



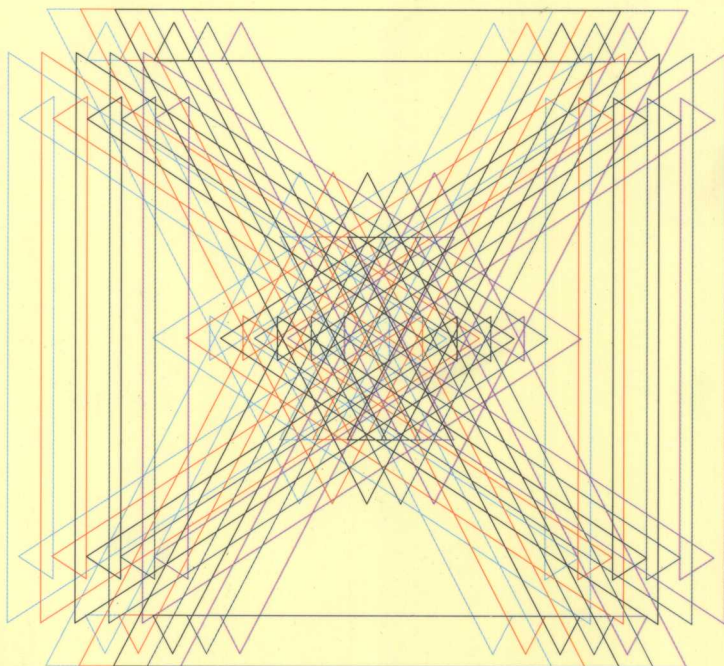
普通高等教育国家级精品教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

通信原理

(第6版)

精简本

■ 樊昌信 曹丽娜 编著 ■



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等教育国家级精品教材
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

通信原理 (第6版)

精简本

樊昌信 曹丽娜 编著



国防工业出版社

(北京)

发行所: (010) 68414374

发行所: (010) 68414374

发行所: (010) 68414374

发行所: (010) 68414374

图书在版编目 (CIP) 数据

通信原理: 精简本 / 樊昌信, 曹丽娜编著. —6 版. —北京: 国防工业出版社, 2008. 6
普通高等教育国家级精品教材
普通高等院校“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-118-05553-5

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 (2008) 第 004994 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 24½ 字数 562 千字

2008 年 6 月第 6 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 38.00 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版精简本前言

《通信原理》自1980年第1版发行起,作为全国高等学校工科电子类统编教材,每5年修订一次,至今已经发行到第6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版发行后,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。本书第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。2006年修订的第6版被教育部列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材;2007年被教育部列为普通高等教育国家级精品教材。

为了适应当前通信技术进步和教学需要,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兴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,特别是教师的深入需求。

为了适应部分院校教学的需求,现又编写出版了《通信原理(第6版)精简本》。精简本的章节安排和《通信原理(第6版)》一样,只是删去了第12章正交编码与伪随机序列和第14章通信网。另外,对于其他章节也作了不少删节,精简了内容,减少了全书篇幅。适合课时少的院校学生学习。本书内容可以分为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。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12章)讨论数字通信中的编码和同步等技术。

本书第1章和第3章以及第5章、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12章由樊昌信教授编写。全

书最后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(请与出版社责任编辑王华联系)。本书的习题解答见曹丽娜、樊昌信编著《通信原理(第6版)学习辅导与考研指导》,国防工业出版社,2007年8月。

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。编者和责任编辑的电子函件地址如下:

樊昌信: chxfan@xidian.edu.cn

曹丽娜: ccllna@sohu.com

王华: wanghua6956@163.com

(若来函请注明真实姓名、单位、职务、电话和通信地址)

编者

2007年12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 周期信号的傅里叶级数	18
2.2.2 非周期信号的傅里叶变换	18
2.2.3 信号的能量谱密度和功率谱密度	20
2.3 确知信号的时域性质	21
2.3.1 互相关函数和自相关函数	21
2.3.2 互相关函数的性质	21
2.3.3 互相关系数	22
2.3.4 自相关函数的性质	22
2.3.5 相关函数与谱密度的关系	22
2.4 小结	23
思考题	23
习题	23
第3章 随机过程	25
3.1 随机过程的基本概念	25

