

# MODERN COMMUNICATION NETWORKS

李伟章 编著



## 现代 通信网概论 (第二版)



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

# MODERN COMMUNICATION NETWORKS



## 现代 通信网概论 (第二版)

—TETRA—

# 现代通信网概论

## ( 第二版 )

李伟章 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书以 OSI-RM 为主线索,并以分层的概念较全面讨论了现代通信网的基本原理、结构、相关协议和各种业务节点设备;着重讲解了现代通信网技术的基础知识和通信网的最新技术。全书将现代通信网划分为通信基础网、业务网和支撑网三个层面进行讨论。第 1 章介绍现代通信技术的基础知识,第 2 章讨论通信网的传送平台——通信基础网,第 3 章以交换设备连网 OSI-RM 概念讨论各种业务节点设备,第 4 章至第 11 章介绍各种电信业务网以及相应的业务节点设备,第 12 章至第 14 章介绍电信支撑网,第 15 章介绍下一代网络。

本书适合电信运营、制造、工程和设计等企业管理与工程技术人员,从计算机、自动化等专业转为从事电信专业的人员以及高等院校相关专业师生学习、参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

## 图书在版编目(CIP)数据

现代通信网概论 / 李伟章编著. —2 版. —北京:电子工业出版社, 2008.8

ISBN 978-7-121-07100-3

I. 现… II. 李… III. 通信网—概论 IV. TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 105727 号

责任编辑: 窦昊(douhao@phei.com.cn)

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 30.5 字数: 761.3 千字

印 次: 2008 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

## 第二版前言

自 2003 年《现代通信网概论》出版以来,读者给了我很多的鼓励与建议。五年来,随着互联网技术的飞速发展及 VoIP、IPTV 的广泛应用,现代通信网发生了巨大的变革。传统的通信网,正向着宽带、IP、移动方向快速演进。

在此期间,作者曾在国内主要电信刊物上发表了近五十篇涉及现代通信网发展的文章,现作者将这些内容以及所搜集到的通信网新技术资料充实到原书中,进行改版。在改版中,作者在保持原书以分层概念为主线索与深入浅出的风格基础上,尽力跟踪现代电信网的发展脉络,以网络融合为主旋律,对原书作了较大的改动。由于在改版中增添了不少新内容,受篇幅所限,删除了一些逐渐淡出的内容。

改版后全书分为 15 章,主要增加内容如下:

第 1 章“信息与通信”增添了现代通信技术的一些基本知识,包括:媒体、多媒体、超媒体、流媒体的概念;压缩媒体文件格式(MPEG2、MPEG4 等);信源编码、信道编码、数据调制、基带调制、频带调制的基本原理,并着重介绍了用于 WLAN、WiMAX、4G 移动通信的正交频分复用(OFDM)技术。

第 2 章“通信基础网”新增多业务传送平台(MSTP)、弹性分组环(RPR)和卫星通信等内容。

第 6 章“计算机网”新增无分类 IP 地址编址(CIDR)与路由方式、IPv6、超宽带(UWB)技术、城域网的宽带无线接入 WiMAX、对等网络(P2P)、IP 网的多媒体与流媒体应用等内容。

第 7 章“蜂窝移动通信网”新增移动数据增值业务、TD-SCDMA 无线传输技术、高速下行链路数据分组(HSDPA)技术、MIMO 技术、3GPP 的长期演进(LTE)项目,并对 3G 核心网部分进行了改写。

第 8 章“电视网”增加数字电视、网络(IP)电视和手机电视等新内容。

新增第 10 章“闭路电视监控网”,该章系统地讨论了模拟与网络闭路电视监控网的组成、基本原理和组网方案,并以中国电信推出的“全球眼”业务作为应用实例。

第 11 章“智能网”增加固网智能化等新内容。

第 13 章“同步网”新增计算机网络的时间同步与网络时间协议(NTP)。

新增第 15 章“下一代网络”,该章系统地讨论了软交换与 IP 多媒体子系统(IMS),还较详细地讨论了 IMS 的精髓 SIP 协议。

由于第二版涉及面广,加上作者水平有限,书中难免有不妥与错误之处,敬请读者批评指正, E-mail: lwz@eastcom.com。

李伟章

2008 年 6 月

# 第一版前言

作者曾应《电信技术》杂志之约,编写了“现代通信网技术讲座”系列文章共 12 篇,2001 年全年在该杂志上连载,颇受读者好评。因杂志篇幅有限,作者未能将现代通信网全面展现给读者。现作者通过充实现代电信网技术的基础内容,增添通信网最新技术,改编为书籍出版以飨读者。

