学一门手艺丛书

收音机和盒式收录机原理与维修技术

沈大林　李永刚　王军伟　编

新时代出版社

学一门手艺丛书

收音机和盒式收录机原理与维修技术

沈大林　李永刚　王军伟　编

新时代出版社

内 容 简 介

你想掌握收音机和盒式收录机原理与维修的技能吗？劝你不妨读一读这本书！

本书是我社为了配合职业教育的需要，培养有专门技能的人而出版的。

本书内容深入浅出，紧密联系实际。作者以通俗易懂的语言，循序渐进地讲述了调幅、调频、立体声调频收音机和盒式收录机的工作原理，各部分典型电路（包括集成电路）。

本书最突出的优点是在讲述具体电路的同时，还结合电路的工作原理分析典型元器件和机械部件的故障，掌握了这些，就能使检修技术更见功力。

此外，本书还介绍了常用的调试和维修方法。为了帮助读者更好地掌握书中的内容，各章附有思考题。附录选编了有参考价值的资料。

本书适合有初中文化水平的在校学生，城市、农村、部队青年，以及本专业维修工人和业余电子爱好者阅读。本书还可做电子类职业高中、技校和技术培训班的教材。同时也是较好的自学读本。

收音机和盒式收录机原理与维修技术

沈大林　李永刚　王军伟　编

责任编辑　宋桂珍

新时代出版社出版　新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印刷

850×1168毫米　32开本　11印张　281千字

1987年1月第1版　1987年9月北京第2次印刷

印数：31,501—71,500册

统一书号：15241·104　定价：2.50元

出 版 者 的 话

当前的职业教育方兴未艾，不仅是职业学校在校学生，广大城市、农村和部队青年都热望能够更快地掌握一种或多种专业技能。

为了配合这种需要，我社敦请了富有教学与实践经验的教师和专业技术人员，编写了《学一门手艺》丛书。

“丛书”将分几批陆续出版。第一批有以下五种：《电视机原理与维修技术》、《收音机和盒式收录机原理与维修技术》、《电风扇原理与维修技术》、《电冰箱原理与维修技术》和《APPLE Ⅱ电脑的使用与维护》。

写作“丛书”力求做到语言通俗易懂，讲解循序渐进，理论密切联系实际，以引导读者较快地掌握一种或几种维修和使用的技能。

“丛书”编入了有参考价值的图表数据，为了启发读者的思路，巩固所学知识，有的书内附有复习思考题。

由于时间仓猝，编辑水平有限，我们热切希望广大读者对书中存在的问题提出宝贵意见。

封面设计：杨庆英

科技新书目 153-137

统一书号
15241·104

定价2.50元

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

目　录

第一章　无线电广播的发送与接收 …… 1
第一节　无线电广播的发送 …… 1
第二节　调制 …… 6
第三节　无线电广播的接收 …… 9
第二章　电路中的元器件 …… 15
第一节　电阻器 …… 15
第二节　电容器 …… 21
第三节　电感线圈 …… 27
第四节　变压器 …… 29
第五节　半导体器件 …… 33
第六节　电声器件 …… 43
第三章　晶体管放大电路基本概念和分析方法 …… 50
第一节　晶体管放大电路的组成 …… 50
第二节　放大器的直流通路分析 …… 54
第三节　放大器的交流等效电路分析 …… 58
第四章　调幅广播收音机 …… 63
第一节　从直接放大到超外差式放大 …… 63
第二节　输入回路 …… 68
第三节　变频电路 …… 71
第四节　中频放大电路 …… 78
第五节　检波器和自动增益控制电路 …… 83
第六节　低频放大电路 …… 90
第五章　调频广播和立体声接收 …… 98
第一节　调频广播与接收 …… 98
第二节　立体声、立体声广播与接收 …… 100
第三节　调频头电路 …… 105
第四节　调频中频放大电路 …… 109

