

如何看收录机·组合音响电路图

许彦波 编著

R
如何看电路图系列丛书

如何看电路图系列丛书

2.2

科学技术出版社



目 录

第一章 如何看收音机电路图

第一节 收音机电路图的组成

如何看收录机、组合音响电路图

许彦波 编著

第二节 收音机电路图的识图方法

第三节 收音机电路图的识图方法

第四节 收音机电路图的识图方法

第五节 收音机电路图的识图方法

第六节 收音机电路图的识图方法

第七节 收音机电路图的识图方法

第八节 收音机电路图的识图方法

第九节 收音机电路图的识图方法

第十节 收音机电路图的识图方法

第十一节 收音机电路图的识图方法

第十二节 收音机电路图的识图方法

第十三节 收音机电路图的识图方法

第十四节 收音机电路图的识图方法

第十五节 收音机电路图的识图方法

第十六节 收音机电路图的识图方法

第十七节 收音机电路图的识图方法

第十八节 收音机电路图的识图方法

第十九节 收音机电路图的识图方法

第二十节 收音机电路图的识图方法

第二章 收音机电路图的识图方法

第一节 收音机电路图的识图方法

第二节 收音机电路图的识图方法

第三节 收音机电路图的识图方法

第四节 收音机电路图的识图方法

第五节 收音机电路图的识图方法

第六节 收音机电路图的识图方法

第七节 收音机电路图的识图方法

第八节 收音机电路图的识图方法

第九节 收音机电路图的识图方法

第十节 收音机电路图的识图方法

第十一节 收音机电路图的识图方法

第十二节 收音机电路图的识图方法

第十三节 收音机电路图的识图方法

第十四节 收音机电路图的识图方法

第十五节 收音机电路图的识图方法

第十六节 收音机电路图的识图方法

第十七节 收音机电路图的识图方法

第十八节 收音机电路图的识图方法

第十九节 收音机电路图的识图方法

第二十节 收音机电路图的识图方法

山西科学技术出版社



如何看收录机、组合音响电路图

许彦波 编著

山西科学技术出版社出版 (太原并州北路69号)

山西省新华书店发行 山西人民印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:11 字数:246千字

1998年2月第1版 1998年2月山西第1次印刷

印数:1—4 000册

ISBN 7-5377-1330-8

T·237 定价:14.00元

(附送录音带:《MUSIC》、《POP》、《JAZZ》)

内 容 提 要

本书内容主要分为三大部分：即收音机、录音机及组合音响。本书以通俗易懂的语言，由浅入深地详细讲解了各组成部分的单元电路及其工作原理；重点介绍了分析复杂电路、集成电路图的方法与步骤，对分立元件、集成块组成的总体电路分别进行了详尽的剖析；并对大家感兴趣的组合音响设备中的卡拉OK电路、回声混响电路、环绕立体声电路进行了分析，对激光（CD）唱盘、激光唱机、音箱制作等也作了介绍。

本书适合无线电爱好者阅读，也可作为有关培训班的教材或参考读物。

目 录

第一章 如何看收音机电路图	1
第一节 看收音机电路图的预备知识	1
一、什么是无线电波	1
二、无线电波的产生和发送	1
三、无线电波的传送方式	1
四、无线电波波段的划分	3
五、调制及解调的基本概念	3
六、无线电发射机工作原理框图	5
七、调幅直接放大式接收机的工作原理	5
八、超外差式收音机功能简述	6
第二节 看收音机总体电路必备的基础知识	7
一、收音机电路中常见符号的说明	7
二、调谐输入电路	7
三、振荡电路	8
四、变频电路	10
五、中频放大电路	12
六、陶瓷滤波器在中放电路中的应用	15
七、检波器	17
八、自动增益控制 (AGC) 电路	18
九、音频电压放大电路	19
十、音频功率放大电路	21
十一、调幅收音机的其它电路	26
第三节 超外差收音机整机电路图的阅读	28
一、总体电路的阅读方法	28

录

二、“典型原理六管收音机电路图”分析	28
第四节 调频收音机	30
一、调频广播的特点	31
二、调频接收机的组成	31
三、阅读复杂整机电路的方法	32
四、相位鉴频器的工作原理	34
五、比例鉴频器的工作原理	36
六、超外差八管三波段调频—调幅收音机电路分析	38
第五节 阅读集成电路应用电路的方法	41
一、集成电路的分类	41
二、集成电路的制作特点	41
三、集成电路应用电路图的功能	45
四、阅读集成电路的方法和注意要点	45
五、单片集成电路 FY7641 调幅收音机电路分析	45
第二章 磁性录音的基础知识	49
第一节 录音机发展概述	49
一、录音机发展简史	49
二、收录机的发展与展望	50
第二节 磁性材料基本知识	51
一、磁场及描述磁场的基本物理量	51
二、磁化曲线与磁滞回线	52
三、电和磁的相互转换	54
四、软磁性和硬磁性铁磁材料	54

