



全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高等院校“+互联网”系列精品教材

数字通信原理与应用

◎ 魏 媛 龙 燕 周冬梅 主编

- 数字通信、信道与噪声的认识
- 通信系统有效性传输
- 通信系统可靠性传输
- 数字信号的基带传输
- 模拟调制解调 • 数字调制解调
- 定时与同步
- 数字信号的最佳接收
- 典型数字通信技术



- ◆ 结合通信技术发展和岗位技能需求以及课程改革成果进行编写
- ◆ 采用模块化、项目化方式，将工程经验和典型案例融入教学过程
- ◆ 设有9个案例分析，同时列举大量的通信行业现网案例
- ◆ 扫二维码下载电子教学课件、习题参考答案以及10个实验指导



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

全国高等职业教育“十二五”规划教材
中国电子教育学会推荐教材
全国高等院校“+互联网”系列精品教材

数字通信原理与应用

魏 媛 龙 燕 周冬梅 主编

王 英 刘思怡 韩 伟 唐 辉 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合通信行业新的技术发展和岗位技能需求,以实用性为出发点,以理论够用为原则,着重介绍数字通信系统的基本原理、典型数字通信技术各组成部分及其功能和相关应用,既可为读者奠定通信的概念,又能帮助他们了解相关技术的应用领域,引领他们把握通信的前沿技术。全书共10个模块:认识数字通信、信道与噪声、通信系统有效性传输、通信系统可靠性传输、数字信号的基带传输、模拟调制解调、数字调制解调、定时与同步、数字信号的最佳接收、典型数字通信技术。本书紧密结合通信行业现网情况,能循序渐进地帮助读者掌握通信技术的理论与技能。

本书为高等职业本专科院校相应课程的教材,也可作为开放大学、成人教育、自学考试、中职学校、培训班的教材,以及通信工程技术人员的参考书。

本书提供免费的电子教学课件、习题参考答案、实验指导等,详见前言。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数字通信原理与应用 / 魏媛, 龙燕, 周冬梅主编. —北京: 电子工业出版社, 2017.2

全国高等院校“+互联网”系列精品教材

ISBN 978-7-121-30781-2

I. ①数… II. ①魏… ②龙… ③周… III. ①数字通信—高等学校—教材 IV. ①TN914.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 004544 号

策划编辑: 陈健德(E-mail: chenjd@phei.com.cn)

责任编辑: 夏平飞

印 刷: 三河市良远印务有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 20.25 字数: 518.4 千字

版 次: 2017 年 2 月第 1 版

印 次: 2017 年 2 月第 1 次印刷

定 价: 43.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: chenjd@phei.com.cn。

前言



随着社会的快速发展,通信技术已深入到人们生产、生活的各个方面,成为一个国家的重要战略资源和经济发展的生产要素。为培养高素质技能型通信技术专业人才,“数字通信原理与应用”课程在人才培养中占有极其重要的地位,但因该专业基础课的授课专业性强,理论较复杂枯燥,对高职的学生学习难度较大。本书结合通信行业新的技术发展和岗位技能需求,在近年来取得的课程教学改革成果基础上,由多位有着多年从事通信教学与通信工程实践经验的优秀教师共同编写。

本书基于通信技术专业学生的职业岗位群,以模块化、项目式的方式,将教学与工程经验恰当地融入每个模块,大量融入学生日后工作的通信岗位要求所需的案例知识,适当减少理论内容,增加数字通信技术及其应用技能,对重难点知识进行实例剖析,帮助读者加深对数字通信原理的理解。本书主要有以下特点。

1. 教学内容模块化。全书将复杂的数字通信原理以自上而下的层次划分法,分为对整体系统框架的认识以及对每个模块功能的掌握。学生在对各个模块学习后可以将自己所学的知识与典型的数字通信技术有机地结合起来,培养学生理论联系实际、分析与解决问题的能力。

2. 教学环节循序渐进。每个模块包括知识分布网络、导入案例、学习目标、模块学习、案例分析等环节。导入案例,引出学生所需掌握的知识,学习目标明确;案例分析,帮助学生加深对所学知识的理解。

3. 注重理论联系实际。全书各模块列举了大量通信行业现网案例,附加了大量的设备拓扑图,系统、全面地阐述了本课程要求掌握的基本理论与知识。最后通过典型数字通信技术,帮助学生开拓视野,加深对通信系统的认识和理解。

