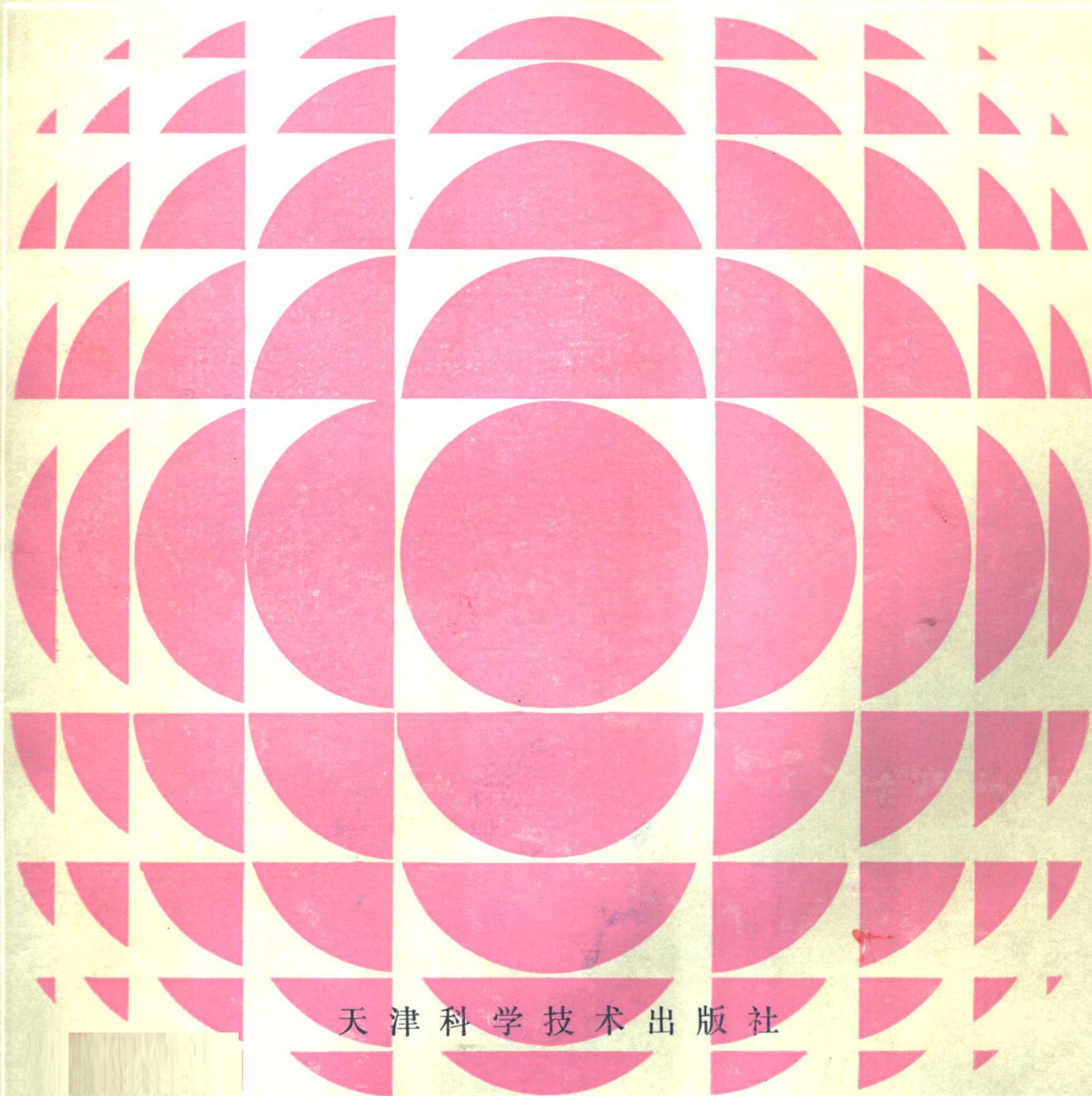


全国电子类院校试用教材

TN/05/10

无线电接收设备



天津科学技术出版社

全国电子类技工学校试用教材

无线电接收设备

上海
一〇一厂 袁之麟 主编

天津科学技术出版社

责任编辑：王定一

全国电子类技工学校试用教材
无线电接收设备

上海 袁之麟 主编
一〇一厂

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店天津发行所发行

开本 787×1092毫米 1/16 印张 13.75 字数 322,000

一九八三年十月第一版

一九八五年三月第二次印刷

印数：20,501—63,000

书号：15212·111 定价：1.80元

前 言

为了适应技工学校电子类专业的教学需要，不断提高技工学校的培训质量、加速实现我国的四个现代化，国家劳动总局、第四机械工业部委托北京、天津、上海三市和四川、广东两省的劳动局、电子工业主管部门，组织编写了技工学校电子类三个专业（无线电技术、半导体器件、电子计算机）的部分技术基础课和专业课十二种教材。计有：电工基础、电子电路基础、电子测量与仪器、无线电接收设备、电视机原理调试与维修、无线电整机装配工艺基础、半导体器件制造工艺、半导体工艺化学、晶体管原理、制图与钳工知识、半导体集成电路、电子计算机原理。

这套教材对于二年制（招收高中毕业生）和三年制（招收初中毕业生）的技工学校均适用。这些专业的普通课教材没有另行编写，建议采用国家劳动总局和第一机械工业部委托上海市劳动局、上海市第一机电工业局一九七九年组织编写的全国技工学校机械类通用教材中的普通课教材。我们在组织这套教材的编写时，注意到了这两套教材在内容上的衔接。

根据技工学校的培养目标和教学计划的要求，这套教材在强调加强生产实习教学的同时，注意了加强基本理论知识和对新技术、新工艺的吸收。由于技工学校在教学范围内还有许多问题需要探讨，加之这套教材还没有通过教学实践的检验，故先作为试用教材出版发行。

因为时间仓促，编写经验不足，这套教材难免存在一些问题，恳切希望广大读者批评指正，以便作进一步修改。

国家劳动总局培训司

第四机械工业部教育局

一九八一年十二月

本书所使用符号的说明

A	选择性	$f_{\max}$	最高频率 (也可用 f_m 表示)
A_n	多级中放选择性	$f_{\min}$	最低频率
A.GC	自动增益控制	f_n	组合副波道干扰信号频率
B	通频带	f_K	组合频率
b	小信号比例系数	f_L	本振频率
C_A	天线的等效电容	f_T	特征频率
C_D	垫整电容	f_x	象频频率
C_L	负载电容	f_z	干扰频率
C_M	耦合电容	f_0	谐振频率
C_P	并联电容	f_a	共基极截止频率
C_S	信号源电容	f_β	共发射极截止频率
C_T	补偿电容	Δf_L	频率微调的调节范围
ΔC	C_1 和 C_2 串联后最大容量与最小容量之差	G_0	回路电导
C_c	低频耦合电容	G_Σ	总电导 ($G_\Sigma = G_0 + G_S + G_{fz}$)
C_d	结电容与分布电容之和	g_m	电流源互导
C_{fz}	负载电容	I	电流有效值
$C_{\max}$	可变电容器的最大容量	I_{co}	晶体管的静态工作点电流
$C_{\min}$	可变电容器的最小容量	I_{eo}	晶体管的静态工作点电流
C_Σ	总电容 ($C_\Sigma = C + C_S + C_{fz}$)	I_0	谐振时电流幅值
C_0	分布电容	I_S	信号源电流
C_{01}	输入电极的结电容	i_c	电容上电流
C_{02}	输出电极的结电容	i_d	二极管电流
$C(t)$	立体声复合信号	i_f	反馈电流
c	电磁波传播速度	K	放大倍数
D	交叉失真系数	K_d	检波器的电压传输系数
E_A	天线回路的电动势	K_f	波段覆盖系数
E_s	信号源电动势	K_{fc}	信号回路频率覆盖系数
e	感生电动势	K_{fL}	振荡频率覆盖系数
F	音频频率或滤波系数	K_p	中放功率增益
F_n	音频频率分量	K_v	中放电压增益
f	频率	K_{pm}	共发射极最大高频功率放大倍数
f_c	信号频率	K_{U0}	谐振时的电压放大倍数
f_i	中频频率	$K_{U\Sigma}$	总增益
		k	耦合系数

k_c	临界耦合系数	T	中频信号的周期
L	电感	t	时间
L_A	天线的等效电感	U	电压有效值
L_0	分布电感	U_{ber}	硅管的 be 结电压
L_P	并联电感	U_{bet}	锗管的 be 结电压
M	互感	U_{beo}	静态工作点发射极电压
M_s	锰锌铁氧体	U_{ceo}	静态工作点集电极电压
m	调幅系数	U_c	信号电压 u_c 的有效值或电容器上电压的有效值
m_f	调频系数	U_{cm}	信号电压 u_c 的幅值
N_F	噪声系数	U_{cc}	耦合电容上电压
n	圈数比	U_{im}	输入中频
P	功率	U'_{im}	输出残余中频电压的振幅
P_c	信号功率	U_L	本振电压
P_{csr}	输入高频功率	U_M	干扰电压载波振幅
P_{isc}	输出中频功率	U_0	谐振时回路两端电压的幅值
P_N	噪声功率	U_{ox}	谐振时输出电压
$\left(\frac{P_c}{P_N}\right)_n$	输入信噪比	U_S	信号源电压
$\left(\frac{P_c}{P_N}\right)_u$	输出信噪比	U_{sc}	输出电压
Q	谐振回路的品质因数	U_{sn}	输入电压
Q_C	整个双耦合回路的 Q 值或电容器的 Q 值	U_D	音频电压的有效值
Q_L	有载品质因数或线圈的 Q 值	U_{dm}	音频电压的幅值
Q_T	提升器的 Q 值	U_{c2m}	谐振时电压的最大值
Q_f	高频 Q 值	$u(t)$	已调幅信号的瞬时值
Q_0	谐振回路空载时的品质因数	u_c	信号电压
R	电阻	u_{csr}	输入高频电压
R_L	负载电阻	u_i	中频电压
R_0	谐振电阻	u_{im}	输出中频电压
R_S	信号源电阻 (也用 r_s 表示)	$u_L(t)$	音频振荡的瞬时值
R_{12}	次级反射到初级回路的电阻 (也用 r_{12} 表示)	u_i	本振电压
r	损耗电阻	W	能量
r_c	管子本身的发射极电阻	W_C	电容上的电场能量
r_{fz}	负载电阻	W_L	电感上的磁场能量
r_s	串联时信号源内阻	X	电抗
r_T	提升器谐振阻抗	X_C	容抗
Sep	分离度	X_L	感抗
		X_{12}	反射电抗
		Z	阻抗
		Z_A	天线内阻

Z_e 发射极对中频的阻抗
 Ω 音频角频率
 Ω_{max} 调制信号角频率
 Ω_M 干扰角频率
 ω_c 信号角频率
 ω_0 谐振时的角频率
 α 与调幅电路有关的系数

α_0 共基极低频电流放大系数
 β_0 共发射极低频电流放大系数
 φ_0 初相角
 2θ 导通角
 λ 波长
 μ_r 有效磁导率
 μ_0 环磁导率

目 录

第一章 概论	(1)
§ 1-1 电波的传播	(1)
§ 1-2 无线电发送与接收的基本原理	(3)
§ 1-3 调幅波	(5)
§ 1-4 调幅接收机的工作原理及其分类	(7)
§ 1-5 无线电接收机的主要性能指标	(9)
本章小结	(10)
复习题	(11)
第二章 谐振回路	(12)
§ 2-1 谐振回路的组成	(12)
§ 2-2 串联谐振回路	(14)
§ 2-3 无线电接收机的输入电路	(17)
§ 2-4 并联谐振回路	(21)
§ 2-5 谐振回路与外电路的连接	(25)
§ 2-6 双调谐回路	(30)
本章小结	(33)
复习题	(34)
第三章 高频放大器	(35)
§ 3-1 概述	(35)
§ 3-2 晶体管的高频参量和等效电路	(37)
§ 3-3 高频放大器的工作原理	(41)
§ 3-4 高频放大器性能分析	(44)
本章小结	(46)
复习题	(47)
第四章 中频放大器	(49)
§ 4-1 概述	(49)
§ 4-2 中频放大器电路分析	(50)
§ 4-3 多级中频放大器	(54)
§ 4-4 中频放大器的稳定性	(57)
§ 4-5 陶瓷滤波器在放大电路中的应用	(59)
§ 4-6 实用中频放大器电路	(62)
本章小结	(64)
复习题	(65)

实验一 中频放大器	(65)
第五章 变频器	(68)
§ 5-1 变频器的工作原理	(68)
§ 5-2 变频器的干扰	(73)
§ 5-3 抑制干扰的变频电路	(76)
§ 5-4 变频器工作状态的选择	(78)
§ 5-5 实用变频电路	(80)
本章小结	(82)
复习题	(83)
实验二 变频器	(83)
第六章 检波器和自动增益控制	(85)
§ 6-1 检波器概述	(85)
§ 6-2 二极管振幅检波器原理	(87)
§ 6-3 检波电路元件的选择和实用电路	(95)
§ 6-4 差频检波器	(97)
§ 6-5 自动增益控制	(98)
本章小结	(104)
复习题	(105)
实验三 振幅检波器	(105)
第七章 接收机电路	(107)
§ 7-1 接收机的波段划分	(107)
§ 7-2 接收机的统一调谐	(108)
§ 7-3 接收机附加电路	(111)
§ 7-4 无线电干扰及其抑制	(115)
§ 7-5 整机电路分析	(118)
本章小结	(130)
复习题	(131)
实验四 超外差式广播接收机的安装	(131)
第八章 接收机的调整、测试和故障分析	(134)
§ 8-1 接收机的质量指标	(134)
§ 8-2 接收机的调整	(137)
§ 8-3 接收机的测量	(145)
§ 8-4 接收机故障的分析	(162)
本章小结	(172)
复习题	(172)
实验五 晶体管调幅接收机的调整与测试	(173)

第九章 调频接收机及其电路	(176)
§ 9-1 概述	(176)
§ 9-2 限幅器	(179)
§ 9-3 鉴频器	(182)
§ 9-4 调频接收机的电路分析和调试概要	(188)
§ 9-5 调频立体声	(192)
§ 9-6 调频立体声广播接收机	(196)
本章小结	(205)
复习题	(206)

第一章 概 论

接收无线电信号的设备叫做无线电接收机。广播接收机、通信接收机、电视接收机等都属于无线电接收机。此外，雷达、导航、遥控、遥测、遥感等系统都有专用的无线电接收机。本书仅涉及广播接收机。

广播接收机的任务，就是从许多电台信号与干扰信号中把需要的信号选择出来，进行放大并变换成低频信号，以推动扬声器工作。

§1-1 电 波 的 传 播

一、声音的传送

人耳能听到的声音频率约在20赫到20千赫的范围内。这一频率范围通常叫做音频。声波在空气中传播的速度很慢（约340米/秒），而且衰减很快，所以人的声音传不远。为了把声音传送到远方，可以将它变成电信号，再设法把电信号传出去。将声音变为电信号的任务一般由话筒（微音器）来承担。当人对着话筒说话时，话筒就输出相应的电压。这个电压的变化规律与声音的变化规律是相同的，见图1-1。

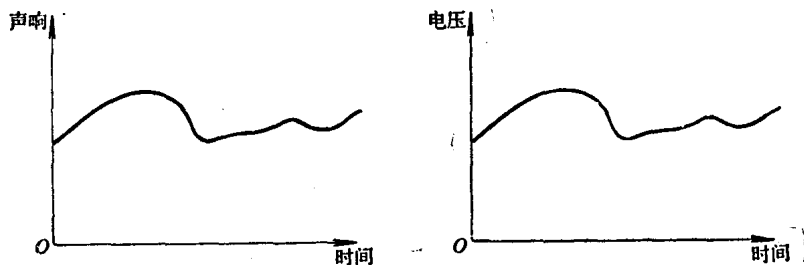


图 1-1 由声响变电压

从话筒输出的电信号，其电压一般都很小，通常只有几毫伏至零点几伏。将其用音频放大器加以放大后，利用导线传出去，再经扬声器恢复为原来的声音。这就是通常的有线广播，其工作过程可用图1-2来表示。

由于导线总具有一定电阻，电信号在导线中传输时要被衰减，传输距离越远衰减越严重，所以有线广播一般只用于短距离。要把音频信号传送到远方，通常不用导线而要用无线电波。

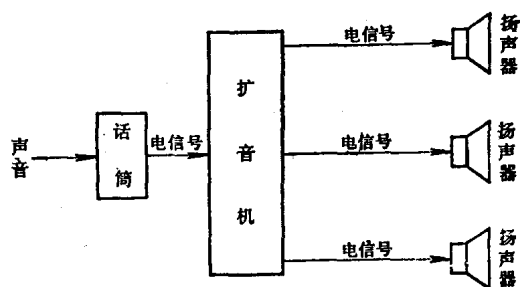


图 1-2 有线广播方框图

当一根导线中通过高频电流时，在导线周围的空间产生一种波。这种波会向四周传播，

同时把导线中的高频电能传出去。这种由电场和磁场交替变化形成的波，称为电磁波。它在空间能传播得很远。只要把音频电信号托附在高频电流上，就可以把音频电信号由天空传到远方。

二、无线电波的波长

无线电波在空间传播的速度与光速相同，约为每秒30万公里。电波在一个振荡周期 T 内的传播距离叫做波长，用 λ 表示。波长 λ 、频率 f 和电磁波传播速度 c 的关系可用下式表示

$$\lambda = cT = \frac{c}{f} \tag{1-1}$$

这是电磁波的一个基本关系式。若已知无线电波的频率 f ，利用上式就可以算出其波长 λ 。如果 c 的单位是米/秒， f 的单位是赫兹，则波长的单位是米。

例 频率为1000千赫的无线电波，其波长为多少？

解 $\lambda = \frac{3 \times 10^8}{1000 \times 10^3} = 300 \text{米}$

由式(1-1)可知，频率越高，波长越短；频率越低，波长越长。我国第一颗人造地球卫星用20.009兆赫的频率播送“东方红”乐曲，它的波长约为15米。

三、无线电波段的划分

一般说，频率从几十千赫至几十万兆赫的电磁波都称为无线电波。为了便于分析和应用，一般将无线电波的频率范围划分为若干区域，用频段（或波段）表示。习惯上将频率低的无线电波（如长、中、短波）用频率表示，而将频率高的无线电波（如超短波，微波）用波长表示。表1-1列出了按波长划分的波段名称、相应的波长范围和它们的主要用途。

米波和分米波有时也称为超短波，波长小于30厘米的分米波及厘米波也称为微波。

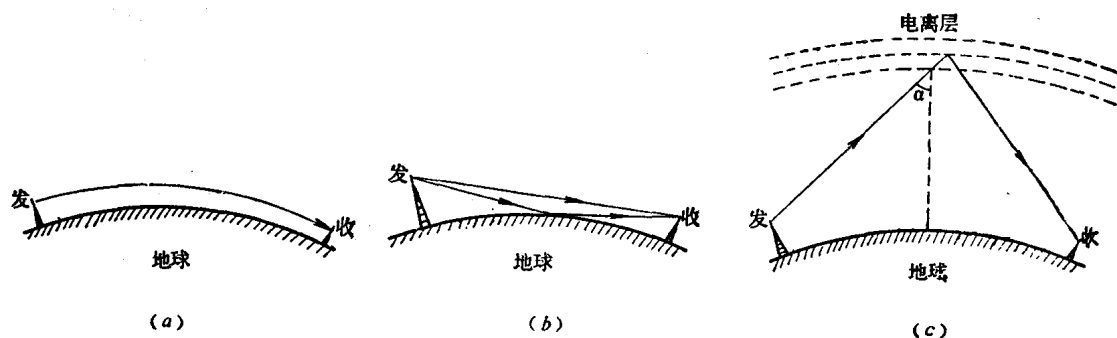
上述各种波段的划分是相对的，各波段之间并没有严格划分界线。不过，不同波段的特性仍然有明显的差别。把无线电波分成上述各种波段，对问题的讨论将带来很大的方便。

表 1-1 波 段 的 划 分

波段名称	波长范围	频率范围	频段名称	用 途
超 长 波	$10^4 \sim 10^5 \text{m}$	30~3KHz	甚低频VLF	海上远距离通信
长 波	$10^3 \sim 10^4 \text{m}$	300~30KHz	低 频LF	电报通信
中 波	$2 \times 10^2 \sim 10^3 \text{m}$	500~300KHz	中 频MF	无线电广播
中 短 波	$50 \sim 2 \times 10^2 \text{m}$	6000~1500KHz	中高频IF	电报通信、业余者通信
短 波	$10 \sim 50 \text{m}$	30~6MHz	高 频HF	无线电广播、电报通信和业余者通信
米 波	$1 \sim 10 \text{m}$	300~30MHz	甚高频VHF	无线电广播、电视、导航和业余者通信
分 米 波	$1 \sim 10 \text{dm}$	3000~300MHz	特高频UHF	电视、雷达、无线电导航
厘 米 波	$1 \sim 10 \text{cm}$	30~3GHz	超高频SHF	无线电接力通信、雷达、卫星通信
毫 米 波	$1 \sim 10 \text{mm}$	300~30GHz	极高频EHF	电视、雷达、无线电导航
亚毫米波	1mm以下	300GHz以上	超极高频	无线电接力通信

一般无线电波从发射端的天线到达接收端的天线有三条途径：一是沿地面传播，叫地面波，见图1-3(a)；二是在空间两点沿直线传播，叫空间波，见图1-3(b)；三是依靠离地面一

百公里以外的电离层的折射和反射传播，叫天波，见图1-3 (c)。



(a) 地面波 (b) 空间波 (c) 天波

图 1-3 电波的传播途径

波长不同的电磁波在空间传播的特性不同。波长较长的波遇到障碍后绕射能力较强。同时由于地球表面的电性质较稳定，故地面波传播比较稳定。但是由于地面不是理想的导体，无线电波沿地球表面传播时，将有一部分能量被消耗掉。这种损耗与电波波长及其它一些因素有关，波长愈长，损耗愈小。所以利用地面波传播时采用中长波比较合适。一般中、长波多用于无线电广播和发射标准时间信号，也可用于海上通信、导航和呼救等。

短波虽然绕射能力较弱，但能被电离层折射和反射，可以利用其天波传播到距离很远的某一定点。因此短波多用作远距离定点通信。天波的传播比较复杂，不但与电波波长及地球外表的电离层强度有关，还与电波进入电离层的角度 α 有关。而电离层强度又与太阳的辐射强度有密切关系。昼夜间、一年四季中，随着太阳活动的变化，电离层强度都在变化。

波长比短波更短的波，遇到障碍后绕射能力更弱。在超短波段，电磁波完全沿直线传播，因此传播距离受到限制。但是，人们可以利用超短波沿直线传播的特点测定目标的位置。这就是雷达赖以工作的基础。

§1-2 无线电发送与接收的基本原理

一、无线电发射的基本原理

所谓无线电广播，就是指利用无线电波把声音传送给广大听众。

我们知道，利用天线可以把无线电波向空中辐射出去。但是天线长度必须和电波波长可比，才能有效地把电波辐射出去。前面讲过，声音信号的频率约为20赫至20千赫，即其波长范围是 $15 \times 10^3 \sim 15 \times 10^6$ 米。要制造出与此尺寸相当的天线显然是很困难的。因此直接将音频信号辐射出去很不容易。即使能辐射出去，各个发射机所发出的信号都是音频信号，它们在空中混在一起，收听者也无法选择所要接收的信号。因此要想不用导线传播声音信号，就必须利用频率较高（即波长较短）的无线电波。这样，天线尺寸可以做得比较小。不同的发射机可以采用不同的无线电频率，使彼此互不干扰。

无线电发射机中产生高频电振荡的部件叫做高频振荡器。把音频信号“装载”到高频振荡中的过程叫调制。经过调制以后的高频振荡叫做已调信号。利用传输线可把已调信号送到发射天线，变成电磁波，辐射到空间去。

一台发射机归纳起来应该包括四个部分：一是声音的变换与放大，这一部分的频率较低，叫做低频部分；二是高频振荡的产生、放大、调制和高频功率放大，统称高频部分；三是天线与传输线；四是直流电源部分。图1-4是调幅发射机的方框图。图中没有绘出直流电源部分。

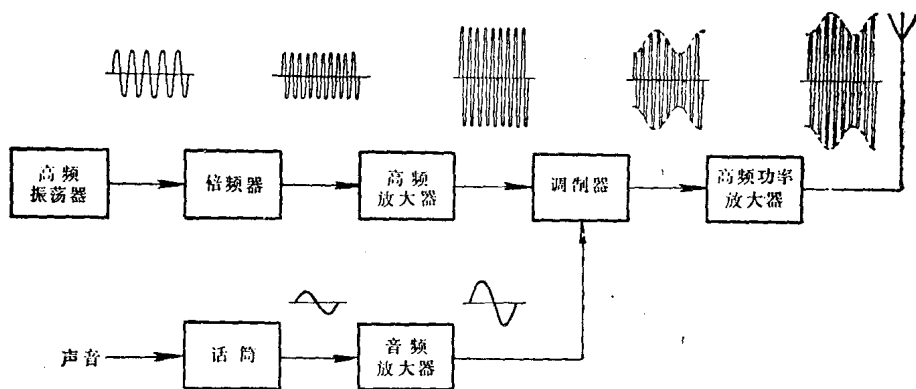


图 1-4 调幅广播发射机的方框图

话筒和音频放大器的作用，是把声音变换成调制器所需的一定强度的音频电信号。高频振荡器的作用是产生高频正弦振荡，即载波。它的频率叫做载频。例如中央人民广播电台的某套节目频率是540千赫（波长约556米），就是指它的载频是540千赫。在广播发射机中，高频振荡器所产生的高频振荡的频率不一定就是所需要的载波频率，而可能是后者的若干分之一，它的功率一般也比较小。需要用倍频器把频率提高到所需要的数值，再用高频放大器放大到调制器所需的强度。调制器的作用是将音频信号调制到载波信号上去，成为已调信号，并用高频功率放大器将已调信号进行功率放大，由传输线输送至天线，实现电波的发射。

二、无线电接收的基本原理

由发射机发出的电磁波，经接收机天线接收，转变为感生电势。从天线感生出的不同频率的已调波信号中选出需要收听的声音这一任务，由输入电路承担。而输入电路选出的信号，仍是已调波信号，用它去直接推动扬声器（或耳机）是不行的，还必须把它恢复成音频信号。这种从已调波信号中检取出音频信号的过程，叫做解调。图1-5是最简单的调幅接收机的方框图。图中，输入电路用来选择所需信号，解调器用来还原出音频信号，通过耳机就能听到声音。但是，这种最简单的调幅接收机灵敏度较低，只能收听当地强电台信号。

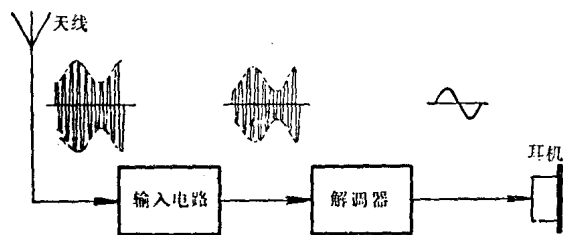


图 1-5 简单调幅接收机方框图

为了接收微弱的电台信号和提高接收机的接收质量，还需采取很多措施。例如超外差式调幅接收机不仅要具有检波部分，还要有高频放大、变频、中频放大等部分。它们的功能和原理将在以后的有关章节中讨论。

§1-3 调 幅 波

把音频信号装载到高频振荡中去,有调幅、调频和调相等方法。

一、调幅波的表示式

所谓调幅,就是指高频正弦振荡的振幅随音频信号的瞬时值变化而变化。

一个频率为 f_c 的简谐(指正弦或余弦)高频振荡电压可以表示为

$$u_c(t) = U_{cm} \sin(\omega_c t + \phi_0) \quad (1-2)$$

其波形见图1-6(a)。式中 $u_c(t)$ 是高频振荡的瞬时值, U_{cm} 是它的振幅, ω_c 是角频率, $\omega_c = 2\pi f_c$, ϕ_0 是初相角。

为了叙述方便,先假定频率为 F 的音频信号也是一个简谐振荡,它的表示式是

$$u_\Omega(t) = U_{\Omega m} \sin \Omega t \quad (1-3)$$

其波形图见图1-6(b)。式中 $u_\Omega(t)$ 是音频振荡的瞬时值, $U_{\Omega m}$ 是它的振幅, Ω 是音频角频率($\Omega = 2\pi F$)。

用单一频率的音频信号去调制高频振荡就得到调幅波,其表示式是

$$\begin{aligned} u(t) &= (U_{cm} + \alpha U_{\Omega m} \sin \Omega t) \sin(\omega_c t + \phi_0) \\ &= U_{cm} \left(1 + \frac{\alpha U_{\Omega m}}{U_{cm}} \sin \Omega t \right) \sin(\omega_c t + \phi_0) \\ &= U_{cm} (1 + m \sin \Omega t) \sin(\omega_c t + \phi_0) \end{aligned} \quad (1-4)$$

式中, α 为与调幅电路有关的系数; m 为调幅系数,是高频电压振幅变化量与未调制时的高频电压振幅的比值,通常 $m \leq 1$,参见图1-6(c)。调幅系数应和音频信号的振幅 $U_{\Omega m}$ 成正比,调幅波才不会失真。

根据三角恒等式

$$\sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta) - \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta)$$

调幅波的表示式可写成以下形式:

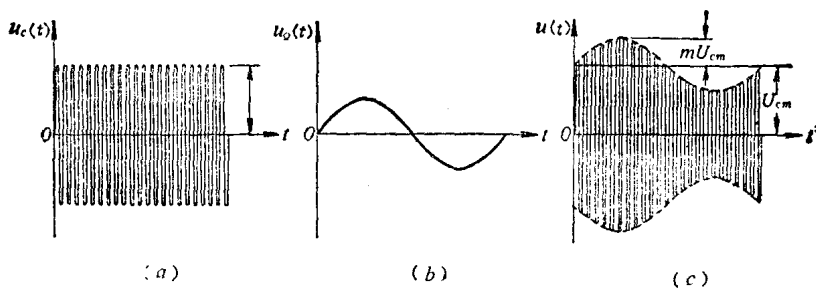
$$\begin{aligned} u(t) &= U_{cm} \sin(\omega_c t + \phi_0) - \frac{m}{2} U_{cm} \cos[(\omega_c + \Omega)t + \phi_0] \\ &\quad + \frac{m}{2} U_{cm} \cos[(\omega_c - \Omega)t + \phi_0] \end{aligned} \quad (1-5)$$

这个调幅波包含三个频率分量,一个是原来的载波频率 f_c ,另外两个是新出现的频率,分别为 $(f_c - F)$ 和 $(f_c + F)$ 的余弦振荡,它们的幅度都等于 $\frac{mU_{cm}}{2}$ 。其波形见图1-6(c)。

二、调幅波的频带宽度

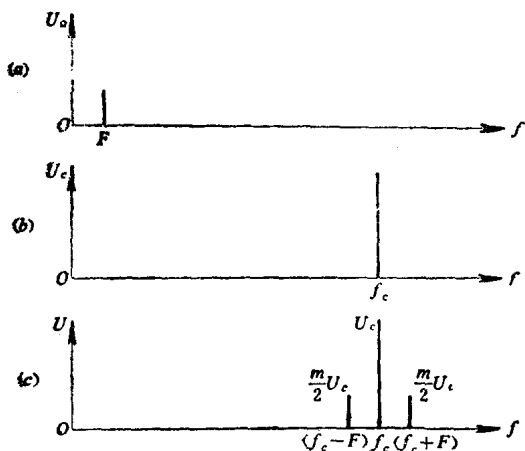
通常用频谱图可画出式(1-5)中的三个分量,见图1-7(c)。

横坐标表示频率,对应的每一频率分量用一根纵线表示,纵线的长度表示每个分量的幅度。这种图形表示了各简谐信号按频率分布的情况。两个新产生的频率分量,一个高于载频,另一个则低于载频。通常把它们叫做上边频(上旁频)和下边频(下旁频)。这个调幅波所占有的频率范围是 $(f_c - F)$ 至 $(f_c + F)$,它的频谱宽度(也叫频带宽度)等于 $2F$ 。



(a) 高频信号 (b) 音频信号 (c) 调幅信号

图 1-6 调幅波形图



(a) 音频信号 (b) 载波信号 (c) 调幅信号

图 1-7 调幅波的频谱

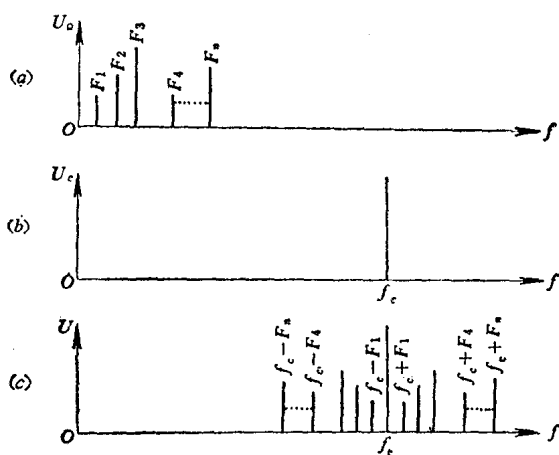


图 1-8 音频信号为多个频率成分时调幅波频谱

例如，载频 f_c 为990千赫，音频调制信号 F 为4千赫，那么调幅波就包含有986、990和994千赫三个频率分量，它的频带宽度等于8千赫。

实际的音频信号包含大量不同频率的基波及其谐波分量，所以在广播时调幅波占据相当宽的频带。

假定音频信号包含各基波及其谐波 F_1 、 F_2 、 F_3 … F_n 等几个频率分量(其频谱见图1-8)，将它们对频率为 f_c 的高频载波进行调幅。很明显，对于音频信号的每一频率分量，在已调幅信号的频谱中都有一对对应的旁频。例如 F_1 分量所产生的一对旁频分量是 $(f_c + F_1)$ 和 $(f_c - F_1)$ ，而 F_2 分量则对应 $(f_c + F_2)$ 和 $(f_c - F_2)$ 两个旁频分量等等。

这样，在调幅信号的频谱中，载频 f_c 的两旁就各包含有若干个频率分量。在 f_c 的上边有 $(f_c + F_1)$ … $(f_c + F_n)$ 等 n 个分量，而在它的下边则有 $(f_c - F_1)$ … $(f_c - F_n)$ 等 n 个分量。 $(f_c + F_1)$ 至 $(f_c + F_n)$ 叫做上边带，而 $(f_c - F_1)$ 至 $(f_c - F_n)$ 则叫下边带。由 $(f_c - F_n)$ 至 $(f_c + F_n)$ 的频率范围叫做调幅波的频带宽度，一般用符号 B 表示，即

$$B = (f_c + F_n) - (f_c - F_n) = 2F_n \quad (1-6)$$

上式表明，调幅波的频带宽度等于音频调制信号最高频率的两倍。例如，有一音频信号，它的频率范围在20赫至5千赫之间。用它对载频为540千赫的高频振荡进行调幅，其调幅波的

频谱将占有从535 (540 - 5) 千赫至545 (540 + 5) 千赫的频率范围, 其频带宽度则等于 $B = 2 \times 5 = 10$ 千赫。

目前, 我国的中、短波广播, 电视广播的图象信号部分和多数雷达信号都采用调幅制。

§1-4 调幅接收机的工作原理及其分类

一、调幅接收机的工作原理

调幅接收机的电路程式一般可分为直接放大式和超外差式两类。现分别简要介绍它们的工作原理和优缺点。

1. 直接放大式接收机

直接放大式接收机, 对解调前的高频信号只进行选择 and 放大, 而不改变载波频率。经检波器解调后的音频信号经过低频放大 (或者不放大) 送至扬声器 (或耳机), 获得欲收听电台播音。图1-9是典型的直接放大式调幅接收机电路的方框图。

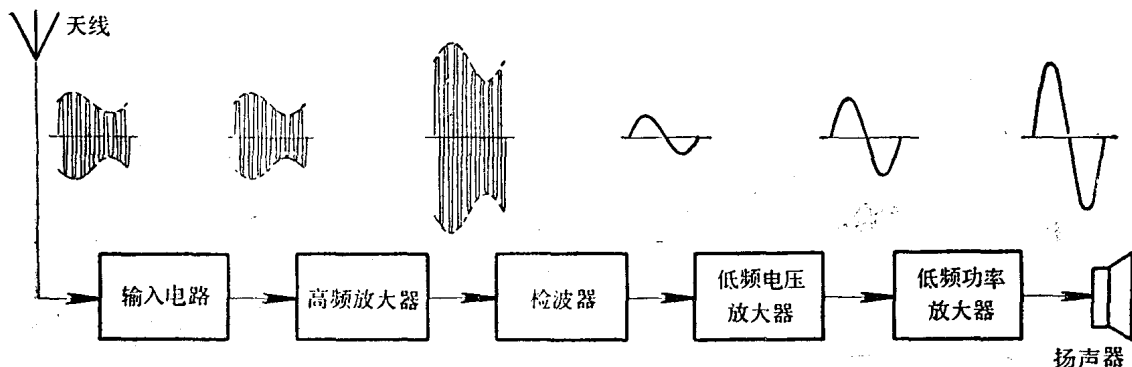


图 1-9 直接放大式调幅接收机方框图

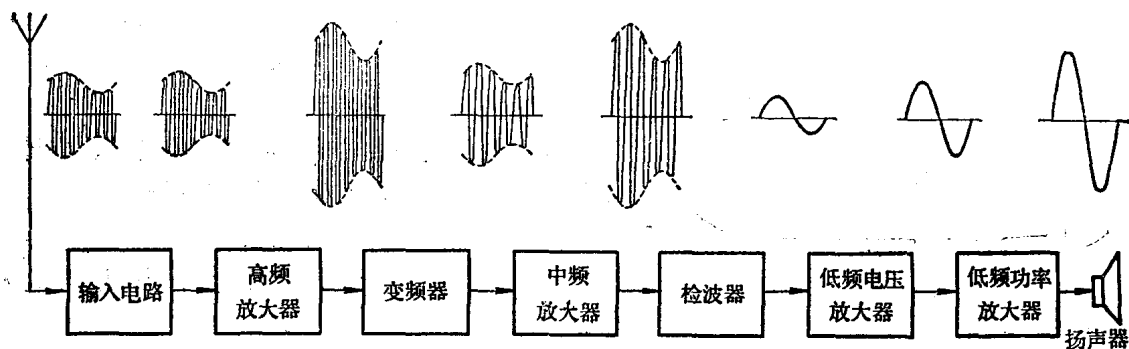


图 1-10 超外差式调幅接收机方框图

直接放大式接收机虽然具有电路简单、成本低、易于安装等优点, 但其性能不够理想。当接收机从接收某一信号频率转换到接收另一信号频率时, 其放大和选择信号的能力会变差。此外, 在短波波段, 尤其是在超短波段, 直接放大式接收机要得到很高的增益和选择性是不容易的。所以, 直接放大式接收机现已很少采用, 本书不予分析。

2. 超外差式接收机

为了保证接收机有足够的灵敏度和选择性, 一般均采用超外差式电路。图1-10为超外差