

高等学校“十二五”规划教材

家用电器

原理、维修与选购

胡君良 胡永昌 编著

西北工业大学出版社

家用电器原理 维修与选购

胡君良 胡永昌 编著

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书内容包括调幅收音机、调频收音机、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、维修与选购等,每节后均配有思考题和习题。教学时数为 60~90 学时,可依实际情况对内容有所取舍,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。

本书可作为高等工科院校电类专业本科生、大专生教材,也可供从事电子技术方面工作的工程技术人员学习与参考。

图书在版编目(CIP)数据

家用电器原理、维修与选购/胡君良,胡永昌编著. —西安:西北工业大学出版社,2011.1
ISBN 978-7-5612-2997-2

I. ①家… II. ①胡… ②胡… III. ①日用电气器具—理论②日用电气器具—维修
③日用电气器具—选购 IV. ①TM925

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 009757 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpup.com

印 刷 者:陕西天元印务有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14.375

字 数:349 千字

版 次:2011 年 1 月第 1 版 2011 年 1 月第 1 次印刷

定 价:26.00 元

前 言

《家用电器原理与维修》是在 2000 年 5 月出版的,迄今已有十年时间。该书的用户一是广大的社会读者,二是西北工业大学相关专业选修课和全校公共选修课的本科生。从该书一出版,就得到了广大读者,尤其是电专业读者,需要家用电器使用、维修知识的读者的青睐。在此期间,曾经 3 次重印,为了满足教学需要,先后还小批量印刷多次。

经过十年的岁月流逝,我国社会主义社会和经济建设得到很大的发展,居民生活水平大大提高,同时家用电器也得到了翻天覆地的变化和发展。家用电器优胜劣汰,种类增多了,品种齐全了,技术提升了,功能增加了,更加先进了,更加人性化了,更加便民了,伴随而来的是家用电器更加复杂了,维修更难了,电器的选购更加困惑了。因此,《家用电器原理与维修》内容有些过时了,再版迫在眉睫。

本书是在《家用电器原理与维修》的基础上修订而成的。在内容上作了以下修订、完善、变更:

(1)完善和更新了收音机的相关内容。增加了收音机的选购,强调了收音机的技术要点分析。

(2)删除了已经过时的录音机内容。

(3)完善和更新了彩色电视机的相关内容。增加了画中画技术彩电、高清数字彩电、数字电视接收探析、I² 总线控制彩电、电视信号的差转与卫星广播电视信号的接收、彩色电视的选购等内容。

(5)完善和更新了家庭影院的相关内容。增加了家庭影院的选购等内容。

(4)完善和更新了电动电器的相关内容。增加了所述电动电器的选购等内容。

(6)完善和更新了电热电器的相关内容。增加了所述电热电器的选购等内容。

(7)完善和更新了制冷电器的相关内容。充实了制冷系统中的节能新技术,增加了所述制冷电器的选购等内容。

(8)每一种电器部分都更新和增加了思考题和习题内容。

修订之后,书名由原来的《家用电器原理与维修》更名为《家用电器原理、维修与选购》。

本书的电器选购部分及制冷系统中的节能新技术由胡永昌编写,其余部分由胡君良编写。

本书内容新颖,实用性强,具有以下特点:集合了家用电器的最新内容;反映了电器技术的最新技术;电器的选购指导实用性强;适合大学研究生、本科生、专科生、技校生以及所有电器爱好者阅读、参考;可作为大学本科、专科、技校生以及电类专业学生的学习教材;有思考题和习题,便于学习、练习与考试使用;可作为电器维修者参考用书。

本书在出版过程中得到了陕西师范大学石康培教授,西北工业大学段哲民教授、冯晓毅教授、吴勇教授、杨军老师、何格夫老师等的帮助,在此表示感谢!

