

高等学校应用型通信技术系列教材

数字通信

张建超 李斯伟 邓毅华 编著



清华大学出版社

高等学校应用型通信技术系列教材

数字通信

张建超 李斯伟 邓毅华 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书内容紧紧围绕当今数字通信系统及其发展,涵盖所需的数字通信知识,内容全面,系统性强。全书分为9章,内容包括数字通信概论、信号与通信信道、信源编码、数字信号的基带传输、信道编码(差错控制编码)、信道复用与多址技术、数字信号的调制传输、定时与同步以及数字通信系统 SystemVue 仿真实验。

本书内容按数字通信系统的发送顺序排序。书中的通信理论部分以“必需、够用”为度,力求做到浅显易懂,减少不必要的数学推导和计算。本书注重理论与应用相结合,注重数字通信技术在实际数字通信系统中的应用,注意引入新技术知识和新的数字通信系统,给出应用实例,并配有丰富的图表和习题,以及帮助读者学习的特色栏目,满足不同层次读者的阅读需要。

本书可作为高职高专电子信息、通信技术等专业相关课程的教学用书,也可供广大工程技术人员阅读参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数字通信/张建超,李斯伟,邓毅华编著. —北京:清华大学出版社,2012.4

(高等学校应用型通信技术系列教材)

ISBN 978-7-302-28173-3

I. ①数… II. ①张… ②李… ③邓… III. ①数据通信—高等学校—教材 IV. ①TN919

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 034770 号

责任编辑:刘 青

封面设计:傅瑞学

责任校对:袁 芳

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795764

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市兴旺装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21 字 数:504 千字

版 次:2012 年 4 月第 1 版 印 次:2012 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:42.00 元

产品编号:043133-01

随着我国国民经济的持续增长,信息化的全面推进,通信产业实现了跨越式发展。在未来几年内,通信技术的创新将为通信产业的良性、可持续发展注入新的活力。市场、业务、技术等持续拉动,法制建设的不断深化,这些也都为通信产业创造了良好的发展环境。

通信产业的持续快速发展,有力地推动了我国信息化水平的不断提高和信息技术的广泛应用,同时刺激了市场需求和人才需求。通信业务量的持续增长和新业务的开通,通信网络融合及下一代网络的应用,新型通信终端设备的市场开发与应用等,对生产制造、技术支持和营销服务等岗位的应用型高技能人才在新技术适应能力上也提出了新的要求。为了培养适应现代通信技术发展的应用型、技术型高级专业人才,高等学校通信技术专业的教学改革和教材建设就显得尤为重要。为此,清华大学出版社组织了国内近 20 所优秀的高职高专院校,在认真分析、讨论国内通信技术的发展现状,从业人员应具备的行业知识体系与实践能力,以及对通信技术人才教育教学的要求等前提下,成立了系列教材编审委员会,研究和规划通信技术系列教材的出版。编审委员会根据教育部最新文件政策,以充分体现应用型人才培养目标为原则,对教材体系进行规划,同时对系列教材选题进行评审,并推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。本系列教材涵盖了专业基础课、专业课,同时加强实训、实验环节,对部分重点课程将加强教学资源建设,以更贴近教学实际,更好地服务于院校教学。

教材的建设是一项艰巨、复杂的任务,出版高质量的教材一直是我们的宗旨。随着通信技术的不断进步和更新,教学改革的不深入,新的课程和新的模式也将不断涌现,我们将密切关注技术和教学的发展,及时对教材体系进行完善和补充,吸纳优秀和特色教材,以满足教学需要。欢迎专家、教师对我们的教材出版提出宝贵意见,并积极参加教材的建设。

清华大学出版社

数字通信技术是现代电子信息技术的重要领域。特别是在现代社会中,人类生活所需要的各种信息,主要依靠数字通信技术及其设施来处理、存储和传输,数字通信技术已构成覆盖全球的通信网络,是现代社会的神经系统。

