



电信新技术培训系列教材
DIANXIN XIN JISHU PEIXUN XILIE JIAOCAI

电信网与 电信业务

● 唐纯贞 严建民 鲁碧英 编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

电信新技术培训系列教材

电信网与电信业务

唐纯贞 严建民 鲁碧英 编

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

电信网与电信业务 / 唐纯贞, 严建民, 鲁碧英编. —北京: 人民邮电出版社, 2003.8

(电信新技术培训系列教材)

ISBN 7-115-11458-7

I. 电... II. ①唐...②严...③鲁... III. ①通信网—技术培训—教材 ②电信—邮电业务—技术培训—教材 IV. ①TN915②F626

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 056402 号

内 容 提 要

本书是根据目前正在运营的各种公用网及在公用网上开发的业务情况编写的。主要介绍各种电信网的基本概念、原理、网路结构、相关协议及业务功能等,使读者对各种电信网及电信业务有一个全面概括的了解。

全书分为绪论、传输网、电信业务网、电信支撑网及电信发展展望五个部分。分别概要介绍电信网的基本结构、构成要素、质量要求及分类等;光纤 SDH、微波、卫星传输网;电话网、分组交换网、帧中继网、数字数据网、窄带综合业务数字网、宽带综合业务数字网、移动通信网、IP 网、多媒体网、智能网、用户接入网等各种电信业务网及电信业务; No.7 信令网、数字同步网及电信管理网等电信支撑网;电信的发展和下一代电信网。

本书可作为电信工程技术人员、电信市场和管理人员的培训教材,也可作为各大中专院校通信及相关类专业的教学参考书。

电信新技术培训系列教材

电信网与电信业务

- ◆ 编 唐纯贞 严建民 鲁碧英
责任编辑 滑 玉
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
读者热线 010-67194042
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19
字数: 449 千字 2003 年 8 月第 1 版
印数: 1-5 000 册 2003 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11458-7/TN · 2116

定价: 25.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

编 者 的 话

随着社会经济的不断发展和社会交往的日益增加，特别是知识经济时代的来临，电信业在国民经济中的地位不断提高。

电信网是国民经济的基础设施，并以其公用性和覆盖性成为当今社会生产和生活的必要条件。信息已成为当今社会和经济发展的基础性资源，信息技术的迅速发展和广泛应用改变着人们的生产和生活方式，对社会的政治、经济、军事、科技、文化、生活等领域都产生着深刻的影响。而电信网是人们获取、传递、处理和应用信息的主要途径。社会要发展，电信业需先行。电信业在经济快速发展的社会处于基础性、先导性和战略性地位，并发挥着巨大的作用。

随着近年来信息产业改革的深化，电信行业的重组，以及电信技术的不断进步，使电信网发生了很大的变化。当前，电信网正朝着数字化、宽带化、智能化、综合化和个人化方向发展。广大公众对电信业务量的需求越来越大，对电信业务种类的要求越来越丰富，对通信的质量要求越来越高，促使电信行业的竞争也越来越激烈。为了进一步提高电信行业全员的全网和全业务意识，尤其是加强电信管理人员对电信网和电信业务的认识，增强竞争实力，我们编写了这本书。

全书共分为五个部分。

在绪论中概要地介绍电信网的结构及电信业务的分类。

在传输网中介绍 PCM、PDH 和 SDH 的概念以及光纤传输、微波传输和卫星传输网络。

在电信业务网中介绍包括电话网、分组交换网、帧中继网、数字数据网、综合业务数字网、移动通信网、IP 网、多媒体网、智能网、用户接入网等各种电信业务网及电信业务。

在电信支撑网中介绍 No.7 信令网、数字同步网、电信管理网及其在电信网中发挥的作用。

在电信发展展望中介绍当前电信业国内外的发展环境、我国电信业务未来几年的发展重点和远景目标，并介绍下一代电信网走向。

本书由唐纯贞、严建民、鲁碧英编写。由于时间仓促，再加上作者的学识有限，书中一定存在不足和错误，敬请读者批评指正。

作 者

2003 年 8 月

目 录

绪论 电信网与电信业务概要	1
0.1 电信网的定义与分类	1
1. 电信网的定义	1
2. 电信网的分类	1
0.2 电信网的结构	2
1. 电信网的构成要素	2
2. 电信网的拓扑结构	2
3. 电信网的体系结构	3
0.3 电信业务	6
1. 基本业务	6
2. 补充业务	6

