



高等学校电子与通信类专业“十一五”规划教材

现代信息网技术与应用

主编 赵 谦



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子与通信类专业“十一五”规划教材

现代信息网技术与应用

主 编 赵 谦

副主编 李国民 韩晓冰 王 瑜

西安电子科技大学出版社

2009

内 容 简 介

本书分为 10 章,基本内容包括现代信息网概论、通信网的基础知识、电信网、移动通信网、数据通信网、计算机网、宽带综合业务数字网、宽带综合 IP 网、宽带接入网、信息网的信令方式等,并在附录中介绍了一个组网实例。

本书内容新颖、详实,编排合理,讲述深入浅出,既注重对现有主要网络的基本概念、系统组成、设计目标和它们之间的共性及差异等的阐述,又注重对新技术和新概念等主流技术的介绍,同时还尽可能地将通信技术的基础理论与主流网络新技术进行有机结合,以期帮助学生更好地理解 and 更全面地掌握现代信息网的相关技术与应用。

本书可作为普通高等院校通信、信息、电子等专业的本科教材或教学参考书,也可作为电信从业人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代信息网技术与应用 / 赵谦主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2009.8

高等学校电子与通信类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2328-3

I. 现… II. 赵… III. 信息网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 131027 号

策 划 毛红兵

责任编辑 段 蕾 毛红兵

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 23.375

字 数 554 千字

印 数 1~4000 册

定 价 33.00 元

ISBN 978-7-5606-2328-3/TN · 0535

XDUP 2620001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

西安电子科技大学出版社
高等学校电子与通信类专业“十一五”规划教材
编审专家委员会名单

主任: 杨 震 (南京邮电大学校长、教授)

副主任: 张德民 (重庆邮电大学通信与信息工程学院副院长、教授)

秦会斌 (杭州电子科技大学电子信息学院院长、教授)

通信工程组

组 长: 张德民 (兼)

成 员: (成员按姓氏笔画排列)

王 晖 (深圳大学信息工程学院副院长、教授)

巨永锋 (长安大学信息工程学院副院长、教授)

成际镇 (南京邮电大学通信与信息工程学院副院长、副教授)

刘顺兰 (杭州电子科技大学通信工程学院副院长、教授)

李白萍 (西安科技大学通信与信息工程学院副院长、教授)

张邦宁 (解放军理工大学通信工程学院卫星系系主任、教授)

张瑞林 (浙江理工大学信息电子学院院长、教授)

张常年 (北方工业大学信息工程学院院长、教授)

范九伦 (西安邮电学院信息与控制系系主任、教授)

姜 兴 (桂林电子科技大学信息与通信学院副院长、教授)

姚远程 (西南科技大学信息工程学院副院长、教授)

康 健 (吉林大学通信工程学院副院长、教授)

葛利嘉 (中国人民解放军重庆通信学院军事信息工程系系主任、教授)

电子信息工程组

组 长: 秦会斌 (兼)

成 员: (成员按姓氏笔画排列)

王 荣 (解放军理工大学通信工程学院电信工程系系主任、教授)

朱宁一 (解放军理工大学理学院基础电子学系系主任、工程师)

李国民 (西安科技大学通信与信息工程学院院长、教授)

李邓化 (北京信息工程学院信息与通信工程系系主任、教授)

吴 谨 (武汉科技大学信息科学与工程学院电子系系主任、教授)

杨马英 (浙江工业大学信息工程学院副院长、教授)

杨瑞霞 (河北工业大学信息工程学院院长、教授)

张雪英 (太原理工大学信息工程学院副院长、教授)

张 彤 (吉林大学电子科学与工程学院副院长、教授)

张焕君 (沈阳理工大学信息科学与工程学院副院长、副教授)

陈鹤鸣 (南京邮电大学光电学院院长、教授)

周 杰 (南京信息工程大学电子与信息工程学院副院长、教授)

欧阳征标 (深圳大学电子科学与技术学院副院长、教授)

雷 加 (桂林电子科技大学电子工程学院副院长、教授)

项目策划: 毛红兵

策 划: 曹 昞 寇向宏 杨 英 郭 景

前 言

随着计算机与通信技术的不断发展,以信息与通信技术为核心的技术革命对世界各国的经济、社会与文化生活正产生着复杂而深刻的影响。在这种发展趋势的影响下,各高校的专业设置和培养计划也有所调整,其中之一便是将通信网课程列为相关理工科专业的必修课之一。然而,实际的通信网由于涉及面广、规模庞大、技术复杂,再加上各地区经济发展的不平衡,因而注定其发展演变只能以一种渐变的方式进行;另一方面,为了保持与原有技术的兼容性,又往往使网络结构进一步复杂化。以上种种因素导致现代信息网形成目前多种网络技术体制并存的混合式结构,这增加了通信网课程讲授和学习的难度。

基于上述的考虑,书中对于各种网络技术,均采用先介绍技术背景和要解决的问题,再讨论相关概念和体系结构,并尽可能地给出相关、相似技术的比较分析的方式,我们认为这样可以帮助读者更好地理解信息网。

