



21 世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

JISUANJI TONGXIN JISHU

计算机通信技术

冯友谊 等编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

21 世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

计算机通信技术

冯友谊 等编著

北京邮电大学出版社
· 北京 ·

内 容 简 介

本书介绍了现代计算机通信技术的基本原理和实现技术。全书共分9章,主要包括计算机通信技术的概况、计算机通信协议与网络体系结构、数据通信基础、计算机通信终端与接口标准、数据链路控制规程、信道共享技术、数据交换技术、计算机通信设备及计算机通信的新技术和应用。

本书从实用的角度出发,注重理论联系实际,语言通俗易懂,便于自学与练习,可作为高职高专通信工程、电子信息、计算机等专业的专业教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机通信技术/冯友谊等编著. —北京:北京邮电大学出版社,2008

ISBN 978-7-5635-1595-0

I. 计… II. 冯… III. 计算机通信 IV. TN91

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 189665 号

书 名: 计算机通信技术

作 者: 冯友谊 等

责任编辑: 王晓丹 陈岚岚

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(100876)

发 行 部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京源海印刷有限责任公司

开 本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印 张: 18.5

字 数: 454 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1595-0

定 价: 29.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

计算机通信技术是通信技术和计算机技术相互融合的一种技术,也是当今发展最快的技术之一。本书探讨了通信系统和计算机网络所涉及的最基本的原理和概念,并注重其实用性和先进性,力图使读者了解当今计算机通信系统中最基本的技术和最新发展方向。

作为高职高专通信及相关专业的教材,根据高职培养目标和高职学生目前的知识层次与接受能力的实际情况,确定本书的编写思路是:

1. 本书侧重讲述了计算机通信的基本理论、通信协议、数据通信基础、计算机通信终端与接口、数据链路控制规程、信道共享技术、数据交换技术、计算机通信设备等基本知识。

2. 以现代的计算机数据通信为主,又以通信子网为主,并紧密与网络相结合,注重当今的网络通信的新技术及其发展。

3. 内容不求深,删掉大量的数学分析、计算,以及复杂的电路设计及程序实现,但求内容系统全面、新颖,从最基本的数据通信理论开始,到计算机通信协议及设备,应有尽有。

4. 本书在注重基本理论掌握的同时,又强调学生的实践动手能力。每章后附有实训练习,可供学生实际操作和掌握。

5. 通信专业学生都学过通信原理课程,也可能了解一些计算机网络的知识。为了避免与其他课程内容相重复,又考虑要温故而知新,因此本书将有关数据通信的基础知识集中在第3章,既兼顾到知识的连贯性,也便于教师根据实际情况选择。

本书主要由武汉职业技术学院通信工程系通信教研室教师参与编写。全书由冯友谊担任主编,并编写了第1章、第2章、第4章,第3章由杨俊编写,第5章由吴香兰(武汉航海职业技术学院)编写,第6章由张玲丽编写,第7章由曹艳编写,第8章由虞沧编写,第9章由黄艳华编写,最后由冯友谊对其他章节进行了改编和统稿。

本书在编写过程中参考了附录中所列举的相关书籍和资料,在此向这些书籍和资料的编写者表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处,敬请不吝赐教。

编 者

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机通信的发展	1
1.1.1 计算机通信产生的背景	1
1.1.2 计算机通信的发展过程	2
1.1.3 计算机通信的应用与发展趋势	7
1.2 计算机通信的基本概念	10
1.2.1 计算机通信的概念	10
1.2.2 计算机通信与数据通信、数字通信	10
1.2.3 计算机通信的基本特点	11
1.2.4 计算机通信系统的模型	12
1.3 计算机通信网	14
1.3.1 计算机通信网的基本组成	14
1.3.2 计算机通信网的分类	15
1.4 本章实训——计算机通信系统模型	18
本章小结	19
习题	19
第 2 章 计算机通信协议与网络体系结构	20
2.1 网络中的分层结构和通信协议	20
2.1.1 通信过程分段与网络功能分层	20
2.1.2 分层通信体系结构	23
2.2 ISO/OSI 参考模型	24
2.2.1 概述	24
2.2.2 OSI 的分层结构	25
2.3 TCP/IP 协议模型	29
2.3.1 概述	29
2.3.2 TCP/IP 模型中的协议集	30
2.3.3 网络接口层协议	31



