

职业教育课程改革创新规划教材



高频电子 技术及应用

韩广兴 主 编
魏朝晖 韩雪涛 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业教育课程改革创新规划教材

高频电子技术及应用

韩广兴 主 编

魏朝晖 韩雪涛 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书可作为通信专业的必修课教材,也可作为电子与信息专业、电子技术应用专业的必修课教材。全书对高频信号的传输特性,高频信号的调制解调方法,高频电路的基本结构、特点和工作原理进行了系统的介绍,同时还对高频电子技术的应用进行了深入阐述,尤其对高频电子技术在收音机、广播电视设备、有线电视传输与接收设备、卫星转播与接收设备、移动通信终端设备中的应用实例进行了全面介绍和实体演示。另外,本书还专门对高频电路和高频电子产品的检测和调试方法进行了实操演练。

本书适合作为职业院校的教材,也适合于从事高频电子产品和相关技术研究的技术人员和电子爱好者使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

高频电子技术及应用/韩广兴主编. —北京:电子工业出版社,2012.8

职业教育课程改革创新规划教材

ISBN 978-7-121-17455-1

I. ①高… II. ①韩… III. ①高频-电子电路-中等专业学校-教材 IV. ①TN710.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第140037号

策划编辑:张帆

责任编辑:贾晓峰

印刷:北京丰源印刷厂

装订:三河市皇庄路通装订厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 字数:416千字

印次:2012年8月第1次印刷

印数:3000册 定价:30.60元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

随着电子技术的发展,高频电子技术得到了广泛的应用,特别是在广播电视、卫星转播、数据通信等领域,高频电子技术的应用无处不在。远距离信息的传输都借助于高频载波。发射和传输高频信号时需要对信号进行调制、编码和放大。接收射频信号完成、放大、变频、解调的电路在信息接收系统中是不可缺少的,只是在不同的系统中,处理信号的频率不同,信号调制的方式不同,信息的内容不同,因而所采用的电路结构和工艺技术也不同。

收音机、电视机、有线电视传输设备、数字电视机顶盒、卫星接收机顶盒、移动通信终端(手机)设备都设有高频信号处理电路。由于各种系统所使用的信号频带不同,调制方法、编码方法不同,所采用的电路结构和所使用的元器件也不同,因此有必要普及高频电子技术的基本知识和应用技能。这些设备的研发、生产、调试和维修涉及很多领域,关系到很多生产岗位。

高频电路和高频器件要求的技术性强,工艺要求特别,涉及很多理论和实践问题,同时涉及很多工艺问题。我国的电子行业需要大批掌握高频电子技术的技能型人才。

学习高频电子技术要理论联系实际,充分利用身边的电子产品,训练检测和调试高频电路的操作技能。

本书由韩广兴担任主编,魏朝晖、韩雪涛担任副主编,参加编写的还有张丽梅、孟雪梅、郭海滨、李雪、张明杰、孙涛、宋明芳、马楠、梁明、宋永欣、张雯乐和张鸿玉等。

为满足读者需要,数码维修工程师鉴定指导中心还提供了网络远程教学和多媒体视频自学两种培训途径,读者可以直接登录数码维修工程师官方网站进行培训或购买配套的VCD系列教学光盘自学(本书不含光盘,如有需要请读者按下面的地址联系购买)。

读者如果在自学或参加培训的过程中及申报国家专业技术资格认证方面遇到问题,也可通过网络或电话与我们联系。

网址: <http://www.chinadse.org>

联系电话: 022-83718162/83715667/13114807267

地址: 天津市南开区榕苑路4号天发科技园8-1-401, 数码维修工程师鉴定指导中心

邮编: 300384

编 者

目 录

第1章 高频电子技术基础知识	1
1.1 高频信号的特点及应用	1
1.1.1 高频信号的基本概念	1
1.1.2 高频信号的应用领域	3
1.2 高频信号的传输特性	3
1.2.1 信号与电磁波的基本特点	4
1.2.2 电磁波的发射和传播	7
1.3 高频设备和高频电路	10
1.3.1 高频电路	10
1.3.2 高频设备	11
第2章 高频电子元件及其基本电路	12
2.1 高频 RLC 电子元件的功能特点	12
2.1.1 高频电路中的电子元件	12
2.1.2 RLC 组合电路的特点	13
2.1.3 谐振电路	17
2.2 RLC 组合的频率均衡电路	20
2.2.1 低频提升电路	20
2.2.2 高频提升电路	21
2.2.3 带通滤波器	22
2.2.4 带阻滤波器	23
2.3 常用电子元件的检测实训	24
2.3.1 电阻器检测实训	24
2.3.2 电容器检测实训	25
2.3.3 电感器检测实训	26
第3章 高频放大电路的基本结构和工作原理	29
3.1 基本放大电路的结构和特点	29
3.1.1 共发射极放大电路的基本结构和工作原理	29
3.1.2 共集电极放大电路的基本结构和工作原理	33
3.1.3 共基极放大电路的基本结构和工作原理	35
3.2 多级放大电路的结构和特点	36
3.2.1 多级放大器的基本结构	36
3.2.2 负反馈放大电路	37
3.2.3 直接耦合放大电路	40