全书共 10 个模块:认识数字通信、信道与噪声、通信系统有效性传输、通信系统可靠性传输、数字信号的基带传输、模拟调制解调、数字调制解调、定时与同步、数字信号的最佳接收、典型数字通信技术。本书以实用性为出发点,以理论够用为原则,注重重要概念的引入及分析方法与实际应用相结合,循序渐进地帮助学生掌握通信技术理论与技能。

本书由魏媛、龙燕、周冬梅任主编,由王英、刘思怡、韩伟、唐辉任副主编,由魏媛进行统稿,编写分工为:魏媛编写模块 2、模块 10,龙燕编写模块 1、模块 3,周冬梅编写模块 7、模块 9,王英编写模块 4,刘思怡、王癸霖编写模块 5、模块 6,韩伟、唐辉、赵安城编写模块 8,参与本书编写的还有王建勤、袁珊、李鑫、钟玉玲。本书在编写过程中还得到了合作企业工程技术人员的大力支持和单位同事的鼎力帮助,在此一并表示感谢。

由于时间仓促及作者水平有限,难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

本书配有免费的电子教学课件、习题参考答案、实验指导(见目录中带*的页码)等,

请有此需要的教师登录华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>) 免费注册后再进行下载。
扫一扫书中的二维码可直接阅看相应内容的教学资源。如有问题请在网站留言或与电子工业出版社联系 (E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编者



目 录



模块 1 认识数字通信	1
1.1 初识通信	2
1.1.1 通信的相关概念	2
1.1.2 通信的分类	4
1.1.3 通信方式	6
1.2 认识通信网	7
1.2.1 通信网	7
1.2.2 常见通信网络	9
*数字通信原理实验平台与实验室建设指导	11
1.3 认识通信系统	11
1.3.1 通信系统的一般模型	11
1.3.2 数字通信系统	12
1.3.3 数字通信模式	14
1.4 数字通信系统主要性能指标	15
1.4.1 信息量	16
1.4.2 有效性指标	18
1.4.3 可靠性指标	19
*实验 1 各种模拟信号源测试教学指导	20
1.5 通信技术发展历程及趋势	20
1.5.1 通信技术发展历程	20
1.5.2 通信技术发展趋势	23
案例分析 1 VoIP 网络电话	24
习题 1	25
模块 2 信道与噪声	27
2.1 信道	29
2.1.1 信道定义	29
2.1.2 信道分类	29
2.1.3 信道模型	30
2.2 有线信道	32
2.2.1 双绞线	32
2.2.2 同轴电缆	34
2.2.3 光纤	36
2.3 无线信道	38
2.3.1 无线电波	39

2.3.2	电离层电波传播	39
2.3.3	典型无线信道	40
2.4	噪声	43
2.4.1	加性噪声分类	43
2.4.2	常见加性噪声	44
2.5	信道传输特性	46
2.5.1	恒参信道传输特性	47
2.5.2	随参信道传输特性	49
2.6	信道带宽与信道容量	53
2.6.1	信道带宽	53
2.6.2	信道容量	53
	案例分析 2 地震预警系统	55
	习题 2	56
模块 3 通信系统有效性传输		58
3.1	脉冲编码调制	60
3.2	模拟信号的抽样	62
3.2.1	抽样过程	62
3.2.2	低通模拟信号的抽样定理	63
3.2.3	带通模拟信号的抽样定理	65
	*实验 2 取样定理及 PAM 通信教学指导	65
3.3	抽样信号的量化	65
3.3.1	量化的相关概念	65
3.3.2	均匀量化	67
3.3.3	非均匀量化	69
3.4	PCM 编码	72
3.4.1	编码码型	72
3.4.2	码位安排	74
3.4.3	逐次比较型编码	75
	*实验 3 脉冲编码调制 (PCM) 教学指导	79
3.5	语音压缩编码	79
3.5.1	自适应差分脉冲编码调制	80
3.5.2	增量调制	82
3.6	多路复用技术	84
3.6.1	频分多路复用	84
3.6.2	时分多路复用	85
3.6.3	码分多址复用	87
3.6.4	空分多址复用	89
3.7	PCM 数字复接	90
3.7.1	数字复接	90

