

现代通信与 网络技术应用

XIAN DAI TONG XIN YU WANG LUO JI SHU YING YONG

主 编 ○ 唐翠芳 崔永锋 卢松涛

副主编 ○ 周 海 甘 泉 崔玉连 惠 云



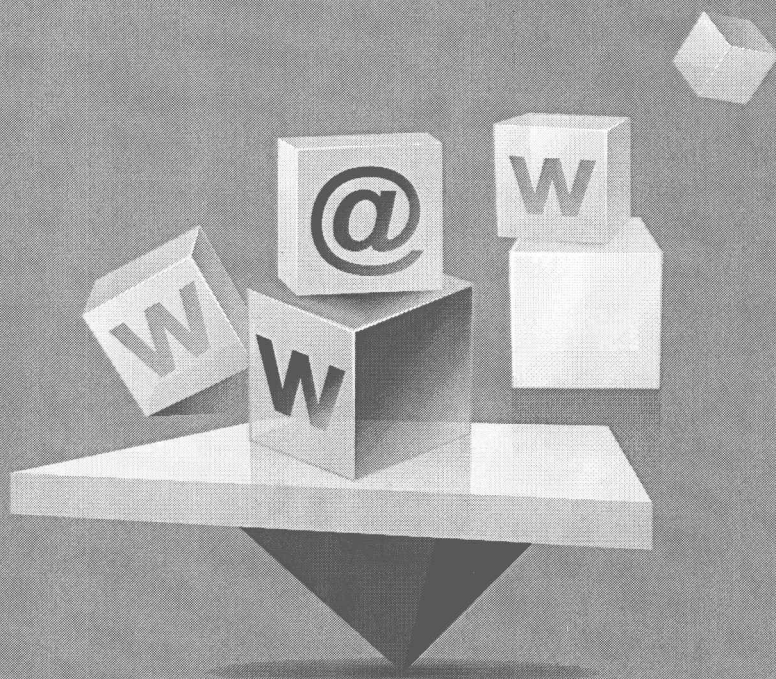
中国时代经济出版社

现代通信与 网络技术应用

XIAN DAI TONG XIN YU WANG LUO JI SHU YING YONG

主 编 ○ 唐翠芳 崔永锋 卢松涛

副主编 ○ 周 海 甘 泉 崔玉连 惠 云



 中国时代经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代通信与网络技术应用/唐翠芳, 崔永锋, 卢松涛主编. —北京: 中国时代经济出版社, 2012. 8
ISBN 978 - 7 - 5119 - 1239 - 8

I. ①现… II. ①唐… ②崔… ③卢… III. ①通信网
IV. ①TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 194451 号

书 名: 现代通信与网络技术应用
作 者: 唐翠芳 崔永锋 卢松涛

出版发行: 中国时代经济出版社
社 址: 北京市丰台区玉林里 25 号楼
邮政编码: 100069
发行热线: (010) 83910221 68312508
传 真: (010) 68320634 68320484
网 址: www.cmepub.com.cn
电子邮箱: zgsdjj@hotmail.com
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京市昌平百善印刷厂
开 本: 787 × 1092 1/16
字 数: 623 千字
印 张: 24
版 次: 2012 年 8 月第 1 版
印 次: 2012 年 8 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978 - 7 - 5119 - 1239 - 8
定 价: 30.00 元

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社发行部联系更换
版权所有 侵权必究

前 言

21 世纪是一个信息高度发达的时代,随着社会需求的刺激和电子科技的高速发展,作为信息社会重要的基础设施,现代通信与网络技术得到迅猛发展,尤其是互联网、移动网等发展势头更为强劲,各种新观点、新理论、新技术、新标准层出不穷,令人应接不暇。目前,信息技术已渗透到社会的每一个角落,并在人们的日常生活中潜移默化地改变着人们人们的工作方式和生活方式。作为 21 世纪的现代人和一个相关领域的学生或从业人员,了解、认识 and 掌握通信网络的相关知识和技术是一个重要的任务和工作。

目前,市场上关于通信与网络的书籍有很多,但它们主要是针对某一方面而具体展开的,具有系统性和专业性,但缺乏全面性,对于专业的人士来说这很适合,但对于初学者来说,这并非是一件好事。针对这种情况,我们出版了这本《现代通信与网络技术》,相信它的出版发行,会给初学者全面认识通信与网络技术提供一定的知识。

本书共分 16 章,第 1 章至第 3 章主要讲述现代通信技术,主要讲述了通信基础和通信的链路控制,这一部分不是全书的重点,但作为基础知识是必须要讲述的内容。第 4 章至第 13 章主要讲述网络技术,主要讲述了光纤通信技术、网络的交换技术、IP 网络技术、智能网、局域网、城域网、广域网、物联网、综合业务数字网及宽带输入、网络互连与 Internet 接入技术、现代专业网络应用系统、网络安全、网络管理等知识,其中网络安全是本书的重点内容。

