

程控交换与综合业务通信网

乐正友 杨为理 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书从应用角度介绍了信息交换与传输等方面的基础知识,并以当前先进的综合业务程控数字交换机为范例,全面而系统地介绍了程控数字交换技术以及程控数字交换机的硬件、软件与组网方式。同时对当前电信网络的研究热点综合业务数字网(ISDN)和 ATM 网作了较为详细的介绍,重点讨论了 ISDN 的技术规范和 ATM 交换技术及其交换结构。

本书既反映了电信网与交换领域中的最新技术,又具有一定的实用和参考价值。

本书可供电信网与交换领域有关工程技术人员使用,也可作为大专院校相关专业的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

程控交换与综合业务通信网/乐正友,杨为理编著. —北京:清华大学出版社,1999. 3
ISBN 7-302-03355-2

I. 程… II. ①乐… ②杨… III. 综合业务通信网 IV. TN913. 24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 04454 号

出版者:清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者:北京市密云胶印厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:787×1092 1/16 印张:27.5 字数:653 千字

版 次:1999 年 5 月 第 1 版 1999 年 5 月 第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-03355-2/TN·102

印 数:0001~5000

定 价:29.50 元

清华大学出版社

前 言

90年代以来,交换技术与网络技术的不断发展与相互渗透使全球信息产业和业务进入了一个持续高速发展的新阶段。异步转移模式(ATM)、动态同步转移模式(DTM)、IP交换以及宽带综合业务数字网(B-ISDN)、数字数据网(DDN)、帧中继(frame relay)、虚拟专用网(VPN)、因特网(Internet)、千兆以太网等一系列新名词、新技术、新网络不断地涌现在人们眼前。尤其是因特网的日益广泛应用,不仅把人们带入了一个五彩缤纷的世界,而且也使人们初步领略到信息社会的高效性及其给人们生活增添的乐趣。同时,面对信息时代的到来,人类社会也遇到了前所未有的新挑战。在这种背景下,学习和掌握交换与网络技术已成为有关工程技术人员与广大青年学生迫切的需要。为此,作者对原来编写的《程控数字交换机硬件软件及应用》(清华大学出版社1991年出版)作了重大修改,并充实了网络方面的内容而编写成此书。

交换是网络的核心,网络是信息传输的平台。通信网络百余年的发展史已经证明,并将证明:交换技术的突破将极大地推动通信网络的演进。在由交换与网络共同支撑的信息社会的基础设施中,程控交换机、ATM交换机、LAN交换机等各种不同类别的交换系统都在不同的通信网络中发挥着极其重要的作用。这些交换系统虽然在许多方面彼此不同,但在基本原理、概念和结构上是相通的。有鉴于此,本书选择目前先进的综合业务程控数字交换机为范例,全面、系统而又具体地介绍程控数字交换机的硬件、软件及ISDN、ATM等相关电信网络的基本知识。作者力求使本书既能反映当前最新技术,又具有一定的实用和参考价值,以满足广大读者的需要。本书可供在电信网领域工作的有关技术人员使用,也可作为大专院校相关专业的教材或参考书。

全书共分10章。第1,2章概述了综合信息网络的分类、特点及其发展状况,并从应用角度介绍了交换与传输方面的基础知识,以便于读者学习后面的内容。第3,4章简要介绍了程控交换机的基本构成、接续原理及其信令系统。第5章以较多的篇幅具体地介绍程控交换机的硬件结构,侧重于外围接口电路、交换网络及其控制技术。第6章详细介绍了程控交换机的软件系统,重点说明各部分软件的功能及原理。ISDN与ATM网是当前电信领域的一个研究热点。其中,ATM网是在ISDN的基础上对交换技术作了突破性的变革后所产生的一种新型网络,为使读者了解这些网络的基本概况与技术,本书第7章和第9章分别作了介绍。第8章讨论了综合业务程控交换机在不同网络环境中的组网方式,第10章则是从应用角度向读者具体介绍一种当前先进的综合业务数字交换机SOPHO iS3000,以使读者增加一些具体的实用知识。

