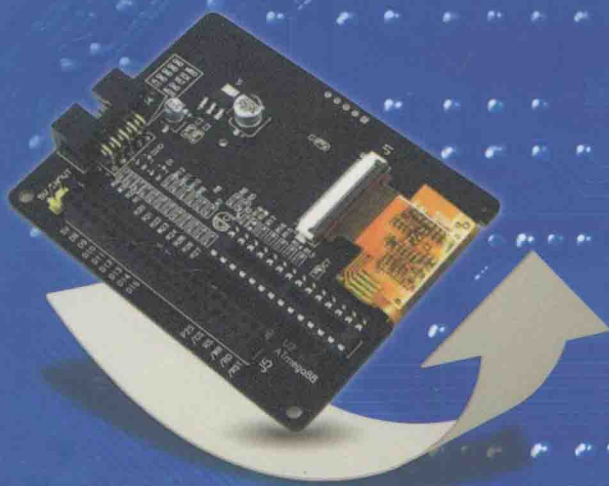




高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材

高频电子技术

刘 骋 主 编



赠送
电子课件

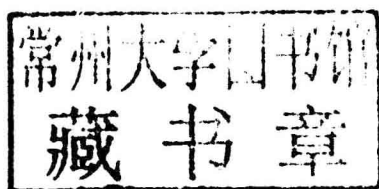
清华大学出版社



高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材

高频电子技术

刘 骋 主编



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以调幅收音机的安装与调试和小功率调频发射机的设计与调试两个实训项目为主线,介绍高频电子线路的基本概念、分析方法和主要的实际应用。

本书的参考学时为 60 学时,主要包括:调幅收音机的频率选择,调幅收音机的信号放大,调幅电路与检波电路,调幅收音机中的混频电路,调幅收音机中的自动增益控制电路,发射机中的功率放大器,调频电路与鉴频电路等。本书还介绍了常用的仿真软件 EWB 的使用,并对主要的高频电子线路进行了仿真。

本书的内容设计以具体项目为依托,将必须掌握的基本知识与项目组织和实施建立联系,将能力和技能的培养贯穿其中,强调基础性、应用性、技能性和先进性。

本书可用作高等职业技术学院电子类、通信类专业的专业基础课教材,也可供相关专业的大中专学生、工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

高频电子技术/刘骋主编. —北京:清华大学出版社, 2011.9

(高职高专电气及电子信息专业技能型规划教材)

ISBN 978-7-302-26113-1

I. ①高… II. ①刘… III. ①高频—电子电路—高等职业教育—教材 IV. ①TN710.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 134178 号

责任编辑:石 伟 郑期彤

封面设计:山鹰工作室

版式设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:17.25 字 数:413 千字

版 次:2011 年 9 月第 1 版 印 次:2011 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:32.00 元

产品编号:038354-01

前 言

本书是根据高职高专培养目标和教育部制定的对本课程的教学基本要求,总结多年教学经验,吸取国内外同类教材的优点,并结合 21 世纪教育的实际需要而编写的。

高频电子技术是一门理论与实践并重的专业基础课程,本书的设计思路是采用项目课程模式。项目课程的开发,是当前课程改革的热点之一,项目课程强调不仅要给学生知识,而且要通过训练,让学生能够在知识与工作任务之间建立联系。项目课程的实施将课程的知识点、能力培养和技能训练的要素均在对工作任务的认识和体验、工作任务的实施过程及对任务实施过程的考核中加以体现和完成。在项目课程实施和推广应用过程中,项目课程教材的作用很重要。项目课程教材贯彻了项目课程开发的总体思路,对推进项目的实施、保证项目的顺利完成、考核学生的项目成果、引导学生从项目实施中获取相应的知识和技能,起着举足轻重的作用。

本书的内容设计以具体项目为依托,将必须掌握的基本知识与项目组织和实施建立联系,将能力和技能的培养贯穿其中。本书根据课程对知识和技能的要求,设计了两个项目:调幅收音机的安装与调试和小功率调频发射机的设计与调试。书中通过项目的实现过程,将项目分解为多个教学单元,将知识点和技能训练贯穿其中,使学生能够在较短的时间内达到高频电子技术课程的目标。本书从结构上根据项目目标和课程的教学目标,将任务分解为多个学习情景,并在学习情景的实施中达成项目目标和教学目标的一致。

