

21

世纪高等职业教育
计算机技术规划教材

计算机 网络教程

王 硕 主编
蔡中民 赵 超 副主编

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高等职业教育计算机技术规划教材

计算机网络教程

王 硕 主 编
蔡中民 赵 超 副主编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络教程 / 王硕主编. —北京: 人民邮电出版社, 2007.3

21 世纪高等职业教育计算机技术规划教材

ISBN 978-7-115-15794-2

I. 计... II. 王... III. 计算机网络—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 011720 号

内 容 提 要

本书系统地介绍计算机网络的基础知识和基本原理, 同时还较详细地介绍局域网、网络互连、因特网、NGN、VPN、WiMAX、网络安全、系统集成等方面的内容。

本书以基本原理为重点, 以易懂易学为出发点, 既有成熟的技术, 又有当前前沿的技术。本书可作为高职高专院校工程类或其他非计算机专业的学生学习计算机网络基础知识的教材, 同时也适用于作为各种培训班的教材。

21 世纪高等职业教育计算机技术规划教材

计算机网络教程

-
- ◆ 主 编 王 硕
 - 副 主 编 蔡中民 赵 超
 - 责任编辑 刘雁斌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
三河市海波印务有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15
字数: 356 千字 2007 年 3 月第 1 版
印数: 1—3 000 册 2007 年 3 月河北第 1 次印刷

ISBN 978 7-115-15794-2/TP

定价: 22.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

编者的话

随着网络技术的快速发展,人类进入了一个崭新的网络信息时代。计算机网络已经触及到社会的各个领域,网络技术已经成为人们迫切希望掌握的技术。目前,各个高校计算机专业都不同程度地开设了多门网络课程,网络课程的定位随着网络技术本身的发展也在不断地更新。通过多年的教学实践,笔者一直希望编写一本适宜于高职高专院校计算机网络基础课程的教材。

本书从教学实际出发,结合高等专科学校学生特点,用言简意赅的语言阐述抽象的网络原理。本书系统地介绍了网络协议、网络体系结构、局域网原理、网络安全、系统集成等知识,适当增加了一些实践中常用的学生比较感兴趣的内容,同时将目前先进的网络技术及其发展趋势进行介绍。本书以服务教学为主,适用于文科类本科院校、高等专科学校、高职高专“计算机网络”课程的教学,还可供各类希望掌握网络基本原理的读者自学使用。

本书是作者在多年教学实践的基础上,参考一些同类图书和资料编写而成的,按照有利于课堂教学组织实施的原则组织内容。在教材编写过程中,对基本概念、基础理论的介绍力求做到简明扼要。全书共分9章,主要内容如下。

第1章:主要介绍计算机网络发展的历史,计算机网络的概念、特点和分类。

第2章:主要内容有通信系统的基本模型,与计算机网络技术密切相关的基本概念。

第3章:主要介绍开放系统互连参考模型。

第4章:主要介绍局域网的基本特点,以太网和令牌环网的基本理论和局域网的发展趋势。

第5章:介绍网络互连设备和网络互连思想,因特网的体系结构和相关协议。

第6章:主要介绍计算机网络发展过程中的一些高速技术。

第7章:主要介绍当今比较流行的网络技术:NGN、VPN和WiMax。

第8章:计算机网络安全与管理。主要介绍计算机网络安全策略、加密算法和网络管理的基本理论。

第9章:从工程实践的角度介绍网络系统集成的理论和实际案例。

第1章由李奇编写;第2、3、7章由王硕编写;第4、6章由蔡中民编写;第5章由侯燕编写;第8章由杨建军编写;第9章由赵超编写。在编写过程中,冯文慧、孙凌、牧笛、张红红、郭秀峰等同志提出了大量宝贵意见,并承担了一定的制图和文字录入工作,在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,再加上计算机网络技术发展非常快,因此,书中难免存在一些缺点和错误,恳请广大读者批评赐教。