由于水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评、指正。

编著者

2010年7月

目 录

第 1 章 声像电器	1
1.1 收音机	1
1.2 集成黑白电视机	15
1.3 彩色电视机	55
1.4 家庭影院	109
第 2 章 电动电器	159
2.1 电动机	159
2.2 电风扇	166
2.3 洗衣机	174
第 3 章 电热电器	182
3.1 电热电器概述	182
3.2 电磁炉	185
3.3 微波炉	188
第 4 章 制冷电器	194
4.1 制冷原理与制冷系统	194
4.2 电冰箱	198
4.3 空调器	210
4.4 制冷系统中的节能新技术	217
4.5 关于冰箱和空调的维修	223
参考文献	224

第1章 声像电器

1.1 收音机

1.1.1 收音机原理

收音机是典型的、技术与功能齐全的无线电接收机。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,它们各有其特点。下文分别予以介绍。

一、调幅收音机

1. 直放式调幅收音机概述

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、选择性均差,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 所示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 1.1.2 所示为普通七管 OTL 输出超外差式晶体管收音机电路。

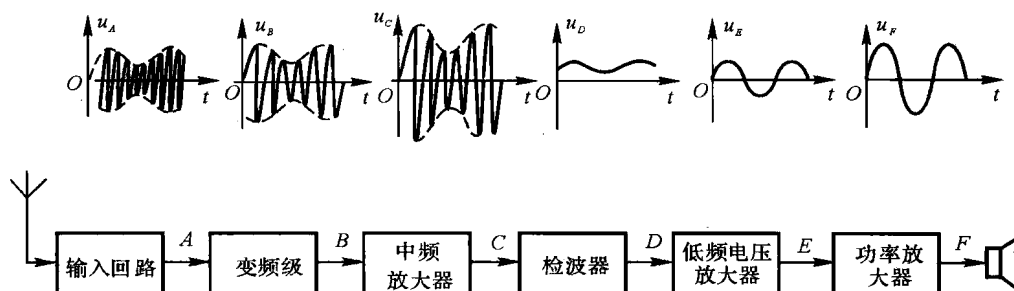


图 1.1.1 超外差式收音机通用模型

天线上有所有的无线电信号。输入回路的功能是从天线上选出所需要的电台。输入路由电感和电容并联组成并联谐振槽路,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。此时,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。天线接收下来的是高频载波调幅信号,波形如图 1.1.1 中的 u_A 。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(我国规定为 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_I)。混频遵循 $\pm f_L \pm f_C = f_I$ 的数学模型(或叫混频方程)。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。通过变频级 u_A 信号的包络不变,载波频率变为 465 kHz,如图 1.1.1 中波形 u_B 。中频放大器是一个高频小信号谐振放大器,中心频率为 465 kHz。它的功能是对中频调幅信号进行有效的幅度放大。它通常由多级小信号谐振放大器组成。它的输出波形如图 1.1.1 中 u_C 。检波器的功能是把原声音信号从调幅信号中解调出来。幅度足够大的波形 u_C 经过二极管包络检波器输出信号如图 1.1.1 中波形 u_D (是音频信号和直流信号的叠加)。低频电压放大器的功能是对音频信号进行有效的电压放大,输出波形如图 1.1.1 中的 u_E 。功率放大器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. 调幅收音机技术要点分析

(1) 电源退耦技术。所有用干电池供电的电路都涉及电源退耦技术问题。如图 1.1.3 所示。干电池供电的电路通常大负载、大功率消耗电路在放大系统的末端,都是直接从干电池供电。而中小功率负载的电路在放大系统的前端,经电源退耦之后供电。其原理是:由于干电池有内阻,大电流消耗会在内阻上产生电源干扰电压。若电池的直流电压和干扰电压一起给系统前级的中小负载供电,放大系统就会出现拍击或自激现象。因此,必须用有效的电源退耦电路(RC 滤波或 LC 滤波)消除电源干扰,才能正常供电。