本书的参考学时为 60 学时,主要内容包括:调幅收音机的频率选择,调幅收音机的信号放大,调幅电路与检波电路,调幅收音机中的混频电路,调幅收音机中的自动增益控制电路,发射机中的功率放大器,调频电路与鉴频电路等。最后,介绍了常用的仿真软件 EWB 的使用,并对主要的高频电子线路进行了仿真。

本书强调基础性、应用性、技能性和先进性。即强调基础概念的理解,基础知识与实际项目设计相融合;强调对实际电路的理解和应用,尽可能提供来自实际的应用实例;强调技能的训练,将技能训练的内容融进知识的理解和应用中;在强调基础知识的同时,尽可能引入代表本学科发展先进性的知识和内容。

全书的图形、符号和术语尽可能采用现行国标;国标中没有明确规定的,则参照通行教材中的通用写法。

本书由刘骋任主编,徐雪慧参编。其中 1.4、3.5、4.3 节由徐雪慧编写,其余章节由刘骋编写。

本书可以作为高职高专院校信息类专业的教材,也可供工程技术人员参考及其他人员

自学。

本书注重对学生综合应用能力方面的培养和训练，并注意理论联系实际，尽可能地做到深入浅出。本书在内容的组织和编写方法上力求创新，在语言上力求通俗易懂，但由于编者水平有限，书中难免存在不妥和错误之处，恳请读者不吝赐教。

编者

目 录

绪论	1	2.2.5 多级单调谐回路放大器	38
0.1 无线电信号的基本分析	1	2.3 双调谐回路放大器	40
0.2 无线电通信系统概述	6	2.3.1 双调谐回路放大器的分析	40
小结	8	2.3.2 双调谐回路放大器的主要性能指标	42
思考与练习	9	2.4 小信号谐振放大器的稳定性	43
项目一 调幅收音机的安装及调试	11	2.4.1 引起小信号谐振放大器不稳定的因素	44
任务 1 调幅收音机中的选频电路	13	2.4.2 提高放大器稳定性的措施	45
1.1 任务导入: 收音机是如何选台的	13	2.5 集中选频放大器	48
1.2 并联谐振回路及其选频特性	15	2.5.1 集中选频放大器的基本组成与特点	48
1.2.1 并联谐振回路及其特点	16	2.5.2 集成宽带放大器	49
1.2.2 并联谐振回路的频率特性及通频带	17	2.5.3 集中选频滤波器	50
1.3 部分接入的并联谐振回路	20	2.5.4 集中选频放大器实例	54
1.4 技能训练: LC 并联谐振回路的调谐	22	2.6 技能训练: 中频放大器的调试	55
小结	25	小结	57
思考与练习	26	思考与练习	58
任务 2 调幅收音机中的中频放大器	27	任务 3 调幅电路与检波电路	61
2.1 任务导入: 收音机采用什么放大器放大信号	27	3.1 任务导入: 为什么收音机接收的是已调信号	61
2.2 单调谐回路放大器	30	3.2 调幅信号分析	62
2.2.1 晶体管高频 Y 参数等效电路	30	3.2.1 调幅信号的波形及表达式	62
2.2.2 单级共射单调谐回路放大器的工作原理和等效电路	32	3.2.2 调幅信号的频谱	64
2.2.3 单级单调谐回路放大器的主要技术指标	35	3.2.3 调幅信号的功率分配	65
2.2.4 收音机中频放大器实际电路	37	3.2.4 双边带信号	66
		3.3 调幅电路	67
		3.3.1 调幅电路的实现模型	68

3.3.2 普通调幅电路	71
3.3.3 双边带调幅电路	74
3.3.4 单边带调幅	78
3.4 检波电路	81
3.4.1 收音机中的检波过程	81
3.4.2 大信号包络检波器	82
3.4.3 小信号平方律检波器	87
3.4.4 同步检波	88
3.5 技能训练: 大信号包络检波器的测试	91
小结	93
思考与练习	93

