

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

通信原理

(第6版)

樊昌信 曹丽娜 编著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

图书在版编目 (CIP) 数据

通信原理 / 樊昌信, 曹丽娜编著. —6 版. —北京:
国防工业出版社, 2006.9

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 7-118-04607-8

I. 通... II. ①樊...②曹... III. 通信理论-高等
学校-教材 IV. TN911

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 071145 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 32 字数 736 千字

2006 年 9 月第 6 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 46.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

第6版前言

《通信原理》自1980年第1版出版起,作为全国高等学校电子信息类规划教材,每5年修订一次,出版过5版。20余年来,承蒙全国上百所高等院校选用本书作为大学本科和研究生的教科书和参考书,获得了殊多好评。本教材第1版至第5版出版后,即获得多项荣誉奖项,包括1983年获世界通信年中国委员会颁发的全国优秀通信科技图书二等奖,1987年获电子工业部优秀教材特等奖,1988年获国家教委全国高等学校优秀教材奖等;第5版为国家级重点教材,并获得2005年陕西普通高等学校优秀教材一等奖。这次修订的第6版被教育部列选为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

为了适应当前通信技术的发展和教学需要,第6版的修订着眼于加强基本概念的讲解,在增强数学分析严谨性的同时适量简化数学推导,尽可能多地介绍能用软件实现的方法,以取代硬件实现电路,减少过时的通信技术并增加新型通信技术原理的介绍。此外,对于专业名词和通信技术术语均给出对应的英文译名,以帮助提高阅读英文参考文献的能力。对于本书的附录和参考文献也进行了较多的充实,以满足读者,特别是教师深入学习的需求。

对于大学本科教学,本教材的基本教学时数为60学时。对于具有相关数理基础的研究生教学,基本教学时数为46学时。为了满足一些教学单位的需要,本书内容可以满足更多学时(例如90学时)的教学。

本书内容分为3部分。第一部分(第1章~第5章)阐述通信基础知识和模拟通信原理。其中第2章(确知信号)是为了满足一些学校和专业的需要而增加的,对于许多本科通信工程专业的教学,完全可以跳过此章;第3章(随机信号)视需要情况可以作复习性讲述。第二部分(第6章~第10章)主要论述数字通信、模拟信号的数字传输和数字信号的最佳接收原理。由于技术的不断发展和创新,数字调制和数字带通传输的内容非常丰富,将其放在一章内讲述会使篇幅过长,故分为两章(第7章和第8章)讲述,并且第8章的内容可以视需要,选用其中一部分学习,或者跳过不学,不会影响后面章节的理解。第三部分(第11章~第14章)讨论数字通信中的编码和同步等技术,以及简要介绍通信网的概念。

本书第6版中,第1章和第3章以及第5章和第6章由曹丽娜教授编写;第7章由曹丽娜和樊昌信教授合写;第2章和第4章以及第8章~第14章由樊昌信教授编写。全书由樊昌信教授统编定稿。为了便于各校的教学,本书编者还制作了相应的电子教学课件,各校的任课教师均可以从出版社免费索取;此外还针对本书教学需要

编写了与第6版配套的教学指导书,并于近期由国防工业出版社出版。

此次编写工作继续得到了西安电子科技大学通信工程学院和综合业务网国家重点实验室以及信息科学研究所的大力支持。

最后,对于长期支持本书出版的教师和读者表示衷心的感谢,并真诚希望对于书中的缺点和错误,给予指正。编者的电子函件地址如下:

樊昌信: chxfan@xidian.edu.cn

曹丽娜: cclna@sohu.com

(若来函请注明真实姓名、单位、职务、电话和通信地址。)

