



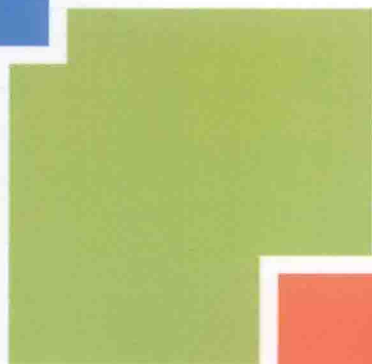
“十二五”普通高等教育
本科国家级规划教材

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

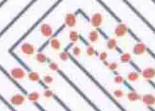
数据通信 与计算机网络 (第2版)

邢彦辰 主编
顾鹏鸣 李伟 刘芳 副主编

Data Communication
and Computer Network (2nd Edition)



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



高校系列



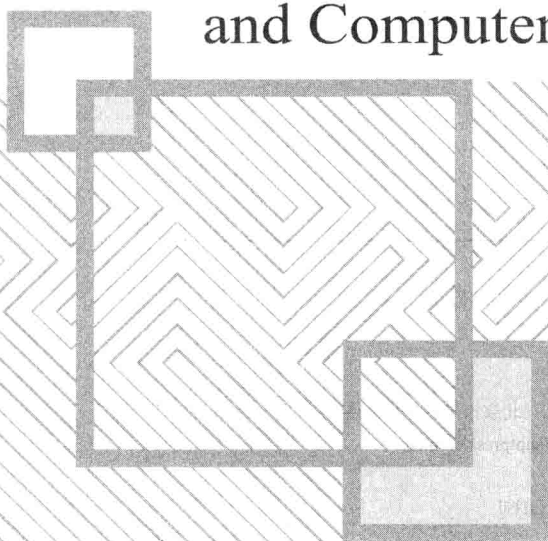
“十二五”普通高等教育
本科国家级规划教材

邢彦辰 主编
顾鹏鸣 李伟 刘芳 副主编

数据通信 与计算机网络 (第2版)

纪高等院校信息与通信工程规划教材
University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

Data Communication
and Computer Network (2nd Edition)



人民邮电出版社
北京



图书在版编目 (C I P) 数据

数据通信与计算机网络 / 邢彦辰主编. -- 2版. --
北京: 人民邮电出版社, 2015.3
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
ISBN 978-7-115-37715-9

I. ①数… II. ①邢… III. ①数据通信—高等学校—
教材②计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TN919
②TP393

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第004603号

内 容 提 要

本教材为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。

本书内容涵盖了数据通信和计算机网络的基本概念、原理、技术和应用,是继2011年出版后的第2版教材。本书在保持原书基本框架和特色的基础上,将一些章节进行了合并和修改,增加了NGN、软交换、4G、EPON等最新技术。全书共分10章,内容包括局域网、通信网、广域网、因特网、网络管理和网络综合实训等内容。本教材图文并茂,循序渐进,注重体现知识的实用性、前沿性、技能性、系统性以及计算机网络和电信网络技术的融合性。每章都有不同类型的习题,并配有习题答案和多媒体课件。

本书可作为高等院校电子信息工程、通信工程、物联网、信息工程、电气工程、自动化、计算机科学与技术等相关专业本科学生的数据通信与计算机网络课程教材,也可供其他专业的学生、教师和网络工程技术人员参考。

-
- ◆ 主 编 邢彦辰
副 主 编 顾鹂鸣 李 伟 刘 芳
责任编辑 戴思俊
责任印制 沈 蓉 彭志环
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.75 2015年3月第2版
字数: 557千字 2015年3月河北第1次印刷
-

定价: 49.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

数据通信、计算机和网络技术是信息时代的关键技术，作为计算机网络的具体应用，必然要涉及数据通信基础理论、通信网络基本原理及电信新技术等方面综合知识的运用。

本书主要是针对高等院校数据通信、计算机网络、数据通信与计算机网络或计算机网络与通信等课程而编写的，是继 2011 年出版后的第 2 版教材。第 1 版教材经过多次印刷，受到使用院校师生的好评。本次修订在保持原书基本框架和特色的基础上，调整了教材结构并更新了内容，将 IPv6 编址方案和路由协议、四层交换技术、软交换、PTN、NGN、EPON 和宽带无线接入技术等能够反映数据通信与计算机网络技术发展方向和带有规律性的最新动态的前沿知识纳入教材之中，注重结合应用型本科院校的特点，使这门课程对学生今后的就业和创业有较大帮助。

本书内容安排如下：第 1 章介绍计算机网络的发展、组成、分类和功能；第 2 章介绍信号编码和数据传输技术、数据交换技术、多路复用技术和差错控制技术；第 3 章介绍计算机网络体系结构的层次化和分层原理，OSI/RM 与 TCP/IP 参考模型；第 4 章介绍中继器、集线器、网桥、交换机、路由器、网关等网络设备，路由交换机和四层交换机的应用；第 5 章介绍局域网的技术特征及其体系结构，传统以太网、高速以太网和交换式以太网，虚拟局域网和无线局域网的组网方法以及应用；第 6 章介绍通信网构成、PSTN、SDH/PDH、PTN、移动通信网与卫星网，FR、DDN、ISDN、ATM、NGN 和软交换等；第 7 章按照 TCP/IP 协议栈的层次分别介绍各层协议，并介绍物联网技术；第 8 章介绍网络互连技术、接入网和互联网的各种接入方法；第 9 章介绍有关网络操作系统、网络管理和网络安全方面的知识；第 10 章是实验实训，包括常用网络命令、DNS 服务器的建立与管理等 12 个实训项目。

