



21世纪高等院校规划教材

计算机网络 实用技术(第二版)

主 编 雷建军
副主编 王 虎 万润泽 许芷岩



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书分成两个部分,详细介绍了计算机网络的基本理论与 Windows Server 2003 实用组网技术。第一部分“计算机网络原理”,介绍了计算机网络概论、数据通信基础、计算机网络体系结构、TCP/IP 体系结构、计算机局域网、组网设备及 Internet 连接。第二部分“Windows 组网技术”,以 Windows Server 2003 为网络操作系统的典型代表,系统介绍了 Windows 网络的组建、连接和配置等实用技术。本书既有适度的网络基础理论知识,又有详尽的实用组网技术,叙述流畅,重点突出,实用性强,便于教师教学,也便于学生自学。

本书既可作为高等院校应用型本科计算机及相关专业的计算机网络教材,同时适合作为继续教育网络课程的教程,也是一本广大计算机网络爱好者的自学参考书。

本书为授课教师免费提供电子教案,此教案用 PowerPoint 制作,可以任意修改。需要者可从中国水利水电出版社网站或万水书苑网站上免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用技术 / 雷建军主编. — 2版. — 北京:中国水利水电出版社, 2012.1
21世纪高等院校规划教材
ISBN 978-7-5084-9240-7

I. ①计… II. ①雷… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第258597号

策划编辑:杨庆川

责任编辑:宋俊娥

封面设计:李 佳

书 名	21 世纪高等院校规划教材 计算机网络实用技术(第二版)
作 者	主 编 雷建军 副主编 王 虎 万润泽 许芷岩
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 19.75 印张 486 千字
版 次	2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷 2012 年 1 月第 2 版 2012 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	35.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换
版权所有·侵权必究

第二版前言

当今社会正走向计算机网络时代,网络平台是个人计算机使用环境的一种必然发展趋势。一个国家、地区计算机网络化的水平,几乎可以代表计算机的应用水平。计算机网络的普及和广泛应用将深刻地影响人们的生活方式与工作方式。

自 2005 年 8 月《计算机网络实用技术》第一版出版以来,先后 3 次印刷,发行量达 20 000 余册,被许多院校选为计算机网络课的教材,深受广大师生和计算机爱好者的欢迎。该教材已经成为高校学生学习计算机网络原理及实用技术的一本优秀的实用教材。

为了能充分反映网络技术的现状与发展,根据作者几年来使用本教材教学的经验,并结合读者的反馈意见,我们本着以“必需、够用为度”的原则,在保持编写风格一致的情况下,对原版教材进行了全面的修订。在“计算机网络原理”部分主要修订了过时的内容,更加实用,如增加了 ADSL 共享上网技术等;在“Windows 组网技术”部分,全面升级为 Windows Server 2003,在第 12 章完善了终端服务的授权内容。

本书全面介绍了计算机网络的基础理论知识与 Windows Server 2003 实用组网技术。从内容上可分为两部分,第一部分“计算机网络原理”,介绍计算机网络概论、数据通信基础、计算机网络体系结构、TCP/IP 体系结构、计算机局域网、组网设备及 Internet 连接;第二部分“Windows 组网技术”,以 Windows Server 2003 为网络操作系统的典型代表,系统介绍了网络服务器的安装、活动目录的创建、用户账户和组账户以及组织单位的创建与管理、Windows 网络互联、目录与文件权限的管理、用户工作环境以及组策略的管理、终端服务的应用、DHCP 和 DNS 服务器的安装与配置、WWW 和 FTP 服务器的安装与配置等实用技术。

本书内容新颖,讲解深入浅出,图文并茂,层次清楚,既有适度的网络基础理论知识,又有详尽的组网实用技术,叙述流畅,重点突出,实用性强,便于教师教学,也便于学生自学。

本书既可作为高等院校应用型本科计算机及相关专业的计算机网络教材,同时适合作为继续教育网络课程的教程,也是一本广大计算机网络爱好者的自学参考书。

本书为授课教师免费提供电子教案,此教案用 PowerPoint 制作,可以任意修改。需要者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑网站上免费下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

本书由雷建军任主编,并负责全书的总体策划与统稿、定稿工作,王虎、万润泽、许芷岩任副主编,各章主要编写人员分工如下:第 1~6 章由雷建军、万润泽、许芷岩编写,第 7~14 章由雷建军、张昊编写,第 15 章由王虎、万润泽编写。另外,参加编写的还有张慧、罗忠、刘政、陈宇等。

由于时间仓促和水平有限,书中不当和欠妥之处在所难免,敬请各位专家、读者批评指正。作者的 E-mail 地址为:jjlei@hubce.edu.cn, 756652665@qq.com。

第一版前言

当今社会正走向计算机网络时代,网络平台是个人计算机使用环境的一种必然趋势。一个国家、地区计算机网络化的水平,几乎可以代表计算机的应用水平。计算机网络的普及和广泛应用将深刻地影响人们的生活与工作方式。