《电信技术》杂志编者约稿初衷为普及通信网知识,使从事电信行业某一局部工作的管理人员与技术人员通过该讲座的学习,不仅能掌握现代通信网全局,而且能高屋建瓴更深刻地理解与掌握各种通信新技术,这也是作者编写本书的主要目的。

本书素材源于作者为公司新员工所编写的培训教材,和作者受邀在几所综合院校给信电专业师生所作讲座的文稿。

本书特点为:

(1) 随着信息技术的发展,通信网变得越来越复杂。为清晰描述现代通信网的结构,作者将 OSI 分层概念引用到通信网中,并作为贯穿本书的主旋律。本讲书内容完整、连贯,一气呵成,且各章节亦有一定独立性,读者既可通读全书,亦可选择章节阅读。

(2) 在讲清各类通信网的基本原理和结构的基础上,尽量涵盖国内外通信网络技术的最新成就。

(3) 内容力求简单扼要,深入浅出,避免繁琐的数学推导。

全书分为 14 章,以分层概念讨论现代通信网的基本原理、结构、相关协议及各种业务节点设备。

第 1 章为通信概述,在该章中将现代通信网划分为通信基础网、业务网和应用层三个基本层面。为了支持通信基础网和业务网有效运行与管理,还需有支撑网的介入。

第 2 章讨论了通信基础网,该网又称为传送网,是各种业务网和支撑网的传输平台。在通信基础网中根据所配置的节点设备类型不同,可建成不同类型的业务网和支撑网。本章还包括接入网内容,并介绍了未来信息高速公路的传输平台——全光网络。

第 3 章为业务节点设备,在讨论了用于计算机连网的 OSI-RM 基础上,作者提出了交换机连网的 OSI-RM 新观点,并用此观点剖析了各种电信业务网的业务节点设备,为读者学习后述的各种电信业务网打下了坚实的基础。

第 4~11 章讨论了电话网、数据网、计算机网、N-ISDN、蜂窝移动通信网、有线电视网、会议电视网和智能网等电信业务网的基本原理、结构、协议和相应的业务节点设备,并较详尽地介绍了 3G 移动通信网、多协议标记交换、软交换与下一代网络等各种网络新技术。

第 12~14 章讨论了信令网、同步网和电信管理网等电信支撑网的基本原理与结构。

由于作者水平有限,书中难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

作 者

2003 年 1 月于杭州

# 目 录

|                                            |      |
|--------------------------------------------|------|
| 第 1 章 信息与通信 .....                          | (1)  |
| 1.1 概述 .....                               | (1)  |
| 1.2 通信的分类 .....                            | (1)  |
| 1.3 媒体、多媒体、超媒体与流媒体 .....                   | (1)  |
| 1.3.1 媒体 .....                             | (1)  |
| 1.3.2 多媒体通信系统 .....                        | (2)  |
| 1.3.3 超媒体 .....                            | (2)  |
| 1.3.4 流媒体 .....                            | (3)  |
| 1.4 压缩媒体文件格式 .....                         | (4)  |
| 1.4.1 MPEG-1 存储介质图像编码标准 .....              | (4)  |
| 1.4.2 MPEG-2 (H.26X) 活动图像及其声音的通用编码标准 ..... | (4)  |
| 1.4.3 MPEG-3 简介 .....                      | (5)  |
| 1.4.4 MPEG-4 标准 .....                      | (5)  |
| 1.5 编码与调制 .....                            | (7)  |
| 1.5.1 信源编码 .....                           | (8)  |
| 1.5.2 线路编码 .....                           | (10) |
| 1.5.3 信道编码 .....                           | (12) |
| 1.5.4 对伪随机码的基带调制 .....                     | (13) |
| 1.5.5 频带调制 .....                           | (14) |
| 1.5.6 数据调制 .....                           | (18) |
| 1.5.7 正交频分复用 (OFDM) .....                  | (20) |
| 1.5.8 举例: TD-SCDMA 中的编码与调制过程 .....         | (23) |
| 第 2 章 通信基础网 .....                          | (24) |
| 2.1 传输媒介 .....                             | (24) |
| 2.1.1 电缆 .....                             | (24) |
| 2.1.2 地面微波中继通信 .....                       | (26) |
| 2.1.3 通信卫星 .....                           | (27) |
| 2.1.4 光纤与光缆 .....                          | (27) |
| 2.2 传输系统 .....                             | (29) |
| 2.2.1 传输复用设备的分类 .....                      | (29) |
| 2.2.2 光纤的波分复用 (WDM) .....                  | (29) |
| 2.3 脉码调制 (PCM) 基本原理 .....                  | (30) |
| 2.3.1 抽样 (PAM) .....                       | (30) |
| 2.3.2 量化 .....                             | (31) |
| 2.3.3 编码 .....                             | (31) |

