

教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导分委员会推荐
计算机基础课程系列教材

Computer
Networking Primer

计算机网络简明教程

冯博琴 陈文革 主编

吕 军 程向前 李 波 编



高等教育出版社
Higher Education Press

教育部高等学校非计算机专业计算机
基础课程教学指导分委员会推荐

计算机基础课程系列教材

Computer Networking Primer

计算机网络简明教程

冯博琴 陈文革 主编
吕 军 程向前 李 波 编

高等教育出版社

内容提要

本书内容涵盖了数据通信和计算机网络领域的基本概念、原理和技术,主要包括数据通信的基础知识、计算机网络体系结构、局域网技术、广域网技术、网络操作系统、常用网络设备、网络互联与因特网基础、因特网的应用、网络管理和网络安全等内容。本书内容取材新颖,反映了网络技术的最新发展。

本书可作为各高等院校非计算机专业计算机网络课程的教材或参考书,也可作为各类希望了解计算机网络的人员的培训教材或参考书。书内各章均附有习题。书中带有*和**标记的章节属于选讲的内容,各学校可根据教学的学时安排酌情讲授。

与本书配套的实验指导书也已由高等教育出版社出版,供各学校参考选用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络简明教程 / 冯博琴, 陈文革主编; 吕军, 程向前, 李波编. —北京: 高等教育出版社, 2005.12

ISBN 7-04-017827-3

I. 计... II. ①冯...②陈...③吕...④程...⑤李...

III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 130937 号

策划编辑	何新权	责任编辑	康兆华	封面设计	于文燕	责任绘图	朱 静
版式设计	胡志萍	责任校对	殷 然	责任印制	杨 明		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮 码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京嘉实印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 22
字 数 490 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2005 年 12 月第 1 版
印 次 2005 年 12 月第 1 次印刷
定 价 27.50 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 17827-00

前 言

自《计算机网络》第二版出版以来，受到了很多读者的关注，也收到了很多宝贵的意见。为了使本书更适用于普通高校非计算机专业计算机网络课程的教学，我们又对第二版进行了修订，对书中的内容进行了适当的删简，并对部分章节的顺序进行了调整。

为了配合本书的教学，我们编写的配套计算机网络实验指导书已由高等教育出版社出版。该实验指导书包含了大量的网络实验，其中既有网络硬件的实验，也有网络配置、协议验证和网络编程等方面的实验，可供读者参考选用。

值此简明教程出版之际，特向对本书提出宝贵意见的读者表示衷心的感谢。西安交通大学李增智教授、西安石油学院郑凯东副教授和西安理工大学张毅坤教授在百忙之中审阅了全书，为本书的编写都提出了很多宝贵意见。在此向他们一并表示衷心的感谢。

冯博琴教授主持了本次修订工作，参加修订的有吕军（第一章~第三章），陈文革（第四章、第五章、第七章、第十章），程向前（第六章、第八章、第九章）。陈文革担任全书的统稿工作。

编 者

2005年3月

目 录

第一章 计算机网络概述.....1	*2.4 数据编码.....43
1.1 计算机网络的产生和发展.....1	2.4.1 数字数据的数字信号编码.....43
1.1.1 以单台计算机为中心的 联机系统.....1	2.4.2 数字数据调制编码.....44
1.1.2 计算机-计算机网络.....3	2.4.3 模拟数据的数字信号编码.....45
1.1.3 体系结构标准化网络.....5	2.5 多路复用技术.....46
1.1.4 Internet 时代.....6	2.5.1 频分多路复用.....47
1.2 计算机网络的概念.....7	2.5.2 时分多路复用.....47
1.2.1 计算机网络与终端分时系统.....7	*2.5.3 波分多路复用.....49
1.2.2 计算机网络与多机系统.....9	*2.5.4 码分多路复用.....49
1.2.3 计算机网络与分布式系统.....10	2.6 数据交换技术.....51
1.3 计算机网络的功能.....10	2.6.1 电路交换.....51
1.4 计算机网络系统的组成.....11	2.6.2 报文交换.....52
1.5 计算机网络分类.....12	2.6.3 分组交换.....53
1.6 计算机网络的应用.....16	2.6.4 快速分组交换.....55
1.6.1 计算机网络的应用.....16	2.7 差错控制.....56
1.6.2 计算机网络的应用所带来的 社会问题.....18	2.7.1 产生差错的原因.....56
习题一.....19	2.7.2 差错控制.....56
第二章 数据通信基础.....20	2.7.3 检错码工作原理.....58
2.1 基本概念.....20	习题二.....58
2.1.1 数据通信的一般概念.....20	第三章 计算机网络体系结构.....60
2.1.2 数据通信系统的主要构成.....20	3.1 网络体系结构概述.....60
2.2 信道及其主要特性.....23	3.1.1 网络体系结构的定义和发展.....60
2.2.1 数字信道和模拟信道.....23	3.1.2 网络体系结构的分层原理.....61
2.2.2 信道的最大传输速率.....24	3.1.3 通信协议.....61
2.2.3 通信线路连接方式.....27	3.2 开放系统互连参考模型 (OSI/RM).....62
2.2.4 数据的传输方式.....28	3.2.1 开放系统.....62
2.3 传输介质.....32	*3.2.2 OSI 分层的原则.....63
2.3.1 有线传输介质.....33	3.2.3 OSI 七层模型.....63
2.3.2 无线传输介质.....38	3.2.4 OSI/RM 中的几个概念.....64
2.3.3 不同传输介质的比较和选择.....42	3.3 OSI 主要层次简介.....67
	3.3.1 物理层.....67