任务4 调幅收音机中的混频电路.....97

4.1 任务导入: 混频器在收音机中 有什么作用	97
4.2 晶体管混频器	100
4.3 收音机中的本振电路——LC 正弦波 振荡器	103
4.3.1 互感反馈振荡器	103
4.3.2 电容反馈三点式振荡器	104
4.3.3 电感反馈三点式振荡器	107
4.4 晶体管混频器实际电路举例	107
4.5 集成模拟相乘器混频电路	110
4.6 混频器的干扰	112
4.6.1 组合频率干扰	112
4.6.2 副波道干扰	114
4.6.3 交叉调制干扰	116
4.6.4 互相调制干扰	117
4.6.5 阻塞干扰	118
4.7 技能训练: 晶体管混频器的调试	118
小结	120
思考与练习	120

任务5 收音机中的自动增益控制 电路 123

5.1 任务导入: 为什么听收音机时不会 感觉声音忽大忽小	123
5.2 自动增益控制电路的工作原理	123
5.3 控制放大器增益的方法	126
5.4 调幅收音机中的实用自动增益 控制电路	128
5.4.1 AGC 控制电压的获取	128
5.4.2 六管超外差式收音机中的 自动增益控制电路	128
小结	129
思考与练习	130

任务6 项目实训: 调幅接收机的 安装与调试 131

6.1 任务导入: 调幅接收机的原理	131
6.1.1 超外差式调幅接收机 原理框图	131
6.1.2 主要技术指标	132
6.2 整机电路分析	133
6.3 收音机的装配	134
6.3.1 印刷电路板的检查	135
6.3.2 元器件的检查	135
6.3.3 焊接与安装	136
6.4 收音机的调试	136
6.4.1 静态工作点的调整	137
6.4.2 中频调整	137
6.4.3 频率覆盖	138
6.4.4 三点跟踪	138
6.5 收音机的故障判断及检修	139
6.5.1 故障判断方法	139

6.5.2 判断故障位置	139	7.4.3 高频功率放大器的振幅特性 ...	158
6.5.3 完全无声故障检修	140	7.4.4 高频功率放大器的调制特性 ...	158
6.5.4 杂音较大故障检修	140	7.5 高频功率放大器的馈电电路和输出	
小结	140	回路	161
思考与练习	141	7.5.1 高频功率放大器的馈电电路 ...	161
项目二 小功率调频发射机的设计		7.5.2 高频功率放大器的输出回路 ...	164
与调试	143	7.6 高频功率放大器实际电路举例	168
任务 7 发射机中的功率放大器	145	7.7 高频功率放大器的其他功能	170
7.1 任务导入：高频功率放大器与		7.7.1 利用高频功率放大器实现	
其他放大器有何区别	145	调幅——高电平调幅	170
7.1.1 高频功率放大器中晶体管的		7.7.2 利用高频功率放大器实现	
工作状态	145	倍频——丙类倍频器	172
7.1.2 高频功率放大器与低频功率		7.8 技能训练：高频功率放大器的调谐	175
放大器的区别	146	小结	176
7.1.3 高频功率放大器与小信号调谐放		思考与练习	177
大器的区别	147	任务 8 调频电路与鉴频电路	181
7.1.4 高频功率放大器的主要性能		8.1 任务导入：调频发射机有何优势	181
指标	147	8.2 调频信号与调相信号的分析	182
7.2 高频功率放大器的工作原理	147	8.2.1 调频信号	182
7.2.1 高频功率放大器的电路组成	147	8.2.2 调相信号	185
7.2.2 高频功率放大器的工作原理		8.2.3 调频信号与调相信号	
与工作波形	148	的比较	186
7.3 高频功率放大器的分析	150	8.2.4 调频波的频谱和频带宽度	187
7.3.1 折线分析法	150	8.3 调频原理及调频电路	190
7.3.2 集电极余弦脉冲电流的分析	151	8.3.1 调频的实现方法	190
7.3.3 高频功率放大器的功率和		8.3.2 调频电路	191
效率	153	8.4 鉴频原理及鉴频电路	199
7.3.4 提高功率放大器效率的途径	154	8.4.1 鉴频概述	199
7.4 高频功率放大器的动态分析和外部		8.4.2 振幅鉴频器	201
特性	154	8.4.3 相位鉴频器	204
7.4.1 高频功率放大器的动态分析	154	8.5 技能训练：变容二极管调频电路的	
7.4.2 高频功率放大器的负载特性	156	测试	214

