



高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专电子信息类系列教材

数字通信技术

韩春光 主 编



科学出版社

www.sciencep.com

高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专电子信息类系列教材

数字通信技术

韩春光 主 编

蔡光祥 姚先友 副主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书共分9章,以通信技术的基本概念和原理为主线,并以数字通信技术为主要内容进行了较为系统的讲解和介绍,同时也介绍了现代通信技术的新技术和发展趋势。此外,本书还精选了10个项目的实验内容,分别安排在第1~6章之后,使读者在学习了相应的理论知识后,可进行实验验证。

本书可作为高职高专院校通信、电子信息类专业或同等学历相关专业的教科书,也可供相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数字通信技术/韩春光主编. —北京:科学出版社,2007
(高等职业教育“十一五”规划教材·高职高专电子信息类系列教材)
ISBN 978-7-03-019318-6

I. 数… II. 韩… III. 数字通信-高等学校:技术学校-教材
IV. TN914.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 123734 号

责任编辑:孙露露/责任校对:刘彦妮

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年9月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007年9月第一次印刷 印张:15

印数:1—3 000 字数:338 000

定价:21.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<海生>)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62138978-8212

出版说明

进入 21 世纪,国际竞争日趋激烈,竞争的焦点是人才的竞争,是全民素质的竞争。人力资源在增强国家综合国力方面发挥着越来越重要的作用,而人力资源的状况归根结底取决于教育发展的整体水平。

温家宝总理在主持召开教育工作座谈会时提出,职业教育是面向人人的教育,要把发展职业教育放在更加重要、更加突出的位置来抓。国家大力发展职业教育,使得职业教育进入了蓬勃发展时期,驶入了高速发展的快车道。

高等职业教育要面向地区经济建设和社会发展,适应就业市场的实际需要,培养生产、建设、服务、管理第一线需要的实用人才,真正办出特色。因此,不能以本科压缩和变形的形式组织高等职业教育,必须按照高等职业教育的自身规律组织教学体系。

为此,我社本着“高水平、高质量、高层次”的“三高”精神和“严肃、严密、严格”的“三严”作风,集中电子信息大类相关专业的专家、各职业院校“双师型”教师,编写了高职高专层次系列教材。这些教材以普通高等教育“十一五”国家级规划教材和中国科学院获奖教材为主体,包括如下两个部分:

- 高职高专计算机类系列教材,又分

- 计算机专业基础系列教材

- 计算机应用技术系列教材

- 网络工程系列教材

- 软件工程系列教材

- 高职高专电子信息类系列教材

本套教材建设的宗旨是以学校的选择为依据,以方便教师授课为标准,以应用型职业岗位需求为中心,以素质教育、创新教育为基础,以学生能力培养为本位,力求突出以下特色。

1. 理念创新:秉承“教学改革与学科创新引路,科技进步与教材创新同步”的理念,根据新时代对高等职业教育人才的需求,出版一系列体现教学改革最新理念、内容领先、思路创新、突出实训、成系列配套的高职高专教材。

2. 方法创新:摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法,专门开发符合高职特点的“对口教材”。

3. 特色创新:加大实训教材的开发力度,填补空白,突出热点。保证所有教材都配有“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学资源,以方便教师教学与学生学习。对于部分专业,组织编写“双证”教材,注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

4. 内容创新:在教材的编写过程中,力求反映知识更新和科技发展的最新动态,将新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中,体现了高职教育专业紧密联系生产、建设、服务、管理第一线的实际要求。

欢迎广大教师、学生在使用本系列教材后提出宝贵意见,以便我们进一步做好修订工作,出版更多的精品教材。

前 言

为适应高职高专教育的需要,针对高职高专学生的实际情况,依据“理论‘必需、够用’和重在应用”的原则,编者在总结了许多工作在高职高专教育第一线教师的经验和现代通信技术发展成果的基础上编写了本书。

