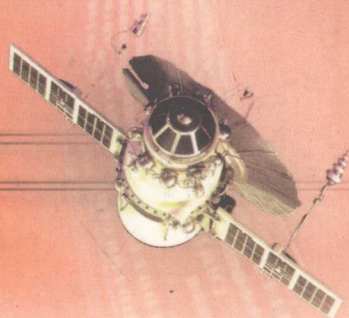


王建章 雷晓明 李 江 丁文武 华德清 主编



新世纪信息产业导向

曾培炎



清华大学出版社

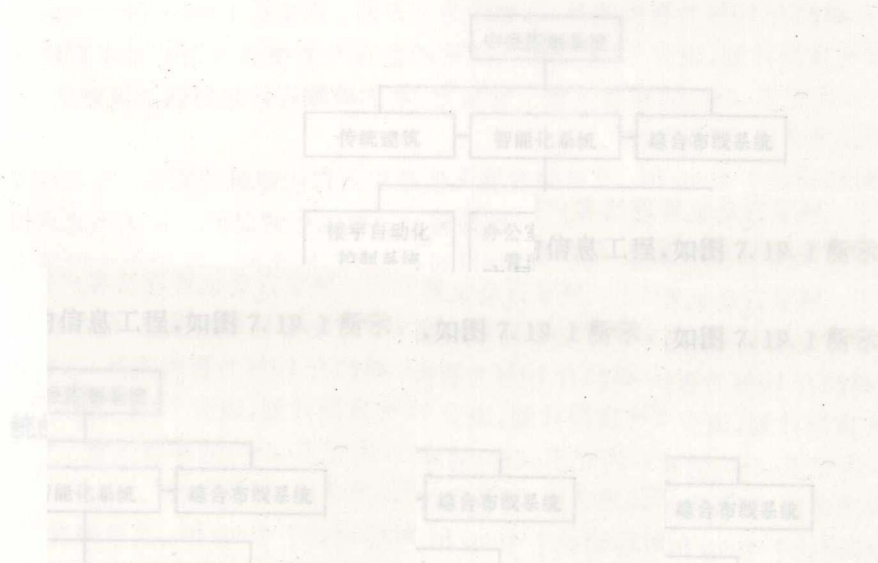
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

新世纪初信息产业导向

王建章 雷晓明 李江 丁文武 华德清 主编

系统构成

智能大厦是以综合布线系统为基础的信息工程,如图 7.19 所示。



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

信息产业在 21 世纪初将会继续蓬勃发展,成为新世纪的支柱产业。

本书是介绍信息产业基础知识的大型科普类读物,涉及通信、广播电视、计算机、软件、微电子、专用仪器设备、网络系统与应用等信息产业七大门类。全书共选编 150 篇文稿,特别约请行业内知名院士、教授、学者和专家撰稿。每篇相对独立,并均包括:名词释义、历史沿革、工作原理、市场以及该类产品的发展趋势等。读者可从广度和深度上了解当代信息产品的概貌。可作为行政管理人员、投资决策者、银行及融资管理人员、大学生和社会各界了解信息产业的知识性读物。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 新世纪初信息产业导向

作 者: 王建章 雷晓明 李 江 丁文武 华德清 主编

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

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

印刷者: 北京市清华园胶印厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 31.75 字数: 724 千字

版 次: 2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-01224-5/TP·462

印 数: 00001~12000

定 价: 56.00 元

出版前言

我们谨以《新世纪初信息产业导向》奉献给广大读者。

为了配合国家信息产业“十五”计划的制定,也为了满足社会各界渴望了解信息产业的愿望,信息产业部规划司、昆明市政府与云南万峰信息产业有限公司共同发起、组织编辑了本书。

本书是介绍信息产业基础知识的大型科普类读物,涉及通信、广播电视、计算机、软件、微电子、专用设备仪器、网络系统与应用等信息产业七大门类。全书共选编了150篇文稿,分别介绍各主要产品门类,这些也正是当前和21世纪初正在或将要重点发展的信息产品,因此读者可从“面”上了解整个信息产业的现状与未来。同时本书各篇文稿相对独立,自成体系,每篇均包括:名词释义、历史沿革、主要工作原理、应用领域、关键技术、主要参数、国内外市场与展望、主要生产厂商与研究机构以及该类产品的发展趋势,因此读者又可从“点”上比较深入地了解各类信息产品的主要内容。