第三节 录音机中的主要部件	55	第五节 录音放大电路及频率补偿	76
一、磁带录音机的磁头	55	一、对录音放大电路的基本要求	76
二、盒式磁带	56	二、录音放大电路介绍	78
三、传声器简介	57	三、录音输出放大器	79
四、盒式录音机用的马达(直接电动机)	58	第六节 录音电平自动控制(ALC)电路	80
五、录音机的磁带传动机构(简称机心)	61	一、为什么要进行录音电平自动控制	80
第四节 录音、放音及消音原理	63	二、ALC电路的主要技术指标	80
一、录音原理	63	三、实现ALC常用的方法及工作原理	81
二、放音原理	65	第七节 录音偏磁电路	83
三、消音原理	66	一、对偏磁振荡电路的基本要求	83
第三章 录音机中常用的基本电路	68	二、偏磁电路的几种形式及馈送方式	84
第一节 收录机电路原理框图	68	第八节 录音机的其它电路	86
一、收录机的组成	68	一、磁带选择电路	86
二、功能概述	68	二、立体声扩展电路	87
第二节 输入电路	69	三、响度控制电路	91
一、话筒输入	70	四、降噪电路	92
二、线路输入	70	五、人工选曲与自动选曲电路	95
三、放音信号输入流程	70	六、电脑选曲电路	98
四、输入信号的几种来源	70	七、简单音调控制电路	100
第三节 录、放音前置放大器及频率补偿电路	70	八、多点频率音调均衡电路	102
一、对录、放音前置放大器的说明	70	九、双卡收录机机心工作的相互转换电路	105
二、对录、放音前置放大器的要求	71	十、双卡收录机快速转录电路	108
三、前置放大器的电路形式	71	十一、睡眠开关电路	110
四、频率补偿电路	72	十二、全自动停机检测控制电路	110
第四节 放音频率均衡放大电路	74	十三、立体声平衡电路	111
一、频率均衡(或称频率补偿)的原因与原则	74	十四、录音监听及指示电路的结构形式	112
二、典型放音频率均衡放大电路	75	十五、收录机的指示电路	113

十六、收录机的电源电路.....	118	二、电唱机的工作原理.....	145
第四章 典型收录机总体电路分析	122	三、电唱机的传动系统.....	146
第一节 单声道两波段分立件收录机 (3PL3)		四、唱臂.....	146
电路分析.....	122	五、唱头和唱针.....	146
一、按读图步骤先把总体图分割成单元电路组块.....	122	第四节 激光唱机与激光唱盘概述	147
二、分析收、录、放的共用部分及供电关系.....	123	一、数字音响技术综述.....	148
三、收音部分有特点的电路.....	123	二、激光唱盘 (CD 唱片) 构造及工作原理	149
四、录、放部分电路分析.....	124	三、磁光盘 (MD) 简介	150
第二节 立体声集成电路收录机电路分析	126	四、激光唱机 (CD 唱机) 概述	150
一、收音部分电路分析.....	126	第五节 音箱的制作	152
二、录音部分电路分析.....	128	一、扬声器.....	152
第三节 收录机的使用及日常维护	131	二、几种常用音箱的性能特点简介.....	153
一、常见控制件的名称、英文缩写与功能.....	131	三、音箱的结构要求.....	155
二、收录机的日常维护.....	134	四、扬声器选配要点.....	155
第五章 组合音响	136	五、分频器.....	157
第一节 组合音响概述.....	136	第六节 常用话筒的结构、工作原理及使用	161
一、家用组合音响的发展趋势.....	136	一、话筒的分类及换能元件.....	161
二、组合音响的一般构成设备.....	136	二、压电陶瓷话筒的结构及工作原理.....	161
三、家庭音响中心的合理布置.....	137	三、电动式话筒的结构及工作原理.....	162
四、组合音响设备的发展情况.....	139	四、电容式话筒的结构及工作原理.....	162
第二节 立体声组合音响的基本工作原理	140	五、话筒的电声指标.....	163
一、接口电路的功能.....	140	六、话筒的正确使用方法.....	164
二、回声混响放大、延迟电路及环绕立体声概述.....	140	第七节 典型组合音响设备简介	165
三、卡拉 OK 电路分析.....	140	附图 1 单声道两波段分立件收录机 (3PL3) 电路图	167
四、回声混响放大电路分析.....	143	附图 2 三洋 M4500K (收音部分电路图)	168
第三节 电唱机	145	附图 3 三洋 M4500K (录音部分电路图)	169
一、电唱机的种类.....	145		

第一章 如何看收音机电路图

第一节 看收音机电路图的预备知识

一、什么是无线电波

在通有电流的导体周围，存在着磁场，如果电流的强弱和方向发生变化，周围的磁场也会发生强弱和方向的变化，此变化又引起电场的变化。那么在通有交流电的导体周围就存在着不断变化、相互交替产生的磁场和电场，且不断地向四周的远方传播，这种向四周空间传播的电磁场就叫电磁波。无线电波是电磁波的一种。

电磁波是一种运动着的特殊物质，它能向周围传播能量。

二、无线电波的产生和发送

在通有交流电的导体周围，存在着变化的电磁场。理论和实践都证明，只有变化极快的交流电形成的电磁场，才能有效地向远处辐射传播。我们日常使用的工业交流电，由于每秒钟只变化50次，频率太低，所以它形成的电磁场并不能向远处辐射传播。

我们把无线电波在1秒钟内变化的次数称为“频率”，用字母“f”表示，单位叫“赫兹”，用字母“Hz”表示，例如工业电的 $f=50\text{Hz}$ 。时间单位“秒”用字母“s”来表示。无线电波变化一次向前行进的距离叫“波长”，用字母“ λ ”表示，它的单位是“米”，用“m”表示。无线电波传播的速度和光速是一样的，光速用字母“c”来表示。光每秒钟向前传播的距离约为30万公里，相当绕地

球七圈半，可见用无线电波向各地发送信号所需要的时间极短。

根据频率、波长及无线电波的传播速度，它们之间有如下的关系： $\lambda = \frac{c}{f}$ 。由此可见，频率越高的无线电波，其波长越短；反之，频率越低，则波长越长。

实验证明，通电导体向外辐射电磁波的能力，除和电流的变化快慢有关外，还与导体的长度、形状有关。当导体长度等于波长 λ 或等于波长的 $\frac{\lambda}{2}$ 时，辐射能力最强。我们把用来向外辐射电磁波的导体叫发射天线；用来接收电磁波的导体叫接收天线。发射或接收频率很低的无线电波的天线很长，反之，就很短。对天线的研究，也是一项专门的学问，在此就不赘述了。

