



电信管理人员

培训教材



现代电信 交换和网络

◆ 沈金龙 编著

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

电信管理人员培训教材

现代电信交换和网络

沈金龙 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书从运行、管理和维护的角度,较全面地介绍了现代电信交换和网络技术。在传统的电话交换、X.25分组交换等技术基础上,重点介绍异步转移模式(ATM)技术和宽带IP网络技术,系统地阐明其工作原理及组网技术、交换技术、通信协议与接口,同时介绍了接入网、移动交换、光交换的基本概念及应用,并对智能网、支撑网、电信管理网作了简要的综述。

本书内容力求深入浅出、图文并茂、简明扼要、通俗易懂,可作为各级领导干部和管理人员的培训教材,也可供大专院校管理专业的师生阅读参考。

电信管理人员培训教材 现代电信交换和网络

- ◆ 编 著 沈金龙
责任编辑 黄汉兵
 - ◆ 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@pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本:787×1092 1/16
印张:18.5
字数:462千字 2001年2月第1版
印数:1-4 000册 2001年2月北京第1次印刷
ISBN 7-115-08840-3/TN·1646
-

定价:26.00元

前 言

21 世纪是信息社会的时代,现代电信交换技术和网络对于这个时代的经济建设起着十分重要的作用,并将成为国家信息基础设施(NII)和全球信息基础设施(GII)。因特网(Internet)在各行各业的广泛应用又进一步促进了现代电信交换技术和网络的持续发展。时代的进步已经使各级企业管理人员迫切需要拓宽知识、更新技术。本书可适用于相关管理人员在现代电信交换技术和网络方面继续教育的教材。

本书共分 8 章。第 1 章概述了现代电信交换技术和网络的组成、分类以及发展目标。讲述了电信交换(包括电路交换、报文交换和分组交换)的基本原理。从技术上分析了电信网、计算机网和有线电视网的相互融合趋向。第 2 章侧重介绍了与现代电信技术不可分隔的计算机网络,包括 ISO/OSI 网络的结构化功能分层、OSI 参考模型概述,并讲述了通信规程、服务、服务访问点、数据单元、数据传输流程以及通信原语等基本概念。讲述了广域网(X.25 分组网、帧中继网)、局域网和城域网(以太网、以太交换等)的基本原理。第 3 章阐述了 ISDN 的基本概念,侧重讲述 ATM 网络技术、交换结构和信令协议,突出 ATM 在公网运营中的优势。第 4 章讲述了因特网的分层模型、IP 地址与域名系统、路由器与路由等基本概念,介绍了当前流行的 IP 业务在 ATM 网上多种承载方法,并介绍了宽带 IP 网的发展趋向和 IPv6 的基本知识,以及网络电话系统的基本组成和关键技术。第 5 章简述了移动通信网和移动 IP,着重讲述蜂窝式公用陆地移动通信网(PLMN)的基本组成,移动交换基本技术(呼叫连接、漫游、切换等)和信令。第 6 章讲述了接入网的基本概念和分类(铜缆接入、光纤接入和无线接入),并就宽带接入方式、宽带接入网及其应用进行了分析。第 7 章介绍了全光网和光交换技术的概况,着重讲述了基于光纤的同步数字体系(SDH)、光交换与接口的基本知识。第 8 章讲述了网络管理,网络管理系统的一般逻辑结构、功能和网络管理协议。简介了电信管理网的基本概念:TMN 与电信网的关系、TMN 的管理功能和管理分层以及 TMN 体系结构。同时在本章还介绍了智能网的基本概念、组成,以及信令网的有关知识。

本书由沈金龙教授编著。在编写过程中得到南京邮电学院成人教育处吴瑞萍处长的支持,在此表示感谢。参加本书编写工作的还有邓歆、姜勇。张美玲为本书原稿的整理、校对、编排做了大量的工作。

作者

2000.7

目 录

第 1 章 现代电信交换和网络概述	1
1.1 电信网的现状与发展目标	1
1.1.1 电信网的组成	1
1.1.2 电信网的分类	2
1.1.3 电信网的发展目标	6
1.2 电信交换技术	7
1.2.1 电信交换基本原理	7
1.2.2 电路交换	9
1.2.3 报文交换	11
1.2.4 分组交换	12
1.3 三网及网络融合	15
1.3.1 三网是什么	15
1.3.2 计算机网络	16
1.3.3 有线电视网	19
1.3.4 网络融合	20
第 2 章 计算机通信网和交换技术	22
2.1 计算机网络概述	22
2.1.1 计算机网络的定义	22
2.1.2 计算机网络的分类	23
2.2 计算机网络体系结构	24
2.2.1 ISO/OSI 网络的分层结构	25
2.2.2 结构化功能分层	26
2.2.3 OSI 参考模型概述	27
2.2.4 通信规程、服务和访问点	29
2.2.5 数据单元和数据传输流程	30
2.2.6 通信原语	32
2.3 广域网技术	33
2.3.1 X.25 分组网	33
2.3.2 帧中继网	63
2.4 局域网与城域网技术	69
2.4.1 局域网的特性与标准	69