3.1.1	随机过程的分布函数	26
3.1.2	随机过程的数字特征	27
3.2	平稳随机过程	28
3.2.1	定义	28
3.2.2	各态历经性	29
3.2.3	平稳过程的自相关函数	31
3.2.4	平稳过程的功率谱密度	31
3.3	高斯随机过程	33
3.3.1	定义	33
3.3.2	重要性质	34
3.3.3	高斯随机变量	34
3.4	平稳随机过程通过线性系统	36
3.5	窄带随机过程	38
3.5.1	$\xi_c(t)$ 和 $\xi_s(t)$ 的统计特性	39
3.5.2	$a_\xi(t)$ 和 $\varphi_\xi(t)$ 的统计特性	41
3.6	正弦波加窄带高斯噪声	42
3.7	高斯白噪声和带限白噪声	45
3.8	小结	48
	思考题	49
	习题	50
第4章	信道	53
4.1	无线信道	53
4.2	有线信道	57
4.3	信道的数学模型	59
4.3.1	调制信道模型	59
4.3.2	编码信道模型	60
4.4	信道特性对信号传输的影响	61
4.4.1	恒参信道特性对信号传输的影响	61
4.4.2	随参信道特性对信号传输的影响	62
4.5	信道中的噪声	65
4.6	信道容量	67
4.6.1	离散信道容量	67
4.6.2	连续信道容量	69
4.7	小结	70
	思考题	71
	习题	72
	参考文献	72

第5章 模拟调制系统	73
5.1 幅度调制(线性调制)的原理	73
5.1.1 调幅	74
5.1.2 双边带调制	76
5.1.3 单边带调制	76
5.1.4 残留边带调制	79
5.1.5 相干解调与包络检波	81
5.2 线性调制系统的抗噪声性能	82
5.2.1 分析模型	82
5.2.2 DSB 调制系统的性能	83
5.2.3 SSB 调制系统的性能	85
5.2.4 AM 包络检波的性能	86
5.3 非线性调制(角度调制)原理	89
5.3.1 角度调制的基本概念	89
5.3.2 窄带调频	91
5.3.3 宽带调频	93
5.3.4 调频信号的产生与解调	96
5.4 调频系统的抗噪声性能	99
5.4.1 输入信噪比	99
5.4.2 大信噪比时的解调增益	100
5.4.3 小信噪比时的门限效应	102
5.4.4 预加重和去加重	103
5.5 各种模拟调制系统的比较	104
5.6 频分复用	106
5.7 小结	107
思考题	108
习题	109
参考文献	112
第6章 数字基带传输系统	113
6.1 数字基带信号及其频谱特性	113
6.1.1 数字基带信号	113
6.1.2 基带信号的频谱特性	115
6.2 基带传输的常用码型	122
6.2.1 传输码的码型选择原则	122
6.2.2 几种常用的传输码型	122
6.3 数字基带信号传输与码间串扰	125
6.3.1 数字基带信号传输系统的组成	125