目 录

3.2.4 共发射极放大电路的应用实例	44
3.3 场效应晶体管放大电路	45
3.3.1 典型场效应晶体管放大电路的基本结构	45
3.3.2 场效应晶体管放大电路的应用实例	49
3.4 晶体管放大器的检测和调试方法	50
3.4.1 基本放大电路的检测和调试方法	50
3.4.2 专用放大器的检测和调试方法	52
第4章 高频振荡电路	54
4.1 振荡电路的基本功能和工作原理	54
4.1.1 振荡现象	54
4.1.2 振荡电路工作原理	55
4.2 振荡器的组成及振荡条件	56
4.2.1 振荡器的组成	56
4.2.2 振荡条件	57
4.3 LC 正弦振荡电路	57
4.3.1 互感耦合 LC 振荡电路	57
4.3.2 三点式振荡电路	58
4.4 石英晶体振荡电路	61
4.4.1 石英晶体谐振器的特性	61
4.4.2 石英晶体正弦波振荡电路	63
4.5 RC 正弦波振荡电路	64
4.5.1 移相式振荡器电路	64
4.5.2 桥式振荡电路	65
4.6 多谐振荡器 (脉冲信号产生电路)	66
4.6.1 非稳态多谐振荡器	67
4.6.2 双稳态电路	69
4.7 实用电路——“钟声”效果发生器的电路及制作	70
第5章 调制与解调电路	72
5.1 调制与解调电路的基本功能特点	72
5.1.1 信号的调制与发射	72
5.1.2 信号的接收与调制	73
5.2 调制的种类	74
5.2.1 调制的种类及其信号波形	74
5.2.2 振幅调制 (AM)	75
5.2.3 频率调制 (FM)	77
5.3 调幅信号的检波电路	79
5.3.1 大信号包络检波	79
5.3.2 小信号平方律检波	80
5.3.3 线性检波	81



5.4 调频信号的解调电路(鉴频器)	81
5.4.1 斜率鉴频器	82
5.4.2 相位鉴频器	83
5.5 数字信号的调制方法	86
5.6 实用调制电路的应用与制作	95
5.6.1 V 段射频调制电路	95
5.6.2 U 段射频调制电路	97
5.6.3 AM 调制小功率发射机制作实例	98
第6章 收音机中的高频电路	100
6.1 收音机的结构和工作原理	100
6.1.1 收音机的结构组成	100
6.1.2 收音机的工作原理	104
6.2 收音机高频电路的实例分析	108
6.2.1 收音机高频电路的基本结构	108
6.2.2 收音机的典型单元电路	112
6.3 收音机电路的检测方法	116
6.3.1 高频放大电路的检测方法	116
6.3.2 本机振荡器电路的检测方法	118
6.3.3 混频电路的检测方法	118
6.3.4 中频放大电路的检测方法	118
6.3.5 检波电路的检测方法	120
6.3.6 收音机的调试方法	120
第7章 高频电子技术在电视广播系统中的应用	123
7.1 电视信号的发射与接收	123
7.1.1 电视信号的发射	123
7.1.2 电视信号的接收	124
7.2 电视信号接收电路——调谐器	125
7.2.1 调谐器的基本结构	125
7.2.2 调谐电路的信号处理过程	126
7.2.3 调谐控制电路的结构	127
7.2.4 高频调谐电路的结构和信号流程	128
7.2.5 自动频率调整电路(AFT)	130
7.2.6 变容二极管及其特性	131
7.2.7 UHF 高频头电路实例	132
7.3 调谐器电路实例分析	133
7.3.1 频段分离电路	133
7.3.2 V 段高通滤波器	133
7.3.3 高放电路	133
7.3.4 本机振荡电路	133



目 录

7.3.5 混频电路	135
7.3.6 UHF 频段的调谐	135
7.4 电视机中的高频电路实例	135
7.4.1 高频调谐放大器	135
7.4.2 中频放大器和解调电路	136
第8章 高频电子技术在有线电视系统中的应用	139
8.1 有线电视系统的功能和特点	139
8.1.1 有线电视传输系统 (CATV)	139
8.1.2 数字有线电视系统的特点	140
8.1.3 有线电视与网络系统	142
8.2 有线电视系统的种类及应用范围	144
8.2.1 按频带宽度分类	144
8.2.2 按传输媒介分类	145
8.2.3 数字有线传输系统 (CATV) 的功能和特点	149
8.3 数字有线电视接收机顶盒的结构和原理	152
8.3.1 数字有线电视接收机顶盒的整机结构和电路组成	153
8.3.2 一体化调谐解调器的结构和原理	158
8.3.3 各具特色的数字有线机顶盒	161
8.4 有线电视系统的检测和调试	164
8.4.1 干线放大器的检测和调试	164
8.4.2 建筑物内用户分配网络的测试	165
8.4.3 用户分配网络的故障检修	166
8.4.4 传输系统的调试与检测	168
8.4.5 机顶盒一体化调谐器电路的检测方法	169
第9章 高频电子技术在数字卫星广播系统中的应用	172
9.1 数字卫星广播系统概述	172
9.1.1 数字卫星广播系统的构成	172
9.1.2 数字卫星广播信号的传播方式	176
9.1.3 数字广播卫星	176
9.2 数字卫星发射站的结构及基本工作流程	176
9.2.1 数字卫星发射站的基本构成	176
9.2.2 数字卫星发射站的基本工作流程	177
9.3 数字卫星接收站的组成及信号流程	179
9.3.1 数字卫星接收站的基本构成	179
9.3.2 数字卫星接收站的基本工作流程	181
9.4 卫星电视广播波段的划分	181
9.4.1 C 波段卫星广播	182
9.4.2 Ku 波段卫星广播	183
9.5 数字卫星电视接收机顶盒的整机结构和工作流程	185