2.4.2 以太网技术	74
2.4.3 环网技术	81
第3章 ISDN 和 ATM 技术	86
3.1 ISDN 的基本概念	86
3.1.1 ISDN 概述	86
3.1.2 N-ISDN	86
3.1.3 B-ISDN 的基本概念	91
3.1.4 B-ISDN 的特点	95
3.2 ATM 网络技术	95
3.2.1 ATM 网络组成和特点	95
3.2.2 物理层	99
3.2.3 ATM 层	102
3.2.4 ATM 适配层	105
3.3 ATM 交换结构	111
3.3.1 ATM 交换机组成	111
3.3.2 ATM 交换结构	112
3.3.3 ATM 缓存方式	117
3.4 ATM 信令协议	118
3.4.1 ATM 信令协议结构	118
3.4.2 ATM 用户/网络接口信令	119
3.4.3 网络节点接口信令	122
3.4.4 呼叫 / 连接控制规程	124
3.4.5 ATM 信令适配	127
第4章 因特网和宽带 IP 网	129
4.1 因特网的分层模型	129
4.1.1 因特网与网间互连	129
4.1.2 因特网的分层模型	131
4.2 IP 地址与域名系统	132
4.2.1 IP 地址	132
4.2.2 域名与域名系统	134
4.2.3 TCP/IP 协议簇	137
4.3 因特网路由器与路由	140
4.3.1 路由器	140
4.3.2 因特网路由	143
4.4 ATM 承载 IP 业务解决方案	145
4.4.1 ATM 承载 IP 业务解决方案分类	145

4.4.2 ATM 承载传统 IP 模型	150
4.4.3 局域网仿真	153
4.4.4 MPOA	156
4.4.5 IP Switching	159
4.4.6 MPLS 和 TAG Switch	161
4.5 宽带 IP 网	166
4.5.1 IP over SDH	167
4.5.2 IP over WDM	168
4.5.3 IPv6	169
4.6 网络电话技术及其应用	171
4.6.1 网络电话的基本分类	172
4.6.2 网络电话系统的组成	173
4.6.3 网络电话应用的关键技术	175
第 5 章 移动通信网与移动 IP	178
5.1 蜂窝式公用陆地移动通信系统简介	178
5.2 蜂窝式公用陆地移动通信网的基本组成	180
5.2.1 网络功能结构	181
5.2.2 PLMN 的通信接口	182
5.2.3 网络区域划分	183
5.2.4 频道、信道和蜂窝小区	184
5.2.5 编号计划	187
5.3 移动交换基本技术	189
5.3.1 移动呼叫连接过程	189
5.3.2 漫游	191
5.3.3 切换	192
5.3.4 移动网安全技术	193
5.4 移动交换信令	195
5.4.1 GSM PLMN 信令协议模型	195
5.4.2 无线接口信令	196
5.4.3 基站接入信令	200
5.4.4 网络接口信令	202
5.5 移动交换系统	203
5.5.1 移动交换机结构和特点	203
5.5.2 移动交换实现技术	207
5.6 移动 IP 技术	213
第 6 章 接入网和宽带接入方式	218
6.1 接入网基本概念	218

6.2 铜缆接入	224
6.3 基于光缆的接入网技术	228
6.4 无线接入	233
6.5 宽带接入方式	234
6.5.1 宽带接入网	234
6.5.2 宽带接入应用	237
第7章 全光网与光交换技术	239
7.1 全光网简介	239
7.2 基于光纤的同步传输技术	240
7.2.1 同步数字系列的概念和特点	240
7.2.2 SDH 组网技术	241
7.2.3 SDH 帧结构	243
7.2.4 SDH 同步复用和映射	245
7.3 光交换与接口	248
第8章 网络管理	252
8.1 网络管理的概念	252
8.1.1 网络管理的目标	252
8.1.2 网络管理系统的逻辑结构	253
8.1.3 网络管理的主要功能	255
8.1.4 网络管理协议	257
8.2 电信管理网	261
8.2.1 TMN 与电信网的关系	261
8.2.2 TMN 的管理功能及管理分层	262
8.2.3 TMN 的体系结构	263
8.3 智能网	267
8.3.1 智能网基本概念	267
8.3.2 业务平面	270
8.3.3 总功能平面	273
8.3.4 分布功能平面	275
8.3.5 物理平面	277
8.4 信令网	279
8.4.1 公共信道信令系统	279
8.4.2 消息传送部分(MTP)	281
8.4.3 电话用户部分(TUP)	284
8.4.4 信令连接控制部分与高层部分	284
参考文献	288