本书具有以下特点:

1. 知识全面,覆盖范围广。本书不仅有关于通信的知识,而且还有关于网络的知识,在网络技术里,不仅有人们经常用到的智能网、局域网、城域网、广域网、物联网、综合业务数字网及宽带输入、网络互连与 Internet 接入技术、网络安全、网络管理,而且还有光纤通信技术、现代专业网络应用系统等专业知识。

2. 新颖性。这一特点主要体现在结构的层次安排上,尤其是网络安全这一章,与市场上的书籍是完全不同的。

3. 紧跟时代步伐。这一特点主要体现在智能网、局域网、城域网、广域网、物联网、综合业务数字网及宽带输入、网络互连与 Internet 接入技术。这些技术现与人们的工作和生活密切相关,是现代生活中人们经常应用到的技术。

4. 专业性强。这一特点主要体现在网络安全这一章中,这一章不仅讲述了网络安全的体系结构,还讲述了网络安全协议和网络安全技术,尤其是技术方面,讲述了数据加密、网络入侵与攻击、防火墙、恶意代码防范、计算机病毒防范和访问控制技术。

全书的具体分工如下:

第 4 章第 4 节、第 5 章、第 13 章、14 章:唐翠芳(贵州师范大学);

第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章第 1--3 节:崔永锋(周口师范学院);

第 15 章、第 16 章:卢松涛(九江学院)

第 7 章、第 8 章、第 9 章:周海(甘肃广播电视大学)

第 4 章第 5 节、第 17 章、第 18 章:甘泉(平顶山学院)

第 10 章、第 11 章：崔玉连（南阳理工学院）

第 6 章、第 12 章：惠云（宁夏师范学院）

本书在编写过程中，曾参考和借鉴了国内外许多同仁的作品，再次表示衷心的感谢，由于出版仓促和编写水平所限，书中不免存在某些错误，希望广大读者和专家批评指正，以便我们今后更新和指正。

编者

2012 年 8 月

目 录

第 1 章 现代通信技术简介	1
1.1 现代通信技术发展的历史背景及其动力	1
1.2 现代通信技术的功能及其分类	2
1.3 现代通信技术的发展	6
第 2 章 数据通信基础	10
2.1 数据通信简介	10
2.2 数据编码技术	13
2.3 数据传输技术	18
2.4 数据通信链路	23
2.5 数据多路复用技术	25
2.6 数据的流量控制与拥塞管理	31
2.7 数据通信的差错控制	33
第 3 章 数据链路的控制	37
3.1 数据链路	37
3.2 数据链路层	38
3.3 帧与组帧	41
3.4 自动重传请求协议	42
3.5 高级数据链路控制协议	45
3.6 互联网数据链路控制协议	50
3.7 数据链路层的设备与组件	52
第 4 章 光纤通信技术	57
4.1 光纤通信简介	57
4.2 光纤传输原理	60
4.3 光纤通信基本器件	74
4.4 光纤通信系统	80
4.5 光纤通信的应用	93
第 5 章 网络交换技术	95
5.1 交换技术简介	95
5.2 电路交换技术	98
5.3 分组交换技术	120
第 6 章 IP 网络技术	123
6.1 IP 网络概述	123
6.2 IP 网络结构	125
6.3 IP 网络中的重要协议	126

6.4 IP 网络技术基础	134
第7章 移动通信网	147
7.1 移动通信概述	147
7.2 GSM 通信网	151
7.3 CDMA 通信网	160
7.4 第三代移动通信系统	167
第8章 智能网	175
8.1 智能网简介	175
8.2 智能网结构体系及技术	178
8.3 智能网的典型业务及应用	182
第9章 局域网	190
9.1 局域网简介	190
9.2 局域网体系结构	194
9.3 无线局域网	198
9.4 交换式局域网	200
第10章 城域网	206
10.1 城域网简介	206
10.2 宽带 IP 城域网及其应用	209
第11章 广域网	221
11.1 广域网简介	221
11.2 广域网连接	223
11.3 广域网的协议层次	224
11.4 广域网的基本网络设备	224
11.5 广域网技术	225
第12章 物联网	238
12.1 物联网概述	238
12.2 物联网体系架构	243
12.3 物联网技术	245
12.4 物联网技术应用	255
第13章 综合业务数字网与宽带接入技术	259
13.1 综合业务数字网	259
13.2 N-ISDN	263
13.3 宽带综合业务数字网	265
13.4 宽带接入技术	267
第14章 网络互连与 Internet	271
14.1 网络互连设备	271
14.2 网络互连的基本原理	272
14.3 局域网的互连	273
14.4 路由器与路由协议	278