(2) 自动增益控制(AGC)技术。所有无线电接收机都存在(或涉及)自动增益控制(AGC)技术问题。收音机也不例外,如图 1.1.3 所示。

无线电接收机距离信号发射源太近会因接收信号太强将放大器堵死,距离信号发射源太远会因接收信号太弱接收不到信号。解决此问题的方法就是采用自动增益控制(AGC)技术。

收音机是利用检波输出中的直流信号,送往前级中放电路,控制中放电路的放大倍数,从而实现自动增益。

(3) 混频电路涉及的技术。所有无线电接收机的前级电路均是混频电路,涉及的技术问题都一样。

1) 静态工作点稳定技术。根据混频电路低静态工作点的特点,用一个或两个二极管和一个电阻进行稳压(见图 1.1.3),用低电源电压(1.4V 左右)给混频电路的基极偏置电路供电。另外还常采用发射极直流负反馈稳定混频电路的低静态工作点。

2) 降噪技术。混频电路均在无线电接收机的最前端,是保证系统低噪声的关键所在。常采用的降噪法是:一设置较低的工作电流($I_E = 0.1 \sim 0.2 \text{mA}$);二是选择低噪声晶体管。

3) 半导通的静态工作点设置。混频电路既要放大输入信号,又要实现混频,因此,必须设置半导通的静态工作点。对输入信号进行非线性放大,产生新的频率分量,从而实现混频功能。