3.3.2 数据链路层	70	第五章 广域网	134
3.3.3 网络层	72	5.1 广域网概述	134
3.3.4 传输层	76	5.1.1 广域网的基本概念	134
3.3.5 应用层	78	*5.1.2 公共传输网络	136
3.4 TCP/IP 体系结构	79	5.1.3 广域网的通信服务类型	138
3.4.1 TCP/IP 协议集	79	5.1.4 广域网的数据链路层	139
3.4.2 TCP/IP 的网络接口层	79	5.2 公用交换电话网	143
3.4.3 TCP/IP 的互联网层	79	5.3 数字用户线	144
3.4.4 TCP/IP 的传输层	80	5.3.1 铜质双绞线的特性	145
3.4.5 TCP/IP 的应用层	81	5.3.2 xDSL 的基本概念	145
习题三	82	5.3.3 xDSL 的标准	148
第四章 局域网	83	5.3.4 ADSL	149
4.1 局域网概述	83	*5.4 光纤同轴混合网络	151
4.1.1 局域网的特点	83	5.5 综合业务数字网	152
4.1.2 局域网的关键技术	83	5.5.1 ISDN 的产生和发展	152
4.1.3 局域网体系结构	85	5.5.2 ISDN 服务类型	153
4.2 介质访问控制方法	87	5.5.3 ISDN 协议	154
4.2.1 CSMA/CD	87	5.5.4 ISDN 用户接入	156
**4.2.2 令牌环	91	5.5.5 ISDN 应用	157
4.3 传统以太网	96	*5.6 X.25 分组交换网	158
4.3.1 以太网的产生和发展	96	5.6.1 X.25 分组交换网概述	158
4.3.2 以太网的物理层选项	97	5.6.2 X.25 分组交换网的组成	158
4.3.3 以太网的帧格式	98	5.6.3 X.25 分组层	159
*4.3.4 同轴电缆以太网	100	5.6.4 X.25 网的特点	161
4.3.5 双绞线以太网	103	5.6.5 X.25 网的用户接入	161
**4.3.6 光纤以太网	105	*5.7 帧中继	162
**4.3.7 全双工以太网	106	5.7.1 帧中继协议	165
4.4 高速局域网技术	108	5.7.2 帧中继的操作	166
4.4.1 快速以太网	109	5.7.3 帧中继网络的拥塞 控制方法	167
4.4.2 千兆位以太网和万兆位 以太网	114	*5.8 异步传输模式	168
**4.5 无线局域网	123	5.8.1 ATM 概述	168
4.5.1 无线网络的应用	123	5.8.2 ATM 的主要特性	169
4.5.2 无线局域网标准	124	5.8.3 ATM 协议	170
4.5.3 无线局域网的物理层	125	5.8.4 ATM 中的局域网 仿真 LANE	176
4.5.4 无线局域网的数据链路层	128	5.8.5 ATM 的缺点	177
4.6 简单局域网的构建	130	习题五	177
习题四	133		

第六章 网络操作系统	180
6.1 概述	180
6.1.1 网络操作系统的类型	180
6.1.2 网络操作系统的基本服务	181
6.1.3 网络操作系统的特征	183
6.1.4 网络操作系统服务能力和性能的 评估策略	190
6.2 常见的网络操作系统	191
6.2.1 UNIX 和 Linux	191
6.2.2 Windows NT	201
习题六	210
第七章 常用网络设备	211
7.1 网络接口卡	212
7.1.1 网卡的功能	212
7.1.2 以太网卡的结构	213
7.1.3 网卡的配置参数	213
7.1.4 提高网卡性能的技术	214
7.1.5 网卡的选择	215
7.2 中继器和集线器	217
7.2.1 中继器	217
7.2.2 集线器	218
7.3 网桥和以太网交换机	220
7.3.1 传统以太网的问题	220
7.3.2 网桥	221
7.3.3 以太网交换技术和以太网 交换机	227
** 7.3.4 虚拟局域网	231
7.4 路由器	236
7.4.1 概述	236
7.4.2 路由器的路由选择过程	237
7.4.3 路由器与网桥的比较	240
7.5 网关	240
习题七	240
第八章 网络互联与因特网基础	242
8.1 网络互联的基本概念	242
8.2 因特网的体系结构	243
8.3 因特网接入技术	245
8.4 因特网的数据链路层与 网络层	247
8.4.1 点对点协议	247
8.4.2 因特网的网络层与 IP 协议	250
8.4.3 因特网的 IP 路由技术	255
8.4.4 ARP 协议和 RARP 协议	259
8.4.5 ARP 与 IP 的交互	260
8.4.6 IP 地址的获取	261
8.4.7 ICMP 协议	262
* 8.4.8 IPv6	263
8.5 因特网传输层协议	266
8.5.1 复用与分用	267
8.5.2 无连接的传输——UDP	269
8.5.3 TCP 协议	270
习题八	275
第九章 因特网的应用	276
9.1 域名系统	276
9.1.1 DNS 所提供的服务	276
9.1.2 DNS 基本工作原理	278
9.1.3 DNS 与 ARP 的比较	278
* 9.2 远程登录	279
9.3 电子邮件系统	280
9.3.1 简单邮件传送协议	283
9.3.2 电子邮件的信息格式	285
9.3.3 邮件读取协议	285
9.3.4 通用因特网邮件扩充	287
9.4 文件传输协议	289
9.4.1 FTP 工作原理	290
9.4.2 FTP 命令和应答	291
9.5 万维网	292
9.5.1 超文本传输协议	294
9.5.2 HTTP 报文格式	296
9.5.3 万维网的缓存机制	299
9.5.4 HTTP 与 SMTP 的比较	301
9.5.5 超文本标记语言	302
* 9.5.6 浏览器的结构	304
** 9.5.7 万维网网站的软件构架	306
习题九	309