6.3.2	数字基带信号传输的定量分析	127
6.4	无码间串扰的基带传输特性	128
6.4.1	消除码间串扰的基本思想	128
6.4.2	无码间串扰的条件	129
6.4.3	无码间串扰的传输特性的设计	131
6.5	基带传输系统的抗噪声性能	134
6.6	眼图	137
6.7	部分响应和时域均衡	138
6.7.1	部分响应系统	139
6.7.2	时域均衡	144
6.8	小结	153
	思考题	154
	习题	155
	参考文献	159
第7章	数字带通传输系统	160
7.1	二进制数字调制原理	160
7.1.1	二进制振幅键控	161
7.1.2	二进制频移键控	164
7.1.3	二进制相移键控	168
7.1.4	二进制差分相移键控	171
7.2	二进制数字调制系统的抗噪声性能	174
7.2.1	2ASK 系统的抗噪声性能	175
7.2.2	2FSK 系统的抗噪声性能	181
7.2.3	2PSK 和 2DPSK 系统的抗噪声性能	185
7.3	二进制数字调制系统的性能比较	192
7.4	多进制数字调制原理	193
7.4.1	多进制振幅键控	194
7.4.2	多进制频移键控	195
7.4.3	多进制相移键控	196
7.4.4	多进制差分相移键控	200
7.5	多进制数字调制系统的抗噪声性能	205
7.5.1	MASK 系统的抗噪声性能	205
7.5.2	MFSK 系统的抗噪声性能	207
7.5.3	MPSK 系统的抗噪声性能	210
7.5.4	MDPSK 系统的抗噪声性能	212
7.6	小结	212
	思考题	213

习题	213
参考文献	216
第 8 章 新型数字带通调制技术	217
8.1 正交振幅调制	217
8.2 最小频移键控和高斯最小频移键控	220
8.2.1 正交 2FSK 信号的最小频率间隔	220
8.2.2 MSK 信号的基本原理	221
8.2.3 MSK 信号的产生和解调	226
8.2.4 MSK 信号的功率谱	228
8.2.5 MSK 信号的误码率性能	229
8.2.6 高斯最小频移键控	229
8.3 正交频分复用	230
8.3.1 概述	230
8.3.2 OFDM 的基本原理	231
8.3.3 OFDM 的实现	233
8.4 小结	236
思考题	236
习题	236
参考文献	237
第 9 章 模拟信号的数字传输	238
9.1 引言	238
9.2 模拟信号的抽样	239
9.2.1 低通模拟信号的抽样定理	239
9.2.2 带通模拟信号的抽样定理	241
9.3 模拟脉冲调制	242
9.4 抽样信号的量化	244
9.4.1 量化原理	244
9.4.2 均匀量化	245
9.4.3 非均匀量化	247
9.5 脉冲编码调制	253
9.5.1 脉冲编码调制的基本原理	253
9.5.2 自然二进制码和折叠二进制码	255
9.5.3 电话信号的编译码器	256
9.5.4 PCM 系统中噪声的影响	258
9.6 差分脉冲编码调制	261
9.6.1 预测编码简介	261
9.6.2 差分脉冲编码调制原理及性能	262

9.7 增量调制	264
9.7.1 增量调制原理	264
9.7.2 增量调制系统中的量化噪声	265
9.8 时分复用和复接	267
9.8.1 基本概念	267
9.8.2 准同步数字体系	269
9.8.3 同步数字体系	271
9.9 小结	272
思考题	272
习题	273
参考文献	275
第10章 数字信号的最佳接收	277
10.1 数字信号的统计特性	277
10.2 数字信号的最佳接收	279
10.3 确知数字信号的最佳接收机	281
10.4 确知数字信号最佳接收的误码率	283
10.5 随相数字信号的最佳接收	287
10.6 起伏数字信号的最佳接收	288
10.7 实际接收机和最佳接收机的性能比较	289
10.8 数字信号的匹配滤波接收法	290
10.9 最佳基带传输系统	297
10.9.1 理想信道的最佳传输系统	297
10.9.2 非理想信道的最佳基带传输系统	300
10.10 小结	301
思考题	302
习题	302
参考文献	304
第11章 差错控制编码	305
11.1 概述	305
11.2 纠错编码的基本原理	308
11.3 常用的简单编码	311
11.3.1 奇偶监督码	311
11.3.2 二维奇偶监督码	311
11.3.3 恒比码	312
11.3.4 正反码	312
11.4 线性分组码	313
11.5 循环码	318

