

高等学校“十二五”规划教材

电子与通信工程系列

现代通信技术

Modern Communication Technologies

韩宇辉 吕鑫淼 主 编
张伟超 谭 丽 副主编



哈尔滨工业大学出版社

C14012532

高等学校“十二五”规划教材

TN91-43

44

电子与通信工程系列

现代通信技术

Modern Communication Technologies

韩宇辉 吕鑫淼 主 编
张伟超 谭 丽 副主编



北航

C1698863

TN91-43
44

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书对现代通信领域的主要技术进行了比较系统和全面的介绍,并涵盖了近年来出现的新兴技术。

全书共分 10 章,主要包括:现代通信技术概述、数字通信技术、电话网技术、数据通信技术、光纤通信技术、微波与卫星通信技术、移动通信技术、多媒体通信技术、接入网与接入技术以及短距离无线通信技术。

本书可作为高等院校通信或电子信息专业本科高年级学生的教材或教学参考书,也可作为从事相关专业工作的科研和工程技术人员的参考书或培训教材。

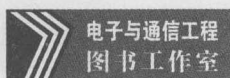
图书在版编目(CIP)数据

现代通信技术/韩宇辉,吕鑫森主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-5603-4215-3

I. ①现… II. ①韩…②吕… III. ①通信技术-高等学校-教材 IV. ①TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 191394 号



责任编辑 李广鑫

封面设计 刘长友

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省委党校印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 15 字数 344 千字

版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-4215-3

定 价 28.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

PREFACE

通信技术在信息社会中具有不可或缺的重要地位,极大地影响和改变着我们的工作和生活方式。通信技术和通信产业是当今时代发展最快的领域之一,新技术不断涌现。我国的通信产业虽然起步相对较晚,但发展也极为迅速。

本书对现代通信领域的主要技术进行了比较系统和全面的介绍,并涵盖了近年来出现的新兴技术。全书共分 10 章。第 1 章对现代通信技术进行概述,介绍了通信的发展简史、通信的基本概念、通信技术的发展趋势等内容;第 2 章介绍了数字通信技术的基本概念和原理;第 3 章介绍了电话网的基本概念与技术,包括电话网组成与结构、编号计划、路由选择、程控交换技术以及综合业务数字网和智能网;第 4 章对数据通信的概念、交换技术以及数据通信网进行了介绍;第 5 章介绍了光纤通信技术,涉及光信号的产生、传输、检测以及组网技术;第 6 章介绍了微波与卫星通信技术的基本概念、系统组成;第 7 章介绍了移动通信技术,主要包括无线电波的传播特性、多址方式以及 GSM 和 CDMA 移动通信系统;第 8 章对多媒体通信的基本概念、音频信息处理技术、图像信息处理技术等进行了介绍;第 9 章介绍了接入网和接入技术的基本概念以及几种常见接入技术的特点、系统组成、基本原理和典型应用等内容;第 10 章对蓝牙、红外数据通信、Zigbee、无线射频识别这几种目前使用较广泛的短距离无线通信技术进行了介绍。

本书的第 1 章、第 2 章和第 4 章由哈尔滨理工大学韩宇辉编写;第 3 章、第 5 章和第 6 章由哈尔滨理工大学吕鑫淼编写;第 8 章和第 9 章由哈尔滨理工大学张伟超编写;第 7 章和第 10 章由哈尔滨理工大学谭丽编写。全书由韩宇辉统稿。