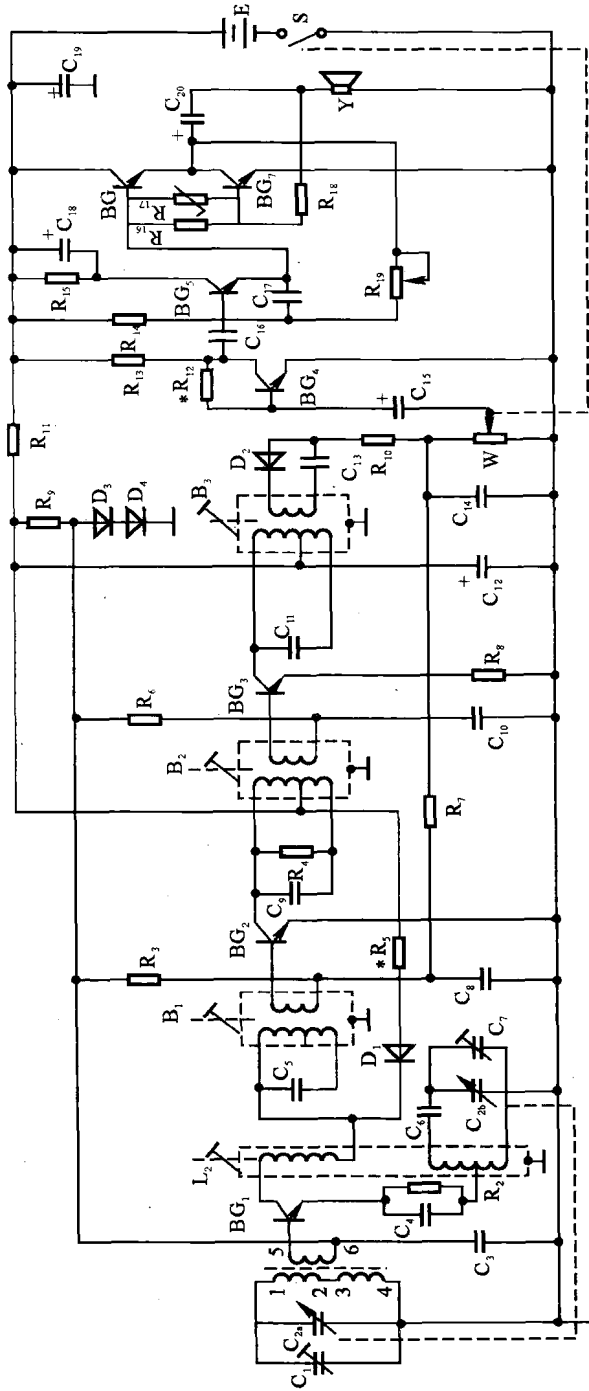


图1.1.2 超外差式晶体管收音机电路

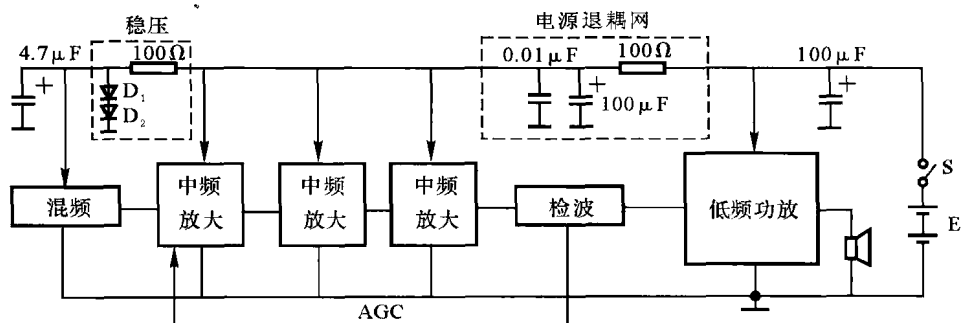


图 1.1.3 收音机电源退耦技术分析图

4. 调幅收音机常见故障检修

一个有故障的收音机,只要能准确地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和可能的故障原因,以及简单的处理方法,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	换新或修理
	(4) 外接电源插孔接触不良,引起电源不通	换新或修理
	(5) 音量电位器上的电源开关损坏	换新
	(6) 扬声器坏或连接线断	换新或重焊
	(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虚焊点	换新、接通
	(10) 电路中耦合元件坏,使信号中断,此类耦合元件有耦合电容、耦合变压器等	查电容、变压器、中周等
	(11) 某级放大器不工作,使信号中断	查工作点,看波形
收不到电台	(1) 本地振荡器停振	查修
	(2) 中频放大器调乱	重调
	(3) 输入调谐回路坏	查修
收音机灵敏度低	(1) 天线断线	查修
	(2) 中放失谐	重调
	(3) 混频级工作点不正常	查修
	(4) 检波管性能劣变	查修

续表

故障现象	引发故障可能原因	处理方法
收台不少但音量小	(1)喇叭坏	换新
	(2)低放不正常,增益小	检修
声音失真	(1)喇叭坏,声音沙哑	换新
	(2)低放工作点不正常	检修
	(3)中放工作点不正常	检修
声音啸叫	(1)中放增益过大,频带窄,AGC失效	检修
	(2)高频端啸叫,本振过强	检修
	(3)低放退耦不良	检修
混台	(1)输入调谐回路频带太宽, Q 值下降	检修
	(2)中周没调好	重调
	(3)磁棒上线圈断线	检修
	(4)中放谐振槽路元件失效	检修
交流声	(1)电源滤波不好	检修
	(2)电源部分地线没接好	检修
噪声大	(1)第一级工作点太高	重调
	(2)第一级晶体管噪声太大	更换
“咔咔”声	(1)调节音量时出现,音量电位器坏	换新
	(2)选台时出现,双连电容坏	换新
时好时坏	电路有虚焊点或接触不良	检修
接收具有方向性	AGC 工作不正常	检修

二、调频收音机

1. 调频收音机原理与电路分析

频率调制(FM)与幅度调制(AM)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 1.1.4 所示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。

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 10.7MHz 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(或干扰)。限幅后的中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 10.7MHz。载波调制频段采用国际标准波段 88~108 MHz。