本书第1,2,3,4,7章由杨为理编写,第5,6,8,9,10章由乐正友编写。感谢飞利浦商务通信部为本书提供的支持与帮助。

限于作者的水平和能力,书中难免有不妥之处,恳请读者指正。

作 者

1998年12月于清华园

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 通信与信息网络的发展概况	1
1.2 信息网络的分类与特点	3
1.3 交换机的演进过程	5
1.4 程控交换机的特点与技术动向	8
1.5 电话网的结构.....	10
1.6 话务理论基础.....	13
第 2 章 信息交换与传输技术基础	20
2.1 信息交换技术.....	20
2.2 信号数字化技术.....	24
2.2.1 话音信号的数字化方法.....	24
2.2.2 图像与视频信号的数字化方法.....	34
2.3 信道共享与多路复用技术.....	35
2.3.1 频分复用.....	36
2.3.2 时分复用.....	37
2.4 数字信号的基带传输技术.....	40
2.5 数字信号的载波传输技术.....	48
第 3 章 程控交换机的构成与原理	54
3.1 程控交换机的基本构成.....	54
3.2 交换网络的结构与接续原理.....	59
3.2.1 空分接续网络.....	59
3.2.2 时分接续网络.....	61
3.2.3 时分空分组合接续网络.....	63
第 4 章 程控交换机的信令系统	66
4.1 用户线信令.....	66
4.1.1 监视信令.....	67
4.1.2 地址信令.....	67
4.2 局间信令.....	68
4.3 随路信令与中国 1 号信令.....	69
4.3.1 线路信令.....	69
4.3.2 记发器信令.....	74
4.4 共路信令与 ITU—T 7 号信令.....	80

• ■ •

第 5 章 程控数字交换机的硬件结构	84
5.1 系统概念	84
5.1.1 系统的基本功能	84
5.1.2 程控数字交换机的总体结构	88
5.1.3 程控数字交换机的服务功能	94
5.2 外围接口	100
5.2.1 概述	100
5.2.2 模拟用户电路	101
5.2.3 模拟中继单元	110
5.2.4 数字用户电路	114
5.2.5 数字中继单元	125
5.2.6 多频信号收发器	128
5.3 数字交换网络	131
5.3.1 概述	131
5.3.2 单片单 T 网络	133
5.3.3 复接单 T 网络	136
5.3.4 TTT 网络	138
5.3.5 TST 网络	143
5.3.6 交换网络的控制	148
5.4 控制系统	151
5.4.1 引言	151
5.4.2 程控交换机的控制方式	152
5.4.3 控制系统的容错技术	154
5.4.4 控制系统的结构	168
5.4.5 处理机间的通信方式	171
5.5 程控交换机中信令的处理	175
5.5.1 模拟用户信令的处理	175
5.5.2 数字用户信令的处理	176
5.5.3 局间信令的处理	179
第 6 章 程控数字交换机的软件	182
6.1 引言	182
6.1.1 软件的基本特点	182
6.1.2 软件的一般结构	183
6.1.3 程序设计语言及其基本技术	185
6.2 数据结构	189
6.2.1 数据的基本类型	189
6.2.2 数据结构的常用类型	191
6.2.3 数据库	195

6.2.4	数据结构实例	197
6.3	操作系统	198
6.3.1	进程管理和调度	199
6.3.2	信号处理	201
6.3.3	存储管理	202
6.3.4	文件管理	206
6.3.5	资源管理	211
6.4	呼叫处理程序	214
6.4.1	概述	214
6.4.2	呼叫信号的检测	215
6.4.3	数字分析与翻译	220
6.4.4	呼叫处理过程的 SDL 语言描述	226
6.4.5	呼叫处理程序的调度管理	231
6.4.6	呼叫处理程序的结构	237
6.5	工程设计与运行维护程序	243
6.5.1	概述	243
6.5.2	OM 基本系统	244
6.5.3	命令模块	247
第 7 章	窄带综合业务数字网与用户终端	250
7.1	主要的用户业务与终端	250
7.1.1	电话与电话机	250
7.1.2	电报与电传机	254
7.1.3	传真与传真机	255
7.1.4	可视图文与图文电视	260
7.1.5	电子邮件	261
7.2	ISDN 的定义与建议	261
7.3	ISDN 的结构	266
7.4	ISDN 的用户—网络接口	268
7.4.1	ISDN 用户—网络接口的参考配置	269
7.4.2	ISDN 用户—网络的通路与信道结构	270
7.5	ISDN 基本速率接口	272
7.5.1	第 1 层协议	272
7.5.2	第 2 层协议	277
7.5.3	第 3 层协议	281
7.6	ISDN 基群速率接口	285
7.7	ISDN 终端与终端适配器	288
7.7.1	线路适配器	289
7.7.2	数字话机	293