编者

2006年12月

目 录

第 1 章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.1.1 计算机网络的产生	1
1.1.2 计算机网络的发展	2
1.1.3 计算机网络的应用	5
1.2 计算机网络的定义	6
1.2.1 计算机网络的定义	6
1.2.2 计算机网络的结构	7
1.3 计算机网络的分类	8
1.3.1 局域网	9
1.3.2 城域网	9
1.3.3 广域网	10
1.3.4 互联网	10
1.3.5 无线网	11
习题	12
第 2 章 通信原理基础	13
2.1 基本概念	13
2.1.1 信号与噪声	13
2.1.2 信道与传输介质	14
2.2 通信系统的分类及通信方式	17
2.2.1 通信系统模型	17
2.2.2 通信系统的分类	17
2.2.3 通信方式	20
2.3 主要性能指标	21
2.3.1 带宽	21
2.3.2 信道的主要技术指标	21
2.4 模拟传输与数字传输	23
2.4.1 调制与解调	23
2.4.2 数字信号的编码	24
2.4.3 脉冲编码调制 (PCM)	26
2.5 多路复用	27
2.5.1 频分多路复用 (FDM)	28
2.5.2 时分多路复用 (TDM)	28

2.5.3	波分多路复用 (WDM)	29
2.6	数据交换技术	29
2.6.1	电路交换	29
2.6.2	报文交换	30
2.6.3	分组交换	30
	习题	31
第 3 章	网络体系结构与协议	33
3.1	网络体系结构的基本概念	33
3.1.1	网络协议	33
3.1.2	层次化的概念	33
3.1.3	网络体系结构	34
3.2	OSI 参考模型	34
3.2.1	OSI 参考模型的制定	34
3.2.2	各层的主要功能	35
3.2.3	OSI/RM 中的基本概念	36
3.2.4	OSI/RM 与 TCP/IP 体系结构	38
3.3	物理层	39
3.3.1	物理层的功能	39
3.3.2	物理层的特性	40
3.4	数据链路层	40
3.4.1	数据链路层的概念	41
3.4.2	数据链路层的功能	41
3.4.3	停止等待协议	41
3.4.4	连续 ARQ 协议和选择重传 ARQ 协议	44
3.4.5	数据链路层帧的结构	45
3.5	网络层	46
3.5.1	路由选择	46
3.5.2	流量控制	47
3.6	运输层及其以上各层	48
3.6.1	运输层	49
3.6.2	会话层	49
3.6.3	表示层	50
3.6.4	应用层	51
	习题	52
第 4 章	局域网	54
4.1	局域网概述	54
4.1.1	局域网的特点	54
4.1.2	局域网的重要性与局部性	55
4.1.3	局域网的体系结构	55

4.1.4 IEEE802 标准	58
4.2 IEEE802.3 标准：总线局域网	59
4.2.1 竞争型媒体访问控制方法	60
4.2.2 总线网的组成	63
4.2.3 MAC 子层	64
4.3 IEEE802.5 标准：令牌环局域网	65
4.3.1 令牌环的结构	66
4.3.2 令牌环的操作过程	66
4.3.3 环长的比特度量	67
4.3.4 令牌环的维护和特点	68
4.3.5 帧格式	68
4.3.6 媒体访问控制	69
4.4 IEEE802.4 标准：令牌总线网	70
4.4.1 令牌总线工作原理	70
4.4.2 令牌总线媒体访问控制协议	71
4.5 局域网操作系统	72
4.5.1 局域网操作系统的演变过程	72
4.5.2 局域网操作系统操作系统的基本服务功能	73
习题	74
第 5 章 网络互连与因特网	76
5.1 网络互连技术	76
5.1.1 网络互连的必要性	77
5.1.2 网络互连的要求	77
5.1.3 网络互连设备	78
5.2 因特网的构成	84
5.2.1 什么是因特网	84
5.2.2 因特网的主要组成部分	85
5.3 TCP/IP 协议组	86
5.3.1 IP	87
5.3.2 ARP 和 RARP	93
5.3.3 ICMP	95
5.3.4 TCP 与 UDP	97
5.3.5 DNS 域名服务	103
习题	106
第 6 章 高速网络技术	108
6.1 高速以太网技术	108
6.1.1 快速以太网概述	108
6.1.2 100Base-T 和 IEEE802.3 协议	109
6.1.3 100Base-T 硬件组成	109