由于作者水平所限,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者朋友批评指正。

编 者

2013 年 7 月

目 录

CONTENTS

第1章 现代通信技术概论	1
1.1 通信发展简史	1
1.2 通信的基本概念	5
1.2.1 信息与信号	5
1.2.2 通信方式	6
1.2.3 信息传输方式	7
1.3 通信系统	8
1.3.1 通信系统的基本模型	8
1.3.2 通信系统的分类	10
1.3.3 通信系统的主要性能指标	10
1.4 通信网	12
1.4.1 通信网的组成	12
1.4.2 通信网的组网结构	12
1.4.3 通信网的质量要求	14
1.5 通信业务	14
1.5.1 视音频业务	14
1.5.2 数据通信业务	17
1.5.3 多媒体通信业务	18
1.6 通信技术的发展趋势	19
1.7 标准化组织	20
习题	22
第2章 数字通信技术	24
2.1 数字通信技术的概念和特点	24
2.2 数字信号的传输技术	25
2.2.1 数字信号的基带传输	25
2.2.2 数字信号的调制传输	29
2.3 模拟信号数字化	29

2.3.1	脉冲编码调制	29
2.3.2	增量调制	31
2.4	数字通信的时分多路复用	33
2.4.1	时分多路复用的基本概念	33
2.4.2	PCM30/32 路系统	33
2.5	数字复接技术	36
2.5.1	数字复接的概念	36
2.5.2	数字复接方式	37
2.5.3	数字复接中的码速调整	38
2.6	同步数字体系	41
2.6.1	SDH 的产生背景和主要特点	41
2.6.2	SDH 的帧结构	44
2.6.3	SDH 的同步复用和映射原理	48
2.6.4	SDH 自愈网原理	50
	习题	54
第3章	电话网技术	55
3.1	电话网概述	55
3.1.1	电话网的组成和结构	55
3.1.2	电话网的编号计划	59
3.1.3	电话网的路由选择	60
3.1.4	信令网	61
3.2	数字程控交换技术	63
3.2.1	数字交换的原理	64
3.2.2	数字程控交换机的构成	69
3.2.3	呼叫处理的过程	73
3.3	综合业务数字网	74
3.3.1	ISDN 的概念	74
3.3.2	ISDN 的功能体系结构	76
3.3.3	ISDN 的业务及应用	78
3.4	智能网	80
3.4.1	智能网的概念	80
3.4.2	智能网的组成	81
3.4.2	智能网的概念模型	83
	习题	85
第4章	数据通信技术	86
4.1	数据通信概述	86

4.1.1	数据通信的特点	86
4.1.2	数据通信系统的组成	86
4.2	数据通信的交换技术	87
4.2.1	电路交换	87
4.2.2	报文交换	89
4.2.3	分组交换	90
4.2.4	帧中继	91
4.2.5	ATM 交换	92
4.3	数据通信协议	93
4.3.1	通信协议的一般概念	93
4.3.2	通信协议的分层结构	93
4.4	数据通信设备	95
4.4.1	终端设备	95
4.4.2	调制解调器	96
4.4.3	多路复用器和集中器	96
4.4.4	网络设备	97
4.5	数据通信网	98
4.5.1	数据通信网概述	98
4.5.2	分组交换网	99
4.5.3	数字数据网	103
4.5.4	帧中继网	105
4.5.5	ATM 网络	107
	习题	110
第 5 章	光纤通信技术	111
5.1	光纤通信概述	111
5.1.1	光纤通信的发展	111
5.1.2	光纤通信的特点	112
5.2	光纤与光缆	114
5.2.1	光纤的结构和分类	114
5.2.2	光纤的导光原理	117
5.2.3	光纤的传输特性	119
5.2.4	光缆的结构	125
5.3	光纤传输系统的组成	126
5.3.1	光发送机	127
5.3.2	光接收机	130
5.3.3	光中继器	131
5.4	光波分复用技术	132

