

高等学校计算机基础教育教材精选



满文庆 编著

计算机网络技术与设备



清华大学出版社

高等学校计算机基础教育教材精选



计算机网络

技术与设备

满文庆 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要内容有数据通信、网络体系结构、以太网、快速以太网、千兆以太网、10GE 万兆以太网、无线局域网、宽带 IP 城域网、网络操作系统、宽带接入 ADSL 和 Cable Modem 技术、Internet 技术、下一代互联网技术、网络管理等。书中还设计了 6 个计算机网络实验,并附有计算机网络相关认证介绍。

本书完整地讲述计算机网络技术及其最新发展方向,同时把网络技术、网络设备硬件技术及其应用三者融会贯通,内容丰富,条理清晰,图文并茂,还通过网站免费提供配套的电子教案和有关计算机网络技术教学动画。本书适合作为电子(光电子)信息技术专业、通信工程类专业的本科计算机网络课程教材,也适合作为其他非计算机专业的计算机网络课程教材,同时可供网络技术和设备爱好者学习参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与设备/满文庆编著. —北京:清华大学出版社,2004.4

(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 7-302-08351-7

I. 计… II. 满… 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(2004)第 025062 号

出 版 者: 清华大学出版社

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

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 王听讲

文稿编辑: 张为民

印 刷 者: 北京国马印刷厂

装 订 者: 三河市化甲屯小学装订二厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 15.25 字数: 346 千字

版 次: 2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-08351-7/TP·6018

印 数: 1~6000

定 价: 20.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话: (010)62770175-3103 或 (010)62795704

出版说明

——高等学校计算机基础教育教材精选——

在教育部关于高等学校计算机基础教育三层次方案的指导下,我国高等学校的计算机基础教育事业蓬勃发展。经过多年的教学改革与实践,全国很多学校在计算机基础教育这一领域中积累了大量宝贵的经验,取得了许多可喜的成果。

随着科教兴国战略的实施及社会信息化进程的加快,目前我国的高等教育事业正面临着新的发展机遇,但同时也必须面对新的挑战。这些都对高等学校的计算机基础教育提出了更高的要求。为了适应教学改革的需要,进一步推动我国高等学校计算机基础教育事业的发展,我们在全中国各高等学校精心挖掘和遴选了一批经过教学实践检验的优秀教学成果,编辑出版了这套教材。教材的选题范围涵盖了计算机基础教育的三个层次:面向各高校开设的计算机必修课、选修课以及各类专业相结合的计算机课程。

为了保证出版质量,同时更好地适应教学需求,本套教材将采取开放的体系和滚动出版的方式(即成熟一本,出版一本,并保持不断更新),坚持宁缺勿滥的原则,力求反映我国高等学校计算机基础教育的最新成果,使本套丛书无论在技术质量上还是出版质量上均成为真正的“精选”。

清华大学出版社一直致力于计算机教育用书的出版工作,在计算机基础教育领域出版了许多优秀的教材。本套教材的出版将进一步丰富和扩大我社在这一领域的选题范围、层次和深度,以适应高校计算机基础教育课程层次化、多样化的趋势,从而更好地满足各学校由于条件、师资和生源水平、专业领域等的差异而产生的不同需求。我们热切期望全国广大教师能够积极参与到本套丛书的编写工作中来,把自己的教学成果与全国的同行们分享;同时也欢迎广大读者对本套教材提出宝贵意见,以便我们改进工作,为读者提供更好的服务。

我们的电子邮件地址是: jiaoh@tup.tsinghua.edu.cn。联系人: 焦虹。

清华大学出版社

前言

计算机网络技术与设备

计算机网络技术的发展日新月异,本书以较快的速度写出了计算机网络的最新技术。本书完整地讲述计算机网络技术和最新技术,使之能适应当前计算机网络技术教学的需要和学习计算机网络新技术的需求。其中最新技术主要有无线局域网、宽带 IP 城域网、10GE 万兆以太网、宽带接入 ADSL 和 Cable Modem 技术、下一代互联网技术等内容。

本书把网络技术、设备及其应用三者融会贯通,书中既翔实地讲解了网络技术本身,同时又把网络技术和网络设备硬件开发结合起来。突出了网络设备的基本技术、设备研发方案、设备应用等内容。其中网络设备主要有以太网卡、以太网交换机、无线网卡、无线接入点、宽带接入设备 ADSL Modem 和 Cable Modem。

