



普通高等教育“十一五”计算机类规划教材



计算机网络

Jisuanji Wangluo

■ 高殿武 主编



免费
电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”计算机类规划教材

计 算 机 网 络

主 编 高殿武
副主编 王 昊 王登科
主 审 隋晓红

计算机类规划教材

普通高等教育“十一五”

ISBN 978-7-111-95823-9

1: ① 王 昊 ② 王登科

中国版本图书馆CIP

计算机工业出版社

策划编辑: 张永刚

封面设计: 张永刚

印刷: 张永刚

2007年2月第1版

184mm×256mm·1/32

计算机

高殿武

ISBN 978-7-111-95823-9

1: ① 王 昊 ② 王登科

中国版本图书馆CIP

计算机工业出版社

策划编辑: 张永刚

封面设计: 张永刚

印刷: 张永刚

2007年2月第1版

184mm×256mm·1/32

目 录

计算机类规划教材

普通高等教育“十一五”

ISBN 978-7-111-95823-9

1: ① 王 昊 ② 王登科

中国版本图书馆CIP

计算机工业出版社

策划编辑: 张永刚

封面设计: 张永刚

印刷: 张永刚

2007年2月第1版

184mm×256mm·1/32

2007年2月第1版

184mm×256mm·1/32

ISBN 978-7-111-95823-9

定价: 32.00元



机械工业出版社

地址: 北京市西城区百万庄大街24号

邮编: 100037

电话: (010) 68329694

电邮: mhp@vip.sina.com

网址: www.mcpbook.com

本书在深入介绍计算机网络基本原理,并做到系统性好、概念准确、层次清晰、易于学习、语言简练的基础上,强调了以下三个方面:其一,在计算机网络技术的基本原理介绍上更侧重于目前广泛应用的主流技术与实用技术;其二,加强了适合计算机网络发展方向,比较新的、比较成熟的网络技术方面的知识内容,例如:流媒体、P2P、WPAN、MPAN、IPv6、MPLS、服务质量控制等内容;其三,教材更注重学生实践应用能力的培养,每章都精心编写了合适的实例。这些实例强调实践性与实用性,且与相关网络技术的基本原理结合紧密,每章的实践题与这些实例相对应。

全书共分10章,全面介绍了计算机网络概论、数据通信基础、局域网、广域网、TCP/IP协议基础、网络互联、Internet应用基础、网络管理与网络安全、无线网络和下一代的Internet等内容。其中前6章为基础内容,后4章涉及较多较新的网络技术。每章配有较多的习题和实践题,习题便于教师教学与学生课后练习,且可以用于确定教学重点;实践题可用于实践课和学生的课后实践。

本书可作为各类本科院校的计算机、通信、电子信息类各专业的计算机网络课程教材,也可以作为其他专业学生、教师、网络技术人员自学的参考书。

本书配有免费电子课件,欢迎选用本教材的老师登录 www.cmpedu.com 注册下载或发邮件到 xufan666@163.com 索取。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络/高殿武主编. —北京:机械工业出版社,2010.6

普通高等教育“十一五”计算机类规划教材

ISBN 978-7-111-30824-9

I. ①计… II. ①高… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第100663号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:徐凡 责任编辑:任正一

版式设计:霍永明 责任校对:姜婷

封面设计:张静 责任印制:杨曦

北京双青印刷厂印刷

2010年8月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19.75印张·488千字

标准书号:ISBN 978-7-111-30824-9

定价:33.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010)88379649

读者服务部:(010)68993821

封面无防伪标均为盗版

前言

21 世纪的一个重要特征是数字化、网络化与信息化,以 Internet 为代表的计算机互联网络是现代社会最重要的信息基础设施之一,它已渗透到社会的各个领域,成为国家进步和社会发展的重要支柱。计算机网络技术发展迅速,以 Internet 为基础的新的应用不断出现并迅速普及。同时,网络相关产业发展也极为迅速,并成为计算机、通信、电子信息等类专业的许多大学生未来从业的方向。因此,如何让学生更好掌握计算机网络的基本理论、目前 Internet 的应用技术、支持 Internet 发展的网络技术,并更好培养学生的网络实践应用能力,是至关重要的。这也是编写本教材的目的。

本教材在深入介绍计算机网络基本原理,并在做到系统性好、概念准确、层次清晰、易于学习、语言简练的基础上,强调了以下三个方面:

- 1) 在计算机网络技术的基本原理介绍上更侧重于目前广泛应用的主流技术与实用技术。
- 2) 加强了适合计算机网络发展方向,比较新的、比较成熟的网络技术方面的知识内容,例如:流媒体、P2P、WPAN、MPAN、IPv6、MPLS、服务质量控制等内容。
- 3) 教材更注重学生实践应用能力的培养,每章都精心编写了合适的实例。这些实例强调实践性与实用性,且与相关网络技术的基本原理结合紧密。每章的习题中的实践题与这些实例相对应,可以用于实践课。