小结.....	216	10.2.2 锁相环路的跟踪.....	235
思考与练习.....	217	10.2.3 锁相环路的窄带特性.....	236
任务 9 项目实训：小功率调频发射机 的设计与调试.....	219	10.3 锁相环路的应用.....	236
9.1 任务导入：调频发射机的原理.....	219	10.3.1 锁相 FM(PM)调制器.....	236
9.2 主要单元电路设计.....	220	10.3.2 锁相鉴频(鉴相)器.....	236
9.3 整机电路的安装与调试.....	223	10.3.3 同步检波器.....	237
小结.....	225	10.3.4 锁相频率合成.....	238
思考与练习.....	226	10.3.5 锁相接收机.....	239
任务 10 扩展知识：锁相环路.....	227	10.4 集成锁相环简介.....	240
10.1 锁相环路的组成和工作原理及性能 分析.....	227	小结.....	242
10.1.1 锁相环路的基本组成.....	227	思考与练习.....	242
10.1.2 锁相环路的相位模型.....	232	附录 仿真软件 EWB 的使用及 高频电子线路的仿真.....	245
10.2 锁相环路的性能分析.....	232	常用符号表.....	261
10.2.1 锁相环路的捕捉与锁定.....	232	参考文献.....	264

绪 论

电子线路是由有源器件和无源器件组成的网络。按照不同方式连接而成的电子线路能够完成各种功能,如信号的产生、放大、调制、解调、混频、倍频等。

电子线路的分类有很多种,按工作频率可分为低频电子线路、高频电子线路和微波电子线路等。低频信号一般指语言信号、生物电信号、机械振动的电信号等。对这些信号进行放大、变换的电路一般是低频电子线路。高频信号是指 $300\text{kHz}\sim 300\text{MHz}$ 范围的信号。广播、电视、短波电台、移动通信等大都工作在这个范围。微波信号是泛指 300MHz 以上的信号。卫星、电视、雷达、导航信号大都工作在这个范围。但近年来,所谓高频信号与微波信号的区分越来越不明显,无线通信频率越来越高。例如手机信号实际工作在 900MHz 和 1800MHz ,已进入微波段,但我们仍说手机工作在高频段。

按照流通的信号形式,电子线路可以分成模拟电子线路和数字电子线路。所有完成模拟信号产生、放大、变换、处理和传输的电子线路统称为模拟电子线路。所有完成数字信号产生、放大、变换、处理和传输的电子线路统称为数字电子线路。

根据包含的元件性质分类,电子线路可以分为线性电路和非线性电路。完全由线性元件组成的电子线路叫线性电路;包含非线性元件的电子线路叫非线性线路。线性电路具有线性特性,即叠加性和均匀性,适用叠加定理,可用线性代数方程、线性微分方程或线性差分方程来描述。非线性电路则不具有叠加性和均匀性,不适用叠加定理。

电子线路还可根据集成度的高低分为分立电路和集成电路。随着微电子技术的发展,电子线路的集成度越来越高,集成电路已成为电子线路发展的方向。集成电路与分立电路相比,具有体积小、性能稳定、可靠性高、维修使用方便等优点。但由于频率响应和功率容量的限制,目前高频、大功率电子线路还是以分立电路为主。

0.1 无线电信号的基本分析

无线电波即无线电信号,简称信号。它是原始信号和已调信号的总称。声音、图像、

文字等要传送的消息,经过转换设备后,转换成相应变化的电压或电流,这种变化的电压或电流称为原始信号。在发射机中原始信号被装载在高频振荡信号上发射出去,这个过程称为调制。经过调制的信号,称为已调信号。

