

高等学校通信教材

gaodeng xuexiao tongxin jiaocai

© 何丰 主编

TONGXIN
DIANZI DIANLU

通信
电子电路

人民邮电出版社
POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

高等学校通信教材

通信电子电路

何丰主编

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

通信电子电路/何丰主编. —北京:人民邮电出版社,2003.3

高等学校通信教材

ISBN 7-115-10906-0

I. 通... II. 何... III. 通信—电子电路—高等学校—教材 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 008960 号

内 容 提 要

本书主要包括通信概述,高频小信号选频放大器的结构与电路,高频功率放大器的结构与实现,正弦振荡器的结构与实现,模拟相乘器与理想乘法关系,幅度调制与解调,变频(或混频)功能与实现,角度调制与解调,锁相原理及运用,电子电路 EDA,以及附录中介绍的谐振回路和晶体管的高频等效电路等。

从电路功能来看,本书涉及到频带传输系统中的基本电路实现问题,具体包括发送设备和接收设备中的电信号处理技术及典型电路。同时涉及到电子电路非线性特性的灵活运用,以及在特定信号环境下功能电路的特定实现方法和系统构成对电路提出的要求等问题。

全书以通信中的电信号为背景线索,从信号与功能实现的角度将各功能电路分析和它们之间的关系有机地联系在一起,并提供了相应的实用电路。

本书为高等学校通信教材,也可作为工程技术人员的参考书。

高等学校通信教材

通信电子电路

◆ 主 编 何 丰

策划编辑 滑 玉

责任编辑 须春美

◆ 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>

读者热线 010-67129260

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京朝阳展望印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:19.5

字数:466 千字

印数:1-5 000 册

2003 年 3 月第 1 版

2003 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-10906-0/TP·3225

定价:26.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

编者的话

本书是在课程建设基础上编写的,并经过两届以上学生的使用。在写作中,我们以电路信号为背景,以分析基础的综合性和分析思路的独特性为线索来展开全书,具体提出了如下的创新思路。

定位:

增强集成与分离的联系,加强分析思路、基础知识和系统背景在讲解电路原理方面起的特殊效果。为学习和理解《现代通信原理》及“通信系统指标的建立”打下必要的基础。

在系统对电路的影响方面:

(1) 结合通信系统中的空分、时分、频分的观点来观察电路。

(2) 从通信目标出发,构筑通信目标—信号需求—电路结构—电路实现的新的分析思维模式。突出电路与电路结构和基本原理之间的关系,以增强全书的连贯性、实用性和新颖性。

分析中体现出的一般性概念:

(1) 加强对非线性的统一认识,将具体非线性元、器件的运用看成是特例。以利于学生在分离与集成元件的运用中形成“比较认识”的观念。

(2) 强调定性分析、定量分析和逻辑思维之间的关系,使分析与实际情况结合更为紧密。如定量分析在高频电路中的指导作用。

(3) 强化了电路中的信号存在、信号演变过程和信号处理方式的电路空分和频分的特点。

(4) 加强了模拟信号的数字表示方式带来的调制、解调电路的系统性认识。如间接的数字调制电路,数控型调相脉冲产生电路,“鉴频”数据的计算机数据处理、储存和转发的概念。

(5) 电路对信号的精确控制需求,以及对信号的识别等因素,构成了通信系统由模拟向数字的转变。

关键性的创新分析方法:

(1) 采用特殊的分析方法,使分析具有通用性。同时兼顾时域和频域之间、稳态与瞬态之间、电压(或电流)分析与能量分析之间的相互关系的说明,以及它们的基本特点和实用范围。如选频电路的波形转换,正弦振荡器分析中的“同步能量补充”,二极管开关电路通用近似分析——“二极管环形调制器的特殊分析方法”,限幅电路的抗干扰优势与“信息时分提取再生”法等。