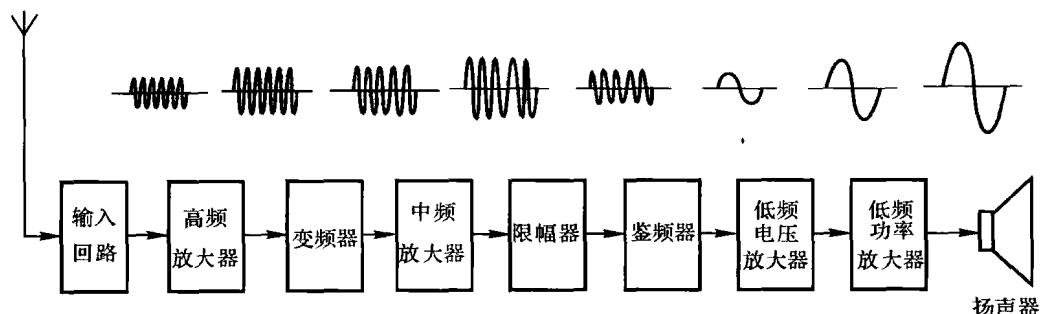


图 1.1.4 调频超外差式收音机的方框图

调频收音机的电路特点：

1)前级设有高频放大电路。由于无线电波受地形、建筑物影响较大,远距离接收效果差,对接收机灵敏度要求较高,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,因此设置高频放大级,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)立体声的概念。前面介绍的各种收音机电路,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,可以准确地判断出各种乐器、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。主体声技术正是模仿人的“双耳效应”的方向效果而实现的。图 1.1.5 是音频立体声系统的示意图。图中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。

2)立体声广播的实现方法。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。

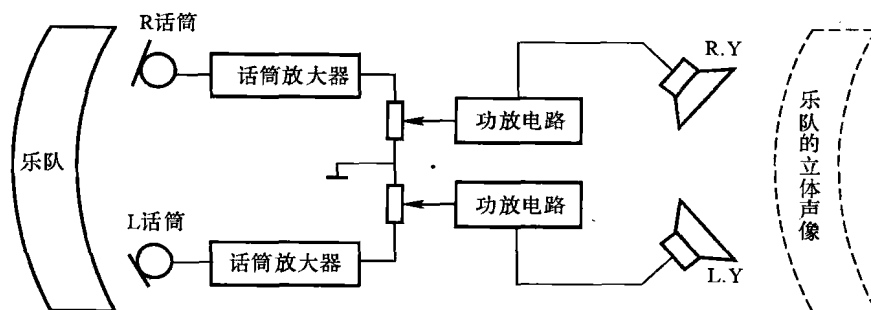


图 1.1.5 音频立体声系统示意图

实现立体声广播的调制方式可以有多种。目前实现的立体声广播制式只有 3 种，它们是导频制式、极化调制方式和 FM-FM 调制方式。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。 $L-R$ 先对 38kHz 的副载波进行双边带幅度调制，产生 $L-R$ 调幅信号，作为副信号。 38kHz 的副载波是由 19kHz 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，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 19kHz 的导频信号作为同步信号，以便在收音机里“导引”出一个 38kHz 的副载波信号，这正是导频制名称的由来。 19kHz 的导频信号也就是由发射机中的 19kHz 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。现在可以把主信号、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 $88\sim 108\text{MHz}$ 频段内的某一频率发射出去，如图 1.1.6 所示。