第 15 章 现代网络应用系统	283
15.1 网络电话系统	283
15.2 网络视频会议系统	287
15.3 视频安防监控系统	292
15.4 VOD 视频点播系统	294
第 16 章 网络安全	298
16.1 网络安全概述	298
16.2 网络安全体系结构	308
16.3 网络安全协议	312
16.4 网络安全技术	319
第 17 章 网络管理	350
17.1 网络管理概述	350
17.2 网络管理的一般模型及其管理系统的逻辑结构	353
17.3 网络管理协议	355
17.4 常见网络管理系统的选用	361
第 18 章 下一代网络与软交换技术	363
18.1 NGN 简述	363
18.2 NGN 的功能结构	366
18.3 NGN 的关键技术	367
18.4 软交换技术简介	368
18.5 基于软交换技术的网络结构	374
18.6 软交换的主要协议	376
18.7 软交换组网方案	378
18.8 软交换技术的应用	379
参 考 文 献	381

第 1 章 现代通信技术简介

1.1 现代通信技术发展的历史背景及其动力

1.1.1 现代通信技术发展的历史背景

通信就是信息的传输,最常见的就是人们口头语言和肢体语言的交流。语言交流是人类日常生活的重要组成部分,古老的烽火通信延伸了人们的交流距离,实现了远距离通信。以电报、电话为代表的近代通信,使人们无论身在何处,通信线路都能实现两地的沟通。通信网的发展使人类的交流不再有时间、地点、空间、距离的限制,同时更多的人可以共享网络资源,人们将以更便捷的手段和更廉价的方式实现信息交流,从而加快了经济和社会发展的进程,使人类从传统社会走向信息社会。随着经济和社会的发展,人们对通信的要求也越来越高,业务的极大需求刺激了通信业的发展,而科技的发展也为满足人们的需求提供了可能。

早期,为了满足分布在各地的人们的通信要求,同时为了降低通信的成本,于是产生了交换技术,人们建立了电话通信网。历经 100 多年的发展,交换技术也从人工式交换、机电式交换、电子式交换发展到现代数字程控交换,至今遍布全球的电话网仍是世界最大的语音通信网。

人们为了满足对数据通信业务的需要,建立了数据传输网。尽管原始的电报网是人类历史上最早的通信网,但是现代数据通信网以宽带大容量为特点,承载了大量的数据、多媒体甚至语音业务,爆炸式增长的因特网网络已遍布全球,成为未来网络发展的主流。

人们为了满足对移动通信的要求,开发了移动通信系统,以实现移动中通信。尽管无线通信有将近 100 年的历史,但早期的无线通信主要实现点到点的通信。近几十年来,移动通信得到迅猛的发展,已经从采用模拟技术的第一代移动通信系统,过渡到采用数字技术的第二代移动通信系统,并正向以宽带为特点的第三代和第四代移动通信系统发展。如今遍布全球的移动通信网,可以方便、快捷地实现国内和国际的漫游,移动通信已成人们方便的大众化的通信工具。

为了使通信网络稳定、可靠以及支持更强的业务能力,支撑网(包括同步网、信令网和管理网)应运而生。支撑网为通信网提供同步和信令支持,使通信网高速稳定,同时方便快捷地提供各种新的业务能力。网管系统提供实时的网络监控和维护操作能力,及时发现和诊断故障,提高了通信网络的可靠性,为信息社会提供健壮的网络平台。

随着社会对新业务的需要以及通信技术的发展,将会出现各种新型的通信网络,为社会的发展以及信息社会的建设提供更多更好的服务。

1.1.2 现代通信技术的发展动力

通信与网络技术发展的动力在于现代社会与经济高速发展带来的巨大的需求驱动。例如,对移动性的要求促使了移动通信网的快速发展和更新换代;计算机应用的发展产生了对数据传

输业务的需求,刺激了数据网的发展,特别是因特网的爆炸性增长。因此,社会对增强业务的需求,始终是通信与网络技术发展的驱动力。

通信与网络技术高速发展得益于近几十年来科学技术取得许多突破性进展。以信息论为代表的通信理论获得了很大的发展,以微电子技术为代表的电子技术以及计算机技术的发展更是惊人,同时作为通信技术基础的光纤技术、信号处理技术等成为现代通信与网络技术的强大推动力。

事实上,业务需求始终是通信业发展的源动力,业务创新引发网络发展的突破。推出新业务,提高用户平均收入(Average Revenue Per User, ARPU)是运营商追求的根本。总揽网络和产品的发展,业务是主要的动力。业务需要的个性化、移动化、智能化、差异化推动了网络宽带化、多媒体化,不断地改变着人们的生活,例如,短信、彩铃、QQ、IPTV、Web等,它们的共同特点是业务能够规模开展,技术突破和成熟。这些业务的发展也推动了网络的发展,网络的演进需要业务的支持和技术的成熟。作为已经位居十年热门话题的下一代网络(Next Generation Network, NGN),主要推动力就是多媒体业务。