书中最后设计了计算机网络实验,可根据教学实际条件来选用,附录中有计算机网络认证介绍。

书中提供大量有关网络技术的网址,引导学生进一步学习。读者也可以从作者的个人网站 <http://aon.533.net> 上免费下载本书的电子教案和 Flash 动画。

本书主要面向:

- 电子(光电子)信息技术类本科专业;
- 通信工程类本科专业;
- 网络技术和设备工程技术人员;
- 其他网络技术和设备爱好者;
- 计算机专业学生的参考用书;
- 其他信息技术专业。

限于作者水平有限,时间紧迫,初次尝试把网络技术和网络设备硬件技术结合起来,书中疏漏在所难免,恳请读者指出,可直接发电子邮件给作者,邮箱是 manwenqing@21cn.com。

感谢曾经给予我帮助和指导的各位老师和朋友,也感谢我的家人。

作 者

2004 年 1 月于广州云山居

目录

计算机网络技术与设备

第 1 章 计算机网络技术概述	1
1.1 计算机网络的发展	1
1.2 Internet 在中国的发展	4
1.3 计算机网络的分类和组成结构	6
1.3.1 计算机网络的定义和分类	6
1.3.2 计算机网络的组成结构	7
1.4 计算机网络的应用	8
1.5 阅读材料	9
1.6 参考网址	9
习题	10
第 2 章 数据通信技术	11
2.1 数据通信的基本概念	11
2.1.1 数据通信方式	11
2.1.2 数据传输速率	14
2.2 数据编码技术	14
2.2.1 基带传输编码技术	14
2.2.2 频带传输编码技术	15
2.3 多路复用技术	16
2.3.1 频分多路复用	16
2.3.2 时分多路复用	16
2.3.3 波分多路复用	17
2.4 交换方式	18
2.4.1 线路交换	18
2.4.2 存储交换	18
2.5 差错控制	19
2.5.1 差错产生的原因	19
2.5.2 奇偶检验	20
2.5.3 循环冗余检验	20

习题	22
第3章 网络体系结构	24
3.1 网络体系结构概述	24
3.2 ISO/OSI 互联参考模型	25
3.3 LAN 参考模型	29
3.4 TCP/IP 参考模型	30
3.4.1 TCP/IP 简介	30
3.4.2 IP 协议	31
3.4.3 TCP 协议	32
3.4.4 UDP 协议	34
习题	35
第4章 以太网技术	37
4.1 传输介质	37
4.1.1 常用的传输介质	37
4.1.2 电缆测试	41
4.2 局域网的网络拓扑	42
4.3 十兆以太网	45
4.3.1 十兆以太网技术	45
4.3.2 十兆以太网的应用	48
4.4 快速以太网	48
4.4.1 快速以太网技术	48
4.4.2 快速以太网的应用	51
4.4.3 阅读材料——高速局域网 FDDI	52
4.5 千兆以太网	53
4.5.1 千兆以太网技术	53
4.5.2 千兆以太网的应用	55
4.5.3 3Com 千兆以太网方案	55
4.5.4 阅读材料——中国试验性数字图书馆	57
4.6 万兆以太网	58
4.6.1 万兆以太网技术	58
4.6.2 万兆以太网的应用	61
4.7 虚拟局域网	63
4.7.1 虚拟局域网实现技术	63
4.7.2 虚拟局域网的类型	63
4.8 参考网址	65
习题	65

第 5 章 常用网络设备及技术	67
5.1 以太网卡	67
5.1.1 以太网卡的功能	67
5.1.2 以太网卡的硬件设计技术	68
5.2 集线器	73
5.2.1 集线器概述	73
5.2.2 集线器的应用	74
5.3 以太网交换机	75
5.3.1 以太网交换机概述	75
5.3.2 以太网交换机的原理	76
5.3.3 以太网交换机的硬件设计技术	77
5.3.4 交换机的应用	83
5.4 路由器	85
5.4.1 路由器概述	85
5.4.2 路由器的功能	87
5.4.3 路由器的路由协议	88
5.4.4 中低端路由器的硬件设计技术	89
5.4.5 路由器的应用	91
5.5 网络服务器	93
5.5.1 服务器概述	93
5.5.2 服务器硬件技术	94
5.6 参考网址	98
习题	99
 第 6 章 无线局域网技术	 101
6.1 概述	101
6.2 无线局域网拓扑结构	102
6.2.1 对等网络	102
6.2.2 结构化网络	103
6.3 IEEE 802.11 标准	104
6.4 媒体访问控制层	105
6.4.1 媒体访问控制层的主要功能	105
6.4.2 无线媒体访问控制	105
6.4.3 网络连接	106
6.4.4 媒体访问控制层帧结构	107
6.5 物理层	108
6.5.1 物理层的结构和功能	108

