



21st CENTURY
实用规划教材

全国本科计算机应用创新型人才培养规划教材

计算机网络基础与应用

主 编 刘远生 关莉莉



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

全国本科计算机应用创新型人才培养规划教材

计算机网络基础与应用

主 编 刘远生 关莉莉



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书根据应用型本科学生的培养目标和要求,较全面地介绍了计算机网络的基本知识和基本技术,并在此基础上介绍了部分网络的实践操作和管理实例。全书共9章,可分三大部分:第一部分为计算机网络基础知识和基本理论;第二部分为计算机网络应用技术;第三部分为网络应用实例。

本书语言简洁,循序渐进,深入浅出,逻辑性强,可作为应用型本科电子类、计算机类和机电类专业学生的计算机网络课程教材,也可作为非电子类本科、成人教育和网络教育本科学生的计算机网络课程教材,还可以作为计算机网络爱好者的自学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础与应用/刘远生,关莉莉主编. —北京:北京大学出版社,2009.6
(全国本科计算机应用创新型人才培养规划教材)

ISBN 978-7-301-15063-4

I. 计… II. ①刘…②关… 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043264号

书 名: 计算机网络基础与应用

著作责任者: 刘远生 关莉莉 主编

策 划 编 辑: 乐和琴

责 任 编 辑: 刘 丽

标 准 书 号: ISBN 978-7-301-15063-4/TP·1004

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: 涿州市星河印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16开本 19.5印张 453千字

2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

定 价: 32.00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

序

本套教材经过全国几十所高等学校老师一年多的努力，终于与广大读者见面了。我相信，它一定会受到全国高等学校计算机界老师和同学们的热烈欢迎。

随着信息技术的飞速发展，单一培养模式已经不能满足社会对计算机专业人才多样化的需求。应对这一变化的最佳办法，就是采用多种模式的培养方式。当前，高等学校的计算机教育正处于从过去的单一培养模式向多种培养模式的转变过程中，多种模式的培养方式将是必然的发展方向。

多种模式的培养方式包括：培养人才的类型不同(研究型，应用型)；专业方向不同(计算机软件，计算机网络，信息安全，信息系统，计算机应用技术等)；课程设置的多样性等。

同时，高等教育对科技人才培养的要求是：不但要培养研究型科技人才，还要为国家培养更多的应用型科技人才(或称工程型科技人才)。也就是说，培养应用型科技人才是百分之九十以上的普通高等学校的主要任务。

本套教材正是为适应多种模式培养方式的要求，并且着重于培养计算机领域高级应用型科技人才的需求，而组织编写的。

本套教材具有如下特点。

1. 基础理论够用

计算机专业所需的基础理论知识以够用为准，不是盲目扩张。如数字系统的基础知识，计算机的基本组成原理和体系结构的基础知识，离散数学的基础知识，数据结构和算法的基础知识，操作系统的基础知识，程序设计的基础知识等，都进行了必要的讲解介绍。

2. 强调理论联系实际，学以致用

每本教材的编写都将“理论联系实际，学以致用”的原则贯彻始终。例如，《计算机组成原理和体系结构》结合现代的计算机讲解，使学生学完这门课程之后，确切掌握现代计算机的组成、结构和工作原理；又如，《程序设计》结合实例讲解，使学生学完这门课程后，真正能够动手编写程序。

3. 强调教材的配套性

根据多年组织教材的经验，只有配套性好的教材才最受教师和学生们的欢迎。我们这套教材，尽量做到了课堂教材、实训教材和教学课件完全配套，以方便教学使用。

另外，本套教材提供的是一套应用创新型计算机教育系列教材，可供不同类型学校依照自己的教学计划，根据自身的需要进行选用。

现在把这套教材奉献给全国计算机界的朋友们，真诚希望大家能够喜欢。本套教材难免会有诸多缺点或不到之处，还希望得到大家的批评和指正。

全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会主任
李大友

2008年12月

前 言

回首 20 世纪的科学技术,有人说其最大成就是计算机网络技术的问世。计算机网络技术是 20 世纪对人类社会产生最深远影响的科技成就之一。随着 Internet 技术的发展和信息基础设施的完善,计算机网络技术正在改变着人们的生活、学习和工作方式,推动着社会文明的进步。计算机网络技术是计算机技术与通信技术密切结合的综合性学科,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。在 21 世纪初,我国计算机网络技术的发展也非常迅速,应用也更加普及。信息技术的进步推动着计算机网络技术的发展,新概念、新思想、新技术、新型信息服务也不断涌现。要想在网络技术飞速发展的今天有所作为,必须掌握好计算机网络技术的基本知识,了解计算机网络技术发展的最新动态。计算机网络技术不仅是从事计算机专业的人员必须掌握的知识,也是广大读者特别是青年学生应该了解和掌握的知识。

我国的本科教育一般可分为研究型和应用型两大类。应用型人才的培养目标是培养具有良好道德素质、较扎实的理论基础、较强的实践应用能力、组织管理和人际协调能力的高级技术应用型人才。根据应用型本科生的培养目标和要求,考虑到对高等技术应用型人才的要求,本书注意拓宽知识面,基本理论和原理知识适度,强调技术实践。在内容上,除介绍必要的计算机网络的基本知识、基本理论及应用技术外,还介绍了新型网络技术和计算机网络的安全管理等内容。本书强调培养学生从事与专业相关的技术开发和管理所需的综合能力,以及行业、岗位或岗位群需要的应用技术能力,力求体现先进性、实用性和逻辑性。