|              |                                 |             |
|--------------|---------------------------------|-------------|
| 2.3.4        | 时分复用 .....                      | (33)        |
| 2.4          | 同步数字序列 (SDH) 基本原理 .....         | (35)        |
| 2.4.1        | PDH 的缺陷和 SDH 的产生 .....          | (35)        |
| 2.4.2        | SDH 的速率 .....                   | (36)        |
| 2.4.3        | SDH 的帧结构 .....                  | (37)        |
| 2.4.4        | SDH 基本复用原理 .....                | (38)        |
| 2.4.5        | SDH 的开销功能 .....                 | (40)        |
| 2.4.6        | SDH 传输设备 (SDH 网元) .....         | (41)        |
| 2.4.7        | SDH 的组网 .....                   | (44)        |
| 2.4.8        | SDH 自愈环形网 .....                 | (47)        |
| 2.4.9        | 数字交叉连接 (DXC) 保护 .....           | (50)        |
| 2.4.10       | 混合保护 .....                      | (51)        |
| 2.5          | 基于 SDH 技术的 MSTP .....           | (51)        |
| 2.5.1        | 概述 .....                        | (51)        |
| 2.5.2        | 利用 SDH 传送数据业务的方法 .....          | (52)        |
| 2.5.3        | MSTP 技术概述 .....                 | (52)        |
| 2.5.4        | MSTP 设备 .....                   | (58)        |
| 2.5.5        | 基于 SDH 的 MSTP 主要优势 .....        | (58)        |
| 2.6          | 卫星通信 .....                      | (59)        |
| 2.6.1        | 概述 .....                        | (59)        |
| 2.6.2        | 卫星通信、导航业务简介 .....               | (59)        |
| 2.6.3        | 卫星通信的主要应用 .....                 | (63)        |
| 2.7          | 通信基础网的网络节点设备 .....              | (64)        |
| 2.7.1        | 配线架 .....                       | (64)        |
| 2.7.2        | 数字交叉连接设备 (DXC) .....            | (65)        |
| 2.8          | 用户接入网 .....                     | (65)        |
| 2.8.1        | 概述 .....                        | (65)        |
| 2.8.2        | 铜缆用户接入网 .....                   | (66)        |
| 2.8.3        | 有源窄带 SDH 接入网 (SDH 数字用户环路) ..... | (74)        |
| 2.8.4        | 无源光纤接入网 (PON) .....             | (76)        |
| 2.9          | 全光通信网——光通信的发展方向 .....           | (80)        |
| 2.9.1        | 概述 .....                        | (80)        |
| 2.9.2        | 全光网的特点 .....                    | (81)        |
| 2.9.3        | 全光网的关键技术 .....                  | (82)        |
| 2.9.4        | 自动交换光网络 (ASON) .....            | (85)        |
| <b>第 3 章</b> | <b>业务节点设备 .....</b>             | <b>(88)</b> |
| 3.1          | 交换设备 .....                      | (88)        |
| 3.1.1        | 电路交换 .....                      | (88)        |
| 3.1.2        | 报文 (数据报) 交换 .....               | (88)        |