3.7.2	PCM 基群及高次群	94
案例分析 3	数字信号传输	98
习题 3		99
模块 4	通信系统可靠性传输	101
4.1	差错控制编码	103
4.1.1	差错控制的基本思想	103
4.1.2	差错控制编码的基本原理	104
4.1.3	差错控制编码及分类	105
4.1.4	差错控制方式	106
4.2	线性分组码	108
4.2.1	线性分组码基本概念和性质	108
4.2.2	线性分组码抗干扰能力	109
4.2.3	线性分组码编码过程	110
4.2.4	线性分组码的检错与纠错	112
4.3	奇偶校验码	113
4.3.1	水平奇偶校验码	114
4.3.2	二维奇偶校验码	115
4.4	定比码	115
4.5	汉明码	115
4.6	循环码	118
4.7	卷积码	119
*实验 4	卷积编译码方法与测量教学指导	120
4.8	Turbo 码	120
案例分析 4	蓝牙的应用	122
习题 4		124
模块 5	数字信号的基带传输	126
5.1	数字基带信号	128
5.1.1	数字基带信号的常用码型	128
5.1.2	码型变换的基本方法	134
5.2	数字基带传输系统	136
5.2.1	数字基带传输系统的基本组成	136
5.2.2	码间串扰	138
5.2.3	码间串扰的消除	139
*实验 5	AMI/HDB3 码编译码原理与测量教学指导	140
5.3	无码间串扰的基带传输系统	140
5.3.1	理想基带传输系统	141
5.3.2	无码间串扰的等效特性	141
5.3.3	升余弦滚降传输特性	142
5.4	眼图	144

5.4.1	眼图的形成原理	144
5.4.2	眼图与系统性能	146
*实验 6	眼图观察测量教学指导	147
5.5	时域均衡技术	147
5.5.1	时域均衡的基本原理	147
5.5.2	无限长横向滤波器	148
5.6	再生中继传输	150
5.6.1	光通信中的再生中继传输	150
5.6.2	微波通信中的再生中继传输	150
案例分析 5	通信网络的数据传输	153
习题 5		155
模块 6	模拟调制解调	156
6.1	幅度调制 (AM)	158
6.1.1	AM 的基本原理	158
6.1.2	AM 信号的频谱	159
6.1.3	AM 信号的解调	160
6.2	其他调幅方式	161
6.2.1	抑制载波双边带调幅 (DSB)	161
6.2.2	单边带调幅 (SSB)	162
6.2.3	残留边带调幅 (VSB)	165
6.3	频率调制 (FM)	166
6.3.1	FM 的基本原理	166
6.3.2	调频信号	167
6.3.3	FM 的解调	171
6.4	模拟调制系统的抗噪声性能	172
6.4.1	AM 系统的抗噪声性能	172
6.4.2	FM 系统的抗噪声性能	174
6.4.3	AM 与 FM 系统性能比较	177
6.4.4	各种模拟调制系统的比较	178
案例分析 6	光纤数据传输	178
习题 6		179
模块 7	数字调制解调	181
7.1	数字调制与解调	183
7.2	数字频带传输系统	185
7.2.1	二进制幅移键控	185
7.2.2	二进制频移键控	189
7.2.3	二进制相移键控	194
7.2.4	多进制数字调制	200

