

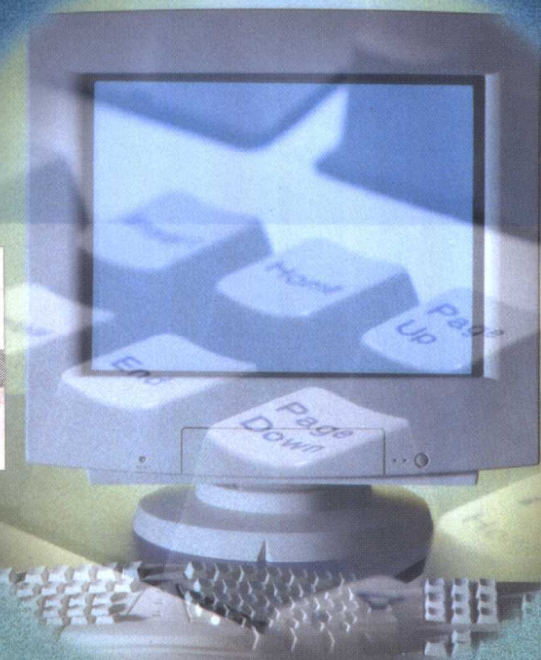
教育部师范教育司组织编写
中学教师进修高等师范本科(专科起点)教材

专升本

计算机网络原理

赵建民 主编

赵建民 罗 忠 朱信忠 编



高等教育出版社

教育部师范教育司组织编与
中学教师进修高等师范本科(专科起点)教材

计算机网络原理

赵建民 主编
赵建民 罗 忠 朱信忠 编

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部师范教育司组织编写的中学教师进修高等师范本科(专科起点)计算机专业课程教材。

全书共分为 5 个部分。分别是计算机网络概论、计算机网络数据通信基础、计算机网络体系结构、计算机局域网、计算机网络应用技术。全书叙述流畅,重点突出,难点讲解详尽,便于学生自学,也便于教师教学。

本书既适合作为中学教师进修高等师范本科计算机专业使用,也适合继续教育及成人教育和自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理/赵建民主编. —北京:高等教育出版社, 2001.7(2003 重印)

中学教师进修高等师范本科(专科起点)教材

ISBN 7-04-009731-1

I. 计… II. 赵… III. 计算机网络-师资培训-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 26165 号

计算机网络原理

赵建民 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

传 真 010-64014048

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京人卫印刷厂

开 本 787×960 1/16

印 张 17

字 数 310 000

购书热线 010-64054588

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

版 次 2001 年 7 月第 1 版

印 次 2003 年 4 月第 2 次印刷

定 价 14.70 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

前 言

本教材根据教育部师范教育司颁发的“中学教师进修高等师范本科（专科起点）教学计划”要求，由教育部师范教育司组织编写。

本教材参考学时为 72 学时，其主要内容包括：第一章，介绍计算机网络的基本概念和相关基础知识（8 学时）；第二章，介绍数据通信基础知识，对数字通信原理等也作了简单的介绍（16 学时）；第三章，以 OSI/RM 为基础，系统地介绍了计算机网络的体系结构及协议等基础理论知识（18 学时）；第四章，介绍了计算机局域网的原理和体系结构，在此基础上介绍了以太网、令牌环网等局域网的组网方法及操作系统（16 学时）；第五章，用较多篇幅介绍了目前比较流行的 Windows NT 的原理、安装、管理与使用方法，同时介绍了 Internet 的原理与使用以及学校所关心的校园网（14 学时）。

本教材可以作为中学教师进修高等师范本科的脱产、业余及函授学员的计算机网络原理课程教材，也可以作为大专及本科院校和各类网络学习班的教材或自学参考书。

本教材第一章和第五章由罗忠编写，第二章和第三章由朱信忠编写，第四章由赵建民编写。全书由赵建民主编和统稿。本教材由国防科技大学倪鹏云教授审稿，在审稿过程中倪教授对教材的内容提出了大量的宝贵意见。在此，表示衷心的感谢。

