐、话剧的效果是一样的。

人有两只耳朵，且两只耳朵有一定距离，因此可以产生所谓的“双耳效应”。双耳效应乃是一种能根据同一声源到达左、右耳的时间差、声强差等判别声源位置的能力。这可用图 1—7 说明。由于右耳离声源较近，所以声源发出的声波首先传到右耳。经过一定时间（该时间等于两耳沿声波传播方向的距离 S 除以声速 u ）才到达左耳，并且由于头部的遮蔽作用，到达左耳的声波强度也弱。由于这种情况，人们就可以判断不同位置发出的声音。

实验表明，人耳对声源的远近判断是不准确的，

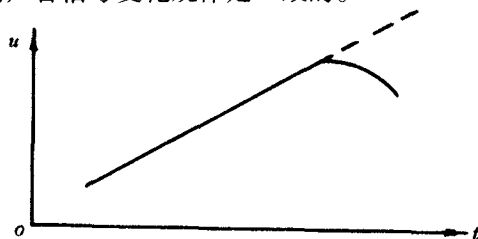
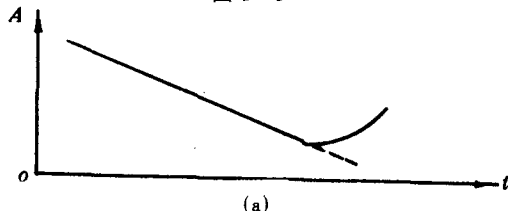
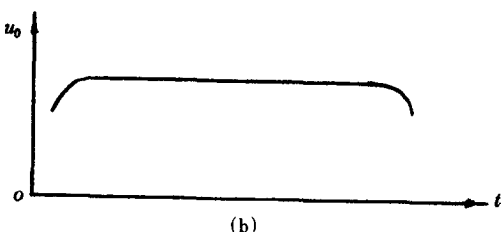


图 1—5



(a)



(b)

图 1—6

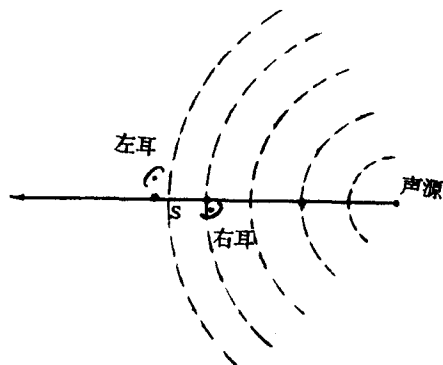


图 1—7

但是对频率为 500Hz 左右的声音,特别是来自正面的声音,其准确度可达 1°左右。声源离开正面的角度变大,准确度变差。当偏离正方向 80°角时,误差约为 10°左右。

利用人耳的上述特性,进行声音再现的过程就是立体声放音过程。

如果把两个特性完全相同的录音机互相间以适当的距离放在剧场中同时录音,然后在

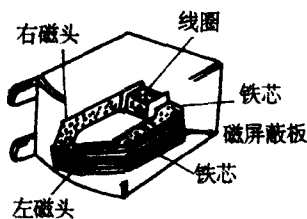


图 1—8

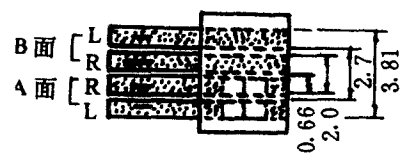


图 1—9

保持同样距离情况下,同时放音,就可以有立体感了。

实际的立体声放音机是由两个特性完全相同的放音系统构成的,两个扬声器有一定距离。为了使两个放音声道准时同步进行,把两个放音磁头做在一起,如图 1—8 所示。

盒式立体放音机所用磁带通常为 4 磁迹磁带,如图 1—9 所示。在利用磁带 A 面放音时,右(R)声道磁头和左(L)声道磁头分别对 A 面的右(R)磁迹和左(L)磁迹放音。