本书全面介绍了计算机网络的基础理论知识与 Windows 2000 实用组网技术。从内容上可分为两个部分,第一部分“计算机网络原理”,介绍计算机网络概论、数据通信基础、计算机网络体系结构、TCP/IP 体系结构、计算机局域网、组网设备及 Internet 连接;第二部分“Windows 2000 组网技术”,以 Windows 2000 为网络操作系统的典型代表,系统介绍了 Windows 2000 网络服务器的安装、活动目录的创建、用户账户和组账户以及组织单位的创建与管理、Windows 2000 的网络互联、目录与文件权限的管理、用户工作环境以及组策略的管理、终端服务的应用、DHCP 和 DNS 服务器的安装与配置、WWW 和 FTP 服务器的安装与配置等实用技术。

本书内容新颖,讲解深入浅出,图文并茂,层次清楚,既有适度的网络基础理论知识,又有详尽的组网实用技术,叙述流畅,重点突出,实用性强,便于教师教学,也便于学生自学。

本书既可作为高等院校应用型本科计算机及相关专业的计算机网络教材,同时也适合作为继续教育网络课程教程,也是一本广大计算机网络爱好者的自学参考书。

本书为授课教师免费提供电子教案,此教案用 PowerPoint 制作,可以任意修改。需要者可从中国水利水电出版社网站免费下载,网址为:<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

本书由雷建军主编,并负责全书的总体策划与统稿、定稿工作,罗忠、王虎、张慧、刘政任副主编,各章主要编写人员分工如下:第 1 章~第 6 章由罗忠、张慧、张婷编写,第 7 章~第 14 章由雷建军、刘政、邱长春编写,第 15 章由王虎、陈宇编写。参加本书编写的还有王振、俞廷文、陈曙、周朝阳、姚榕、姬秀丽、张浩文、张磊、雷平、陈克俭、王坚等。

由于时间仓促和水平有限,书中不当和欠妥之处在所难免,敬请各位专家、读者批评指正。作者的 E-mail 地址为:jjlei@hubce.edu.cn, jjlei@sohu.com。

编者
2005 年 7 月

目 录

第二版前言

第一版前言

第一部分 计算机网络原理

第1章 计算机网络概论	1	2.2.4 模拟数据的模拟信号调制	25
1.1 计算机网络的产生与发展	1	2.3 多路复用技术	26
1.1.1 计算机网络的产生	1	2.3.1 频分多路复用	26
1.1.2 计算机网络的发展	4	2.3.2 时分多路复用	26
1.1.3 计算机网络系统的发展趋势	6	2.3.3 波分多路复用	27
1.1.4 我国计算机网络的发展	7	2.3.4 码分多路复用	28
1.2 计算机网络的定义和组成	10	2.4 数据通信方式	29
1.2.1 计算机网络的定义	10	2.4.1 并行通信与串行通信	29
1.2.2 计算机网络的基本组成	11	2.4.2 单工通信与双工通信	30
1.2.3 资源子网与通信子网	11	2.4.3 基带传输与频带传输	30
1.3 计算机网络的功能和应用	13	2.4.4 同步通信与异步通信	31
1.3.1 计算机网络的功能	13	2.5 数据传输介质	32
1.3.2 计算机网络的应用	15	2.5.1 有线介质	33
1.4 计算机网络的分类	15	2.5.2 无线介质	37
1.4.1 计算机网络的不同分类	15	2.6 差错控制与校验	39
1.4.2 根据网络的传输技术进行分类	15	2.6.1 差错控制方法	39
1.4.3 根据网络的覆盖范围进行分类	16	2.6.2 常用的差错控制编码	40
1.5 计算机网络的拓扑结构	17	2.7 信息交换技术	42
1.5.1 计算机网络拓扑结构的概念	17	2.7.1 电路交换	42
1.5.2 网络拓扑结构的分类和特点	17	2.7.2 报文交换	43
习题1	18	2.7.3 分组交换	43
第2章 数据通信基础	19	2.7.4 三种数据交换技术的比较	44
2.1 数据通信的基本概念	19	2.7.5 其他数据交换技术	44
2.1.1 数据、信息和信号	19	习题2	45
2.1.2 数据通信系统的模型	20	第3章 计算机网络体系结构	47
2.1.3 数据通信系统的主要性能指标	21	3.1 网络体系结构概述	47
2.2 数据编码技术	22	3.2 物理层	49
2.2.1 数字数据的数字信号编码	23	3.2.1 物理层的功能	49
2.2.2 数字数据的模拟信号编码	24	3.2.2 DTE 和 DCE	50
2.2.3 模拟数据的数字信号编码	25	3.2.3 物理层接口标准	50