第十章 网络管理与网络安全	310	10.3.2 密钥算法	326
10.1 网络管理	310	10.3.3 用户认证	328
10.1.1 网络管理的概念	310	10.3.4 数字签名	330
* 10.1.2 ISO 网络管理体系结构	311	10.4 防火墙	333
10.1.3 简单网络管理协议	313	10.4.1 防火墙基本概念	333
10.1.4 网络管理平台	315	10.4.2 防火墙体系结构	334
* 10.1.5 网络管理系统的各种 实现结构	316	10.4.3 包过滤	335
10.2 网络安全	319	10.4.4 选择防火墙的原则	338
10.2.1 网络安全基础知识	320	10.5 代理服务	339
10.2.2 威胁网络安全的因素	321	10.6 网络病毒的防治	340
10.2.3 网络安全解决方案	322	10.6.1 计算机病毒的定义	340
** 10.3 密码学	323	10.6.2 宏病毒及网络病毒	341
10.3.1 密码学基本概念	323	习题十	342
		参考文献	343

第一章 计算机网络概述

计算机网络是密切结合计算机技术和通信技术、正迅速发展并获得广泛应用的一门综合性学科。一个国家网络建设的规模和水平是衡量一个国家综合国力、科技水平和社会信息化的重要标志。经过 50 多年的发展,计算机网络技术已经进入了一个崭新的时代,特别在当今的信息社会,网络技术已日益深入到国民经济各部门和社会生活的各个方面,成为人们日常生活、工作中不可或缺的工具。本章从网络的产生和发展开始,全面地介绍了计算机网络的功能、应用、组成等基本概念。

1.1 计算机网络的产生和发展

计算机网络源于计算机技术与通信技术的结合,始于 20 世纪 50 年代,近 50 年来得到迅猛发展。由最初的终端与主机之间的远程通信,到今天世界范围内成千上万计算机互联;从 4 800 bps 争用型无线电频道传输系统发展到在光纤上每秒传输 10 000 Mbit 的信息,其发展大致经历了 4 个主要阶段。

1.1.1 以单台计算机为中心的联机系统

以单台计算机为中心的联机网络系统如图 1.1 所示,这类系统有时称为第一代计算机网络。20 世纪 60 年代中期以前,计算机主机昂贵,而通信线路和通信设备的价格相对较为便宜,为了共享主机资源(强大的处理能力)并进行信息的采集及综合处理,以单台计算机为中心的联机终端网络成为一种主要的系统结构形式。这里给出几个具体的实例。

早在 1951 年,美国麻省理工学院林肯实验室就开始为美国空军设计称为 SAGE 的半自动化地面防空系统。该系统分为 17 个防区,每个防区的指挥中心装有两台 IBM 公司的 AN/FSQ-7 计算机,通过通信线路连接防区内各雷达观测站、机场、防空导弹和高射炮阵地,形成联机计算机系统。系统由计算机辅助指挥员决策,自动引导飞机和导弹拦截入侵的飞行器。SAGE 系统最先采用了实现人-机交互的显示器,使用了小型计算机形式的前端处理机,制定了 1 600 bps 的数据通信规程,并提供了高可靠性的路由选择算法。这个系统最终于 1963 年建成,被认为是计算机技术和通信技术结合的先驱。