2.3.4 网际层协议	31
2.3.5 传输层协议	40
2.3.6 网络应用和协议	45
2.4 局域网参考模型(IEEE 802 模型)	53
2.4.1 局域网参考模型	53
2.4.2 IEEE 802 标准	54
2.5 本章实训——TCP/IP 协议的配置和设置	56
本章小结	62
习题	63
第3章 数据通信基础	64
3.1 数据通信的信号表示	64
3.1.1 消息、信息、数据和信号	64
3.1.2 调制速率、数据信号速率和数据传输速率	66
3.1.3 数据通信信号的带宽需求	67
3.2 数据编码	68
3.2.1 模拟-数字编码	68
3.2.2 数字-数字编码	70
3.2.3 差错控制编码	76
3.3 数据信号的传输介质	82
3.3.1 双绞线	82
3.3.2 同轴电缆	84
3.3.3 光纤	85
3.3.4 短波传输	86
3.3.5 地面微波传输	87
3.3.6 卫星微波通信	88
3.3.7 红外线传输	89
3.4 数据传输	90
3.4.1 数据传输模式	90
3.4.2 基带传输	93
3.4.3 频带传输	98
3.5 本章实训——常用数据通信线“双绞线”的制作	107
本章小结	110
习题	111
第4章 计算机通信终端与接口标准	112
4.1 数据终端设备	113



4.1.1 数据终端设备的组成	113
4.1.2 终端设备的功能	114
4.1.3 终端设备的分类	114
4.2 RS-232-C 接口标准	115
4.2.1 终端接口标准概述	115
4.2.2 RS-232-C 机械特性	117
4.2.3 RS-232-C 电气特性	118
4.2.4 RS-232-C 功能特性	119
4.2.5 RS-232-C 过程特性	120
4.2.6 RS-232-C 应用中的连线方式	122
4.2.7 其他标准接口	123
4.3 通用串行总线(USB)接口标准	125
4.3.1 USB 概述	125
4.3.2 USB 标准	126
4.3.3 USB 物理接口	127
4.3.4 USB 系统组成	128
4.3.5 USB 传输模式	130
4.3.6 USB 交换的数据包格式	131
4.3.7 USB 应用	134
4.3.8 USB 和 IEEE 1394	135
4.4 本章实训——通过 RS-232-C 接口双机通信	136
本章小结	137
习题	137
第 5 章 数据链路控制规程	138
5.1 数据链路的基本概念	138
5.1.1 数据链路的基本结构	138
5.1.2 数据链路的控制功能	143
5.1.3 数据链路控制规程的种类	143
5.2 流量控制和差错控制协议	144
5.2.1 停止等待流量控制和差错控制协议	144
5.2.2 滑动窗口协议	147
5.3 二进制同步通信规程	149
5.3.1 控制字符	149
5.3.2 帧格式	150
5.3.3 数据透明性和同步	152
5.3.4 BSC 数据链路的操作过程	154



5.4 高级数据链路控制	156
5.4.1 高级数据链路控制概述	156
5.4.2 HDLC 的帧结构	158
5.4.3 HDLC 帧类型和功能	161
5.4.4 HDLC 操作规程	164
5.5 Internet 中的数据链路控制协议	167
5.5.1 PPP 的组成	167
5.5.2 PPP 的帧格式	168
5.5.3 PPP 的工作过程	169
5.6 本章实训——PPP 协议的配置	170
本章小结	172
习题	173
第 6 章 信道共享技术	174
6.1 信道共享技术的原理和分类	174
6.2 FDM	176
6.2.1 FDM 原理	176
6.2.2 FDM 应用系统	177
6.3 WDM	178
6.4 同步 TDM	179
6.4.1 TDM 原理及特点	180
6.4.2 TDM 的基本概念	181
6.4.3 TDM 的应用:E1、T1 线路	183
6.5 统计时分多路复用	184
6.5.1 统计时分多路复用的概念	184
6.5.2 STDM 原理	184
6.6 码分多址复用	186
6.7 局域网中的介质共享方法	187
6.7.1 CSMA/CD 介质访问控制方法	188
6.7.2 令牌环介质访问控制方法	190
6.7.3 令牌总线介质访问控制方法	191
6.8 本章实训——WDM 传输系统实验	192
本章小结	194
习题	195
第 7 章 数据交换技术	198
7.1 数据交换的概念	198