|              |                                  |              |
|--------------|----------------------------------|--------------|
| 3.1.3        | 分组交换 .....                       | (88)         |
| 3.1.4        | 面向连接与面向非连接 .....                 | (89)         |
| 3.1.5        | 常用分组交换技术 .....                   | (89)         |
| 3.2          | 路由器 .....                        | (90)         |
| 3.3          | 计算机联网开放系统互连参考模型 (OSI-RM) .....   | (91)         |
| 3.3.1        | 开放系统互联的基本概念 .....                | (92)         |
| 3.3.2        | 开放系统互连参考模型 (OSI-RM) 分层原则 .....   | (92)         |
| 3.3.3        | OSI 参考模型功能 .....                 | (92)         |
| 3.4          | 交换设备联网的开放系统互连参考模型 (OSI-RM) ..... | (96)         |
| 3.4.1        | OSI-RM 概述 .....                  | (96)         |
| 3.4.2        | 用 OSI-RM 分层方法描述交换网 .....         | (96)         |
| 3.4.3        | 交换网的 OSI-RM .....                | (97)         |
| 3.5          | 用交换网 OSI-RM 分析通信网络及其节点设备 .....   | (98)         |
| 3.6          | 交换技术的演进 .....                    | (99)         |
| <b>第 4 章</b> | <b>电话网 .....</b>                 | <b>(103)</b> |
| 4.1          | 概述 .....                         | (103)        |
| 4.2          | 本地网 .....                        | (104)        |
| 4.3          | 长话网 .....                        | (105)        |
| 4.4          | 国际长话网 .....                      | (107)        |
| 4.5          | 电话号码的编排 .....                    | (108)        |
| 4.6          | 计费 .....                         | (112)        |
| 4.7          | 程控数字电话交换机的基本原理 .....             | (114)        |
| 4.7.1        | 交换机的基本功能 .....                   | (114)        |
| 4.7.2        | 程控数字电话交换机的基本结构 .....             | (115)        |
| 4.7.3        | 数字交换网络 .....                     | (117)        |
| 4.7.4        | 用户级 .....                        | (121)        |
| 4.7.5        | 数字中继级 .....                      | (124)        |
| <b>第 5 章</b> | <b>数据网 .....</b>                 | <b>(126)</b> |
| 5.1          | 概述 .....                         | (126)        |
| 5.2          | L2 数据网 .....                     | (127)        |
| 5.2.1        | X.25 分组交换网 .....                 | (127)        |
| 5.2.2        | 公用数字数据网 (DDN) .....              | (132)        |
| 5.2.3        | 帧中继 (FR) 网 .....                 | (134)        |
| 5.2.4        | ATM 网 .....                      | (138)        |
| 5.2.5        | 以太网 .....                        | (145)        |
| 5.3          | L3 数据网 (IP 网) .....              | (155)        |
| 5.3.1        | 概述 .....                         | (155)        |
| 5.3.2        | TCP/IP 协议简介 .....                | (156)        |

|              |                            |              |
|--------------|----------------------------|--------------|
| 5.3.3        | 路由器 .....                  | (157)        |
| 5.3.4        | 三层交换与三层交换机 .....           | (158)        |
| 5.3.5        | 多协议标记交换 (MPLS) .....       | (160)        |
| <b>第 6 章</b> | <b>计算机网 .....</b>          | <b>(164)</b> |
| 6.1          | 概述 .....                   | (164)        |
| 6.2          | 局域网 .....                  | (165)        |
| 6.2.1        | 局域网的拓扑结构 .....             | (165)        |
| 6.2.2        | 局域网的访问方式 .....             | (166)        |
| 6.2.3        | 典型的局域网——以太网 .....          | (167)        |
| 6.2.4        | LAN 的网络操作系统 .....          | (169)        |
| 6.2.5        | 无线局域网 (WLAN) 和 Wi-Fi ..... | (170)        |
| 6.2.6        | 超宽带 (UWB) 技术 .....         | (177)        |
| 6.3          | 城域网 .....                  | (183)        |
| 6.3.1        | 城域网的概念 .....               | (183)        |
| 6.3.2        | 城域网的主要应用 .....             | (183)        |
| 6.3.3        | 城域网的分层结构 .....             | (184)        |
| 6.3.4        | 城域网的核心层 (网) .....          | (184)        |
| 6.3.5        | 城域网的汇聚层 .....              | (187)        |
| 6.3.6        | 城域网的接入层 .....              | (188)        |
| 6.3.7        | 城域网的宽带无线接入方式 WiMAX .....   | (189)        |
| 6.4          | 广域网 .....                  | (193)        |
| 6.5          | Internet 网 (网间网) .....     | (194)        |
| 6.5.1        | Internet 概述 .....          | (194)        |
| 6.5.2        | TCP/IP 协议综述 .....          | (195)        |
| 6.5.3        | IP 协议 .....                | (197)        |
| 6.5.4        | TCP 协议 (传输控制协议) .....      | (199)        |
| 6.5.5        | Internet 的地址系统 .....       | (202)        |
| 6.5.6        | IP 路由技术的工作原理 .....         | (210)        |
| 6.5.7        | 下一代网际协议 IPv6 .....         | (212)        |
| 6.5.8        | P2P 技术 .....               | (217)        |
| 6.5.9        | IP 电话技术 .....              | (222)        |
| 6.5.10       | IP 网的多媒体应用 .....           | (227)        |
| 6.5.11       | IP 网的流媒体应用 .....           | (232)        |
| <b>第 7 章</b> | <b>蜂窝移动通信网 .....</b>       | <b>(240)</b> |
| 7.1          | 概述 .....                   | (240)        |
| 7.2          | 蜂窝移动通信的频率复用 .....          | (241)        |
| 7.3          | 移动通信中的多址技术 .....           | (243)        |
| 7.4          | GSM 网的无线接口技术 .....         | (245)        |

