

21

21 SHIJI GAOZHIGAOZHUAN DIANZI JISHU GUIHUA JIAOCAI
世纪高职高专电子技术规划教材

高频电子技术

刘 骋 编著

- 引入工程实践
- 突出基本概念
- 注重技能训练

免费提供

电子教案
习题解答



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高职高专电子技术规划教材

高频电子技术

刘 骋 编著

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

高频电子技术/刘骋编著. —北京:人民邮电出版社, 2006. 10

21 世纪高职高专电子技术规划教材

ISBN 7-115-13471-5

I. 高... II. 刘... III. 高频—电子技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 039538 号

内 容 提 要

本书主要介绍高频电子技术的基本概念、分析方法和在实际中的应用。

本书的参考学时为 60 学时, 主要内容包括小信号调谐放大器、高频功率放大器、频谱线性搬移电路、角度调制及解调、反馈控制电路、高频电子技术实训等。最后, 介绍常用仿真软件 EWB 的使用, 并对主要的高频电子线路进行了仿真。

本书在内容选择方面注意体现职业教育的特色, 在论述上强调物理概念、注重实用性及与后续课程的衔接, 突出对集成电路的介绍, 每章后均附有本章小结及思考题和习题。

本书为高职高专院校电子类、通信类专业的专业基础课教材, 也可供相关工程技术人员参考。

21 世纪高职高专电子技术规划教材

高频电子技术

◆ 编 著 刘 骋

责任编辑 赵慧君

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 11.5

字数: 265 千字

2006 年 10 月第 1 版

印数: 1-3 000 册

2006 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13471-5 / TN · 2511

定价: 16.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

21 世纪高职高专电子技术规划教材

编 委 会

主 任 王俊鹏

副 主 任 张惠敏 向 伟

编 委 (以姓氏笔画为序)

朱乃立 阮友德 许恒玉 苏本庆 余本海

李存永 肖 琬 邱寄帆 张新成 林训超

胡修池 胡起宙 赵慧君 曾令琴 韩 丽

程 勇 潘春燕

丛书出版前言

遵照教育部提出的以就业为导向, 高职高专教育从专业本位向职业岗位和就业为本转变的指导思想, 人民邮电出版社协同一些高职高专院校和相关企业共同开发了 21 世纪高职高专电子技术规划教材。

随着职业教育在我国不断深化, 各高职高专院校越来越关注人才培养的模式与专业课程设置, 越来越关心学生将来的就业岗位, 并开始注重培养学生的职业能力。但是我们看到, 高职高专院校所培养的人才与市场上需要的应用型人才仍存在差距。那么如何在保证知识体系完整性的同时, 能在教材中体现正在应用的技术、正在发展的技术和前沿的技术成了本套教材探讨的重点, 为此我们在如下几个方面做了努力和尝试。

1. 针对电子类专业基础课程较经典, 及知识点又相对统一、固定的特点, 采取本科老师与高职高专老师合作编写的方式, 借助本科老师在理论方面深厚的功底, 在写作质量上进行把关, 高职高专老师则发挥其熟悉职业教育教学需求的优势把握教材的广度与深度, 力图解决专业基础课程理论与应用相结合的目的。

2. 高职高专教育培养的人才面向生产、管理第一线, 基础课程的教学应以必需、够用为原则, 以掌握概念、强化应用为教学重点, 注重岗位能力的培养。本套教材在保证基本知识点讲解的同时, 掌握“突出基本概念, 注重技能训练, 强调理论联系实际, 加强实践性教学环节”的原则, 在内容安排上避免复杂的数学推导和计算。

3. 专业课程引入工程实例, 强化培养职业能力。让学生了解在实际工作中利用单片机和 PLC 做项目的流程, 并通过一系列小的实例逐步让学生产生学习兴趣, 并了解开发过程, 最后通过一个大的完整案例对学生进行综合培训, 从而达到对职业能力的培养。

以上这些仅是高职高专教材出版的初步。如何配合学校做好为国家培养人才的工作, 出版高质量的教材将是我们不断追求和奋斗的目标。

我们衷心希望, 关注高等职业教育的广大读者能对本套教材的不当之处给予批评指正, 提出修改意见, 同时也热切盼望从事高等职业教育的老师、企业专家和我们联系, 共同探讨相关专业的教学方案和教材编写等问题。来信请发至 zhaohuijun@ptpress.com.cn。