本书对各类信息产品,均强调了其市场展望和技术发展趋势,而且引用了国内外大量最新的可靠数据,所以本书堪当产业导向的重任,可作投资决策的参考依据。

本书特别约请了行业内大批具有相当知名度的院士、教授、学者和专家撰稿,多数文稿仅用3000字~4000字的通俗语言,从理性上对本类技术产品进行介绍,读者可在很短时间内对一类信息产品获得基础性的了解。所以,本书特别适合于已经或希望涉足信息产业的企业家、投资管理人员和涉及信息产业的各类管理人员,可作为丰富的资料集经常参考咨询。本书同样适合于社会各界,尤其是大学生,可作为增加信息产业知识、扩大视野的课外或业余读物,成为不时翻阅的案头益友。

我们特别感谢国家发展计划委员会曾培炎主任为本书题写了书名。

本书在编辑出版过程中得到了本行业内许多领导和专家的关心帮助,在此深表感谢。

由于本书包括的内容极为广泛、涉及众多学科领域和前沿高新技术,编者学识有限,疏漏不当之处在所难免,敬请有识之士匡正。

编 者

2000年8月

《新世纪初信息产业导向》

编 委 会

主 编：王建章 雷晓明 李 江 丁文武 华德清

执行主编：黄 平

编 委：韦 俊 刘卫丽 杨景智 李 峰 顾体明

谭继宁 张信炆 施国强 徐广懋 赖钧涛

邓 雷 郑慰亲 金存忠 孙鹏章 蒋石湘

目 录

第一篇 通信类	1
1.1 数字程控交换机	1
1.2 异步转移模式宽带交换机(ATM).....	6
1.3 无线寻呼系统.....	12
1.4 数字移动通信(GSM)系统	15
1.5 数字移动通信(GSM)手机	18
1.6 CDMA 移动通信系统	21
1.7 码分多址数字无线本地环路系统.....	26
1.8 第三代移动通信系统(IMT-2000)	29
1.9 多媒体移动通信系统.....	33
1.10 数字集群无线移动通信系统	37
1.11 同步卫星移动通信终端	41
1.12 智能通信网络系统	45
1.13 卫星通信系统	47
1.14 数字微波通信系统	52
1.15 同步数字系列(SDH)传输系统	54
1.16 波分复用光纤通信系统	56
1.17 密集波分复用技术	60
1.18 全光网络通信技术	64
1.19 公安应急通信系统	67
1.20 电信管理网(TMN).....	71
1.21 IP 电话系统	73
1.22 可视电话系统	78
1.23 信息与网络安全产品	81
第二篇 音视频与家电类	85
2.1 广播电视数字化.....	85
2.2 数字音频广播(DAB)系统	88
2.3 数字音频广播接收系统.....	93
2.4 数字高清晰度电视机.....	96
2.5 数字处理电视机.....	98
2.6 投影电视机	100
2.7 彩色等离子体电视机	104
2.8 双向有线电视系统	107

2.9	数字电视机顶盒	110
2.10	卫星电视接收系统	112
2.11	应用电视	116
2.12	彩色电视显示墙	117
2.13	激光数字视盘机(DVD)	120
2.14	数字录像机	124
2.15	摄录一体机	127
2.16	家庭影院	131
2.17	MD 录放机	135
2.18	MP3 播放机	138
2.19	空调器	141
2.20	电冰箱	144
2.21	数码相机	146
第三篇 计算机类		151
3.1	多媒体计算机	151
3.2	笔记本计算机	155
3.3	个人计算机	157
3.4	计算机工作站	160
3.5	计算机服务器	163
3.6	嵌入式计算机	167
3.7	工业控制机	169
3.8	硬盘驱动器	174
3.9	光盘驱动器	176
3.10	扫描仪	182
3.11	彩色喷墨打印机	185
3.12	激光打印机	187
3.13	机器翻译	190
3.14	自动柜员机(ATM)	193
3.15	销售终端(POS)	196
3.16	智能卡	199
第四篇 软件与信息服务类		205
4.1	国内软件产业概述	205
4.2	系统软件	207
4.3	支撑软件	209
4.4	应用软件	213
4.5	软件复用与软件构件技术	216
4.6	数据仓库	219