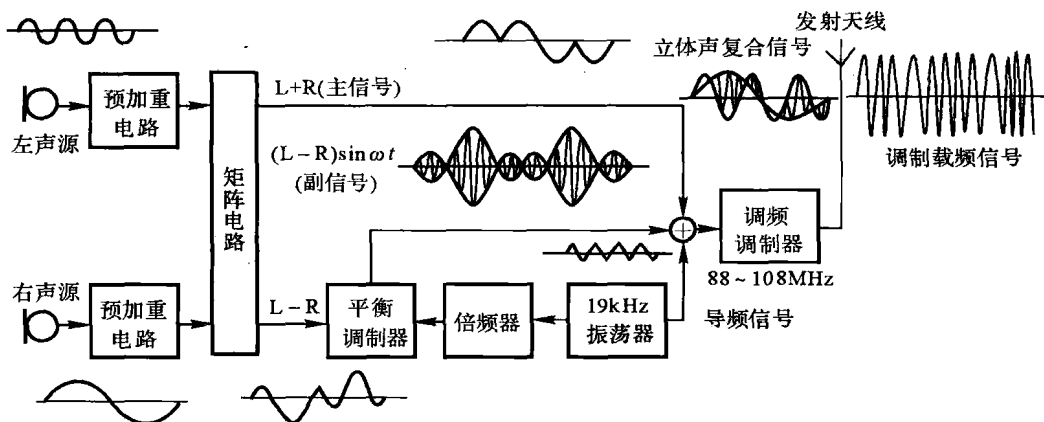


图 1.1.6 立体声广播的发射系统方框图

3) 调频立体声收音机的框图。调频立体声收音机的框图如图 1.1.7 所示。

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。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使高频预先得到“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。

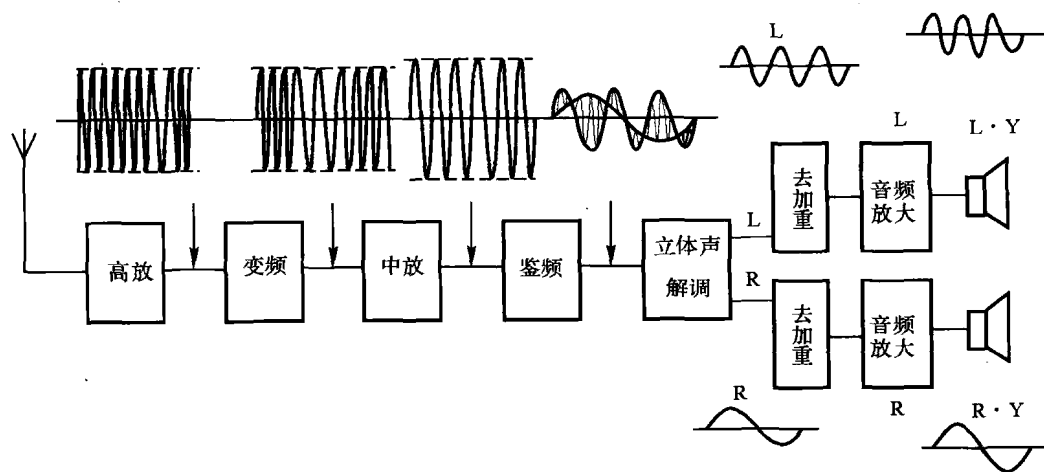


图 1.1.7 调频立体声收音机框图

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 1.1.8 所示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 38kHz 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。38kHz 开关信号以 38 000 次/s 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。

