



北京市高等教育精品教材立项项目



21 世纪 信息 通信 系列 教材

现代通信技术 (第2版)

XIANDAI TONGXIN JISHU

纪越峰 等编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书根据通信网络的分层构架,从全程全网和网络融合的角度全面系统地讲述了各类先进的通信技术,重点是近年来涌现的新技术。

本书主要包括五个部分的内容:第一部分概述现代通信网与支撑技术;第二部分讲述信息应用技术,包括各种通信业务和终端技术;第三部分讲述业务网技术,包括电话网技术、数据网技术和 IP 网技术;第四部分讲述接入与传送网技术,包括 SDH 技术、光纤通信技术、无线通信技术和综合业务接入技术;第五部分讲述下一代网络技术,包括软交换技术,IPv6 技术和自动交换光网络技术。

本书注重选材,内容丰富,层次清楚,编写方法新颖。在加强基本概念、基本原理与必要的理论分析的同时,着重从网络的各个层面讲述了目前先进的通信技术和最新的技术成果。

本书可作为高等院校通信专业类本科高年级学生用教材或教学参考书,也可供从事通信工作的科研和工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代通信技术/纪越峰等编著. —2 版—北京:北京邮电大学出版社,2004

ISBN 7-5635-0854-6

I. 现... II. 纪... III. 通信技术 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 120081 号

书 名:现代通信技术(第 2 版)

编 著:纪越峰 等

责任编辑:王晓丹

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(100876)

电话传真:010-62282185(发行部) 010-62283578(FAX)

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:27.5

字 数:597 千字

印 数:5001—8000 册

版 次:2002 年 3 月第 1 版 2004 年 1 月第 2 版 2004 年 11 月第 2 次印刷

ISBN 7-5635-0854-6/TN·321

定 价:39.50 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

本书于2002年3月发行了第1版,随后在“现代通信技术”课程中作为教材使用。通过收集实际使用后师生们的反馈意见,并根据这两年通信技术的发展与变化,作者对原书进行了修改与完善,使其更明确地体现编写目的,便于读者更好地学习和掌握先进的通信技术。

通信为人类文明和社会生活带来了翻天覆地的变化,世界各国在通信领域投入了大量的人力和物力,并进行了大规模的建设,通信技术也因此成为高等院校通信工程、电子信息工程及计算机通信等专业学生必须具备的知识结构的重要组成部分之一。针对通信技术的各个方面,目前相关高等院校已为本科生开设了多门课程,也出版了相应的教材。这些课程为学生掌握某一方面通信技术打下了良好的基础,但随着现代通信技术的飞速发展,也带来了一些问题,即各门课程相对独立,缺乏关联性,学生很难由此建立起对通信技术和通信网络的整体概念,而且通信技术更新速度加快,各种新技术不断涌现,教材应能及时反映这一变化。因此十分有必要根据新的通信网络构架和各类先进的通信技术来组织编写新的通信技术教材。

1. 本教材的编写目的

本教材是为了适应现代通信技术发展的需要而编写的,其总体目标是通过“现代通信技术”课程教学内容的深入研究,从全程全网和网络融合的角度讲述各类先进的通信技术,力争构建具有科学性、系统性、新颖性和先进性的知识结构与内容体系,强调工程方法论基本思想的学习与培养,不仅使学生能够在网络分层概念的基础上学习到各类先进的通信技术知识,更重要的是培养学生掌握科学的研究方法和迅速学习新技术的能力,成为高素质的创新人才奠定基础。

2. 本教材的主要特点

(1) 传统通信系统是由传输、交换、终端三大部分组成,目前已有的教材也多是依此而写。随着通信技术的发展与用户需求日益多样化,现代通信网正处在变革与发展之中,为了更清晰地描述现代通信网络结构和先进技术,本教材改变以往的编写方法,根据网络的分层构架,从网络的各个层面来讲述先进的通信技术。

(2) 目前,关于通信技术的教材往往是侧重于讲述某一特定技术,如程控交换、光纤

通信、微波技术、移动通信、接入网技术等,学生很难由此建立起现代通信技术与通信网的整体概念和掌握相互关系。本教材从全局出发,对网络分层中所涉及的通信技术进行较详细的论述,从而加强学生对现代通信技术的认识和全程全网的了解,在此基础上,可根据专业和个人情况,再就某一个专业技术方向进行更深入的学习。

