



21 世纪高等院校计算机网络与通信教材

计算机网络技术

北京希望电子出版社 总策划
何忠龙 卢 昱 顾丽娜 编 著



 科学出版社
www.sciencep.com



计算机科学与技术专业教材

计算机网络技术

清华大学出版社



清华大学出版社



21 世纪高等院校计算机网络与通信教材

计算机网络技术

北京希望电子出版社 总策划
何忠龙 卢昱 顾丽娜 编著



 科学出版社
www.sciencep.com

内容简介

为了适应计算机科学与技术学科的发展和现代计算机教学的需要,作者在多年大专生、本科生和研究生的计算机网络教学、实践的基础上,介绍了计算机网络技术的发展、数据通信技术、局域网技术、广域网技术、因特网技术、网络管理技术、网络对抗技术和网络仿真技术。

本书注重网络技术的实际应用,层次清晰,概念准确,内容丰富,图文并茂,适合学生系统地学习计算机网络技术各方面知识,每章都有小结和习题以帮助学生巩固所学知识。本书可作为计算机专业的大专、本科或研究生以及电子信息类专业的本科或研究生的教材,也可供从事计算机网络应用的工程技术人员学习参考。

需要本书或需要得到技术支持的读者,请与北京中关村 083 信箱(邮编 100080)发行部联系,电话:010-82702660 010-82702658, 010-62978181 转 103 或 238, 传真:010-82702698, E-mail: tbd@bhp.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术/何忠龙, 卢昱, 顾丽娜编著. —北京: 科学出版社, 2005.6

21 世纪高等院校计算机网络与通信教材

ISBN 7-03-015131-3

I. 计... II. ①何...②卢...③顾... III. 计算机网络技术—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 017071 号

责任编辑: 曾 华 / 责任校对: 佳 宜
责任印刷: 媛 明 / 封面设计: 梁运丽

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京市媛明印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 6 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2005 年 6 月第一次印刷 印张: 16
印数: 1-3000 册 字数: 363 千字

定价: 24.00 元

前 言

本书主要介绍了 RedHat Linux 系统下搭建各种服务的操作方法。服务包括 DNS、Sendmail、Apache、FTP、LDAP、NFS、Samba、Squid、网关等，同时介绍了一些在 Linux 下的数据库 Mysql 和 Sybase 的安装、管理。内容包括服务的安装、配置、以及如何提高服务的安全和性能。介绍的内容为在工作中积累总结的经验，对各服务运行原理的介绍比较简单，只是根据理解需要有一定的讲解。侧重于工作中的实际操作，及如何解决曾经碰到的问题和容易出现的错误。

本书适合对 Linux 系统有一定了解，并希望熟悉各种服务配置方法的读者。一定要实际操作各种服务的配置方法，由于版本和软件的更新，在操作上会出现一定的变化。希望读者能够谅解。

书中引用的举例均经过实际操作测试，测试平台为 RedHat Linux9.0 和 RedHat Linux7.3 为主，由于水平有限，以及客观环境的不同，在有些情况下，有些操作的结果会有所不同，敬请读者注意。

编 者

序

目前,中国固定和移动两大网络的规模都已位居世界第2位,上网用户2004年总数达9400万,中国的信息通信制造业也得到很大的发展。今后5年中国信息产业预计将仍会以高于20%的速度增长。中国将加快建设新一代信息通信网络,全面振兴信息通信产品制造业和软件业,建立能够支撑信息通信业发展的技术、生产体系。在向数字化、集成化、网络化转变的过程中,简单服务要向个性化服务发展,低带宽要向高带宽发展,电路交换要向分组交换发展。无线网络、网络多媒体、多媒体计算、人机自然语音通信是网络与通信专业重点建设的四大方向。

面对潜力巨大的中国市场,我国大学的相关专业需要培养具有知识创新能力的高素质人才,在通信高新技术的研究上争创国际先进水平,为我国在信息领域达到国际一流的目标作出贡献。

科技的发展使得教育要跟上时代发展的步伐,但是目前市面上还没有一套系统、完整的关于计算机网络与通信方面的教材。现有的教材有些偏重理论,有些则偏重实用,不太适合于课堂教学。而对于学习网络与通信的学生来说,不仅要懂得原理,还必须学会技术,这样才能符合“培养人才、创造知识、转化成果、服务社会”的教学宗旨,在人才培养、科学研究和技术应用等方面有所成就,为我国通信与信息领域的发展做出贡献。

为了获得与国际接轨的教学内容,达到提高整体教学水平的目的,北京希望电子出版社组织国内各大高校相关专业的教授、专家、学者,共同编选本套丛书。本套丛书强化学生实践能力和创新意识的培养,定位准确、内容创新、结构合理。在选材上主要采用了成熟的理论,并通过对目前研究现状的跟踪,补充了最新的研究成果;充分考虑了内容组织的系统性和完整性,从学生的认知规律出发,力求做到简明和便于教学的特色;以培养学生分析问题和解决问题的能力为目标,着重基本概念、基本原理和基本分析方法的论述。本套丛书特别突出了各项技术的实用性,可作为计算机网络和通信专业或相近专业本科生、研究生的教科书,同时,还可以作为从事网络系统开发的科研人员和相关行业技术人员、管理人员有用的参考资料。

在撰写过程中参阅了大量的参考书、论文和资料,这里谨向所有的作者致以崇高的敬意!

我们欢迎更多的优秀教师参与到教材建设中来,真诚希望广大教师、学生与读者朋友在使用本丛书过程中提出宝贵的意见和建议。若有投稿或建议,请发至本丛书出版者电子邮件: textbook@bhp.com.cn

21世纪高等院校计算机网络与通信教材编委会

前 言

随着计算机网络的迅速发展和广泛应用,作为从事信息化建设的人员必须掌握计算机网络技术的相关知识并具备应用能力。为了适应计算机科学与技术学科的发展和现代计算机教学的需要,作者在多年大专生、本科生和研究生的计算机网络教学、实践的基础上,编写了这本计算机网络技术教材。

作者希望能给从事计算机网络的学生和工程人员提供一本既有知识的系统性,又反映当代计算机网络最新研究成果,概念准确,层次清晰,易于学习的教科书。因此,对当前的网络技术进行了精心的组织和提炼,力求做到既强调计算机网络技术的基础知识,同时注重对读者实际能力的培养。

全书共分 8 章。第 1 章讨论了计算机网络的基本概念,计算机网络的产生与发展和计算机网络的分类,介绍了 OSI 与 TCP/IP 参考模型的层次划分及各层的基本服务功能。第 2 章主要介绍计算机网络中的数据通信技术,从数据通信的几个基本概念和简单的数据通信系统模型开始,逐步展开对数据传输、传输介质、数据编码、多路复用、数据交换、差错检测与控制等数据通信技术的介绍。第 3 章主要介绍局域网的相关技术,从局域网的技术特点和参考模型入手,详细讨论了以太网、令牌环网、令牌总线网的介质访问控制方法及光纤分布数据接口 FDDI,分析了交换式局域网的工作原理和技术特点以及第 3 层交换技术,并讨论了虚拟局域网、无线局域网以及综合布线技术。第 4 章主要介绍了几种主要的广域网技术的相关知识,给出了广域网的概念及技术,讨论了分组交换网、帧中继网、综合业务数字网、ATM 网及数字数据网的原理和主要技术,介绍了一种新兴的路由交换技术,即多协议标签交换 MPLS 技术以及卫星互联网技术。第 5 章主要讨论如何将各种物理网络连接成一个无缝的整体,即将各种局域网、城域网和广域网进行互联,且隐藏所有底层网络的技术,为用户提供一个统一的、通用的服务界面——网络互联技术,而通常所说的因特网 Internet 就是国际互联网,它是一个全球性的巨大的计算机网络体系,在本章介绍了 Internet 的接入技术、网络层协议、传输层协议以及 Internet 的各种应用。第 6 章给出了网络管理的概念、功能及几种常用的网络管理协议,着重介绍了简单网络管理协议 SNMP 的体系结构与管理模型,然后对比分析了 4 种网络管理系统,并介绍了网络管理技术以及网络日常管理和维护的内容。第 7 章对网络对抗的两个方面即攻击与防御展开讨论,介绍了网络攻击的分类、过程与主要技术,紧接着介绍了网络防御的分类、安全体系与主要网络安全技术,对无线网络进行了一系列安全方面的分析。第 8 章介绍了网络仿真技术产生的背景、概念、特点、主要应用及发展趋势,着重介绍了 OPNET 与 NS2 网络仿真软件。

作为教材,本书充分考虑了教学的特点,提供了大量精选的习题,以帮助课后复习。

本书由何忠龙、卢昱、顾丽娜和卢鋈编著,张东亮、龚强、黄程林、杨媛媛也参加部分编写工作,最后由朱诗兵审核定稿。

本书可作为计算机专业的研究生、本科或大专以及电子信息类专业的本科或研究生教材,也可供从事计算机网络应用或信息技术工程人员学习参考。

由于计算机网络发展迅速,本教材内容涉及面广,加之作者水平限制,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 计算机网络概述.....1	2.4.3 用数字信号表示模拟数据.....43
1.1 计算机网络的产生与发展.....1	2.5 多路复用技术.....44
1.1.1 计算机网络的主要发展阶段.....1	2.5.1 频分多路复用.....45
1.1.2 计算机网络技术的发展.....3	2.5.2 时分多路复用.....45
1.1.3 计算机网络的发展趋势.....4	2.5.3 波分多路复用.....46
1.2 计算机网络及其功能.....6	2.5.4 码分多址.....47
1.3 计算机网络的分类.....8	2.6 数据交换技术.....47
1.3.1 按拓扑类型分类.....8	2.6.1 电路交换.....47
1.3.2 按网络通信方式分类.....11	2.6.2 报文交换.....49
1.3.3 按网络的覆盖范围分类.....12	2.6.3 分组交换.....49
1.4 计算机网络体系结构.....13	2.6.4 快速分组交换.....52
1.4.1 OSI 参考模型.....14	2.7 差错检测与控制.....52
1.4.2 TCP/IP 参考模型.....16	2.7.1 差错类型.....53
1.4.3 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的比较.....18	2.7.2 差错检测方法.....53
1.5 本章小结.....19	2.7.3 差错控制方法.....57
1.6 习题.....19	2.8 本章小结.....59
第 2 章 数据通信技术.....20	2.9 习题.....59
2.1 数据通信的几个概念.....20	第 3 章 局域网技术.....61
2.1.1 数据、信息与信号.....20	3.1 局域网概述.....61
2.1.2 数据通信.....21	3.1.1 局域网的技术特点.....61
2.1.3 数据通信的主要技术指标.....22	3.1.2 IEEE 802 参考模型.....62
2.1.4 数据通信系统.....24	3.1.3 逻辑链路控制 LLC 子层.....64
2.2 数据传输方式.....25	3.1.4 介质访问控制 MAC 子层.....65
2.2.1 并行与串行.....25	3.2 以太网.....66
2.2.2 同步与异步.....26	3.2.1 以太网简介.....66
2.2.3 单工、半双工与全双工.....28	3.2.2 CSMA/CD 的工作原理.....68
2.3 传输介质类型.....29	3.2.3 快速以太网.....69
2.3.1 双绞线.....30	3.2.4 千兆以太网.....72
2.3.2 同轴电缆.....31	3.2.5 万兆以太网.....74
2.3.3 光纤.....32	3.3 令牌环局域网.....75
2.3.4 无线通信.....33	3.3.1 令牌环网的工作原理.....75
2.4 数据编码技术.....36	3.3.2 令牌环的特点.....77
2.4.1 用数字信号表示数字数据.....37	3.3.3 令牌总线局域网.....77
2.4.2 用模拟信号表示数字数据.....40	3.3.4 令牌总线的工作原理.....77
	3.3.5 令牌总线的特点.....78

3.4 光纤分布式数据接口 FDDI.....	79	4.3.1 帧中继的基本原理.....	100
3.4.1 FDDI 的工作原理.....	79	4.3.2 帧中继的帧格式.....	100
3.4.2 FDDI 的特性.....	79	4.3.3 拥塞控制.....	101
3.4.3 FDDI 的体系结构.....	80	4.3.4 帧中继的技术特点.....	102
3.5 交换式局域网.....	81	4.3.5 帧中继网的应用.....	102
3.5.1 从网桥到交换机.....	81	4.4 综合业务数字网.....	103
3.5.2 交换机的工作原理.....	81	4.4.1 ISDN 的定义.....	103
3.5.3 直通方式与存储转发方式.....	81	4.4.2 ISDN 的特点.....	103
3.5.4 交换式局域网技术的优点.....	82	4.4.3 ISDN 的信道类型.....	104
3.5.5 第 3 层交换技术.....	82	4.4.4 基本和初等速率接口.....	104
3.6 虚拟局域网.....	83	4.4.5 ISDN 系统结构.....	105
3.6.1 虚拟局域网的概念.....	83	4.4.6 宽带综合业务数字网.....	107
3.6.2 虚拟局域网的结构.....	83	4.5 ATM 网.....	107
3.6.3 虚拟局域网的分类.....	84	4.5.1 ATM 的定义.....	107
3.6.4 虚拟局域网的技术特点.....	86	4.5.2 ATM 的协议参考模型.....	108
3.7 无线局域网.....	86	4.5.3 ATM 的信元结构.....	110
3.7.1 无线局域网简介.....	86	4.5.4 ATM 的工作原理.....	111
3.7.2 无线局域网的拓扑结构.....	88	4.5.5 ATM 的现存问题及前景.....	112
3.7.3 无线局域网采用的协议标准.....	89	4.6 数字数据网.....	112
3.7.4 无线局域网的应用与发展.....	91	4.6.1 DDN 的概念.....	112
3.7.5 无线局域网的组建.....	91	4.6.2 DDN 的特点.....	113
3.8 综合布线技术.....	92	4.6.3 DDN 的基本组成.....	114
3.8.1 综合布线系统简介.....	92	4.6.4 DDN 的网络结构.....	114
3.8.2 综合布线系统的设计要领.....	94	4.6.5 DDN 业务.....	115
3.8.3 综合布线通道传输的性能指标.....	95	4.7 MPLS 网络.....	116
3.9 本章小结.....	96	4.7.1 MPLS 概念.....	116
3.10 习题.....	96	4.7.2 MPLS 原理.....	116
第 4 章 广域网技术.....	97	4.7.3 MPLS 的基本功能.....	117
4.1 广域网概述.....	97	4.7.4 MPLS 术语.....	117
4.1.1 广域网的概念.....	97	4.7.5 MPLS 技术的应用.....	118
4.1.2 广域网的类型.....	98	4.7.6 MPLS 的标准化进展.....	119
4.2 分组交换网.....	98	4.8 卫星互联网.....	120
4.2.1 分组交换网原理.....	98	4.8.1 卫星移动通信系统.....	120
4.2.2 分组交换网的组成.....	98	4.8.2 卫星互联网技术.....	120
4.2.3 分组交换业务及特点.....	99	4.8.3 VSAT 系统.....	121
4.2.4 分组交换网的发展状况.....	99	4.9 本章小结.....	121
4.3 帧中继网.....	100	4.10 习题.....	122
		第 5 章 因特网技术.....	123

5.1 网络互联技术.....	123	6.1 网络管理概述.....	170
5.1.1 网络互联的基本概念.....	123	6.1.1 网络管理的概念.....	170
5.1.2 网络互联层次.....	123	6.1.2 网络管理的分类及功能.....	171
5.1.3 网络互联设备.....	124	6.1.3 网络管理协议.....	173
5.1.4 互联网与因特网.....	130	6.2 简单网络管理协议 SNMP.....	175
5.2 因特网的接入技术.....	131	6.2.1 SNMP 体系结构与管理模型.....	175
5.2.1 拨号接入.....	131	6.2.2 SNMP 报文.....	177
5.2.2 专线接入.....	132	6.3 网络管理系统.....	179
5.3 因特网的网际协议.....	134	6.3.1 HP 的 OpenView.....	179
5.3.1 IP 地址分类.....	134	6.3.2 IBM 的 NetView.....	180
5.3.2 IP 地址解析.....	138	6.3.3 SUN 的 SunNet Manager.....	181
5.3.3 IPv4 分组格式.....	140	6.3.4 Cabletron 的 SPECTRUM.....	182
5.4 IPv6.....	142	6.4 网络管理技术.....	183
5.4.1 IPv6 的特点.....	142	6.4.1 基于 Web 的网络管理模式.....	183
5.4.2 IPv6 地址.....	143	6.4.2 传统局域网管理.....	185
5.4.3 IPv6 分组格式.....	144	6.5 网络日常管理和维护.....	187
5.4.4 IPSec.....	146	6.5.1 网络管理工具.....	188
5.5 因特网控制报文协议.....	149	6.5.2 网络故障诊断和排除.....	189
5.5.1 ICMP 报文.....	149	6.6 本章小结.....	190
5.5.2 ICMP 报文类型.....	150	6.7 习题.....	190
5.6 因特网的路由协议.....	152	第 7 章 计算机网络对抗技术.....	191
5.6.1 路由信息协议.....	153	7.1 计算机网络攻击.....	191
5.6.2 开放式最短路径优先协议 OSPF.....	154	7.1.1 网络攻击的分类.....	191
5.6.3 边界网关协议.....	155	7.1.2 网络攻击过程.....	192
5.7 因特网的传输层协议.....	156	7.1.3 网络攻击手段.....	194
5.7.1 TCP 概述.....	156	7.2 主要攻击技术分析.....	199
5.7.2 TCP 的报文格式.....	157	7.2.1 网络窃听技术.....	199
5.7.3 TCP 连接的建立与关闭.....	159	7.2.2 病毒技术.....	200
5.7.4 UDP 概述.....	162	7.2.3 服务拒绝攻击.....	203
5.7.5 UDP 的报文格式.....	162	7.2.4 会话劫持攻击.....	205
5.8 Internet 的应用.....	163	7.2.5 重放攻击.....	206
5.8.1 万维网 WWW.....	163	7.3 计算机网络防御.....	207
5.8.2 电子邮件 E-mail.....	165	7.3.1 网络防御的分类.....	207
5.8.3 文件传输.....	167	7.3.2 网络安全面临的威胁.....	207
5.8.4 远程登录 Telnet.....	168	7.3.3 网络安全体系.....	208
5.9 本章小结.....	168	7.4 主要安全技术分析.....	210
5.10 习题.....	169	7.4.1 加密.....	210
第 6 章 计算机网络管理技术.....	170		

7.4.2 身份鉴别	214	8.1.3 网络仿真技术的主要应用	230
7.4.3 数字签名	215	8.1.4 网络仿真技术的发展趋势	230
7.4.4 访问控制	217	8.2 OPNET 网络仿真	231
7.4.5 防火墙	219	8.2.1 OPNET 的功能与特点	231
7.4.6 入侵检测	223	8.2.2 OPNET 建模环境	232
7.5 无线网络安全	225	8.2.3 OPNET 应用于网络规划设计的 主要步骤	233
7.5.1 无线网络安全状况	225	8.2.4 仿真应用举例	233
7.5.2 无线网络安全技术	226	8.3 NS 网络仿真	242
7.5.3 无线网络安全对策	227	8.3.1 NS 原理概述	242
7.6 本章小结	227	8.3.2 NS 系统的结构	242
7.7 习题	228	8.3.3 NS 建模的方法和一般过程	243
第 8 章 计算机网络仿真技术	229	8.4 本章小结	244
8.1 网络仿真技术概述	229	8.5 习题	244
8.1.1 网络仿真技术的产生背景	229	参考文献	245
8.1.2 网络仿真技术的概念与特点	229		

第 1 章 计算机网络概述

计算机网络是计算机技术与通信技术的发展及二者的紧密结合、互相渗透、互相促进的产物。本章首先介绍了计算机网络形成与发展的历史，并对计算机网络技术的发展及其含义进行了阐述，在这些基础之上系统地讨论了计算机网络的定义及功能，着重分析了计算机网络 3 种主要的分类方法，最后对网络体系结构这一重要的概念进行了详细的说明，主要探讨了两种参考模型以及它们之间的比较。

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机技术与通信技术的发展及二者的紧密结合、互相渗透、互相促进导致了计算机网络的产生，计算机网络技术的发展水平已经成为了衡量一个国家及社会现代化程度的重要标志之一。

1.1.1 计算机网络的主要发展阶段

1946 年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生，成为人类科学发展史上的一个重要里程碑。在那时，计算机技术和通信技术并没有直接的关系。但是，从计算机网络技术诞生的那天起人类社会生活便发生了翻天覆地的变化。纵观计算机网络形成与发展的历史，可将它分为以下几个主要阶段。

1. 面向终端的远程联机系统

第 1 阶段从 20 世纪 50 年代到 60 年代。从 20 世纪 50 年代起，人们开始将独立发展的计算机技术与通信技术结合起来，完成了数据通信技术与计算机通信网络的研究，为计算机网络的产生作好了技术准备，而且奠定了理论基础。

该阶段研究的典型代表是开发了美国半自动地面防空系统（SAGE）。由此开始了计算机技术与通信技术的结合。

SAGE 的开发首先需要完成数据通信技术的基础研究。在这之后，人们很快就发现可以通过数据通信系统将地理分散的多个终端，通过通信线路连接到一台计算机上，由一台计算机以集中方式处理不同位置用户的数据。这样用户可以在终端上输入程序，通过通信线路传送到中心计算机进行信息处理，然后再由通信线路将处理结果回送到远方终端，形成了从终端经过通信线路到计算机的简单通信系统。这就是面向终端的远程联机系统，它构成了计算机网络的雏形。20 世纪 60 年代初，美国航空公司建成了由一台计算机与分布在全国两千多个终端组成的航空订票系统（SABRE-1），它是典型的计算机与数据通信相结合的产物。但是，这种系统除了一台中心计算机外，其余的终端设备都不具有自主处理的能力，还不能称之为真正意义上的计算机网络。它具有主机负载重、通信线路利用率低、网络结构属集中控制方式、可靠性低的缺点。

2. 资源共享的计算机网络

第2阶段从20世纪60年代到70年代中期。随着计算机功能的提高和价格的下降,在许多地方都设置了若干独立的计算机系统,计算机的广泛应用使得用户除了使用自己计算机系统提供的本地资源之外,还希望使用其他计算机系统的资源,彼此交换信息。这样就形成了多台计算机通过通信线路互连起来,以共享资源为目的的计算机网络。

该阶段研究的典型代表是1969年美国国防部的国防高级研究计划局(DARPA)建立了全世界第一个分组交换网ARPANET,即Internet的前身,这是一个只有4个结点的存储转发方式的分组交换广域网,到1973年ARPANET发展到40个节点,而到1983年已经达到100多个节点。ARPANET通过卫星线路,使网络覆盖了从美洲大陆到欧洲地区的广阔地域。

ARPANET提出了资源子网和通信子网的两级网络结构的概念。它首先把分布在美国各地的通信处理机连接起来,构成通信子网,专门负责全网的通信工作,然后把各种资源包括主机系统、硬件、软件、数据库以及集中器和终端设备等与通信子网相连,构成了资源子网,专门承担各种数据处理的任务。这样,既提高了通信线路的利用率,又保证了主机系统的效率,充分发挥了网络中各种资源的效能。

1972年在首届国际计算机通信会议(ICCC)上首次公开展示了ARPANET的远程分组交换技术。分组交换与传统电信网中采用的电路交换不同,它是存储转发交换方式中的一种交换方式。它将要传送的报文分割成许多具有统一格式的分组,并以此为传输的基本单元进行存储转发的传输。和电路交换相比,分组交换具有线路利用率高、可进行数据速率的转换、不易引起堵塞、具有优先权使用等优点,因此它被广泛用于计算机网络。

ARPANET采用了层次体系结构,形成了4个层次的网络协议,它为后继的计算机网络打下基础。一般把ARPANET的出现作为计算机网络诞生的标志,它的技术理论和实现成为现代计算机网络的基础。ARPANET的研究成果对计算机网络的发展意义深远,许多国家随后就组建了很多大型网,它们在技术上和ARPANET很相似,例如,美国加利福尼亚大学劳伦斯原子能研究所的OCTOPUS、法国的信息与自动化研究所的CYCLADES、国际气象监测网WWWN和欧洲情报网EIN等。

早期的计算机网络大部分为广域网,随着个人计算机(PC)和工作站(Workstation)的出现和广泛应用,小范围内多台计算机互连的需求日益强烈。20世纪70年代初期,开始了局域计算机网络的研究。1969年美国贝尔实验室成功研制了Newhall环形局域网,并于1972年开发了Pierce环形局域网,1974年英国剑桥大学研制了Cambridge Ring环形网,1976年美国Xerox公司研究了总线拓扑的实验性Ethernet网。这些研究成果对局域网技术的发展起到了十分重要的作用。

3. 标准化网络

第3阶段从20世纪70年代中期到90年代。从70年代中期开始,世界上的各种广域网、局域网和公用分组交换网得到了迅速发展,各大研究部门、大学和计算机公司纷纷发展自己的计算机网络系统,没有统一的标准,因此,网络体系结构和网络协议的国际标准化问题随之而来。

20 世纪 70 年代后期,人们认识到了这个问题的严重性,开始提出发展计算机网络的国际化问题。许多国际组织,如国际标准化组织(ISO)、国际电气电子工程师协会(IEEE)、国际电报电话咨询委员会(CCITT)等都成立了专门的研究机构,研究计算机系统的互连、计算机网络协议标准化等问题,以便不同的计算机系统、不同的网络系统能互连在一起,实现开放的通信和交换、资源共享和分布处理等。1974 年 IBM 公司首先公布了系统网络体系结构(SNA)作为 IBM 计算机的联网标准,以及 DEC 公司的数字网络体系结构(DNA)等,在这一阶段网络体系结构和协议标准化的研究取得了重大进展。

经过多年的努力,1984 年,ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互连”(Open System Interconnection, OSI)参考模型,即 ISO/IEC7498 国际标准。20 世纪 80 年代中期,以 OSI 模型为参照,ISO 以及 CCITT、IEEE 等机构开发制定了一系列协议标准,形成了一个庞大的 OSI 基本协议集。ISO/OSI 参考模型与协议的研究推动着计算机网络体系结构理论和技术的发展。

在 ISO/OSI 参考模型制定的过程中,TCP/IP 协议与体系结构已经成熟并开始应用。在 1969 年,ARPANET 的研究人员就开始了 TCP/IP 协议雏形的研究,在 1980 年前后,ARPANET 所有的主机都转向了 TCP/IP 协议,1983 年 TCP/IP 协议在 ARPANET 上正式启用。TCP/IP 协议赢得了大量的用户和投资,它的成功促进了 Internet 的迅速发展,Internet 的发展又进一步扩大了 TCP/IP 协议的影响,TCP/IP 协议与体系结构已经成为业内公认的标准。

4. 因特网阶段

第 4 个阶段从 20 世纪 90 年代起。目前,计算机网络的发展正处于这一阶段,Internet 被广泛应用,高速网络技术和网络计算技术正迅速发展。

Internet 是全球最大的、开放的、由众多广域网和局域网通过多个路由器互联而成的计算机网络。Internet 的发展已经历了 3 个阶段,正走向成熟。从 1969 年 ARPANET 的诞生到 1983 年,这是研究试验阶段,主要进行网络技术的研究和试验;从 1983 年到 1994 年是 Internet 的实用阶段,在美国和一部分发达国家的大学和研究部门中得到广泛应用,主要用于教学、科研和通信的学术网络;从 1994 年以后,开始进入 Internet 商业化阶段,除了原有的学术网络应用外,政府部门、商业企业以及个人广泛使用 Internet,而且全世界绝大部分国家都纷纷接入 Internet。Internet 已经成为世界范围的信息资源库,Internet 的发展推动着世界科学、文化、经济和社会的发展,它对信息技术的发展以及信息社会的形成起着十分重要的作用。

计算机网络在改变着人们的生活和工作方式,人们足不出户便可了解全球发生的重大事件,可以用更快捷、方便的方式与世界各地的人进行联络。网络使世界变得越来越小,生活节奏越来越快。网络的产生扩大了计算机的应用范围,为信息化社会的发展奠定了技术基础。

1.1.2 计算机网络技术的发展

计算机网络是由计算机和通信网络两部分组成的,其中,计算机是通信网络的终端或信源,通信网络为计算机之间的数据传输和交换提供了必要手段。因此,也可以说计算机

网络是一些互相连接、自治的计算机的集合。计算机网络是计算机技术和通信技术二者紧密结合而产生的,在通信技术发展的同时,计算机技术也在不断地产生与发展,并渗透到通信技术中,因而,提高了通信网络的性能。

在 20 世纪 60 年代末,计算机网络技术开始发展,当时主要集中于广域网 WAN。在广域网技术中,首先出现的是一些专用网络,比如 IBM 公司的系统网络体系结构 SNA 和 DEC 公司的数字网络体系结构 DNA 等。1969 年 12 月美国的分组交换网 APPA 网投入运行。到了 70 年代中期,国际电报电话咨询委员会 CCITT 制订了分组交换网标准 X.25。70 年代末,国际标准化组织 ISO 制定了开放系统互联参考模型 OSI/RM,这为计算机网络走向正规化和标准化奠定了坚实的基础。而局域网 LAN 技术出现在 70 年代末,并在 80 年代以后迅速发展,为计算机网络进入办公室开创了新纪元。随着计算机技术和通信技术的进步以及通信业务的多媒体化,从 80 年代以来,宽带通信技术得到了很大的发展。分布式队列双总线 DQDB 等城域网 MAN 标准不断推出,为城市范围内实现多媒体宽带通信奠定了基础。在广域网方面,以帧中继(FR)和异步传输模式(ATM)为标志的宽带综合业务数字网 B-ISDN 的发展,将使人类真正步入多媒体通信时代。计算机网络技术的不断更新以及新技术的不断出现更是给计算机网络一新的面貌、新的形象,无论在网络的规模、网络的性能、网络的业务范围,还是网络的服务质量等不同的方面都得到了大大的改善与提高。

从计算机网络技术的发展这一过程我们可以看到,计算机网络技术的内容非常丰富且关系复杂,因而其含义也非常广泛,比如,数据交换技术、无线网络技术、综合布线技术、路由技术、网络互联技术、宽带网络技术、Web 技术以及网络管理与网络安全技术等都可以视为计算机网络技术。通常意义上所讲的网络技术是指物理网络技术,它对应于网络体系结构中的下层网络,它们负责将网络数据在物理设备之间进行传输。基于这一点,我们可以将计算机网络技术划分为两大类:局域网技术和广域网技术。因此,本书也主要是针对这两大类技术而展开讨论的。

1.1.3 计算机网络的发展趋势

随计算机技术和通信技术的迅速发展,以及因特网的普遍应用,因特网则将要面临用户拥挤等一些需要解决的问题。针对这一问题,美国政府,同时也包括我国在内的许多其他国家和高技术公司、大学都在致力于开发新的高速网络。目前,最具有代表性的两大项目就是 Internet2 和 NGI。

1. 下一代因特网

本世纪初,一系列以“下一代”(Next Generation, NG)开头的新技术接踵而至。比如,下一代网络(NGN)、下一代因特网(NGI)等。

下一代因特网 NGI(Next Generation Internet)是美国白宫在 1996 年 10 月宣布的一个计划。它是从高性能计算机与通信计划所演化而来,现在已成为美国政府大规模网络计划的一部份。NGI 的主要目标是发展与展示两种分别比目前的因特网快 100 和 1000 倍(点对点性能)的环境。NGI 将要从事的网络服务范围包含了安全交易与网络管理,同时也在现有的产品与服务方面作了很多努力,并且让 NGI 能够很容易地被公司所使用。到 1998 年,已经有超过 150 家的硅谷公司成为其合作伙伴。

2. Internet 2

Internet 2 的基本目的是开发先进的 Internet 技术和应用,以满足高等学校间进行网上科学研究和教学的需要,它的一个关键任务就是加速先进的 Internet 技术的推广普及,特别是在商业领域的应用推广。同时它也正努力实现一些在传统 Internet 上不能实现的应用,如远程医疗、数字化图书馆、虚拟实验室等。Internet 2 不是一个孤立的网络,而是由全美许多先进的校园网、区域网和国家网共同参加而成的,它通过将公共机构和资源集中起来进行新技术的研究。而且,将来 Internet 2 的使用,不会取代 Internet,其研究成果将被应用到全球的 Internet 上,以促进现有商业 Internet 的应用。

我国目前也在进行下一代网络的建设。这个类似于 Internet 2 的计划也是由国内高校发起成立的。但是对于中国来说,如何通过更好的形式联合更多的组织或公司参与下一代网络的发展,并制定相关的协调措施,增加学校之间的联系和出口带宽,这将是我国与国际 Internet 2 接轨的关键,也将大大促进这一进程。随着计算机网络技术的更深入的发展,Internet 2 将会离我们越来越近,甚至将会以更快的速度覆盖全球。

3. 三网合一

(1) 三网合一的概念

三网合一中的“三网”指的是电信综合网、计算机互联网和有线电视网。实际上它们代表了信息产业中三个不同行业,即电信业、计算机业和有线电视业的基础设施。目前这三大网络的特点如下:

- 电信综合网的主要特点是电路交换,业务质量高,QoS 可以得到保证,通信成本取决于距离和时间。存在的问题是网络规模巨大,在向三网合一转化过程中其负担过大。
- 计算机互联网的特点是网络结构简单,分组交换,适于传送资料业务,通信成本基于带宽,而且 IP 协议是目前惟一可为三大网共同接受的通信协议,其业务成本低。存在的问题是缺乏管理大型网络与话音业务方面的技术和运营经验;对全网缺乏有效的控制能力;网络安全性存在隐患。
- 有线电视网的特点是普及率高,接入网带宽大。存在的问题是网络分散,标准过多。缺乏通信和资料业务方面的知识和运营管理经验。

从概念上讲,三网合一可以从多种不同的角度和层面去观察和分析,它涉及到技术融合、业务融合、市场融合、行业融合、终端融合乃至行业管制和政策方面的融合等。三网合一实际是一种广义的、社会化的说法。在现阶段并不意味着三大网络的物理合一,由于历史的原因以及竞争的需要,各种业务的基础网络本身将会长期共存、竞争和发展。所谓的三网合一主要是指高层业务应用的融合,其表现为:技术上趋向一致,网络层上可以实现互联互通,业务层上互相渗透和交叉,应用层上趋向使用统一的 IP 协议,行业管制和政策方面也逐渐趋向统一,朝着向人类提供多样化、多媒体化、个性化服务的同一目标逐渐交会在一起。通过技术改造,三大网络都能够提供包括语音、数据,图像等综合多媒体的通信业务。

(2) 三网合一的必然性与可行性

尽管三网合一面临的困难重重,比如不同行业、不同网络之间的利益冲突;网络结构、技术标准、通信协议的兼容问题以及网络接入技术等。但是,三网合一本身有其存在和发展的必然性与可行性。

首先,三网分立已经成为信息资源共享、及时交流的最大障碍。不断涌现的各种新业务促使人们建立一个宽频带、高速率的公用信息网络,把通信、广播电视、计算机、多媒体等各种信息服务业务纳入统一的网络中,高速度、高效益地满足社会对信息的需求。

其次,从经济的角度看,三网合一将会大大节省用户网的建设投资,降低网络管理、维护和运营成本。

此外,市场需求和竞争给融合带来了新的驱动力量;管制部门放宽对业务提供者经营范围的限制,使某种业务提供者具有一定的提供多种业务可能性。

从技术角度讲,数字技术使得电话、资料和图像等业务信息都可以采用统一的数码传输、交换和分配。光通信技术,尤其是密集波分复用技术 DWDM 的发展为宽带图像和资料业务提供了必要的带宽和传输质量以及低成本。另外,软件技术与 TCP/IP 协议的发展也为三网合一的实现提供了技术基础。这些技术为实现网络层的互联互通,业务层的互相渗透和交叉,以及应用层上使用统一的协议提供了可行性。

三网合一的需求日益高涨,三网合一的也在迅速发展。因此,宽带化、综合化和数字化成为今后网络建设的潮流。

(3) 三网合一的发展趋势

- 从国外的实践看,三大网络在短期内尚不可能由任何单一的网络所代替,三网合一将逐步实现。
- 从国内的形势看,目前阶段,我国应将三网合一的重点放在对三网的改造上,在网络层面上实现网间的互联互通,在业务层面上实现各种业务互相渗透和交叉,承载多种业务,使网络可以基于 IP 在各自数据应用平台上提供多媒体信息服务,充分发挥各类网络资源的技术潜力。
- 从长远看,三网合一的最终结果是产生下一代网络,它是各种网络自身优势的有机融合,实质上是一个类似于生物界的优胜劣汰的演化过程。

从总体上看,三网融合已成为一种不可阻挡的趋势,但我们必须清楚地认识到其艰巨的一面。三网合一的过程是信息领域巨大变革的过程,它将带动一系列的、各方面的、不同行业的以及各种利益关系之间的改变与调整。另外,目前我国还面临着三大网的技术标准不统一、通信协议不尽相同等问题。因此,三网合一不是一朝一夕的事,它将是一个长期而艰巨的过程。而且三网融合的过程也是一个多网长期共存的过程。

1.2 计算机网络及其功能

对于计算机网络的定义,至今没有一个统一的说法。从不同的角度来看可以有不同的定义方法,不同的书上,计算机网络的定义也不尽相同。

从计算机网络的组成角度看,可以把计算机网络定义为:由计算机设备、通信设备、终端设备等网络硬件和网络软件组成的大的计算机系统。