

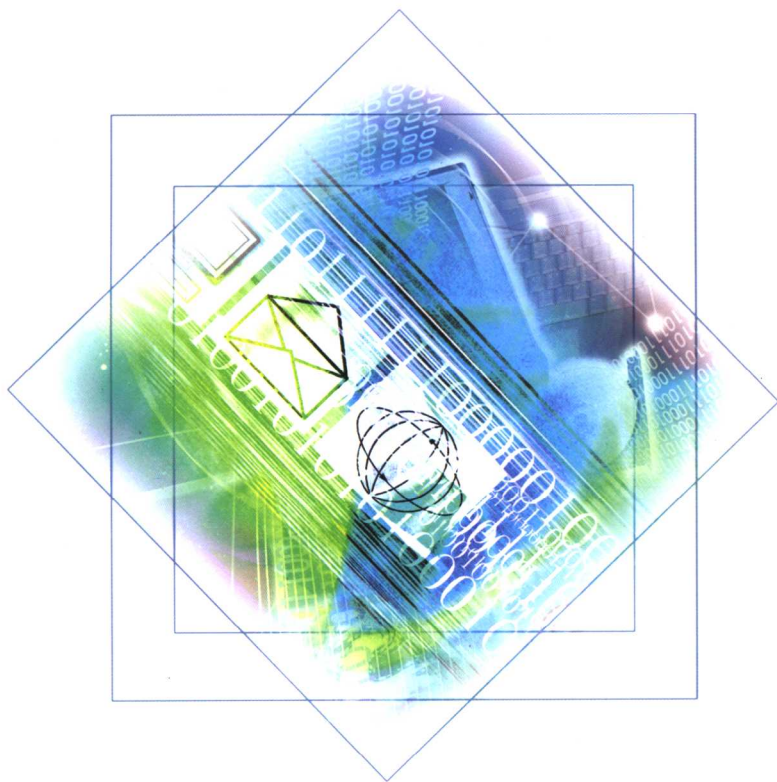
21 世纪高等院校计算机系列教材

Computer

□ 陈晴 主编

计算机 网络技术

(第三版)



华中科技大学出版社
<http://press.hust.edu.cn>

高职、高专计算机系列教材

计算机网络技术

(第三版)

主 编 陈 晴

副主编 方冬菊 蔡向阳 杜华斌

参 编 陈小红 周小松 熊文轶

吴 刚 盛集明

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术(第三版)/陈 晴 主编
武汉:华中科技大学出版社,2005 年 9 月
ISBN 7-5609-3502-8

I. 计…
II. 陈…
III. 计算机网络
IV. TP393

计算机网络技术(第三版)

陈 晴 主编

责任编辑:曾 光 彭保林

封面设计:刘 卉

责任校对:刘 竣

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉万卷鸿图科技有限公司

印 刷:武汉市新华印刷有限责任公司

开本:787×1092 1/16

印张:18.25

字数:431 000

版次:2005 年 9 月第 3 版

印次:2005 年 9 月第 3 次印刷

定价:27.00 元

ISBN 7-5609-3502-8/TP·588

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本书简明扼要地阐述了计算机局域网和广域网的知识, 以及数据通信、网络的体系结构和网络协议、网络互连与管理、网络规划等基础理论和基本概念。着力介绍了广泛使用的 Windows 2000、Linux 的网络安装、规划、管理、服务和使用, 同时本书还配有 10 个计算机网络的实验内容。本书力求简单、易懂、好用, 部分章节之后附有习题。

本书可供高等专科院校及高等职业技术学院、中等职业技术等计算机专业学生使用, 也可作为计算机网络的培训教材和广大计算机网络爱好者的自学参考书。

第三版前言

《计算机网络技术》自 2001 年 9 月出版至今已有四年多的时间了。在此期间,经过了多次教学实践,加之计算机网络技术的飞速发展,我们对“计算机网络技术”课程的教学改革又有了新的认识,同时也收集了同行和学生们的许多宝贵意见,在华中科技大学出版社的全力支持下,我们在原教材的基础上进行了前后三次较大的修改。

短短的四年,原教材中的一些技术和方法都有了较大的发展,一些当时曾普遍使用的技术,现在已显得有些过时,甚至有的已较少使用。如当时通行的 Windows NT4.0 操作系统,现在已被 Windows 2000、Windows XP 以及 Linux 所取代。另外,在当时编写原教材时也留下了一些遗憾和不足之处,因而教材确需不断更新及修改。

Windows 2000 操作系统是微软公司的重要产品,它采用 Windows NT 技术,并在其基础上作了大量的改进,使得 Windows 2000 操作系统平台成为 Windows 系列平台中最可靠、最易扩展、最易管理和最易使用的操作系统平台。

Linux 作为世界上最热门的一种自由软件,正在赢得全球越来越多的用户,从 Linux 操作系统中可以获得 UNIX 的任务和稳定性,以及强大的网络功能,而且 Linux 的内核公开并免费,是一个能够在多用户环境中支持多任务的完全模块化的、内置网络支持的、虚拟内存小的、运行速度快而且价格便宜的操作系统。因而我们对 Linux 操作系统的安装、使用及网络服务各部分作了较详尽的介绍。