数字通信是一门理论性和实践性都很强的课程。学生不但要掌握数字通信系统的基本原理和基本分析方法,还应深刻理解数字通信系统重要的概念并牢记重要的结论。数字通信涵盖的通信技术相当广泛,其传输介质既包括有线传输介质,又包括无线传输介质,因而形成了各种数字通信系统。这些数字通信系统包括数字固定电话通信系统、数字光纤通信系统、数字微波通信系统、数字移动通信系统和数字卫星通信系统。这些系统由于应用不同,所以具有不同的特点。但不论什么样的数字通信系统,它们都具有共性。本书以现代数字通信系统为背景,从数字通信系统的共性出发,系统地介绍数字通信系统的基本概念、基本理论和相关技术。

全书以数字通信系统为主线,共分为9章。第1章从系统出发,先给出数字通信系统的通用模型,并详细说明各部分的作用。第2章将“数字通信系统”中涉及的数学定义、公式和理论集中在一起,不追求数学上的严密性,使读者将物理上的直观和理论上的系统很好地结合。第2章到第8章,每章都以数字通信系统的通用模型的框图开始,框图中加实线框的部分就对应于该章的主题。从信源编码、信道编码、多路复用、频带调制、扩频、多址接入及同步等按发送次序的框图结构(与接收过程相反),读者学习完这些内容后能对数字通信系统建立起总体上的概念。第9章介绍了动态仿真软件 SystemVue 的使用及数字通信系统 SystemVue 软件仿真的实验项目,目的是学习一种通过软件方法高效地完成硬件设计的计算机辅助技术。

本书侧重于数字通信系统,突出概念的物理意义和重要结论,不强调电路的细节和数学分析等内容。在内容的处理上,本书强调物理概念,用直观的图解方法解释物理问题。对于重点和难点问题,均给出应用示例,通过示例说明数字通信系统的基本原理与实际应用的关系,并通过具体的应用加深对基本概念和基本原理的理解,理论知识紧密联系实际。本书是按数字通信系统的系统结构顺序(发送/接收顺序)编排的,篇幅较

大,可以为数字通信系统原理的讲授提供较大的灵活性。教师可以根据教学时数选择章节,执行灵活的课程教学方案。

此外,本书在表现形式上还有如下特点。

(1) 在每章开始的部分,都列出了学习重点,即必须掌握的学习内容。

(2) 设计了“提示”、“注意”、“补充知识”、“指点迷津”等带有明显标记的栏目,目的是使读者在学习过程中得到更多有益的提示和帮助。

本书由张建超担任主编,并编写第1、3、5章和附录的英文缩略语部分,李斯伟编写第2、4、7、9章,邓毅华编写第6、8章。

为便于教学,本书配有电子课件和习题答案,可登录清华大学出版社网站下载。

由于时间仓促,书中难免存在不妥之处,恳请读者提出宝贵意见。

编 者

2011年12月

如何学好“数字通信”

“数字通信”作为高校通信类专业的核心课程(有的院校开设“通信原理”),在通信专业的学习中占有极其重要的地位。“数字通信”要求从模块级、系统级的层次上,深刻理解通信系统的基本概念和基本理论,熟练掌握分析和设计数字通信系统的基本方法,培养在系统级层次上分析和解决问题的能力,以及掌握现代通信方面不断涌现的新理论和新技术的能力。学习“数字通信”最好的方法就是采用轻松愉快的方式学习数字通信知识,并在学习知识过程中,学习“掌握数字通信知识的方法”。

一、“数字通信”课程的地位与作用

有人曾打比方说,如果把通信工程的整个知识结构比作一棵大树,“数字通信”就是这棵大树的主干,它是在诸如高等数学、工程数学、电路分析、模拟电子线路、数字电子线路等课程的基础上,撑起了通信工程专业的“树冠”,而后续的专业课课程是这棵树上结出的果实。因此,在通信专业的知识框架中,“数字通信”课程是平台课程,起着承上启下的重要作用。也正因为此,绝大部分的高校都将此课程作为通信专业研究生入学考试的课程,通过考核来确定考生是否具备了在通信专业继续学习的能力。