4.7	互联网软件(Java)	223
4.8	网络管理软件	225
4.9	网络信息增值服务及软件	228
4.10	中文信息处理软件	231
4.11	嵌入式操作系统	233
4.12	多媒体数据压缩编码	237
4.13	人工智能软件	239
4.14	企业管理信息化与 ERP	241
4.15	财务软件	245
4.16	计算机辅助设计软件	247
4.17	教育软件	250
4.18	网络翻译	253
4.19	软件产品测试	256
4.20	软件标准化	257
第五篇	微电子基础类	261
5.1	集成电路	261
5.2	集成电路设计	266
5.3	集成电路封装	270
5.4	混合集成电路	273
5.5	片式元器件	275
5.6	机电元件	278
5.7	光纤光缆	281
5.8	微特电机	286
5.9	电声器件	290
5.10	石英晶体元件	293
5.11	光电子器件	296
5.12	敏感元件与传感器	300
5.13	微波真空电子器件	304
5.14	新型显示器件(FED/OELD)	307
5.15	液晶显示器件(STN-LCD)	310
5.16	CRT 显示器件	312
5.17	微波半导体功率器件	317
5.18	微波功率晶体管	320
5.19	真空开关管	323
5.20	节能电光源(绿色照明)	326
5.21	锂离子电池	329
5.22	镍氢电池	332
5.23	无汞碱性锌锰电池	334

5.24	太阳能电池	337
5.25	半导体材料-硅(Si)	340
5.26	半导体材料-砷化镓(GaAs)	343
5.27	超净高纯试剂	345
5.28	光刻胶(光致抗蚀剂)	347
5.29	电子特种气体	350
5.30	绿色电池材料	352
5.31	电子陶瓷材料	356
5.32	磁性材料	360
5.33	磁记录材料	363
第六篇 电子专用设备与仪器类		369
6.1	刻蚀设备	369
6.2	化学气相淀积设备	371
6.3	大束流离子注入机	374
6.4	电子束直写系统	377
6.5	分步重复投影光刻机	379
6.6	超净-SMIF/隔离技术	384
6.7	液相外延系统	387
6.8	表面贴装技术	389
6.9	合成信号发生器	392
6.10	频谱分析仪	396
6.11	逻辑分析仪	400
6.12	在线测试系统	403
6.13	集成电路自动测试系统	406
6.14	移动通信综合参数测试仪	411
6.15	医疗电子产品	414
6.16	磁共振成像系统	416
6.17	计算机断层成像系统(CT)	420
6.18	B型超声波诊断仪(B超)	423
第七篇 网络系统类		427
7.1	互联网	427
7.2	政府上网工程	430
7.3	电子商务	434
7.4	雷达系统	437
7.5	气象雷达系统	442
7.6	船用导航雷达系统	446
7.7	遥控与遥测	448

7.8	全球定位系统(GPS)	452
7.9	空中交通管制系统	456
7.10	军事电子技术	460
7.11	汽车电子系统	463
7.12	交流调速系统	466
7.13	激光测距系统	470
7.14	办公自动化系统	472
7.15	远程教育系统	476
7.16	汉字激光照排系统	479
7.17	电子图书馆	482
7.18	逆工程系统	485
7.19	智能大厦	488

第一篇 通信类

1.1 数字程控交换机

(Digital Program Control Telephone Exchange System)

程控交换机是把计算机的存储程序控制技术引入到电话交换设备中,并组成存储程序控制(stored program control,简称SPC)的电话交换系统。数字程控交换机可以直接处理、传送和交换数字信息,与模拟机相比,具有抗干扰性强、易于时分多路复用、可集成大容量低阻塞的交换网络(DSN)、有利于实现数字交换与数字传输的直接连接等优点,并可构成综合数字网(IDN)和综合业务数字网(ISDN)。