习题	134
第6章 微波与卫星通信技术	136
6.1 数字微波中继通信技术	136
6.1.1 微波的特性和微波中继通信的特点	136
6.1.2 数字微波中继通信系统的组成	138
6.1.3 数字微波端站的组成	139
6.1.4 数字微波通信的关键技术	141
6.2 卫星通信技术	142
6.2.1 卫星通信的基本概念和特点	143
6.2.2 静止地球轨道卫星通信系统	146
6.2.3 非静止地球轨道卫星通信系统	148
6.2.4 卫星通信系统的应用	151
习题	154
第7章 移动通信技术	155
7.1 移动通信的基本概念和特点	155
7.2 移动信道的特性	157
7.3 移动通信中的多址接入技术	158
7.3.1 频分多址 FDMA	159
7.3.2 时分多址 TDMA	160
7.3.3 码分多址 CDMA	161
7.4 GSM 移动通信系统	163
7.5 CDMA 移动通信系统	165
7.6 移动通信新技术	167
7.6.1 LTE 系统	168
7.6.2 IMT-Advanced 系统	169
习题	171
第8章 多媒体通信技术	172
8.1 多媒体通信的基本概念	172
8.1.1 多媒体的概念	172
8.1.2 多媒体通信终端	172
8.1.3 多媒体通信的特点	173
8.1.4 多媒体通信对网络的要求	174
8.2 多媒体通信系统中的关键技术	174
8.3 音频信息处理技术	176
8.3.1 音频信号特性和人的听觉特性	176

8.3.2 音频信息的压缩编码	177
8.4 图像信息处理技术	181
8.4.1 人的视觉特性	181
8.4.2 图像信息的数字化	182
8.4.3 图像信息的压缩编码	183
习题	189
第9章 接入网与接入技术	190
9.1 接入网概述	190
9.2 铜线接入技术	194
9.2.1 铜线接入技术概述	194
9.2.2 xDSL 的线路编码	195
9.2.3 高比特率数字用户线	197
9.2.4 非对称数字用户线	198
9.3 混合光纤/同轴电缆接入技术	200
9.3.1 混合光纤/同轴电缆接入的基本概念	200
9.3.2 频谱安排	200
9.3.3 系统结构	200
9.3.4 混合光纤/同轴电缆接入的主要特点	202
9.4 光纤接入技术	202
9.4.1 光纤接入技术的基本概念	202
9.4.2 光纤接入网的结构	202
9.4.3 光纤接入网的应用类型	204
9.4.4 光纤接入网的复用技术	204
9.4.5 无源光网络	206
9.5 无线接入技术	213
9.5.1 本地多点分配业务	213
9.5.2 无线局域网	214
习题	216
第10章 短距离无线通信技术	217
10.1 蓝牙技术	217
10.2 红外数据通信技术	220
10.3 Zigbee 技术	221
10.4 无线射频识别技术	223
习题	228
参考文献	229

第 1 章

现代通信技术概论

信息交流是人类社会存在和发展的基础。通信技术的发展改变着人们的生活和生产方式,是推动人类社会发展和进步的巨大动力。现代通信技术作为信息化社会的支柱产业,对社会经济和人们的生活有着巨大的影响。本章对现代通信技术进行概括性的介绍,主要内容包括通信的发展简史、通信的基本概念、通信系统、通信网、通信业务、通信技术的发展趋势以及标准化组织。

1.1 通信发展简史

早在 3 000 年前,我国古代的周朝就出现了广为人知的烽火传讯,通过在烽火台点燃烟火传递军事情报。古代人类进行远距离通信比较具有代表性的方式还包括信鸽传书、旗语、邮递信件等。这些原始的通信方式利用自然界的基本规律和人的基础感官(视觉、听觉等)可达性实现信息的传递,不仅要耗费很多的人力、物力,信息传递的速度也十分有限。

1. 电报的发明

人类掌握了电的知识之后,开始研究利用电实现远距离通信的方法。1835 年,一位美国的画家、科学爱好者塞缪尔·莫尔斯(图 1.1)将电磁原理应用于电报传输,成功研制出世界上第一台电磁式电报机(图 1.2)。莫尔斯还发明了著名的“莫尔斯电码”,利用电流的“通”“断”不同排列顺序来代表不同的英文字母、数字和标点符号等。1843 年,美国修建了从华盛顿至巴尔的摩的电报线路,全长 64.4 千米。1844 年 5 月 24 日,莫尔斯在国会大厦联邦最高法院会议厅用莫尔斯电码向巴尔的摩发出了人类历史上的第一份电报:“上帝创造了何等的奇迹!”此后,莫尔斯人工电报机和莫尔斯电码在世界各国得到广泛应用。电报最初用架空明线传送,只能在陆地上使用。1850 年英国在英吉利海峡敷设了海底电缆,1866 年横渡大西洋的海底电缆敷设成功,实现了越洋电报通信。后来各大洲之间和沿海各地敷设了许多条海底电缆,构成了全球电报通信网。电报的发明是有线通信的开始,标志着电信时代的到来。由于以电信号作为信息的载体,信息传递的速度大大加快了。

