

119

TIV9.9
y29

计 算 机 通 信

杨永田 编著

国 林 主审

哈尔滨工程大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信/杨永田编著. —哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2001. 11
ISBN 7-81073-220-X

I. 计... II. 杨... III. 计算机通信—高等学校—教材—英、汉 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 074589 号

内 容 简 介

全书共 13 章, 比较系统全面地介绍了计算机通信中的一系列重要问题, 以及解决这些问题的关键技术。内容包括了: 通信技术与计算技术的发展概况以及这种技术的结合; 数据通信的基础知识; 传输技术; 同步技术; 数据透明传输技术; 差错控制技术; 信道共享技术; 数据交换技术; 寻址与路由技术; 拥塞控制与流量控制技术; B-ISDN 技术; 信息安全技术与通信的层次结构。书中还给出了英文缩写词和参考文献与书籍。

本书的特点是, 侧重基本概念和基本原理的阐述, 而不是理论分析与计算, 较通俗易懂。

本书可作为非通信专业的本科生与研究生的教材, 也可作为理工科学生学习计算机通信的参考书。

哈尔滨工程大学出版社出版发行
哈尔滨市南通大街145号 哈工程大学11号楼
发行部电话:(0451)2519328 邮编:150001
新华书店经销
肇东粮食印刷厂印刷

*

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 448 千字

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—2000 册

定价:24.00 元

前 言

目前,通信技术与计算机技术之结合越来越紧密,这种结合之应用越来越广泛与深入,已经成为跨入信息时代的重要标志。

近几年来,许多大学计算机科学与技术学科的高年级本科生以及硕士研究生开设了计算机通信课程,增加数据通信方面的知识。但是,授课教师很难找到一本现成的教材。原因是计算机通信的书太少。过去有些关于数据通信的书籍,但内容显得陈旧或者是内容太深。为此,本人编写了该书,作为非通信专业的教材,可供 32~42 学时讲授,内容由授课教师选择。

本书在编写过程中的指导思想是:

1. 本书所涉及的内容十分广泛。既有数据通信知识,又有计算机软硬件知识,还有通信与计算机系统结构的知识;既有专业基础知识,又有高层次的理论知识,还有层出不穷的新知识。如何取教材是最大的难题。本书取材是针对非通信专业的学生,因此强调的基础知识,力求基本概念准确、精练,为今后的深入学习奠定一个良好的基础。

2. 内容不求深,删掉了大量的数学分析、计算,以及复杂的电路设计及程序实现;但求内容系统全面,几乎覆盖了计算机通信中所遇到的所有关键问题,并介绍了解决这些问题的关键技术。简言之,本书侧重于技术而不是理论。

3. 本书的内容力求新颖,近几年出现的新技术,凡是成熟的都入选于本书中,有些技术虽然尚不成熟,但有应用前景也在书中提到了。

4. 计算机科学与技术学科的学生都学过计算机网络课程,已经学习了一些关于数据通信的知识。为了避免与计算机网络课程内容重复,本书集中讨论通信中的关键问题与技术,也提到了一些网络协议,只是作为一个例子出现的。

本书的编写得到了我的在校博士生和硕士生的帮助,他们帮我搜集了不少资料并提出了一些很好的建议,在此表示衷心的感谢。

本书的出版得到了哈尔滨工程大学研究生部的大力资助,在此表示谢意。

由于本人水平有限,书中难免有不足之处,敬请读者提出宝贵意见,在此谨表谢意。

杨永田

2001 年 7 月于哈尔滨工程大学

目 录

1 概述	1
1.1 通信技术与计算机技术的发展	1
1.1.1 通信技术的产生与发展	1
1.1.2 计算机技术的产生与发展	5
1.2 计算机通信的发展	7
1.2.1 计算机通信产生的背景	7
1.2.2 计算机通信的发展过程	8
1.2.3 虚电路的出现	9
1.3 计算机通信的应用	11
1.4 数据通信系统的体系结构	12
1.4.1 数据通信中要解决的关键问题	12
1.4.2 数据通信的层次结构	13
1.5 数据通信系统的质量指标	14
1.6 制定数据通信标准的机构	15
2 数据通信基础知识	17
2.1 信息、数据与信号	17
2.1.1 信息	17
2.1.2 数据	18
2.1.3 信号	18
2.2 数据通信系统分析	21
2.2.1 通信系统模型	21
2.2.2 通信系统分析	22
2.3 编码与码型	25
2.3.1 编码	25
2.3.2 码型	25
2.4 信道	27
2.4.1 信道的类型	27
2.4.2 信道的容量	31
2.5 光纤信道	33
2.5.1 引言	33
2.5.2 光纤的传光原理	34
2.5.3 光纤信道的组成	35
2.5.4 光纤信道的传输特性	36
2.6 微波信道	37

