

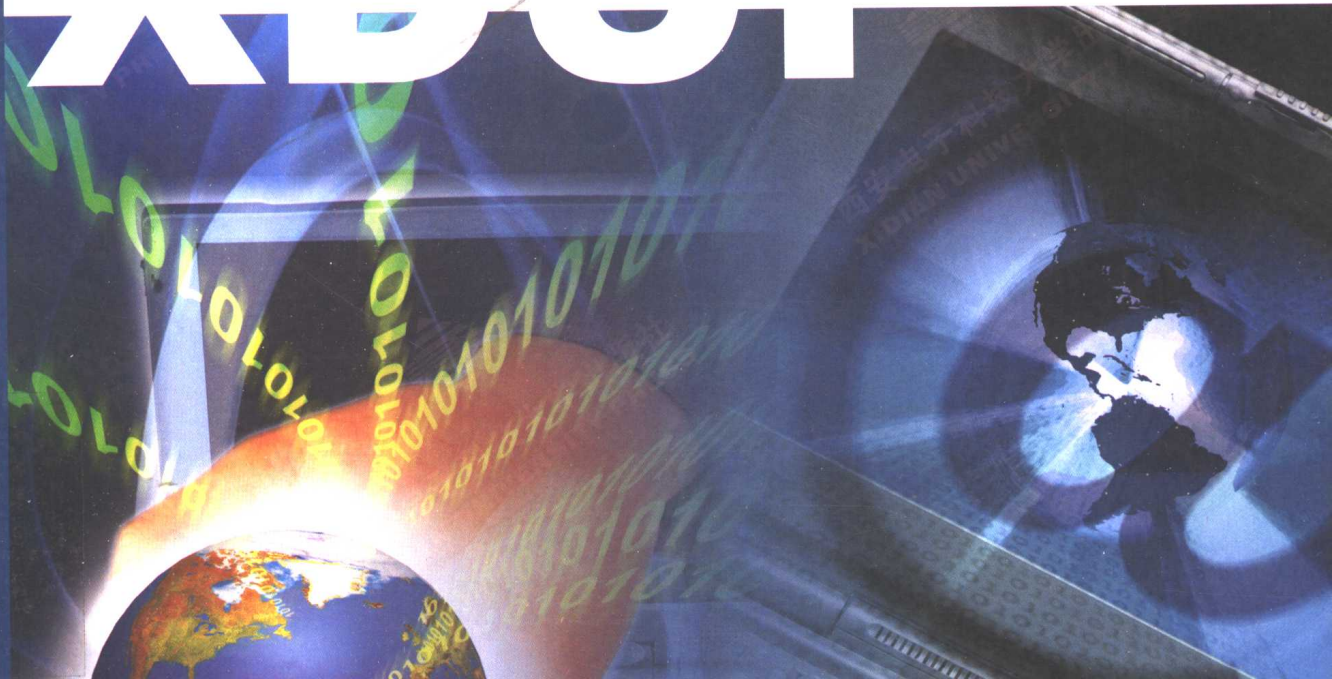
1

面向 21 世纪

高等学校信息工程专业系列教材

《通信原理与通信技术》 学习指导

主编 张卫钢



面向 21 世纪高等学校信息工程专业系列教材

TN91
62C

《通信原理与通信技术》学习指导

主 编 张卫钢

副主编 郑 晶 吴潜蛟 马海燕

参 编 李凤堂 张玉水

西安电子科技大学出版社

2004

内 容 简 介

本书是教材《通信原理与通信技术》的配套学习指导书，是教材的深化和补充。

全书遵循《通信原理与通信技术》的体系结构，分为三篇共 21 章。内容包括：通信与通信系统的基本概念、模拟调制、脉冲编码调制(PCM)、增量调制、数字复接与 SDH、数字信号的基带传输、数字信号的频带传输、差错控制编码；数据通信与通信网、计算机网络体系结构、通信终端与通信设备、数据交换技术、网络互连设备及其通信概念；接入网技术、蓝牙技术、IP 电话技术、光纤通信技术、卫星通信技术、移动通信技术、数字微波中继通信技术和 ITS 中的通信技术。每章由学习要求、内容概要、重点与难点、补充知识、部分习题与思考题解答等五部分组成。

本书不仅提纲挈领地每章知识点系统地总结出来，并给出了部分习题与思考题解答。还为配合教学实践，增加了“重点与难点”，有的放矢地补充了相关的知识。另外，为了巩固课本知识，还为第一篇编写了“仿真训练”习题(第一篇每章由 6 部分组成)，从而极大地丰富了本书的内容，提高了知识含量。