7.1.1 数据交换方式的分类	198
7.1.2 数据业务的特点及其对交换方式的要求	199
7.2 电路交换	200
7.2.1 电路交换的工作原理	200
7.2.2 电路交换的特点及其应用	201
7.3 报文交换	202
7.3.1 报文交换的工作原理	202
7.3.2 报文交换的特点	203
7.4 分组交换	203
7.4.1 分组交换工作原理	204
7.4.2 数据报方式的分组交换	206
7.4.3 虚电路方式的分组交换	207
7.4.4 分组交换的特点	209
7.4.5 X.25 网络	211
7.4.6 分组交换网的应用	212
7.5 帧中继	214
7.5.1 帧中继工作原理	215
7.5.2 帧中继业务的特点	217
7.5.3 帧中继业务的应用	218
7.6 ATM 交换	221
7.6.1 ATM 的异步交换原理	221
7.6.2 ATM 的特点	225
7.7 几种交换方式的比较	226
本章小结	227
习题	227
第 8 章 计算机通信设备	228
8.1 调制解调器	229
8.1.1 调制解调器的构成	229
8.1.2 调制解调器的作用、功能和通信过程	230
8.1.3 调制解调器的分类	232
8.2 中继器	237
8.3 集线器	237
8.3.1 集线器的结构与作用	238
8.3.2 集线器的分类	238
8.3.3 集线器的级联和堆叠	239
8.4 网桥	241



8.4.1 网桥的概念	241
8.4.2 网桥的结构	242
8.4.3 网桥的功能	242
8.4.4 网桥的优缺点	242
8.5 交换机	243
8.5.1 交换机的分类	243
8.5.2 以太网交换机的原理	244
8.5.3 交换机的应用	245
8.5.4 交换机和集线器的区别	246
8.6 路由器	246
8.6.1 路由器的构成	246
8.6.2 路由器的工作原理	247
8.6.3 路由器的功能	248
8.6.4 路由器的分类	249
8.6.5 路由器的优缺点	250
8.6.6 路由器的选择	250
8.6.7 路由器与交换机的区别	251
8.7 网关	251
8.7.1 网关的概念	252
8.7.2 常见网关	253
8.7.3 网关的特点	253
8.7.4 网关与其他设备的比较	253
8.8 本章实训——路由器配置	254
本章小结	260
习题	260
第9章 计算机通信的新技术及应用	262
9.1 引言	262
9.2 多协议标记交换	263
9.2.1 MPLS 的工作原理	263
9.2.2 MPLS 的应用	265
9.3 IP 电话	267
9.3.1 IP 电话概述	267
9.3.2 IP 电话的相关协议	268
9.3.3 传统电话与 IP 电话的比较	270
9.3.4 IP 电话技术所面临的问题	271
9.4 IPTV	272



9.4.1 概述	272
9.4.2 IPTV 系统构成	272
9.5 用户接入网	274
9.5.1 铜线接入技术	274
9.5.2 光纤接入技术	275
9.5.3 HFC 接入技术	276
9.5.4 无线接入技术	276
9.6 本章实训——即时通信软件的使用	278
本章小结	279
习题	280
参考文献	281

第 1 章

绪 论

【内容提要】

本章主要介绍计算机通信的发展与应用、计算机通信的基本概念和特点、计算机通信系统的模型,以及计算机通信网的基本组成和分类。

【本章重点】

1. 了解计算机通信的发展过程和发展趋势;
2. 掌握计算机通信的基本概念和特点;
3. 掌握计算机数据通信系统模型的组成和各部分作用;
4. 掌握计算机通信网的基本组成;
5. 了解计算机通信网的分类。

计算机和通信是当今社会最活跃的两个领域,计算机的发展促进了通信事业的发展;同样,通信的发展也扩大了计算机的应用范围,并向计算机提出更高的要求。因此,计算机和通信是密不可分的,二者互相促进,共同发展,从而推动了人类社会的发展和进步。