21 世纪高职高专电子技术规划教材编委会

2005 年 8 月

编者的话

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 世纪教育改革的实际需要而编写的。

本书主要介绍高频电子技术的基本概念、基本原理和分析方法。全书包括绪论和 7 章内容,总参考学时为 60 学时。绪论介绍了高频电子线路在无线电通信系统中的作用和地位,并简单介绍了无线电信号的一些基础知识和基本概念。第 1 章为高频小信号调谐放大器,简单介绍了并联谐振回路的基本知识,着重讨论了小信号调谐放大器的工作原理和分析方法。第 2 章为高频功率放大器,主要介绍了高频功率放大器的工作原理、电路组成和基本计算,并对实用电路进行了举例和分析。第 3 章为频率变换电路分析基础,主要介绍非线性电路的工程分析方法及集成模拟相乘器的原理。第 4 章为调幅、检波及混频,主要介绍了调幅、检波和混频的原理与方法,分析了各种调幅、检波和混频电路。第 5 章为角度调制和解调,主要介绍调频信号的分析,调频电路和鉴频电路的工作原理。第 6 章为反馈控制电路,主要介绍了自动增益控制电路、自动频率控制电路和锁相环路的原理和应用。第 7 章为高频电子技术的实训,根据高职学生的实际情况,提出了两种实训方案可供选用。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。

本书编写时,在内容的取舍上有以下几点说明。

① 随着集成技术的迅速发展,集成电路已被广泛地引入通信电路中,本书对集成电路的介绍给予了足够的重视,但在基本的电路分析方面仍以分立电路为主。

② 注意本课程与前后课程的衔接,对前面课程介绍得不够而本课程又用得较多的内容适当予以重复,对后续课程用得较多的内容适当予以强调。

③ 本书强调基本概念和基本分析方法,注重介绍单元电路在整机中的作用,对复杂的数学推导一般予以省略。

④ 注重教材的实用性,尽可能从工程实际的角度分析问题。选取了大量的实用电路并对其进行了解析,突出介绍了与学生应用能力有关的应用实例,以此增强学生分析和解决实际问题的能力。

⑤ 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教材中的通用写法。

本书注重对学生综合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,书中的不妥和错误之处,恳请读者不吝赐教。

编者

2006 年 4 月

常用符号表

一、基本符号

I, i	电流
U, u	电压
P, p	功率
R, r	电阻
G, g	电导
X, x	电抗
B, b	电纳
$Z(j\omega) = R + jx$	电抗
$Y(j\omega) = G + jB$	电纳
L	电感
C	电容
M	互感
T	热力学温度, 脉冲重复周期
t	时间
τ	脉冲宽度, 充放电时间常数
F, f	频率
Ω, ω	角频率
φ	相位
BW	带宽, 频谱宽度
Q	品质因数
A_u	电压增益
G_P	功率增益
VT	晶体管
VD	二极管

二、电压、电流

$U(I)$	电压(电流)
	下标大写表示直流电压
	下标小写表示正弦电压有效值, 振幅值
$u(i)$	电压(电流)瞬时值
	下标大写表示包含直流的瞬时值
	下标小写表示交流电压的瞬时值
u_i	输入电压
u_o	输出电压

u_c	载波电压瞬时值, 集电极交变电压瞬时值
u_n	调制信号电压瞬时值
U_c	控制电压
U_f	反馈电压有效值

三、功率、效率

P_i	输入功率
P_o	输出功率
P_c	载波功率
P_C	集电极损耗功率
P_D	直流功率
η	效率

四、阻抗、导纳、频率

R_i	输入电阻
R_o	输出电阻
R_e	并联回路谐振电阻
R_S	信号源内阻
R_L	负载电阻
r	回路损耗电阻
ω_0	回路谐振角频率, 已调波中心角频率
ω_c	载波角频率
Ω	调制角频率
f_0	回路谐振频率, 已调波中心频率
f_c	载波频率
F	调制频率

五、器件参数

C_j	PN 结结电容
U_j	导通电压
I_{CM}	集电极最大允许电流
P_{CM}	集电极最大允许损耗功率
V_{CES}	集电极饱和压降
V_{CEO}	基极开路时 C-E 结反向击穿电压
V_{BE0}	集电极开路时 B-E 结反向击穿电压
g	跨导

六、其他符号

ξ	集电极电压利用系数, 广义失谐
-------	-----------------

θ	导通角
$a(\theta)$	余弦脉冲分解系数
$g_1(\theta)$	集电极电流利用系数
γ	非线性失真系数, 变容二极管特性指数
K	相乘器相乘因子, 传输系数
g_c	晶体管转移特性斜率
g_{cr}	临界饱和线斜率
M_a	调幅系数
M_f	调频系数
M_p	调相系数
$K(t)$	开关函数
S_f	调频灵敏度
S_p	调相灵敏度
p	接入系数