编 者

2006年2月

目 录

第1章 绪论	1
1.1 通信的基本概念	1
1.2 通信系统的组成	2
1.2.1 通信系统一般模型	2
1.2.2 模拟通信系统模型和数字通信系统模型	3
1.2.3 数字通信的特点	5
1.3 通信系统分类与通信方式	6
1.3.1 通信系统的分类	6
1.3.2 通信方式	8
1.4 信息及其度量	10
1.5 通信系统主要性能指标	12
1.6 小结	14
思考题	14
习题	15
第2章 确知信号	17
2.1 确知信号的类型	17
2.2 确知信号的频域性质	18
2.2.1 功率信号的频谱	18
2.2.2 能量信号的频谱密度	22
2.2.3 能量信号的能量谱密度	26
2.2.4 功率信号的功率谱密度	27
2.3 确知信号的时域性质	28
2.3.1 能量信号的自相关函数	29
2.3.2 功率信号的自相关函数	30
2.3.3 能量信号的互相关函数	31
2.3.4 功率信号的互相关函数	32
2.4 小结	33
思考题	34
习题	34
第3章 随机过程	36
3.1 随机过程的基本概念	36
3.1.1 随机过程的分布函数	37

3.1.2 随机过程的数字特征·····	38
3.2 平稳随机过程·····	39
3.2.1 定义·····	39
3.2.2 各态历经性·····	40
3.2.3 平稳过程的自相关函数和功率谱密度·····	42
3.2.4 平稳过程的功率谱密度·····	42
3.3 高斯随机过程·····	45
3.3.1 定义·····	45
3.3.2 重要性质·····	45
3.3.3 高斯随机变量·····	46
3.4 平稳随机过程通过线性系统·····	48
3.5 窄带随机过程·····	50
3.5.1 $\xi_c(t)$ 和 $\xi_s(t)$ 的统计特性·····	51
3.5.2 $a_\xi(t)$ 和 $\varphi_\xi(t)$ 的统计特性·····	52
3.6 正弦波加窄带高斯噪声·····	54
3.7 高斯白噪声和带限白噪声·····	57
3.8 小结·····	60
思考题·····	61
习题·····	61
第4章 信道 ·····	65
4.1 无线信道·····	65
4.2 有线信道·····	69
4.3 信道的数学模型·····	71
4.3.1 调制信道模型·····	71
4.3.2 编码信道模型·····	72
4.4 信道特性对信号传输的影响·····	73
4.5 信道中的噪声·····	77
4.6 信道容量·····	78
4.6.1 离散信道容量·····	78
4.6.2 连续信道容量·····	81
4.7 小结·····	83
思考题·····	84
习题·····	84
参考文献·····	85
第5章 模拟调制系统 ·····	86
5.1 幅度调制(线性调制)的原理·····	87
5.1.1 调幅·····	87
5.1.2 双边带调制·····	89
5.1.3 单边带调制·····	90

5.1.4	残留边带调制	93
5.1.5	线性调制的一般模型	94
5.1.6	相干解调与包络检波	95
5.2	线性调制系统的抗噪声性能	97
5.2.1	分析模型	97
5.2.2	DSB 调制系统的性能	98
5.2.3	SSB 调制系统的性能	100
5.2.4	AM 包络检波的性能	101
5.3	非线性调制(角度调制)原理	104
5.3.1	角度调制的基本概念	104
5.3.2	窄带调频	106
5.3.3	宽带调频	108
5.3.4	调频信号的产生与解调	111
5.4	调频系统的抗噪声性能	115
5.4.1	输入信噪比	116
5.4.2	大信噪比时的解调增益	116
5.4.3	小信噪比时的门限效应	119
5.4.4	预加重和去加重	120
5.5	各种模拟调制系统的比较	121
5.6	频分复用和调频立体声	123
5.6.1	频分复用	123
5.6.2	调频立体声广播	124
5.7	小结	126
	思考题	127
	习题	128
	参考文献	131
第6章	数字基带传输系统	132
6.1	数字基带信号及其频谱特性	132
6.1.1	数字基带信号	133
6.1.2	基带信号的频谱特性	134
6.2	基带传输的常用码型	141
6.2.1	传输码的码型选择原则	141
6.2.2	几种常用的传输码型	141
6.3	数字基带信号传输与码间串扰	144
6.3.1	数字基带信号传输系统的组成	144
6.3.2	数字基带信号传输的定量分析	146
6.4	无码间串扰的基带传输特性	147
6.4.1	消除码间串扰的基本思想	148
6.4.2	无码间串扰的条件	148