《计算机网络技术》第三版,主要作了以下几个方面的修改。

① 将本书的第 1 章、第 2 章、第 3 章及第 4 章作了较大修改,无论从逻辑连接上还是从主要内容上都作了较全面的调整和充实。

② 在第二版教材的基础上增加了部分内容,即第 5 章“网络互连和互联网”、第 6 章“网络规划与网络管理”及第 7 章“Linux 操作系统及其网络服务”。

本书的基本结构仍分为三部分:第一部分为第 1 章至第 6 章,主要阐述计算机网络原理;第二部分为第 7 章和第 8 章,主要从实用角度详细阐述了 Windows 2000 和 Linux 操作系统及使用;第三部分是实训部分,即每章之后附有习题,以供教学与自学使用。

本书第 1 章~第 4 章由武汉职业技术学院陈小红、陈晴编写修改;第 5 章~第 7 章由武汉职业技术学院高曙光编写修改;第八章由周小松编写修改。陈晴负责统稿。

作为高职教材,本书力求以“够用”为度,突出职业能力的训练,叙述尽量简洁、通俗,真正地将理论与实际进行有机的衔接。

在本书的编写过程中,得到了武汉职业技术学院计算机科学系师生的支持和帮助,特别感谢朱雄军、黄玮、孟保华、汪作文、梁莎、高源和张瑛等老师以及网络 02301 班的肖晓春、邢光璞等同学,他们在计算机网络技术作为学院精品课程建设及教材建设中均给予了较大的帮助,在此表示衷心的感谢。

尽管我们非常想向广大师生和读者贡献一本理论与实际紧密结合的计算机网络最新教材,但由于水平有限,即便修订了三次,教材中仍难免存在错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2005 年 7 月

目 录

第 1 章 计算机网络概述.....1	2.4.2 网络操作系统.....51
1.1 计算机网络的形成与发展.....1	2.4.3 网络管理软件.....52
1.1.1 计算机网络的形成.....1	2.4.4 网络应用软件.....53
1.1.2 计算机网络的发展.....2	习题 2.....53
1.1.3 计算机网络的未来.....4	第 3 章 局域网技术.....55
1.1.4 我国计算机网络的发展.....5	3.1 局域网概述.....55
1.2 计算机网络的基本概念.....7	3.1.1 局域网的特点.....55
1.2.1 计算机网络的概念.....7	3.1.2 局域网的拓扑结构.....55
1.2.2 计算机网络的分类.....8	3.1.3 局域网协议.....56
1.2.3 计算机网络的功能.....10	3.1.4 局域网的 IEEE 802 标准.....57
1.2.4 计算机网络的应用.....11	3.2 局域网的访问控制技术.....58
1.3 计算机网络的基本组成.....12	3.2.1 逻辑链路控制(LLC)子层.....58
1.3.1 计算机网络的基本组成.....12	3.2.2 介质访问控制(MAC)技术.....59
1.3.2 资源子网和通信子网.....13	3.2.3 常见的介质访问控制方式.....60
1.4 计算机网络的拓扑结构.....14	3.3 局域网组网技术.....65
1.4.1 星型拓扑结构.....15	3.3.1 局域网技术的三个基本方面.....65
1.4.2 环型拓扑结构.....16	3.3.2 局域网设计与连接时考虑的 主要因素.....66
1.4.3 总线型拓扑结构.....16	3.3.3 局域网硬件.....67
1.4.4 树型拓扑结构和网状拓扑结构.....17	3.3.4 局域网软件.....79
习题 1.....18	3.3.5 局域网组网.....83
第 2 章 计算机网络基础.....19	3.3.5 几种常见的高速局域网.....89
2.1 数据通信基础.....19	3.4 局域网的应用
2.1.1 数据通信的基本概念.....19	——校园设计方案.....95
2.1.2 数据编码技术.....26	3.4.1 学校需求分析.....95
2.1.3 多路复用技术.....28	3.4.2 设计特点.....95
2.1.4 数据交换技术.....31	3.4.3 校园网布局结构.....96
2.1.5 差错控制.....34	3.4.4 网络拓扑图.....96
2.2 计算机网络体系结构.....36	3.5 无线局域网.....98
2.2.1 计算机网络体系结构概述.....36	3.5.1 无线局域网的组成.....98
2.2.2 开放系统互连参考模型.....40	3.5.2 无线局域网的传输方式.....99
2.2.3 LAN 参考模型.....44	3.5.3 无线局域网的协议标准.....100
2.2.4 TCP/IP 参考模型.....46	3.5.4 无线网络安装实例.....102
2.3 网络设备.....46	习题 3.....102
2.3.1 常用网络设备.....47	第 4 章 广域网技术.....105
2.3.2 一个典型的交换式网络结构.....50	4.1 广域网概述.....105
2.4 网络软件.....51	4.1.1 广域网的概念.....105
2.4.1 网络传输协议.....51	