根据职业技术教育的特点,本书在编写过程中放弃了以前的教材对“系统性、完整性”的强调,把重点放在“实用性”方面,强调理论和实际的结合;同时,加强了课程之间的融合,打破原有的课程界限,将以前分别在“通信原理”、“通信系统”、“数字通信原理”、“数据通信”、“光纤通信”、“卫星通信”等课程教授的内容有机地整合在一起;删除了传统的“通信原理”课程中的大量繁冗的数学运算,以通俗的语言、简明的图形,将现代通信技术的基本原理和基本系统构成阐述清楚,使学生在有限的学时内掌握现代通信技术的基本原理和系统构成,了解现代通信技术的新成果和发展的新趋势。

此外,为便于教学中实验的组织 and 安排,本书精选了 10 个项目的实验内容,分别安排在第 1~6 章之后,使学生在学完相应的理论知识后即可进行实验验证,旨在引导学生理论联系实际,巩固重要的知识和概念,同时可以培养和锻炼学生分析问题、解决问题的能力。全书共需 84 学时,其中理论教学 64 学时,实验 20 学时,各学校可根据自身实际情况选做相应的实验。

本书共分 9 章,以数字通信技术的内容为主,全书的重点是脉冲编码调制、数字基带信号传输、数字信号的频带传输、差错控制编码、同步技术等,对内容的分析力求做到简明实用,同时兼顾到知识的连贯性,也编入了通信技术的概念和基础理论以及模拟通信技术的一些基本内容,并简要介绍了几种常见的现代通信技术的概念、组成及典型应用。编入的实验内容包括:信号源实验;常规双边带调幅与解调实验;脉冲幅度调制与解调实验;脉冲编码调制与解调实验;时分复用与解复用实验;增量调制与解调实验;自适应差分脉冲编码调制与解调实验;码型变换实验;振幅键控、频移键控、相移键控调制实验;振幅键控、频移键控、相移键控解调实验。

本书由宁波大红鹰职业技术学院韩春光老师担任主编,并编写了第 1 章、第 2 章和第 8 章;贵州电子信息职业技术学院的蔡光祥老师编写了第 3 章和第 4 章的理论部分;重庆电子科技职业学院姚先友老师编写了第 5~7 章的理论部分;宁波大红鹰职业技术学院李华老师编写了第 9 章。韩春光老师负责对全书进行修改、统稿,并编写了各章的实验,蔡光祥和姚先友老师担任本书的副主编。

在本书的编写过程中,得到了张信通副教授的大力帮助,与之对许多内容的探讨,也使编者受益良多。本书能够顺利出版,离不开宁波大红鹰职业技术学院各级领导的大力支持和鼓励,在此表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中错漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 通信的概念	1
1.1.1 通信的概念	1
1.1.2 通信的种类	1
1.2 通信系统	2
1.2.1 通信系统的组成	2
1.2.2 模拟通信系统	3
1.2.3 数字通信系统	4
1.3 通信方式	5
1.3.1 按通信终端的数量分类	5
1.3.2 按信号的传输方向和时间分类	6
1.3.3 按信号的传输顺序分类	6
1.3.4 按通信终端的连接方式分类	6
1.3.5 按同步方式不同分类	6
1.4 信道与噪声	7
1.4.1 信道的概念	7
1.4.2 传输介质	8
1.4.3 噪声	8
1.5 信号频谱与信道通频带	9
1.5.1 频谱	9
1.5.2 周期信号频谱	10
1.5.3 非周期信号频谱	10
1.5.4 信道通频带	11
1.6 信息理论的基本知识	11
1.6.1 信息及其度量	11
1.6.2 信道容量与香农公式	13
1.7 多路复用的基本概念	14
1.7.1 多路复用技术	14
1.7.2 多路复用技术类别	14
1.8 通信系统的性能评价	15
1.8.1 有效性和可靠性	15
1.8.2 模拟通信系统的性能评价	16
1.8.3 数字通信系统的性能评价	16
1.9 通信技术发展简史	17
小结	18