第五节　鉴频器 ……112
第六节　立体声解码电路 ……116
第六章　收音机的实例、调试和故障分析 ……126
第一节　集成调频调幅立体声收音机电路分析 ……126
第二节　调幅超外差式收音机的调试 ……132
第三节　调频及调频立体声收音机的调试 ……137
第四节　故障分析实例 ……142
第七章　盒式磁带录音机原理与性能指标 ……147
第一节　磁化现象与剩磁 ……147
第二节　磁带录音、放音原理 ……150
第三节　录音偏磁原理 ……151
第四节　抹音原理 ……155
第五节　盒式磁带录音机的频率响应特性 ……157
第六节　盒式收录机的主要性能指标 ……160
第八章　盒式收录机的电路 ……163
第一节　盒式收录机的电路组成 ……163
第二节　录放音前置放大和频率补偿电路 ……166
第三节　偏磁电路 ……175
第四节　低频功率放大电路 ……178
第五节　自动电平控制电路 ……184
第六节　指示电路 ……189
第七节　降噪电路 ……195
第八节　其它电路 ……199
第九章　磁头与盒式磁带 ……205
第一节　磁头的结构和种类 ……205
第二节　磁头的维护与更换 ……209
第三节　盒式磁带的结构和种类 ……213
第四节　盒式磁带的选择、使用和保存 ……217
第五节　盒式磁带的故障分析 ……219
第十章　盒式录音机的驱动机构 ……221
第一节　盒式录音机驱动机构的功能及组成 ……221
第二节　恒速走带机构和快速进带、倒带机构 ……223

第三节　制动机构 ……230
第四节　功能操作机构 ……231
第五节　辅助功能机构 ……233
第六节　盒式录音机的电机 ……238
第七节　盒式录音机驱动机构的故障分析 ……242
第十一章　收录机的实例、调试和故障分析 ……249
第一节　调频调幅立体声收录机电路分析 ……249
第二节　盒式磁带录音机的调测 ……252
第三节　故障分析实例 ……258
第十二章　盒式录音机的使用与保养 ……262
第一节　盒式录音机的功能按键、开关和插孔 ……262
第二节　盒式录音机的使用方法 ……267
第十三章　盒式收录机的维修 ……279
第一节　收录机的拆卸 ……279
第二节　收录机维修的基本方法 ……280
第三节　收录机故障诊断的顺序 ……285
第四节　收录机故障分析 ……285
第五节　一些部件的简单修理 ……285
附录 ……298
附录一　盒式磁带录音机的英文标记 ……298
附录二　录音机基本功能按键的符号 ……299
附录三　简单消磁器的制作 ……300
附录四　电话录音的拾音头的制作 ……302
附录五　衰减器的设计与制作 ……302
附录六　常见的国内外盒式磁带名称与类别对照表 ……304
附录七　国产磁头及性能 ……307
附录八　测试磁带的制作 ……309
附录九　信号发生器的制作 ……311
附录十　信号寻迹器的制作 ……312
附录十一　盒式录音机的主要性能指标 ……313
附录十二　收录机部分集成电路正常工作时电压数据表 ……315
附录十三　分贝表 ……323
附图部分 ……324

第一章　无线电广播的发送与接收

在电子技术飞速发展的今天，收音机已成为千家万户不可少的物品。打开收音机，可以收听到遥远的广播电台播出的各种节目。这种广播不同于用导线传播节目的有线广播，广播电台和千家万户的收音机之间并没有导线或其它“有形”的联系，但是广播电台播出的节目却能够越过千山万水送到收音机中去。这种广播叫“无线电”广播。在本章中，我们力图用简明的语言简要介绍无线电广播的发送与接收的基本原理与工作过程，为读者进一步掌握收音机或收录机的原理与维修技术打下基础。

第一节　无线电广播的发送

一、声音及其传播

声音是由振动的物体产生的。例如，我们说话时，声带的颤动使周围的空气被迫产生压缩和稀疏的振动，并在空气中以每秒340米的速度向四周传播，这就是声波。当声波传入耳内时，耳膜随之振动，这种振动由听觉神经传入大脑时，人便有了声音的感觉。