1876年贝尔发明了电话,经历了人工电话交换机(磁石、共电)、机电制自动电话交换机(旋转制、步进制和纵横制)。1970年以后,由于微电子技术和计算机技术的发展,先是半电子、全电子交换机,接着是模拟程控交换机、数字程控交换机。20世纪80年代以来,数字程控交换机成为主流机并得到了迅猛发展。由于交换机是通信网的核心,因此世界各大电信公司都重视它的开发和生产,投入了大量人力、物力和财力,如美国的AT&T公司研制5ESS机,初期投资就达10亿美元,用了2000人年。

我国的电话交换机20世纪80年代以前主要是步进制、纵横制,80年代以后,购买了大量的数字程控交换机并引进了用户机生产线10条7个型号,局用机生产线7条6个型号。90年代以来,用户机引进线的年生产能力为200万线,局用机为2000万线;国内自行研制的局用机如HJD-04,SP-30,C&C08,ZXJ-10,EIM-601机以及用户机EAST8000,LEX118,PABX-30,JSY-31A等几十种型号产品,也形成了很大的年生产能力(用户机100万线以上,局用机2000万线以上)。目前国内合计生产能力已远远大于市场需求,成为可以输出程控交换机的大国。

工作原理

1. 交换机的基本功能。交换机有连接功能、信令与终端接口功能和控制功能,如图1.1.1所示。

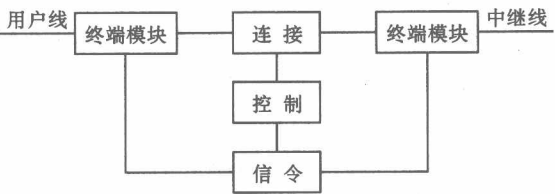


图 1.1.1 交换机的基本功能

- 连接功能。在电路交换中呼叫处理是为通话用户之间建立通路,即连接功能,由交换机中的交换网络实现。

- 信令与终端接口功能。在呼叫建立的过程中,离不开各种信令的传送和监视,信令主要有三种。监视:呼出监视,应答与接收监视;号码:脉冲接收,音频信号接收;音信号:拨号音,回铃音,忙音和铃流。

- 控制功能。连接功能和信令功能都是按接收控制功能的指令来工作。控制功能可分为低层控制和高层控制两部分。低层控制是指对连接功能和信令的控制,由硬件实现,如扫描和驱动程序。高层控制是指与硬件设备隔离的呼叫控制,如对接收的号码进行分析,在交换网络中选择一条通路等。

2. 数字程控交换机基本结构。数字程控交换机主要由话路设备和控制设备组成,如图 1.1.2 所示。

- 话路设备。最基本的话路设备是用户线、中继线、终端接口以及提供连接通路的交换网络,此外还有连到交换网络的信令部件,对用户交换机而言还有话务台。

——数字交换网络。交换网络是话路设备的核心部分,其他话路设备如用户设备、中继设备、信令部件等都要终接在交换网络上。它在处理机控制下建立任意两个终端的连接。交换网络也称为选组级,数字交换机采用数字交换网络,直接对数字化的话音信令进行交换。

——用户电路,每个电话用户线终接在交换机的用户电路上,即图 1.1.2 的终端接口,也称用户线接口电路,其有数字和模拟用户线之分。模拟电路是为适应模拟用户的接口。用户电路约占交换机总成本的 50%,各厂家一般都通过高集成化降低成本。20 世纪 70 年代一块用户电路板通常装 8 个用户,目前达到 32 个用户。如美国国家半导体公司研制的 TP3410 或 TP3419 专用 IC 将 CODEC 编译码器和 SLIC 电路合在一起,使用户电路非常简洁,降低成本,便于维护,也提高了电路板的可靠性。

——用户级。为了提高连接线利用率,交换机引入了用户级概念。用户级用来完成话务集中功能,将一群用户经用户级集中后接出较少的链路通往数字交换网络。

——远端用户级(远端模块)。远端用户级基本功能与局内用户级相似,相当于将用户级从局内移出并装在远端,若干用户级集中后用数字中继线接至母局。通常,局用机均可安装远端模块,每台远端模块多为 1000 线,一个机柜内除交换机的远端模块外还有电源、配线架、空调等。新型的大容量用户交换机也可设置远端模块。