(3) 当前通信技术发展迅猛、日新月异,本教材根据学生的认知规律和需求特征,将本学科的最新技术直接反映到教材中去,如下一代网络技术、光纤通信技术、移动通信技术、多媒体通信技术等。

(4) 素质教育是当前教育的热点和趋势,本教材在论述知识的同时,力争渗入分析问题和解决问题的方法和思路,加强学生对工程方法论的学习和理解,使学生掌握科学与技术的基本研究方法,具备迅速掌握新技术的基本素质。

(5) 本教材的编写工作集中了北京邮电大学在现代通信技术方面的 8 位教师,他们在相关通信技术的教学和科研工作中均取得了突出成绩。虽然由多位教师参加编写,但在整体结构、内容处理、各章衔接及编写思路等方面都做了精心安排,体现了整体的融合性。

3. 本教材的主要内容

本教材根据通信网络的分层构架,从全程全网和网络融合的角度全面系统地讲述了各类先进的通信技术,内容共 5 篇 12 章,其中第一篇(含第 1 章)概述现代通信网与支撑技术;第二篇(含第 2~3 章)讲述信息应用技术,包括各种业务和终端技术;第三篇(含第 4~7 章)讲述业务网技术,包括电话网技术、数据网技术和 IP 网技术;第四篇(含第 8~11 章)讲述接入与传送网技术,包括同步数字传送网(SDH)技术、光纤通信技术、无线通信技术和综合业务接入技术;第五篇(含第 12 章)讲述下一代网络技术,包括软交换技术,IPv6 技术和自动交换光网络技术。

本书可作为高等院校通信专业类本科高年级学生用教材或教学参考书,建议课堂学时数为 51~68 学时,在进行不同专业或不同层次的教学安排时可根据情况进行相应的学时调整和内容取舍。

4. 本教材的编写分工

本教材由纪越峰教授主编,其中第 1 章和第 8 章由纪越峰教授编写;第 2~3 章由黄孝建教授编写;第 4~7 章由纪红教授和刘瑞曾教授编写;第 9 章由黄永清副教授和纪越峰教授编写;第 10 章由王文博教授和郭文彬老师编写;第 11 章由孙咏梅老师编写;第 12 章由纪红教授、刘瑞曾教授和纪越峰教授编写;全书由纪越峰教授统稿。

由于作者水平所限,加之现代通信技术涉及面广,难以做到一书概全,不足之处,恳请同行和读者指正。

作 者

2003.12. 于北邮

目 录

第一篇 现代通信网与支撑技术概述

第1章 现代通信网与支撑技术概述	1
1.1 现代通信网的构成要素	1
1.1.1 通信的基本概念	1
1.1.2 通信系统的基本组成	2
1.1.3 现代通信网的分层结构	4
1.1.4 通信网组网结构	5
1.1.5 通信网的质量要求	7
1.2 现代通信网的支撑技术	8
1.2.1 信息应用技术	8
1.2.2 业务网技术	9
1.2.3 接入与传送网技术	10
1.3 现代通信技术的发展趋势	12
本章小结	14
习题	14

第二篇 信息应用技术

第2章 通信业务	15
2.1 模拟与数字视音频业务	15
2.1.1 视音频信息基本概念	15
2.1.2 视音频信息数字化	20
2.1.3 视音频压缩编码	21
2.1.4 视音频业务种类	30
2.2 数据通信业务	35
2.2.1 数据通信的基本概念	35
2.2.2 数据通信业务	36

2.3 多媒体通信业务	38
2.3.1 多媒体通信业务及其特点	38
2.3.2 多媒体通信技术规范与标准	41
本章小结	44
习题	44
第3章 通信终端	44
3.1 音频通信终端	45
3.2 图形、图像通信终端	45
3.3 视频通信终端	46
3.3.1 彩色电视摄像机	46
3.3.2 多媒体计算机用摄像头	47
3.3.3 视频显示终端	47
3.4 数据通信终端	48
3.5 多媒体通信终端	50
3.5.1 多媒体终端形式	51
3.5.2 多媒体通信终端接口	55
3.5.3 多媒体通信终端软件系统	56
本章小结	57
习题	57