由于时间仓促和水平所限，不当和谬误之处敬请各位专家和读者指正。

编 者

2000, 10

目 录

第一章 计算机网络概论	1	第二章 计算机网络数据通信基础	27
1.1 计算机网络的产生与发展	1	2.1 概述	27
1.1.1 计算机网络的产生	1	2.1.1 数据通信的基本概念	27
1.1.2 计算机网络的发展	4	2.1.2 数据通信系统的主要质量指标	33
1.1.3 计算机网络系统的发展趋势	6	2.1.3 带宽与强度	34
1.1.4 计算机网络对社会信息化发展的影响	8	2.1.4 信道的极限容量	35
1.1.5 我国计算机网络的发展	10	2.1.5 噪声和传输损害	37
1.2 计算机网络的组成	14	2.2 数据调制与编码	38
1.2.1 网络节点	14	2.2.1 数字数据的数字信号编码	38
1.2.2 网络构型	14	2.2.2 数字数据的模拟信号调制	43
1.2.3 计算机网络系统的组成	15	2.2.3 模拟数据的数字信号编码	48
1.3 计算机网络的分类	17	2.2.4 模拟数据的模拟信号调制	54
1.3.1 根据网络传输技术进行分类	17	2.3 多路复用技术	56
1.3.2 根据网络的覆盖范围进行分类	18	2.3.1 共享点到点信道	57
1.4 计算机网络的拓扑结构	19	2.3.2 共享广播信道	58
1.4.1 计算机网络拓扑的概念	19	2.3.3 频分多路复用(FDM)	58
1.4.2 网络拓扑分类方法	19	2.3.4 时分多路复用(TDM)	61
1.5 信息交换技术	20	2.3.5 统计时分多路复用(ATDM)	63
1.5.1 线路交换	21	2.3.6 集线器和时分交换机的原理	65
1.5.2 报文交换	21	2.3.7 时分多重PCM基群传送方式	66
1.5.3 分组交换	22	2.3.8 准同步数字系列PDH	67
1.5.4 三种数据交换技术的比较	23		
1.5.5 其他数据交换技术	24		
1.6 本章小结	25		
思考题与习题	25		

2.3.9 同步数字系列 SDH	69	3.2 OSI/RM 中的若干重要概念 ...	106
2.4 模拟传输系统与数字 传输系统	71	3.2.1 协议和服务的区别及 相互关系	106
2.4.1 模拟通信传输系统的 应用举例	71	3.2.2 服务访问点 SAP	106
2.4.2 数字传输系统 应用举例	75	3.2.3 数据单元	107
2.5 异步与同步通信	77	3.2.4 服务原语	108
2.5.1 数据传输方式	77	3.2.5 OSI/RM 特点分析	109
2.5.2 DTE 和 DCE	79	3.3 物理层	109
2.5.3 EIA-232-D/V.24 接口标准	79	3.4 数据链路层	110
2.5.4 虚调制解调器	82	3.4.1 数据链路层的 基本概念	110
2.5.5 RS-449/V.35 的信号定义 ...	82	3.4.2 具有最简单流量控制的 数据链路层协议	111
2.5.6 X.21 建议书	84	3.4.3 实用的停止-等待协议 ...	111
2.6 调制解调器	85	3.4.4 连续 ARQ 协议	113
2.6.1 智能调制解调器	85	3.4.5 滑动窗口协议	114
2.6.2 调制解调器常用 AT 命令集	87	3.4.6 选择重传 ARQ 协议 ...	116
2.7 数据传输介质	90	3.4.7 HDLC 的产生背景及 一般概念	117
2.7.1 双绞线	90	3.4.8 HDLC 的帧结构	119
2.7.2 同轴电缆	91	3.5 网络层	126
2.7.3 光纤	92	3.5.1 网络层所提供的服务 ...	126
2.7.4 无线电短波通信	95	3.5.2 路由选择算法与协议 ...	128
2.7.5 地面微波接力通信	95	3.6 流量控制	136
2.7.6 红外线和激光	96	3.6.1 流量控制的基本概念 及意义	136
2.7.7 卫星通信	96	3.6.2 按级进行流量控制	138
2.7.8 VSAT 卫星通信	97	3.6.3 段级流量控制	138
2.8 差错控制与校验	98	3.6.4 入口到出口级流量控制 ...	139
2.8.1 基本概念	98	3.6.5 进网级流量控制	140
2.8.2 常用的差错控制编码 ...	99	3.7 公共数据网网络 协议——X.25	141
2.9 本章小结	102	3.7.1 X.25 产生背景及其 层次结构	141
思考题与习题	102	3.7.2 X.25 设备和协议的	
第三章 计算机网络体系结构 ...	104		
3.1 网络体系结构概述	104		