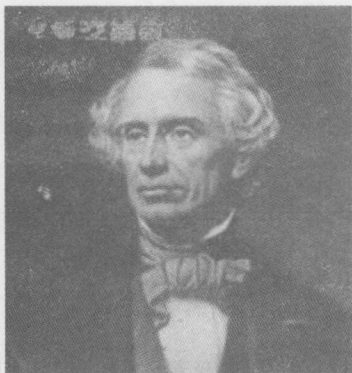


图 1.1 塞缪尔·莫尔斯

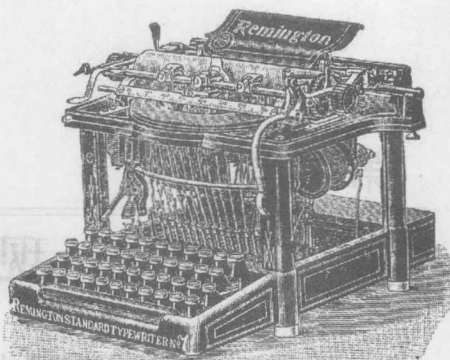


图 1.2 早期的电报机

2. 电话的发明

电报的发明给人类的通信带来了前所未有的变化。但是电报传送的是符号,发送一份电报必须先将报文译成电码,再用电报机发送出去;在收报一方,要经过相反的过程,即将收到的电码译成报文,然后送到收报人的手里。这不仅手续麻烦,而且也不能进行及时双向信息交流。因此,人们开始探索一种能直接传送人类声音的通信方式,这就是现在无人不晓的“电话”。1876年,苏格兰人亚历山大·贝尔(图 1.3)应用电磁感应原理发明了电话机,3月10日,贝尔第一次用电话传送了一句完整的话。从此,电磁波不仅可以传输文字,还可以传输语音。在此基础之上,美国发明家托马斯·爱迪生发明了炭精送、受话器,提高了电话的灵敏度、音量和接收距离。1877年,在美国波士顿架设了第一条电话线,开始了电话通信业务。1878年

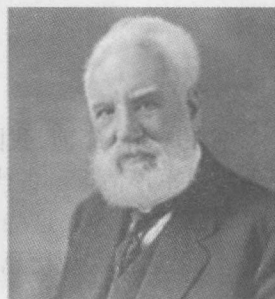


图 1.3 亚历山大·贝尔

在相距 300 公里的波士顿和纽约之间进行了首次长途电话实验,并获得了成功。最早的电话交换机是人工电话交换机,电话的接续工作是由接线员人工完成的。1889年美国人史端乔发明了自动交换的步进制电话交换机,利用用户拨号发出的脉冲控制交换机完成接续工作。自动电话交换机的问世使电话的接续工作变得更加简便和快速,用户打电话时只需拨对方的电话号码,而不必再与接线员对话了。随后,纵横制电话交换机、程控电话交换机、程控数字电话交换机等相继问世。电话交换机从人工接续发展到自动接续,从机械式结构发展到半电子、电子结构,再发展到由电子计算机操纵的程控方式,在技术上发生了翻天覆地的变化,不仅电话的接续速度大大加快,通话质量明显提高,而且还增加了许多新的功能,促使电话通信有了更大的发展。电话发明至今已有 130 多年,但它依然是当今社会人们最主要的通信工具之一。