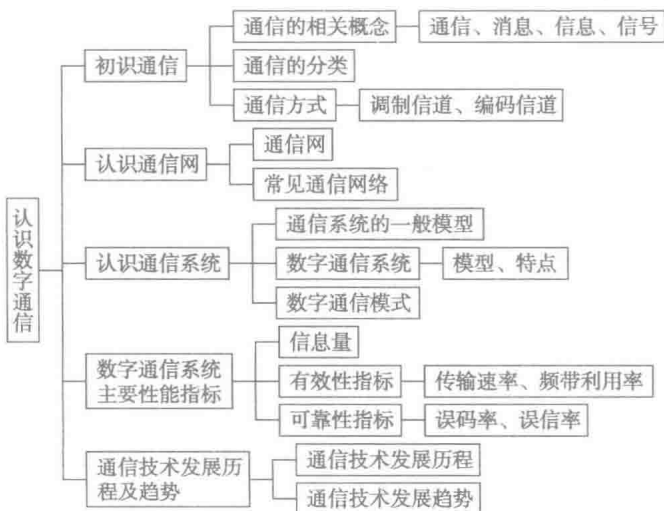
*实验 7 FSK/ASK 调制解调原理与电路测试教学指导	209
*实验 8 PSK/DPSK 调制解调原理与电路测试教学指导	209
7.3 数字调制系统性能分析	209
7.3.1 二进制数字调制系统性能	209
7.3.2 多进制数字调制系统性能	212
7.4 现代数字调制技术	213
7.4.1 正交幅度调制	213
7.4.2 最小频移键控	218
7.4.3 高斯滤波最小频移键控	221
7.4.4 正交频分复用调制	222
案例分析 7 数字蜂窝移动通信系统	224
习题 7	225
模块 8 定时与同步	228
8.1 数字通信系统同步	230
8.2 载波同步	231
8.2.1 插入导频法	231
8.2.2 直接提取法	232
8.3 位同步	234
8.3.1 插入导频法	234
8.3.2 直接提取法	236
8.4 群同步	238
8.4.1 起止式同步法	238
8.4.2 连贯式插入法	239
8.4.3 间隔式插入法	240
8.5 网同步	241
8.5.1 主从同步法	241
8.5.2 互同步法	242
8.5.3 准同步法	243
案例分析 8 分组传送网 PTN	244
习题 8	246
模块 9 数字信号的最佳接收	247
9.1 最佳接收准则	249
9.2 确知信号的最佳接收	251
9.2.1 二进制确知信号的最佳接收机	252
9.2.2 多进制确知信号的最佳接收机	253
9.3 匹配滤波器	253
9.3.1 匹配滤波器的原理	254
9.3.2 匹配滤波器的实现方法	257

9.3.3 匹配滤波器的性能分析·····	258
9.4 理想信道最佳基带传输系统·····	258
*实验9 通信系统误码测试教学指导·····	260
9.5 最佳接收机性能分析·····	260
9.5.1 确知信号最佳接收误码率分析·····	260
9.5.2 调制方式对误码率的影响·····	262
9.5.3 理想接收机与普通接收机误码性能比较·····	263
案例分析9 数字接收机·····	264
*综合实验 通信系统组成、信号传输与电路测试教学指导·····	265
习题9·····	265
模块10 典型数字通信技术·····	267
10.1 移动通信技术·····	268
10.1.1 GSM·····	270
10.1.2 CDMA·····	274
10.1.3 3G·····	276
10.1.4 4G·····	279
10.1.5 5G·····	283
10.2 光通信技术·····	286
10.2.1 SDH·····	287
10.2.2 PTN·····	289
10.2.3 OTN·····	292
10.2.4 PON·····	294
10.2.5 FSO·····	297
10.3 数据通信技术·····	299
10.4 卫星通信技术·····	305
习题10·····	312
参考文献·····	313

模块 1

认识数字通信

知识分布网络





导入案例

2013 年, 国务院发布了《“宽带中国”战略及实施方案》, 部署未来 8 年宽带发展目标及路径, 其中提出的第一个阶段性目标之一即为“到 2015 年, 基本实现城市光纤到楼入户”, 即平常大家所说的光纤到户 (FTTH)。光纤到户 (见图 1.1) 是直接把光纤接到用户的家中 (用户所需的地方)。将光网络单元 (ONU) 安装在住家用户或企业用户处, 从而提供更大的带宽, 而且增强了网络对数据格式、速率、波长和协议的透明性, 放宽了对环境条件和供电等要求, 简化了维护和安装。这种光纤通信网络是利用光的折射和波长不同来传送不同的信息, 光纤中传递的信息是以有光和无光来表示信号“0”和“1”的, 这种信号是时间离散、幅度离散的数字信号, 因而也是数字通信网络。

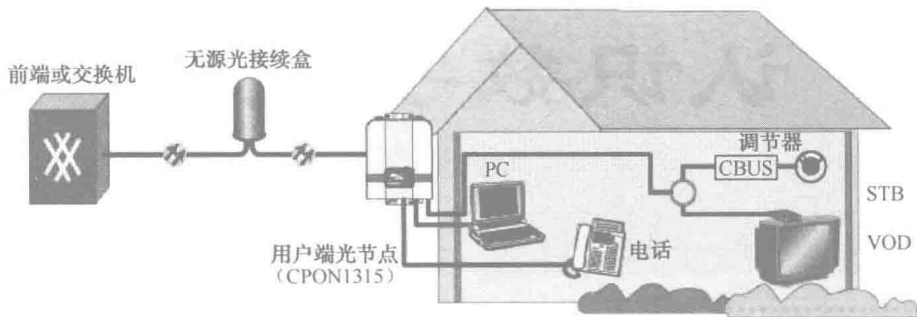


图 1.1 光纤到户示意图

思考:

生活中有哪些常见的通信网络? 其中哪些是数字通信网络? 和传统的模拟通信网络相比, 数字通信网络有哪些优点?