工作原理	141	4.1.1 局域网的定义和组成	170
3.7.3 X.25 分组层	142	4.1.2 局域网的分类	171
3.8 传输层	143	4.2 局域网介质访问控制方式	172
3.8.1 传输层在 OSI/RM 中 的作用	143	4.2.1 载波侦听多路访问/冲突 检测法	172
3.8.2 传输协议的分类	144	4.2.2 令牌环访问控制方式	174
3.8.3 传输服务	144	4.2.3 令牌总线访问控制方式	175
3.8.4 传输层的差错检测和 恢复机制	145	4.3 局域网体系结构	176
3.9 传输控制协议 TCP	146	4.3.1 局域网参考模型	176
3.9.1 TCP/IP 基本概念	146	4.3.2 IEEE802 标准	178
3.9.2 TCP 报文段格式	147	4.4 局域网组网技术	179
3.9.3 IP 分组格式	149	4.4.1 以太网(Ethernet)	179
3.10 会话层	151	4.4.2 快速以太网 (100BASE-T)	181
3.10.1 会话层的基本概念	151	4.4.3 千兆位以太网	183
3.10.2 会话层的服务	153	4.4.4 令牌环网(Token-Ring)	188
3.10.3 会话层的协议机制	153	4.4.5 FDDI 光纤环网	189
3.11 表示层	153	4.4.6 ATM 局域网	191
3.11.1 表示层的基本概念	153	4.5 局域网操作系统	198
3.11.2 抽象语法记法 ASN.1 及其编码规则	155	4.5.1 网络操作系统概述	198
3.12 应用层	158	4.5.2 局域网操作系统的分类	198
3.12.1 应用层的基本概念	158	4.5.3 局域网操作系统的基本 功能	201
3.12.2 具有公共应用功能 的 ASE	160	4.5.4 几种典型的局域网 操作系统	202
3.12.3 报文处理系统 MHS	163	4.6 本章小结	203
3.12.4 文件传送、存取和 管理 FTAM	166	思考题与习题	204
3.12.5 虚拟终端协议 VT	167	第五章 计算机网络应用技术	205
3.12.6 目录服务 DS	168	5.1 Windows NT 网	205
3.12.7 作业传送与操作 JTM	168	5.1.1 Windows NT 简介	205
3.13 本章小结	168	5.1.2 Windows NT 体系结构 与网络模型	205
思考题与习题	169	5.1.3 Windows NT 4.0 的 安装	208
第四章 计算机局域网	170	5.1.4 网络基本管理功能	210
4.1 局域网概述	170		

5.1.5 客户机上网配置	227	5.4 校园网	253
5.2 网络互连	231	5.4.1 校园网概述	253
5.2.1 网络互连的概念	231	5.4.2 校园网规划原则	255
5.2.2 网络互连设备	232	5.4.3 校园网基本特点与 基本构架	255
5.3 因特网(Internet)	236	5.4.4 校园网举例	257
5.3.1 Internet 基本概念	236	5.5 本章小结	258
5.3.2 Internet 的组成	237	思考题与习题	259
5.3.3 Internet 的连接方式	238	“思考题与习题” 参考答案	261
5.3.4 Internet 地址	241	参考文献	262
5.3.5 Internet 网络基本服务	246		
5.3.6 WWW(万维网)	250		

第一章 计算机网络概论

本章学习目标及重点、难点

了解计算机网络的发展和组成；熟悉计算机网络的分类和拓扑结构；掌握三种数据交换技术；重点：计算机网络的拓扑结构和信息交换技术；难点：计算机网络的常用数据交换技术。

1.1 计算机网络的产生与发展

我们生活在一个愈来愈数字化的世界，计算机在不知不觉中已成为人们不可缺少的伙伴，每个人手中越来越多的各种信用卡即是最好的证明。今天，我们可以凭一张信用卡从不同地点的自动取款机中取款；足不出户就能看到世界各地的报刊、杂志；同远方的朋友通过电子邮件保持联系，甚至还可以从计算机屏幕上看到他们亲切的笑容，坐在计算机旁就可以同他们一叙离别之情，再也不会“遥知兄弟登高处，遍插茱萸少一人”之叹了，这样的例子不胜枚举。人类凭借自己的智慧发明了计算机和计算机网络，它们对人类的生活又产生了广泛的和深远的影响。计算机网络使不同肤色、不同种族、不同信仰的人们拉近了彼此之间的距离，于是地球——这颗美丽的蔚蓝色星球，被人们称为地球村。

现代计算机网络系统的发展，已经从简单到复杂、从单一到综合，在全球人类社会范围内融合了信息采集技术、信息处理技术、信息存储技术、信息传输技术和信息控制利用技术等各种先进的信息技术，而且还将继续不断的融入各种新发展的信息技术。计算机网络绝不是这些信息技术的简单堆积，而是一种通过系统集成和系统融合所形成的具有新性质和新功能的新系统。计算机网络应用功能和系统性能的发展实际上是 20 世纪各种先进信息技术发展的综合和集中体现，并将在 21 世纪的网络时代中，进一步发展成为一切信息技术的龙头和核心。