通信网发展过程中的一个有趣的现象反复印证了一个工程原则,即市场对技术的接受程度往往与技术实现的复杂度成反比,最先进、最复杂的技术并不能保证不被市场所淘汰。先进的 ATM 与简单的 TCP/IP 之争,稳定可靠的令牌环与简单的甚至有些简陋的以太网之争的例子,就给了我们深刻的启示。因此,网络工程师应该牢记,市场和需求永远是第一位的,技术只是手段,而不是目的,在大多数情况下,技术是否领先往往不是决策时的主要依据,任何技术的进步都必须遵从科学发展观,相关技术的更新应该循序渐进地完成。

本书在章节的安排上,主要按照业务网的类型、功能群以及网络技术的发展历史来组织内容,按照信息网技术的发展过程来安排章节,我们认为这样的安排更符合目前的网络现状,不仅方便授课内容的取舍,也有利于学生的学习和理解。

本书可作为普通高等院校通信、信息、电子等专业的本科教材或教学参考书,也可作为电信从业人员的培训教材。全书的侧重点是介绍各类业务网的底三层通信子网的组成和工作原理。

全书共分 10 章。第 1 章概括性地介绍了三大基础网络的基本概念、网络互连、综合网络以及信息网发展的趋势;第 2~4 章分别介绍了电话通信网和移动通信网的基本概念及网络结构,叙述了第二代移动通信(2G)的系统原理、结构组成和关键技术,重点介绍了 3G 的核心技术以及 3G 三大主流标准,并以我国自主研发的 TD-SCDMA 系统为主进行了详细的阐述。第 4 章还介绍了 3G LTE(长期演进)方案以及向 4G 的演进等。第 5、6 章分别介绍了数据通信网和计算机网中几种不同网络的系统结构、基本原理,重点介绍了 HDLC、X.25、TCP/IP 等几种重要的网络协议;第 7、8 章分别介绍了宽带 B-ISDN/ATM 网和宽带 IP 网的系统原理、网络结构及其发展;第 9 章介绍了接入网的基本内容;第 10 章系统介绍了 No.7 信令及信令网、B-ISDN/ATM 宽带信令和 IP 网信令的基本内容。

本书由赵谦主持编写，李国民、韩晓冰、王瑜等参加了编写工作。前言和第 1、2、3、4、5、7、8 章由赵谦编写，第 6 章由王瑜编写，第 9 章及附录 A 由韩晓冰编写，第 10 章由李国民编写，四位编者均参加了所有章节的讨论。全书由赵谦负责统稿。

本书的编写得到了很多老师、同仁和亲友的帮助与支持，特别是西安科技大学的李国民、韩晓冰老师不但参与了编写，而且还对稿件提出了很多修改意见。本书的编写和出版得到了西安电子科技大学出版社的大力支持，很多编辑花费了不少时间与精力，作者在此对以上人士表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，而现代信息网又是一个涉及多学科、发展迅速的领域，因此，书中难免存在一些不妥和错误之处，恳请广大同行、读者批评指正，提出宝贵意见。

编 者

2009 年 6 月

目 录

第 1 章 现代信息网概论.....	1	2.4 通信网的服务质量.....	42
1.1 基础网络.....	2	2.4.1 服务质量总体要求.....	42
1.1.1 电信网.....	2	2.4.2 电话网的服务质量.....	43
1.1.2 移动通信网.....	2	2.4.3 数据网的服务质量.....	43
1.1.3 计算机通信网.....	3	2.4.4 网络的服务性能保障机制.....	44
1.1.4 数据通信网.....	5	2.5 通信网的传输介质.....	45
1.1.5 有线电视网.....	5	2.5.1 基本概念.....	45
1.2 现代通信网中的信息处理.....	7	2.5.2 传输介质.....	46
1.2.1 信源编码.....	7	2.6 通信网的发展史.....	50
1.2.2 信道编码.....	9	思考题 2.....	53
1.3 网络互连的基础.....	10	第 3 章 电信网.....	54
1.3.1 网络互连的基本概念.....	10	3.1 电话网概述.....	54
1.3.2 网络互连的基本方式.....	11	3.1.1 电话网的构成要素.....	54
1.4 现代信息网的发展.....	12	3.1.2 电话网的特点.....	55
1.4.1 三网融合.....	12	3.1.3 交换机的基本硬件结构.....	56
1.4.2 基于软交换的下一代网络.....	14	3.1.4 交换机的运行软件.....	58
1.4.3 异语通信.....	15	3.1.5 交换机的交换原理.....	60
思考题 1.....	16	3.2 电话网的分级结构及编号计划.....	61
第 2 章 通信网的基础知识.....	17	3.2.1 电话网的分级结构.....	61
2.1 通信网的基本概念.....	17	3.2.2 电话网中用户的接入.....	64
2.1.1 通信系统的基本模型.....	17	3.2.3 电话网的编号计划.....	66
2.1.2 通信网的定义和构成.....	19	3.3 电信支撑网.....	69
2.1.3 通信网的类型.....	23	3.3.1 数字同步网.....	69
2.1.4 通信网的拓扑结构.....	24	3.3.2 电信管理网.....	74
2.1.5 通信网的业务.....	25	思考题 3.....	77
2.2 通信网的交换技术.....	27	第 4 章 移动通信网.....	78
2.2.1 交换技术概述.....	27	4.1 移动通信概述.....	78
2.2.2 通信网上主要的交换技术.....	28	4.1.1 移动通信简介.....	78
2.3 通信网的体系结构及标准化组织.....	32	4.1.2 移动通信的特点.....	80
2.3.1 网络分层的概念.....	32	4.1.3 移动通信的主要技术.....	81
2.3.2 分层结构中的接口和服务.....	35	4.2 移动通信系统的组网方式.....	82
2.3.3 OSI 和 TCP/IP.....	36	4.2.1 移动通信的体制.....	82
2.3.4 国际主要标准化组织.....	39	4.2.2 移动通信的区域划分.....	83