第一篇 传输网

第1章 传输技术基础	8
1.1 传输的基本概念	8
1. 传输线路	8
2. 模拟传输与数字传输	10
3. 基带传输与频带传输	10
1.2 数字传输的主要性能指标	10
1. 传输容量	11
2. 频带利用率	11
3. 传输损伤	11
1.3 PCM 脉冲编码调制	12
1. PCM 通信系统的构成	12
2. 语音信号的 PCM 脉冲编码调制	13
1.4 30/32 PCM 的帧结构	14
1. 时分复用	14
2. 有关帧结构的几个基本概念	14
3. 30/32 路 PCM 帧结构	14
1.5 准同步数字系列 (PDH)	16
1. 数字复接的概念	16
2. 复接的时分方式	16

3. 复接的同步方式	17
4. 准同步数字系列 (PDH)	18
第2章 SDH 光纤传输网	19
2.1 SDH 概述	19
1. SDH 的基本概念	19
2. SDH 的速率与帧结构	20
3. SDH 的基本复用原理	21
2.2 SDH 光纤传输系统	25
1. SDH 的基本网络单元	25
2. SDH 的网络节点接口	27
3. 我国 SDH 传输网的网络结构	28
2.3 SDH 自愈网	29
1. 自愈网的概念	29
2. DXC 保护	30
3. 自愈混合环型网	30
2.4 WDM 技术	31
1. WDM 概述	31
2. WDM 系统	31
3. WDM 的关键技术	32
4. WDM 的优点	33
第3章 微波地面中继传输系统	35
3.1 微波传输	35
1. 概述	35
2. 数字微波传输系统模型	35
3. 微波射频信道的频率配置	36
4. 系统组成	37
3.2 PDH 数字微波传输系统	38
1. PDH 数字微波传输的 PCM 系列	38
2. PDH 数字微波的传输设备	38
3.3 SDH 数字微波传输系统	40
1. 概述	40
2. SDH 数字微波传输设备	41
第4章 卫星通信系统	44
4.1 卫星通信概述	44
1. 卫星通信的基本概念	44
2. 卫星通信的特点	44
3. 卫星通信的工作频段及传播特性	45
4.2 卫星通信系统	46
1. 卫星通信系统的构成	46
2. 卫星通信的网络结构	47

4.3 VSAT 网	47
1. VSAT 网的组成	48
2. VSAT 网的拓扑结构	49
3. 数据 VSAT 网的组网	49
4. 话音 VSAT 网的组网	50
4.4 卫星通信业务	51
1. 企业管理专网业务	51
2. 远程教育/医疗业务	51
3. 卫星寻呼联网同播业务	52
4. 卫星信息广播业务	52

第二篇 电信业务网

第 5 章 电话网及电话业务	54
5.1 电路交换的基本原理	54
1. 电路交换技术	54
2. 电路交换网的拓扑结构及接续过程	55
3. 电路交换的特点	55
5.2 电话网的网络结构	56
1. 我国电话网的等级结构及演变	56
2. 路由及路由设置原则	58
3. 国际电话网	61
5.3 PSTN 业务	62
1. 公用电话交换网的基本业务	62
2. 程控交换新业务	63
3. PSTN 的应用	64
第 6 章 分组交换网及分组交换业务	65
6.1 分组交换及分组交换网	65
1. 分组交换方式	65
2. 分组交换网的结构	67
3. 分组交换网的协议	68
4. 分组交换网的性能及特点	70
6.2 中国公用分组交换网及分组交换业务	71
1. 我国分组交换网的发展	71
2. 中国公用分组交换网的组成	71
3. 分组交换业务	71
4. 分组业务适用范围	72
第 7 章 帧中继网及帧中继业务	73
7.1 帧中继技术	73
1. 帧中继的帧格式	73
2. 帧中继的协议结构	74