习题	19
实验 1 信号源实验	19
第 2 章 模拟调制技术	24
2.1 调制的概念	24
2.1.1 调制的作用	24
2.1.2 调制的概念	24
2.1.3 调制的分类	25
2.2 常规双边带调幅 (AM)	26
2.2.1 幅度调制的基本原理	26
2.2.2 AM 波的功率和效率	27
2.2.3 AM 波的调制与解调	27
2.3 抑制载波的双边带调制 (DSB)	28
2.3.1 双边带调制原理	28
2.3.2 DSB 波的调制与解调	29
2.4 单边带调制 (SSB) 和残留边带调制 (VSB)	30
2.4.1 单边带调制	30
2.4.2 残留边带调制	32
2.5 角调制概念	33
2.6 频率调制	35
2.6.1 窄带调频和宽带调频	35
2.6.2 FM 波的产生和解调	36
2.7 相位调制	38
2.8 各种调制方式的性能比较	39
2.9 频分复用	39
小结	40
习题	41
实验 2 常规双边带调幅与解调实验	42
第 3 章 脉冲编码调制	47
3.1 脉冲编码调制 (PCM) 的基本概念	47
3.2 抽样	47
3.2.1 低通信号的抽样频率	48
3.2.2 带通信号的抽样频率	48
3.2.3 脉冲幅度调制 (PAM)	49
3.3 量化	49
3.3.1 均匀量化	50
3.3.2 非均匀量化	51
3.4 PCM 编码	53
3.4.1 码位的选择与安排	53
3.4.2 A 律 13 折线编码过程	55

3.5 PCM 解码	57
3.5.1 再生	57
3.5.2 解码原理	58
3.6 PCM 复用与数字复接技术	59
3.6.1 时分复用 (TDM)	59
3.6.2 30/32 路 PCM 基群帧结构	60
3.6.3 数字复接技术	61
3.6.4 二次群帧结构	66
3.6.5 SDH 复接简介	67
小 结	68
习 题	69
实验 3 脉冲幅度调制与解调实验	69
实验 4 脉冲编码调制与解调实验	73
实验 5 时分复用与解复用实验	77
第 4 章 增量调制	83
4.1 简单增量调制 (ΔM 或 DM)	83
4.2 改进型增量调制系统	84
4.2.1 增量总和调制 ($\Delta-\Sigma$)	85
4.2.2 自适应增量调制	86
4.2.3 数字压扩自适应增量调制	86
4.3 PCM 和 ΔM 系统性能比较	88
4.4 自适应差分脉冲编码调制 (ADPCM)	89
4.4.1 差分脉冲编码调制 (DPCM)	89
4.4.2 自适应差分脉冲编码调制	90
小 结	91
习 题	92
实验 6 增量调制与解调实验	92
实验 7 自适应差分脉冲编码调制与解调实验	98
第 5 章 数字信号的基带传输	103
5.1 数字信号的电信号表示	103
5.2 数字序列的频谱特性	104
5.2.1 二进制数字信号的一般表示式	104
5.2.2 二进制数字信号的功率谱密度	105
5.2.3 数字信道的信道容量	107
5.3 数字信号的基带传输	107
5.3.1 基带传输系统构成模型	107
5.3.2 奈奎斯特第一准则	108
5.3.3 具有幅度滚降特性的低通网络波形形成	110
5.4 数字序列的扰乱和解扰	113
5.5 数字传输系统性能分析——眼图	115

小结	116
习题	117
实验 8 码型变换实验	118
第 6 章 数字信号的频带传输	123
6.1 二进制幅移键控 (2ASK)	123
6.1.1 2ASK 信号的调制与解调	123
6.1.2 2ASK 调制波功率谱	125
6.2 二进制频移键控 (2FSK)	125
6.2.1 2FSK 信号及功率谱密度	125
6.2.2 2FSK 信号的产生和解调	127
6.2.3 最小移频键控 (MSK)	127
6.3 二进制相移键控 (2PSK)	128
6.3.1 PSK 信号及功率谱密度	128
6.3.2 2PSK 信号的产生和解调	129
6.4 正交幅度调制 (QAM)	133
6.4.1 QAM 信号的产生和解调	133
6.4.2 QAM 信号的矢量关系	135
6.4.3 QAM 信号的星座图表示法	136
6.4.4 QAM 信号的频谱利用率	136
6.5 多相调制	137
6.5.1 四相调相	137
6.5.2 四相绝对调相与相对调相	138
6.5.3 八相调相	139
6.6 各种调制方式的信道频带利用率比较	141
6.6.1 二进制方式	141
6.6.2 多相调制方式	141
6.7 数字调幅调相	142
小结	143
习题	143
实验 9 振幅键控、频移键控、相移键控调制实验	144
实验 10 振幅键控、频移键控、相移键控解调实验	151
第 7 章 差错控制	157
7.1 差错控制的基本概念及原理	157
7.1.1 差错控制的基本概念	157
7.1.2 差错分类和错误图样	157
7.1.3 差错控制方式	158
7.2 检错和纠错的基本概念	161
7.2.1 检错和纠错的基本原理	161
7.2.2 码距与检错和纠错能力	162
7.2.3 编码效率	163