第 1 章

现代电信交换和网络概述

1.1 电信网的现状与发展目标

1.1.1 电信网的组成

电信网是一个大通信系统。它由三个部分组成：终端系统、交换系统和传输系统，如图 1.1.1 所示。其主要任务是提供面向信息的处理、交换和传送服务。

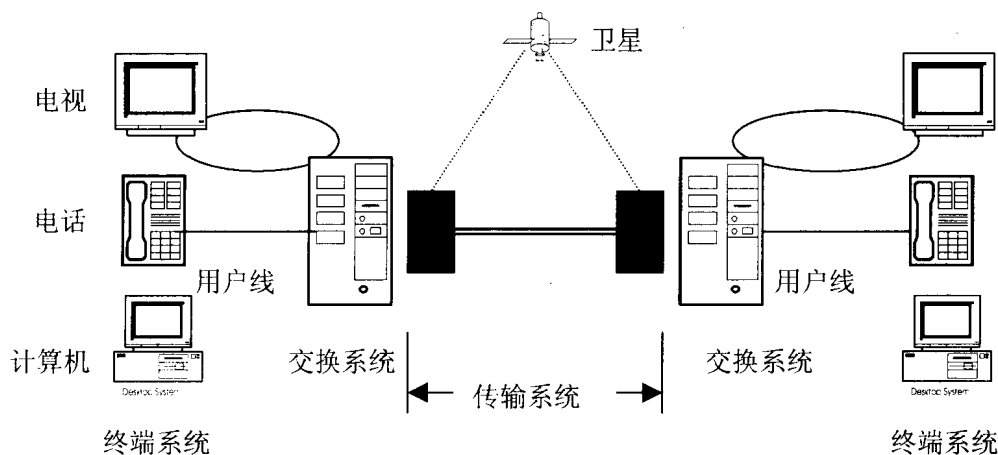


图 1.1.1 电信网的基本组成

由图 1.1.1 可见，从网络的角度来看，传输系统可分为两大类：中继传输系统和用户传输系统。从传输信息特征来分，传输系统有两种：模拟传输系统和数字传输系统。在传输系统中使用的传输媒体，一般可分为线传输媒体(有线线路)、软传输媒体(无线信道)两类。前者包括双绞线、同轴电缆及光缆；后者主要包括无线电波、地面微波、卫星微波等。交换系统包括各类交换设备，电信网的交换方式有电路交换、报文交换、分组交换以及快速分组交

换等(详细内容参见 1.2 节)。终端系统是由各类终端设备所构成, 图中仅画出电话机、电视机、计算机三种, 终端的类型、功能与电信网提供的业务有关。

1.1.2 电信网的分类

电信网可以按不同的方法进行分类。

(1) 按电信业务类型来分

电信网按电信业务可分为电话网、电报网、数据网等。随着通信技术与计算机技术的结合, 在高新技术下支持的电信业务层出不穷。除了传统的电话(Telephone)、用户电传(Telex)、智能用户电报(Teletex)、用户传真(Fax)外, 又有诸如可视图文(Videotex)、可视电话(Video-phone)、网络电话(IP phone)、网络电视(IP TV)、电子邮件(E-mail)、语音邮件(Voice-mail)、电子数据互换(EDI)、电子化服务(E_Service)、计算机服务中心(CTI)等新业务涌现出来。

(2) 按服务的性质来分

电信网分为公用网和专用网。公用网是由中国电信(China Telecom)、中国联通(China Unicom)等部门(公司)建立和管理的开放式网络; 专用网则是由特定部门, 如铁道、电力、民航、银行、石油、军事等部门专设的网络。

(3) 按信号传输方式来分

电信网可分为模拟网、数字网两大类。数字网是今后发展的主流, 它可细分为综合数字网(IDN)、综合业务数字网(ISDN)和数字数据网(DDN)等。

(4) 按信号在网中的处理方式来分

电信网可分为交换网和广播网。

(5) 按网络结构等级功能来分

电信网可分为主干网(Backbone Net)、区域网和本地网(Local Net)。

综上所述, 现代电信网正处在迅速发展的过程, 网络类型以及所提供的服务种类不断增加和更新, 形成了复杂的电信网络框架结构, 如图 1.1.2 所示。主要包括下列三个层次: 基础网、支撑网和业务网。

