

国家信息产业部电子人才交流中心参与规划
“十一五”高等院校应用型规划教材

现代通信

X i a n D a i T o n g X i n

概 论

G a i L u n

紧密结合专业应用和工程实际
时代性与实践性并重

科海策划

张维玺 编著



科学出版社

现代通信概论

张维玺 编著

科学出版社

内 容 简 介

本书全面系统地论述了现代通信技术的基本理论和各种系统的组成原理与分析方法。全书共 9 章, 主要论述了无线电通信, 无线电波的发射、传播和接收, 短波通信, 微波中继通信, 卫星通信与卫星广播, 光通信, 移动通信, 图像通信, 计算机通信等内容。

本书紧密结合专业应用和工程实际, 注重物理概念的阐述, 在内容的叙述方法、前后次序、习题的安排上考虑到循序渐进、归纳对比、加强练习等教学法原则, 使本书独具特色。

本书可作为电气信息、通信、自动控制、信息工程、电子工程等专业的教材, 也可供有关专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信概论/张维玺编著. —北京: 科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-018521-1

I. 现... II. 张... III. 通信技术 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 014380 号

责任编辑: 成 洁 / 责任校对: 科 海

责任印刷: 科 海 / 封面设计: 林 陶

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市鑫山源印刷有限公司

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006 年 12 月第 一 版

开本: 16 开

2006 年 12 月第一次印刷

印张: 21

印数: 0001-3000

字数: 511 000

定价: 34.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

随着电子技术的迅速发展和电子计算机的广泛应用,通信理论的基本概念和研究方法非常迅速地进入了电子科学技术领域的各个学科,包括网络理论、通信工程、信息工程、自动控制、应用数学以及计算机技术等学科。不同学科之间相互影响、相互渗透、相互促进、共同发展是现代科学技术发展的重要特点。实际上,通信技术已经使这些学科发生了深刻的变化。新概念、新理论、新方法和新技术的大量涌现,推动了电子科学技术的巨大发展。

为了使广大工程技术人员和学生对这一领域有所了解,能够进一步深入学习和研究,作者根据多年从事这方面工作的经验编著了此书。全书共分9章,主要内容为:

第1章主要介绍无线电通信和无线电通信的基本知识。

第2章论述了无线电波的发射、传播和接收的原理与方法,主要介绍了各波段无线电波的传播特点及其应用。

第3章短波通信,主要介绍了短波通信的特点、短波收发信设备、现代短波发射机的典型组成方框图、单边带通信、自适应通信系统。

第4章微波中继通信,主要介绍微波中继通信原理、微波中继通信线路构成、微波中继通信的优点及其应用、微波通信系统中的多路通信、频率复用通信、时间复用通信、微波中继通信设备、微波元器件。

第5章卫星通信与卫星广播,主要介绍了卫星通信系统的组成及工作过程、卫星广播电视系统的组成、卫星广播电视发射系统、卫星广播电视接收系统以及卫星通信与卫星广播的发展。

第6章光通信,主要介绍了光纤通信的工作原理、光通信的发展前景。

第7章移动通信主要介绍了移动通信的特点、移动通信的工作方式、移动通信的分类、传播特性、有关的应用以及对移动通信的展望。

第8章图像通信,主要介绍了图像通信的基本知识和使用。

第9章计算机通信,主要介绍了数据通信与计算机通信、计算机网络的组成、数据传输技术、数据交换技术、计算机网络体系结构与协议、典型计算机网络的分析和高速局域网技术。

本书有如下特点:

- 体现了时代性:充分吸收新理论、新技术,整个知识点建立在“高”、“新”平台

上，反映了本学科的发展前沿和趋势。

- 突出了系统性：自成系列，对现代通信技术基础、原理、技术和运用等做了全面、系统的介绍，各章内容衔接比较紧密，分工合理，层次分明，重点突出。
- 加强了实践性：在阐述理论知识的同时，注重基本技能和基本方法的讲授，并紧密结合通信建设实际，培养读者解决实际问题的能力。
- 注重了通俗性：对概念、原理以及新技术的阐述比较精炼，深入浅出，图文并茂，便于自学。