3. 无线通信的兴起

电报和电话的发明,使人们的信息交流变得既迅速又方便,然而这种交流仅是在两个人或较少的群体之间进行的。现代社会有大量的信息需要及时让各处的人们分享,无线通信的兴起满足了人们的这种需求。1864年,英国物理学家和数学家詹姆斯·克拉克·麦克斯韦(图 1.4)预言了电磁波的存在,并推导出电磁波的传播速度等于光速,指出通常



的可见光不过是波长在一定范围内的特殊电磁波。1887 年德国青年物理学家海因里希·鲁道夫·赫兹(图 1.5)用实验验证了电磁波的存在。1895 年,意大利工程师伽利尔摩·马可尼(图 1.6)利用火花放电产生电磁波,把莫尔斯电码传送到几百米以外,实现了无线电通信的实验。同年,俄罗斯科学家波波夫(图 1.7)也独立完成了用电磁波传送电报信号的实验。无线电通信最初用于海上救援,随后被海军应用于军事通信。1903 年和 1906 年真空二极管和真空三极管的发明使电信号的放大问题得到解决,为远距离无线电通信铺平了道路,推动了无线电通信的飞跃发展。1906 年在柏林召开的第一次国际无线电会议上通过了无线电规则和国际公约,确定了各种无线通信的频率划分,并建立了负责无线电台登记的管理部门。



图 1.4 詹姆斯·克拉克·麦克斯韦



图 1.5 海因里希·鲁道夫·赫兹



图 1.6 伽利尔摩·马可尼



图 1.7 波波夫

1920 年,美国无线电专家康拉德在匹兹堡建立了世界上第一家商业无线电广播电台,标志着商业无线电广播的开始。1925 年,英国人贝尔德发明了机械扫描式电视机。1927 年,英国广播公司试播了 30 行机械扫描式电视,开启了电视广播的历史。1928 年美国西屋电器公司的兹沃尔金发明了光电显像管,并同工程师范瓦斯合作,实现了电子扫描方式的电视发送和传输。1945 年在三基色原理的基础上,美国无线电公司制成了世界上第一台全电子管彩色电视机。广播和电视的出现,促进了人类的文化交流,极大地影响了人们的生活方式、工作方式和行为模式。它将整个世界更紧密地联系在一起,使世界各地的人们能够迅速地地了解地球上任何地方发生的事情。



1957 年,前苏联成功发射了世界上第一颗人造地球卫星“卫星一号”;1965 年,国际卫星通信组织成功发射了世界上第一颗商用通信卫星“晨鸟号(Early Bird)”,标志着同步卫星通信时代的开始。

1973 年,美国摩托罗拉公司的马丁·库帕博士发明了第一台移动电话。1978 年美国在芝加哥试验成功第一个移动电话通信系统 AMPS(Advanced Mobile Phone System,高级移动电话系统),并于 1979 年投入试运行,这是世界上第一个蜂窝模拟通信系统。1988 年,第二代数字蜂窝移动系统 GSM(Global System of Mobile Communication,全球移动通信系统)的标准制定完成,并于 1990 年投入商用。2000 年,第三代蜂窝移动通信系统标准提出。目前,第四代蜂窝移动通信系统标准已经开始制定。

4. 电子计算机和计算机网络的出现

1946 年,世界上第一台电子计算机(图 1.8)在美国宾夕法尼亚大学问世。这台名为 ENIAC 的计算机使用了大约 18 000 只真空电子管,占地面积 170 m²,重 30 t,每秒可以进行 5 000 次加法运算或 400 次乘法运算。1947 年,世界上第一个晶体管诞生于贝尔实验室;1959 年美国工程师杰克·基尔比发明了集成电路;1967 年,大规模集成电路诞生。电子元器件的革新进一步促使电子计算机朝高速化、小型化、高精度、高可靠性方向发展。为了解决资源共享问题,单一计算机很快发展成了计算机网络,实现了计算机之间的数据通信、数据共享。通信介质从普通导线、同轴电缆发展到双绞线、光纤导线、光缆。电子计算机的输入输出设备也飞速发展起来,扫描仪、绘图仪、音频视频设备等使计算机如虎添翼,可以处理更多的复杂问题。1969 年,美国国防部创建了第一个分组交换网 ARPANET;1983 年 TCP/IP 协议成为 ARPANET 上的标准协议,标志着全球最大的互联网络因特网的诞生。电子计算机和通信技术的紧密结合,标志着数字化信息时代的到来。