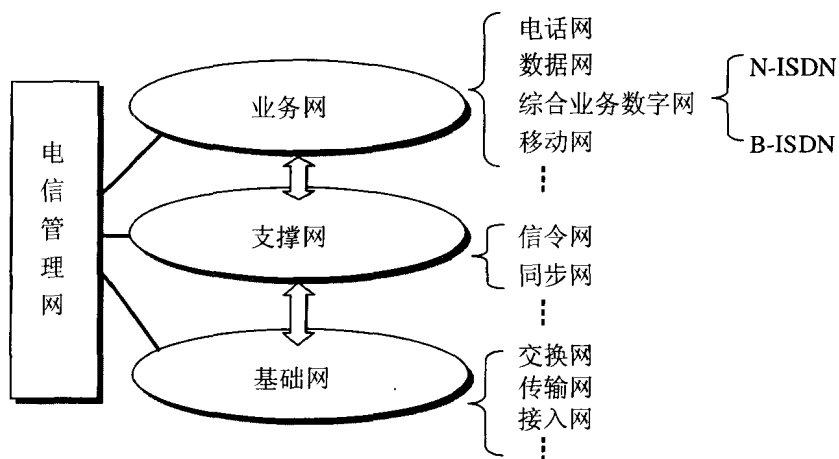


图 1.1.2 现代电信网的基本框架结构

1. 基础网

(1) 交换网

在交换网内,通常按网络规划设计设置若干交换节点(交换机)。在交换节点之间用中继线(Trunk)相连,每个交换节点向用户提供大量的用户接口,用户终端设备利用用户线接到交换节点。

按交换网内的交换方式大体上可分为三类网:

① 电路交换网——如现代的程控电话交换系统、窄带综合业务数字网(N-ISDN)、电路交换公用数据网(CSPDN)等使用电路交换方式。

② 报文交换网——如传统的电报通信系统。

③ 分组交换网——如 X.25 分组交换公用数据网 (PSPDN)、帧中继网(FRN)、ATM 网等,参见图 1.1.3。

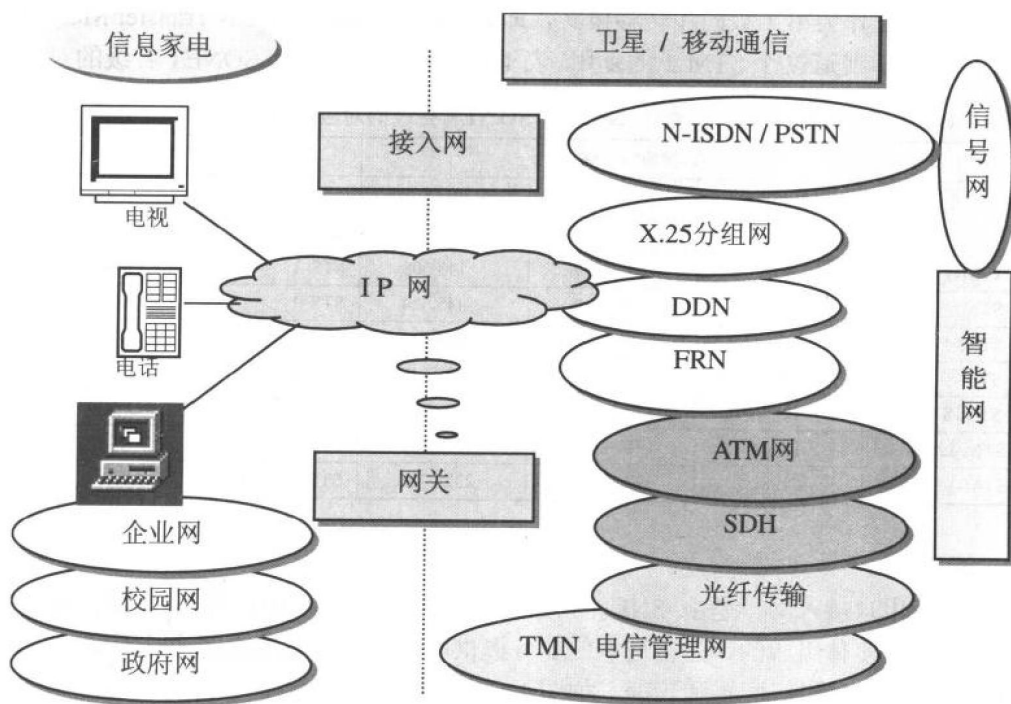


图 1.1.3 现代电信网的类型

(2) 传输网

传输网中有线传输媒体(如双绞线、同轴电缆和光缆)和软传输媒体(如无线信道、微波信道、卫星信道以及移动通信的手机到基站信道等)。在国家主干网上,以光缆为主、卫星为辅成网。