本书是专为普通高校非通信信息工程类与电子类专业而编写的本科生教材，在编写方法上不但考虑到对教学要求的满足，同时也顾及到自学的需要。因此，本书也可作为有志青年的自学教材和有关工程技术人员的参考书。

面向 21 世纪高等学校信息工程专业系列教材

《通信原理与通信技术》学习指导

主编 张卫钢

策 划 云立实

责任编辑 杨宗周 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com

E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西画报社印刷厂

版 次 2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 20.375

字 数 478 千字

印 数 1~4000 册

定 价 22.00 元

ISBN 7-5606-1248-2/TN·0225(课)

XDUP 1519A01-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本社图书封面为激光防伪覆膜，谨防盗版。

前 言

通信技术是推动当前社会进步科技发展的主要技术，其应用范围已经渗透到人们的学习、工作和生活的各个角落。

为了顺应时代的发展，我们编写了《通信原理与通信技术》以及与之配套的《〈通信原理与通信技术〉学习指导》，旨在扩大非通信专业学生的知识面，提高他们的综合素质和科研工作能力。

本书在内容安排上与课本保持一致，分三篇共 21 章。内容包括：通信与通信系统的基本概念、模拟调制、脉冲编码调制(PCM)、增量调制、数字复接与 SDH、数字信号的基带传输、数字信号的频带传输、差错控制编码；数据通信与通信网、计算机网络体系结构、通信终端与通信设备、数据交换技术、网络互连设备及其通信概念；接入网技术、蓝牙技术、IP 电话技术、光纤通信技术、卫星通信技术、移动通信技术、数字微波中继通信技术和 ITS 中的通信技术。每章由学习要求、内容概要、重点与难点、补充知识、部分习题与思考题解答等五部分组成。本书具有以下特点：

(1) 概念清晰。我们经过认真编排，提纲挈领地将每章内容的知识点系统地总结出来，并以简练的语句表达，使学生可以方便地进行自学和复习。

(2) 重点突出。为了帮助学生掌握课本知识，我们给出了每一章内容的学习重点，并对一些难点给予补充介绍和解释，从而更有利于学生自学。

(3) 旁征博引。为了拓展学生的知识面，更好地掌握课本知识，我们经过精心挑选，有的放矢地在每一章安排了一节“补充知识”。这样不但能使学生可学的知识面变宽，更是对教师教学内容的补充，并极大地丰富了本书的内容，提高了本书的知识含量。

(4) 训练有方。为了使学生更好地理解 and 掌握课本知识，我们针对第一篇的内容，给每章专门增加了“仿真训练”，以填空、问答、应用题等形式对课本知识进行了更深一步的诠释(第一篇每章由 6 部分组成)。

本书由张卫钢担任主编，郑晶、吴潜蛟、马海燕担任副主编，张卫钢对全书进行了统稿并编写了第 1、2、9、10、11、21 章；17、18、19、20 章由郑晶编写；吴潜蛟和张卫钢共同编写了第 12、13、14、15、16 章；马海燕、李凤堂、张玉水编写了第 3、4、5、6、7、8、17、18、19、20 章的习题解答以及第一篇的仿真训练，并和张卫钢共同编写第 3、4、5、6、7、8 章；钱晓贤、戴明、杜慧勇负责编写了“英汉词汇对照表”和部分习题的解答。对本书选用参考文献的各位译、作者在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免有不当之处，恳请读者雅正。

编 者

2004 年 2 月

参考教学大纲

课程目的

本课程的教学目的是为了使非通信信息工程类与电子类专业，尤其是计算机专业的本科学生(或其他大、中专学生)在不太长的时间内，对当前几乎已经渗透到我们生活各个角落的通信技术以及支撑这些技术的通信原理有一个全面、系统，且有一定深度的了解与掌握，从而拓展学生的知识面，提高学生的综合素质和工作能力。

课程地位

该课程应属于非通信信息工程类与电子类专业的专业基础课，但因其后面没有相应的专业课，且其内容又具有很强的工程实用性，所以，对某些专业来说，也可以定位在专业课上。一般安排在第6学期，有条件的学校可以在第5学期安排本课程的基础课“信号与系统”。

课程总体要求

(1) 全面了解当前主要的模拟、数字和数据通信技术的基本工作原理、优缺点和应用场合。

(2) 熟悉通信与通信系统的基本概念。

(3) 掌握调制、解调、频分复用、时分复用、数字复接等基本通信技术。

(4) 掌握常用基带编码和基带传输原则以及差错控制编码的原理。

(5) 了解目前常见的通信技术与相应设备的工作原理。

详细要求见各章节内容。

学时安排

54 小时(包括复习考试时间)