——数字终端。它是数字交换机为适应数字环境而设置的终端接口,也就是数字交换机与数字中继线之间的接口电路。数字终端能适应 PCM30/32 路,直接适配数字中继线,不需编译码,而且具有码型变换、时钟提取、帧同步、信令提取等功能。

——模拟终端。它是为适应模拟环境而设置的终端接口,用来连接模拟中继线。模拟中继线可以是传送音频信号的实线中继,也可以是频分复用的载波中继。对模拟中继线要进行转换,变成 PCM 编码。模拟终端的基本功能除编译码外,还有监视和信令配合功能。模拟中继与数字交换网络之间用数字复用链路连接。

——信令部件。交换机内部或交换机与用户、交换机与交换机之间,除传送话音、数据等信息外,还必须传送各种附加控制信号(称为“信令(signaling)”),以保证交换机协调动

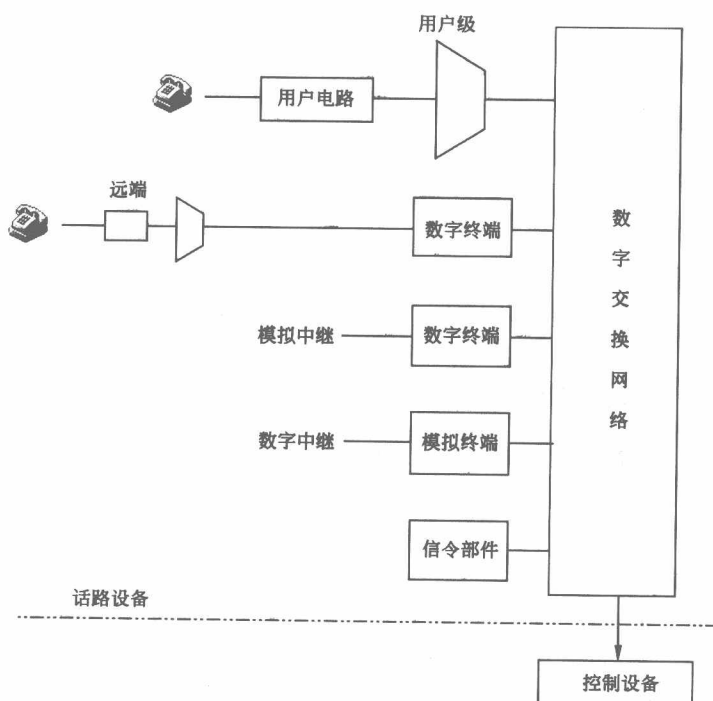


图 1.1.2 程控数字交换机基本结构

作,完成呼叫处理、接续、控制与维护管理等功能。信令部件有多频发送器和接收器,用于多频信号的发送和接收,包括按键话机的双音多频接收器。多频接收器和发送器应能接收或发送数字化的多频信号。信号音发生器,产生数字化信号音,经数字交换网络传送到所需话路上。我国规定了用户信号与振铃、信号音的标准。

- 控制设备,即处理机。它分集中控制和分散控制两种基本方式。其配置方式是系统结构要考虑的重要问题,与硬、软件均有密切关系。处理机做成与其他电路板尺寸相同的插件,插入交换机的插槽中,经背板与其他电路板相连。

——集中控制方式,即控制功能集中在中央处理机的控制方式。中央处理机可以使用全部资源,执行所有功能,控制交换机的运行,如图 1.1.3 所示。信令控制、呼叫控制、交换网络控制均集中于中央处理机。早期多采用集中控制,优点是处理机能掌握整个系统状态,使用所有资源,功能改变可以在软件上进行。但其最大缺点是软件包要包括各种不同特性的功能,规模庞大,不便于管理,而且易受破坏。

——全分散控制方式。该方式无中央处理机,每台处理机只能达到一部分资源,执行一部分功能。主要有单级多机系统、多级处理机系统和分布式控制系统。由于集成电路和微处理机技术的迅猛发展,价格下降,使得采用全分散控制成为可能。为使控制功能分散化,可使信号控制功能分散在各个终端电路中,呼叫控制功能分散在多个控制单元中,而交换网络(DSN)控制可分散在交换机网络本身。如图 1.1.4 所示,图中 TCE 为终端控制单元,ACE 为辅助控制单元。S1240 系统是一种典型的全分散控制系统,该系统全分散控制的实现除了上述控制功能分布在各个终端模块外,还采用了智能交换网络,即网络本身