在数字传输网中,现有准同步数字体系(PDH)、同步数字体系(SDH)。PDH是以脉冲编码调制(PCM)为基础构成的,我国现采用E系列制式:

- ① 一次群 E_1 的数据速率为 2.048 Mbit/s
- ② 二次群 E_2 的数据速率为 8.448 Mbit/s
- ③ 三次群 E_3 的数据速率为 34.368 Mbit/s
- ④ 四次群 E_4 的数据速率为 138.264 Mbit/s

⑤ 五次群 E_5 的数据速率为 565.148 Mbit/s

在北美、日本等地区，采用的 T 系列 (T_1 数据传输速率为 1.544 Mbit/s; T_2 传输速率为 6.312Mbit/s; T_3 为 44.7 Mbit/s; T_4 为 274Mbit/s 等)。

为了在干线网上有效地传送高次群的比特流，以利于全球范围的宽带综合业务数字网间互连，美国贝尔通信研究公司 (Bellcore) 最早提出了同步光纤网 (SONET : Synchronous Optical NETwork)，后来成为美国国家标准 ANSI T1.105~105。SONET 标准为应用光纤传输系统定义了线路传送速率的等级结构。以 51.840 Mbit/s (相当于 PDH 的 E3/T3 传输速率) 为基础，对电信号来说，作为第 1 级同步传送信号，即 STS-1 (Synchronous Transport Signal-1)；对于光信号而言，则是第 1 级光载波，即 OC-1 (Optical Carrier-1)。1988 年，ITU-T 在 SONET 的基础上，制定了相应的国际标准——同步数字体系 (SDH, Synchronous Digital Hierarchy)，即 G.707、G.708 和 G.709 系列建议，随后又增加了十多条建议。SDH 以 155.520 Mbit/s 作为第 1 级同步转移模式，即 STM-1 (Synchronous Transfer Mode-1)，较高等级的 STM-N 则是 N 个 STM-1 的复用。表 1.1.1 列出了 SDH 和 SONET 各级的对应标准。

表 1.1.1 SDH 和 SONET 各级的对应标准

SDH	数据速率 (Mbit/s)			SONET	
	总速率	同步封装	用户	电信号	光信号
光信号	51.84	50.112	49.536	STS-1	OC-1
STM-1	155.52	150.336	148.608	STS-3	OC-3
STM-3	466.56	451.008	445.824	STS-9	OC-9
STM-4	622.08	601.344	594.432	STS-12	OC-12
STM-6	933.12	902.016	891.648	STS-18	OC-18
STM-8	1244.16	1202.688	1188.864	STS-24	OC-24
STM-12	1866.24	1804.032	1783.296	STS-36	OC-36
STM-16	2488.32	2405.376	2377.728	STS-48	OC-48

(3) 接入网

接入网即用户接入网，是由 SNI (业务节点接口：电信局侧) 与 UNI (用户网络接口) 之间一系列传送实体组成的、为传送电信业务提供所需传送承载能力的实施系统，可经由电信管理网的 Q3 接口进行配置和管理，如图 1.1.4 所示。

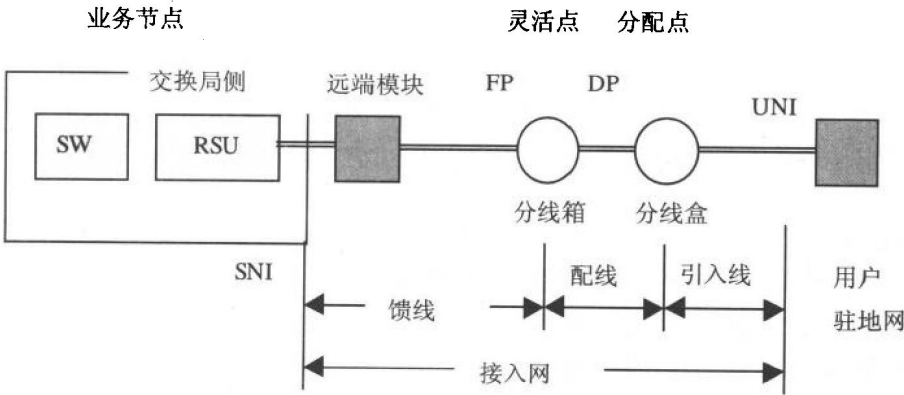


图 1.1.4 接入网的物理参考模型

2. 支撑网

支撑网对用户来讲是透明的。主要有信号网、同步网等。

(1) 信号网

信号网又称信令网。信号网由信号点(SP)、信号转接点(STP)以及连接它们的信号链路组成。在信号网中,目前主要采用公共信道信号系统 CCSS No.7。在逻辑上,7号信令网独立于所服务的信息网。7号信令网实质上是一个专用的数据网。7号信令主要作为电话网中的局间信号,在公共信号链路上传送消息信号单元(MSU),可控制一群话路的接续。