1.1 计算机通信的发展

1.1.1 计算机通信产生的背景

在人类社会里,人们总是离不开消息的传递,早在 19 世纪就相继出现了以电信号来传送文字和语言的电报、电话通信。这类通信方式标志着现代通信技术的开始,为人类的生产和社会活动带来了极大的方便。20 世纪 40 年代,人类发明了电子计算机,计算机是加工和处理信息的工具,标志着现代信息处理的开端。在开始有计算机时,人们用它来代替计算尺或电动计算器解题或做一些科学计算,把它看成是一个单独的计算工具。要使用计算机,必须将待处理的数据资料送到计算机站,这在路途上就浪费了大量的时间。对于紧急的数据资料(如气象资料等),由于不能及时处理,自然也就失去了时效。另一方面,计算机经常需要等待人来输入数据资料,不能充分发挥快速计算的能力。于是人们提出了这样的问题:能否做到使用户可以把待处理的数据通过通信线路送给计算机,经计算机进行计算处理后,再将计算结果通过通信线路送回给用户,从而达到远距离使用计算机



的目的呢?这一愿望使计算机技术和通信技术日益结合起来,导致产生了一种新的通信方式——计算机通信(C&C, Computer & Communication)。这种通信方式已成为 21 世纪的基本通信方式,它将通信的分布性和计算机的交互性融为一体,改变了人们工作和生活方式,对人类社会各方面的影响将远远超过电报通信和电话通信。

1.1.2 计算机通信的发展过程

计算机通信是在 20 世纪 60 年代初迅速发展起来的一种新的通信技术,它的发展历史并不很长,经历了一个从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。它的形成过程是从简单的为解决远程计算、信息收集和处理而形成的专用联机系统开始,发展到把多台中心计算机相互连接起来,实现以资源共享为目的的计算机网络。这一发展过程可划分为 4 个阶段,即:具有通信功能的单机系统、具有通信功能的多机系统、计算机通信网络和计算机网络。

1. 具有通信功能的单机系统

早期的计算机很昂贵,数量也少,只有城市的重要部门和单位才有,而且计算机系统还没有提供管理程序和操作系统,用户只能亲自携带程序和数据到计算机中心,采用手工方式上机进行信息处理。显然,在这种方式之下,计算机和通信是分开进行的。而且这种方式对远离计算机的用户来说是极不方便的,他们或者不辞辛劳长途跋涉到计算中心上机;或者要对程序和数据写出详细说明,并通过邮寄办法,委托计算中心的工作人员代劳。无论哪一种办法,对远地用户来说,都要在时间上、精力上和经济上付出较大的代价。为了解决这个问题,人们在计算中心的机房内设置一些脱机输入输出装置,并利用通信线路把它们与远程站点的输入输出装置相连,当远程站通过通信线路送来程序和数据时,先把它们通过机房的输入装置记录到纸带或磁带等存储介质上,然后再由操作员将它们输入到计算机内进行处理,处理的结果亦要由操作员用输出装置通过通信线路发送到远程站,如图 1-1(a)所示。在通信线路误码率较高以及计算机和通信设备的接口没有妥善解决的情况下,脱机系统是较为经济的。但十分明显,这种脱机方式需要操作员直接插手干预远程输入输出,工作效率很低。

鉴于脱机通信系统的缺点,人们自然会想到,如果在计算机上设法增加通信接口功能,使远程站的输入输出设备通过通信线路直接和计算机相连,那么就可以摆脱操作员对远程输入输出的干预,使计算机系统直接经过通信线路从远程站点一边输入信息一边处理信息,最后的处理结果也通过通信线路直接送回远程站点。这种系统就是简单的联机系统,即具有通信功能的单机系统,如图 1-1(b)所示。这种联机工作方式,不仅提高了计算机系统的工作效率和服务能力,而且大大促进了计算机系统和通信技术的发展。

为了适应不同领域实现自动监测和自动控制的需要,计算机除了能用通信线路和普通的输入输出设备相连外,还能和大量的监视设备、控制设备相连,这些能用通信线路和计算机相连的设备统称为终端设备。这种最初的终端设备都是利用专用线路,按照点到点方式和计算机固定相连的,这种连接方式的最大缺点是每个终端独占一条线路,在终端数目多、距离远的情况下,线路投资费用较大,利用率也很低。随着通信技术的进一步发展,为了节省投资,出现了多点连接方式,即多个用户终端设备共用一条线路和计算机相连。20 世纪 60 年代末期,在实时控制和分时系统大力发展的基础上,一台计算机可以连接大量的终端设备,因此出现了利用现有的电报、电话通信网络实现终端和计算机之间的