同时,在整个发展过程中,技术的发展由业务所推动,这样技术才会真正得到成功。在整个技术发展中,业务的发展促进技术创新,而技术创新又带来更大的业务发展,进而改变通信业发展的轨迹。芯片技术的进步使我们进入了数字时代,因特网普及将整个社会带入了信息时代,由于移动通信具有移动性、私密性和方便性等特点,发展非常迅速,移动普及引发了通信业个性化的革命。特别是1995年以后发展起来的互联网和路由器技术,对网络的发展具有突破性的创新,深刻影响着我们这个时代的经济与社会生活,同时,技术创新以及应用无疑会为国家信息化和企业界带来更大的利益。

1.2 现代通信技术的功能及其分类

1.2.1 现代通信技术的功能

1. 通信技术对社会的功能

邓小平曾说:“科学技术是第一生产力”。在现代社会中,虽然我们重视技术对社会的决定作用,但也不能一味地夸大技术的作用。科学技术是整个社会的组成部分,它与社会经济、政治、文化和社会生活密切相关。

21世纪正处于信息发展时代,而通信技术是信息产业的重要组成部分,它的发展与创新共同使人类进入了虚拟和数字时代,改变了人们的生活方式。例如,老师给学生授课可以借助光纤通信技术实施远程授课,使更多的人受到良好教育;去商场买东西可进行网络购物;家庭办公、远程医疗等诸多事情,都可以借助于高性能的通信网和计算机来实现。

2. 通信技术对政治的功能

纵观全球,世界上的经济强国如美国、德国等,都是科技大国。实践证明:科技实力强,经济发展的速度就相对快。纵观全球通信技术的发展,既增加了国与国之间在政治、经济、科学技术等领域的竞争,也增加了交流与合作。通信技术对政治的影响主要表现于军事方面,它在战争中一直都占有重要地位。

在欧洲,爱立信已经与美国加利福尼亚大学合作开发 4G 技术,作为美国的代表——3G 时代的霸主高通公司一方面希望通过引入 DMMX 和 HMMX 这两项技术之后,性能达到 4G 的要求;另一方面则通过收购 Flarion 科技公司获得了近 300 项 OFDM 技术专利,这被业界视为在 4G 时代继续保持专利的绝对领先地位。

在我国,通信技术对 4G 的发展步伐明显加快,启动了面向未来移动与无线通信发展的“FUTURE 计划”,已经在国内外申请了移动通信技术发明专利 100 余项,第四代移动通信技术已经处于世界前沿。2011 年中国国际信息通信展览会上,以“新一代信息技术”为主题,聚焦两化深度融合、三网融合、移动互联、云计算、移动智能终端、网络安全与互联网管理、绿色通信等领域的最新发展成果,其内容丰富、形式多样,受到政府主管部门、国际机构、行业组织、企业、科研机构、媒体与社会各界的广泛关注。

3. 通信技术对经济的功能

通信业是高科技行业,新技术的迅速发展对产业起主导作用,运营商不但提高了服务质量,而且还研发出了如数据传输、远程控制、宽带通信、移动智能终端等方面的多项产品,多元化地满足了社会需求,消费群体的总量集聚上升。通信技术的进步和发展也使得制造和维护成本下降,对国民经济其他部门、企业的发展也具有推动作用,国内外市场的变化可以在第一时间反馈到企业决策层,为企业赢得主动权。通信技术还使得电子商务成为现实,为企业交易提供了更广阔的空间,同时也大幅度降低了交易成本。

现代企业是信息技术与先进管理的结合,在新产品生产过程中,它不仅具有快速响应能力的管理系统,减少中间环节,还能加速信息技术的传递,缩短产品研发、制造周期,充分调动人的积极性和创造性,着眼于企业信息化系统应用向供应链的扩展。

随着经济关系的国际化,市场结构的全球化和数据交换的网络化发展,发达国家通过国际数据电信网的电子转账系统,可缩短资金周转,减少在途资金的积压,扩大市场范围,有效地发挥资金作用;通信突破了地区市、国家市场的有限范围,使其不再受地理位置的限制,同时工作效率、资金使用效率、劳动生产率及经济效益也得到快速提升。

1.2.2 现代通信系统的分类

实现信息传递所需的一切技术设备和传输媒质的总和称为通信系统。任何通信系统都可以抽象概括为图 1-1 所示的一般通信系统模型。

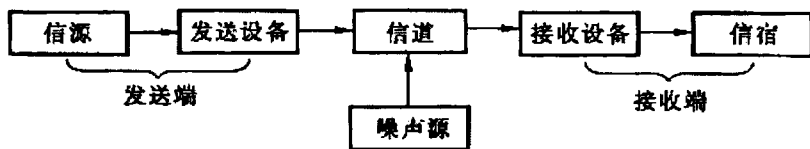


图 1-1 通信系统的模型

图 1-1 中,信源是指原始的信息源,其作用是把原始的消息转换成原始电信号,称之为消息信号或基带信号。常用的信源有电话机、电视摄像机和电传机以及计算机等各种数字终端设备。信源的信号通常不适于直接在信道上传输,它需要由发送设备将信源和信道匹配起来,即将信源产生的消息信号变换成适合在信道中传输的信号。变换方式是多种多样的,在需要频谱搬移的场合,调制是最常见的变换方式。对数字通信系统来说,发送设备又可分为