6.4.3 无码间串扰的传输特性的设计	150
6.5 基带传输系统的抗噪声性能	153
6.5.1 二进制双极性基带系统	153
6.5.2 二进制单极性基带系统	155
6.6 眼图	156
6.7 部分响应和时域均衡	158
6.7.1 部分响应系统	158
6.7.2 时域均衡	164
6.8 小结	172
思考题	173
习题	174
参考文献	179
第7章 数字带通传输系统	180
7.1 二进制数字调制原理	180
7.1.1 二进制振幅键控	181
7.1.2 二进制频移键控	184
7.1.3 二进制相移键控	188
7.1.4 二进制差分相移键控	191
7.2 二进制数字调制系统的抗噪声性能	194
7.2.1 2ASK 系统的抗噪声性能	195
7.2.2 2FSK 系统的抗噪声性能	201
7.2.3 2PSK 和 2DPSK 系统的抗噪声性能	205
7.3 二进制数字调制系统的性能比较	212
7.4 多进制数字调制原理	213
7.4.1 多进制振幅键控	214
7.4.2 多进制频移键控	215
7.4.3 多进制相移键控	216
7.4.4 多进制差分相移键控	221
7.5 多进制数字调制系统的抗噪声性能	226
7.5.1 MASK 系统的抗噪声性能	226
7.5.2 MFSK 系统的抗噪声性能	228
7.5.3 MPSK 系统的抗噪声性能	232
7.5.4 MDPSK 系统的抗噪声性能	233
7.6 小结	234
思考题	234
习题	235
参考文献	237
第8章 新型数字带通调制技术	238
8.1 正交振幅调制	238

8.2	最小频移键控和高斯最小频移键控	241
8.2.1	正交 2FSK 信号的最小频率间隔	241
8.2.2	MSK 信号的基本原理	242
8.2.3	MSK 信号的产生和解调	247
8.2.4	MSK 信号的功率谱	249
8.2.5	MSK 信号的误码率性能	250
8.2.6	高斯最小频移键控	250
8.3	正交频分复用	251
8.3.1	概述	251
8.3.2	OFDM 的基本原理	252
8.3.3	OFDM 的实现	254
8.4	小结	257
	思考题	257
	习题	257
	参考文献	258
第 9 章	模拟信号的数字传输	259
9.1	引言	259
9.2	模拟信号的抽样	260
9.2.1	低通模拟信号的抽样定理	260
9.2.2	带通模拟信号的抽样定理	262
9.3	模拟脉冲调制	263
9.4	抽样信号的量化	265
9.4.1	量化原理	265
9.4.2	均匀量化	266
9.4.3	非均匀量化	268
9.5	脉冲编码调制	274
9.5.1	脉冲编码调制的基本原理	274
9.5.2	自然二进制码和折叠二进制码	275
9.5.3	电话信号的编译码器	277
9.5.4	PCM 系统中噪声的影响	279
9.6	差分脉冲编码调制	282
9.6.1	预测编码简介	282
9.6.2	差分脉冲编码调制原理及性能	283
9.7	增量调制	285
9.7.1	增量调制原理	285
9.7.2	增量调制系统中的量化噪声	286
9.8	时分复用和复接	288
9.8.1	基本概念	288
9.8.2	准同步数字体系	290