|        |                                 |       |
|--------|---------------------------------|-------|
| 7.4.1  | GSM 网的无线技术特性 .....              | (245) |
| 7.4.2  | GSM 的无线信道 .....                 | (247) |
| 7.5    | GSM 数字移动通信网 .....               | (251) |
| 7.5.1  | 系统结构 .....                      | (251) |
| 7.5.2  | 移动通信网中的区域定义 .....               | (253) |
| 7.5.3  | GSM 公共陆地移动通信网 (PLMN) 网络结构 ..... | (253) |
| 7.5.4  | GSM 漫游通信 .....                  | (254) |
| 7.5.5  | 呼叫的路由与接续 .....                  | (255) |
| 7.6    | CDMA 数字移动通信系统 .....             | (255) |
| 7.6.1  | CDMA 移动通信系统的基本原理 .....          | (255) |
| 7.6.2  | CDMA 移动通信的多址码技术 .....           | (258) |
| 7.6.3  | IS-95 无线信道结构 .....              | (262) |
| 7.6.4  | IS-95 系统的逻辑信道划分 .....           | (264) |
| 7.6.5  | IS-95 系统通信控制过程 .....            | (271) |
| 7.6.6  | CDMA 系统的功率控制技术 .....            | (272) |
| 7.6.7  | CDMA 技术的主要优点 .....              | (272) |
| 7.6.8  | cdma2000-1X 的改进 .....           | (274) |
| 7.7    | 公用移动通信网的数据业务 .....              | (274) |
| 7.7.1  | 公用移动数据通信发展历程和应用 .....           | (274) |
| 7.7.2  | 电路交换移动数据通信 .....                | (276) |
| 7.7.3  | 无线应用协议 (WAP) .....              | (278) |
| 7.7.4  | GSM 网络的短消息业务 .....              | (280) |
| 7.7.5  | GSM 网的移动分组数据通信 GPRS .....       | (282) |
| 7.7.6  | 移动 IP 技术 .....                  | (284) |
| 7.7.7  | cdma2000-1X 的移动分组业务——PDSN ..... | (287) |
| 7.7.8  | 蜂窝移动通信网的数据增值业务 .....            | (290) |
| 7.8    | 3G 移动通信系统综述 .....               | (295) |
| 7.8.1  | 3G 的提出和标准化概况 .....              | (295) |
| 7.8.2  | IMT-2000 系统结构 .....             | (297) |
| 7.8.3  | 3G 移动通信系统的基本特征 .....            | (298) |
| 7.8.4  | 3G 移动通信系统的关键技术 .....            | (299) |
| 7.9    | 3G 移动通信系统的无线传输技术 .....          | (302) |
| 7.9.1  | WCDMA 无线传输技术 (RTT) .....        | (302) |
| 7.9.2  | TD-SCDMA 无线传输技术 .....           | (306) |
| 7.10   | 3G 移动通信系统的核心网 .....             | (314) |
| 7.10.1 | R99 核心网 .....                   | (314) |
| 7.10.2 | R4 核心网 .....                    | (314) |
| 7.10.3 | R5 核心网 .....                    | (316) |
| 7.11   | 高速下行链路数据分组接入 (HSDPA) 技术 .....   | (319) |
| 7.11.1 | HSDPA 的分阶段演进 .....              | (319) |