1.1.1 计算机网络的产生

计算机网络是计算机技术和通信技术相互结合、相互渗透形成的一门新兴学科。计算机技术与通信技术的相互结合主要有两个方面：一方面，通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段；另一方面，数字计算机技

术的发展渗透到通信技术中,又提高了通信网络的各种性能。虽然,计算机网络仅有 30 余年的发展历史,但发展速度很快。计算机网络的产生和演变过程经历了从简单到复杂、从低级到高级、从单机系统到多机系统的发展过程,其演变过程可概括为三个阶段:具有远程通信功能的单机系统为第一阶段,这一阶段已具备了计算机网络的雏形;具有远程通信功能的多机系统为第二阶段,这一阶段的计算机网络属于面向终端的计算机通信网;以资源共享为目的的计算机与计算机互连的网络为第三阶段,这一阶段的计算机网络才是今天意义上的计算机网络。

1. 具有远程通信功能的单机系统

20 世纪 50 年代后期,随着分时系统的出现,产生了具有远程通信功能的单机系统(如图 1.1 所示)。其基本思想是在计算机内增加一个通信装置,使主机具备通信功能、将远地用户的输入输出装置通过通信线路与计算机的通信装置相连。这样,用户就可以在远地的终端上键入自己的程序和数据,再由主机进行处理,处理结果通过主机的通信装置,经由通信线路返回给用户终端。

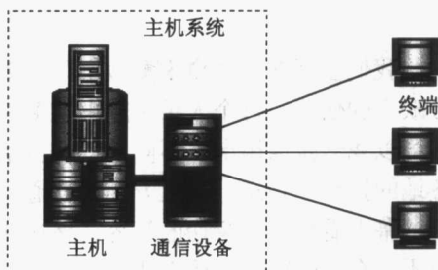


图 1.1 具有远程通信功能的单机系统

这种系统称为具有远程通信功能的单机系统,又可称为终端-计算机网络,是早期计算机网络的主要形式。在这种系统中,终端设备与计算机之间的连接可以采用多种方式。最初采用专线点-点方式,每个终端都独占一条线路,这种方式的缺点是线路的利用率很低。随着计算机应用的不断发展,要求与主机系统相连的终端越来越多,这个缺点就越发明显,从而发展到利用电话网实现终端与主机系统的连接。

2. 具有远程通信功能的多机系统

具有远程终端的单机系统,虽然大大提高了计算机系统的工作效率和服务能力,但随着进一步的发展,又出现了新的问题,主要表现在两个方面:第一,主机的负担加重。当时计算机的性能还比较低,由于主机所连接远程终端数量的增加,主机既要进行数据处理,又要承担通信控制任务,使得主机不堪重负。通信控制任务的加重,势必降低了处理数据的速度,对昂贵的主机资源来讲,显然是一种浪费。第二,当时的每个远程终端多用专线与主机相连,数据传输率不高,线路的利用率比较低,特别是在终端速率比较低时更是如此。具有远程通信功能的多机系统克服了以上不足。

为了克服第一个缺点,出现了前端处理器 FEP(Front End Processor)。在主机前设置一台通信处理机,专门负责与终端的通信工作。前端处理器分工完成全部的通信控制任务,而让主机专门进行数据处理,这样就使主机从通信控制的负担中解脱出来,从而显著地提高了主机进行数据处理的效率。

为了克服第二个缺点,通常在低速终端较集中的地区设置集中器(Concentrator)。为降低通信线路的建设费用,提高线路的利用率,可在用户终端较集中的区域设置线路集中器,大量终端先通过低速线路连到集中器上,集中器按照某种策略分别响应各个终端,并把终端送来的信息按一定格式汇集起来,再通过高速传输线路一起送给主机,经过低速线路先汇集到集中器,再由较高速通信线路将集中器连接到前端处理器上,如图 1.2 所示。

为了让前端处理器和集中器能完成复杂的控制功能,通常,前端处理器和集中器的任务由小型机或微型机来承担。至此,这种联机系统不再是单纯的单机系统,而演变为多机互联系统,或者叫面向终端的计算机通信网。