由于作者水平有限，书中有不妥甚至错误之处，敬请读者批评指正。

编 者
2006 年 11 月

目 录

第 1 章 无线电通信概述	1
1.1 无线电通信的基本知识	1
1.1.1 无线电波频率范围及频段的划分	1
1.1.2 无线电波的传播方式及应用	2
1.1.3 无线电通信的基本工作过程	5
1.2 无线电报	6
1.2.1 莫尔斯电码人工收发报通信	6
1.2.2 电传机收发通信	7
1.3 无线电话和电话交换	8
1.3.1 电话机的发展	8
1.3.2 无线电话概念	8
1.3.3 电话机的电路组成	9
1.3.4 电话交换的概念	9
1.3.5 电话交换机的基本接续过程	10
1.3.6 电话交换机的基本功能和组成	11
1.4 数字通信和数据通信	13
1.4.1 数字通信	13
1.4.2 数据通信	16
1.5 本章小结	27
1.6 思考与练习	28
第 2 章 无线电波的发射、传播和接收	29
2.1 信号与无线电波	29
2.2 无线电波的发射	31
2.2.1 高频振荡信号的产生	32
2.2.2 信号的调制	34
2.2.3 无线电波的发射	45
2.3 无线电波的传播	46
2.3.1 无线电波的特点	46
2.3.2 无线电波的传播方式	47
2.3.3 各波段无线电波的传播特点及其应用	50
2.4 无线电波的接收	51
2.4.1 接收信号的选择	52

2.4.2 变频	52
2.4.3 信号的解调	55
2.5 本章小结	56
2.6 思考与练习	56
第3章 短波通信	58
3.1 短波通信的特点	58
3.1.1 从长波通信发展至短波通信	58
3.1.2 短波通信的特点	59
3.2 短波收发信设备简介	60
3.2.1 短波发射机的要求	60
3.2.2 现代短波发射机的典型组成方框图	62
3.2.3 超外差接收	63
3.3 单边带通信	64
3.3.1 单边带通信的概念	64
3.3.2 单边带信号的研究方法与特点	65
3.3.3 单边带信号的产生方法	67
3.3.4 单边带信号的接收	73
3.4 短波通信技术的新进展——自适应通信系统	76
3.4.1 自适应通信基本概念	76
3.4.2 高频自适应无线电	78
3.4.3 其他自适应系统的介绍	83
3.4.4 高频无线电通信的未来	84
3.5 本章小结	85
3.6 思考与练习	85
第4章 微波中继通信	86
4.1 微波中继通信概述	86
4.1.1 微波中继通信原理	86
4.1.2 微波中继通信线路构成	88
4.1.3 微波中继通信的优点及其应用	90
4.2 微波通信系统中的多路通信	91
4.2.1 频率复用—频分制多路通信	92
4.2.2 时间复用—时分制多路通信	95
4.3 微波中继通信设备组成	98
4.3.1 微波中继通信设备的组成	98
4.3.2 数字微波中继通信设备组成	118
4.4 微波元器件	120
4.4.1 微波传输线	120

4.4.2 微波电阻性元件—微波衰减器	144
4.4.3 波导电抗元件	145
4.5 本章小结	149
4.6 思考与练习	149
第 5 章 卫星通信与卫星广播	151
5.1 概述	151
5.2 通信卫星	151
5.2.1 通信卫星的分类	151
5.2.2 卫星的运动轨道	152
5.2.3 卫星的摄动	153
5.2.4 通信卫星的组成	154
5.3 卫星通信系统的组成及工作过程	156
5.3.1 地球站的组成	156
5.3.2 基本工作原理	158
5.3.3 转发器	159
5.4 卫星通信中的特殊技术问题	160
5.5 卫星通信系统基本性能分析	163
5.5.1 接收机的输入电平	163
5.5.2 调频门限电平	165
5.5.3 接收机的载噪比	167
5.6 卫星广播电视系统的组成	171
5.6.1 卫星广播电视系统组成的示意图	171
5.6.2 地球站接收系统	172
5.6.3 卫星广播电视的大功率发射	173
5.6.4 卫星广播电视的下行频率	174
5.7 卫星广播电视发射系统	176
5.8 卫星广播电视接收系统	177
5.8.1 TVRO 的工作进程	177
5.8.2 天线、馈源和高频头 (LNB) 工作原理	179
5.8.3 卫星接收机的工作原理	182
5.8.4 TSR-C4 和 C4 接收	188
5.8.5 多用户天线卫星地面站	188
5.9 卫星电视接收后的大面积传送	190
5.9.1 大面积传送的方式	190
5.9.2 功率电视发射机	191
5.10 卫星通信与卫星广播的发展	192
5.10.1 宽带无线演进中的重要互补支持作用	192

