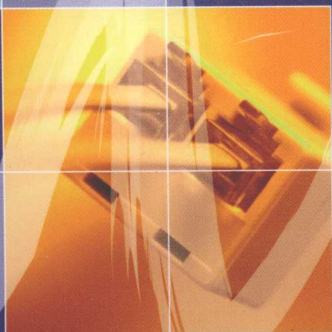




21st CENTURY
实用规划教材

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



etwork

主 编 陈代武



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

主 编 陈代武

副主编 杜淑琴 李 冬



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书内容涵盖了计算机网络的基本概念、原理和技术,同时对数据通信的基础知识也进行了介绍。

本书的主要内容包括:计算机网络概述、数据通信技术、计算机网络体系结构、局域网技术、广域网技术、网络互联与 Internet 技术、网络操作系统、网络安全技术、流媒体技术、网络新技术和综合案例。

本书的特点是:通俗易懂、精讲理论、突出应用、紧跟时代。对知识点的阐述体现了理论性,对案例的分析体现了应用性,对新知识的跟踪体现了时代性。

本书可作为高等学校计算机类和电气信息类专业本科生的教材或参考书,对于从事计算机网络工作的工程技术人员和有志于报考计算机类硕士研究生的考生也有学习参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术/陈代武主编. —北京:北京大学出版社, 2009.8

(21 世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材)

ISBN 978-7-301-15461-8

I. 计… II. 陈… 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(2009)第 116498 号

书 名: 计算机网络技术

著作责任者: 陈代武 主编

策 划 编 辑: 李 虎 孙哲伟

责 任 编 辑: 孙哲伟

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-15461-8/TP · 1029

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@163.com

印 刷 者: 北京飞达印刷有限责任公司

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 22 印张 500 千字

2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 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

2008年1月,“21世纪全国应用型本科计算机案例型规划教材”研讨会在北京召开,会议的议题是为顺应高等教育普及化迅速发展的趋势,配合高等院校本科计算机及相关专业的教学改革和教材建设,坚持因材施教的教学原则,注重理论联系实际,全面促进高等院校教材建设,进一步提高我国高校教材的质量,为教育部实施的高等教育“质量工程”建设提供教材保障。

为了适应21世纪计算机网络课程的教学需要,我们根据多年来的计算机网络教学经验和校级精品课程计算机网络的建设成果,以及省教改研究立项课题(湘教通[2006]171号No.165)的研究成果和省教育科学“十一五规划课题”(XJK08CXJ010)的研究成果,编写了本书,这也是湖南省十一五重点建设学科“计算机应用技术”的建设成果。

本书比较系统地阐述了计算机网络的基本概念、基本原理和基本技术,每一章均有“知识点导入”部分,首先导入知识点,然后进行知识点讲解,最后进行案例分析,并专门用一章给出了综合案例。全书共由11章构成:第1章计算机网络概述,第2章数据通信技术,第3章计算机网络体系结构,第4章局域网技术,第5章广域网技术,第6章网络互联与Internet技术,第7章网络操作系统,第8章网络安全技术,第9章流媒体技术,第10章网络新技术,第11章综合案例。前8章包含了计算机网络的经典知识,第9、10章体现了计算机网络的前沿发展。

本书的特点是:通俗易懂、精讲理论、突出应用、紧跟时代。根据应用型本科的培养目标,注重知识的理论性、本体性、应用性和时代性,面向就业,兼顾考研。从案例入手,将知识点的讲解与案例分析进行有机整合,在内容上进行精选,将传统网络知识和现代网络技术进行合理取舍;在方法上进行改进,将传统的知识直述型教材改造为新型的案例型教材;在形式上进行创新,从单一的纸质教材发展为立体的精品教材。本书附有配套的多媒体课件供师生教学参考,同时建有“计算机网络”精品课程网站(<http://www.hnrku.net.cn:8000/ec3.0/c84/index.htm>)为读者提供一个资源共享平台。

本书由陈代武担任主编,杜淑琴、李冬担任副主编,参加编写的人员有:湖南人文科技学院陈代武(第1章、第2章、第3章、第5章、第9章)和彭智朝(第10章),仲恺农业技术学院杜淑琴(第7章、第8章)和谢芳清(第11章),平顶山学院张睿哲(第4章),新乡学院李冬(第6章)。