|               |                     |              |
|---------------|---------------------|--------------|
| 7.11.2        | HSDPA 的关键技术         | (319)        |
| 7.11.3        | HSDPA 用于 WCDMA      | (320)        |
| 7.11.4        | HSDPA 用于 TD-SCDMA   | (320)        |
| 7.12          | 3GPP 的长期演进 (LTE) 项目 | (321)        |
| 7.12.1        | LTE 的技术特征           | (321)        |
| 7.12.2        | LTE 的标准化工作          | (322)        |
| 7.12.3        | LTE 信道编码与多址方式       | (323)        |
| 7.12.4        | 多进多出 (MIMO) 技术      | (324)        |
| 7.12.5        | 信道与调制               | (326)        |
| 7.12.6        | LTE 无线接入网体系         | (327)        |
| 7.12.7        | FD-LTE 与 TD-LTE     | (328)        |
| 7.12.8        | LTE 的发展现状和展望        | (328)        |
| <b>第 8 章</b>  | <b>电视网</b>          | <b>(329)</b> |
| 8.1           | 概述                  | (329)        |
| 8.2           | 电视基础知识              | (329)        |
| 8.3           | 有线电视                | (332)        |
| 8.3.1         | 有线电视系统的组成           | (332)        |
| 8.3.2         | 有线电视网和通信网的关系        | (335)        |
| 8.3.3         | 双向传输 HFC 网的实现       | (335)        |
| 8.3.4         | 线缆调制解调器             | (336)        |
| 8.4           | 数字电视                | (337)        |
| 8.4.1         | 数字电视综述              | (337)        |
| 8.4.2         | 数字电视标准              | (339)        |
| 8.4.3         | 数字高清晰度电视            | (341)        |
| 8.5           | 网络电视                | (341)        |
| 8.6           | 手机电视                | (342)        |
| <b>第 9 章</b>  | <b>会议电视网</b>        | <b>(343)</b> |
| 9.1           | 概述                  | (343)        |
| 9.2           | 会议电视的分类             | (343)        |
| 9.2.1         | 会议室会议电视系统           | (343)        |
| 9.2.2         | 桌面会议电视系统            | (343)        |
| 9.3           | 会议室会议电视系统的组成        | (344)        |
| 9.3.1         | 传统的会议室会议电视系统        | (344)        |
| 9.3.2         | 基于分组交换的会议电视网        | (347)        |
| 9.4           | 公用会议电视网             | (350)        |
| <b>第 10 章</b> | <b>闭路电视监控网</b>      | <b>(352)</b> |
| 10.1          | 概述                  | (352)        |
| 10.2          | 闭路电视网的组成            | (352)        |

