

现代通信系统

XIANDAI
TONGXINXITONG
DAOLUN

导论

岳 欣◎主编



北京邮电大学出版社

内 容 简 介

本书从通信基本概念和通信系统基本理论入手,由浅入深全面、系统地介绍了目前广泛应用的各种典型的现代通信系统及系统中所使用的关键技术,较好地反映了现代通信技术最新进展。在介绍现代通信系统及关键技术时,着重基本概念的阐述,通过各种类比,使得内容更加通俗易懂。主要内容包括通信系统理论基础、交换技术基础、公用电话交换网及电信支撑网、数据通信、移动通信、无线网络规划与优化等。

本书既可作为高等学校非通信类专业学生学习信息技术的教材和参考书,也可作为从事信息产业的有关技术及管理人员的培训和参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信系统导论/岳欣主编.--北京:北京邮电大学出版社,2012.1

ISBN 978-7-5635-2800-4

I. ①现… II. ①岳… III. ①通信系统—教材 IV. ①TN914

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 212039 号

书 名: 现代通信系统导论

作 者: 岳 欣

责任编辑: 王丹丹 赵 静

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 15.75

字 数: 370 千字

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

ISBN 978-7-5635-2800-4

定 价: 32.00 元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

在信息化的大背景下,信息资源已成为重要的生产要素、无形资产和社会财富。信息技术正在改变着人类生产生活的方方面面:数字化的生产工具与消费终端广泛应用;智能化的综合网络遍布社会各个角落……,这一切的改变均源于现代通信技术及其应用。

在信息社会中,无论是否从事通信技术工作,都有必要掌握一定的通信基础知识,从而更好地投入工作和生活。为此,作者在多年现代通信技术原理及现代通信网教学的基础上,从通信的基本概念及通信系统基本理论入手,系统地介绍了目前广泛应用的各种典型的现代通信系统的组成、功能、工作原理、体制和技术指标,较好地反映了现代通信技术最新进展。

《现代通信系统导论》在介绍现代通信系统及关键技术时,着重基本概念的阐述,突出专业理论的结论及相关应用领域,精简理论推演,通过各种类比,使得内容更加通俗易懂。

本书由岳欣主编,全书共分7章,其中第1章、第2章由陈飞编写;第3~7章由岳欣编写,并对全书进行了整理和统稿。

第1章从通信发展史入手,在明确了通信的概念之后,对通信系统和通信网进行了简要的介绍。

第2章介绍了广义信息编码所涵盖的基本过程,包括模/数转换、信源编码、信道编码以及调制。

第3章介绍了常用的交换技术:电路交换、报文交换、分组交换、帧中继、ATM交换以及其他交换技术(如IP交换、光交换和软交换等)。

第4章介绍了公用电话交换网(PSTN)的组成;我国PSTN等级结构的演变历程;路由的含义及其设置规则以及提供保证网络正常运行的控制和管理功能的电信支撑网。

第5章介绍了数据通信系统构成、功能、评价指标以及通信网络的体系结构,进而着重介绍了局域网、广域网、互联网、综合业务数字网的结构和关键技术。

第6章从无线通信入手,介绍了4种常用的无线通信技术:微波通信、卫星通信、红外通信和移动通信。其中,移动通信是研究的重点。

第7章介绍了无线资源管理、无线网络规划和优化问题。

在本书的编写过程中,有关专家、学者提出了宝贵意见,同时得到了徐俊杰、王宁、黄玮、楼数月等同行及北京邮电大学出版社工作人员的大力支持,在此一并表示衷心的感谢!由于编者水平和视野所限,书中的错误和不足之处在所难免,敬请读者不吝指正。

作 者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 通信发展简史	1
1.1.1 古代通信	1
1.1.2 近代通信	2
1.1.3 现代通信	3
1.1.4 未来通信	6
1.2 通信基本概念	6
1.3 通信系统概述	7
1.3.1 通信系统模型	7
1.3.2 通信系统分类	7
1.3.3 通信系统的质量评价	8
1.3.4 通信行业技术标准	9
1.4 通信网概述	10
1.4.1 通信网的组成	10
1.4.2 通信网的特性	11
1.4.3 通信网的网络结构	12
1.4.4 通信网的分类	13
1.4.5 国内现有的通信网络	14
本章小结	15
习题	16
第 2 章 通信系统理论基础	17
2.1 模/数转换	17
2.1.1 抽样	18
2.1.2 量化	19
2.1.3 编码	20
2.2 信源编码	21
2.2.1 脉冲编码调制	21
2.2.2 增量调制	23
2.2.3 霍夫曼编码	24
2.2.4 信源编码的应用	25