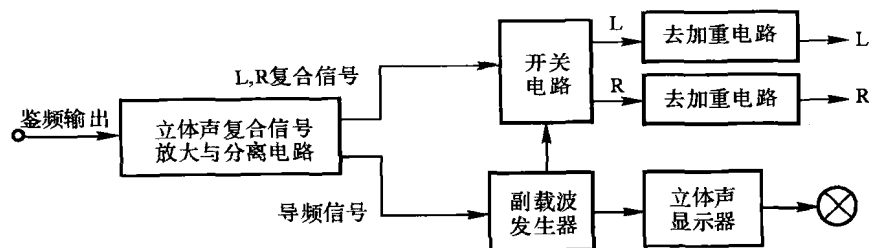


图 1.1.8 电子开关式解调器框图

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、收录机大多采用锁相环解码器。

(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 1.1.9 所示。

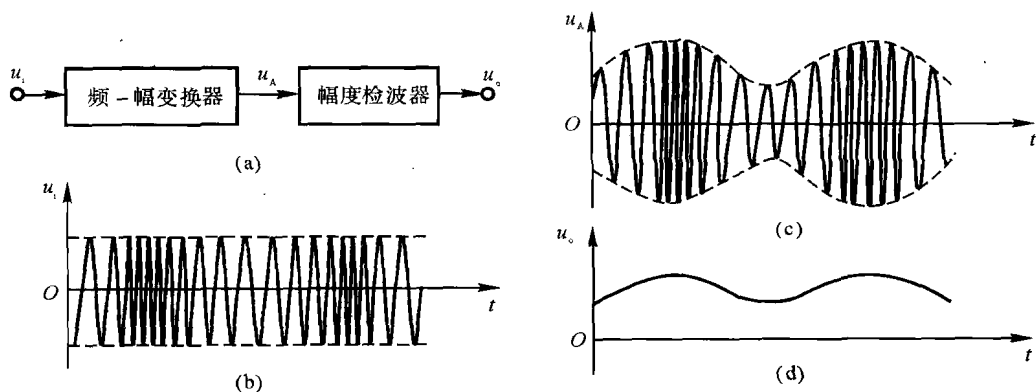


图 1.1.9 鉴频示意图

(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。现在简单介绍图 1.1.10 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合信号经 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_6 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 输出回路把未能进入 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,以消除超高频噪声。

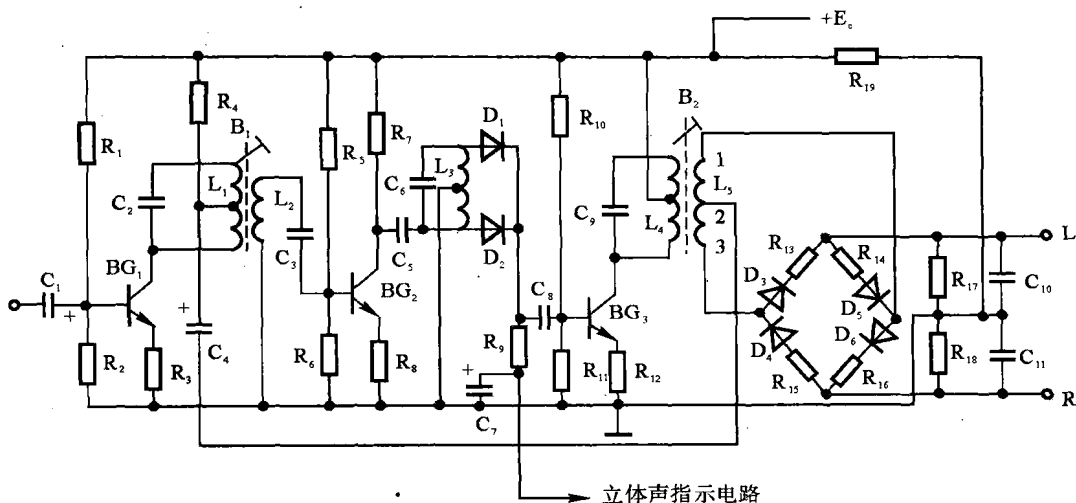


图 1.1.10 分离元件立体声解码器电路

(5)调频、调幅收音机电路。图 1.1.11 所示是调频调幅收音机电路。该电路的调幅变频电路、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 1.1.12 所示是调频、调幅收音机采用独立中放通道的高、中放集成电路的电路图。集成电路采用 $\mu\text{PC1018C}$ 或 AN7218 等型号。 $\mu\text{PC1018C}$ 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，因而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 三端陶瓷滤波器， 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 $\mu\text{PC1018C}$ 的 2 脚输入。调幅检波后的 AGC 电压通过 R_2 ，由 14 脚输入内部 AGC 电路。