信源编码与信道编码。信道是指传输信息的通道。信道可以是明线、电缆、光纤、波导、无线电波等。噪声源不是人为加入的设备,而是通信系统中各种设备以及信道中所固有的。噪声的来源是多样的,它可分为内部噪声和外部噪声,为了分析方便,把噪声源视为各处噪声的集中表现而抽象加入到信道。接收设备的作用与发送设备的作用相反,即进行解调、译码、解码等。对接收器的要求是能够从带有干扰的接收信号中最大限度地正确恢复出相应的原始基带信号来,即复现信源的输出。信宿是传输信息的归宿点,即接收消息的人或机器。

根据研究的对象以及所关注的问题不同,图 1-1 模型中的各小方框的内容和作用将有所不同,因而相应有不同形式的更具体的通信模型。现代通信种类繁多,有卫星通信、光纤通信、移动通信、微波通信和扩频跳频通信等方式。时分复用技术、码分多路复用技术、程序控制技术、智能控制等先进技术手段得到广泛的应用,从而实现了以网络为依托的全球通信。通信的分类方法有很多种:按通信业务分类,通信系统分为话音通信和非话音通信;按调制方式分类,根据采用调制与否,可将通信系统分为基带传输和频带(调制)传输,所谓基带传输是指信号没有经过调制而直接送到信道中去传输的一种方式,而频带传输是指信号经过调制后再送到信道中传输,而收端有相应解调措施的通信系统;按传输媒质分类,通信系统可分为有线通信系统和无线通信系统两大类;按通信设备的工作频率不同可分为长波通信、中波通信、短波通信、远红外线通信等;按信号复用方式分类,传输多路信号有三种复用方式,即频分复用(FDM)、时分复用(TDM)和码分复用(CDM)。频分复用是用频谱搬移的方法使不同信号占据不同的频率范围;时分复用是用脉冲调制的方法使不同信号占据不同的时间区间;码分复用是用正交的脉冲序列分别携带不同信号。

另外,通信还有其他一些分类方法,例如,按多址方式可分为频分多址通信、时分多址通信、码分多址通信等。按用户类型可分为公用通信和专用通信等。而其中最常用的方法是按信号特征分类,按照信道中所传输的电信号是模拟信号还是数字信号,相应地把通信系统分成模拟通信系统和数字通信系统两大类。

1. 模拟通信系统

模拟通信系统是指利用模拟信号来传递信息的通信系统。信源发出的原始电信号是基带信号,基带信号具有频率很低的频谱分量,不便直接传输,需要把基带信号变换成其频带适合在信道中传输的信号,并可在接收端进行反变换。完成这种变换和反变换作用的通常是调制器和解调器。经过调制以后的信号称为已调信号。模拟通信系统模型如图 1-2 所示。

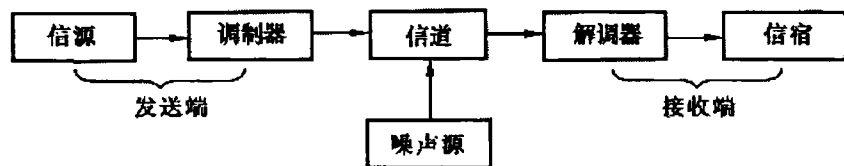


图 1-2 模拟通信系统的模型

2. 数字通信系统

数字通信系统是指利用数字信号来传递信息的通信系统,如图 1-3 所示。这里的发送设备包括信源编码器、信道编码器和数字调制器三部分。信源编码的主要任务是将模拟信号转换成数字信号。模拟信号数字化主要有两种基本形式:一种是脉冲编码调制(PCM),另一种是增量

调制(ΔM)。而信道编码则是对数字信号进行再次编码,使之具有自动纠错或检错的能力。编码器根据输入的信息码元产生相应的监督码元来实现对差错进行控制,译码器则主要是进行检错与纠错。数字调制就是把数字基带信号对载波进行调制形成适合在信道中传输的数字调制信号。基本的数字调制方式有振幅键控(ASK)、频移键控(FSK)、绝对相移键控(PSK)、相对(差分)相移键控(DPSK)。