5.10.2 现代卫星系统新技术	194
5.11 本章小结	199
5.12 思考与练习	199
第6章 光通信	200
6.1 概述	200
6.2 发光二极管和激光二极管	202
6.2.1 发光二极管	202
6.2.2 激光二极管	203
6.3 光纤和光缆	207
6.3.1 光纤结构与传光原理	207
6.3.2 光纤的传光性能	212
6.3.3 光缆	216
6.4 光纤通信的工作原理	218
6.5 光端机	219
6.6 光通信的发展前景	227
6.7 本章小结	229
6.8 思考与练习	230
第7章 移动通信	231
7.1 概述	231
7.1.1 移动通信的特点	231
7.1.2 移动通信的工作方式	233
7.1.3 移动通信的分类	234
7.2 移动通信中无线电波的传播特性	235
7.3 移动通信组网技术	236
7.3.1 无线电话的工作方式	236
7.3.2 大区制移动通信网	237
7.3.3 小区制通信网的构成方法	239
7.3.4 移动通信网络的结构及信道结构	240
7.3.5 信令	241
7.3.6 多信道共用	242
7.3.7 话务量、呼损率和用户量	242
7.4 无线寻呼	244
7.4.1 无线寻呼系统	244
7.4.2 寻呼接收机	247
7.5 蜂窝式移动电话	248
7.5.1 模拟和数字移动电话	249
7.5.2 联网漫游与蜂窝网	250

7.5.3 移动电话的安全使用	251
7.6 无绳电话	251
7.7 飞机、船舶和火车无线电话	253
7.7.1 飞机无线电话	253
7.7.2 船舶无线电话	254
7.7.3 火车无线电话	255
7.8 地面无线电话	256
7.9 漫谈无线窃听技术	256
7.10 个人通信	258
7.11 本章小结	261
7.12 思考与练习	261
第8章 图像通信	262
8.1 传真通信	262
8.1.1 传真通信概述	262
8.1.2 数字传真通信	263
8.1.3 传真通信发展史	264
8.1.4 传真通信发展趋势	266
8.1.5 发展我国的传真通信产业	266
8.1.6 Internet 传真通信	267
8.2 电视图像通信	268
8.2.1 电视电话	269
8.2.2 工业电视	270
8.2.3 信息服务电视	271
8.3 书写通信	272
8.3.1 书写通信的概念	272
8.3.2 PDA	273
8.4 本章小结	275
8.5 思考与练习	275
第9章 计算机通信	276
9.1 概述	276
9.1.1 数据通信与计算机通信	276
9.1.2 计算机网络的组成	277
9.1.3 数据传输技术	280
9.1.4 数据交换技术	281
9.1.5 计算机网络体系结构与协议	286
9.2 典型计算机网络的分析	288
9.2.1 计算机网络的分类	288

9.2.2 广域网	293
9.2.3 局域网	296
9.3 计算机网络的应用与发展	303
9.3.1 高速局域网技术	303
9.3.2 高速广域网技术	306
9.3.3 网络互联技术	314
9.3.4 移动数据通信技术	319
9.4 本章小结	323
9.5 思考与练习	323
参考文献	325

第 1 章

无线电通信概述

学习目的

随着现代通信技术的不断发展，无线电通信技术作为其分支技术也逐渐体现出重要作用。本章围绕无线电通信技术展开分析与讨论，以掌握无线电通信的基本知识、工作原理；了解无线电报、无线电话机的发展；熟悉电话交换机的基本功能组成以及工作原理。通过对数字通信和数据通信的学习能够掌握基本概念，学会归纳总结。