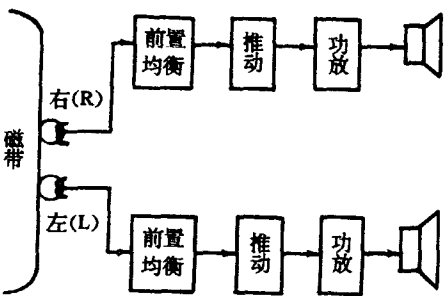


图 1—10

图 1—10 是立体声放音机电路结构框图。

在立体声放音机中,放音磁头以及放音放大器、扬声器等都是双份,且性能应相同。但电源及机械传动系统是单份,与一般单声道放音机的基本相同。

第三节 调幅外差收音机原理

一、调幅波的产生

变化的电流周围可以产生变化的电磁场,也就是说能发射电磁波。无线电广播就是利用这一道理实现的。

人说话或唱歌能引起周围空气的机械振动,其振动频率约为 20 ~ 20000Hz。通过话筒可以把声音变成交流电信号,如图 1—11(a)所示。那么是否可以利用这个交流电发射电磁波而实现广播的目的呢?回答是不能的。因为所发射的电磁波的强弱与电磁波波长及天线长度有关。具体地说,天线长度必须和电磁波波长可以比拟,才能有效地把电磁波辐射出去。频率为 20 ~ 20000Hz 的电磁波波长为

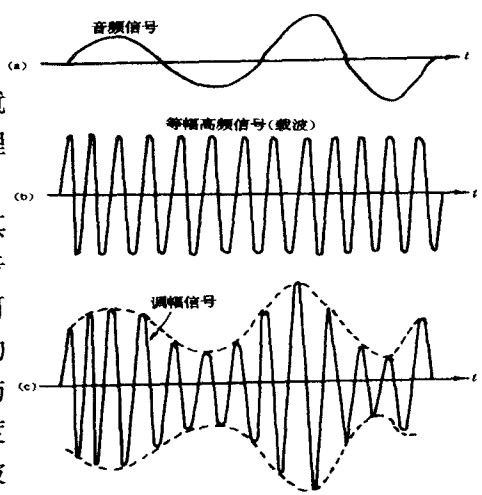


图 1—11

$15 \times 10^6 \sim 15 \times 10^3 \text{m}$ (波长 = 光速/频率), 显然, 要制造这样长的天线是不可能的。

如果把交流电频率提高到数百千赫 (kHz) 以上, 则天线的长度可大大减小。例如, $f = 1000 \text{kHz}$ 即 1MHz 时, 波长为 300m , 制造这样长的天线就比较容易了。

为此, 先产生一个频率固定的高频 (数百 kHz 以上) 电流, 如图 1—11(b) 所示。然后让这个高频电流受音频电流的作用, 于是得到一个幅度按音频波形变化的高频电流, 如图 1—11(c) 所示。这个过程叫“调制”。由于这种调制是让高频电流的幅度发生变化, 所以叫“调幅”, 常用字母 AM 表示。图 1—11(c) 所示波形为“调幅波”。显然调幅波可利用较短天线发射出去。由于电磁波的幅度也是受音频信号调制的, 所以声音信号被携带出去了。所以把图 1—11(b) 的高频信号叫做“载波”。因为音频信号频率 f 的最低频率为 20Hz , 最高频率为 20kHz , 所以在一般收、放机中音频频率取 $100 \text{Hz} \sim 10 \text{kHz}$, 调幅信号频率在 f 左、右约 20kHz 范围内变化, 即频带宽度为 20kHz , 中心频率为 f 。