(2) 强化信号需求对电路需求的思维模式。突出功能单元电路的理想性与实用单元的现实性的联系。如很多实际乘法电路是在特定信号条件下实现的。

(3) 强调分析的模块化思维方法。以适应日后课程中对方框图的理解需求和电路系统的设计工作。

本书涉及的主要内容包括通信概述,高频小信号选频放大器的结构与电路,高频功率放大器的结构与实现,正弦振荡器的结构与实现,模拟相乘器与理想乘法关系,幅度调制与解调,变频(或混频)功能与实现,角度调制与解调,锁相原理及运用,电子电路 EDA,以及附录中介绍

的谐振回路和晶体管的高频等效电路等。

从电路功能来看,本书涉及到电信号的频带传输系统的基本电路实现问题,具体包括无线发送设备和接收设备中的电信号处理技术及典型电路,同时涉及到电子电路非线性特性的灵活运用,以及在特定信号环境下功能电路的特定实现方法和系统构成对电路提出的要求等问题。

全书以通信中的电信号为背景线索,从信号与功能实现的角度将各功能电路分析和它们之间的关系联系在一起。并提供了相应的实用电路。

该书在使用时,应根据学生的实际情况和先修课程的情况来考虑附录 A、B 是否作为课程讲解的内容。在目录中有 * 号的内容可以根据学时、专业和课程体系的安排来考虑讲解的取舍。

本书由何丰、李姣军、林云、文凤共同完成。何丰任主编,提出写作大纲并负责全书的统编,具体编写了第一、二、三、四、八、九章,第六章的 6.2.1、6.3.1 和 6.6 节,第七章的 7.5 节以及 A.4 节;李姣军任副主编,协助主编工作,编写了第五章和第七章;林云编写了第十章;文凤编写了附录 A、B、C、D、E,第六章的大部分以及全书的习题。

谈文心教授审阅了全书,提出了许多有益的建议,教学部的多位老师也大力协助,在此一并表示衷心的感谢。

限于作者的水平,书中难免出现错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2002 年 11 月

常用符号表

一、电压、电流符号

1. 基本符号

I, i 电流, 基本单位 A

V, v 电压, 基本单位 V

2. 时域的常用符号

小写 $v(i)$, 加小写下标表示交流电压(电流)。如:

v_i, v_s, v_o 分别表示交流输入电压、信号源电压、交流输出电压

v_Ω, v_c 分别表示调制信号电压、正弦载波电压

v_d 表示误差电压

i_o 表示输出交流电流

大写 $V(I)$, 加大写下标表示直流电压(电流)。如:

V_Q 表示静态工作点电压

V_{CC}, V_{BB} 分别表示集电极和基极直流电源电压

V_{DD}, V_{GG} 分别表示漏极和栅极直流电源电压

小写 $v(i)$, 加大写下标表示瞬时电压(电流)。如:

v_B 表示三极管的基极瞬时电压

v_{AV} 表示含有直流和低频的高频平均电压

大写 $V(I)$, 加小写下标表示正弦电压(电流)有效值。如:

V_f 表示反馈电压有效值

3. 频域的常用符号

$\dot{V} = V(j\omega) = Ve^{j\varphi}$ 表示正弦电压的向量

$F_{AM}(j\omega)$ 表示 AM 信号的频谱

$F_\Omega(j\omega)$ 表示调制信号的频谱

$V(s)$ 表示电压的拉普拉斯变换表示

4. 习惯符号(注意下标的不同含义)

V_{REF} 表示直流基准电压

V_m 表示正弦电压的振幅

I_{clm} 表示集电极基波电流的振幅

v_{AV} 表示高频信号的平均电压
 I_{dc} 表示直流电流
 I_{C0} 表示集电极的直流电流分量
 $v_m(t)$ 表示二进制数据信号
 v_L 、 v_1 分别表示本振信号电压、中频信号电压
 v_M 表示干扰信号电压