3. 帧中继网的特点	75
7.2 中国公用帧中继网及帧中继业务	75
1. 中国公用帧中继网 (CHINAFRN)	75
2. CHINAFRN 的网管系统	76
3. 帧中继业务	76
4. 帧中继的适用范围	76
第 8 章 数字数据网及数字数据业务	77
8.1 数字数据网 (DDN)	77
1. DDN 的概念	77
2. 数字交叉连接 (DXC)	77
3. DDN 的组成	78
4. DDN 的特点	80
5. DDN 的网络结构	80
6. 用户接入 DDN 的方式	81
8.2 中国公用数字数据网及 DDN 业务	82
1. 中国公用数字数据网	82
2. DDN 业务及 DDN 的应用	83
第 9 章 窄带综合业务数字网及综合数字业务	85
9.1 综合业务数字网 (ISDN)	85
1. ISDN 的概念	85
2. ISDN 的网络结构与功能体系结构	89
9.2 ISDN 的协议与用户—网络接口	92
1. ISDN 的协议	92
2. ISDN 的用户—网络接口	97
9.3 ISDN 的业务及应用	102
1. ISDN 的业务	102
2. ISDN 业务的特性	103
第 10 章 宽带综合业务数字网及宽带综合数字业务	105
10.1 B-ISDN 的概念及特点	105
1. B-ISDN 的基本概念	105
2. B-ISDN 的业务类型与业务特性	106
3. B-ISDN 的业务能力与传输特性	107
10.2 ATM 基本概念与原理	108
1. ATM 的基本概念	108
2. ATM 的基本原理	110
3. ATM 交换	114
10.3 B-ISDN/ATM 标准与分层结构	116
1. B-ISDN/ATM 标准	116
2. B-ISDN/ATM 的协议参考模型	117
3. ATM 协议参考模型分层协议	119

10.4	B-ISDN/ATM 用户—网络接口	125
1.	ATM 网络结构与接口	125
2.	B-ISDN 用户—网络接口参考配置与物理配置模型	126
10.5	B-ISDN 业务	128
1.	宽带承载业务	129
2.	宽带用户终端业务	129
第 11 章	移动通信网及移动通信业务	132
11.1	概述	132
1.	移动通信的特点	132
2.	移动通信的系统 and 分类	133
3.	移动通信的主要无线技术	135
11.2	第二代移动通信网	136
1.	GSM 网及 GSM 业务	136
2.	GPRS 网及 GPRS 业务	145
3.	N-CDMA (IS-95) 简介	148
11.3	第三代移动通信网	152
1.	第三代移动通信网络的无线接口标准	153
2.	无线接口与核心网的关系	153
3.	IMT-2000 的系统结构	154
4.	向第三代移动通信网第一阶段的演进	154
5.	IMT-2000 核心网络发展的趋势	156
6.	第三代移动通信的业务	156
第 12 章	IP 网及 IP 业务	159
12.1	因特网的基本概念	159
12.2	IP 网络体系结构	160
12.3	网络协议 IP	162
1.	TCP/IP	162
2.	网络协议 IPv4	163
3.	下一代网络协议 IPv6	163
4.	MPLS 技术及应用	165
5.	移动 IP	167
12.4	中国公用计算机互联网 CHINANET	169
12.5	宽带 IP 城域网及应用	171
1.	IP 城域网的典型结构	171
2.	IP 城域网的技术体制	172
3.	IP 城域网的关键技术	173
4.	几种典型的应用	177
12.6	因特网业务	177
1.	ISP、ICP 及其提供的业务	177
2.	ASP 及其提供的业务	178