6.1.4	三种介质类型	109
6.1.5	100Base-T 与 10Base-T 的比较	109
6.1.6	100Base-T FLP	110
6.1.7	自动协商	110
6.2	吉比特以太网	110
6.2.1	吉比特以太网概述	110
6.2.2	吉比特以太网的特点	110
6.2.3	吉比特以太网协议架构	111
6.2.4	物理层	111
6.2.5	流量控制	112
6.2.6	吉比特以太网的构建	113
6.2.7	吉比特以太网技术新动向	113
6.3	万兆以太网	114
6.3.1	万兆以太网出现的背景	114
6.3.2	万兆以太网技术简介	115
6.3.3	万兆以太网技术展望	116
6.4	光纤分布式数据接口 (FDDI)	117
6.4.1	FDDI 概述	117
6.4.2	FDDI 的工作方式	117
6.4.3	FDDI 组成	119
6.5	综合业务数字网 (ISDN)	120
6.5.1	ISDN 的业务能力及分类	120
6.5.2	承载业务	121
6.5.3	用户终端业务	124
6.5.4	补充业务	125
6.5.5	ISDN 用户-网络接口的功能	126
6.5.6	参考配置	126
6.5.7	接入配置	126
6.5.8	通路类型和接口结构	127
6.5.9	ISDN 设备	128
6.6	异步转移模式 (ATM)	131
6.6.1	ATM 的物理层	131
6.6.2	ATM 中的数据链路层	134
6.6.3	ATM 中的网络层	135
6.6.4	ATM 中的传输层	136
6.6.5	ATM 网络结构	140
6.6.6	ATM 主要接口	140
6.7	同步数字体系系列 (SDH)	141
6.7.1	SDH 的产生	141

6.7.2	SONET 和 SDH	142
6.7.3	SDH 的特点	142
6.7.4	SDH 的网络管理	143
	习题	143
第 7 章	其他网络技术	145
7.1	下一代网络 (NGN)	145
7.1.1	NGN 的概念	145
7.1.2	NGN 的体系结构	145
7.1.3	NGN 的主要技术	146
7.1.4	NGN 的特点	147
7.2	WiMAX	148
7.2.1	WiMAX 的概念与标准	148
7.2.2	WiMAX 的主要技术	149
7.2.3	WiMAX 的优势	150
7.2.4	WiMAX 的应用	151
7.2.5	WiMAX 与 Wi-Fi 的比较	151
7.3	虚拟专用网络 (VPN)	152
7.3.1	虚拟专用网络概述	152
7.3.2	VPN 技术的优势	156
7.3.3	VPN 技术的分类	156
7.3.4	VPN 的应用	158
7.3.5	IPSec 虚拟专用网络	158
7.3.6	虚拟专用网络的实现	160
	习题	162
第 8 章	计算机网络安全与管理	163
8.1	计算机网络安全	163
8.1.1	信息安全的基本要素	163
8.1.2	计算机系统的安全等级	165
8.1.3	网络安全的概念和模型	167
8.1.4	安全威胁	168
8.1.5	数据加密	170
8.1.6	数字签名	173
8.1.7	密钥分配协议	175
8.2	防火墙技术	177
8.2.1	防火墙的基本概念	177
8.2.2	防火墙的配置	181
8.3	其他安全技术	183
8.3.1	入侵检测系统	183
8.3.2	入侵防御系统	185

8.4	网络管理	187
8.4.1	网络管理模型	187
8.4.2	网络管理功能	189
8.4.3	网络管理协议	191
	习题	194
第9章	网络系统集成	196
9.1	网络系统集成的基本概念	196
9.2	系统规划	198
9.2.1	网络系统规划的一般步骤与原则	198
9.2.2	系统规划	199
9.3	系统设计	203
9.3.1	网络设计概述	203
9.3.2	网络设计的具体内容	203
9.3.3	网络实施与测试维护	206
9.4	综合布线系统介绍	207
9.4.1	综合布线系统概述	207
9.4.2	综合布线系统的优点	210
9.4.3	综合布线系统标准	210
9.4.4	综合布线系统的设计等级	212
9.4.5	综合布线系统的设计要点	213
9.5	设计方案举例	213
9.5.1	校园网系统集成解决方案	213
9.5.2	系统集成项目举例	218
	习题	225
	参考文献	227

第 1 章

计算机网络概论

计算机网络给我们的工作、学习和生活带来了革命性的变化。随着各种网络应用的发展和完善，人们的工作效率得以提高；随着远程教育的发展，学习变得更加方便；随着网络游戏、虚拟社区等新兴应用的发展，人们的生活平添了许多乐趣。本章主要介绍计算机网络的基础知识，包括网络的形成与发展、概念、分类等。

