

高等学校应用型
通信技术系列教材

现代通信网概论

解相吾 解文博 编著



清华大学出版社

高等学校应用型通信技术系列教材

现代通信网概论

解相吾 解文博 编著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了现代通信网的工作原理、体系结构、关键技术和网络之间的互通互连等。主要内容包括:传送网(SDH、WDM、微波、卫星);电话网(PSTN、ISDN);数据通信网(X.25、DDN、FR/ATM、B-ISDN);移动通信网(GSM、GPRS、CDMA、3G);计算机网;宽带IP网(IP电话网、移动IP、宽带IP城域网);智能网(固定智能网、移动智能网);接入网(V5接口、ADSL、FTTX+LAN、小灵通接入);电信支撑网(No.7信令网、同步网、TMN);下一代通信网络以及通信网互连。

本书可作为通信类、电子信息类、计算机类和网络技术类高职高专和普通高校二级(独立)学院相关专业的教材或主要参考书,也可供通信企业的相关工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

现代通信网概论/解相吾,解文博编著. —北京:清华大学出版社,2008.6

高等学校应用型通信技术系列教材

ISBN 978-7-302-17289-5

I. 现… II. ①解… ②解… III. 通信网—高等学校—教材 IV. TN915

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第042665号

责任编辑:刘 青

责任校对:李 梅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦A座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京四季青印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260

印 张:20.5

字 数:467千字

版 次:2008年6月第1版

印 次:2008年6月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:28.00元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:025320-01

随着我国国民经济的持续增长,信息化的全面推进,通信产业实现了跨越式发展。在未来几年内,通信技术的创新将为通信产业的良性、可持续发展注入新的活力。市场、业务、技术等持续拉动,法制建设的不断深化,这些也都为通信产业创造了良好的发展环境。

通信产业的持续快速发展,有力地推动了我国信息化水平的不断提高和信息技术的广泛应用,同时刺激了市场需求和人才需求。通信业务量的持续增长和新业务的开通,通信网络融合及下一代网络的应用,新型通信终端设备的市场开发与应用等,对生产制造、技术支持和营销服务等岗位的应用型高技能人才在新技术适应能力上也提出了新的要求。为了培养适应现代通信技术发展的应用型、技术型高级专业人才,高等学校通信技术专业的教学改革和教材建设就显得尤为重要。为此,清华大学出版社组织了国内近 20 所优秀的高职高专院校,在认真分析、讨论国内通信技术的发展现状,从业人员应具备的行业知识体系与实践能力和对通信技术人才教育教学的要求等前提下,成立了系列教材编审委员会,研究和规划通信技术系列教材的出版。编审委员会根据教育部最新文件政策,以充分体现应用型人才培养目标为原则,对教材体系进行规划,同时对系列教材选题进行评审,并推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。本系列教材涵盖了专业基础课、专业课,同时加强实训、实验环节,对部分重点课程将加强教学资源建设,以更贴近教学实际,更好地服务于院校教学。

教材的建设是一项艰巨、复杂的任务,出版高质量的教材一直是我们的宗旨。随着通信技术的不断进步和更新,教学改革的不深入,新的课程和新的模式也将不断涌现,我们将密切关注技术和教学的发展,及时对教材体系进行完善和补充,吸纳优秀和特色教材,以满足教学需要。欢迎专家、教师对我们的教材出版提出宝贵意见,并积极参加教材的建设。

清华大学出版社

2006 年 6 月

随着信息技术的不断发展,我国的通信网络取得了令人瞩目的快速发展,通信网络的技术水平显著提高。通信网是现代社会的的重要基础设施之一,人们的工作和生活越来越离不开通信网,它已广泛地深入到社会生活的各个层面,成为人类生活中必不可少的一个重要组成部分。

通信网由各种类型的网络组成,包括业务网、传送网和支撑网。通信网的发展方向是数字化、宽带化、智能化、综合化,正在研究和开发的下一代网络 NGN 为通信网的发展开辟了新的前景。