6.5.2 无线局域网络扩频技术	109
6.6 无线网卡硬件设计技术	111
6.7 无线接入点硬件设计技术	112
6.8 无线局域网的应用方案	113
6.9 蓝牙技术	115
6.9.1 蓝牙技术概述	115
6.9.2 蓝牙技术体系结构	117
6.10 阅读材料——北京大学无线局域网	117
6.11 参考网址	118
习题	119
 第 7 章 宽带 IP 城域网	 121
7.1 IP 城域网的技术模式	121
7.2 IP/Optical 城域网技术	122
7.2.1 IP/Optical 城域网方案	122
7.2.2 线速路由交换机	124
7.3 IP/SDH 城域网技术	125
7.3.1 POS 技术	125
7.3.2 IP/SDH 城域网方案	127
7.3.3 Cisco 12000 系列路由器技术	128
7.4 IP/DWDM 城域网技术	130
7.4.1 IP/DWDM 技术简介	130
7.4.2 IP/DWDM 城域网方案	131
7.5 IP 城域网 QoS	133
7.6 Cisco Metro IP 解决方案	135
7.7 参考网址	137
习题	137
 第 8 章 网络操作系统	 138
8.1 Windows 2000 Server 基础	138
8.1.1 安装 Windows 2000 Server 的预备知识	138
8.1.2 安装 Windows 2000 Server	141
8.1.3 Windows 2000 Server 的基本操作	143
8.2 UNIX 操作系统	145
8.2.1 UNIX 简介	145
8.2.2 UNIX 的常见版本	147
8.3 Linux 操作系统	148
8.3.1 Linux 简介	148

8.3.2 Linux 的常见版本	149
8.4 参考网址	151
习题	151
第 9 章 宽带接入技术	153
9.1 宽带接入技术简介	153
9.2 ADSL 技术	154
9.2.1 DSL 系列	154
9.2.2 ADSL 核心技术	155
9.2.3 ADSL 硬件设计技术	157
9.2.4 ADSL 的应用方案	159
9.3 CM 技术	162
9.3.1 CM 核心技术	162
9.3.2 CM 硬件设计技术	165
9.4 宽带以太网接入技术	170
9.4.1 宽带以太网接入技术简介	170
9.4.2 宽带以太网解决方案	170
9.5 参考网址	172
习题	173
第 10 章 Internet 技术	174
10.1 Internet 服务	174
10.2 Internet 的连接方式	175
10.2.1 常见的 Internet 连接方式	175
10.2.2 阅读材料——申请接入教育网	178
10.3 IP 地址和子网划分	179
10.3.1 IP 地址与子网掩码	179
10.3.2 子网划分实例	181
10.4 超文本传输协议	182
10.5 邮件传输协议	183
10.6 文件传送协议	184
10.7 DNS 域名系统	184
10.7.1 域名系统 DNS	184
10.7.2 域名解析过程	185
10.8 超文本标记语言 HTML	187
10.8.1 HTML 的基本标记元素	187
10.8.2 其他标记元素	188
10.9 下一代互联网技术	189

10.9.1	概述	189
10.9.2	IPv6	190
10.9.3	国内外研究发展	194
10.10	参考网址	195
	习题	195
第 11 章	网络安全与管理	197
11.1	概述	197
11.1.1	网络安全现状	197
11.1.2	网络管理的重要性	198
11.1.3	网络安全技术	198
11.1.4	网络管理内容	199
11.2	简单网络管理协议	199
11.2.1	网络管理系统的要素	199
11.2.2	SNMP 概述	200
11.2.3	SNMP 的命令和报文	201
11.3	常用管理平台和管理软件	202
11.4	参考网址	203
	习题	203
第 12 章	计算机网络实验	204
12.1	组建中小型局域网	204
12.1.1	实验目的	204
12.1.2	实验内容和步骤	204
12.1.3	阅读材料——结构化布线	207
12.2	Windows 2000 Server 基本操作	208
12.2.1	实验目的	208
12.2.2	实验内容和步骤	208
12.3	IIS 服务器设置	209
12.3.1	实验目的	209
12.3.2	实验内容和步骤	209
12.4	ADSL 共享接入 Internet	212
12.4.1	实验目的	212
12.4.2	实验内容和步骤	212
12.5	用路由器把局域网接入 Internet	213
12.5.1	实验目的	213
12.5.2	实验内容和步骤	213
12.6	组建中小型无线局域网	215