第三篇 业务网技术

第4章 业务网技术基础	59
4.1 业务网概述	59
4.1.1 业务网的基本技术要素及分类	59
4.1.2 交换在业务网中的地位与作用	61
4.2 节点交换技术	63
4.2.1 交换节点中传送的信号	63
4.2.2 窄带交换技术	64
4.2.3 宽带交换技术	66
4.2.4 开放系统互连参考模型与节点交换技术	68
4.2.5 网络技术	72
4.3 节点交换系统的基本功能	73
4.3.1 连接功能的数学描述	73
4.3.2 连接功能的基本技术	75
4.3.3 接口功能	79

4.3.4 信令功能	79
4.3.5 控制功能	82
本章小结	82
习题	83
第5章 电话网技术	84
5.1 电话网概述	84
5.1.1 电话网的组成	84
5.1.2 电话网结构	84
5.1.3 电话网的路由选择	89
5.1.4 电话网的编号计划	92
5.1.5 电话信令网的组成与结构	92
5.2 数字电路交换技术	93
5.2.1 数字电路交换系统分类	93
5.2.2 数字电路交换系统硬件功能结构	94
5.2.3 数字电路交换系统软件功能结构	103
5.2.4 数字电路交换系统性能指标	108
5.3 窄带综合业务数字网技术	109
5.3.1 ISDN 的概念	109
5.3.2 ISDN 的网络功能	110
5.3.3 ISDN 的用户/网络接口	112
5.3.4 ISDN 的业务功能及应用	114
5.4 智能网技术	115
5.4.1 智能网概述	115
5.4.2 智能网的结构与功能	116
5.4.3 智能网的概念模型	117
5.4.4 智能网的应用	122
5.5 电信管理网	125
5.5.1 电信管理网的基本概念	125
5.5.2 电信管理网的体系结构	126
5.5.3 电信管理网的逻辑分层与管理功能	128
本章小结	130
习题	130
第6章 数据网技术	132
6.1 数据网概述	132
6.1.1 数据网的分类	132

6.1.2 数据通信系统构成	133
6.1.3 数据网的构成	133
6.2 分组交换网及相关技术	134
6.2.1 分组交换的概念	134
6.2.2 分组交换网技术	137
6.3 帧中继技术	142
6.3.1 帧中继的基本概念	142
6.3.2 帧中继工作原理及技术特点	143
6.3.3 帧中继的应用	146
6.4 数字数据网技术	146
6.4.1 数字数据网的基本概念	146
6.4.2 DDN 的构成和一般结构形式	147
6.4.3 DDN 中 64 kbit/s 数字信道复用及数字交叉连接的概念	149
6.4.4 DDN 网络业务类别及用户入网方式	150
6.5 以太网技术	151
6.5.1 以太网的介质访问控制方式	151
6.5.2 以太网的协议结构和网络系统组成	152
6.5.3 基于 10BASE-T 发展的现代网络技术	153
6.6 ATM 技术	155
6.6.1 ATM 技术基本原理	155
6.6.2 ATM 交换系统	161
本章小结	166
习题	166
第 7 章 IP 网技术	167
7.1 互联网概述	167
7.2 IP 网协议的体系结构和协议地址	168
7.2.1 IP 网协议的体系结构	168
7.2.2 互联网的协议地址	169
7.3 IP 网数据报转发与路由器组网	172
7.3.1 数据报的转发与路由器工作过程	172
7.3.2 路由器组网体系结构	172
7.3.3 路由器的组网特点	173
7.4 IP 电话网技术	174
7.4.1 IP 电话网基本模型	174
7.4.2 IP 电话通信流程	175
7.4.3 IP 电话网与传统电话网(PSTN)的比较	176