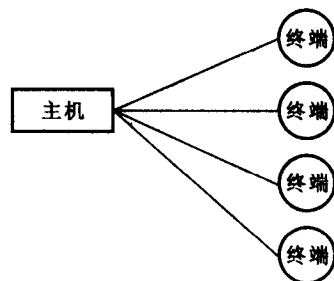


图 1.1 以单台计算机为中心的联机系统

计算机通信技术应用于民用系统方面,最早的是美国航空公司与 IBM 公司在 20 世纪 50 年代初开始联合研究、60 年代初投入使用的飞机订票系统 SABRE-1。这个系统由一台中央计算机与整个美国本土内的 2 000 个终端组成。这些终端采用多点线路与中央计算机相连。美国通用电气公司的信息服务系统 (GE Information Service) 则是世界上最大的商用数据处理网络,其地理范围从美国本土延伸到欧洲、澳洲和日本。该系统于 1968 年投入运行,具有交互式处理和批处理能力。网络配置为分层星形结构,各终端设备连接到分布在世界上 23 个地点的 75 个远程集中器,远程集中器又分别连接到 16 个中央集中器,各主计算机也连接到中央集中器,中央集中器经过 50 kbps 线路连接到交换机。由于地理范围很广,这个系统可以利用时差达到资源的充分利用。

在这些早期的单台计算机联机网络中,已涉及多种通信技术、多种数据传输设备和数据交换设备。从计算机技术上看,这些系统已从单用户系统发展到了远距离的分时多用户系统。虽然联机终端网络在当时的历史条件下已充分显示了计算机与通信相结合的巨大优势,但它仍然有严重的缺点:一是主机负荷较重,既要承担通信任务,又要进行数据处理;二是通信线路的利用率低,尤其在远距离时,分散的终端都需要独占一条通信线路,不仅通信费用昂贵而且通信线路利用率低;三是这种结构属集中控制方式,可靠性低。在这类早期的计算机通信网络中,为了提高通信线路的利用率并减轻主机的负担,已经使用了多点通信线路、集中器以及前端处理机。这些技术对以后计算机网络的发展有着深远的影响,现分别介绍如下。

1. 所谓多点通信线路就是在一条通信线路上连接多个终端,如图 1.2 所示。这样,多个终端可以共享同一条通信线路与主机进行通信。这样做的原因在于终端的数据速率很低,所以各个终端与主机间的通信可以分时地使用同一高速通信线路。相对于每个终端与主机之间都设立专用通信线路的配置方式,这种多点线路能极大地提高线路的利用率。

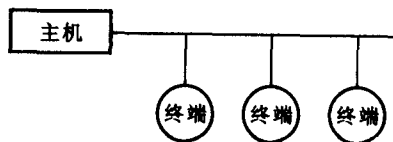


图 1.2 多点通信线路方式

2. 终端集中器和前端处理机的作用是类似的,不过后者的功能要强一些。它们的功能都是接替主机的终端通信任务,使主机从繁重的通信任务中解脱出来,而专注于数据处理和计算。这两种设备可能本身就是小型计算机,不过它们的硬/软件配置都是面向通信的,可以置于终端相对集中的地点,它与各个终端以低速线路连接,收集终端的数据,然后用高速线路传送给主机。这种通信配置的结构如图 1.3 所示。

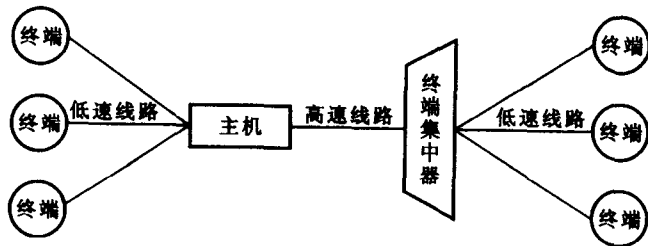


图 1.3 使用终端集中器的通信系统

终端集中器的硬件配置相对简单,它主要负责把终端传来的数据集中起来,通过高速线路发送给主机,或把主机传来的数据分发给各个终端。显然,采用终端集中器可提高通信线路的利用率。前端处理机除了具有以上功能外,它还能连接多个主机,而且前端处理机之间也能互相连接,并具有路由选择功能,能根据数据包的地址把数据发送到适当的主机。不过,在早期的计算机网络中,前端处理机的功能还不是很强,互联规模也不大。

1.1.2 计算机-计算机网络

从 20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期,随着计算机技术和通信技术的进步,又出现了将多个单台计算机联机系统进行网络互联而构成的多计算机互联网络系统。这种多机互联网络系统利用通信线路将多台计算机连接起来,共同为用户提供服务。它有两种构造形式。第一种形式是通过通信线路将主机直接互联起来,主机既负责数据处理又负责通信,如图 1.4 所示。第

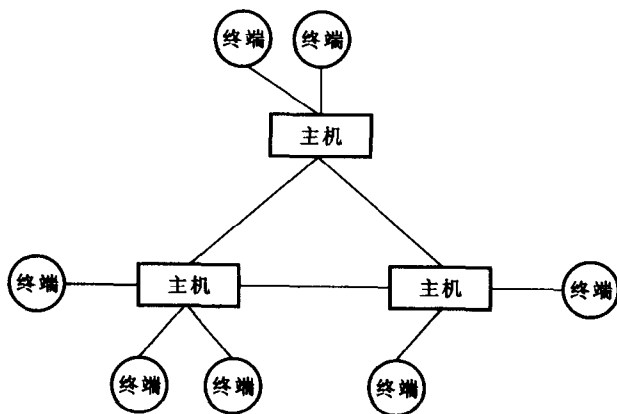


图 1.4 主机直接互连的网络

二种形式是把通信任务从主机中分离出来,交由通信控制处理机 (Communication Control Processor, CCP) 完成,即主机间的通信通过 CCP 的中继功能间接进行。这种结构显然要比前一种结构更为合理。这时,人们把由 CCP 组成的传输网络称为通信子网,如图 1.5 所示。