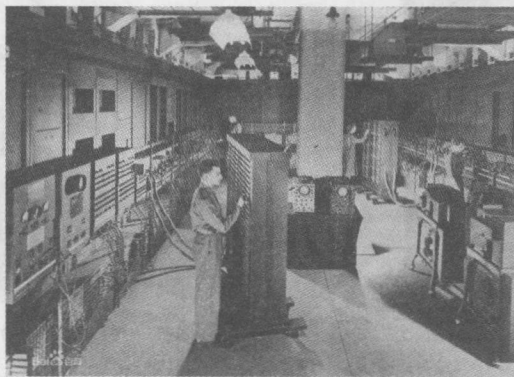


图 1.8 世界第一台电子计算机 ENIAC

随着各种新兴的通信技术不断涌现,各种新的电信业务也应运而生,使人们的生活更加便利。通信技术正向着数字化、智能化、综合化、宽带化、个人化的方向迅速发展。



1.2 通信的基本概念

1.2.1 信息与信号

我们生活在一个信息时代,“信息”已成为一个使用频率非常高的字眼。那么,什么是信息?信息论奠基人香农(Shannon)认为“信息是用来消除随机不确定性的东西”;控制论创始人维纳(Norbert Wiener)认为“信息是人们在适应外部世界,并使这种适应反作用于外部世界的过程中,同外部世界进行互相交换的内容和名称”;我国著名的信息学专家钟义信教授认为“信息是事物存在方式或运动状态,以这种方式或状态直接或间接地表述”。实际上,很难对信息给出一个明确定义。正如维纳所说,“信息就是信息,不是物质,也不是能量”。越是基本的概念越难以给出确切的定义,就像物质和能量一样。

尽管从不同的角度出发对信息存在不同的理解,但是信息的一些基本性质还是得到了共识。

(1) 信息的普遍性

只要有事物的地方,就必然存在信息。信息在自然界和人类社会活动中广泛存在。

(2) 载体依附性

信息不能独立存在,需要依附于一定的载体,而且同一个信息可以依附于不同的载体。

(3) 信息的可识别性

人类可以通过感觉器官和科学仪器等方式来获取、整理、认知信息,这是人类利用信息的前提。

(4) 信息的可传递性

信息可以通过各种媒介在人与人之间、人与物之间、物与物之间传递。

(5) 信息的可共享性

信息与物质、能量显著不同的一点是信息在传递过程中并不是“此消彼长”,同一信息可以在同一时间被多个主体共有,而且还能够无限地复制、传递。

(6) 信息的可扩充性

相对物质和能量而言,信息资源没有限度,永远不会耗尽,而且会越来越多。

信息是抽象的内容,必须通过语言、文字、图像、数据等将其表示出来,即信息通过消息来表示。在通信中,消息是以信号作为载体来进行传送的。从广义上讲,信号的形式包括光信号、声信号和电信号等。例如,古代人利用点燃烽火而产生的滚滚狼烟,向远方军队传递敌人入侵的消息,这属于光信号;当我们说话时,声波传递到他人的耳朵,使他人了解我们的意图,这属于声信号;如果两个人是通过电话交谈,声音以电流的形式被传送到对方,则属于电信号。人们通过对光、声、电信号进行接收,才知道对方要表达的消息。在各种形式的信号中,电信号由于具有传递速度快、传输距离远以及处理方便的特点成为通信信号的主要形式。近年来,随着光纤的问世,光信号也越来越多地应用于通信中。

