

业余无线电爱好者自学读物之三

无线电广播与接收



孙慕贞 景甲 编著 人民邮电出版社

内 容 提 要

本书从简要介绍无线电广播的主要方式——调幅广播、调频广播、调频立体声广播的基本概念入手，比较通俗、系统地说明了直放来复式收音机、调幅超外差收音机、调频超外差收音机、调频立体声收音机的电路组成、主要特点、接收原理、典型电路分析、调试方法等，并详细讲述了实验调频立体声发射机、四管直放式收音机、调幅超外差收音机的实际制作方法和调测过程。最后还介绍了集成电路、场效应管、数字技术在收音机中的应用，以及全波段收音机的基本概念。

本书可供无线电爱好者以及从事无线电有关专业工作的工人、初级技术人员阅读参考。

无线电广播与接收

WUXIANDIAN GUANGBO YU JIESHOU

孙慕贞
栗甲 编著

责任编辑 沈成衡

人民邮电出版社出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1989年6月 第 一 版
印张：11⁸/₃₂ 页数：180 1989年6月河北第1次印刷
字数：254千字 插页：1 印数：1-8 000 册

ISBN7-115-03719-1/TN·132

定价：3.50 元

出版说明

为了满足广大业余无线电爱好者自学电子技术的迫切需要，我们在中国电子学会普及工作部和华东地区电子科普创作研究会的支持和帮助下，组织华东地区作者编写了这套“业余无线电爱好者自学读物”。它的特点是具有较强的针对性、实用性和一定的趣味性，比较适合于具有初中以上文化程度的无线电爱好者自学。为了使读者循序渐进地掌握基本的电子技术基础知识及实践技能，这套读物分七册出版：《实用电工基础》、《基础电子学》、《无线电广播与接收》、《电视广播与接收》、《脉冲和数字电路》、《实用电子测量》和《微电子技术应用》。各书讲述基本理论时以讲清物理概念为主，避免繁琐的数学推导；力求和爱好者的业余实践活动密切结合，按专题安排一定数量有实用性的实验项目，用理论知识把一个个实验串起来；每章后附有小结和习题，便于读者复习和巩固所学知识。读者可根据自己的实际情况，系统学习这套读物或选学其中的某几册。

编辑出版这样一套自学读物，对我们来说还是一个尝试。欢迎广大无线电爱好者对这套读物的内容和编写方法提出宝贵意见。

本书第一章由栗甲同志编写，第二章至第七章由孙慕贞同志编写。

目 录

第一章 无线电广播	(1)
第一节 无线电广播今昔	(1)
第二节 无线电波	(3)
一、电磁波	(3)
二、无线电波的性质	(6)
三、无线电波的波段划分	(7)
四、无线电波的传播	(8)
第三节 调幅广播	(12)
一、广播系统介绍	(12)
二、调幅的基本知识	(14)
三、晶体管调幅器简介	(16)
第四节 调频广播	(17)
一、调频的基本概念	(17)
二、调频发射机工作原理	(22)
三、实用调频电路举例	(24)
第五节 调频立体声广播	(25)
一、什么是立体声	(25)
二、立体声广播的要求及和差方案	(26)
三、导频制立体声广播原理	(28)
四、编码器	(30)
(实验一) 实验调频立体声发射机	(33)
第六节 天线	(37)

一 天线工作原理	(37)
二 天线的主要参数	(38)
三、半波振子天线	(41)
四、折合振子天线	(42)
五、引向天线	(44)
六、馈线	(47)
七、阻抗匹配和平衡变换	(48)
(实验二) 三单元电视天线的制作	(51)
小结	(52)
习题	(53)
第二章 收音机基础电路	(54)
第一节 收音机的大门——输入电路	(54)
一、对输入电路的要求	(55)
二、输入电路为什么具有选择电台的能力	(55)
三、磁性天线输入电路	(57)
四、使用外接天线的输入电路	(58)
五、输入电路与收音机第一级晶体管(高放或变频)的输入阻抗匹配	(61)
六、实际电路分析	(63)
第二节 小信号检波电路	(64)
一、小信号检波的原理	(64)
二、晶体二极管收音机	(69)
第三节 四管直接放大来复式收音机原理	(70)
一、“来复”和“再生”	(70)
二、四管直放式来复收音机典型电路分析	(71)
第四节 直放式收音机调试	(76)
一、调直流工作点(调偏流)	(76)