教 学 内 容		学时/小时	授课次数
第 一 篇	第 1 章 通信与通信系统的基本概念	6	3
	第 2 章 模拟调制	4	2
	第 3 章 脉冲编码调制(PCM)	4	2
	第 4 章 增量调制	2	1
	第 5 章 数字复接与 SDH	2	1
	第 6 章 数字信号的基带传输	4	2
	第 7 章 数字信号的频带传输	4	2
	第 8 章 差错控制编码	4	2

续表

教学内容		学时/小时	授课次数
第二篇	第 9 章 数据通信与通信网	2	1
	第 10 章 计算机网络体系结构	2	1
	第 11 章 通信终端与通信设备	2	1
	第 12 章 数据交换技术	2	1
	第 13 章 网络互连设备及其通信概念	2	1
第三篇	第 14 章 接入网技术	2	1
	第 15 章 蓝牙技术, 第 16 章 IP 电话技术	2	1
	第 17 章 光纤通信技术, 第 18 章 卫星通信技术	2	1
	第 19 章 移动通信技术, 第 20 章 数字微波中继通信技术	2	1
	第 21 章 ITS 中的通信技术	2	1
复习	全书内容	2	1
考试		2	1
总计		54	27

目 录

第一篇 通信原理

第 1 章 通信与通信系统的基本概念	1	2.2.3 常规双边带调幅(AM)	27
1.1 学习要求	1	2.2.4 AM 和 DSB 的性能比较	28
1.2 内容概要	1	2.2.5 单边带调制(SSB)	29
1.2.1 通信的基本概念	1	2.2.6 残留边带调制(VSB)	30
1.2.2 通信系统	2	2.2.7 插入载波的包络检波	31
1.2.3 通信方式	3	2.2.8 频分复用 FDM	32
1.2.4 信道和传输介质	4	2.2.9 角调制	33
1.2.5 信号与噪声	6	2.2.10 调制的功能与分类	37
1.2.6 频谱与通频带	7	2.3 重点与难点	38
1.2.7 信息的度量与香农公式	8	2.3.1 重点	38
1.2.8 多路复用的基本概念	10	2.3.2 难点	38
1.2.9 常用的通信手段	11	2.4 补充知识	41
1.2.10 通信系统的性能评价	12	2.4.1 各种线性调制的发送功率 和传输带宽	41
1.2.11 通信技术发展史	12	2.4.2 线性调制信号的一般模型	41
1.3 重点与难点	13	2.4.3 线性调制相干解调的一般模型	42
1.3.1 重点	13	2.4.4 窄带调频信号频谱的 一般表达式	42
1.3.2 难点	14	2.5 部分习题与思考题解答	43
1.4 补充知识	17	2.6 仿真训练	48
1.4.1 通信系统所研究的基本问题	17	第 3 章 脉冲编码调制(PCM)	50
1.4.2 恒参信道与随参信道	18	3.1 学习要求	50
1.4.3 频谱的概念	19	3.2 内容概要	50
1.4.4 离散信息的出现概率	19	3.2.1 PCM 基本概念	50
1.4.5 模拟通信的可靠性要求	19	3.2.2 抽样	51
1.5 部分习题与思考题解答	20	3.2.3 量化	51
1.6 仿真训练	23	3.2.4 PCM 编码	53
第 2 章 模拟调制	25	3.2.5 抽样定理	54
2.1 学习要求	25	3.2.6 时分复用	54
2.2 内容概要	25	3.3 重点与难点	55
2.2.1 调制的概念	25		
2.2.2 抑制载波的双边带调幅(DSB)	26		