3. 具有统一系统结构、国际化标准协议的计算机网络

多机系统为计算机应用开拓了新的领域,新的领域又向计算机技术提出了新的要求——计算机系统之间的通信要求。这样的要求在当时主要来自军事、科学研究机构及一些大型企业,这些部门通常都拥有不止一台主机,散布在区域较广的不同地区,主机系统之间经常需要交换数据,进行各种业务联系。更进一步,一个主机系统的用户希望使用其他主机的硬件、软件及数据资源,或者与别的主机系统的用户共同完成某项任务,即所谓与别人共享资源。

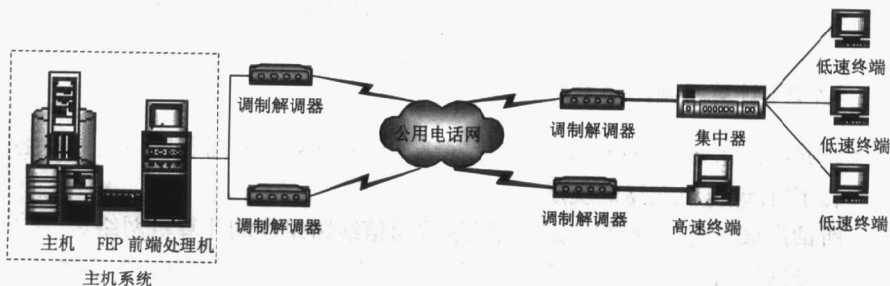


图 1.2 具有远程通信功能的多机系统

实现资源共享是建立网络的主要目的。这里所指的网路资源包括:硬件资源,如计算机、终端设备和存储设备等;软件资源,如各种系统软件、应用软件、标准协议等;数据资源,如各种存储于网路中的数字数据、语音数据、图像数据等。

利用通信线路把多个前端处理器连接起来,与主机一起就构成了计算机网络。前端处理器负责网路中各主机间的通信控制和数据传输任务;主机负责对

数据以及用户的各种服务请求进行处理。

将分布在不同地理位置上的具有独立功能的计算机及其外部设备,通过通信线路和通信设备连接起来,按照某种事先约定的规则(通信协议)进行信息交换,以实现资源共享的系统称为计算机网络。也可以把计算机网络简单理解为“一些互相连接的、自治的计算机的集合”。

网络的规模在不断地扩大,同时为了共享更多的资源,不同的网络也需要能够连接起来,于是网络的开放性和标准化被提上议事日程。20 世纪 70 年代后期,国际标准化组织(ISO)开始制定一系列国际标准。1981 年 ISO 正式提出“开放系统互连参考模型”(OSI/RM)的国际标准,从而正式确立了计算机网络的体系结构。计算机与计算机互连的网络可以用图 1.3 进行描述。

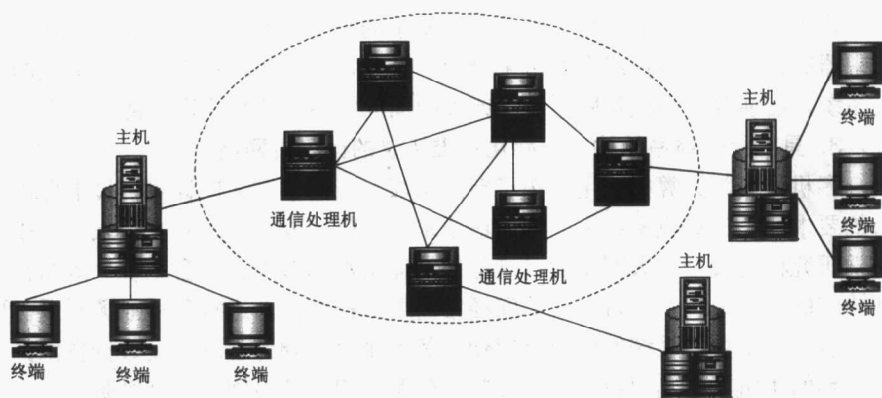


图 1.3 计算机与计算机网络

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络通常是指广域计算机网络、局域计算机网络和国际互连网络。

1. 广域计算机网络的发展

所谓广域计算机网络,系指利用远程通信线路组建的计算机网络。

广域网络覆盖面大,通常跨越许多地区,整个国家乃至跨洋过海越洲连接。这种网络称之为广域计算机网络,简称广域网(Wide Area Network, 简称为 WAN)。

广域网络的发展是从美国 ARPANET(Advanced Research Projects Agency Net)的诞生开始的。ARPANET 的出现,标志着以资源共享为目的的现代计算机网络的诞生。

随后的几年间,各个国家、各个公司都纷纷发展自己的计算机网络。各大计算机公司除了宣布各自网络的同时,也公布了各自的网络体系结构,并声称为用户提供配套服务,用户不必自己另搞一套。当时最著名的网络体系结构有