7.8	几种常用的数据通信接口标准	294
7.8.1	V.24 建议与 RS-232C 标准	295
7.8.2	RS-449 标准	300
7.8.3	V.35 建议	302
7.8.4	G.703 建议	303
7.8.5	X.21 建议	306
7.8.6	X.25 建议	307
7.8.7	V5 接口规范	311
第8章	程控交换机的组网方式	319
8.1	引言	319
8.2	数据通信网概述	321
8.2.1	分组交换数据网	321
8.2.2	帧中继	330
8.2.3	数字数据网	333
8.2.4	局域网	335
8.3	公用电话网的接入方式	341
8.3.1	半自动接入方式	341
8.3.2	全自动接入方式	343
8.3.3	混合接入方式	345
8.3.4	用户交换机的互连	345
8.4	公用数据网的接入方式	349
8.4.1	拨号接入	349
8.4.2	专线接入	351
8.4.3	用户交换机的接入	351
第9章	异步转移模式	354
9.1	背景	354
9.2	ATM 的基本原理	356
9.2.1	ATM 网络的基本概念	356
9.2.2	ATM 信元的结构	358
9.3	ATM 交换的原理	360
9.3.1	虚信道和虚通道	361
9.3.2	复用的基本概念	361
9.3.3	交换的基本原理	362
9.4	ATM 交换网络的结构	365
9.4.1	空分交换网络	366
9.4.2	共享存储器式交换网络	371
9.4.3	总线式交换网络	376
9.5	流量控制与拥塞控制	381

9.5.1	连接接纳控制	381
9.5.2	应用参数控制与网络参数控制	382
9.5.3	优先级控制	383
9.5.4	基于比特率的反馈式控制	383
9.6	ATM 物理接口	385
9.6.1	ATM 协议参考模型	386
9.6.2	SDH 接口	389
9.6.3	PDH 接口	391
9.6.4	FDDI 接口	393
第 10 章	SOPHO iS 3000 系列交换机	396
10.1	概述	396
10.1.1	系统总貌	396
10.1.2	外围模块	399
10.1.3	交换模块	403
10.1.4	中央控制模块	407
10.2	系统管理	410
10.2.1	管理设备	410
10.2.2	配置管理	412
10.2.3	话务管理	422
10.2.4	保密管理	424
10.2.5	故障管理	425
10.3	系统的运行与维护	426
10.3.1	后备文件的维护	426
10.3.2	系统启动	428
参考文献		430

第 1 章 概 论

1.1 通信与信息网络的发展概况

当前世界已逐步进入“信息时代”，信息已成为现代社会，特别是 21 世纪最重要的战略资源。信息技术是当今社会乃至未来社会生产力的基本要素，是发展最活跃、应用最广泛的领域。信息产业已成为国民经济的基础结构，在国民经济生产总值中占有愈来愈大的比例。为此，世界各国均将通信和信息技术及产业放在优先发展的地位，给予很大的投资，研制、开发、建立了各种先进的通信系统和信息网络，在规模、增长率、普及程度和产值诸方面都达到了空前的水平。

进入 90 年代，许多发达国家为保持其在下世纪科技、经济上的领先地位，在现有基础上大力发展信息技术和信息产业。1993 年美国克林顿政府提出了一项实施“永久改变美国人生活、工作、学习和相互交往方式”的国家信息基础设施(NII, national information infrastructure)，即通常所谓的“信息高速公路”(information highway)建设计划。它实际是一种能够为广大用户随时提供大量信息的，由通信网与计算机、数据库及日用电子产品构成的“完备”(seamless)网络。美国提出该项计划是基于先进的技术基础，并借鉴了 50~60 年代汽车与州际高速公路发展所带来的巨大效益和“汽车文化”的经验，它是 60~90 年代计算机、通信网络、多媒体与数据库、家电发展的产物。美国拟为此投资数千亿美元，10~15 年建成，现正在推行 HPCC(高性能计算与通信)计划。各国也广为响应，正在制定各自的发展战略与策略，增加投资，紧锣密鼓地付诸实施，已将 NII 扩展为 GII(全球信息基础设施)概念，以鼓励投资，刺激竞争，开放访问网络和服务，创造柔性环境，促进全球信息的共享与交流。如日本 1993 年发表“高度信息化计划”，提出面向 21 世纪的 VI & P (visual, intelligent and personal)服务模式，计划建立日本的“全国超高速信息网”，实现“从物质、能源时代向信息、知识时代转变”。

我国改革开放以来，对此也极为重视，在国家规划中将信息、材料与能源列为国民经济的三大基础产业，已进入了规模投入、规模发展阶段，通信与信息技术和系统无论在研制、开发，还是生产、建设与应用方面，均取得了惊人的成就和飞速的发展。近些年，为适应 NII 的世界发展潮流，我国也根据自己的国情和现状制定规划，积极稳妥地进行各种通信干线与公用网、专用网及信息化工程的基础设施建设。