3.3 数据链路层	52	第5章 计算机局域网	102
3.3.1 数据链路层的功能	52	5.1 局域网概述	102
3.3.2 差错控制	52	5.1.1 局域网的定义和组成	102
3.3.3 流量控制	54	5.1.2 局域网的特点	103
3.3.4 高级数据链路控制协议	56	5.1.3 局域网的分类	103
3.4 网络层	58	5.1.4 局域网传输介质类型与特点	104
3.4.1 网络层的功能	58	5.2 局域网体系结构	104
3.4.2 虚电路服务与数据报服务	58	5.2.1 局域网参考模型	104
3.4.3 路由选择算法	60	5.2.2 IEEE 802 标准	105
3.4.4 拥塞控制技术	61	5.2.3 逻辑链路控制子层	106
3.5 传输层	63	5.2.4 局域网介质访问控制方式	108
3.5.1 传输层的功能	63	5.3 局域网组网技术	114
3.5.2 传输协议的分类	64	5.3.1 以太网	114
3.5.3 传输层协议的要素	65	5.3.2 快速以太网	116
3.6 高层	66	5.3.3 千兆位以太网	118
3.6.1 会话层	66	5.3.4 万兆以太网	121
3.6.2 表示层	66	5.3.5 组建一个简单的局域网	122
3.6.3 应用层	67	5.4 无线局域网	126
习题3	67	5.4.1 无线局域网标准	126
第4章 TCP/IP 体系结构	69	5.4.2 无线局域网的主要类型	128
4.1 TCP/IP 协议概述	69	5.4.3 无线网络接入设备	128
4.1.1 TCP/IP 模型	69	5.4.4 无线局域网的配置方式	129
4.1.2 TCP/IP 与 OSI 参考模型的比较	70	5.4.5 个人局域网	129
4.2 网际层协议	71	5.4.6 无线局域网的应用	130
4.2.1 IP 协议	71	5.4.7 无线局域网的发展趋势	131
4.2.2 IP 地址的使用	74	5.5 虚拟局域网	132
4.2.3 ICMP 协议	79	5.5.1 虚拟局域网概述	132
4.2.4 ARP 和 RARP 协议	81	5.5.2 虚拟局域网的功能特点	133
4.2.5 SLIP 和 PPP 协议	82	5.5.3 虚拟局域网的实现	134
4.3 传输层协议	84	5.5.4 虚拟局域网划分的基本方法	134
4.3.1 端口与套接字	84	5.6 网络工程	135
4.3.2 TCP 协议	85	5.6.1 网络规划	136
4.3.3 UDP 协议	89	5.6.2 网络设计	137
4.4 应用层协议	90	5.6.3 结构化布线	138
4.4.1 域名系统 DNS	90	5.6.4 网络性能评价	141
4.4.2 电子邮件及 SMTP 协议	93	习题5	142
4.4.3 简单网络管理协议	95	第6章 组网设备及 Internet 连接	143
4.4.4 远程登录协议	97	6.1 组网设备	143
4.4.5 文件传输协议	98	6.1.1 中继器	143
4.4.6 WWW 和 HTTP 协议	99	6.1.2 集线器	144
习题4	100	6.1.3 网桥	146

6.1.4 交换机	147
6.1.5 路由器	149
6.1.6 三层交换机	151
6.1.7 网关	152
6.2 Internet 的连接方式	153
6.2.1 电话拨号仿真终端方式	153
6.2.2 SLIP/PPP 方式	154
6.2.3 专线连接	155

6.3 ADSL 的安装与使用	155
6.3.1 ADSL 的特点	156
6.3.2 ADSL 的应用	156
6.3.3 ADSL 设备的连接	157
6.3.4 ADSL Modem 的单用户上网	159
6.3.5 ADSL Modem 的多用户上网	160
习题 6	163

第二部分 Windows 组网技术

第 7 章 Windows Server 2003 简介及安装	164
7.1 Windows Server 2003 简介	164
7.2 Windows Server 2003 的特点	165
7.3 Windows Server 2003 的网络类型	165
7.4 Windows Server 2003 的安装	167
7.4.1 安装 Windows Server 2003 的 硬件准备	167
7.4.2 Windows Server 2003 的安装	168
习题 7	171
第 8 章 使用和管理 Windows Server 2003 活动目录	172
8.1 活动目录	172
8.1.1 活动目录简介	172
8.1.2 活动目录的优点	173
8.1.3 安装 Active Directory	174
8.1.4 Active Directory 的检测	177
8.1.5 Active Directory 用户和计算机 控制台的使用	178
8.2 组织单位的管理	180
8.2.1 添加组织单位	181
8.2.2 删除组织单位	181
8.2.3 设置组织单位的属性	181
8.3 用户账户的管理	182
8.3.1 用户账户的类型	183
8.3.2 内置的用户账户	183
8.3.3 建立域用户账户	183
8.3.4 域用户账户的属性设置	185
8.3.5 管理域用户账户	187
8.3.6 创建本地用户账户	188
8.4 组的建立	188
8.4.1 组的类型	188

8.4.2 组的作用域	188
8.4.3 域组的管理	189
8.4.4 本地组的创建	191
8.4.5 内置的组	191
习题 8	191
第 9 章 Windows Server 2003 的网络互联	193
9.1 网络通信协议	193
9.2 TCP/IP 协议的安装与测试	193
9.3 登录域结构的网络	195
9.4 Internet 连接共享	196
9.4.1 Internet 连接共享	197
9.4.2 网络地址转换	198
习题 9	199
第 10 章 目录与文件权限的管理	200
10.1 共享文件夹	200
10.1.1 共享文件夹权限的类型	200
10.1.2 建立和管理共享文件夹	200
10.2 文件与文件夹的 NTFS 权限	202
10.2.1 标准 NTFS 权限的类型	202
10.2.2 NTFS 权限的设置	202
10.3 用户的有效权限	206
10.4 从工作站连接共享文件夹	208
10.5 将共享文件夹发布到 Active Directory	209
习题 10	210
第 11 章 用户工作环境的管理	211
11.1 用户配置文件	211
11.1.1 本地用户配置文件	212
11.1.2 漫游用户配置文件	212
11.1.3 强制用户配置文件	215
11.2 登录脚本	215
11.2.1 域用户账户的登录脚本	216