4.2.3 蜂窝移动通信网络结构	86	5.2 数据通信网体系结构	138
4.3 数字蜂窝移动通信系统	86	5.2.1 通信协议	138
4.3.1 数字蜂窝移动通信系统的 多址方式和系统容量	86	5.2.2 高级数据链路控制(HDLC)规程	141
4.3.2 GSM 系统简介	89	5.2.3 X.25	143
4.3.3 我国 GSM 网络的工作频段	89	5.3 分组交换数据网	145
4.3.4 GSM 系统网络结构及接口	90	5.3.1 分组交换原理	145
4.3.5 GSM 信道类型及帧结构	92	5.3.2 分组交换数据网的构成	149
4.3.6 通用分组无线业务(GPRS)	93	5.3.3 分组交换网中的数据流控制	151
4.3.7 无线应用协议(WAP)	98	5.3.4 分组交换网的互连	152
4.4 CDMA 技术概论	101	5.4 数字数据网(DDN)	155
4.4.1 扩频通信的基本理论	101	5.4.1 DDN 的组成及特点	156
4.4.2 CDMA 系统概述	104	5.4.2 DDN 的网络分级结构	158
4.4.3 CDMA 网络结构及信道类型	106	5.4.3 DDN 的应用	159
4.4.4 CDMA 蜂窝系统的控制功能	108	5.5 帧中继(FR)	160
4.4.5 CDMA 系统的关键技术	111	5.5.1 从 X.25 分组交换到帧中继	160
4.5 第三代移动通信系统(3G)	112	5.5.2 帧中继概述	162
4.5.1 第三代移动通信系统概述	112	5.5.3 帧中继业务应用	165
4.5.2 IMT-2000 系统结构	113	思考题 5	165
4.5.3 三种主流标准的 RTT 方案	115	第 6 章 计算机网	167
4.5.4 第三代移动通信系统的 关键技术	120	6.1 计算机网概述	167
4.6 3G LTE 技术简介	123	6.1.1 计算机网的形成与发展	167
4.6.1 LTE 的主要技术特征	124	6.1.2 计算机网的主要功能	167
4.6.2 LTE 的网络结构和核心技术	124	6.1.3 计算机网的分类	168
4.6.3 LTE 主要技术提案介绍	125	6.1.4 局域网的定义及特性	169
4.6.4 LTE 协议简介	126	6.1.5 IEEE 802 标准	169
4.6.5 LTE TDD 与(LTE FDI)技术简介	127	6.1.6 局域网数据链路层	171
4.7 移动通信的发展趋势——第四代 移动通信(4G)	132	6.2 计算机局域网	173
4.7.1 4G 的概念	132	6.2.1 IEEE 802.3 标准—— 以太网(Ethernet)	173
4.7.2 4G 网络结构的技术特征	132	6.2.2 IEEE 802.5 标准—— 令牌环局域网	178
4.7.3 4G 中的关键技术	134	6.2.3 IEEE 802.4 标准—— 令牌总线局域网	180
4.7.4 4G 通信发展面临的问题	134	6.3 高速网络技术	181
思考题 4	135	6.3.1 快速以太网	181
第 5 章 数据通信网	136	6.3.2 光纤分布式数据接口(FDDI)	182
5.1 数据通信概述	136	6.3.3 分布式队列双总线(DQDB)	184
5.1.1 数据通信系统的基本构成	136	6.3.4 交换式多兆位数据服务(SMDS)	185
5.1.2 数据通信网	137	6.4 网络互联	186

