

403

7-110-15-57
416

家用电器原理与维修

胡君良 编著

西北工业大学出版社

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书阐述调幅收音机、调频收音机、录音机、黑白电视机、彩色电视机、遥控彩电基本原理、电视新技术和全媒体全数字彩电、家庭影院(家庭影院环绕声系统和影碟机 VCD、LD、DVD)、电动机、电风扇、洗衣机、电冰箱、空调器等家用电器原理与维修的内容。为了便于学习,每章节后均配有思考题和习题。教学时数在 60 到 90 学时之间,可通过内容取舍确定,还可配收音机、黑白电视机安装、调试等实验,加强对家电原理与维修的理解和认识。

作者积多年来的教学与实践经验,综合学生电子技术实践环节的需求与爱好,编著本教材。本教材适用于高等工科院校电类专业本科生、大专生,也可供从事电子技术方面工作的工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器原理与维修/胡君良编著. —西安:西北工业大学出版社,2000.12

ISBN 7-5612-1307-7

I. 家... II. 胡... III. ①日用电气器具—理论 ②日用电气器具—维修 IV. TM925.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 75441 号

*

西北工业大学出版社出版发行

(邮编:710072 西安市友谊西路 127 号 电话:8493844)

全国各地新华书店经销

西安正华印刷厂印装

*

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16 插页 2 印张:14.25 字数:343 千字

2001 年 1 月第 1 版

2001 年 1 月第 1 次印刷

印数:1~5 000 册

定价:20.00 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

作为理工科大学的学生,几乎每个人都有有一个愿望,就是掌握家用电器原理,能对自家电器进行自如的操作与正常的维护维修。为了扩展学生视野,提高电子技术专业学生的实验、实践动手能力,加强实践环节,“家用电器原理与维修”这门课已在西北工业大学作为选修课开设了多年。学生们表现出了浓厚的兴趣,多次报名人数爆满。为满足本科生在家用电器原理与维修知识方面的需求,我们组织编著了这本教材。

家用电器品种繁多,又有不同的分类法。本书按声像电器、电动电器、电热电器和制冷电器顺序来编写。编写时,我们注意了内容的精选、内容的吸收、重点的突出。在内容的介绍上,主要突出家电的基本原理,多以理念性分析、系统框图原理、单元电器原理以及物理概念进行阐述。根据各种家电的特点,维修维护问题以常见故障进行表述,有些家电还作了维修概述。每章节后附有思考题和习题,以供参考学习。

全书共分四章,第一章声像电器,分别介绍了收音机原理与故障检修:录音原理、录音机原理与故障检修,广播电视基础知识,集成黑白电视机原理与维修、彩色电视机原理与故障检修,遥控彩电基本原理、电视新技术和全媒体全数字彩电概述,家庭影院的基本组成,家庭影院中环绕声系统,家庭影院中的 AV 信号源 VCD/LD/DVD。第二章电动电器,分别介绍了电动机原理与故障检修,电风扇原理与故障检修,洗衣机原理与故障检修。第三章电热电器,分别介绍了家庭常用电热电器概述,电磁灶原理;微波炉原理。第四章制冷电器,分别介绍了制冷原理与制冷系统,电冰箱原理,空调器原理。

家电原理的技术比较成熟,因此在编写时直接汲取了一些优秀书刊的成果。在比较热门的家庭影院部分,除汲取其他优秀书刊成果外,作者还花了不少心血,比如在家庭影院中的环绕声系统等部分采用了自己的研究成果。

本书适合作高等理工院校本科生、专科生教材。

本书在出版过程中,得到了西安电子科技大学裴昌兴教授的指导,西北工业大学蔡增寿,杨长照、段哲民、邵树渊等同志的支持,在此表示感谢。

由于编著者水平有限,本书一定会有不少问题,恳请读者和教学中使用本书的教师批评、指正。

编著者

2000年5月

1 声像电器

收音机

收音机的任务是将电台发射的电磁波接收下来,然后将其放大,并把它还原为原来的信号。为了完成这个任务,接收机应具备如下 3 项功能。

(1) 选台功能 接收空间中电磁波的任务是由接收天线来完成。由于广播电台很多,在同一时间内,接收到的信号不仅是我们希望收听的电台信号,而且包含若干个来自不同电台的、具有不同载频的无线电信号。因此必须在接收天线之后,设有一个选台装置,选出我们需要的电台信号,把不要的信号滤除。

(2) 解调功能 将选出的某个电台的高频调幅波直接去推动喇叭或耳机是不成的,还必须把音频信号从运载它的载频信号上卸下来。如同飞机到达目的地后乘客从飞机走下来一样。这一过程叫解调。通常把从高频载波中取出音频信号的过程叫检波。从调频波中取出音频信号的过程叫鉴频,相应的解调装置分别叫检波器或鉴频器,也称为解调器。

(3) 电声转换功能 解调后的信号经放大加至耳机或喇叭,通过它将电信号转成声音,人们就可听到所需的广播节目。

收音机按信号调制方式可分为幅度调制(AM)收音机和频率调制(FM)收音机,各有其特点。下面分别予以介绍。

一、调幅收音机原理与故障检修

1. 调幅收音机概述

早期的收音机为直放式收音机。它是将天线接收下来的高频信号先进进行放大,然后对它直接进行检波,取出音频信号后送低频放大器,最后推动喇叭还原出声音。直放式收音机的特点是电路简单,易于理解;缺点是稳定性、灵敏度、选择性差。因而现在已被超外差收音机所取代。以下所述调幅收音机均指超外差式调幅收音机。

