



21世纪高等院校计算机科学与技术系列教材

主编 胡小强 戴 航

计算机

网络

J I S U A N J I W A N G L U O



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

计 算 机 网 络

主 编 胡小强 戴 航
副主编 姜 卫 李 希 贺 忠

北京邮电大学出版社
·北 京·

内 容 简 介

本书主要介绍计算机网络的主要概念、基本原理,以及目前常用的网络技术和网络的实际应用,使大家能够掌握计算机网络的基本构成和主要作用,了解典型的协议体系结构和网络应用,熟悉常见的计算机网络的组网方法和技术,了解最新技术和最新发展动态,具有简单的网络组网、规划、和设计能力。

本书讲述较为系统,深入浅出,易学易用,各章后都备有习题,并为教师配有电子教案,方便教学。

本书可供高等院校计算机及计算机应用相关专业的本专科学生使用,也可作为网络爱好者学习的参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/胡小强,戴航主编. —北京:北京邮电大学出版社,2005

ISBN 7-5635-1075-3

I. 计... II. ①胡...②戴... III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 096739 号

出 版 者:北京邮电大学出版社(北京市海淀区西土城路10号) 邮编:100876

发行部电话:(010)62282185 62283578(传真)

电子信箱:publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京通州皇家印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:17.5

字 数:431 千字

印 数:1—3 000 册

版 次:2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-5635-1075-3/TP186

定价:28.00 元

·如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系·

21 世纪高等院校计算机科学与技术系列教材

编 委 会

主 任：金怡濂

委 员：(按姓氏笔划排名)

王士同 王明严 刘 弘

朱其亮 何炎祥 汪厚祥

金 海 徐 涛 潘振宽

序

计算机科学技术是科学性与工程性并重的一门学科。它的迅猛发展除了源于微电子学等相关学科的发展外,更主要源于其应用需求的广泛性不断增长,它已渗透到人类社会的各个领域,成为经济发展的倍增器,科学文化与社会进步的催化剂。计算机与通信的融合和全球联网,更显示出它无可限量的发展前景。任何一个领域的发展都离不开计算机已成为无可否认的事实。应用是计算机科学技术发展的动力、源泉和归宿,而计算机科学技术又不断为应用提供先进的方法、设备与环境。

近年来,计算机科学技术的发展不仅极大地促进了整个科学技术的发展,而且明显地推进了经济信息化和社会信息化的进程。计算机科学技术对一个国家在政治、经济、科技、文化、国防等方面的催化作用和强化作用都具有难以估量的意义。计算机知识与能力已成为21世纪人才素质的基本要求之一,因此,计算机科学技术的教育在世界各国都备受重视,我国政府和教育部门对计算机科学技术的教育及人才培养也非常重视。为了适应社会发展对计算机科学技术人才的强烈要求,各高校均在着力培养基础扎实、知识面广、综合素质高、实践能力强、富有创新精神,且具有较强的科学技术运用、推广、转化能力的高层次人才。

由北京邮电大学出版社联合北京邮电大学、武汉大学、华中理工大学及山东、江苏等多所高校的计算机专业教学负责人组成的“21世纪高等院校计算机科学与技术系列教材编委会”按照《中国计算机科学与技术学科教程2002》的要求组织编写的系列教材,体现了近年计算机学科的新理论、新技术。内容涵盖计算机专业学生所应掌握的相关知识,并根据目前计算机科学技术的发展趋势与实际应用相结合,能够满足目前高校计算机专业教学的需要,也可作为计算机专业人员的自学参考材料。

本系列教材作者均为多年从事教学、科研的一线教师,有着丰富的教学和科研实践经验,所编写的这套教材具有结构严谨、内容丰富、理论与实际结合紧密的特点,是他们的教学经验和科研成果的结晶。

计算机科学技术日新月异,所以教材也要不断推陈出新,我希望本系列教材能为我国高校计算机专业教育做出新的贡献。

中国工程院院士

金怡廉

前 言

计算机网络技术是计算机科学与技术领域中发展最迅速的新兴技术,也是计算机应用中最活跃的领域。随着 Internet 的发展和全球信息化进程的推进,计算机网络技术已成为相关人员工作、学习、生活所必须掌握的技能。

网络技术经过几十年的发展,已经成为一门融合计算机技术和通信技术的新学科,目前似有许多新的技术、方法在不断出现。为了适应网络技术发展的新形势和新需要,我们结合多年从事计算机网络教学的经验和科研实践,编写了本书。

本书共分为 8 章,系统地介绍了有关计算机网络的基础知识和组网技术,力求做到论述简明扼要、内容反映网络技术应用的最新情况、教学符合网络技术教育的现状。无论对于网络技术的初学者还是爱好者,这本书都是一个很好的向导。第 1 章主要介绍了计算机网络的定义与分类等基本知识,第 2 章主要阐述了有关数据通信技术的基础知识,第 3 章对计算机的网络体系结构进行了阐述,第 4 章主要介绍了有关计算机局域网的概述与常见的几种局域网技术,第 5 章为局域网的组网,第 6 章介绍了有关广域网技术,第 7 章主要介绍了 Internet 的基本概念及相关应用技术,第 8 章概述了有关计算机网络的管理与网络安全。为加深读者对网络知识的理解,巩固学习内容,提高应用操作能力,在每章后还附有适量的习题。另外,本书还为教师备有电子教案。

本书由胡小强、戴航任主编,姜卫、李希、贺忠任副主编。贺忠编写了第 1 和 7 章,胡小强编写了第 2 章与第 5.1、5.2 节,戴航编写了第 3 和 6 章,姜卫编写了第 5.3、5.4 节,李希编写了第 4 和 8 章,本书由戴航统稿。在本书的编写过程中参考了国内外有关论著和相关网站,谨向论著的作者和网站资料的提供者致以深切的谢意。本书的编写还得到了杨国琴等同志的帮助,谨向他们表示诚挚的感谢。

由于计算机网络技术覆盖面广且发展迅速,加之作者学术水平有限,时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

作者

2005 年 6 月



目 录

第1章 计算机网络概述

1.1 计算机网络的产生和发展	1
1.1.1 以单计算机为中心的联机系统	1
1.1.2 计算机—计算机网络	2
1.1.3 现代计算机网络	3
1.2 计算机网络的概念	5
1.2.1 计算机网络的定义	5
1.2.2 网络与传统的多用户系统	5
1.3 计算机网络的功能	6
1.4 计算机网络系统的组成	7
1.4.1 硬件系统组成	7
1.4.2 软件系统组成	8
1.5 计算机网络分类	9
1.5.1 按网络覆盖的地理范围分类	9
1.5.2 按网络的拓扑结构分类	10
1.5.3 按网络协议分类	11
1.5.4 按传输介质分类	11
1.5.5 按传输技术分类	11
1.5.6 按网络操作系统分类	11
1.6 计算机网络的应用	11
1.6.1 网络在教育科研中的应用	12
1.6.2 网络在企事业单位中应用	13
1.6.3 网络在商业上的应用	14
习 题	14

第2章 数据通信基础

2.1 数据通信基本知识	15
2.1.1 数据、信息、信号和信道	15
2.1.2 数据通信系统	16
2.2 数据传输介质	19





2.2.1 双绞线·····	19
2.2.2 同轴电缆·····	21
2.2.3 光纤·····	22
2.2.4 无线介质·····	24
2.3 数据传输方式·····	25
2.3.1 模拟传输与数字传输·····	25
2.3.2 串行通信与并行通信·····	27
2.3.3 数据传输方向·····	27
2.3.4 同步传输与异步传输·····	28
2.3.5 基带传输与频带传输·····	30
2.4 数据编码技术·····	30
2.4.1 数字信号模拟化时的编码方式·····	30
2.4.2 模拟信号数字化时的编码方式·····	32
2.4.3 数字数据编码·····	33
2.5 多路复用技术·····	34
2.5.1 频分多路复用·····	34
2.5.2 时分多路复用·····	35
2.5.3 波分多路复用技术·····	36
2.6 差错控制方法·····	37
2.6.1 差错的产生原因·····	37
2.6.2 差错控制·····	38
2.6.3 差错控制编码·····	38
习 题·····	40

第3章 计算机网络体系结构

3.1 网络体系结构·····	41
3.1.1 网络体系结构的提出与发展·····	41
3.1.2 网络体系结构的分层原理·····	41
3.1.3 网络体系结构的基本概念·····	43
3.1.4 开放系统互连参考模型·····	45
3.2 OSI 参考模型各层综述·····	46
3.2.1 物理层·····	46
3.2.2 数据链路层·····	49
3.2.3 网络层·····	56
3.2.4 传输层·····	60
3.2.5 会话层·····	62
3.2.6 表示层·····	64



3.2.7 应用层·····	65
3.3 TCP/IP 体系结构·····	67
3.3.1 TCP/IP 体系结构和功能·····	67
3.3.2 IP 协议和 IP 地址·····	72
3.3.3 IPv6·····	76
习 题·····	80

第 4 章 局域网技术

4.1 局域网概述·····	82
4.1.1 局域网的定义·····	82
4.1.2 局域网的特点·····	82
4.1.3 局域网的主要技术·····	83
4.1.4 局域网体系结构·····	87
4.2 介质访问控制方法·····	89
4.2.1 CSMA/CD 介质访问控制·····	89
4.2.2 令牌环·····	91
4.2.3 令牌总线·····	95
4.3 传统以太网·····	95
4.3.1 以太网的产生和发展·····	95
4.3.2 粗缆以太网·····	96
4.3.3 细缆以太网·····	97
4.3.4 细/粗同轴电缆混合网·····	97
4.3.5 双绞线以太网·····	97
4.4 高速局域网技术·····	98
4.4.1 快速局域网 100Base-T·····	98
4.4.2 光纤分布式数据接口·····	99
4.4.3 交换式局域网·····	101
4.4.4 千兆以太网·····	103
4.4.5 万兆以太网·····	104
4.4.6 ATM 局域网·····	106
4.4.7 虚拟局域网·····	109
4.5 无线局域网·····	110
4.5.1 无线局域网概述·····	110
4.5.2 无线局域网的应用与特点·····	110
4.5.3 无线局域网的系统结构·····	112
4.5.4 IEEE 802.11 系列标准·····	112
习 题·····	113





第5章 局域网组网

5.1 网络互联设备	114
5.1.1 网络互联设备的层次	114
5.1.2 中继器	116
5.1.3 集线器	117
5.1.4 调制解调器	118
5.1.5 网络接口卡	119
5.1.6 网桥	120
5.1.7 交换机	123
5.1.8 路由器	125
5.1.9 网关	127
5.2 网络操作系统	128
5.2.1 网络操作系统的功能	129
5.2.2 网络操作系统的特点	130
5.2.3 网络操作系统的类型	131
5.2.4 常见的网络操作系统	132
5.2.5 Windows 2000 Server 网络操作系统	135
5.3 综合布线系统	140
5.3.1 智能大厦与综合布线系统概述	140
5.3.2 综合布线系统的组成	144
5.4 Windows 组网	146
5.4.1 组网准备	146
5.4.2 Windows 2000 Professional 网络组建	146
5.4.3 Windows 2000 Server 网络组建	154
习题	165

第6章 广域网技术

6.1 广域网基础	166
6.1.1 广域网的数据交换技术	166
6.1.2 广域网的接入方式	170
6.2 公共传输系统	176
6.2.1 公共电话交换网	176
6.2.2 X.25 分组交换网	177
6.2.3 综合业务数字网	180
6.2.4 数字数据网简介	182
6.2.5 帧中继	185



6.2.6 ATM 网络	188
6.3 网络互联	190
6.3.1 网络互联的概念和类型	190
6.3.2 网络互联的层次和设备	191
6.3.3 网络互联实例	193
习 题	195
第 7 章 Internet 及其应用	
7.1 Internet 基本概念	196
7.1.1 什么是 Internet	196
7.1.2 Internet 的产生和发展	196
7.1.3 Internet 的组成	199
7.1.4 Internet 地址	201
7.1.5 Internet 的未来发展方向	203
7.2 Internet 服务功能	203
7.2.1 WWW 服务	203
7.2.2 电子邮件服务	208
7.2.4 远程登录服务	214
7.2.5 新闻组	216
7.2.6 虚拟现实技术	216
7.3 Intranet 技术	219
7.3.1 Intranet 的基本概念	219
7.3.2 Intranet 的结构	220
7.3.3 Intranet 的应用	221
7.3.4 虚拟专用网	222
7.4 电子商务技术	223
7.4.1 电子商务的标准化技术	224
7.4.2 电子商务的电子数据交换	225
7.4.3 电子商务与数据库技术	227
习 题	230
第 8 章 网络管理与网络安全	
8.1 网络管理	232
8.1.1 网络管理概述	232
8.1.2 网络管理的基本功能	234
8.1.3 网络管理协议	235
8.2 网络安全	237





8.2.1 网络安全概述	237
8.2.2 网络安全的威胁因素	238
8.2.3 安全服务	238
8.2.4 网络安全技术	239
8.2.5 安全机制	239
8.2.6 增强网络安全意识	241
8.2.7 物理安全	242
8.2.8 网络安全协议	242
8.3 密码学	243
8.3.1 密码学基本概念	243
8.3.2 传统加密技术	243
8.3.3 对称加密	245
8.3.4 非对称加密	246
8.3.5 数字证书技术	246
8.3.6 数字签名	248
8.4 防火墙技术	251
8.4.1 防火墙概念	251
8.4.2 防火墙的特点	252
8.4.3 防火墙的类型	252
8.4.4 防火墙的实现方式	254
8.5 网络病毒的防治	255
8.5.1 计算机病毒概述	255
8.5.2 防病毒技术概述	260
8.5.3 防治病毒的基本方法	262
习 题	264
参考文献	265



第1章 计算机网络概述

随着计算机技术的普及与发展,计算机网络正以前所未有的速度向全球的每个角落延伸。目前,计算机网络方面的应用及需求极为广泛,因而人们提出了“网络就是计算机”的概念。计算机网络伴随着计算机已成为人类工作、学习、生活中不可缺少的一部分。

所谓计算机网络就是把地理上分散的若干独立的计算机系统,通过通信线路和通信设备相互连接起来,按照网络协议进行数据通信,用功能完善的网络软件实现资源共享的计算机系统的集合。本章主要介绍计算机网络的发展过程、基本概念、基本组成、功能、应用和分类等内容。

1.1 计算机网络的产生和发展

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物,它的产生和发展同时也使计算机得到了广泛的应用。通信技术是一门有较长历史的技术,在19世纪30年代就发明了电报,在19世纪70年代发明了电话,直到20世纪40年代发明了世界上第一台电子数字计算机ENIAC,但是,当时计算机技术与通信技术并没有直接的联系。20世纪50年代初,由于美国军方的需要,美国半自动地面防空系统(SAGE)的研究开始了计算机技术与通信技术相结合的尝试。随着计算机应用的发展,出现了多台计算机互联的需求,早期的计算机网络是通过通信线路将远方终端资料传给主计算机处理,只是简单的联机系统。随着计算机技术和网络技术的不断发展和相互结合,计算机网络也在不断地发展,用户希望通过网络实现计算机资源共享的愿望成为现实。

计算机网络的发展主要经历了3个阶段。

1.1.1 以单计算机为中心的联机系统

计算机网络发展的第一阶段是在20世纪50年代。第一代计算机网络是以单计算机为中心的联机系统,又称为面向终端的计算机网络。它是由一台主机和若干个终端组成的,主机是网络的中心和控制者,分布在各处的本地或远程终端,通过公共电话网及相应的通信设备与主机相连,登录到主机上,使用主机上的资源。这是计算机网络的初级阶段,虽然还不是真正的网络,但它把计算机技术和通信技术相结合,使用户可以以终端方式与远程主机进行通信。

这种联机系统分为单机系统和多机系统。单机系统是一台主机与一个或多个终端相连,在主机和每个终端之间都有一条专用的通信线路。当连接的终端较多时,存在主机的负荷较重、通信线路利用率低、可靠性低等缺点。为了减轻主机的负担和提高通信线路的利用





率,在多机系统中使用了前端处理机(FEP,Front End Processor)和线路集中器,如图 1-1 所示。前端处理机放在主机的前端,承担通信处理功能,以减轻主机的负担;线路集中器连接多个终端,让多个终端共用一条线路与主机通信,承担通信处理功能,减轻主机的负担。

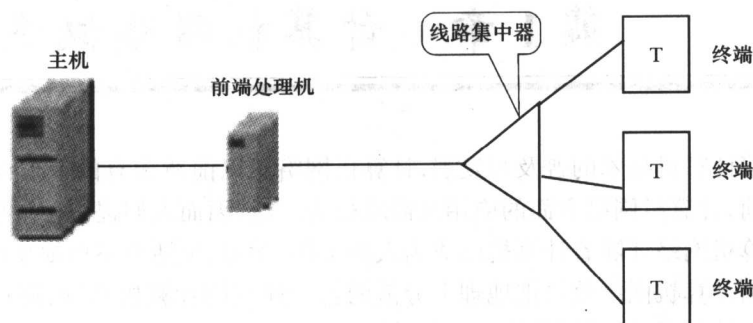


图 1-1 单计算机联机系统

1.1.2 计算机—计算机网络

第二阶段是 20 世纪 60 年代中期到 70 年代早期。第二代计算机网络是计算机与计算机互联,以资源共享为目的,实现计算机与计算机之间通信的网络,简称为计算机网络。这是真正意义上的计算机网络,通过通信线路将若干个独立的计算机连接起来,为用户提供服务,实现资源共享。从逻辑功能上看,一个计算机通信网络是由资源子网和通信子网构成,如图 1-2 所示。

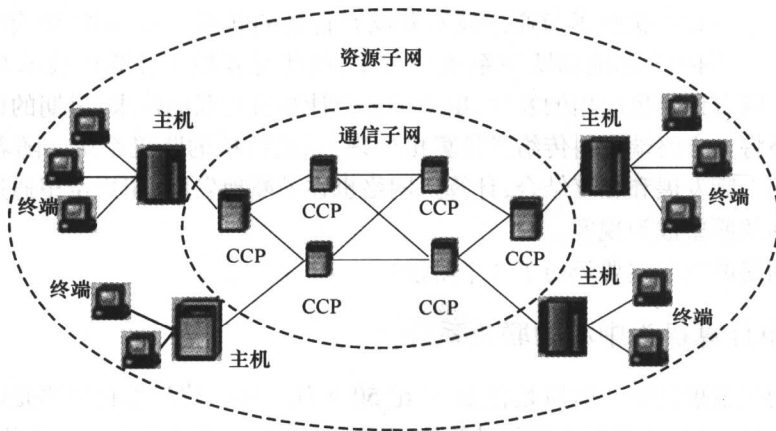


图 1-2 一个计算机网络的结构示意图

1. 资源子网

资源子网由各类主机、终端、其他外围设备以及各种软件资源等组成,负责全网的数据处理和向网络用户提供网络资源以及网络服务。它是计算机网络的外层。

(1) 主机(Host)

在计算机网络中,主机可以是大型机、小型机、微型机或终端。主机是资源子网的主要



组成单元,它通过高速线路与通信子网的通信控制处理机相连接。

(2) 终端(Terminal)

终端是用户访问网络的界面装置。终端一般是指没有存储与处理信息能力的简单输入/输出设备。但有时也指带有微处理机的智能型终端。各类终端既可以通过主机接入网络中,也可以通过终端控制器、报文分组组装/拆卸装置或是通信控制处理机连接到网络中。

2. 通信子网

通信子网是由网络节点和通信线路组成的独立的数据通信系统,承担全网的数据传输、转接、加工和变换等通信处理工作,实现主机之间的数据传送。它是计算机网络的内层。

通常按功能来分有数据交换和数据传输两个部分,硬件部分由通信控制处理机、通信线路与其他通信设备组成。

(1) 通信控制处理机(CCP, Communication Control Processor)

这是一种在数据通信系统中专门负责网络中数据通信、传输和控制的计算机,或具有同等功能的计算机部件。它一般由配置了通信控制功能的软件和硬件的小型机、微型机承担。

通信控制处理机在网络拓扑结构中被称为网络节点。它一方面作为资源子网的主机、终端的接口节点,将它们连入网中;另一方面又担负着通信子网中报文分组的接收、校验、存储、转发等功能,并起着将源主机报文准确地发送到目的主机的作用。

(2) 通信线路

通信线路为通信控制处理机与通信控制处理机、通信控制处理机与主机之间提供通信信道。计算机网络采用了双绞线、同轴电缆、光纤、无线通信信道、微波与卫星通信信道等多种通信线路。

(3) 其他通信设备

其他通信设备包括交换机和信号变换设备等。其中信号变换设备的功能是对信号进行变换以适应不同传输媒体的要求。这些设备有将计算机的输出信号变换为电话线能传输的模拟信号的调制解调器、无线通信的接收与发射设备等。

通信子网和资源子网是相互依存的关系,没有通信子网网络无法工作;而没有资源子网,通信子网的传输就没有意义,两者结合组成了统一的资源共享的两层网络。

1969年,美国国防部高级研究计划署(DARPA)建成的 ARPANET 标志着现代意义上的计算机网络的诞生。广域网的发展由此开始,今天的 Internet 也是由此演化和发展而来的。

1.1.3 现代计算机网络

第三阶段是 20 世纪 70 年代中后期以来,出现的第三代计算机网络,即网络体系结构标准化网络,又称为现代计算机网络。经过第一代、第二代计算机网络的发展,网络技术、方法和理论逐渐成熟,网络结构发生了巨大的变化,微机、广域网、局域网得到广泛的应用。大量的微机通过局域网连入广域网,而局域网与广域网、广域网与广域网通过路由器互联,形成了一种大型的、层次结构的现代计算机网络,即互联网络,它是第二代计算机网络的延伸。根据第三代计算机网络发展的过程可将计算机网络分为 3 类。





1. 广域网的发展

广域网的发展是从 ARPANET 的诞生开始的,如图 1-3 所示。在这一时期各大计算机公司开始大力发展计算机网络,纷纷制定自己的网络技术标准,推出自己的网络产品和结构。如 1974 年 IBM 推出的“系统网络体系结构 SNA”和 1975 年 DEC 提出的“分布式网络体系结构 DNA”。当时网络的应用普及到了各行各业甚至家庭,发展网络的需求十分迫切,许多国家开始建设公用数据网。

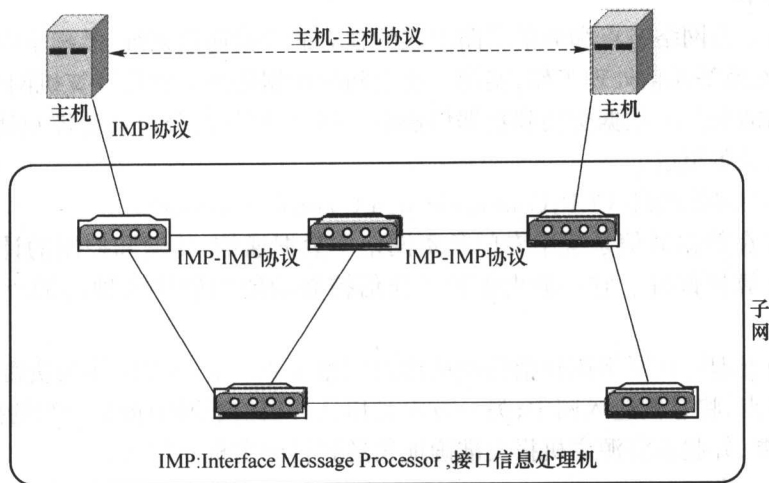


图 1-3 最初的 ARPANET 设计图

我国于 1993 年开通了公用数据网 CHINAPAC,1996 年提供数字专线服务 DDN。同时,公用数据网的发展极大地促进了广域网的发展。

2. 局域网的发展

20 世纪 70 年代出现了微型计算机(PC)以来,PC 的性能不断提高,价格不断下降,计算机应用范围越来越广泛,普及到了各行各业及家庭。人们要求在办公楼或部门办公室内把计算机互联起来,实现信息交换和资源共享,以提高工作效率,因而局域网(LAN)应运而生,并且很快得到迅速的发展和应用。

3. 标准化网络和互联网

计算机广域网和局域网大多是由计算机公司、研究部门或大学自行开发研制的,没有统一的体系结构和标准,各个厂家生产的计算机产品及网络产品在技术上或结构上都有很大的差异,因而它们之间很难实现互联。没有统一体系结构的标准阻碍了计算机网络的发展,给用户的使用带来极大的不便,解决网络标准化这个问题迫在眉睫。

国际标准化组织(ISO)在研究分析已有的网络结构经验的基础上,于 1984 年公布了“开放系统互连参考模型”(OSI),(缩写为 ISO/OSI)。作为国际标准,OSI 规定了可以互联的计算机系统之间的通信协议,遵循这个协议的网络通信产品都是所谓的开放系统,不遵循这个标准的产品逐渐失去了市场。从此,计算机网络进入了国际标准化网络阶段。

Internet 是从 ARPANET 逐步发展而来的,是世界上最大的互联网络,称为“国际互联网”或“因特网”,它使用的是 TCP/IP 协议。早在 1969 年 ARPANET 的实验性阶段,研究人



员就开始了 TCP/IP 协议雏形的研究, TCP/IP 协议的成功促进了 Internet 的发展, Internet 的发展又进一步扩大了 TCP/IP 协议的影响。建立在计算机网络群之上的 Internet, 自 1989 年正式向公众开放以来, 更是使计算机网络的发展出现了新的飞跃, 如图 1-4 所示。Internet 使计算机网络的应用深入到各个领域, 世界已经进入了网络时代。

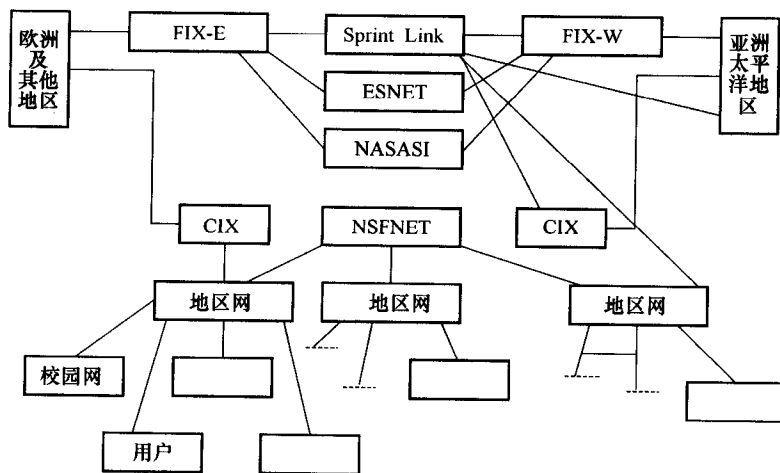


图 1-4 全球互联网示意图

1.2 计算机网络的概念

1.2.1 计算机网络的定义

在不同的阶段从不同的观点对计算机网络有着不相同的定义,但通俗地说,计算机网络是网络的一种。所谓“网络”就是把一些分散的“节点”通过某种“手段”连接起来,形成一个整体,例如电力网、公路网等。对计算机网络而言,分散的“节点”就是计算机(如大型计算机、工作站、微型计算机等)或其他数据终端设备(如各种计算机外部设备、终端服务器等),而“手段”则是通信线路(如光缆、同轴电缆、双绞线、微波、卫星等)和通信设备(如集线器、网关、网桥、路由器、调制解调器等)。因此,计算机网络就是将地理位置不同并具有独立功能的多个计算机系统,通过通信设备和通信线路连接起来,使用功能完善的网络软件(即网络通信协议、信息交换方式及网络操作系统等)实现彼此之间的数据通信和资源共享的系统。连入网络的每台计算机本身都是一台完整独立的设备,既可以独立工作又可以通过网络使用其他计算机。

1.2.2 网络与传统的多用户系统

计算机网络和传统的多用户系统有许多相同或相似之处,但各自也有不同的结构组成及功能特点。