2.3 信道编码	29
2.3.1 差错控制的概念	29
2.3.2 常用的信道编码	31
2.4 数字信号的基带传输	35
2.4.1 常用的数字 PAM 信号波形	35
2.4.2 常用线路码型	37
2.5 数字信号的频带传输	40
2.5.1 二进制振幅键控	40
2.5.2 二进制移频键控	41
2.5.3 二进制移相键控	42
2.6 传输媒质	42
2.6.1 有线传输媒质	43
2.6.2 无线信道	48
2.7 信道复用	49
2.7.1 信道复用概述	49
2.7.2 常用的多路复用技术	50
2.7.3 多路复接技术	59
本章小结	62
习题	63
第3章 交换技术基础	64
3.1 交换概念的引入	64
3.2 电路交换	65
3.2.1 电路交换技术的发展历程	65
3.2.2 电路交换的基本过程	66
3.2.3 电路交换的作用	68
3.2.4 电路交换的特点	69
3.2.5 数字程控交换	70
3.3 报文交换	72
3.3.1 报文交换的基本原理	72
3.3.2 报文交换的信息格式	73
3.3.3 报文交换的特点	74
3.4 分组交换	74
3.4.1 分组交换的基本原理	75
3.4.2 分组交换的工作方式	75
3.4.3 分组交换的特点	78
3.5 帧中继	78
3.6 ATM 交换	79

3.6.1	ATM 交换的基本原理	79
3.6.2	ATM 交换的特点	80
3.6.3	常用交换技术的比较	81
3.7	其他交换技术	81
3.7.1	IP 交换	82
3.7.2	光交换	82
3.7.3	软交换	83
本章小结		83
习题		84
第 4 章	公用电话交换网及电信支撑网	85
4.1	PSTN 概述	85
4.1.1	PSTN 的组成	85
4.1.2	PSTN 的等级结构	86
4.1.3	PSTN 的编号规则	88
4.2	路由选择	89
4.2.1	路由的含义及分类	89
4.2.2	路由的设置	90
4.2.3	路由的选择	91
4.3	信令与信令系统	92
4.3.1	信令的基本类型	93
4.3.2	No.7 信令系统概述	94
4.3.3	我国信令网的网络结构	98
4.4	数字同步网	100
4.4.1	同步技术概述	100
4.4.2	数字同步网的实现方式	103
4.4.3	数字同步网的同步设备	105
4.4.4	我国数字同步网	105
4.5	电信管理网	107
4.5.1	通信网络管理概述	107
4.5.2	通信网络管理的演变	108
4.5.3	电信管理网的基本概念	110
4.5.4	电信管理网的功能	110
4.5.5	电信管理网的体系结构	111
4.5.6	我国电信管理网发展现状及趋势	112
本章小结		113
习题		113

第 5 章 数据通信	114
5.1 数据通信概述	114
5.1.1 数据通信的基本概念	114
5.1.2 数据通信的特点	114
5.1.3 数据传输方式	115
5.2 数据通信系统模型	116
5.2.1 数据通信系统构成	116
5.2.2 数据通信系统的功能	117
5.2.3 数据通信系统的评价指标	117
5.3 数据通信网	118
5.3.1 数据通信网与计算机网	118
5.3.2 网络体系结构	118
5.4 局域网	120
5.4.1 网络拓扑结构	120
5.4.2 局域网技术	123
5.4.3 介质访问控制技术	123
5.4.4 网络互联	125
5.4.5 以太网	127
5.5 广域网	127
5.5.1 广域网概述	127
5.5.2 广域网关键技术	128
5.6 互联网	132
5.6.1 互联网概述	132
5.6.2 互联网的基本原理与关键技术	132
5.6.3 因特网	135
5.7 综合业务和多媒体通信	139
5.7.1 综合业务数字网	139
5.7.2 宽带综合业务数字网	140
5.7.3 多媒体通信	141
本章小结	142
习题	143
第 6 章 移动通信	144
6.1 无线通信概述	144
6.1.1 无线通信的特点	144
6.1.2 微波通信	145
6.1.3 卫星通信	147