三、无线电波的传送方式

从天线向外辐射出来的无线电波，是以什么方式和途径传播到世界各地的呢？一般有以下三种方式和途径：

1. 地面波

所谓地面波，就是无线电波沿着地球表面向前传播的波。地球表面对无线电波有一定的吸收能力，对波长越长的波吸收得越少，对频率高、波长短的波吸收得多。因此长波和中波适合用地面波传播，且波长越长，它的绕射和跨越能力越强，这就是在山沟里能收听到长波和中波广播的原理所在。

由于地面的性能比较稳定，对无线电波传送的影响也较小。地面波传播方式适合于长波、中波广播，海上通讯，标准时间报时

等，它的传播方式可用图 1—1 (a) 来表示。

2. 天波

它是依靠高空电离层对无线电波的反射作用传播的一种方式。由于电离层的高低、强弱受气候及季节的影响较大，因此对无线电波的反射角度会发生变化，也就是说这种传播方式不太稳定。比如，收听短波广播时，晚上和白天、冬季和夏季、晴天和阴天其效果就不一样，时强时弱，就是这个原因。

由于地面对短波的吸收能力很强，一是传播距离很近，只有几十公里，二是收听效果也很差。如果改用天波形式传播，传播距离就会很远，所以对边疆及国外的广播都采用短波，并用天波的方式传送，如图 1—1 (b) 所示。

3. 空间波

在空间沿直线传播的一种方式。地面障碍物对它影响极大，会造成严重的反射和吸收，像视线一样直线传播，所以，空间波的传播要依靠很高的发射塔，以增大覆盖面。电视播送和调频广播都采用这种方式。

另外需要说明的是，波长很短的无线电波，通常称作“微波”。波长越短它的反射能力越强，穿透能力越强，它能穿过电离层，所以卫星通讯及雷达探测都采用微波，并采用空间波的传送方式传送，如图 1—1 (c) 所示。

超短波和微波沿地面的直接传播距离较近，如果不利用卫星通讯，可用图 1—1 (d) 所示的“接力”方式。在直视距离之内建立中继转播站，把无线电波一站一站转发出去。调频广播和电视广播的“差转”广播就与此类似。

利用发射塔来传送微波，由于塔高有限，成本很高，覆盖面也有限，我们可以把发射机装在一个大气球内，用绳索系住它，放飞到几公里的高空，这样广播覆盖面可大大增加，如图 1—1 (e) 所示。

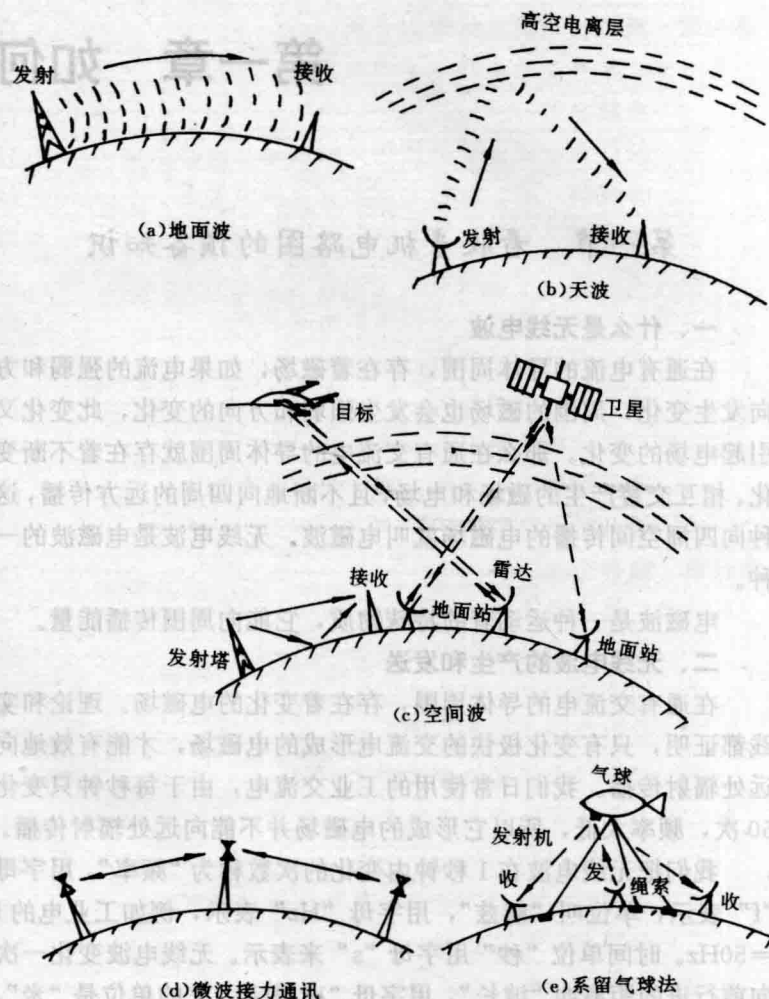


图 1—1 无线电波的传播方式

四、无线电波波段的划分

在前面提到无线电波的频率、波长、长波、中波、短波及微波等名词，为了给人们一个数量上的概念，通常都把无线电波划分成波段。由于无线电波的频率范围极大，加上人们的习惯说法等因素，对波段的划分并没有一个严格的界限。按现有的划分方法、习惯说法及适用情况，其划分方法如表 1—1 所示。