全书共分 10 章。第 1 章计算机网络概论,主要介绍了计算机网络的一些基本概念、发展与体系结构等;第 2 章数据通信基础,主要介绍了数据通信的一些基本概念和基础知识、多路复用、数据交换、传输介质、物理层协议、数据链路控制协议等内容;第 3 章局域网,主要介绍了局域网的基本原理和一些主流技术;第 4 章广域网,主要介绍了帧中继、ATM 和各种主要的广域网等;第 5 章 TCP/IP 协议基础,全面介绍了 TCP/IP 协议的互联网络层、传输层、应用层等的基础知识和基本技术;第 6 章网络互联,主要介绍了网络互联的基本原理、路由协议、路由器等;第 7 章 Internet 应用基础,主要介绍了 Internet 的基本知识和使用、网络编程、流媒体、P2P 等;第 8 章网络管理与网络安全,主要介绍了网络管理与网络安全方面的一些基础知识和技术;第 9 章无线网络,主要介绍 WLAN、WPAN 和 WMAN 的基本原理等;第 10 章下一代的 Internet,主要介绍了 IPv6、MPLS 和服务质量控制。

本书第 1、7、8、9、10 章由高殿武编写;第 2、3 章由王昊编写;第 4、5 章由王登科编写;第 6 章由王艳涛编写。全书由高殿武统稿。刘忠艳对全书的文字、图表进行了校对整理,并进行了一些资料收集工作。隋晓红担任本书主审。

在本书编写过程中,参考了大量的网文,由于其中大部分无法知道作者的姓名,且数量很多,因此没在参考文献中一一列出,在此一并深表感谢。由于编者水平所限,虽然花了大量时间和精力审校,但书中疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

本书配有免费电子课件,欢迎选用本教材的老师登录 www.cmpedu.com 注册下载或发邮件到 xufan666@163.com 索取。

编者

2010 年 2 月

目 录

前言

第1章 计算机网络概论 1

1.1 计算机网络的定义和发展 1	
1.1.1 计算机网络的定义 1	
1.1.2 计算机网络的发展 2	
1.2 计算机网络分类 6	
1.2.1 按网络的覆盖范围进行分类 6	
1.2.2 按网络传输技术进行分类 7	
1.2.3 按网络的使用者进行分类 7	
1.2.4 按网络的管理方式分类 8	
1.2.5 按网络的拓扑结构进行分类 8	
1.3 计算机网络的组成 10	
1.3.1 网络硬件和网络软件 10	
1.3.2 资源子网和通信子网 11	
1.4 计算机网络体系结构 12	
1.4.1 协议与层次 12	
1.4.2 OSI 与 TCP/IP 模型 15	
1.4.3 具有五层的体系结构数据的 传输 19	
1.5 标准化组织 21	
1.5.1 电信界最有影响的组织 21	
1.5.2 国际标准界最有影响的组织 22	
1.6 计算机网络的性能特性 22	
1.6.1 速率与带宽 22	
1.6.2 延迟与吞吐量 23	
1.6.3 差错率 24	
1.7 网络实际考察实例 25	
习题 25	
实践题 26	

第2章 数据通信基础 27

2.1 数据通信的基本概念 27	
2.1.1 数据通信系统模型 27	
2.1.2 数据通信系统的常用术语 27	
2.1.3 信道的极限信息传输速率 28	
2.2 物理传输媒体 (介质) 29	

2.2.1 双绞线及其制作实例 30	
2.2.2 同轴电缆 32	
2.2.3 光纤 32	
2.2.4 无线传输媒体 (介质) 33	
2.3 数据编码与传输方式 36	
2.3.1 数据编码 36	
2.3.2 数据传输方式 41	
2.4 多路复用 43	
2.4.1 频分多路复用 44	
2.4.2 波分多路复用 45	
2.4.3 时分多路复用 45	
2.4.4 码分多路复用 47	
2.5 数据交换 48	
2.5.1 电路交换 48	
2.5.2 报文交换 49	
2.5.3 分组交换 49	
2.5.4 ATM 交换 51	
2.6 物理层接口与协议 51	
2.6.1 物理层接口与标准的基本概念 52	
2.6.2 物理层标准举例 53	
2.6.3 常见物理层设备 55	
2.7 差错控制 56	
2.7.1 检错码和校验和 56	
2.7.2 确认重传机制 57	
2.8 数据链路控制协议 57	
2.8.1 滑动窗口协议 58	
2.8.2 HDLC 63	
2.8.3 PPP 65	
习题 68	
实践题 69	

第3章 局域网 70

3.1 局域网概述 70	
3.1.1 局域网的技术特点 71	
3.1.2 局域网的组成和分类 72	
3.2 局域网体系结构 73	
3.2.1 IEEE 802 参考模型 73	