1. 无线电信号的表示方法

(1) 波形:波形就是将电流、电压随时间变化的规律直接用曲线表现出来。它是无线电信号的时域表示方法,特点是直观、简单。无线电信号的波形如图 0-1 所示。

(2) 频谱:频谱就是将无线电信号频率成分的分布在频率轴上表示出来。它是无线电信号的频域表示方法。无线电信号的频谱如图 0-2 所示。

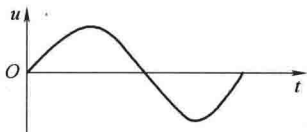


图 0-1 无线电信号的波形

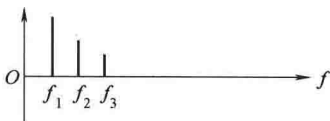


图 0-2 无线电信号的频谱

(3) 数学表达式:无线电信号除了用波形和频谱来表示外,还可以用数学表达式来表示。例如无线电余弦信号可以表示为

$$u(t) = U \cos \omega t \quad (0-1)$$

2. 无线电信号的基本分析

无线电信号按其波形分,可分为正弦信号和非正弦信号。正弦信号是频率成分最为单一的一种信号,因其波形是数学上的正弦曲线而得名。

无线电信号按其波形变化的规律还可以分为周期信号和非周期信号。周期信号是指其波形的变化规律每隔相同的时间就会重复的信号。显然,正弦信号就是一种周期信号。当然,也存在非正弦的周期信号。

由高等数学的知识我们知道,如果非正弦周期函数满足狄里赫利条件,则可以分解为一系列周期性正弦函数之和。一般来说,无线电信号中的非正弦周期信号均可满足狄里赫利条件,因此,任何的非正弦周期信号均可分解成许多不同频率的正弦信号之和。也就是说,任何非正弦周期信号都能由正弦信号来合成,且合成的项数越多,则准确度越高。

非正弦周期信号的分解,可以利用傅里叶级数的展开来完成。

设非一正弦周期性信号为 $f(t)$, 则其傅里叶级数的展开式为

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\Omega t + b_n \sin n\Omega t) \quad (0-2)$$

式中, $\Omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$, T 为周期信号重复周期, Ω 为基波角频率, f 为基波频率; a_0 为常数项; a_n 为余弦项的振幅; b_n 为正弦项的振幅。 a_0 , a_n 和 b_n 可由下式求得:

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos n\Omega t dt \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (0-3)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin n\Omega t dt \quad (n = 1, 2, 3, \dots) \quad (0-4)$$

$$a_0 = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt \quad (0-5)$$

可以证明, 如果函数 $f(t)$ 为奇函数, 即函数 $f(t)$ 对原点对称, 此时有 $f(t) = -f(-t)$, 则函数的傅里叶级数可以表示为

$$f(t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin n\Omega t \quad (0-6)$$

如果该函数是偶函数, 即函数 $f(t)$ 对 Y 轴对称, 此时有 $f(t) = f(-t)$, 则函数的傅里叶级数可以表示为

$$f(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\Omega t \quad (0-7)$$

任何信号都占据一定的带宽, 带宽就是信号能量主要部分所占据的频带。不同信号的带宽不同, 高频频率越高, 可利用的频带宽度就越宽, 从而可以容纳更多信号。这就是无线电通信采用高频的原因之一。

由于非正弦周期信号可以分解为若干个正弦信号之和, 因此可以利用具有滤波特性的网络从中选出某一个或几个频率成分, 这个过程称为选频, 完成这个过程的网络也可称为选频网络, 最典型的选频网络就是 LC 并联谐振回路。

3. 无线电波的频段划分和传播方式

无线电信号以电磁波的形式在空中传播, 电磁波按照其波长不同, 可以分为长波、中波、短波、超短波等类型, 它们对应的频率分别为低频、中频、高频、超高频等。不同频率的无线电信号具有不同的传播方式和用途, 表 0-1 给出了无线电波的波段划分情况和主要用途。