目 录

绪 论	1
1. 无线电信号的基本分析	1
2. 无线电通信系统概述	4
思考题与习题	5
第 1 章 高频小信号调谐放大器	6
1.1 概述	6
1.2 并联谐振回路及其选频特性	8
1.2.1 并联谐振回路及其特点	8
1.2.2 并联谐振回路的频率特性及通频带	9
1.2.3 部分接入的并联谐振回路	11
1.3 单调谐回路放大器	12
1.3.1 晶体管高频 Y 参数等效电路	13
1.3.2 单级共射单调谐回路放大器的工作原理和等效电路	14
1.3.3 单级单调谐回路放大器的主要技术指标	16
1.3.4 多级单调谐回路放大器	18
1.4 双调谐回路放大器	19
1.4.1 双调谐回路放大器的分析	19
1.4.2 双调谐回路放大器的主要技术指标	20
1.5 小信号调谐放大器的稳定性	22
1.5.1 引起小信号调谐放大器不稳定的因素	22
1.5.2 提高小信号调谐放大器稳定性的措施	23
1.6 集中选频放大器	25
1.6.1 集中选频放大器的基本组成与特点	25
1.6.2 集成宽带放大器	26
1.6.3 集中选频滤波器	27
1.6.4 集中选频放大器实例	29
本章小结	30
思考题与习题	31
第 2 章 高频功率放大器	33
2.1 概述	33
2.2 高频功率放大器的工作原理	34
2.2.1 高频功率放大器的电路组成	34
2.2.2 高频功率放大器的工作原理	35

2.3 高频功率放大器的分析	37
2.3.1 折线分析法	37
2.3.2 集电极余弦脉冲电流的分析	37
2.3.3 高频功率放大器的功率和效率	38
2.3.4 提高高频功率放大器效率的途径	39
2.4 高频功率放大器的动态分析和外部特性	39
2.4.1 高频功率放大器的动态分析	39
2.4.2 高频功率放大器的负载特性	41
2.4.3 高频功率放大器的振幅特性	42
2.4.4 高频功率放大器的调制特性	43
2.4.5 高频功率放大器的调谐特性	44
2.5 高频功率放大器的馈电电路和输出回路	45
2.5.1 高频功率放大器的馈电电路	45
2.5.2 高频功率放大器的输出回路	47
2.6 高频功率放大器实用电路举例	50
2.7 丙类倍频器	52
本章小结	54
思考题与习题	54
第3章 频率变换电路分析基础	56
3.1 概述	56
3.2 非线性元器件的特性描述	57
3.2.1 非线性元器件的基本特性	57
3.2.2 非线性元器件的频率变换作用	57
3.3 非线性电路的分析方法	58
3.3.1 折线分析法	59
3.3.2 幂级数分析法	59
3.3.3 开关函数分析法	60
3.3.4 线性时变电路分析	61
3.4 集成模拟相乘器	62
3.4.1 差分电路的相乘特性	62
3.4.2 双差分模拟相乘器	63
3.4.3 实用模拟集成相乘器举例	64
3.4.4 模拟相乘器的误差及使用注意事项	64
本章小结	65
思考题与习题	66
第4章 调幅、检波、混频—频谱的线性搬移电路	67
4.1 调制概述	67
4.2 调幅信号分析	67
4.2.1 调幅信号的波形及表达式	68

4.2.2 调幅信号的频谱	69
4.2.3 调幅信号的功率分配	70
4.2.4 双边带信号	70
4.3 调幅电路	71
4.3.1 普通调幅电路	71
4.3.2 双边带调幅电路	75
4.3.3 单边带调幅电路	77
4.4 检波原理及检波电路	79
4.4.1 检波概述	79
4.4.2 大信号包络检波	80
4.4.3 小信号平方律检波	83
4.4.4 同步检波	84
4.5 混频原理及混频电路	86
4.5.1 混频概述	86
4.5.2 晶体管混频器	89
4.5.3 集成模拟相乘器混频器	92
4.5.4 混频器的干扰	93
本章小结	97
思考题与习题	98
第5章 角度调制与解调	101
5.1 概述	101
5.2 调频信号与调相信号	102
5.2.1 调频信号	102
5.2.2 调相信号	104
5.2.3 调频信号与调相信号的比较	105
5.2.4 调频波的频谱与频带宽度	105
5.3 调频原理及调频电路	107
5.3.1 调频的实现方法	107
5.3.2 调频电路	108
5.4 鉴频原理及鉴频电路	114
5.4.1 鉴频概述	114
5.4.2 振幅鉴频器	115
5.4.3 相位鉴频器	117
本章小结	125
思考题与习题	126
第6章 反馈控制电路	128
6.1 概述	128
6.2 自动增益控制电路	129
6.2.1 自动增益控制电路的工作原理	129