6.4.1 网络互联概述	186	8.2.1 新一代网际协议 IPv6(IPng)	245
6.4.2 网络互联设备	187	8.2.2 资源预留协议(RSVP)	250
6.4.3 局域网互联	192	8.3 高速 IP 传输	252
6.5 Internet 网	193	8.3.1 ATM 与 IP 相结合的两模型	252
6.5.1 Internet 概述	193	8.3.2 ATM 与 IP 相结合的高速传输	253
6.5.2 TCP/IP 模型结构	195	8.3.3 基于 SDH 的 IP 传输与 G 比特级高速路由器	264
6.5.3 IP 编址方式及 IP 协议	197	8.3.4 基于 WDM 的 IP 传输	270
6.5.4 Internet 域名与域名系统	202	8.4 高速 IP 交换	273
6.5.5 Internet 上的基本业务	204	8.4.1 IP 交换	273
6.5.6 网络安全与防火墙简介	210	8.4.2 标记交换	276
思考题 6	214	8.4.3 多协议标记交换(MPLS)	278
第 7 章 宽带综合业务数字网 (B-ISDN)	216	思考题 8	284
7.1 ISDN 概述	216	第 9 章 宽带接入网	286
7.1.1 ISDN 的基本概念	216	9.1 接入网的基本概念	286
7.1.2 ISDN 的网络结构	218	9.1.1 接入网的定义和界定	286
7.1.3 ISDN 用户/网络接口	218	9.1.2 接入网的功能结构和分层模型	287
7.2 B-ISDN 概述	220	9.1.3 接入网的接口与业务	288
7.2.1 从 N-ISDN 到 B-ISDN	220	9.1.4 接入网的分类	289
7.2.2 基于 ATM 的 B-ISDN 的特性	221	9.2 V5 接口标准	290
7.2.3 B-ISDN 用户/网络接口 参考配置	222	9.2.1 V5 接口概述	290
7.2.4 B-ISDN 提供的业务	222	9.2.2 VB5 接口	291
7.3 B-ISDN/ATM 参考模型及协议	223	9.3 数字用户线接入(xDSL)	293
7.3.1 B-ISDN 协议参考模型	223	9.3.1 xDSL 概述	293
7.3.2 物理层协议	225	9.3.2 ADSL 采用的调制技术	294
7.3.3 ATM 层协议	226	9.3.3 ADSL 接入技术	295
7.3.4 ATM 适配层(AAL)协议	228	9.4 光纤接入网(OAN)	296
7.4 宽带 ATM 交换技术	233	9.4.1 OAN 概述	296
7.4.1 ATM 交换的基本原理	233	9.4.2 ATM 无源光网络(APON)	298
7.4.2 ATM 交换结构的分类	235	9.5 光纤同轴混合(HFC)接入网	299
7.4.3 ATM 交换网络	236	9.5.1 HFC 的结构原理	299
7.5 流量控制和拥塞控制	240	9.5.2 HFC 的线路频谱	300
7.5.1 流量控制	240	9.5.3 HFC 系统的特点与应用	300
7.5.2 拥塞控制	242	9.6 宽带无线接入网技术	301
思考题 7	244	9.6.1 3.5 GHz 固定无线接入	301
第 8 章 宽带综合 IP 网	245	9.6.2 LMDS 概述	303
8.1 传统 IP 网的主要问题	245	思考题 9	304
8.2 高速 IP 网协议	245	第 10 章 信息网的信令方式	305
		10.1 信令概述	305

10.1.1	信令的概念	305	10.5.1	ATM/B-ISDN 网络信令概述	322
10.1.2	信令的分类	306	10.5.2	B-ISDN 用户网络接口(UNI) 信令	325
10.2	No.7 信令简介	308	10.5.3	B-ISDN 网络节点接口(NNI) 信令	328
10.3	No.7 信令系统的基本结构及 信令传送过程	309	10.6	IP 电话信令及其协议	331
10.3.1	No.7 信令系统基本功能结构	309	10.6.1	IP 电话网简介	331
10.3.2	消息传递部分(MTP)的 功能划分	310	10.6.2	基于 H.323 IP 电话系统的 协议栈结构	333
10.3.3	No.7 信令和 OSI 的对照关系	311	10.6.3	基于 H.323 协议的 VoIP 技术	335
10.3.4	No.7 信令单元格式	312	10.6.4	H.323 信令及通信过程	336
10.3.5	No.7 信令的传送过程	313	10.6.5	基于 SIP 协议的 VoIP 技术	337
10.4	No.7 信令网	316	思考题 10		339
10.4.1	信令网信令的传送方式	316	附录 A	信息网应用实例	341
10.4.2	信令网的结构	317	附录 B	英文缩写词汇表	353
10.4.3	信令网的编号计划	321	参考文献		363
10.5	ATM/B-ISDN 网络信令	322			

第1章 现代信息网概论

通信已然成为现代社会主流学科之一。通信的基本形式是在信源和信宿之间建立一个传输信息的通道,实现信息的传输。信息网络可以定义为“由信息网元组成的集合体,用以支持组织之间和组织内部的包括话音、文本、数据或是它们的组合体的各种形式的通信要求。”其中,信息网元是网络的基本组成部件,不同的网络其组成部件具有不同的形式。

在不同的历史时期,由于用户的需求、市场的驱动以及人类对网络的研究和实践的不同,信息网络的基本概念也在不断发展中。

在不同的应用范围和不同的应用目标下,信息网络具有不同的含义,在一般意义上可将信息网络分成电话通信网、计算机通信网和有线电视网等三种类型。以话音为主的电话通信网包括公用电话交换网(Public Switched Telephone Network, PSTN)、专用通信网、移动通信网。以数据为主的通信网包括分组交换公用数据网(Packet Switched Public Data Network, PSPDN)、X.25网、数字数据网(Digital Data Network, DDN)、帧中继网(Frame Relay Network, FRN)。计算机通信网包括局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)、广域网(Wide Area Network, WAN)等形式。其中,高速局域网有光纤分布式数据接口(FDDI)和吉(千兆)比特以太网,高速城域网有分布式队列双总线(DQDB)和交换式多兆位数据服务(SMDS),广域网有Internet等典型网络。有线电视网(CATV)以视频业务为主要业务。