11.2.2 本地用户账户的登录脚本	217	13.5 在终端服务器上安装应用程序	253
11.3 主文件夹	217	13.5.1 在终端服务器上安装应用程序	253
11.4 环境变量的管理	218	13.5.2 使用应用程序兼容性命令文件	254
11.5 磁盘配额	219	习题 13	254
11.5.1 磁盘配额的设置	219	第 14 章 配置 DHCP 和 DNS 服务器	256
11.5.2 查看每个用户的磁盘配额 使用情况	220	14.1 DHCP 服务器的安装与设置	256
习题 11	221	14.1.1 DHCP 的运行方式	256
第 12 章 组策略	223	14.1.2 DHCP 的工作原理	257
12.1 组策略概述	223	14.1.3 DHCP 服务器的安装与设置	258
12.1.1 组策略对象	224	14.1.4 DHCP 客户端的设置	266
12.1.2 组策略的应用顺序与规则	226	14.2 DNS 服务器的安装与设置	266
12.2 管理模板策略的设置	226	14.2.1 DNS 概述	267
12.2.1 设置管理模板策略	227	14.2.2 DNS 服务器的安装	269
12.2.2 设置组策略的替代功能	228	14.2.3 在 DNS 服务器中创建查找区域	270
12.3 Windows 设置策略的管理	229	14.2.4 DNS 的其他重要设置	277
12.3.1 账户策略的设置	229	习题 14	280
12.3.2 本地策略	231	第 15 章 Internet/Intranet 的应用	282
12.3.3 登录/注销、启动/关机脚本	232	15.1 IIS 6.0 概况	282
12.4 通过软件设置策略部署应用程序	235	15.1.1 IIS 6.0 核心组件	282
12.4.1 给用户发布或指派应用程序	235	15.1.2 IIS 6.0 的主要特性	283
12.4.2 给计算机指派应用程序	237	15.1.3 IIS 6.0 的安装与卸载	283
12.4.3 更改部分应用程序的设置	237	15.2 Web 站点的创建与管理	284
12.4.4 使用 WinInstall LE 制作 MSI 安装软件包	238	15.2.1 新建 Web 站点	284
习题 12	241	15.2.2 管理 Web 站点	285
第 13 章 终端服务的安装与设置	242	15.2.3 Web 服务扩展	291
13.1 终端服务的概述	242	15.3 利用 Serv-U 建立专业 FTP 服务器	292
13.1.1 终端服务器的功能	242	15.3.1 了解 Serv-U FTP 的有关概念	292
13.1.2 安装终端客户端连接软件	243	15.3.2 Serv-U FTP 的安装	293
13.2 终端服务器的安装与授权	243	15.3.3 快速设置 Serv-U 的域名与 IP 地址	294
13.2.1 终端服务器的安装	243	15.3.4 用户账号管理	296
13.2.2 终端服务器授权	244	15.3.5 通过组账号简化管理	300
13.3 终端服务器的使用	248	15.3.6 域的设置	300
13.3.1 启用远程桌面功能	248	15.3.7 Serv-U FTP 服务器级的 配置和管理	303
13.3.2 连接终端服务器或远程计算机	249	15.3.8 支持多个 FTP 站点	305
13.3.3 注销或中断连接	250	15.3.9 远程管理 FTP 站点	306
13.3.4 远程控制	250	习题 15	306
13.4 终端服务器的设置	251	主要参考文献	308

第一部分 计算机网络原理

第 1 章 计算机网络概论



本章主要介绍了计算机网络的基础知识。通过本章的学习，读者应掌握以下内容：

- 计算机网络的产生与发展
- 计算机网络的定义和组成
- 计算机网络的功能和应用
- 计算机网络的分类和拓扑结构

1.1 计算机网络的产生与发展

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，在全球范围内融合了信息的采集、处理、存储、传输和控制利用等各种先进的技术，而且还将不断地融入各种信息技术的新发展。计算机网络绝不是各种信息技术的简单堆积，而是一种通过系统集成和系统融合而形成的、具有新性质和新功能的新系统。计算机网络的应用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融合和集中体现，并将成为网络时代中一切信息技术的龙头与核心。

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、相互渗透而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体现在两个方面：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。与当年计算机的普及一样，计算机网络已在各个领域得到广泛应用，“网络就是计算机”的观念也已深入人心，计算机网络技术的研究和应用已相对成熟，以计算机网络为基础的信息处理逐渐成为信息工业的发展主流。

随着计算机应用领域和使用规模的不断扩大，通过单机系统来采集、处理和发送信息已远远不能满足用户的要求，特别是随着信息时代的到来，信息容量飞速增长，信息内容快速更新，如何利用计算机以及通信技术来实现对信息的快速处理以及资源的高度共享成为亟待解决的问题，这就是网络产生的背景。