声音的音调有高有低，音调的高低是由声源振动的频率决定的，频率越高，音调就越高。这里所说的频率是指声源每秒钟振动的次数，它的单位是Hz（赫兹）。人耳能听到的声音的频率约在20Hz到20kHz（千赫兹）的范围内，通常把这一频率范围叫做“音频”。

由于声波是机械振动波，随着传播距离的增加，声波强度会迅速衰减。一个人无论怎样尽力高喊，他的声音也不会传得很远，即使很大的声音，距离远了人耳也无法听到。因此，靠声波

直接传播，无法将声音传播到很远的地方。

广播电台不能靠声波来传播各种节目，这不仅是因为声波不能传播得很远，而且还因为几个电台同时播音会发生“串台”，使人分辨不清。

二、有线广播

为了把声音传播得很远，人们求助于电子技术。首先利用声电转换器件——话筒（也叫微音器）把声音变成与其频率相同的音频电信号，再经过放大器放大后，通过导线把电信号传送到较远的地方。接收端利用电声转换器件——喇叭（也叫扬声器）或耳机将电信号还原成声音。这一播音系统如图 1－1 所示。

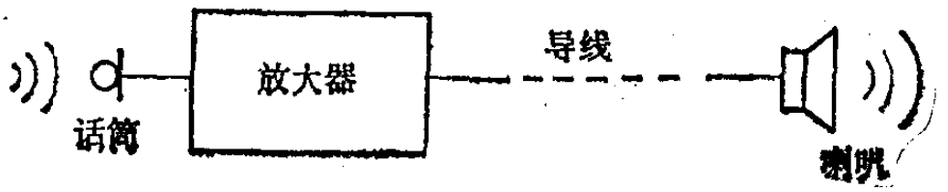

图1-1　有线广播示意图

这种传播声音的方法可以把声音传播到很远的地方，但是由声音变换成的音频电信号（即音频电流）只能在导线中传输，离开了导线便寸步难行。

三、无线电波

无线电波和声波有着本质的不同，无线电波是电磁振荡的产物，而声波是机械振动的结果。

1．电磁波

在中学物理课中讲述过一些电磁现象。例如，一根通有电流的导线周围会产生磁场；又例如，放置在变化的磁场中的闭合导线内会产生感生电流。理论和实验均证明，如果导线中流过的电流是大小、方向不变的直流电时，它周围会产生恒定不变的磁场；如果导线中流过的电流是大小、方向不断变化的交流电时，它周围会产生伴随电流变化而变化的磁场，而且变化的磁场又在周围空间产生变化的电场，变化的电场又激起变化的磁场……这

种相互联系，不可分割的电场和磁场，象水波一样向外传播，就形成了电磁波。

电磁波用人眼是看不见的，它的传播即不需要通过导线，也不需要其它任何媒介。它的传播速度与光速相同，约为 3×10^8 m/s。

电磁波的频率范围很宽，根据频率范围的不同，它分为无线电波、红外线、可见光、紫外线和X射线等。无线电波的频率范围一般从几十千赫兹到几十万兆赫兹（1兆赫兹等于10^6赫兹）。电磁波的频率与波长、有如下关系：

$$\lambda = c / f$$

式中 c 为波速，f 为频率，λ 为波长。如果 c 的单位是m/s，f 的单位是Hz，则 λ 的单位是m。例如，中央人民广播电台第一套节目的频率为639kHz，其波长约为469m。

2．无线电波的划分

无线电波按频率或波长范围的不同可化分成几个频段或波段，如表 1-1 所示。

表1-1　无线电波波段的划分

波段名称	波长范围	频段名称	频段范围
超长波	10000～1000000m	甚低频VLF	30～3kHz
长波	1000～10000m	低频LF	300～30kHz
中波	200～1000m	中频MF	1,500～300kHz
中短波	50～200m	中高频IF	6,000～1,500kHz
短波	10～50m	高频HF	30～6MHz
米波	1～10m	甚高频VHF	300～30MHz
分米波	10～100cm	特高频UHF	3,000～300MHz
厘米波	1～10cm	超高频SHF	30～3GHz
毫米波	1～10mm	极高频EHF	300～30GHz
亚毫米波	1mm以下	超极高频SEHF	300GHz以上