另外，人们习惯把频率较低的无线电波（如长波、中波、短波）用频率数来表示，而把频率很高的无线电波，由于频率数值很大，习惯用波长来表示。它们之间的关系可用公式来表示，即：

$$\text{波长 } (\lambda) = \frac{\text{波速 } (c) \text{ (m/s)}}{\text{频率 } (f) \text{ (r/s)}} \quad (\text{单位是 m/r})$$

现就常用的几个单位再作一下说明：

1 周——无线电波在一秒钟内形成一次完整的变化，也称作“赫兹”，用字母“Hz”表示。频率 f 是无线电波在 1 秒钟内完成变化的赫兹数，例如： $f = \times \times \times \text{Hz}$ ，而频率较大的实用单位还有“千周”、“兆周”，它们之间的关系是：

$$1 \text{ 千周} = 1000 \text{ 周} = 1\text{kHz}$$

$$1 \text{ 兆周} = 1000 \text{ 千周} = 1\text{MHz}$$

当你细心研究波段的表格时，会发现用途一栏中，中波段没有电报的用途，并不是中波段的频率不能发送电报，而是因为在这个频段内不允许使用电报通讯。在中波段范围内，全国及世界各地的中波无线电广播电台太多、太拥挤，如果再挤入大量的电台，频道会不够分配，造成互相严重干扰。比如，当人们正在收听音乐或新闻节目时，突然窜入“嘀嗒”的电报声，会严重干扰你的视听，因此电台信号的频率一般不使用中波波带。

五、调制及解调的基本概念

要深刻地理解无线电广播的真正意义，必须搞清楚调制与解

表 1—1

波段划分表

波 段		频 率 (f)	波 长 (λ)	主 要 用 途
超长波		10kHz 以下	30000m 以上	报时、海上通讯
长 波		10~100kHz	30000~3000m	电报
中 波		100~1500kHz	3000~200m	无线电广播
中短波		1500~6000kHz	200~50m	无线电广播、电报
短 波		6~30MHz	50~10m	无线电广播、电报
超短波		30~300MHz	10~1m	无线电广播、电视
微 波	分米波	300~3000MHz	1~0.1m	电视、雷达、导航、接力
	厘米波	3~30kHz	0.1~0.01m	电视、雷达、导航、接力通讯
	毫米波	30~300kHz	0.01~0.001m	雷达、卫星通讯
	亚毫米波	300kHz 以上	0.001m 以下	雷达、卫星通讯及专用

调的基本概念。

通有高频交流电流的导体（天线）会向四周远方辐射高频电磁波，这种不经任何处理的高频电流形成的高频电磁波是毫无意义的。就好像从车站上开出去的空列车，白白浪费了能量。如果把列车上装满货物再发送出去，那就起到了转运物资的重要作用。

无线电波也可以说是携带上了有用信号的高频电磁波（雷达波束除外）。我们所说的有用信号是指能模拟声音、图像及电报密码等低频电信号（电流或电压）。如果把高频等幅电磁波比喻为火车的车厢，并给这种电磁波起名叫“载波”，那么低频的信号波就相当于货物。为了把货物发运出去，就要先把货物装到列车的车

厢中，然后由车站开出列车，于是送货过程就开始了。那么对电台来说，要想把信号波发送到收听人员的收音机中（或电视机、电报接收机），首先就应把低频信号波装载到载波上去，这种用信号波改造载波，并且装载上去的过程，在无线电技术中用“调制”这个术语来表示。这个调制过程是在发射机中完成的，经过调制的载波叫“已调波”。

根据具体调制方法的不同，形成了不同的无线电广播制式。

在语言和音乐的无线电广播中，当前通用的广播制式有两种：一种是调幅制式，简称“AM”；另一种是调频制式，简称“FM”。

所谓调幅，就是以高频无线电波的振幅变化来表达信息的方式，如图 1—2。其中：图（a）是需要传送出去的声音信号波，也叫调制波；图（b）是准备装载信号波用的高频等幅波，叫做载波；图（c）是已经装载上低频信号波的高频无线电波，叫“调幅波”。

载波是便于发射的运载工具，它可以把低频信号波携带出去。它还有一个重要作用，不同的电台，可使用规定的不同载波频率进行广播，收音机就可根据这一特点来选择收听。

所谓“调频”，就是让高频载波的频率，在载频（就是载波中心频率）的附近进行高低变化来表达信息的方式，如图 1—3 所示。其中：图（a）是需要传送出去的低频信号波；图（b）是等幅高频载波；图（c）是装载上低频信号波的“调频波”。

现在把这两组波形画在一起，便于对照理解，增强记忆。

在无线电发射机中，经过调制处理先形成高频电流，再由大功率设备传送到发射天线上，在天线周围，就形成向远处辐射的已调无线电波。这一发送过程相当于向列车上装货，并开始发车送货的过程。



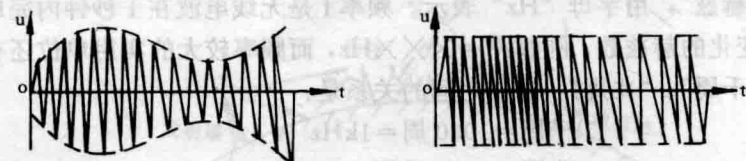
(a) 音频调制信号波

(a) 音频调制信号波



(b) 等幅高频载波

(b) 等幅高频载波



(c) 调幅波

(c) 调频波

图 1—2 调幅制式

图 1—3 调频制式

对发送货物来说，列车到站（相当于无线电波碰到了接收机的天线），就要把货物从列车上卸下来交给用户，完成送货任务。对于无线电广播来说，空中的已调高频波，碰到接收机的天线，在其中感应出相应的信号，这些信号经过收音机线路的放大处理，最后由检波器把需要的音频信号从已调波中分检出来再放大，由扬声器还原成声音。把音频信号从已调波中分检出来的过程，在无