3.2.2 IEEE 802 标准系列	75	习题	115
3.2.3 MAC 子层的令牌媒体访问控制	75	实践题	115
3.3 IEEE 802.3	77		
3.3.1 载波监听多路访问/冲突检测 (CSMA/CD)	77	第5章 TCP/IP 协议基础	116
3.3.2 MAC 地址与 IEEE 802.3 的 MAC 帧结构	78	5.1 TCP/IP 协议概述	116
3.3.3 以太网的物理层	81	5.2 互联网络层	117
3.4 交换式以太网	82	5.2.1 IP 协议	117
3.4.1 交换式以太网的基本结构	82	5.2.2 ARP 协议	121
3.4.2 以太网交换机工作原理	83	5.2.3 子网划分	123
3.5 虚拟局域网 VLAN	85	5.2.4 超网的基本概念	124
3.5.1 虚拟局域网 VLAN 的概念	85	5.2.5 网络控制信息协议 ICMP	125
3.5.2 利用交换机的 VLAN 划分	86	5.2.6 IP 多播基础	127
3.5.3 VLAN 技术特性与配置实例	87	5.2.7 虚拟专用网与 NAT	128
3.5.4 虚拟局域网 VLAN 的优点	89	5.2.8 DHCP 协议	129
3.6 结构化布线系统	89	5.3 传输层	133
3.6.1 结构化布线系统概述	89	5.3.1 传输层的基本概念	133
3.6.2 结构化布线系统的组成	90	5.3.2 用户数据报协议 UDP	135
3.7 以太网组网实例	92	5.3.3 传输控制协议 TCP	136
3.7.1 组建双机互联的对等网	92	5.4 应用层	146
3.7.2 构建共享式对等网	94	5.4.1 WWW 服务	146
3.8 网络操作系统	95	5.4.2 DNS 域名系统	152
习题	97	5.4.3 Telnet 服务	156
实践题	97	5.4.4 E-mail 服务	157
		5.4.5 FTP 服务	160
		5.4.6 TCP/IP 测试命令使用实例	162
		习题	164
第4章 广域网	98	实践题	166
4.1 广域网的基本概念	98		
4.2 帧中继	99	第6章 网络互联	167
4.2.1 帧中继的基本概念	99	6.1 网络互联的基本原理	167
4.2.2 帧中继的帧格式	99	6.1.1 网络互联的基本概念	167
4.2.3 帧中继的用户接入	101	6.1.2 网桥	168
4.3 ATM	102	6.1.3 IP 分组转发机制	171
4.3.1 ATM 的基本概念	102	6.2 Internet 的路由选择协议	174
4.3.2 ATM 物理层	103	6.2.1 路由算法	174
4.3.3 ATM 层	104	6.2.2 内部网关协议	176
4.3.4 ATM 适配层	105	6.2.3 外部网关协议 BGP-4	181
4.3.5 ATM 网络结构与接口	107	6.3 路由器基础	183
4.4 其他广域网	108	6.3.1 路由器的基本功能	183
4.4.1 数字数据网 DDN	108	6.3.2 路由器的基本工作原理	183
4.4.2 ISDN	109	6.3.3 路由器的结构	185
4.4.3 光同步数字传输网 SDH/SONET	112	6.3.4 第三层交换	187
4.4.4 xDSL 技术简介	114	6.4 路由器基本配置实例	189



6.4.1 通过 Console 口配置实例	189	8.1.1 网络管理概述	238
6.4.2 路由器 IP 地址配置实例	190	8.1.2 简单网络管理协议	240
6.4.3 PPP 的 PAP 验证配置实例	191	8.2 网络安全概述	243
6.4.4 帧中继协议配置实例	192	8.2.1 网络安全的概念	243
6.4.5 静态路由配置实例	192	8.2.2 网络安全技术必须解决的问题	244
6.4.6 动态路由协议 RIP 配置实例	193	8.3 加密与认证技术	249
6.4.7 ACL 配置实例	194	8.3.1 基本概念	249
习题	194	8.3.2 对称加密	250
实践题	195	8.3.3 非对称加密	251
第 7 章 Internet 应用基础	196	8.3.4 数字信封技术	252
7.1 Internet 基础知识	196	8.3.5 数字签名技术	253
7.1.1 Internet 的演进	196	8.3.6 网络用户的身份认证	255
7.1.2 Internet 的组成	199	8.4 防火墙技术	255
7.1.3 Internet 体系结构	200	8.4.1 防火墙的基本概念	255
7.1.4 Internet 的标准	201	8.4.2 防火墙技术	256
7.2 Internet 使用实例	201	8.4.3 防火墙的系统结构	260
7.2.1 IE 的设置和使用实例	202	8.5 入侵检测	263
7.2.2 用 Outlook 收发邮件实例	207	8.5.1 入侵检测	263
7.2.3 网上信息搜索实例	208	8.5.2 入侵防御的基本概念	265
7.2.4 从 Internet 中下载文件实例	209	习题	266
7.3 Internet 接入方式	210	实践题	266
7.3.1 基于传统电信网的有线接入	210	第 9 章 无线网络	267
7.3.2 基于有线电视网接入	211	9.1 无线局域网 WLAN	267
7.3.3 光纤接入技术	212	9.1.1 无线局域网的基本概念	267
7.3.4 以太网接入技术	213	9.1.2 IEEE 802.11 物理层	269
7.4 Web 编程技术	213	9.1.3 IEEE 802.11 的 MAC 子层协议	269
7.4.1 Web 静态编程	214	9.1.4 IEEE 802.11 帧结构	272
7.4.2 Web 动态编程技术简介	219	9.1.5 IEEE 802.11 服务	273
7.4.3 Web 动态编程技术的两个比较	221	9.1.6 笔记本电脑无线上网设置	274
7.5 流媒体	222	9.2 无线个域网 WPAN	276
7.5.1 流媒体技术	223	9.2.1 蓝牙技术与 IEEE 802.15.1	276
7.5.2 流媒体播送方式	227	标准	276
7.5.3 流媒体传输协议	228	9.2.2 UWB 技术	278
7.6 P2P 应用简介	229	9.2.3 IEEE 802.15.4 与 ZigBee	279
7.6.1 P2P 的概念	229	9.3 无线城域网 WMAN	282
7.6.2 P2P 应用技术简介	231	9.3.1 无线城域网的基本概念	282
7.6.3 典型的 P2P 应用系统	233	9.3.2 IEEE 802.16 物理层	283
习题	236	9.3.3 IEEE 802.16 的 MAC 层	284
实践题	237	习题	286
第 8 章 网络管理与网络安全	238	实践题	286
8.1 网络管理	238		