本书系统地介绍了现代通信网,在内容安排上注重实用性。全书共 12 章。第 1 章介绍现代通信网的类型,对电话通信网、数据通信网、计算机通信网、综合业务数字网进行了综述,对现代通信网的未来发展进行了展望;第 2 章介绍传送网,对同步数字传输体系、光纤通信、微波通信、卫星通信均做了详细介绍;第 3 章介绍电话网,包括 PSTN 电话网络和 ISDN 网络;第 4 章对数据通信网进行了介绍,主要内容有分组交换数据网、数字数据网、帧中继网、ATM 组网等;第 5 章介绍移动通信网,对 GSM 系统、CDMA 系统、第三代移动通信进行了论述;第 6 章讲述计算机网,介绍了计算机网的基本概念、局域网、城域网、广域网,以及计算机网络协议和计算机网的应用;第 7 章介绍宽带 IP 网,对宽带 IP 网的体系结构、IP 电话网、移动 IP 进行了讨论;第 8 章介绍智能网,讨论了智能网的工作模式和概念模型,并介绍了智能网的应用;第 9 章介绍接入网技术,对 V5 接口、铜缆接入网、光纤接入网、以太网接入网、电话接入网、无线接入网进行了论述;第 10 章讨论了电信支撑网,对信令网、同步网、管理网做了详细说明;第 11 章讨论下一代通信网络(NGN)的问题,对 NGN 的特点和主要技术进行了分析,并对软交换和 NGN 组网进行了介绍;第 12 章介绍通信网的互连形式和基本构成,同时对互连网络管理进行了说明。

本书在编写过程中得到了同行诸师友的热情帮助,清华大学出版社对本书的出版给予了大力支持,在此特向他们表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 8 月

CONTENTS

目 录

第 1 章 导论	1
1.1 现代通信网络的类型	1
1.2 通信网的基本模型	3
1.2.1 终端设备	3
1.2.2 传输系统	4
1.2.3 交换节点	5
1.2.4 信道	5
1.3 通信网的组网结构	6
1.4 现代通信网的发展趋势	8
习题	12
第 2 章 传送网	13
2.1 SDH	13
2.1.1 SDH 的基本概念	14
2.1.2 SDH 的技术特点	14
2.1.3 SDH 帧结构	15
2.1.4 SDH 复用原理	17
2.1.5 映射和同步复用	19
2.1.6 SDH 传输网络	20
2.2 光纤通信	25
2.2.1 光纤通信概述	25
2.2.2 光纤通信系统的组成	27
2.2.3 光纤通信技术的应用	31
2.2.4 数字光纤传输系统	32
2.3 微波通信	33
2.3.1 微波通信概述	33
2.3.2 微波通信系统	34
2.4 卫星通信	37
2.4.1 卫星通信概述	37
2.4.2 卫星通信系统	38

2.4.3 卫星通信网	40
习题	42
第3章 电话网	43
3.1 公用电话交换网(PSTN)	43
3.1.1 电话网络的结构	44
3.1.2 电话网络组织和路由计划	47
3.1.3 电话网的节点设备	51
3.1.4 电话网的传输质量	56
3.2 综合业务数字网(ISDN)	58
3.2.1 ISDN 的基本概念	58
3.2.2 ISDN 的网络功能	59
3.2.3 用户—网络接口	61
3.2.4 ISDN 的应用	63
习题	64
第4章 数据通信网	65
4.1 分组交换数据网	65
4.1.1 分组交换原理	65
4.1.2 分组交换数据网	71
4.1.3 X.25 协议	73
4.2 数字数据网	77
4.2.1 DDN 概述	77
4.2.2 DDN 的工作原理	79
4.2.3 DDN 的应用	82
4.3 帧中继(FR)网	84
4.3.1 帧中继	84
4.3.2 帧中继网络结构	87
4.3.3 帧中继网的应用	88
4.3.4 帧中继的组网技术	90
4.4 ATM 网	92
4.4.1 ATM 与宽带综合业务数字网(B-ISDN)	93
4.4.2 ATM 面临的挑战	94
4.5 宽带综合业务数字网(B-ISDN)	96
4.5.1 B-ISDN 的发展起因	96
4.5.2 B-ISDN 与 ISDN 的差别	97
4.5.3 B-ISDN 的体系结构	97
4.5.4 B-ISDN 的业务应用	98