信号按照其波形特征可分为模拟信号和数字信号两大类。模拟信号是指信息参数



(幅度、频率或相位)在给定范围内表现为连续的信号,即代表信息的信号参数可能是某一个有限范围内的任意值。如代表信息的信号参数为幅度,则模拟信号的幅度取值有无限多个。模拟信号在时间上可以是连续的,也可以是离散的,如图 1.9 所示。例如,温度随时间变化的信号波形在时间上是连续的,属于连续的模拟信号;如果每隔一定的时间间隔测量一次温度,相应的信号波形在时间上是离散的,就属于离散的模拟信号。

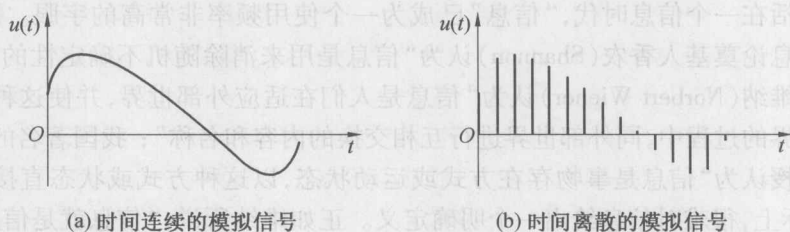


图 1.9 模拟信号

数字信号是指信息参数(幅度、频率或相位)离散的信号,即代表信息的信号参数的取值被限制在有限个数值之内。图 1.10(a)所示为二进制数字信号的波形,它的状态只有两个;图 1.10(b)所示为四进制数字信号的波形,它的状态只有四个。

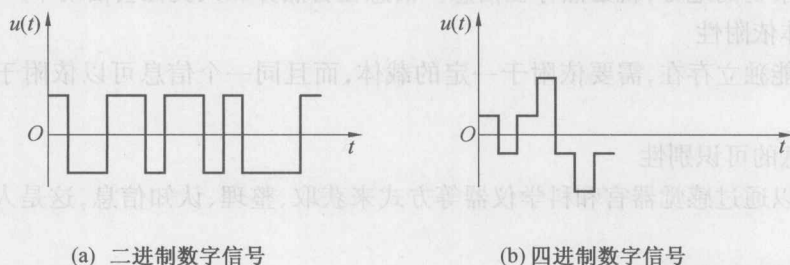


图 1.10 数字信号

1.2.2 通信方式

根据信息传送的方向与时间的关系,通信方式可以分为单工通信、半双工通信以及全双工通信三种。

单工通信(Simplex Communication)是指信息只能单方向传输的工作方式,如图 1.11 所示。单工通信信道是单向信道,发送端和接收端的身份是固定的,发送端只能发送信息而不能接收信息,接收端只能接收信息而不能发送信息,信息流是单方向的。有线电视、从计算机主机输出数据到显示器或打印机都属于单工通信方式。

半双工通信(Half Duplex Communication)是一种可以实现双向传输的通信方式,但两个方向上的通信不能同时进行,必须轮流交替地进行,如图 1.12 所示。半双工通信方式中,通信信道的每一端都可以是发送端,也可以是接收端,但同一时刻信息只能有一个传输方向。例如,使用同一频率的无线电对讲机采用的通信方式就是半双工方式。

全双工通信(Full Duplex Communication)是指通信双方可以同时进行收发信息的工作方式,如图 1.13 所示。电话系统、计算机网络等大多数通信系统采用的都是全双工通