本书由邢彦辰教授任主编，顾鹂鸣、李伟、刘芳任副主编，吉李满、丁文飞、孙会楠、汤北方、马俊红参编，全书由邢彦辰统稿。

本书在编写过程中参考了大量相关领域的成熟和优秀教材，被引用书籍的作者对本书的完成起到了重要作用，在此，本书所有参编人员对他们表示诚挚的感谢。

由于数据通信和计算机网络技术发展迅速，相关知识多，限于时间和水平，书中难免有不妥之处，敬请批评指正。

编者联系方式：xingyanchen@126.com。

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.1.1 计算机网络的发展历程	1
1.1.2 计算机网络的定义	4
1.1.3 计算机网络的功能	4
1.1.4 计算机网络的特点	5
1.2 计算机网络的组成与分类	6
1.2.1 计算机网络系统的逻辑组成	6
1.2.2 计算机网络的硬件组成	8
1.2.3 计算机网络的软件组成	9
1.2.4 计算机网络的分类	9
1.3 计算机网络的拓扑结构	10
1.4 标准化组织	12
小结	14
习题	15
第 2 章 数据通信基础	17
2.1 数据通信系统	17
2.1.1 概念与模型	17
2.1.2 数据通信方式	19
2.1.3 数据通信系统的主要技术指标	20
2.2 数据编码与数据传输	23
2.2.1 数字数据的数字传输	23
2.2.2 模拟数据的数字传输	26
2.2.3 数字数据的模拟传输	29
2.2.4 数据同步与异步传输	32
2.3 传输介质及特性	33
2.3.1 有线传输介质	33
2.3.2 无线传输介质	36
2.4 数据交换技术	38
2.4.1 电路交换	38
2.4.2 报文交换	39
2.4.3 分组交换	40
2.4.4 其他数据交换技术	42
2.5 多路复用技术	44
2.5.1 频分多路复用	44
2.5.2 时分多路复用	44
2.5.3 码分多路复用	45
2.5.4 波分多路复用	46
2.6 差错控制技术	46
2.6.1 差错产生原因	46
2.6.2 差错控制方法	47
2.6.3 差错控制编码	48
小结	51
习题	51
第 3 章 计算机网络体系结构	54
3.1 计算机网络体系结构	54
3.1.1 网络体系结构的定义和发展	54
3.1.2 网络体系结构的分层模型	55
3.1.3 网络协议	59
3.2 开放系统互连参考模型	60
3.2.1 物理层	61
3.2.2 数据链路层	64
3.2.3 网络层	67
3.2.4 传输层	70
3.2.5 会话层	72
3.2.6 表示层	73
3.2.7 应用层	75
3.2.8 OSI 的层间通信	77
3.3 TCP/IP 参考模型	79
3.3.1 网络接口层	81
3.3.2 网络互联层	81
3.3.3 传输层	81
3.3.4 应用层	82
3.3.5 OSI/RM 与 TCP/IP 参考模型比较	82

小结	84	5.3.4 其他高速局域网	132
习题	84	5.3.5 交换式以太网	135
第4章 计算机网络接口及其通信设备	87	5.4 虚拟局域网	139
4.1 网络接口	87	5.4.1 虚拟局域网的概念	139
4.1.1 局域网接口类型	87	5.4.2 虚拟局域网的组网方法	141
4.1.2 广域网接口类型	89	5.4.3 虚拟局域网的优点和 应用	142
4.1.3 逻辑接口	90	5.5 无线局域网	144
4.2 网络接口卡	91	5.5.1 无线网络发展和应用	144
4.3 中继器和集线器	92	5.5.2 无线局域网的特点	145
4.3.1 中继器	92	5.5.3 无线局域网的基本技术	146
4.3.2 集线器	93	小结	151
4.4 网桥	94	习题	152
4.5 交换机	95	第6章 通信网与广域网	155
4.5.1 交换机的工作原理	96	6.1 通信网概述	155
4.5.2 交换机的工作方式	98	6.1.1 通信网的构成与分类	155
4.5.3 路由交换机	98	6.1.2 公共交换电话网	156
4.5.4 四层交换机	100	6.1.3 光纤通信	157
4.6 路由器	101	6.1.4 MSTP、MSAP 与 PTN	160
4.6.1 路由的概念	102	6.1.5 移动通信	163
4.6.2 路由器的工作原理	103	6.1.6 卫星通信	167
4.6.3 路由过程示例	105	6.2 广域网	169
4.6.4 路由协议简介	107	6.2.1 广域网的构成和特点	169
4.7 网关	109	6.2.2 广域网提供的服务	170
4.8 常用设备比较	110	6.2.3 点对点协议 PPP	172
小结	111	6.2.4 帧中继	173
习题	112	6.2.5 数字数据网 DDN	178
第5章 局域网	115	6.3 综合业务数字网	179
5.1 局域网概述	115	6.3.1 窄带 ISDN	179
5.1.1 局域网的特点和分类	115	6.3.2 宽带 ISDN 与 ATM 网络	182
5.1.2 局域网体系结构	117	6.4 下一代网络 NGN	188
5.2 介质访问控制方法	120	6.4.1 下一代网络概述	188
5.2.1 带有冲突检测的载波侦听多点 访问方法	120	6.4.2 以软交换为中心的下一代网络 结构	189
5.2.2 令牌环访问控制方法	122	6.4.3 下一代网络协议	191
5.2.3 令牌总线访问控制方法	123	小结	193
5.3 以太网	124	习题	193
5.3.1 以太网概述	124	第7章 Internet	196
5.3.2 传统以太网组网技术	127	7.1 Internet 概述	196
5.3.3 高速以太网	129		