1.1 无线电通信的基本知识

无线电通信是指利用无线电波作载波传递各种消息的各种通信方式的总称。比起有线通信来，无线电通信具有灵活、机动、经济、通信距离远等优点。我们每天收听广播电台播送的节目或卫星上发送的信号等都是通过无线电波传到接收机的，所以都是无线电通信（或无线通信）。

无线通信和有线通信一样，可以传送语音、文字、图像、数据等。

既然无线通信是利用无线电波来传送消息的，那么什么是无线电波，无线电波又是怎样传播的？下面从无线电波的基础知识谈起。

1.1.1 无线电波频率范围及频段的划分

从宽广频率范围的电磁波中取出对无线电技术特别有用的某一段频率范围的电磁波，就称为无线电波。其频率范围一般为 $3\text{kHz}\sim 300\text{GHz}$ 。

无线电波是全世界共同拥有的资源和财产，利用无线电波时必须遵守国际法规，对频率的使用，要经申请由上级主管部门和国家无线电管理委员会批准才行。而且，目前电波的使用已呈超过密状态，人们正积极研究电波的再利用和开发新的电波。

根据无线电传播特性和使用的需要，人为地按波长的长短或频率的高低将其划分为若干个区段，通常称之为“波段”或“频段”。表 1.1 给出了现代通信各波段电磁波的划分及主要用途。

表 1.1 无线电波的划分及主要用途

频段和波段名称		频率和波长范围	主要用途
甚低频 (VLF) 超长波		3kHz~30kHz 1000km~10km	潜艇通信、远程导航、远程无线电通信
低频 (LF) 长波		30kHz~300kHz 10km~1km	中远距离通信、地下通信、无线电导航等
中频 (MF) 中波		0.3MHz~3MHz 1000m~100m	调频广播、导航、业余无线电
高频 (HF) 短波		3MHz~30MHz 100m~10m	调频广播、移动通信、军用通信
甚高频 (VHF) 超短波		30MHz~300MHz 10m~1m	调频广播、电视、移动通信、电力层散射通信
微波	特高频 (UHF) 分米波	0.3GHz~3GHz 10dm~1dm	微波接力、移动通信、空间遥测雷达、电视
	超高频 (SHF) 厘米波	3GHz~30GHz 10cm~1cm	雷达、微波接力、卫星和空间通信
	极高频 (EHF) 毫米波	30GHz~300GHz 10mm~1mm	雷达、微波接力、射电天文

表 1.1 中各种波段的划分是相对的, 因为在各波段间并没有显著的分界线, 而不同频率或波长的无线电波具有不同的传播特性、传播规律和传播途径, 因而有不同的用途。下面就介绍无线电波传播的基本知识。

1.1.2 无线电波的传播方式及应用

1. 无线电波的产生、发送和接收

在自然界里, 一些物体无时无刻地在产生电磁波和无线电波。太阳慷慨地将包含着几百万中频率的强大电磁波射向地球, 除了不同频率 (不同颜色) 的红、橙、黄、绿、蓝、青、紫可见光外, 还发射大量不可见的电磁波。就连我们人体也一刻不停地发射出微弱的无线电波, 在人体的皮肤表面不间断地产生几十赫兹每秒的电波。一些植物, 如蚕豆和向日葵, 它们都会产生电磁波。

但是无论是太阳或星星产生的强大的电磁波, 还是生物体发出的微弱的电磁波, 我们都很难随心所欲地将它们拿来应用。表 1.1 中, 不同的应用场合, 需要应用不同频段的无线电波, 因为不同频段的无线电波具有不同的传播特性。因此无论是研究、掌握和熟悉各种无线电波的特性, 还是实际应用不同频段的无线电波, 首先必须设法按照人们的需要, 产生出所要求频率或波长的无线电波。

声波可以利用物体的振动产生, 水波可以通过对水的扰动产生, 无线电波通过什么办法产生呢? 要产生无线电波必须有波源和天线。这个波源就是发射天线上流动的高频电流, 而天线则是一种将线路上流过的高频电流高效率地转换成电磁波, 辐射到空中的装置, 或