二、调再生.....	(78)
三、调整频率范围(波段覆盖).....	(78)
〔实验三〕 四管直放式收音机装配.....	(79)
小结.....	(87)
习题.....	(87)
第三章 超外差收音机原理	(89)
第一节 变频(外差)原理	(89)
一、变频原理.....	(89)
二、自激式变频电路.....	(94)
三、他激式变频电路.....	(96)
第二节 调谐放大器	(98)
一、调谐放大器的特点与要求.....	(99)
二、单振荡回路与单调谐放大器.....	(101)
三、双谐振回路的耦合与双调谐放大器.....	(116)
四、参差调谐放大器.....	(125)
五、调谐放大器的稳定性.....	(126)
第三节 中频放大电路	(127)
一、中频变压器.....	(128)
二、中频放大电路.....	(130)
三、陶瓷滤波中频放大电路.....	(135)
第四节 超外差收音机的分类	(138)
一、调幅(AM)收音机.....	(138)
二、调频(FM)收音机.....	(139)
三、调频、调幅(FM/AM)收音机.....	(139)
四、调频立体声收音机.....	(139)
小结.....	(140)
习题.....	(142)

部分习题答案	(143)
第四章 调幅超外差收音机	(144)
第一节 大信号检波	(144)
一、大信号检波的工作原理	(145)
二、大信号检波的工作过程	(147)
三、大信号检波的失真	(149)
四、实用大信号检波电路分析	(153)
第二节 自动增益控制 (AGC)	(154)
一、电流控制 (改变集电极电流)	(155)
二、阻尼二极管自动增益控制电路	(157)
三、电压控制 (改变集电极电压)	(159)
第三节 典型电路分析	(160)
一、电路特点和性能	(161)
二、电感元件数据	(161)
三、电路直流工作状态分析	(163)
四、有信号输入时收音机整机工作分析	(170)
五、 <u>功放级采用OTL电路的超外差收音机典型电</u> 路分析	(177)
第四节 调试方法	(181)
一、调偏流	(181)
二、调整中频 (调中频变压器)	(184)
三、校正频率刻度 (拉覆盖)	(186)
四、统调 (跟踪)	(187)
五、调幅超外差收音机的主要指标	(190)
(实验四) 调幅超外差收音机的装配	(190)
小结	(195)
习题	(196)

第五章 调频超外差收音机	(198)
第一节 高频放大器	(199)
一、对高频放大器的要求.....	(199)
二、晶体管共基极高频放大器.....	(200)
三、晶体管共发射极高频放大器.....	(201)
四、调频收音机的AGC电路.....	(202)
第二节 鉴频器	(204)
一、斜率鉴频器(振幅鉴频器).....	(206)
二、相位鉴频器.....	(209)
三、比例鉴频器.....	(218)
四、预加重和去加重.....	(225)
第三节 自动频率控制(AFC)电路	(225)
一、变容二极管的基本特性.....	(226)
二、调频收音机的AFC电路.....	(227)
第四节 调频调幅收音机	(230)
一、调频调幅收音机的组合方式.....	(230)
二、调频高频头.....	(233)
三、调频调幅收音机整机电路分析.....	(244)
四、调频超外差收音机的主要指标.....	(247)
小结.....	(248)
习题.....	(248)
第六章 调频立体声收音机	(250)
第一节 立体声基本原理	(250)
一、音乐信息的组成和听觉特性.....	(250)
二、怎样听立体声.....	(257)
第二节 立体声解码电路	(259)
一、电子开关式解码电路.....	(260)

二、其他解码器	(272)
三、电子开关式解码电路的调试	(274)
第三节 立体声放大器	(277)
一、前置放大器	(278)
二、功率放大器和扬声器的配接	(283)
第四节 调频立体声收音机	(288)
一、调频立体声收音机的组成	(289)
二、调频立体声收音机怎样收听调频广播	(291)
三、立体声收音机的调试	(293)
四、立体声收音机的主要指标	(296)
小结	(297)
习题	(299)
第七章 收音机新技术	(300)
第一节 收音机电路的集成化	(300)
一、概述	(300)
二、收音机专用集成电路	(302)
第二节 场效应管在收音机中的应用	(323)
一、场效应管高频放大电路	(324)
二、场效应管混频电路	(327)
三、场效应管振荡电路	(330)
四、前置放大电路	(330)
五、V-MOS场效应管功率放大器	(331)
第三节 频率调谐与数字显示	(332)
一、锁相环频率合成式调谐器	(332)
二、频率的数字显示	(335)
三、自动搜索调谐	(340)
四、频率预置	(342)