9.8.3 同步数字体系	292
9.9 小结	294
思考题	294
习题	295
参考文献	297
第10章 数字信号的最佳接收	298
10.1 数字信号的统计特性	298
10.2 数字信号的最佳接收	300
10.3 确知数字信号的最佳接收机	302
10.4 确知数字信号最佳接收的误码率	304
10.5 随相数字信号的最佳接收	308
10.6 起伏数字信号的最佳接收	309
10.7 实际接收机和最佳接收机的性能比较	311
10.8 数字信号的匹配滤波接收法	311
10.9 最佳基带传输系统	318
10.9.1 理想信道的最佳传输系统	319
10.9.2 非理想信道的最佳基带传输系统	322
10.10 小结	323
思考题	323
习题	324
参考文献	326
第11章 差错控制编码	327
11.1 概述	327
11.2 纠错编码的基本原理	330
11.3 纠错编码的性能	333
11.4 简单的实用编码	333
11.4.1 奇偶监督码	333
11.4.2 二维奇偶监督码	334
11.4.3 恒比码	334
11.4.4 正反码	334
11.5 线性分组码	335
11.6 循环码	340
11.6.1 循环码原理	340
11.6.2 循环码的编解码方法	345
11.6.3 截短循环码	347
11.6.4 BCH 码	347
11.6.5 RS 码	349
11.7 卷积码	349
11.7.1 卷积码的基本原理	350

11.7.2 卷积码的代数表述	351
11.7.3 卷积码的解码	355
11.8 Turbo 码	361
11.9 低密度奇偶校验码	364
11.10 网格编码调制	365
11.10.1 网格编码调制的基本概念	365
11.10.2 TCM 信号的产生	366
11.10.3 TCM 信号的解调	368
11.11 小结	369
思考题	370
习题	371
参考文献	373
第 12 章 正交编码与伪随机序列	374
12.1 正交编码	374
12.1.1 正交编码的基本概念	374
12.1.2 阿达玛矩阵	376
12.1.3 沃尔什函数和沃尔什矩阵	378
12.2 伪随机序列	379
12.2.1 基本概念	379
12.2.2 m 序列	379
12.2.3 其他伪随机序列简介	390
12.3 扩展频谱通信	393
12.4 伪随机序列的其他应用	396
12.5 小结	401
思考题	402
习题	403
参考文献	403
第 13 章 同步原理	404
13.1 概述	404
13.2 载波同步	405
13.2.1 有辅助导频 (pilot - aided) 时的载频提取 (carrier abstraction)	405
13.2.2 无辅助导频 (non - pilot aided) 时的载波提取	406
13.2.3 载波同步的性能	409
13.3 码元同步	412
13.3.1 外同步法	412
13.3.2 自同步法	412
13.3.3 码元同步误差对于误码率的影响	415
13.4 群同步	415
13.4.1 概述	415

13.4.2	集中插入法	416
13.4.3	分散插入法	418
13.4.4	群同步性能	420
13.4.5	起止式同步	421
13.4.6	自群同步	422
13.4.7	扩谱通信系统的同步	423
13.5	网同步	426
13.5.1	概述	426
13.5.2	开环法	428
13.5.3	闭环法	430
13.5.4	准同步传输系统复接的码速调整法	431
13.6	小结	434
	思考题	435
	习题	435
	参考文献	436
第14章	通信网	437
14.1	概述	437
14.2	电话网	438
14.2.1	电话网的结构	438
14.2.2	电话网中的交换	439
14.2.3	电话网中的信令	440
14.2.4	电话网的性能指标	442
14.3	数据通信网	443
14.3.1	概述	443
14.3.2	数据通信网的组成	444
14.3.3	开放系统互连参考模型	445
14.3.4	高级数据链路控制规程	448
14.3.5	局域网	449
14.3.6	ALOHA 网	452
14.4	综合业务数字网	457
14.4.1	窄带综合业务数字网	457
14.4.2	宽带综合业务数字网	458
14.5	移动通信网	461
14.5.1	概述	461
14.5.2	蜂窝网的小区划分和频率规划	462
14.5.3	蜂窝网的组成	463
14.5.4	第二代蜂窝网的体制	463
14.5.5	第三代蜂窝网	466
14.5.6	卫星移动通信网	466

14.6 小结.....	467
思考题.....	468
习题.....	469
参考文献.....	470
附录 A 巴塞伐尔定理.....	471
附录 B 误差函数值表.....	473
附录 C 贝塞尔函数值表.....	475
附录 D 式(7.5-18)和式(7.5-20)的推导	476
附录 E 带通模拟信号抽样定理的证明	478
附录 F A 律的推导	481
附录 G 式(10.4-1)的计算	483
附录 H 式(10.5-7)的推导	485
附录 I 伽罗华域 $GF(2^m)$	487
附录 J 英文缩写名词对照表	488
附录 K 部分习题答案.....	492