6.1.4 红外通信	149
6.2 移动通信概述	150
6.2.1 移动通信及其分类	150
6.2.2 移动通信系统组成	150
6.2.3 移动通信与有线通信的区别	151
6.2.4 编号技术	155
6.3 移动通信发展历程	157
6.3.1 第一代移动通信	157
6.3.2 第二代移动通信	159
6.3.3 第三代移动通信	160
6.3.4 第四代移动通信	162
6.4 GSM 移动通信系统	163
6.4.1 GSM 系统概述	163
6.4.2 GSM 系统呼叫建立的基本过程	173
6.4.3 GSM 系统演进历程	175
6.5 窄带 CDMA 移动通信系统	177
6.5.1 CDMA 技术特点	177
6.5.2 窄带 CDMA 系统的组成及工作原理	179
6.5.3 窄带 CDMA 系统通信的基本过程	185
6.5.4 窄带 CDMA 系统的技术体制	186
6.6 第二代移动通信典型系统比较	186
6.7 WCDMA 移动通信系统	189
6.7.1 WCDMA 系统概述	189
6.7.2 WCDMA 演进历程	192
6.7.3 通用移动通信系统(UMTS)	193
6.8 CDMA2000 移动通信系统	196
6.8.1 CDMA2000 的技术体制	197
6.8.2 CDMA2000 演进历程	197
6.8.3 CDMA2000 系统的组成	200
6.9 TD-SCDMA 移动通信系统	202
6.9.1 TD-SCDMA 发展历程	202
6.9.2 TD-SCDMA 系统的组成及工作原理	203
6.9.3 TD-SCDMA 系统的关键过程	209
6.9.4 WCDMA、CDMA2000 和 TD-SCDMA 技术对比	212
6.10 WiMax 移动通信系统	212
6.10.1 WPAN	213
6.10.2 WLAN	216
6.10.3 WiMAX 技术概述	216

6.10.4	WiMAX 系统的组成及网络拓扑结构	217
6.10.5	WiMAX 相关技术	218
6.11	第四代移动通信系统	221
6.11.1	4G 内涵	221
6.11.2	3GPP 的长期演进	221
6.11.3	3GPP2 的超移动宽带	223
6.11.4	WiMAX2	223
	本章小结	223
	习题	224
第 7 章	无线网络规划与优化	225
7.1	无线资源管理	225
7.1.1	信道分配	225
7.1.2	调度技术	226
7.1.3	呼叫准入控制	227
7.1.4	负载控制	228
7.1.5	端到端 QoS	228
7.1.6	自适应编码调制	229
7.2	无线网络规划	230
7.2.1	网络规划的指标	230
7.2.2	网络规划需求分析	232
7.2.3	传播模型测试与校正	232
7.2.4	网络规模估算	232
7.2.5	网络预规划设计	233
7.2.6	网络规划站点勘查	233
7.2.7	网络仿真验证	234
7.2.8	网络规划设计	234
7.3	无线网络优化	235
7.3.1	网络优化流程	236
7.3.2	2G 网络优化指标体系	236
7.3.3	3G 网络优化的目标及工作思路	237
7.3.4	3G 网络优化指标体系	237
	本章小结	238
	习题	239

第 1 章 | 绪 论

1.1 通信发展简史

几千年以来,人类通过不同的方式进行着信息的传输与交流。通信已经成为人们生产、生活中不可或缺的一个重要组成部分。尽管在不同的时期、不同的地域,基于不同的经济和技术发展程度,通信的手段千差万别,但其传递信息的基本功能却始终如一。简单来说,可以将通信漫长的发展过程分为四个阶段:古代通信、近代通信、现代通信和未来通信。

1.1.1 古代通信

古代通信的基本特征是利用自然界的基本规律和人的基础感官建立简单的通信系统。在我国,早在三千多年前的商代,信息传递就已见诸记载。其中,较为常见的古代通信方式包括:

- 烽火狼烟——“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,每隔一定距离建筑一个高台,俗称烽火台,亦称烽燧、墩墩、烟墩等。高台上有驻军守候,发现敌人入侵,白天燃烧柴草以“燿烟”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。
- 鸿雁传书——该典故出自《汉书·苏武传》中“苏武牧羊”的故事。据载,汉武帝天汉元年(公元前 100 年),汉朝使臣中郎将苏武出使匈奴被鞬侯单于扣留,他英勇不屈,单于便将他流放到北海(今贝加尔湖)无人区牧羊。19 年后,汉昭帝继位,汉匈和好,结为姻亲。汉朝使节来匈,要求放苏武回去,但单于不肯,却又说出口,便谎称苏武已经死去。后来,汉昭帝又派使节到匈奴,和苏武一起出使匈奴并被扣留的副使常惠,通过禁卒的帮助,在一天晚上秘密会见了汉使,把苏武的情况告诉了汉使,并想出一计,让汉使对单于讲:“汉朝天子在上林苑打猎时,射到一只

大雁，足上系着一封写在帛上的信，上面写着苏武没死，而是在一个大泽中。”汉使听后非常高兴，就按照常惠的话来责备单于。单于听后大为惊奇，却又无法抵赖，只好把苏武放回。鸿雁传书的真实性尽管无法考证，但飞鸽传书却的确是古代常用的一种通信方式。五代王仁裕《开元天宝遗事》一书中有“传书鸽”的记载：“张九龄少年时，家养群鸽。每与亲知书信往来，只以书系鸽足上，依所教之处，飞往投之。九龄目为飞奴，时人无不爱讶。”张九龄是唐朝政治家和诗人，他不但用信鸽来传递书信，还给信鸽起了一个美丽的名字——“飞奴”。^①

- 马上飞递——中国古代公文传递靠的是驿站，驿站是古代供传递官府文书和军事情报的人或来往官员途中食宿、换马的场所。一般每隔二十里就有一个驿站，一旦要传递的公文注明“马上飞递”的字样，按规定用快马每天三百里进行递送，如遇紧急情况，可每天四百里、六百里甚至八百里^②。唐代诗人岑参在《初过陇山途中呈宇文判官》中前一段写道，“一驿过一驿，驿骑如星流；平明发威阳，暮及陇山头。”

1.1.2 近代通信

近代通信以电磁技术的引入为特征。19 世纪 30 年代，有线电报通信试验成功后，利用电磁系统传递信息的电信事业便迅速发展起来。它的兴起与发展，大致可以用表 1-1 来描述。

表 1-1 近代通信发展简史

年 份	事 件
1838	摩尔斯发明有线电报
1864	麦克斯韦尔提出电磁辐射方程
1876	贝尔发明电话
1896	马可尼发明无线电报
1906	发明真空管
1918	调幅无线电广播、超外差接收机问世
1925	开始采用三路明线载波电话、多路通信
1936	调频无线电广播开播
1937	发明脉冲编码调制原理
1938	电视广播开播
1940~1945	第二次世界大战刺激了雷达和微波通信系统的发展
1948	发明晶体管；香农提出了信息论，通信统计理论开始建立
1949	时分多路通信应用于电话
1956	铺设了越洋电缆
1957	发射第一颗人造卫星

① <http://tech.163.com/07/1019/10/3R5N6IB300092ECP.html>
② http://club.cul.sohu.com/read_art_sub_new.php?b=wangzhai&a=2065495&NoCache=1

续 表

年 份	事 件
1958	发射第一颗通信卫星
1960	发明激光
1961	发明集成电路
1962	发射第一颗同步通信卫星；脉冲编码调制进入使用阶段
1960~1970	彩色电视机问世；阿波罗宇宙飞船登月；数字传输的理论和 技术得到了迅速发展；出现高速数 字电子计算机
1970~1980	大规模集成电路、商用卫星通信、程控数字交换机、光纤通信系统、微处理机等迅速发展
1980 年以后	超大规模集成电路、长波长光纤通信系统广泛应用；综合业务数字网崛起