IBM 公司于 1974 年公布的“系统网络体系结构 SNA(The System Network Architecture)”和 DEC 公司于 1975 年公布的“分布式网络体系结构 DNA(The Distributed Network Architecture)”。由于各大公司不断推出按照不同体系结构设计网络,从而极大地推进了计算机网络的发展。

在网络发展初期,网络一般为某一机构组建的专用网。专用网的优点是针对性强、保密性好;缺点是资源重复配置,造成资源的浪费,系统过于封闭,使系统之外的用户很难进入。

随着计算机应用的不断深入发展,一些规模小的机构甚至个人也有联网需求,这就促使许多国家开始组建公用数据网。早期的公用数据网采用的是模拟通信电话网,进而发展成为新型的数字通信公用数据网。典型的公用数据网有美国的 TELENET、日本的 DDX、加拿大的 DATAPAC 等。我国也于 1993 年和 1996 年分别开通了公用数据网 CHINAPAC 和 CHINADDN。

2. 局域计算机网络的发展

所谓局域计算机网络是指分布于一个部门、一个校园或一栋楼内局部区域的计算机网络,简称局域网(Local Area Network, 简称为 LAN)。

局域网的发展是微处理器和微型计算机迅速发展的产物。

进入 20 世纪 80 年代以后,由于微处理器产品技术的成熟和成本的不断下降,从而使微型计算机像潮水般地涌向社会。一个单位或部门拥有的计算机数量越来越多,共享资源、互连通信的要求促使了局域网的诞生和发展。典型的局域网有以太网(EtherNet)和令牌环网(Token-Ring)等。

3. 互联网的发展

所谓互联网的概念是指低层通信子网之间的互联,是在统一的网际协议(Internet Protocol)的管理下各种局域、城域和广域通信网之间的互联(IP 相当于 OS/RM 网络层协议)。随着广域网和局域网技术的发展和成熟,互联网络已成为计算机网络界新的热点。

虽然局域网已成为机构内部使用的典型结构,但局域网的局限性也是很明显的。越来越多的机构正在建立国内乃至国际范围的办公自动化系统,这就要求某地 LAN 上的用户与远地的 LAN 或 WAN 上的用户进行通信。解决这类问题非网络互连莫属。

讲到网络互连,不能不提到因特网(Internet),Internet 的意思就是互联网,它是目前世界上最负盛名、也是规模最大的计算机互联网,它所遵循的网络体系结构已是事实上的国际标准。下面先简单介绍一下它的发展历程。至于更详细的介绍,后面的章节还会涉及。

ARPANET 开创了网络的一个新纪元,自它推出之日起,用户对它一直青睐有加。到 1983 年,ARPANET 已连上了三百多台主计算机。1984 年,ARPANET

分解成两个网络，一个仍叫 ARPANET，主要用于民用科研；另一个称为 MILNET，主要由军方使用。这两个网均由许多网络互连而成，因此均称为 Internet。后来 ARPANET 成为 Internet 的主干网。

美国国家科学基金会 NSF(National Science Foundation)认识到因特网对科技教育的潜在推动作用，从 1985 年起，围绕其六个超级计算机中心开始建设计算机网络。于 1986 年建成了基于 TCP/IP 的国家科学基金网 NSFNET，并逐渐建立了主干网、地区网和校园网三级计算机网络，几乎覆盖了全美所有的大学和科研机构。NSFNET 也和 ARPANET 相连，并逐步替代 ARPANET 成为 Internet 的主干网，而 ARPANET 的实验任务到此已胜利完成，并于 1990 年正式关闭使用。

1991 年，由于认识到 Internet 要想更具生命力，应该扩大其使用范围，而不仅限于大学和科研机构。于是世界上许多公司纷纷接入 Internet，使 Internet 上的通信量急剧上升，每日传送的分组量达 10 亿个之巨。Internet 的容量再次告急，鉴于这种状况，美国政府决定将 Internet 的主干网交由私人公司经营，并对接入 Internet 的用户开始收费。随后，IBM、MERIT 和 MCI 成立了一个 ANS(Advanced Networks and Services)公司。ANS 公司于 1993 年建造了一个速率为 45 Mb/s 的主干网 ANSNET 取代速率只有 1.544 Mb/s 的 NSFNET。1996 年主干网速率已提升到 155 Mb/s，目前，因特网的一些主干网速率已提升到 622 Mb/s，部分实验线路速率已超过 1 Gb/s。