习题	103
第 5 章 移动通信网	104
5.1 GSM 系统	105
5.1.1 GSM 概述	105
5.1.2 GSM 系统结构	107
5.1.3 GSM 的控制和管理	113
5.2 GPRS	115
5.2.1 通用分组无线业务概述	115
5.2.2 GPRS 的体系结构	116
5.3 CDMA 系统	117
5.3.1 CDMA 概述	117
5.3.2 CDMA 的传输方式	121
5.3.3 CDMA 的系统结构	124
5.4 无线市话系统	127
5.4.1 数字无绳电话系统标准	127
5.4.2 小灵通(PAS)系统组成	128
5.5 第三代移动通信	131
5.5.1 3G 概述	131
5.5.2 cdma 2000	133
5.5.3 TD-SCDMA	134
5.5.4 WCDMA	135
习题	136
第 6 章 计算机网	138
6.1 计算机网的基本概念	138
6.1.1 计算机网的组成与分类	138
6.1.2 计算机网络协议	142
6.1.3 计算机网络设备及其配置	147
6.2 IPv6	149
6.2.1 IPv6 简介	149
6.2.2 IPv6 数据报格式	151
6.2.3 IPv6 的地址结构	152
6.2.4 IPv4 与 IPv6 的比较	155
习题	157
第 7 章 宽带 IP 网	158
7.1 体系结构	158

7.1.1	综合业务模型	159
7.1.2	区分业务模型	160
7.1.3	IP/ATM 网络互连模型	162
7.1.4	标签交换与 MPLS	163
7.1.5	IP/SDH 和 IP/DWDM	167
7.2	IP 电话网	169
7.2.1	IP 电话概述	169
7.2.2	基本工作原理	171
7.2.3	相关技术标准	176
7.2.4	IP 电话的服务质量与发展前景	178
7.3	移动 IP	179
7.3.1	移动 IP 的特点	180
7.3.2	移动 IP 的结构	181
7.3.3	移动性管理	182
7.4	宽带 IP 城域网	183
7.4.1	宽带 IP 城域网的主要应用	184
7.4.2	宽带 IP 城域网的分层结构	185
7.4.3	宽带 IP 城域网的组网技术	187
	习题	189
第 8 章 智能网		
8.1	智能网概述	190
8.1.1	智能网的产生	190
8.1.2	智能网的标准	192
8.1.3	智能网的结构	192
8.2	智能网的工作模式	195
8.3	智能网的概念模型	197
8.3.1	业务平面(SP)	198
8.3.2	全局功能平面(GFP)	199
8.3.3	分布功能平面(DFP)	201
8.3.4	物理平面(PP)	203
8.4	智能网的应用	204
8.4.1	INAP 操作	204
8.4.2	被叫集中付费业务(800 业务)	205
8.4.3	记账卡呼叫业务(300 业务)	206
8.4.4	虚拟专用网业务(600 业务)	206
8.4.5	个人通信业务(700)	206
	习题	207