信息传输。这种一台计算机(也称为主机)通过通信线路或网络连接多台终端设备的系统也称为多终端联机系统,其典型系统如图 1-1(c)所示。随着通信技术的发展,计算机系统也从简单的联机系统,相继发展成为远程批式处理系统、远程分时处理系统和远程实时处理系统等更为复杂的联机系统。

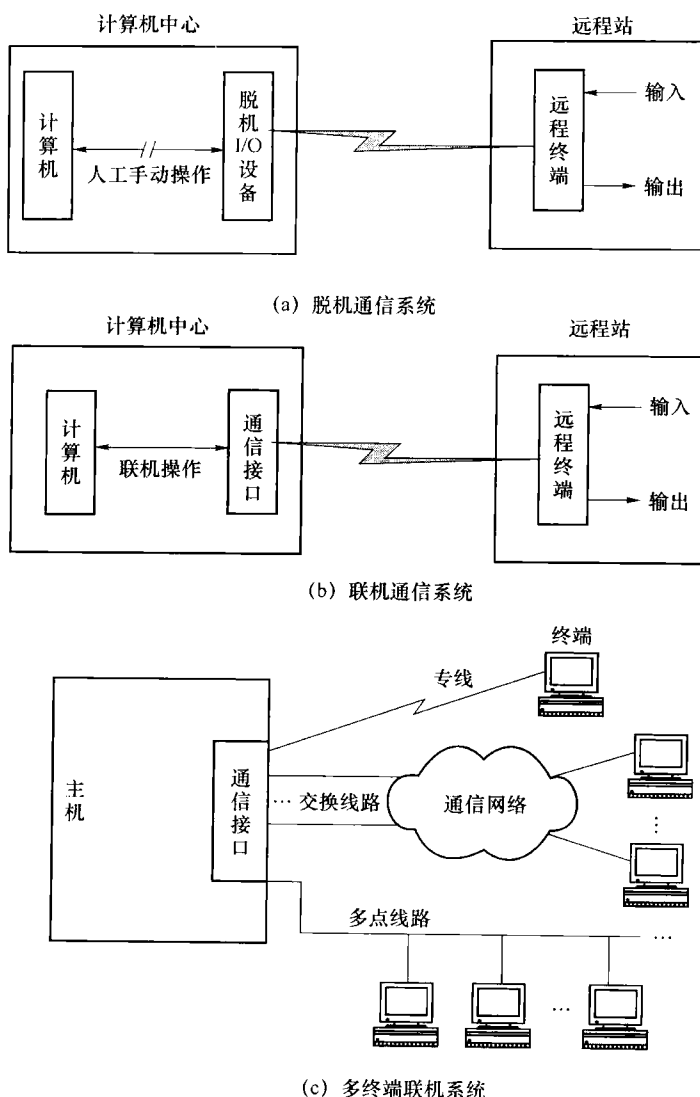


图 1-1 具有通信功能的单机系统

目前,我国金融系统等领域广泛使用的多用户终端就属于多终端联机系统,只不过其软、硬件设备和通信设施都已更新换代,提高了网络运行效率。

2. 具有通信功能的多机系统

上述连接大量终端的联机系统有两个显著的缺点:

- 一是主机系统负荷较重,它既要承担数据处理工作,又要承担通信控制等工作;
- 二是通信线路的利用率很低,尤其是终端距离较远时更是如此。



为了减轻主机的负担,可以用一台计算机(称前置处理机或通信处理机)代替通信接口装置,专门负责与终端的通信工作,这样可以把数据处理和通信进行分工,使得主机系统减轻了通信开销,能够集中较多的时间进行数据处理工作,显著提高了效率。另外,为了提高通信线路利用率,通常在终端较为集中的地区设置线路集中器或复用器,用低速线路把附近的终端先汇集到线路集中器或复用器上,然后再用高速线路把集中器或复用器和主机相连,这样就可以把终端送来的信息通过集中器或复用器汇总,再用高速线路把汇总的信息送入主机去处理。前置处理机和集中器常采用内存容量较小、运算速度较低、指令类型较简单但通信功能较强的计算机。增加了前置处理机或集中器的系统(即具有通信功能的多机系统)如图 1-2 所示。与图 1-1(c)相比,就有更多的连接方式。显然,这样的远程联机系统已经具备了计算机和计算机通信的雏形,即具有通信功能的多机系统。