9.5.1 数字卫星电视接收机顶盒的整机结构	185
9.5.2 数字卫星接收机顶盒的信号流程	187
9.6 一体化调谐器的结构和工作原理	191
9.6.1 一体化调谐器的结构	191
9.6.2 一体化调谐器的工作原理	192
第10章 高频电子技术在移动通信系统中的应用	198
10.1 手机和移动通信技术	198
10.1.1 移动通信系统的组成	198
10.1.2 手机的通信方式	200
10.1.3 CDMA 移动通信系统	201
10.1.4 手机的制式和移动通信技术	202
10.2 手机的电路结构	205
10.2.1 手机的电路构成	205
10.2.2 手机接收和发射电路的信号处理过程	213
10.3 手机射频电路的功能与结构	217
10.3.1 手机射频电路的功能	217
10.3.2 手机射频电路的结构	218
10.3.3 典型射频电路的结构和信号流程	221
10.3.4 手机射频电路的实例分析	221
10.4 手机射频电路的检测方法	225
10.4.1 天线功能开关的检测方法	225
10.4.2 射频接收电路的检测方法	227
10.4.3 射频信号处理电路的检测方法	229
10.4.4 射频发射电路的检测方法	229
第11章 高频信号的测量方法与实训	232
11.1 高频信号放大器的检测方法	232
11.1.1 用万用表检测高频信号放大器	232
11.1.2 用扫频仪测量高频放大器的频率特性	233
11.1.3 用频谱分析仪检测高频放大器	233
11.1.4 电视信号的测量及仪表	233
11.2 高频信号常用检测仪器	235
11.2.1 场强仪	235
11.2.2 有线电视分析仪	238
11.2.3 频谱分析仪的功能及应用	242
习题	247

第1章

高频电子技术基础知识

教学和能力目标:

- 了解不同频率高频信号的传输特性及应用范围
- 了解高频电路、高频设备及高频信号的关系; 高频设备主要是由高频电路组成的, 高频电路是处理高频信号的部分, 高频设备的生产制造是高频电子技术的典型应用
- 掌握高频电子技术的基础知识

1.1 高频信号的特点及应用

1.1.1 高频信号的基本概念

高频信号顾名思义就是频率较高的信号, 在不同的技术领域分别有不同的判断标准。

在无线电广播领域通常说的高频是频率为 $3 \sim 30\text{MHz}$ 的信号频率, 而对于电视广播、卫星广播所涉及的信号频率高达数十吉赫兹, 这些信号也属于高频信号的范围。

1. 交流信号的频率

图 1-1 是一个正弦交流信号波形, 该信号的频率是指信号在单位时间 (1s) 内交变重复的次数, 频率的符号为 f , 频率的单位命名为赫兹, 符号为 Hz , 1Hz 是表示信号 1s 完成一个周期。频率常用的单位还有千赫 (kHz)、兆赫 (MHz) 和吉赫 (GHz)。

$$1\text{kHz} = 1000\text{Hz}$$

$$1\text{MHz} = 1000\text{kHz}$$

$$1\text{GHz} = 1000\text{MHz}$$

频率是周期的倒数, 即 $f = 1/T$, 周期 T 是指一个信号变化重复一次所用的时间。例如, 交流电源是一种正弦交流电, 其频率为 50Hz , 也就是说该信号在 1s 内完成了

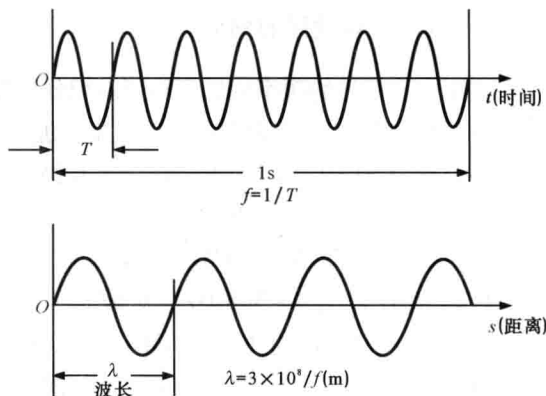


图 1-1 正弦交流信号的频率、波长和周期的关系



50 次的周期性变化。

交流信号还有一个量是波长，其符号为 λ 。波长是指信号在一个周期内传输的距离，单位为米 (m)。电磁波传输的速度是恒定的，每秒 30 万公里，即 $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，一个特定频率信号的波长 $\lambda = 3 \times 10^8 / f (\text{m})$ ，例如， $f = 1 \text{ MHz}$ ，波长 $\lambda = 3 \times 10^8 / 1 \times 10^6 = 300 \text{ m}$ (米)。