第 9 章 接入网	208
9.1 接入网的概念	208
9.1.1 接入网的定义与界定	208
9.1.2 接入网的模型	210
9.2 接入网的接口技术	212
9.2.1 接口类型	212
9.2.2 V5 接口	213
9.3 接入网的分类	214
9.3.1 铜缆接入网	214
9.3.2 光纤接入网	216
9.3.3 以太网接入网	218
9.3.4 混合接入网(HFC)	219
9.3.5 无线接入网	220
9.4 综合布线系统	225
9.4.1 综合布线系统的组成	227
9.4.2 综合布线系统的安装	228
习题	231
第 10 章 电信支撑网	232
10.1 信令网	232
10.1.1 信令的基本概念和分类	232
10.1.2 用户线信令	234
10.1.3 No. 7 信令系统	235
10.1.4 消息传递部分	238
10.1.5 电话用户部分	241
10.1.6 信令连接控制部分	242
10.1.7 事务处理应用部分	243
10.1.8 综合业务数字网部分	244
10.2 同步网	244
10.2.1 同步网的概念	245
10.2.2 同步方法及方式	246
10.2.3 滑动对通信的影响及性能指标	247
10.2.4 同步网的时钟等级	249
10.3 管理网	249
10.3.1 TMN 的概念	249
10.3.2 电信网络管理系统	252
10.3.3 传输网络管理	253
10.3.4 No. 7 信令网的监控与管理	255

导论

随着科技的不断发展,人类社会正日益明显地向以通信网为主体的信息社会演变。通信网是为用户提供通信功能的网络,是通信系统的一种形式。通信网是由一定数量的节点(包括终端节点、交换节点)和连接这些节点的传输系统有机地组织在一起的,按约定的信令或协议完成任意用户间信息交换的通信体系。在通信网上,信息的交换可以在两个用户间进行,在两个计算机进程间进行,还可以在一个用户和一个设备间进行。交换的信息包括用户信息(如话音、数据、图像等)、控制信息(如信令信息、路由信息等)和网络管理信息三类。

通信网正迅速朝着数字化、宽带化、综合化和智能化的方向发展。目前,通信网的数字化进程已经基本完成,骨干网中基本上采用数字交换设备和数字传输设备,通信网数字化进一步向接入网延伸。当前,通信网的宽带化已成为通信发展的热点,各种类型的宽带网络正在规划和建设之中。

1.1 现代通信网络的类型

通信网是一个非常庞杂的系统。随着科学技术的进步,各种通信功能部件层出不穷,由此构成了不同类型的通信网。现代通信网通常可分为电话通信网、数据通信网和计算机通信网。习惯上,人们又把电信网(话音业务)、计算机网(数字业务)和广播电视网(广播及图像业务)统称为信息网。

1. 电信网

我国的电信网基本上按照国际电信联盟(ITU-T)的标准进行分类,共有三大类14个网,分述如下。

(1) 业务网

业务网也就是用户信息网,它是现代通信网的主体,是向用户提供各种电信业务的网络,主要有几个部分:公用电话交换网(PSTN)、公用分组交换数据网(PSPDN)、公用陆地移动通信网(PLMN)、窄带综合业务数字网(N-ISDN)、宽带综合业务数字网(B-ISDN)、智能网(IN)、多媒体通信网、计算机互联网(Extranet and Intranet)、数字数据网(DDN)。

(2) 传送网

传送网主要用来完成用户信号的传输功能,主要有接入网(AN)、同步数字系列传送网(SDH)。

(3) 支撑网

支撑网是使业务网正常运行、增强网络功能、提供全网服务质量以满足用户要求的网络。在各个支撑网中传送相应的控制、监测信号。支撑网主要包括七号公共信道信令网(No. 7 CCS)、数字同步网、电信管理网(TMN)。

业务网、传送网和支撑网之间的关系如图 1-1 所示。

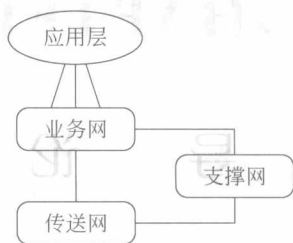


图 1-1 业务网、传送网和支撑网之间的关系

2. 计算机网

计算机网包括局域网(LAN)、城域网(MAN)、广域网(WAN)、因特网(Internet)等。

(1) 局域网

局域网是在有限距离内联网的通信网。这种网支持所有通信设备的互连,以同轴电缆或双绞线构成通信信道,并能提供宽频带通信及信息资源的共享能力。这种网使用分组交换技术,既可以传送数据,也可以传输话音和视频、图像信号,特别适合于自动化办公,目前应用最为广泛。