1969 年美国国防部研究计划局（ARPA）主持研制的 ARPANET 计算机网络投入运行。在这之后，世界各地计算机网络的建设和发展如雨后春笋般迅速发展起来。进入 20 世纪 90 年代以后，微机局域网络更是成为办公自动化和各种信息管理系统的必备工作环境。不同地区、不同国家

的计算机网络之间相互连接,规模逐渐扩大,最终形成了覆盖全球的国际互连网络。随着计算机网络应用规模的扩大和深入,它已经成为一门独立的学科和研究方向。

虽然计算机网络仅有短短 40 余年的发展历史,但它的发展速度很快。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,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—计算机网络为第三阶段,这一阶段的计算机网络才是真正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 年代初期,计算机与通信没有任何联系。当时的计算机体积庞大、性能低下、价格昂贵,一般集中在高等院校和科研单位的计算中心,主要用于科学计算。由专门的技术人员在特殊的环境下进行操作与管理,一般人接触不到。当时,人们在需要用计算机时,只能亲自携带程序和数据,到机房交给计算机操作员,等待几小时甚至几十小时之后,再去机房取回运行结果。如果程序有错,修改后再次重复这一过程。这种方法即所谓的批处理方式。批处理方式需要用户(特别是远程用户)在时间、精力上付出很大的代价。为满足离计算中心距离较远或异地用户的需要,在经费缺乏又不可能拥有计算机的情况下,可借助于当时已经成熟的通信技术与已有的通信设备和通信线路,在计算机内部增加具有远程通信功能的部件,使异地用户能在远程终端上联机操作,包括输入数据、命令远程计算机进行处理等,并把处理结果经通信线路送回远程终端。

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。将远程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,用户就可以在远程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。

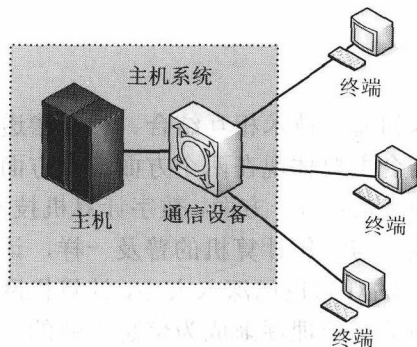


图 1-1 具有远程通信功能的单机系统

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。在该系统中,终端设备与计算机之间的连接可以采用多种方式。最初采用专线的点一点方式,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,这个缺点也就越来越明显,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

具有远程通信功能的单机系统减少了远程用户在来往路途上的时间。就当时的情况来讲,这是一大创举,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,主机的负担过重。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,数据传输速率不高,线路的利用率较低,特别是在终端速率较低时更是如此。具有远程通信功能的多机系统弥补了以上不足。

为了解决第一个问题,出现了前端处理机 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。其功能还能够增强,可以协助主机对信息进行预处理,让主机的时间全部花在数据处理上。这样就显著地提高了主机进行数据处理的效率。

为了解决第二个问题,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前端处理机,如图 1-2 所示。

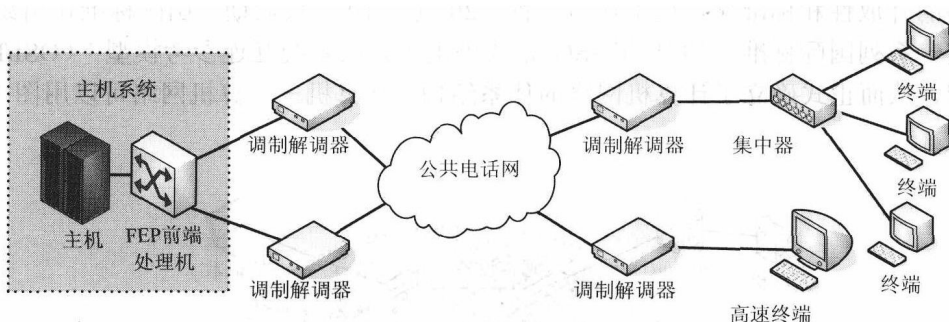


图 1-2 具有远程通信功能的多机系统

前端处理机和集中器通常由小型机或微型机组成,因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,或者称为面向终端的计算机通信网。

20 世纪 60 年代初期,这种面向终端的计算机通信网(即多机互联系统,如图 1-2 所示)得到很大发展,有一些至今仍在发挥作用。在专用的计算机通信网中,最著名的是美国半自动地面防空系统 SAGE 与美国飞机订票系统 SABRE I。SAGE 系统首先使用了人机交互的显示器,研制了用小型计算机做成的前端处理机,制定了 1600bps (比特/秒)数据线路的技术规范,并研究了高可靠性的路由选择方法。在商用网络中,比较著名的有美国通用电气公司的信息服务网络 (GE Information Services),它是世界上最大的商用数据处理分时网络之一,于 1968 年投入运行,拥有 16 个中央集中器、75 个远程集中器。地域范围从美国向外延伸到加拿大、欧洲、澳大利亚和日本。由于地域范围很大,可以利用时差达到资源的充分利用。另一个例子是美国 Tymshare 公司的 TYMNET 商用分时计算机网络,这个网络于 1970 年开始提供服务,在美国各地有 80 个前端处理机,可访问的大型计算机有 26 个。TYMNET 现已扩展到加拿大和欧洲。SAGE 系统和分时计算机系统的研究,对数据通信技术的发展起到了重要的推动作用,同时也为网络技术的发展奠定了基础。