2. 调频收音机常见故障检修

现在市场上的收音机大多数是调频、调幅、多波段收音机。因此，从线路来看，它们的电源、低频电压放大、功率放大和部分中放电路是公用的。根据上述特点，在判断收音机故障时可充分利用这一点，如调频、调幅收音机的调幅接收部分工作正常，调频接收部分出了故障，此时说明调幅、调频共用中放电路、低放和功放电路都工作正常，整机的电源也不用检查。当然调频部分的供电是要检查的。总之根据这些特点很快可把故障点定位。

调幅收音机故障检修前文已作过介绍，下文主要介绍调频及调频立体声部分的故障检修。

检修调频收音机与调幅收音机一样，一般要在熟悉工作原理与看懂待修机型的电路图基础上，充分利用电位分析法与信号注入法（感应法或瞬间短路法）进行分析、判断，找出故障元件。

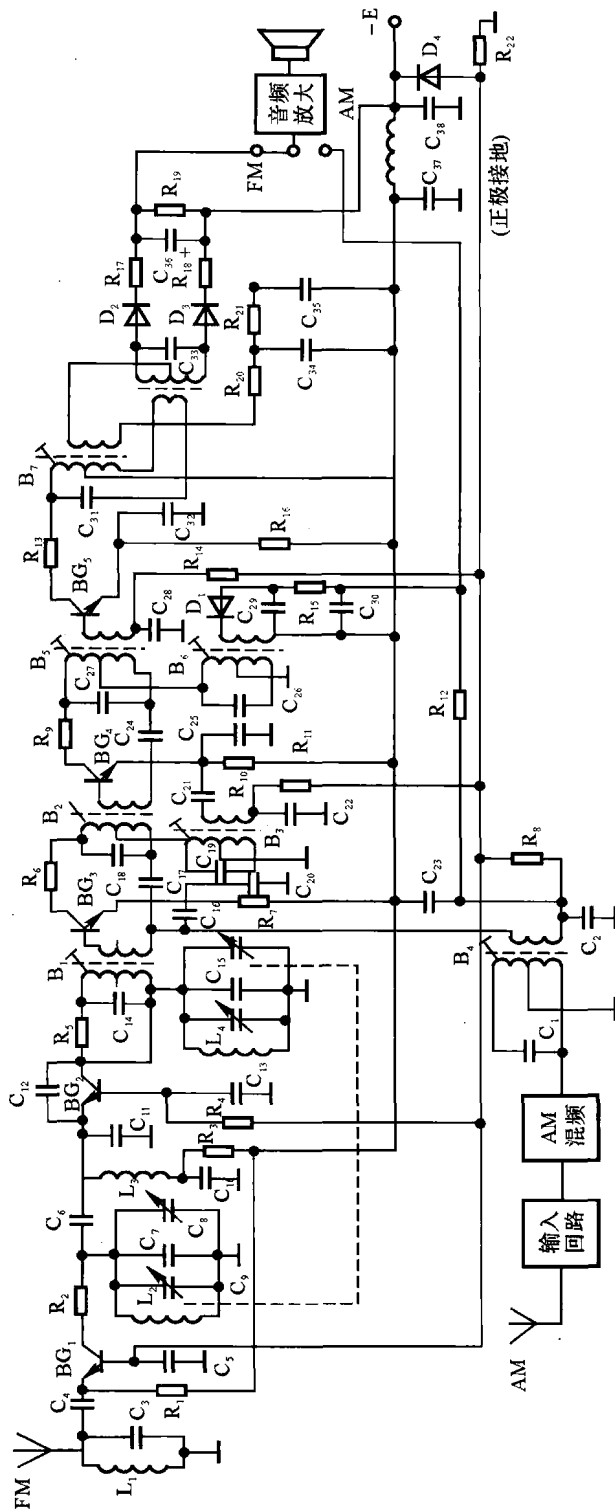


图1.1.11 调频、调幅收音机电路