3. 因特网数据中心及其提供的业务	179
4. 电子商务	180
第 13 章 多媒体通信网络及多媒体业务	181
13.1 多媒体通信网络概述及特点	181
1. 多媒体通信概述	181
2. 多媒体通信网络的结构及特点	182
13.2 中国公用多媒体网	183
13.3 IP 电话技术及 IP 电话业务	184
1. IP 电话的引入	184
2. IP 电话的基本原理	187
3. IP 电话业务	188
13.4 会议电视技术及业务	191
1. 会议电视的概念及特点	191
2. IP 会议电视系统的构成	191
3. IP 会议电视业务	193
13.5 其他多媒体通信业务	194
1. 多媒体业务分类	194
2. 视频点播业务的应用	194
第 14 章 智能网及智能业务	196
14.1 智能网的概念	196
1. 智能网的核心思想	196
2. 智能网的基本特点	196
3. 智能网的层次结构	197
4. 智能网的应用	197
5. 智能网的演变和发展状况	197
14.2 智能网的体系结构	198
1. 业务交换点 (SSP)	199
2. 业务控制点 (SCP)	199
3. 业务数据点 (SDP)	199
4. 智能外设 (IP)	199
5. 业务管理系统 (SMS)	199
6. 业务生成环境 (SCE)	199
14.3 智能网的概念模型	200
1. 业务平面	200
2. 总功能平面	202
3. 分布功能平面	202
4. 物理平面	203
14.4 智能网的业务	204
1. 记账卡呼叫业务 (ACC)	204
2. 被叫集中付费业务 (FPH)	204

3. 虚拟专用网 (VPN)	205
4. 通用个人通信 (UPT)	205
5. 电话投票 (VOT)	205
6. 广域 CENTREX (WAC)	206
7. 大众呼叫 (MAS)	206
8. 号码流动 (NP)	206
14.5 移动智能网	206
1. 移动智能网的结构	206
2. 移动智能网业务	207
第 15 章 用户接入网及接入业务	210
15.1 接入网的概念	210
1. 接入网的定义定界和在电信网中的位置	210
2. 接入网的分层结构	211
3. 接入网的主要功能	211
4. 接入网的分类	212
15.2 接入网的接口	213
1. 接入网接口类型	213
2. V5 接口	214
15.3 有线用户接入网	215
1. 光纤接入网 (OAN)	215
2. 混合光纤同轴接入 (HFC)	217
3. 数字用户线接入 (xDSL)	219
4. 其他有线接入方式	223
15.4 无线用户接入网	223
1. 无线接入	223
2. “小灵通”概述	224
3. “小灵通”系统介绍	227
4. “小灵通”的业务功能	231

第三篇 电信支撑网

第 16 章 No.7 信令网	234
16.1 No.7 信令系统	234
1. 信令的概念及其在通信网中的作用	234
2. 信令的分类	235
3. No.7 信令系统及基本结构	236
4. No.7 信令系统的信令单元	239
16.2 No.7 信令网的组成及网路结构	240
1. 信令网的组成	240
2. 信令系统的工作方式	241
3. 信令网的结构	242

4. 信令网的连接方式	243
5. 信令网的路由选择	245
16.3 中国 No.7 信令网	246
1. 我国 No.7 信令网结构	246
2. 信令网与电话网的对应关系	247
3. 信令区划分、信令转接点的设置及组网原则	248
第 17 章 数字同步网	249
17.1 数字同步网的概念及网同步方式	249
1. 数字同步网的同步	249
2. 实现数字网同步的方式	251
17.2 数字同步网的同步设备	252
1. 基准时钟源	252
2. 受控时钟源	253
3. 数字同步网的结构	257
17.3 我国数字同步网	258
1. 我国同步网与通信网的对应关系及同步网的划分	258
2. 我国数字同步网的特点与组网原则	259
第 18 章 电信管理网	262
18.1 电信网管理和电信管理网	262
1. 电信网管理的基本概念	262
2. 电信管理网的基本概念	266
18.2 TMN 的体系结构	269
1. TMN 的功能体系	269
2. TMN 的物理体系结构	272
3. TMN 网络结构及设备配置	273
18.3 我国电信管理网络发展状况	274
1. 概况	274
2. TMN 应用举例——固定电话交换网的网路管理系统	275
3. 向 TMN 目标演进	277