6.2.2	放大器的增益控制	131
6.3	自动频率控制	132
6.4	锁相环路的工作原理及性能分析	133
6.4.1	锁相环路的基本组成	134
6.4.2	锁相环路的相位模型	137
6.4.3	锁相环路的捕捉与锁定	137
6.4.4	锁相环路的跟踪	139
6.4.5	锁相环路的窄带特性	140
6.5	锁相环路的应用	140
6.5.1	锁相环 FM(PM)调制器	140
6.5.2	锁相环鉴频(鉴相)器	140
6.5.3	锁相环同步检波器	141
6.5.4	锁相环频率合成器	141
6.5.5	锁相接收机	142
6.6	集成锁相环简介	143
	本章小结	144
	思考题与习题	145
第7章	高频电子技术实训	146
7.1	调幅接收机的设计与调试	146
7.1.1	实训要求	146
7.1.2	调幅接收机的原理	146
7.1.3	焊接安装	149
7.1.4	整机调试	149
7.2	小功率调频发射机的设计与调试	151
7.2.1	实训要求	151
7.2.2	调频发射机的原理	151
7.2.3	主要单元电路设计	152
7.2.4	整机电路的安装与调试	154
附录	仿真软件 EWB 的使用及高频电子线路的仿真	156
F.1	EWB5.0 的安装和启动	156
F.2	EWB 上的虚拟器件	158
F.3	EWB 上的虚拟仪器	159
F.4	高频电子线路的仿真	162
参考文献		170

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。

电子线路的分类有多种方式,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。高频信号是指工作频率在 $300\text{kHz}\sim 300\text{MHz}$ 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。微波泛指工作频率在 300MHz 以上的信号,卫星、雷达、导航信号大都工作在这个范围。但近年来,高频信号与微波信号的频率界限越来越不明显,无线通信频率越来越高。例如手机信号已工作在 900MHz 和 1800MHz ,实际上已进入微波段,但一般仍说手机工作在高频段。

按照传送信号的形式,电子线路可以分成模拟电路和数字电路。所有完成模拟信号产生、放大、变换、处理和传输的电路统称为模拟电路。所有完成数字信号产生、放大、变换、处理及传输的电路统称为数字电路。

根据所包含的元器件性质来分,电子线路可以分为线性电路和非线性电路。完全由线性元器件组成的电子线路叫线性电路;包含非线性元器件的电子线路叫非线性电路。线性电路具有线性特性,也就是它具有叠加性和均匀性,适用叠加定理,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的方向。与分立电路相比,集成电路具有体积小、性能稳定、可靠性高、维修使用方便等优点。但是,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。

本书主要研究高频、模拟、非线性电子线路。

1. 无线电信号的基本分析

无线电波即无线电信号,简称为信号,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是用来调制高频振荡信号的,或者说是用来控制高频振荡信号的某一参数的,因此,又称为调制信号或控制信号。经过调制的高频振荡信号,或者说参数按调制信号规律变化的高频振荡信号,称为已调振荡信号,也叫已调波。

无线电信号的特性主要有以下几个。

1. 时域特性

时域特性指信号随时间变化快慢的特性,通常用时域波形和数学表达式(电压或电流)表示,要求传输信号电路的时间特性(如时间常数)必须与该信号的时间特性相适应。

2. 频谱特性

任何形式的信号都可以分解为许多不同频率、不同幅度的正弦信号之和。谐波次数越高,幅度越小,影响越小。

具体而言,任何非正弦周期信号都可以用傅里叶级数分解成一系列周期性正弦波之和。设 $f(t)$ 为任意复杂波形信号,如用三角形形式展开为傅里叶级数,则可表示为

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

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

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt \\ a_n &= \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos n\Omega t dt \\ b_n &= \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin n\Omega t dt \end{aligned}$$

带宽是指信号能量主要部分所占据的频带,任何信号都占据一定的带宽。不同信号,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。