1.1 计算机网络的形成与发展

1.1.1 计算机网络的产生

世界上第一台电子计算机的诞生在当时是很大的创举，但是任何人都没有预测到 60 年后的今天，计算机在社会各个领域的应用和影响是如此广泛和深远。当 1969 年 12 月世界上第一个数据包交换计算机网络 ARPANET 出现时，也不会有人预测到时隔三十多年，计算机网络在现代信息社会中扮演了如此重要的角色。ARPANET 网络已从最初的 4 个节点发展为横跨全世界几百个国家和地区、挂接有几十万个网络、数亿台计算机、几亿用户的因特网 (Internet)。Internet 是当前世界上最大的国际性计算机互联网络，而且还在发展之中。

回顾计算机网络的发展历史，对预测这个行业的未来会得到一些有益的启示。在电气时代到来之前，还不具备发展远程通信的先决条件，所以通信事业的发展十分缓慢。从 19 世纪 40 年代到 20 世纪 30 年代，电磁技术被广泛用于通信。1844 年电报的发明以及 1876 年电话的出现，开始了近代电信事业，为人们迅速传递信息提供了方便。从 20 世纪 30 年代到 20 世纪 60 年代，电子技术被广泛用于通信领域。

纵观计算机网络的发展历史可以发现，它和其他事物的发展一样，也经历了从简单到复杂，从低级到高级的过程。在这一过程中，计算机技术与通信技术紧密结合，相互促进，共同发展，最终产生了计算机网络。

在 1946 年，世界上第一台数字计算机问世，但当时计算机的数量非常少，且非常昂贵。由于当时的计算机大都采用批处理方式，用户使用计算机首先要将程序和数据制成纸带或卡片，再送到计算中心进行处理。1954 年，出现了一种被称作收发器 (Transceiver) 的终端，人们使用这种终端首次实现了将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远地的计算机。此后，电传打字机也作为远程终端和计算机相连，用户可以在远地的电传打字机上输入自己的程序，而计算机计算出来的结果也可以传送到远地的电传打字机上并打印出来，计算机网络的基本

原型就这样诞生了。

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络的发展大致可分以下 4 个阶段。

1. 面向终端的计算机通信

面向终端的计算机通信网是计算机通过线路控制器和远程终端连接的形式。由于当初的计算机是为批处理而设计的，因此当计算机和远程终端相连时，必须在计算机上增加一个接口。显然，这个接口应当对计算机原来软件和硬件的影响尽可能小。这样就出现了如图 1-1 所示的线路控制器 (Line Controller)，图中的调制解调器 M 是必须的，因为电话线路本来是为传送模拟话音而设计的。

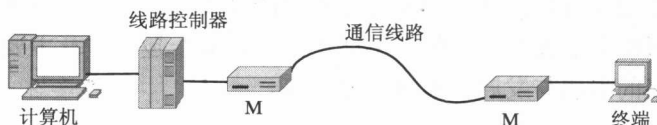


图 1-1 计算机通过线路控制器和远程终端连接

随着远程终端数量的增加，为了避免一台计算机使用多个线路控制器，在 20 世纪 60 年代初期，出现了多重线路控制器 (Multiple Line ControlLev)，它可以和多个远程终端相连接，构成面向终端的计算机通信网，如图 1-2 所示。有人将这种最简单的通信网称为第一代计算机网络。这里，计算机是网络的控制中心，终端围绕着中心分布在各处，而计算机的主要任务是进行批处理。同时考虑到为一个用户架设直达的通信线路是一种极大的浪费，因此在用户终端和计算机之间通过公用电话网进行通信。

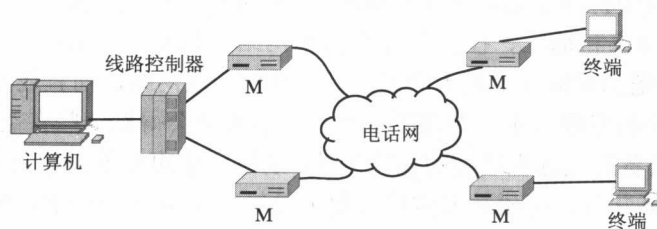


图 1-2 以主机为中心的第一代网络

当时，这种面向终端网络的应用范围极广，已涉及军事、银行、航空、铁路、教育等部门。其中极具代表性的是美国 20 世纪 50 年代建立起来的半自动地面防空系统 (SAGE)，它将雷达信号和其他信息经远程通信线路送至计算机进行处理，第一次利用计算机网络实现远程集中控制。其他如 20 世纪 60 年代初美国建成的全国性航空公司飞机订票系统，1970 年投入使用的美国商用分时系统，都是面向终端的计算机网络的应用实例。