1.1.3 现代通信

现代通信以移动通信技术和互联网技术的广泛应用为标志。

1. 现代移动通信

移动通信可以说从无线电通信发明之日就产生了。现代移动通信技术的发展始于 20 世纪 20 年代，大致经历了五个发展阶段。

第一阶段从 20 世纪 20 年代至 40 年代，为早期发展阶段。在这期间，首先在短波几个频段上开发出专用移动通信系统，典型代表是美国底特律市警察使用的车载无线电系统。该系统工作频率为 2 MHz，到 40 年代提高到 30~40 MHz。这个阶段是现代移动通信的起步阶段，特点是专用系统开发，工作频率较低。

第二阶段从 20 世纪 40 年代中期至 60 年代初期。在此期间内，公用移动通信业务开始问世。1946 年，根据美国联邦通信委员会（Federal Communications Commission，FCC）的计划，贝尔系统在圣路易斯城建立了世界上第一个公用汽车电话网，称为“城市系统”。当时使用三个频道，间隔为 120 kHz，通信方式为单工。随后，德国（1950 年）、法国（1956 年）、英国（1959 年）等相继研制了公用移动电话系统。美国贝尔实验室完成了人工交换系统的接续问题。这一阶段的特点是从专用移动网向公用移动网过渡，接续方式为人工，网络的容量较小。

第三阶段从 20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期。在此期间，美国推出了改进型移动电话系统（1MTS），使用 150 MHz 和 450 MHz 频段，采用大区制、中小容量，实现了无线频道自动选择并能够自动接续到公用电话网。德国也推出了具有相同技术水平的 B 网。可以说，这一阶段是移动通信系统改进与完善的阶段，其特点是采用大区制、中小容量，使用 450 MHz 频段，实现了自动选频与自动接续。

第四阶段从 20 世纪 70 年代中期至 80 年代中期。这是移动通信蓬勃发展时期。1978 年年底，美国贝尔试验室研制成功先进移动电话系统（Advanced Mobile Phone System，AMPS），建成了蜂窝状移动通信网，大大提高了系统容量。1983 年，首次在芝加哥投入商用。同年 12 月，在华盛顿也开始启用。之后，服务区域在美国逐渐扩大。到

1985年3月已扩展到47个地区,约10万个移动用户。其他工业化国家也相继开发出蜂窝式公用移动通信网。日本于1979年推出800 MHz汽车电话系统(HAMTS),在东京、大阪、神户等地投入商用。德国于1984年完成C网,频段为450 MHz。英国在1985年开发出全地址通信系统(TACS),首先在伦敦投入使用,以后覆盖了全国,频段为900 MHz。法国开发出450系统。加拿大推出450 MHz移动电话系统MTS。瑞典等北欧四国于1980年开发出NMT-450移动通信网,并投入使用,频段为450 MHz。这一阶段的特点是蜂窝状移动通信网成为实用系统,并在世界各地迅速发展。

第五阶段从20世纪80年代中期开始至今。这是数字移动通信系统发展和成熟时期。以AMPS和TACS为代表的第一代蜂窝移动通信网是模拟系统。模拟蜂窝网虽然取得了很大成功,但也暴露了一些问题。例如,频谱利用率低,移动设备复杂,费用较贵,业务种类受限制以及通话易被窃听等,最主要的问题是容量已不能满足日益增长的移动用户需求。解决这些问题的方法是开发新一代数字蜂窝移动通信系统。数字无线传输的频谱利用率高,可大大提高系统容量。另外,数字网能提供语音、数据多种业务服务,并与ISDN等兼容。实际上,早在20世纪70年代末期,当模拟蜂窝系统还处于开发阶段时,一些发达国家就着手数字蜂窝移动通信系统的研究。到20世纪80年代中期,欧洲首先推出了泛欧数字移动通信网(GSM)的体系。随后,美国和日本也制定了各自的数字移动通信体制。与“第一代”模拟移动通信技术相对应,GSM和CDMA称为第二代移动通信技术;WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA以及2007年年底加入的WiMAX称为第三代移动通信技术;目前中国移动正在着手建立第四代移动通信技术试验网,相信不久的将来我国将迈入4G时代。