我国目前已铺设了多种通信与信息网络，现摘要列举如下。

1. 光纤、卫星和数字微波骨干网

光纤、卫星和数字微波骨干网构成了目前中国主要的“信息国道”。现已建成了 23 条省际大容量光缆通信干线，并于 1995 年 3 月铺设完成了最长的亚欧光缆工程中国段(上海—西安—兰州—乌鲁木齐—伊宁)，共 1.6 万 km。到 1998 年底，全国已铺光缆长度达 100 万 km。

根据规划,在2000年前,再铺20条光缆干线,形成全国性八纵八横的光缆骨干网格局(如哈—沈—津—沪、京—穗、沪—宁—汉—渝—蓉等)及覆盖广大地区的光纤网,辅以卫星通信网和数字微波通信网。使长途电话业务达到240万路,并可为信息网络提供大容量、高质量的数字通信与互连线路。

2. 公用电话交换网(PSTN)

我国程控电话交换网发展很快,自1982年11月福州首次开通FETEX—150的万门程控交换机到1995年12月青海黄南藏族自治州隆务镇开通程控交换机,在13年内全国共有335个地、市、州实现了市话全部“程控化”,随着1997年8月四川凉山彝族自治州普格彝族自治县开通程控交换机,我国县以上城市也全部实现了程控化。至1998年底全国局用电话交换网总容量已达1.26亿门,年增长率为70%,人均普及率已达10%,长途传输数字化比重达98.9%,局用电话交换程控化比例达到99.7%,总容量已超过了德国、日本,成为仅次于美国的世界第二大电话网。

根据规划,到2000年,全国公用电话网总容量达到1.74亿门,普及率达10%以上(城市为30%~40%),构成完整的程控交换网,实现城市户户有电话,农村村村通电话,并可实现方便的Modem(调制解调器)数据通信。

这类网络除承载一般的电话、图文传真业务外,还可经Modem与模拟话路信道,或者经终端适配器(TA)与2B+D数字信道,传送数据信息,适于远端与分散的计算机用户灵活、方便地接入网络。

3. 公用分组交换数据网(CHINAPAC)

我国于1993年正式建立该网并开通使用,目前建成汇接中心8个,交换中心30个,二十余个省市地区网,可通达2300个市、县、镇,端口容量达13万个,用户约6万个。可与23个国家、地区共40多个国外公用数据网相连。计划到2000年达到26万端口,覆盖我国90%以上的县市及部分乡镇。

该网络采用X.25协议,适于数据信息交换及远程计算机网络互连。但一般数据率较低(通常低于64kbit/s),延时较大。

4. 公用数字数据网(CHINADDN)

我国于1994年建设、开通数字数据网(DDN),现已连至2300个市、县、镇,端口容量达18万个,用户约6万个,沿海地区基本延伸到县,并与23个国家、地区共44个网相接。预计到2000年,可有32万个端口,覆盖全国60%的县以上城市。

这是一种新型数字网络,它基于高质量光纤等数字信道,克服了传统模拟信道及X.25数据网传输速率低、质量差等缺点。可为用户接入或网间互连提供高速(一般为64~2048kbit/s,或更高)、高质量的端到端半永久数字连接电路。

5. 中国公用因特网(CHINANET)

为了使我国公用网或专用网接入因特网(Internet),广泛使用全球信息资源,我国于1994年建立了中国Internet骨干网——CHINANET。经美国SPRINT公司的SPRINT-LINK网连接Internet,为全国广大用户提供灵活的接入服务。目前可通过电话拨号、CHINAPAC、CHINADDN等方式入网,提供电子邮件(E-mail)、远程登录(Telnet)、文件传送(FTP)及各种查询、浏览工具(如Gopher,WWW,Archie,WAIS等)服务。现已有

北京、上海、广州等 Internet 国际出入口。

我国还建立了公用电子邮箱系统(CHINAMAIL)、公用电子数据交换业务网(CHINAEDI)、公用传真存储转发业务网(CHINAFAX)及无线、移动数据通信网等。

6. “金”系列网络工程

为促进信息网络技术在国民经济各部门的推广应用,为我国未来的“信息高速公路”的发展奠定基础,近几年来,我国开始建设以“三金”工程为代表的“金”系列网络,包括:金桥工程(财政、经济)、金卡工程(货币、金融)、金关工程(外贸、海关)、金税工程(税务)、金海工程(宏观决策)、金卫工程(医疗、卫生)等。如金桥网(CHINAGBN),采用卫星与光纤网“天地一体”的网络结构,覆盖全国众多城市,与各地方、各部门很多专用网互连,或依托金桥网建设虚拟网。同时充分利用现有 PSTN、PDN、DDN、卫星网、数字微波网、CATV 网的通信资源,连接国家经济综合管理部门及数万个大中型企业、重点工程、科研教育基地等信息源,并有 Internet 国际出入口。