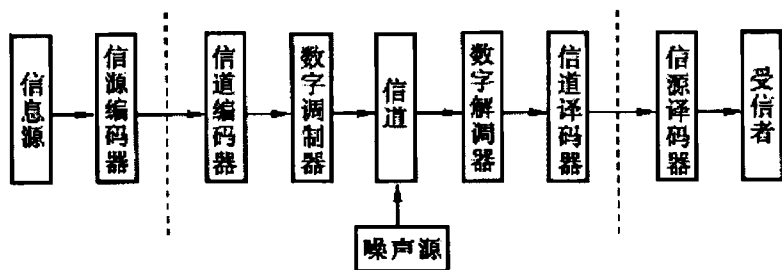


图 1-3 数字通信系统

此外,同步亦是数字通信系统的基本组成部分。同步系统性能的好坏,直接影响着通信系统性能的优劣。所谓同步就是要使数字通信系统的收发两端在时间上保持步调一致。同步的主要内容有载波同步、位同步、帧同步以及网同步。

数字复接则是依据时分复用基本原理把若干个低速数字信号合并成一个高速的数字信号,以扩大传输容量和提高传输效率。

需要说明的是,图 1-3 所示为数字通信系统的一般化模型,实际的数字通信系统不一定包括图 1-3 中的所有环节。如在某些有线信道中,若传输距离不太远且通信容量不太大时,数字基带信号无需调制,可以直接传送,称之为数字信号的基带传输,其模型中就不包括调制与解调环节。应该指出的是,模拟信号经过数字编码后可以在数字通信系统中传输,数字电话系统就是以数字方式传输模拟语音信号的例子。

当然,数字信号也可以在模拟通信系统中传输,例如,计算机数据可以通过模拟电话线路传输,但这时必须使用调制解调器(Modem)将数字基带信号进行正弦调制,以适应模拟信道的传输特性。可见,模拟通信与数字通信的区别仅在于信道中传输的信号种类。

目前,无论是模拟通信还是数字通信,在不同的通信业务中都得到了广泛的应用。但是,数字通信的发展速度已明显超过模拟通信,成为当代通信技术的主流。与模拟通信相比,数字通信更能适应现代社会对通信技术越来越高的要求。其特点是抗干扰能力强;差错可控,可以采用信道编码技术使误码率降低,提高传输的可靠性;易于与各种数字终端接口,用现代计算机技术对信号进行处理、加工、变换、存储,从而形成智能网;易于集成化,从而使通信设备微型化;易于加密处理,且保密性好。

但是,数字通信的许多优点都是用比模拟通信占据更宽的系统频带为代价而换取的。以电话为例,一路数字电话一般要占据约 20 ~ 60kHz 的带宽,而一路模拟电话仅占用约 4kHz 带宽。如果系统传输带宽一定的话,模拟电话的频带利用率要高出数字电话的 5 ~ 15 倍。此外,由于数字通信对同步要求很高,因而系统设备比较复杂。不过,随着新的宽带传输信道(如光导纤维)的采用、窄带调制技术和超大规模集成电路的发展,数字通信的这些缺点已经明显弱化。随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展和广泛应用,数字通信在今后的通信方式中必将逐步取代模

拟通信而占据主导地位。

1.3 现代通信技术的发展

1.3.1 现代通信技术的发展沿革

人类历史上最早的电通信网就是有线电报网,通过摩尔斯电码,在双导线上实现非语音通信。自从贝尔发明电话后,电话网络就得到迅猛发展,电话实现的语音通信更方便了人们的生活。传统的电话网已有 100 多年的发展历史,已从模拟通信网发展到数字通信网,从人工交换发展到数字程控交换,但它仍然是现代通信网重要的组成部分,并将在相当长一段时间内继续扮演重要的角色。

早期的长途传输网直接在一对导线上传输一路语音信号,传输容量小,距离近,串音大,于是有了载波通信,但由于采用模拟频分复用技术,性能仍不十分令人满意。20 世纪 60 年代出现了以 PCM 为基础的数字时分复用技术,使长途传输网从模拟时代进入数字时代。从传输介质看,已从双导线、同轴电缆、微波发展到光纤;从传输容量看,已从单路、小容量到大容量、宽带,由于光纤的大量应用,带宽已不是稀有资源;从传输体制看,已从模拟载波传输体制、准同步数字层次结构(Plesiochronous Digital Hierarchy, PDH)发展到同步数字层次结构(Synchronous Digital Hierarchy, SDH);从复用方式看,已从频分复用(Frequency Division Multiplexing, FDM)、时分复用(Time Division Multiplexing, TDM)发展到波分复用(Wavelength Division Multiplexing, WDM),直到目前大量应用的密集波分复用(Dense Wavelength Division Multiplexing, DWDM);从传输信号看,已从单纯的电信号发展到既有电信号又有光信号,直到今后的全光通信网。