信息网络的发展是和通信设备及终端、电子器件、计算机软件 and 硬件技术的发展紧密相关的,所以,从某一方面来说,信息网络的发展水平是一个国家综合实力的体现。信息网络巨大的投资和较长的成本回收周期促使人们不断研究更先进的信息网络理论技术,但是任何一种网络技术被市场接受的前提是必须有非常大的应用需求,并且该应用无法用现有的各种网络很好地支持,此时供应商和运营商才可能采用这种新技术构建网络。信息网络的目标是实现网络用户之间的信息互通,所以任何新型网络的产生都必须考虑到其用户和其他已有网络的互通,这就进一步增加了网络投资的需求。如果原有网络支持的某种业务并不能被新型网络技术在技术上和应用领域中全部覆盖,那么原有的信息网络必将继续存在。这就是为什么在信息网络领域中某个时期各种网络常常是并存的。特定类型的网络是针对于特定的应用而设计的,每一种网络都有其设计的假设前提,都能解决当时其他网络无法支持某种业务的难题,了解信息网络的发展是整体上学习各种通信网络技术的有效途径。

1.1 基础网络

1.1.1 电信网

电信网(也称电话通信网)主要是指利用有线及无线的电磁系统或者光电系统,传递、发射或者接收各种形式信息的通信网。电话网由基础网、相应的支撑网和它所支持的各种业务网组成。

公用电话交换网是普及率最高、覆盖范围最广的电话通信网。PSTN 是支持交互性话音通信、开放性电话业务的通信网,向用户提供双向、实时和有质量保证的话音业务以及基于话带的传真和低速数据等二次复用业务。它包括长途电话网和本地电话网,是目前电信业务量最大、服务面最广的基础通信网。它可以兼容其他许多非话业务网,是电话网的基本形式和基础。目前我国 PSTN 的基础网已基本建成了覆盖全国的大容量、数字化通信传输主干道,数字化水平已达 99.2%以上,传输系统采用 SDH,技术上已达到世界先进水平。全国长途光缆线路总长度达 20 多万公里,长途光缆纤芯总长度近 400 万公里,长途传输系统已经具备了综合传送各种业务(包括 Internet 远程传输和高质量数字图像业务)的能力。“八横八纵”国家光缆干线的建成基本上解决了传输信道紧张的问题。

PSTN 由传输线路、交换机和用户终端组成,其基本结构有星型网、网状网、树状网及复合网多种。PSTN 一般由若干级交换中心组成核心交换网,再通过端局连接到用户。电话接续方式为电路交换,即通过呼叫,在收、发端之间建立起一个独占的物理通道,该通道有固定的带宽(3.1 kHz),由于路由固定,因此延时较低,且不存在延时抖动问题,有利于保证连续媒体的同步和实时传输。PSTN 的主要缺点是信道带宽较窄,主要用于模拟话音信号的传输,多媒体信息经调制解调器(Modem)将二进制数据调制成模拟信号也可在 PSTN 中传输。目前使用的电话交换网的数据传输速率可达 28.8 kb/s 或 56 kb/s。此时, PSTN 不仅可用于通话和传真,还可以提供低速多媒体业务、低质量的可视电话和多媒体会议。若要实现多点连接,网上需要加装多点控制器(MCU)。

1.1.2 移动通信网

移动通信是指通信的一方或双方可以在移动中进行的通信过程,也就是说,至少有一方具有可移动性,可以是移动台与移动台之间的通信,也可以是移动台与固定用户之间的通信。移动通信满足了人们无论在何时何地都能进行通信的愿望,20 世纪 80 年代以来,特别是 90 年代以后,移动通信得到了飞速的发展。

相比固定通信而言,移动通信不仅要给用户提供与固定通信一样的通信业务,而且由于用户的移动性,其管理技术要比固定通信复杂得多。同时,由于移动通信网中依靠的是无线电波的传播,其传播环境要比固定网中有线媒质的传播特性复杂,因此,移动通信有着与固定通信不同的特点。

1. 移动通信的特点

移动通信具有以下几方面的特点。

(1) 用户的移动性。要保持用户在移动状态中的通信,必须是无线通信,或无线通信与有线通信的结合。系统中要有完善的管理技术来对用户的位置进行登记、跟踪,使用户在移动时也能进行通信,不因为位置的改变而中断。

(2) 电波传播条件复杂。移动台可能在各种环境中运动,如建筑群或障碍物等,这样电磁波在传播时不仅有直射信号,而且还会产生反射、折射、绕射、多普勒效应等现象,从而产生多径干扰、信号传播延迟和展宽等。因此,必须充分研究电波的传播特性,使系统具有足够的抗衰落能力,才能保证通信系统正常运行。