7. 中国科技信息网(CSTNET)

该网络是在北京中关村地区教育和科研示范网(NCFC)与科学院有关网络的基础上发展起来的。原 NCFC 主要包括科学院网(CASnet)、清华大学校园网(TUnet)和北京大学校园网(PUnet)。它们经光缆以 10Mbit/s 速率互连,采用国际流行的 TCP/IP 协议,经路由器接入公用网,并与国际 Internet 相连。各单位网采用多种网络形式,如光纤分布式数据接口(FDDI) (100Mbit/s)、计算机局域网(LAN) (10Mbit/s 或 100Mbit/s)、程控交换网等,互连成实用的综合信息网。其后网络规模不断扩大、升级,逐步连接北京和全国众多的科研院所,扩展为中国科技信息网并提供 Internet 国际出入口。

8. 中国教育和科研计算机网(CERNET)

在 NCFC 与 TUnet 等校园网的基础上,于 1994 年开始建立覆盖全国各高校的计算机网 CERNET。

CERNET 采用三级网络体系:主干网、地区网和校园网,网络中心设在清华大学;分七个地区,即北京地区、东北地区、华东地区、华中地区、华南地区、西北地区与西南地区,以此为中心辐射连接到各高等学校和有关的研究院、所。地区间用 DDN 进行连接,呈三环结构形式。网络采用 TCP/IP 协议。校园网一般采用 FDDI 或 ATM 作主干网,各建筑物内主要采用 LAN,远程或分散用户(如家庭)则利用程控电话交换网拨号访问主干网(以 PPP/SLIP 协议入网)。现已有北京等 Internet 国际出入口。

此外,各部门或各单位还根据需要建立了众多的专用信息网络与窄带综合业务数字网(N-ISDN)及宽带综合业务数字网(B-ISDN)或异步转移模式(ATM)网络。

1.2 信息的分类与特点

1. 分类

目前建有各种类型的信息网络,可以从不同的角度对其进行分类。

(1) 按业务和功能划分

电话网——主要业务为电话、图文传真及低速数据、慢速图像等。

电报网——主要业务为电报和低速数据。

传真网——主要利用电话网,进行图文传真。

计算机数据网——主要业务为计算机数据及分组话音、图像等。

有线电视(CATV)网——主要业务为视频(电视)信号及话音、数据。

此外还有移动通信网、微波通信网、卫星通信网、无线寻呼网等。

(2) 按管理体制划分

公用网——如公用电话交换网(PSTN,public switched telephone network)、公用数据网(PDN,public data network)及因特网等。

专用网——如用户程控交换机(PABX,private automatic branch exchange)所构成的专用电话网、计算机局域网(LAN)、校园网,以及某些部门管理和应用的网络(银行、交通、公安、水利与军事等专用网)。

(3) 按交换方式划分

电路交换(circuit switching)——如 PSTN,PABX,适于双向、实时的话音与非突发性数据等信息交换。

报文(消息)交换(message switching)——如 telex(用户电报),适于报文信息的存储转发。

分组(包)交换(packet switching)——如 PDN,LAN 等,适于计算机分组数据信息的交换。

(4) 按规模与应用范围分

有全球(洲际)网、国家网、地区网、广域网(WAN)、城域网(MAN)、局域网(LAN)、企业网、单位网、校园网等。

(5) 按控制方式和拓扑结构划分

按控制方式分有集中控制式、分级控制式、分布控制式。按拓扑结构分有星型、总线型、环型、树型及混合型。

现有各类网络一般都是由不同的管理或应用部门按专业分别建立的,用户需要某种业务时,应向有关部门申请,由它们提供用户专用线,如图 1.1(a)“现有模型”所示。随着技术的发展和业务需求的增长,“现有模型”在功能上和经济上都无法适应用户的要求,为此,ITU—T 自 70 年代就提出了综合业务数字网(ISDN,integrated services digital network)的概念,并于 80 年代初形成了各种 ISDN 的建议,随之出现了 ISDN 的规划、研究与开发、建设的热潮。ISDN 的特点是在一个综合网络中可支持各种话音和非话音业务,向用户提供一组多用途、标准化的用户—网络数字接口,以满足其综合业务需要,如图 1.1(c)“未来模型”所示。但是要从“现有模型”过渡到“未来模型”,需要经过相当一段发展历程,此间主要应逐步完成网络的数字传输和数字交换,包括数字化到用户或终端,实现从模拟网到数字网的“网络过渡”,还要逐步完成从单一业务到综合业务的“业务过渡”。为此需要将现有网络进行必要的改造,完善与标准化接口,实现网络间的互连,通过统一的出入口和数字线接于用户,如图 1.1(b)“过渡模型”所示。