者是将空中的电磁波高效率地转换成高频电流的装置。若在发射天线上流过频率很高的电流,则天线的周围将产生一个变化的磁场,这个变化的磁场又会感应出一个变化的电场,这样互相感应的结果,就会形成一个辐射的电磁场,一层又一层地向外传播,即将高频电流转换成无线电波辐射到空中。为了将电磁波、高频电流高效率地进行变换,只需增加在天线上流动的高频电流即可。因此,最有效的方法是高频电流在天线上产生谐振。为了使高频电流在天线上形成谐振,一般将天线的长度取为电磁波波长的 $1/2$ 或 $1/4$ 。例如:若信号的载波频率 $f_c=10\text{kHz}$,其波长为 30000m ,则为了发射 10kHz 的电磁波,若取波长的 $1/4$,天线的长度要长达 7500m 。可见,最低的可用频率的选取依赖于所用天线的长度。

无线电波和水波不同,水波可以被人看到,无线电波摸不着也看不见,但它可以用接收天线捕获,或用专门的仪器进行测量。

2. 无线电波传播过程中的反射、绕射、折射和散射

无线电波和光波一样,在均匀媒质中以恒定的速度沿直线传播,由于能量的扩散和媒质的吸收,离波源越远强度越小;当无线电波在非均匀媒质中传播时,不但速度发生变化,而且还会产生反射、折射、绕射和散射现象。

(1) 反射

人们照镜子时能看到自己的像,主要是由于光线反射的缘故。无线电波通过不同媒质的交界面时,也会产生反射。如果交界面是平面,并且交界面远远大于电波的波长,那么无线电波反射同光波反射规律一样,即反射时入射角等于反射角。雷达通信就是利用目标对电波的反射规律来测定目标的距离和方位的。

(2) 绕射

两人隔着围墙讲话,彼此能听到对方的声音是由于声波绕射的结果。无线电波碰到障碍物时,也能绕过去继续前进,我们称此现象为无线电波的绕射。

无线电波的绕射能力与它的波长有关,波长越长则绕射能力越强。当障碍物远远大于电波波长时,电波的绕射能力就变得微弱。对长波来说,高山也算不上是障碍,但对短波来说,海洋的波浪也会成为严重的障碍。

绕射在通信中也是常用到的,例如两个电台隔着高山,彼此能收到对方发射的电波,就是由于电波沿地面绕射的结果。

(3) 折射

在一碗清澈的水中插入一根筷子,一半露出水面,再看水中的筷子,就像折断了一样,其实这就是光线折射的结果。

当无线电波由一种媒质进入另一种媒质时,也会产生折射,这是因为无线电波在不同媒质中传播的速度是不同的,进入不同媒质时改变了传播的方向。无线电波从空气进入水中,由于电波在水中传播的速度小于在空气中传播的速度,所以折射角小于入射角。

(4) 散射

放电影时,人们看见电影放映机和银幕之间的光束,这是由于空气中灰尘微粒引起光波散射的结果。电波在空气中传播时也会引起散射,产生散射的原因是大气中存在一些物

质微粒（例如雾、雨点等）以及大气本身密度的不均匀造成的。

例如，地球表面温度变化不均匀，引起气流的上升和下降，形成不均匀气团，当电波照射到这些气团上时，就会向各个方向反射，这种现象就是散射。

一般散射是有害的，它造成了能量的分散，但在某些波段范围内，却利用散射实现远距离通信。

3. 无线电波的传播方式

无线电波的传播方式是指无线电波从发射点到接受点的传播路径。电磁波由天线辐射到空间的一个区域后，以某种方式传播到接收天线处。从发射点到接收点，它所遇到的传播媒质主要就是大地及外围空间的大气层、电离层和大气中水凝物（如雨、雪、冰等），这些媒质的电特性对不同频段的电磁波的传播有着不同的影响。根据媒质及不同媒质分界面对电波传播产生的主要影响，可将电波传播方式分为以下 3 种方式。