7.5 ATM 与 IP 融合技术	177
7.5.1 IP Over ATM	177
7.5.2 多协议标记交换(MPLS)技术	177
本章小结	178
习题	178

第四篇 接入与传送网技术

第 8 章 传送网技术基础	181
8.1 传送网概述	181
8.1.1 传送与传输	181
8.1.2 传送网分层结构	182
8.2 同步数字传送网技术	182
8.2.1 SDH 传送网产生背景	183
8.2.2 SDH 帧结构与段开销	188
8.2.3 同步复用和映射原理	196
8.2.4 SDH 网络中的基本网元	211
8.2.5 SDH 自愈网原理	216
8.3 传送网主要性能指标	226
8.3.1 误码特性	226
8.3.2 抖动特性	227
8.3.3 可靠性与可用性	228
本章小结	229
习题	229
第 9 章 光纤通信技术	230
9.1 光纤通信概述	230
9.1.1 电磁波谱	230
9.1.2 光纤通信系统基本结构与特点	232
9.2 光纤传输原理与特性	234
9.2.1 光纤的结构和分类	234
9.2.2 光纤的导光原理	236
9.2.3 光纤的传输特性	240
9.2.4 单模光纤	245
9.3 光发送机与光接收机	247
9.3.1 半导体激光器和发光二极管	247
9.3.2 光发送机	256

9.3.3 光检测器	259
9.3.4 光接收机	263
9.4 光纤通信系统	266
9.5 光放大技术	269
9.5.1 光放大器	269
9.5.2 EDFA 的应用形式与特点	272
9.6 光波分复用技术	273
9.6.1 WDM 系统构成	273
9.6.2 WDM 技术的特点	275
9.7 光时分复用技术	276
9.7.1 OTDM 系统构成	276
9.7.2 OTDM 技术特点	277
9.8 光纤孤子通信技术	278
9.8.1 光纤孤子通信系统构成	278
9.8.2 光纤孤子通信关键技术	279
9.9 光传送网技术	279
9.9.1 光传送网的引入	279
9.9.2 光传送网结构与特点	281
9.9.3 光传送网的节点技术	284
本章小结	286
习题	286
第 10 章 无线通信技术	287
10.1 无线通信概述	287
10.2 无线传播环境及其特性	288
10.2.1 电波的自由空间传播	288
10.2.2 电波传播的几何模型	289
10.2.3 电波的多径传播和衰落	293
10.2.4 链路预算	298
10.3 无线传输技术	299
10.3.1 天线基本知识	299
10.3.2 调制技术	300
10.3.3 抗衰落及抗干扰技术	301
10.3.4 多址技术	310
10.4 陆地移动通信系统	319
10.4.1 概述	319
10.4.2 蜂窝的概念	322

10.4.3	系统模型	326
10.4.4	无线资源管理	327
10.4.5	移动性管理	328
10.4.6	安全性管理	329
10.4.7	GSM 系统	329
10.4.8	CDMA 系统	331
10.4.9	无线局域网	334
10.4.10	第三代移动通信系统	336
10.4.11	未来移动通信的发展	340
10.5	数字微波通信	340
10.5.1	概述	340
10.5.2	数字微波在整个通信网中的位置	341
10.5.3	数字微波线路	341
10.5.4	数字微波的波道及其射频频率配置	345
10.6	卫星通信系统	348
10.6.1	概述	348
10.6.2	卫星通信使用的频率	349
10.6.3	卫星通信基础	350
10.6.4	同步卫星通信系统	355
10.6.5	移动卫星通信系统	359
10.6.6	平流层通信	366
本章小结		369
习题		369
第 11 章	综合业务接入技术	370
11.1	接入网概述	370
11.1.1	接入网的产生	370
11.1.2	接入网的定义	372
11.1.3	接入网的接口类型	373
11.1.4	接入网的协议参考模型	375
11.1.5	接入网的功能结构	375
11.1.6	接入网的特点	378
11.1.7	接入网的接入技术分类	378
11.2	铜线接入技术	380
11.2.1	数字用户线技术	380
11.2.2	非对称数字用户线技术	382
11.3	光纤接入技术	386

11.3.1 光纤接入网的基本结构	387
11.3.2 光纤接入网的种类	389
11.3.3 无源光网络中的复用技术	390
11.4 混合光纤/同轴电缆接入	394
11.4.1 系统结构	394
11.4.2 频谱安排	395
11.4.3 交互式数字视频	396
11.5 无线接入技术	397
11.5.1 固定无线接入技术	397
11.5.2 移动接入技术	400
11.6 接入网的维护管理	400
11.6.1 接入网管理功能的概述	400
11.6.2 接入网的管理功能	402
本章小结	402
习题	402