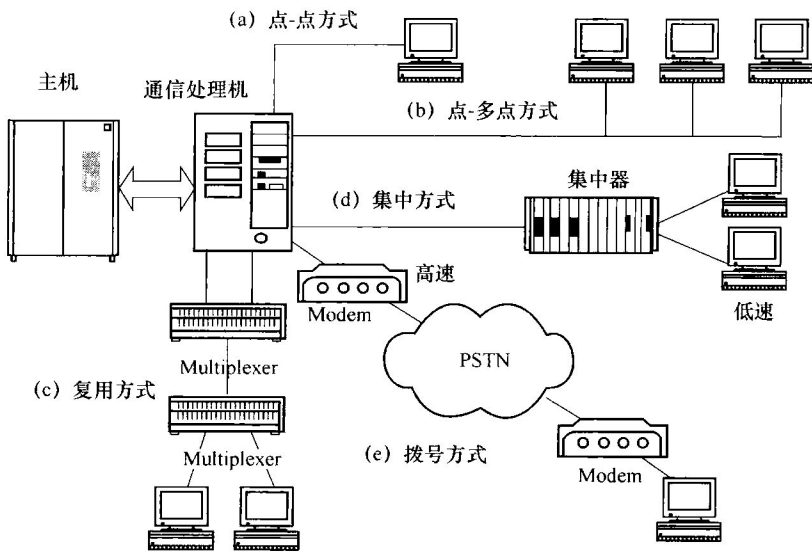


图 1-2 具有通信功能的多机系统

3. 计算机通信网络

联机系统的发展,为计算机的应用开拓了新的领域。反之,新的应用领域又为计算机科学和计算机技术提出了更新的要求,希望实现计算机系统间的通信。因为大型企业、事业单位或军事部门通常有多个计算中心分布在广泛的地区,这些计算中心除了处理自己的日常业务外,还要与其他计算机中心彼此传递信息,进行各种各样的业务联系,但一般不把本中心的业务委托给其他中心去处理。人们把这种以传输信息为主要目的,并用通信线路将各计算中心的中心计算机连接起来的计算机群称为计算机通信网络,如图 1-3 所示。一般可理解为它是计算机网络的低级形式。

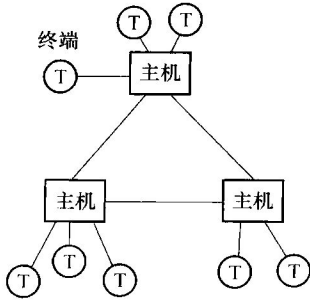


图 1-3 计算机通信网络



4. 计算机网络

随着计算机通信网络的发展和广泛应用,人们又提出了更高的要求。某计算机系统的用户希望使用其他计算机系统资源为自己服务,或者希望与其他计算机联合起来共同完成某项业务,这就形成了以共享资源为主要目的的计算机网络。

(1) 计算机网络起源时期

早在 20 世纪 60 年代末,以美国 ARPA 网(ARPANET)的推出为起点,出现了以资源共享为目的的异种计算机互联网。在 ARPA 网中互联的是运行用户应用程序的主计算机,又称为主机(Host)。但主机之间并不是通过直接的通信线路相连,而是通过称为接口报文处理机(IMP, Interface Message Processor)的装置转接后互联的,如图 1-4 所示。网中采用的是两级子网结构,其中以点划线为界,点划线内圈由 IMP 和它们之间互联的通信线路构成了通信子网(Communication Network)。通信子网的主要任务是负责完成主机之间的通信任务,保证可靠和高效能的数据通信,主机和终端对它来说只不过是数据通信的用户;而点划线外圈的主机系统(软件、硬件及数据库)、终端、集中器等组成了资源子网。资源子网的主要任务是数据处理,以实现最大限度地共享全网资源为目标,它不再管理繁琐的通信工作,从而把力量集中于主机系统的效能发挥,更好地提高对用户服务的质量。