2. 调幅收音机电路、模型及原理

图 1.1-1 为普通七管 OTL 输出超外差式晶体管收音机电路。图 1.1-2 为普通调幅收音机的通用模型。即使是集成片构成的收音机,其模型也是如此。

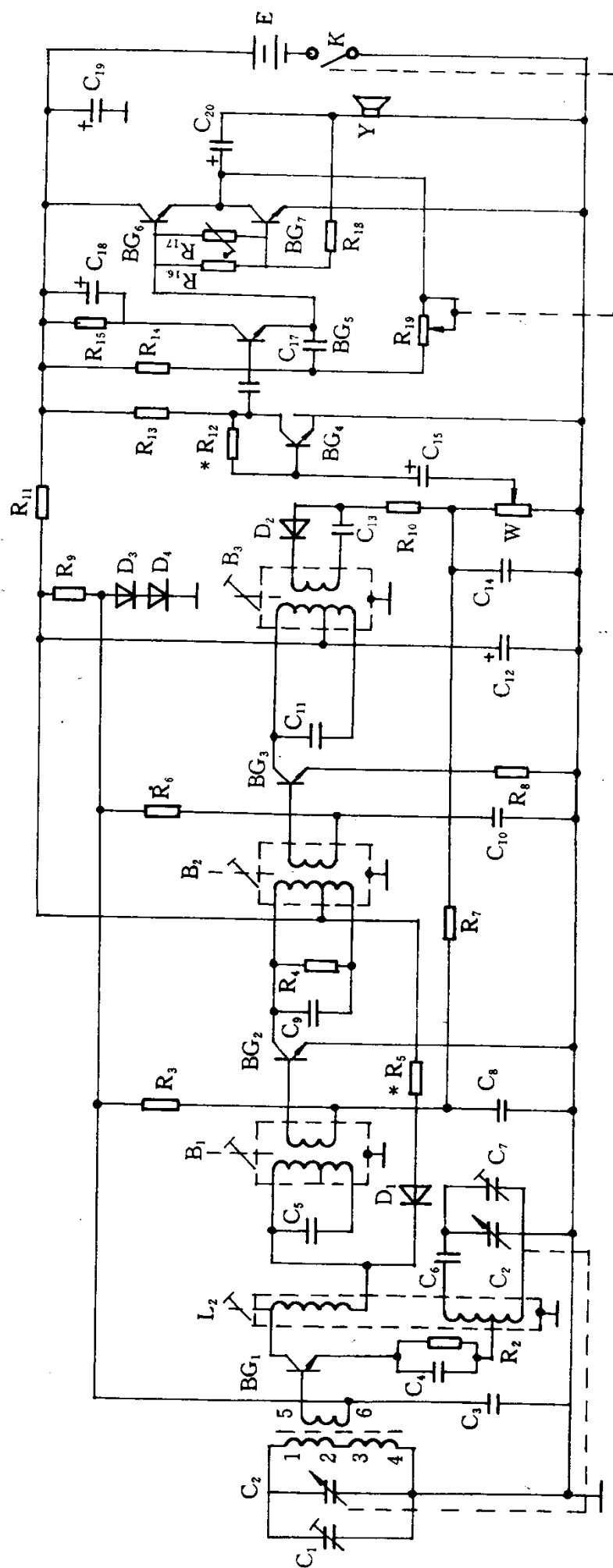


图 1.1-1 七管 OTL 输出超外差式晶体管收音机电路

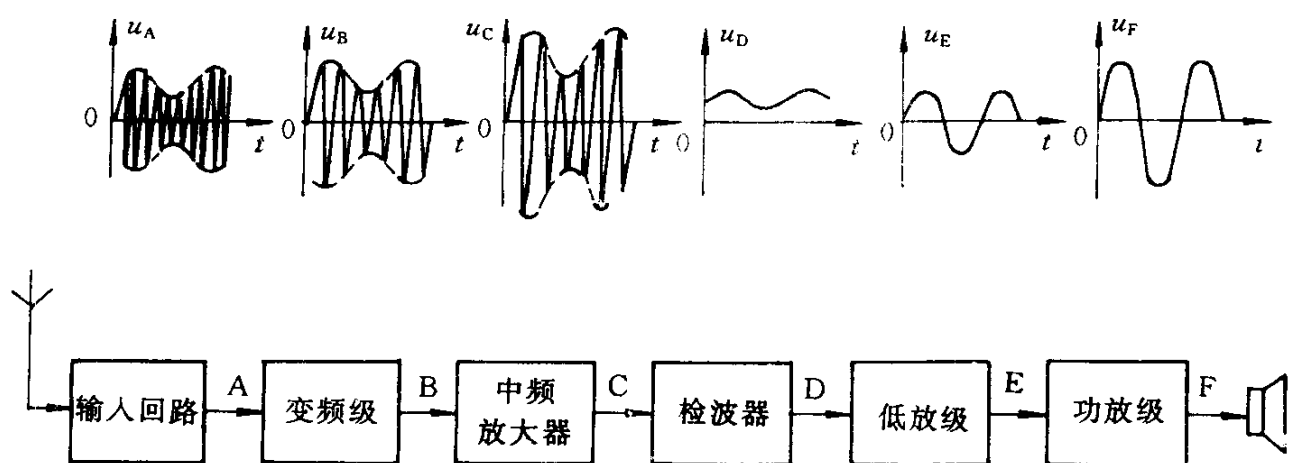


图 1.1 - 2 超外差式收音机的方框图

输入回路的功能是从天线上选出所需要的电台。它是由电感和电容并联组成谐振槽路,具有频率选择作用。当某电台的载波频率与谐振槽路的固有频率相等时,就会发生并联谐振,就会在谐振槽路两端产生较大的谐振电压,即表明此电台被选中。通常谐振槽路中的电容是可变的,以适应多电台选频的需要。