Internet 已成为世界上规模最大、影响最深、增长速度最快的计算机网络。没有人能够准确地说出 Internet 究竟有多大，因为随时都有新的计算机连入、新的用户上网。

1.1.3 计算机网络系统的发展趋势

我们认为，只有用系统的观点来分析计算机网络，才能够真正认识网络系统的体系结构及网络工程技术中的许多重要问题，从而把握计算机网络系统的发展趋势。

1. 向开放性方向发展

计算机网络系统开放性的体现，是基于统一网络通信体系结构协议标准的互联网结构，统一网络分层体系结构标准是互联异种机的基本条件，Internet 所以能风靡全球，正是它所依据的 TCP/IP 协议已经成为事实上的国际标准。标准化始终是发展计算机网络开放性的一项基本措施，除了网络通信协议的标准，还有许多其它有关标准，如应用编程接口 API 标准、数据库接口标准、计算机操作系统接口标准及应用系统与用户使用的接口标准等，也都与计算机网络系统更大范围的开放性有关。这种全球开放性必然引起网络系统容量需求

的极大增长而推动计算机网络系统向广域、宽带、高速、大容量方向发展。21 世纪的计算机网络将是不断融入各种新信息技术, 进一步面向全球开放的广域、宽带、高速网络。

2. 向一体化方向发展

“一体化”是一个系统优化的概念, 其基本含义是: 从系统整体性出发, 对系统进行重新设计、构建, 以达到进一步增强系统功能、提高系统性能、降低系统成本和方便系统使用的目的。计算机网络发展初期确是由计算机之间通过通信系统互联而实现的, 但从系统观点看, 它已不是 C&C 的简单相加, 而是一个具有新质的并将不断发展变化的大系统。随着计算机网络应用范围的不断扩大和对网络功能、性能要求的不断提高, 网络中的许多成分将根据系统整体优化的要求重新分工、重新组合, 甚至可能产生新的成分。目前计算机网络系统的这种一体化发展方向正沿着两条不同的基本路径展开: 一是重新安排网络系统内部元素的分工协同关系, 例如客户/服务器结构、各种专用浏览器、“瘦客户机”、网络计算机、无盘工作站等, 服务器面向网络共享的服务, 被设得更专门化、更高效, 如各种 WEB、DNS、NEWS NNTP、NetMeeting 服务器、计算服务器、文件服务器、磁盘服务器、数据库服务器、文件服务器、SMTP、POP3、IMAP 电子邮件服务器、打印服务器、访问服务器等。网络中的通信功能从计算机结点中分离出来形成各种专用的网络互联通信设备, 如各种路由器、桥接器、集线器、交换机等, 这也是网络一体化分工协作的体现。二是基于虚拟技术, 通过硬件的重新组织和软件的重新包装所构成的各种网络虚拟系统, 各种透明结点的分布应用服务, 如分布文件系统、分布数据库系统、分布超文本查询系统等。用户看到的是一个虚拟的文件系统、数据库系统和信息查询系统, 而看不到网络内部结构和操作细节。进而网络的各种具体应用系统, 如办公自动化系统、银行自动汇兑系统、自动售票系统、指挥自动控制系统、生产过程自动化系统等等, 实际上都是更高层次的网络虚拟系统。21 世纪的网络将是网络内部进一步优化分工, 而网络外部用户可以更方便、透明地使用网络。

3. 向多媒体网络方向发展

多媒体技术实质上是对多种形式的信息如文字、语音、图像、视频等进行综合采集、传输、处理、存储和控制利用的技术, 包括人对客观世界最基本的从感性认识上升到理性认识的处理过程, 也可以说是一种“多媒体信息”的采集处理过程。多媒体技术与计算机网络的融合是必然的趋势。目前, 手写输入、语音声控输入、数码相机、IC 卡、扫描仪等各种多媒体信息采集技术以及大容量光盘、面向对象数据库、超媒体查询等多媒体存储技术和 MMX 芯片、TTS 语音合成、虚拟现实(VR)技术、智能机器人等多媒体处理控制技术的蓬勃发展,

为多媒体计算机网络的形成和发展提供了有力的技术支持。电信网、电视网和计算机网的“三网合一”，也在更高层次上体现了多媒体计算机网络系统的发展趋势。光纤到户(FTTH)、信息家电、家庭布线网络、视频点播(VOD)、IP 电话、5A 智能大厦等技术正在迅猛发展，21 世纪的计算机网络必定是融合包括电信、电视等更广泛功能，渗入到千千万万家庭的多媒体计算机网络。