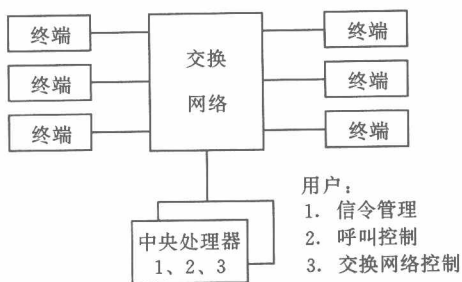


图 1.1.3 集中控制

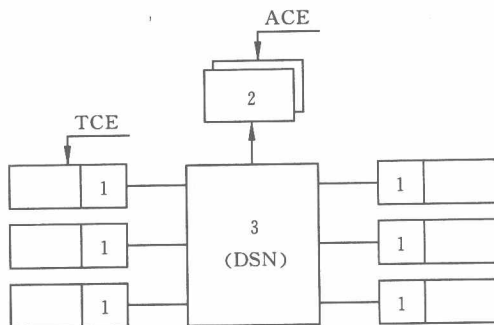


图 1.1.4 全分散控制

具有通路选择和通路控制功能。也就是交换网络的控制功能可以分散在整个网络本身，而不是集中在中央处理机。随着终端模块的增加，新模块的引入或话务负荷增加，这种数字交换网可以均匀而经济的扩充，因此智能化是实现分散控制的关键。全分散控制具有投资少，可均匀扩容，能适应数据业务的话务特性，便于向 ISDN 过渡，可靠性高等优点。

- 二次直流电源(DC/DC)。二次直流电源是程控交换机关键部件之一，也可做成一块可插入层架的电路板。常用的二次电源有 $\pm 12\text{ V}$ 、 $\pm 5\text{ V}$ 等。有些已实现模块化、高集成和高可靠性。为了确保交换机的可靠运行，每层都有一块二次电源，有的系统采用了双电源或互为备用。

- 软件。它是系统的灵魂，非常庞大，联机程序可达几百千字节乃至上兆字节，开发软件需投入几百乃至上千人年。一些面向对象的软件工具和自动生成系统的应用简化了软件开发工作。早期的交换机软件用汇编语言，后来又应用了多种高级语言，CCITT 推荐使用 CHILL 语言。程控交换机软件分为联机运行程序(在线程序)和脱机支援程序(离线程序)。联机运行程序分为操作系统和应用程序，后者又包括呼叫处理、维护和管理三部分。程序量中，操作系统程序占 20%，应用程序占 80%。脱机支援程序用来开发、生产和修改交换机的软件和数据，并提供在修改、安装、开通中的测试程序。

关键技术

随着 VLSI、微处理机技术以及 ISDN 和 Internet(因特网)的迅猛发展，要关注以下几种技术：

1. 大容量交换网络技术。交换网络向大容量、无阻塞、可扩充、高比特率、小体积发展。目前国内外已研制成功 5ESS-2000 192KTS, F150-E3/C10256KTS 和 HJD04 256KTS 等。

2. 高话务处理能力技术。由于 ISDN 业务的开展，接入网系统的加入，智能网业务的渗透，7 号信令应用层的发展，移动系统的综合以及 Internet 业务的增长都对系统的忙时呼叫处理能力(BHCA)提出了更高的要求，传统的 BHCA 计算模型将不再适用，旧机型将被改造或淘汰。

3. ISDN。ISDN 首先要在技术上实现传输和交换的数字化。实现交换局至交换局间的数字化，使网络充分发挥数字技术的特点。因此实现 ISDN 的关键是采用 7 号信令系统

和 SDH(同步数字系统)。

4. 软件技术。随着产品技术中软件含量的迅速扩张,促使了软件设计工具的技术进步。主要发展方向有:采用更高级语言编程及自动编译;建立编程人员工作站;积极开发可再用软件;建立和完善各种软件测试工具并发展和完善专家系统。