面向终端的计算机网络虽可实现远程信息通信，促进计算机及计算机网络的应用和发展，但也存在下述问题：一是主机负荷过重，从而导致响应时间过长；二是终端速度慢，操作时间长，因而占用通信线路的时间也长，故通信代价极高；三是单个计算机集中系统的可靠性较低，一旦主机出现故障，将导致整个系统的瘫痪。为了克服上述缺点，便产生了资源

共享的网络，或者叫做具有通信功能的多机系统和计算机网络，这是网络发展的第二阶段，其主要标志是 ARPA 网络的出现。它是美国国防部高级研究计划局于 1969 年研制的有 4 个节点相连接的网络。到 1975 年已有 100 多台不同型号的大型计算机连于网内，其节点遍及北美、欧洲和夏威夷等地。

2. 分组交换网

分组交换 (Packet Switching) 也称为包交换，它是现代计算机网络的技术基础。但是，这一技术经历了一个发展过程。

在有线电话出现不久，人们就认识到在所有用户之间架设直达的线路，不仅线路投资太大，而且没有必要，可以采用交换机实现用户之间的互连。一百多年来，尽管电话交换机从人工转接发展到现代的程控交换机，经过多次更新换代，但交换方式始终未变，都是采用电路交换 (Circuit Switching)，即通过交换机实现线路的转接，在两个要求通话的用户之间建立一条专用的通信线路。用户在通话之前，先要申请拨号，待建立一条从发端到收端的物理通路后，双方才能互相通话。在通话的全部时间里，用户始终占用端到端的固定线路，直到通话结束，挂起电话 (释放线路) 为止，这种通信系统不适合传送计算机或终端的数据。主要体现在以下几点。

(1) 计算机的数字信号是不连续的，它和打电话传送的连续语音信号不同，具有突发性和间歇性，传送这种信号真正占用线路的时间很少，往往不到 10% 甚至 1%，在绝大部分时间里通信线路实际上是空闲的。但是，对电信局来说，只要通信线路被用户占用，不论线路是否在传送数据都要收费。

(2) 电路交换建立通路 (即呼叫过程) 的时间为 10s~20s，对打电话来讲并不长，但对计算机传送数据来说就太长了。

(3) 电路交换很难适应不同类型、规格、速率的终端和计算机之间的通信，除非采取一些措施，比如，在终端与计算机之间经过缓冲器暂存一下，经适当变换后再发送或接收。但是，这样做已有别于电路交换。

(4) 计算机通信对可靠性要求很高，需要在传送过程中进行差错控制，电路交换难以做到。

电路交换本来是为电话通信而设计的，对于计算机网络来说，建立通路的呼叫过程太长，必须寻找新的适合于计算机通信的交换技术。1964 年 8 月，美国兰德 (Rand) 公司的巴兰 (Baran) 在其发表的“论分布式通信”的研究报告中提到了存储转发的概念。1962~1965 年，美国国防部高级研究计划署 (Advanced Research Projects Agency, ARPA) 和英国的国家物理实验室 (National Physics Laboratory, NPL) 都在对新型的计算机通信技术进行研究。英国 NPL 的戴维斯 (David) 于 1966 年首次提出了“分组” (packet) 这一概念。到 1969 年 12 月，DARPA 的计算机分组交换网 ARPANET 投入运行。ARPANET 连接了美国加州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学和犹他大学 4 个节点的计算机。ARPANET 的成功，标志着计算机网络的发展进入了一个新纪元。

ARPANET 的成功运行使计算机网络的概念发生了根本性的变化。早期的面向终端的计算机网络是以单个主机为中心的星型网，各终端通过电话网共享主机的硬件和软件资源。但分组交换网则以通信子网为中心，主机和终端都处在网络的边缘，如图 1-3 所示。主机和终端构成了用户资源子网。用户不仅共享通信子网的资源，而且还可共享用户资源子网的丰富