(2) 同步网

现代通信网大都采用时间同步网。同步网中有一个精度极高的主时钟,取自铯原子钟或铷原子钟。同步网是分级网,一般采用主从同步方式,下级局在接收信号中获取同步信号。

3. 业务网

业务网是电信网中最具活力的一个层面。

① 电话网

基本业务: 话音通信。

增值业务: 数据传输;

传真(Fax);

语音信箱 (Voice Box);

计算机电话服务中心(CTI)等。

② 数据网

— X.25 分组交换网

数据文件传送、信息查询

基本业务: SVC、PVC。

可选业务: 闭合用户群、反向付费、呼叫重定向、搜索群业务、快速选择等。

— 数字数据网 (DDN)

租用专线 (半永久连接)

— 帧中继网(FRN)

面向连接的 PVC 服务

③ 窄带综合业务数字网

N-ISDN 一线通

提供话音、数据、图像的综合业务

承载业务

网络提供的信息传送服务,对用户是透明的(用户并不知道怎样完成承载的)。

用户终端业务

电话、传真(2/3类、4类)、可视图文(Videotex)、用户电报(Telex)、智能用户电报(Teletex),以及可视电话、会议电视等。

补充业务

7大类: 号码识别业务; 呼叫提供类业务; 呼叫完成类业务; 多方通信类业务; 社团性业务(闭合用户群、虚拟网); 计费类业务; 附加信息传送类业务。

基本率接口(BRI) 2B+D

基群率接口(PRI) 30B+D

④ 智能电话网

承载业务

补充业务: 智能电话网功能集(INCS-1) 25种目标业务。如缩位

拨号、记帐卡呼叫、自动更换记帐单、呼叫分配、呼叫前向转移、重选呼叫路由、完成遇忙用户呼叫、会议呼叫、信用卡呼叫、按目的码选路、跟我转移、被叫集中付费、恶意呼叫识别、大众呼叫、发端去话筛选、附加费率、安全性检查、遇忙/无应答可选的呼叫前转、分摊计费、电话投票、终端呼叫筛选、通用接入号码、通用个人通信、按用户规定选路、虚拟专用网(VPN)。

⑤ 宽带综合业务数字网(B-ISDN)支持立体声音乐、高速数据、宽带活动图像综合业务,如可视电话、会议电视、远程教学、远程医疗、电子商务等。

⑥ 卫星通信网

⑦ 移动通信网

蜂窝模拟移动通信

数字蜂窝移动通信

全球通 GSM

时分多址 TDMA

码分多址 CDMA

第 3 代移动通信系统 IMT-2000

4. 电信管理网

随着信息技术,尤其是计算机硬、软件(大型关系数据库、面向对象技术、高性能多处理机服务器)技术的发展,电信网的管理模式不断演进。电信管理网(TMN)是电信企业管理网络资源和业务运行、维护的支撑网。

按国际标准化组织(ISO)规定, TMN 的网络管理功能包括配置管理、性能管理、故障管理、计费管理、安全管理。所有经营、管理、维护和运行,都可映射为 TMN 体系结构中各层的对应管理运行实体。

1.1.3 电信网的发展目标

电信网在数字化的基础上向宽带化、综合化、智能化和个人化的发展目标迈进。

1. 数字化

尽管交换设备的数字式交换、程序控制,传输系统的数字化(如 PDH、SDH)已经在全球范围内取得了较大进展,但用户传输系统仍有待改造,就是人们常称其为电信网的最后 1 英里(Last Mile, 1 英里=1.61 公里)问题。目前,电信网的主力——程控电话交换机上含有大量的用户电路板,其作用是对用户话音进行模数转换。大多数固定电话用户接入线主要使用双绞线,传输的是模拟信号,这势必会影响到全程、全网的通信质量。因此,解决这最后 1 英里的的问题已转化为“首先要解决的 1 英里”问题。接入网的研究、开发和产品,为接入问题提供了基本的解决方案。

在现有的程控电话网资源基础上, N-ISDN 已可提供基于 64kbit/s 的一线通用户数字接入,即 2B+D 或 30B+D。

2. 宽带化

宽带化指的是应用高速率的宽带网,适应传送宽带业务,如高清晰度电视(HDTV)、高保真音频信号、高速数据,以及远程教学、远程医疗、电子商务所需的交互式话音、数据、活动图像等。宽带网的关键技术主要有宽带高速交换(如 ATM 交换)、高速传送(如 SDH)、用户宽带接入(如光纤到路边 FTTC、光纤到楼 FTTB、光纤到户 FTTH 等)。