第五篇 下一代网络技术

第 12 章 下一代网络技术	405
12.1 下一代网络概述	405
12.1.1 下一代网络的概念和特征	405
12.1.2 基于软交换的下一代网络体系结构	406
12.2 软交换技术	407
12.2.1 软交换的概念	407
12.2.2 软交换系统的构成及通信流程	408
12.3 Ipv6 技术	410
12.3.1 Ipv6 技术的引入及其特点	410
12.3.2 Ipv6 地址体系结构	412
12.3.3 Ipv4 向 Ipv6 演进技术	414
12.4 自动交换光网络技术	416
12.4.1 ASON 结构与特点	416
12.4.2 ASON 控制平面	419
12.4.3 ASON 关键技术	421
本章小结	424
习题	424
结束语	425
参考文献	426

现代通信网与支撑技术概述

通信技术的飞速发展是现代信息技术提供了强有力的支持,本篇主要讲述现代通信网的构成要素、现代通信网的支撑技术和现代通信技术的发展趋势。

第1章 现代通信网与支撑技术概述

当今社会正在经受信息技术迅猛发展浪潮的冲击,通信技术、计算机技术、控制技术等现代信息技术的发展及相互融合,拓宽了信息的传递和应用范围,使得人们在广域范围内随时随地获取和交换信息成为可能。尤其是随着网络化时代的到来,人们对信息的需求与日俱增,全球范围内 IP 业务突飞猛进地发展,在给传统电信业务带来巨大冲击的同时,也为现代通信技术的发展提供了新的机遇。本章主要讲述现代通信网的构成要素、现代通信网的支撑技术和现代通信技术的发展趋势。

1.1 现代通信网的构成要素

在信息化社会中,语音、数据、图像等各类信息,从信息源开始,经过搜索、筛选、分类、编辑、整理等一系列信息处理过程,加工成信息产品,最终传输给信息消费者,而信息流动是围绕高速信息通信网进行的,这个高速信息通信网是以光纤通信、微波通信、卫星通信等骨干通信网为传输基础,由公众电话网、公众数据网、移动通信网、有线电视网等业务网组成,并通过各类信息应用系统延伸到全社会的每个地方和每个人,从而真正实现信息资源的共享和信息流动的快速与畅通。

1.1.1 通信的基本概念

1. 通信的基本含义

人们通过听觉、视觉、嗅觉、触觉等感官,感知现实世界而获取信息,并通过通信来传

递信息。因此通信的基本形式是在信源(始端)与信宿(末端)之间建立一个传输(转移)信息的通道(信道)。过去的通信由于受技术与需求所限,仅限于话音。随着信息社会的到来,人们对信息的需求将日益丰富与多样化,而现代通信的发展又为此提供了条件。因此现代通信意义上所指的信息已不再局限于电话、电报、传真等单一媒体信息,而是将声音、文字、图像、数据等合为一体的多媒体信息。总之人的各种感官或通过仪器、仪表对现实世界的感觉,以及古往今来的各种书籍、档案、新闻等都含有各种信息,这些信息是通过通信来进行传递的。因此所谓通信系统就是利用电、光等信号形式来传递信息的系统。

2. 通信系统的分类

通信系统可以从不同的角度来分类。

(1) 按照通信业务分类

根据不同的通信业务,通信系统可以分为多种类型:

- 单媒体通信系统:如电话、传真等;
- 多媒体通信系统:如电视、可视电话、会议电话、远程教学等;
- 实时通信系统:如电话、电视等;
- 非实时通信系统:如电报、传真、数据通信等;
- 单向传输系统:如广播、电视等;
- 交互传输系统:如电话、点播电视(VOD)等;
- 窄带通信系统:如电话、电报、低速数据等;
- 宽带通信系统:如点播电视、会议电视、远程教学、远程医疗、高速数据等。

(2) 按照传输媒质分类

按照传输媒质分类,通信系统可以分为有线通信系统和无线通信系统。有线通信系统的传输媒质可以是架空明线、电缆和光缆。无线通信系统是借助于电磁波在自由空间的传播来传输信号,根据电磁波波长的不同又可以分为中/长波通信、短波通信和微波通信等类型。

(3) 按照调制方式分类

根据是否采用调制,通信系统可以分为基带传输和调制传输两大类。基带传输是将未经调制的信号直接在线路上传输,如音频市内电话和数字信号的基带传输等。调制传输是先对信号进行调制后再进行传输。