2. 互联网技术

互联网是美国高科技发展的结果,同时也是美国政府出于军事目的不得已而为之的产物。为了分散因遭遇外国核武器打击本国军事指挥控制系统所带来的危险(即当网络中的某一物理层遭到破坏不至于影响整个网络系统的正常运行),美国国防部于1969年建立了一个实验型的网络架构ARPANET,资金来源于国防部的高级研究规划局(ARPA)。起初,只有几个著名大学院校、研究机构及军事设备承包商等单位被允许与ARPANET连接。ARPANET的建立虽然是出于军事上的目的,但在和平时期,这一网络却极大地方便了各部门的研究人员在该网络上进行信息及技术数据交流。20世纪80年代中期,美国国家科学基金会(National Science Foundation)又建立了一个更加庞大的网络架构NSFnet。1990年,ARPANET终止了与非军事有关的营运活动,随即NSFnet便成为国际互联网初期的主干网。由于是政府出资,NSFnet因而只对大学院校及公共研究机构免费开放,而且限制在该主干网传输与商业活动有关的数据信息。然而许多大企业都对网络潜藏的巨大商业机会表示了极大的关注,并且出现了一些由企业自主兴建的主干网络。到了1992年,由于网络技术已日趋成熟,NSF为了推进国际互联网的商业化进程,宣布几年后将停止营运NSFnet,并开始积极鼓励和资助各类商业实体建立主干网。从此,国际互联网在基础设施领域的商业化进程进入了快速发展时期,NSFnet也于1995年正式退出。

为了更好地理解互联网,就需要了解互联网发展过程中出现的几个重要事件。国际

互联网的发展与信息技术发展息息相关,技术标准的制定以及技术上的创新是决定国际互联网得以顺利发展的重要因素。网络的主要功能是交换信息,而采取什么样的信息交换方式则是网络早期研究人员面临的首要问题。1961年,MIT的克兰洛克(Kleinrock)教授在其发表的一篇论文中提出了包交换思想,并在理论上证明了包交换技术(Packet Switching)相对于电路交换技术在网络信息交换方面更具可行性。不久,包交换技术就获得了大多数研究人员的认同,当时ARPANET采用的就是这种信息交换技术。包交换思想的确在国际互联网的发展史上是第一个具有里程碑意义的事件,因为包交换技术使得网络上的信息传输不仅在技术上更为便捷,而且还在经济上更为可行。

国际互联网发展中的第二个里程碑是信息传输协议(TCP/IP)的制定。网络在类型上有多种,如卫星传输网络、地面无线电传输网络等。信息的传输在同样类型的网络内部不存在任何问题,而要在不同类型的网络之间进行信息传输却会在技术上存在很大困难。为了解决这个问题,DARPA研究人员卡恩(Kahn)在1972年提出了开放式网络架构思想,并根据这一思想设计出沿用至今的TCP/IP传输协议标准。在TCP/IP中,“网络”是一个高度抽象的概念,即任何一个能传输数据分组的通信系统都可以被视为网络。这样,只要采用包交换技术,任何类型的数据传输网络都可相互对接。由于兼容性是技术上一个重要的特征,因而标准的制定对于国际互联网的顺利发展具有重要的意义。同时,TCP/IP标准中的开放性理念也是网络能够发展成为如今的“网中网”——Internet一个决定性因素。

第三个里程碑事件是互联网页(World Wide Web,又称万维网)技术的出现。早期在网络上传输数据信息或者查询资料需要在计算机上进行许多复杂的指令操作,这些操作只有那些对计算机非常了解的技术人员才能做到熟练运用。特别是当时软件技术还并不发达,软件操作界面过于单调,计算机对于多数人只是一种高深莫测的神秘之物,因而当时“上网”只是局限在高级技术人员这一狭小的范围之内。WWW技术是由瑞士高能物理研究实验室(CERN)的程序设计员Tim Berners-Lee最先开发的,它的主要功能是采用一种超文本格式(hypertext)把分布在网上的文件链接在一起。这样用户可以很方便地在大量排列无序的文件中调用自己所需的文件。1993年,美国伊利诺伊大学的国家超级应用软件研究中心(NCSA)设计出了一个采用WWW技术的应用软件Mosaic,这也是国际互联网史上第一个网页浏览器软件。该软件除了具有方便人们在网上查询资料的功能,还有一个重要功能,即支持呈现图像,从而使得网页的浏览更具直观性和人性化。可以说,如果网页的浏览没有图像这一功能,国际互联网是不可能短短的时间内获得如此巨大的进展的,更不用说发展电子商务了。特别是随着技术的发展,网页的浏览还具有支持动态的图像传输、声音传输等多媒体功能,这就为网络电话、网络电视、网络会议等提供一种新型、便捷、费用低廉的通信传输基础工具创造了有利条件,从而适应未来商务活动的发展。如果说,最初网络的发展主要是为了满足人们信息交流的需求,而现在通过网络进行的商务活动或者人们所熟悉的电子商务则是国际互联网今后发展的主要推进器。可以肯定的是,国际互联网仍将以一种不可预见的飞快速度向前发展,同时,如何发展网络经济也将成为每个国家不可回避的重要问题。