(3) 噪声和干扰严重。移动台在移动时不仅受到城市环境中的各种工业噪声和天然电噪声的干扰,同时,由于系统内有多个用户,因此移动用户之间还会有互调干扰、邻道干扰、同频干扰等。这就要求在移动通信系统对信道进行合理的划分和频率的再用。

(4) 系统和网络结构复杂。移动通信系统是一个多用户通信系统和网络,必须使用户之间互不干扰,能协调一致地工作。此外,移动通信系统还应与固定网、数据网等互连,整个网络结构是很复杂的。

(5) 有限的频率资源。在有线网中,可以依靠多铺设电缆或光缆来提高系统的带宽资源。而在无线网中,频率资源是有限的,国际电信联盟(ITU)对无线频率的划分有严格的规定。如何提高系统的频率利用率是移动通信系统的一个重要课题。

2. 移动通信的分类

移动通信的种类繁多,其中,陆地移动通信系统有蜂窝移动通信、无线寻呼系统、无绳电话、集群系统等。移动通信和卫星通信相结合产生了卫星移动通信,它可以实现国内、国际大范围的移动通信。

(1) 集群移动通信。集群移动通信是一种高级移动调度系统。所谓集群通信系统,是指系统所具有的可用信道为系统的全体用户共用,具有自动选择信道的功能,是共享资源、分担费用、共用信道设备及服务的多用途和高效能的无线调度通信系统。

(2) 公用移动通信系统。公用移动通信系统是指给公众提供移动通信业务的网络,这是移动通信最常见的方式。这种系统又可以分为大区制移动通信和小区制移动通信,小区制移动通信又称蜂窝移动通信。

(3) 卫星移动通信。利用卫星转发信号也可实现移动通信。对于车载移动通信可采用同步卫星,而对手持终端,采用中低轨道的卫星通信系统较为有利。

(4) 无绳电话。对于室内外慢速移动的手持终端的通信,一般采用功率小、通信距离近、轻便的无绳电话机。它们可以经过通信点与其他用户进行通信。

(5) 寻呼系统。无线电寻呼系统是一种单向传递信息的移动通信系统。它是由寻呼台发信息,寻呼机收信息来完成的。

1.1.3 计算机通信网

1. 计算机网络及计算机通信网

计算机网是由通过不同媒质(电话线路、同轴电缆、光纤、无线、微波和卫星等)连接的、

物理上互相分开的多台计算机组成的、将所要传输的数据划分成不同长度的分组进行传输和处理的系统,通过发送、接收和处理不同长度的分组数据实现信息和计算机软硬件资源的共享。

在计算机网络发展过程的不同阶段,人们对计算机网络提出了不同的定义,不同的定义反映当时网络发展的水平及人们对网络的认识程度。从广义的观点出发,计算机网络被定义为计算机通信网,其特点是借用公用电话通信信道或公用数据通信信道(或专用信道),通过资源共享实现信息的传输与处理;从对用户透明性的观点出发,计算机网络被定义为分布式计算机系统,其特点是它的操作系统以全局方式管理系统资源,能自动为用户的需求调度网络资源,多个互连的计算机系统对用户来说是“透明”的,是计算机网络技术发展的高级阶段。以资源共享观点定义的计算机网络可以看成是从计算机通信网到分布式计算机系统的过渡,为分布式系统的研究提供技术和理论基础。

计算机网络要完成数据处理和数据通信两大功能,在结构上可以分成两部分,一部分是负责数据处理的计算机与终端,另一部分是负责数据通信处理的通信控制处理机(Communication Control Processor, CCP)与通信线路。从计算机网络组成的角度看,典型的计算机网络从逻辑功能上可以分为资源子网和通信子网两部分,其结构如图 1.1 所示。

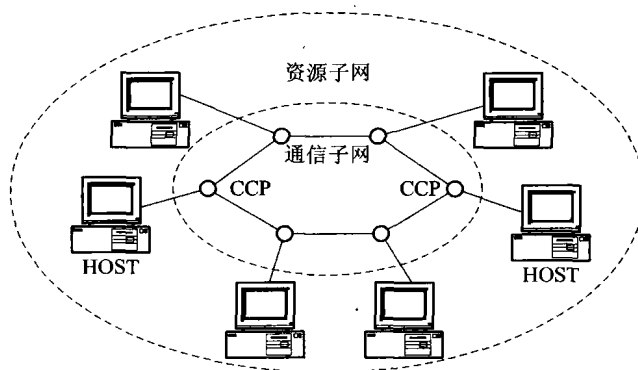


图 1.1 计算机网络的逻辑结构

1) 资源子网

资源子网由主计算机系统、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源与信息资源组成。资源子网负责全网的数据处理业务,向网络用户提供各种网络资源与网络服务。

网络中主计算机(简称为主机)可以是大型机、中型机、小型机、工作站或微机。主机是资源子网的主要组成单元,它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机相连接。普通用户终端通过主机连入网内。主机要为本地图访问网络内其他主机设备与资源提供服务,同时要为网中远程用户共享本地资源提供服务。随着微机的广泛应用,连入计算机网络的微机数量日益增多,它可以作为主机的一种类型,直接通过通信控制处理机连入网内,也可以通过连网的大、中、小型计算机系统间接连入网内。