4.1.2 广域网的特点	105	5.1 网络互连设备	130
4.1.3 广域网的协议	105	5.1.1 网桥	130
4.1.4 广域网的构成	106	5.1.2 路由器	131
4.1.5 广域网提供的服务	107	5.1.3 网关	133
4.2 广域网中的路由选择机制	108	5.2 局域网的互连	133
4.2.1 广域网中的物理地址	108	5.2.1 网桥协议的体系结构	133
4.2.2 广域网中包的转发	109	5.2.2 生成树网桥	134
4.2.3 层次地址和路由的关系	110	5.2.3 源路由网桥	135
4.2.4 广域网中的路由器	110	5.3 广域网互连	136
4.2.5 缺省路由的使用	111	5.3.1 OSI 网络层内部结构	136
4.2.6 路由表计算	112	5.3.2 无连接的网际互连	137
4.3 X.25	112	5.3.3 面向连接的网际互连	137
4.3.1 X.25 提供的服务	112	5.4 Internet 协议和组网技术	138
4.3.2 X.25 的层次结构	113	5.4.1 IP 地址	138
4.3.3 接入 X.25 网	113	5.4.2 域名和地址	140
4.4 帧中继	114	5.4.3 网关协议	140
4.4.1 帧中继概述	114	5.4.4 路由器技术	143
4.4.2 帧中继提供的服务	114	5.4.5 多层交换技术	145
4.4.3 帧中继的层次结构和帧格式	115	5.5 Internet 应用	145
4.4.4 帧中继网络的工作过程	115	5.5.1 远程登录(Telnet)	145
4.5 数字数据网(DDN)	116	5.5.2 文件传输协议(FTP)	147
4.5.1 DDN 概述	116	5.5.3 简单邮件传送协议(SMTP)	148
4.5.2 DDN 网络结构	118	5.5.4 WWW(环球网)	148
4.5.3 各级网络之间的接口	119	习题 5	149
4.5.4 用户接入方式	119	第 6 章 网络规划与网络管理	150
4.6 综合业务数字网(ISDN)	122	6.1 网络工程组建方案设计	150
4.6.1 ISDN 概述	122	6.1.1 网络需求分析	150
4.6.2 ISDN 的用户——网络接口	122	6.1.2 网络系统方案设计	152
4.6.3 ISDN 协议模型	123	6.2 校园网网络方案设计	157
4.6.4 ISDN 连接	124	6.2.1 校园网概述	157
4.7 非对称数字用户线(ADSL)	125	6.2.2 小规模校园网络	158
4.7.1 ADSL 概述	125	6.2.3 中等规模校园网络	160
4.7.2 ADSL 接入	126	6.3 网络测试	161
4.8 异步转移模式(ATM)	127	6.3.1 结构化布线系统的测试	161
4.8.1 ATM 概述	127	6.3.2 网络设备测试	163
4.8.2 ATM 参考模型	127	6.3.3 网络系统和应用测试	163
4.8.3 ATM 信元格式	128	6.4 网络性能评价	165
4.8.4 ATM 的特点	128	6.4.1 网络性能度量	165
4.8.5 入网方式	129	6.4.2 响应时间	166
习题 4	129	6.4.3 吞吐率	167
第 5 章 网络互连和 Internet	130		

6.4.4 资源利用率	167	8.3.1 TCP/IP 协议	210
6.5 网络管理工具及其相关技术	168	8.3.2 Web 服务器及 FTP 服务器的 配置和管理	214
6.5.1 TCP/IP 诊断命令	168	8.3.3 DHCP 服务器的安装及 配置管理	226
6.5.2 日志文件的使用	170	8.3.4 DNS 服务器的安装及配置	235
6.5.3 网络监视和管理工具	170	8.3.5 WINS 服务器的安装及配置	239
6.5.4 网络故障诊断与排除	172	8.4 用户和计算机账户管理	242
6.5.5 硬件防火墙配置	173	8.4.1 用户和计算机账户	242
习题 6	176	8.4.2 创建用户和计算机账户	243
第 7 章 Linux 操作系统及其 网络服务	177	8.4.3 删除用户和计算机账户	244
7.1 Linux 操作系统	177	8.4.4 停用用户和计算机账户	245
7.1.1 Linux 的特点	177	8.4.5 移动账户	245
7.1.2 Linux 系统结构及文件组织	177	8.4.6 为用户和计算机账户添加组	246
7.1.3 Linux 系统启动和初始化	180	8.4.7 重设用户密码	247
7.1.4 Linux 的常用软件	182	8.4.8 管理客户计算机	248
7.2 LINUX BIND DNS 服务器的配置	185	8.4.9 组和组织单元的管理	248
7.2.1 Bind 域名服务器的安装	185	8.5 远程访问服务(RAS)	250
7.2.2 配置 DNS 解析器	186	8.5.1 远程访问服务	250
7.2.3 高速缓存服务器的配置	186	8.5.2 拨号远程访问的组件	251
7.2.4 主服务器的配置	187	8.5.3 远程访问的连接类型	251
7.2.5 从属服务器的配置	188	8.5.4 远程访问协议(Remote Access Protocols)	252
7.2.6 DNS 的测试	189	8.5.5 设置远程访问服务	252
7.3 LINUX APACHE 服务器的配置	189	习题 8	256
7.3.1 APACHE 的安装	190	第 9 章 计算机网络实验	257
7.3.2 APACHE 的配置	191	实验一 局域网的设置	257
7.3.3 APACHE 的启动与停止	196	实验二 RJ-45 双绞线的制作	259
7.3.4 在 APACHE 中建立虚拟主机	197	实验三 Windows NT Server 的安装	261
7.3.5 APACHE 中的访问控制	199	实验四 配置 DHCP 服务器	263
第 8 章 Windows 2000 网络系统	201	实验五 配置 DNS 服务器	270
8.1 Windows 2000 网络系统概述	201	实验六 Red Hat Linux 7.2 的安装	273
8.1.1 Windows 2000 的产生和发展	201	实验七 在 Windows NT 上安装 Web 服务器	277
8.1.2 Windows 2000 系列产品	202	实验八 Windows 2000 Server 的安装	279
8.1.3 Windows 2000 网络的组建	203	实验九 对等网的安装设置	282
8.2 Windows 2000 Server 网络组件的 安装及配置	206	实验十 电子邮件、Telnet、Ftp 的使用	283
8.2.1 Windows 2000 Server 网络组件	206		
8.2.2 安装网络协议、服务和客户	208		
8.3 利用 Windows 2000 实现 网络基础结构	210		