11.5.1	循环码原理	318
11.5.2	循环码的编解码方法	323
11.5.3	截短循环码	324
11.5.4	BCH 码	325
11.5.5	RS 码	326
11.6	卷积码	327
11.6.1	卷积码的基本原理	327
11.6.2	卷积码的代数表述	329
11.6.3	卷积码的解码	333
11.7	Turbo 码	340
11.8	小结	342
	思考题	343
	习题	344
	参考文献	346
第 12 章	同步原理	347
12.1	概述	347
12.2	载波同步	348
12.2.1	有辅助导频时的载频提取	348
12.2.2	无辅助导频时的载波提取	349
12.2.3	载波同步的性能	352
12.3	码元同步	353
12.3.1	外同步法	354
12.3.2	自同步法	354
12.4	群同步	357
12.4.1	概述	357
12.4.2	集中插入法	358
12.4.3	分散插入法	360
12.4.4	群同步性能	362
12.4.5	起止式同步	363
12.5	小结	363
	思考题	364
	习题	365
	参考文献	365
附录 A	误差函数值表	366
附录 B	贝塞尔函数值表	368
附录 C	伽罗华域 $GF(2^m)$	369
附录 D	英文缩写名词对照表	370
附录 E	部分习题答案	374

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會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、分类和通信方式,信息的度量以及评价通信系统性能的指标。

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。

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,然后由发送设备将信号送入信道,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。这一过程可用如图 1-1 所示的通信系统模型来概括。

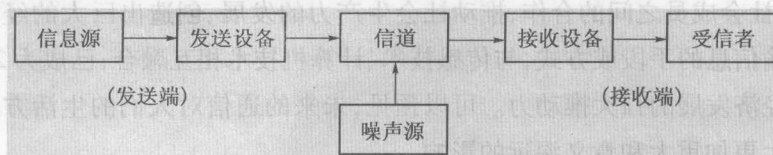


图 1-1 通信系统一般模型

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,用于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噪声的集中表示。噪声通常是随机的,形式多样,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 模型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

1. 模拟信号和数字信号

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。

模拟信号——信号的参量取值是连续(不可数、无穷多)的,如语音信号、图像信号等。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。

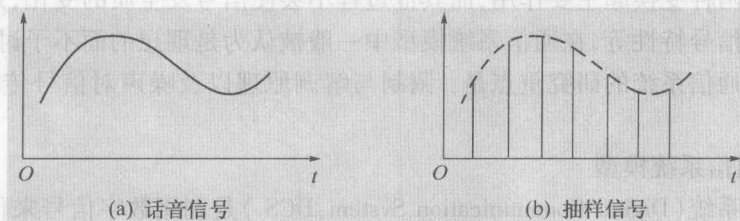


图 1-2 模拟信号

数字信号——信号的参量取值是可数的、有限的,如电报信号、计算机输出信号、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。

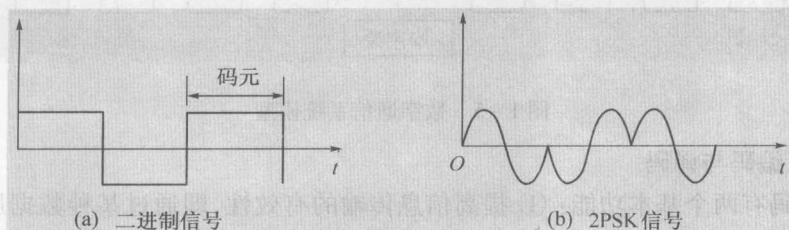


图 1-3 数字信号

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。

2. 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,如话音信号的频率范围为 $300\text{Hz} \sim 3400\text{Hz}$,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)。