7.2.4 纠错编码的分类	164
7.3 简单的差错控制编码	164
7.3.1 奇偶监督码	164
7.3.2 水平奇偶监督码	165
7.3.3 水平垂直奇偶监督码	166
7.4 汉明码	167
7.4.1 汉明码的诞生	167
7.4.2 汉明码的原理	167
7.4.3 汉明码编码方法	167
7.4.4 汉明码编码效率	169
7.5 线性分组码	170
7.5.1 监督矩阵	170
7.5.2 生成矩阵	171
7.5.3 校正子和检错	172
7.5.4 线性分组码主要性质	173
7.6 循环码	174
7.6.1 循环码的循环特性	174
7.6.2 循环码的多项式表示	174
7.6.3 循环码的生成多项式及生成矩阵	175
7.6.4 循环码的编码方法	176
7.6.5 循环码的解码方法	177
小结	177
习题	178
第8章 同步技术	180
8.1 载波同步	181
8.1.1 直接法	181
8.1.2 插入导频法	185
8.2 位同步	189
8.2.1 外同步法	189
8.2.2 直接法	191
8.3 帧同步	194
8.4 网同步	197
8.4.1 全网同步系统	197
8.4.2 准同步系统	198
小结	199
习题	200
第9章 现代通信技术简介	201
9.1 光纤通信	201
9.1.1 光纤通信的概念及特点	201
9.1.2 光纤与光纤的导光原理	203



9.1.3 光纤通信系统	205
9.2 卫星通信	208
9.2.1 微波通信	208
9.2.2 卫星通信	214
9.3 卫星定位技术	219
9.3.1 GPS 系统	219
9.3.2 中国北斗导航系统 (COMPASS)	221
9.4 蓝牙技术	221
9.4.1 蓝牙技术概述	221
9.4.2 蓝牙系统组成	222
9.4.3 蓝牙技术的特点及应用	223
小结	224
习题	225
附录 部分习题答案	226
参考文献	228

第 1 章

绪 论

1.1 通信的概念

1.1.1 通信的概念

所谓通信，简单而言就是指消息的传递。因此，通信的基本任务是解决两地之间的消息传递或交换。消息的传递或交换就是现在所说的信息交流，显然，人类之间的沟通、交流离不开通信。

通信是人类生产和社会生活的客观需求，从古到今，人们采用各种不同的方式进行通信，如古代的烽火、金鼓、旗语，近代的信号灯，以及现代的电报、电话、传真等。随着人类社会的发展和科学技术的不断进步，通信手段和通信技术也取得了飞速的发展，得到了广泛的应用。现代社会的三大基础设施就是能源、通信和交通，通信在当今社会的重要地位可见一斑。

随着通信技术的飞速发展，现代的各种“通信”基本上都是借助电信号（含光信号）实现的，因此通常所说的“通信”，就是指的电通信。本书所述“通信”，如无特殊说明，均指“电通信”；所述的“信号”均指“电信号”。

1.1.2 通信的种类

1. 按信号特征分类

根据信道中传输的消息是模拟信号还是数字信号，可以将通信分成模拟通信和数字通信。

信号的某一参量（如振幅、频率、相位等）可以取无限多个数值，且直接与消息本身的物理量变化相对应的，称为模拟信号。信号的某一参量只能取有限个数值，且时间上是离散的，常常不与消息本身的物理量直接相对应的，称为数字信号。从信号的特征上来看，模拟信号常常又被称为连续信号，数字信号常常又被称为离散信号。