2. 无线电信号及其传输

图 1-2 是电视和通信信号的传输方式，为了能够在空中传播电视信号，必须把视频全电视信号调制成高频或射频 (Radio Frequency, RF) 信号，每个信号占用一个频道，这样才能在空中同时传播多路电视节目而不会导致混乱。我国采用 PAL 制 (电视信号的编码方式)，每个频道占用 8MHz 的带宽，电视信号频带共占用 40MHz 至 806MHz 的信道，有线电视 CATV (Cable Television) 的工作方式类似，只是它通过电缆而不是通过空中传播电视信号。

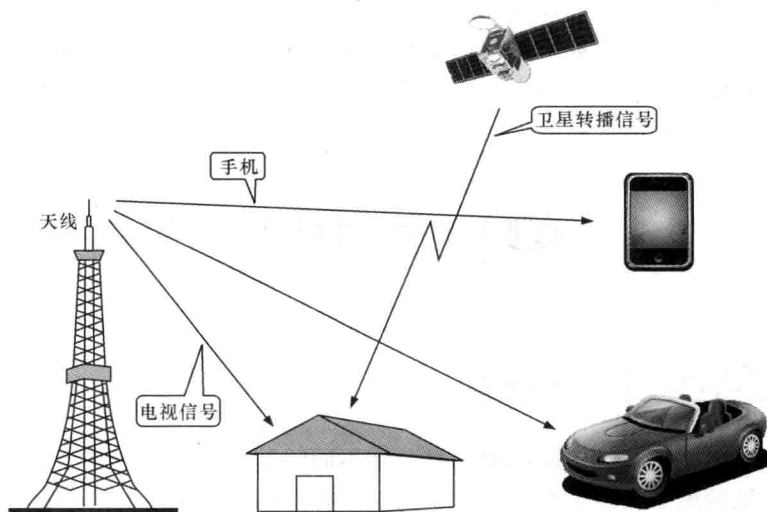


图 1-2 电视和通信信号的传输方式

电视机在接收到某一频道的高频信号后，要把全电视信号从高频信号中解调出来，这样才能在屏幕上重现视频图像。

3. 无线电信号频段的划分

在实用中将信号的频率从低到高可以细分为如下几种，从传输的角度来说也可按波长划分。

- 极低频 (ELF) 为 3kHz 以下 (超长波)
- 甚低频 (VLF) 为 3 ~ 30kHz (超长波)
- 低频 (LF) 为 30 ~ 300kHz (长波)
- 中频 (MF) 为 300 ~ 3MHz (中波)
- 高频 (HF) 为 3 ~ 30MHz (短波)
- 甚高频 (VHF) 为 30 ~ 300MHz (电视 1 ~ 12 频道) (超短波)
- 特高频 (UHF) 为 300 ~ 3GHz (电视 13 频道以上) (微波)
- 超高频 (SHF) 为 3 ~ 30GHz (微波)



高频信号频段的划分和应用在不同的技术领域有一些差异。高频信号发射出去后它会在地球的外围空间传播,若在同一频率上有两个或多个信号传输就会造成互相干扰,因此频段的划分和使用在国际上应进行统一分配和统一管理。

1.1.2 高频信号的应用领域

高频信号的应用在日常工作和生活中无处不在。广播电台将音频节目通过高频无线电信号传送到千家万户,人们可以用收音机收听广播节目;电视节目通过天线或有线电视(或光缆)将载有音频/视频节目的高频信号传送到整个城市或远郊,人们用电视机便可欣赏电视节目;载有各种数据信息的高频信号通过网络将千家万户的计算机连接起来,互通信息;手机借助特高频信号进行互相通话、互发短信息、互传数据信息;卫星借助于超高频信号进行通信和广播,这些设备都离不开高频信号。

1. 高频信号在音频广播系统中的应用

广播电台播送的广播节目是利用中波和短波无线电信号作为载波将声音信号传输出去的。中波和短波广播目前都采用幅度调制的方式,即用音频信号去调制载波信号的幅度,使载波的幅度随音频信号变化而变化。载波具有传输距离远的特点,人们可以用调幅(AM)收音机收听中波广播节目。中波(0.5~1.5MHz)信号传输的距离比较小,只能覆盖城市和郊区的范围,一般作为市区内的广播节目。短波(1.5~30MHz)可以通过电离层反射,因而可以传输得很远,可作为洲际广播。收听短波节目必须用短波收音机。在短波范围有很多节目,各国都可利用该频段进行广播节目的传输,因而需要划分成很多频段进行分配,以免造成相互干扰。