2) 通信子网

通信子网由通信控制处理机、通信线路与其他通信设备组成,完成网络数据传输、转发等通信处理任务。

通信控制处理机在网络拓扑结构中被称为网络节点。它一方面作为与资源子网的主机、终端的连接接口,将主机和终端连入网内,另一方面又作为通信子网中的分组存储转发节点,完成分组的接收、校验、存储、转发等功能,将源主机报文准确发送到目的主机。通信线路为通信控制处理机与通信控制处理机、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。计算机网络采用了多种通信线路,如电话线、双绞线、同轴电缆、光导纤维电缆(简称光缆)、无线通信信道、微波与卫星通信信道等。

2. 计算机网络的特征

计算机网络的主要特征如下:

(1) 计算机网络的重要特征是信息按分组方式传输。

(2) 计算机网络也可以看成是在物理上分布的相互协作的计算机系统。其硬件除了单体计算机和传输媒体外,还有插入计算机中用于收发数据分组的各种通信网卡、把多台计算机连接到一起的集线器(Hub,现逐渐被相应的交换机取代)、扩展带宽和连接多台计算机用的交换机以及负责路径管理、控制网络路由情况的路由器或 ATM 交换机等。

(3) 计算机网络中包含有丰富的软件。操作系统核心软件是网络软件的基础,操作系统是多任务的,用于处理来自不同计算机的数据收发任务;通信控制用协议软件是计算机网络软件中最重要、最核心的部分,是网络中通信各部分之间必须遵守的规则集合,决定了计算机网络体系的结构;管理软件用来管理计算机网络用户与网络的接入、认证,计算机网络的安全以及网络运行状态和负责计费等工作;交换与路由软件负责为通信各部分之间建立和维护传输信息所需的路径;应用软件为用户提供网络服务,实现信息资源的传输和共享。

1.1.4 数据通信网

用于计算机之间进行通信的网络称为数据通信网,即计算机网络中的通信子网。数据通信网具备如下特征。

(1) 适应大容量与突发性通信的要求。计算机数据传输具有“突发性”的特点,可能造成网内负荷的拥塞现象,因此现代数据通信网必须要适应大数据、突发性传输的要求,并能对网络拥塞有良好的控制功能。

(2) 适合综合业务服务的要求。随着人们对信息需求的日益增加,一些新业务(如可视电话、传真、文件与图像检索、电子广告、电子商务、电子购物、远程教学与远程医疗等)都将与计算机网络服务融为一体,因此未来的通信网应该是一个全数字化、高带宽、有综合服务能力的高速通信网络。

(3) 开放的设备接口与标准化协议。信息高速公路面对用户的各种信息服务设备,这就要求未来的通信网要为用户提供开放的设备接口与标准的通信协议。

(4) 完善的通信服务与网络管理。要保证数据通信网能够稳定、安全与高效运行,网络必须具备完善的网络服务和智能化的管理功能。

1.1.5 有线电视网

有线电视系统(CATV)是通过有线线路在电视台和用户终端之间传送图像、声音信息的

闭路电视系统。CATV 的信号传输方式及运行方式均和一般的电视广播有所不同,但为了保持和普通电视机兼容,CATV 保留了无线广播电视制式和信号调制方式。有线电视网络可分为广播型和双向交互型两大类。

有线电视网由两部分组成,一部分为有线电视台之间传送节目源的传送网络(传输干线),另一部分是面向用户的节目分配网络。有线电视台之间节目交换除使用卫星信道以外,还利用高质量的 SDH 微波和光传输系统。有线电视的 SDH 传输系统与电信网的传输网络没有本质的差别,只是面向用户的分配网与电信网和计算机网不同。有线电视网传送信息的特点表现为分配性和同一性,即有线电视网在同一时刻向所有的用户提供大量的相同的信息,用户通过终端设备(电视机)在有线电视网提供的电视节目选取需要的信息。因此,它是一种多用户共享的宽带分配网络。有线电视信息的特点决定了有线电视网信息流具有非对称性和分配性,为此目的建立的信息网最佳的网络拓扑结构是树状结构。我国是世界上拥有有线电视用户数最多的国家,但尚未实现全国和省内联网,有线网分属几百个小型地方电视台。

有线电视之所以发展迅速,是因为它具有以下优点:

- (1) 改善了微弱信号的接收效果;
- (2) 有效地抑制了干扰,消除了重影,可获得良好的收视质量;
- (3) 不占用空间频率资源,节目容量大,CATV 信道带宽达 400 MHz,可传几十路电视节目和其他数据,可提供多种服务;
- (4) 可进行双向传输,便于对特定的用户提供特别的节目、特殊的信息服务。