3.3.1 重点	55	6.2 内容概要	84
3.3.2 难点	55	6.2.1 数字基带信号的码型	84
3.4 补充知识	57	6.2.2 无码间串扰的传输波形	88
3.4.1 PAM、PDM、PPM 简介	57	6.2.3 扰码和解扰	90
3.4.2 抽样的分类	57	6.3 重点与难点	91
3.4.3 PCM 信号的码元速率和带宽	58	6.3.1 重点	91
3.4.4 时分复用传输带宽	59	6.3.2 难点	92
3.5 部分习题与思考题解答	59	6.4 补充知识	95
3.6 仿真训练	60	6.5 部分习题与思考题解答	97
第 4 章 增量调制	62	6.6 仿真训练	103
4.1 学习要求	62	第 7 章 数字信号的频带传输	105
4.2 内容概要	62	7.1 学习要求	105
4.2.1 简单增量调制	62	7.2 内容概要	105
4.2.2 增量总和调制($\Delta-\Sigma$)	65	7.2.1 二进制幅度键控(2ASK)	105
4.3 重点与难点	66	7.2.2 二进制频移键控(2FSK)	107
4.3.1 重点	66	7.2.3 二进制相移键控(2PSK)	109
4.3.2 难点	66	7.2.4 二进制差分相移键控(2DPSK)	110
4.4 补充知识	67	7.2.5 多进制数字调制	112
4.4.1 自适应增量调制(ADM)的概念	67	7.3 重点与难点	116
4.4.2 脉码增量调制(DPCM)	68	7.3.1 重点	116
4.5 部分习题与思考题解答	68	7.3.2 难点	116
4.6 仿真训练	69	7.4 补充知识	119
第 5 章 数字复接与 SDH	71	7.4.1 绝对码和相对码的互换	119
5.1 学习要求	71	7.4.2 正交幅度调制 QAM	120
5.2 内容概要	71	7.4.3 无载波幅度相位调制 CAP	121
5.2.1 PCM 复用与数字复接	71	7.4.4 多载波调制 DMT、DWMT	
5.2.2 同步数字序列 SDH 简介	74	的概念	122
5.3 重点与难点	76	7.4.5 2ASK、2FSK 和 2PSK 的	
5.3.1 重点	76	键控产生框图	123
5.3.2 难点	76	7.5 部分习题与思考题解答	124
5.4 补充知识	76	7.6 仿真训练	127
5.4.1 PCM 子群	76	第 8 章 差错控制编码	130
5.4.2 SDH 的复用结构	77	8.1 学习要求	130
5.4.3 同步复接原理	78	8.2 内容概要	130
5.4.4 异源(准同步)复接原理	79	8.2.1 差错控制编码的基本概念	130
5.5 部分习题与思考题解答	80	8.2.2 差错控制方式	130
5.6 仿真训练	81	8.2.3 差错控制编码分类	132
第 6 章 数字信号的基带传输	84	8.2.4 检错和纠错原理	132
6.1 学习要求	84	8.2.5 几种常用的检错码	133
		8.2.6 线性分组码	134

8.2.7 循环码	135	8.4.1 汉明码的特点	136
8.3 重点与难点	135	8.4.2 循环码的编码	136
8.3.1 重点	135	8.4.3 偶校验码的编码和检错电路	137
8.3.2 难点	136	8.5 部分习题与思考题解答	137
8.4 补充知识	136	8.6 仿真训练	140

第二篇 数据通信

第 9 章 数据通信与通信网	143	10.5 部分习题与思考题解答	171
9.1 学习要求	143	第 11 章 通信终端与通信设备	173
9.2 内容概要	143	11.1 学习要求	173
9.2.1 数据通信与数据通信系统	143	11.2 内容概要	173
9.2.2 通信网	147	11.2.1 通信终端	173
9.2.3 现代通信网的支撑技术	149	11.2.2 通信设备	174
9.2.4 计算机网络的发展	149	11.3 重点与难点	175
9.3 重点与难点	150	11.3.1 重点	175
9.3.1 重点	150	11.3.2 难点	175
9.3.2 难点	150	11.4 补充知识	175
9.4 补充知识	152	11.5 部分习题与思考题解答	177
9.4.1 通信技术发展趋势	152	第 12 章 数据交换技术	178
9.4.2 信息高速公路	154	12.1 学习要求	178
9.4.3 信令网的概念与功能	154	12.2 内容概要	178
9.4.4 电信管理网的基本概念	155	12.2.1 交换的概念	178
9.5 部分习题与思考题解答	158	12.2.2 交换过程的基本功能	180
第 10 章 计算机网络体系结构	160	12.2.3 常用的交换技术	180
10.1 学习要求	160	12.3 重点与难点	188
10.2 内容概要	160	12.3.1 重点	188
10.2.1 网络体系结构概述	160	12.3.2 难点	188
10.2.2 网络体系结构的 几个重要概念	160	12.4 补充知识	189
10.2.3 ISO/OSI 的参考模型	162	12.4.1 同步时分复用信号与 统计时分复用信号	189
10.2.4 TCP/IP 网络体系结构	164	12.4.2 信令系统	190
10.2.5 TCP/IP 模型的特点及其 与 ISO/OSI 模型比较	166	11.5 部分习题与思考题解答	193
10.2.6 TCP/IP 模型和 ISO/OSI 模型之间的异同点	166	第 13 章 网络互连设备及其 通信概念	195
10.3 重点与难点	167	13.1 学习要求	195
10.3.1 重点	167	13.2 内容概要	195
10.3.2 难点	167	13.2.1 网络互连的基本概念	195
10.4 补充知识	170		

13.2.2 网络互连设备	196	13.4.1 网桥的种类	201
13.3 重点与难点	199	13.4.2 路由器的种类	201
13.3.1 重点	199	13.4.3 路由协议简介	202
13.3.2 难点	200	13.5 部分习题与思考题解答	203
13.4 补充知识	201		