2.6.1 地面微波中继信道	37
2.6.2 卫星中继信道	38
2.6.3 铱星计划	39
3 传输技术	40
3.1 模拟传输与数字传输	40
3.1.1 模拟传输	40
3.1.2 数字传输	41
3.2 数字调制技术	41
3.2.1 数字幅度调制	42
3.2.2 数字频率调制	44
3.2.3 数字相位调制	46
3.2.4 调制解调器(MODEM)	49
3.3 模拟信号的脉冲调制	51
3.4 数字传输系统	54
4 同步技术	57
4.1 同步的基本概念	57
4.1.1 计算机数据通信同步的分类	57
4.1.2 同步通信方式与异步通信方式	57
4.1.3 通信系统中的同步方法	58
4.2 载波同步	59
4.2.1 插入导频法	59
4.2.2 直接法	60
4.3 位同步	61
4.3.1 外同步法	61
4.3.2 自同步法	62
4.4 群同步	66
4.4.1 异步通信系统中的群同步一起止同步法	66
4.4.2 同步通信系统中的群同步——同步头同步法	67
4.5 网同步	68
5 数据透明传输技术	69
5.1 数据透明传输的基本概念	69
5.2 转义字符填充法	69
5.3 零比特填充法	72
5.4 采用特殊的信号与编码法	73
5.4.1 IEEE802.3 标准:CSMA/CD	73
5.4.2 IEEE802.5 标准:令牌环	74
5.4.3 IEEE802.4 标准:令牌总线	75
5.5 确定数据长度法	76
5.5.1 面向字节计数的规程	76
5.5.2 固定数据段长度法	79

6 差错控制	80
6.1 差错的类型	80
6.2 差错控制的基本方法	81
6.3 差错控制的方式	82
6.3.1 反馈重发纠错	82
6.3.2 前向纠错	83
6.3.3 混合纠错	83
6.3.4 不用编码的差错控制	84
6.4 采用检错码的差错控制	84
6.4.1 奇偶校验码	84
6.4.2 定比码	87
6.4.3 循环冗余校验码	88
6.4.4 其他	90
6.5 采用纠错码的差错控制	90
6.6 不用编码的差错控制	91
6.7 关于帧或分组顺序的差错控制	92
7 信道共享技术	94
7.1 信道共享技术的原理	94
7.2 信道共享技术的分类	96
7.3 时分多路复用	97
7.4 统计时分多路复用	98
7.5 频分多路复用	99
7.6 波分多路复用	101
7.7 码分多路复用	102
7.8 总线结构多机系统的信道共享技术	104
7.8.1 选择型总线接入控制	104
7.8.2 预约型总线接入控制	106
7.8.3 竞争型总线接入控制	107
7.8.4 令牌总线的接入控制	112
7.8.5 有限冲突接入控制	113
8 数据交换技术	115
8.1 数据交换技术概述	115
8.1.1 什么是数据交换	115
8.1.2 公用交换电话网(PSTN—Public Switched Tel. Net)	115
8.1.3 公用数据网(Public Data Network)	117
8.1.4 租用线路网(Leased Line Network)	117
8.1.5 数据交换技术的类型	119
8.2 电路交换	120
8.3 报文交换	121
8.4 分组交换	122

8.4.1	分组交换的基本原理	122
8.4.2	分组交换的特点	123
8.4.3	分组交换网的构成	124
8.4.4	分组传送业务和用户业务类别	127
8.4.5	X.25 建议书	127
8.5	帧中继	128
8.5.1	帧中继(Frame Relay)概述	128
8.5.2	帧中继所提供的服务	130
8.5.3	帧中继的体系结构	132
8.5.4	帧中继的接入控制	133
8.5.5	帧中继的帧格式	134
8.5.6	帧中继的优点与应用	135
8.6	ATM 交换	136
8.6.1	引言	136
8.6.2	ATM 技术的基本特点	136
8.6.3	ATM 网的体系结构	137
8.6.4	ATM 的信元格式	140
8.6.5	ATM 交换原理	141
8.6.6	服务质量(QOS)	141
9	寻址与路由技术	143
9.1	引言	143
9.2	计算机通信的地址	143
9.2.1	IP 地址	144
9.2.2	IP 地址指定网络连接	144
9.2.3	IP 地址的网络地址和广播地址	144
9.2.4	有限的广播	145
9.2.5	回送地址	145
9.2.6	IP 地址的表示	145
9.2.7	IP 地址的管理	146
9.2.8	IP 地址的应用举例	147
9.2.9	IP 地址的特点	147
9.3	从 IP 地址到物理地址的映射	149
9.3.1	问题的提出	149
9.3.2	通过直接映射转换	150
9.3.3	通过动态绑定的地址转换	150
9.3.4	地址转换高速缓存	151
9.3.5	关于 ARP 协议	151
9.3.6	关于 RARP 协议	153
9.4	IP 地址的扩展	153
9.4.1	引言	153