本书较全面、系统地介绍了计算机网络的基本知识和基本技术,并在此基础上介绍了部分网络的实践操作和管理实例。全书共 9 章,可分三大部分:第一部分为计算机网络基础知识和基本理论,主要介绍计算机网络的基本概念、数据通信的基本知识、网络体系结构及局域网基础,该部分是后面各章的基础;第二部分为计算机网络应用技术,主要介绍局域网技术、网络操作系统、网络互连技术、网络管理与安全技术和互联网技术与服务,该部分是网络应用的基础;第三部分为网络应用实例,该部分主要介绍常用的网络应用和管理操作。

本书安排合理,逻辑性强,语言简明,循序渐进,可作为应用型本科电子类、计算机类和机电类专业学生的计算机网络课程教材,为后续课程(如组网工程、Internet 及应用、计算机网络安全、计算机网络管理等)打好基础,也可作为非电子类专业本科、成人教育和网络教育本科学生的计算机网络基础课程教材,还可以作为计算机网络爱好者的自学参考书。

本书由刘远生和关莉莉任主编,张伟、李民、刘芊麟和刘野参加了编写,全书由刘远生统阅定稿。

在本书的立项、大纲编写及正式编写过程中得到了北京大学出版社的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

由于时间仓促和作者水平有限,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正,也希望专家、学者多多指教。编者希望与各位读者多交流,联系方式(E-mail) ysliu@sjtu.edu.cn。

编 者

2009 年 5 月

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的发展	1
1.1.1 计算机网络的发展过程	1
1.1.2 Internet 的起源和发展	4
1.2 计算机网络的基本概念	6
1.2.1 什么是计算机网络	6
1.2.2 计算机网络的常见概念	7
1.3 计算机网络的组成	9
1.3.1 计算机网络硬件系统	10
1.3.2 计算机网络软件系统	11
1.4 计算机网络的功能和特点	12
1.4.1 计算机网络的功能	12
1.4.2 计算机网络的特点	13
1.5 计算机网络的分类	14
1.6 计算机网络的拓扑结构	14
习题与思考题	16
第 2 章 数据通信基础	17
2.1 数据通信概述	17
2.1.1 数据通信系统模型	17
2.1.2 数据通信的基本概念	19
2.1.3 数据通信的主要技术指标	20
2.1.4 数据通信方式	21
2.2 信号的调制与编码	24
2.2.1 基带传输和频带传输	24
2.2.2 信号的调制	25
2.2.3 信号的编码	26
2.3 多路复用	29
2.3.1 频分多路复用	29
2.3.2 时分多路复用	30
2.3.3 波分多路复用	32
2.3.4 码分多路复用	32
2.4 同步技术	33
2.4.1 同步的类型	33
2.4.2 同步的实现方法	34
2.4.3 异步传输和同步传输	36
2.5 数据交换	37
2.5.1 电路交换	38
2.5.2 存储交换	39
2.5.3 数据报和虚电路	41
2.6 差错控制	43
2.6.1 差错控制方法	43
2.6.2 差错控制编码	44
2.7 通信介质	50
2.7.1 有线通信介质	50
2.7.2 无线通信介质	53
习题与思考题	54
第 3 章 网络体系结构与协议	56
3.1 网络体系结构及其概念	56
3.1.1 层次结构及相关概念	56
3.1.2 网络协议和服务	58
3.1.3 OSI 参考模型	60
3.2 物理层	63
3.2.1 物理层概述	63
3.2.2 物理层接口协议	63
3.2.3 典型的物理层标准	65
3.3 数据链路层	69
3.3.1 数据链路层功能	69
3.3.2 差错控制、流量控制与 滑动窗口机制	71
3.3.3 数据链路控制规程与协议	73
3.3.4 典型数据链路层协议 HDLC	74
3.4 网络层	79
3.4.1 网络层的功能和服务	79
3.4.2 路由选择	80
3.4.3 流量控制	82
3.4.4 典型的网络层协议 X.25	84
3.5 传输层	85

3.5.1 传输层概述	85	第 5 章 网络操作系统与服务器配置	128
3.5.2 传输层功能	86	5.1 网络操作系统概述	128
3.5.3 网络服务质量	87	5.1.1 网络操作系统的功能	129
3.5.4 传输层协议	88	5.1.2 常用的网络操作系统	129
3.6 高层	89	5.2 Windows 系列操作系统	130
3.6.1 会话层	89	5.2.1 Windows NT 操作系统	130
3.6.2 表示层	90	5.2.2 Windows 2000 操作系统	135
3.6.3 应用层	92	5.2.3 Windows 2003 操作系统	137
3.7 TCP/IP 体系结构	94	5.3 其他网络操作系统	139
3.7.1 TCP/IP 概述与层次结构	94	5.3.1 UNIX 操作系统简介	139
3.7.2 TCP/IP 协议与服务	96	5.3.2 Linux 操作系统简介	140
3.7.3 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型比较	101	5.4 Windows 2003 服务器的安装与 配置实例	141
习题与思考题	102	习题与思考题	151
第 4 章 局域网和城域网	104	第 6 章 网络互连技术与实践	152
4.1 局域网概述	104	6.1 网络互连概述	152
4.1.1 局域网的特点与分类	104	6.1.1 网络互连的概念	152
4.1.2 局域网的传输介质与 拓扑结构	105	6.1.2 网络互连的目的和要求	154
4.1.3 局域网体系结构与协议	106	6.2 网络互连设备	154
4.2 局域网介质访问控制方法	109	6.2.1 中继器	155
4.2.1 CSMA/CD 介质访问 控制方法	109	6.2.2 集线器	156
4.2.2 令牌环介质访问控制方法	110	6.2.3 网桥	158
4.2.3 令牌总线介质访问 控制方法	112	6.2.4 路由器及路由算法	160
4.3 以太网	113	6.2.5 交换机及交换机技术	163
4.3.1 传统以太网	113	6.2.6 网关	168
4.3.2 高速以太网	116	6.3 网络路由器的安装、配置与管理	169
4.4 交换式局域网	120	6.3.1 路由器的配置基础	169
4.4.1 交换式局域网概述	120	6.3.2 路由器的配置实例	175
4.4.2 交换式局域网的组成	121	6.4 网络交换机的安装与配置	182
4.4.3 虚拟局域网	122	6.4.1 本地配置方式	182
4.5 城域网	123	6.4.2 远程配置方式	187
4.5.1 FDDI 网络	124	6.4.3 用 Modem 拨号远程登录	189
4.5.2 分布式队列双总线(DQDB)	126	6.4.4 通过 NMS 登录交换机	190
习题与思考题	127	习题与思考题	191
		第 7 章 网络管理与网络安全	192
		7.1 网络管理	192
		7.1.1 网络管理概述	192
		7.1.2 简单网络管理协议	195