第三篇 现代通信技术

第 14 章 接入网技术	205	15.4.2 蓝牙与 WAP	223
14.1 学习要求	205	15.5 部分习题与思考题解答	226
14.2 内容概要	205	第 16 章 IP 电话技术	227
14.2.1 接入网的概念	205	16.1 学习要求	227
14.2.2 接入网的接口技术	207	16.2 内容概要	227
14.2.3 接入网的分类	208	16.2.1 IP 电话概述	227
14.2.4 接入技术	209	16.2.2 IP 电话的基本工作原理	227
14.3 重点与难点	213	16.2.3 IP 电话的相关技术标准	228
14.3.1 重点	213	16.2.4 IP 电话的服务质量及 发展前景	229
14.3.2 难点	213	16.3 重点与难点	230
14.4 补充知识	214	16.3.1 重点	230
14.4.1 接入网协议参考模型	214	16.3.2 难点	230
14.4.2 接入网的功能结构	215	16.4 补充知识	231
14.4.3 以太网接入技术	215	16.4.1 IP 电话的三大瓶颈	231
14.5 部分习题与思考题解答	216	16.4.2 IP 电话技术的经济价值	232
第 15 章 蓝牙技术	218	16.4.3 IP 电话对传统电话的影响	233
15.1 学习要求	218	16.5 部分习题与思考题解答	234
15.2 内容概要	218	第 17 章 光纤通信技术	235
15.2.1 基本概念	218	17.1 学习要求	235
15.2.2 蓝牙技术概述	218	17.2 内容概要	235
15.2.3 蓝牙技术的特点	219	17.2.1 光纤通信	235
15.2.4 蓝牙系统的构成	219	17.2.2 波分复用技术	239
15.2.5 蓝牙技术与无线局域网	219	17.2.3 光纤通信的发展趋势	239
15.2.6 蓝牙技术的实现方式	220	17.3 重点与难点	239
15.2.7 蓝牙技术的应用	220	17.3.1 重点	239
15.2.8 蓝牙产品的现状及 所面临的问题	220	17.3.2 难点	239
15.3 重点与难点	221	17.4 补充知识	241
15.3.1 重点	221	17.4.1 光时分复用技术	241
15.3.2 难点	221	17.4.2 光传送网的分层结构	242
15.4 补充知识	223	17.4.3 电磁波谱	243
15.4.1 PAN	223		

17.5 部分习题与思考题解答	244	19.5 部分习题与思考题解答	268
第 18 章 卫星通信技术	245	第 20 章 数字微波中继通信技术	270
18.1 学习要求	245	20.1 学习要求	270
18.2 内容概要	245	20.2 内容概要	270
18.2.1 卫星通信的基本概念	245	20.2.1 数字微波中继通信的概念	270
18.2.2 通信卫星的种类	246	20.2.2 数字微波中继通信的特点	271
18.2.3 卫星通信系统分类	246	20.2.3 微波中继通信系统的组成	271
18.2.4 卫星通信的特点	247	20.2.4 数字微波中间站的转接方式	272
18.2.5 卫星通信系统的组成 及工作原理	248	20.2.5 数字微波的发信设备	273
18.2.6 空分多址(SDMA)	249	20.3 重点与难点	273
18.2.7 卫星通信新技术	249	20.3.1 重点	273
18.3 重点与难点	250	20.3.2 难点	273
18.3.1 重点	250	20.4 补充知识	274
18.3.2 难点	250	20.5 部分习题与思考题解答	275
18.4 补充知识	251	第 21 章 ITS 中的通信技术	276
18.4.1 卫星通信发展史	251	21.1 学习要求	276
18.4.2 卫星通信技术上的特殊性	251	21.2 内容概要	276
18.5 部分习题与思考题解答	252	21.2.1 ITS 概述	276
第 19 章 移动通信技术	254	21.2.2 ITS 中的通信系统	277
19.1 学习要求	254	21.2.3 ITS 中的通信技术概述	278
19.2 内容概要	254	21.2.4 GPS 系统	279
19.2.1 移动通信的概念及其特点	254	21.2.5 国外有关系统介绍	280
19.2.2 移动通信系统的分类	254	21.3 重点与难点	280
19.2.3 移动通信技术的发展概况	255	21.3.1 重点	280
19.2.4 移动通信系统的组成	255	21.3.2 难点	280
19.2.5 GSM 移动通信系统	256	21.4 补充知识	284
19.2.6 CDMA 移动通信系统	257	21.4.1 “北斗一号”卫星导航 定位系统	284
19.2.7 集群系统	259	21.4.2 GPS 系统的特点	286
19.2.8 无线寻呼系统	260	21.4.3 GPS/GSM/GIS 车辆调度 管理系统简介	286
19.3 重点与难点	262	21.4.4 高速公路通信系统	287
19.3.1 重点	262	21.5 部分习题与思考题解答	289
19.3.2 难点	262	英汉词汇对照	291
19.4 补充知识	265	参考文献	313
19.4.1 GPRS 简介	265		
19.4.2 NGN 简介	267		