变频级是超外差接收的核心。它的功能是把所选电台的高频调幅信号变成一个载波频率较低的中频信号(我国为 465 kHz)。变频级自身产生一高频本地等幅振荡信号(频率为 f_L),与电台高频调幅信号(频率为 f_c)相混频,输出中频信号(频率为 f_1)。混频遵循 $\pm f_L \pm f_c = f_1$ 的数学模型,通过同时改变本地振荡器的谐振电容和输入回路谐振电容来实现。

中频放大器的功能是对中频调幅信号进行有效的放大。通常由多级小信号谐振放大器组成。

检波器的功能是把原声音信号从调幅信号中解调出来。通常由二极管包络检波电路组成。

AGC 电路是自动增益控制电路的缩写。它的功能是当输入电台信号强度有起伏时,自动调节中频放大器的增益,以便使检波器输出信号基本保持不变。

低放级的功能是对音频信号进行有效的电压放大。

功放级的功能是对音频信号进行有效的功率放大。以推动扬声器发音。

3. 调幅收音机常见故障检修

一个有故障的收音机,只要能准确的确定故障原因或故障部位,就可利用各种维修方法进行故障排除与处理。表 1.1 - 1 给出了调幅收音机的常见故障以及可能的故障部位,还有简单的处理方法,以供维修参考。

表 1.1 - 1 调幅收音机常见故障部位分析

故障现象	引发故障可能原因	处理方法
完全无声	(1) 电池耗尽,干枯或流液	换新
	(2) 电源开关接触不良,或通断不理想	换新
	(3) 电池压簧锈蚀引起接触不良	修或换新

续 表

故障现象	引发故障可能原因	处理方法
完全无声 (续)	(4) 外接电源插孔中接触不良引起电源不通	修或新换
	(5) 音量电位器上的电源开关损坏	换新
	(6) 扬声器坏或连线断	换新或点焊
	(7) 耳塞插孔有故障使信号送不到扬声器	换新
	(8) 电源滤波电容击穿短路	换新
	(9) 晶体管或集成电路损坏或有焊点虚焊	换新、接通
	(10) 电路中耦合元件坏,使信号中断,此类元件有耦合电容,耦合变压器等	查电容,查变压器,中周等
	(11) 某级放大器不工作,使信号中断	查工作点,查中周,微调电容等
	(12) 天线线圈断	
收不到电台 (有背景噪声)	(1) 中频放大器损坏	查修
	(2) 高放、本振、混频其中有一部分有故障	查修时分别排除
收音机 灵敏度低	(1) 天线没调至最佳接收状态,磁棒失调,线圈断线	重调
	(2) 中放失谐	重调
	(3) 混频级工作点不正常	重调
	(4) 检波管性能劣变	换新
收台不少 且音量小	(1) 喇叭坏	换新
	(2) 低放不正常,增益小	重调
失 真	(1) 喇叭破损,声音沙哑	换新
	(2) 中频放大器和低放中某个管工作点不正常	重调
啸叫声 (自激振荡)	(1) 大音量时发出“嘟嘟”声主要是低放自激,退耦不良,电池用久内阻增大引起	查换
	(2) 无论调台到哪,都有尖叫声,原因有中放增益过大,AGC 失控引起	重调
	(3) 高频端啸叫,本振过强引起	重调
混 台	(1) 中周没调好	重调
	(2) 中周槽路电容失效	重调
	(3) 多股天线断线	修复
	(4) 输入调谐回路元件失效, Q 值下降	修复
交流声	(1) 电源滤波不良	重调
	(2) 电源部分地线没接好	重调

续 表

故障现象	引发故障可能原因	处理方法
噪声大	(1) 第一级晶体管的工作电流过大	重调
	(2) 第一级晶体管噪声大	换新
调节音量时有“喀喀”声	(1) 音量电位器损坏	换新
选台时有“喀喀”声	(1) 双连电容磨损	换新
拍打时时好时坏	(1) 电路中有虚焊点或接触不良	查修
收音机有方向性且伴随间歇振荡	(1) AGC 效果差	查修
	(2) 中放增益过大	重调

二、调频收音机原理与故障检修

1. 调频收音机原理与电路分析

频率调制与幅度调制相比最大的优点是抗干扰能力强。调频广播的频带比较宽、音质好、信噪比高、抗干扰能力强。调频广播的应用,解决了中波广播电台频率拥挤现象,因此受到广泛的欢迎。特别是近几年来,调频广播开播了双声道立体声广播,优质的音响效果,受到了广大听众的青睐。