第一章 无线电广播

第一节 无线电广播今昔

无线电——人类最卓越的成就之一。在门类繁多的科学技术领域里，其发展速度之迅速，渗透能力之强大，应用范围之广泛，一直处在科学技术的最前沿。无线电技术的崛起，象一把火炬点燃了雷达、通信、遥控、遥测、遥感、电视、广播等科学技术的生命之火，照亮了人类走向文明的征途。

无线电技术起源于电磁学的发展。远在1887年，德国著名科学家赫兹成功地在导线中激起高频振荡，并在其周围测出了电磁场，从而证实了英国麦克斯韦15年前提出的电磁波理论。事隔9年—1896年，俄国学者波波夫在250米的距离上试验无线电报通信获得成功。10年之后，美国的一家实验室成功地进行无线电广播的实验，从此揭开人类广播史的第一页。几年之后，到了1920年，苏联、英国、法国及德国先后建立了调幅方式的声广播电台。就在大家忙于开辟新的广播频段，不断增大发射功率的时候，家境贫寒的苏格兰人贝尔德在英国南部哈斯丁斯城出人意料地试验了黑白图象的传送，掀开了无线电广播史的新篇章。仅隔4年—1928年，在英国又推出更有魅力的新技术，应用滤光器和三原色原理，成功地实现了彩色电视的试验。这一初步成功，开辟了无线电广播更加诱人的前景。

新的电子器件象涓涓流水不断涌现，给无线电技术带来了

无限生机。到了20世纪80年代的今天，人们把同步卫星送上蓝天，实现了卫星电视广播。一个卫星转播站的服务区达地球表面的三分之一，三个同步卫星就能覆盖全球，参见图1-1和图1-2。

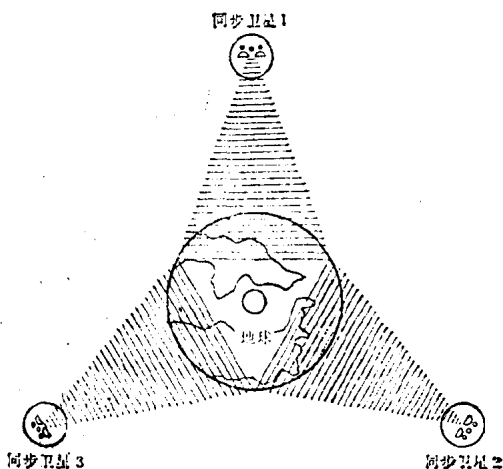


图 1-1 卫星覆盖区示意图

为了适应无线电广播事业日益发展及人民生活水平不断提高的需要，新款式的接收设备层出不穷。超小型、薄型的显得小巧别致；组合式、多功能的显得豪华庄重；单声道、立体声等各类收录机琳琅满目，美不胜收。黑白、彩色、双屏幕、双画面，液晶挂壁式和立体的各类电视机争芳斗艳，各有千秋。然而，人类认识自然的能力是巨大的，科学的进步是无止境的。在无线电技术的领域里，还有取之不尽、用之不完的“宝藏”等待着人们去开发。