(2) 城域网

城域网是在一个城市范围内建立起来的计算机通信网,简称 MAN。它实际上是一个能覆盖城市的很大的局域网,以光纤能提供的速率进行数据传输。

城域网的拓扑结构采用与局域网类似的总线型或环型,传输媒介以光纤为主,数据传输速率一般在 100Mbit/s 以上,所有联网的设备均通过专门的连接装置与媒体相连。一个城域网可作为一个骨干网,将位于同一城市不同地点的主机、数据库及多个局域网互连起来。城域网不仅能传输数据,还可以提供宽带服务,如传输话音、图像等信息。其主要应用是:局域网的互连,专用小交换机(PBX)的互连,主机到主机的互连,电视图像传输以及与广域网互连。

(3) 广域网

广域网是在一个广泛的地理范围内所建立的计算机通信网,简称 WAN。其作用范围通常为几十至几千公里,可以超越城市和国家,乃至遍及全球。WAN 由通信子网与资源子网两部分构成,并按照一定的网络体系结构和相应的协议实现。

在实际应用中,为实现相隔很远的局域网间的通信,利用广域网进行互连,这样,每个能独立工作的 LAN 相当于 WAN 上一个单独的终端。LAN 与 WAN 相连有网络接入、网络服务和协议功能三种方法。

(4) 因特网

因特网即计算机互联网,是世界上最大的计算机通信网,是成千上万信息资源的总称。这些资源在线地分布在世界各地的数百万台计算机上,用户成员之间可以方便地交换信息,共享资源。

3. 广播电视网

广播电视网包括无线电视网、无线广播网、有线广播电视网(CATV)。

在实际应用中,人们从应用的角度出发,根据通信网提供的业务类型,采用的交换技术、传输技术、服务范围、运营方式等方面的不同对其进行分类。常见的分类方法有以下几种。

(1) 按传输的媒介分:有线网(电线、电缆、光缆等)、无线网(长波、中波、短波、超短波、微波、卫星等)。

(2) 按通信服务的范围分:本地通信网、市话通信网、长话通信网和国际通信网或局域网、城域网、广域网、因特网等。

(3) 按通信的业务类型分:电话通信网(如 PSTN、移动通信等)、广播电视网、数据网、传真网、综合业务网、多媒体网、智能网、信令网、同步网、管理网、计算机通信网。

(4) 按通信的服务对象分:公用通信网、专用通信网。

(5) 按通信传输处理信号的形式分:模拟网、数字网、混合网。

(6) 按通信的活动方式分:固定网、移动网。

(7) 按通信的性质分:业务网、传输网、支撑网。

1.2 通信网的基本模型

实际的通信网是由软件和硬件按特定方式构成的一个通信系统,每一次通信都需要软、硬件设施的协调、配合方能完成。

在人们的生活和工作中,离不开信息的交流与传递。通信就是克服时间和空间的障碍,准确而有效地交换和传递信息。信息常以某种方式依附于物质载体,借以实现存储、交换、处理变换和传输。传递和交换信息的一切技术设备的总和构成了通信网,它主要由终端设备、传输系统和交换节点三大部分组成。实际应用中的通信网络存在着各种类型,它们在具体的结构和功能上各不相同,为了便于分析,可以抽象成如图 1-2 所示的模型,其基本组成包括信源、变换器、信道、反变换器和信宿等部分。

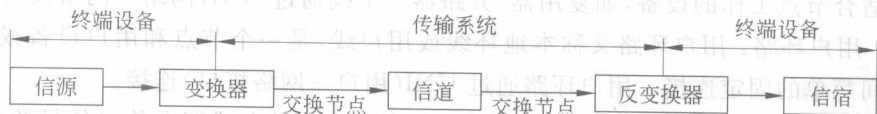


图 1-2 通信网的基本模型

1.2.1 终端设备

终端设备是通信网的源头和终点,除信源和信宿之外,还包括一部分变换器和反变换器。其主要功能有二:一是发送端将发送的信息转变成适合在信道上传输的信号,接收端从信道上接收信号,并将其恢复成能被利用的信息;二是能产生和识别网内所需的信令信号或规则,以便相互联系和应答。通信的基本形式是在信源与信宿之间建立一个传输或转移的信息通道,实现信息的传输。