第四篇 展望

第 19 章 电信发展与展望	280
19.1 电信业发展环境	280
1. 国际环境	280
2. 国内环境	281
19.2 我国电信业发展重点	281
1. 基础传输网	281
2. 通信业务网	282
3. 信息和网络安全	283
19.3 2010 年远景目标展望	283

1. 战略目标	283
2. 发展前景描述	283
19.4 下一代电信网 (NGN)	283
1. 下一代网络 (NGN) 的特点	284
2. 下一代网络 (NGN) 网络结构	284
参考资料	287

绪论 电信网与电信业务概要

随着通信技术的发展，电信网的类型越来越多，电信网能向公众提供的电信业务越来越丰富，其服务质量也越来越高。与此同时，电信网越来越庞大、技术越来越复杂。目前，电信网正朝着数字化、宽带化、智能化和综合化发展。为了更好地管理、建设和维护电信网，也为了更好地发挥电信网的作用，为公众提供更多更好的业务，就必须了解各类电信网以及它们之间的关系和互连技术。

为了便于后面各章节对各种电信网络及其业务的具体分析，在此先对电信网的基本概念、分类、结构及电信业务做一简要介绍。

0.1 电信网的定义与分类

1. 电信网的定义

电信网是为公众提供信息服务，完成信息传递和交换的通信网络。电信网所提供的信息服务也就是通常所说的电信业务。

电信网由硬件和软件组成，其中硬件部分的结构称为网络的拓扑结构，而软件部分决定着网络的体系结构。随着通信高新技术的不断涌现，电信网络得到了快速发展，电信业务日益丰富。

2. 电信网的分类

站在不同的角度可以以不同的方式将电信网划分为各种类型，通常把电信网分为业务网、传输网和支撑网。其中，业务网面向公众提供电信业务，包括公共电话交换网、分组交换网、帧中继网、数字数据网、综合业务数字网、IP 网、移动通信网、智能网等；传输网可通过光纤、微波和卫星等传输方式为不同服务范围的业务网之间传送信号；支撑网支持业务网和传输网的正常运行，它包括信令网、同步网和管理网。业务网、传输网和支撑网之间的关系如图 0-1 所示。

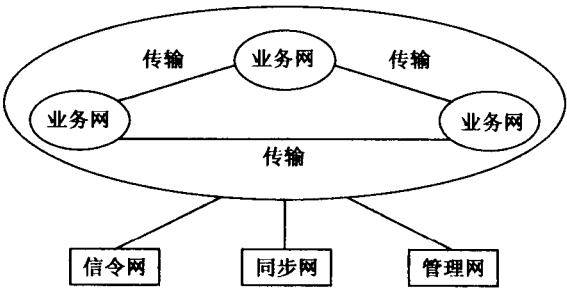


图 0-1 业务网、传输网和支撑网之间的关系

0.2 电信网的结构

1. 电信网的构成要素

电信网由节点和链路组成，如图 0-2 所示。

电信网中的节点包括网络节点和终端节点。其中，网络节点大多是指交换中心，主要由交换设备、集中设备和交叉连接设备等组成；终端节点是指各种用户终端设备，如电话机、传真机、终端计算机等。

电信网中的链路是由电缆、光纤、微波或卫星等组成的传输线路，连接节点，完成节点间的信息传送。

除了以上组成电信网的硬件外，为了保证网络能正常运行还应有相应的软件 and 规定（如协议、标准等）。总之，电信网的基本功能就是为通信的双方（或多方）提供信息传递的路径，使处于不同地理位置的终端用户可以互相通信。

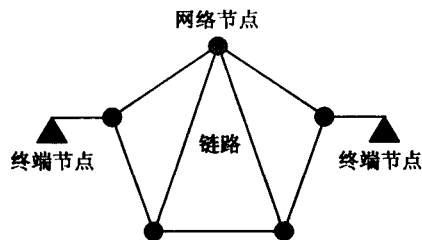
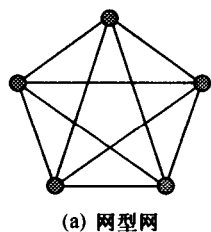