一般常把分米波和米波合称为超短波，波长小于30厘米的分米波和厘米波又合称为微波。

3．无线电波的传播

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

无线电波和光波一样，它也具有直射、绕射、反射、折射几种基本传播方式。不同波段的无线电波在传播过程中还具有不同的特点。

（1）长波和中波：它们主要以沿着地球表面绕射方式来传播。由于波长愈短，绕射传播中的损耗愈大，所以中波沿地面传播的距离较短。由于电离层（电离层是在50～400公里高空的大气层，它包含有大量的带电离子。它对电磁波有折射、反射和吸收作用）。对长波和中波有较强的吸收作用，特别是在白天，这种吸收更厉害，所以它们在白天基本不能靠电离层反射来传播。

（2）短波：它们主要依靠电离层和地面间的来回反射传向远方。由于地面的吸收严重，因此它们沿地面传播的距离很短，一般不超过几十公里。

（3）超短波和微波：由于它们被电离层反射回地面的很少，沿地球表面绕射时损耗很大，所以它们主要依靠直线传播，它们的传播距离大致限制在视距范围之内。这些波段目前主要用于中断通信、调频广播和电视，以及雷达、导航和卫星通讯。

四、无线电广播

通过上面的学习，或许有人会认为：在有线广播中，声音由话筒转变成音频电流，电流流过导线时会产生电磁波，这种电磁波传播出去不就实现了无线电广播了吗。实际上，这是行不通的，其原因主要有两条：

（1）交变的电流必须通过天线才能向外辐射较大能量的电磁波，而天线的长度必须和电磁波的波长可比拟。一般声音信号的频率约为20～20000Hz，其波长范围是15×10^{3}～15×10^{6}，要制造出与此尺寸相当的天线显然是很困难的。

（2）如果各个电台都将音频信号的电磁波辐射到空中，则由于它们的频率都相同，会使收听者无法选择要接收的信号，发生“串台”现象。

无线电波不存在上述问题，由于它的频率高，所以天线尺寸小，可以有效地辐射电磁波，将它传播到很远的地方，又由于它

的频率范围很宽，所以每个电台可以分别选用不同的频率段，而不会产生“串台”现象。但是，无线电波人耳听不见，把这样的无线电波发送出去也是没有用的。

人们根据音频信号和无线电波的不同特点，想出了让音频信号“载”到高频无线电波上去的方法，正如人虽然单靠两条腿走不远，而乘上飞机就可以迅速飞往远方一样。无线电广播正是采用这种方法将声音传播到远方的。