1. 信源和信宿

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,它可以是发出信息的人或机器(如电话机、计算机等)。不同的信息源构成不同形式的通信系统。

信宿是信息传输的终点,也就是信息的接收者。

信源和信宿指的是直接发出和接收信息的人和终端设备。

2. 变换器

变换器的作用是将信息源发出的信息按一定的要求进行变换,成为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。例如在数字电话通信系统中,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、编码及时分复用处理后,变换成适合在数字信道中传输的信号。

变换器可以通过终端设备(如调制解调器)或边缘交换节点来实现。

反变换器的工作过程是变换器的逆过程,主要功能包括信号的解码、解调、放大、均衡和解密等。

1.2.2 传输系统

传输系统为信息的传输提供传输信道,并将网络节点连接在一起。从网络结构上看,可分为干线和用户环路两部分;从提供信息的通路来看,分为信道、电路和链路等部分;从传输方式上看,分为面向连接和无连接。现代通信网中常见的传输系统有光纤传输系统、数字微波系统、无线电传输系统和卫星传输系统等。

(1) 干线:也称主干线,是主干网上的某个连接。一条干线可以由一条或多条串联的链路组成。两个交换中心或节点之间通过干线连接。干线连接通常是以交换为基础,由许多用户复用或用户分系统复接的大容量电缆、光纤或无线电传输通路,在干线的两端提供适合节点工作的设备,如复用器/分路器。干线通过 NNI(网络—网络接口)连接。

(2) 用户环路:用户环路又称本地环线或用户线,是一个节点和用户设备或用户分系统之间简单的固定连接。用户环路通过 UNI(用户—网络接口)连接。

(3) 传输信道:传输信道简称信道,是通信者两点间单向或双向传输信号的通道,包括传输媒介、线路接口设备和交叉连接设备等。

(4) 电路:指通信者两点间实现信号双向传输的两条传输信道的组合,以提供一个完整的通信过程。一条电路包括两个伸延到用户设备的双向传输信道。

(5) 链路:指两个相邻节点间或终端设备和节点之间具有特定特性的信道(或电路)段,如无线链路、同轴链路或 2 048Kbit/s 链路等。通常是指两个配线架之间的连接段。

(6) 面向连接:两个通信节点在数据交换之前必须先建立连接,然后进行数据传输。交换结束后,连接释放。

(7) 无连接:两个实体之间的通信不需要先建立一个连接,每个报文(信件)带有完整的目的地址,且独立于其他报文,经系统选定的路线传递。

1.2.3 交换节点

交换式网络是以交换节点为核心来建网的。交换节点是进行交换的点,是用户环路和链路或链路之间的分配点,根据寻址信息和网络控制指令进行链路连接或信号导向,以使通信网中的多个用户建立信号通路。

交换节点是通信网的核心设备,常见的有电话交换机、分组交换机、路由器、转发器等。其范围可以从二线/四线转换设备,到包括电路或信息交换、接线、信号处理、业务管理和技术控制等非常复杂的设备。以节点的形式与邻接的传输链路一起构成各种拓扑结构的通信网,是现代通信网的核心。

目前在通信网上常用的交换技术有电路交换、分组交换、帧中继及ATM交换等。对应于各种传输模式的交换方式,是交换节点用于交换功能所采用的互通技术,如电路交换属于电路传输模式(CTM)或同步传输模式(STM);分组交换、帧中继、快速分组交换等属于分组传输模式(PTM);ATM交换是电路交换和分组交换的结合,称为异步传输模式。