12.6.1 实验目的.....	215
12.6.2 实验内容和步骤.....	215
附录 A 计算机网络认证考试简介	219
附录 B 动画目录	226
参考文献	227

第 1 章 计算机网络技术概述

1946 年,第一台电子计算机在美国出现,现在,Internet 已走进千家万户。随着计算机网络技术的迅猛发展,网络技术已渗透到经济、文化、教育等社会生活中的许多领域,并改变着社会生活的方方面面,我们的生活越来越离不开网络。在本章的学习中,将会了解计算机网络技术的发展历史,包括计算机网络的形成和计算机网络发展初期典型的几个网络,同时了解 Internet 在国内外的发展现状。

1.1 计算机网络的发展

计算机网络技术是计算机技术和通信技术相互结合发展而形成的技术。20 世纪 50 年代开始,计算机技术与通信技术的发展逐渐结合起来;60 年代出现了 ARPANET 和分组交换技术;70 年代中期开始,各种网络技术不断发展,逐渐形成统一的网络体系结构;90 年代 Internet 初步形成,网络技术迅猛发展。

1. 计算机网络发展的三个阶段

计算机网络的发展过程中,有以下三个典型的阶段。

(1) 单计算机系统:特点是只有一个中心主计算机,有简单的数据输入终端,如图 1-1 所示。

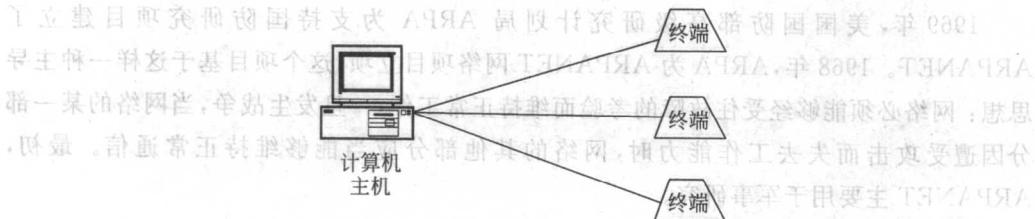


图 1-1 单计算机系统

(2) 多计算机互联系统:特点是有一个中心计算机,但有较多的数据输入终端,如图 1-2 所示。

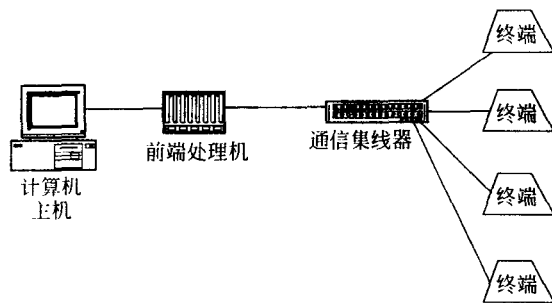


图 1-2 多计算机互联系统

网络系统中出现前置处理机,专门处理终端与主机通信任务,演变为多机互联系统,即面向终端的计算机通信网。

(3) 计算机-计算机互联系统:20 世纪 60 年代后期和 70 年代初期,出现计算机系统之间的通信,即初步形成计算机网络,如图 1-3 所示。

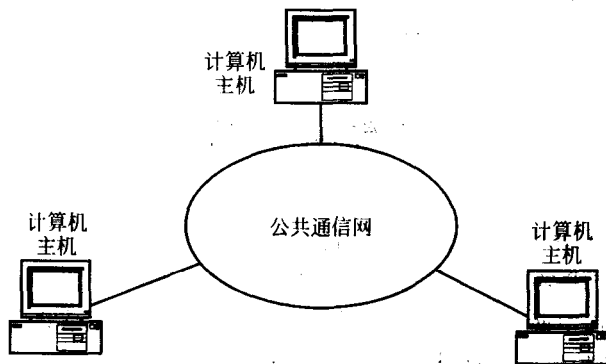


图 1-3 计算机-计算机互联

2. 两个典型的网络

计算机网络的发展过程中有几个典型的网络,下面重点介绍两个典型的网络。

1) ARPANET

1969 年,美国国防部高级研究计划局 ARPA 为支持国防研究项目建立了 ARPANET。1968 年,ARPA 为 ARPANET 网络项目立项,这个项目基于这样一种主导思想:网络必须能够经受住故障的考验而维持正常工作,一旦发生战争,当网络的某一部分因遭受攻击而失去工作能力时,网络的其他部分应当能够维持正常通信。最初,ARPANET 主要用于军事研究。

ARPANET 有五大特点:

- 支持资源共享;
- 采用分布式控制技术;
- 采用分组交换技术;

- 使用通信控制处理机；
- 采用分层的网络通信协议。

所有这些技术都成为现代计算机网络的基本技术：