线电技术中,用“解调”这一术语来表示。

六、无线电发射机工作原理框图

空中无线电波的发射形式、发射过程,可用图1—4发射机功能框图来表示,图中所附的信号频率、波形表示了经过各有关部分的变化情况,使各部分的功能更直观。

发射机的工作过程大致如下:高频振荡器产生一定频率的高频信号,由于距射频要求相差甚远,因此,需要用倍频器经过几次加倍处理,才能达到需要的频率值,经过高频放大器放大后,传送给调制器。在这里受到由话筒及音频放大器送来的音频信号的调制处理(按所选择的广播制式进行调幅或调频),形成幅度变化规律(或频率变化规律)与音频信号变化规律相同的调幅波(或调频波),再经过功率放大器放大,形成强大的高频电流信号,通过射频电缆(也叫馈线)传送到发射天线上,从而在天线的周围便形成了向四周远方辐射的高频无线电波。

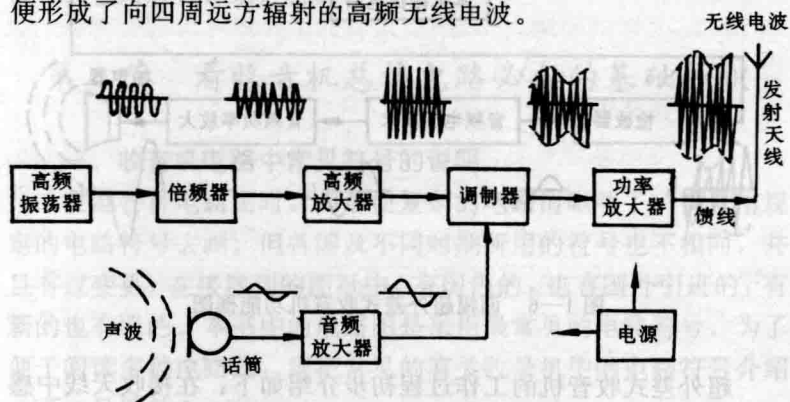


图1—4 广播发射机功能框图

对于这些基本概念的讲解,可归纳成下面几条:

(1) 在导体中,交变电流的频率非常高(一般在几十千赫兹

以上),电流很强,才能有辐射强大电磁波的足够能力。

(2) 天线的长度要和无线电波的波长相适应,只有等于波长 λ ,或等于半波长 $\frac{\lambda}{2}$ 时,才能有效地向外辐射无线电波。

(3) 需要传送出去的音频信号,由于频率太低,还不能直接发射,必须借助于载波让它携带出去。音频信号的频率范围为20Hz~20kHz。

(4) 载波。能够通过天线有效发射的等幅高频电磁波,它是传播信号的媒介。

(5) 调制。就是利用低频信号去改变载波的幅度(或频率),使它随着低频信号的变化规律而变化,这种把低频信号加到载波上去的过程叫做调制。

(6) 已调波。就是经过低频信号调制过的高频载波,它已携带上了低频信号。

(7) 解调。就是把低频信号从已调波中分检出来的过程,与调制过程是相反的。

(8) 发射机的组成为五大部分:

- 1) 产生音频信号的低频部分。
- 2) 产生高频等幅载波的高频部分。
- 3) 将音频信号装于高频信号的调制部分。
- 4) 传输线(馈线)及天线部分。
- 5) 电源部分。

七、调幅直接放大式接收机的工作原理

这种接收机就是把由天线经过调谐输入电路接收下来的高频已调信号(选台)直接进行放大,经过检波器解调形成音频信号,再经过低频电压放大和功率放大后传送给扬声器还原成声音。这种类型的接收机,有简单的,也有复杂的,但工作原理基本上相

似，故此处只介绍一种框图，以便与下面介绍的另一种线路进行比较。这种直接放大式接收机，由于存在一些缺点，例如：灵敏度在整个接收频段的高频段和低频段不一致，容易自激啸叫，选择性差（易混台）。总之，性能指标不高，所以现已基本淘汰。这种接收机的工作原理，基本上可由图1—5所示的功能框图及所附的频率搬移过程表示出来，在此就不再详细讲解了。

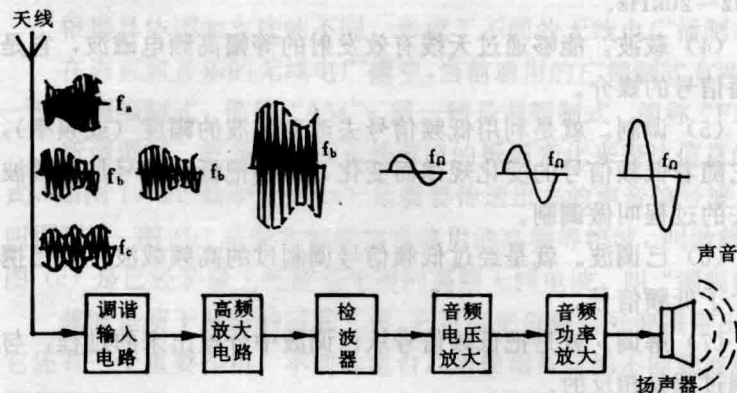


图1—5 直接放大式调幅收音机原理框图

八、超外差式收音机功能简述

直接放大式收音机性能较差，所以现在的广播接收机，几乎都采用超外差接收方式。

在直接放大式接收机中，我们看到在检波器之前的各级线路中，信号的频率没有改变，都等于输入电路所选中的已调高频波频率（电台发射的频率）。放大这种高频信号的放大器，由于寄生参数的影响，不容易把质量指标做得很高，所以这种接收机的综合性能较差。为了提高接收机的综合性能指标，在检波器之前，如果能把收到的高频信号改变成频率不变的固定中频信号（包括线