第1章 绪 论

通信按照传统的理解就是信息的传输。在当今高度信息化的社会,信息和通信已成为现代社会的“命脉”。信息作为一种资源,只有通过广泛地传播与交流,才能产生利用价值,促进社会成员之间的合作,推动社会生产力的发展,创造出巨大的经济效益。而通信作为传输信息的手段或方式,与传感技术、计算机技术相互融合,已成为21世纪国际社会和世界经济发展的强大推动力。可以预见,未来的通信对人们的生活方式和社区的发展将会产生更加重大和意义深远的影响。

本书讨论信息的传输、交换的基本原理以及通信网的组成,但侧重信息传输原理。为了使读者在学习各章内容之前,对通信和通信系统有一个初步的了解与认识,本章将概括介绍有关的基础知识,包括通信的基本概念、通信系统的组成、通信系统的分类与通信方式、信息及其度量以及通信系统主要性能指标。

1.1 通信的基本概念

通信的目的是传递消息中所包含的信息。消息是物质或精神状态的一种反映,在不同时期具有不同的表现形式。例如,话音、文字、音乐、数据、图片或活动图像等都是消息(message)。人们接收消息,关心的是消息中所包含的有效内容,即信息(information)。通信则是进行信息的时空转移,即把消息从一方传送到另一方。基于这种认识,“通信”也就是“信息传输”或“消息传输”。

实现通信的方式和手段很多,如手势、语言、旌旗、消息树、烽火台和击鼓传令,以及现代社会的电报、电话、广播、电视、遥控、遥测、因特网、数据和计算机通信等,这些都是消息传递的方式和信息交流的手段。

1837年莫尔斯发明的有线电报开创了利用电传递信息(即电信)的新时代;1876年贝尔发明的电话已成为我们日常生活中通信的主要工具;1918年,调幅无线电广播、超外差接收机问世;1936年,商业电视广播开播;……伴随着人类的文明、社会的进步和科学技术的发展,电信技术也是以一日千里的速度飞速发展。电信技术的不断进步导致人们对通信的质与量提出了更高的要求,这种要求反过来又促进了电信技术的完善和发展。如今,在自然科学领域涉及“通信”这一术语时,一般是指“电通信”。广义来讲,光通信也属于电通信,因为光也是一种电磁波。本书中讨论的通信均指电通信。

在电通信系统中,消息的传递是通过电信号来实现的。例如,莫尔斯电报是利用金属线连接的发报机和收报机,以点、划和空格的形式传送信息。由于电通信方式具有迅速、准确、可靠且不受时间、地点、距离限制的特点,因此,100多年来得到了飞速的发展和广泛的应用。今天,我们正亲眼目睹一个重大的发展成就,这就是包括话音、数据和视频传

输在内的个人通信业务的出现和应用,而通信卫星和光纤网络正为全世界提供高速通信业务。事实上,现代电信新世纪的曙光正在到来。

1.2 通信系统的组成

1.2.1 通信系统一般模型

通信的目的是传输信息。通信系统的作用就是将信息从信源发送到一个或多个目的地。对于电通信来说,首先要把消息转变成电信号,然后经过发送设备,将信号送入信道,在接收端利用接收设备对接收信号作相应的处理后,送给信宿再转换为原来的消息。这一过程可用图 1-1 所示的通信系统一般模型来概括。

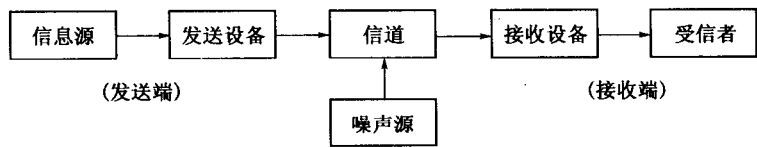


图 1-1 通信系统一般模型

图 1-1 中各部分的功能简述如下。

1. 信息源

信息源(简称信源)的作用是把各种消息转换成原始电信号。根据消息的种类不同,信源可分为模拟信源和数字信源。模拟信源输出连续的模拟信号,如话筒(声音→音频信号)、摄像机(图像→视频信号);数字信源则输出离散的数字信号,如电传机(键盘字符→数字信号)、计算机等各种数字终端。并且,模拟信源送出的信号经数字化处理后也可送出数字信号。