1972 年,ARPANET 在首届计算机后台通信国际会议上首次与公众见面,并验证了分组交换技术的可行性,由此,ARPANET 成为现代计算机网络诞生的标志。ARPANET 在技术上的另一个重大贡献是 TCP/IP 协议族的开发和使用。TCP/IP 协议和过去某些计算机公司开发的协议不同点在于它是完全开放的,其所有的技术和规范都是公开的,任何公司都可以利用其来开发兼容的产品。

1983 年,ARPANET 分裂为两部分,ARPANET 和纯军事用的 MILNET。该年 1 月,ARPA 把 TCP/IP 协议作为 ARPANET 的标准协议,其后,人们称呼这个以 ARPANET 为主干网的国际互联网为 Internet,TCP/IP 协议族便在 Internet 中进行研究、试验,并改进成为使用方便、效率极好的协议族。

到 1986 年,ARPANET 已扩展成为包括了全美主要大学、研究所,并有卫星链路通向多个国际站点的大型网络。

2) NSFNET

美国国家科学基金会(National Science Foundation,NSF)建立了 NSFNET,最初用来连接在全美的五个超级计算机中心,该网络也使用 TCP/IP 协议,并和 Internet (ARPANET)相连,这使得在美国 100 多所大学的科研人员都可以通过 NSFNET 来使用超级计算机中心的资源分析其实验数据。

由于 NSFNET 是面向全社会开放的,成为全国性的学术研究和教育网络并得到迅速发展。当网上流量接近线路的实际荷载时,国家科学基金会开始发展新型的 1.544Mbps 的 T1 线路。

到 NSFNET T1 骨干网建成的时候,网络的通信量就大大增加了。到 1988 年,NSFNET 取代原有的 ARPANET 而成为 Internet 的主干网。

下面列出计算机网络发展年代表。

- 1946 年,第一台电子计算机在美国出现；
- 1964 年,提出分组交换概念；
- 1969 年,ARPANET 网形成,最初只有 4 台计算机；
- 1972 年,第一届计算机与通信会议召开并展示了 ARPANET；
- 1975 年,ARPANET 网移交美国国防部正式使用,连接 100 多台计算机；
- 1983 年,ARPANET 网分成两部分,全部使用 TCP/IP；
- 1984 年,美国 NSF 组建 NSFNET 网；
- 1988 年,NSFNET 取代 ARPANET 成为 Internet 的主干网；
- 1990 年,3000 多个网络连接 Internet；
- 1996 年,170 多个国家网络接入 Internet。



1.2 Internet 在中国的发展

根据美国 Internet 协会的统计数字它目前覆盖包括我国在内 170 多个国家,主机达 400 万台,平均每小时有 100 台主机加入该网。给 Internet 下一个准确的定义比较困难,Internet 是一个网络,凡是采用 TCP/IP 协议并且能够与 Internet 中的任何一台主机进行通信的计算机都可以看成是 Internet 的一部分。Internet 的基本服务有 Web 服务、FTP 服务、E-mail 服务,详细内容参考 1.5 节和第 10 章相关内容。