二、“数字通信”课程的特点

“数字通信”课程作为高校通信类专业的专业基础课,有其自身的一些特点,主要表现在以下 3 个方面。

1. 理论性

“数字通信”有很强的理论性,最直接的表现就是有大量、严密的数学推导和公式,而且分析推导的方法往往从时域和频域同时展开。因此,要求我们从时域和频域两个侧面全面准确地理解信号,掌握系统处理的特点和结果。这些都充分体现了它作为基础课的特点。因此,为了真正弄懂通信系统的原理和分析方法,在学习时必须静下心来,细心体会得到的结论,要想灵活运用结论和公式,就要像学习基础课一样,进行一些必要的练习,认真对待每一道习题。数字通信的另一大特点就是数字通信系统的工作原理和物理量,它们都有明确的物理意义,在学习过程中必须仔细体会、深刻理解。例如著名的香农公式 $C = B \log_2(1 + S/N)$,不能只停

留在简单地记忆,还应知道这个公式中有哪些物理量,公式中的 C 、 B 、 S/N 有何物理意义,它们是如何相互联系、相互作用的,公式运用需要什么条件,能得出什么结论,如何应用这个公式等。

一般来说,原理一旦上升为理论,常常伴随许多繁杂的数学推导,很简单的本质反而被一大堆数学式子所淹没,因此数字通信让许多初学者望而生畏。其实非常复杂的公式背后可能隐藏了简单的道理。因此,初学者一定要弄清楚公式的物理意义。

2. 系统性

学习数字通信一定要从通信系统的角度来分析和研究问题,它不同于电子线路课程,像电子线路可能只是实现一个局部的功能,而数字通信系统往往却是某一种点对点的完整通信系统,这是它衔接专业课的特点之一。因此,希望读者能认真研读第 1 章的内容,这一章就像我们去一个陌生城市的总地图,就是要建立一个全局的观念。数字通信系统就是一条数字线路地图,支线是数字信号的基带传输(第 4 章)和数字信号的频带传输(第 7 章)。而信源编码、信道编码、模拟信号数字化传输、信道复用以及定时同步等都是通信系统中的核心概念和关键技术,它们是数字通信的精华和关键所在。因此,在学习每一章时只要理顺一张张地图,就会做到一图在手,心中有数,学会把书从厚读薄。

3. 实践性

数字通信的第三个特点就是它的实践性,许多现象都可以通过实践项目进行观察和分析,使用的主要仪器就是数字存储示波器和频谱分析仪。通过实际观察到的波形,与理论数据进行对比分析,加深对数字通信的基本概念及基本原理的理解。

三、“数字通信”学习策略

前面我们提到,数字通信是对通信系统的模块级、系统级的学习。因此,抓住系统的模块框图就是抓住了通信系统的思路,依据具体模块框图可以数学地描述信号从发端信源、处理(编码或调制)、传输、逆处理(解码或解调)到信宿的全过程,这其中既包括时域的描述,又包括频域的描述,而且依据具体模块框图能画出信号在各点的波形和频谱;依据具体模块框图还可以分析系统的性能,例如求解信噪比或误码率。因此,对于具体的通信系统来说,模块框图就是纲,纲举才能目张,只要抓住了这个关键,再加上相应的数学表达式,其他的问题就会迎刃而解。另外,提供一个强化公式物理意义理解的小方法:每当一个公式摆在你面前时,试着用最准确、最完整、最科学的语言去描述它。

四、“数字通信”与通信技术之间的内在联系

数字通信是学习通信新理论、新技术的基础,那么数字通信课程的相关内容一定与通信技术有着密切的联系。表 0-1 给出了数字通信与通信技术之间的内在联系。

表 0-1 数字通信与通信技术之间的内在联系

章节	章节名称	核心内容	与通信技术学习的联系	备注
第 1 章	数字通信概论	通信系统模型 数字通信的概念与特点 数字通信系统模型 数字通信系统的性能指标	通信系统模型的建立是学习各种通信系统与通信技术的基础	全国高等教育自学考试内容