本书的参考课时数为70学时,在课时较少的情况下可只学习前8章,也可获得基本的计算机网络技术知识。

衷心感谢所有关心支持本书编写和出版的同志们,感谢所有使用本书的学者和读者。由于编者水平所限,书中难免存在一些不足和疏漏,诚恳希望广大读者批评指正。

(编者的E-mail: daiwuch@163.com, QQ: 1064314968)

陈代武

2009年1月于海园

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的产生和发展	3
1.1.1 计算机网络发展的 4 个阶段	3
1.1.2 我国计算机网络的发展	4
1.2 计算机网络的定义和功能	5
1.2.1 计算机网络的定义	5
1.2.2 计算机网络的功能	6
1.3 计算机网络的分类	7
1.4 计算机网络的组成	7
1.4.1 网络硬件	7
1.4.2 网络软件	8
1.5 计算机网络的拓扑结构	8
1.5.1 总线型结构	9
1.5.2 星型结构	9
1.5.3 环型结构	9
1.5.4 树型结构	10
1.5.5 网状型结构	10
1.6 传输介质	10
1.6.1 评价传输介质特性的 主要因素	10
1.6.2 有线传输介质	11
1.6.3 无线传输介质	13
1.7 网络设备	14
1.7.1 网卡	14
1.7.2 中继器	14
1.7.3 集线器	15
1.7.4 交换机	15
1.7.5 路由器	16
1.7.6 其他网络设备	16
1.8 案例分析	17
1.8.1 网络硬件配置	17
1.8.2 网络软件配置	17
1.8.3 组成结构及通信方式	18

1.9 本章小结	18
1.10 阅读材料	18
1.10.1 ARPANET	18
1.10.2 我国的部分网络简介	19
1.10.3 双绞线的类别	20
习题	21
第 2 章 数据通信技术	22
2.1 数据通信的基础理论	24
2.1.1 数据通信的基本概念	24
2.1.2 数据通信系统的组成	25
2.1.3 通信系统的主要技术指标	25
2.2 数据通信方式	26
2.2.1 串行通信和并行通信	27
2.2.2 异步传输和同步传输	27
2.2.3 单工通信和双工通信	29
2.2.4 基带传输和频带传输	29
2.2.5 点对点连接和多点连接	30
2.2.6 客户机/服务器方式与 对等方式	30
2.3 数据调制与编码技术	30
2.3.1 模拟数据的模拟信号调制	31
2.3.2 数字数据的模拟信号调制	31
2.3.3 数字数据的数字信号编码	32
2.3.4 模拟数据的数字信号编码	33
2.4 数据交换技术	35
2.4.1 电路交换	35
2.4.2 报文交换	36
2.4.3 分组交换	36
2.5 信道复用技术	38
2.5.1 频分复用	39
2.5.2 时分复用	40
2.5.3 波分复用	42
2.5.4 码分复用	43