2. 按传输媒质分类

通信按照使用的传输媒质的形态可以分成有线通信和无线通信两大类。典型的有线通信如电话、有线电视、海底光缆等，需要依靠如架空明线、同轴电缆、光导纤维或波

导管等有形的传输媒质完成通信任务。而典型的无线通信如移动通信、无线广播、卫星通信等均是依靠电磁波在空间的传播来实现的通信。

3. 按传输方式分类

根据信号在传输的过程中是否进行了调制,可将通信分成基带传输和频带传输两种。一般来说,将消息直接转换得到的信号称为基带信号,传输基带信号的通信称为基带传输系统。基带信号经过调制后的信号称为已调信号或频带信号,如果通信中传输的信号是频带信号,则称为频带传输。

4. 按工作波段分类

按照通信工作中信号的不同频段,可以将其分为长波通信、中波通信、短波通信和光通信等。

5. 按通信终端是否运动分类

按通信终端是否具备移动的条件划分,可将通信划分为固定通信和移动通信。移动通信是指通信双方至少有一方处于运动中的通信。

6. 按通信业务分类

通信按其业务类型划分,可分为话务通信和非话务通信。电话作为话务通信的代表,一直在通信领域中占据着重要的地位;但随着科技的发展和社会的进步,计算机应用技术和因特网的普及,各种数据通信、图像、视频通信等非话务业务量正大幅度增长,正逐渐成为通信业务的主流。

7. 按信道的复用分类

通信的多路信号传输主要有三种信道复用技术,即频分复用、时分复用和码分复用。模拟通信主要采用频分复用方式,数字通信则主要采用时分复用和码分复用技术。

1.2 通信系统

1.2.1 通信系统的组成

实现消息传递所需的全部技术设备和传输媒介的总和称为通信系统。其模型方框图如图 1-1 所示,由信源、发送设备、信道(包括噪声)、接收设备和信宿五部分组成。

1. 信源

信源又称为信息源或发送端,是信息的产生地,是各种消息转换成电信号的转换器,信源输出的信号称为基带信号。根据消息的内容不同,信源可以分成音频信源、视频信源和数据信源等。而根据转换后输出的基带信号的类型,又可将信源分为模拟信源和数字信源。

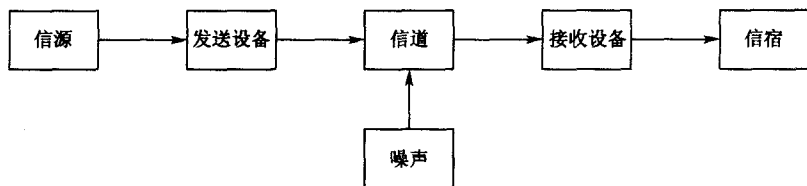


图 1-1 通信系统的基本模型

2. 发送设备

发送设备的基本功能是将信源与传输媒介匹配起来,即将信源产生的基带信号转换成适合于信道传输的信号形式。变换的形式多种多样,在模拟通信系统中的主要变换方式是调制;在数字通信系统中的主要变换方式是编码。

3. 信道和噪声

从发送设备到接收设备之间信号传递所经过的媒介称为信道,它可以是有线的,也可以是无线的,即信道分成有线和无线两种。媒介的固有特性对信号的传输性能直接影响系统的通信质量。

在信号的传输过程中,通信设备必然会受到来自内外各方面的噪声干扰,通信的各个环节以及每一台设备都有可能产生噪声。为了便于分析问题,将各种噪声等效为由信道引入。

4. 接收设备

接收设备是接收端各种设备的总称,其功能与发送设备的功能正好相反。它的主要任务是从接收到的带有干扰的信号中正确恢复原始基带信号,如解调、译码等。

5. 信宿

信宿又称为受信者或接收终端,是信息传输的终点,其作用是将基带信号转换(还原)成原始的消息。

通信系统主要分为两大类:模拟通信系统和数字通信系统。

1.2.2 模拟通信系统

能够实现模拟信号的传送、接收和处理过程的通信系统称为模拟通信系统,系统构成方框图如图 1-2 所示。

模拟通信系统的工作过程主要完成两类变换:一是原始消息和基带电信号的相互转换,把原始消息转换成基带电信号的过程由信源完成;而把基带电信号恢复成为原始消息的过程由信宿完成。二是基带信号和频带信号的相互转换,把信源发出的基带信号转换成适合信道传输的频带信号的过程由调制器完成;而把接收到的带有噪声的频带信号转换成基带信号的过程由解调器完成。通信系统完成通信任务的过程就是对信号实现两