续表

章节	章节名称	核心内容	与通信技术学习的联系	备注
第2章	信号与通信信道	信号的频谱分析 通信信道的传输特性 香农定理	提供了通信信号的分析方法	
第3章	信源编码	信源编码的概念 脉冲编码调制(PCM)	各种模拟信号数字化传输的基础	全国高等教育自学考试内容
第4章	数字信号的基带传输	数字基带信号及其码型 码间串扰 基带信号的再生中继传输 时域均衡 加扰与解扰	光纤通信技术 移动通信技术	全国高等教育自学考试内容
第5章	信道编码(差错控制编码)	奇偶校验码 汉明码、循环码 卷积码、交织编码	数据通信技术 移动通信技术(2G、3G)	
第6章	信道复用与多址技术	频分复用与时分复用 多址通信	程控交换技术 光纤通信技术 移动通信技术(2G、3G)	全国高等教育自学考试内容
第7章	数字信号的调制传输	ASK、FSK 与 PSK QAM、MSK、OFDM	数据通信技术 移动通信技术(2G、3G)	
第8章	定时与同步	载波同步、位同步、帧同步、网同步	数据通信技术 光纤通信技术	
第9章	数字通信系统 SystemVue 仿真实验	SystemVue 仿真软件使用	仿真通信系统(含通信信道模型仿真)	

第 1 章 数字通信概论	1
1.1 通信的概念和通信系统的一般模型	1
1.1.1 通信系统模型	2
1.1.2 通信系统的分类和通信方式	4
1.1.3 主要通信资源	7
1.2 数字通信与数字通信系统	8
1.2.1 数字通信	8
1.2.2 数字通信系统	10
1.3 数字通信系统的主要性能	12
1.3.1 基本术语	12
1.3.2 有效性指标(速率问题)	14
1.3.3 可靠性指标(质量问题)	16
1.4 数字通信与计算机技术	17
1.4.1 数字通信与数据通信	17
1.4.2 数字通信系统与计算机技术	18
1.5 本书的范围与结构	19
本章小结	19
习题	21
第 2 章 信号与通信信道	22
2.1 消息、信号与信息	23
2.1.1 消息与信号	23
2.1.2 信号的分类与特性	23
2.1.3 信息与信息量	27
2.2 信号的频谱分析基础	29
2.2.1 信号如何承载信息	29
2.2.2 信号的时域特性与频域特性	29
2.2.3 周期信号(非正弦)的傅里叶级数及频谱	32
2.2.4 非周期信号的频谱	39
2.2.5 相关	43
2.3 随机过程的基本概念	44
2.3.1 随机过程的概念	44

2.3.2 随机过程的统计特性	45
2.4 通信信道	47
2.4.1 信道的物理特性	47
2.4.2 信道容量(香农定理)	50
2.4.3 传输损耗	51
2.4.4 恒参信道的特性及其对信号传输的影响	55
2.4.5 变参信道的特性及其对信号传输的影响	57
2.5 通信中各种带宽的定义	61
本章小结	63
习题	66
第3章 信源编码	69
3.1 信源编码概述	70
3.1.1 信源与信源编码	70
3.1.2 模拟信号数字化传输方法概要	70
3.2 脉冲编码调制(PCM)	71
3.2.1 脉冲振幅调制与脉冲编码调制	71
3.2.2 信号的抽样	72
3.2.3 量化	82
3.2.4 编码和译码	89
3.3 增量调制(ΔM)	96
3.3.1 简单增量调制	96
3.3.2 过载特性与动态范围	98
3.3.3 PCM 与 ΔM 系统的性能比较	100
3.3.4 改进型增量调制	100
3.4 自适应差分脉冲编码调制(ADPCM)	101
3.4.1 自适应量化	102
3.4.2 自适应预测	102
本章小结	103
习题	104
第4章 数字信号的基带传输	107
4.1 数字基带信号及其码型	107
4.1.1 数字基带信号	108
4.1.2 二进制数字信息的波形表示	108
4.1.3 数字基带信号码型选择要求	109
4.1.4 数字基带信号的常用码型	109
4.2 数字基带传输系统	114
4.2.1 系统模型	114
4.2.2 无码间干扰的条件	116
4.2.3 常见的无码间干扰数字基带系统	118