第 1 章

计算机网络概述

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。进入20世纪90年代,计算机网络技术和产品得到了迅猛发展。它不仅渗透到各行各业,进入了家庭,而且“信息高速公路”的铺设,也为人类在21世纪进入信息社会奠定了坚实的基础。

1.1 计算机网络的形成与发展

在过去的几个世纪中,每个世纪都有一个划时代的技术出现。18世纪伴随工业革命而来的是伟大的机械时代;19世纪则是蒸汽机时代;而20世纪是信息时代,包括信息的收集、处理和发布。我们已经看到了世界范围内电话网的安装、计算机工业的诞生及其史无前例的迅速发展、通信卫星的发射,以及其他种种成就。

由于科学技术的飞跃发展,这些领域正在迅速地融合。信息收集、传送、存储和处理之间的技术障碍迅速消失。在广阔的地理位置上分布有数以万计的办公机构,可以期望按一下按键就能了解最遥远地点的当前情况。在收集、处理和发布信息能力提高的同时,对更复杂的信息处理手段的需求增长得更快。

在信息社会中,计算机已从单一使用发展到群集使用。在越来越多的应用领域,人们需要计算机在一定的地理范围内联合起来进行群集工作。这就促进了计算机和通信这两种技术的紧密结合,形成了计算机网络这门学科。

1.1.1 计算机网络的形成

通信事业的发展,极大地促进了工业的革命,而通信技术和计算机技术的结合,又极大地推动了人类从工业社会向信息社会的过渡。从根本上来说,计算机网络是通信技术与计算机技术相结合的产物,它将成为信息社会最重要的基础设施,构筑起人类社会的信息高速公路。

通信事业的发展经历了一个漫长的历史过程。

1835年莫尔斯(S.F.B.Morse)发明了电报,1876年贝尔(A.G.Bell)发明了电话。在其后长达百年的时间里,通信业务基本为这两种方式所垄断,并为快速传递信息提供了方便。通信事业在人类生活和两次世界大战中,发挥了极其重要的作用。20世纪40年代诞生的

第一台电子数字计算机是一个划时代的产物,人类社会从此开辟了向信息社会迈进的新纪元。在计算机技术基础上,20世纪50年代,美国建立了半自动地面防空系统(SAGE),成为计算机网络的雏形。

20世纪60年代,半导体技术的长足进步又促进了计算机技术的发展,计算机应用也随之迅速普及。与此同时,计算机与通信技术互相渗透、紧密结合又互相促进,以至于现代通信技术的发展完全与计算机技术融合在一起。C(Communication)&C(Computer)已成为现代通信的同义语。而现在流行的另一种说法则是:“Network is computer。”

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络发展经历了如下四个阶段。

- ① 具有通信功能的单机系统阶段。
- ② 具有通信功能的多机系统阶段。
- ③ 以共享资源为主的计算机网络阶段。
- ④ 以局域网络及其互连为主要支撑环境的分布式计算机网络阶段。

在计算机网络发展的历史上,计算机通信技术应用于民用系统方面,最早的当数美国航空公司与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。美国通用电气公司的信息服务系统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、澳大利亚和日本。该系统于1968年投入运行,具有交互式处理和批处理能力,由于地理范围大,可以利用时差达到资源的充分利用。

在这一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、终端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刻的影响。以多点线路连接的终端和主机间的通信建立过程,可以用主机对各终端轮询或是由各终端连接成维菊链的形式实现。考虑到远程通信的特殊情况,对传输的信息还要按照一定的通信规程进行特别的处理。

20世纪60年代末由美国国防部高级研究计划局所研制的ARPA net起过重要的作用。它是以资源共享为主的计算机网络阶段的典型代表。最初,该网仅由4台计算机连接而成,发展到1975年,已将100多台不同型号的大型计算机连于网内。ARPA net成为第一个完善地实现分布式资源共享的网络,为计算机网络的发展奠定了基础。ARPA net显示了计算机网络的优越性,促使许多国家相继组建规模较大的网络,如美国的CYBERNET、欧洲的情报网(EIN网络)、英国国家物理研究所的NPL网络、法国的CYCLADES网络和日本的JIPNET网络等。

ARPA net具有以下主要特点。

- ① 成功地采用了报文分组交换技术。
- ② 将广域网分成资源子网和通信子网两级网络。
- ③ 实现了层次结构的网络协议。

这些技术和思想,成为了后来计算机网络发展的基础。

局域网是继广域网之后发展起来的,其技术继承了广域网的分组交换技术和计算机的I/O总线结构技术。自20世纪70年代开始,随着大规模集成电路技术和计算机技术的飞速

发展,硬件价格急剧下降,计算机广泛应用,局域网技术得到迅速发展。20世纪80年代以来,更是局域网腾飞的年代。在此期间,为适应办公自动化的需要,各机关和企业部门迫切需要将自己拥有的为数众多的计算机、工作站、小型机等连接起来,以达到资源共享和互相传递信件等目的,而且还要求连网费用低、数据传送速率高。在此背景下,局域网技术的发展呈日新月异之势。