二、电功率与效率符号

1. P 表示平均功率

P_o 表示输出信号功率

P_c 表示集电极耗散功率、载波功率

P_{SB} 表示边频功率

P_d 表示直流电源输出的功率

P_i 表示交流信号输入功率

P_{AV} 表示高频信号的平均功率,如已调波的时变功率

2. p 表示瞬时功率

$p_i(t)$ 表示瞬时输入功率

3. η 表示效率

三、信号频率符号

1. 基本频率符号

F 、 f 频率,基本单位 Hz

ω 、 Ω 角频率,基本单位 rad/s

$S = \sigma + j\omega$ 复频率,基本单位 rad/s

2. 常用频率符号

f_0 电路谐振频率, ω_0 电路谐振角频率

F 调制信号最大频率, Ω 调制信号角频率

f_L 本振频率

f_1 中频频率,中频载波频率

f_c 载波频率(载频)

f_B 导频

f_L 下限截止频率

f_H 上限截止频率

f_s 信号频率

f_M 干扰信号频率

f_{osc} 振荡器的振荡频率

3. 常用频率范围符号

BW 带宽,频谱宽度

$BW_{0.7}$ 3dB 带宽

B_n 等效噪声带宽

四、其它基本符号

1. 时间符号(基本单位 s)

T 信号的周期

t 时间

2. 其它

t 摄氏温度,基本单位 $^{\circ}\text{C}$

T 热力学温度,基本单位 K

五、元件符号

R, r 电阻器

L 电感器

RFC 高频扼流圈

C 电容器

VD 二极管

VT 三极管、场效应管

T_r 变压器

SA 开关

六、元件参数符号

1. 阻抗(基本单位 Ω)、导纳(基本单位 S)

① 基本符号

R, r 电阻

G, g 电导

X, x 电抗

B, b 电纳

Z, z 阻抗。如:

$$Z(j\omega) = Z(\omega) e^{j\varphi_z(\omega)} \text{ 阻抗复数值}$$

$$Z(\omega) = |Z(j\omega)|, \varphi_z(\omega) \text{ 阻抗的模值和相角}$$

Y, y 导纳。如:

$$Y(j\omega) = Y(\omega) e^{j\varphi_y(\omega)} \text{ 导纳复数值}$$

$$Y(\omega) = |Y(j\omega)|, \varphi_y(\omega) \text{ 导纳的模值和相角}$$

② 常见符号

R_s 信号源内阻

R_L 负载电阻

R_i 输入电阻

R_o 输出电阻

g_s 电感的损耗电导

$R_e(g_e)$ 回路有载谐振电阻(电导)或回路等效谐振电阻(电导)

$g_{ic}(g_{ib})$ 混频跨导、混频输入电导

R_{th} 热敏电阻

2. 变压器参数

k 耦合系数 M 互感 B_m 饱和磁通量

N 线圈匝数

n 线圈匝数比

3. 晶体二极管参数

V_B 内建电位差,势垒电压

$V_{D(on)}$ 导通电压

$V_{(BR)}$ 击穿电压

I_S 反向饱和电流

γ 变容管的变容指数

C_j 结电容

C_{jQ} 工作点时的结电容

$C_j(0)$ 外加电压为零时的结电容

V_Z 稳压管的稳定电压

T_{jm} 最高允许结温

4. 晶体三极管参数

I_{CBO} 发射极开路时集电极反向饱和电流

I_{CEO} 基极开路时的穿透电流

I_{CM} 集电极最大允许电流

$V_{(BR)CBO}$ 发射极开路时 C-B 间的反向击穿电压

$V_{(BR)CEO}$ 基极开路时 C-E 极间的击穿电压

$V_{CE(sat)}$ 集电极饱和压降

$V_{BE(on)}$ 发射极导通电压

P_{CM} 集电极最大允许耗散功率

S_{cr} 临界饱和线斜率

α 共基极短路电流传输系数

β 共发射极短路电流传输系数

f_α 共基极交流电流传输系数的截止频率

f_β 共发射极交流电流传输系数的截止频率

f_T 特征频率

r_e 发射结的交流结电阻

$r_{bb'}$ 基区扩展电阻(基区体电阻)