7.2 网络安全概述	197	8.4 Internet 服务	251
7.2.1 网络安全的概念	197	8.4.1 电子邮件服务	251
7.2.2 网络面临的不安全因素	198	8.4.2 远程登录服务	252
7.2.3 网络的安全措施	200	8.4.3 文件传输服务	253
7.3 数据加密与鉴别	201	8.4.4 WWW 服务	254
7.3.1 数据加密	201	8.4.5 BBS 服务	254
7.3.2 鉴别与认证	206	8.5 下一代 Internet 与 IPv6	255
7.4 网络攻防技术	207	8.5.1 下一代 Internet 概述	255
7.4.1 防火墙	207	8.5.2 我国下一代互联网的 研究与应用	256
7.4.2 网络病毒	211	8.5.3 IPv6 简介	258
7.4.3 黑客与网络攻击	214	8.6 Internet 服务器配置与管理实践	259
7.4.4 入侵检测与入侵防护系统	217	8.6.1 常用网络工具的使用	259
7.4.5 网络扫描与网络监听	219	8.6.2 Web 服务器的配置与管理	265
7.4.6 计算机紧急响应	222	8.6.3 DNS 服务器的配置与管理	270
7.5 网络安全管理实践	223	8.6.4 FTP 服务器的配置与管理	274
7.5.1 加密软件 PGP 的应用实例	223	8.6.5 SMTP 服务器的配置与 管理	282
7.5.2 网络扫描工具的应用实例	227	习题与思考题	288
7.5.3 一种全面防御软件的 应用实例	230	第 9 章 课程设计——构建网络系统	290
习题与思考题	236	9.1 网络系统建设步骤	290
第 8 章 Internet 与应用	237	9.1.1 网络系统的分析	290
8.1 Internet 概述	237	9.1.2 网络系统的规划	291
8.2 IP 地址和域名	238	9.1.3 网络系统的设计	291
8.2.1 IP 地址的组成与类别	238	9.1.4 网络系统的实施	294
8.2.2 子网规划与子网掩码	240	9.1.5 网络系统的调试与验收	295
8.2.3 域名系统与服务	242	9.2 某校园网系统建设实例	295
8.3 Internet 接入方式及接入实例	244	习题与思考题	299
8.3.1 Internet 接入方式	244	参考文献	301
8.3.2 ADSL 接入实例	247		

第 1 章 计算机网络概述



本章要点

计算机网络的产生与发展,网络的定义及常用网络概念,网络的硬件系统和软件系统组成及其作用,网络的功能和特点,网络的类型,网络的拓扑结构。



本章要求

- 了解计算机网络的发展过程及特点,了解网络的发展趋势
- 了解网络的系统组成及组成部分的作用
- 掌握计算机网络的基本知识和基本概念
- 了解网络的功能和特点
- 了解网络的分类方法
- 理解网络的拓扑结构及其特点和应用

1.1 计算机网络的发展

1.1.1 计算机网络的发展过程

与任何其他事物的发展过程一样,计算机网络的发展也经历了从简单到复杂、从单机到多机、从终端与计算机之间的通信到计算机与计算机之间的直接通信的演变过程。计算机网络从形成、发展到广泛应用经历了近 50 年。在这期间,计算机网络技术的发展速度与应用的广泛程度都是惊人的。纵观计算机网络的形成与发展历史,可将其划分为以下 4 个阶段:面向终端的计算机网络阶段、多机系统的互连阶段、标准化的计算机网络阶段和网络互连与高速网络阶段。

1. 面向终端的计算机网络

在 1946 年世界上第一台计算机问世时,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,美国建立了 SAGE(半自动化地面防空)系统。该系统进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试。它是将远距离的雷达和其他设备的信息,通过通信线路汇集到一台旋风型计算机上,第一次实现了利用计算机远距离集中控制和人机对话。将计算机技术与通信技术相结合,可实现远距离的数据通信。这就是最早的所谓的计算机网络,它可以将地理位置上分散的多个终端通过通信线路连接到一个中心计算机上。用户可在自己的办公室内的终端上输入数据和程序,通过通信线路传输到中心计算机上,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送回用户终端显示和打印。人们把这种以

单个计算机为中心的计算机系统称为面向终端的远程联机系统。

在该阶段中,开始时使用多个线路控制器通过多条线路将主机与多个远端终端相连;后来出现了多重线路控制器,一个多重线路控制器即可使一台主机与多个终端相连,从而实现一台主机与多个终端之间的通信,构成远程联机系统。