（1）地波传播

地波传播是指无线电波沿地球表面传播，又称绕射传播或地面传播。通常天线架于地面，且最大辐射方向沿地面时，这时主要是地面波传播。

地波在传播过程中，部分能量被大地吸收而受到严重的衰减，其能量的衰减主要受土质的影响，土质的导电性越好，衰减越小。在收信台、发信台附近的土质影响更为显著。地波在海面上传播所受的衰减比陆地要小。

地波的衰减还与无线电波的频率有关，频率越高则衰减越大，因此传播距离不会很远。但地波不受季节、时间、阳光和气候条件的影响，因而它的传播特性很稳定，这是地面波传播的突出特点。通常长波、中波波段和短波的低频率段的无线电通信和广播，均可采用地波传播。

（2）天波传播

天波是利用高空电离层对无线电波的反射进行传播的。

电离层是地球高空大气层的一部分，是位于离地面 60km~650km 左右的充满带电离子和电子的高层大气区域。

电离层是由于该区域的稀薄空气，受太阳紫外线辐射及宇宙辐射的激励而产生电离形成的，使得电离层中出现大量带电离子和电子。当电波进入电离层后，由于电子密度不均匀会产生折射，连续折射的结果相当于电离层对电磁波进行反射，折回地面的电波可能被地面反射又进入电离层。天波经过几次反射后，可使其传播距离很远。单跳最大距离可达 4000km，所以利用天波可建立远距离通信。

电离层反射或吸收无线电波频率越高衰减越小，频率越低衰减越大，所以过低频率的电波将受到很大的吸收损耗而不能使用；而频率过高的电波将穿越电离层不被反射回地面，达不到通信的目的，因而，只有频率为 3MHz~30MHz 的短波最容易被电离层所反射。

（3）视距传播

从发射天线辐射的电波，像光线一样按直线行进，直接传到接收点，这种传播方式称为直射波传播；而以地面反射到达接收点的传播方式称为大地反射波传播。视距传播是这两种传播方式的统称，在接收点所接收的电波一般是直射波和大地反射波的合成，又叫空

间波传播。视距传播方式一般适宜超短波和微波通信。

4. 无线电波的应用

电磁波的频率不同,其空间传播特性也不同,因而各有不同的用途。

超长波主要以地波传播为主,且传播时受地形和地质影响小,有较强的绕射能力,尤其穿透海水能力强,传播的信号稳定。由于波长太长,超长波可利用频带很窄,目前主要用于海上导航及海岸固定站与潜艇之间通信;还应用于标准频率和时间信号的广播等,同时也可用于低电离层研究和雷爆定位等。

长波的传播方式主要以地波传播为主,也可以利用电离层下缘进行天波反射传播。长波传播的信号稳定,但地面对信号能量的吸收比超长波大,主要用于远距离精密无线电导航,标准频率与时间信号的广播、低电离层的研究等。

中波可利用地波传播也可利用天波传播。白天天波被电离层强烈吸收,主要靠地波传播,传播的距离短,信号比较稳定。晚上,天波受电离层吸收的强度弱,有较远的传播距离,但信号传播不稳定。中波利用地波传播时衰减比长波大,利用天波传播时损耗比短波大。目前中波主要用于中等距离广播与无线电导航,53kHz~1695kHz是国际规定的中波广播段。

短波主要利用天波传播,传播距离远,可达500km~2000km。短波亦可利用地波传播,但地波传播时衰减大,传播距离一般小于几十千米。目前短波广泛应用于各种距离的定点通信、国际通信及广播、船岸间的航海移动通信和飞机地面间的航空移动通信等。

超短波除了其所属频段的低端可能被电离层反射外,一般来说,它将穿透电离层而不被反射。因此这一频段电波主要传播方式是视距传播以及对流层和电离层的散射传播。在一定条件下,也可采用障碍绕射传播。这一频段主要应用于调频广播、电视广播、陆上移动通信、航空移动通信、海上移动通信、定点散射通信、雷达、射电天文学等方面。

微波与其他频段的电波相比有如下的特点:微波天线的辐射波束可以很窄,因而天线的增益较高,有利于定向传播;其次微波的频率很高,信道容量很大。这一波段的传播方式主要是视距传播,低端部分也可采用对流层散射传播。由于微波具有上述特点,目前应用的范围很广,如用于定点及移动通信、导航、雷达定位测速、卫星通信、地面中继通信、气象以及天文学方面等。