9.4.2	透明路由器	153
9.4.3	委托 ARP	154
9.4.4	子网编址	155
9.4.5	超网编址	156
9.5	Internet 的组播	157
9.5.1	引言	157
9.5.2	硬件广播与硬件组播	157
9.5.3	IP 组播	158
9.5.4	IP 组播地址	158
9.5.5	Internet 群组管理协议(IGMP)	159
9.6	自举与动态配置(BOOTP 与 DHCP)	161
9.7	端口与套接字	161
9.7.1	引言	161
9.7.2	端口(port)	162
9.7.3	套接字(Socket)	164
9.8	域名系统 DNS	165
9.8.1	Internet 的域名	165
9.8.2	正式与非正式的 Internet 域名	166
9.8.3	已命名项目与名字的语法	168
9.8.4	将域名映射到地址	168
9.8.5	域名转换	170
9.8.6	高效率的转换	170
9.8.7	高速缓存:高效率的关键	171
9.9	路由选择的基本概念	171
9.10	路由选择算法	173
9.10.1	最短路由选择	173
9.10.2	扩散法	175
9.10.3	基于流量的路由选择	176
9.10.4	距离矢量路由选择	178
9.10.5	链路状态路由选择	179
9.10.6	分级路由选择	181
9.10.7	移动主机的路由选择	182
9.10.8	广播路由选择	184
9.10.9	多点播送路由选择	185
9.11	路由原理及路由协议	187
9.11.1	路由原理	187
9.11.2	路由选择协议	188
9.12	路由表	189
9.12.1	什么是路由表	189
9.12.2	路由表是如何生成的	190

9.13	路由器	191
9.13.1	路由器的原理与作用	192
9.13.2	路由器的功能	192
9.13.3	路由器的分组处理	193
9.13.4	路由器的应用(Router Specification)	194
9.13.5	新一代路由器	195
10	流量控制和拥塞控制	196
10.1	流量控制和拥塞控制的基本概念	196
10.2	拥塞控制	197
10.2.1	拥塞产生的原因	197
10.2.2	拥塞控制的策略	199
10.2.3	拥塞所产生的危害	203
10.3	分组交换网的拥塞控制	205
10.4	帧中继的拥塞控制	207
10.4.1	帧中继拥塞控制的目标与方法	207
10.4.2	许诺的信息速率	209
10.4.3	利用显式信令避免拥塞	210
10.4.4	利用隐式信令进行拥塞恢复	211
10.5	ATM 网的拥塞控制	211
10.5.1	ATM 通信量与拥塞控制的要求	211
10.5.2	信元时延偏差	212
10.5.3	通信量与拥塞控制框架结构	212
10.5.4	通信量控制	213
10.5.5	拥塞控制	213
10.6	流量控制	215
10.6.1	引言	215
10.6.2	结点-结点流量控制	216
10.6.3	源点-宿点流量控制	219
10.6.4	结点与主机之间的流量控制	220
10.6.5	源主机-宿主机流量控制	221
11	宽带综合业务数字网(B-ISDN)	224
11.1	引言	224
11.2	综合业务数字网(ISDN)	225
11.2.1	ISDN(Integrated Service Digital Network)的发展	225
11.2.2	ISDN 的国际标准	225
11.2.3	ISDN 的业务和功能	226
11.2.4	ISDN 的结构	226
11.2.5	ISDN 的协议模型	229
11.3	同步数字体系-SDH 技术	230
11.3.1	SDH 的产生背景	230

