

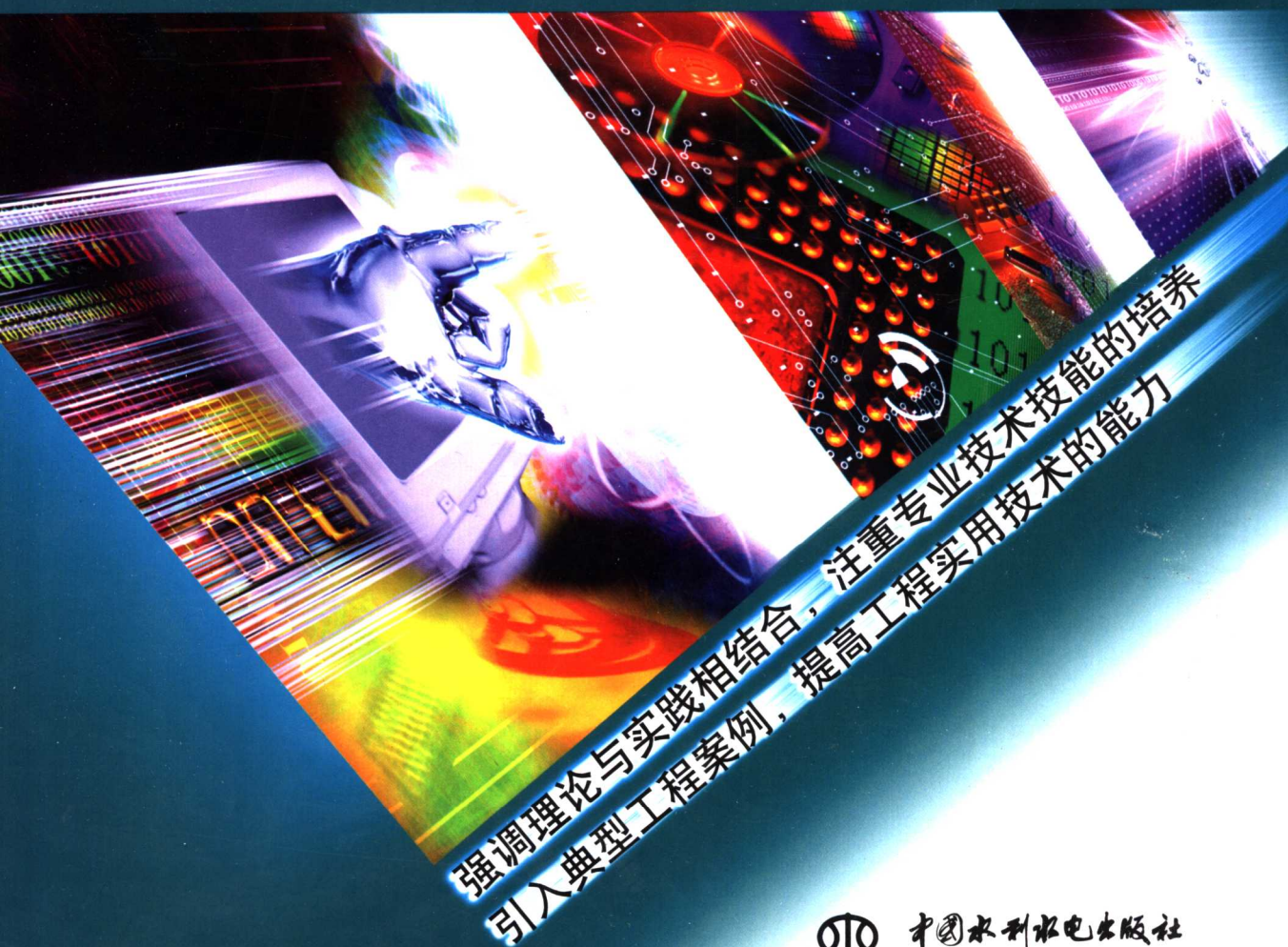


高等院校规划教材

高 晗 主 编

岳经纬 张翠玲 崔文成 杨 芳 等编著

网络互联技术



强调理论与实践相结合，注重专业技术技能的培养
引入典型工程案例，提高工程实用技术的能力



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

网络互联技术

高 晗 主 编

岳经伟 张翠玲 崔文成 杨 芳 等编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书首先介绍计算机网络基础知识等内容,使读者对计算机网络有初步的认识,接着重点讲述网络互联中需要使用到的如网络设备、网络介质及网络布线等内容,以及在网络互联中所要使用的通信语言——TCP/IP 协议的有关知识。对局域网、广域网、宽带技术、光网络以及 Windows 组网技术等内容也予以介绍,对网络管理和网络安全等内容作了详尽的讲述。本书最后以实例的形式对校园网校区网络规划、广域网路由技术、无线局域网共享 Internet、ADSL 路由功能、软件路由器的实现、网络的安全配置等方面的内容进行了详细地讲解。

网络互联技术方面的内容非常繁杂,新技术不断涌现,网络设备不断推陈出新,本书本着简捷、实用的原则着重介绍了目前流行的网络互联技术。

本书可作为各类大专院校网络专业、信息专业等计算机专业的教材,也可作为网络工程技术人员的参考书。

本书所配电子教案可以从中国水利水电出版社网站上免费下载,网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/Softdown/>。

图书在版编目(CIP)数据

网络互联技术 / 高晗主编. —北京:中国水利水电出版社, 2006
(21 世纪高等院校规划教材)
ISBN 7-5084-3488-9

I. 网… II. 高… III. 互联网络—高等学校—教材 IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 151488 号

书 名	网络互联技术
作 者	高 晗 主编 岳经伟 张翠玲 崔文成 杨 芳 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机) 68331835 (营销中心) 82562819 (万水)
经 售	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	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 18.75 印张 452 千字
版 次	2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	28.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换
版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21 世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21 世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培养的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了 3 个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计算法的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:以计算机学科的科学体系为依托,明确目标定位,分类组织实施,兼容互补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现

学科发展的内在规律；教材内容循序渐进，保证学术深度，减少知识重复，前后相互呼应，内容编排合理，整体结构完整；采取自顶向下设计方法，内涵发展优先，突出学科方法论，强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是：

(1) 面向应用型高等院校，在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度，注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系，根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要，建立新的课程体系，并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求，知识点不要求大而全，但一定要讲透，使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合，使学生通过实践深化对理论的理解，学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重，使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题，既注重培养学生分析问题的能力，也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式，以实际问题引出相关原理和概念，在讲述实例的过程中将本章的知识点融入，通过分析归纳，介绍解决工程实际问题的思想和方法，然后进行概括总结，使教材内容层次清晰，脉络分明，可读性、可操作性强。同时，引入案例教学和启发式教学方法，便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上，力求由浅入深，循序渐进，举一反三，突出重点，通俗易懂。采用模块化结构，兼顾不同层次的需求，在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写，如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等，注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案，以使教材向多元化、多媒体化发展，满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作，教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 www.waterpub.com.cn 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码，方便教师直接切换到系统环境中教学，提高教学效果。

总之，本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧，内容新颖，结构完整，概念清晰，深入浅出，通俗易懂，可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业，也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材，此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献，也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信，随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不深入，具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见，以便进一步修订，使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会

2004 年 8 月

前 言

信息高速公路是信息社会得以存在的一个重要基础, 20 世纪 90 年代以因特网为代表的计算机网络互联技术已席卷全世界。以 TCP/IP 网络体系结构与协议标准为基础组建的因特网已成为现代社会的最重要的基础信息设施, 因而, 研究 TCP/IP 网络体系结构与协议标准、学习 TCP/IP 网络程序设计、学习各种网络互联设备的配置、管理与互联方法、掌握计算机网络互联技术已成为计算机专业学生以及从事计算机研究和应用的人员必须学会的基本技能。

本课程从计算机网络基础开始, 讲述网络互联中需要使用到的网络设备、网络介质及网络布线以及 TCP/IP 体系结构、TCP/IP 协议栈各层的主要协议, 介绍各层使用的网络互联设备及采用这些设备进行网络互联的配置、管理和设计的方法, 涉及 TCP/IP 体系结构、TCP/IP 寻址与子网、TCP/IP 路由选择、各层网络互联设备、TCP/IP 协议分析。对局域网、广域网、宽带技术、光网络以及 Windows 组网技术等内容也予以介绍, 对网络管理和网络安全等内容作了详尽的讲述。

本书最后以实例的形式对校园网校区网络规划、广域网路由技术、无线局域网共享因特网、ADSL 路由功能、软件路由器的实现、网络的安全配置等方面的内容进行了详细地讲解。目的是使学生掌握 TCP/IP 网络互联的硬、软件工作原理, 培养学生对计算机网络互联的硬件组网应用能力, 为今后开展这方面的工作打下基础。

本书由高晗任主编, 由岳经伟、张翠玲、崔文成、杨芳等共同编写。参加本书大纲讨论及部分内容编写的还有: 沈祥玖、安志远、杨玲、张浩军、相明科、李洛、崔凯、吴学毅、吴绍根、张建伟、沈忠、雷建军、陈光军等。

本书在编写过程中得到了很多朋友、同事的热情帮助, 在此表示诚挚的谢意。由于时间仓促, 有些内容可能理解的角度有所不同, 书中难免有不足之处, 敬请读者批评指正。

编者真诚感谢参考文献的作者以及因特网上提供信息的作者和发布者, 感谢在编写和使用中关心与支持本书的各界朋友。

编 者

2006 年 1 月

目 录

序

前言

第 1 章 计算机网络概述	1
本章学习要点	1
1.1 计算机网络发展	1
1.2 认识计算机网络	4
1.3 计算机网络的应用	8
1.4 网络互联	9
1.4.1 网络互联的形式	9
1.4.2 上网方式	10
思考题	12
第 2 章 网络基础知识	13
本章学习要点	13
2.1 网络应用	13
2.1.1 文件和打印服务	13
2.1.2 通信服务	13
2.1.3 邮件服务	14
2.1.4 因特网服务	14
2.1.5 管理服务	14
2.2 OSI 模型	15
2.2.1 物理层	17
2.2.2 数据链路层	18
2.2.3 网络层	19
2.2.4 传输层	20
2.2.5 会话层	20
2.2.6 表示层	20
2.2.7 应用层	21
2.3 封装	22
2.4 对等通信	23
2.5 网络拓扑	25
2.5.1 物理拓扑与逻辑拓扑	26
2.5.2 公共总线拓扑结构	26

2.5.3 星型拓扑结构	27
2.5.4 环型拓扑结构	27
2.5.5 全连接拓扑结构	28
2.5.6 组合拓扑结构	28
思考题	29
第3章 网络设备	30
本章学习要点	30
3.1 第一层设备	30
3.1.1 中继器	30
3.1.2 集线器	30
3.2 第二层设备	34
3.2.1 网卡	34
3.2.2 网桥 (Bridge)	36
3.2.3 二层交换机	38
3.3 第三层设备	39
3.3.1 路由器 (Router)	39
3.3.2 多层交换机	45
3.4 语音、DSL、光设备	50
3.4.1 语音设备	50
3.4.2 DSL 设备	51
3.4.3 光设备	51
3.4.4 防火墙和 AAA 服务器	51
思考题	54
第4章 网络介质与布线	55
本章学习要点	55
4.1 网络介质类型	55
4.1.1 双绞线	55
4.1.2 同轴电缆	61
4.2 光纤和光缆通信基本知识	66
4.2.1 概述	67
4.2.2 光信号在光纤内的传输原理	67
4.2.3 光纤的种类	68
4.2.4 光纤的特性参数	69
4.2.5 光纤传感技术介绍	74
4.2.6 接收与发送模块介绍	75
4.3 综合布线系统设计要领	78
4.3.1 总体规划	78

4.3.2	系统设计	78
4.3.3	光纤网络系统设计	82
4.4	光缆的施工	82
4.4.1	光缆的选用	82
4.4.2	光缆搬运及敷设要点	83
4.4.3	光缆的户外施工	83
	思考题	85
第 5 章	TCP/IP 及路由技术	86
	本章学习要点	86
5.1	TCP/IP 概述	86
5.1.1	通信协议	86
5.1.2	TCP/IP 模型	89
5.1.3	TCP/IP 协议栈	89
5.2	网际层	90
5.2.1	网际协议 (IP)	90
5.2.2	ARP	92
5.2.3	ICMP 和 IGMP	93
5.2.4	网际层的安全性	94
5.3	传输层	97
5.3.1	传输层服务	97
5.3.2	传输协议的要素	97
5.3.3	TCP 和 UDP	101
5.3.4	传输层的安全性	106
5.4	应用层协议	107
5.4.1	远程登录 (Telnet)	107
5.4.2	文件传输协议 (FTP)	107
5.4.3	普通文件传输协议 (TFTP)	108
5.4.4	简单邮件传输协议 (SMTP)	108
5.4.5	网络文件系统 (NFS)	108
5.4.6	简单网络管理协议 (SNMP)	109
5.5	网络地址	109
5.5.1	IP 地址的结构	109
5.5.2	预留的 IP 地址	110
5.5.3	地址识别	111
5.6	IP 子网化及计算	112
5.6.1	子网	112
5.6.2	子网掩码	113

5.6.3	子网寻址	114
5.6.4	特殊情况的 IP 地址	115
5.6.5	无分类域间路由（构造超网）	116
5.7	IPv6	117
5.7.1	IPv6 数据报	117
5.7.2	多 IP 地址主机	120
5.7.3	单播、组播和任一播头	121
5.7.4	从 IPv4 到 IPv6 的过渡	123
5.7.5	小结	124
5.8	网络路由技术及运用	124
5.8.1	相关概念简介	124
5.8.2	Windows 系统下设置路由	125
5.8.3	Linux 系统下设置路由	128
	思考题	134
第 6 章	局域网	135
	本章学习要点	135
6.1	局域网的组成与分类	135
6.2	局域网的硬件	136
6.3	局域网协议标准	137
6.3.1	逻辑链路控制子层	137
6.3.2	介质访问控制子层	138
6.4	以太网	138
6.4.1	以太网介绍	138
6.4.2	100Base-T 快速以太网	142
6.4.3	IBM 令牌环网	143
6.4.4	FDDI 网（光纤分布式数据接口网）	143
6.4.5	千兆以太网	144
6.4.6	10 吉比特以太网技术简介	147
6.5	虚拟局域网	150
6.5.1	三层交换	150
6.5.2	VLAN	151
6.5.3	配置三层交换机创建 VLAN	152
	思考题	155
第 7 章	广域网	156
	本章学习目标	156
7.1	广域网概述	156
7.1.1	全球性因特网	156

7.1.2	WAN 技术概述	157
7.1.3	WAN 连接类型	158
7.1.4	WAN 服务提供商	159
7.1.5	WAN 设备	160
7.1.6	WAN 服务提供商和 WAN 服务术语	161
7.1.7	WAN 信令标准和容量	163
7.1.8	WAN 和物理层	163
7.1.9	WAN 和数据链路层	164
7.2	广域网技术	165
7.2.1	WAN 连接方式	165
7.2.2	多路复用	166
7.2.3	电路交换和分组交换	167
7.2.4	专线	169
7.2.5	帧中继	171
7.2.6	ATM 和信元交换	174
7.2.7	拨号接入技术	179
7.3	在局域网中搭建广域网模拟环境	182
7.3.1	使用两台路由器和一对基带调制解调器搭建广域网速率模拟环境	182
7.3.2	将两台路由器“背对背”连接搭建广域网速率模拟环境	184
7.3.3	两种方案的比较	185
	思考题	186
第 8 章	宽带技术与光网络	187
	本章学习要点	187
8.1	数字用户线	187
8.1.1	基本的 DSL	187
8.1.2	DSL 的类型	188
8.1.3	DSL 标准	188
8.1.4	封装和协议	190
8.1.5	DSL 的优缺点	190
8.2	电缆调制解调器	191
8.2.1	电缆调制解调器工作方式	191
8.2.2	电缆调制解调器的优缺点	194
8.2.3	电缆和 OSI 模型	195
8.3	无线技术	197
8.3.1	无线技术概述	197
8.3.2	无线环境中的安全性	205
8.3.3	WLAN	206

8.4 光网络	211
8.4.1 光网络概述	211
8.4.2 光传输和多路复用	213
8.5 其他网络类型	218
8.5.1 城域网	218
8.5.2 存储区域网络	220
8.5.3 虚拟专用网 (VPN)	221
思考题	223
第9章 Windows 组网技术	224
本章学习要点	224
9.1 Windows 98 对等网	224
9.1.1 不通过集线器连接的对等网实施	224
9.1.2 通过集线器连接的对等网实施	227
9.2 Windows 2000 组网	227
9.3 共享上网	229
9.3.1 共享上网的原理	229
9.3.2 应用 Windows 2000 路由功能实现共享上网	232
9.4 Windows 服务器	234
思考题	237
第10章 网络安全与网络管理	238
本章学习要点	238
10.1 网络面临的安全问题	239
10.1.1 网络安全事件的内因	239
10.1.2 网络安全事件的外因	241
10.1.3 人员的素质和安全意识有待全面的提高	243
10.1.4 网络的安全监控和评估有待加强	243
10.2 网络的安全框架和对策	244
10.2.1 安全含义	244
10.2.2 安全框架	245
10.2.3 安全对策	246
10.3 网络的安全服务和安全机制	247
10.3.1 安全服务	247
10.3.2 安全机制	248
10.4 网络防火墙概述	252
10.4.1 因特网防火墙	252
10.4.2 防火墙设计	253
10.4.3 防火墙体系结构	253

10.5 代理服务器简介	254
10.6 网络管理	255
10.6.1 网络管理的功能	255
10.6.2 网络管理协议简述	256
思考题	257
第 11 章 组网实例	258
本章学习要点	258
11.1 校园网络建设方案	258
11.1.1 大学新校区网络建设方案	258
11.1.2 中学校园网建设方案	260
11.2 广域网路由基本技术	262
11.2.1 实验条件	262
11.2.2 路由器配置	263
11.3 无线局域网共享因特网实例	266
11.3.1 方案	266
11.3.2 组建	267
11.3.3 108Mb/s 无线宽带路由器简介	268
11.4 中小企业应用 ADSL 组网实例	270
11.4.1 实例一	270
11.4.2 实例二	271
11.4.3 ADSL 路由功能	272
11.4.4 ADSL 断流分析	274
11.5 软件路由器的实现及性能比较	275
11.5.1 BBlagent 路由器	276
11.5.2 Coyote Linux 路由器	279
11.5.3 两种软盘版的路由器比较	280
11.6 网络的安全配置	281
11.6.1 路由器的安全	281
11.6.2 用三层交换机防范攻击	283
参考文献	285

第 1 章 计算机网络概述

本章学习要点

- 计算机网络的应用
- 网络互联的概念
- 网络互联的形式

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物，它涉及到通信与计算机两个领域。它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化，在当今社会经济中起着非常重要的作用，它对人类社会的进步做出了巨大贡献。从某种意义上讲，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技术水平，而且已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

1.1 计算机网络发展

自 20 世纪 50 年代开始，人们及各种组织机构开始使用计算机来管理他们的信息。与今天不同，由于技术条件的限制，早期的计算机都非常庞大且非常昂贵，任何机构都不可能为雇员个人提供使用整个计算机，主机是共享的，它被用来存储和组织数据、集中控制和管理整个系统。所有用户都有连接系统的终端设备，将数据库录入到主机中处理，或者是将主机中的处理结果，通过集中控制的输出设备取出来。通过专用的通信服务器，系统也可以构成一个集中式的网络环境，使单个主机可以为多个配有 I/O 设备的终端用户（包括远程用户）服务。这就是早期的集中式计算机网络，一般也称为集中式计算机模式。它最典型的特征是：通过主机系统形成大部分的通信流程，构成系统的所有通信协议都是系统专有的，大型主机在系统中占据着绝对的支配作用，所有控制和管理功能都是由主机来完成。

随着计算机技术的不断发展，尤其是大量功能先进的个人计算机的问世，使得每个人可以完全控制自己的计算机，进行他所希望的作业处理，以个人计算机（PC）方式呈现的计算能力发展成为独立的平台，导致了一种新的计算结构——分布式计算模式的诞生。

一般来讲，计算机网络的发展可分为 4 个阶段。

第一阶段：计算机技术与通信技术相结合，形成计算机网络的雏形。

第二阶段：在计算机通信网络的基础上，完成网络体系结构与协议的研究，形成了计算机网络。

第三阶段：在解决计算机连网与网络互联标准化问题的背景下，提出开放系统互连参考模型与协议，促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。

第四阶段：计算机网络向互联、高速、智能化方向发展，并获得广泛的应用。

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件：强烈的社会需求与先期技术的成熟。计算

机网络技术的形成与发展也证实了这条规律。1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生时, 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 进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。它将远程雷达与其他测量设施测到的信息通过总长度达到 241 万公里的通信线路与一台 IBM 计算机连接, 进行集中的防空信息处理与控制。要实现这样的目的, 首先要完成数据通信技术的基础研究。在这项研究的基础上, 人们完全可以将地理位置分散的多个终端通信线路连到一台中心计算机上。用户可以在自己的办公室内的终端输入程序, 通过通信线路传送到中心计算机, 分时访问和使用其资源进行信息处理, 处理结果再通过通信线路回送到用户终端显示或打印。人们把这种以单个计算机为中心的联机系统称做面向终端的远程联机系统。它是计算机通信网络的一种。20 世纪 60 年代初美国航空公司建成的由一台计算机与分布在全美国的 2000 多个终端组成的航空订票系统 SABRE-1 就是这种计算机通信网络。

随着计算机应用的发展, 出现了多台计算机互联的需求。这种需求主要来自军事、科学研究、地区与国家经济信息分析决策、大型企业经营管理。他们希望将分布在不同地点的计算机通过通信线路互联成为计算机—计算机网络。网络用户可以通过计算机使用本地计算机的软件、硬件与数据资源, 也可以使用连网的其他地方的计算机软件、硬件与数据资源, 以达到计算机资源共享的目的。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联的课题。1969 年 ARPA 网只有 4 个节点, 1973 年发展到 40 个节点, 1983 年已经达到 100 多个节点。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。ARPA 网是计算机网络技术发展的重要的里程碑, 它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在以下几个方面:

- (1) 完成了对计算机网络的定义、分类与子课题研究内容的描述。
- (2) 提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念。
- (3) 研究了报文分组交换的数据交换方法。
- (4) 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。

ARPA 网络研究成果对推动计算机网络发展的意义是深远的。在它的基础之上, 20 世纪七八十年代计算机网络发展十分迅速, 出现了大量的计算机网络, 仅美国国防部就资助建立了多个计算机网络。同时还出现了一些研究试验性网络、公共服务网络、校园网, 例如美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所研究的 OCTOPUS 网、法国信息与自动化研究所的 CYCLADES 网、国际气象监测网、欧洲情报网等。

计算机网络的资源子网与通信子网的结构使网络的数据处理与数据通信有了清晰的功能界面。计算机网络可以分成资源子网与通信子网来组建。通信子网可以是专用的, 也可以是公用的。为每一个计算机网络都建立一个专用通信子网的方法显然是不可取的, 因为专用通信子网造价很高、线路利用率低, 重复组建通信子网投资很大, 同时也没有必要。随着计算机网络与通信技术的发展, 20 世纪 70 年代中期世界上便出现了由国家邮电部门统一组建和管理的公用通信子网, 即公用数据网 PDN。早期的公用数据网采用模拟通信的电话通信网, 新型的公用数据网采用数字传输技术和报文分组交换方法。典型的公用分组交换数据有美国的 TELENET、加拿大的 DATAPAC、法国的 TRANSPAC、英国的 PSS、日本的 DDX 等。公用分组交换网的组建为计算机网络的发展提供了良好的外部通信条件。

以上所讲的是利用远程通信线路组建的远程计算机网络,也称为广域网(Wide Area Network, WAN)。随着计算机的广泛应用,局部地区计算机连网的需求日益强烈。20世纪70年代初,一些大学和研究为实现实验室或校园内多台计算机共同完成科学计算和资源共享的目的,开始了局部计算机网络的研究。1972年美国加州大学研制了Newhall环网;1976年美国Xerox公司研究了总线拓扑的实验性以太网;1974年英国剑桥大学研制了Cambridge环网。这些都为20世纪80年代多种局部网产品的出现提供了理论研究与实现技术的基础,对局部网络技术的发展起到了十分重要的作用。

与此同时,一些大的计算机公司纷纷开展了计算机网络研究与产品开发工作,提出了各种网络体系结构与网络协议,如IBM公司的(System Network Architecture, SNA)、DEC公司的(Digital Network Architecture, DNA)与UNIVAC公司的(Distributed Computer Architecture, DCA)。

计算机网络发展第二阶段所取得的成果对推动网络技术的成熟和应用极其重要,它研究的网络体系结构与网络协议的理论成果为以后网络理论的发展奠定了基础。很多网络系统经过适当修改与充实后仍在广泛使用。目前国际上应用广泛的因特网就是在ARPA网的基础上发展起来的。但是,20世纪70年代后期人们已经看到了计算机网络发展中出现的危机,那就是网络体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络自身的发展和应用。网络体系结构与网络协议标准必须走国际化的道路。

计算机网络发展的第三阶段是加速体系结构与协议国际化的研究与应用。国际标准化组织ISO的计算机与信息处理标准化技术委员会TC97成立了一个分委员会SC16,研究网络体系结构与网络协议国际化问题。经过多年卓有成效的工作,ISO正式制订、颁布了“开放系统互连参考模型”(Open System Interconnection Reference Model, OSI RM),即ISO/IEC 7498国际标准。ISO/OSI RM已被国际社会公认,成为研究和制订新一代计算机网络标准的基础。20世纪80年代,ISO与CCITT(国际电话电报咨询委员会)等组织为参考模型的各个层次制订了一系列的协议标准,组成了一个庞大的OSI基本协议集。我国也于1989年在《国家经济系统设计与应用标准化规范》中明确规定选定OSI标准作为我国网络建设标准。ISO/OSI RM及标准协议的制定和完善正在推动计算机网络朝着健康的方向发展。很多大的计算机厂商相继宣布支持OSI标准,并积极研究和开发符合OSI标准的产品。各种符合OSI RM与协议标准的远程计算机网络、局部计算机网络与城市地区计算机网络已开始广泛应用。随着研究的深入,OSI标准将日趋完善。

如果说远程计算机网络扩大了信息社会中资源共享的范围,局部网络则增强了信息社会中资源共享的深度。局部网络是继远程网之后又一个网络研究与应用的热点。远程网技术与微型机的广泛应用推动了局部网络技术的发展。局域网络可分为局部区域网(LAN)、高速局部网(HSLN)和计算机交换机(CBX)3类。到了20世纪八九十年代,局域网技术发生了突破性进展。在局域网领域中,采用以太网、令牌总线、令牌环原理的局域网产品形成了三足鼎立之势,采用光纤传输介质的FDDI产品在高速与主干环网应用方面起到了重要作用。20世纪90年代局域网技术在传输介质、局域网操作系统与客户/服务器(Client/Server)应用方面取得重要的进展。由于数据通信技术的发展,在以太网网中用非屏蔽双绞线实现了10Mb/s的数据传输。在此基础上形成了网络结构化布线技术,使以太网在办公自动化环境中得到更为广泛的应用。局域网操作系统Novell NetWare、Windows NT Server、IBM LAN Server使局域

网应用进入到成熟的阶段。客户/服务器应用使网络服务功能达到更高水平。

目前计算机网络的发展正处于第四阶段。这一阶段计算机网络发展的特点是：互联、高速、智能与更为广泛的应用。

因特网是覆盖全球的信息基础设施之一，对于用户来说，它像是一个庞大的远程计算机网络。用户可以利用因特网实现全球范围的电子邮件、电子传输、信息查询、语音与图像通信服务功能。实际上因特网是一个用路由器（Router）实现多个远程网和局域网互联的网际网，到 1998 年连入因特网的计算机数量已达 4000 万台之多。它将对推动世界经济、社会、科学、文化的发展产生不可估量的作用。

在因特网发展的同时，高速与智能网的发展也引起人们越来越多的注意。高速网络技术发展表现在宽带综合业务数据网 B-ISDN、帧中继、异步传输模式（ATM）、高速局域网、交换局域网与虚拟网络上。随着网络规模的增大与网络服务功能的增多，各国正在开展智能网络（Intelligent Network, IN）的研究。

计算机网络技术的迅速发展和广泛应用必将对 21 世纪的经济、教育、科技、文化的发展产生重要影响。

在我国，1996 年前很少有人接触过网络，网络用户数量很少，网络的应用也十分有限。2000 年以后，计算机网络才逐渐成为我国社会结构的一个基本组成部分。因特网的出现改变了整个社会的生存方式、思维方式、工作方式以及社会的经营模式。现在，绝大多数公司都拥有了网络。在教育教学方面，从小学到大学教育的各级学校都使用计算机网络为教师和学生提供全球范围的联网图书信息的即时检索。从中央到省和地方的各级政府使用网络，各种军事单位同样如此。简而言之，计算机网络已遍布各个领域。

随着全球信息网络的发展，因特网在世界上已不仅仅是一种技术，更重要的是它已成为一种新的经营模式。从 4C（Connection, Communication, Commerce, Co-operation）层次上彻底改变了人类工作、学习、生活、娱乐的方式，已成为国家经济和区域经济增长的主要动力。因特网正成为世界最大的公共资料信息库，它包含无数的信息资源，所有最新的信息都可以通过网络搜索获得。更重要的是，大部分信息都是免费的，应用电子商务可使企业获得在传统模式下所无法获得的巨量商业信息，在激烈的市场竞争中领先对手。因特网真是商机无限。

目前，我国有许多企业上网，但只是展示企业网上形象，离电子商务的内涵还很远。企业上网并不代表实现了电子商务，只有当网站为企业带来实质性的帮助和显著的效益（如新闻发布、网上调查、BBS 等），具备网上交易功能等的网站才是企业电子商务发展的方向，电子商务的核心应是商务，电子是一种手段。在因特网时代，企业应充分利用因特网的手段，洞察消费者需求，冲破销售服务的限制，扩大市场机会，早日进行电子商务的实践，感受电子商务的博大魅力，把机会踩在脚下，建立一个以服务客户为中心，满足消费者及合作伙伴全方位需求，吸引众多浏览者，增强企业品牌辐射效应的商务网站。

1.2 认识计算机网络

网络是由某种传输介质，如电线或电缆所连接的一组计算机和其他设备（比如打印机）。硬件、软件、传输介质和网络设计的变形多种多样。网络可以由家中或办公室中通过电缆连接起来的两台计算机组成，也可以由全球成百上千台计算机组成，相互间通过电缆、电话线和卫