4. 向高效、安全的网络管理方向发展

对于计算机网络是这样一个复杂的大系统，如果没有有效的管理方法、体制和管理系统的支撑和配合，很难使它维持正常的运行保证其功能和性能的实现。计算机网络管理的基本任务包括系统配置管理、故障管理、性能管理、安全管理和计费管理等几个主要方面，网络管理系统已成为计算机网络系统中不可分割的一部分。当前网络管理应着眼于网络系统整体功能和性能的管理，趋于采用适应大系统特点的集中与分布相结合的管理体制。在当前网络全球化的大发展趋势下，各种危害网络安全的因素，如病毒、黑客、垃圾邮件、信息泄漏、端口攻击等计算机犯罪也很猖獗，甚至威胁网络系统的生存，因此网络系统的高效管理，特别是网络系统的安全管理，显得尤为重要。21 世纪的计算机网络应该是更加高效管理和更加安全可靠的网络。

5. 向智能化网络方向发展

人工智能技术在传统计算机基础上进一步模拟人脑的思维活动能力，包括对信息进行分析、归纳、推理、学习等更高级的信息处理能力，在现代社会信息化的过程中，人工智能技术与计算机网络技术的结合与融合，构成了具有更多思维能力的智能计算机网络，也是综合信息技术的必然发展趋势。当前，基于计算机网络系统的分布式智能决策支持系统、分布式专家系统、分布式知识库系统、分布智能代理技术、分布智能控制系统及智能网络管理等技术的发展，也都明显的体现了这种智能网络的发展趋向。21 世纪的计算机网络将是人工智能技术和计算机网络技术更进一步融合的网络系统，它将使社会信息网络更加有序化，更加智能化。

1.1.4 计算机网络对社会信息化发展的影响

基于计算机网络的各种网络应用信息系统，由于它的技术综合性和功能社会性，正以不可抗拒之势渗入到工业、农业、科技、军事、金融、商贸和教育等各行各业及人们生活的各个方面，正在深刻影响和改变着人类社会传统的生产、工作和生活方式。下面举几个具体的计算机网络应用的例子，从中可看出计算机网络对社会信息化的巨大作用和深刻影响。

1. 管理信息化

管理信息系统 MIS、办公自动化 OA 及决策支持系统 DSS 的应用，将推

动一切企事业单位的管理信息化、科学化,提高管理的有效性,这也是社会信息化的基础。

2. 企业生产自动化

计算机集成制造系统 CIMS 的应用,把企业生产管理、生产过程自动化管理及企业 MIS 系统在统一计算机网络平台基础上推动企业生产和管理的自动化,提高生产效率、降低生产成本,增加企业效益,是企业信息化的基础。企业被成为“社会的细胞”,企业信息化也是社会信息的重要一环。

3. 商贸电子化

电子商务、电子数据交换 EDI 等网络应用把商店、银行、运输、海关、保险以至工厂、仓库等各个部门联系起来,实行无纸、无票据的电子贸易,可提高商贸,特别是国际商贸的流通速度、降低成本、减少差错、方便客户和提高商业竞争能力,也是全球化经济的体现,是构造全球信息社会不可缺少的纽带。

4. 公众生活服务信息化

这包括以下一些与公众生活密切相关的网络应用服务:

- 与电子商务有关的网上购物服务。
- 基于信息检索服务 IRS 的各种生活信息服务,如天气预报信息、旅游信息、交通信息、图书资料及出版信息、证券行情信息等。
- 基于联机事务处理系统 TPS 的各种事务性公共服务,如飞机、火车联网订票系统、银行联网汇兑及存取款服务系统、旅店客房预定系统及图书借阅管理系统等。
- 各种方便、快捷、价廉的网络通信服务,如网络电子邮件、网络电话、网络传真、网络电视电话、网络寻呼机、网上交友及网络视频会议等。
- 网上广播、电视服务,如网上新闻组、下推式广播服务、视频点播(VOD)等。

公众是社会的基础,上述直接为公众生活服务的各种网络应用,可使公众最直接地感受到社会信息化的气息和好处,因此也是社会信息化和家庭信息化的重要组成部分。

5. 军事指挥自动化

基于美国陆军开发的 C4I 的网络系统,把军事情报采集、目标定位、武器控制、战地通信和指挥员决策等环节在计算机网络基础上联系起来,形成各种高速高效的指挥自动化系统,是现代战争和军队现代化不可少的技术支柱。这种系统在公安武警、交警、火警等指挥调度系统中也有广泛应用。

6. 网络协同工作

基于计算机支持合作工作 CSCW 系统的各种分布环境协同工作的网络应