表 0-1 无线电波的波段划分

波段名称	波长范围	频率范围	主要传播方式和用途
长波	1000~10000m	30~300kHz	地表波, 远距离通信导航
中波	100~1000m	300~3000kHz	地表波, 调幅广播、船舶通信
短波	10~100m	3~30MHz	电离层反射波, 调幅广播
超短波	1~10m	30~300MHz	直射波, 调频通信、电视雷达
分米波	10~100cm	300~3000MHz	直射波, 对流层散射波, 卫星通信
厘米波	1~10cm	3~30GHz	直射波, 卫星通信与雷达接力通信
毫米波	1~10mm	30~300GHz	直射波, 卫星通信与雷达接力通信

在无线电频率分配上还有一点需要特别注意, 就是干扰问题。如果两个电台在同一地区、同一时段用相同的频率或频率过于接近, 工作中必然会产生干扰。因此, 无线电频率不能无秩序地随意占用, 而需要仔细规划并加以利用。即将频率根据不同的业务加以分配, 以避免频率使用方面的混乱。例如, 我国将 88~108MHz 分配为调频广播使用, 525~1605kHz 分配为中波调幅广播使用等。

从频谱利用的观点来看, 无线电波总的频谱范围是有限的, 每个无线设备所占的频带宽度应尽可能小, 以便容纳更多的无线设备, 减少干扰。现代通信系统都力求压缩每个无线设备的带宽, 减小信道间的间隔和杂散干扰, 以提高频谱利用率。

电磁波是在全球传播的, 进行频率分配工作的世界组织是国际电信联盟(ITU), 其总部设在瑞士日内瓦。其下设机构有: 国际无线电咨询委员会(CCIR), 研究有关的技术问题并提出建议; 国际频率登记局(IFRB), 负责国际上使用频率的登记管理工作。中华人民共和国信息产业部无线电管理局为我国无线电管理方面的职能部门, 负责全国无线电频率、台站管理等工作。

不同频率的无线电波对于电子元件和电子器件的影响也是不同的。例如, 在放大低频信号时, 放大器的晶体管在工作时可以不考虑其内部结电容的影响, 因为当信号频率很低时, 晶体管内部结电容的容抗很大, 可以近似地视为开路, 故对放大器的影响可以忽略。而在放大高频信号时, 放大器晶体管的结电容则不能忽略, 因为信号的频率越高, 晶体管结电容的容抗越小。所以, 在高频工作条件下, 器件的分布参数、印刷电路板结构、工艺、电路多极馈电、屏蔽等都比低频电子线路中的要求高得多。

不同频率的无线电信号具有不同的传播方式, 其传播距离、传播特点都不相同。

无线电波的传播途径大致有三种, 如图 0-3 所示。

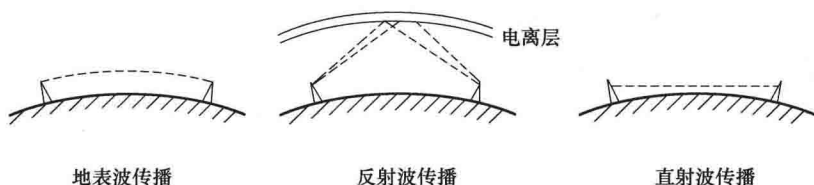


图 0-3 无线电波的传播途径

1) 地表波传播

地表波传播指无线电波沿地球表面传播的方式。在地表波传播过程中，无线电波不断被地面吸收而迅速衰减，工作波长越短，衰减越大，传播距离也越短。长波、超长波、极长波沿地面传播能力最强，可达数千至数万公里。中波可沿地面传播数百公里。短波最多可沿地面传播一百多公里。超短波和微波沿地面传播能力最差，故一般不采用这种方式。地表波沿水面传播时衰减最小，故长波通信常用来进行船舶通信。

2) 反射波传播

反射波传播指无线电波向天空辐射进入大气层后被电离层反射回到地面的传播方式。长波、中波、短波都可以经电离层反射传播。超短波频率过高，会穿透电离层而不被反射回地面，故一般不采用这种传播方式。由于气候、季节、昼夜等因素变化的影响，使得电离层的电子密度及高度不断变化。因此，反射波传播一般来说是不稳定的。但只要掌握了电离层运动的变化规律，就能使反射波传播更好地为通信服务。