五、无线电广播的工作过程

无线电广播是由电台的发射机来实现的，它的结构如图 1-2 所示。它的工作过程大致如下：

032455

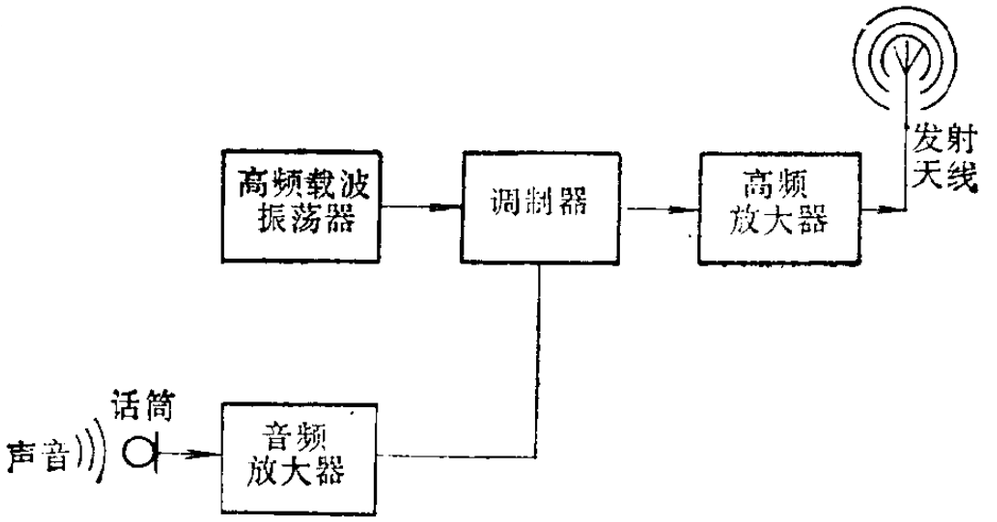

图1-2　无线电广播发射机的方框图

（1）要播出的声音经话筒变换后产生相应的音频信号，音频信号经音频放大器放大后加至调制器。

（2）高频振荡器产生等幅的高频正弦波信号也加至调制器。

（3）调制器将音频信号“装载”在高频信号上，经高频放大器放大后，通过天线发送出去。

通常把调制器的“装载”过程叫调制；加至调制器的高频信号叫载波，它的频率叫载频；调制后的信号叫已调信号；如果调制的方式是调幅，则已调信号叫调幅波；如果调制的方式是调频，则已调信号叫调频波。关于调制方式下一节将介绍。

第二节　调　　制

一、调制的方式

由上节我们知道，把音频信号“装载”到载频信号上的过程叫调制。而调制的实质是什么呢？

一个高频正弦波信号可以用三角函数表示为：

$$u(t)=U\sin(\omega t+\varphi)$$

式中 $u(t)$ 是高频正弦信号的瞬时值，U 是它的振幅，ω 是它的角频率（$\omega=2\pi f$），φ 是它的初相角。U、ω、φ 是正弦波信号的三要素。它的波形图如图 1-3(b)所示。

所谓调制的实质就是使高频正弦波信号的三要素中的某一要素按音频信号的变化规律变化。这样就产生三种调制方式：

（1）调幅方式：这种方式是让高频信号的振幅随音频信号的大小作正比例的变化。调幅波如图 1-3（c）所示，图中（a）所示是音频信号的波形图。由图可以看出高频信号的频率和初相角没有变，只是它的振幅按照音频信号的变化规律严格一致地变化了，振幅变化的轨迹（图 1-3（c）中的虚线，也叫包络线)的