当初,主机的设计主要是进行数据处理。在主机开始连接远程终端时,数据处理和通信处理都要主机来完成,大大增加了主机的负担,降低了主机的数据处理效率。后来,在主机前设置一台前端处理机 FTP,来专门负责通信处理工作。前端处理机的出现,使得数据处理和通信处理两项功能分别由计算机和通信设备来实现,从而提高了计算机资源和通信资源的利用率。

为了提高通信线路的利用率,降低成本,采用多个终端共享通信线路的结构,即在终端密集的区域设置一个线路集中器,使多个终端先通过低速线路与集中器连接,集中器通过高速线路与主计算机相连。这样,集中器把收到的多个终端的信息按一定格式组成汇总信息,再传送给主机。

由于前端机和集中器一般选用小型计算机或微型计算机担任,因此,这种结构也称为具有通信功能的多机系统。

20 世纪 60 年代初美国航空公司建成了航空订票系统 SABRE-1。该系统以一台大型计算机为中心计算机,与分散在全美国的 2 000 多个终端连接。这就是一个典型的面向终端的远程联机系统。

上述的系统都是主计算机以不同的形式连接终端构成的,称为面向终端的计算机网络,属于第一代计算机网络。实际上,这些系统只是计算机网络的“雏形”,还没有真正出现“网”的形式,可算做计算机网络的“萌芽”阶段,发展时间在 20 世纪 50 年代中期到 60 年代中期。

该阶段的主要特点有两个,一是以主机为中心,二是面向终端,终端没有自主处理能力。

2. 多机系统的互连

联机系统的发展为计算机应用开拓了新领域。随着计算机应用的发展和硬件价格的下降,一个单位或部门常拥有多个多机系统分布在广泛的区域。这些系统除了处理自己的业务外,与其他系统之间还要经常交换信息,传递情报,进行各种业务联系等。这就可以将前述多个计算机联机系统的主机之间用高速线路连接起来,使它们当中的主机与主机也能交换信息、相互调用软件,以及调用其中任一主机的任何资源。这样的系统就是由多个联机系统的互连组成的,这才真正具有“网”的概念。这种计算机与计算机通信的计算机网络系统,呈现出的是多个计算机处理中心的特点,各计算机通过通信线路连接,相互交换数据、传送软件,实现了互连的计算机之间的资源共享。

这种系统的出现,使计算机网络的通信方式由终端与计算机之间的通信,发展到计算机与计算机之间的直接通信。用户可把整个系统看做由若干个功能不同的计算机系统集合而成。这就是第二代计算机网络,它比第一代面向终端的计算机网络的功能扩大了很多。

20 世纪 60 年代末,美国国防部高级研究计划局 DAPRA 建成了著名的远程分组交换式网络——ARPA 网,如图 1.1 所示。ARPA 网是 1969 年建成的,开始时只有 4 台主机相连接,到 1975 年已经有 100 多台不同型号的大型计算机相连。它横跨美国东西部地区,连接了美国主要的政府、科研、教育及财政金融部门,并通过卫星与其他国家实现了网际互连。ARPA 网是一个典型的分组交换网。

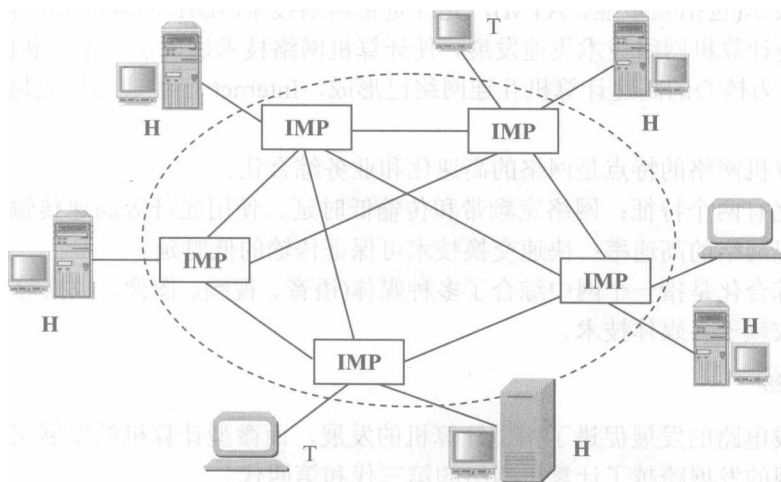


图 1.1 ARPA 网络结构图

第二代计算机网络的特点：以通信子网为中心，数据处理与数据通信功能分开，使用分组交换技术。第二代计算机网络的发展和使用时间约在 20 世纪 60 年代后期到 70 年代后期，属于计算机网络的形成阶段。ARPA 网就是该类网络的典型代表。

3. 标准化的计算机网络

20 世纪 70 年代，计算机网络开始向着体系结构标准化方向迈进，即正式进入网络标准化时代。

ARPA 网第一次完整地实现了分布式的资源共享，为计算机网络的发展奠定了基础，显示了计算机网络的优越性，促使许多国家开始组建规模较大的网络。同时，各大计算机公司和计算机研制部门都投入大量的人力、财力，进行计算机网络体系结构的研究，目的是提供一种统一信息格式和协议的网络软件结构，使网络的实现、扩充和变动更易于实现，以适应计算机网络迅速发展的需要。

1974 年，IBM 公司率先提出了系统网络体系结构 SNA；1975 年，DEC 公司提出了面向分布式网络的数字网络体系结构 DNA；1976 年，UNIVAC 公司提出了分布式控制体系结构 DCA……其他国家和公司也纷纷提出自己的网络体系结构，思想大同小异。同一体系结构的网络产品容易实现互连，而不同体系结构的产品却很难实现互连。为了使不同体系结构的网络都能实现互连，国际标准化组织(ISO)于 1977 年成立了专门机构，研究和制定网络通信标准，以实现网络体系结构的标准化。不久，ISO 就提出了一个能使各种计算机在世界范围内互连成网的开放系统互连(OSI)参考模型。它为研究、设计、改造和实现新一代计算机网络系统提供了功能上和概念上的框架，是一个具有指导性的标准。从此开始了第三代计算机网络的新纪元。这个时期是从 20 世纪 70 年代末开始的，属于计算机网络的成熟阶段。