4.3	数字基带信号的再生中继传输	125
4.3.1	再生中继系统	125
4.3.2	再生中继器	126
4.3.3	再生中继传输的性能分析	127
4.4	基带传输系统测量工具——眼图	129
4.5	时域均衡	131
4.5.1	时域均衡概述	131
4.5.2	横向滤波器消除码间串扰工作原理	133
4.5.3	横向滤波器的度量标准	134
4.6	扰码与解扰	134
4.6.1	数字序列的扰码与解扰	134
4.6.2	扰码器的基本原理与一般结构	136
4.7	典型的数字基带传输系统	139
	本章小结	140
	习题	141
第5章	信道编码(差错控制编码)	145
5.1	信道编码基本概念	145
5.1.1	差错控制编码概念	146
5.1.2	差错控制的基本方式	146
5.1.3	差错控制编码分类	147
5.1.4	差错控制编码基本原理	148
5.2	常用的检错码	151
5.2.1	奇偶监督码(奇偶校验码)	152
5.2.2	二维奇偶监督码	152
5.2.3	群计数码	153
5.2.4	恒比码	153
5.2.5	ISBN 国际统一图书编号	154
5.3	线性分组码	155
5.3.1	线性分组码基本概念	155
5.3.2	汉明码	155
5.3.3	对一般线性分组码的讨论	157
5.4	循环码	161
5.4.1	循环码的代数结构	162
5.4.2	循环码的编译码过程	162
5.4.3	循环码的检错性能	165
5.4.4	循环码的编译码器	165
5.5	卷积码	168
5.5.1	卷积码编码的一般形式	168
5.5.2	卷积码编码器的工作原理	168

5.5.3	卷积码的图形描述	170
5.5.4	卷积码的维特比译码	172
* 5.6	交织编码	176
5.6.1	分组交织器	176
5.6.2	卷积交织器	178
* 5.7	网格编码(TCM)	179
5.7.1	网格编码调制原理	179
5.7.2	网格编码调制的特点	180
5.8	Turbo 码	180
5.8.1	Turbo 码的编码原理	180
5.8.2	Turbo 码的译码原理	181
	本章小结	181
	习题	184
第 6 章	信道复用与多址技术	186
6.1	多路复用与多址技术	187
6.1.1	信道复用技术应用背景	187
6.1.2	多路复用与多址的基本概念	187
6.2	频分复用(FDM)	189
6.2.1	频分复用的概念	189
6.2.2	频分复用在电话系统中的应用	189
6.2.3	频分复用技术特点	190
6.3	时分复用(TDM)与数字复接	191
6.3.1	时分复用原理	191
6.3.2	时分复用的帧结构	192
6.3.3	数字复接技术	194
6.4	多址通信方式	199
6.4.1	频分多址(FDMA)	199
6.4.2	时分多址(TDMA)	201
6.4.3	空分多址(SDMA)	203
6.4.4	码分多址(CDMA)	204
	本章小结	205
	习题	207
第 7 章	数字信号的调制传输	208
7.1	数字调制技术概要	209
7.2	数字振幅调制	210
7.2.1	二进制振幅键控(2ASK)	210
7.2.2	多进制振幅键控(MASK)	213
7.3	数字频率调制	214
7.3.1	二进制频率键控(2FSK)	215