局域网的发展也导致了计算模式的变革。早期的计算机网络是以主计算机(HOST)为中心。由于主计算机资源丰富、价格昂贵,故特别强调对主计算机资源的共享;大型主计算机在计算机网络系统中处于绝对的支配地位。计算机网络的控制和管理功能都是集中式的,故其计算模式也称为集中式计算模式。

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制订自己的网络技术标准。

IBM公司首先于1974年推出了该公司的系统网络体系结构SNA(System Network Architecture),为用户提供能够互连的成套通信产品;1975年DEC公司宣布了自己的数字网络体系结构DNA(Digital Network Architecture);1976年UNIVAC公司宣布了该公司的分布式通信体系结构DCA(Distributed Communication Architecture)。这些网络技术标准只是在一个公司范围内有效,遵从某种标准的、能够互连的网络通信产品,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。1977年国际标准化组织ISO的TC97信息处理系统技术委员会SC16分技术委员会开始着手制订开放系统互连参考模型OSI/RM作为国际标准,OSI/RM规定了可以互连的计算机系统之间的通信协议,遵从OSI协议的网络通信产品都是所谓的开放系统。今天,几乎所有的网络产品厂商都声称自己的产品是开放系统,不遵从国际标准的产品逐渐失去了市场。这种统一的、标准化产品互相竞争的市场又进一步促进了网络技术的发展。

20世纪80年代初期出现了微型计算机,而微型计算机是构成局域网的基础,随着个人计算机(PC, Personal Computer)功能的增强,用户一个人就可以在本机上处理他的作业,计算机能力的提高使PC发展成为独立的平台,这就导致了一种新的计算结构——分布式计算模式的诞生。这种新的计算模式对计算机网络的发展起到了决定性的影响。

1972年Xerox公司发明了以太网,以太网与微机的结合使得微机局域网得到了快速的发展。在一个单位内部的微型计算机和智能设备互相连接起来,提供了办公自动化的环境和信息共享的平台。1980年2月IEEE组织了一个802委员会,开始制订局域网标准。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。用户在建设自己的局域网时,选择面更宽,设备更新、更快。

自20世纪80年代以来,是局域网腾飞的年代。这期间,为适应办公自动化的需要,各机关和企业部门,迫切要求将自己拥有的为数众多的计算机、工作站、小型机等连接起来,以达到资源共享和互相传递信件等目的,而且愈益要求连网费用低、数据传送速率高。在这种背景下,局域网技术的发展呈日新月异之势。

局域网之间可互相连接,并可通过广域网互相连接,如Internet,主要采用客户机/服务器或浏览器/服务器计算模式,由网上服务器向用户提供透明的服务。用户可在逻辑上将网络上的各类主计算机、工作站和服务器作为一个整体看待。

1985年,美国国家科学基金会(NSF, National Science Foundation)利用 ARPAnet 协议建立了用于科学研究和教育的骨干网络 NSFnet。1990年,NSFnet 代替 ARPAnet 成为国家骨干网,并且走出了大学和研究机构进入社会。从此网上的电子邮件、文件下载和消息传输受到越来越多人们的欢迎并被广泛使用。1992年,Internet 学会成立,该学会把 Internet 定义为“组织松散的、独立的国际合作 Internet 络”,“通过自主遵守计算协议和过程支持主机对主机的通信”。1993年,美国伊利诺斯大学国家超级计算中心成功开发了网上浏览工具 Mosaic(后来发展成 Netscape),使得各种信息都可以方便地在网上交流。浏览工具的实现引发了 Internet 发展和普及的高潮。上网不再是网络操作人员和科学研究人员的专利,而成为一般人进行远程通信和交流的工具。在这种形势下,美国前总统克林顿于 1993 年宣布正式实施国家信息基础设施(NII, National Information Infrastructure)计划,从此在世界范围内展开了争夺信息化社会领导权和制高点的竞争。与此同时 NSF 不再向 Internet 投入资金,使其完全进入商业化运作。20 世纪 90 年代后期,Internet 以惊人的高速度发展,网上的主机数量、上网的人数、网络的信息流量每年都在成倍地增长。

1.1.3 计算机网络的未来

1. 高速交换式网络

现有的局域网以共享媒体为主,网上工作站共享同一频宽。虽然光纤环网(FDDI)相对于一般局域网速率快了近 10 倍,但始终没有摆脱共享型局域网的束缚,且光纤网与各局域网之间的连接通常需靠路由器来实现,使网络运行效率大打折扣。高速交换网络利用网段微化技术,并通过在网段间建立多个并行连接(如同一部电话交换机可同时建立多对通道)为每个单独网段提供专用频带,增大了网络的吞吐量,提高了传输效率。现在高速交换网已被推向市场,将是向 ATM 平滑过渡的极佳形式。

2. 通信网络的综合服务和宽带化

① ISDN 将进一步发展。ISDN 指的是 N-ISDN,即窄带综合业务数字网。它首先需要实现信息传输的数字化,将现有的模拟传输逐步过渡到数字传输,在通信网上能同时传输语音、数据和图形。