第 10 章 下一代的 Internet	287	10.3 服务质量控制	298
10.1 IPv6 技术	287	10.3.1 服务质量的基本概念	298
10.1.1 IPv6 协议	287	10.3.2 调度和管制机制	299
10.1.2 ICMPv6	292	10.3.3 综合服务 IntServ	301
10.1.3 IPSec	293	10.3.4 区分服务 DiffServ	304
10.2 多协议标记交换 MPLS	293	习题	306
10.2.1 MPLS 中的几个重要概念	294	实践题	307
10.2.2 MPLS 基本工作过程	295	参考文献	308
10.2.3 MPLS 头部的位置与格式	296		

第1章 计算机网络概论

计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展、密切结合的产物，随着计算机网络技术的飞速发展，特别是因特网（Internet）的飞速发展与全球普及，计算机网络已遍及全球政治、经济、军事、科技、生活等人类活动的一切领域，对社会发展、经济结构以及人们日常生活方式产生着深刻的影响。

1.1 计算机网络的定义和发展

1.1.1 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程的不同阶段，人们对计算机网络提出了不同的定义。如图 1-1 所示，并联系日常使用的计算机网络，可以认为从现在计算机网络的特点看，资源共享的观点能比较准确地描述计算机网络的基本特征。

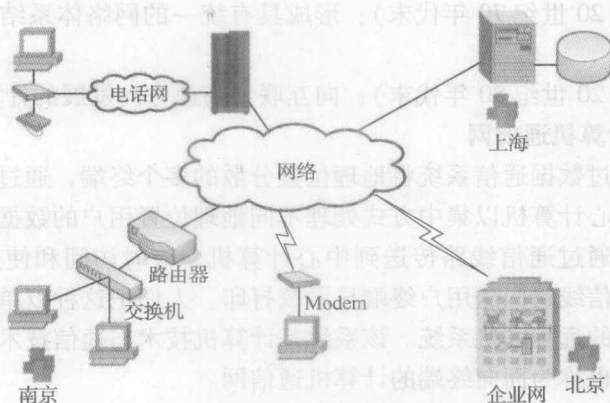


图 1-1 计算机网络示意图

资源共享观点将计算机网络定义为：以能够相互共享资源的方式互联起来的自治计算机系统的集合。这一定义可以从以下四个方面来理解：

1) 计算机网络建立的主要目的是实现资源共享。资源共享包括硬件资源共享和软件资源共享。网络用户不但可以使用本地计算机资源，而且可以通过网络访问互联网的远程计算机资源，还可以调用网中几台不同的计算机共同完成某项任务。要实现这一目的，网络中需配备功能完善的网络软件，包括网络通信协议（如，TCP/IP、IPX/SPX 等）和网络操作系统（如，Netware、Windows 2000 Server、Linux 等）。

2) 互联的计算机是分布在不同地理位置的多台独立的“自治计算机”。互联的计算机之间可以没有明确的主从关系，每台计算机既可以联网工作，也可以脱网独立工作，联网计算机可以为本地用户提供服务，也可以为远程网络用户提供服务。通常，将独立的“自治

计算机”称为主机 (Host), 在网络中也称为结点 (Node) 或节点。网络中的结点不仅仅是计算机, 还可以是其他通信设备, 如交换机、路由器等。

3) 网络中各结点之间的连接需要有一条通道, 即, 由传输介质实现物理互联。物理通道可以是双绞线、同轴电缆或光纤等“有线”传输介质; 也可以是激光、微波或卫星等“无线”传输介质。

4) 联网计算机之间的通信必须遵守共同的网络协议。计算机网络是由多个互连的结点组成的, 结点之间要做到有条不紊地交换数据, 每个结点都必须遵守一些事先约定好的通信规则, 例如, Internet 上使用的通信协议是 TCP/IP 协议。

1.1.2 计算机网络的发展

任何一种新技术的出现都必须具备两个条件, 一是强烈的社会需求, 二是前期技术的成熟。计算机网络技术的形成与发展也遵循了这样一个技术发展轨迹。纵观计算机网络的形成与发展历史, 大致可以将它划分为四个阶段 (各阶段之间无明确分界, 且部分重叠):

第一阶段 (始于 20 世纪 50 年代初): 以单个计算机为中心的远程联机系统, 构成面向终端的计算机通信网。

第二阶段 (始于 20 世纪 60 年代末): 多台主机通过通信线路互联, 形成资源共享的计算机网络。

第三阶段 (始于 20 世纪 70 年代末): 形成具有统一的网络体系结构、遵循国际标准化协议的计算机网络。

第四阶段 (始于 20 世纪 80 年代末): 向互联、高速方向发展的计算机网络。

1. 面向终端的计算机通信网

其基本特征是通过数据通信系统将地理位置分散的多个终端, 通过通信线路连接到一台中心计算机上, 由中心计算机以集中方式处理不同地理位置用户的数据。用户可以在办公室内的终端键入程序, 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, 处理结果再由通信线路回送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为面向终端的远程联机系统。该系统是计算机技术与通信技术相结合而形成的计算机网络的雏形, 因此也称为面向终端的计算机通信网。

面向终端的计算机通信网包括两种典型结构, 即单机系统 (图 1-2) 和多机系统 (图 1-3)。单机系统的典型结构是一台中心计算机通过多线路控制器与远程终端相连。

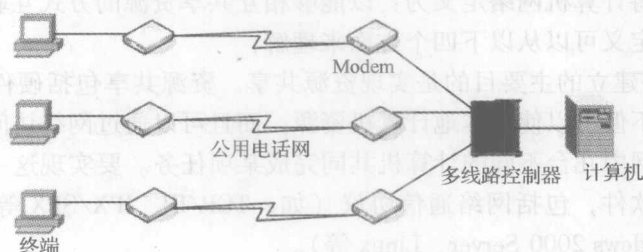


图 1-2 单机系统的典型结构示意图

单机系统有以下两个主要缺点:

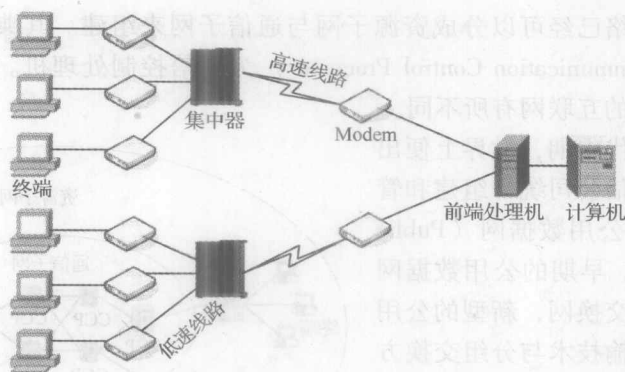


图 1-3 多机系统示意图

- 1) 主机既要负责数据处理，又要管理与终端的通信，因此主机的负担很重。
- 2) 由于一个终端单独使用一根通信线路，造成通信线路利用率低。此外，每增加一个终端，线路控制器的软硬件都需要做出很大的改动。

为了解决单机系统的缺点出现了多机系统。

在多机系统中，为减轻主机的负担，在通信线路和计算机之间设置一个前端处理机，前端处理机专门负责与终端之间的通信控制，而让主机进行数据处理；为提高通信效率，减少通信费用，在远程终端比较密集的地方增加一个集中器，集中器的作用是把若干个终端经低速通信线路集中起来，连接到高速线路上，然后，经高速线路与前端处理机连接。多机系统中的前端处理机和集中器当时一般由小型计算机担当。

2. 多台主机通过通信线路互联的计算机网络

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。因而，人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—计算机的网络。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，也可以使用联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。在 1969 年 ARPANET 只有 4 个结点，到 1973 年 ARPANET 发展到 40 个结点，而到 1983 年已经达到 100 多个结点。ARPANET 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的广阔地域。ARPANET 是计算机网络技术发展的重要里程碑，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。
- 6) 为 Internet 的形成与发展奠定了基础。

此时, 计算机网络已经可以分成资源子网与通信子网来组建。其典型结构如图 1-4 所示, 其中, CCP (Communication Control Processor) 为通信控制处理机。注意这时的网络是简单互联的, 和现在的互联网有所不同。

在 20 世纪 70 年代中期, 世界上便出现了由邮电部门或通信公司统一组建和管理的公用分组网, 即公用数据网 (Public Data Network, PDN)。早期的公用数据网采用模拟通信的电话交换网, 新型的公用数据网则采用数字传输技术与分组交换方法。典型的公用分组交换网有美国的 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发展提供了良好的外部通信条件, 它可以为更多的用户提供数据通信服务。

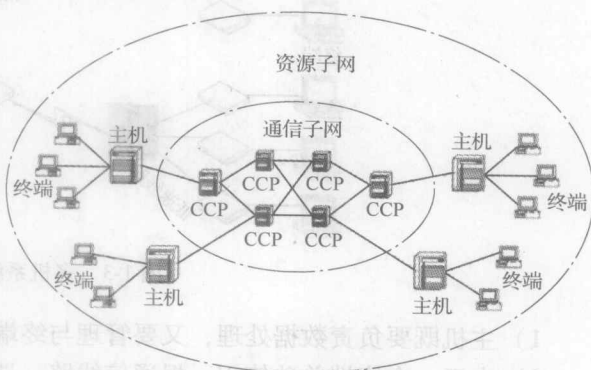


图 1-4 计算机简单互联网络示意图

上面介绍的实际上就是利用远程通信线路组建的广域计算机网络（简称为广域网或远程网）。随着个人计算机 (PC) 与工作站 (Workstation) 的出现与广泛应用, 小范围的多台计算机联网的需求日益强烈。在 20 世纪 70 年代初期, 一些大学和研究所为实现实验室或校园内多台计算机共同完成科学计算与资源共享的目的, 开始了局域计算机网络的研究。1972 年美国加州大学研制了 Newhall 环网; 1976 年美国 Xerox 公司研制了总线拓扑的实验性 Ethernet 网; 1974 年英国剑桥大学研制了 Cambridge Ring 环网。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. 遵循国际标准化协议的计算机网络

在计算机网络技术、产品与应用发展的同时, 人们从计算机体系结构与产品发展过程成功与失败的经验中认识到: 必须研究和制定计算机网络的体系结构与协议的标准。一些大的计算机公司在开展计算机网络研究与产品开发的同时, 纷纷提出了各种网络体系结构与网络协议, 例如 IBM 公司的系统网络体系结构 (System Network Architecture, SNA)、DEC 公司的数字网络体系结构 (Digital Network Architecture, DNA) 与 UNIVAC 公司的分布式计算机体系结构 (Distributed Computer Architecture, DCA)。这些研究成果为网络理论体系的形成提供了很多重要的经验, 很多网络系统经过适当的修改与充实后仍在广泛使用。20 世纪 70 年代后期, 人们认识到不同公司网络体系结构与协议标准不统一, 将会限制计算机网络自身的发展和应用, 网络体系结构与网络协议必须走国际化、标准化道路。

在计算机网络发展的第三阶段, 网络体系结构与协议标准化的研究取得了重大进展。国际标准化组织 ISO (International Organization for Standardization) 的计算机与信息处理标准化技术委员会成立了一个专门机构, 研究和制定网络通信标准, 以实现网络体系结构的国际标准化。1984 年 ISO 正式颁布了一个称为“开放系统互联基本参考模型”的国际标准 ISO 7498, 简称 OSI RM (Open System Interconnection Basic Reference Model), 即著名的 OSI 七层模型。ISO/OSI 参考模型与协议的研究成果对推动网络体系结构理论的发展起了很大的作用。

在肯定 ISO/OSI 参考模型与协议的研究成果与历史作用的同时,我们也一定注意到 TCP/IP 协议与体系结构的发展。

在 1969 年 ARPANET 的实验性阶段,研究人员就开始了 TCP/IP 协议雏形的研究。在 1979 年,越来越多的研究人员投入到 TCP/IP 协议的研究与开发中。在 1980 年前后,ARPANET 所有的主机都转向了 TCP/IP 协议。到 1983 年 1 月,ARPANET 向 TCP/IP 的转换全部结束。在 ISO/OSI 参考模型制定过程中,TCP/IP 协议已经成熟并开始应用,且赢得了大量的用户和投资。TCP/IP 协议的成功促进了 Internet 的发展,Internet 的发展又进一步扩大了 TCP/IP 协议的影响。IBM、DEC 等大公司纷纷宣布支持 TCP/IP 协议,网络操作系统与大型数据库产品都支持 TCP/IP 协议。相比之下,符合 OSI 参考模型与协议标准的产品迟迟没有推出,妨碍了其他厂家开发相应的硬件和软件,从而影响了 OSI 研究成果的市场占有率。而随着 Internet 的高速发展,TCP/IP 协议与体系结构已经成为业内公认的标准。

如果说广域网的作用是扩大了信息社会中资源共享的范围,那么局域网的作用则是进一步增强了信息社会中资源共享的深度。局域网是继广域网之后网络研究与应用的又一个热点。广域网技术与微型机的广泛应用推动了局域网技术应用的发展。20 世纪 70 年代是大型计算机占主导地位的时期,数据通信主要是解决主机与终端的通信,以及大型机与大型机构成的网络之间的通信问题。通信链路通常是使用低速和异步传输模式。20 世纪 80 年代微型计算机的出现带来了计算机技术的重大变革,同时也改变了传统的数据通信的面貌,随着个人计算机技术的发展和广泛应用,用户共享数据、软件与硬件系统的愿望日益强烈。这种社会需求导致局域网技术出现了突破性的进展。20 世纪 80 年代,在局域网技术领域中,采用以太网(Ethernet)、令牌总线(Token Bus)、令牌环(Token Ring)的局域网产品形成三足鼎立之势,并且已经形成了相应的国际标准,采用光纤作为传输介质的光纤分布式数据接口(Fiber Distributed Data Interface, FDDI)产品在高速与主干网应用方面起了重要的作用。

到了 20 世纪 90 年代,局域网技术在传输介质、网络操作系统与客户机/服务器计算模式等方面取得了重要进展。Ethernet 网络中,用非屏蔽双绞线实现了 10Mbit/s 的数据传输,并在此基础上形成了网络结构化布线技术,使局域网在办公自动化环境中得到更广泛的应用。网络操作系统 NetWare、Windows NT Server、IBM LAN Server 及 UNIX 的应用,使局域网技术进入成熟阶段;客户机/服务器计算模式的应用,使网络服务功能达到更高水平;而 TCP/IP 协议的广泛应用,使网络互联技术发展到一个崭新的阶段。

随着网络的广泛应用与规模的不断增长,网络管理问题日益突出,这就导致网络管理技术、协议标准与产品研究、开发工作的发展。最常用的简单网络管理协议 SNMP 也是在这种背景下出现的。

4. 互联网络与高速网络

目前,计算机网络的发展正处于第四阶段。这一阶段 Internet 被广泛应用,高速网络技术迅速发展。

Internet 是全球最大和最具有影响力的计算机互联网络,也是世界范围的信息资源宝库。Internet 是通过路由器实现多个广域网和局域网互联的大型网际网,它对推动世界科学、文化、经济和社会的发展有着不可估量的作用。对于广大用户来说,它好像是一个庞大的广域计算机网络。如果用户将自己的计算机接入 Internet,便可以在这个信息资源宝库中漫游。Internet 中的信息资源几乎是应有尽有,涉及商业、金融、政府、医疗卫生、信息服务、科



研教育、休闲娱乐等,用户足不出户便可知天下事。

1993年9月美国公布了国家信息基础设施(National Information Infrastructure, NII)建设计划, NII被形象地称为信息高速公路。美国建设信息高速公路的计划触动了世界各国,信息技术的应用与信息产业的发展对各国经济发展影响重大,因此,很多国家开始制定各自的信息高速公路建设计划。美国政府又分别于1996年和1997年开始研究发展更加快速可靠的互联网2(Internet 2)和下一代互联网(Next Generation Internet)。

在Internet飞速发展与广泛应用的同时,高速网络也在迅速发展。高速网络技术发展主要表现在:宽带综合业务数字网ISDN,异步传输模式ATM,高速局域网、交换局域网与虚拟网络,基于光纤通信技术的宽带局域网与宽带接入网技术等。

1.2 计算机网络分类

随着计算机网络的不断发展,出现了多种形式的计算机网络,因此也就有许多不同的分类方法,分类的标准不同,类别也不一样。下面介绍几种计算机网络的不同分类。

1.2.1 按网络的覆盖范围进行分类

计算机网络按照其覆盖的地理范围进行分类,可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同,它们所采用的传输技术也就不同,因而形成了不同的网络技术特点与网络服务功能。

按覆盖的地理范围划分,计算机网络可以分为以下三类:局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)和广域网(Wide Area Network, WAN)。

1. 局域网

局域网用于将有限范围内(如一个实验室,一幢大楼,一个校园)的各种计算机、终端与外部设备互联成网。局域网技术发展非常迅速,并且应用日益广泛,是计算机网络中最为活跃的领域之一。

从局域网应用的角度看,局域网的技术特点主要表现在以下几个方面:

- 1) 局域网覆盖有限的地理范围,它适用于机关、校园、工厂等有限范围内的计算机、终端与各类信息处理设备联网的需求。
- 2) 局域网提供高数据传输速率(10Mbit/s ~ 10Gbit/s)、低误码率(一般在 10^{-8} ~ 10^{-11} 之间)的高质量数据传输环境。
- 3) 局域网一般属于一个单位所有,易于建立、维护与扩展。
- 4) 从介质访问控制方法的角度,局域网可分为共享介质式局域网与交换式局域网两类。

局域网可以用于个人计算机局域网、大型计算设备群的后端网络与存储区域网络、高速办公室网络、企业与学校的主干局域网等。

2. 城域网

城市地区网络常简称为城域网。城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。城域网设计的目标是要满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求,以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输功能。从技术上看,

很多城域网采用的是以太网技术,由于城域网与局域网使用相同的体系结构,一般并入局域网进行讨论。

3. 广域网

广域网也称为远程网。它所覆盖的地理范围从几十公里到几千公里。广域网覆盖一个国家、地区,或横跨几个洲,形成国际性的远程网络。广域网的通信子网主要使用分组交换技术。广域网的通信子网可以利用公用分组交换网,卫星通信网和无线分组交换网,它将分布在不同地区的计算机系统互联起来,达到资源共享的目的。

1.2.2 按网络传输技术进行分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点,因此根据网络所采用的传输技术对网络进行分类是一种很重要的方法。

在通信技术中,通信信道的类型有两类:广播通信信道与点对点通信信道。在广播通信信道中,多个结点共享一个通信信道,一个结点广播信息,其他结点必须接受信息。而在点对点通信信道中,一条通信线路只能连接一对结点,如果两个结点之间没有直接连接的线路,那么,他们只能通过中间结点转接。

显然,网络要通过通信信道完成数据传输任务,网络所采用的传输技术也只会可能有两类:广播方式与点对点方式。因此,相应的计算机网络也可以分为两类:广播式网络与点对点式网络。

1. 广播式网络

在广播式网络中,所有联网计算机都共享一个公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时,所有其他的计算机都会“收听”到这个分组。由于发送的分组中带有目的地址与源地址,接收到该分组的计算机将检查目的地址是否与本结点地址相同。如果被接收报文分组的目的地址与本结点的地址相同,则接收该分组,否则丢弃该分组。显然,在广播式网络中,发送的报文分组的目的地址可以有三类:单一结点地址、多结点地址与广播地址。

2. 点对点式网络

与广播式网络相反,在点对点式网络中,每条物理线路只连接一对计算机。假如两台计算机之间没有直接连接的线路,那么它们之间的分组传输就要通过中间结点的接收、存储与转发,直至目的结点。由于连接多台计算机之间的线路结构可能是复杂的,因此,从源结点到目的结点可能存在多条路由(路径)。决定分组从通信子网的源结点到达目的结点的路由需要有路由选择算法。采用分组存储转发与路由选择机制是点对点式网络和广播式网络的重要区别之一。

1.2.3 按网络的使用者进行分类

1. 公用网

公用网(Public Network)简称公网,是指国家的电信公司(国有或私有)出资建造的大型网络。“公用”的意思就是所有愿意按电信公司的规定交纳费用的人都可以使用,因此公用网也称为公众网。



2. 专用网

专用网 (Private Network) 简称专网, 是某个部门为单位的特殊业务工作的需要而建造的网络。这种网络不向本单位以外的人提供服务。例如, 军队、铁路、电力、银行、证券等系统均有本系统的专用网。

公用网和专用网都可以传送多种业务。如传送的是计算机数据, 则分别是公用计算机网和专用计算机网。

1.2.4 按网络的管理方式分类

1. 对等网络

对等网是最简单的网络, 网络中不需要专门的服务器, 接入网络的每台计算机没有工作站和服务器之分, 都是平等的, 既可以使用其他计算机上的资源, 也可以为其他计算机提供共享资源。比较适合于部门内部协同工作的小型网络, 适于少于 10 台的网络连接, 自行管理。对等网络组建简单, 不需要专门的服务器, 各用户分散管理自己机器的资源, 因而网络维护容易; 但较难实现数据的集中管理与监控, 整个系统的安全性也较低。

2. 客户机/服务器网络

在客户机/服务器网络 (Client/Server, 简称 C/S 结构) 中, 有一台或多台高性能的计算机专门为其他计算机提供服务, 这类计算机称之为服务器; 而其他与之相连的用户计算机通过向服务器发出请求可获得相关服务, 这类计算机称之为客户机。C/S 形式是一种由客户机向服务器发出请求并获得服务的网络形式, 而服务器专门提供客户端所需的资源, 这些服务器会根据其提供的服务配备相应的硬件设备。在 C/S 中可能有一台或数台服务器。例如, 提供文件资源的服务器可能配备容量较大、访问速度快的硬盘等。一般实现某种服务时, 服务器端的安装软件和客户端的安装软件不同。

C/S 方式是最常用、最重要的一种网络类型, 不仅适合于同类计算机联网, 也适合于不同类型的计算机联网。它的优点是适用于较大网络, 便于网络管理员管理; 缺点是服务器操作与应用较复杂。银行、证券公司等都采用这种类型的网络, 因特网上的服务也大都基于这种类型。

随着 Internet 技术的发展与应用, 出现了一种对 C/S 结构的改进结构, 即浏览器/服务器结构 (Browser/Server, B/S)。B/S 中, 客户机上只要安装一个浏览器 (Browser), 如 Netscape Navigator 或 Internet Explorer, 服务器安装 Oracle、Sybase、Informix 或 SQL Server 等数据库。浏览器通过 Web 服务器与数据库进行数据交互。

B/S 最大的优点就是可以在任何地方进行操作而在客户端不用安装任何专门的软件。只要有一台能上网的计算机就能使用, 客户端零维护。系统的扩展非常容易, 只要能上网, 再由系统管理员分配一个用户名和密码, 就可以使用了。

1.2.5 按网络的拓扑结构进行分类

所谓“拓扑”就是把所研究的实体抽象成与其大小、形状无关的“点”, 而把实体之间的联系抽象成“线”, 进而以“图”的形式来表示和研究这些“点”与“线”之间关系的一种数学方法。这种表示“点”与“线”之间关系的“图”被称为“拓扑结构”。

在计算机网络中, 为了便于对计算机网络的结构进行研究和设计, 人们借用拓扑学的概

念，通常把计算机、终端、通信处理机等设备抽象为“点”，把连接这些设备的通信线路抽象为“线”，并将这些“点”和“线”构成的拓扑图称为计算机网络拓扑结构。其中，计算机及通信设备是拓扑结构中的结点（节点），两个结点间的连线称为链路。但在实际应用中，网络的拓扑结构往往指网络的物理结构或逻辑结构。

计算机网络拓扑结构反映了计算机网络中各设备结点之间的内在结构关系，对计算机网络的性能、网络的可靠性与通信费用都有很大的影响。所以，构建网络时要慎重考虑选择哪种网络拓扑结构。

常见的计算机网络拓扑结构有总线型、星形、环形、树形和网状型，如图 1-5 所示。其中星形、总线型、环形是三种基本的拓扑结构。实际网络往往是多种拓扑结构的组合。

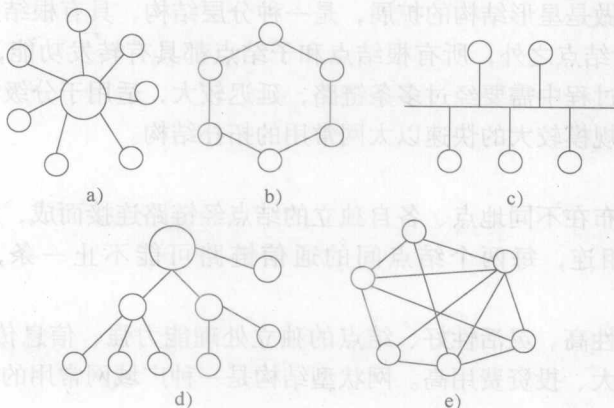


图 1-5 常见的计算机网络拓扑结构

a) 星形拓扑 b) 环形拓扑 c) 总线型拓扑 d) 树形拓扑 e) 网状型拓扑

1. 星形结构

星形结构是局域网中最常用的物理拓扑结构，它是一种集中控制式的结构，如图 1-5a 所示。星形结构以一台设备为中央结点，其他外围结点都通过一条点到点的链路单独与中心结点相连，各外围结点之间的通信必须通过中央结点进行。中央结点可以是服务器或专门的网络设备（如集线器（HUB），交换机），负责信息的接收和转发。

这种拓扑结构的优点是：结构简单、容易实现，在网络中增加新的结点也很方便，易于维护、管理及实现网络监控，某个结点与中央结点的链路故障不影响其他结点间的工作。

缺点是：对中央结点的要求较高。如果中央结点发生故障，就会造成整个网络的瘫痪。

2. 环形结构

环形结构如图 1-5b 所示，各结点通过链路连接，在网络中形成一个首尾相接的闭合环路，信息在环中作单向流动，通信线路共享。

这种拓扑结构的优点是：结构简单、容易实现，信息的传输延迟时间固定，且每个结点的通信机会相同。

缺点是：网络建成后，增加新的结点较困难；此外，链路故障对网络的影响较大，只要有一个结点或一处链路发生故障，则会造成整个网络的瘫痪。