(4) 按照信道中传输的信号分类

按照信道中传输的信号形式不同分类,通信系统可以分为模拟通信系统和数字通信系统等。数字通信系统抗干扰能力强,有较好的保密性和可靠性,易于集成化,目前已得到了广泛应用。

1.1.2 通信系统的基本组成

通信的基本形式是在信源与信宿之间建立一个传输(转移)信息的通道,实现信息的

传输。但是由于信源与信宿之间的不确定性和多元性,一般在它们之间的信息传递方式不是固定的。为了便于分析,可通过通信系统的构成模型,将各种通信系统技术归纳并反映,如图 1.1 所示。点与点之间建立的通信系统的基本组成包括:信源、变换器、信道、噪声源、反变换器及信宿 6 个部分。

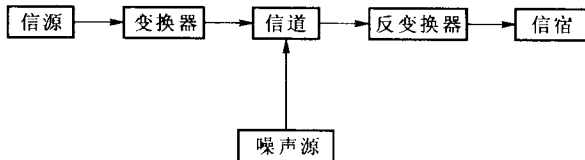


图 1.1 点一点单向通信系统构成模型

(1) 信源

信源是指产生各种信息(如语音、文字、图像及数据等)的信息源,可以是发出信息的人,也可以是发出信息的机器,如计算机等。不同的信息源构成不同形式的通信系统。

(2) 变换器

变换器的作用是将信源发出的信息变换成适合在信道中传输的信号。对应不同的信源和不同的通信系统,变换器有不同的组成和变换功能。例如:对于数字电话通信系统,变换器包括送话器和模/数变换器等,模/数变换器的作用是将送话器输出的模拟话音信号经过模/数变换、编码及时分复用等处理后,变换成适合于在数字信道中传输的信号。

(3) 信道

信道是信号的传输媒介。信道按传输介质的种类可以分为有线信道和无线信道。在有线信道中电磁信号被约束在某种传输线(如电缆、光缆等)上传输;在无线信道中电磁信号沿空间(大气层、对流层、电离层等)传输。信道如果按传输信号的形式又可以分为模拟信道和数字信道。

(4) 反变换器

反变换器的作用是从信道上接收的信号变换成信息接收者可以接收的信息。反变换器的作用与变换器正好相反,起着还原的作用。

(5) 信宿

信宿是信息的接收者,他/它可以与信源相对应构成人—人通信或机—机通信,也可以与信源不一致,构成人—机通信或机—人通信。

(6) 噪声源

噪声源是指系统内各种干扰影响的等效结果。系统的噪声来自各个部分,从发出和接收信息的周围环境、各种设备的电子器件,到信道所受到的外部电磁场干扰,都会对信号形成噪声影响。为了分析问题方便,一般将系统内所存在的干扰均折合到信道中,用噪声源表示。

以上所述的通信系统只是表述了两用户间的单向通信,对于双向通信还需要另一个通信系统完成相反方向的信息传送工作。而要实现多用户间的通信,则需要将多个通信系统有机地组成一个整体,使它们能协同工作,即形成通信网。多用户间的相互通信,最简单的方法是在任意两用户之间均有线路相连,但由于用户众多,这种方法不但会造成线路的巨大浪费,而且也是不可能实现的。为了解决这个问题,引入了交换机,即每个用户都通过用户线与交换机相连,任何用户间的通信都要经过交换机的转接交换。由此可见,图 1.1 所示的是两个用户间的专线系统模型,而实际中,一般使用的通信系统则是由多级交换的通信网提供信道。

1.1.3 现代通信网的分层结构

业务需求驱动了现代通信技术和通信网络的发展,这里所说的通信网是指由一定数量的节点(包括终端设备和交换设备)和连接节点的传输链路相互有机地组合在一起,以实现两个或多个规定点间信息传输的通信体系。也就是说,通信网是相互依存、相互制约的许多要素组成的有机整体,用以完成规定的功能。通信网的功能就是要适应用户呼叫的需要,以用户满意的程度传输网内任意两个或多个用户之间的信息。