二、调幅外差收音机工作原理

在调幅接收机中, 超外差接收方式是最常采用的。超外差收音机电路方框图如图 1—12 所示。

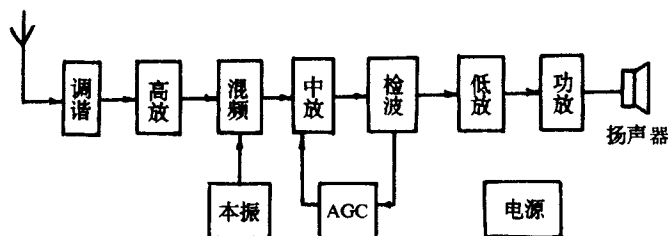


图 1—12

天线收到调幅电磁波后, 经谐振电路选出所要收听的电台信号 (其载波频率为 f_1)。有的调幅收音机设有高频放大电路, 因此调谐到的电台信号经高频放大器 (简称高放) 放大, 与机内本地振荡器 (简称本振) 产生的频率为 f_2 的正弦等幅波在混频器内进行混频, 产生出新的载波频率为 $f_0 (= f_2 - f_1)$ 的调幅波信号。该调幅信号的幅度仍是按音频信号幅度变化的, 而频率是在 f_0 左右变化, 其频带宽仍为 2 倍音频频率。由于 f_0 不随所收电台信号频率的改变而变, 固定为 465kHz , 故称为中频频率。中频调幅信号经中频放大器放大后由检波器检波而得到音频信号, 再经低频放大 (包括功率放大) 就可使扬声器发出很强的声音。

(一) 变频电路工作原理

混频电路与本振电路构成变频电路。该电路能够把载波频率为 f_1 的调幅信号变成载波频率为 f_0 的调幅信号。有的收音机混频电路和本振电路各有自己的晶体管电路, 有的二者合用一个晶体管。目前很多收音机采用集成电路进行本振、混频 (合称变频), 其原理与晶体管本振、混频是一致的。

1. 变频原理

将收到的或高放电路输出的调幅信号和本振等幅信号同时加到混频晶体管 be 极间, 由于晶体管基极电流 i_b 与 be 间电压 v_{be} 不是直线关系, 而是曲线关系, 所以由 v_{be} 产生的信号电流 i_b 中包括直流成分和频率为 f_1 、 f_2 、 $f_2 + f_1$ 、 $f_2 - f_1$ 、 $2(f_2 + f_1)$ 、 $2(f_2 - f_1)$ ……等的交流成分, 其中 $f_2 - f_1$ 频率的交流成分为差频项, 它也是调幅信号, 即其幅度仍按音频信

号变化。

设 $f_0 = f_2 - f_1$ ，并在电路上设法保证 f_0 不随 f_1 和 f_2 的变化而变化，即当改变所接收的电台时，让等幅电压 U_2 的频率 f_2 随之而变。因此在混频管集电极上可接一个频率为 f_0 的 LC 并联谐振电路，将差频项选出，而将其他成分：直流项、 f_2 、 f_1 、 $f_2 + f_1$ 及 $2(f_2 + f_1)$ 、 $2(f_2 - f_1)$ ……等去掉。由于差频项的频率为 f_0 且固定不变，所以后面可用只对频率为 f_0 的信号有放大作用的选频放大器进行放大。

2. 变频电路结构及工作原理

图 1—13 是典型的调幅变频电路。图中 C_A 、 L_{A1} 为调谐电路，它可以由天线线圈（绕在磁棒上）与并联的可变电容器构成，也可以由高放电路晶体管集电极所接谐振线圈与并联可变电容器构成，它们都谐振在所要接收电台的载波频率 f_1 上，所以载波频率为 f_1 的调幅信号在 C_A 、 L_{A1} 两端产生的电压最大，其余电台信号电压很小。 f_1 调幅电压感应给次级 L_{A2} 后加到混频管基极与发射极间（电容 C_1 、 C_2 及电感 L_{B2} 的 2、3 点间对 f_1 信号阻抗值很小，可认为短路）。