的形状并不改变），利用性能优良的中频放大器进行中频放大，再进行检波，这样就能克服直接放大式接收机的缺点，于是就出现了“超外差”式接收机，这种超外差式收音机的功能框图见图1—6所示。

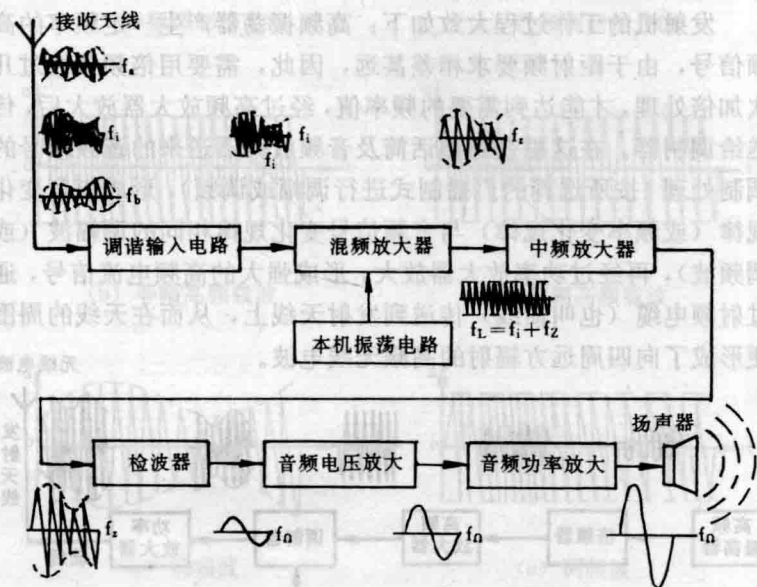


图1—6 调幅超外差式收音机功能框图

超外差式收音机的工作过程初步介绍如下：在接收天线中感应出许多种频率的电台信号，经过调谐输入回路的选频作用，只选择一个需要的电台信号，假设它的频率为 f_i （例如中央人民广播电台频率 $f_i = 1000\text{kHz}$ ），这就是一个高频已调载波信号。本机振荡电路产生一个等幅高频振荡信号，设它的频率为 f_L ，我国规定

$f_L - f_i = 465\text{kHz}$ 。国外也有相差 455kHz 的。由于一般都是本机振荡信号 f_L 比外来的输入信号 f_i 高出一个固定中频 f_z ，所以起名为“超外差式”接收机是名副其实的。 f_i 和 f_L 两信号同时送到混频放大器中，由于这级放大器的特点，使所产生的信号包含了许多频率成分。其中也包括 $f_L - f_i = f_z = 465\text{kHz}$ 的信号成分，再由中频选频电路选出中频 465kHz 的信号（也可称为第二载波，因为它的振幅包络线形状没变），送至中频放大器放大（可以是多级中放），同样由中频选频电路选出中频信号，再传送给检波器，从调制的中频信号中分检出音频信号 f_a ，同时滤除中频 465kHz 成分，送至音频电压放大器放大，再进行音频功率放大，形成电压高、电流强的信号去推动扬声器发声。

对一些单元电路知识了解之后，就可针对一个具体超外差式收音机电路进行详细分析。

第二节 看收音机总体电路必备的基础知识

一、收音机电路中常见符号的说明

在画各种电路图时，为了使复杂的电路清晰明了，都采用规定的电路符号去画。但各国及不同时期所用的符号也不相同，并且有过变更。在接触到的图纸中，有国内的，也有国外引进的，有新的也有旧的。本书中的电路图是采用最常见的电路符号。为了便于阅读多种电路图，现把常见的有关收录机中的电路符号介绍一下，见图例 1—1。

二、调谐输入电路

调谐输入电路，就是通常所说的选择电台的电路。它的功能是从许多的电台信号中，只选择一个需要的电台信号。这种电路为什么会有选择功能呢？这就需要从电路的基本功能说起。调

图例 1—1 常用晶体管收录机电路图符号及说明

	电线连接		微调铁心变压器		陶瓷滤波器		天线
	接地		铁心变压器		插孔		电池组
	屏蔽接地		绕组间屏蔽铁心变压器		连接器 插头 插座		马达
	屏蔽接地的导线		电阻		二极管		话筒 (送话器)
	线圈		微调变阻器		稳压二极管		扬声器
	抽头线圈		电位器		发光二极管		耳机 (耳塞)
	铁心线圈 (阻流圈)		一般电容器		PNP 型三极管		旋转式波段开关
	铁氧体心线圈 (阻流圈)		电解电容器		NPN 型三极管		拨动式波段开关
	微调铁氧体心线圈		双连可变电容器		桥式全波整流 (简画)		单刀开关
	空心变压器		单连可变电容器		运算放大器		录放磁头
	铁氧体心变压器		微调电容器		表头 (指示器)		消音磁头