7.1.1 Internet 的发展历程	196	8.2.2 接入网的接口技术	256
7.1.2 Internet 的组成	199	8.2.3 接入网的特点与分类	257
7.1.3 Internet 的管理组织	200	8.3 Internet 接入技术	259
7.2 Internet 网络层协议	201	8.3.1 拨号接入	259
7.2.1 IP 协议	201	8.3.2 专线接入	262
7.2.2 IP 地址	203	8.3.3 无线接入	267
7.2.3 子网和子网掩码	207	8.3.4 Internet 几种接入方式的比较	268
7.2.4 网际控制报文协议 ICMP	211	小结	270
7.2.5 网际主机组管理协议	212	习题	270
7.2.6 地址解析协议	213	第 9 章 网络管理与网络安全	272
7.2.7 逆向地址解析协议 (RARP)	213	9.1 网络操作系统概述	272
7.3 Internet 传输层协议	213	9.1.1 网络操作系统的基本概念	272
7.3.1 传输控制协议	214	9.1.2 网络操作系统的特点和功能	274
7.3.2 用户数据报协议	216	9.1.3 网络操作系统的组成	276
7.4 Internet 的服务和应用	218	9.1.4 Windows 操作系统	277
7.4.1 WWW	218	9.1.5 NetWare 操作系统	280
7.4.2 DNS	220	9.1.6 UNIX 网络操作系统	282
7.4.3 E-mail	225	9.1.7 Linux 操作系统	283
7.4.4 FTP	227	9.2 网络管理技术	284
7.4.5 Telnet	228	9.2.1 网络管理概述	284
7.4.6 DHCP	229	9.2.2 OSI 网络管理功能域	286
7.4.7 其他 Internet 服务和应用	230	9.2.3 简单网络管理协议	287
7.5 IPv6	233	9.3 网络安全概述	290
7.5.1 IPv6 概述	233	9.3.1 网络安全的基本概念	291
7.5.2 IPv6 基本协议	234	9.3.2 网络安全的需求特性	292
7.5.3 IPv6 的编址方案	238	9.3.3 网络安全的威胁因素	293
7.5.4 IPv6 的路由协议	240	9.3.4 网络安全系统的功能	294
7.5.5 IPv4 向 IPv6 过渡	242	9.4 密码与信息加密	295
7.6 物联网	243	9.4.1 密码学的基本概念	295
小结	245	9.4.2 对称加密算法	299
习题	246	9.4.3 非对称加密算法	301
第 8 章 网络互连与接入技术	250	9.4.4 报文鉴别	303
8.1 网络互连技术	250	9.5 防火墙技术	304
8.1.1 网络互连的概念	250	9.5.1 防火墙概述	305
8.1.2 网络互连的目的和要求	251	9.5.2 防火墙的主要类型	307
8.1.3 网络互连的形式	252	9.5.3 防火墙的体系结构	310
8.2 接入网	254	9.6 网络防病毒技术	311
8.2.1 接入网的概念	254		

9.6.1 计算机病毒概述	311	10.4 交换机的本地配置	328
9.6.2 计算机病毒的检测和防治	313	10.5 路由器的基本配置	331
9.6.3 反病毒软件的组成和 特点	315	10.6 Internet 搜索引擎应用	333
9.7 VPN 技术	316	10.7 DHCP 服务器的建立与 管理	335
9.7.1 VPN 概述	316	10.8 DNS 服务器的建立与管理	339
9.7.2 VPN 协议	317	10.9 Web 服务器的建立与管理	343
小结	317	10.10 FTP 服务器的建立与管理	346
习题	318	10.11 Windows Server 2003 VPN 配置	348
第 10 章 实验实训	321	10.12 局域网管理综合实训	352
10.1 常用网络命令	321	附录 英文缩写	353
10.2 网线的制作与测试	323	参考文献	356
10.3 组建对等局域网及资源共享	326		