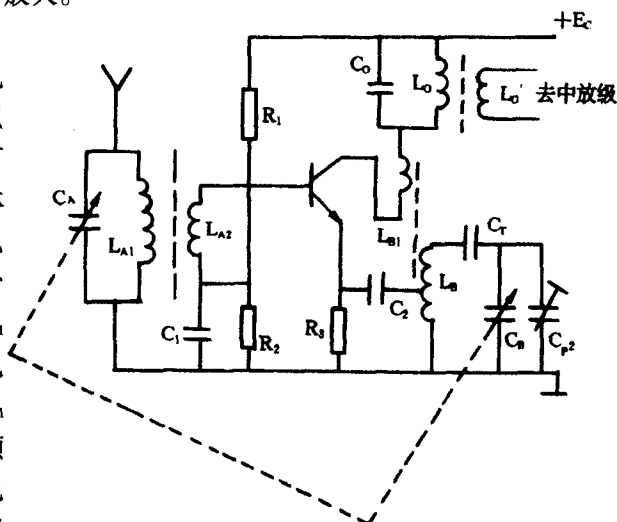


图 1—13

图 1—14 中晶体管、电感 L_{B1} 、 L_{B2} 、电容 C_T 、 C_{B2} 等构成电感反馈式振荡器。电感 L_{B1} 、 L_{B2} 是互感，两者绕在一个磁芯上，然后封在金属屏蔽壳内。晶体管集电极的振荡信号电流流过 L_{B1} ，通过互感作用在 L_{B2} 上产生感应电压，2、3 点间电压加于晶体管 be 极间（因 C_1 、 C_2 电容值较大，对振荡信号近为短路），形成正反馈电压，从而产生振荡。

由于振荡电压反馈到混频管 be 极间，故可以与调幅信号进行混频。

这里应指出，电容 C_T 叫垫整电容， C_{P2} 叫补偿电容，二者的作用是协助可变电容器 C_B 及电感 L_{B2} ，使其谐振频率 f_2 与 f_1 之差始终保持在 $f_0 = f_2 - f_1 = 465\text{kHz}$ 上，不管 C_B 变化到什么值， f_0 都不变。

图 1—14 中电感 L_0 和电容 C_0 构成并联谐振电路，谐振频率为 465kHz 。因此混频管集电极中调幅高频信号与本振信号的混频信号（包含中频 f 信号及其他多种频率的信号）通过 L_0 、 C_0 时，只有频率为 f 的差频信号在 L_0 、 C_0 两端感应电压最大，其余频率的信号很小。通过感应作用，该信号感应到与 L_0 绕在一个磁芯的次级线圈 L_0' 两端。 L_0' 与 L_0 构成了中频（ $f_0 = 465\text{kHz}$ ）变压器。

由上可见，经过 L_0 、 C_0 的选频作用，完成了从载波为 f_1 的调幅波到载频为 f_0 的调幅波的变频任务。

应该说明的是，在一般收音机中， C_A 和 C_B 是同轴可变电容器，当改变 C_A 进行选台时， C_B 随之而变，以使 $f_2 - f_1$ 始终为 f_0 。振荡线圈（ L_{B1} 、 L_{B2} ）和中频变压器（ L_0 、 L_0' ）及磁芯都是封在金属屏蔽罩内的，如图 1—14 所示，它们的电感值在出厂前已调好，使用中不再改变。但是在汽车收放机中为了防止振动对谐振电路的影响，大多将选台的谐振电路和本振谐振电

路中的电容改为固定电容，而使电感 L_{A1} 和 L_{B1} 同步可调。

(二)中频放大器工作原理

中频放大器是超外差收音电路的重要组成部分。它的好坏对收音机的灵敏度、选择性及音质都有重大影响。中频放大器简称“中放”。

如前所述，通过变频过程，把载波频率都降低到固定的中频频率 f_0 ，然后用具有选频作用的调谐放大器，即中频放大器对它进行放大，这样做的好处是：

- (1) 中放晶体管及其构成的放大器工作频率较低，且频带很窄，对晶体管频率特性要求不高，一般高频小功率晶体管都能满足要求，而且电路也易实现。
- (2) 在调节可变电容或可调电感进行选台时，虽然所选电台信号载波频率 f_1 在变化，但中放级对所选择的各电台信号放大能力是一样的，而且放大倍数很大。这是一般直放式收音电路（不经变频，而直接放大高频调幅信号）做不到的。
- (3) 当选择了某电台信号时，由于它只对与本振频率差为 465kHz 的高频信号进行放大，而对其他频率的信号具有很强的抑制能力，因而使所收电台信号不易被其他电台所干扰，即收音机选择性好。