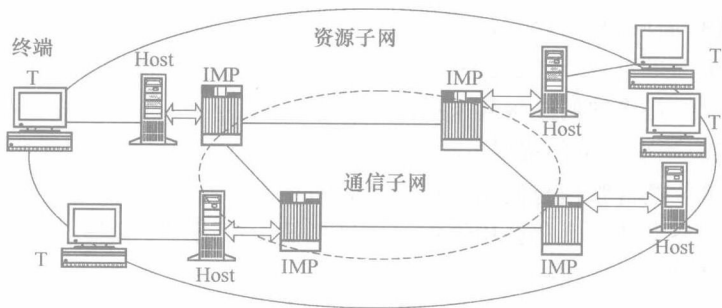


图 1-4 ARPA 网

ARPA 网已成为世界公认的第一个实用计算机网络,它开辟了计算机技术和通信技术相结合的新方式,其主要特点是:

- 采用层次化网络结构;
- 从逻辑上分为通信子网和资源子网;
- 实行分组交换方式,采用接口报文处理机(IMP);
- 采用分布式控制;
- 资源共享。

ARPA 网为后来的网络技术奠定了基础。今天已覆盖全球的互联网络因特网(Internet)就是在此基础上发展起来的。

(2) 计算机网络标准化时期

计算机网络和分布处理技术的迅速发展,进一步推动了计算机通信的广泛应用。



1976年,原国际电报电话咨询委员会(CCITT)[现改名为国际电信联盟电信标准部门(ITU-T)]正式公布了基于分组交换技术的公用数据通信网的重要标准 X.25 规程,其后经过多次修改和补充,为公用和专用数据网的技术发展奠定了基础。在这一阶段,又相继涌现出无线分组网和卫星分组网。不同类型的计算机系统通过不同的通信子网进行联网通信,出现了很多技术性问题。但最为迫切的问题则是计算机通信的标准化。为了使不同体系结构的计算机网络都能互连,国际标准化组织(ISO)于1977年成立了专门机构研究和制定网络通信标准,以实现网络体系结构标准化。不久,他们就提出了一个能使各种计算机在世界范围内互连成网的有关网络体系结构的七层参考模型,这就是著名的开放系统互连(OSI)基本参考模型。它为研究、设计、改造和实现新一代计算机网络系统提供了功能上和概念上的框架,是一个具有指导性的标准。

(3) 微机局域网发展时期

20世纪80年代由于微电子技术和超大规模集成电路(VLSI)所取得的成就,使微型计算机技术得到迅速发展,并渗透到各个技术领域和整个社会的各个方面。由于它优越的性能价格比,使其在各个领域得到广泛的应用,由此导致了计算机模式的重大改变。这些微型机一般具有界面友好的软件支持,但处理能力和硬、软件资源有限,因此需要相互之间交换信息和共享资源。如果将分散在各企业内独立的计算机设备互连起来,从而形成一个能满足信息交换和资源共享要求,以微型计算机为主体的用于较小范围的计算机网络,这就是局域网(LAN, Local Area Network)。例如,在一个局部地理范围内,比如几十米至几十千米左右,也就是一幢楼房、一个单位或一个校园就可能有许多计算机,通过专用的通信线路将它们连接起来构成局域网。局域网不是公共的或者商用的公共服务设施,不利用公用事业部门提供的传输媒体,也无须公用远程通信管理部门的介入,完全可以由一个单位经营管理与使用。由于覆盖范围小,它可以使用相对来说便宜得多的线路驱动设备代替复杂的远程公用模拟传输网所需要的调制解调器,在较短的距离内,达到比广域网高得多的数据速率。

1980年2月,IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers,电气和电子工程师协会)组织了一个802委员会,制定了IEEE802局域网标准。局域网极大地促进了计算机技术和通信技术的结合,使网络应用进入了一个新的阶段。

(4) Internet 应用与高速网络技术的发展时期

20世纪80年代中期,以TCP/IP为基础的网络由于其简洁实用,得到广泛应用和众多厂商的支持。特别是1989年出现的WWW(World Wide Web)和1993年出现的基于图形化用户界面的浏览器,因其操作简便,能十分便捷地访问图文并茂的多媒体信息,彻底改变了Internet的使用模式和用户群。自此,Internet进入大发展时期。在此后这段时间,Internet以惊人的高速度发展,网上主机数量、上网人数、网络信息量每年都在成倍增长。

在Internet飞速发展和广泛应用的同时,高速网络技术的发展也引起人们越来越多的注意。高速网络技术发展主要表现在宽带综合业务数据网(B-ISDN)、异步传输模式(ATM)、高速局域网、交换局域网及虚拟网络上。

纵观计算机通信的发展史,计算机技术和通信技术之间有着十分密切的联系。而且,