数据通信网是 20 世纪 60 年代以来随着计算机的应用而发展起来的。数据通信网满足了非语音业务的需求,适应了计算机时代对通信的业务要求。数据通信网已从早期提供窄带数据业务的 X.25 分组交换网和提供一定带宽能力的帧中继(Frame Relay, FR)网,发展到提供高速数据业务的各种宽带数据网。数据通信网的发展为因特网业务提供了良好的网络平台,目前因特网是全球最大的以提供数据业务为主的网络。

由于办公室和企业计算机联网业务的巨大需求,用于计算机联网的局域网技术发展迅速。以 802.3 系列以太网为代表的网络技术以良好的性价比,得到了快速普及。其技术标准已从 802.3、802.3u、802.3z 发展到 802.3ab;其传输速率已从 10Mb/s、100Mb/s、1000Mb/s 发展到 10000Mb/s;其网络结构已从总线型发展到星型;其应用范围已从局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)发展到广域网(Wide Area Network, WAN)。

实现城域网内局域网互联以及计算机接入等业务的城域网也得到迅速发展。在带宽方面,城域网已从窄带网发展到宽带网;业务能力已从提供单一业务发展到包括语音、数据和多媒体等综合业务;传输介质已从以铜介质为主发展到以光介质为主;所采用的技术已从 DQDB 技术发展到 IP over ATM 和 IP over SDH/DWDM 技术。目前,光纤通信技术、高速以太网技术和 IP 网络技术等纷纷应用于城域网,其技术水平、业务质量 QoS 得到长足的进步。

早期通信业务网络是根据用户的需求先后发展起来的,因此分别以各自的业务网独立运行。这样,同一个电信运营商需要经营几个不同的业务网,而同一个用户也必须接入到不同的业务网上获得业务。于是,人们提出了综合业务网的思想。20 世纪 70 年代出现的综合业务数字网能

为语音、数据和图像提供统一的数字接口,但只能提供窄带业务,发展缓慢。20 世纪 80 年代以来,异步传输模式(Asynchronous Transfer Mode, ATM)技术发展迅速,用以宽带多业务为特点的 ATM 技术构建的宽带综合业务数字网(Broadband ISDN, B-ISDN)得到迅速发展和应用。

在移动中通信是人类的梦想,无线通信技术为其提供了实现的可能。20 世纪 30 年代以来,移动通信主要是为军警等专业部门提供点对点的指挥和调度业务,其覆盖方式采用大区制,技术体制为模拟体制,业务模式主要是半双工或全双工的语音业务,工作频段主要在高频(High Frequency, HF)、甚高频(Very High Frequency, VHF)和超高频(Ultra High Frequency, UHF)。20 世纪 60 年代美国贝尔实验室提出了蜂窝小区的覆盖方式,实现了频率再用,提高了系统容量和频谱利用率,使建立面向公众服务的移动通信网成为可能。蜂窝式移动通信网在短短的几十年内已从第一代发展到今天的第三代:技术体制上从模拟技术发展到了数字技术;多址方式上从频分多址、时分多址发展到码分多址;业务能力上从语音、数据等窄带业务发展到包括多媒体等宽带业务。现代移动通信采用了智能天线技术和多用户检测技术等现今许多先进的技术,并且还在快速发展中。通信网的正常工作离不开信令系统的支持,早期通信网主要采用随路信令。为了支持更强的业务能力,人们建立了与业务网和传输网并行的公共信令网(系统),典型的公共信令系统是 20 世纪 70 年代 ITU-T 提出并得到广泛应用的七号信令系统,其为窄带通信网提供信令支持。随着 B-ISDN 的发展,于是又提出并建立了宽带信令系统。公共信令系统的发展,为人们在通信网络上开展增值业务提供了可能。

针对传统通信网提供业务特别是增值业务缺乏灵活性的问题,采用“集中管理,集中服务”思想的智能网,为在现有通信网络上灵活方便地提供增值业务成为可能。智能网采用通信网络平台与智能业务平台分离方式,并配有专门的业务生成环境,可通过增加或修改业务生成软件来定制新业务,能迅速在整个通信网上提供新业务。因此,在高级智能网平台上,网络服务提供商可以迅速满足用户对更多新业务的需求。例如,800 对方付费业务就是典型的智能网业务。

作为通信网络的有力支撑,管理网络提供了通信网络的管理功能,包括:操作、管理和维护,实现了在线系统配置、监控等操作,保证了通信网络的可用性和健壮性,成为现代通信网络不可或缺的组成部分。电信管理网应用领域非常广泛,涉及电信网及电信业务管理的许多方面:从业务预测到网络规划,从电信工程和系统安装到运行维护和网络组织,从业务控制和质量保证到电信企业的事务管理。