11.3.2	SDH 的概念与特点	231
11.3.3	SDH 的帧结构与开销功能	232
11.3.4	SDH 基本复用原理	237
11.3.5	同步复用基本结构	238
11.3.6	映射方法	239
11.3.7	定位与指针	243
11.3.8	复用方法	248
11.4	7 号信令系统简介	249
11.4.1	从信令到控制	249
11.4.3	SS7 的体系结构与协议集	250
12	信息安全与保密技术简介	251
12.1	引言	251
12.2	网络信息安全所面临的威胁	251
12.3	计算机网络信息安全所存在的缺陷	252
12.4	怎样实现网络信息安全与保密	255
12.5	密码技术	256
12.5.1	现代密码学的基本概念	256
12.5.2	密码攻击概述	256
12.5.3	网络加密方式	257
12.5.4	简介几种著名的加密算法	257
12.5.5	数字签名	258
12.5.6	报文的鉴别	260
12.6	防火墙简介	261
12.6.1	防火墙的基本知识	261
12.6.2	防火墙产品设计的要点	263
12.6.3	防火墙的体系结构	265
12.6.4	防火墙的关键技术	268
12.7	虚拟专用网技术简介	273
12.7.1	引言	273
12.7.2	虚拟专用网分类	274
12.7.3	虚拟专用网安全协议	276
13	计算机通信的体系结构	277
13.1	ISO/OSI/RM 体系结构与计算机通信关系	277
13.2	关于通信协议	279
13.3	计算机数据通信的层次结构	281
附录	英文编写词汇表	282
	主要参考文献	289

1 概 述

1.1 通信技术与计算机技术的发展

1.1.1 通信技术的产生与发展

我们所讲的通信技术是从电信开始的。电信最初是指电报,时隔几年有了电话,电信主要指语音通信技术。在电子计算机产生以后,电信一词包括了语音和数据通信两种技术。近几年,由通信网络支持的计算机网络正朝着可传输各种形式信息的方向迅猛发展,电信一词至今已包括了语音、图形、图像、动画、文字等各种媒体信息。

1.1.1.1 电话的产生与发展

电话是由电报发展起来的。

1851年,在英吉利海峡下面铺设了第一条电报电缆。

1854年,Western Union 公司在美国成立,它主要承担电报业务。电报成为了第一种远距离通信手段。

1860年,Philip Reis 发现了可以用电来传送声音。

1876年,贝尔发明了电话接收器,次年进行了改进,并第二次申请了专利,成立了贝尔电话公司。1879年才第一次使用电话号码。这一年,由于公司内部矛盾激化,贝尔离开了贝尔公司,失去创业者的贝尔公司继续发展。

1891年,一位殡仪业主 Almon B·Strowger 由于接线员失职,迟迟接不通电话,耽误了与客户的联系,一气之下,他发誓再也不用接线员了,发明了第一部电话交换机。该交换机几经改进,直到 1921 年才在贝尔电话系统中投入使用。

1896年,Almon B·Strowger 又发明了旋转式拨号盘。除了打长途电话外,它允许用户直接拨号而不依赖于接线员。直到 1951 年才出现长途直拨电话,并进入商用阶段。

1900年,美国 AT&T 公司成立。

1915年,第一个横跨大陆的电话从纽约通到了旧金山,同时进行了第一个无线电话呼叫。

1922年,贝尔死于糖尿病。但贝尔系统继续发展。

1925年,贝尔实验室成立了。最初主要从事电话设备方面的研究与产品开发。但到后来超出了这一领域。第一个晶体管、第一幅有声图像等许多成果都由贝尔实验室首先推出。

1934年,联邦政府制定了通信法,用于管理通信市场。至此,代表世界电话通信发展的美国完成了整个电话通信网络的建设。

通信法一直延用了 62 年,一直到 1996 年这部法才被电信法所替代。在这 62 年里电话网又有了长足的发展。

1936年,贝尔系统在美国铺设了第一条同轴电缆线。这条线在1940年用在了共和党代表大会电视信号的传送。

1950年,电话网中第一次使用了微波。

1962年,成功地发射了第一颗国际通信卫星 Telstar。

1965年,实现了使用地球卫星进行全球电话通信。

1970年,向公众推出了可视电话业务。

电话的发展历史是一部竞争的历史。1877年 Western Union 成立了美国之音电话公司,成为贝尔的第一大竞争者。1878年贝尔状告 Western Union 侵犯专利权。

从1910年美国司法部在第一宗托拉斯案中起诉贝尔电话公司以来,1949年贝尔系统因搞行业垄断又成为被整治对象,司法部又对 AT&T 和贝尔系统提起反托拉斯诉讼。这一诉令以贝尔系统在专利授权方面的让步而告终。1974年,司法部又一次起诉 AT&T 和贝尔系统垄断电话业,结果导致了贝尔系统的解体,AT&T,贝尔实验室、Western Electric 都从运营公司分离出来。