学习目标

- ☞ 理解通信的基本概念, 知道通信的分类及基本通信方式。
- ☞ 知道典型的数字通信网络及数字通信的特点。
- ☞ 掌握数字通信系统的组成及各组成部分的功能, 加深对生活中数字通信系统的认识。
- ☞ 理解数字通信的有效性和可靠性指标及两个指标间的关系, 学会计算关键指标。
- ☞ 能够找出现实生活中的任何通信系统与通信系统模型的对应关系。
- ☞ 了解通信技术的发展趋势。

1.1 初识通信



扫一扫看认识数字通信的相关概念教学课件

1.1.1 通信的相关概念

在通信领域, 有四个常见的专业术语, 分别是通信、消息、信息和信号。

1. 通信

通信 (communicate) 是指通信双方通过某种方式或媒介进行的信息 (或消息) 交流与传



递。科技发展使通信逐渐实现电子化,现阶段的通信可被理解为:利用电子等技术手段,借助电、光信号实现从一地向另一地信息(或消息)的有效传递和交换。

通信的产生背景有二:一是自己有消息要告诉对方,但对方不知道这个消息;二是自己有某种疑问要询问对方,估计对方能给出一定的解答。通信的作用就是,通过消息的传递,使接收者从收到的消息中获取了一定的信息,消除了原来存在的不确定性。

通信从古至今都存在,只是随着时代和技术的发展,通信的方式各有不同,如古代的通信包括以下方式。

风筝通信:我们今天娱乐用的风筝,在古时候曾作为一种应急的通信工具,发挥过重要的作用。传说早在春秋末期,鲁国巧匠公输盘(即鲁班)就曾仿照鸟的造型“削竹木以为鹊,成而飞之,三日不下”,这种以竹木为材制成的会飞的“木鹊”,就是风筝的前身。到了东汉,蔡伦发明了造纸术,人们又用竹篾做架,再用纸糊之,便成了“纸鸢”。五代时人们在做纸鸢时,在上面拴上了一个竹哨,风吹竹哨,声如箏鸣,“风筝”这个词便由此而来。

青鸟传书:据我国上古奇书《山海经》记载,青鸟共有三只,是西王母的随从与使者,它们能够飞越千山万水传递信息,将吉祥、幸福、快乐的佳音传递给人间。据说,西王母曾经给汉武帝写过书信,西王母派青鸟前去传书,而青鸟则一直把西王母的信送到了汉宫承华殿前。在以后的神话中,青鸟又逐渐演变成为百鸟之王——凤凰。

烽火传军情:“烽火”是我国古代用以传递边疆军事情报的一种通信方法,始于商周,延至明清,相习几千年之久,其中尤以汉代的烽火组织规模为大。在边防军事要塞或交通要冲的高处,每隔一定距离建筑一高台,俗称烽火台,亦称烽燧、墩堠、烟墩等。高台上有驻军守候,发现敌人入侵,白天燃烧柴草以“燔烟”报警,夜间燃烧薪柴以“举烽”(火光)报警。一台燃起烽烟,邻台见之也相继举火,逐台传递,须臾千里,以达到报告敌情、调兵遣将、求得援兵、克敌制胜的目的。

古代通信利用烽火、飞鸽、击鼓、旗语等这些以视听、实物为主要传递媒介的方式存在很多不足,如远距离通信传递时间长、信息的实时性差等。现代通信相继出现了无线电、固定电话、移动电话、互联网甚至可视电话等方式,大大提高了通信即时性,同时对通信系统提出了更高的要求,这些要求为通信技术的发展起到了重要的推动作用。

2. 消息

消息(message)是信源所产生的信息的物理表现形式,是我们感觉器官所能感知的语言、文字、数据、图像等的统称。消息可分为离散消息和连续消息。文字、符号、数据等消息状态是可数的或有限的,即为离散的;语音、图像等消息状态是连续变化的。

3. 信息

信息(information)是消息中所包含的对信宿有用的内容。通信的根本目的在于传递含有信息的信息,信息可以是语音、文字、图像、数据或代码等任何可以由信宿读懂的消息。“信息”与“消息”既有联系又有区别。信息是信宿能够读懂的消息,消息则不一定是信息。