调频立体声广播就是采用频率调制(FM)的方式将音频信号调制到高频信号上进行传输的。该载波的频率比较高,通常为88~108MHz。收听该广播节目要用调频立体声收音机。

2. 电视信号的发射和传输

电视信号是由视频图像信号和伴音音频信号两部分组成的,它所具有的信号频谱比较宽,约为8MHz。传输电视信号的载频也需要很高才能满足很多频道的电视节目同时传输的需要,目前我国用于传输电视节目的频率范围为40~800MHz,其中88~108MHz用于调频立体声广播。

3. 有线电视系统

为了提高电视节目的质量,增加节目的内容,目前各大中城市都采用有线电视系统传送电视节目,这种方式是用电缆或光缆传输电视节目,它具有信号质量好、抗干扰能力强的特点,而且传送的节目更多。

1.2 高频信号的传输特性

广播和通信都是通过无线电信号传送的,无线电波作为一种信息的载体可以通过天空或

电缆传播出去。无线电波实际上就是电磁波，通常被称为无线电信号，不同频率的无线电信号具有不同的特性。例如，在卫星广播系统中会利用超高频载波，采用多种调制方式，并进行数字编码，然后进行信息发射、传输、接收和处理，如图 1-3 所示。

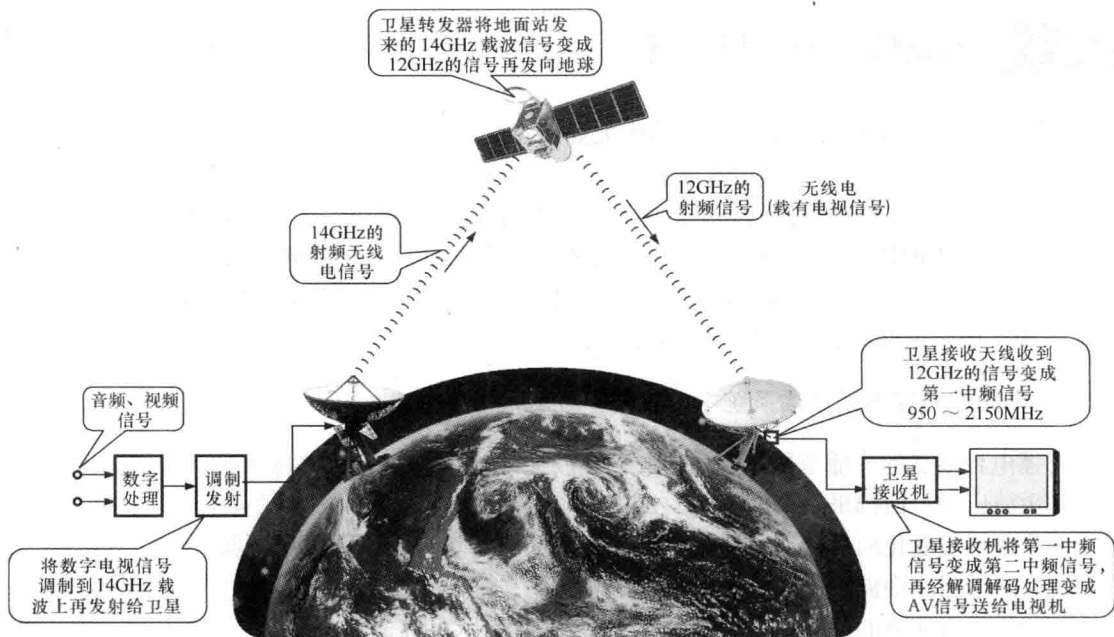


图 1-3 卫星广播系统中的相关信号

1.2.1 信号与电磁波的基本特点

1. 电与磁

我们都知道电能生磁、磁能生电的基本概念。如图 1-4 所示，一根导体如果有电流通过则导体的周围就会产生磁场。根据右手定则，拇指的方向为电流方向，其余四指为磁场磁力线方向。当给一个电容器两极加上交变的电压时，就会有交变的电流产生，交变的电场又会感应出交变的磁场，这是很早就被人们发现和利用的自然规律。

同样，磁场也能感应出电场，如图 1-5 所示，变化的磁场会感应出电场。

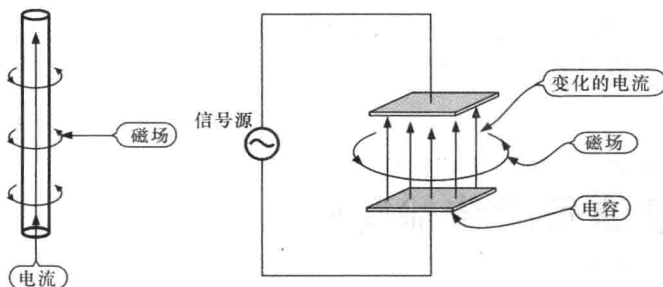


图 1-4 电场感生磁场的概念

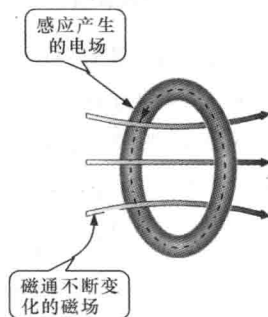


图 1-5 磁场感生电场的概念

2. 电磁波的产生

从电场和磁场相互感应的特性可知,有电场就会感应出磁场,有磁场又会感应出电场,这种现象是在空间发生的,这样相互感应就会形成电磁波并传输出去,产生电磁波的导体被称为发射天线,如图1-6所示。