|               |                            |              |
|---------------|----------------------------|--------------|
| 10.2.1        | 摄像机 .....                  | (352)        |
| 10.2.2        | 控制部分 .....                 | (355)        |
| 10.2.3        | 传输部分 .....                 | (358)        |
| 10.2.4        | 监视器 .....                  | (360)        |
| 10.2.5        | 报警部分 .....                 | (361)        |
| 10.2.6        | 网管部分 .....                 | (361)        |
| 10.3          | 模拟 CCTV 的设备和组网方案 .....     | (361)        |
| 10.3.1        | 模拟 CCTV 设备与组网 .....        | (361)        |
| 10.3.2        | 分级 CCTV 监控网 .....          | (363)        |
| 10.3.3        | 系统技术指标 .....               | (363)        |
| 10.4          | 网络 CCTV 系统的设备和组网方案 .....   | (363)        |
| 10.4.1        | 视频网络控制服务器、网络摄像机与视频网关 ..... | (364)        |
| 10.4.2        | 网络视频监控系统的设备与组网 .....       | (365)        |
| 10.5          | 网络 CCTV 的应用——“全球眼” .....   | (367)        |
| 10.5.1        | “全球眼”业务简介 .....            | (367)        |
| 10.5.2        | “全球眼”业务系统的组成 .....         | (367)        |
| 10.5.3        | “全球眼”业务应用特点 .....          | (368)        |
| 10.5.4        | “全球眼”的业务功能 .....           | (368)        |
| 10.5.5        | “全球眼”的适用领域 .....           | (369)        |
| <b>第 11 章</b> | <b>智能网 .....</b>           | <b>(370)</b> |
| 11.1          | 概述 .....                   | (370)        |
| 11.2          | 智能网的特点 .....               | (371)        |
| 11.3          | 智能网的基本结构 .....             | (371)        |
| 11.4          | 智能网概念模型 .....              | (372)        |
| 11.4.1        | 业务平面 (SP) .....            | (373)        |
| 11.4.2        | 总功能平面 (GFP) .....          | (376)        |
| 11.4.3        | 分布功能平面 (DFP) .....         | (377)        |
| 11.4.4        | 物理平面 (PP) .....            | (378)        |
| 11.5          | 智能业务 .....                 | (378)        |
| 11.6          | 我国固定智能网网络结构 .....          | (381)        |
| 11.7          | 移动智能网 .....                | (382)        |
| 11.8          | 固网智能化 .....                | (383)        |
| 11.8.1        | 概述 .....                   | (383)        |
| 11.8.2        | 固网实现增值业务的难点 .....          | (384)        |
| 11.8.3        | 固网智能化的实现 .....             | (384)        |
| 11.8.4        | 典型的固网增值业务 .....            | (384)        |
| 11.8.5        | 固网智能化前景 .....              | (385)        |
| 11.9          | 智能网的演进 .....               | (385)        |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| <b>第 12 章 信令网</b>      | (389) |
| 12.1 概述                | (389) |
| 12.2 随路信令方式            | (389) |
| 12.3 共路信令方式            | (390) |
| 12.3.1 概述              | (390) |
| 12.3.2 No.7 信令方式       | (391) |
| 12.3.3 No.7 信令网        | (400) |
| <b>第 13 章 时钟与时间同步网</b> | (404) |
| 13.1 概述                | (404) |
| 13.2 时钟同步网的同步方式        | (404) |
| 13.2.1 主从同步方式          | (404) |
| 13.2.2 准同步方式           | (405) |
| 13.2.3 混合同步方式          | (405) |
| 13.3 我国数字同步网的网络结构      | (406) |
| 13.4 各级时钟的设置和同步节点设备    | (406) |
| 13.4.1 各级时钟的设置         | (406) |
| 13.4.2 同步节点设备          | (407) |
| 13.5 同步网中产生定时环路问题      | (407) |
| 13.6 定时传送链路的原则         | (408) |
| 13.7 同步数字链路的组成         | (408) |
| 13.8 NTP 协议与时间同步网      | (408) |
| 13.8.1 时间的概念           | (409) |
| 13.8.2 计算机时间同步方法       | (410) |
| 13.8.3 时钟的稳定度与精确度      | (411) |
| 13.8.4 网络时间协议 (NTP)    | (411) |
| 13.8.5 电信运营商的同步时间网络    | (413) |
| <b>第 14 章 电信管理网</b>    | (415) |
| 14.1 概述                | (415) |
| 14.2 电信管理网的基本概念        | (415) |
| 14.2.1 电信管理网的定义        | (415) |
| 14.2.2 TMN 的组成         | (416) |
| 14.3 电信管理网的体系结构        | (417) |
| 14.3.1 电信管理网的功能体系结构    | (417) |
| 14.3.2 电信管理网的物理体系结构    | (418) |
| 14.4 电信管理网管理功能的分层模型    | (419) |
| 14.5 电信管理网的管理功能        | (421) |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 第 15 章 下一代网络 .....               | (423) |
| 15.1 通信网发展回顾和未来通信网 .....         | (423) |
| 15.2 软交换技术 .....                 | (425) |
| 15.2.1 电路交换模式与软交换模式 .....        | (425) |
| 15.2.2 软交换的体系结构 .....            | (427) |
| 15.2.3 软交换系统的主要网络部件 .....        | (428) |
| 15.2.4 软交换技术的相关标准 .....          | (435) |
| 15.2.5 与 TDM 技术相比较软交换的技术优势 ..... | (437) |
| 15.2.6 软交换技术的主要应用 .....          | (437) |
| 15.2.7 小结 .....                  | (439) |
| 15.3 SIP 协议 .....                | (439) |
| 15.3.1 概述 .....                  | (439) |
| 15.3.2 SIP 的基本结构 .....           | (440) |
| 15.3.3 SIP 功能概述 .....            | (441) |
| 15.3.4 SIP 的地址标识 .....           | (442) |
| 15.3.5 SIP 报文 .....              | (442) |
| 15.3.6 SIP 呼叫的基本流程 .....         | (443) |
| 15.3.7 SIP 的移动机制 .....           | (444) |
| 15.3.8 SIP 基本工作过程 .....          | (445) |
| 15.3.9 SIP 对 IP 移动性的支持举例 .....   | (446) |
| 15.3.10 SIP 事务操作举例 .....         | (450) |
| 15.4 基于 SIP 的 IP 多媒体子系统 .....    | (451) |
| 15.4.1 IMS 体系结构 .....            | (451) |
| 15.4.2 IMS 的会话建立过程 .....         | (454) |
| 15.4.3 IMS 的技术优势 .....           | (456) |
| 15.4.4 IMS 标准进展和 IMS 业务能力 .....  | (456) |
| 15.4.5 IMS 对 NGN 的影响 .....       | (457) |
| 缩略语 .....                        | (458) |