通信子网概念的出现,使得计算机网络开始进入具有层次结构的时代。在网络结构的内层,是由 CCP 和通信线路所构成的通信子网,主要负责网上各主机间的通信控制和通信处理。网络结构的外层则是由通信子网连接起来的主机所构成的资源子网,主要负责数据处理。这两个层次的分工不同。通信子网为资源子网提供信息传输服务,资源子网则在通信子网的支持下为用户提供资源共享服务。两者共同组成了统一的两层网络。如果将通信子网的规模进一步扩大并将其商用化,它就变成了社会公用的数据通信网,如图 1.6 所示。广域网,特别是国家级的计算机网络,大多采用这种形式。这种网络允许异种机入网,具有兼容性好、通信线路利用率高的特点,是具有完整的计算机网络概念、并得到普遍应用的一种形式。

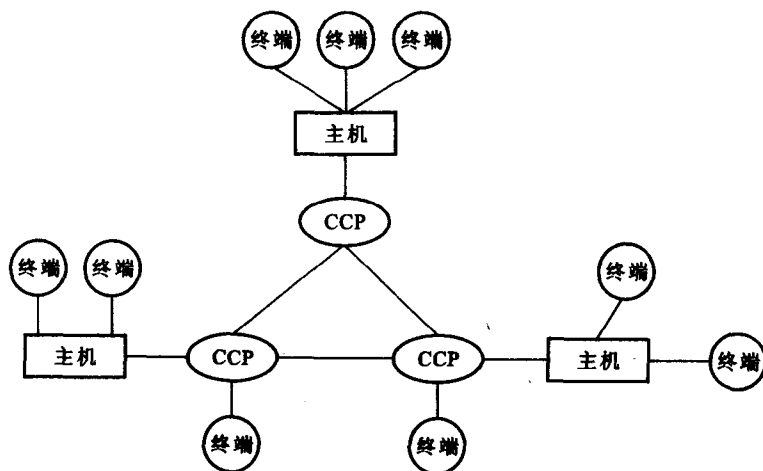


图 1.5 具有通信子网的计算机网络

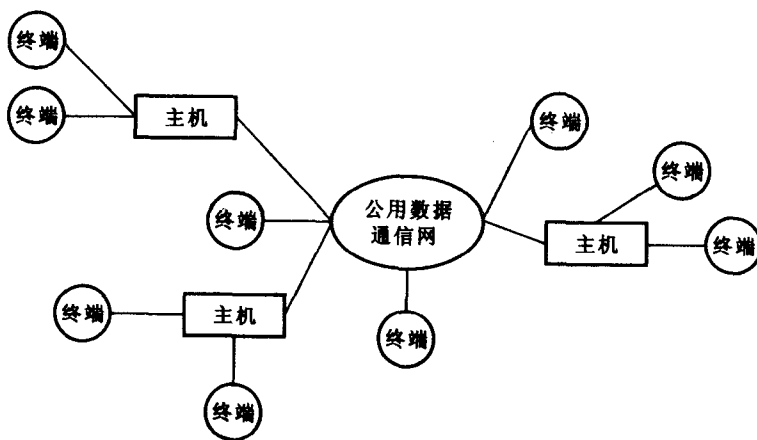


图 1.6 具有公用数据通信网的计算机网络

现代意义上的计算机网络出现于 1969 年，它就是美国国防部高级研究计划署（DARPA）开发的 ARPANET 实验网。该网络最初只有 4 个节点，以电话线路作为主干网络。两年后就增长为 15 个节点，并正式投入使用。此后，ARPANET 的规模不断扩大，到了 20 世纪 70 年代后期，网络节点已超过 60 个，所连接的主机有 100 多台。地域范围跨越了美洲大陆，连通了美国东部和西部的许多大学和研究机构，并且通过通信卫星与夏威夷和欧洲等地区的计算机网络实现了互联。ARPANET 所具有的资源共享、分散控制、分组交换、专用的通信控制处理机以及分层的网络协议等特点往往被认为是现代计算机网络的一般特征。

与 ARPANET 同时代的其他网络系统还有：英国国家物理实验室的 NPL 网络（1970 年），

英国邮政局的 EPSS 公用分组交换网络 (1973 年), 法国信息与自动化研究所 (IRIA) 的 CYCLADES 分布式数据处理网络 (1975 年), 加拿大的 DATAPAC 公用分组交换网 (1976 年), 日本电报电话公司的 DDX-3 公用数据网 (1979 年), 等等。这些网络以远程大规模的主机互联为主要特点, 称为第二代网络。第二代网络根据应用目的可分为以下三种类型:

1. 为了在一定范围内共享某种资源而建立的网络, 如美国加州大学劳伦斯原子能研究所的 OCTOPUS 网络, 它由两台 CDC-7600、两台 CDC-6600 和其他一些机器以及 500 多个终端组成, 可共享容量巨大的数据库。另一个例子是加州大学的欧文分校研制的 DCS 网, 它是一个面向进程通信的分布式异种机环形网络。

2. 在一定的地域范围内, 以提供通信服务为目的的通信网络, 如欧洲情报网络 EIN。

3. 用于商用目的的公用分组交换数据通信网络, 如美国远航网络公司建立的 TELENET 网络, 是一个为美国 250 个城市及 37 个国家的用户提供服务的全球性分组交换网。另外, 加拿大的 DATAPAC 网、法国 TRANSPAC 网等都属于这一类型。

1.1.3 体系结构标准化网络

经过 20 世纪 60 年代和 70 年代前期的发展, 人们对组网的技术、方法和理论的研究日趋成熟。为了促进网络产品的开发, 各大计算机公司纷纷开始制定自己的网络体系标准, 并最终促成国际标准的出台。按照网络体系结构标准建成的网络称为第三代网络, 它的发展经历了如下两个阶段。

1. 各计算机制造厂商的网络结构标准化阶段

IBM 公司在 SNA (System Network Architecture, 系统网络体系结构) 之前已建立了许多网络。为了使自己公司所制造的计算机易于联网, 并有标准可循, 使网络的系统软件、网络硬件具有通用性, 1974 年在世界上首先提出了完整的计算机网络体系标准化的概念, 宣布了 SNA 标准。以 IBM 公司的 SNA 为标准而建立起来的网络称为 SNA 网。利用这个标准, 用户可以非常容易地将 IBM 各系列、各型号的计算机互联起来构成自己的网络。紧接着, 其他一些大的计算机公司也制定了各自的网络体系结构标准, 如 DEC 公司公布了 DNA (数字网络体系结构)、Univac 公司公布了 DCA (数据通信体系结构)、Burroughs (宝来) 公司公布了 BNA (宝来网络体系结构) 等。这些标准只是在一个公司范围内有效, 而且能根据这些标准互联的网络通信产品也只是同一公司生产的同构型设备。

网络通信市场这种各自为政的状况使得用户在投资方向上无所适从, 也不利于多厂商之间的公平竞争。为了摆脱这种局面, 制定全世界统一的网络标准已经是势在必行。

2. 网络体系结构的国际标准化阶段

1977 年国际标准化组织 (International Organization for Standardization, ISO) 为适应网络标准化的迫切需要, 成立了上属于 TC97 (计算机与信息处理标准化委员会) 的 SC16 (开放系统互连分技术委员会)。该委员会在研究、吸收各计算机制造厂家的网络体系结构标准化经验的基

础上,开始着手制定开放系统互连的一系列标准,旨在建立开放性的网络,以方便地实现异种计算机的互联。作为成果,该委员会制定了“开放系统互连参考模型”(Open Systems Interconnection/Reference Model, OSI/RM),简称为 OSI。作为国标标准,OSI 规定了互联的计算机系统之间的通信协议,遵从 OSI 标准的网络通信产品都属于所谓的开放系统。今天,几乎所有网络产品厂商都声称自己的产品是开放系统,而不遵从国际标准的产品便逐渐淡出了市场。这种统一的、标准化产品互相竞争的市场为网络技术的发展开辟了广阔的前景。

20 世纪 80 年代,微型计算机有了极大的发展,这种廉价的、更适合办公室环境和家庭使用的新机种对社会生活的各个方面都产生了深刻的影响。特别是微型计算机的普及推动了企业内部计算机和智能设备互联的需求,从而也带动了局域网技术的高速发展。1980 年 2 月,IEEE 802 委员会的局域网标准出台,并逐渐成为局域网的主流标准。

局域网的发展道路不同于广域网,局域网厂商从一开始就按照标准化、互相兼容的方式展开竞争。现在,局域网厂商大都进入专业化的成熟时期。目前在一个用户的局域网中,工作站可能是 IBM 公司的,服务器可能是 Compaq 公司生产的,网卡可能是 3Com 公司生产的,集线器可能是 DEC 公司生产的,而网络上所运行的软件则可能是 Novell 公司的 NetWare 或是 Microsoft 公司的 Windows NT,如果没有网络标准化,这种高度的兼容性是不可想象的。

1.1.4 Internet 时代

从 20 世纪 80 年代开始,Internet(因特网)成为计算机网络领域最引人注目也是发展最快的网络技术。经过 20 多年的发展,如今 Internet 已经成为遍布全球的国际性网络,与之相连的网络有上百万个,在网上运行的主机有上千万台,而且它们还在以飞快的速度不断增加。Internet 上不仅有分布于世界各地计算机上成千上万的信息资源,而且 Internet 上丰富的网络应用程序也为网络用户提供了各种各样的服务。自 1994 年以来,Internet 开始了商业化应用,利用 Internet 进行商业活动成为世界经济的一大热点,几乎所有的国际知名公司都在 Internet 上建立了自己的商业服务系统,并且把公司管理系统与 Internet 相联。另一方面,商业性 Internet 接入服务也为其带来了更多的用户,推动了 Internet 的普及,甚至对人们的生活方式也产生了深远的影响。可以说 Internet 的普及应用,是人类由工业社会向信息社会发展的重要标志。