谐输入电路的基本形式如图 1—7 (a) 所示。

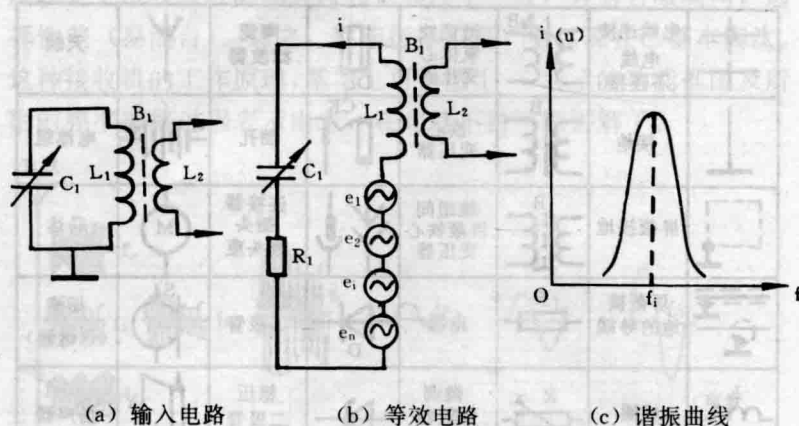


图 1—7 调谐输入电路

在图 1—7 (a) 中, B_1 是磁性天线, L_1 和 L_2 分别是磁性天线 B_1 的初级和次级线圈, C_1 是调谐用的可变电容器。为了说明它的基本工作原理, 可把图 1—7 (a) 画成图 1—7 (b) 的等效电路形式, 这个电路中的 R_1 是电路的等效损耗电阻, $e_1, e_2, \dots, e_i, \dots, e_n$ 是各种频率的无线电波在线圈 L_1 中感应出的相应频率的电动势。那么输入电路之所以能从这许多信号中选出某一需要的频率信号, 就是靠这种 LC 串联电路所特有的串联谐振现象。那么什么是串联谐振现象呢? 说明如下:

电路中的电感线圈 L_1 对交流信号所呈现的阻碍能力称为“感抗”, 而感抗的大小与信号频率有关, 频率越高, 感抗越大, 并成正比关系, 而且呈现正值。电容 C_1 对交流信号所表现的阻碍能力, 称为“容抗”, 随频率的升高而减小, 表现为负值, 随着频率的变

化, 当达到某一特定的频率 f_i 时, 这时感抗和容抗在数值上正好相等而抵消, 这时电路只表现出极小的阻抗, 并且是纯阻性的, 其值等于 R_1 , 那么这时电路中频率为 f_i 的电动势 e_i 就会形成最强的电流 i , 而其它频率的电流受到抑制将极微弱, 这种现象为“电路发生了串联谐振”。谐振频率为 f_i , 它和电路参数之间的关系为: $f_i = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$, 可参看图 1—7 (b) 和图 1—7 (c)。

在调谐输入电路中, 由于磁性天线线圈是固定的, 不便于改变其电感量的大小, 而电容量的改变则比较方便。当电容 C 发生变化时, 电路的固有谐振频率也在改变, 当与另一个电台的信号频率一致时, 就会产生又一个新的谐振现象, 于是就又选中了另外一个电台。这就是输入调谐回路能够选择电台信号的原理。

对选中了的电台信号, 由于感应电流很强, 通过磁性天线线圈 L_1, L_2 之间的磁耦合作用 (变压器的工作原理), 可传送到后进行放大。

三、振荡电路

振荡电路是能够自动地将直流电能转化成交流电能的电路。一般用它来产生等幅交流信号, 在超外差收音机电路中作为振荡器产生本机振荡信号 f_L , 它比收到的电台信号频率 f_i 高出一个固定中频 465kHz。由于振荡频率比较高, 因此, 它属于高频振荡电路。

振荡电路的形式很多, 这里就不一一介绍了, 只就收音机中常用的一种电路形式加以讲解。

振荡电路与交流放大器不同, 交流信号放大器是将直流电能转化为交流电能, 需要外来输入信号控制。而振荡器则不然, 它是利用自身的反馈信号来完成。

振荡器通电后要能自动起振, 必须满足两个条件: 第一是振幅条件, 要求反馈信号足够强, 也就是放大环节的放大倍数 K_0 和

反馈环节的反馈系数 K_f 的乘积要大于“1”，即 $K_0 K_f > 1$ ；第二个条件是相位条件，就是要求反馈信号的极性要与引起电流变化的扰动信号极性相同，也就是符合正反馈的相位条件。当满足上述两个条件时，电路一通电，由于某种原因引起扰动，通过反馈回来的信号进一步加强，就会引起“雪崩”式的反应过程，使电路不停止地由饱和导通转化为截止，又由截止状态转化为饱和导通状态，这样就处于振荡状态。

超外差式收音机电路中的振荡器，常见的形式见图 1—8。

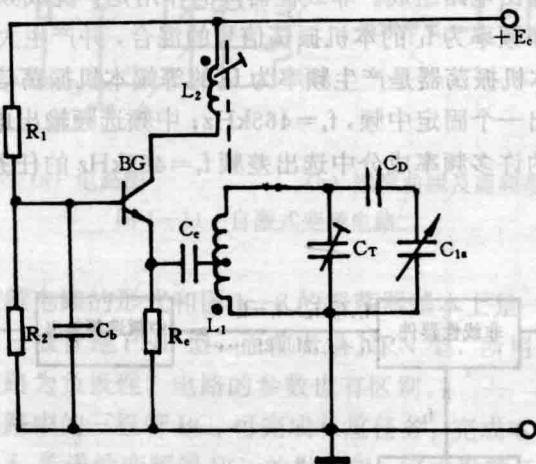


图 1—8 共基极形式发射极调谐振荡电路

图 1—8 是共基极接法的电路形式，为什么这样叫呢？因为电容 C_b 对高频交流信号来说，相当于交流短路，三极管的基极就相当于交流接地，与公共点地相接，所以称为共基极接法。各元件