② B-ISDN 和异步传输模式(ATM)。ATM 实现了 B-ISDN(Broadband ISDN, 宽带 ISDN)的有效交换与传输,它能够适应从低速率到高速率(数百兆比特速率)的各种业务,能够传输从音频到视频的各种宽带信号。

③ 光交换(photonic switching)方式。目前采用光纤作为传输介质的通信网已很多,如能进一步实现光交换技术,使光交换与光传输结合为一体,则网络将具有更宽的频带。

3. 移动通信技术

可移动的无线网的需求日益增加。无线数字网类似于蜂窝电话网,人们可随时随地将计算机接入网内。但目前的蜂窝电话网是建立在模拟广播技术基础上的,需利用调制解调器进行交换,数字数据传输效率不高,故为了发展无线数字网,必须发展新技术。无线数字网的发展前景十分可观。

4. 网络智能化

网络智能化主要指网络管理方面的智能化。网络的操作十分复杂,检测和排除故障十分困难。因此,将人工智能技术和专家系统引入网络管理十分必要。网络智能管理主要指将专家的知识放入数据库,使系统能自动地进行故障检测、诊断和排除。网络智能还表现在网络进行高级通信/信息处理业务上,如通信介质变换和自动翻新。

5. 网络标准化

国际标准化组织(ISO)制定的开放系统互连(OSI)参考模式是国际上公认的开放系统结构,是实现网络互连的基础。开放系统环境除了满足 OSI 通信要求外,还包括标准数据交换格式、标准操作系统的接口、公共用户接口、图形接口、标准应用程序接口(API)、公共数据模型、存储、标准目录、管理和安全方法等。有关 ATM 的协议标准也有待全面完成。网络标准化是网络发展的必然趋势。

计算机网络技术的进步,促进了网络应用的发展。从网络应用角度看,会在以下方面有更大的进步。

① CMC (computer-mediated communication) 将成为社会强有力的工具。CMC 包括电子邮件、电子公告牌和计算会议等。CMC 的基础是电子邮件系统,但需进一步将增强功能集成到工作站环境中,能支持移动用户,采用 X.400 标准协议以及支持多媒体通信。

② 计算机支持的协同工作(CSCW, computer supported cooperative work)。CSCW 是新的网络应用领域。分布在不同地方的组织和人员要进行合作,需要进行快速和准确的通信,就需要各种各样的通信系统。由于分布环境的合作日益普遍,这种合作活动更加计算机化和依靠网络环境,故研究支持协同计算的、新的有效工具受到普遍重视。

③ 客户机/服务器(C/S, client/server)模式和浏览器/服务器(browser/server)模式。C/S 是当前流行的网络模式。client 可以是一个用户、一个应用进程或网上资源。服务器是网上的一个实体,它能完成复杂处理和提供必要的服务,以满足用户需求。这种模式的简要工作过程是: client 通过远程过程调用(RPC)产生一个请求, RPC 触发一个称为代理的机制识别和验证用户,并从相应的服务器中提供必要的服务。C/S 模式和分时系统相比,具有自治性、可靠性、扩展性、安全性和异构性等一系列优点。它已成为 20 世纪 90 年代主要网络环境下的运行模式。

随着 Internet 的广泛应用,浏览器/服务器(B/S)应用模式得到进一步发展。B/S 实质是 C/S 模式的扩展和延伸,将会逐渐成为网络应用模型的主流。

未来的网络,将充分利用超大规模集成电路技术和现代光通信技术,发展高速、智能、多媒体、移动和全球性网络技术,建立一个合作、协调的开放系统环境,实现网络的综合服务与应用。

1.1.4 我国计算机网络的发展

我国 Internet 的发展启蒙于 20 世纪 80 年代末。1987 年 9 月 20 日,钱天白教授通过意大利公用分组交换网 ITAPAC 设在北京的 PAD 发出我国的第一封电子邮件,与德国卡尔斯鲁厄大学进行了通信,揭开了中国人使用 Internet 的序幕。

1989年9月,国家计委组织建立中关村地区教育与科研示范网络(NCFC)。立项的主要目标是在北京大学、清华大学和中科院三个单位间建设高速 Internet 互联网络,并建立一个超级计算中心,这个项目于1992年建设完成。

1990年10月,中国正式在 DDN-NIC 注册登记了我国的顶级域名.CN。1993年4月,中国科学院计算机网络信息中心召集在京部分网络专家调查了各国的域名系统,据此提出了我国的域名体系。

1994年1月4日,NCFC工程通过美国 Sprint 公司连入 Internet 的 64 Kb/s 国际专线开通,实现了与 Internet 的全功能连接。从此我国正式成为有 Internet 的国家。此事被国家统计局公报列为1994年重大科技成就之一。

从1994年开始,分别由国家计委、邮电部、国教工委和中科院主持,建成了我国的四大 Internet 互联网络,即中国金桥信息网、中国公用计算机 Internet、中国教育科研网和中国科技网。

在短短几年间,这些主干网络就投入使用,形成了国家主干网的基础。

1996年以后,我国 Internet 的发展进入应用平台建设和增值业务开发阶段。中国 Internet 进入了空前活跃的高速发展时期。一大批中文网站,包括综合性的“门户”网站和各种专业性的网站纷纷出台,提供新闻报道、技术咨询、软件下载、休闲娱乐等 ICP 服务,以及虚拟主机、域名注册、免费空间等技术支持服务。与此同时各种增值服务也逐步展开,其中主要有电子商务、IP 电话、视频点播、无线上网等。在 Internet 的应用面和普及率快速增长的前提下,一些中国 Internet 公司开始进军海外股市纳斯达克,成为世纪之交中国新经济发展的重要标志。