2.6 差错控制技术	44	4.2 以太网	85
2.6.1 差错控制方法	44	4.2.1 以太网概述	85
2.6.2 循环冗余校验	44	4.2.2 传统以太网	89
2.6.3 校验和	45	4.2.3 快速以太网	91
2.7 案例分析	46	4.2.4 高速以太网	91
2.7.1 电话通信系统的组成	46	4.2.5 交换以太网	92
2.7.2 电话通信的相关技术	47	4.3 令牌环网与 FDDI	96
2.8 本章小结	47	4.3.1 令牌环网	96
2.9 阅读材料	48	4.3.2 光纤分布数据接口	98
2.9.1 驿站	48	4.4 虚拟局域网	99
2.9.2 通信技术发展简史	48	4.4.1 虚拟局域网概述	99
习题	49	4.4.2 虚拟局域网的组网方法	100
第 3 章 计算机网络体系结构	51	4.5 扩展局域网	102
3.1 网络体系结构概述	53	4.5.1 在物理层扩展局域网	102
3.1.1 网络协议与网络体系结构	53	4.5.2 在数据链路层扩展局域网	103
3.1.2 网络体系结构的国际标准	54	4.5.3 在网络层扩展局域网	106
3.1.3 网络体系结构的分层模型	54	4.6 无线局域网	107
3.2 OSI/RM 模型	56	4.6.1 无线局域网分类	107
3.2.1 OSI/RM 模型概述	56	4.6.2 无线局域网的基本结构	108
3.2.2 物理层	58	4.6.3 无线局域网硬件设备	109
3.2.3 数据链路层	59	4.6.4 IEEE 802.11 标准	111
3.2.4 网络层	68	4.7 案例分析	112
3.2.5 传输层	69	4.8 本章小结	113
3.2.6 其他各层	69	4.9 阅读材料	113
3.3 TCP/IP 模型	70	4.9.1 三层交换技术	113
3.3.1 TCP/IP 模型概述	70	4.9.2 高层交换技术	114
3.3.2 TCP/IP 各层功能	71	习题	115
3.4 TCP/IP 与 OSI/RM 比较	72	第 5 章 广域网技术	117
3.5 案例分析	73	5.1 广域网概述	118
3.6 本章小结	75	5.1.1 广域网的基本概念	118
3.7 阅读材料	75	5.1.2 广域网参考模型	119
习题	77	5.1.3 广域网提供的服务	120
第 4 章 局域网技术	79	5.1.4 广域网中的分组转发机制	120
4.1 局域网概述	80	5.1.5 常用的广域网技术	124
4.1.1 局域网的特点	80	5.2 高级数据链路控制规程 HDLC	124
4.1.2 IEEE 802 标准	81	5.2.1 HDLC 协议概述	124
4.1.3 介质访问控制技术	83	5.2.2 HDLC 的帧格式	125
		5.3 点对点协议 PPP	127

5.3.1	PPP 协议的组成	127
5.3.2	PPP 协议的帧格式	128
5.3.3	PPP 协议的工作过程	128
5.4	综合业务数字网 ISDN	129
5.4.1	ISDN 概述	129
5.4.2	ISDN 的组成	129
5.4.3	ISDN 的服务	130
5.5	异步传输模式 ATM	131
5.5.1	ATM 概述	131
5.5.2	ATM 协议参考模型	133
5.6	帧中继 FR	136
5.6.1	FR 概述	136
5.6.2	FR 的帧格式	137
5.6.3	FR 的工作过程	137
5.7	数字数据网 DDN	138
5.7.1	DDN 概述	138
5.7.2	DDN 的组成	139
5.7.3	DDN 的服务	140
5.8	光传输网络 SONET/SDH	140
5.8.1	SONET/SDH 概述	141
5.8.2	SONET 的体系结构	142
5.9	宽带接入技术	142
5.9.1	xDSL 技术	143
5.9.2	光纤以太网接入	144
5.10	案例分析	145
5.10.1	ADSL 接入设备的安装	145
5.10.2	ADSL 上网设置	146
5.11	本章小结	148
5.12	阅读材料	149
	习题	150

第 6 章 网络互联与 Internet 技术

6.1	网络互联概述	153
6.1.1	网络互联的概念和任务	153
6.1.2	网络互联设备	154
6.2	Internet 基础	155
6.2.1	Internet 的组成	155
6.2.2	Internet 的工作原理	156
6.3	Internet 的网络层	157

6.3.1	网络层功能概述	157
6.3.2	网际协议 IP	158
6.3.3	地址解析协议和逆地址 解析协议	163
6.3.4	路由和路由选择协议	167
6.3.5	因特网控制报文 协议 ICMP	172
6.3.6	虚拟专用网 VPN 技术	176
6.4	Internet 的传输层	178
6.4.1	传输层功能概述	178
6.4.2	用户数据报协议 UDP	181
6.4.3	传输控制协议 TCP	183
6.5	Internet 的应用层	194
6.5.1	域名系统	194
6.5.2	万维网 WWW	198
6.5.3	动态主机配置协议 DHCP	205
6.5.4	文件传输协议 FTP	207
6.5.5	电子邮件服务	208
6.6	案例分析	210
6.6.1	用路由器实现两个网络 互联	210
6.6.2	从单击超链接到显示 页面内容	211
6.7	本章小结	212
6.8	阅读材料	213
	习题	214