的硬件和软件资源。

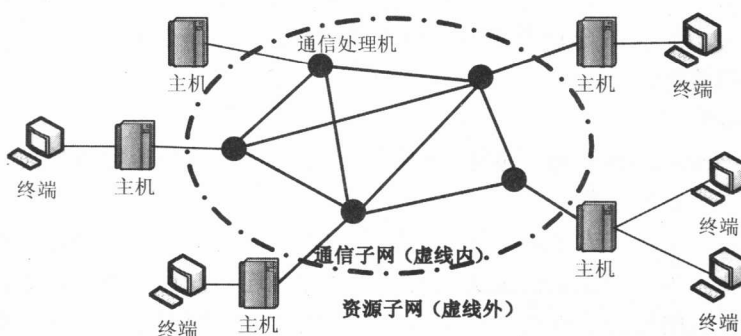


图 1-3 分组交换网示意图

由上述可知，存储转发分组交换技术，实质上采用的策略是断续（或动态）分配传输通道。因此，非常适合传输突发式的计算机数据，极大地提高了通信线路的利用率，降低了用户的使用费用。分组交换网也存在一些问题：例如，分组在各节点存储转发时，会因为排队带来一定的时延；各分组必须携带的控制信息造成额外开销；分组交换网的管理与控制也比较复杂。尽管如此，ARPA 的试验成功，使计算机网络的概念发生了根本变化，由以单个主机为中心的面向终端的计算机网转变为以通信子网为中心的分组交换网，而主机和终端则处于网络的外围，构成用户资源子网。用户不仅共享通信子网的资源，还可共享资源子网的硬件和软件资源。这种以通信子网为中心的计算机网络常称为第二代计算机网络，它的功能比第一代计算机网络扩大很多。今天著名的全球性网络 Internet 就是在此基础上形成的。

分组交换网可以是专用的，也可以是公用的，一些工业发达国家已建造了不少公用分组交换网，与公用电话网相似，为更广大的用户服务。我国公用分组交换网（简称 CNPAC）于 1989 年 11 月建成。

3. 形成计算机网络的体系结构

在网络中，相互通信的计算机必须高度协调工作，而这种“协调”是相当复杂的。为了降低网络设计的复杂性，早在当初设计 ARPANET 时就有专家提出了层次模型。分层设计方法可以将庞大而复杂的问题转化为若干较小且易于处理的子问题。1974 年 IBM 公司宣布了它研制的系统网络体系结构（System Network Architecture, SNA），它是按照分层的方法制定的。DEC 公司也在 20 世纪 70 年代末开发了自己的网络体系结构——数字网络体系结构（Digital Network Architecture, DNA）。

但是，随着社会的发展，不同网络体系结构的用户迫切要求能互相交换信息。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 年成立专门机构研究这个问题。1978 年 ISO 提出了异种机连网标准的框架结构得到了国际上的承认，这就是著名的开放系统互连参考模型（OSI/RM），成为其他各种计算机网络体系结构靠拢的标准，大大地推动了计算机网络的发展。从此以后，开始了所谓的第三代计算机网络的新纪元。

在这一时期（20 世纪 70 年代末到 80 年代初）内，出现了利用人造通信卫星进行中继的国际通信网络；局域网络的商品化和实用化；网络互连和实用化；网络互连技术的成熟和完善；网络环境下的信息处理——分布式处理的应用和分布式数据库的应用。

4. 高速网络技术

从20世纪80年代末开始, 计算机网络开始进入发展的第四代时期, 其主要标志可归纳为: 网络传输介质的光纤化、信息高速公路的建设; 多媒体网络及宽带综合业务数字网(B-ISDN)的开发和应用; 职能网络的发展; 比计算机网络更高的分布式系统的研究, 促使高速网络的发展, 相继出现的高速以太网、光纤分布式数据接口FDDI、快速分组交换技术, 包括帧中继、异步转移模式等。这些内容将在后续章节详细介绍。

1.1.3 计算机网络的应用

计算机网络自20世纪60年代末诞生以来, 仅20多年时间即以异常迅猛的速度发展起来, 被越来越广泛地应用于政治、经济、军事、生产及科学技术的各个领域。计算机网络的主要功能包括如下几个方面。

1. 数据通信

现代社会信息量激增, 信息交换也日益增多, 每年有几万吨信件要传递。利用计算机网络传递信件是一种全新的电子传递方式。电子邮件比现有的通信工具有更多的优点, 它不像电话需要通话者同时在场, 也不像广播系统只是单方向传递信息, 在速度上比传统邮件快得多。另外, 电子邮件还可以携带声音、图像和视频, 实现多媒体通信。如果计算机网络覆盖的地域足够大, 则可使各种信息通过电子邮件在全国乃至全球范围内快速传递和处理(如因特网上的电子邮件系统)。除电子邮件以外, 计算机网络给科学家和工程师们提供一个网络环境, 在此基础上可以建立一种新型的合作方式——计算机支持协同工作(Computer Supported Co-operative Work, CSCW), 它消除了地理上的距离限制。