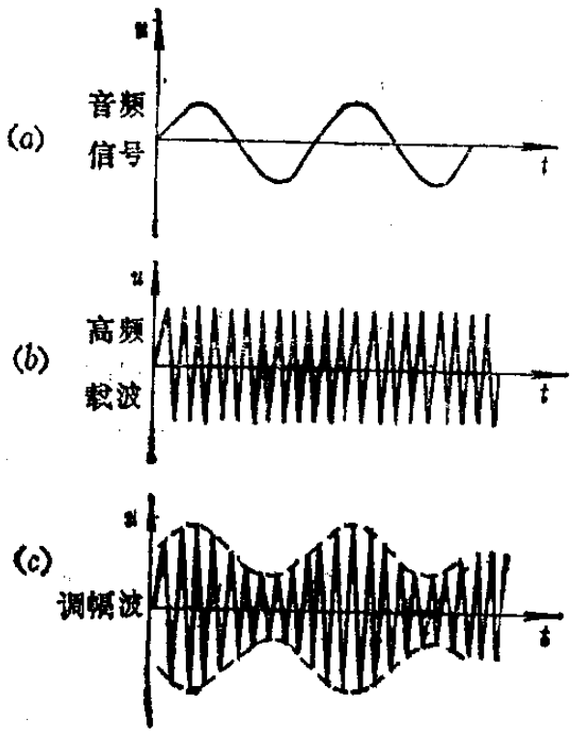

图1-3　调幅波

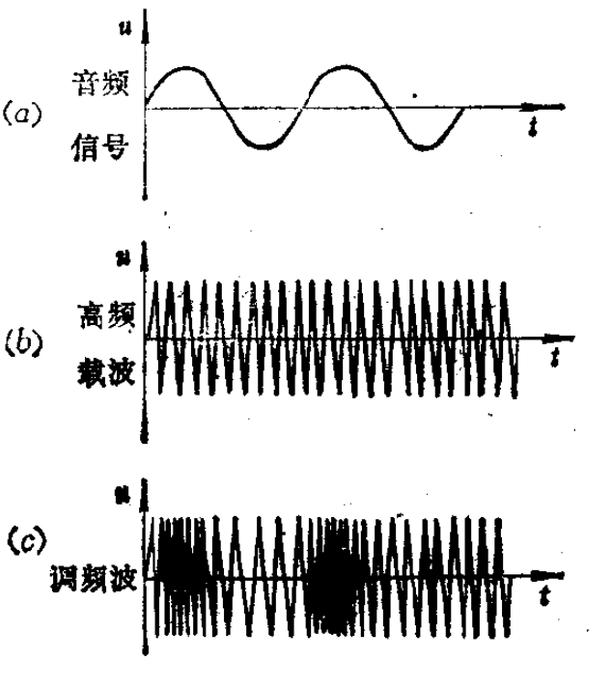

图1-4　调频波

形状与音频信号的波形完全一致。

（2）调频方式：它是让高频信号的角频率随音频信号的大小作正比例的变化。调频波如图 1-4（c）所示。由图可以看出高频信号的振幅和初相角没有变，只是它的频率按照音频信号的变化规律严格一致地变化了，音频信号的电压越高，调频波的频率越高，音频信号的电压越低，调频波的频率越低。

（3）调相方式：它是让高频信号的初相角随音频信号的大小作正比例的变化。

目前，无线电广播大多采用调幅和调频的调制方式。

二、调幅与调频广播的比较

1. 信号的频谱

为了能说明调幅与调频广播的特点，也为了以后各章的学习，有必要先简单介绍一下关于信号频谱的概念。

（1）什么是信号的频谱：在实际中，我们所遇到的信号千变万化，多种多样。在这众多的各种信号中，正弦波信号是一种基本的信号。各种复杂的信号都与正弦信号有着内在的关系，这种关系表现在任何形式的信号都可以分解为许多不同频率的正弦波信号之和，或者说，许多不同频率的正弦波信号迭加在一起可以组合出任何一种信号。例如，一支乐曲经话筒后在话筒的输出端会产生复杂的音频电压信号。这种信号是由许多不同频率不同幅度的正弦波电压信号迭加在一起组成的，不同频率的正弦波信号对应着乐曲中不同的“音调”。

组成各种信号的各正弦波分量按频率分布的情况是不一样的，所谓“频谱”就是指组成信号的各正弦波分量按频率分布的情况。

（2）信号的频谱图

为了能直观地表示出信号的频谱特点，我们通常采用绘图的方法：用频率 f 作横坐标，用信号的各正弦波分量的幅度作纵坐标，这样绘出的图案叫频谱图。图 1-5就是某一段乐曲的频谱图，其中每一条线段在横轴上所处的位置代表某一正弦波分量的

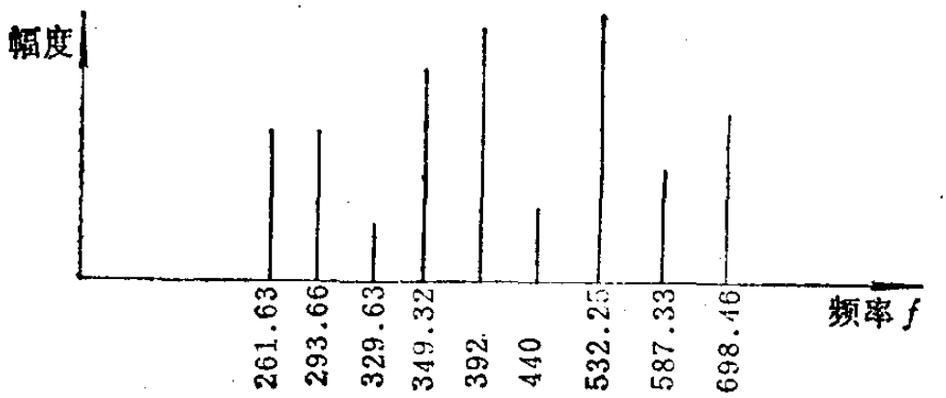

图1-5　某乐曲信号的频谱

频率，线段的长度表示该正弦波的振幅大小。这些线段叫“谱线”。信号的正弦波分量的最高频率与最低频率之差，就是这个信号所拥有的频率范围，叫该信号的“频谱宽度”，简称为“带宽”或叫“频宽”。图 1-5 所示的信号的带宽约为437Hz (698－261＝437)。