有线电视网存在的主要问题在于有线电视网虽然具备了现代信息网最重要的传输与接入手段,但还完全不具备宽带信息业务节点及相应的交换设施。或者说,有线电视网络若单独组成完整的信息网络在某些地区尚不成熟,特别是在向用户提供双向实时业务方面,由于受到基础网络传输能力的限制,将会遇到比计算机网更大的困难。另外,目前在相当多的省份,有线电视网尚未联网运行,同时相关人员也缺乏通信方面的知识和运营经验。

在我国,由于同轴电缆入户率很高,因此充分利用该资源开展 Internet 接入服务是有线电视运营的发展方向,利用电缆调制解调器技术在光纤同轴电缆混合网(HFC)上传输 IP 数据将会迅速发展起来,成为 Internet 接入的一个强有力的竞争者。HFC 上传输 IP 数据的主要设备有电缆调制解调器终端系统(CMTS)和电缆调制解调器(CM)。其中,CMTS 一般位于有线电视网前端的位置,提供与公网节点机如 ATM 交换机或路由器的接口;CM 位于用户家中,提供与用户计算机的接口。CMTS 与 CM 之间的通信与普通 Modem、以太网有所不同。普通 Modem 之间的通信是点到点、一一对应的;以太网卡之间的通信是共享总线、半双工的;CMTS 与 CM 之间的通信是点到多点、全双工的,任何 CM 之间的通信都必须通过 CMTS 才能完成。在 HFC 上,传输 IP 数据的点到多点系统存在多址接入的问题,解决的方法多是采用时分多址接入(TDMA)。

目前,CMTS 与 CM 之间的信息传输,下行是广播方式,上行是 TDMA 方式。在下行方向,CMTS 发送给特定的 CM 数据帧含有标识 CM 的信息,因此只有符合标识的 CM 会继续处理该数据帧,其他 CM 会丢失该数据帧。在上行方向,信道被分割成连续的时间片,CMTS 在下行信道中通知所有 CM 哪个上行信道的的时间片可以由哪个 CM 发送数据帧,于

是 CM 就按照 CMTS 的规定在可用的时间段发送数据帧。目前,在 HFC 上传输数据的设备所采用的标准大多是 MCNS/DOCSIS 1.0/1.1,一部分采用 DVB/DAVIC ETS300 800,使得不同生产厂家的 CMTS 与 CM 之间不能互通。从发展趋势看,厂家专用标准将逐渐消失,DOCSIS 标准可以为不同的电缆调制解调器提供互操作性,将成为主导的标准。

1.2 现代通信网中的信息处理

现代通信的重要特征之一是从网络、交换、传输到终端各种功能的实现,且愈来愈依赖于信号与信息处理技术。这是因为信息表示形式的多样化乃至通信业务的多样性对通信系统和网络提出愈来愈高的要求,需要利用数字信号处理技术来提高通信的有效性和可靠性,并赋予网络、系统乃至终端以智能。微电子、光电子和计算机技术的长足进步,为信号与信息处理技术在通信信息处理与智能技术中的应用提供了工程实现的可能性。利用微处理器、通用 DSP、专用的 ASIC 芯片和人工神经网络芯片可以在相应软件的支持下实现所需的各种功能。信号与信息处理技术已成为 21 世纪通信发展的重要支柱。在通信范畴,信号与信息处理主要应用在信源编码、信道编码、通信信号的智能处理等几个方面。

1.2.1 信源编码

信源编码是为了减少信源输出符号序列中的剩余度、提高符号的平均信息量,对信源输出的符号序列所施行的变换。具体来说,就是针对信源输出符号序列的统计特性来寻找某种方法,把信源输出符号序列变换为最短的码字序列,使后者的各码元所载荷的平均信息量最大,同时又能保证无失真地恢复原来的符号序列。

既然信源编码的基本目的是提高码字序列中码元的平均信息量,那么,一切旨在减少剩余度而对信源输出符号序列所施行的变换或处理,都可以在这种意义下归入信源编码的范畴,例如过滤、预测、域变换和数据压缩等。当然,这些都是广义的信源编码。

一般来说,减少信源输出符号序列中的剩余度、提高符号平均信息量的基本途径有两条:① 使序列中的各个符号尽可能地互相独立;② 使序列中各个符号出现的概率尽可能地相等。前者称为解除相关性,后者称为概率均匀化。

1. 语音编码

信源编码的目的是在保证一定重建质量和工程实现复杂度可接受的前提下,尽可能地降低传送误码率,以提高通信的有效性。

在语音编码方面,G.728 建议的 16 kb/s LD-CELP(低时延码激励线性预测)压缩算法,适合于可视电话、无绳电话、卫星通信、数字语音插空、移动通信、分组化语音以及语音存储等应用。此外,还有 G.729 建议的 8 kb/s CS-ACELP(共轭结构代数码激励线性预测)算法和泛欧数字移动通信标准 13 kb/s 的 RPE/LTP 算法等。

语音压缩编码以 CELP 为核心的技术还可扩展到 6.4 kb/s 速率,但难以再向 2.4 kb/s 及以下速率推进,故出现了余弦声码器技术的研究(如 MBE,即多带激励)。高质量中、低速率和极低速率(1.2 kb/s)语音压缩编码技术的研究已引入了新的语音分析技术,如非线性预