3) 直射波传播

直射波传播(或称空间波传播)是指发射天线辐射电波通过空间直接到达接收天线的传播方式。超短波(如电视信号)的波长不超过 10 米，由于波长短(频率高)，不能用反射波来传播；如用地表波传播，衰减又较严重，仅适用于很短的距离。所以，超短波在绝大多数情况下采用直射波传播方式。

此外，无线电波的传播还有散射传播(对流层散射传播和电离层散射传播)、地下传播、磁层传播等方式。

4. 无线电信号的调制

为避免各种信号频率重叠、相互干扰，要求不同的无线发射设备工作在不同的发射频率下，采用调制的方法把要传送的信号装载到这些不同频率的高频信号上，再经天线发射出去，这样就可以避免相互干扰。要通过载波传递信息，就必须使载波信号的某一个(或几

个)参数(振幅、频率或相位)随信息改变,这一过程称为调制。调制的方式有调幅、调频和调相。当用数字信息进行调制时,通常称为键控。键控方式有振幅键控、频率键控和相位键控。通常情况下高频载波为单一频率的正弦波,对应的调制为正弦调制。若载波为脉冲信号,则称为脉冲调制。

用低频调制信号控制载波的振幅称为调幅。假设调制信号和载波均为正弦信号,则已调幅信号的波形如图 0-4 所示。

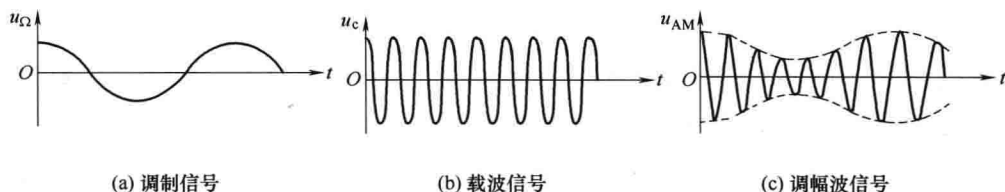


图 0-4 调幅波波形图

0.2 无线电通信系统概述

无线电技术可以说是当今时代发展最迅速、应用最广泛的一门学科。尽管无线电技术的发展和用已经渗透到生产和生活的各个领域,但信息的传输和处理始终是其主要内容。

实际上,在很早以前,人们已开始不断寻求各种方法进行信息的传递。如用烽火台的火光传递敌人入侵的消息就是史料记载的最早的信息传递方式。其后又出现了旗语、驿站、信鸽等传递消息的方式。

19 世纪初,人们开始研究如何利用沿导线传输的电信号来传递消息,即所谓的有线电通信。1937 年莫尔斯发明了电报,他用点、划、空适当组合的代码代表数字和字母,这种代码被称为莫尔斯代码。1876 年贝尔发明了电话,可直接将声信号转变为电信号沿导线传播。

无论是原始的传递信息方式还是早期的有线通信方式,其准确性和可靠性均较差,且易受自然环境和自然条件等诸多约束,远远不能满足人们日益增长的对信息传输的要求。

直到 1873 年,英国物理学家麦克斯韦发表了关于电磁波的著名论文,人们便开始尝试来用空中高速传播的电磁波传递信息。1895 年,意大利的马可尼和俄国的波波夫发明了无线电,实现了无线电通信,从而进入了无线电通信应用和发展的新时代。

无线电通信的基本原理就是利用无线电通信系统将声音信号转变成电信号,然后经过处理,通过天线发射出去,再由接收端接收并还原成电信号。

1. 无线电通信系统的组成和原理

无线电通信就是利用电磁波来远距离传送信息。实现信息传递所需的设备总和称为通信系统。一个完整的通信系统包括信号源、发送设备、传输信道、接收设备和终端装置。其组成方框图如图 0-5 所示。

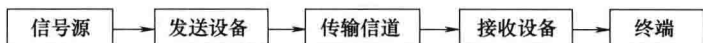


图 0-5 通信系统组成方框图

(1) 信号源：将要传递的声音、图像、文字等信息变换为电信号，即待传送信号。

(2) 发送设备：其作用是调制和放大。调制就是用待传送信号去控制信息载体高频振荡的某一参数(幅度、频率或相位)，使之随待传送信号的变化规律而作线性变化的过程。用待传送信号去控制高频振荡的振幅，称为调幅。用待传送信号去控制高频振荡的频率或相位，称为调频或调相。通常将待传送信号称为调制信号；经过调制后的高频振荡信号(携带有要传送的信息)称为已调信号或已调波；而未被调制的高频振荡，即运载信息的工具，称为载波。