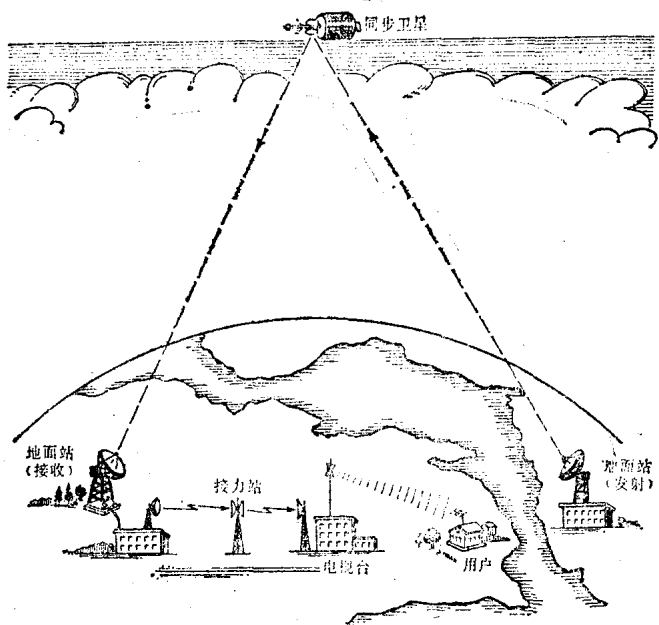


图 1-2 卫星电视广播示意图

第二节 无线电波

茫茫无际的海水掀起层层波浪，这是人们早已司空见惯的。然而，在广袤无垠的太空中，也有一种波，那就是电磁波。在无线电技术日新月异的今天，各类发射机成千上万，纵横驰骋的电磁波在天空中编织成一张无形的巨网。学习无线电技术，首先要了解一些电磁波的知识。

一、电磁波

电磁波虽然看不见、摸不着，但我们可以借助电子仪器去

观测它；借助水波、声波、光波去理解它，感受它。

理论分析和实验观察都证明，电磁波是客观存在的一种运动的物质。它以不断变化着方向和强度的电场和磁场的形式传播：变化的电场和变化的磁场互相垂直，并和自己运动方向垂直，如图1-3所示。

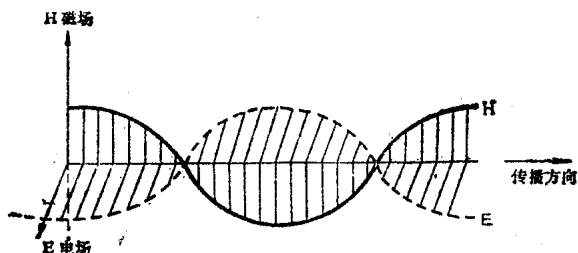


图 1-3 电场、磁场及传播方向

无线电波与光波都是电磁波，二者除了波长上的不同，其它特征都是一样的。人们习惯借助水波去理解无线电波。“一石激起千层浪”，由石子落点处，水波开始此起彼伏向远处推进。当我们注视水面上某一点时，就会看到这一点上下不断地运动。高出水平面的最高点称之为波峰，反之称之为波谷。两个波峰（或波谷）之间的长度称为波长。波峰向前移动的速度叫波速。水波每秒变化的次数叫频率，其波形如图1-4所示。

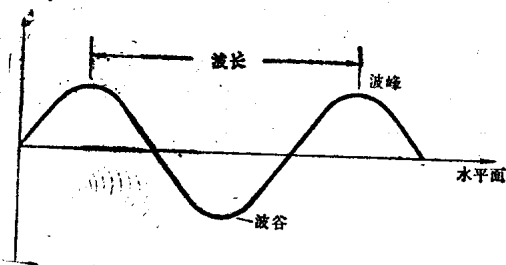


图 1-4 水波波形图

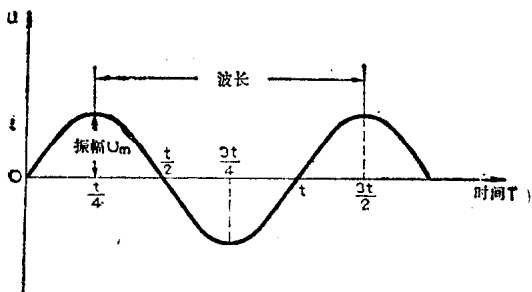


图 1-5 正弦波波形图

随时间按正弦规律变化的无线电波如图1-5所示,其变化规律为

$$u = U_m \sin \omega t \quad (1-1)$$

式中 U_m 为最大幅值,又称振幅。 ω 为角频率。 $\omega = 2\pi f$, f 称频率; $f = \frac{1}{T}$, T 为周期。 f 的单位是赫兹(符号为Hz), T 的单位是秒。由此可得:

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T} \quad (1-2)$$

或

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

无线电波的运动速度要比水波的波速快得多,它在真空中的传播速度为每秒30万公里,转眼间可绕地球跑几圈。无线电波在一个周期内传播的距离称为波长,用 λ 表示,单位是米。波长 λ 、频率 f 和传播速度 v 有如下关系:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (1-3)$$

例如,频率为3000千赫电波的波长为

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{3000 \times 10^3} = 10 \text{米}$$

频率为3000赫的电波的波长为

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{3000} = 100000 \text{米} = 100 \text{公里}$$