主要参数

1. 类型与容量。交换机类型说明交换机的用途,如市话交换机、长话交换机、汇接交换机、农话交换机、用户交换机等。系统容量主要反映用户线容量和中继线容量。单纯的汇接交换机和长途交换机只有中继线容量。

2. 话务处理能力。话务处理能力由两项数据表示:话务负荷能力(E),指在一定的呼损率下,交换系统在忙时可以负荷的话务量,也就是交换网络可以承受的忙时话务量,单位是爱尔兰(Erlang);呼叫处理能力(BHCA),指在一定的质量指标(如接续时延)范围内,交换系统在忙时可以处理的呼叫次数,它反映了处理机的呼叫处理能力,用忙时试呼次数(busy hour call attempts,简称 BHCA)表示。

3. 网络环境。包括:①编号计划:说明各种编号方案,含拨号的位长及是否可不等位编号,容许的位长数等。②路由组织:路由最多的方向数,迂回路由数。③信令方式:可配何种用户线信令和局间信令,是否可采用共路信令。④PCM 传输接口:对 PCM-30 系统一次群(2.048 Mbps)、二次群(8.448 Mbps)的适用性是否符合 CCITT G 系列规定。⑤计费方式:采用何种计费方式,如按次、复式计费等,是否有集中计费功能。

4. 处理机和存储器配置。处理机类型、字长和配置方式、内存容量及外存配置等。

5. 基本功能。主要包括可以完成的基本交换功能,如本机接续、出中继接续、入中继接续、汇接接续等,以及可开放的非话音业务及相应的接口方式。

6. 新服务功能。程控交换机可开放多种新服务功能,用户机的新服务功能更多。

7. 使用条件。如工作电压和机房条件、环境要求等。

8. 传输特性。指传输衰耗、串音衰耗、非线性失真、杂音、群时延、误码率等。

市场现状与展望

国内近年来交换机的年需求量为局用机 2000 万线,用户机 200 万线。预计这种需求还会保持一定时间甚至还会有所增加。如果到 21 世纪中叶达到中等发达国家水平,电话普及率为 50%,按 16 亿人口计算要 8 亿部电话,比目前增加近 7 亿部。

国外发达国家局用机的增长需求逐年减少而用户机增长约 10%。发展中国家则有着非常广阔的市场需求。据统计未来 15 到 20 年内全球将有 7 亿条电话被安装。

生产厂商与研究机构

我国局用交换机年生产能力已达 4000 万线以上,主要生产厂商有上海贝尔(S1240)、北京西门子(EWSD)、天津日电(NEAX-61)、苏州富士通(F-150)、青岛朗讯(5ESS),广东北电(DMS-100)、巨龙(HJD-04)、华为(C&C08)、中兴(ZXJ-10)、大唐(SP-30)、金鹏(EMS-601)等。用户交换机年生产能力也已超过 300 万线,主要生产厂商有深圳通广北电

公司、广州哈里斯公司、中国振华深圳分公司、北京爱立信通信公司、浙江中瓯通信公司、湖南常德有线通信公司和山东华光公司等。研究机构主要有国家数字交换系统工程技术研究中心、信息产业部电子 54 所、北京邮电大学以及华为、中兴、大唐、金鹏和巨龙等公司的研发机构。

国外生产商有美国朗讯科技、瑞典爱立信、法国阿尔卡特、加拿大北方电讯、德国西门子、日本 NEC 和富士通等。研究机构有美国的贝尔实验室及各公司的研发机构。

发展前景

通信技术总的发展趋势是“五化”、“一网”，即数字化、智能化、宽带化、综合化和个人化，以及“全球一网”。作为现代通信网的核心设备——数字程控交换机在未来的发展中面临着更大的机遇和挑战。目前比较受关注的主要有 ATM 技术和综合交换机。

ATM 交换机是快速分组交换机的异步转移模式，使用异步时分复用技术，能实现各种信息流组合在一起的多媒体通信，并且可按不同业务类型与速率动态地分配有效通信容量，因此 ATM 就可以用单一的交换方式支持从话音到高清晰度电视等各种通信业务。由于 ATM 具有包交换利用率高和对业务带宽灵活性高便于综合各种业务的优点，又采用有连接方式以吸收电路交换方式的长处，因此从原理上看比较合理。今后主要问题是 ATM 用于核心还是用于边缘的争议。