2. 发送设备

发送设备的作用是产生适合于在信道中传输的信号,即使发送信号的特性和信道特性相匹配,具有抗信道干扰的能力,并且具有足够的功率以满足远距离传输的需要。因此,发送设备涵盖的内容很多,可能包含变换、放大、滤波、编码、调制等过程。对于多路传输系统,发送设备中还包括多路复用器。

3. 信道

信道是一种物理媒质,用来将来自发送设备的信号传送到接收端。在无线信道中,信道可以是自由空间;在有线信道中,可以是明线、电缆和光纤。有线信道和无线信道均有多种物理媒质。信道既给信号以通路,也会对信号产生各种干扰和噪声。信道的固有特性及引入的干扰与噪声直接关系到通信的质量。

图 1-1 中的噪声源是信道中的噪声及分散在通信系统其他各处的噪声的集中表示。噪声通常是随机的,形式多样的,它的出现干扰了正常信号的传输。关于信道与噪声的问题将在第 4 章中讨论。

4. 接收设备

接收设备的功能是将信号放大和反变换(如译码、解调等),其目的是从受到减损的接

收信号中正确恢复出原始电信号。对于多路复用信号,接收设备中还包括解除多路复用,实现正确分路的功能。此外,它还要尽可能减小在传输过程中噪声与干扰所带来的影响。

5. 受信者

受信者(简称信宿)是传送消息的目的地,其功能与信源相反,即把原始电信号还原成相应的消息,如扬声器等。

图 1-1 概括地描述了一个通信系统的组成,反映了通信系统的共性。根据我们研究的对象以及所关注的问题不同,图 1-1 中的各方框的内容和作用将有所不同,因而相应会有不同形式的、更具体的通信模型。今后的讨论就是围绕着通信系统的模型而展开的。

1.2.2 模拟通信系统模型和数字通信系统模型

如前所述,通信传输的消息是多种多样的,可以是符号、语音、文字、数据、图像,等等。各种不同的消息可以分成两大类:一类称为连续消息;另一类称为离散消息。连续消息是指消息的状态连续变化或不可数的,如连续变化的语音、图像等;离散消息则是指消息的状态是可数的或离散的,如符号、数据等。

消息的传递是通过它的物理载体——电信号来实现的,即把消息寄托在电信号的某一参量上(如连续波的幅度、频率或相位;脉冲波的幅度、宽度或位置)。按信号参量的取值方式不同,可把信号分为两类:模拟信号和数字信号。如果电信号的参量取值连续(不可数、无穷多),则称之为模拟信号。例如,话筒送出的输出电压包含有语音信息,并在一定的取值范围内连续变化。模拟信号有时也称连续信号,这里连续的含义是指信号的某一参量连续变化,或者说在某一取值范围内可以取无穷多个值,而不一定在时间上也连续,如图 1-2 (b) 中所示的抽样信号。

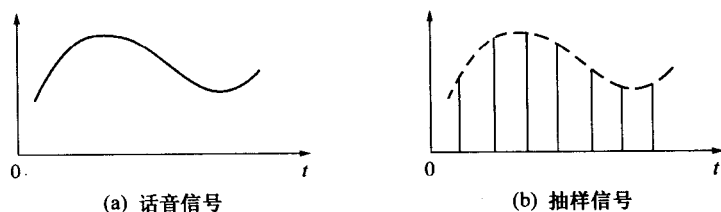


图 1-2 模拟信号

如果电信号的参量仅可能取有限个值,则称之为数字信号。如电报信号、计算机输入/输出信号、PCM 信号等。数字信号有时也称离散信号,这个离散是指信号的某一参量是离散变化的,而不一定在时间上也离散,如图 1-3 (b) 中所示的二进制数字调相(2PSK)信号。