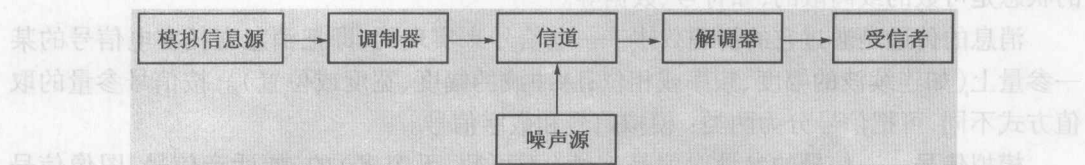


图 1-4 模拟通信系统模型

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)。

3. 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、数字复接、同步以及加密与解密等。

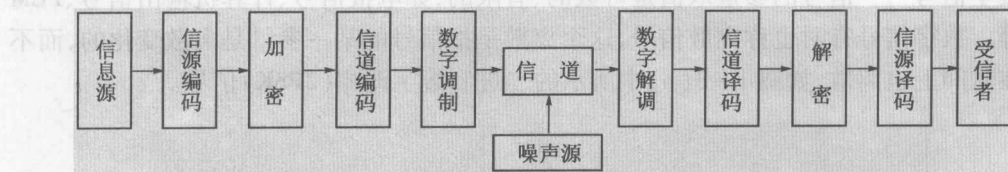


图 1-5 数字通信系统模型

1) 信源编码与译码

信源编码有两个基本功能:① 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。② 完成模/数(A/D)转换,即当信息源给出的是模拟信号时,信源编码器将

其转换成数字信号,以实现模拟信号的数字化传输(详见第9章)。信源译码是信源编码的逆过程。

2) 信道编码与译码

信道编码的目的是增强数字信号的抗干扰能力。数字信号在信道传输时受到噪声等影响后将会引起差错。为了减小差错,信道编码器对传输的信息码元按一定的规则加入保护成分(监督元),组成所谓“抗干扰编码”。接收端的信道译码器按相应的逆规则进行解码,从中发现错误或纠正错误,提高通信系统的可靠性。

3) 加密与解密

在需要实现保密通信的场合,为了保证所传信息的安全,人为地将被传输的数字序列扰乱,即加上密码,这种处理过程叫加密。在接收端利用与发送端相同的密码复制品对收到的数字序列进行解密,恢复原来信息。

4) 数字调制与解调

数字调制就是把数字基带信号的频谱搬移到高频处,形成适合在信道中传输的带通信号。基本的数字调制方式有振幅键控(ASK)、频移键控(FSK)、绝对相移键控(PSK)、相对(差分)相移键控(DPSK)。在接收端可以采用相干解调或非相干解调还原数字基带信号。对高斯噪声下的信号检测,一般用相关器或匹配滤波器来实现。数字调制是本教材的重点内容之一,将分别在第7章和第8章中讨论。

5) 同步

同步是使收发两端的信号在时间上保持步调一致,是保证数字通信系统有序、准确、可靠工作的前提条件。按照同步的功用不同,分为载波同步、位同步、群(帧)同步和网同步。这些问题将集中在第12章中讨论。

需要说明的是,图1-5是数字通信系统的一般化模型,实际的数字通信系统不一定包括图中的所有环节,例如数字基带传输系统(详见第6章)中,无需调制和解调;有的环节,由于分散在各处,图1-5中也没有画出,例如同步。

此外,模拟信号经过数字编码后可以在数字通信系统中传输,数字电话系统就是以数字方式传输模拟话音信号的例子。当然,数字信号也可以通过传统的电话网来传输,但需使用调制解调器(Modem)。

1.2.3 数字通信的特点

目前,无论是模拟通信还是数字通信,在不同的通信业务中都得到了广泛的应用。但是,数字通信的发展速度已明显超过模拟通信,成为当代通信技术的主流。与模拟通信相比,数字通信具有以下一些优点。

(1) 抗干扰能力强,且噪声不积累。数字通信系统中传输的是离散取值的数字波形,接收端的目标不是精确地还原被传输的波形,而是从受到噪声干扰的信号中判决出发端所发送的是哪一个波形。以二进制为例,信号的取值只有两个,这时要求在接收端能正确判决发送的是两个状态中的那一个即可。在远距离传输时,如微波中继通信,各中继站可利用数字通信特有的抽样判决再生的接收方式,使数字信号再生且噪声不积累。而模拟通信系统中传输的是连续变化的模拟信号,它要求接收机能够高度保真地重现信号波形,一旦信号叠加上噪声后,即使噪声很小,也很难消除它。