3. 频率特性

频率特性指无线电信号的频率或波长。波长 λ 与频率 f 的关系为 $c = f\lambda$, 其中 c 为光速, f 和 λ 分别为无线电波的频率和波长。对频率或波长进行分段,称为频段或波段。不同频段信号的产生、放大和接收的方法不同,传播的方式也不同,因而应用范围也不同。无线电信号按照其波长不同,可以分为长波、中波、短波及超短波等类型,它们对应的频率分别为低频、中频、高频及超高频等。不同频率的无线电信号具有不同的传播方式和应用,它们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,其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,则晶体管结电容的容抗越小,其对放大器的影响则不能忽略。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要求高得多。

表 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	1 000 m~10 000 m	30kHz~300kHz	地表波; 用于远距离通信、导航
中波	100 m~1 000 m	300kHz~3 000kHz	地表波; 用于调幅广播、船舶通信
短波	10 m~100 m	3MHz~30MHz	电离层反射波; 用于调幅广播
超短波	1 m~10 m	30MHz~300MHz	直射波; 用于调频通信、电视、雷达

续表

波段名称	波长范围	频率范围	主要传播方式和用途
分米波	10 cm~100 cm	300MHz~3000MHz	直射波, 对流层散射波; 用于卫星通信
厘米波	1 cm~10 cm	3GHz~30GHz	直射波; 用于卫星通信与雷达、接力通信
毫米波	1 mm~10 mm	30GHz~300GHz	直射波; 用于卫星通信与雷达、接力通信

4. 调制特性

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(或称调制信号)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。一般情况下, 高频载波信号为单一频率的正弦波, 对应的调制为正弦调制; 若载波信号为脉冲信号, 则称为脉冲调制。

5. 传播特性

它是指无线电信号的传播方式、传播距离、传播特点等。不同波段的无线电信号, 传播特性不同。决定传播方式和传播特点的关键因素是无线电信号的频率。

无线电波的传播途径大致有 3 种, 如图 1 所示。

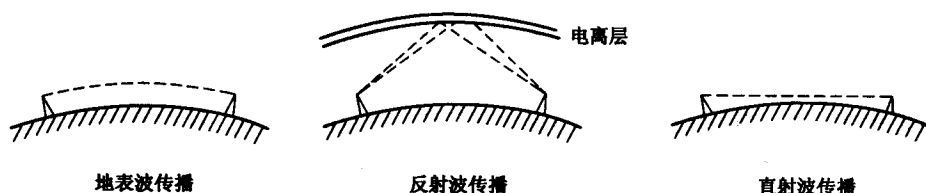


图 1 无线电波的传播途径

(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。地表波传播过程中, 无线电波不断被地面吸收, 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; 短波沿地面传播最多一百多公里; 超短波和微波沿地面传播能力最差, 故一般不采用这种传播方式。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; 超短波则由于频率过高, 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、昼夜等因素的影响, 使得电离层的电子密度及高度千变万化, 所以, 反射波传播一般说来是不稳定的。但只要掌握了电离层运动的变化规律, 就能使得短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)是指发射天线发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 10m, 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。

2. 无线电通信系统概述

1. 无线电通信系统的组成和原理

广义地讲,凡是发信者和收信者之间以任何方式进行信息的传递,都可称为通信。现代通信主要是指电通信,即电信。电信号沿导体(如架空线、电缆、波导、光缆等)传输的通信方式称为有线电通信;电信号在空间进行传输的通信方式,称为无线电通信。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2所示。

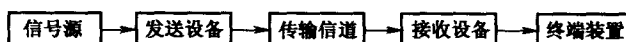


图2 通信系统组成方框图

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。

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信号的某一参数(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。用待传送信号去控制高频振荡信号的振幅,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。通常将待传送的信号称为调制信号;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信号是运载信息的工具,称为载波。

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。

接收设备: 其作用是选频、放大和解调。也就是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有许多干扰信号,因而接收设备还必须要具有从众多的干扰信号中选择有用信号、抑制干扰信号的能力。

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和原理

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3所示为调幅发射机组成方框图。

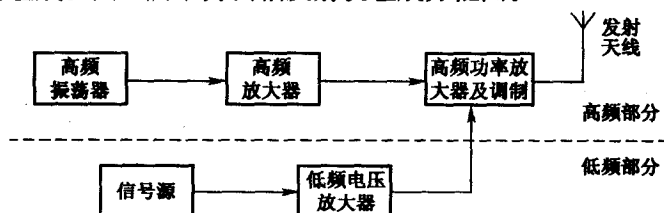


图3 调幅发射机组成方框图