第一篇 通信原理

第 1 章 通信与通信系统的基本概念

1.1 学习要求

- (1) 掌握通信、通信系统的基本概念；
- (2) 掌握通信方式和信道的基本概念；
- (3) 掌握信号、噪声的基本概念和区别；
- (4) 掌握频谱和通频带的概念；
- (5) 掌握香农公式和信道容量的概念；
- (6) 理解多路复用的基本原理和方法；
- (7) 掌握通信系统性能评价的各种指标；
- (8) 了解通信发展史。

1.2 内容概要

1.2.1 通信的基本概念

通信：所谓通信就是信息的传递。

消息：通常指有具体内容的文字、符号、数据、语音、图片、图像等。消息是信息的具体表现形式，是各种特定的信息。

信息：信息是消息的统称，是消息的抽象和概括。

通信的基本目的^①：把信息大量地、快速地、准确地、广泛地、方便地、经济地、安全

^① 为了与“补充知识”中讨论的通信基本问题相区别，这里我们把“通信所研究的主要问题”改为“通信的基本目的”。

地(即多、快、好、广、便、省、安)从信源通过传输介质传送到信宿。

1.2.2 通信系统

通信系统：用于进行通信的设备硬件、软件和传输介质的集合叫做通信系统。

模拟通信系统：指信源、信宿和信道处理的都是模拟信号的通信系统。

数字通信系统：指信源、信宿处理的是模拟信号，而信道为数字信道的通信系统。

数据通信系统：指信源、信宿处理的是数字信号，而信道既可以是数字信道也可以是模拟信道的通信系统，主要指计算机之间的通信系统。

基带通信系统：指的是以基带信号(指没有经过任何调制处理的信号)作为传输信号的通信系统。

调制通信系统：指的是以已调信号作为传输信号的通信系统。

无线通信系统：利用无线电波、红外线、超声波、激光进行通信的系统统称为无线通信系统。

有线通信系统：用导线(包括电缆、光缆和波导等)作为介质的通信系统就是有线通信系统。

除上述各种通信系统之外，还有根据业务种类和工作波段划分的通信系统，比如：电话通信系统、电报通信系统、广播通信系统、电视通信系统、数据通信系统、长波通信系统、中波通信系统、短波通信系统、微波通信系统和光通信系统等。

一种通信系统可以分属不同的种类，比如我们熟悉的无线电广播既是中波通信系统(短波通信系统)、调制通信系统、模拟通信系统，也是无线通信系统。

数字通信系统的优点：

- (1) 抗干扰能力强；
- (2) 便于进行信号加工与处理；
- (3) 传输中出现的差错(误码)可以设法控制，提高了传输质量；
- (4) 数字信息易于加密且保密性强；
- (5) 能够传输话音、电视、数据等多种信息，增加了通信系统的灵活性和通用性。

图 1-1 是通信系统(模拟系统)的一般模型。

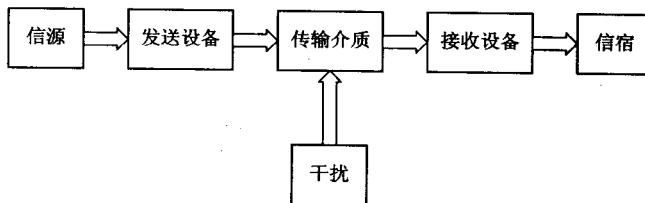
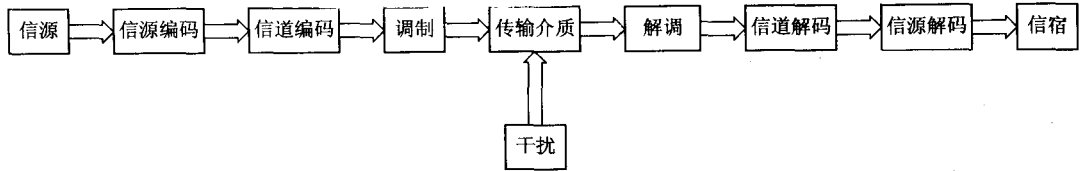
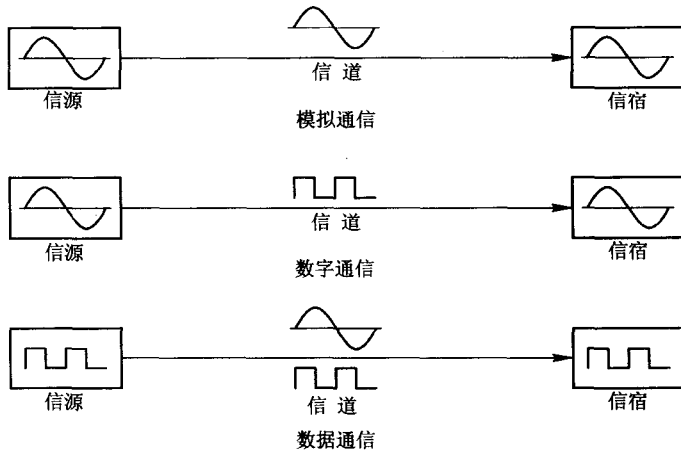