4. 网络互连和高速网络

从 20 世纪 80 年代末开始，计算机技术、通信技术及建立在互连网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛发展。在该阶段，各国纷纷建立起自己的信息基础设施，网络传输介质的光纤化，多媒体网络及宽带综合业务数字网(B-ISDN)的开发和应用，智能网的发展，分布式计算机系统的研究，百兆位以太网、千兆位以太网、万兆位以太网等高速以太网技术，

快速分组交换技术(包括帧中继、ATM), 光纤宽带网络技术(SDH 和 SONET)等一系列新技术的出现, 都促使计算机网络技术飞速发展, 使计算机网络技术进入了一个崭新的阶段。目前, 全球以 Internet 为核心的高速计算机互连网络已形成, Internet 已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。

第四代计算机网络的特点是网络的高速化和业务综合化。

网络高速化有两个特征: 网络宽频带和传输低时延。使用光纤等高速传输介质和高速网络技术, 可实现网络的高速率; 快速交换技术可保证传输的低时延。

网络业务综合化是指一个网中综合了多种媒体(语音、视频、图像、数据等)的信息。业务综合化的实现依赖于多媒体技术。

5. 局域网

大规模集成电路的发展促进了微型计算机的发展, 而微型计算机的发展又促进了局域网的发展。局域网的发展跨越了计算机网络的第三代和第四代。

微机局域网是从 20 世纪 70 年代发展起来的。1972 年, 美国贝尔实验室 Pierce 等人发明了皮尔斯(Pierce)环; 同年, 加州大学又开发了分布式计算机系统 DCS。1976 年, 美国 Xerox 公司推出了著名的 Ethernet(以太网), 这是利用 ALOHA 无线网络系统原理发展而成的第一个竞争式总线状局域网。Ethernet 的问世, 是局域网发展史上的一个里程碑。之后, 又相继出现了剑桥环(Cambridge Ring)网, Spider 环网, 8100 环网, ARC 星状网等局域网产品。

进入 20 世纪 80 年代, 局域网开始得到了大规模的发展, 其研制工作也开始向产品化、标准化方向发展。主要表现在 1980 年公布了以太局域网的标准规范(DIX 标准); IEEE 成立了致力于局域网标准化的 802 委员会, 并相继推出了 IEEE 802 系列标准(协议草案), 其中大部分标准被 ISO 正式接纳为国际标准, 这标志着局域网协议和标准化工作向前迈进了一大步。其后, 由于 PC 的问世, 各著名公司纷纷开发微机局域网, 其中, 典型的有 AST 的 PCnet 网络, Corvus 的 Omninet(欧姆尼网), 3COM 公司的以太系列局域网、3+网、3+OPEN, Microsoft 的 LAN Manager 和 Apple Talk, Novell 的 NetWare 网, 以及光纤分布式数字接口(FDDI)网等。20 世纪 90 年代中后期, 又出现了快速局域网和高速局域网, 如 100Mbps 以太网、1000Mbps 以太网、ATM 局域网和 10Gbps 以太网等。

6. 计算机网络的发展趋势

进入 21 世纪, 计算机网络正向着综合化、宽带化、智能化和个性化方向发展。信息高速公路概念的提出, 为人们展示了信息化社会的美好前景, 向用户提供声音、图像、图形、数据和文本的综合服务, 实现用户之间的多媒体通信, 是网络发展的目标。

在 20 世纪的最后几年中, 人们惊喜地发现, 电话、收音机、电视机, 以及计算机和通信卫星等领域正在迅速地融合, 信息的获取、存储、处理和传输之间的“孤岛现象”随着计算机网络和多媒体技术的发展而逐渐消失, 曾经独立发展的电信网络、电视网络和计算机网络已在不断融合(三网融合), 新的信息产业正以强劲的势头迅速崛起。相信由“三网融合”到真正的“三网合一”会是今后一段时间内网络发展的一种趋势。

1.1.2 Internet 的起源和发展

从某种意义上说, Internet 是二战以后美苏冷战的产物, 其由来可追溯到 1962 年。当时正处于冷战的高潮, 美国国防部(DoD)为了保证美国本土防卫力量和海外防御武装在受到苏联

第一次核打击之后仍然具有一定的生存和反击能力,认为有必要设计出一种分散的指挥系统。该系统由一个个分散的指挥点组成,当部分指挥点被摧毁后,其他点仍能正常工作,并且这些点能够绕过那些被摧毁的点而继续保持联系。专家们认为,利用电路交换网来支持核战争的命令和控制信息传输是不可靠的。因为线路或者交换机的故障可能导致整个网络的瘫痪,导致信息传输的中断,因此他们希望能够建立一种高冗余、可迂回的新型计算机网络,以此来满足要求。1968 年 10 月,美国国防部高级研究计划局(DARPA)和麻省剑桥的 BBN 公司签订合同,研制适合这种要求的计算机通信网络。

1969 年 6 月,完成了第一阶段的工作,组成了 4 个结点的试验性网络,称为 ARPANET。ARPANET 采用称为接口报文处理机(IMP)的小型计算机作为网络的结点机(见图 1.1)。为了保证网络的可靠性,每个 IMP 至少和其他的两个 IMP 通过专线连接,主机则通过 IMP 接入 ARPANET。IMP 之间的信息传输采用分组交换技术,并向用户提供电子邮件、文件传送和远程登录等服务。ARPANET 被公认为是世界上第一个采用分组交换技术组建的网络。