1997年11月,中国 Internet 互联网络信息中心发布了第一次《中国 Internet 发展状况统计报告》。截止到1997年10月31日,我国共有上网计算机 29.9 万台,上网用户为 62 万人,.CN 下注册的域名为 4066 个,WWW 站点数 1500 个,国际出口带宽为 18.64 Mb/s。

中国计算机 Internet 发展到现在,根据最近 CNNIC 第 13 次报告统计(2004年1月15日),我国的上网计算机已经发展到 3089 万台,上网用户为 7950 万人,.CN 下注册的域名为 34 万个,WWW 站点数约 59.55 万个。我国国际出口带宽总量为 27216 Mb/s,连接的国家有美国、加拿大、澳大利亚、英国、德国、法国、日本和韩国等。

目前我国建成的四大 Internet 主干网的情况如下。

(1) 中国公用计算机 Internet CHINANET

CHINANET 是原邮电部组织建设和管理的。1994年开始在北京、上海两个电信局进行 Internet 网络互连工程。目前 CHINANET 在北京和上海分别有两条专线,作为国际出口。CHINANET 由骨干网和接入网组成。骨干网是 CHINANET 的主要信息通路,连接各直辖市和省会网络接点。骨干网已覆盖全国各省市、自治区,包括 8 个大区网络中心和 31 个省市网络分中心。接入网是由各省内建设的网络结点形成的网络。

1997年,中国公用计算机 Internet(CHINANET)实现了与其他三个 Internet 网,即与中国科技网(CSTNET)、中国教育和科研计算机网(CERNET)、中国金桥信息网(CHINAGBN)的互连互通。1998年7月启动的二期工程将使 8 个大区间的主干带宽扩充至 155 Mb/s,并且将 8 个大区的结点路由器全部换成了千兆位路由器。

(2) 中国教育科研网 CERNET

中国教育和科研计算机网 CERNET 是全国最大的公益性 Internet 络。CERNET 已建成由全国主干网、地区网和校园网在内的三级层次结构网络。CERNET 分四级管理, 分别是全国网络中心、地区网络中心和地区主结点、省教育科研网和校园网。到 2001 年, CERNET 主干网的传输速率已达到 2.5 Gb/s。CERNET 有 28 条国际和地区性信道, 与美国、加拿大、英国、德国、日本和我国香港特区连网, 总带宽在 400 Mb/s 以上。CERNET 地区网的传输速率达到 155 Mb/s。连网的大学、中小学等教育和科研单位达 895 个, 其中高等学校达 800 所以上。连网主机 100 万台, 网络用户达到 749 万人。CERNET 还是中国开展下一代 Internet 研究的试验网络。1998 年 CERNET 正式参加下一代 IP 协议 (IPv6) 实验网 6BONE, 同年 11 月成为其骨干网成员。CERNET 在全国第一个实现了与国际下一代高速网 Internet 2 的互连。

(3) 中国科学技术网 CSTNET

中国科技信息网是利用公用数据通信网建立的信息增值服务网, 在地理上覆盖全国各省市, 逻辑上连接各部、委和各省、市科技信息机构, 是国家科技信息系统骨干网, 同时也是国际 Internet 的接入网。中国科技信息网从服务功能上是 Intranet 和 Internet 的结合, 其 Intranet 功能为国家科委系统内部提供了办公自动化的平台, 以及国家科委、各省市科委和其他部委科技司局之间的信息传输渠道; 其 Internet 功能则服务于专业科技信息服务机构, 包括国家、各省市和各部委科技信息服务机构。

(4) 国家公用经济信息通信网络 CHINAGBN

金桥网是为金桥工程建立的业务网, 支持金关、金税、金卡等“金”字头工程的应用。它是覆盖全国, 实行国际连网, 为用户提供专用信道、网络服务和信息服务的基干网, 金桥网由吉通公司牵头建设并接入 Internet。

1.2 计算机网络的基本概念

1.2.1 计算机网络的概念

什么是计算机网络? 人们曾经从不同角度对它做出了不同的定义, 这些定义归纳起来, 可以分为三类。

从强调信息传输的角度出发, 人们把计算机网络定义为“计算机技术和通信技术相结合实现远程信息处理或进一步达到资源共享的系统”。20 世纪 60 年代初, 人们借助于通信线路将计算机与远方的终端连接起来, 形成了具有通信功能的终端计算机网络系统, 首次实现了通信技术与计算机技术的结合。为了与 ARPAnet 这类计算机网络区别开来, 有人把按照这种观点定义的计算机网络称为“计算机通信网络”。

从强调资源共享的角度出发, 人们把计算机网络定义为“以能够共享资源(硬件、软件和数据)的方式连接起来, 并且各自具备独立功能的计算机系统之集合体”。这种定义方法是在 ARPAnet 诞生以后不久, 由美国信息处理学会联合会在 1970 年春天举行的联合会议上提出来的, 以后在有关文献中被广为引用。

从用户透明性的角度出发,人们把计算机网络定义为“由一个网络操作系统自动管理用户任务所需的资源,而使整个网络就像一个对用户是透明的计算机大系统”。这里“透明”的含义是指用户觉察不到在计算机网络中存在多个计算机系统。按照这种观点,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,那么就认为这种网络是计算机通信网络而不是计算机网络。