3. 具有统一体系结构及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，同时也向计算机技术提出了新的需求，即计算机系统之间的通信。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，分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，进行各种业务往来。例如，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，即所谓的资源共享。

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，如各种存储于网络中的数字数据、语音数据、图像数据等。

利用通信线路把多个前端处理机连接起来，与主机一起就构成了计算机网络。前端处理机负责网络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地理解为“一些互相连接的、自治的计算机集合”。

网络的规模在不断地扩大，同时为了共享更多的资源，不同的网络也需要互相连接起来，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—计算机网络可以用图 1-3 进行描述。

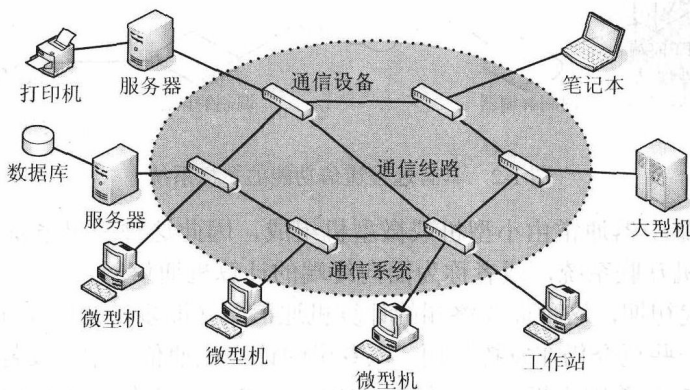


图 1-3 计算机—计算机网络

1.1.2 计算机网络的发展

这里要讲的计算机网络的发展，是指现代计算机网络的发展。它包括广域网、局域网和国际互联网的发展。

1. 广域网的发展

广域网是指利用远程通信线路组建的计算机网络。

广域网覆盖面大，通常跨越多个地区、整个国家乃至跨洋过海连接。这种网络称为广域计算机网络，简称广域网（Wide Area Network, WAN）。

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,也是广域网发展的开始。随后的几年间,许多国家、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建立各自网络的同时,也公布了各自的网络体系结构,并承诺为用户提供配套服务,用户不必自己另搞一套。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”,DEC 公司于 1975 年公布的“分布式网络体系结构 DNA”等。由于各大公司不断推出按照不同体系结构设计的网络,从很大程度上推进了计算机网络的发展。

发展初期的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,造成了浪费、系统过于封闭,使资源很难在大范围共享。

随着计算机应用的深入发展,一些小规模的机构甚至个人也有联网需求,这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. 局域网的发展

局域网是指分布于一个部门、一个校园或一栋楼内等局部区域的计算机网络,简称局域网或局部网(Local Area Network, 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,随着微处理器产品技术的成熟和成本的不断下降,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,共享资源和互联通信的需求促使了局域网的诞生和发展。典型局域网有 Ethernet 和 Token-Ring 等。

3. 互联网的发展

虽然局域网已成为机构内部使用的典型结构,但它的局限性也很明显。越来越多的机构需要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,互联网因此孕育而生。简单地说,互联网是一个由各种不同类型和规模的、独立运行和管理的计算机网络组成的世界范围的巨大计算机网络。组成互联网的计算机网络包括小规模局域网(LAN)、城市规模的区域网(MAN)以及大规模的广域网(WAN)等。这些网络通过普通电话线、高速率专用线路、卫星、微波和光缆等线路把不同国家的大学、公司、科研部门以及军事和政府等组织的网络连接起来。

讲到网络互联,不能不提到 Internet。Internet 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 TCP/IP 已是事实上的国际标准。下面先简单介绍一下 Internet 的发展历程,至于更详细的介绍,将在后面的章节展开。

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 已连接了 300 多台主计算机。1984 年,ARPANET 分解成两个网络,一个仍叫 ARPANET,主要用于民用和科研;另一个称为 MILNET,主要由军方使用。后来 ARPANET 成为 Internet 的主干网。

美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)认识到 Internet 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,并于 1986 年建成了基于 TCP/IP 的国家科学基金网 NSFNET,随后逐渐建立了主干网、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 和 ARPANET 相连,并逐步替代 ARPANET 成为 Internet 的主干网,而 ARPANET 的实验任务到此已完成,于 1990 年正式停止使用。

1991年,由于认识到 Internet 要更具生命力,应该扩大其使用范围,而不仅仅局限于大学和科研机构。于是世界上的许多公司纷纷接入 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 的主干网交由私营公司管理,并对接入 Internet 的用户开始收费。随后,IBM、MERIT 和 MCI 等公司联合成立了 ANS (Advanced Networks and Services) 公司。ANS 公司于 1993 年建造了一个速率为 45Mbps 的主干网 ANSNET,以取代速率只有 1.544Mbps 的 NSFNET。1996 年主干网速率已提升到 155Mbps,目前,Internet 的一些主干网速率已提升到 10Gbps,部分实验线路速率已超过 100Gbps。

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,因为每年、每月、每天、每小时甚至每分钟都有新的计算机接入、新的用户联网。