1.1.3 无线电通信的基本工作过程

进行无线通信时必须备有发射机、天线和接收机,当通信距离较远时,还需要有中继装置。其基本组成如图1.1所示。

其基本工作过程如下:

(1) 首先信源送出的消息需经转换设备转换成适当的模拟或数字信号,比如音频、视频信号,若发送多路还需进行复用变成FDM或TDM信号。这些由信源直接产生的信号一般为低频信号,如音频:300Hz~3400Hz,视频:最高不超过6MHz。直接辐射低频信号不可能,须送往发射机进行调制加工,以便把它们加载到高频无线电载波信号中去。

(2) 上述信号送往发射机内一般不是直接调制到发射载频上,而是选用容易处理的中

频。所以上述信号先在发射机调制器内进行中频调制，变换成适合电波传播的波形，再在频率变换器中变换成发射电波所需要的频率。如果变换器输出功率不够，还要通过功率放大器将功率放大，然后馈送给天线。

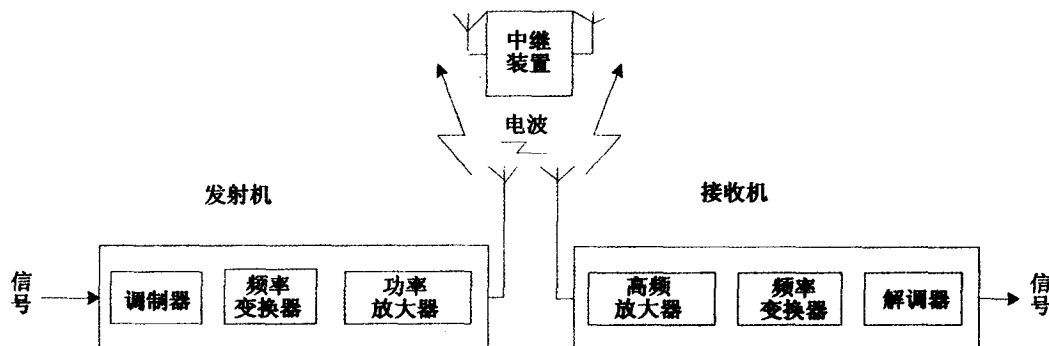


图 1.1 无线电通信系统的基本组成

(3) 从发射天线辐射出来的无线电波，经自由空间到达接收天线，由于电波在到达接收天线的过程中会出现衰减，如果接收天线处的电波过弱，就需要在传输途中设置中继装置，将微弱的电波放大后再发射出去。

(4) 到达接收天线的电波是非常弱的，用天线接收下来的信号也很微弱，与放大器产生的内部噪声处于同一水平，所以高频放大器应使用噪声小的低噪声放大器。在接收机的频率变换器中将高频信号变成容易处理的频率，在解调器中恢复成原信号，再经转换设备，转换成接收机容易接受的信号形式送给信宿。

1.2 无线电报

用无线电波来传输电报信号的通信方式叫无线电报。无线电报是发展最早的一种无线电通信方式，早在 1896 年开始的世界上第一次无线电通信，就是电报通信。至今，它在国际国内通信中，仍然起着重要作用。

1.2.1 莫尔斯电码人工收发报通信

电报是用电码传递信息的，发报员将文字编成电码发送，收报员将电码再译成文字，这些电码特定符号可以通过比较简单的方法变成电信号来传送。有很多种电码，莫尔斯电码是我国人工电报机常用的一种电码，字是用“点”和“划”两种符号的不同组合来代表英文字母、数字和标点符号的。例如：数字“1”用一点一划（·—）来代表；数字“5”用五点（……）来代表；字母“B”用一划三点（—…）来代表。“点”和“划”的长短有统一规定，一划等于三点的长度。我国电报通信中规定一个汉字用 4 个十进制数码来代表，4 个数码的不同组合（编码）就代表不同汉字。例如“中”字编码为“0022”，“国”字编码为“0948”。