$y_{ie}, y_{re}, y_{fe}, y_{oe}$ 分别表示输入导纳、反向传输导纳、正向传输导纳、输出导纳

5. 场效应管参数

I_{DSS} $v_{GS}=0$ 时的饱和漏电流

$V_{GS(off)}$ 夹断电压

$V_{GS(th)}$ 开启电压, 简记为 $V_{(th)}$

V_{GSM} 最大激励电压

七、信号传输符号

H 传递函数

$H_v(\omega)$ 电路的电压传递函数的幅频特性

A 增益; F 反馈系数; T 开环增益, 也称反馈放大器的环路增益(回归比)

$A(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi_A}$ 复数增益

A_v 电压增益 A_i 电流增益

G_p 功率增益

S 电路选择性的 S 参数, $K_{0.1}$ ($K_{0.7}$) 矩形系数

η_d 检波效率(检波电压传输系数)

NF 噪声系数

八、谐振回路参数

Q 品质因数。如:

Q_0 回路空载品质因数或回路固有品质因数

Q_e 回路有载品质因数或回路等效品质因数

ρ 回路特征阻抗

ζ 一般失谐系数, 简称失谐系数

W_m 回路一个信号周期内储存的最大能量

W_R 回路一个信号周期内消耗的总能量

九、常见信号符号

1. 常见已调波符号

AM 普通调幅(简称调幅)

DSB 双边带调幅 DSB/SC 抑制载波的双边带调幅

SSB 单边带调幅 SSB/SC 抑制载波的单边带调幅

VSF 残留边带调幅 SSB-LC 兼容的单边带信号

FM 频率调制(简称调频)

PM 相位调制(简称调相)

ASK 数字调幅, 也称幅度键控或振幅键控

PSK 数字调相, 也称移相键控

FSK 数字调频, 也称频率键控或移频键控

2. 信号参数符号

φ_0, θ_0 载波的初相

φ, θ 正弦信号的相位

3. 信号质量参数符号

m 调制度或调制指数。如: m 调幅指数, m_f 调频指数

S_{rip} 纹波系数(纹波抑制比)

S_{FM} 调频灵敏度

δ 相对频率稳定度

4. 噪声表示符号

$S(\omega)$ 输入噪声功率谱

$X_o(\omega)$ 输出噪声功率谱

十、其它符号

Q 静态工作点

ξ 集电极电压利用系数

n 接入系数

τ 渡越时间,时间常数

$K(\omega t)$ 开关函数。如:

$K_1(\omega t)$ 单向开关函数

$K_2(\omega t)$ 双向开关函数

目 录

第一章 绪论	1
1.1 通信的基本系统模型	1
1.1.1 通信系统中的电磁信道及信号	2
1.1.2 发送和接收设备的功能	4
1.2 通信传输的信号及形成	4
1.3 通信系统中的噪声和干扰	7
1.3.1 通信系统中的抗干扰方法	7
1.3.2 噪声和等效噪声带宽	8
1.4 通信电子电路的学习特点	9
思考题与练习题	10
第二章 高频小信号选频放大器的结构与电路	11
2.1 概述.....	11
2.2 主要性能指标和基本单元电路.....	12
2.3 较理想的小信号选频放大电路模型.....	16
2.3.1 参差调谐的选频放大单元.....	16
2.3.2 双调谐回路的选频放大单元.....	17
2.3.3 多级单元电路的谐振放大器.....	18
2.3.4 其它选频电路的选频放大单元.....	19
2.4 小信号选频放大器的稳定性问题.....	20
2.5 信号与电路及结构.....	21
思考题与练习题	22
第三章 高频功率放大器的结构与实现	25
3.1 概述.....	25
3.2 丙类谐振功放的结构和原理.....	27
3.2.1 非饱和下的丙类功放分析.....	27
3.2.2 进入饱和区的丙类功放分析.....	30
3.2.3 丙类功放的性能分析.....	32
3.3 实际丙类谐振功放的原理分析.....	35
3.3.1* 晶体三极管等效电路描述	36
3.3.2* 丙类功放输出电路的特性	36
3.3.3* 丙类功放输入电路的特性	37
3.3.4 输入电路的直流馈电方式.....	38
3.4 谐振功放的耦合和设计原则.....	39