Internet 是从早期的 ARPANET 网发展而来的,它主要经历了以下的主要发展阶段。

1969 年 ARPANET 问世,并得到了飞速发展,到 1983 年已连接 300 多台计算机,供美国各研究机构和政府部门使用。1984 年 ARPANET 分解为两个网络,一个仍称为 ARPANET,是民用科研网;另一个是军用计算机网络 MILNET。

1986 年美国国家科学基金会在美国政府的资助下,租用电信公司的通信线路组建了一个新的 Internet 骨干网——美国国家科学基金会网络(NSFNET),用以连接当时的六大超级计算机中心和美国的各个大学及学术机构。

1989 年,在 ARPANET 解散的同时,NSFNET 对公众开放,从而成为 Internet 最重要的通信骨干网络。

1992 年, Internet 不再归美国政府管辖, 而是成立了一个国际组织——Internet 协会 (ISOC) 负责对 Internet 进行全面管理, 并负责制定 Internet 相关标准和推进 Internet 的普及。

Internet 的网络体系结构采用 TCP/IP 协议集。TCP/IP 协议集由一组以 TCP 和 IP 为代表的协议构成, 采用四层(或五层)结构。它简单实用, 能满足不同服务需求的数据传输。使用 TCP/IP 协议集还可方便地将不同类型的主机和网络互联, 原则上任何计算机只要遵守 TCP/IP 协议, 都能按一定的规则接入 Internet。

1.2 计算机网络的概念

对于计算机网络 (Computer Network) 在不同阶段或从不同的观点有着不甚相同的定义。ARPANET 建成后, 把计算机网络定义为“以相互共享(硬件、软件和数据)资源的方式而连接起来, 且各自具有独立功能的计算机系统之集合”。这个定义着重于应用目的, 而没有指出物理结构。当联机终端网络发展到计算机-计算机网, 为了区分后者和前者, 从物理结构看, 计算机网络被定义为“在网络协议控制下, 由多台主计算机、若干台终端、数据传输设备以及计算机与计算机间、终端与计算机间进行通信的设备所组成的计算机复合系统”。

我国有些计算机专家把计算机网络定义为“利用各种通信手段, 例如电报、电话、微波通信等, 把地理上分散的计算机有机地联系在一起, 达到相互通信而且共享软件、硬件和数据等资源的系统”。

综合以上各种观点, 可以把计算机网络定义为“能够互相通信的自治计算机的集合”。这里的“自治”是指网络中的计算机都能独立运行, 而不依赖于其他计算机。

计算机网络与多终端分时系统、多处理机紧耦合的多机系统以及建立在网络基础上的分布式系统之间有许多相同或相似之处, 但各自也有其不同的结构组成及功能特点。

1.2.1 计算机网络与终端分时系统

传统的多用户终端分时系统是由一台中央处理机(或主机)、多个联机终端以及多用户操作系统组成。系统中的终端不具备独立的数据处理能力, 它只是把用户的命令和运算的数据传送给主机, 并且把主机所传回的计算结果显示在屏幕上。

主机在操作系统的调度下按时间片分时地为每一个终端用户服务。在这种系统中, 主机与终端之间是支配与被支配的关系。终端(无论是本地的还是远程的)只是主机和用户之间的接口或操作界面, 它本身并不拥有计算资源, 也不能独立工作。系统中的全部资源都集中在主机上, 或者说主机是系统中唯一能够独立运行的核心设备。

图 1.7 描述了一个连接了 4 台终端的分时系统。

与终端分时系统中的终端相比, 计算机网络中的各个

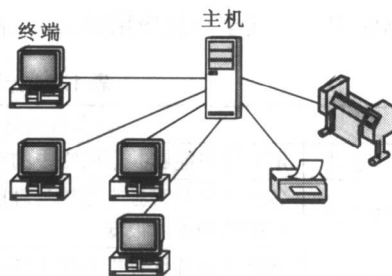


图 1.7 终端分时系统

计算机（工作站）本身拥有计算资源，即使没有其他计算机的协助，它也能独立工作，完成一定的计算任务。同时用户还可以通过本地计算机使用网络中其他计算机的资源（软件、硬件和数据）。图 1.8 描述了一个连接了三台计算机、一台打印机、两台服务器的计算机网络系统。网络系统不是以一台大型的主计算机为基础，而是由许多能够独立运行的计算机连接而成，每台计算机除了可以拥有属于自己的硬件、软件和数据资源之外，它们还可以相互交换信息，共享资源网络中的其他资源。在图 1.8 中，网络系统中的三台计算机可以独立使用，在需要的时候也可以使用网络中的共享打印机、文件服务器和数据库服务器，而且相互之间还可以发送信息、交换程序和数据。