综合交换机有移动交换的系统综合（无线接入和交换与有线系统综合）、交换与传输的综合、窄带与宽带的综合等。移动交换系统的综合可使固定用户和移动用户共存于一个交换机中，节省费用，管理方便。交换与传输网络的综合可使现有的独立于交换系统的传输网络成为历史，真正实现交换与传输的一体化。窄带与宽带的综合可以实现窄带宽带一体化。当然还可以进行窄带与宽带、交换与传输的综合乃至窄带与宽带、交换与传输、无线与有线的综合。综合交换机有的正在开发，有的已推出产品。

（栗天胜）

1.2 异步转移模式宽带交换机(ATM)

自 20 世纪 80 年代中期提出 ATM 异步转移模式交换的概念至今，ATM 技术经历了从成熟、完善、实用化到进一步发展的过程。交换技术体制经历了 STM 交换、X.25 数据交换、帧中继交换、IP 路由交换、ATM 交换的发展过程，各种技术都具有各自的特点。

技术体制比较

可概括为三种基本网络技术体制及形态：STM（同步转移方式）/PSTN、IP（互联网规约）/Internet 和 ATM/B-ISDN（宽带综合业务数字网）。

1. STM/PSTN。采用有连接和时分复用基本技术体制。其特点是：建立连接费时间、路由受控制、实时传递、信令复杂、速率受限制、无冲突传递和资源利用率低。因此，STM/PSTN 支持话音业务比较有效；主要问题是资源利用率较低。

2. IP/Internet。采用无连接和统计复用基本技术体制。其特点是：不需要建立连接、

路由不受控制、不保证服务质量、速率不受限制、资源利用率高和有冲突传递。因此，IP/Internet支持数据业务比较有效，主要问题是不保证服务质量。

3. ATM/B-ISDN。采用有连接操作和统计复用基本技术体制。可见，ATM/B-ISDN是STM/PSTN与IP/Internet之间的折衷。其特点：建立连接费时间、路由受控制、信令复杂、适配成本高、准实时传递、资源利用率高、速率不受限制和有冲突传递。主要因为适配成本高，ATM/B-ISDN支持端到端电信业务缺乏竞争力；但是ATM/B-ISDN的折衷性的基本属性，适合用于核心网络。几种技术的比较如表1.2.1所示。

表 1.2.1 几种网络技术体制的比较

	PSTN 交换	分组交换	DDN	IP	帧中继	ATM
OSI	物理层	网络层	物理层	网络层	链路层	链路层
统计复用	否	是	否	是	是	是
突发业务	不支持	支持	不支持	支持	支持	支持
统计复用	不支持	支持	不支持	支持	支持	支持
有无连接	有	有	有	无	有	有
QoS	确保	确保丢失/不确保时延	确保	不确保	确保带宽/不确保丢失、时延	确保
数据传送	基于连接	基于连接	基于连接	基于路由	基于连接	基于连接
端口共享	不支持	支持	不支持	支持	支持	支持
吞吐量	较高	低	较高	可高可低	较高	高
时 延	最小	大	最小	大	小	小
时延可变	不变	可变	不变	可变	可变	可变/不可变
接入速率(bps)	0.05 k~2 M	2.4 k~64 k	0.05 k~2 M	10 M~1000 M	0.15 k~2M	N×64 k~622 M
信息单元定长	不限	不固定	不限	可变	不固定	固定
信道开销	最低	较低	最低	高	很低	较高
提供的业务	话音、传真、低速带内数据	数据	话音、数据	数据、话音	话音、数据	话音、数据、动态图像、多媒体视频
应用	实时话音、低速带内数据	终端用户低速数据	实时数据、话音、图像、LAN互连	数据、IP 话音、LAN互连	高速数据、LAN互连	话音、高速数据、图像、视频通信
信道要求	相对较低	相对较低	相对较低	高	高	高

工作原理

ATM 是B-ISDN的核心技术，而其中ATM构成网络的分层传送模型如图1.2.1所示。