上述三类观点代表了人们在不同的时期、在网络发展的不同阶段对计算机网络的不同理解。随着近年来该项技术的不断发展和完善,上述定义得到了大多数学者和工程技术人员的公认。

1.2.2 计算机网络的分类

1. 按网络的地理位置分类

① 局域网(LAN):一般限定在较小的区域内,小于10 km的范围,通常采用有线的方式连接起来。

② 城域网(MAN):规模局限在一座城市10~100 km的区域。

③ 广域网(WAN):网络跨越国界、洲界,甚至全球。

目前局域网和广域网是网络的热点。局域网是组成其他两种类型网络的基础,城域网一般都加入了广域网。广域网的典型代表是Internet。

LAN和WAN的主要差别在于通信距离和传输速率。局域网的通信距离一般限于几公里,传输速率为10~100 Mb/s,速率为1000 Mb/s的局域网也在研制中;广域网的通信距离可在几十公里、几百公里,甚至几千公里、几万公里,传输速率则较低。一般情况下,局域网主要构建一个单位的内部网,如学校的校园网、企业的企业网。它们属该单位所有,单位有自主管理权,并且网络以资源共享为主。广域网主要指公用数据通信网,一般由国家委托电信部门建造、管理和经营,以数据通信为主要目的。

2. 按传输介质分类

① 有线网:采用同轴电缆和双绞线连接的计算机网络。

② 同轴电缆网:常见的一种连网方式。它比较经济,安装较为便利,传输率和抗干扰能力一般,传输距离较短。

③ 双绞线网:目前最常见的连网方式。它价格便宜,安装方便,但易受干扰,传输速率较低,传输距离比同轴电缆要短。

④ 光纤网:光纤网也是有线网的一种,但由于其特殊性而单独列出。光纤网采用光导纤维作传输介质。光纤传输距离长,传输速率高,可达数千 Mb/s,抗干扰性强,不会受到电子监听设备的监听,是高安全性网络的理想选择。不过由于其价格较高,且需要高水平的安装技术,所以现在尚未普及。

⑤ 无线网:采用空气作传输介质,用电磁波作为载体来传输数据,目前无线网连网费用较高,还不太普及。但由于其灵活方便,是一种很有前途的连网方式。局域网常采用单一的传输介质,而城域网和广域网则可采用多种传输介质。

3. 按网络的拓扑结构分类

网络的拓扑结构是指网络中通信线路和站点(计算机或设备)的几何排列形式。局域网中常用的拓扑结构有:星型结构、环型结构、总线型结构。树型网、簇星型网、网状网等其他类型拓扑结构的网络都是以上述三种拓扑结构为基础构成的。

4. 按通信方式分类

① 点对点传输网络:数据以点到点的方式在计算机或通信设备中传输。

点到点网络(point-to-point network)由一对对机器之间的多条连接构成。为了能从源地址到达目的地址,这种网络的分组必须通过一台或多台中间机器在多条路径上进行选择,因此在点到点网络中路由算法十分重要。星型网、环型网采用这种传输方式。

② 广播式传输网络:数据在共用介质中传输。

广播式网络(broadcast network)仅有一条通信信道,由网络上的所有机器共享。将信息按某种语法规则组织为分组或包(packet)。这些分组或包可以被任何机器发送并被其他所有的机器所接收。分组的地址字段指明此分组应被哪台分组或包机器接收。一旦收到分组,各机器将检查它的地址字段。如果是发送给它的,则处理该分组,否则将它丢弃。

广播系统通常也允许在地址字段中使用一段特殊代码,以便将分组发送到所有目标。使用此代码的分组被发出以后,网络上的每一台机器都会接收和处理它。这种操作即被称作广播(broadcast)。

某些广播系统还支持向一个机器的一个子集发送的功能,称多点广播。无线网和总线型网络属于这种类型。

5. 按网络使用目的分类

① 共享资源网。使用者可共享网络中的各种资源,如文件、扫描仪、绘图仪、打印机以及各种服务。Internet 是典型的共享资源网。

② 数据处理网。用于处理数据的网络,例如科学计算网络、企业经营管理网络。

③ 数据传输网。用来收集、交换、传输数据的网络,如情报检索网络等。

目前由于网络使用目的不惟一,所以分类方式也不尽相同。

6. 按服务方式分类

① 客户机/服务器网络:服务器是指专门提供服务的高性能计算机或专用设备,客户机是指用户计算机。这是客户机向服务器发出请求并获得服务的一种网络形式,多台客户机可以共享服务器提供的各种资源。这是最常用、最重要的一种网络类型。不仅适合于同类计算机连网,也适合于不同类型的计算机连网,如 PC 机、Mac 机的混合连网。这种网络安全性容易得到保证,计算机的权限、优先级易于控制,监控容易实现,网络管理能够规范化。网络性能在很大程度上取决于服务器的性能和客户机的数量。目前针对这类网络有很多优化性能的服务器,称为专用服务器。银行、证券公司都采用的是这种类型的网络。

② 对等网:对等网不要求文件服务器,每台客户机都可以与其他客户机对话,共享彼此的信息资源和硬件资源,组网的计算机一般类型相同。这种网络方式灵活方便,但是较难实现集中管理与监控,安全性也低,较适合于部门内部协同工作的小型网络。