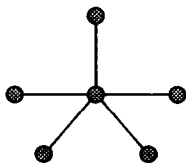
图 0-2 电信网络构成示意图

2. 电信网的拓扑结构

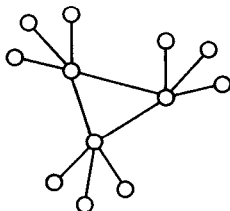
电信网的拓扑结构有多种形式，常用的有网型、星型、复合型、树型、线型、环型和总线型等，如图 0-3 所示。



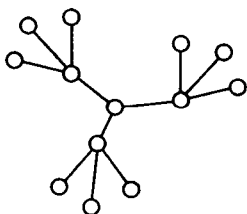
(a) 网型网



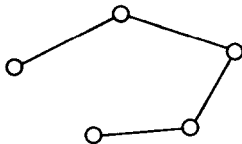
(b) 星型网



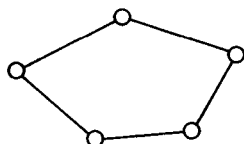
(c) 复合型网



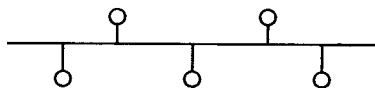
(d) 树型网



(e) 线型网



(f) 环型网



(h) 总线型网

图 0-3 电信网的拓扑结构

如图 0-3 (a) 所示，网型网的网内任意两个节点之间均有链路连接，如果网内有 N 个节点，就需要 $\frac{1}{2}N(N-1)$ 条传输链路。当节点数增加时，传输链路数会迅速增加，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。

如图 0-3 (b) 所示,星型网又称为辐射网,其中的一个节点作为辐射点,该节点与其他节点均有线路相连。对于网内有 N 个节点的星型网,将有 $N-1$ 条传输链路。与网型网相比,星型网的传输链路少,线路利用率高,但其稳定性较差。因为中心节点是全网可靠性的瓶颈,中心节点一旦出现故障会造成全网瘫痪。

如图 0-3 (c) 所示,复合型网由网型网和星型网复合而成。根据电信网业务量的需要,以星型网为基础,在业务量较大的转换交换中心区间采用网型结构,可以使整个网路比较经济,且稳定性较好。复合型网具有网型网和星型网的优点,是电信网中常用的网络拓扑结构。

如图 0-3 (d) 所示,树型网可以看成是星型网拓扑结构的扩展,其节点按层次进行连接,信息交换主要在上、下节点之间进行。树型结构主要用于用户接入网,以及主从网同步方式中的时钟分配网中。

如图 0-3 (e) 所示,线型网的结构非常简单,常用于中间需要上、下电路的传输网中。

如图 0-3 (f) 所示,环型网的结构与线型网的结构很相似,但其首尾相接形成闭合的环路。这种拓扑结构的网络具有自愈能力,能实现网路的自动保护,所以其稳定性比较高。

图 0-3 (f) 所示的总线型网是将所有的节点都连接在一个公共传输通道(总线)上。这种网络的拓扑结构所需要的传输链路少,增减节点方便,但稳定性较差,网络范围也受到一定的限制。

3. 电信网的体系结构

(1) 协议及体系结构

在电信网中通信的双方必须遵守共同的约定,如双方使用的格式、收发信息采用的时序、通信系统中的两个实体之间交换管理数据的规则等。

网络协议就是为通信双方建立的规则、标准或约定的集合。网络协议有以下三个要素。

- ① 语法:涉及数据及控制信息的格式、编码及信号电平。
- ② 语义:涉及用于协调与差错处理的控制信息。
- ③ 定时:涉及速度匹配和排序等。

电信网络十分复杂,为了使网络协议比较清晰,易于实现,通常将复杂系统分解为若干个子系统,然后“分而治之”,这种结构化设计方法是工程设计中常见的手段。而分层就是系统分解的最好方法之一。