2. 资源共享

在计算机网络中, 有许多昂贵的资源, 例如大型数据库、巨型计算机等, 并非为每一用户所拥有, 所以必须实行资源共享。资源共享包括硬件资源的共享, 如打印机、大容量磁盘等; 也包括软件资源的共享, 如程序、数据等。资源共享的结果是避免重复投资和劳动, 从而提高了资源的利用率, 使系统的整体性能价格比得到改善。

3. 增加可靠性

在一个系统内, 单个部件或计算机的暂时失效必须通过替换资源的办法来维持系统的继续运行。但在计算机网络中, 每种资源(尤其程序和数据)可以存放在多个地点, 而用户可以通过多种途径来访问网内的某个资源, 从而避免了单点失效对用户产生的影响。

4. 提高系统处理能力

单机的处理能力是有限的, 且由于种种原因(例如时差), 计算机之间的忙闲程度是不均匀的。从理论上讲, 在同一网内的多台计算机可通过协同操作和并行处理来提高整个系统的处理能力, 并使网内各计算机负载均衡。由于计算机网络具备上述功能, 因此可以得到广泛的应用。在银行利用计算机网络进行业务处理时, 可使用户在异地实现通存通兑, 还可以利用地理位置的差异增加资金的流通速度。例如, 地处美国的银行晚上停止营业后将资金通过网络转借给新加坡的银行, 而此刻新加坡正是白天, 新加坡银行就可在白天利用这些资金, 到晚上再归还给美国的银行, 从而提高了资金的利用率。使用网络的另一个主要领域是访问远程数据库。也许要不了很长时间, 许多人就能坐在家向世界上任何地方预订飞机票、火车票、汽车票、轮船票, 向饭店、餐馆和剧院订座, 并且立即得到答复。在军事指挥系统中

的计算机网络，可以使遍布在十分辽阔地域范围内的各计算机协同工作，对任何可疑的目标信息进行处理，及时发出警报，从而使最高决策机构采取有效措施。

在计算机网络的支持下，医生将可以联合看病：医疗设备技术人员、护士及各科医生同时给一个病人治疗；医务人员和医疗专家系统互为补充，以弥补医生在知识和医术方面的不足；各种电视会议可以使医生在遇到疑难病症时及时得到一个或更多医生的现场指导。伦敦的心脏病专家可以观察到旧金山进行的手术，并对正在进行手术的医生提出必要的建议。

在计算机网络的支持下，科学家们将组成各个领域的研究圈。现在科学家进行学术交流主要是通过国际会议和专业期刊，效率相对较低。预计在不久的将来，信息技术将使世界各地的科学家频繁、方便地参加电视会议，并在专用电子公告牌上发表最新的思想和研究成果。在更远的将来，信息技术将使异地的科学家们能够同时进行相同的课题研究并分担研究工作的各个部分。目前，IP 电话、网上寻呼、网络实时交谈和 E-mail 已成为人们重要的通信手段。视频点播 VOD、网络游戏、网上教学、网上书店、网上购物、网上订票、网上电视直播、网上医院、网上证券交易、虚拟现实以及电子商务正逐渐走进普通百姓的生活、学习和工作当中。

在未来，谁拥有“信息资源”，谁能有效使用“信息资源”，谁就能在各种竞争中占据主导地位。随着美国“信息高速公路”计划的提出和实施，计算机网络作为信息收集、存储、传输、处理和利用的整体系统，将在信息社会中得到更加广泛的应用。随着网络技术的不断发展，各种网络应用将层出不穷，并将逐渐深入到社会的各个领域及人们的日常生活当中，改变着人们的工作、学习和生活乃至思维方式。

1.2 计算机网络的定义

1.2.1 计算机网络的定义

什么是计算机网络？这是任何研究计算机网络的人首先要搞清楚的问题。

关于计算机网络的定义，存在着下述 3 种不同的观点。

一是广义的观点。将计算机网络定义为“计算机技术与通信技术相结合，实现远程信息处理以进一步达到资源共享的系统。”按照这一定义，20 世纪 50 年代出现的“终端-计算机”网和 20 世纪 60 年代后期出现的“计算机-计算机”网以及目前的分布式计算机网都是计算机网络。