(1) 调频收音机的组成 图 1.1-3 是调频广播超外差式收音机的方框图,由图可看出它与调幅广播超外差式收音机有很多相似之处。

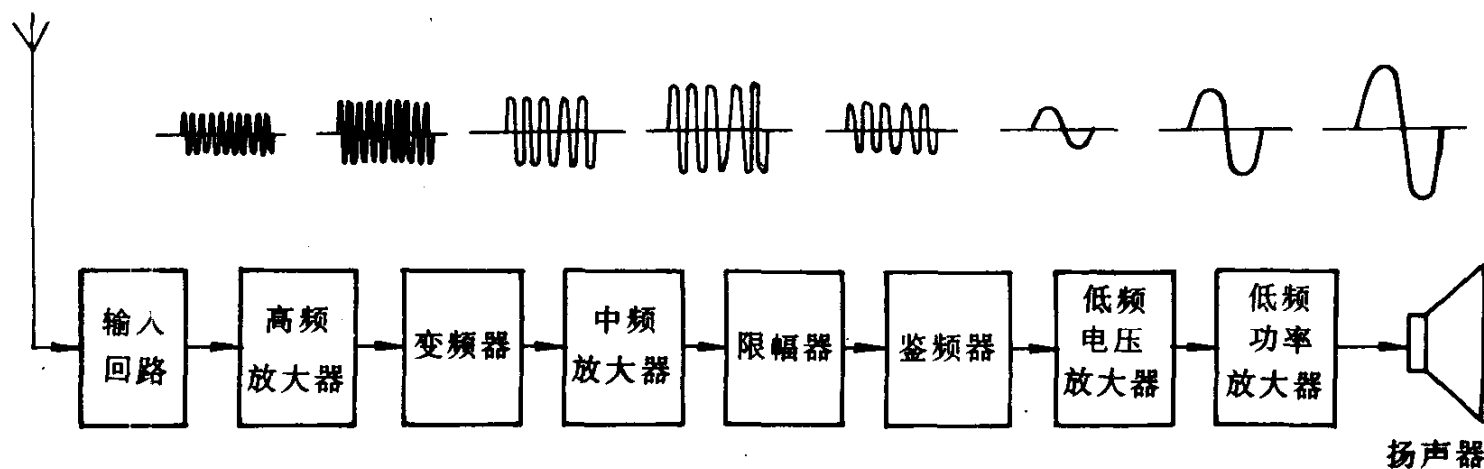


图 1.1-3 调频广播超外差式收音机的方框图

调频接收机的工作过程：

接收天线将各电台的调频信号送至输入回路,经初步选台后将所需要接收的电台信号送至高频放大器进行放大,放大后的信号与本机振荡信号在混频器中进行变频,再由选频回路选

出 10.7 MHz 的差频信号送至中频放大器进行放大,然后再经限幅器限幅;削去调频波的幅度变化。限幅后的中频调频信号送至鉴频器,解调出音频信号,最后经低频电压、功率放大推动喇叭发出声音。我国规定调频收音机中频为 10.7 MHz,采用国际标准波段 88~108 MHz。

调频收音机的电路特点:

1) 前级设有高频放大电路,由于调频广播受地形,建筑物影响较大,远距离接收效果差,对收音机灵敏度要求较高,同时由于变频级(或混频级)是超外差式收音机的主要噪声源之一,所以设置高频放大级,既可以提高整机灵敏度又可提高信噪比。

2) 在中放设置限幅电路,为了提高干扰性,在中频放大器之后加有限幅器。实际上末级中放就是一个中频限幅器。当三极管动态范围不太大,加至三极管基极的信号幅度足够大时,三极管会由放大状态进入饱和或截止状态,输出信号波形上下切平,达到限幅目的。

3) 设有自动频率控制电路,在调频接收机中,由于本振频率很高,频率的稳定性成了一个重要问题,为了防止本振频率的偏移,电路中设有自动频率控制(AFC)电路。

(2) 调频立体声收音机:

1) 什么是立体声 前面讲过的各种收音机电路,都只能重放一个通道的音频信号节目,因为广播电台发射的信号就是单声道音频信号所调制的信号。单声道放声时,声音来自一个方向,声源是一个点,听者感觉不出声音的方位感,展开感,也就是立体感。人的听觉具有敏锐的方向感。当我们在倾听某一声源发出的声音时,两耳接收声波会有一定的时间差,声强差和相位差。双耳感觉上的这些差别,使我们具备了声像定位能力。比如我们坐在听众席上欣赏舞台上交响乐团的演出,可以准确的判断出各种乐器、各个声部的位置,对乐队的宽度感、深度感及分布感很明显。人耳的这种效应称为“双耳效应”。“双耳效应”是我们享受立体声的得天独厚的条件。立体声技术正是模仿人的“双耳效应”的方向效果而实现的,图 1.1-4 是音频立体声系统的示意图。图中模拟双耳左右话筒拾到乐队现场演出的声音信息,经左、右两路相同的高保真放大系统放大后重放。当我们处于两路扬声器之间的一定位置时,就会感觉到原来乐队的立体声像,具有身临其境的现场感。双声道立体声虽然还不能把现场复杂的综合信息完全再现出来,但它所表现出的音乐宽阔宏伟,富于感染力,是单声道放声系统所无法比拟的。

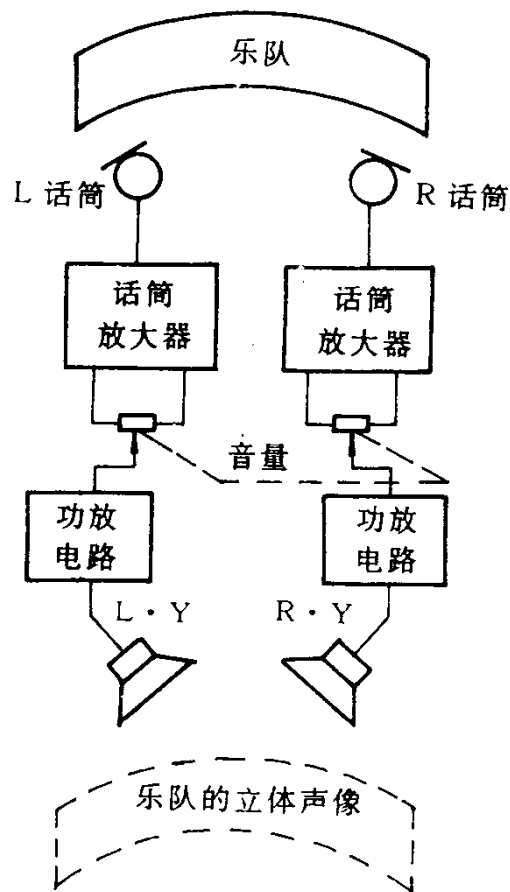


图 1.1-4 音频立体声系统的示意图

2) 怎样实现立体声广播 自 1961 年 6 月美国实现调频立体声广播以来,由一个载频传送左右两个声道的立体声广播系统得到迅速发展。由于调频广播的优越性能,立体声广播节目都采用调频方式。