7.3.2 多进制频率键控(MFSK)	218
7.4 数字相位调制	219
7.4.1 二进制相位键控(2PSK)	219
7.4.2 多进制相位键控(MPSK)	225
7.5 交错正交相移键控(OQPSK)技术	233
7.6 QAM 调制技术	235
7.7 最小频移键控(MSK)调制	239
7.7.1 最小频移键控(MSK)的基本概念	239
7.7.2 MSK 调制原理	240
*7.7.3 高斯最小频移键控(GMSK)	241
7.8 数字调制系统的性能比较	243
7.8.1 二进制数字调制系统的性能比较	243
7.8.2 多进制数字调制系统的性能比较	244
7.9 扩频调制	245
7.9.1 扩频通信的基本原理	245
7.9.2 扩频通信的几种方式	247
7.9.3 直接序列扩频通信系统	248
7.9.4 跳频扩频通信系统	251
7.10 正交频分复用(OFDM)	253
7.10.1 OFDM 技术的主要思想	254
7.10.2 OFDM 的定义及系统构成	256
7.10.3 OFDM 技术的优点	259
本章小结	260
习题	261
第 8 章 定时与同步	263
8.1 数字通信系统中同步的作用	264
8.1.1 定时与同步的概念	264
8.1.2 同步在数字通信系统中的位置	265
8.2 载波同步	266
8.2.1 插入导频法(外同步法)	266
8.2.2 直接法(自同步法)	268
8.2.3 载波同步系统的性能指标	270
8.2.4 两种载波同步方法的比较	270
8.3 位同步	271
8.3.1 插入导频法	271
8.3.2 自同步法	272
8.3.3 位同步系统的性能指标	274
8.4 帧同步	275
8.4.1 起止式同步法	275

8.4.2 集中式插入法(连贯式插入法)	276
8.4.3 群同步系统的性能指标	277
8.5 网同步	278
8.5.1 数字系统中的同步	278
8.5.2 数字网的网同步方式	279
本章小结	281
习题	282
第9章 数字通信系统 SystemVue 仿真实验	283
9.1 SystemVue 的基本特点及使用	283
9.1.1 SystemVue 基本特点描述	283
9.1.2 SystemVue 系统视窗	284
9.1.3 系统窗下的库选择操作	285
9.1.4 系统定时操作	288
9.1.5 分析窗操作介绍	290
9.1.6 在分析窗下观察分析结果	291
9.1.7 SystemVue 进行通信系统仿真的基本步骤	295
9.2 SystemVue 图符库介绍	296
9.3 数字通信系统 SystemVue 仿真实验	299
9.3.1 实验一: 简单基带传输系统分析	299
9.3.2 实验二: 二进制移相键控系统分析	303
9.3.3 实验三: 16QAM 调制解调系统分析	305
9.3.4 实验四: 二进制差分编码/译码器	307
9.3.5 实验五: QPSK 调制原理分析	309
本章小结	312
习题	313
缩略语	314
参考文献	317

数字通信概论

引 言

自古以来,通信就一直是人类的重要需求。如今,通信已经渗透到我们生活的各个角落,如报纸、手机、电视,还有办公室和家里接入互联网的计算机终端等,它们可以迅速地将世界各地的消息传送给人们。当然,还有许多人类思维不能实时介入的通信方式。例如,两台或多台计算机之间进行的计算机通信。因此,通信在现代社会中发挥着极其重要的作用。未来,人类将进入通信的理想境界——任何人(whoever)能在任何时间(whenever)、任何地点(wherever),以任何方式(whatever)与任何人(whomever)进行“5W”通信的理想方式。

本章主要介绍通信的基本概念,即通信的根本任务、通信的定义、工作方式及分类,以及通信系统的构成模型和各部分的作用,重点讨论数字通信系统的构成、数字通信的优点、数字通信系统的主要性能指标等。