二是资源共享的观点。这是美国信息处理学会联合会在 1970 年春季计算机联合会议上提出的。它把计算机网络定义为“以资源共享为目的，用通信线路连接起来的具有独立功能的计算机系统的集合。”

三是用户透明性观点。随着分布式处理技术的发展，为了使用户更好地应用网络资源，出现了第 3 种观点，即强调用户透明性，把计算机网络定义为“使用一个网络操作系统来自动管理用户任务所需的资源，使整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的”。这里的透明是指用户不觉察多个计算机的存在。如果不具备这种透明性，需要用户来熟悉资源情况，确定和调用资源，就认为这种网络是计算机通信网而不是计算机网络，按照这种观点，具有资源共享能力只是计算机网络的必要条件，而非充分条件。实际上，符合这一定义的计算

计算机网络是一种远程分布式计算机系统，或者叫做分布式计算机网络。当前实际应用的计算机网络只能部分地做到“用户透明”。

在这3种观点中，前两种观点都只从某一角度说明了计算机网络的特点，只有第3种观点，才是真正说明了网络的内涵。而且今天网络的飞速发展和广泛应用，特别是Internet的发展以及它在人类生活上占有的重要位置也说明，只有这样的计算机网络才是人类所真正需要的网络。

综上所述，可以将计算机网络作如下描述：计算机网络是利用通信线路将地理位置分散的、具有独立功能的许多计算机系统连接起来，按照某种协议进行数据通信，并通过一个能为用户自动管理资源的网络操作系统，以实现资源共享的信息系统。要想正确理解计算机网络的定义应把握以下两个方面。

(1) 组成网络的计算机要求是独立的。每台计算机最核心的基本部件，如处理器、系统总线等要求存在并且是独立的。先看一个不满足这个要求的例子。在1980年前后，许多图书馆采用了图书查询系统，采用一台小型机带几十台查询终端的体系结构。这种系统不是计算机网络，因为整个系统中除了有一台主机具有处理器外，其他的终端都只有输入/输出设备，不是计算机，所以整个系统属于具有一台主机的计算机系统，而不是计算机网络。

(2) 计算机网络通信的目的是实现信息共享。有的计算机系统数据通信的目的不是为了实现信息共享，而是为了实现分布式处理等，这种计算机系统也不是计算机网络。如在多处理机系统中，在各个处理器之间虽然也存在数据通信，但数据通信的目的是为了实现多个处理器协同处理一个更大的任务，保证每个处理器都能完成自己的一部分任务而不致发生调度混乱。因此，一个多处理机系统，如双CPU的计算机不是计算机网络。如在科学计算、天气预报等领域广泛应用的多处理机系统可以看作是处理能力很强的计算机，而不是计算机网络。判断计算机系统是不是计算机网络的一个必要标准，就是系统是否以实现信息共享作为数据通信的目的。当然，并不是说所有分布式处理的系统都不是计算机网络，一个计算机网络也可以实现分布式处理，如有的网络操作系统（Windows 2000 Advanced Server, Linux等）支持集群的功能，可以实现在网络环境中的多台计算机之间的负载平衡，具有分布式处理的能力。

1.2.2 计算机网络的结构

一般地讲，计算机网络由计算机系统、通信链路和网络节点组成。从功能上，可以将计算机网络分为资源子网和通信子网两部分。

资源子网中包括拥有资源的用户主机和请求资源的用户终端、通信子网接口设备和软件等，提供访问网络和处理数据的能力。

通信子网提供网络通信功能，完成主机之间的数据传输、交换、控制和变换等通信任务。可分为交换和传输两部分。

把网络单元定义为节点，两个节点间的连线称为链路，则从拓扑学的观点看，计算机网络就是由一组节点和链路组成，网络节点和链路的几何图形就是网络拓扑结构。通信子网的拓扑结构主要有：星型、树型、总线型、环型、网状型。

星型：每个节点均以一条单独的信道与中心节点相连。结构简单、建网容易；一个从节点或一个信道故障时不影响其他部分工作，中心节点故障时全网瘫痪。

树型：星型的扩展，分层结构。所有根节点和子树节点都是转发节点。费用较低、结构复杂、时延大，适用于分级管理和控制。