4. 信号

信号(signal)是消息的物理载体,在通信系统中,消息的传递常常是通过它的物理载体



电信号或光信号来实现的,也就是说,把消息寄托在信号的某一参量上,如连续波的幅度、频率和相位;脉冲波的幅度、宽度或位置;光波的强度或波长等。信号可分为模拟信号和数字信号(见图 1.2、图 1.3)。

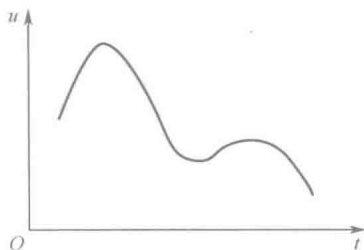


图 1.2 模拟信号

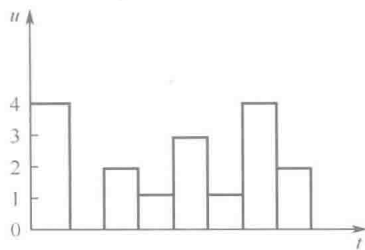


图 1.3 数字信号

模拟信号是电信号的某一参量连续取值,称为模拟信号,其特点是幅度上连续,如普通电话机等输出的信号。值得注意的是,模拟信号不一定在时间上都连续,如 PAM 信号。在我们的生活中,周围有很多的模拟信号存在,如说话的声音,连续变化的温度、湿度,家用电器中的电流、电压都是模拟信号。

数字信号是电信号的某一参量离散取值,其特点是幅值被限制在有限个数值之内,它不是连续的,而是离散的,故又称为离散信号,如电传机、电报等输出的信号。

模拟信号只能在模拟通信网络中传输,请思考,模拟信号有无可能在数字通信网中传输?如果要想实现模拟信号在数字通信网络中传输,需要完成什么操作?

1.1.2 通信的分类

1. 按通信传输媒质分类

信号要实现通信目的须要选择适当的传输媒质进行传输,这里的传输媒质通常被称为信道,关于信道的概念在以后的章节中将进行详细介绍。按信道采用的传输媒质不同,通信可分为以下两大类。

(1) 有线通信。有线通信是传输媒质为架空明线、电缆、光缆及波导等实体形式的通信。其特点是媒质能看得见、摸得着。与媒质相对应的,有线通信可进一步再分类,如明线通信、电缆通信及光缆通信等。

(2) 无线通信。无线通信是传输媒质为看不见、摸不着的媒质的一种通信形式。无线通信常见的形式有微波通信、短波通信、移动通信、卫星通信、散射通信和激光通信等,其形式较多。

2. 按信道中传输的信号分类

由前面的介绍可知,信号可分为模拟信号和数字信号两大类,因此按照传输信号的不同可将通信分为模拟通信和数字通信。其中数字通信是本书的重点。

3. 按工作频段分类

按通信设备的工作频段不同,通信可分为长波通信、中波通信、短波通信及微波通信等。表 1.1 列出了通信中使用的频段、常用传输媒介及主要用途。



表 1.1 通信频段介绍

频率范围	波 长	频段名称	常用传输媒介	用 途
3 Hz~30 kHz	$10^8\sim10^4$ m	甚低频 VLF	有线线对、长波无线电	音频、电话、数据终端、长距离导航、时标
30~300 kHz	$10^4\sim10^3$ m	低频 LF	有线线对、长波无线电	导航、信标、电力线通信
300 kHz~3 MHz	$10^3\sim10^2$ m	中频 MF	同轴电缆、中波无线电	调幅广播、移动通信、业余无线电
3~30 MHz	$10^2\sim10$ m	高频 HF	同轴电缆、短波无线电	移动无线电话、短波广播、定点军用通信、业余无线电
30~300 MHz	$10\sim1$ m	甚高频 VHF	同轴电缆、超米波无线电	电视、调频广播、空中管制、车辆通信、导航、集群通信、无线寻呼
300 MHz~3 GHz	$100\sim10$ cm	特高频 UHF	波导微波、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
3~30 GHz	$10\sim1$ cm	超高频 SHF	波导微波、厘米波无线电	微波接力、卫星和空间通信、雷达
30~300 GHz	$10\sim1$ mm	极高频 EHF	波导微波、毫米波无线电	雷达、微波接力、射电天文学
$10^5\sim10^7$ GHz	$3\times10^{-4}\sim3\times10^{-6}$ cm	红外可见光 紫外线	光纤激光空间传播	光通信