(3) 传输信道：又称传输媒介。通信系统中的传输信道可分为两类：有线传输信道(如架空线、电缆、波导、光缆等)和无线传输信道(如海水、地球表面、自由空间等)。不同的传输信道有不同的传输特性，同一信道对不同频率的信号其传输特性也不相同。传输信道的作用就是将发送设备发出的信号传送到接收设备。

(4) 接收设备：其作用是选频、放大和解调。将传输信道传送过来的已调信号进行处理，恢复出与发送端相一致的调制信号，这一过程称为解调。由于信道的衰减特性，经远距离传送到接收端的信号电平很微弱(微伏数量级)，因此需要放大后才能解调。同时，由于传输信道中存在许多干扰信号，接收设备还必须具有从众多的干扰信号中选择有用信号并抑制干扰信号的能力。

(5) 终端设备：终端设备多种多样，其作用是将接收设备送来的电信号还原再现为原来待传送的声音、图像、文字等。如常用的扬声器、显示屏、打印机等都属终端设备的范畴。

2. 无线电发送设备和接收设备的组成及原理

发送设备和接收设备是现代通信系统的核心部件。现以无线电调幅广播发射和接收设备为例说明它们的组成。图 0-6 所示为调幅发射机组成方框图。

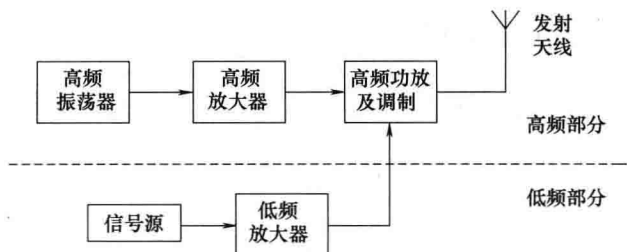


图 0-6 调幅发射机组成方框图

高频部分由高频振荡器、高频放大器和高频功率放大器及调制组成。高频振荡器的作用是产生频率稳定的高频载波信号。高频放大器的作用是将高频振荡载波放大到足够大的强度。高频功率放大器及调制的作用是将高频放大后的高频振荡进一步放大，同时把低频放大器输出的信号调制到载波上，完成末级高频功率放大，最后发射天线将已调波辐射出去。

图 0-7 所示为超外差式接收机组成方框图。接收天线将接收到的无线电波转变为已调幅电信号，然后从这些已调波信号中选择所需的信号，并对其进行放大。放大后的有用信号送入混频器，与本机振荡器产生的正弦振荡信号在混频器中混频，产生一个频率固定的中频已调信号。此中频已调信号经中频放大器放大后，再经解调还原为原来的待传送信号，最后经低频功率放大器输出。

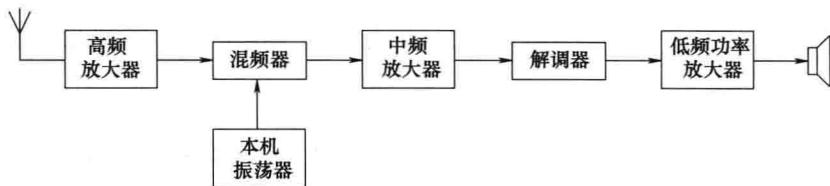


图 0-7 超外差式接收机组成方框图

小 结

电子线路是由有源器件和无源器件组成的网络。按照不同方式连接而成的电子线路能够完成各种功能，如信号的产生、放大、调制、解调、混频、倍频等。

无线电信号可以用波形、频谱、数学表达式三种方法来表示，三种表示方法各有特点。

无线电信号按其波形分，可分为正弦信号和非正弦信号。正弦信号是频率成分最为单一的一种信号，因其波形是数学上的正弦曲线而得名。