【本章内容简介】本章介绍计算机网络的发展、功能、特点、组成、分类以及拓扑结构等基础知识，为后续内容的展开做了铺垫。

【本章重点难点】掌握计算机网络的基本概念、基本组成、分类方法和网络的拓扑结构，了解计算机网络发展的几个阶段和将来发展趋势。

1.1 计算机网络的形成与发展

1.1.1 计算机网络的发展历程

计算机网络形成于 20 世纪 50 年代，是伴随着计算机技术、通信技术的发展，并在二者日益结合紧密、相互渗透促进的前提下产生的。近几十年以来，随着计算机网络技术的飞速发展，计算机网络已经逐步渗透到当今信息社会的各个领域，使人们可以不受时间和地理位置的限制进行工作、学习、交流和娱乐。从某种角度来讲，21 世纪是计算机与网络的时代，以因特网为代表的计算机网络已经成为信息社会的重要基础设施之一。

计算机网络的形成与发展经历了从简单到复杂、由单机系统到多机系统的过程，现已成为社会重要的信息基础设施，其演变过程可分为 4 个阶段。

1. 面向终端的计算机网络（20 世纪 50 年代初～20 世纪 60 年代中期）

早期的计算机由于主机昂贵，而且数量较少，一台计算机只能供 1 个人使用，用户使用计算机时必须到计算机机房，这种方式不能充分利用计算机资源。随着计算机技术的发展，出现了高速大容量存储系统和分时操作系统，使计算机能够同时处理多个应用程序，并利用通信线路和通信设备使用户可以通过本地终端访问远程计算机系统，促进了通信技术与计算机技术的结合。

1954 年，美国在建成的半自动地面防空系统上进行了计算机技术与通信技术相结合的尝试，将雷达和测控器所探测的信息通过通信线路汇集到一台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，第 1 次实现了利用计算机远距离集中控制和人机对话。在这项研究的基础上，20 世纪 60 年代建成了以单个计算机为中心的面向终端的计算机网络系统。人们通过利用通信线路将计算机与远方的终端连接起来，在通信

软件的控制下，各个用户在自己的终端上分时轮流使用中央计算机系统的资源对数据进行处理，然后再将处理结果直接送回终端，这就形成了具有通信功能的终端——计算机网络系统，如图 1-1 所示。这是计算机网络发展的初期阶段，也称为面向终端的计算机网络，是计算机网络的雏形。

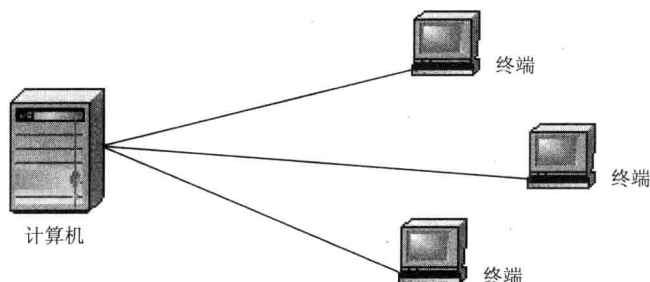


图 1-1 面向终端的计算机网络

随着连接终端数目的增多，为减轻承担数据处理的中心计算机的负载，在通信线路和中心计算机之间设置了一个前端处理机（Front End Processor, FEP）或通信控制处理机（Communication Control Processor, CCP），专门负责与终端之间的通信控制，出现了数据处理的分工，从而提高了中心计算机的数据处理能力和通信资源的利用率。

为了提高通信线路的利用率，在终端较集中的地区设置集中器或复用器。它首先通过低速线路将附近群集的终端连至集中器或复用器，然后通过高速通信线路、实施数字数据和模拟信号之间转换的调制解调器（Modem）与远程中心计算机的前端相连。面向终端的计算机网络远程联机系统示意图如图 1-2 所示。

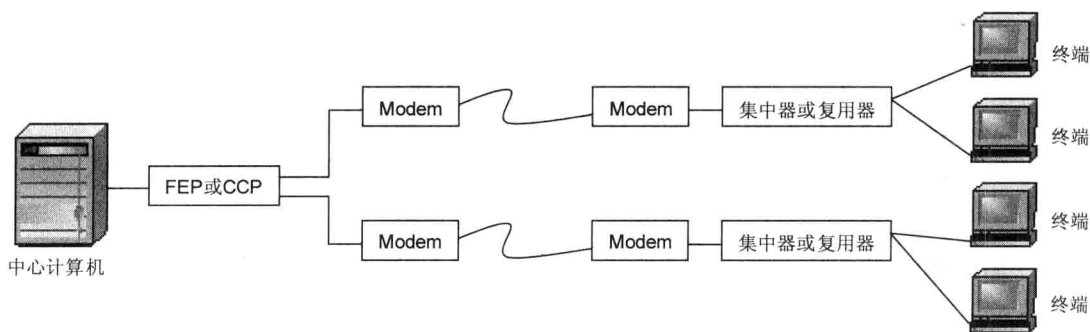


图 1-2 面向终端的计算机网络远程联机系统

2. 多主机互连的网络阶段（20 世纪 60 年代中期～20 世纪 70 年代中期）

随着计算机应用的发展，一个单位或部门常拥有多个计算机系统，分布在广泛的区域，这些系统除了处理自己的业务外，还要与其他系统之间交换信息，这就需要将多个计算机联机系统的主机用通信线路连接起来，使主机与主机之间也能进行信息交换和资源共享。这种系统的出现，使计算机网络的通信方式由计算机与终端的通信方式，拓展到计算机与计算机之间的直接通信，这就是以共享资源为目的的第二代计算机网络，如图 1-3 所示。

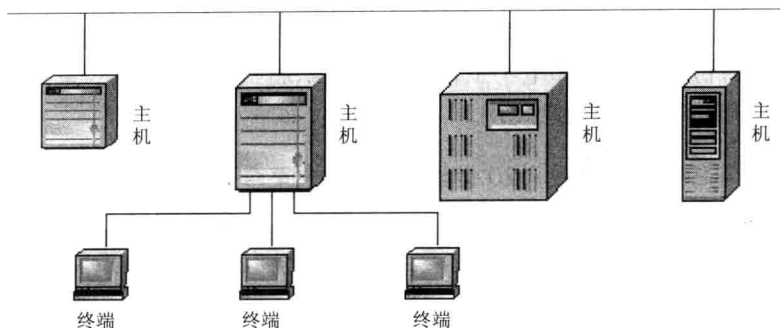


图 1-3 多主机互联的计算机网络

20 世纪 60 年代后期，美国国防部高级研究计划局（Advanced Research Project Agency, ARPA）为促进对新型计算机网络的研究，提供经费资助美国的许多大学和公司，于 1969 年建成了一个具有 4 个节点的实验性网络投入运行和使用。随后几年，ARPA 网的物理节点由最初的 4 个迅速增加到 50 多个，主机已超过 100 台，连接区域范围由美国本土通过卫星、海底电缆扩展到欧洲。ARPA 网是计算机网络技术发展中的一个里程碑，它的重要贡献是奠定了计算机网络技术的基础，也是当今因特网的前驱者。在它的基础上，20 世纪 70 年代到 20 世纪 80 年代，计算机网络发展十分迅速。

ARPA 网对计算机网络技术的发展做出了突出的贡献，主要表现为以下几个方面。

- (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。
- (5) 促进了 TCP/IP 协议的发展。

3. 开放式标准化计算机网络阶段（20 世纪 70 年末～20 世纪 90 年代中期）

第二代计算机网络大都是由科研院所、大学、应用部门或计算机公司各自研制的，没有统一的网络体系结构，从而造成不同制造厂家生产的计算机及网络互连起来十分困难，影响和制约了更大范围内的信息交换与共享，迫切需要解决不同系统互连的问题。

针对上述情况，1979 年，国际标准化组织 International Standardization Organization, ISO 以“开放系统互连”为目标，专门研究网络体系结构、互连标准等。1984 年，ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互连基本参考模型”（Open System Interconnection Basic Reference Model, OSI/RM）的国际标准 ISO7498，简称 OSI 参考模型或 OSI/RM。OSI/RM 规定了互连的计算机系统之间的通信协议，并规定了凡是遵从 ISO 提出的 OSI 协议的网络通信产品都是开放的网络系统。OSI/RM 极大地推动了网络标准化的进程，使人类步入了第三代计算机网络的时代。

需要说明的是 ARPA 网中使用的传输控制与网际互联网协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol, TCP/IP）尽管不是 OSI 标准协议，但至今仍被广泛采纳，成为事实上的工业标准。

在计算机网络发展的进程中，另一个重要的里程碑就是出现了局域网络，由于局域网的距离范围有限、联网的拓扑结构规范、协议简单，使得局域网联网容易，传输速率高，使用

方便, 价格低廉, 很受广大用户的青睐。因此, 局域网在 20 世纪 80 年代得到了很大的发展, 尤其是 1980 年 2 月份美国电气和电子工程师学会组织颁布的 IEEE 802 系列的标准, 对局域网的发展和普及起到了巨大的推动作用。

4. 网络互连与高速网络阶段 (20 世纪 90 年代末至今)

进入 20 世纪 90 年代后, 计算机网络进一步向着开放、高速、高性能方向发展, 人们在全球范围内建立了不计其数的局域网、城域网和广域网。为了扩大网络规模, 以实现更大范围的资源共享, 因特网 (Internet) 便应运而生。网络标准化的最大体现是因特网的飞速发展。因特网是计算机网络最辉煌的成就, 它已成为世界上最大的国际性计算机互联网, 极大地推动着世界科学、文化、经济和社会的发展。由于 Internet 也使用分层次的体系结构, 即 TCP/IP 网络体系结构, 使得凡遵循 TCP/IP 的各种计算机网络都能相互通信。

目前, 许多新的网络技术已经产生并投入使用, 例如基于光纤广域网带宽达 10Gbit/s, 10Gbit/s 以太网技术、全光网络和软交换技术等极大地提高了网络的吞吐能力。21 世纪, 计算机网络将得到更大发展, 如获得更快的速度、更多的网络多媒体应用, 向着高速化、综合化、宽带化、智能化、标准化、通信的可移动性及安全性等方向发展。

1.1.2 计算机网络的定义

究竟什么是计算机网络一直没有一个统一的规定, 各种资料上的定义也不完全一致, 目前一般是从物理结构和应用目的来对计算机网络进行定义。

从物理结构的角度看, 计算机网络是在网络协议及网络操作系统的控制下, 由地理位置不同, 并具有独立功能的多台计算机、数据传输设备以及其他相关设备所组成的计算机复合系统。

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

近年来, 随着对计算机网络研究的不断深入, 人们公认的定义如下。

计算机网络是利用通信设备和线路把地理上分散的多台具有独立功能的计算机系统连接起来, 在功能完善的网络软件支持下进行数据通信, 实现资源共享、互操作和协同工作的系统。所谓“具有独立功能”的计算机系统是指在网络中每台计算机的地位是平等的, 具有自己的软硬件系统, 能够独立运行, 没有谁控制谁的问题。

在计算机网络业界有一个“梅特卡夫规则”, 它是指网络价值以用户数量的平方的速度增长。换句话说就是, 计算机网络的价值等于其节点数目的平方, 如果计算机没有联网, 单机使用, 则很难发挥计算机的优越性能; 如果计算机仅在一个局域网内使用, 则只能共享有限的网络资源; 如果计算机接入因特网, 则可以共享无穷无尽的网络信息资源。

1.1.3 计算机网络的功能

计算机网络具有丰富的资源和多种功能, 主要包括以下几个方面。

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本的功能, 指在计算机之间传送数据。例如, 用户可以在计

计算机网络上收发电子邮件, 发布新闻消息, 远程医疗、远程教学等。

2. 资源共享

资源共享是指网络用户可以在权限范围内共享网络中各计算机所提供的共享资源, 包括软件、硬件和数据资源等, 这种共享不受地理位置的限制。资源共享提高了资源的利用率, 在信息时代具有重要意义。

(1) 硬件共享。硬件资源包括各种大型的处理器、存储设备、输入/输出设备等。在同一网络中, 用户可以共享主机设备, 也可以共享外部设备, 如绘图仪、扫描仪和激光打印机等, 从而避免了贵重硬件设备的重复投资, 提高了计算机硬件的利用率。

(2) 软件共享。软件资源包括操作系统、应用软件和驱动程序等。用户可以将远程主机的软件调入到本地计算机中执行, 也可以将数据送至对方主机, 运行并返回结果, 从而避免了软件的重复开发与购置。

(3) 数据共享。资源包括用户文件、配置文件、数据文件等。用户可以使用其他主机和用户的数据。例如, 在计算机网络中, 某些地区或单位的数据库(如酒店的客房和餐饮、交通信息等)可供全网使用。

3. 分布式处理和均衡负荷

计算机网络技术的发展, 促进了分布式数据处理和分布式数据库的发展, 可利用网络环境来实现分布式处理和建立性能优良、可靠性高的分布式数据库系统。在计算机网络中, 由于每台计算机需要处理的任务不同, 那么就可能出现忙闲不均的现象, 如果某台计算机的处理任务过重, 可通过网络调度来协调工作, 将部分工作转交给较“空闲”的计算机来完成, 均衡使用网络资源, 提高系统的利用率及整个系统的处理能力, 使解决大型复杂问题的费用大大降低。

4. 提高安全可靠

在计算机网络中, 一种资源可以存放在多个地点, 并且用户可以通过多种途径访问网络资源。因此, 一旦网络中某台计算机出现故障, 故障计算机的任务就可以由其他计算机来完成, 不会出现由于单机故障使整个系统瘫痪的现象, 增加了系统的安全可靠性。

计算机网络使人类处理信息的能力发展到了一个空前的高度, 并且还将继续发展下去。有无全国性的高速安全的计算机网络, 已经成为衡量一个国家科学技术和综合国力的重要标志之一。

1.1.4 计算机网络的特点

虽然各种类型的计算机网络组成结构、具体用途和信息传输方式等不尽相同, 但是它们却具有一些共同的特点。

1. 可靠性

当网络内某台计算机或某个子系统出现故障时可能会致使网络系统瘫痪, 通过计算机网络可由其他计算机或子系统代为处理, 还可以在网络内某些关键点上提供应付意外事件的文

件后备专用系统。此外，当网络中某段线路或某个节点出现故障时，信息可以通过网络内其他线路或节点传送到目的节点。网络环境可靠性高的特点，对于军事、金融和交通等包含重要信息的部门尤为重要。

2. 独立性

网络系统中各个连接的计算机系统是相对独立的，它们之间既相互联系，又相互独立，这种特性也是计算机网络所独有的。

3. 高效性

计算机网络系统可以把一个大型复杂的任务分给几台计算机去处理，摆脱了中心计算机控制数据传输的局限性，信息传输迅速，这样既可以减轻单个计算机的负担，又可以加快数据的处理，增强系统的实时性，从而提高了工作效率。

4. 扩充性

在计算机网络中可以灵活地接入新的计算机系统，如远程终端系统等，达到扩充网络规模和系统功能的目的。

5. 透明性

对于计算机网络中的用户来说，他们所关心的只是如何利用网络来高效可靠地完成自己的任务，无须考虑网络所涉及的技术和具体工作过程，网络对用户来说具有透明性。

6. 可控性

掌握网络的使用技术要比掌握大型计算机系统或是一般计算机的内部工作过程要简单得多，对大多数用户而言，都会感觉到网络使用方便，易于控制。

7. 廉价性

计算机网络可以实现资源共享，例如，没有大型计算机的用户也可以享用大型计算机的资源和服务，从而可以实现节省投资和降低成本。

当前计算机网络发展的特点是因特网的广泛应用与高速网络技术的迅速发展。

1.2 计算机网络的组成与分类

1.2.1 计算机网络系统的逻辑组成

从计算机网络组成角度来分，计算机网络在逻辑上可分为两个子网，如图 1-4 所示。一个计算机网络是由资源子网（虚框外部）和通信子网（虚框内部）构成的，资源子网负责信息处理，通信子网负责全网中的信息传递。

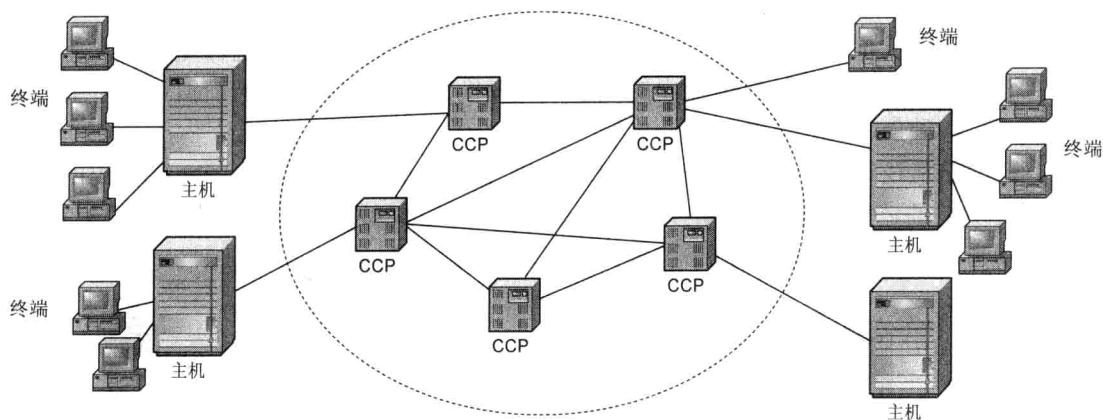


图 1-4 计算机网络的逻辑组成

1. 资源子网

资源子网由主机、用户终端、终端控制器、联网外部设备、各种软件资源与信息资源组成。资源子网负责全网的数据处理业务，向网络用户提供各种网络资源与网络服务。它们的任务是利用其自身的硬件资源和软件资源为用户进行数据处理和科学计算，并将结果以相应形式送给用户或存档。

(1) 主机是资源子网中的主要组成单元，可以是各种类型的计算机，它通过高速通信线路与通信子网的通信控制处理机连接。在主机中除了装有本地操作系统外，还应配有网络操作系统和各种应用软件，配置网络数据库和各种工具软件。

(2) 用户终端可以是简单的输入/输出设备，也可以是具有存储和信息处理能力的智能终端，通常通过用户主机连入网络。终端 T (Terminal) 是用户与网络之间的接口，用户可以通过终端得到网络服务。

(3) 网络操作系统是建立在各主机操作系统之上的一个操作系统，用于实现在不同主机系统之间的用户通信以及全网硬件和软件资源的共享，并向用户提供统一的、方便的网络接口，以方便用户使用网络。

(4) 网络数据库系统是建立在网络操作系统之上的一个数据库系统。它可以集中地驻留在一台主机上，也可以分布在多台主机上。它向网络用户提供存、取、修改网络数据库中数据的服务，以实现网络数据库的共享。

2. 通信子网

通信子网由专用的通信控制处理机 (Communication Control Processor, CCP) [在 ARPA 网中称为接口信息处理机 (Interface Message Processor, IMP)]、通信线路及其他通信设备组成，完成网络数据传输任务。

(1) 通信控制处理机被称为网络节点，往往指交换机、路由器等设备，通常起到中转站的作用，主要负责接收、存储、校验和转发网络中的数据包。

(2) 通信线路可采用电话线、双绞线、同轴电缆、光纤等有线通信线路，也可采用微波

与卫星等无线信道。

(3) 其他通信设备主要指信号变换设备, 利用信号变换设备对信号进行变换, 以适应不同传输媒体的要求, 例如将计算机输出的数字信号变换为电话线上传送的模拟信号所用的调制解调器就是一种信号变换设备。

计算机网络从逻辑功能上可以分为资源子网和通信子网两个部分是 ARPA 网提出的, 现在网络结构发生了一些变化, 上网的计算机一般是通过局域网连入广域网, 而局域网与广域网、广域网与广域网的互连是通过路由器实现的, 如图 1-5 所示。

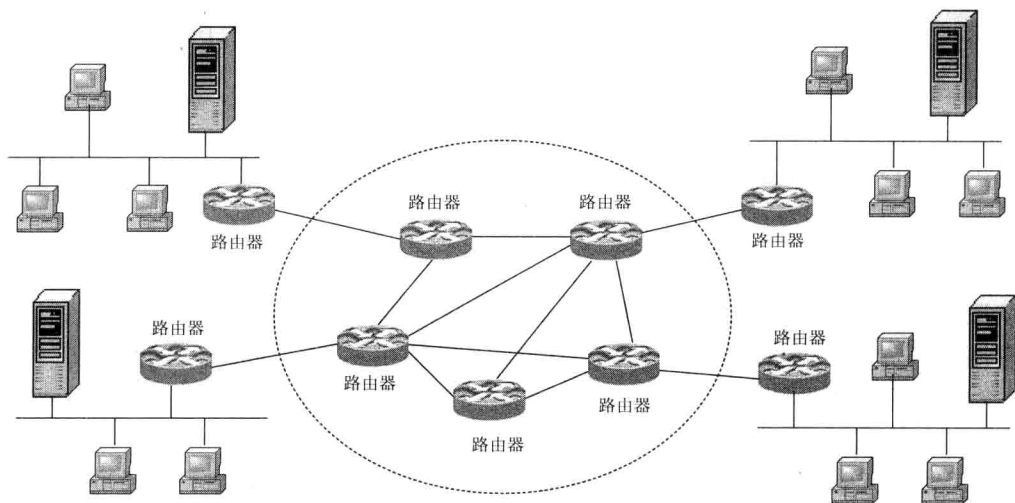


图 1-5 计算机网络结构图

因特网中上网计算机要通过校园网、企业网或因特网服务提供商（Internet Service Provider, ISP）连入地区主干网, 地区主干网通过国家主干网连入国家间的高速主干网, 这样就形成了一种由路由器互连的因特网。

1.2.2 计算机网络的硬件组成

计算机网络硬件对网络的选择起着决定性作用, 是计算机网络系统的物质基础。要构成一个计算机网络系统, 首先要将计算机及其附属硬件设备与网络中的其他计算机系统连接起来。随着计算机技术和网络技术的发展, 网络硬件也日渐多样化, 功能更加强大。计算机网络硬件组成主要包括主体设备、网络设备及传输介质, 但某些设备之间的分工并不十分清晰, 有时也有功能兼备的情况。

1. 主体设备

主体设备又称主机（Host Computer），一般又可分为工作站（客户机）和中心站（服务器）两类。工作站是供用户使用网络的本地计算机, 通常指标参数和配置要求不是很高, 多采用 PC 及携带相应的外部设备。服务器主要是为整个网络服务, 而且是长时间不间断运行, 通常要选择高档次的机型, 对工作速度、硬盘、内存容量和外部设备的要求也相对较高。

2. 网络设备

网络设备是指在计算机网络中起连接和转换作用的一些设备或部件,如调制解调器、网络适配器、集线器、中继器、交换机、路由器和网关等。

3. 传输介质

传输介质是指计算机网络中用来连接主体设备和网络设备的物理介质,可分为有线传输介质和无线传输介质两类。有线传输介质包括同轴电缆、双绞线和光纤;无线传输介质主要包括无线电波、微波、红外线和激光等。

1.2.3 计算机网络的软件组成

计算机网络软件是挖掘网络潜力的工具,为了协调网络系统资源,系统需要通过软件工具对网络资源进行全面管理、调度和分配,并采取一系列的安全保密措施,防止用户对数据和信息进行不合理访问,避免数据和信息被破坏和丢失。网络软件重要的特征是研究的重点不是网络中互连的各个独立的计算机本身的功能,而是如何实现网络特有的功能。网络软件通常包括以下几种。

1. 网络协议和通信软件

网络协议和通信软件主要是通过协议程序实现网络协议功能,如 TCP/IP、NetBEUI 协议等。

2. 网络操作系统

网络操作系统用以实现资源共享、管理用户对不同资源访问的应用程序,它是最主要的网络软件,如 Window 2003 Server、UNIX、NetWare 等。

3. 网络管理及网络应用软件

网络管理软件是用来对网络资源进行监控管理和对网络进行维护的软件;网络应用软件是为网络用户提供服务并为网络用户解决实际问题的软件,如 SNMP(简单网络管理协议)、OpenView 等。

1.2.4 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法很多,可以从不同的角度对计算机网络进行分类。

(1) 按照网络的数据交换方式划分,主要的交换方法有电路交换网、报文交换、分组交换、帧中继交换网、ATM 交换网和混合交换网。

(2) 按照网络的覆盖范围划分,可分为局域网、城域网和广域网。

① 局域网(Local Area Network, LAN)一般限定在较小的区域内,通常地理范围在 10km 以内。

② 城域网(Metropolitan Area Network, MAN)是地域性宽带网络的简称,一般在 10~100km 的区域内构建。城域网是介于局域网和广域网之间的一种大范围的高速网络,由于种