2. 发展总趋势

信息网络的发展动力来自于技术的进步和社会的需求。前者目前主要表现在现代通

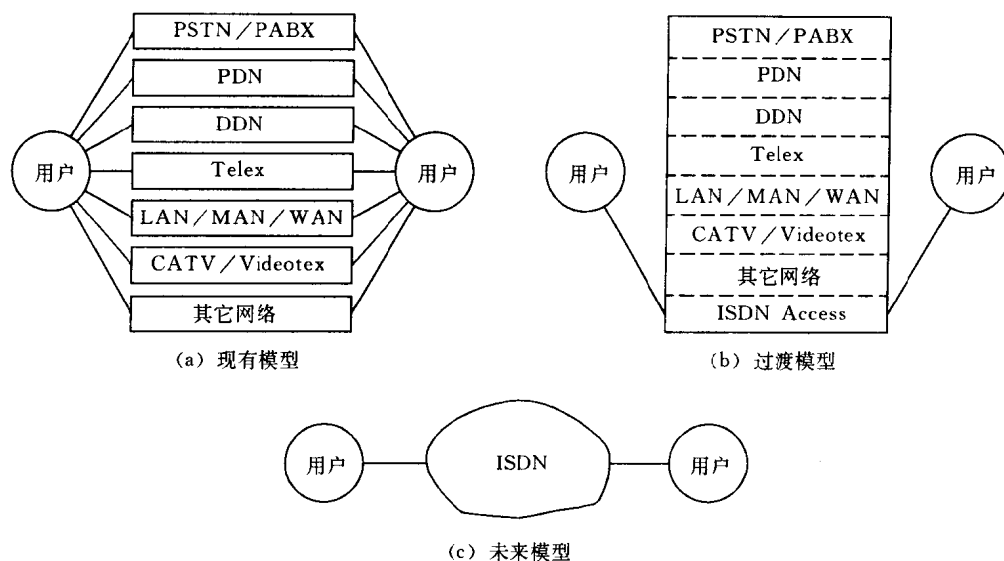


图 1.1 信息网络向 ISDN 过渡的几个阶段

信、计算机和大规模集成电路(VLSI)或专用集成电路(ASIC, application specific integrated circuit)等技术的驱动,后者主要表现在人们对各种业务(如话音、传真、数据、图像或视频及多媒体等)日益增长的需求和应用的驱动。从近一二十年信息网络的发展历史和发展趋势可以明显地看出,信息网络是现代通信技术、计算机技术与 ASIC 相结合的产物,是现有各种网络互相渗透、有机结合、逐步汇聚的结果。

信息网络的发展总趋势体现为:信息数字化、可视化、综合化;通信高速化、移动化、个人化;系统集成化、智能化、标准化。这样就必然会实现网络在先进硬件与完美软件上的充分结合,使系统与设备具有多功能、高速率、小体积、低功耗、高可靠及方便灵活等一系列特点。

1.3 交换机的演进过程

自 1876 年贝尔(Bell)发明电话以来,随着社会需求的日益增长和科技水平的不断提高,电话交换技术处于迅速的变革与发展之中。其历程大致可以分成人工交换、机电交换与电子交换三个阶段。早在 1878 年在美国康涅狄格州新哈芬港就出现了人工交换机,它是借助话务员进行电话接续,显然其效率是很低的。美国人史端乔(Strowger)于 1891 年发明了升降旋转接线器,并继而出现了步进制(step-by-step)交换机,它标志着交换技术从人工时代迈入机电自动交换时代。这种机电式交换机属于“直接控制”方式,即用户可以通过话机拨号脉冲直接控制步进接线器做升降与旋转动作,从而自动地完成用户间的接续。这种交换机虽然实现了自动接续,但存在着速度慢、效率低、杂音大与机械磨损严重等缺点。直到 1919 年瑞典工程师比图兰特(Betulander)与帕尔姆格林(Palmgren)申请了纵横接线器专利,并于 1926 年和 1938 年分别在瑞典与美国开通了纵横制(crossbar)交换