1995年,AT&T 为了更好地参与各行业的竞争,提出将自己分成三个新公司,分别挤身于移动通信、计算机和长途通信三个行业里竞争。

1996年,AT&T 经历了又一次重组。按1995年的设想将 AT&T 分成三个相互独立的公司:

- AT&T 名下的通信业务集团(Communication Services Group)提供长途电信业务;通信卡业务(AT&T Universal Card Service)继续以 AT&T 名义运营,为长途用户提供信用卡服务;AT&T Solutions 提供咨询和系统集成服务;AT&T Wireless 提供蜂窝通信业务。

- 朗讯科技(Lucent Technologies)名下许多经济实体。AT&T Network Systems 为电信工业开发电话交换设备和传输设备;AT&T Global Business Communication Systems 为全世界提供商业交换系统,即专用小交换机 PBX;AT&T Consumer Products 提供用户级的通信设备,诸如电话机、传真机等;AT&T Paradyne 继续开发 MODEM;AT&T Microelectronics 则研制并生产电子器件与光器件等。

- AT&T Global Information Solutions 是一个独立的为贸易系统提供服务的咨询公司,它面向市场。

1.1.1.2 电话系统的交换体系

(1) 贝尔系统解体前的交换体系

贝尔电话系统网络十分复杂。在贝尔系统解体之前,它包括了多级冗余性和多样性,如图 1.1 所示,网络的设计采用了等级制方法。考虑到一条路径有可能发生阻塞和其它故障,因而为每一次传输提供了多条路径。

C_3 : 为用户提供本地电话业务。 C_3 可以与较高级别的交换机相连,一般而言, C_3 局均与该地域的一个 C_4 局相连。

C_4 : C_4 局的交换机是处理局呼叫(被叫方位于其它网络)的地方。

C_3 、 C_2 、 C_1 : 一般称为控制交换点。它们的任务是为长途网络提供多条路径。这三类交换局的每一个都必须与其它较高或较低的交换局相连接,保证呼叫路径能通过该交换局。在这一等级制的设计中,级联交换机对本地网而言相当于一个集中器,级联交换机之间提供了大容量的中继线,通过端局交换机与级联交换机的连接实现尽可能经济使用中继线,使得

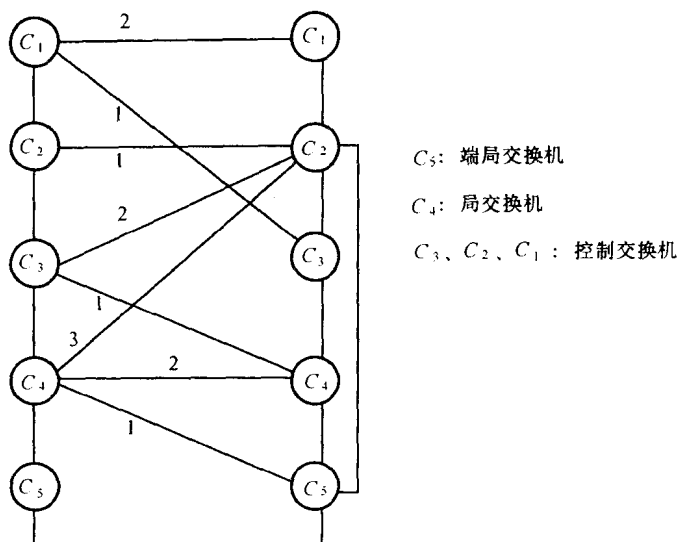


图 1.1 贝尔系统解体前的交换体系

设备利用也更合理。

(2) 贝尔系统解体后的交换体系

老的贝尔电话系统的交换体系太复杂了,中间的交换太多,因而在 1996 年提出了新的交换体系,见图 1.2 所示。

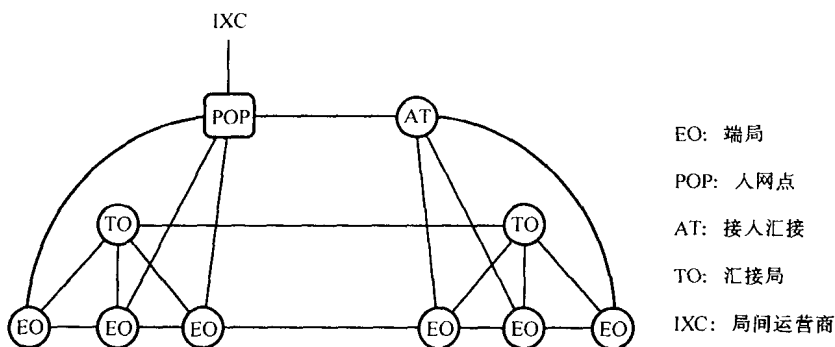


图 1.2 贝尔系统解体后的交换体系

变更后的交换体系大大减少了级联中继,变得更平坦了。增加了网点 (POP: Point of Presence), 以利于所有长途电话公司, 或称之为局间电信公司, 对本地网的平等访问。端局 (EO: End Office) 仍与充当集中器的汇接局 (TO: Tandem Office) 的交换机相连。接入汇接 (AT: Access Tandem) 用于连接——本地接入和转送区 (LATA: Local Access and Transport Area) 内的其它端局。须注意以下几点:

- AT 取代了体系中的 C_4 局, 连接了 LATA 内的所有 EO。
- EO 对于局间电信公司 (IXC: Interexchange Carriers) 的呼叫, 也可避开转接而直接与 POP 相连。这就消除了由于转接导致的不必要的业务量。

·如果必须在 LATA 以外建立连接,那么呼叫就通过 POP 选路到 IXC 网络。对于 IXC 的选择依赖于主叫设置,该设置存储于 SS7 信令网络的数据库中,本地交换机能够访问到。

·TO 集中了网络内部的交换功能。

·EO 与 TO 和 AT 之间都有连接。

1996 年美国联邦政府颁布了电信法,在本地电话公司和长途电话公司之间引入竞争,同时也为有线电视公司和电力公司开始利用电视网和电力网传输电话业务创造了良机。

(3)我国长话通信网络的交换体系

长话通信网络交换体系的目标与任务是:在全国各地的用户,甚至全球范围的任意两地用户,不受距离的限制,准确、安全、及时、方便地进行通信。

长话网络一般采用分级汇接制,设立多级中间交换局。通常把这种中间局称为汇接或转接或交换局。我国采用的是四级汇接辐射制长话网络,基本上按老贝尔系统交换体系的模式。如图 1.3 所示。

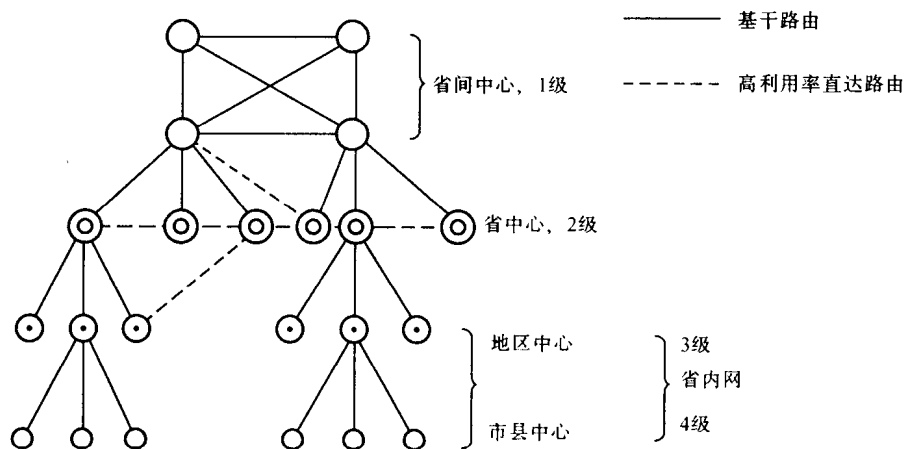


图 1.3 我国长话网络现行的交换体系结构

对四级的简单说明如下:

·第 1 级为大区中心局,又称省间中心局,包括首都局,汇接每个大区内各省、市、自治区的通信中心。中心局分别设在北京、南京、沈阳、武汉、成都、西安。各省间中心采用直达式连接。首都和某些省间中心,除了是国内长途电话网的汇接中心外,也是国际通信的汇接中心。

·第 2 级为省中心局,是汇接省内各地区之间的通信中心,一般设在省会城市,较大的省还可多建一个汇接中心。

·第 3 级为地区中心局,又称县间中心局,一般设在地区所在地,汇接地区内各市、县之间的通信。

·第 4 级为市县中心局,是市、县内各城镇和乡之间通信中心,一般设在县政府所在地。这一级交换中心相当于本地长途交换中心,它与各端局连接,端局有市话端局、郊区端局、农村端局等,用户的数据端接设备(DTE)和电话设备连接到端局上。图 1.3 中没画端局。

在图 1.3 的长话网中有三种基本路由方式:

·基干路由

大区中心局实行两两相连,任一级至下一级采用辐射式连接。这样就形成了一个完整

的四通八达的辐射式(树型)长话网络。但是,仅有这些基于路由还不够,在不同大区内的二个县的用户通话时,要经过 8 个长话局,7 段长途线路,转接次数太多,通信质量下降,接通率很低,为此还应有其他辅助路由。

- 高效路由

在联系密切的同一级或任意两级长话局间建立高级的直达路由,以减少转换次数。

- 迂回转接路由

两地之间的长途通信可有多种不同的转接路由。在两地之间没有高效路由时,可选择到达目的地较近的一条直达路由,然后沿基于路由或其它高效路由迂回接通线路。原则是,先选直达路由,次选迂回路由,最后选基于路由。

(4) 国际电话通信网络的交换体系

各国长话网通过国际转接局(即交换局)可构成国际网。ITU 规定了三级国际局 CT_1 、 CT_2 和 CT_3 (Central Transit)。如图 1.4 所示。

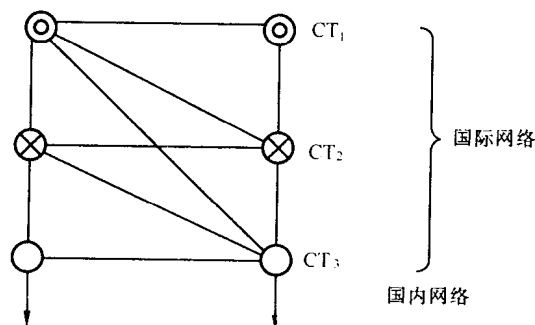


图 1.4 国际电话网交换体系

在图 1.4 中, CT_1 为国际中心局,是在广大区域汇集话务的,仅设 7 个。纽约(北美和南美)、伦敦(西欧和地中海)、莫斯科(东欧、北亚、中亚)、悉尼(澳洲)、东京(东亚)、新加坡(东南亚)、印度和巴基斯坦中心(南亚、远东和中东)。在每一个 CT_1 区域内,有些大国可设 CT_2 。在每个国家均可设一个或多个 CT_3 局。目前 CT_2 和 CT_3 各建了 37 个。

CT_1 国际中心两两相连。国内长话网接到 CT_3 局,经 CT_2 和 CT_1 局构成国际电话通信网络。这样,任意两个 CT_3 局之间最多通过 5 段国际电路就可接通。为了保证传输质量和信号系统可靠工作,ITU 还规定了国际通话时最多通过 12 段电路,其中国际电路最多 6 段,这样还有 6 段分配给两个国家的国内电路。

1.1.2 计算机技术的产生与发展

关于计算机技术的产生与发展在有关的专著中进行了详细阐述。在此仅对现代的电子数字计算机的产生与发展作简单描述。

1.1.2.1 三位伟大的奠基者

谈到计算机技术的产生与发展,自然就想到了三个伟大的科学家和他们的理论。

(1)1847 年,英国数学家乔治·布尔(George Boole),他提出了称之为布尔代数学的理论。

布尔代数学为二进制计数系统,为现代逻辑电路的发展奠定了基础。布尔认为:在未来可能制造的机器里应该用两种状态来代表几乎所有的信息。这两种状态可根据布尔代数进行数学处理。因此,可制造出一种很简单的信息处理设备,而不需要知道所有其它变量的状态。我们今天所学的数字电子学里的许多知识都应归功于布尔。布尔是现代计算机奠基者之一。

(2)1936年,英国计算机科学家图灵(Turing)提出了一种描述计算过程的数学模型,后来人们就把这个数学模型称为图灵机。图灵机是一种抽象机器。这种机器是由一个控制部件、一条存储带和一个读写头构成的。这种机器所能进行的操作为:

- 左移:读写头在存储带上左移一格;
- 右移:读写头在存储带上右移一格;
- 存储带的某一路内写下或删除一个符号;
- 条件转移

这种机器虽然结构简单,但在理论上它却能模拟现代数字计算机的一切运算,因此可以看作是现代数字计算机的一种数学模型,可能通过对这种模型的研究来揭示数字计算机的性质。但是,这种机器的原来形式是为了研究数学基础的某些问题而提出来的,在用作现代计算机的数学模型时,是有局限性的。后来有人提出改进的图灵机。

(3)1945年,美籍匈牙利科学家冯·诺伊曼(Von Neumann)提出了存储程序的概念。程序和数据一样,存储在存储器内,他改进了图灵机模型,不是将程序存放在固定的外存储器(例如穿孔带或卡),而是存放在内存存储器内,可以由机器来加工或修改,因此不再需要更换插板来更改程序,减少了大量繁琐的工作,并且出现了一门新的分枝学科——程序设计。机器是在存储程序控制下工作的,这种类型的计算机就称为存储程序计算机,或称为冯·诺伊曼型计算机。