3. 综合化

在程控电话数字交换系统的基础上,结合数字传输系统组成综合数字网(IDN)。而 ITU-

T 对提供或支持各种不同通信业务的通信网, 定义为综合业务网(ISN)。在 IDN 基础上, 将话音、图像和数据等所有信息数字化, 构成“1”和“0”二进制序列流, 并赋予适当的传输速率, 形成综合业务数字网。

窄带综合业务数字网(N-ISDN)可提供一线通电话、数据或图像, 如可视电话等。基本率接口(BRI)为 $2B+D$, 其中 B 信道为话音信道, 64kbit/s, 来话、去话分别占用一个 B 信道, 以 2B 表示; D 信道为信令信道及数据信道, 16kbit/s。基群率接口(PRI)为 $30B+D$, B 信道、D 信道均为 64kbit/s。

宽带综合业务数字网是在基于异步转移模式的 ATM 网络上提供综合业务, 其接入速率的标准为 155.520 Mbit/s、622.080 Mbit/s。

综合化的另一层含义是指综合的管理。各种交换网、传输网、支撑网均有各自的网络管理系统, 对整个电信网的管理则是电信管理网(TMN)的主要目标。

4. 智能化

智能化是指在电信网的运行、维护和管理中引入计算机化的智能特性, 以利于支持更多的新业务, 且能对网络资源进行动态分配。

智能网有电话智能网、多媒体通信智能网。其中电话智能网已有 INCS-1 规范了 25 个补充业务, 38 种业务特征。多媒体通信智能网与 B-ISDN、Internet、第 3 代移动通信系统(IMT-2000)业务有关, 使用 INCS-3、INCS-4 规范来表征其业务。

5. 个人化

通用个人化通信(UPT)是下一世纪引人注目的先进通信方式。个人化通信是指任何人可在任何时间与任何地点的人(或机)以任何方式进行任何可选业务的通信。个人化通信系统是以先进的移动通信技术为基础的, 通过个人通信号码(PTN)识别使用者而不是通信设备, 利用智能网使系统内的任何主叫无需知道对方在何处, 就能自动寻址、接续到被叫。

1.2 电信交换技术

1.2.1 电信交换基本原理

1. 交换节点的基本组成

交换节点泛指通信网内各类交换机, 它是由交换网络(SN)、通信接口、控制单元以及信令单元等部分所组成, 如图 1.2.1 所示。

(1) 交换网络

交换系统的基本功能是提供用户通信接口之间的连接。在不同的交换方式中, 其连接可以是物理的, 也可以是逻辑的。所谓物理连接是指用户通信过程中, 不论用户有无信息传送, 交换网络始终按预先分配方法, 保持其专用的接续通路; 而逻辑连接则只有在用户有信息传送时, 才按需分配提供接续通路。所以, 逻辑连接也称之为虚连接(Virtual Connection)。

在交换系统中, 交换网络部分是与硬件有关交换机构(Switch Fabric), 整个连接过程是受控制单元程序控制的。

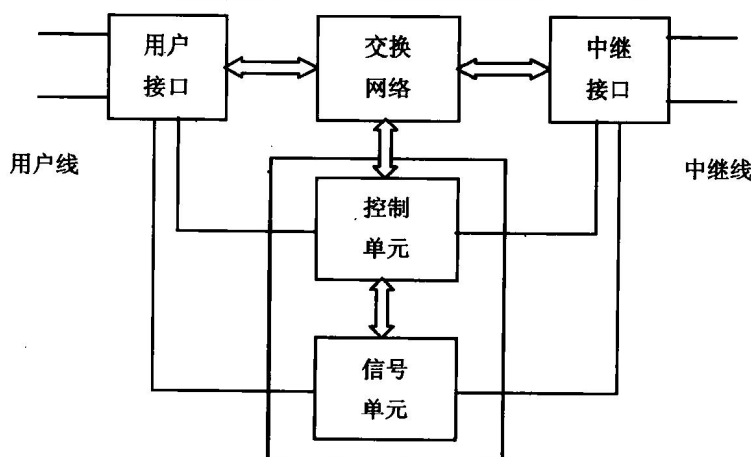


图 1.2.1 交换节点的基本组成

(2) 通信接口

各类交换系统的通信接口一般分成两种：用户接口和中继接口。用户使用用户线终接到交换系统的用户接口，而交换局间通过中继线连接到中继接口。不同类型的交换系统具有不同的通信接口，通信接口技术主要由硬件来实现，有部分功能可由软件或固件(firmware, 即将其功能程序化后固化在 EPROM 或 PROM 内)来完成。