在如图 0-4 所示的一般分层结构中, n 层是 $n-1$ 层的用户,又是 $n+1$ 层的服务提供者。 $n+1$ 层虽然只直接使用了 n 层提供的服务,实际上它通过 n 层还间接地使用了 $n-1$ 层及以下所有各层的服务。

层次结构的好处在于使每一层实现一种相对独立的功能。分层结构还有利于交流、理解和标准化。

协议是指某一层协议,准确地说,它是对同等实体之间的通信制定的有关通信规则约定的集合。

网络的体系结构是网络各层次及其协议的集合,层次结构一般以垂直分层模型来表示。如图 0-5 所示。

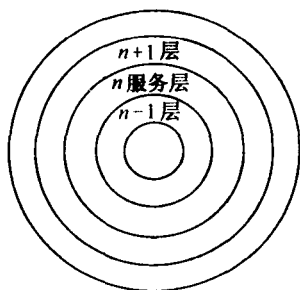


图 0-4 层次模型

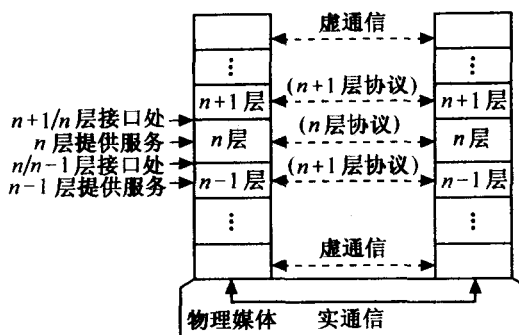


图 0-5 网络的体系结构

网络层次结构的要点如下：

① 除了在物理媒体上进行的是实通信之外，其余各对等实体间进行的都是虚通信。

② 对等层的虚通信必须遵循该层的协议。

③ n 层的虚通信是通过 n 与 $n-1$ 层间接口处 $n-1$ 层提供的服务以及 $n-1$ 层的通信（通常也是虚通信）来实现的。

(2) OSI 参考模型

开放系统互连（Open System Interconnection, OSI）基本参考模型是由国际标准化组织（ISO）制定的标准化开放式网络层次结构模型。“开放”这个词表示能使任何两个遵守参考模型和有关标准的系统进行互连。

OSI 包括了体系结构、服务定义和协议规范。OSI 的体系结构定义了一个七层模型，用以进行进程间的通信，并作为一个框架来协调各层标准的制定；OSI 的服务定义描述了各层所提供的服务，以及层与层之间的抽象接口和交互用的服务原语；OSI 各层的协议规范，精确地定义了应当发送何种控制信息及何种过程来解释该控制信息。

需要强调的是，OSI 参考模型并非具体实现的描述，它只是一个为制定标准机而提供的概念性框架。在 OSI 中，只有各种协议是可以实现的，网络中的设备只有与 OSI 的有关协议相一致时才能互连。

如图 0-6 所示，OSI 七层模型从下到上分别为物理层（Physical Layer, PH）、数据链路层（Data Link Layer, DL）、网络层（Network Layer, N）、运输层（Transport Layer, T）、会话层（Session Layer, S）、表示层（Presentation Layer, P）和应用层（Application Layer, A）。

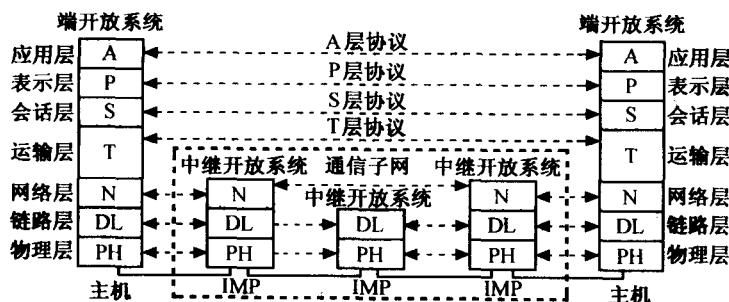


图 0-6 OSI 参考模型