信方式。

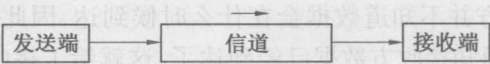


图 1.11 单工通信

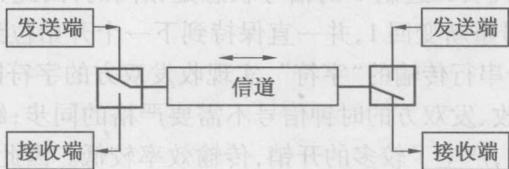


图 1.12 半双工通信

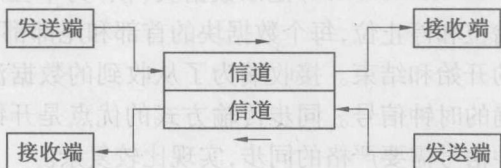


图 1.13 全双工通信

1.2.3 信息传输方式

1. 串行传输与并行传输

数字通信系统中,按照数字信号码元排列方法的不同,信息传输方式可以分为串行传输与并行传输两类。

将数字信号码元序列按时间顺序一个接一个地在信道中传输的方式称为串行传输,如图 1.14 所示。如果将数字信号码元序列分割成两路或两路以上同时在信道中传输,则称为并行传输,如图 1.15 所示。串行传输相对并行传输而言,传输速度慢,但只需一条物理信道,线路投资小,易于实现,特别适合远距离传输,是目前数据传输的主要方式。

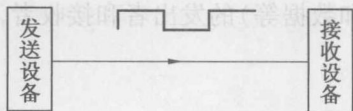


图 1.14 串行传输

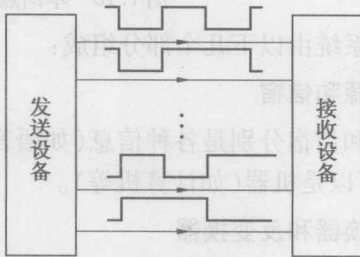


图 1.15 并行传输

2. 异步传输与同步传输

按照同步方式的不同,数字信号的传输方式还可以分为异步传输和同步传输两类。

异步传输 (Asynchronous Transmission) 通常以字符为单位进行传送。发送方可以在任何时刻发送这些字符,而接收方并不知道它们会在什么时候到达。一个常见的例子是计



算机键盘与主机的通信,按下一个字母键、数字键或特殊字符键,就发送一个 8 比特的 ASCII 代码。由于接收方并不知道数据会在什么时候到达,因此每次异步传输的字符都以一个起始位开头,它通知接收方数据已经到达了,这就给了接收方响应、接收和缓存数据比特的时间;在传输结束时,一个停止位表示该字符传输的终止。按照惯例,空闲(没有传送数据)的线路与代表二进制 1 的信号状态是相同的,因此异步传输的起始位使信号变成 0,停止位使信号重新变回 1,并一直保持到下一个开始位到达。起始位和停止位的作用就是为了能区分串行传输的“字符”,实现收发双方的字符同步。异步传输方式的优点是实现比较容易,收、发双方的时钟信号不需要严格的同步;缺点是由于每个字符都要加上起始位和停止位,产生了较多的开销,传输效率较低。因此,异步传输常用于低速设备。

同步传输(Synchronous Transmission)是以数据块(帧)为单位进行传送的。在同步传输方式下,字符间无起始位和停止位,每个数据块的首部和尾部都要附加一个特殊的比特序列,标记一个数据块的开始和结束。接收端为了从收到的数据流中正确地分出各个码元,必须首先建立准确的时钟信号。同步传输方式的优点是开销较小,传输效率较高;缺点是收、发双方的时钟信号需要严格的同步,实现比较复杂。

1.3 通信系统

1.3.1 通信系统的基本模型

一个点对点的单向通信系统可以用如图 1.16 所示的模型进行描述。



图 1.16 单向点对点通信系统的一般模型

通信系统由以下几个部分组成:

1. 信源和信宿

信源和信宿分别是各种信息(如语言、文字、图像和数据等)的发出者和接收者,可以是人,也可以是机器(如计算机等)。

2. 变换器和反变换器

通常情况下,为了使信息适合在信道中进行传输,往往在发送端需要对信息进行必要的加工和处理,这些加工和处理的过程统称为变换。在接收端,为了将信息还原,要进行相应的反变换。常见的变换和反变换主要包括能量变换、调制与解调、编码与解码以及模/数变换与数/模变换。