1975 年夏天,ARPANET 结束试验阶段,网络控制权交给美国国防部通信局(DCA),DCA 在 ARPANET 的基础上组建了美国国防数据网(DDN)。

ARPANET 初建时只有 4 个结点,到 1973 年发展到 40 个结点,1975 年达到 100 多个结点。ARPANET 通过有线、无线和卫星线路连接,跨越整个美国大陆和夏威夷州,触角伸至欧洲,形成了覆盖世界范围的通信网络。

在 DARPA 资助开发 ARPANET 的同时,许多厂商和用户也预见到了计算机连网的重要性,纷纷开展研究,例如,IBM 公司推出了网络产品,DEC 公司组建了 DECNET 等。尤其是 20 世纪 70 年代末期,微型计算机的问世使局域网得到发展。网络的多样化促使 DARPA 开始研究网络互连技术。1980 年左右,DARPA 开始致力于互连网技术的研究,其研究的成果被简称为 Internet,即我们所说的因特网。促使 DARPA 开展网络互联技术研究的另一个因素是随着用户的增多,ARPANET 覆盖范围的增大,原本专为单个网络设计的管理技术不敷使用,必须加以改进。事实上,在 ARPANET 仍处于试验阶段时,人们就发现 ARPANET 的协议并不适合在多个网络上运行,许多人已经开始了各种协议的研究。最著名的研究成果是文顿·瑟夫(Cerf. V)和卡悬(Kahn. R)于 1974 年提出的 TCP/IP 协议。该协议的思想得到人们的重视,并被作为支持 Internet 的首选方案。TCP/IP 协议在 ARPANET 上的应用使得 ARPANET 成为初期 Internet 的骨干网。

ARPANET 是计算机网络技术发展史上一个重要的里程碑。它对发展计算机网络技术的主要贡献表现在:完成了对计算机网络的定义、分类和子课题研究内容的描述;提出了资源子网、通信子网两级网络结构的概念;研究了分组交换的数据交换方法;采用了层次化的网络体系结构模型与协议体系;促进了 TCP/IP 协议的发展;为 Internet 的形成和发展奠定了基础。

为了推广 TCP/IP 协议,美国政府采取了两个较大的动作:一是 1983 年前后,国防部秘书处强制性地要求连到网络上的所有主机都使用 TCP/IP 协议;二是资助 BBN 在 UNIX 上使用 TCP/IP 协议,同时资助 Berkeley 公司将 TCP/IP 协议嵌入到 UNIX 操作系统中。推动 TCP/IP 协议广泛应用的另一个部门是美国国家科学基金会(NSF)。1985 年,NSF 筹集到 6 个超级计算机中心,次年在这些中心基础上又资助形成了 NSFNET,连接所有的超级计算机中心;同时对各地的科研协会进行资助,形成区域网,鼓励学校和研究部门就近连入区域网,共享超级计算机中心的资源;所有 NSF 资助的网络都采用 TCP/IP 协议集,并连接到 ARPANET,作为 Internet 的一部分。

到了 20 世纪 90 年代, 美国政府意识到仅靠政府资助难以适应应用的发展需求, 开始鼓励商业部门介入。MCI、IBM 和 MERIT 公司联合组建 ANS(高级网络服务公司), 建立覆盖全美的 ANSNET, 连接 ARPANET 和 NSFNET。随后, DARPA 和 NSF 终止了对 ARPANET 和 NSFNET 的资助, Internet 开始进入商用。商业机构的介入, 出现了大量的 ISP(Internet Service Provider)和 ICP(Internet Content Provider), 前者辅助用户接入 Internet, 后者向用户提供 Internet 服务, 在丰富 Internet 服务和内容的同时, 也促进了 Internet 的扩展。

TCP/IP 技术的推广、Internet 的商业价值, 使得越来越多的国家将接入 Internet 列为促进本国国民经济发展的措施, 并纷纷采用美国政府的方针: 先由政府资助, 逐渐转入自我良性循环。

从 1980 年到 1986 年的 7 年间, Internet 覆盖了数以百计的单个网络, 连接了近 20 000 台分布于大学、政府机构和合作实验室的计算机; 1990 年达到 3 000 个网络和 20 多万台计算机; 1995 年, 网络数达到 25 000 个, 计算机数达到 680 万台, 用户数达到 4 000 万人, 遍布世界 136 个国家和地区; 1997 年 7 月, 欧洲市场协会公布上网人数为 1.37 亿(其中: 英语国家 7 200 万, 欧洲国家 3 360 万, 亚洲 1 400 万), 并且每年仍有数万台网络服务器诞生, 而用户数以每年 20% 的速率增长。据权威资料公布的数据显示, 最近 10 年来全球上网人数显著增加, 2007 年已超过 12 亿人。到 2008 年 6 月底, 中国网民数量达到 2.53 亿, 超过美国, 跃居世界第一位, 位居第二至第十的分别是美国、日本、德国、印度、巴西、英国、韩国、法国和意大利。在宽带上网用户人数排行榜中, 中国、美国、日本和德国仍位居前四名, 排名第五至第十的分别是韩国、英国、法国、意大利、加拿大和西班牙。

1.2 计算机网络的基本概念

计算机网络是由计算机设备、通信设备、终端设备等和网络软件组成的计算机系统, 网络中的各个计算机系统具有独立的功能, 在脱离网络时, 它们仍可单独使用。

1.2.1 什么是计算机网络

对于如何定义计算机网络, 没有一个统一的规定, 各种资料上的说法也不完全一致。一种比较通用的定义: 利用通信线路, 将地理上分散的、具有独立功能的计算机系统和通信设备按不同的形式连接起来, 以功能完善的网络软件实现资源共享和信息传递的系统。另外, 从不同的角度还可以有不同的定义方法, 如从应用的角度可定义计算机网络: 把多个具有独立功能的单机系统, 以资源(硬件、软件和数据)能够共同利用的形式连接起来形成的多机系统; 从功能的角度可定义计算机网络: 把分散的计算机、终端、外围设备和通信设备用通信线路连接起来, 形成的能够实现资源共享和信息传递的综合系统。

资源共享是指网络系统中的各计算机用户可以利用网内其他计算机系统的全部或部分资源的过程。

从以上定义可以看出, 一个计算机网络系统应包括以下三个主要部分。

- (1) 多个计算机系统(为用户提供服务和所要共享的资源)。
- (2) 由各种通信设备和通信线路组成的通信子网。
- (3) 网络软件(为用户共享网络资源和信息传递提供管理和服务)。

1.2.2 计算机网络的常见概念

1. 资源子网和通信子网

如图 1.2 所示是计算机网络示意图。图中, H 代表主计算机(Host), T 代表终端(Terminal), A, B, C, D, E 代表有关的通信设备, 如前面提到的前端处理机 FEP、接口信息处理机 IMP、通信控制处理机 CCP、集中器等。在图 1.2 中, 从组成网络的各种设备或系统的功能看, 计算机网络可分为两部分(两个子网), 一个称为资源子网, 一个称为通信子网。图中两虚线中间是资源子网部分, 内部是通信子网部分。

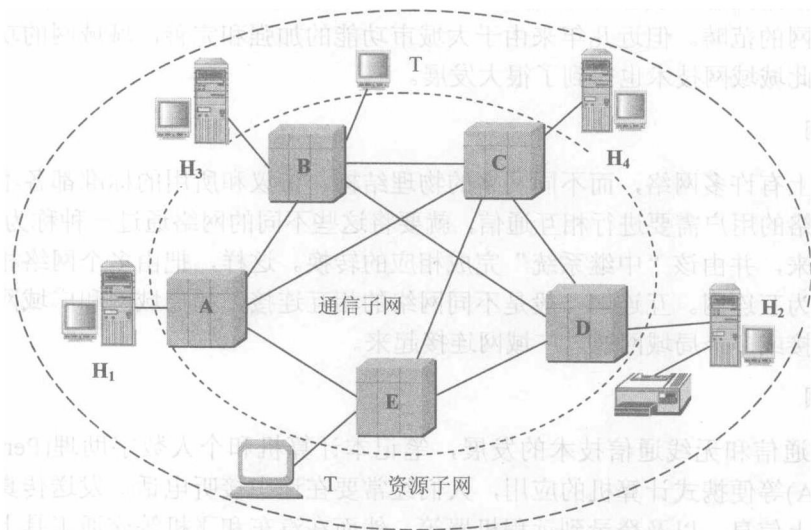


图 1.2 计算机网络示意图

资源子网是由各计算机系统、终端控制器和终端设备、软件和可供共享的数据库等组成。资源子网负责全网面向应用的数据处理工作, 向用户提供数据处理能力、数据存储能力、数据管理能力和数据输入输出能力及其他数据资源。这些资源原则上可被所有用户共享。换句话说, 网络中任何一台计算机的终端用户都能够访问任何可共享的磁盘和文件, 使用网中的任何打印和绘图设备, 要求网中任何一台计算机为其进行处理和计算等。但对于一个具体的计算机网络来说, 并不一定所有的网络资源都能为网中的所有用户共享, 这取决于设计和应用要求。资源子网中的软件资源包括本地系统软件、应用软件及用于实现和管理共享资源的网络软件。

通信子网是由通信硬件(通信设备和通信线路等)和通信软件组成的, 其功能是为网中用户互相访问和共享各种网络资源提供必要的通信手段和通信服务。

图中标示的计算机、终端和通信设备等在网络中可称为结点。结点就是由一条或多条通信线路连接的具有一定功能的设备。它们可分为访问结点和交换结点。访问结点也称为端点, 通常指计算机及附属设备和终端。交换结点(也称转接结点)的作用是支持网络的连接, 并提供转发与交换功能, 通过所连接的线路来交换信息, 该类结点通常为通信设备。

2. 广域网、局域网和城域网

广域网(Wide Area Network, WAN)也称为远程网, 它的覆盖范围大, 一般可从几千米到

几万千米。例如，一个大城市、一个地区、一个国家或洲际间建立的网络都属于广域网。广域网的规模大，能实现较大范围内的资源共享和信息传递。

局域网(Local Area Network, LAN)也称为局部网，它的覆盖范围有限，一般不超过 1 万米，属于一个部门或单位组建的小范围网络，通常在一个工厂、学校、机关、建筑物内使用。局域网组网方便，使用灵活，一般具有较高的传输速率，它是目前计算机网络发展中最活跃的分支。由于网络交换技术、互连技术的发展，局域网的范围越来越小，几千米范围内的网络通常都是由多个局域网互连形成的复合网。

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)一般是指建立在大城市、大都市区域的计算机网络，覆盖城市的大部分或全部地域，也称为大都市区域网。以前，城域网提得不多，通常将其划入局域网的范畴。但近几年来由于大城市功能的加强和完善，城域网的功能和重要性越来越大，因此城域网技术也得到了很大发展。

3. 互连网

目前世界上有许多网络，而不同网络的物理结构、协议和所用的标准都各不相同。如果连接到不同网络的用户需要进行相互通信，就要将这些不同的网络通过一种称为“中继系统”的设备连接起来，并由该“中继系统”完成相应的转换。这样，把由多个网络相互连接构成的复合网络称为互连网。互连网一般是不同网络的相互连接，如局域网和广域网连接、两个局域网相互连接或多个局域网通过广域网连接起来。

4. 无线网

随着移动通信和无线通信技术的发展，笔记本电脑和个人数字助理(Personal Digital Assistant, PDA)等便携式计算机的应用，人们经常要在途中接听电话、发送传真、发送电子邮件、阅读网上信息，以及登录到远程机器等。然而在汽车和飞机等交通工具上是不可能由有线介质与相关网络连接的，这样就要用到无线网了。

无线网的实现有不同的方法。国外某些大学，在他们的校园内安装许多天线，允许学生坐在树下上网查阅资料等，这就要由学生的便携式计算机直接通过无线局域网以数字方式进行通信。另一种可能的方法是利用传统的调制解调器通过蜂窝电话系统进行通信。目前，国外许多城市都可提供蜂窝式数字分组数据业务 CDPD，用户可通过 CDPD 系统直接建立无线局域网。无线网(特别是无线局域网)有很多优点，如易于安装和使用。但它也有许多不足之处，如数据传输速率较低，误码率较高，站间干扰较大等。

无线网是当前国内外研究的热点。无线网的特点是使用户可以在任何时间、任何地点接入计算机网络，而这一特性使其具有强大的应用前景。当前已经出现了许多基于无线网的产品，如个人通信系统(PCS)电话、无线数据终端、便携式可视电话、个人数字助理(PDA)等。

无线网的发展依赖于无线通信技术的支持。无线通信系统有模拟蜂窝系统、数字蜂窝系统、移动卫星系统、无线 LAN 和无线 WAN 等。

5. 公用网和专用网

就计算机网络的应用范围和管理性质来看，它又可以分为公用网和专用网。

公用网也称为通用网，一般由政府的电信部门组建、控制和管理，网络内的数据传输和交换设备可租用给任何个人或部门使用。部分广域网是公用网。

专用网通常由某一部门、某一系统、某机关、学校、公司等组建、管理和使用。多数局域网属于专用网。某些广域网也可用做专用网，如广电网、铁路网等。目前专用广域网发展

也极为迅速,它们也提供对外租用服务,形成与公用网竞争的局面。

6. 透明和虚拟

透明(Transparent)和虚拟(Virtual)是网络技术中的两个重要概念。

如果一个事物或过程是实际存在的,但它并没有表现出来,看起来好像不存在一样,这种属性就是透明。从用户的角度看,计算机网络通常提供透明的传输,使网络用户可以不必考虑网络的存在而访问网络的任何资源。在图 1.2 中,当主机 H_1 的一个终端用户要访问主机 H_2 的磁盘文件时,该用户可用访问一般磁盘文件的方式访问那个文件,就像访问本地磁盘文件一样。计算机网络的这种特性就是透明性,即对用户来说,网络是透明的。当然,并非所有的计算机网络对用户都是透明的。有许多网络要求用户在访问其所要求的资源之前,必须提供该资源的地址信息,通过网络建立与该资源的连接,此后,网络对其才是透明的。

与透明相对,如果一个事物或过程实际上并不存在,但它却表现出来了,就像实际存在一样,这种属性就是虚拟。计算机网络技术中常涉及虚拟计算机、虚拟终端、虚拟电路、虚拟存储器、虚拟网关、虚拟现实等概念,其中有些概念将在后面介绍。

7. 虚拟局域网和虚拟专用网

虚拟局域网(Virtual Local Area Network, VLAN)可利用网络软件和网络交换技术,将不同位置的一个或多个物理网段上的相关用户组成的一个逻辑工作组。逻辑工作组中的用户不依赖于所在网络的物理位置,而是按用户的工作性质或其他规则等动态组合在一起的,他们好像是一个局域网中的用户一样,可共同完成相关的工作。因此,称这样的逻辑工作组为虚拟局域网。VLAN 经常具有临时性的特点。

虚拟专用网(Virtual Private Network, VPN)是指依靠 Internet 服务提供者(ISP)和其他网络服务提供者(NSP)在公共网络中建立的专用数据通信网络。VPN 可使用户利用公共网的资源,将分散在各地的机构动态地连接起来,进行低成本的安全数据传输,这样既节省长途电话费用支出,又不再需要专用线路。

1.3 计算机网络的组成

构成网络的基本要素有端点设备(用户设备)、网络连接设备和网络传输介质,如图 1.3 所示。图中 DTE(Data Terminal Equipment)表示数据终端设备, DCE(Data Circuit terminating Equipment 或 Data Communication Equipment)表示数据电路终接设备(或数据通信设备)。DTE 是产生数字信号的数据源或接受数字信号的数据宿,或者是两者的结合,包括计算机、终端、计算机外设等用户设备。DCE 即为网络连接设备,包括各种通信设备(如调制解调器、通信控制处理机、多路复用器、路由器等)。

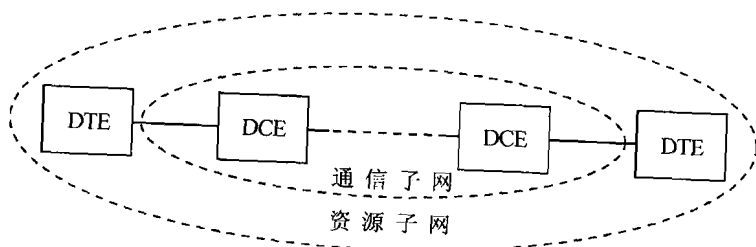


图 1.3 计算机网络的组成模型