实现立体声广播的方式有多种,目前实现的立体声广播制式只有 3 种,它们是导频制、极化调制式和 FM-FM 制。其中被广泛采用的是导频制。我国把导频制作为立体声广播制式。导频制的主要优点之一是具有兼容性。所谓“兼容”,就是普通单声调频收音机也可收听立体声调频广播;立体声调频收音机也可以收听单声道调频广播。当然,放声都是单声道的。导频制

立体声的广播过程是这样的：左(L)、右(R)两路音频信号先运用和差方法在矩阵电路里变成和信号 $L+R$ 及差信号 $L-R$ 。 $L+R$ 作为主信号； $L-R$ 要先去调制一个 38 kHz 的副载波，产生 $L-R$ 调幅信号，作为副信号。38 kHz 的副载波是由 19 kHz 振荡器产生的振荡信号经倍频器倍频供给的。为了避免副载波占用频带和增加发射功率、降低信噪比，必须在副载波完成产生副信号的任务以后，将它抑制掉。这种抑制副载波的调幅过程是在平衡调制器里进行的。差信号调制副载波的主要目的是为了在收音机里实现左右声道分离。因此，在收音机里还要把被抑制掉的副载波“再生”出来。再生的副载波要和发射机内被抑制前的副载波同频、同相，以保证收、发同步。所以在调制载频的信号中，除了主副信号外，还要加入一个 19 kHz 的导频信号作为同步信号，以便在收音机里“导引”出一个 38 kHz 的副载波信号。这正是导频制名称的由来。19 kHz 的导频信号也就是由发射机中的 19 kHz 振荡器提供的。因此，导频信号与副载波信号同出一源，收发两地容易实现同频、同相。现在可以知道，和信号(主信号)、已调差信号(副信号)及导频信号共同组成立体声复合信号。立体声复合信号在发射机的立体声调制器里对主载频进行调制，最后经高频功率放大，以 88~108 MHz 频段内的某一频率发射出去，见图 1.1-5。

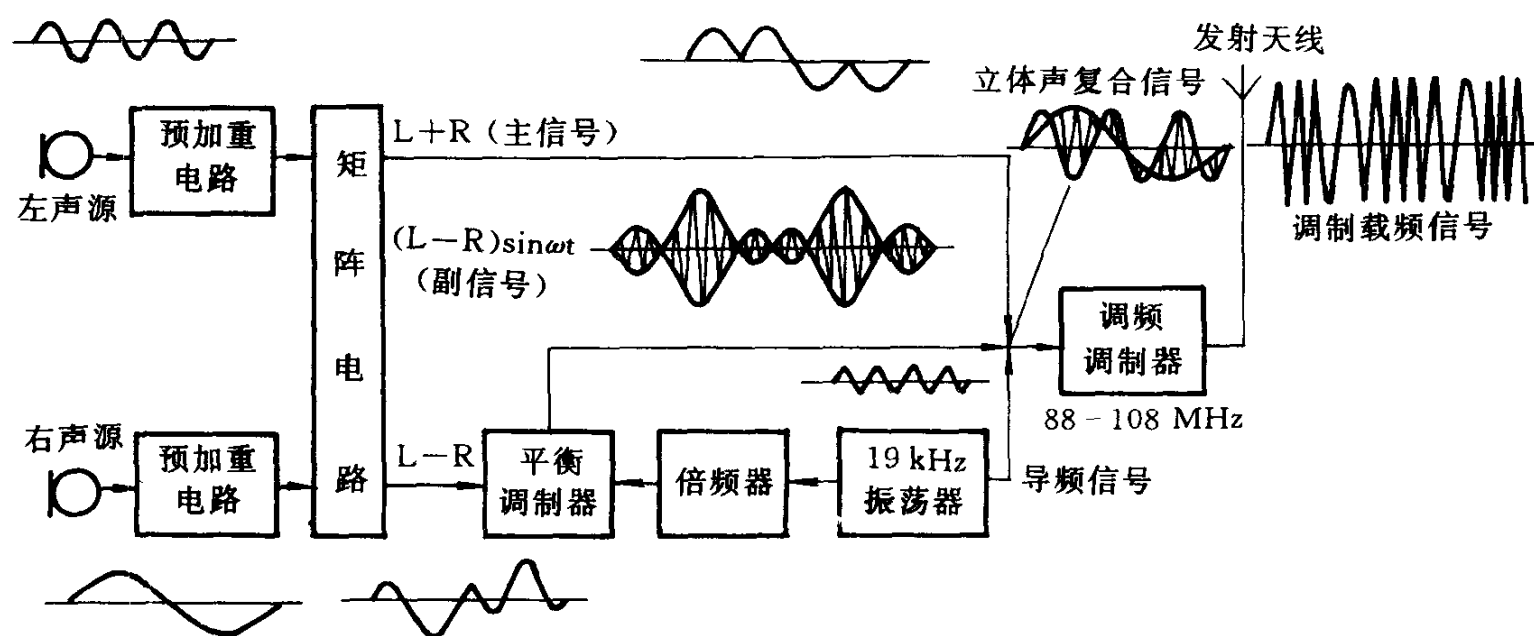


图 1.1-5 立体声广播的发射系统方框图

3) 调频立体声收音机的方框图 调频立体声收音机的方框图见图 1.1-6。

调频立体声收音机的主要工作过程是：调频立体声收音机在接收到调频立体声信号后，经高放、变频、中放、鉴频，取出立体声复合信号，然后把它加到立体声解调器中分离出左、右两个声道信号来。左声道信号和右声道信号分别输送到两路音频放大器，再推动两路扬声器进行立体声重放。