交换技术的几个演变过程如下。

- (1) 信息形式:从模拟(电流)发展到数字(电脉冲→光脉冲)。
- (2) 接续网络:从金属节点发展到数字开关(分立元件→集成元件→光开关)。
- (3) 复用方式:从空分到时分,再发展到统计时分,现在又有波分(密集波分)。
- (4) 控制方式:从人工到机电,再到电子,最后发展到存储程序控制(SPC)。
- (5) 信令方式:从信令与呼叫信息交替用同一信道(随路信令)发展到专用信道(公共信令)。
- (6) 交换方式:从电路交换到分组交换(或称IP交换)。
- (7) 信息带宽:从窄带(音频)发展到宽带(1~100MHz)。

1.2.4 信道

信道是信息传输介质和中间设备的总称。不同的信源形式所对应的变换处理方式不同,与之对应的信道形式也会不同。通常的情况下,信道的划分标准有两种方式:按传输介质的不同可分为无线信道和有线信道;按传输信号形式的不同可分为模拟信道和数字信道。

信道主要通过传输系统来实现,在有的网络中,交换节点设备中包含线路接口及信道的调配功能。如果中间要经过若干个交换节点转接,可以把它们都看成是传输信息的信道。

1. 无线传输信道

无线传输信道中,信息主要是通过自由空间进行传输的,但必须通过发射机系统、发射天线系统、接收天线系统和接收机系统才能使携带信息的信号正常传输,从而组成一

条无线传输信道。无线传输信道包括以下几种。

- (1) 长波信道：所使用的频率在 300kHz 以下，波长在 1 000m 以上。
- (2) 中波信道：所使用的频段为 0.3~3MHz，波长为 100~1 000m。
- (3) 短波信道：所使用的频段为 3~30MHz，波长为 10~100m，也称为高频(HF)信道。
- (4) 超短波信道：所使用的频率范围通常认为是 30~3 000MHz。更细一些划分，30~300MHz 称为甚高频(VHF)，300~3 000MHz 称为特高频(UHF)。
- (5) 微波信道：所使用的频率在 3 000MHz 以上，通常就泛称为微波，它在现代通信网中占有重要地位。
- (6) 卫星信道：卫星信道是指利用人造地球卫星作为中继站转发无线电信号，在多个地球站之间进行通信的信息传输信道。
- (7) 散射信道：在现代通信网的微波通信方式中，还常用散射信道。散射信道利用对流层和电离层的不均匀性或流星余迹，对于一定仰角的电磁波射束在上层空间中有一部分电磁波能量可回到地面而被接收到的散射现象，构成散射信道。

2. 有线传输信道

在有线传输信道中，电磁波是沿有形媒介传播的，而且通常是构成直接信息流通的通路，适合于基带传输或频带传输。常见的有线传输信道有以下几种。

- (1) 平衡电缆：也称双绞线，每对信号传输线间的距离比明线小，而且包扎在绝缘体内。
- (2) 同轴电缆：是容量较大的有线信道。常用的有两种：一种是外径为 4.4mm 的细同轴电缆；另一种是外径为 9.5mm 的粗同轴电缆。
- (3) 光纤信道：光纤信道是以光为载波，以光导纤维(光纤)为传输介质的一种通信信道。

在构成有线信道时，除了具有各种导引线外，要完成长距离的信息传输，必须包括再增音和均衡处理。

1.3 通信网的组网结构

通信网虽然可以从不同的角度分为不同的网络形式，但其基本的拓扑结构形式都是一致的。人们把构成网络节点之间的互连方式称为拓扑结构。通信网的网络拓扑结构主要有星型、网状型、环型、树型、总线型、复合型等几种。

1. 星型网

星型网是一种以中央节点为中心，把若干外围节点(或终端)连接起来的辐射式互联结构，如图 1-3(a)所示，所以也被称为辐射网。星型网的辐射点就是转接交换的中心，其余节点之间相互通信都要经过转接交换中心的交换设备来完成，因而交换设备的交换能力和可靠性会影响到网内的所有用户。从图中可看出， N 个节点的星型网需要 $N-1$ 条