3.4.1	复制电路举例	39
3.4.2*	由实际需要确定丙类功放的元件参数	40
3.4.3	耦合电路	41
3.4.4	调整与调谐	44
3.5	丙类倍频器	45
3.6*	宽带高频功率放大器	46
3.6.1	传输线变压器及其阻抗变换	47
3.6.2	传输线变压器的非理想情况	48
3.7*	功率合成与功率分配电路	50
3.7.1	功率分配器	51
3.7.2	功率合成器及线性功放电路	53
3.8*	D、E类谐振功放	54
3.8.1	D类功放原理与设计考虑	54
3.8.2	E类功放原理	60
3.9	电路与信号	62
	思考题与练习题	63
第四章	正弦振荡器的结构与实现	66
4.1	概述	66
4.2	反馈型正弦振荡器的结构和原理	67
4.2.1	振荡器的构成特点	67
4.2.2	起振过程和条件	68
4.2.3	平衡和平衡条件	69
4.2.4	抗干扰的稳定条件	70
4.3	反馈型LC振荡电路分析	72
4.3.1	互感耦合振荡电路	73
4.3.2	三点式振荡电路	78
4.3.3	直接反馈振荡器	84
4.4	振荡器的频率稳定性分析	85
4.4.1	LC反馈型振荡器的稳频方法分析	87
4.4.2	改进的三点式电路结构	88
4.4.3	石英晶体振荡电路	90
4.5*	反馈型RC振荡电路分析	95
4.6*	振荡器的负阻特性及其负阻振荡器	97
4.7	振荡频率可调的压控振荡器	99
4.8	元器件的等效与局部电路的信号功能	100
	思考题与练习题	101
第五章	模拟相乘器与理想乘法关系	107
5.1	概述	107
5.2	相乘器的基本性能参数	108

5.3 集成模拟相乘器	111
5.3.1 电压模四象限模拟相乘器	111
5.3.2* 电流模四象限乘法器	115
5.3.3* MOS型四象限模拟相乘器	122
5.3.4* 开关电容四象限模拟相乘器	123
5.4 模拟相乘器的工作方式与信号特征	126
思考题与练习题	128
第六章 幅度调制与解调	129
6.1 概述	129
6.2 普通调幅和解调的基本性质及电路分析	129
6.2.1 AM波调制电路分析	132
6.2.2 AM波检波电路分析	140
6.3 双边带调幅和解调的基本性质及电路分析	150
6.3.1 DSB波调幅电路分析	150
6.3.2 DSB波的解调(包括有、无载频或导频的DSB波)	153
6.4* 单边带调幅和解调的原理及实现方法	155
6.5* 残留边带调幅和解调的原理及实现方框	158
6.6 信号目标与电路的形成	160
思考题与练习题	162
第七章 变频(或混频)的功能与实现	166
7.1 概述	166
7.2 变频(或混频)器的构成和技术指标	167
7.2.1 变频器的组成和工作原理	168
7.2.2 变频器的技术指标	169
7.3 变频(或混频)干扰和失真	170
7.4 变频(或混频)电路与干扰抑制	175
7.4.1 三极管混频器的失真分析	175
7.4.2 二极管混频器的结构与失真	180
7.4.3* 场效应管和模拟乘法混频器的分析	183
7.5 电路与信号和系统的关系	186
思考题与练习题	187
第八章 角度调制与解调	191
8.1 概述	191
8.2 调角波的定义和特性	191
8.2.1 调频波与调相波的特点及其实现方案	192
8.2.2 调角波的特性及其通信传输的可实施性	193
8.3 调频的实现及其电路性能的比较	199
8.3.1 直接调频的实现及性能分析	199
8.3.2 间接调频方法及其调相电路的优势	209