调频立体声收音机电路的输入回路、高放、变频、中放及鉴频电路与单声道调频收音机电路完全相同。不同的是调频立体声收音机多了一个立体声解码器和一路音频放大器扬声器系统。立体声解码器后面的去加重网络用来去除高频噪声。所谓去加重是对发射机中的预加重网络而言的。为了改善调频收音机的高音频段的信噪比，在发射机的音频电路中有意使高音频预先得“加重”。而在接收机再去除这种“加重”成分。去加重网络实际是一个低通滤波器。它是对 15 kHz 以上的信号幅度进行衰减的同时，高频噪声也成比例地衰减了。

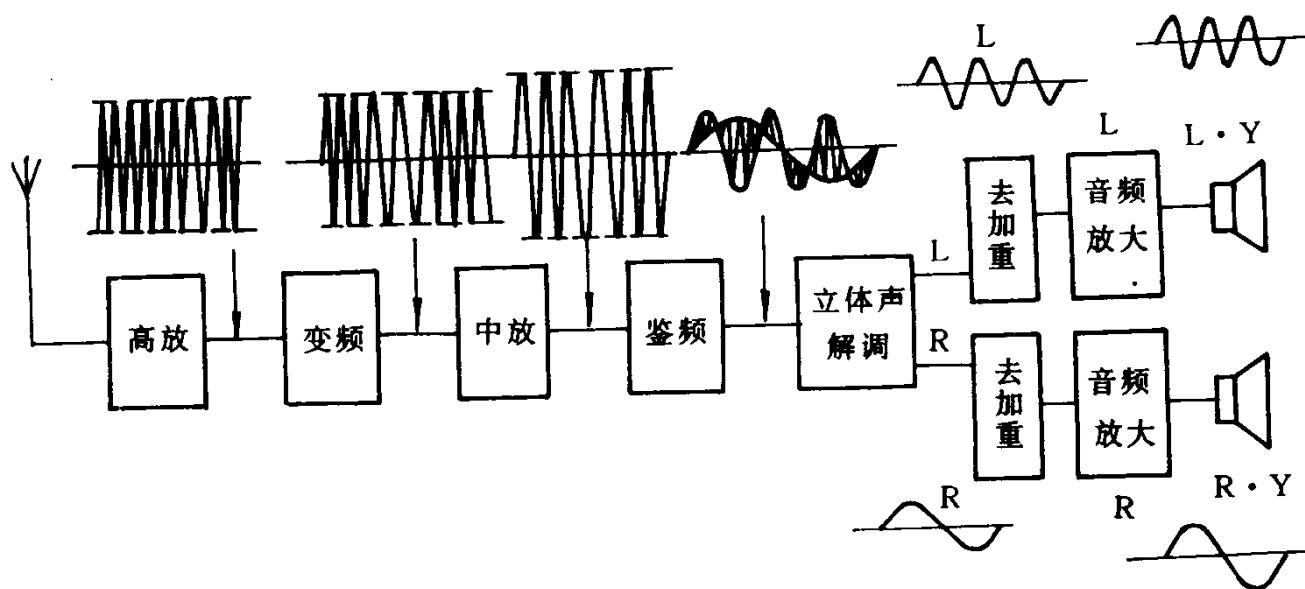


图 1.1-6 调频立体声收音机方框图

4) 立体声解调器的简单工作过程 立体声解调器又称立体声解码器。解调器的任务是对主信号和副信号进行解调,以还原出左、右声道信号。立体声解调器主要有矩阵式、包络检波式和电子开关式 3 种解调方式。其中电子开关式解调器应用最为广泛。图 1.1-7 为电子开关式解调器的方框图。由鉴频器解调出的立体声复合信号先在复合信号放大分离电路中分离出主、副信号和导频信号。导频信号进入副载波发生器,经倍频、放大、恢复发射端被抑制的 38 kHz 副载波,并用副载波作为开关信号与主、副信号一起加到开关电路。38 kHz 开关信号以 38 000 次每秒的速率快速切换,交替导通左、右信号,从而将左、右声道信号解调出来。

早期的立体声解码器是由分立元件组成的。由于分立元件解码电路复杂,可靠性及分离度指标都很差,目前已极少采用,而日益广泛采用集成电路立体声解码器。特别是集成电路锁相环(PLL)立体声解码器性能十分优越,高档的收音机、收录机毫不例外地采用锁相环解码器。

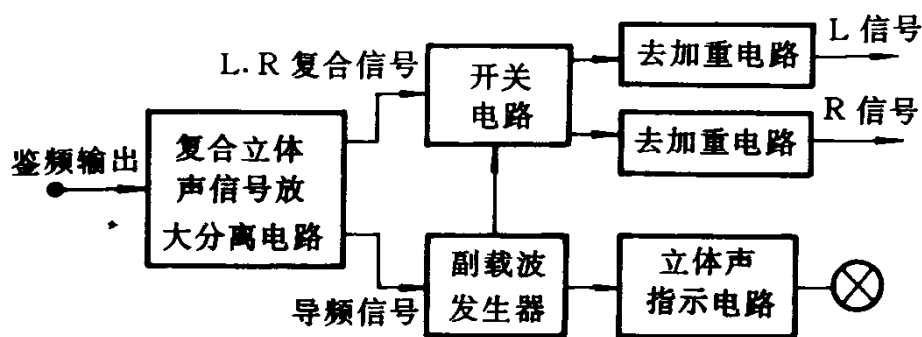


图 1.1-7 电子开关式解调器方框图

(3) 鉴频电路 鉴频电路又称鉴频器,它的作用是从已调频信号中恢复原来的音频调制信号。鉴频原理要经过两个过程:首先,利用频-幅变换器将等幅调频信号变成既调频又调幅信号,其幅度(即包络)变化规律与频率变化规律相对应。其次,用幅度检波器检出包络信号,即音频信号。其工作过程如图 1.1-8 所示。