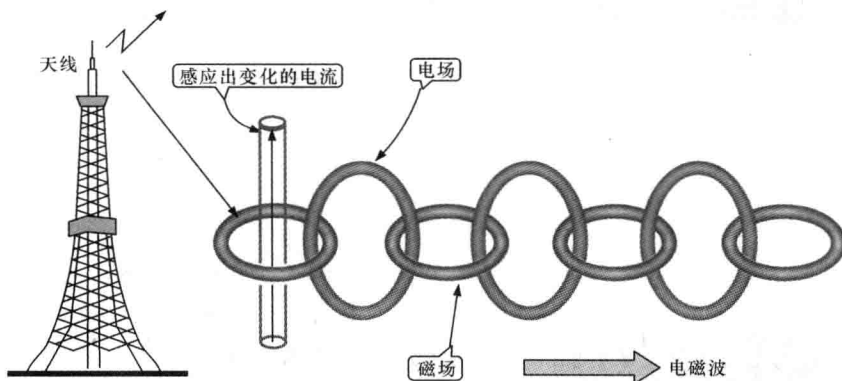


图1-6 电磁波的形成

3. 电磁波的极化

电磁波是一种交变的信号,电场的波动方向是和天线的方向有关的,并且电场和磁场的方向是互相垂直的,如图1-7所示,垂直天线产生的电磁波被称为垂直极化波,水平天线产生的电磁波被称为水平极化波。圆极化是电磁波的另一种极化形式,它是指电磁波在传送过程中以螺旋旋转方式传播,其旋转方向决定其极化方式,以顺时针方向或右旋方向旋转的电磁波称之为右旋极化,以逆时针方向或左旋方向旋转的电磁波称为左旋极化,如图1-8所示。

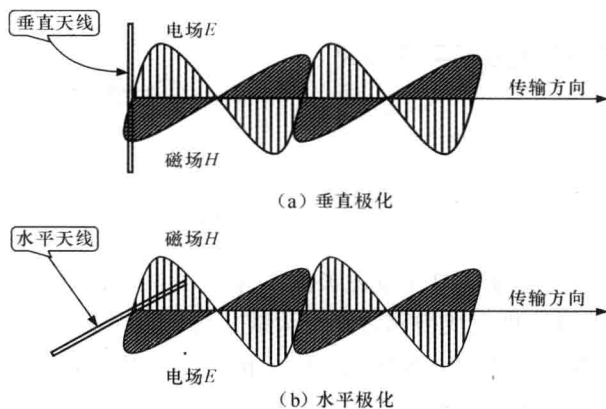


图1-7 电磁波的线极化

4. 电磁波的接收

(1) 偶极子天线。天空中传输的电磁波遇到导体就会在导体上感应出电流,这个导体被称为接收天线,天线导体的尺寸与接收电磁波的频率有很大的关系,也就是说天线的尺寸和方向与接收电磁波的灵敏度有很大的关系,图1-9是半波长偶极子天线的示意图。