传统通信网络由传输、交换、终端三大部分组成。其中传输与交换部分组成通信网络,传输部分为网络的链路(Link),交换部分为网络的节点(Node)。随着通信技术的发展与用户需求日益多样化,现代通信网正处在变革与发展之中,网络类型及所提供的业务种类不断增加和更新,形成了复杂的通信网络体系。

为了更清晰地描述现代通信网络结构,在此引入网络分层的概念。

从网络纵向分层的观点来看,可根据不同的功能将网络分解成多个功能层,如何进行分层是网络演进过程中的争论焦点。曾经普遍认可的开放系统互连(OSI)七层模型已显得太复杂,一些上层的存在已受到了挑战,因此应根据未来网络的发展趋势与功能需求进行更科学、合理、有效的分层。

传递现代信息的网络是复杂的,从不同的角度来看,会对网络有不同的理解和描述,例如可以从功能上、逻辑上、物理实体和对用户服务的界面上等不同的角度和层次进行划分。为了客观和全面地描述信息基础设施网络结构,本书根据网络的结构特征采用垂直描述并结合水平描述的方法。垂直描述是从功能上将网络分为信息应用、业务网和接入与传送网(如图 1.2 所示);而水平描述是基于用户接入网络实际的物理连接来划分的,可分为用户驻地网、接入网和核心网,或局域网、城域网和广域网等。

从逻辑分析的角度看,在垂直分层网总体结构中(见图 1.2),上层表示各种信息应用与服务种类;中层表示支持各种信息服务的业务提供手段与装备;下层表示支持业务网的各种接入与传送手段和基础设施。本书在后面的章节中也是采用这种垂直分层结构来讲述各种现代通信技术的。这使得各种通信技术与通信网络有机地融合,并能清晰地显现各种通信技术在网络中的位置与作用。

网络的分层使网络规范与具体实施方法无关,从而简化了网络的规划和设计,使各层的功能相对独立。因此单独地设计和运行每一层网络要比将整个网络作为单个实体设计和运行简单得多。随着信息服务多样化的发展及技术的演进,尤其是随着软交换等先进技术出现,现代通信网与支撑技术还会出现变化,如增加控制层等平面。

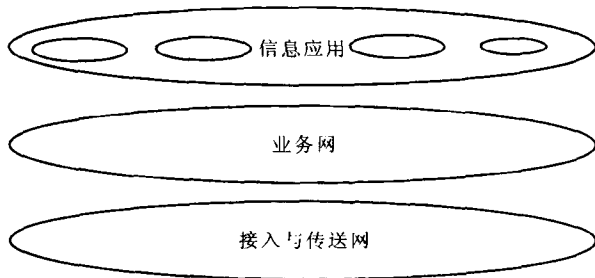


图 1.2 垂直观点的网络结构

1.1.4 通信网组网结构

通信网的基本组网结构主要有网状型、星型、复合型、总线型、环型和树型等。

1. 网状型网

网状型网如图 1.3(a)所示,网内任何两个节点之间均有直达线路相连。如果有 N 个节点,则需要有 $\frac{1}{2}N(N-1)$ 条传输链路。显然当节点数增加时,传输链路将迅速增大。这种网络结构的冗余度较大,稳定性较好,但线路利用率不高,经济性较差,适用于局间业务量较大或分局量较少的情况。

图 1.3(b)所示为网孔型网,它是网状型网的一种变型,也就是不完全网状型网。其大部分节点相互之间有线路直接相连,一小部分节点可能与其他节点之间没有线路直接相连。哪些节点之间不需直达线路,视具体情况而定(一般是这些节点之间业务量相对少一些)。网孔型网与网状型网相比,可适当节省一些线路,即线路利用率有所提高,经济性有所改善,但稳定性会稍有降低。

2. 星型网

星型网也称为辐射网,它将一个节点作为辐射点,该点与其他节点均有线路相连,如图 1.3(c)所示。具有 N 个节点的星型网至少需要 $N-1$ 条传输链路。星型网的辐射点就是转接交换中心,其余 $N-1$ 个节点间的相互通信都要经过转接交换中心的交换设备,因而该交换设备的交换能力和可靠性会影响网内的所有用户。由于星型网比网状型网的传输链路少、线路利用率高,所以当交换设备的费用低于相关传输链路的费用时,星型网比起网状型网,经济性较好,但安全性较差(因为中心节点是全网可靠性的瓶颈,中心节点一