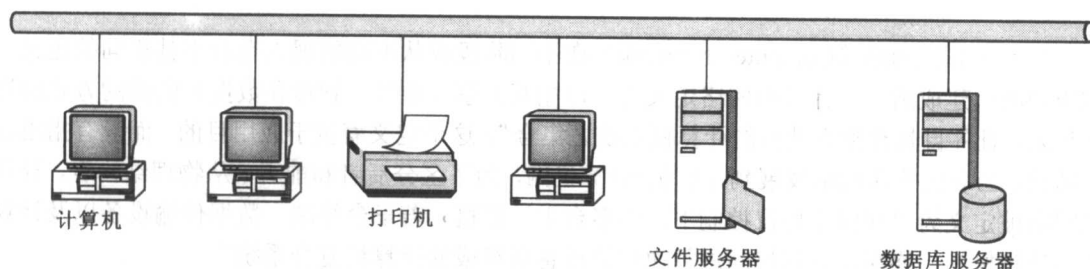


图 1.8 计算机网络系统

在计算机发展的早期，由于计算机非常昂贵，而连接终端的费用相对较低，所以多终端分时系统是共享计算机资源的一种主要形式，国家、省、市的各个机构往往都拥有地区性的计算中心，这是一种集中化的应用模式。而微型计算机和局域网的发展，则为分布式计算提供了可能。由于局域网的成本较低，因此用局域网部分替代集中式的计算中心是一种发展趋势。

从控制方式来看，多终端分时系统属于集中控制，系统可靠性取决于主机的可靠性；局域网采用分布式控制方式，任何一台计算机出现故障都不会在整体上影响系统的运行，因此具有较高的可靠性。

从应用来看，多终端分时系统中主机的功能强、性能高，对于某类特殊和复杂的问题，可充分发挥其作用，并获得良好的效果。而网络系统则可发挥高度并行操作和协同的优点，计算机之间又可相互通信，适合于用户间相互访问的办公事务处理类应用和资源共享类应用（如数据库应用、共享存储应用等）。二者特性比较如表 1.1 所示。

表 1.1 计算机网络与多用户终端分时系统特性比较

	计算机网络	多用户终端分时系统
共享性	网络用户能够共享网络中的全部资源	各终端用户共享中心计算机资源
独立性	各计算机具有独立数据处理能力，各计算机之间的依赖程度很低	终端不能独立运行，必须依赖于中央主机
并行性	网络中的各计算机并行工作，但在交互时需要互相协调	各终端用户在宏观上是并行工作，但在微观上是顺序工作

1.2.2 计算机网络与多机系统

与计算机网络类似的另一种系统是多机系统。多机系统专指同一机房中的许多大型主机互联所组成的功能强大、能够高速并行处理的计算机系统。对这种系统互联的要求是高带宽和多样的连通性。

计算机网络与多机系统在耦合度上有着明显的差别。耦合度是处理机之间连接的紧密程度。它可用处理机之间的距离及相互连接的信号线数目来表示，表 1.2 表示了按连接距离的分类。

表 1.2 互联处理机按分布距离的分类

处理机间距离	处理机安装的范围	系统类型
0.1m	同一路板上	数据流机
1m	同一系统	多处理机
10m	同一房间	局域网
100m	同一建筑物	
1km	校园	
25km	城市	
100km	国家	广域网
1 000km	洲	

在表 1.2 中，数据流机是利用多个功能单元执行同一程序的高度并行计算机系统，多处理机系统是使用共享存储器等方式工作的计算机系统。而计算机网络按互联的范围从小到大可分为局域网和广域网。

一般认为计算机网络中各计算机间的互联属松耦合系统，在其通信对偶之间存在明显的通信接口和线数较少（如二线制或四线制）的通信介质。而一般认为多机系统属于紧耦合系统，处理机间可共享公共存储器而无需常规的通信接口和通信介质。为了共享存储器，各处理机连接到共享存储器的信号线、数据线、地址线和控制线多达几十条到上百条。为了区分广域网和局域网，某些专家把多机系统称为紧耦合度的系统，把局域网称为中等耦合度的系统，而把广域网称为松耦合度的系统。如果纵坐标表示速率，横坐标表示距离，那么图 1.9 显示了各系统在这个坐标平面上的辖区。

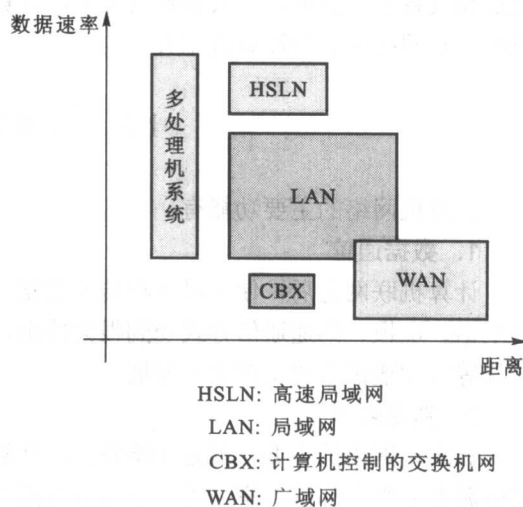


图 1.9 网络覆盖的地理范围与速率之间的关系