# 第1章 信息与通信

## 1.1 概述

人们通过听觉、视觉、嗅觉、触觉等感官感知现实世界，从而获取信息，并通过通信来传递信息。过去的通信由于受技术与需求所限，仅限于语音。随着信息社会的来到，人们对信息的需求日益丰富与多样化，而现代通信技术的发展又为此提供了条件。据统计，在人们通过各种感官所获得的信息量中，从听觉获取的信息大约只占 30%，其余大量的信息则来自其他感官，其中主要是视觉。现代通信意义上所指的信息，已不仅局限于电话、电报、传真等单一媒体信息，而是将声音、图像、文字、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都含有信息，信息通过通信来进行传递，换句话说，通信使得人们的感官得到了延伸。

本章将介绍各种媒体信息及其压缩技术和通信中的编码与调制技术，为以后各章的学习打好基础。

## 1.2 通信的分类

根据信息的特征不同，对信息的传递需求不同，通信可以分为：

- (1) 单媒体通信：电话、传真等；
- (2) 多媒体通信：点播电视（VOD, Video On Demand）、可视电话、会议电视、远程教学等；
- (3) 实时通信：电话、电视、视频监控等；
- (4) 非实时通信：电报、传真、数据通信等；
- (5) 单向通信：广播、电视等；
- (6) 交互式通信：电话、点播电视、会议电视等；
- (7) 窄带通信：电话、电报、低速数据等；
- (8) 宽带通信：网络电视（IPTV, Internet Protocol TeleVision）、会议电视、远程教学、远程医疗、视频监控、高速数据等。

## 1.3 媒体、多媒体、超媒体与流媒体

### 1.3.1 媒体

根据原 CCITT 的定义，媒体可划分为 5 大类：



### （1）感觉媒体

感觉媒体系指人类通过其感觉器官直接能感知的信息。这类媒体包括声音、文字、静止图像、影视图像、色彩、气味、酸甜、冷热、软硬等信息。感觉媒体可通过各类传感（换能）设备生成相应的模拟电信号。感觉媒体在某些场合下亦可称为模拟信息。

### （2）表示媒体

表示媒体系指由感觉媒体所生成模拟电信号的数字化。这类媒体包括图像编码、文本编码、声音编码。表示媒体在某些场合下亦可称为数字信息。

### （3）显示媒体

显示媒体系指进行信息输入与输出的媒体。这类媒体包括链盘、鼠标、摄像头、麦克风、扫描仪、触摸屏等输入设备和显示屏、打印机、扬声器等输出媒体。

### （4）存储媒体

存储媒体系指进行信息存储的媒体。这类媒体包括硬盘、光盘、软盘、磁带、ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）、闪存（Flash）等。

### （5）传输媒体

传输媒体系指承载与传输模拟或数字信息的媒体。这类媒体包括双绞线、同轴电缆、光缆、无线电链路等。

## 1.3.2 多媒体通信系统

一般说来同时具有以下三个特征的通信系统方可称为多媒体通信系统。

### （1）集成性

集成性系指多媒体通信系统能处理、存储和传输多种表示媒体（即图像编码、文本编码、声音编码等），并能显现多种感觉媒体（图像、文字、声音等）。因此，多媒体通信系统指集多种编解码器、多种感觉媒体显现方式，能与多种传输媒体进行接口，并能与多种存储媒体进行通信的系统。

### （2）交互性

多媒体通信终端用户与系统之间在通信全过程中具有交互控制能力，是多媒体通信系统的一个重要特征。这也是区别多媒体通信系统与非多媒体通信系统的重要准则。例如，数字电视可对多种表示媒体（图像编码、声音编码）进行传输与处理，亦能对多种感觉媒体（声音、文字与图像）进行显现，但用户除了切换频道来选择节目外，不能对播放的全过程进行控制。而视频点播（VOD，Video On Demand）则不同了。用户可对全过程进行控制，按需收看，想看就看、想停就停。故点播电视则属多媒体通信系统；而数字电视广播则非多媒体（可称为音/视、A/V 或影视媒体）通信系统。

### （3）同步性

同步性系指在多媒体通信终端上所显现的图像、文字和声音在时空上是同步的。多媒体通信系统中的同步性是多媒体通信系统的重要特征，各种信息是否同步决定了该系统是多媒体系统还是多种媒体系统。

## 1.3.3 超媒体

在讨论超媒体概念之前，首先需要了解什么是链接和超链接。万维网（WWW，World Wide Web）使用链接的方法能非常方便地从一个站点访问（链接）另一个站点，从而进一步