图 1—15(a)是中放电路原理图。

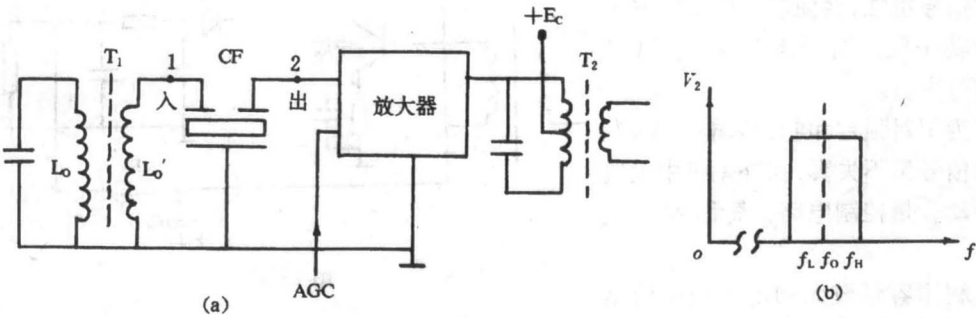


图 1—15

图中 T_1 是变频级输出端所接中频变压器， T_2 是中放级输出端所接中频变压器。 T_2 的初级构成并联谐振电路，谐振频为 465kHz，次级接检波电路。CF 是陶瓷滤波器，多数汽车收音机接有 CF，如不接 CF，则只需将 1、2 两点接在一起即可。

该陶瓷滤波器 CF 的特点是：当输入电压幅度不变，而频率改变时输出电压的变化如图 1—15(b) 所示。由图可见，在 f_H 与 f_L （为陶瓷滤波器频带宽度，简称带宽）之间，CF 输出电压几乎与频率无关，在 f_H 与 f_L 之外，输出电压几乎为零。制作 CF 时，将中心频率设计在 $f_0 = 465\text{kHz}$ ，并使 $f_H - f_L$ 等于 2 倍声音带宽，那么陶瓷滤波器不仅具有对 465kHz 信号的选频作用，而且能让调制在 465kHz 上的音频信号不失真地通过。

(三)调幅检波电路

中频变压器 T_2 次级输出的中频调幅电压波形如图 1—11(c) 所示。必须把该波形中的中

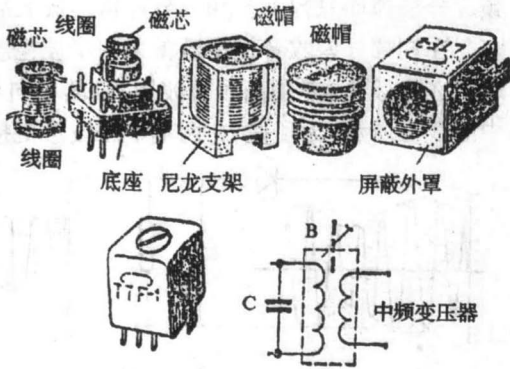


图 1—14

频成分去掉而只留下音频成分并再经放大后才能使扬声器发出声音来。

在调幅外差收音机中通常采用半波检波形式。如图 1—16 所示。调幅波信号加于输入端后在二极管(专用高频检波用)D 的单向导电作用之下,使 R_L 中只有负向电流流过,如图 1—16 中曲线 b 所示,为了使 R_L 两端电压波形更接近原来的声音波形,在 R_L 两端加滤波电容对之

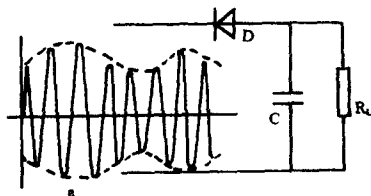


图 1—16

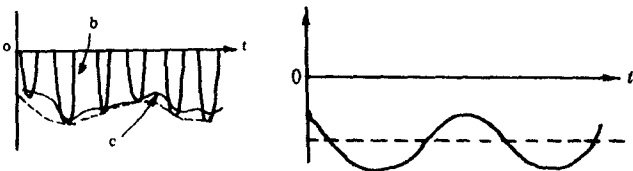


图 1—17

进行滤波,使检波后的电压波形如图中曲线 c 所示。曲线 c 实际上是一个直流电压和代表声音的交流电压叠加而成的,如图 1—17 所示。其中直流电压对声音无直接影响,只有交流成分使扬声器发出声音。