8.3.3*	数字调角信号及其实现	215
8.4	调角波的解调实现	218
8.4.1	限幅的系统功能分析与限幅电路	218
8.4.2	通用型线性鉴频电路的实现及其特点	220
8.4.3*	数字调角波的解调	232
8.5*	集成调频收/发信电路介绍	235
8.5.1	调频发射机集成电路 MC2831A	235
8.5.2	接收机集成电路 MC3363	237
8.6	数字与模拟信号下的电路	239
	思考题与练习题	240
第九章	锁相原理及应用	244
9.1	概述	244
9.2	模拟输入锁相环路的组成原理	245
9.2.1	锁相环路组成分析	246
9.2.2	锁相环路的模型分析	248
9.2.3*	锁相跟踪的基本过程和概念	249
9.3	锁相环路的基本运用方案	252
9.4	数字输入锁相环路的组成原理	254
9.5	电路系统的基准信号与锁相环	256
	思考题与练习题	257
第十章*	电子电路 EDA	260
10.1	概述	260
10.2	非线性电路 EDA 仿真实例	262
	思考题与练习题	267
附录 A	谐振回路	268
A.1	概述	268
A.2	串联谐振回路及其频率选择性	268
A.3	并联谐振回路及其频率选择性	271
A.4	谐振回路的振荡波及其能量的转换和补充	276
	思考题与练习题	280
附录 B	晶体管的高频等效电路	282
	思考题与练习题	283
附录 C	余弦脉冲分解系数表	285
附录 D	无线电波的频段分类	287
附录 E	二进制符号的电信号表示	288
索引	289
主要参考文献	297

第一章 绪 论

通信电子电路涉及到通信实现中电路实现的基本技巧和方法。为了充分理解这些电路的原理,我们先对远距离通信的相关背景情况进行介绍。

通信的目的是为了信息的传递和交换,而实用通信系统的实现得依靠三个方面的技术支持。第一,能将声音、文字、图像和数据等含有信息的具体表现形式与电信号进行相互转换的**传感技术**;第二,能对电信号进行加密、交换等处理的电信号处理技术;第三,能对电信号(或光信号)进行有效变换并切实传输的信息传送技术。本书以电信号的**频带传输**实现方式为线索,对**非线性电子电路的特性、相应的功能电路和电路系统构成**进行分析和讲解。当然,这些技术和分析思路也可以运用于其它领域,如自动控制,遥控遥测,地理探测和医学检测等领域。

1.1 通信的基本系统模型

虽然,现代通信系统在传输信息的技术手段和方法上有了显著的进步,但长途通信系统的基本组成仍可概括为图 1-1-1 所示。图中的发送设备和接收设备是直接为远距离信号流动提供技术支持的设备,**基带信号**是需要传送的信息信号,信道是信号流动的物理通路。

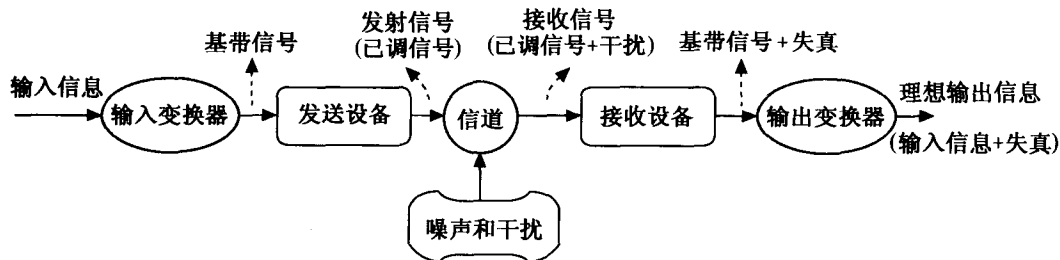


图 1-1-1 通信系统框图

基带信号本身可以通过电话机、电报机、话筒或摄像机等物体前端的“输入变换器”得到的输出电信号,也可以是数字终端或其它电子设备输出的电信号。一般来说,基带信号有模拟信号和数字(数据)信号两大类,它们对传输系统设计者来说都具有不可预知的特性,但为了分