对信号进行频谱分析是很重要的，它有利于电路的分析与设计。例如放大器的频率特性（放大器对不同频率的正弦波信号的传输特性）就是根据输入信号的频带宽度设计的。

2．调幅与调频广播的比较

（1）已调信号的频带宽度：调幅广播电台的调幅波带宽等于音频调制信号最高频率的两倍，一般不超过20kHz。而调频广播电台的调频波带宽约为 150～200kHz，比调幅波的带宽大近10倍，所以调频电台的间隔一般为 200kHz。由此可见，调频广播不能使用中、短波段（这是因为，每个频段容纳的电台太少），而应该采用超高频段，其频率范围为 88～108MHz。

（2）抗干扰性：无线电波传送过程中，各种干扰信号都以幅度调制的形式调制在载波上。调幅收音机接收这样的信号后很难将有用的信号与干扰信号分开，所以调幅广播的抗干扰性差。由于调频波的幅度与音频调制信号的内容无关，而干扰主要体现在载频的幅度变化上，因此调频收音机能用限幅器很容易地将干扰消除掉，如图 1-6 所示。调频广播干扰小的另一个原因是调频

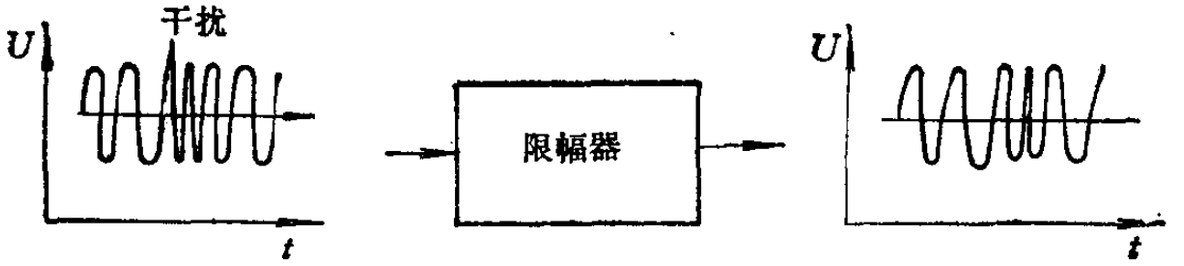

图1-6　调频收音机的限幅作用

波传播距离小，受空间各种电波干扰的机会大为减小。

（3）保真度：保真度就是接收机真实地重放原来的声音的能力。要使保真度好，就要求接收机必须有较好的频率特性，以使已调信号的正弦波分量全部通过。这对调幅收音机来说是不可能的，因为调幅电台很拥挤，为了多安排电台的数目，规定两个电台之间相隔只有 9 kHz。这就使调幅波的高音调制成份受到限制和削弱。普通的调幅收音机为了获得较好的选择性（为了避免邻近电台之间发生“串台”现象），一般通频带都不够宽，所以原来声音中的高频成份大部分没有放出来，放音的音质较差。调频广播没有上述限制，调频收音机的通频带一般都较宽，所以它的保真度好。

第三节　无线电广播的接收

一、无线电接收机最基本的工作过程

无线电接收机的工作过程和发射机恰好相反，它的基本任务是将空间传来的电磁波接收下来，并把它还原成原来的信号。为了能完成这项任务，接收机应具有下述三项功能：

1．选台

接收空间中电磁波的任务是由接收机的天线来完成的。这里需要注意的是：由于广播电台很多，在同一时间内，接收机天线收到的将不仅是我们希望收听的电台的信号，而是包含若干个来自不同电台的、具有不同载频的无线电信号。这些广播电台之所

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com