上述得到的音频信号还不足以用来使扬声器发出足够大的声音,还需进一步进行放大(包括低放和功放)。

(四)自动音量控制(AGC)

前面已经指出,由于外差机中频放大器能把变频级送来的中频信号放大成很强的信号才能使之收听远地或功率较小电台的广播。于是我们不难想到,如果中频放大器对近台、强台的中频信号也同样地放大,那么从中放输出的强信号经检波后得到的音频信号也强,会使后面的低频放大器及功率放大器不能正常工作而产生信号失真。

为了对强台和弱台都能放大,且强台信号又不失真,在外差机中设置了自动音量控制电路,简称 AGC 电路。

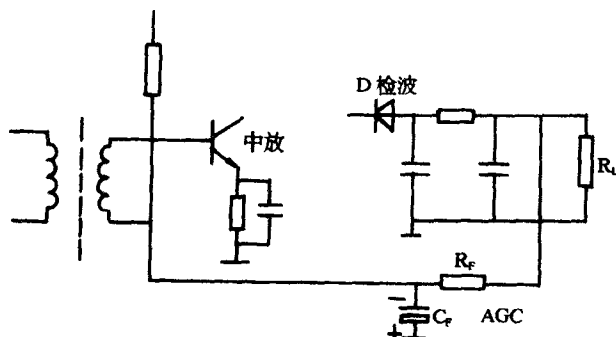


图 1—18

利用容量较大的电容把交流信号传到低频放大器输入端,将直流电压返回到中放级晶体管基极,便可自动控制中放级晶体管的放大倍数。如图 1—18 所示,由于 R_L 两端电压含有直流电压(负)和交流电压,所以引到中放管基极时需用电容将交流滤掉,如 R_f 、 C_f 。当强台时,检波后的直流电压也大,所以使中放管基极电流减小明显,中放管放大倍数减小,即对强台信号的放大减弱,检波后的音频信号增加不明显。由上可见,加了 AGC 电路后,中放级对强台和弱台信号的放大倍数不同了。为了实现 AGC 放大,所选晶体管必须具有放大系数 β 随基极直流偏流减小而减小的特性。

第四节 调频及立体声接收机原理

除用调幅的方法能把声音信号随高频电磁波辐射出去之外,用调频的方法也可把声音信号随高频信号辐射出去。另外利用调频方法还可以很好地实现立体声广播。

一、调频(FM)接收机原理

所谓调频就是用音频信号去控制(即调制)载波的频率,使载波的频率在某一频率 f_1 (称中心频率)附近按声音信号的规律进行变化,如图1—19所示。注意,调频波的振幅是不变的。

调频波频率偏离中心频率的多少是由声音信号的幅度决定的,而调频波频率在一秒内围绕中心频率变化的次数是由声音的频率决定的。

目前,调频广播使用的载波频率(即为中心频率)在88~108MHz范围内。

与调幅广播相比,调频广播具有如下优点:

- (1)抗干扰性能好,因此噪声小。
 - (2)通频带较宽,失真小。
- 但它也有缺点:
- (1)每一电台所占频带较宽,所以电台容量少。
 - (2)发射设备和接收设备(主要是检波电路)比较复杂。

调频接收机框图如图1—20所示。该电路包括高频放大器、变频电路(由本振及混频电路构成)、中频放大器、调频检波电路、低频放大电路和功率放大电路。

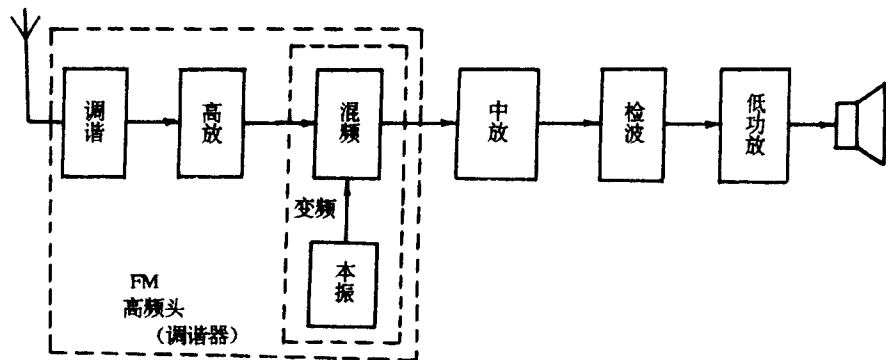


图 1—19

图 1—20

调频机的中频频率 f_0 定为10.7MHz。

由电路结构图可见,调频机和调幅机有很多共同之处,而不同之处有:

- (1)调频机的中频频率比调幅机中频频率高20余倍,所以二者调谐电路参数差别很大。调频机中频调谐电路所用电感、电容很小。
 - (2)由于调频机接收的信号频率及本振频率很高,为了不使之对周围电路有辐射影响,而将高放、变频级装在一个屏蔽盒内,称为“高频调谐器”或曰“高频头”。
 - (3)调频机的检波电路与调幅机的检波电路不同。
- 下面我们只介绍调频机的检波原理。

在由分立件构成的调频机中调频检波(FM检波)大多采用鉴频方式。但由集成电路构成的调频机中多采用正交检波(也叫同步检波)方式。

同步检波中需要一个频率为纯 f_0 的信号,它通常利用选频电路从中频调频信号中选出。

二、调频立体声接收机原理

目前,国际上大都采用导频制进行立体声广播,简称MPX制。

最初的立体声调频广播曾经采取将左、右两个声道的音频信号分别调制在两个载频上,用两台发射机以不同的载频发送出去。接收时用两台收音机分别接收两个不同的载频信号,一台收音机放左声道声音(放在左边),另一台放右声道声音(放在右边)。这种制式不但不经济,而且只有一台收音机的听众就只能收听左声道或右声道声音,所以收听的节目不完整。

导频制的发射端只用一台发射机就能同时将左、右声道的信号发射出去。而接收端也只用一台立体声收音机就可收听两个声道的信号,并且普通单声道调频机也能接收立体声广播(但不能把左、右声道声音信号分开)。这叫做立体声广播的“兼容”性。

为了实现兼容,在广播电台须先将左(L)、右(R)两声道的信号用矩阵电路变换成“和”信号(L+R)和“差”信号(L-R)。和信号相当于普通单声道调频广播信号,普通单声道调频机收到“和”、“差”信号后只能解调出“和”信号。“和”信号中已经包括节目的全部内容,但不是立体声的,因为左、右声道声音信号没有分开。而立体声收音机收到“和”、“差”信号后通过内部的立体声解调器能将左、右信号分开,听到的是具有立体感的节目。

为了把左、右信号分开,在发送端必须先把“差”信号用调幅的方法调制在38kHz的副载波频率上,然后与“和”信号合在一起(显然这时“和”、“差”信号的频率已不相同了),再对88~108MHz中的某一频率进行调频。接收时,收音机将已调频的信号进行变频、中放、调频检波,得到“和”信号及调幅的“差”信号。由于调幅的“差”信号频率比“和”信号高,可利用带通滤波器(即某一定频率范围的信号可以通过,该范围以外的信号很难通过)将“和”信号与调幅的“差”信号分开。对调幅的“差”信号进行调幅检波,即可得到“差”信号。然后将“和”信号与“差”信号在含有“+”、“-”的矩阵电路中进行相加、相减,便得到了左和右声道声音信号。

但在实际中,为了节省发射功率,发射机在发射前将38kHz副载波抑制掉,只让“差”信号的上、下边带发送出去。而当接收时,在收音机中必须把38kHz副载频恢复出来,才能解调出左、右声道信号来。应指出的是,收音机中恢复出的38kHz副载频不仅在频率上与发射机中被抑制的副载频频率完全相同,而且在位相上也必须完全相同。只靠收音机本身的振荡器是产生不出这样的副载频的,必须让发射机去控制接收机产生这样的副载波。为此,在发射机中将38kHz副载频分频成19kHz信号,然后将这个19kHz信号与“和”信号、被抑制了副载频的调幅“差”信号合在一起,再去调制88~108MHz范围内某一频率(调频),最后发射出去。