(3) 信号单元

电信交换必须采用有关的信号(或信令)实现任意用户之间的呼叫连接，完成交换功能。不同类型的交换系统所采用的信号方式有很大差别。信号处理过程需用加以规范化的一系列协议来实现。

(4) 控制单元

交换系统应能在程序控制下有条不紊地完成大量的接续连接，以确保服务质量(QoS)。由图 1.2.1 可见，交换网络、通信接口、信令单元都与控制单元有关。不同类型的交换系统有不同的控制技术，与通信协议密切相关。控制技术的实现与处理机控制结构有关，直接影响到交换系统的性能和服务质量。

2. 电信交换方式分类

电信网的交换方式是指交换节点为完成其交换功能所采用的互通(Intercommunication)技术。交换方式的分类如图 1.2.2 所示。

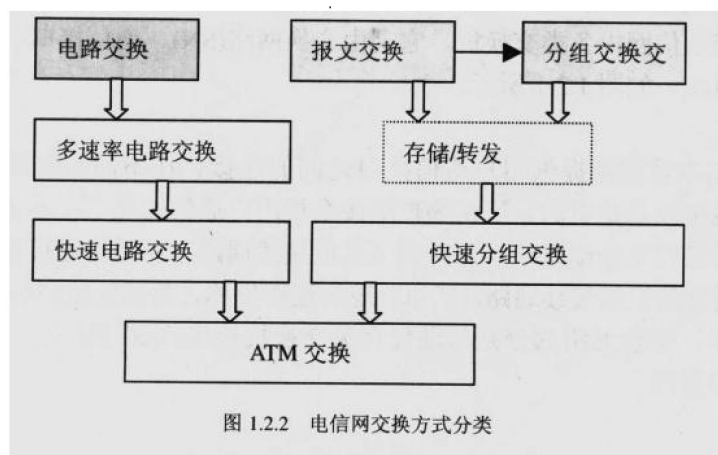


图 1.2.2 电信网交换方式分类

由图 1.2.2 可见, 交换方式基本上分为三种, 即电路交换(Circuit Switch: CS)、报文交换(Message Switch: MS)和分组交换(Packet Switch: PS)。从交换原理上来看, 电路交换是电路传送模式, 又称同步传送模式; 而报文交换、分组交换与电路交换方式完全不同, 采用存储 / 转发模式, 又称异步转移模式。ATM 交换是在快速分组交换的基础上结合了电路交换的优点而产生的高速异步转送模式, 已由 ITU-T 确定为 B-ISDN 的基本传送模式。随后几小节仅对基本的交换方式: 电路交换、报文交换、分组交换的工作原理和特点作一介绍, ATM 交换将在第 3 章专题阐述。

1.2.2 电路交换

1. 电路交换处理过程

电路交换是一种广泛应用的传统交换方式, 表 1.2.1 列出了基于电路交换的电话交换技术基本汇总。

表 1.2.1 基于电路交换的电话交换技术

交换机类型	接续方式	发明人	发明/使用年份
电话通信		A.G. Bell	1876 年发明
磁石电话交换机	人工式		1878 年使用
共电电话交换机			
步进制史端乔式自动交换机		A.B.Strowger	1889 年发明
	机电式		1892 年使用
机动制自动交换机			
纵横制自动交换机			
程控交换技术	电子式		
模拟程控交换机			1965 年使用
数字程控交换机			1970 年使用

从表 1.2.1 中可知, 在 1965 年, 美国公用电话网首次引入模拟程控电子交换技术, 显示了巨大的生命力, 推动了全球程控交换系统的发展。所谓模拟程控交换, 是指控制单元部分采用了存储程序控制(Stored Program Control: SPC), 即软件控制, 而话路部分、交换网络传送和交换的是模拟的话音信号。70 年代初, 法国开通的数字程控交换在话路部分交换的话音信号是经脉冲编码调制 (Pulse Code Modulation: PCM) 后的数字化语音, 采用了数字式的交换网络。

所有电路交换的基本处理过程都包括呼叫建立、通话(信息传送)、连接释放三个阶段, 如图 1.2.3 所示。

(1) 呼叫建立阶段

图 1.2.3 中主叫用户取机, 听拨号音, 拨被叫号码。若被叫用户不在同一个交换局, 则 A 局向 B 局送占用信号, 转接被叫号码, 再由 B 局转发到 C 局。A 局常称为本地局, C 局为远端局, 而 B 局仅起到中转作用, 称为中转局。最终 C 局按被叫号码向被叫发送振铃信号。当被叫用户取机后, C 局接收应答信号, 然后通知各局加以连接。