(4) 立体声解码电路简介 早期的立体声解码器是由分立元件构成的,电路较为复杂、性能较差,现已被优质的集成电路锁相环(PLL)立体声解码器所取代。作为维修人员,没有必要深入了解集成电路的内部复杂电路,只要知道各引脚功能就行了。下面简单介绍图 1.1-9 所示的分立元件立体声解码器电路的工作过程。由鉴频器输出的立体声复分信号经 C_1 耦合给 BG_1 放大,同时利用 BG_1 集电极 19 kHz 调谐回路(L_1C_2)取出导频信号,并经 L_2 把它耦合给 BG_2 放大,放大后的导频信号经 L_3C_3 谐振回路再一次选频后送到 D_1, D_2 组成的全波整流电

路。整流后输出的 38 kHz 负脉冲纹波信号由 C_8 耦合给 BG_3 放大,并在 BG_3 的负载回路上 (C_9L_4) 谐振产生 38 kHz 的副载波信号。副载波信号又经 L_5 耦合给 D_3, D_4, D_5, D_6 组成的桥式开关电路。同时,在 BG_1 输出回路未能进入 19 kHz 选频电路的立体声复合信号从 R_4 输出,经 C_4 输送到开关电路 L_5 中间抽头,与 38 kHz 开关信号“相遇”。38 kHz 开关信号在 L_5 的两个圈数相同的绕组上分别获得两个相位相反的开关信号,加到桥式开关电路上。假定当开关信号在 L_5 的 1 端为负,3 端为正时,则 D_5, D_3 导通,复合信号中的左声道信号通过 D_5, D_3 输出;当开关信号在 L_5 的 1 端为正,3 端为负时,则 D_6, D_4 导通。复合信号中的右声道信号通过 D_1, D_4 输出。从而完成左、右声道信号的解调。图中 C_{11}, R_{18} 和 C_{10}, R_{17} 组成去加重网络,以消除超高频噪音。

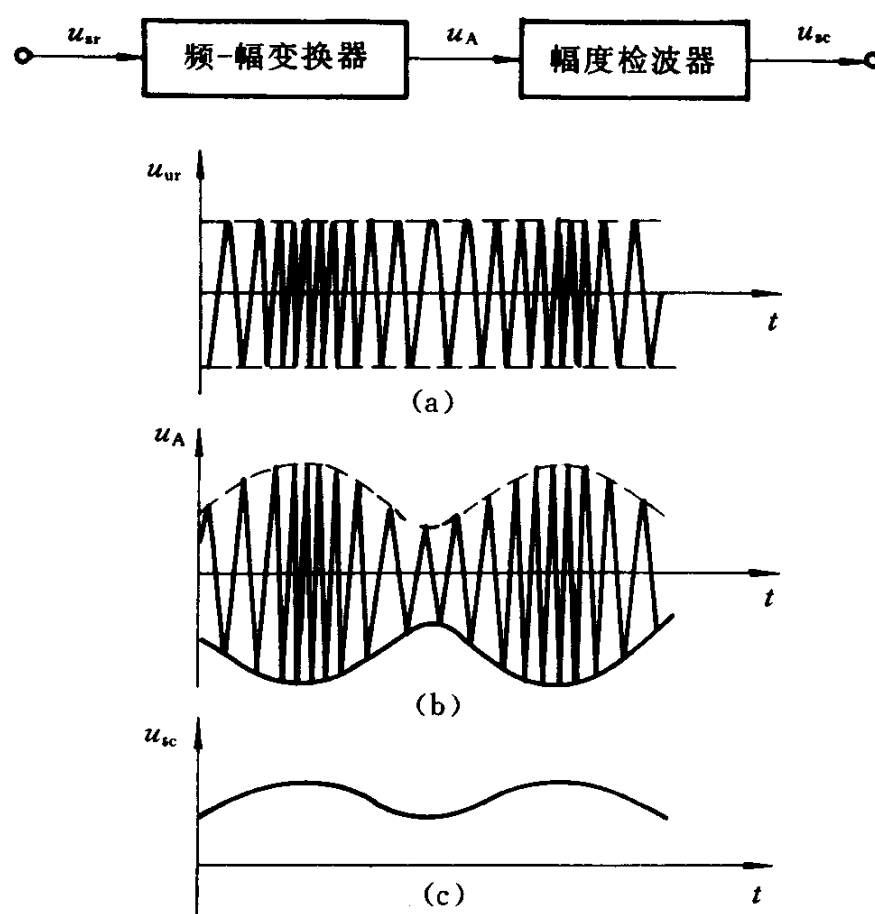


图 1.1-8 鉴频原理

(5) 调频调幅收音机整机电路 图 1.1-10 是调幅调频收音机电路。该电路的 AM 变频电路,音频放大电路,中波调幅和超短波调频的高频部分各自独立,中放部分共用。鉴频和检波输出通过波段开关进行转换。