1.1.4 未来通信

未来通信将以融合技术为标志,实现统一通信。统一通信可以让人们无论任何时间、任何地点,都可以通过任何设备、任何网络,获得数据、图像和声音的自由通信。也就是说,统一通信系统将语音、传真、电子邮件、移动短消息、多媒体和数据等所有信息类型合为一体,从而为人们带来选择的自由和效率的提升。它区别于网络层面的互联互通,而是以人为本的应用层面的融合与协同,是更高层次的理念。

未来通信究竟是什么?以人类今天的能力还无法预测,但可以确信的是“未来一切皆有可能”!

1.2 通信基本概念

“通信”一词并不是技术发展的新兴产物,此词古来有之。

- 《晋书·王澄传》:“因下牀而谓澄曰:‘何与杜弢通信?’”
- 唐代李德裕《代刘沔与回鹘宰相书意》:“又恐回鹘与吐蕃通信,已令兵马把断三河口道路。”
- 《初刻拍案惊奇》卷五:“那裴仆射家拣定了做亲日期,叫媒人到张尚书家来通信。”
- 《九命奇冤》第十八回:“哪一个不受过侄老爹大恩,谁还去通信呢?”
- 燕谷老人《续孽海花》第五三回:“华福又奏明请颁一种密电本,以便秘密通信。”
- 曹禺《北京人》第三幕:“以后我们可以常通信的。”
- 《人民日报》1982年12月5日:“中华人民共和国公民的通信自由和通信秘密受法律的保护。”

上述“通信”多指互通音信、通报消息,是通过某种媒体进行的信息传递,在本质上是实现信息的传递功能。但是,此“通信”似乎与本书中的“通信”有所不同。本书中所研究的“通信”,严格意义上是指“电信”,即利用电子等技术手段,借助电磁信号(含光信号)实现从一地向另一地进行信息传递和交换的过程。由于在具体工作和实践中,人们往往不注重“通信”和“电信”的区分,因此,在本书中,如无特殊说明,“通信”等价于“电信”。

通信的目的是传送信息,那么通信传送的信息与消息和信号有何异同呢?

(1) 消息

消息是指通信过程中传输的具体原始对象。消息有许多种表现形式,如符号、文字、语言、音乐、数据、图片等。

(2) 信息

消息中的有效内容被称为信息。不同形式的消息,可以包含相同的信息,如分别用语音和文字发布的新闻,所含信息内容相同。

(3) 信号

由于消息通常不适合于直接传输,因此需要对消息进行变换。在通信系统中,为传送消息而对其变换后传输的某种物理量称为信号,如电信号。信号可以分为模拟信号和数

字信号。幅值随时间连续变化的信号称为模拟信号,其代表信息的特征量可以在任意瞬间呈现为任意数值。值得注意的是,模拟信号幅值必须连续,但时间上可以是连续的,亦可以是离散的。数字信号的幅度取值是离散的,幅值表示被限制在有限个数值之内,典型的代表是二进制码。

1.3 通信系统概述

1.3.1 通信系统模型

通常将实现通信所需的所有技术设备和传输媒介的总和称为通信系统。最简单的通信系统是点对点通信,系统模型如图 1-1 所示。

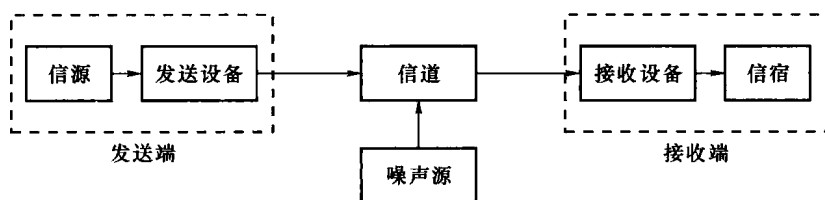


图 1-1 通信系统模型

由于通信是实现从一地向另一地进行信息的传递和交换,因此通信系统至少应包括信息的发送端和接收端以及传送信息的通道。其中,把从发送端中发出信息的基本设施称为信源;把接收端中接收信息的基本设施称为信宿;传送信息的通道称为信道。信源的功能是把待传输的消息转换成原始电信号;信宿则把接收到的原始电信号转换成消息。当电信号在信道中传输时,会受到各种干扰的影响,通常将通信系统内各种干扰影响的等效结果用噪声源模块统一表示。

由于通信系统中存在各类干扰,通过信源发出的原始电信号往往不适合直接在信道中进行传输,因此需要通过发送设备将原始信号变换成适合在信道中传输的信号,在发送端经过这一变换后,接收端需要有对应的接收设备实现从接收到的信号中恢复出相应的原始电信号。

1.3.2 通信系统分类

按照不同的方式,通信系统可分成许多类别。目前,较为常用的分类方式主要包括按传输媒质分类、按通信业务特征分类、按传输信号特征分类、按复用方式分类等。

1. 按传输媒质分类

按照信息从一地向另一地传递时传输媒质的不同,通信系统可分为两大类:有线通信(如固定电话)和无线通信(如手机)。

有线通信是指传输媒质为架空明线、电缆、光缆等形式的通信,其特点是媒质能看得

见、摸得着。常见的电缆主要包括平衡电缆(又称双绞线)和同轴电缆。平衡电缆广泛应用于用户环路,如电话线,其带宽有限且传输距离短;同轴电缆在有限电视网络中被大量使用,在传输容量和传输距离方面优于平衡电缆但远不及光缆,且造价高、施工复杂;光缆以光导纤维(简称光纤)为传输介质,已取代同轴电缆成为基础传输网的干线和本地信道,并且在没有其他划时代意义的技术出现的情况下,光纤入户(FTTP)将成为未来接入宽带化的终极目标。

海底光缆

从中国如何去美国?最简单的方法就是飞过去。人可以坐飞机,信号可以通过卫星传递。但是,随着通信数据量的不断加大,不可能不断地发射卫星满足要求。为了跨越浩瀚的太平洋,海底光缆成为了最佳选择。

铺设海底光缆,需要专门的海底光缆铺设船,船在海上一边行驶一边拉线。海底光缆直接铺设在海床上。由于没有其他专门的保护措施,也不可能插上类似“光缆无铜,偷之无用”的“光缆不能吃,吃也不消化”的标语,防止海底生物的攻击,因此光缆外皮很粗很重,且具有很强的耐腐蚀性。

无线通信是指利用电磁波在空间传播信号的通信形式,其特点是传输媒质看不见、摸不着。无线通信常见的形式包括微波通信、短波通信、移动通信、卫星通信、散射通信和激光通信等。

2. 按通信业务特征分类

按传输内容分类,可以分为单媒体通信(如电话、传真等)与多媒体通信(如电视、可视电话、远程教学等);

按传输方向分类,可以分为单向传输(如广播、电视等)与交互传输(如电话、视频点播等);

按传输带宽分类,可以分为窄带通信(如电话等)与宽带通信(如视频会议等);

按传输时间分类,可以分为实时通信(如电话、电视等)与非实时通信(如 E-mail 等)。

3. 按传输信号特征分类

按照传送信号的特征——模拟信号或数字信号,可以将通信系统分为模拟通信系统和数字通信系统。

4. 按复用方式分类

在同一信道上传送多路信号时要采用复用技术。常用的复用方式包括时分复用(TDM)、码分复用(CDM)、频分复用(FDM)、空分复用(SDM)等。

1.3.3 通信系统的质量评价

有效性和可靠性是评价通信系统信息传输性能的主要指标。