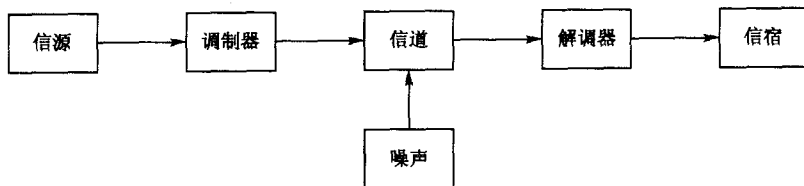


图 1-2 模拟通信系统基本构成

类变换的过程，在通信过程中，对信号进行滤波、放大、发射、接收和控制等都是为两类变换服务的。

在实际中由于基带信号下限频率较低，相对带宽较大，通常不适合在信道中直接传输，一般均把它变换成为较适合于信道传输的频带信号。频带信号又称为已调信号，它具有三个特点：

- 1) 携带有基带信号的信息。
- 2) 相对于基带信号，其中心频率较高。
- 3) 便于在信道中传输。

可见调制器在模拟通信系统中的作用非常重要，按照调制方式的不同调制器又可分为连续波调制系统和脉冲波调制系统，前者包括振幅调制系统、频率调制系统，后者包括脉冲幅度调制、脉冲相位调制和脉冲宽度调制等系统。

模拟通信系统的主要优点是设备简单、成本较低。其缺点是抗干扰能力差、不易保密、不便于与计算机连接等。

1.2.3 数字通信系统

在系统中传输、接收和处理的是数字信号的通信系统称为数字通信系统。数字通信系统的一般构成如图 1-3 所示。

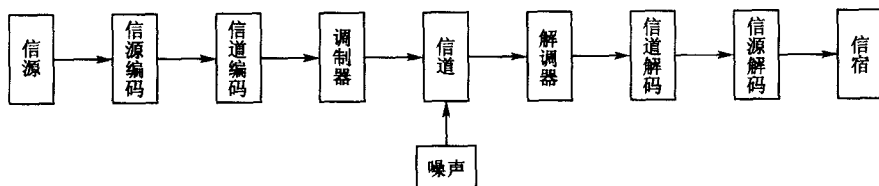


图 1-3 数字通信系统的一般构成

由图可见，数字通信系统与模拟通信系统相比，就是在调制器之前增加了两个编码器，相应地在解调器之后增加了两个译码器，其余部分与模拟通信系统基本一致。

信源编码的主要任务是完成信号的模数转换和数据压缩，如果信源送来的是模拟信号，那么信源编码还需包含一个将模拟信号转换成数字信号的数模转换器。信源编码可以提高通信系统的有效性。接收端信源译码的作用与信源编码相对应。

信道编码又称为抗干扰编码或纠错编码，它将信源编码器输出的数字基带信号按照一定的规律人为地加入多余码元，以便在接收端的信道译码器中发现或纠正码元在传输

过程中出现的错误,这样可以降低码元传输的错误概率,提高通信系统的可靠性。

调制器对经过前述两种编码得到的数字基带信号进行调制,调制的方法可以与模拟通信的调制方法一致。但考虑到数字信号的特点,数字调制往往采用键控方式调制,如振幅键控(ASK)、频率键控(FSK)和相位键控(PSK)。解调也相应地可以采用与模拟调制一致的方法,但更多地采用与三种键控调制相对应的解调器。

显然,保持收、发端同步是数字通信系统中非常重要的问题,即数字通信系统收发两端必须同步,只有建立一种收发两端相对一致的时间关系,才能确定每一码元的起止时刻,并确保接收码组和发送码组之间的正确对应关系,最终实现通信任务。实现同步的主要形式有位同步、码元同步、帧同步和载波同步等。

与模拟通信系统相比,数字通信系统具有以下优点:

- 1) 抗噪声性能好。可采用再生中继的办法消除噪声积累,实现高质量、远距离通信。
- 2) 由于采用了信道编码技术,使通信误码率降低,大大提高了通信的可靠性。
- 3) 便于加密,保密性好。
- 4) 便于与计算机等数字终端设备连接,方便地实现信号的处理、存储和交换。
- 5) 易于实现集成化、小型化。