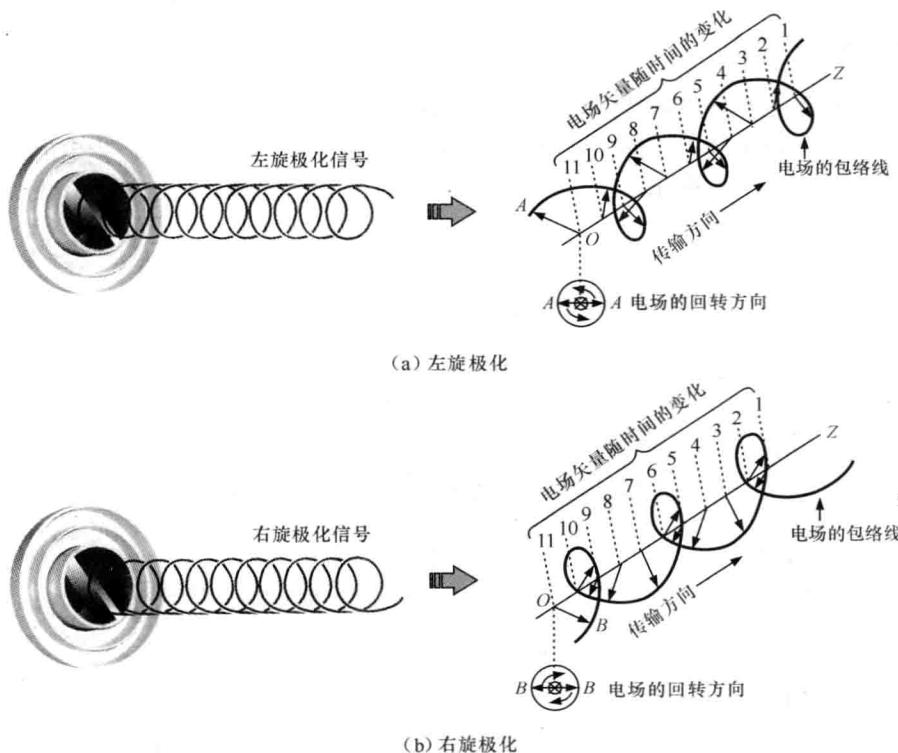


图 1-8 电磁波的圆极化

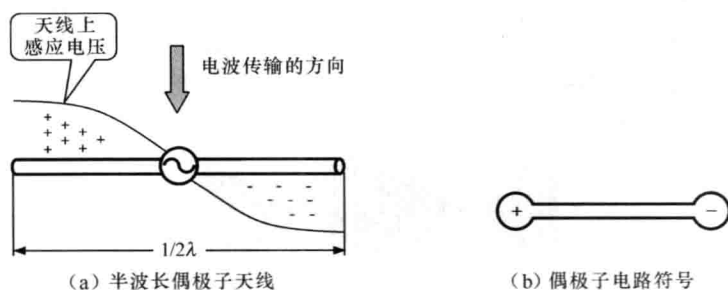


图 1-9 半波长偶极子天线

半波长是指天线的尺寸等于 $\lambda/2$ (电磁波的 1 个波长被称为 λ)，偶极子是指天线两侧具有正/负相等电荷，因而这种天线被称为双极天线，即偶极子天线。

(2) 环形天线。接收电磁波的天线制成环形，被称为环形天线，这种天线的灵敏度与天线环面的方向有关，如图 1-10 所示，即天线环面与电磁波传输的方向平行时灵敏度最大，而垂直时灵敏度最小。

(3) 接收天线的方向性。在电视广播系统中常使用多根导体 (金属管) 组成的天线 (称八木天线) 或抛物面天线，这些天线都具有方向性，方向不同对信号接收的灵敏度也不同，因此在安装各类天线时都应注意它的方向，将天线调整到最佳状态位置，如图 1-11 所示。

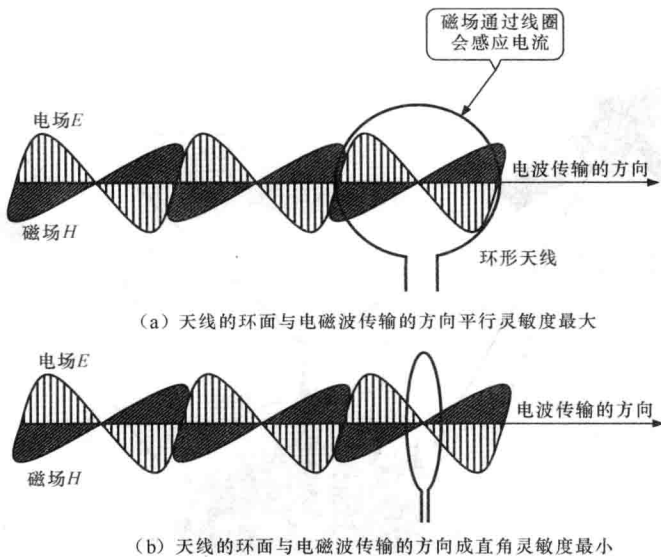


图 1-10 环形天线的灵敏度

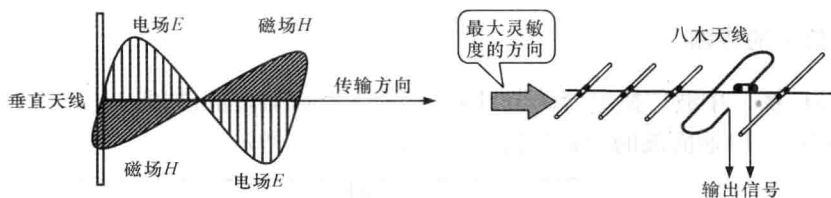


图 1-11 接收天线的灵敏度

1.2.2 电磁波的发射和传播

1. 电磁波的波长与传播方式

电磁波的波长是与传输的方式有关的，其关系如图 1-12 所示。电磁波是由天线发射出来的，不同波长的电磁波信号受到电离层的影响是不同的。

(1) 中波。中波 (0.5 ~ 1.6 MHz) 通常是由地面波 (或称地上波) 传输的，因此传播的距离比较小，中波广播只能覆盖城市和郊区。晚上中波也可以靠电离层 (E 层) 的反射束传输，因此中波广播晚上传播得比较远。