4. 按调制方式分类

根据信号在传递过程中是否进行过调制,可将通信系统分为基带传输和频带传输。基带传输是指信号没有经过调制而直接进行传输的通信方式,如音频市内电话。频带传输是指信号经过调制后再送到信道中传输,接收端有相应解调措施的通信方式,它是对各种信号调制后传输的总称。

5. 按信号复用方式分类

为了提高通信系统信道的利用率,通信信号的传输往往采用多路复用技术。所谓多路复用技术通常是指在一个信道上同时传输多个信号的技术。按不同的信号复用方式分类,通信可分为频分复用通信、时分复用通信以及码分复用通信。这三种信号复用通信,在以后的章节中会有详细的讲解。

6. 按通信双方的分工及数据传输方向分类

对于点到点之间的通信,按消息传送方向,通信方式可分为单工通信、半双工通信及全双工通信三种。三种不同的通信方式后续详解,其通信实例如下。

单工通信的例子很多,如广播、遥控、无线寻呼等。信号只从广播发射台、遥控器和无线寻呼中心分别传到收音机、遥控对象和 BP 机上。半双工通信的有对讲机、收发报机等。全双工通信的非常多,如普通电话、手机等。

除上述分类外,通信还有其他一些分类方法。如通信还可按收发信者是否运动分为移动通信和固定通信;按用户类型可分为公用通信和专用通信;按消息的物理特征分为电报通信系统、电话通信系统、数据通信系统、图像通信系统等;按通信对象的位置分为地面通信、对空通信、深空通信、水下通信等。



1.1.3 通信方式

从通信双方的分工及数据传输方向的不同角度考虑问题, 通信的工作方式通常有以下几种。

1. 按消息传送的方向与时间分类

对于点对点之间的通信, 按消息传送的方向与时间, 通信方式可分为单工通信、半双工通信及全双工通信三种。

(1) 单工通信。消息只能单方向进行传输的一种通信工作方式, 即在某一时间通信双方只能进行一种通信工作的方式, 如图 1.4 (a)。单工通信的例子很多, 如广播、遥控、无线寻呼等。

(2) 半双工通信。通信双方都能收发消息, 但不能同时进行收和发的工作方式, 如图 1.4 (b), 如对讲机、收发报机等都是这种通信方式。

(3) 全双工通信。通信双方可同时进行双向传输消息的工作方式, 如图 1.4 (c)。在这种方式下, 双方都可同时进行收发消息, 互不干扰。生活中如电话、手机等均属于全双工通信。

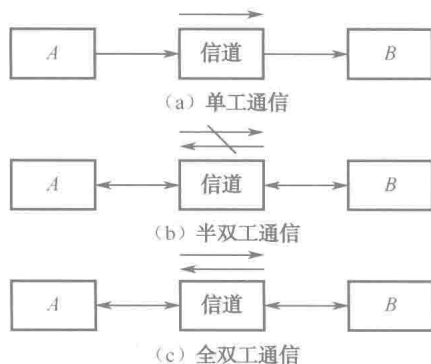


图 1.4 通信方式

2. 按数字信号排序方式分类

在数字通信中, 按照数字信号代码排列顺序的方式不同, 可将通信方式分为串序传输和并序传输。

(1) 串序传输。将代表信息的数字信号序列按时间顺序一个接一个地在信道中传输的通信方式, 如图 1.5 (a) 所示。

(2) 并序传输。将代表信息的数字信号序列分割成两路或两路以上的数字信号序列同时在信道上传输的通信方式, 如图 1.5 (b) 所示。

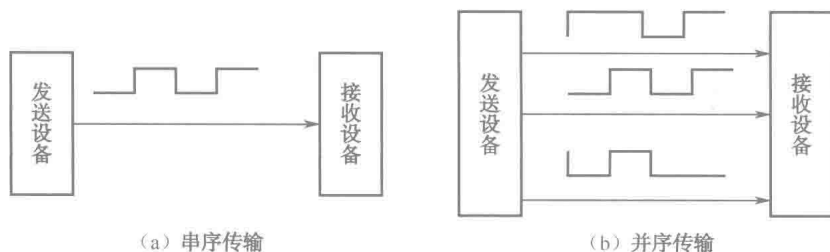


图 1.5 串序和并序传输方式