(6) 调频、调幅高中频集成电路 图 1.1-11 是调频、调幅收音机采用独立中放通道的高、中放集成电路的接线图。集成电路采用 $\mu PC1018C$ 或 $AN7218$ 等型号。 $\mu PC1018C$ 内部包括了调幅变频、调幅中放、调频中放和 AGC 电路。调幅检波和调频鉴频电路需外接。由于该电路中放采用了三端陶瓷滤波器,使中放外围元件大大减少。图中 L_1 为调幅天线线圈; L_2 为振荡线圈; B_1, B_2 为调幅中周; B_3, B_4 为调频中放的末级中周及鉴频线圈。 CF_1 为 10.7 MHz 三端陶瓷件。 CF_2 为 465 kHz 三端陶瓷滤波器。调频调谐器输出的中频信号通过 C_{12} 电容由 $\mu PC1018C$ 的 2 脚输入。调幅检波后的 AGC 电压通过 R_1 , 由 14 脚输入内部 AGC 电路。

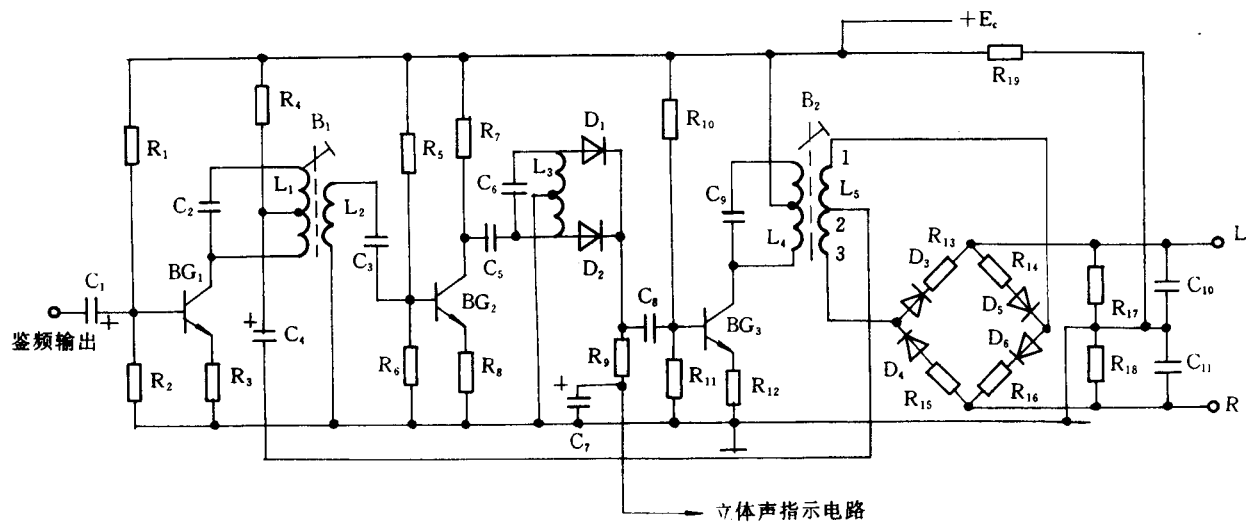


图 1.1-9 分立元件立体声解码器电路

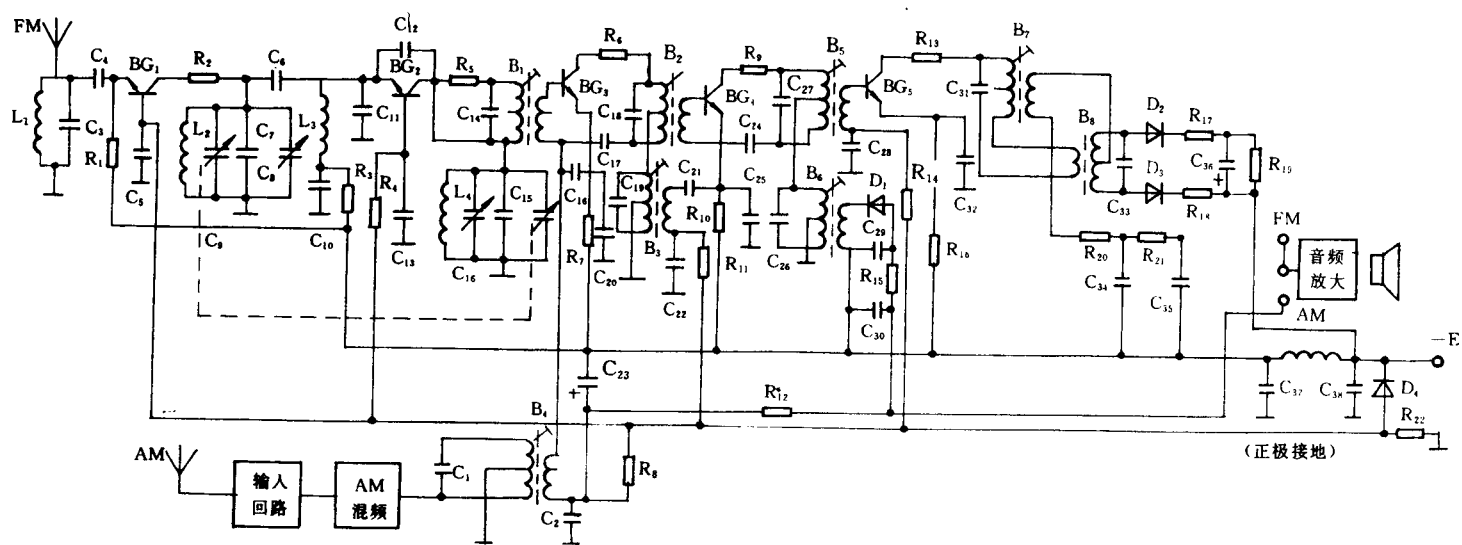


图 1.1-1 FM/AM 收音机电路