图 1-1 通信系统的一般模型

图 1-2 是模拟通信、数字通信和数据通信三种系统示意图。



(a) 数字通信系统模型



(b) 三种通信系统示意图

图 1-2 三种通信系统示意图

1.2.3 通信方式

通信方式：指通信的双方(或多方)之间的工作形式或信号传输方式。通信方式分类见表 1-1。

表 1-1 通信方式的分类

按通信对象数量分	按信号传输方向与时间分	按通信终端连接方式分	按数字信号传输顺序分	按同步方式分
点到点通信 点到多点通信 多点到多点通信	单工通信 半双工通信 双工通信	两点间直通方式 两点间交换方式	串行通信 并行通信	同步通信 异步通信

一种通信方式可以具有多类性，比如广播电视既是一种单工通信方式也是一种点到多点的通信形式。

图 1-3 是常用的通信方式示意图。

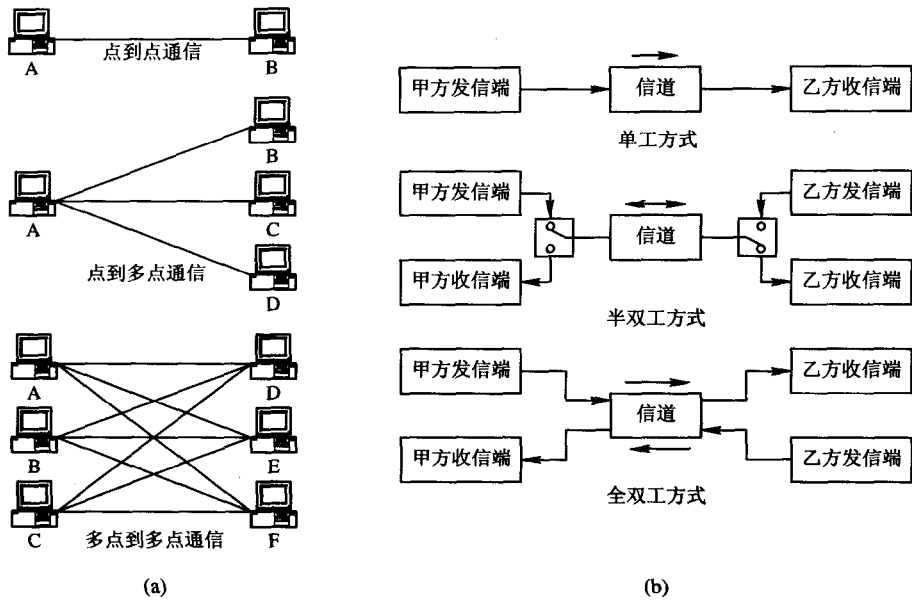


图 1-3 通信方式示意图

1.2.4 信道和传输介质

信道：信道就是信号传输的途径。

狭义信道：各种物理传输介质被定义为狭义信道。

广义信道：把传输介质(狭义信道)和信号必须经过的各种通信设备统称为广义信道。

调制信道：是指在具有调制和解调过程的任何一种通信方式中，从调制器的输出到解调器的输入之间的信号传输途径。

编码信道：从编码器的输出到解码器的输入之间的信号传输途径为编码信道。

模拟信道：把传输模拟信号的信道称为模拟信道(模拟信号经过的途径)。

数字信道：把传输数字信号的信道称为数字信道(数字信号经过的途径)。

有时把调制信道看成是一种模拟信道，而把编码信道则看成是一种数字信道。模拟信道和数字信道都在广义信道的范畴之中。

图 1-4 是调制信道与编码信道示意图。

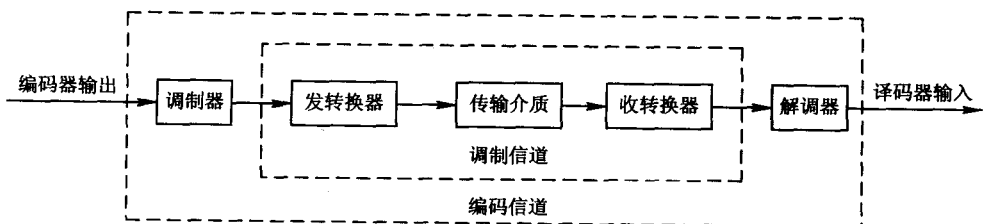


图 1-4 调制信道与编码信道示意图

传输介质：指的是可以传播(传输)电信号(光信号)的物质，主要分为有线介质和无线介质。

有线介质：通常指双绞线、同轴电缆、架空明线、多芯电缆和光纤。

无线介质：主要指可以传播电磁波(包括光波)的空间或大气。

电磁波资源划分如表 1-2 所示。

表 1-2 频率资源划分表

频段名称	频率范围	波长范围	波段名称	传输介质	用途
甚低频 VLF	3 Hz~30 kHz	$10^8 \sim 10^4$ m	甚长波	有线线对 长波无线电	音频、电话、数据终端、长距离导航、时标