(2) 短波。短波 (1 ~ 30 MHz) 可以穿透电离层的 E 层，但是遇到电离层的 F 层便会反射回来。由于电磁波的反射可能传输到地球的侧面，由图 1-12 可知它传播的距离很大，通常用于洲际广播。

(3) VHF 频段。VHF 频段 (30 ~ 300 MHz) 的天线电磁波，可以穿透 E 层和 F 层的电离层而不会反射回来，因此只能进行直线传输。电视节目是用此波段进行传输的，因此必须使用高塔、升高天线，来覆盖更大的面积。

(4) C 波段、Ku 波段。C 波段是 3 ~ 4 GHz 的微波波段，Ku 波段是 12 ~ 14 GHz 的微波波段，这两种信号的电磁波都能穿透电离层，卫星通信和广播就是利用这些波段的。

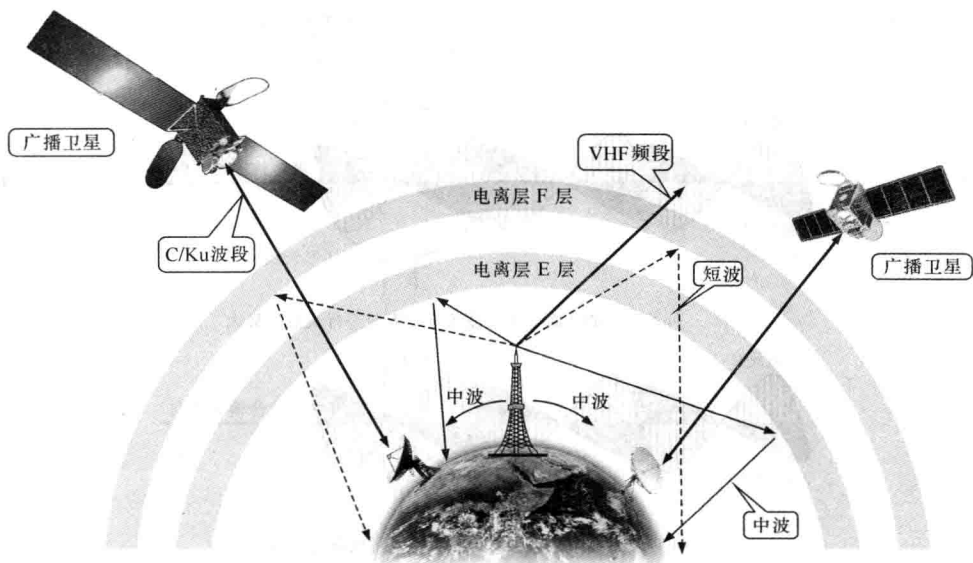


图 1-12 电磁波传输的路径

2. 广播信号的传输

(1) 中波广播。中波广播电台的节目采用 $525 \sim 1605\text{kHz}$ 的波段，它将声音信号通过调幅的方式 (AM)，以地面波的形式传输出去，如图 1-13 所示。

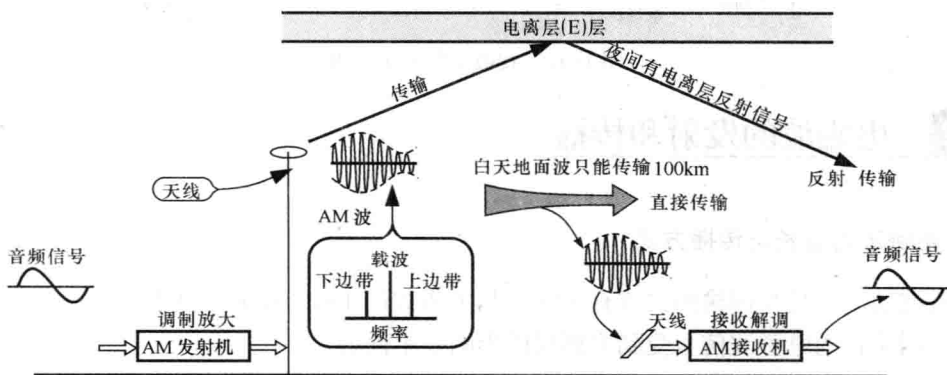


图 1-13 中波广播节目的传输

(2) 短波广播。短波广播是利用电离层的反射进行传输的，它也采用调幅 (AM) 的方式，由于靠电离层反射会受到时间和季节的影响，因此接收往往不是很稳定。

(3) VHF 频段的 FM 广播。FM 立体声广播的频段为 $98 \sim 108\text{MHz}$ ，由于此频段的信号会穿透电离层，因此采用直线传输方式，如图 1-14 所示。

(4) 电视信号的发射和传输。 $30 \sim 1000\text{MHz}$ 的无线电信号具有直线传播的特性，不能绕过物体传播。传输电视节目就使用该频段信号作为载波。

电视信号是图像和伴音的合成信号，它的载波频率高、频带宽。摄像机将景物、人物的光图像变成电信号，再经过对信号的处理及编码变成视频图像信号；传声器将声波的振动变成电信号，即音频信号。视频图像信号和音频信号不能直接进行发射传输，需要采取一些技