通常,按照信道中传输的是模拟信号还是数字信号,相应地把通信系统分为模拟通信系统和数字通信系统。

1. 模拟通信系统模型

模拟通信系统是利用模拟信号来传递信息的通信系统,其模型如图 1-4 所示,其中包含两种重要变换。第一种变换是,在发送端把连续消息变换成原始电信号,在接收端进行相反的变换,这种变换由信源和信宿来完成。这里所说的原始电信号通常称为基带信号,基带的含义是指信号的频谱从零频附近开始,如语音信号的频率范围为 300Hz ~

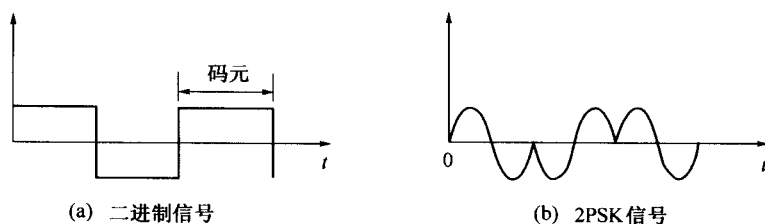


图 1-3 数字信号

3400Hz, 图像信号的频率范围为 $0 \sim 6\text{MHz}$ 。有些信道可以直接传输基带信号, 而以自由空间作为信道的无线电传输却无法直接传输这些信号。因此, 模拟通信系统中常常需要进行第二种变换: 把基带信号变换成适合在信道中传输的信号, 并在接收端进行反变换。完成这种变换和反变换的通常是调制器和解调器。经过调制以后的信号称为已调信号, 它应有两个基本特征: 一是携带有信息; 二是适应在信道中传输。由于已调信号的频谱通常具有带通形式, 因而已调信号又称带通信号(也称为频带信号)。

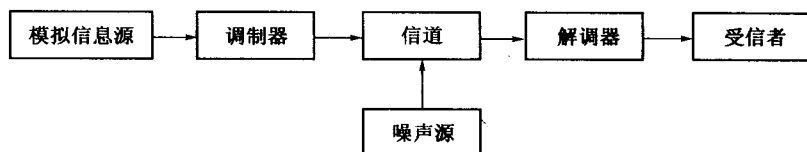


图 1-4 模拟通信系统模型

应该指出, 除了上述的两种变换, 实际通信系统中可能还有滤波、放大、天线辐射等过程。由于上述两种变换起主要作用, 而其他过程不会使信号发生质的变化, 只是对信号进行放大和改善信号特性等, 在通信系统模型中一般被认为是理想的而不予讨论。因此, 本书中关于模拟通信系统的研究重点是: 调制与解调原理以及噪声对信号传输的影响(详见第 5 章)。

2. 数字通信系统模型

数字通信系统(Digital Communication System, DCS)是利用数字信号来传递信息的通信系统, 如图 1-5 所示。数字通信涉及的技术问题很多, 其中主要有信源编码与译码、信道编码与译码、数字调制与解调、同步以及加密与解密等。

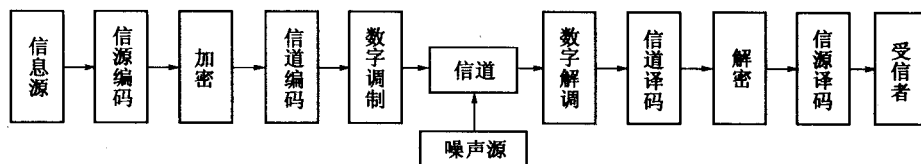


图 1-5 数字通信系统模型

1) 信源编码与译码

信源编码有两个基本功能: 一是提高信息传输的有效性, 即通过某种数据压缩技术设法减少码元数目和降低码元速率。码元速率决定传输所占的带宽, 而传输带宽反映了通信的有效性。二是完成模/数(A/D)转换, 即当信息源给出的是模拟信号时, 信源编码器