Internet 的国际组织有以下几个,但没有一个对 Internet 作整体负责的组织。

(1) Internet 学会。

(2) 国际网络信息中心(NIC)。

(3) Internet 联盟(ISOC):是一个非官方的国际组织,它负责全球 Internet 的合作和协调。联盟中的个人成员或组织成员都有一个共同的目标,那就是维护和使用全球范围内的 Internet。ISOC 成员可以是公司、政府部门或者某个基金会。

(4) 国际地区性网络信息中心:其中,InterNIC 负责北美地区,APNIC 负责亚太地区,ENIC 负责欧洲地区。中国隶属于 APNIC,APNIC 设在日本东京大学。

(5) 中国互联网络信息中心:中国互联网络信息中心(China Internet Network Information Center,CNNIC)是成立于 1997 年 6 月 3 日的非营利管理与服务机构,行使中国国家互联网络信息中心的职责。中国互联网络信息中心主页如图 1-4 所示。



图 1-4 中国互联网络信息中心主页

中国互联网络信息中心承担的主要职责:

- 域名注册管理;
- IP 地址、AS 号分配与管理;
- 目录数据库服务;
- 互联网寻址技术研发;

- 互联网调查与相关信息服务;
- 国际交流与政策调研。

Internet 从 20 世纪 80 年代中期进入我国,Internet 在我国的发展历程分三个阶段。

1) 起步阶段(1986 年—1994 年)

这个阶段以拨号上网为主,主要使用电子邮件服务,以中科院高能所为代表。1986 年,中国科学院等一些单位通过长途电话拨号方式进行国际联机数据库检索,这标志着我国使用 Internet 的开始。

2) 发展阶段(1994 年—1995 年)

这个阶段使用 TCP/IP 连接,实现了 Internet 的全部功能。1994 年,中国科学技术网(CSTNET)的建成标志着我国正式接入 Internet。我国是通过国际专线接入 Internet 的第 71 个国家。1994 年 5 月,我国开始建立和运行自己的域名系统。

1995 年,我国又建成了中国教育科研网(China Education and Research Network, CERNET),通过 128Kbps 专线与美国相连。

3) 商业化发展阶段(1995 年—至今)

1995 年 5 月,中国公用计算机互联网(CHINANET)建成开通。

1996 年,中国第 4 个国家级的互联网——金桥网(CHINAGBN)建成开通。

2004 年 1 月 15 日,中国互联网络信息中心(CNNIC)在北京发布了第十三次《中国互联网络发展状况统计报告》。

报告显示:截止到 2003 年 12 月 31 日,我国的互联网用户已经到达了 7950 万,仍居世界第二位。和 2003 年 7 月发布的数据相比,半年内我国上网用户人数增加了 1150 万,增长率为 16.9%;和 2002 年年底相比增加了 2040 万人,增长率为 34.5%。数字显示我国互联网事业稳步上升,进入了快速发展的新阶段。

和网民的高速增加相同的是,上网计算机数也快速增加。根据统计报告的数据,截止到 2003 年 12 月 31 日,我国上网计算机总数已达 3089 万台,与半年前的第十二次调查结果相比,增加了 517 万台,增长率为 20.1%,和去年同期相比,增长率为 48.3%,增长了 1006 万台。从报告的数据来看,我国的计算机产业依旧处于高速发展的阶段。

统计报告显示我国 WWW 站点数为 595 550 个,半年内增加了 121 650 个,增长率为 25.7%,和去年同期相比增长 60.3%。在 WWW 网站数的地域分布上,华北、华东、华南占了 85%的比例,东北、西南、西北有所增加,我国互联网地区发展的差距还明显地存在。在互联网服务业务方面,网络教育、网上银行、在线交易、网络广告、网络新闻、网上视频服务、收费邮件服务、IP 电话、短信服务、网上人才服务、网络资讯服务和网络游戏等服务业务快速发展,同时,我国宽带互联网用户数量也在半年内迅速增长了 760 万。这些好消息都充分显示出我国互联网市场的巨大潜力。

到 2003 年 12 月 31 日,我国国际出口带宽的总容量为 27 216Mbps,与半年前相比增加了 8617Mbps,增长率为 46.3%,和去年同期相比增加了 190.1%,是 1997 年第一次调查结果 25.408Mbps 的 1071 倍,可见我国国际出口带宽目前增长非常迅速,为互联网的发展提供了资源保障。

在国内的 Internet 发展中,有组织的、较大的网络骨干网有下面几个: