

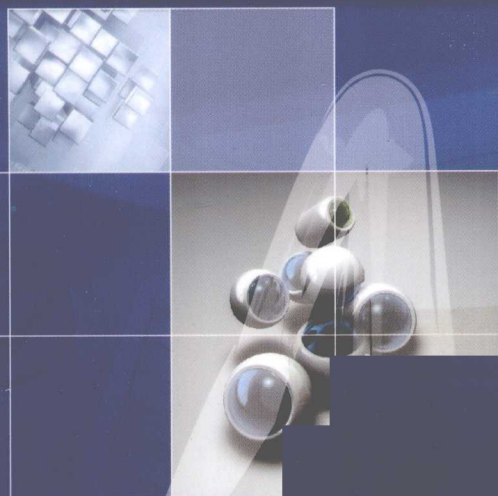


21st CENTURY
实用规划教材

21世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材



计算机网络技术 基础与应用



work

主 编 马秀峰 亓小涛



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材

计算机网络技术基础与应用



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以目前最为流行的计算机网络研究框架——“五层模型的体系结构”为主线，自下而上系统地对计算机网络的基本理论进行了介绍。在介绍基础理论知识的同时，融入了目前应用广泛以及近年来迅速发展起来的各种网络技术。本书注重应用能力的培养，强调理论与实践相结合，内容涵盖了网络设计与结构化布线、网络操作系统安装与管理、网络服务器搭建、网络安全管理及防火墙技术、计算机病毒与木马防治等应用性较强的知识。

本书由从事高等院校计算机网络教学的一线教师编写，编者希望根据多年的教学与科研实践经验，能够提供一本既能保持教学系统性，又能反映当前计算机网络技术最新发展成果的教科书。因此，在教材内容的选取上注重帮助学生建立完整的知识架构，同时关注计算机网络技术的最新发展。本书可作为高等院校计算机网络原理与应用课程的入门教材，同时也可供广大网络技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术基础与应用/马秀峰，亓小涛主编. —北京：北京大学出版社，2010.2

(21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材)

ISBN 978-7-301-16910-0

I. 计… II. ①马…②亓… 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(2010)第 021084 号

书 名：计算机网络技术基础与应用

著作责任者：马秀峰 亓小涛 主编

策 划 编 辑：孙哲伟 李 虎

责 任 编 辑：孙哲伟

标 准 书 号：ISBN 978-7-301-16910-0/TP•1088

出 版 者：北京大学出版社

地 址：北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址：<http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话：邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电 子 邮 箱：pup_6@126.com

印 刷 者：北京山润国际印务有限公司

发 行 者：北京大学出版社

经 销 者：新华书店

787 毫米×1092 毫米 16 开本 20.75 印张 480 千字

2010 年 2 月第 1 版 2010 年 2 月第 1 次印刷

定 价：33.00 元

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有，侵权必究

举报电话：010-62752024

电子邮箱：fd@pup.pku.edu.cn

21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材

专家编审委员会

(按姓名拼音顺序)

主 任 刘瑞挺

副主任 陈 钟 蒋宗礼

委 员 陈代武 胡巧多 黄贤英

江 红 李 建 娄国焕

马秀峰 祁亨年 王联合国

汪新民 谢安俊 解 凯

徐 苏 徐亚平 宣兆成

姚喜妍 于永彦 张荣梅

信息技术的案例型教材建设

(代丛书序)

刘瑞挺

北京大学出版社第六事业部在 2005 年组织编写了《21 世纪全国应用型本科计算机系列实用规划教材》，至今已出版了 50 多种。这些教材出版后，在全国高校引起热烈反响，可谓初战告捷。这使北京大学出版社的计算机教材市场规模迅速扩大，编辑队伍茁壮成长，经济效益明显增强，与各类高校师生的关系更加密切。

2008 年 1 月北京大学出版社第六事业部在北京召开了“21 世纪全国应用型本科计算机案例型教材建设和教学研讨会”。这次会议为编写案例型教材做了深入的探讨和具体的部署，制定了详细的编写目的、丛书特色、内容要求和风格规范。在内容上强调面向应用、能力驱动、精选案例、严把质量；在风格上力求文字精练、脉络清晰、图表明快、版式新颖。这次会议吹响了提高教材质量第二战役的进军号。

案例型教材真能提高教学的质量吗？

是的。著名法国哲学家、数学家勒内·笛卡儿(Rene Descartes, 1596—1650)说得好：“由一个例子的考察，我们可以抽出一条规律。(From the consideration of an example we can form a rule.)”事实上，他发明的直角坐标系，正是通过生活实例而得到的灵感。据说是在 1619 年夏天，笛卡儿因病住进医院。中午他躺在病床上，苦苦思索一个数学问题时，忽然看到天花板上有一只苍蝇飞来飞去。当时天花板是用木条做成正方形的格子。笛卡儿发现，要说出这只苍蝇在天花板上的位置，只需说出苍蝇在天花板上的第几行和第几列。当苍蝇落在第四行、第五列的那个正方形时，可以用(4, 5)来表示这个位置……由此他联想到可用类似的办法来描述一个点在平面上的位置。他高兴地跳下床，喊着“我找到了，找到了”，然而不小心把国际象棋撒了一地。当他的目光落到棋盘上时，又兴奋地一拍大腿：“对，对，就是这个图”。笛卡儿锲而不舍的毅力，苦思冥想的钻研，使他开创了解析几何的新纪元。千百年来，代数与几何，井水不犯河水。17 世纪后，数学突飞猛进的发展，在很大程度上归功于笛卡儿坐标系和解析几何学的创立。

这个故事，听起来与阿基米德在浴池洗澡而发现浮力原理，牛顿在苹果树下遇到苹果落到头上而发现万有引力定律，确有异曲同工之妙。这就证明，一个好的例子往往能激发灵感，由特殊到一般，联想出普遍的规律，即所谓的“一叶知秋”、“见微知著”的意思。

回顾计算机发明的历史，每一台机器、每一颗芯片、每一种操作系统、每一类编程语言、每一个算法、每一套软件、每一款外部设备，无不像闪光的珍珠串在一起。每个案例都闪烁着智慧的火花，是创新思想不竭的源泉。在计算机科学技术领域，这样的案例就像大海岸边的贝壳，俯拾皆是。

事实上，案例研究(Case Study)是现代科学广泛使用的一种方法。Case 包含的意义很广：包括 Example 例子，Instance 事例、示例，Actual State 实际状况，Circumstance 情况、事件、境遇，甚至 Project 项目、工程等。

我们知道在计算机的科学术语中，很多是直接来自日常生活的。例如 Computer 一词早在 1646 年就出现于古代英文字典中，但当时它的意义不是“计算机”而是“计算工人”，

即专门从事简单计算的工人。同理, Printer 当时也是“印刷工人”而不是“打印机”。正是由于这些“计算工人”和“印刷工人”常出现计算错误和印刷错误,才激发查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage, 1791—1871)设计了差分机和分析机,这是最早的专用计算机和通用计算机。这位英国剑桥大学数学教授、机械设计专家、经济学家和哲学家是国际公认的“计算机之父”。

20 世纪 40 年代,人们还用 Calculator 表示计算机。到电子计算机出现后,才用 Computer 表示计算机。此外,硬件(Hardware)和软件(Software)来自销售人员。总线(Bus)就是公共汽车或大巴,故障和排除故障源自格瑞斯·霍普(Grace Hopper, 1906—1992)发现的“飞蛾子”(Bug)和“抓蛾子”或“抓虫子”(Debug)。其他如鼠标、菜单……不胜枚举。至于哲学家进餐问题,理发师睡觉问题更是操作系统文化中脍炙人口的经典。

以计算机为核心的信息技术,从一开始就与应用紧密结合。例如,ENIAC 用于弹道曲线的计算,ARPANET 用于资源共享以及核战争时的可靠通信。即使是非常抽象的图灵机模型,也受到二战时图灵博士破译纳粹密码工作的影响。

在信息技术中,既有许多成功的案例,也有不少失败的案例;既有先成功而后失败的案例,也有先失败而后成功的案例。好好研究它们的成功经验和失败教训,对于编写案例型教材有重要的意义。

我国正在实现中华民族的伟大复兴,教育是民族振兴的基石。改革开放 30 年来,我国高等教育在数量上、规模上已有相当的发展。当前的重要任务是提高培养人才的质量,必须从学科知识的灌输转变为素质与能力的培养。应当指出,大学课堂在高新技术的武装下,利用 PPT 进行的“高速灌输”、“翻页宣科”有愈演愈烈的趋势,我们不能容忍用“技术”绑架教学,而是让教学工作乘信息技术的东风自由地飞翔。

本系列教材的编写,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,在适度的基础知识与理论体系覆盖下,突出应用型、技能型教学的实用性和可操作性,强化案例教学。本套教材将会有机融入大量最新的示例、实例以及操作性较强的案例,力求提高教材的趣味性和实用性,打破传统教材自身知识框架的封闭性,强化实际操作的训练,使本系列教材做到“教师易教,学生乐学,技能实用”。有了广阔的应用背景,再造计算机案例型教材就有了基础。

我相信北京大学出版社在全国各地高校教师的积极支持下,精心设计,严格把关,一定能够建设出一批符合计算机应用型人才培养模式的、以案例型为创新点和兴奋点的精品教材,并且通过一体化设计、实现多种媒体有机结合的立体化教材,为各门计算机课程配齐电子教案、学习指导、习题解答、课程设计等辅导资料。让我们用锲而不舍的毅力,勤奋好学的钻研,向着共同的目标努力吧!

刘瑞挺教授 本系列教材编写指导委员会主任、全国高等院校计算机基础教育研究会副会长、中国计算机学会普及工作委员会顾问、教育部考试中心全国计算机应用技术证书考试委员会副主任、全国计算机等级考试顾问。曾任教育部理科计算机科学教学指导委员会委员、中国计算机学会教育培训委员会副主任。PC Magazine《个人电脑》总编辑、CHIP《新电脑》总顾问、清华大学《计算机教育》总策划。

前 言

计算机网络是高等院校许多专业的先行必修课之一,是一门重要的基础课。而目前非计算机专业的计算机网络教材普遍存在基础性、先进性和应用性不能很好地兼顾的问题,不利于学生对知识的理解和运用。存在这一问题的主要原因在于计算机网络技术更新速度快和没有一个较为合理的网络理论研究框架。

本书兼顾了理论的系统性和技术的先进性。以目前最为流行的计算机网络研究框架——“五层模型(物理层、数据链路层、网络层、传输层、应用层)的体系结构”为主线,自下而上系统地对计算机网络的基本理论进行介绍。在介绍基础理论知识的同时,融入了目前应用广泛以及近年来迅速发展起来的各种网络技术,如高速以太网、ADSL、无线局域网、蓝牙、Linux 网络操作系统与服务器构建技术等。

本书注重应用能力的培养,强调理论与实践相结合,内容包括了网络设计与结构化布线、网络操作系统安装与管理、网络服务器搭建、网络安全管理及防火墙技术、计算机病毒与木马防治等应用性较强的知识。本书旨在让学生理论联系实际,更好地理解和掌握计算机网络知识体系,培养学生的计算机网络应用能力和计算机网络设计与开发能力。

全书共分 10 章,第 1 章讲述计算机网络的产生、定义、分类、功能及体系结构;第 2、3、5、6、7 章以五层模型的体系结构为主线,自下而上系统地对计算机网络的基本理论进行介绍;第 4 章是对计算机局域网的专题讨论,包括局域网的概念和特点、局域网的组成和几种常见的拓扑结构、以太网的工作原理以及扩展,还介绍几种现在比较流行的局域网技术,如高速局域网、无线局域网、虚拟局域网以及蓝牙技术等;第 8 章首先介绍网络操作系统的类型与特征,然后简述基于 Windows Server 2003 的网络服务器的搭建与管理,最后介绍 Linux 操作系统;第 9 章介绍网络安全管理及防火墙技术、计算机病毒与木马防治等应用性较强的知识;第 10 章介绍网络设计的内容与方法,讲解结构化布线系统的组成与设计要点、网络拓扑结构设计思想和方法、室内有线和无线局域网的组建。

本书由曲阜师范大学的马秀峰、亓小涛担任主编,其中第 1、4 章由马秀峰编写,第 3、10 章及各章的阅读材料由亓小涛编写,第 6、9 章由周京伟编写,第 5、7 章由高焕芝编写,第 2、8 章由阴国富编写。董清爽、董秀娟参加了本书基础资料的收集与整理工作,李彤彤全程参与文字校对工作并绘制各章的知识结构图。全书由马秀峰统稿。

本书在编写过程中参考了若干专家的著作,在此表示衷心的感谢!

由于计算机网络技术发展十分迅速,加之编者水平所限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者给予批评指正。

编 者

2009 年 12 月

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
引言	2
1.1 计算机网络的产生和发展	2
1.1.1 计算机网络的发展历程	2
1.1.2 Internet 时代	3
1.1.3 Internet 在中国的发展	5
1.2 计算机网络的定义和分类	6
1.2.1 计算机网络的定义	6
1.2.2 计算机网络的分类	6
1.3 计算机网络的功能	8
1.4 计算机网络的结构与组成	9
1.4.1 计算机网络的组织结构	10
1.4.2 计算机网络的拓扑结构	11
1.4.3 计算机网络的硬件和 软件组成	12
1.5 计算机网络的体系结构	14
1.5.1 网络协议及体系结构	15
1.5.2 OSI 参考模型	17
1.5.3 TCP/IP 与 OSI 体系结构的 比较	19
1.5.4 具有 5 层协议的体系结构	21
习题	23
第 2 章 物理层	25
引言	26
2.1 物理层概述	26
2.1.1 物理层功能	26
2.1.2 物理层协议	27
2.2 数据通信基础知识	27
2.2.1 数据通信的基本概念	27
2.2.2 数据通信系统的模型	28
2.2.3 基带传输与频带传输	29
2.2.4 数据通信系统主要性能指标 ..	30
2.2.5 数据调制与编码	32
2.2.6 数据传输方式	35
2.2.7 数据通信技术	37
2.3 传输介质	41
2.4 物理层标准示例	43
2.4.1 EIA RS-232C 接口标准	43
2.4.2 EIA RS-449 及 RS-422 与 RS-423 接口标准	46
2.4.3 100 系列和 200 系列 接口标准	46
2.5 宽带接入技术	47
2.5.1 基于 IP 方式的 ADSL 宽带 接入技术	47
2.5.2 基于以太网的宽带 接入技术	47
2.5.3 无源光以太网——最新的 宽带接入技术	48
习题	49
第 3 章 数据链路层	50
引言	51
3.1 数据链路层的基本概念	52
3.1.1 链路和数据链路	52
3.1.2 数据链路层为网络层 提供的服务	53
3.1.3 数据链路层设计要点	54
3.2 差错控制编码技术	59
3.2.1 奇偶校验码	59
3.2.2 循环冗余校验码	61
3.2.3 海明码	62
3.3 数据链路层协议	65
3.3.1 简单的停止等待协议	66
3.3.2 实用的停止等待协议	67
3.3.3 连续 ARQ 协议	70
3.3.4 选择重传 ARQ 协议	71
3.3.5 滑动窗口(Sliding Window) 协议	72

3.4 数据链路层协议示例	77	5.1.2 数据报和虚电路	119
3.4.1 HDLC 协议	77	5.2 广域网中的存储-转发分组机制	121
3.4.2 PPP 协议	78	5.2.1 在节点交换机中	
习题	83	查找转发表	121
第 4 章 局域网	85	5.2.2 路由表中的默认路由	122
引言	86	5.3 拥塞控制	123
4.1 局域网概述	86	5.3.1 拥塞控制概述	123
4.1.1 局域网的特点	86	5.3.2 拥塞控制的原理	124
4.1.2 局域网的分类	87	5.3.3 拥塞控制的方法	124
4.1.3 媒体共享技术	88	5.3.4 死锁与防止	125
4.2 局域网的体系结构与		5.4 路由器	127
IEEE 802 标准	88	5.4.1 路由器的基本概念	127
4.2.1 局域网的体系结构	88	5.4.2 路由器的工作原理	129
4.2.2 IEEE 802 协议	90	5.4.3 路由器的结构	130
4.3 传统以太网	91	5.4.4 路由器的功能	131
4.3.1 工作原理	91	5.5 网络层 IP 协议	131
4.3.2 连接方法	95	5.5.1 IP 地址	131
4.4 以太网的 MAC 层	97	5.5.2 IP 数据报格式	134
4.4.1 MAC 层的硬件地址	97	5.5.3 IP 路由选择	135
4.4.2 两种不同的 MAC 帧格式	98	5.6 子网和超网	136
4.5 局域网扩展	100	5.6.1 子网的划分	136
4.5.1 在物理层扩展局域网	100	5.6.2 超网	137
4.5.2 在数据链路层扩展局域网	100	5.7 因特网控制报文协议	139
4.6 虚拟局域网	103	5.7.1 ICMP 概述	139
4.6.1 虚拟局域网的概念	103	5.7.2 ICMP 报文格式	139
4.6.2 虚拟局域网的实现技术	104	5.7.3 ICMP 报文分类	139
4.7 高速局域网	106	5.8 因特网的路由选择协议	140
4.7.1 100BASE-T 以太网	106	5.8.1 内部网关协议 RIP	140
4.7.2 吉比特以太网	107	5.8.2 内部网关协议 OSPF	142
4.7.3 10 吉比特以太网	109	5.8.3 外部网关协议 BGP	146
4.8 无线局域网 802.11	110	5.9 IP 多播和因特网组管理协议	148
4.8.1 无线局域网的组成	110	5.9.1 IP 多播	148
4.8.2 802.11 物理层	111	5.9.2 因特网组管理协议	151
4.8.3 802.11 MAC 层	112	5.10 虚拟专用网和网络地址转换	152
4.9 个人区域网络(蓝牙技术)	114	5.10.1 虚拟专用网	152
习题	115	5.10.2 网络地址转换	155
第 5 章 网络层	117	5.11 下一代网际协议 IPv6(IPng)	157
引言	118	习题	162
5.1 广域网的基本概念	118		
5.1.1 广域网的定义及特点	118		

第 6 章 传输层	164	7.6 引导程序协议与动态主机	
引言	165	配置协议	202
6.1 传输层协议概述	165	7.6.1 引导程序协议	202
6.2 Internet 的传输层	166	7.6.2 动态主机配置协议	202
6.2.1 传输层的两个协议	166	7.7 简单网络管理协议	204
6.2.2 端口和套接字	167	7.7.1 SNMP 的基本原理	205
6.3 用户数据报协议	167	7.7.2 SNMP 版本概况	206
6.3.1 UDP 的特点及应用	167	7.7.3 管理信息库	207
6.3.2 UDP 数据报格式	168	习题	209
6.4 传输控制协议	169	第 8 章 网络操作系统	211
6.4.1 TCP 协议的主要特点	169	引言	212
6.4.2 TCP 报文段格式	169	8.1 网络操作系统概述	212
6.4.3 TCP 连接的建立与释放	171	8.1.1 网络操作系统的类型	212
6.4.4 TCP 的差错控制机制	174	8.1.2 网络操作系统的基本服务	213
6.4.5 TCP 的流量与拥塞控制	174	8.1.3 网络操作系统的特征	215
6.4.6 TCP 用到的计时器	176	8.2 Windows Server 2003 操作系统	219
习题	177	8.2.1 Windows Server 2003	
第 7 章 应用层	179	“工作组”网络概述	219
引言	180	8.2.2 网络基本配置	220
7.1 域名系统	180	8.2.3 组建 Windows Server 2003	
7.1.1 域名系统概述	180	工作组网络	222
7.1.2 DNS 报文格式	181	8.2.4 创建 Windows Server 2003	
7.1.3 DNS 服务的工作过程	182	域	226
7.2 文件传送协议	185	8.2.5 共享和保护网络资源	232
7.2.1 FTP 概述	185	8.3 网络服务器的搭建与管理	232
7.2.2 使用 FTP 传输文件	185	8.3.1 WWW 服务器的配置	232
7.3 远程终端协议	188	8.3.2 FTP 服务器的配置	237
7.3.1 Telnet 概述	188	8.3.3 配置 DHCP 服务器	239
7.3.2 Telnet 的服务器进程和		8.4 Linux 操作系统	244
客户进程的操作方式	190	8.4.1 Linux 操作系统的起源	244
7.3.3 Telnet 中常用的命令	191	8.4.2 Linux 的特点	245
7.4 电子邮件协议	191	8.4.3 Linux 的组成和功能	246
7.4.1 简单邮件传送协议	191	8.4.4 RedHat Linux 9.0 的安装和	
7.4.2 邮件接收协议	193	配置	248
7.4.3 Internet 信息访问协议	195	习题	253
7.5 超文本传输协议与万维网	196	第 9 章 计算机网络的安全	254
7.5.1 超文本传输协议	196	引言	255
7.5.2 万维网	200	9.1 网络安全概述	255

9.1.1 计算机网络面临的 安全威胁	255	10.1.1 网络体系结构设计	275
9.1.2 网络安全服务	256	10.1.2 网络拓扑结构设计	276
9.1.3 网络安全机制	256	10.1.3 地址分配与聚合设计	280
9.1.4 网络安全标准	257	10.1.4 设备可靠性设计	283
9.2 密码学	259	10.1.5 网络拓扑结构的冗余设计 ..	284
9.2.1 密码技术概述	259	10.1.6 网络安全设计	286
9.2.2 对称密码	259	10.1.7 Internet 接入设计	287
9.2.3 非对称密码	261	10.2 结构化布线技术	295
9.2.4 数字签名技术	262	10.2.1 结构化布线的基本概念	295
9.3 防火墙技术	264	10.2.2 结构化布线系统的组成与 设计要点	297
9.3.1 防火墙的概念	264	10.3 校园网拓扑结构设计实例	302
9.3.2 实现防火墙的技术	265	10.3.1 小型校园网拓扑结构	303
9.3.3 防火墙的体系结构	267	10.3.2 中型校园网拓扑结构	304
9.4 计算机病毒与木马防治	269	10.3.3 大型校园网拓扑结构	305
9.4.1 计算机病毒	269	10.4 室内局域网组建实例	305
9.4.2 特洛伊木马	271	10.4.1 室内有线局域网组建	305
习题	273	10.4.2 室内无线局域网组建	310
第 10 章 网络设计与结构化布线技术 ..	274	习题	315
引言	275	参考文献	318
10.1 网络设计	275		

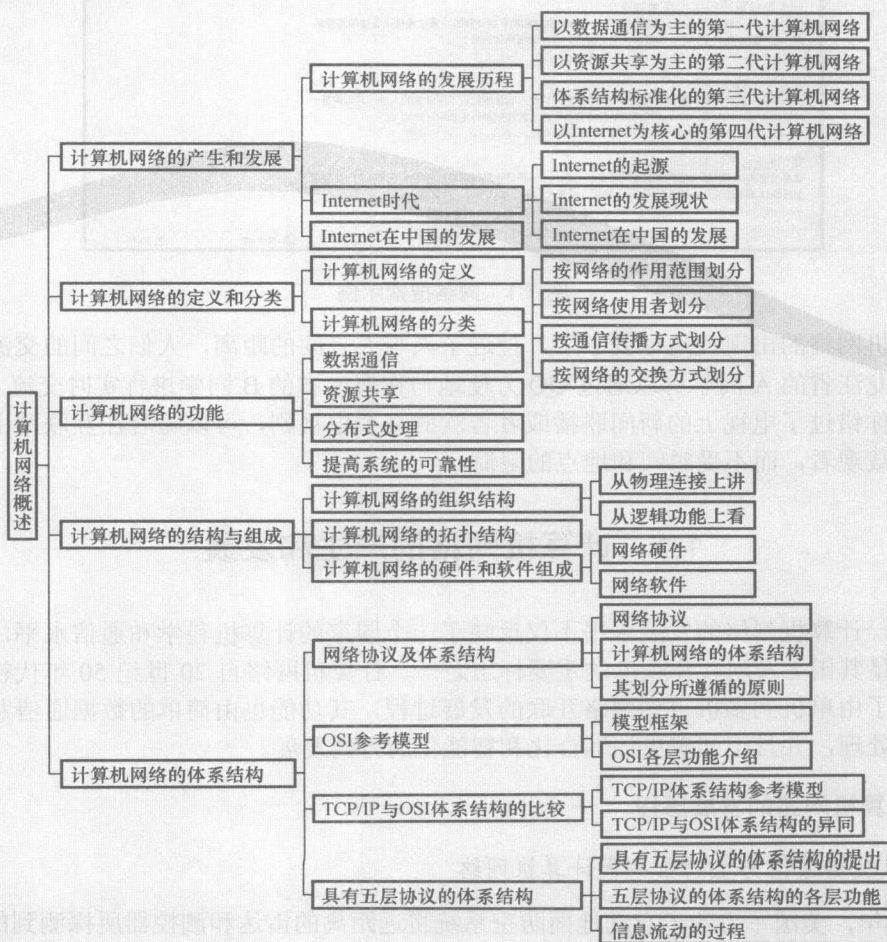
第 1 章

计算机网络概述

学习目标

1. 了解计算机网络的形成与发展过程,了解因特网的演变与发展过程,了解我国计算机网络的发展状况。
2. 理解和掌握计算机网络的定义、分类、功能、组成。
3. 理解和掌握常见的网络拓扑结构及各自的特点。
4. 理解和掌握计算机网络的体系结构。

知识结构



引言

计算机网络形成于 20 世纪 50 年代,是计算机技术和通信技术相结合的产物。近几十年间,计算机网络迅速发展,逐步渗透到当今信息社会的各个领域,让人们可以不受时间和地点限制地进行工作、学习、交流和娱乐。计算机网络已成为人们生活中的一个重要组成部分。

计算机网络已成为人们获取信息的便捷途径。假如你了解计算机网络的概

念,只需在网络搜索引擎中输入“什么是计算机网络”,就能得到如图 1.1 所示的搜索结果界面,可以从界面中选择合适的条目作为问题的答案。

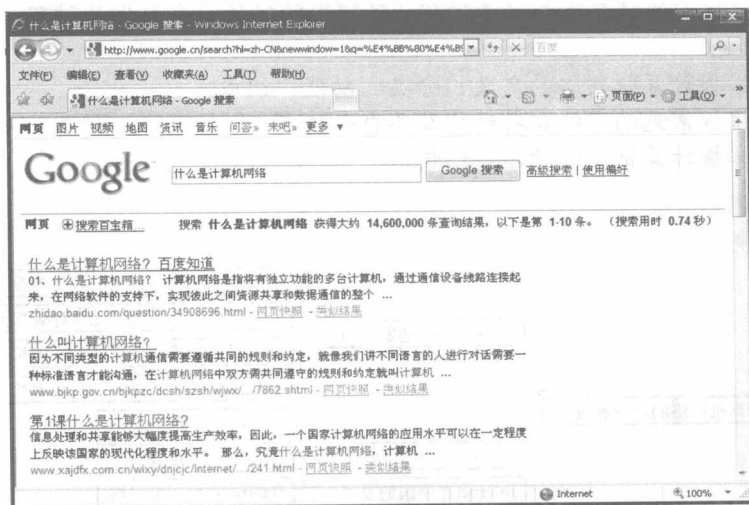


图 1.1 网络搜索示例

计算机网络的出现使地球变小了,拉近了人与人之间的距离,人们之间的交流更加便捷。在黑龙江省的 A 同学可以通过 QQ 方便地与在海南省的 B 同学进行实时交流。

如果你错过了电视上的新闻联播或者喜欢的某个电视剧,可以随时在互联网上在线观看或者下载观看,而不受时间和地点的限制。

1.1 计算机网络的产生和发展

目前,计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信水平,而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。计算机网络自 20 世纪 50 年代初诞生以来,经历了由单机到多机再到网络互联的发展过程,其功能也由简单的数据通信发展到复杂的业务处理,并且正朝着更加综合化和智能化的方向发展。

1.1.1 计算机网络的发展历程

1. 以数据通信为主的第一代计算机网络

1954 年,美国军方的半自动地面防空系统将远距离的雷达和测控器所探测到的信息,

通过通信线路汇集到某个基地的一台 IBM 计算机上进行集中的信息处理,再将处理好的数据通过通信线路送回到各自的终端设备。这种以单个计算机为中心、面向终端设备的网络结构,实现了主机系统和远程终端之间的数据通信,是计算机网络的雏形,一般称之为第一代计算机网络。这样的系统中除了一台中心计算机之外,其余终端不具备自主处理功能,网络中的用户只能共享中心计算机上的软件、硬件资源。

2. 以资源共享为主的第二代计算机网络

这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)的 ARPAnet(通常称为 ARPA 网)。1969 年美国国防部高级研究计划局提出将多个大学、公司和研究所的多台计算机互连的课题,当时的 ARPA 网只有 4 台计算机。到了 1972 年,发展到有 50 多家大学和研究所与 ARPA 网连接,1983 年入网计算机已经达到 100 多台。ARPA 网通过有线、无线与卫星通信线路,使网络覆盖了从美国本土到欧洲与夏威夷的广阔地域,它也是 Internet 的前身。

第二代计算机网络是以分组交换网为中心的计算机网络,它与第一代计算机网络的区别在于以下两点:一是网络中通信双方都是具有自主能力的计算机,而不是终端机;二是计算机网络功能以资源共享为主,而不是以数据通信为主。

3. 体系结构标准化的第三代计算机网络

20 世纪 70 年代,不少计算机公司为了霸占市场,采用自己独特的技术并推出了自己的网络体系结构,其中最著名的有 IBM 公司的 SNA(System Network Architecture, 系统网络体系结构)和 DEC 公司的 DAN(Digital Network Architecture, 数字网络体系结构)。随着社会的发展,需要将各种不同体系结构的网络进行互连,但是由于不同体系结构的网络是无法互联的,因此国际标准化组织(ISO)在 1977 年设立了一个分委员会,专门研究网络通信的体系结构。1983 年该委员会提出的开放系统互连参考模型 OSI/RM(Open Systems Interconnection Reference Model, OSI)各层的协议被批准为国际标准,并于 1984 年正式颁布,给网络的发展提供了一个共同遵守的规则,使不同公司的设备和协议都能达到全网的互联,因此把体系结构标准化的计算机网络称为第三代计算机网络。

4. 以 Internet 为核心的第四代计算机网络

进入 20 世纪 90 年代,Internet 的建立将分散在世界各地的计算机和网络连接起来,形成了覆盖世界的大网络。第四代计算机网络是随着数字通信的出现和光纤的接入而产生的,快速网络接入 Internet 的方式也不断地诞生,如 ISDN、ADSL、DDN、FDDI 和 ATM 网络等。局域网成为计算机网络结构的基本单元。网络技术正向着综合化、宽带化、智能化和个性化的方向发展。

1.1.2 Internet 时代

Internet(因特网,又叫互联网)的迅猛发展和广泛应用,为世界各地的人们架起了通信的桥梁,为他们提供了丰富的信息资源,以及多彩的生活方式。Internet 是一种计算机网络的集合,以 TCP/IP 协议进行数据通信,它把世界各地的计算机网络连接在一起,实现信息交换和资源共享。

1. Internet 的起源

Internet 是计算机技术和现代通信技术相结合的产物。从 20 世纪 60 年代末开始, Internet 的发展经历了 ARPAnet 的诞生、NSFnet 的建立、美国国内互联网的形成以及 Internet 在全球的形成和发展阶段。

ARPAnet 的初衷是实现不同类型的计算机之间的直接通信, 寻求一种连接不同局域网和广域网的方法, 实现一个连接网络的网络, 即网际网。在研究实现互联的过程中, 计算机软件起了主要的作用。1974 年, 出现了连接分组网络的协议, 其中就包括了 TCP/IP——著名的网际互联协议 IP 和传输控制协议 TCP。这两个协议相互配合, 其中 IP 是基本的通信协议, TCP 是帮助 IP 实现可靠传输的协议。TCP/IP 有一个非常重要的特点, 就是开放性, 即 TCP/IP 的规范和互联的技术都是公开的, 目的就是使任何厂家生产的计算机都能相互通信, 使 Internet 成为一个开放的系统, 这正是后来 Internet 得到飞速发展的重要原因。

ARPAnet 采用分布式的控制与处理, 它的一个或多个站点被破坏时, 其他站点间的连接和通信不受影响。ARPAnet 所具有的高可靠性使它得到了迅速发展, 随着新团体的不断加入, 规模越来越大, 功能也逐步完善起来。ARPA 在 1982 年接受了 TCP/IP, 选定 Internet 为主要的计算机通信系统, 并把其他的军用计算机网络都转换到 TCP/IP。1983 年, ARPAnet 被正式命名为 Internet, 我国称它为因特网或国际互联网。

1985 年, 美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)决定建立美国的计算机科学网 NSFnet, 该网络成为 Internet 的第二个主干网。20 世纪 80 年代以来, 由于世界各国和地区纷纷加入 Internet 的行列, Internet 成为一个全球性的网络。目前, 因特网已经覆盖了全球大部分地区。

2. Internet 的发展现状

1992 年因特网上的主机超过 100 万台, 到 1999 年年底, 因特网上注册的主机已超过 1000 万台。在 2009 年 5 月的调查中, 网站托管检测机构 Netcraft 在侦测时收到了 235890526 个站点的反馈信息。图 1.2 反映了 1995 年 10 月至 2009 年 7 月间全球网站数的变化情况。其中 Hostname 表示主机的数量, Active 代表活跃站点的数量。

据统计, 截至 2009 年 6 月 8 日, 全球 gTLD(顶级域名)域名注册总量为 105716579 个。全球网民数目已达 1596270108; 全球互联网使用普及率已达 23.8%。截至 2009 年 4 月, 美国家庭宽带的普及率已经达到 63%。

1993 年因特网主干网的速率提高到 45Mb/s (T3 速率)。1996 年速率为 155Mb/s 的主干网 vBNS (very high-speed Backbone Service)建成。1998 年又开始建造更快的主干网 Abilene, 数据率最高达 2.5Gb/s。1999 年 MCI 和 Worldcom 公司开始将美国的因特网主干网速率提高到 2.5Gb/s。目前, 面向最终用户联网速率为 10Mb/s 或 100Mb/s。

随着互联网的高速普及和应用, 今天的 Internet 已不再只是计算机人员和军事部门进行科研的领域, 而是变成了一个开发和使用信息资源的覆盖全球的信息海洋。从应用层面看, Internet 已由单一的数据传输网向多业务承载网演进。互联网的业务由最初的电子邮件(E-mail)、远程登录(Telnet)、查询服务(Finger)、文件传输(FTP)等业务发展到如今的网络音乐、即时消息、网络电话(VoIP)、网络电视、搜索引擎、网络游戏、网上购物等更为丰富的业务。这些业务已经在社会的各个层面为全人类的生活提供了便利, 同时将越来越多的用

户吸引到相关的应用中来。从技术层面上看,互联网技术突飞猛进。其中 QoS 和安全方面都有一定的改善,如从“尽力而为”的 IP 转发机制到 MPLS 等电信级网络技术的出现;接入技术也有很大的提高,如从 56kb/s 调制解调器到 ADSL,甚至 FTTx、xPON 的规模商用;应用技术方面则从“WWW+E-mail”到层出不穷的新应用,再到 Web 2.0、P2P 和 CDN 等技术的应用。互联网的技术面貌发生了翻天覆地的变化,促进了互联网的发展及应用。

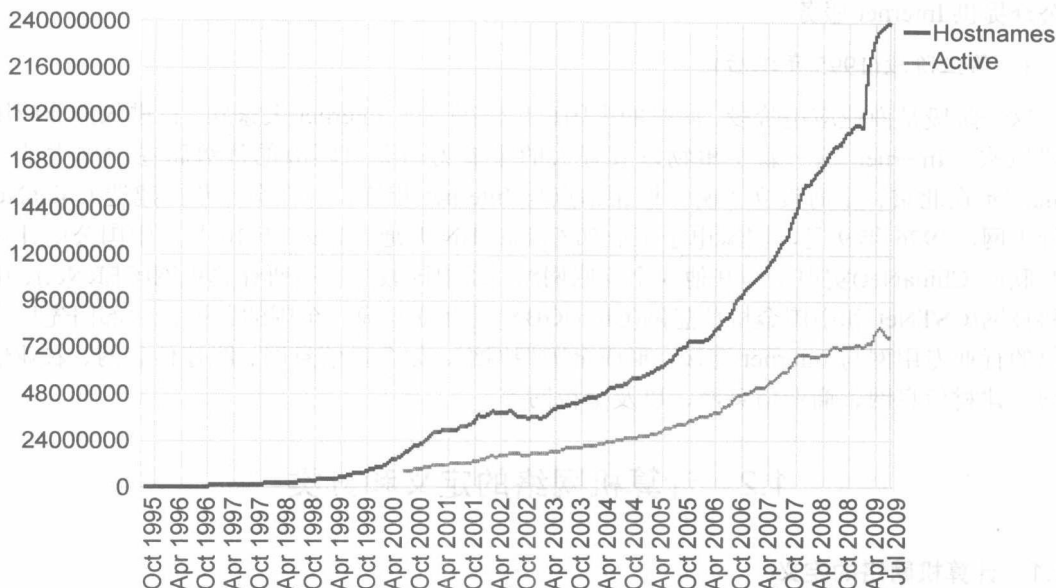


图 1.2 全球网站数的变化情况(1995.10—2009.7)

1.1.3 Internet 在中国的发展

我国第一次与国外通过计算机和网络进行通信始于 1983 年。这一年,中国科学院高能物理研究所(IHEP)(以下简称高能物理所)通过商用电话线,与美国建立了电子通信连接,实现了两个节点间电子邮件的传输,从此拉开了中国 Internet 的帷幕。

Internet 在中国的发展大致可分为以下 3 个阶段。

1. 第一阶段(1987—1994 年)

这一阶段是电子邮件使用阶段。我国通过电话拨号与国外连通电子邮件,实现了与欧洲及北美地区的 E-mail 通信。1989 年 11 月,我国第一个公用分组交换数据网 CNPAC 建成并运行。1991 年 6 月,高能物理所租用国际卫星信道建立与美国 SLAC 国家实验室的 64Kb/s 专线。1993 年 3 月 2 日,正式开通了由高能物理所到美国斯坦福直线加速器中心的计算机通信专线,使用 DCEnet 协议与各地连通。1993 年 9 月,高能物理所获得进口 CISCO 路由器权,转入运行 TCP/IP 协议,连入 Internet,建成新的中国公用分组交换网。

2. 第二阶段(1994—1995 年)

这一阶段是教育科研网发展阶段。1994 年 5 月,高能物理所通过一条 64Kb/s 卫星线路连到美国 Internet,这是中国大陆联系国际 Internet 的第一条纽带。到 1995 年年初,高能物

理所将卫星专线改为海底电缆,通过日本进入 Internet。同时,由中科院(中关村地区)及北京大学、清华大学的校园网组成的 NCFC 以高速光缆和路由器实现主干网的连接。这时,我国通过 TCP/IP 连接,实现了 Internet 的全部功能。

此后,我国又建成了中国教育和科研计算机网(China Education and Research Network, CERNet)。1995 年 5 月,邮电部开通了中国公用计算机互联网(ChinaNet),作为公共商用网向公众提供 Internet 服务。

3. 第三阶段(1995 年以后)

这一阶段是商业应用阶段。此时的中国已广泛融入了 Internet 大家族。自进入商业应用阶段以来,Internet 这一新生事物以其强大的生命力与无可匹敌的优势席卷中国大地。ChinaNet 在北京、上海设立了两个枢纽站点与 Internet 相连,并在全中国范围建造 ChinaNet 的骨干网。1996 年 9 月,国家电子工业部 ChinaGBN 开通。1997 年 10 月,中国公用计算机互联网(ChinaNet)实现了与其他 3 个互联网络,即中国教育和科研计算机网(CERNet)、中国科技网(CSTNet)和中国金桥信息网(ChinaGBN)的互联互通。全国的各个行业部门先后将自己的行业专用网与 Internet 连接,形成全国型网络,如金融信息网、医疗信息网、农业信息网、建材信息网、商业信息网、以及金税网等。

1.2 计算机网络的定义和分类

1.2.1 计算机网络的定义

关于计算机网络的定义目前大体可以分为以下两种观点:从物理结构上看的定义和从应用目的(即资源共享)上看的定义。

从物理结构上看,计算机网络是将地理位置不同,并具有独立功能的多台计算机系统通过通信设备和线路连接起来,以功能完善的网络软件实现在网络中资源共享的系统。

从应用目的(即资源共享)上看,计算机网络是以相互共享资源(硬件、软件和数据等)为目的而连接起来的,具有独立功能的多台计算机系统的集合。

综合上述两种观点,结合计算机网络的功能,本书认为计算机网络是指具有独立功能的计算机通过通信设备及传输媒体被互连起来,在通信软件的支持下,实现计算机间的资源共享、信息交换或协同工作的系统。

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物,两者的迅速发展和相互渗透形成了计算机网络。

1.2.2 计算机网络的分类

1. 按网络的作用范围划分

1) 局域网(Local Area Network, LAN)

局域网一般用微机或工作站通过高速线路连接(速率通常在 10Mb/s 以上),覆盖范围从几百米到几千米,它适用于公司、机关、校园、工厂等有限范围内的计算机、终端与各类信息处理设备连网的需求。目前局域网最快的速率要算现今的 10G 以太网了。由于局域网