低频 LF	30~300 kHz	$10^4 \sim 10^3$ m	长波		导航、信标、电力线通信
中频 MF	300 kHz~3 MHz	$10^3 \sim 10^2$ m	中波	同轴电缆 中波无线电	调幅广播、移动陆地通信、业余无线电通信
高频 HF	3~30 MHz	$10^2 \sim 10$ m	短波	同轴电缆 短波无线电	移动无线电话、短波广播、军用定点通信、业余无线电通信
甚高频 VHF	30~300 MHz	10~1 m	超短波	同轴电缆 米波无线电	电视、调频广播、空中管制、车辆通信、导航
特高频 UHF	300 MHz~3 GHz	1 m~10 cm	微波	波导 分米波无线电	电视、空间遥测、雷达导航、点对点通信、移动通信、专用短程通信、微波炉、蓝牙技术
超高频 SHF	3~30 GHz	10~1 cm		波导 厘米波无线电	微波接力、雷达、卫星和空间通信、专用短程通信
极高频 EHF	30~300 GHz	1 cm~1 mm		波导 毫米波无线电	微波接力、雷达、射电天文学
紫外线、 红外线、 可见光	$10^5 \sim 10^7$ GHz	$3 \times 10^{-4} \sim$ 3×10^{-6} cm	光波	光纤 激光空间传播	光通信

无线电波的传播方式主要有地面波传播、天波传播、地—电离层波传播、视距传播、散射传播、外大气层及行星际空间电波传播等几种。

1.2.5 信号与噪声

信号：信号是搭载或反映信息的载体，通常以某种客观物理量、客观现象或语言文字的形式表现出来。

信号特征：信号必须具有可观测性、可变化性和可实现性。

电信号：能够反映或表示信息的电压、电流、电荷及电磁波(光波严格意义上也是一种电磁波)，它们统称为电信号。

信号分类如表 1-3 所示。

表 1-3 信号 的 分类

按信息载体分	按信息内容分	按调制方式分	按信号特征分	按传输介质分	按变化特点分	按变化规律分
电信号 光信号	话音信号 图片信号 活动图像信号 文字信号 数据信号	已调信号 基带信号	模拟信号 数字信号	有线信号 无线信号	周期信号 非周期信号	确定信号 随机信号

图 1-5 是模拟、离散和数字信号示意图。之所以没有把离散信号单独画出来，是因为离散信号实际上是模拟信号转化为数字信号的过渡信号，实际应用不多。

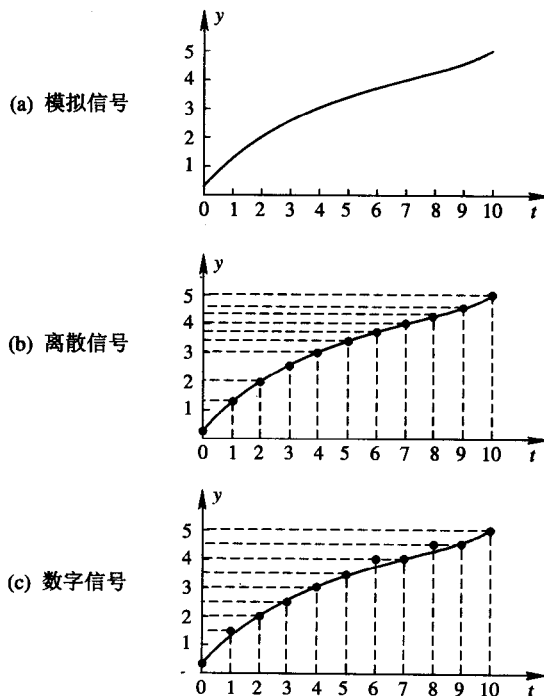


图 1-5 三种信号示意图