当然,数字通信系统也有一些缺点,如系统和设备较复杂、占用频带较宽等。其中最突出的就是占用频带过宽问题。然而随着卫星通信、光纤通信等宽带通信技术的日益发展与成熟,使数字通信得到了迅速的发展,正在逐步成为现代通信系统的主流。

1.3 通信方式

通信方式指通信双方或各方之间的工作形式和信号传输方式,从不同角度考虑,通信方式有多种分类方法。

1.3.1 按通信终端的数量分类

按通信终端的数量分类可分为点到点通信、点到多点通信、多点到多点通信。

点到点通信,在两个通信终端之间进行的通信;点到多点通信,一个终端对多个终端之间的通信;多点到多点之间的通信,多个终端与多个终端之间的通信,具体如图 1-4 所示。

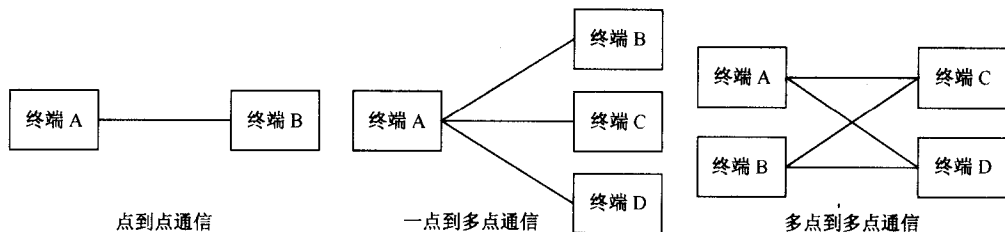


图 1-4 通信终端的数量分类

1.3.2 按信号的传输方向和时间分类

单工通信：在任何时刻，信号都只能向一个方向单向传输的方式，如广播等。

半双工传输：信号可以在两个方向传输，但不能实现同时双向传输，如对讲机等。

全双工传输：任何时刻，信号都可以同时在两个方向传输，如电话机等，这种方式使用最多。

三种通信方式示意图，如图 1-5 所示。

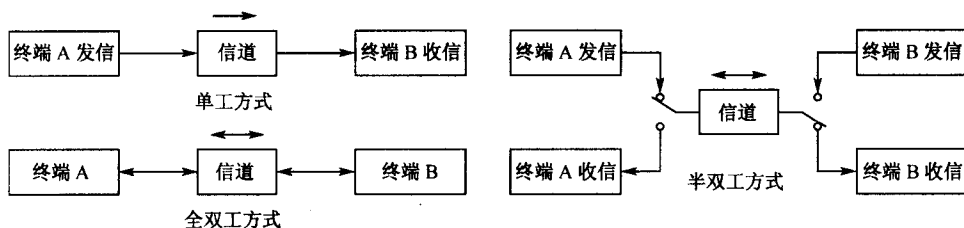


图 1-5 信号的传输方向和时间分类

1.3.3 按信号的传输顺序分类

根据信号的传送顺序分类，通信方式主要有两种信号传输方式：串行传输和并行传输。

所谓串行传输，是指各路信号在同一条信道上一个接一个依次传送的方式。而并行传输则是指各路信号在多条信道上同时进行传送的方式，如图 1-6 所示。

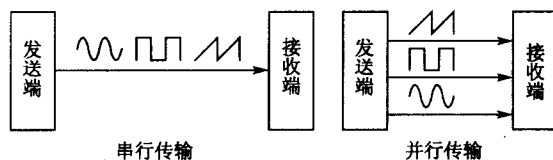


图 1-6 信号的传输顺序分类

1.3.4 按通信终端的连接方式分类

按通信终端的连接方式分类，可分为直联方式和交换方式。

直联方式是指各通信终端之间均有直联线路，可以直接进行通信的方式。而交换方式则是指通信终端之间没有直联线路，需要经过交换设备进行连接的通信方式，具体如图 1-7 所示。

1.3.5 按同步方式不同分类

异步传输：收发两端不需进行同步控制的通信方式。

同步传输：收发两端必须进行同步控制的通信方式。