• 请参见本书 1.2 节。

析的方便,我们常用确知信号去代替不确定的基带信号,以便于我们对系统收、发设备的研究。

通信系统中的**信道**是指能携带,并传输信号的媒质空间。常见的信道通常有**光信道**和**电磁信道**两类。其中,光信道是指能传输光信号的物理通路,如常用的光缆;电磁信道是指能传输电磁信号的物理通路,如电缆、天空等。

本书所涉及的内容仅仅与电磁信号的发送设备和接收设备有关,具体包含了与此相关的信号变换电路和处理电路的结构以及实现问题。显然,这部分电路的目的是使远距离的信息传送得以进行,它不涉及信号的加密变换和解密反变换等问题,也不涉及低频基带信号的形成问题。有关这类问题都归于输入变换器和输出变换器中。此外,书中也不涉及基带信号未经变换的直接传输问题等。

1.1.1 通信系统中的电磁信道及信号

人们通常将电磁信道分为无线信道和有线信道两类。**无线信道**是指无明显边界的电波传播空间,如无线通信的空间信号通路。**有线信道**是针对边界明显、空间范围相对较窄的信号传输通路,如有线通信用的架空明线、同轴电缆、视频电缆和波导管等。

实践证明:信号经信道传输后其强度会衰减。对于不同的信道,其衰减的大小,引起衰减的原因也不尽相同。比如,电缆中的衰减主要是导线电阻和屏蔽损耗造成的;光缆中的衰减主要是光缆对光波的散射和吸收造成的。而在无线信道中,电信号的衰减程度与传播路径、大气结构、高空电离层结构、大地的衰减以及无线电波的频率等密切相关,所以电信号的具体衰减特性是各不相同的。无论信号衰减的大小如何,衰减本身对信号的接收都是不利的。

此外,理论和实践都已证明:不同的信道只适宜于频率范围不同的信号传输。在适宜的频率范围内,信号衰减较小,有利于信号的远距离传输;超出其频率范围,信号衰减较大,不能正常传输。

在信息量日益增长、可利用资源高效化的时代要求下,我们必需讨论电路和信道中多种有用信号的共存问题。信号共存是实现无干扰条件下的多路信号传输和信号处理的基础。常见的共存方式有“空分”、“频分”和“时分”三种,其共同特点是共存具有可实现性,以及共存信号的可提取性(或识别性)。“空分”是指利用不同的空间来实现多路信号的实时传送和处理,如有线情况下,可以利用不同的电路或不同的电缆来区分不同的空间,又如无线空间可以依靠天线的指向性和发射信号功率大小来粗略控制和区分不同的空间。“频分”是指利用同一空间下的不同频率范围来实现多路信号的实时传送和处理。这一方法的关键在于每一路信号的频率范围是有限的,即“频带信号”(相应的通信称为“频带通信”)。若信号带宽无限,则不能采用频分的方法。“时分”是将实时传送和处理的信号通过压缩、突发和反压缩的方法,在同一空间、同一频段内采用不同时间间隔,即时隙,实现多路信号的实时传送和处理。

显然,在无线信道的非封闭性和惟一性的制约下,无线信道中除了分属不同通信目标间的有用共存信号外,还共存有自然界自然产生的和人为设备产生的非通信信号,即**无用信号**(也称为**干扰和噪声**)。一般来说,无线信道中的信号指向性较差,信号间的影响较大。也就是说,无线信道中信号传输的环境较差,不利于接收端识别和接收自己的目标信号,即**有用信号**。为具有普遍性,我们以无线信道为线索,展开本书内容的分析和讲解。现将无线信号的传播情况说明如下。