从1946年第一台电子数字积分计算机(ENIAC)诞生至今已半个多世纪了,计算机技术发展之快是令人难以置信的。但是,人们仔细想想,在这50多年里,我们始终在这三位伟大的科学家奠定的基础上向前发展。

1.1.2.2 推动计算机技术发展的重大事件

1906年,李·德福雷斯特(Lee DeForest)发明了真空管,拉开了电子学长足发展的序幕。在40年代美籍保加利亚科学家阿塔耶夫第一个利用真空管设计了电子数字计算机的电子线路。

1946年,ENIAC诞生了。

1947年,贝尔实验室的威廉·肖克利(William Shockley)等人发明了晶体管。

1949年,埃克特(Eckert)与毛赫里(Mauchly)发明了磁带存储器。

1952年,达默(Dummer)发明了集成电路。

1953年,发明了磁心存储器。

1956年,通用汽车公司的鲍勃·帕特里克(Bob Patrick)和北美航空公司的欧文·莫克(Owen Mock)发明了第一个操作系统。

1957年,IBM公司的约翰·巴克斯(John Backus)发明了FORTRAN语言。

1960年,贝尔系统采用了数字电话调制器。

1963年,ANSI推出了ASCII标准。

1967年,Fairchild半导体公司研制了第一块RAM芯片。

1968年,发明鼠标。同年推出了CMOS晶体管。

1969年,美国国防部开发了 ARPANET,分组交换计算机网络投入工作。

1970年,安装了第一台 AIM 交换机;贝尔实验室发明了光敏芯片;发明了 PASCAL 语言。

1971年,Intel 公司 Ted Hoff 发明了微处理器。同年 IBM 公司研制出 8 英寸软盘。

1973年,IBM 公司研制出温彻斯特硬盘;研制出通用产品代码(UPC);Xerox 公司推出以太网。

1974年,开发出 Intel 8080 CPU 和 Z80 CPU。

1975年,比尔·盖茨(Bill Gates)成立了 Microsoft 公司;IBM 公司研制了激光打印机。

1976年,TIU 制定了 x.25 标准;开发了 Cray 1 巨型计算机。

1978年,研制出 5.24 英寸软盘。

1979年,研制出 Motorola 68000 CPU 芯片。

1980年,研制出硬盘驱动器。

1981年,推出 IBM PC(个人计算机);推出 MS-DOS 操作系统。

1984年,推出 3.5 英寸软盘。

1985年,研制出 CD-ROM。

1991年,推出 Intel 80486 CPU。

1993年,提出建立信息高速公路。

1995年,Windows 95 操作系统推出。

2000年,Windows 2000 操作系统推出;Intel 80686 CPU 推出。

在近 50 年里,计算机技术的发展速度真是日新月异。1946 年推出的 ENIAC 计算机,重达 30 吨,装满一间 100 多平方米的房间,使用了 18000 个真空管,而现在已经集成到一个比指甲还小的芯片上,其功能比过去高,但其体积、重量、功耗、价格比过去低得多。这个比值已经无计算的必要了。几乎每年都有新的器件、设备、系统软件推出,本文仅仅收集了其中一部分,特别是近几年的发展更快,就不一一枚举了。

1.2 计算机通信的发展

计算机通信发展的前提条件是通信技术和计算机技术的发展。这是必不可少的物质条件。为此,我们在前一节中分别描述了通信与计算机技术的发展。那么,这两种技术又为什么能密切地结合在一起,产生计算机通信呢?这要看人类的社会需求了。

1.2.1 计算机通信产生的背景

众所周知,第二次世界大战以后,人类进入了科学技术与社会经济高速发展的新阶段。人类面临着一场技术革命,首先在西方经济发达国家开始了。核、航空、航天、电子等高新技术要求大量的科学计算,待处理的数据量急剧增加。不仅如此,对数据处理的复杂程度增加了,而且要求实时与远距离传输。过去简单地利用计算机从事数字计算,现在发展到不仅是计算,而且要对信息进行收集、处理(包括运算、转换、分类、输入/输出等)、存储与传输。这里再强调一次,传输是远距离的。可见,这场技术革命的核心是信息,所以又称为信息革命。

二战后,世界经济发展的主流是市场经济。市场调节产品的生产,所以信息也就变得更普通,而更有价值了。信息的商品化,形成了一个新的行业——信息产业。既然信息是商