应指出,19kHz信号功率远小于被抑制掉的38kHz副载频功率。

接收机收到上述调频信号后,经过变频、中放、FM检波后得到“和”信号、19kHz信号及被抑制了38kHz副载频的调幅“差”信号。用滤波器将19kHz取出去控制接收机内的一个振

荡器(压控振荡器简称 VCO),使之产生所需的 38kHz 副载频。因此,把 19kHz 信号叫“导频”信号,把上述方法叫做“导频制”立体声广播。

导频制立体声接收机通常采用图 1—21 所示结构。图中高放、变频、中放及调频检波电路与一般调频机完全相同,换言之,立体声接收机的这部电路与一般调频机是共用的。图中虚线框内为立体声解码电路。由 FM 检波器输出的“和”信号,抑制掉副载波的调幅“差”信号

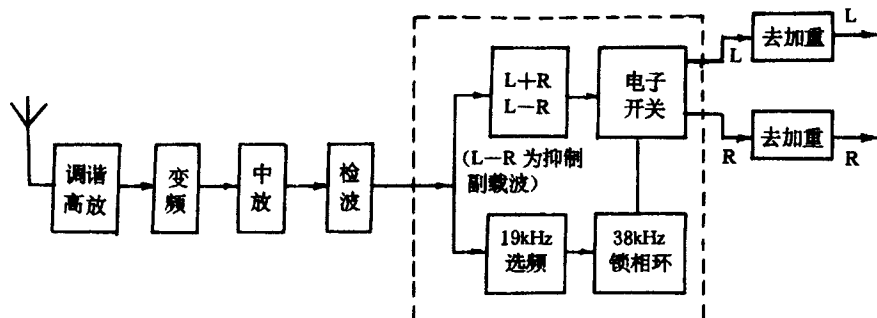


图 1—21

加到解码开关电路,而 19kHz 导频信号加到锁相环路,产生出标准的 38kHz 信号,也加到开关电路。38kHz 副载波作为开关的控制信号改变“和”、“差”信号的瞬时电流方向,把左、右声道的音频信号分开,然后再经去加重网络便可送低频放大器及功率放大器放大。

锁相环路结构如图 1—22 所示。76kHz 压控振荡器(VCO)产生 76kHz 信号,经 2 分频得到 38kHz 信号,再经 2 分频得到 19kHz 信号,将该信号和 19kHz 导频信号同时加到鉴相器。如果 2 分频后得到的 19kHz 信号与 19kHz 导频信号频率及相位完全一致,则表明 38kHz 信号与发射机处的副载波完全一致。如果分频后得到的 19kHz 信号比 19kHz 导频信号频率偏高(从而相位超前),则鉴相器输一直流电压迫使压控振荡器振荡频率下降,一直降到标准值为止。反之亦然,于是得到了标准的 38kHz 副载波。

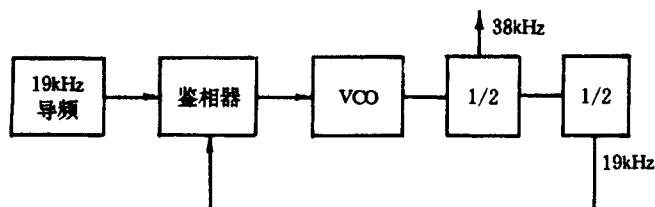


图 1—22

去加重电路的作用是:在发射机及收音机电路中,存在着噪声,且随频率增高噪声增强,即随频率增高,信号与噪声之比减小,这会使收音机音质下降。为了增强高频的信噪比,在发射端使放大器对声音中的高频成分的放大能力加大(而对噪声不变),因此提高了发射端高频的信噪比。在接收端,将高频成分与噪声一起压缩(即去加重),就可改善音质了。

第五节 数字调谐收音原理

近年来,具有数字调谐收音功能的收放机在中高档汽车中得到推广。由于数字调谐收音电路利用了具有存储等多种功能的系统控制集成电路(微处理器)及电子调谐电路,因而