教学参考学时 4 学时



学习重点

读者学习本章,要重点掌握以下内容。

- (1) 通信系统的一般模型及各部分的作用;
- (2) 数字通信系统模型;
- (3) 数字通信的优点;
- (4) 数字通信系统的性能度量及相关计算。

1.1 通信的概念和通信系统的一般模型

无论是古代的“烽火连三月,家书抵万金”,还是现代的“动感地带”,都是人类相互通信交流的重要手段。因此,通信(communication)的目的就是传输信息。信息具有不同的载体形式,如符号、文字、语音、音乐、数据、图片和活动图像等。从广义的角度看,广播、电视、雷达、导航、遥测、遥控以及互联网为代表的信息网络技术等都可列入通信的范畴。一般来说,通信就是由一地向另一地有效传递消息。需要指出的是,在各种通信方式中,利用“电信号”传递信息的通信方法称为电信(telecommunication)。现在,“通信”与“电信”几乎是同义词了(本书中所说的通信均指电信)。

如今,通信的含义更加宽广,不仅要传递信息,还要对信息进行采集、处理、存储及显示

等。通信的根本任务就是完成信息的传输和交换。通信已成为信息科学技术的一个重要组成部分。特别是近 20 年来,通信已由传统的独立系统发展到了通信网络。



注意

需要指出的是,传输和交换相互密切联系,也有学者认为交换属于传输的组成部分,但它们又各自形成独立的新的体系,它们共同的理论基础都是进行信号分析和处理。

1.1.1 通信系统模型

通信的目的是传输信息,而信息的传输是利用通信系统来实现的。通信系统是指完成通信过程的全部设备和传输介质。通信系统有各种不同类型,不同的通信系统其设备和所实现的业务功能也不尽相同,如电话、广播、电视、微波通信、卫星通信、移动通信等系统都有成熟的技术与应用。尽管如此,这些通信系统都可以用一个经典的模型来描述,如图 1-1 所示。

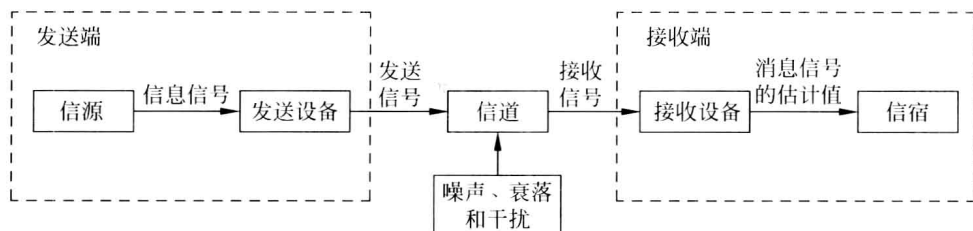


图 1-1 经典的通信系统模型



注意

图 1-1 概括地描述了通信系统的组成,该模型反映了通信系统的共性。对通信系统及其基本理论的讨论,一般都是围绕这一模型而展开的。

模型中各部分的功能与作用如下。

1. 信源

信源是原始电信号(含光信号)的来源,它的作用是将原始消息转换为相应的电信号(含光信号),这样的电信号通常称为消息信号(或基带信号)。信源发出信息时,一般是以某种信号表现出来,有的以电信号为载体,如有线电通信、无线电通信等;有的以光信号为载体,如无线光通信(大气激光通信)、有线光通信(光纤通信)等。同样一条信息可以用语言的方式表达,如用电话传递信息;也可以用字符(字母、符号和数字的统称)、图像的方式表达,如用电报机、传真机传递信息;还可以转换成计算机的代码等。再如,要传递一份电报,发报人(信源)先将自己想表达的意思拟成电文,经电报员把电文通过机器或按键转换成电码,这就是“编码”,这里的编码就是指按照一定的规则排列起来的符号序列。经过编码,消息就演变成了信号。

常用的信源有电话机(具体指话筒)、摄像机、传真机等。信源可以是人或设备。



提示

在实际信息传递过程中,信息往往要经过多次编码才被送入信道传输。