机,才部分地解决了上述问题。相对于步进制交换机,它有两方面重要改进:① 利用由继电器控制的压接触接线阵列代替大幅度动作的步进接线器,从而减小了磨损与杂音,提高了可靠性和接续速度;② 由直接控制过渡到间接控制方式,这样,用户的拨号脉冲不再直接控制接线器动作,而先由记发器接收、存储,然后通过标志器驱动接线器,以完成用户间接接续。这种间接控制方式将控制部分与话路部分分开,提高了灵活性与控制效率,加快了速度。由于纵横制交换机具有一系列优点,因而它在电话交换发展史上占有重要的地位,得到了广泛的应用,直到现在,世界上仍有电话网在使用纵横制交换机。

半导体器件和计算机技术的诞生与迅速发展,猛烈地冲击着传统的机电式电话交换结构,使之走向电子化。美国贝尔系统经过艰苦努力于1965年在新泽西州开通了世界上第一台商用存储程序控制的电子交换机(No. 1 ESS),这一成果标志着电话交换从机电时代跃入电子时代,使交换技术发生划时代的变革。由于电子交换机具有体积小,速度快,且便于提供有效而可靠的服务等优点,引起世界各国极大的兴趣,在发展过程中相继研制出各种类型的电子交换机。就控制方式而论,主要分两大类:

(1) 布线逻辑控制(WLC, wired logic control)

它是通过布线方法实现交换机的逻辑控制功能。通常这种交换机仍使用机电接线器而将控制部分更新成电子器件,因此称它为布控半电子式交换机。这种交换机相对于机电交换机来说虽然在器件与技术上向电子化迈进了一大步,但它基本上继承与保留了纵横制交换机布控方式的弊端——体积大,功能低,缺乏灵活性,因此它只是机电式向电子式演变历程中的过渡性产物。

(2) 存储程序控制(SPC, stored program control)

它是将用户的数据和交换机的控制、维护与管理功能预先编成程序,存储到计算机的存储器内。当交换机工作时,控制部分自动监测用户的状态变化和所拨号码,并根据要求执行程序,从而完成各种交换功能。通常这种交换机属于全电子类型,采用程序控制方式,因而称为存储程序控制交换机,或简称为程控交换机。

程控交换机按其用途可以分为市话、长话和用户交换机;按接续方式可分为空分与时分交换机。由于程控空分交换机的接续网络(或交换网络)采用空分接线器(或交叉点开关阵列),且在话路部分中一般传送与交换的是模拟话音信号,因而习惯称为程控模拟交换机。这种交换机不需进行话音的模数转换(编解码),用户电路简单,因而成本低,目前主要用作小容量模拟用户交换机。

程控时分交换机一般在话路部分中传送与交换的是数字话音信号,因而又称为程控数字交换机。随着数字通信与脉冲编码调制(PCM)技术的迅速发展和广泛应用,世界各国自60年代开始以极大的热情竞相研制程控数字交换机,经过艰苦努力,法国首先于1970年在拉尼翁(Lanion)成功地开通了世界上第一个程控数字交换系统E10,它标志着交换技术从传统的模拟交换进入数字交换时代。由于程控数字交换技术的先进性和设备的经济性,使电话交换跨上一个新的台阶,而且对开通非话业务、实现综合业务数字交换奠定了基础,因而成为当今交换技术发展的主要方向。随着计算机技术和专用集成电路的飞跃发展,程控数字交换的优越性愈加明显地展现出来。目前所生产的中、大容量程控交换机全部为数字式的。