1.1.3 计算机网络系统的发展趋势

必须用系统的观点来分析计算机网络,才能够站在一个较高的层次来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,把握计算机网络系统的发展趋势。

1. 开放性

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,而统一网络分层体系结构标准是互联异种机的基本条件。Internet 之所以能风靡全球,正是因为它所依据的 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,还有许多其他有关标准,如应用系统编程接口 API 标准、数据库接口标准、计算机操作系统接口标准以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,进而推动计算机网络系统向广域、宽带、高速、大容量方向发展。未来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. 一体化

“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,已不是简单的叠加,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,例如客户机/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,将更专门化、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、SMTP、POP3、IMAP 电子邮件服务器、打印服务器等。网络中的通信功能从计算机节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,各种透明节点的分布应用服务,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,

而且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,实际上都是更高层次的网络虚拟系统。未来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、更透明地使用的网络。

3. 多媒体网络

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,包括人们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、数字相机、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灵境技术、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、信息家电、家庭布线网络、VOD视频点播、IP电话、5A智能大厦等技术正在迅猛发展,今后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. 高效、安全的网络管理

对于计算机网络这样一个复杂的系统,如果没有有效的管理方法、管理体制和管理系统的支撑与配合,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,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。今后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. 智能化网络

人工智能技术在传统计算机的基础上进一步模拟人脑思维活动能力,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、分布智能控制系统以及智能网络管理等技术的发展,也都明显地体现了这种智能网络的发展趋向。今后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 我国计算机网络的发展

我国从20世纪50年代就开始进行计算机技术领域的研究,60年来取得了飞速的发展。随着计算机技术的发展,计算机网络技术在我国也得到了相应的发展。计算机网络技术在我国的历史虽不长,但在改革开放的今天,市场经济的快速发展促进了计算机网络的广泛应用。我国较早着手建设计算机远程网的是铁道部,在1980年即开始进行计算机联网实验。当时的几个节点是北京、上海、济南铁路局及其所属分局,节点交换机采用的是PDP-11,网络体系结构为DNA,铁道部计算机网络是专用计算机网络。其目的是建立一个在上述地区内铁路指挥和调度服务的运输管理系统,并开始了我国计算机网络的研究和应用。

1. 我国公用网的初步建立

(1) 中国公用分组交换数据网 (CHINAPAC)。1989 年 11 月我国第一个公用分组交换网 CNPAC (后改为 CHINAPAC) 通过试运行和验收, 达到了开通业务的条件, 开始有 3 个分组节点 (北京、上海、广州) 和 8 个集中器。1993 年, 由 10 个节点城市组成的国家主干网和各省、地、县的本地子网组成了覆盖全国的 CHINAPAC, 覆盖范围达两千多个市、县、镇, 端口容量达 13 万个, 每个节点的吞吐量达 $3200\text{Pkt/s} \sim 6400\text{Pkt/s}$ (分组/秒), 用户的通信速率最高可达 64kbps 。在北京、上海设有国际出入口。CHINAPAC 是为适应计算机通信而建立起来的先进通信手段, 以 CCITT X.25 协议为基础, 可以满足不同速率、不同型号的终端与终端、终端与计算机、计算机与计算机, 以及局域网间的通信, 实现资源共享。

(2) 中国数字数据网 (CHINADDN)。它是我国的高速信息国道。在 20 世纪 90 年代, 受 Internet 发展的刺激和鼓舞, 中国数字数据网 CHINADDN 发展很快, 它是利用光纤 (包括数字微波和卫星) 数字电路传输和数字交叉复用节点组成的数字数据传输网。有较高的传输质量, 延迟小, 用户可选用的传输带宽范围宽, 信息传输质量高, 通信速率可根据需要选择, 电路可自动迂回, 具有可靠性高、一线可多用等优点。目前, CHINADDN 最高传输速率可达 150Mbps , 用户速率可达 2Mbps 。CHINADDN 采用三级网络结构, 一级为全国骨干网, 二级为省内网, 三级为本地网。

2. 我国“三金”工程的建立

在建设“信息高速公路”的世界浪潮中, 中国的一批信息技术专家站在历史的高度, 经过周密的调查研究, 根据中国国情, 提出了中国的“高速信息网计划”。由原电子工业部倡议, 国务院直接组织的“三金”工程, 于 1993 年下半年开始启动。

“三金”工程指“金桥”、“金卡”和“金关”工程。“金桥”工程就是要建设我国社会经济信息平台, 即建设国家公用经济信息网。这个网是以光纤、卫星、微波、程控、无线移动等多种方式, 与邮电部系统数据网互为备用, 并与各部委和各省市的信息数据专用网互联互通。

“金桥”工程是“三金”工程的基础。“金卡”工程是指电子货币工程, 是银行信用卡支付系统工程。它是金融电子化和商业流通现代化的重要组成部分, 将与银行、内贸等部门紧密配合实施。“金关”工程是指国家对外经济贸易信息网工程, 当前主要推广电子数据交换 (EDI), 实现无纸贸易。“金桥”工程建设国家公用经济信息网, 将首先与金融网连通, 满足对外经济、贸易、海关和银行现代化的要求, 为商业、旅游、气象、国家安全、科技信息检索等信息系统建设提供通道, 进而用信息网把各部委、各省市以及一些大中型企业连接起来。