主要通信网络与技术的发展年代、用途以及主要技术特点归纳见表 1-1。

表 1-1 通信网络与技术的发展年代、主要用途和技术特点

名 称	发展年代	主要用途	技术特点
准同步数字层次结构(PDH)	20 世纪 60 年代~80 年代	准同步数字传输系统	1.544Mb/s ~ 2.4Gb/s; 准同步数字体系
同步数字层次结构(SDH)	20 世纪 80 年代~90 年代	同步数字传输系统	155Mb/s ~ 10Gb/s; 同步数字体系
公众电话交换网(PSTN)	20 世纪 60 年代~80 年代	数字电话交换网	数字程控、电路交换、时分交换
综合业务数字网(N-ISDN)	20 世纪 60 年代~80 年代	窄带综合业务数字通信网	综合通信业务、全数字化连接
分组数据交换(X.25)	20 世纪 60 年代至 1976 年	分组数据业务、互联业务	分组数据交换、统计时分复用

帧中继技术(FR)	20 世纪 80 年代 ~ 90 年代	快速分组数据业务、互联业务	快速帧中继技术、高速接入: 64kb/s ~ 2048kb/s
异步传输模式(ATM)	20 世纪 80 年代 ~ 90 年代	宽带综合业务数字通信网	快速信元中继技术、综合业务
七号信令系统(SS7)	20 世纪 70 年代 ~ 90 年代	支持 PSTN、N-ISDN 等窄带网络	宽带信令技术
分布光纤数字接口(FDDI)	20 世纪 80 年代 ~ 90 年代	高速数据互联业务	光纤环技术、100Mb/s
以太网技术(Ethernet)	20 世纪 80 年代至 2000 年	局域网、城域网	10Mb/s ~ 10Gb/s、CSMA/CD
城域网	20 世纪 90 年代至今	城域网	DQDB、IP over ATM/SHD/DWDM
宽带接入	20 世纪 90 年代至今	宽带接入	xDSL、HFC、OAN、LMDS、WiFi、WiMAX
智能网(IN)	20 世纪 80 年代至 2000 年	快速提供增值业务	集中控制、集中服务
第一代移动通信系统	20 世纪 60 年代 ~ 80 年代	移动语音业务	FDMA、模拟技术、蜂窝小区制
第二代移动通信系统	20 世纪 80 年代 ~ 90 年代	移动语音业务和低速数据业务	TDMA/CDMA、数字技术、容量大
第 2.5 代移动通信系统	20 世纪 90 年代至 2000 年	移动语音业务和中速数据业务	TDMA/CDMA、数据核心网
第三代移动通信系统(IMT-2000)	20 世纪 90 年代至今	移动语音业务、高速数据、图像业务	CDMA、多用户检测、智能天线等新技术

1.3.2 现代通信技术的发展趋势

现代通信与传统通信最主要的区别是现代通信技术与现代计算机技术的紧密结合,其技术发展总的趋势是以光纤通信为主体,以卫星通信、无线电通信为辅助,将宽带化、综合化(有的称数字化)、个人化、智能化的通信网络技术作为发展的主要内容及方向,目标是实现通信的宽频带、大容量、远距离、多用户、高保密性、高效率、高可靠性、高灵活性等。

1. 综合化(或数字化)

综合化就是把各种业务和各种网络综合起来。未来通信技术的业务种类将会更繁多,其中包括视频、语音和数据业务等。把这些业务数字化之后,通信设备易于集成化和大规模生产,在技术上便于与微处理器进行处理和用软件进行控制及管理。

2. 智能化

智能化通信就是要建立先进的通信智能网。一般来说,智能网是能够灵活方便地开设和提供新业务的网络。它是隐藏在现有通信网里的一个网,而不是脱离现有通信网而另外建立的一个独立的“智能网”,而只是在已有的通信网中增加一些功能单元,从而形成新的智能通信网络。智能化后,如果用户需要增加新的业务或更改某些业务种类时,只要在系统中增加一个或几个模块即可,所花费的时间可能只要几分钟。当网络提供的某种服务因故障中断时,智能网便可以自动诊断故障和恢复原来的服务。

3. 宽带化

宽带化是指通信系统能传输的频率范围越宽越好,也就是说单位时间内传输的信息越多越好。由于通信干线已经或正在向数字化转变,宽带化则是指通信线路能够传输的数字信号的比特率越高越好。

而要传输极宽频带的信号,非光纤莫属。据计算,人类有史以来积累起来的知识,在一条单模光纤里,用3~5min即可传输完毕。

4. 个人化

所谓个人化就是指通信可以达到“每个人在任何时间和任何地点与任何其他通信”。每个人都将有一个识别号,而不是每一个终端设备(如现在的电话、传真机等)有一个号码。现在的通信方式,如拨电话、发传真,只是拨向某一设备(话机、传真机等),而不是拨向某个人,如果被叫的人不在终端设备旁,则不能与该人通话。而未来的通信只需拨该人的识别号,不论该人在何处,均可拨至该人并与之通信。