有关交换机的分类与发展趋势如图 1.2、图 1.3 所示。

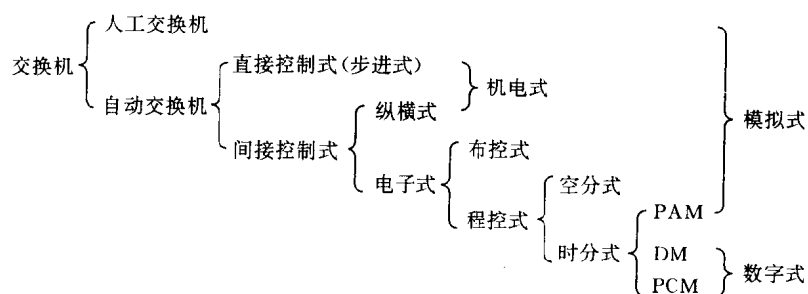


图 1.2 交换机的分类

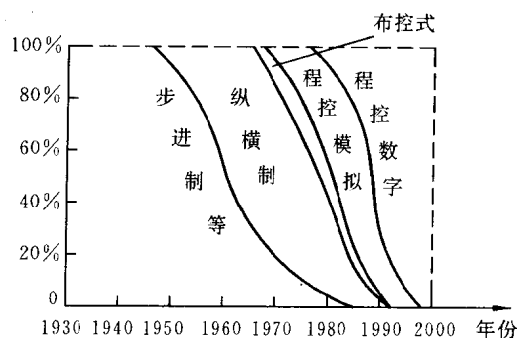


图 1.3 各类交换机的发展趋势

近一二十年来，国外研制与生产出众多各具特色的程控数字交换机，比较有代表性的有：

No. 5 ESS	（美国 AT & T 公司）
HARRIS—20—20	（美国 HARRIS 公司）
D60,70	（日本 NTT 公司）
NEAX—61, NEAX2400	（日本 NEC 公司）
FETEX—150	（日本富士通公司）
E10B/S	（法国 ALCATEL 公司）
ITT—1240	（比利时 ITT—BTM 公司）
AXE—10, MD110	（瑞典 ERICSSON 公司）
DMS—100/200/300, Meridian—1	（加拿大 NOR TEL 公司）
EWSD—601, HICOM	（德国 SIEMENS 公司）
SOPHO S, iS3000	（荷兰 PHILIPS 公司）

我国自 80 年代初以来，开始研制各种容量的程控交换机，并从国外引进了大量程控交换机，在此基础上经过优选和定点，陆续建立了多条生产线。我国的用户和局用交换机生产能力及电话普及率已大为提高，电话交换网（PSTN/PABX）规模迅速扩大，并于 1997 年在县以上城市实现了电话交换的“程控化”。近些年来，我国研制的局用程控数字

交换机主要有 HJD—04, C & C08 与 SP—30, ZXJ10, EIM—601 等。中外合作生产的大容量程控数字交换机有 S12(S1240), EWSD, 5ESS—2000, DMS 等。用户程控数字交换机的典型机型如表 1.1 所示。

表 1.1 我国生产的部分用户程控交换机

型 号	SOPHO S, SOPHO iS3000	MSL—1, Meridian—1	MD—110	ISDX	HICOM—300	HARRIS— 20—20
与国外合作厂家	荷兰 飞利浦 (PHILIPS) 公司	加拿大 北方电讯 (NORTEL) 公司	瑞典 爱立信 (ERICSSON) 公司	英国 通用裴利 斯电讯 (GPT)公司	德国 西门子 (SIEMENS) 公司	美国 哈里斯 (HARRIS) 公司
容量 (用户 端口)	S50: 20~64 S100: 64~128 S250: 128~256 S1000: 256~1 024 S2500: 256~2 816 多结点: ~20 000	ST: 30~600 NT: 200~1 500 XT: 1 000~7 000	20: ~144 40: ~504 90: 200~10 000	M: ~80 S: 32~272 L: ~2 448 多结点: ~10 000	340: ~256 370: ~960 390: ~5 120 391: ~10 000	M: 144~816 LH: 384~1 920 LX: ~9 216
	iS3010: 20~80 iS3030: 50~250 iS3050: 200~1 000 iS3070: 500~3 000 iS3090: 2 500~10 000 多结点: ~30 000	option 11: ~480 option 21: ~1 200 option 51: ~1 000 option 61: ~2 000 option 81: ~10 000				

1.4 程控交换机的特点与技术动向

程控交换机是现代数字通信技术、计算机技术与大规模集成电路相结合的产物。先进的硬件与日臻完美的软件综合于一体,赋予程控交换机以众多的功能和特点,使它与机电交换机相比,有如下优点:

(1) 提供高质量的交换与通信能力。由于采用电子器件和集成电路,最大限度地降低信号的衰减与噪声的干扰,可实现高质量的话音、低速数据及慢扫图像信号的传输与交换。

(2) 体积小、重量轻、功耗低。程控交换机一般只有纵横制交换机体积的 $1/8 \sim 1/4$,大大压缩了机房占用面积,节省了费用。

(3) 能灵活地向用户提供众多的新服务功能。由于采用 SPC 技术,因而可以通过软件方便地增加或修改交换机功能,向用户提供新型服务,如缩位拨号、呼叫等待、呼叫传递、转移呼叫、遇忙回叫、热线电话、会议电话等,给用户带来很大的方便。

(4) 工作稳定可靠、维护方便。由于程控交换机一般采用大规模集成 (LSI) 电路或专用集成电路 (ASIC),因而有很高的可靠性。它通常采用冗余技术或故障自动诊断措施,以