第 7 章 网络操作系统

7.1	网络操作系统概述	218
7.1.1	网络操作系统的概念及 主要功能	218
7.1.2	网络操作系统的分类	219
7.2	典型的网络操作系统	220
7.2.1	Windows NT	220
7.2.2	Windows 2000/2003 Server	220
7.2.3	UNIX 操作系统	230
7.2.4	Linux 操作系统	231
7.3	案例分析	233
7.4	本章小结	233

7.5 阅读材料	234	9.3.2 多播	271
习题	235	9.3.3 广播	272
第 8 章 网络安全技术	237	9.3.4 智能流技术	272
8.1 网络安全概述	238	9.4 流媒体的应用系统	273
8.1.1 网络安全的基本概念	239	9.4.1 Real System	273
8.1.2 网络安全的层次结构	240	9.4.2 Windows Media	273
8.1.3 网络安全模型	241	9.4.3 QuickTime	274
8.1.4 常见的网络安全技术	242	9.5 案例分析	274
8.2 网络病毒防范技术	242	9.6 本章小结	275
8.2.1 病毒的概念及分类	243	9.7 阅读材料	276
8.2.2 病毒的传播方式	243	习题	278
8.2.3 病毒的结构及工作原理	244	第 10 章 网络新技术	279
8.2.4 杀毒技术	244	10.1 下一代网络技术	280
8.3 数据加密技术	245	10.1.1 下一代网络概述	280
8.3.1 传统加密技术	246	10.1.2 软交换技术	282
8.3.2 数据加密标准 DES	249	10.2 IPv6 技术	284
8.3.3 公钥密码系统	251	10.2.1 IPv6 协议的产生	284
8.4 防火墙技术	253	10.2.2 IPv6 地址表示与寻址	286
8.4.1 防火墙的概念及原理	253	10.2.3 IPv4 向 IPv6 过渡	287
8.4.2 防火墙技术	254	10.2.4 移动 IPv6 技术	289
8.4.3 防火墙的体系结构	256	10.3 无线自组网	290
8.4.4 防火墙前沿技术	257	10.3.1 移动自组网络概述	290
8.5 案例分析	258	10.3.2 移动自组网络结构	292
8.6 本章小结	259	10.3.3 无线传感器网络	292
8.7 阅读材料	260	10.4 主动网络技术	295
习题	261	10.4.1 主动网络概述	295
第 9 章 流媒体技术	263	10.4.2 主动网络的实现	296
9.1 流媒体技术概述	264	10.4.3 主动网络系统的应用	296
9.1.1 流媒体的基本概念	264	10.5 全光与智能光网络	297
9.1.2 流媒体的实现原理	265	10.5.1 全光网络	297
9.2 流媒体传输协议	267	10.5.2 智能光网络	299
9.2.1 实时传输协议 RTP	267	10.5.3 自动交换光网络	300
9.2.2 实时传输控制协议 RTCP	268	10.6 其他新技术介绍	301
9.2.3 实时流协议 RTSP	269	10.6.1 WiMAX	301
9.2.4 资源预留协议 RSVP	270	10.6.2 UWB	303
9.3 流媒体播送技术	271	10.6.3 网格计算	304
9.3.1 单播	271	10.6.4 MPLS	306
		10.7 案例分析	307
		10.7.1 安装 IPv6 协议	308

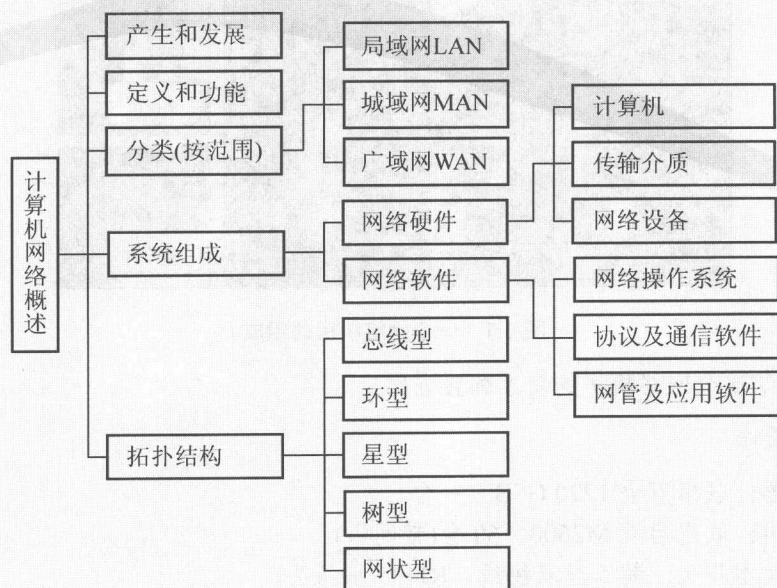
10.7.2 ISATAP 隧道配置.....	308	11.3.1 校园网的拓扑结构设计.....	315
10.7.3 6to4 隧道配置.....	309	11.3.2 校园网的 IP 地址规划.....	316
10.8 本章小结.....	310	11.3.3 校园网接入 Internet 的 方式.....	317
10.9 阅读材料.....	310	11.4 网络设备及系统选型.....	317
习题.....	311	11.4.1 网络设备.....	317
第 11 章 综合案例.....	312	11.4.2 网络设备选型.....	324
11.1 校园网概述.....	313	11.4.3 网络操作系统及其选型.....	327
11.1.1 什么是校园网.....	313	11.4.4 网络管理系统及选型.....	327
11.1.2 校园网基本功能.....	313	11.5 校园网的维护与管理.....	328
11.2 校园网需求分析.....	314	11.5.1 校园网的维护.....	328
11.2.1 业务需求分析.....	314	11.5.2 网络故障案例.....	328
11.2.2 管理需求分析.....	314	11.5.3 交换机的配置.....	329
11.2.3 安全需求分析.....	315	参考文献.....	333
11.3 校园网规划与设计.....	315		

计算机网络概述

教学目标

1. 了解计算机网络的产生和发展历史;
2. 了解计算机网络的基本组成和拓扑结构;
3. 初识计算机网络的传输介质和网络设备;
4. 理解并掌握计算机网络的定义、分类和功能。

知识结构



知识点导入

在现代社会中,“交通运输网”、“电力供应网”是生活中必不可少的基础设施,在信息时代,计算机网络(Computer Networks)同样也是人们生活中必不可少的一部分。数字化、网络化和信息化是 21 世纪的重要特征,要实现信息化,必须构建完善的信息网络。自从 1946 年世界上诞生第一台数字电子计算机以来,人们就在思考如何将这些计算机连接起来形成一个网络,随着计算机技术和通信技术的不断发展,计算机网络于 20 世纪 50 年代诞生了。现在,计算机网络已渗透到人们生活中的每一个角落。

下面先来介绍一下一个小型计算机网络的基本组成。

各高校建有很多网络机房,图 1.1 所示为某大学的一个网络机房图片。网络机房就是将一些计算机通过传输介质(通常为双绞线)和网络通信设备(集线器或交换机)连接起来,构成一个局域网。将计算机联网之后进行软件安装、文件复制、维护和管理将会更加方便。正如计算机系统是由硬件系统和软件系统构成一样,计算机网络也是由网络硬件和网络软件构成的。图 1.1 中的网络硬件有:计算机(学生机和服务器)、网线、交换机、机柜、安装在计算机主板上的网卡等。网络软件也是必不可少的——没有网络软件,将这些计算机连接起来也是无法工作的,就像一台新计算机在没有安装操作系统时(称为裸机)什么事都做不了。



图 1.1 一个网络机房的组成

下面给出了这个网络机房的基本配置方案。

1. 网络硬件

- (1) 服务器: 联想万全 1220 G5B 一台。
- (2) 学生机: 联想启天 M2600 60 台(带网卡)。
- (3) 网线及水晶头: 超 5 类双绞线、RJ-45 水晶头。
- (4) 网络设备: 交换机 3 台(D-Link DES-1024R 10/100 Fast Ethernet Switch 24 口)。

2. 网络软件

- (1) 操作系统: 服务器安装 Windows 2003 Server 操作系统,各工作站安装 Windows XP 操作系统。

(2) 通信协议: TCP/IP 协议、IPX/SPX 协议。

(3) 教学软件、应用软件。

3. 组网拓扑结构及网络类型

组网采用星型结构(或树型结构), 网络通信方式采用客户机/服务器模式。

前面已对一个小型网络的基本组成进行了基本介绍, 初学者可能对上面提到的“通信协议”、“拓扑结构”和“客户机/服务器模式”不太明了, 肯定想知道更多的网络知识, 如网络是怎样产生和发展起来的, 网络的工作原理是怎样的等, 这些在后面将会进行详细讲述。我们正处于信息时代, 在这 20 余年的时间里, 计算机网络得到了飞速发展, 它使全世界人们能够相互联系, 缩短了人与人之间的空间距离, 使地球变成了一个“村庄”。人们已经习惯网络时代的生活: 信息发布、信息检索、上网聊天、电子邮件、网上银行、网上购物、无纸办公, 等等。目前全球互联网用户人数达到 10 多亿人, 中国互联网用户数规模将达 2.44 亿人。

计算机网络是全世界信息传输的“主动脉”。本章将从计算机网络的产生和发展开始, 介绍计算机网络的定义、功能、类型和系统组成。

1.1 计算机网络的产生和发展

1.1.1 计算机网络发展的 4 个阶段

1946 年美国宾夕法尼亚大学科研人员研制成功世界上第一台数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator), 标志着计算机的诞生。计算机网络源于计算机与通信技术的结合, 始于 20 世纪 50 年代, 50 多年来得到了飞速发展, 大致经历了 4 个阶段: 以单计算机为中心的联机系统阶段、计算机-计算机网络阶段、体系结构标准化网络阶段和高速智能计算机网络阶段。

1. 第一阶段: 以单计算机为中心的联机系统

(1) 时期: 20 世纪 50 年代初至 60 年代中期。

(2) 基本特征: 联机系统由中心计算机和无处理能力的终端组成。

(3) 典型系统: 在军事方面, 美国麻省理工学院于 1951 年开始设计、1963 年建成的美国空军半自动地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE), 开始了计算机技术与通信技术相结合的尝试。在民用方面, 最早的是美国航空公司与 IBM 公司在 20 世纪 50 年代开始联合研究、60 年代初投入使用的飞机订票系统 SABRE-1, 该系统由一台中央计算机与全美范围内的 2000 个终端组成。

2. 第二阶段: 计算机-计算机网络

(1) 时期: 20 世纪 60 年代中期至 70 年代中期。

(2) 基本特征: 将多个单计算机联机终端网络互联起来, 形成多计算机互联的网络。这种网络有两种形式: 第一种形式是通过通信线路将计算机直接互联起来, 主机既承担数据处理任务又承担通信任务; 第二种形式是减轻主机的任务, 将数据处理和通信任务分离,

使通信功能由通信控制处理机(Communication Control Processor, CCP)承担,主机只负责数据处理。人们把由 CCP 组成的传输网络称为通信子网;网上主机负责数据处理,是计算机网络资源的拥有者,提供资源共享,组成了资源子网。

(3) 典型系统:1969 年美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPANET(详见本章阅读材料),还有英国国家物理实验室 NPL 网络,英国邮政局的 EPSS 公用分组交换网,法国信息与自动化研究所的 CYCLADES 分布式数据处理网络等。

3. 第三阶段:体系结构标准化网络

(1) 时期:20 世纪 70 年代末至 90 年代中期。

(2) 基本特征:具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式标准化网络。体系结构标准化网络又分为各计算机制造厂商网络体系结构标准化阶段和国际网络体系结构标准化阶段。第一阶段,各厂商网络体系结构标准化,包括 IBM 公司的系统网络体系结构(System Network Architecture, SNA)标准、DEC 公司的数字网络体系结构(Digital Network Architecture, DNA)标准、Univac 公司的分布式通信体系结构(Distributed Communication Architecture, DCA)标准、Burroughs(宝来)公司的宝来网络体系结构 BNA 标准等。这些网络技术标准只在一个公司范围的有效,由于各厂商有各自的体系结构标准,不利于网络的互联,促使人们着手制定一个统一的技术标准。第二阶段,国际网络体系结构标准化。国际标准化组织(ISO)于 1984 年颁布了“开放系统互联参考模型”,即 OSI/RM(Open System Interconnect Reference Model),后来因特网上使用的 TCP/IP 协议及其体系结构成为业界公认的事实标准。

(3) 典型系统:各种互联网、因特网。

4. 第四阶段:高速智能计算机网络

(1) 时期:20 世纪 90 年代末至今。

(2) 基本特征:网络速度高,基于光纤的广域网主干带宽达 10Gb/s。全光网诞生,大幅度提高了网络的吞吐能力。网络智能化,目前众多网络管理任务被要求通过智能化程序很高的网管软件或硬件来实现。

(3) 典型系统:下一代因特网,主动网络,无线传感器网络 and 全光与智能网络(详见第 10 章)。

1.1.2 我国计算机网络的发展

1. 我国计算机网络的起步

计算机网络在我国起步较晚,但发展很快。

(1) 1975 年 3 月,我国在上海首先开始了远程终端联机试验,1976 年 3 月,又进行了北京、上海连接远程终端试验。

(2) 1980 年,铁道部开始建设计算机广域网。当时的几个结点是北京、济南、上海等铁路局及其所属的 11 个分局。1989 年 11 月,我国第一个公用分组交换网 CNPAC 建设运行,1993 年 9 月邮电部将其扩建,改称为 CHINAPAC,由国家主干网和各省、区、市的省内网组成。

(3) 1993年年底,国家有关部门决定兴建“金桥”、“金卡”、“金关”工程,简称“三金”工程。

(4) 中国的公用数据通信网建设速度很快。电信部门建立了中国公用分组交换数据网(CHINAPAC)、中国公用数字数据网(CHINADDN)、中国公用帧中继网(CHINAFRN)等数字通信网络,形成了我国的公用数据通信网。

2. 我国 Internet 的发展

我国 Internet 的发展历史分为以下 3 个阶段。

(1) 第一阶段,从 1986 到 1994 年,这个阶段主要是通过中科院高能所网络线路实现了与欧洲及北美地区的 E-mail 通信。中国科技界最早是从 1986 年开始使用 Internet 的。1987 年 9 月 20 日,钱天白教授通过拨号上网,发出了我国第一封电子邮件“越过长城,通向世界”。这封电子邮件从北京经意大利到达德国的卡尔斯鲁厄大学,揭开了中国人使用 Internet 的序幕。

(2) 第二阶段,从 1994 到 1995 年,这一阶段是教育科研网发展阶段。北京中关村地区及清华大学、北京大学组成 NCFC 网,于 1994 年 4 月开通了国际 Internet 的 64Kb/s 专线连接,同时还设中国最高域名(CN)服务器,这时中国才算真正加入了因特网,此后又建成了中国教育和科研网(CERNET)。

(3) 第三阶段,从 1995 年至今,该阶段开始了商业应用阶段。1995 年 5 月邮电部开通了我国公用计算机互联网,即 CHINANET。

到现在为止,我国已建造了 9 个和因特网互联的全国范围的公用计算机网络,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络(CERNET)、中国科学技术网(CSTNET)、中国联通互联网(UNINET)、中国网通公用互联网(CNCNET)、中国国际经济贸易互联网(CIETNET)、中国移动互联网(CMNET)、中国长城互联网(CGWNET)和中国卫星集团互联网(CSNET)。

1.2 计算机网络的定义和功能

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络尚没有一个统一的精确定义,在不同的发展阶段或从不同角度有着不同的定义。计算机网络一种最简单的定义为:一些互相连接的、自治的计算机的集合。

当前比较流行的计算机网络定义为:将地理位置不同且具有独立功能的多个计算机系统通过通信线路和通信设备相互连接在一起,由网络操作系统和协议软件进行管理,实现资源共享的系统。

可以从以下 4 个方面来理解上述定义。

(1) “具有独立功能的”或“自治的”计算机系统是指每个计算机系统都有自己的软、硬件系统,能够独立地运行。

(2) “通信线路”是指光纤、双绞线、同轴电缆、微波等传输介质,“通信设备”是指网卡、集线器、交换机、路由器等连接和转换设备。

(3) “网络操作系统”是指具有网络软、硬件资源管理功能的系统软件,如 Windows、