由于任何频率的无线电波在真空中的传播速度都是相同的，因而其波长和频率互成反比。

二、无线电波的性质

人类在驾驭无线电波的过程中，不断发现和认识了无线电波的很多性质，归纳起来大体有以下几点：

1. 无线电波在均匀介质或同一介质中总是沿直线传播。直线传播称为直射，传播线称为射线。

2. 无线电波从一种媒介进入到另一种媒介时，在两个媒介的分界面上，传播方向和速度都会发生变化，产生反射和折射。反射角等于入射角，如图1-6所示。

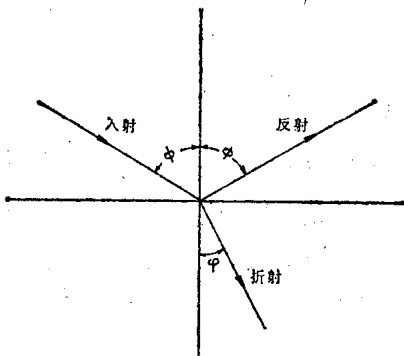


图 1-6 电波的反射和折射

3. 无线电波在传播途径上每当碰到高山或楼房等障碍物时，总是力图绕过这些物体。无线电波的这种能力称为绕射。当障碍物体的几何尺寸与无线电波的波长之比相差不多时，绕射能力最强，障碍物体的几何尺寸大于无线电波的波长时，绕射能力变弱，以至会在障碍物之后形成寂静区，如图1-7所示。

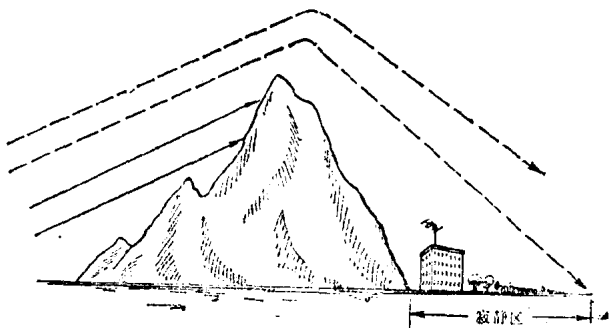


图 1-7 电波的绕射

4. 由发射机发出的无线电波经过不同途径来到接收机中的两个波 u_1 、 u_2 ，当它们同时到达时便会产生叠加。其结果能变为第三个波 u 。 u 的幅值要么增加，要么减弱，一种最简单的情况如图1-8、图1-9所示。

三、无线电波的波段划分

无线电波的频谱相当宽，人们在长期使用中把它按波长划分为极长波、超长波、长波、中波、短波、超短波和微波等波段。各个波段的用途各不相同。我国无线电广播的波段为，中波526.5~1606.5千赫；短波2~24兆赫。我国电视广播的波段为48.5~958兆赫，划分为68个频道。无线电波的波段划分和应用见表1-1。

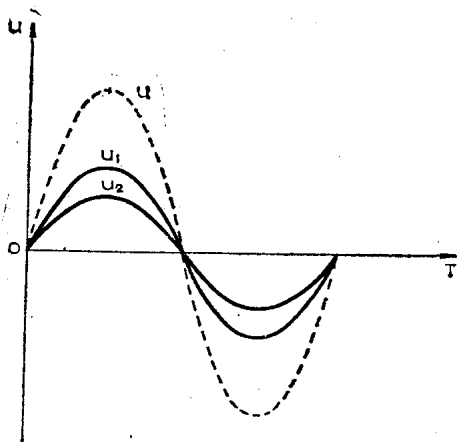


图 1-8 电波叠加后幅值增强

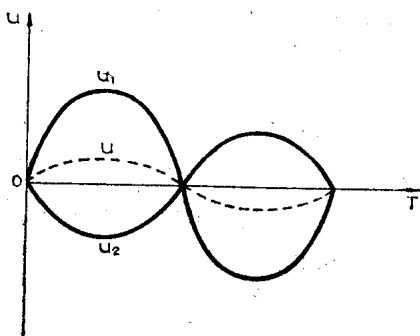


图 1-9 电波叠加后幅值减弱

四、无线电波的传播

无线电波传播方式主要有地波、天波、空间波和散射波等。这些传播方式往往与无线电波的波长有关。

1. 地波传播

沿着地球表面传播的波叫地波，又叫地面波，见图1-10。