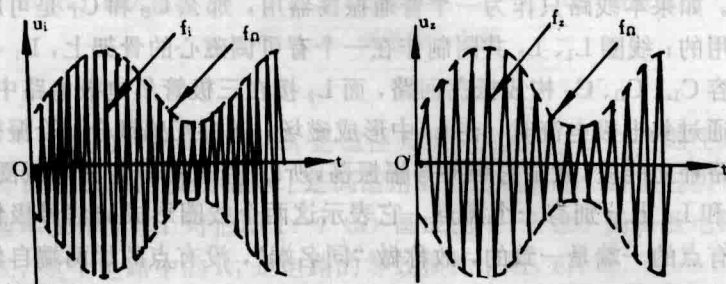
的作用如下： C_b 是交流旁路电容，使基极交流接地； C_c 是耦合电容，把振荡电路中的一部分能量回授给发射极完成反馈功能，同时还兼有隔直作用，如果没有 C_c ，发射极就会通过线圈 L_1 而接地，改变电容 C_c 的容量大小，控制反馈信号的强弱；电阻 R_1 、 R_2 、 R_c 构成静态工作点偏置电阻，使三极管 BG 有合适的静态工作点电流； R_c 的另一个作用是振荡器的负载电阻，使反馈信号能有效地加在发射极上，同时还具有一些负反馈作用，使振荡器工作更加稳定； L_1 、 C_{1a} 、 C_D 、 C_T 共同构成 LC 振荡回路，改变 C_{1a} 的容量大小，可以改变振荡频率。 C_D 的电容量较大，当 C_{1a} 较大时，由于 C_D 与 C_{1a} 串联，使低频段的振荡频率提高， C_T 容量很小，当 C_{1a} 容量变得很小时，由于 C_T 与 C_{1a} 是并联关系，总容量变大，使高频段频率降低，这是为超外差式收音机作本机振荡器用而专门配置的。如果本线路只作为一个普通振荡器用，那么 C_D 和 C_T 是可以不用的；线圈 L_1 、 L_2 共同制作在一个有可调磁心的骨架上， L_1 与电容 C_{1a} 、 C_D 、 C_T 构成振荡回路，而 L_2 接在三极管集电极电路中，当通过集电极电流时，在 L_2 中形成磁场，通过互感耦合，给振荡回路补充能量，激励它维持等幅振荡，所以 L_2 也可称为激励线圈； L_1 和 L_2 上分别有一个黑点，它表示这两个线圈形成的信号极性在有点的一端是一致的，故称做“同名端”，没有点的那两端自然也就成为另一对同名端了。如果同名端中有一个接错，就会使反馈信号极性不满足相位条件而不起振，遇到不起振时，可对调一个线圈的两个接头，这样就可能起振了。三极管 BG 起信号放大作用。

振荡器的起振过程为：当接通电源时，三极管中有电流通过，线圈 L_2 在通过电流的瞬间，在它上面形成的电压信号是上端有点处为正极性，通过互感作用使 L_1 的同名端一端也为正极性，由于 L_1 的下端接地，那么 L_1 的上端及抽头处的电压极性必为负极性，

这样通过 C_e 耦合到发射极上,使射极电位降低,从而使三极管中的电流更进一步加强,形成正反馈过程,直至三极管达到饱和状态。当达到饱和时,电流的变化率减小而不再增加,这时在 L_2 上的电压值就急骤减小,以致反馈也减小,导致三极管电流又开始减小退出饱和区。由于线圈 L_2 的自感作用,使感应电压极性翻转,这样耦合到射极上的电压极性就迫使电流急骤减小,直至截止,于是又开始重复刚通电时的工作过程,这样就可以周而复始地工作了。

四、变频电路

变频电路,顾名思义就是变换信号频率的电路,它将输入变频电路的已调高频信号,变换成调制规律与输入信号一样的固定中频信号,见图 1—9。变频电路是超外差接收机的重要组成部分。



(a) 输入已调高频信号 (b) 输出已调中频信号

图 1—9 变频器的输入与输出信号关系

变频器的电路形式分为两种:一种是自激式变频电路(常称作变频器);另一种是它激式变频电路(又称作混频器)。

自激式变频电路是由一只三极管同时完成本机振荡和变频任务的电路。电路形式较简单,性能指标一般,多用于中、低档收音机电路。

音机电路。

它激式混频器电路的本机振荡,是单独由一只三极管来完成,由另一只三极管完成本机振荡信号与输入信号的混合及变频任务。这种形式的电路较复杂,但变频性能良好,多用于高档收音机电路中。由于变频的原理较复杂,所以下面对这两种电路分别加以介绍。

1. 自激式变频电路(变频器)

变频器和混频器的简单工作过程和电路的组成如图 1—10 的功能框图。电路由三部分组成:即由非线性器件、本机振荡器和中频选频输出电路组成。非线性器件的作用是:完成频率为 f_i 的输入信号和频率为 f_L 的本机振荡信号的混合,并产生大量新的频率成分;本机振荡器是产生频率为 f_L 的等幅本机振荡信号,一般 f_L 比 f_i 高出一个固定中频, $f_z = 465\text{kHz}$;中频选频输出电路,完成从混频后的许多频率成分中选出差频 $f_z = 465\text{kHz}$ 的任务,并传送给下一级。

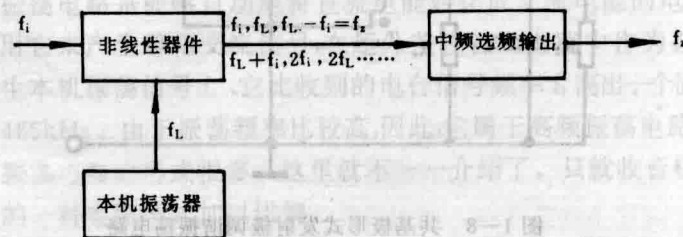


图 1—10 变频电路功能框图

自激式变频电路的形式及电路参数见图 1—11(a),这是一个实用电路,已得到广泛采用。