在“三金”工程推动下, 我国掀起了“信息高速公路”热, 如“金税”工程等“多金”工程纷纷出台, 很多省市也都在规划“信息高速公路”建设方案。

3. 我国 Internet 的建立

20 世纪 90 年代兴起的“信息高速公路”和 Internet 的发展, 促进了我国全国范围的互联网的发展, 开始构建全国范围的公用计算机网络。目前, 我国有可以与 Internet 互联的八个全国范围的主要互联网, 它们是: 中国公用计算机互联网 CHINANET、中国教育和科研计算机网 CERNET、中国科学技术网 CSTNET、中国网通公用互联网 CNCNET、中国联通互联网 UNINET、宽带中国网 CHINA169、中国国际经济贸易互联网 CIETNET 和中国移动互联网 CMNET。

CHINANET 始建于 1995 年, 该网是 Internet 在中国的延伸, 是中国 Internet 骨干网, 由中国电信负责运营, CHINANET 由核心层、用户接入层和网管中心三个层次构成, 全国各地的用户可通过电话网 (PSTN)、分组网 (CHINAPAC)、数字数据网 (CHINADDN)、电子信

箱 (CHINAMAIL) 等方式入网。其主干网由各直辖市和各省会城市的网络节点构成; 接入网则由各省、自治区内建设的网络节点构成。目前, CHINANET 主干网速率达到 10Gbps。CHINANET 在北京、上海和广州分别设有国际出口线路与 Internet 互联。

CERNET 始建于 1994 年, 其目的是将各研究所和有关大学通过 CERNET 连接起来, 为科研人员提供电子邮件 (E-mail) 工具、WWW 以及各种信息检索等服务, 以便加强与国外研究所之间的交流与合作, 缩短我国在科研领域与发达国家之间的差距。它是一个由主干网、地区网和校园网组成的三级结构网络, CERNET 网络中心设在清华大学。

CSTNET 是中国科学院负责建设和管理的网络, 它是我国最早与 Internet 相连的互联网。目前, CSTNET 已从 1994 年北京中关村教育科研示范网延伸到全国 100 多所中科院系统的科研院所。

CHINAGBN 是为国民经济信息化服务的网络工程, 即“金桥”工程, 由吉通通信有限责任公司负责, CHINAGBN 是一个利用卫星网和光纤网的“天地合一网”, 为“金”字工程 (金税、金桥、金关……) 服务。

UNINET 是成立于 1994 年 7 月 19 日的中国联通数据网。它采用 ATM+IP 组网模式, 以 ATM 信元交换为核心, 是一个具有电信级安全可靠保证的运营网络。中国联通利用宽带数据网的网络优势, 向社会开放虚拟专网 (VPN)、公用计算机互联网 (CNUNET)、数据承载、IP 电话/传真等多种业务。

CNC 是在国务院、信息产业部的直接领导和大力支持下, 由中国科学院、广播电影电视总局、铁道部、上海市政府四方股东共同投资组建的新一代电信运营企业。中国网络通信有限公司承担建设与运营的“中国高速互联网络示范工程”——“中国网通公用互联网 (CNCNET)”, 是新一代开放的 IP Over DWDM 全光纤电信网络。与传统电信网络不同, 它以基于分组交换的数据通信为基础, 提供语音、图像、传真、数据等全方位的基于 IP 技术的高品质电信服务。

随着我国宽带基础服务覆盖率持续扩大, 带动了宽带用户规模的增长。截至 2010 年 12 月, 我国网民规模已经达到 4.57 亿人, 宽带网民规模达到 4.5 亿, 有线 (固网) 用户中的宽带普及率达到 98.3%。同时, 只使用手机上网的网民规模为 4299 万, 占整体网民的 9.4%。

2011 年 1 月, 中国互联网络信息中心 (CNNIC) 公布了“中国互联网络发展状况统计报告”。调查结果显示, 截至 2010 年年底, 我国国际线路的总容量达到 1098956.82Mbps。最近几年的国际出口带宽发展如图 1-4 所示。

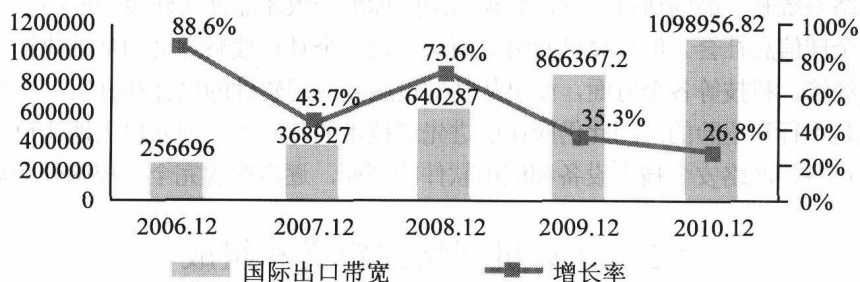


图 1-4 我国国际出口带宽的增长情况

连接的国家有美国、加拿大、澳大利亚、英国、德国、法国、韩国等, 主要骨干网络国际出口带宽分布情况如表 1-1 所示: